

Н.А. Закирова
Р.Р. Аширов

ФИЗИКА

Умумтаълим мактабларининг
ижтимоий-гуманитар йўналишидаги
10-синфлари учун дарслик

10



2019



ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3 я 72
3-16

*Қозоғистон Республикаси
Таълим ва фан вазирлиги тасдиқлаган*

Ўзбек тилидаги нашрга “Жазушы” нашриёти тайёрлаган

Закирова Н.А., Аширов Р.Р.

3-16 Физика: Умумтаълим мактабларининг ижтимоий-гуманитар йўналишидаги 10-синфлари учун дарслик / Н.А. Закирова, Р.Р. Аширов. – Нўр-Сўлтан: «Арман-ПВ» баспасы – Алматы: «Жазушы» баспасы, 2019. – 240 б.

ISBN 978-601-200-672-8

«Физика» дарслиги умум таълим мактабларининг ижтимоий-гуманитар йўналишидаги 10 синфи учун янгиланган мазмундаги намунали ўқув дастурларига мос келади. Материалларни баён этишда таълимнинг илмий тамойиллари ва ўқувчиларнинг ёш хусусиятлари ҳисобга олинган.

ӘОЖ 373.167.1
КБЖ 22.3 я 72

© Закирова Н.А., Аширов Р.Р., 2019
© «Арман-ПВ» баспасы, 2019
Барча ҳуқуқлари ҳимояланган.
Босмаҳона рухсатисиз кўчириб
босиб чиқаришга бўлмайди.
Ўзбек тилине «Жазушы» баспасында
аударылды, 2019

ISBN 978-601-200-672-8

Шартли белгилар

Таърифлар

Назорат саволлари

Назарий материаллар бўйича ўз-ўзини тешириш учун саволлар

★ Машқ

1

Синфда бажариладиган машқлар

Экспериментал топшириқлар

Тадқиқот ишлари учун вазифалар

Ижодий топшириқлар

Ижодий даражадаги топшириқлар

? Жавоби қандай?

Физикавий ҳодисаларнинг моҳиятининг тушунтиришини талаб қиладиган саволлар

📖 Муҳим маълумот

Мавзуни чуқурроқ тушуниш учун керакли маълумотлар

↔ Топшириқ

Синфда бажариладиган топшириқлар

🔍 Эсингизга тушинг!

Ўтилган материални такрорлашга доир топшириқлар

🔄 Ўз тажрибангиз

Синфда бажариладиган эксперимент топшириқлар

⚠ Эътибор беринг!

Машқни бажариш вақтида қийинчилик келтирадиган ўқув материали

👁 Бу қизиқ!

Мавзуга оид қўшимча маълумотлар

✅ Эсда сақланг!

Ёдда сақлаш

Кириш

Ўқувчилар, физика фани – табиат ҳақидаги ниҳоятда қизиқарли фанлардан бири, уларни эгаллаш кундалик турмушда ҳар бир одам учун зарур. Физика – одамнинг табиатдаги ўрни ҳамда ролини тушуниш имкониятини берадиган фан соҳаси.

Гуманитар-мутахассислар ўз тажрибаси ишбилармонлигига англашни табиат-шунослик-илмий методлардан фойдалана олиши – замон талаби. Тавсия этилаётган мазкур дарсликнинг асосий хусусияти табиат ҳодисаларни очишда онгнинг илмий методларидан фойдалана олишдадир. Шунингдек бир қатор қонунлар, ҳодисалар, назариялар гуманитар соҳадаги мутахассисларнинг атрофдаги технология оламида эркин хизмат қилишлари учун зарур.

Дарсликнинг мазмуни, бўлажак тил мутахассислари ва тарихчиларни физика фанига қизиқтирган ҳолда тузилганига қарамасдан, асосий мақсад ўқув дастурида кўрсатилган асосий материалларни эгаллашдан узоқлашмайди.

Атрофимизда содир бўлаётган жараёнларни таҳлил қилиш учун имкон берувчи лаборатория иши назоратларига, демонстрацион тажрибаларга ҳамда сифатли ҳисоблашларни ҳал этишга алоҳида эътибор қаратилган.

Ижодий топшириқларни бажариш жараёнида бир қанча ўнлаган ёки юзлаган йиллар давомида қандай физик янгиликлар кашф этилди, бу мамлакатларнинг тарихий шароити қандай эди, олимлар қаерда ижод қилди, қандай атоқли ёзувчилар, шоирлар, бастакорлар, рассомлар ва сиёсий арбоблар фаолият кўрсатганига эътибор қаратинг. Шу ҳолда «давр қиёфасини» ақс эттириш мумкин. Бу каби иш қизиқарлидир, чунки бундай «дунёнинг тарихий-физик қиёфаси» пайдо бўлади.

Ўқув йили давомида бажариладиган онгли илмий методларга асосланган ишларнинг натижасида курс сўнггида курс ишини ҳимоя қилиш тавсия этилади. Материалларни таҳлил қилиш, уни солиштирмали таҳлил қилиш натижасида фикрлаш ва презентациялаш сиздан кўп вақт талаб этади. Бундай ишлар натижасида муаллифлик жамоасини шакллантириш ҳам мумкин.

Сизларга физикани – биз яшаётган дунёни тадқиқ этишда муваффақиятлар тилаймиз!

Муаллифлар

Механика μηχανική – қадимги грек тилидан таржимаси машиналар тўри-сидаги фан, механизмларни куриш ҳақидаги таълимот деган маънони билдиради. Физиканинг бўлими сифатида маъноси анча кенг.

Механика – моддий жисмларнинг механик ҳаракати ва уларнинг ўзаро таъсири ҳақидаги фан.

Бу бобда механиканинг кинематика, динамика, статика, сақланиш қонунлари, аэродинамика ва гидродинамика бўлимлардаги бир қатор масалаларни қамраб олади.

1–БОБ

КИНЕМАТИКА

Кинематика (қадимги грек тилида **κινεμα**) – жисмларнинг ҳаракат қонунларини уларнинг массаси билан жисмга таъсир этадиган кучларни ҳисобга олмай аниқлайдиган механиканинг бўлими. Кинематика *нуқта кинематикаси, қаттиқ жисм кинематикаси ва ҳар доим ўзгарадиган муҳитлар – деформацияланадиган қаттиқ жисм, суюқ ва газ кинематикаси* бўлимларига бўлинади. Кинематикада ҳаракатни тавсифлаш, уларни қандайдир бир белгилари бўйича турларга бўлиш олиб борилади.

Бўлимни ўқиш орқали сизлар:

- масалаларни ечиш вақтида кинематика тенгламасини қўллашни ва ҳаракат графикларига таҳлил қилишни;
- кўчиш ва тезликни қўшишнинг классик қонунига кундалик ҳаётдан мисоллар келтиришни;
- эгри чизиқли ҳаракатни характерлайдиган катталикларни аниқлашни ўрганасизлар.

1§. Жисм ҳаракати кинематикасининг асосий тушунчалари ва тенгламалари

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Масалалар чиқариш вақтида кинематик тенгламаларни фойдалана оласизлар ва ҳаракат графикларини таҳлил қила оласизлар.



Жавоби қандай?

Кинематикада жисмнинг ҳаракатини ўрганишда нима учун кўчиш тезлиги билан бирга чизиқли тезлик қўлланилади?

I Кинематиканинг асосий мақсади

Кинематикада жисмнинг ҳаракатини тавсифлаш учун махсус тушунчалар қўлланилади: тезланиш, кўчиш тезлиги, чизиқли тезлик, кўчиш, йўл, жисмнинг координатаси, вақт. Жисмнинг ўрнини аниқлаш учун *координата системаси, траектория, ҳаракатнинг нисбийлиги, механик ҳаракат, саноқ системаси, саноқ жисми* каби физик тушунчалардан фойдаланамиз. Жисмларнинг ҳаракати ҳар турли бўлади: траектория тўғри чизиқли ёки траектория эгри чизиқли, бир жисмнинг ҳаракат тезлиги ўзгармас, бошқасини ўзгарувчан бўлиши мумкин.

Кинематиканинг асосий вазифаси – моддий нуқталарнинг ёки жисмларнинг ҳаракат қонунларини ўрганиш ва ҳаракатни характерловчи кинематик катталикларни аниқлаш.

II Масалаларни ечишда координата усули

Тезланиш, тезлик, кўчиш – вектор катталиклар. Кинематиканинг масалаларини координата усули билан ечиш учун вектор катталикларни скаляр катталикларга алмаштириш керак. Бизга 9-синфнинг физика курсидан вектор катталиклар нисбати билан уларнинг проекциялари нисбатининг бир-биридан фарқ йўқ эканлиги маълум.

Масалан, вектор шаклидаги тезланишни ҳисоблаш формуласини $\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}$ проек-

циялари орқали ёзишга бўлади: $a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$, теңглик ўзгармайди. Векторларнинг проекциялари – скаляр катталиклар, демак, уларни оддий сонлар каби кўшишга, айиришга, кўпайтиришга ва бўлишга бўлади.

Масалаларни координата усули билан ечиш қўйидаги навбат билан боради: координата ўқлари танлаб олинади, берилган векторнинг проекцияси топилади, номаълум вектор катталикларнинг олинган ўқдаги проекциялари аниқланади.

Координата ўқидаги векторнинг проекцияси маълум бўлса, унинг модулини аниқлашга бўлади. Масалан, тезланиш вектори $0x$ ўқиға параллель бўлса, унда унинг модули ўша ўққа проекциясига тенг бўлади (*1 а*)-расм)

$$a = a_x$$

Кўриб чиқилган векторнинг $0x$ ва $0y$ ўқларига проекциялари берилган бўлса, (*1 б*)-расм) унинг модули Пифагор теоремаси бўйича аниқланади:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}.$$



1-расм. Векторнинг танланган ўқдаги проекциялари

III Тўғри чизиqli текис тезланувчан ҳаракат учун кинематика формулалари

1-жадвалда жисмнинг тўғри чизиqli текис тезланувчан ҳаракатини характерлайдиган катталикларни ҳисоблаш формулалари кўрсатилган: тезланиш a_x , кўчиш тезлиги v_x , кўчиш s_x ва жисмнинг координаталари x . Жисмларнинг эркин тушиши тўғри чизиqli текис тезланувчан ҳаракатнинг кўринишларидан бири бўлиб ҳисобланади, бу ҳолда жисм

$g = 9,8 \frac{M}{c^2}$ тезланиш билан ҳаракатланади.

1-жадвал. Кинематика формулалари

Жавоби қандай?
 Нимага ўртача тезлик фақат йўлнинг маълум бир бўлағига тегишли?

Физик катталиклар	Ҳаракат түрлари	
	Тўғри чизиqli текис тезланувчан ҳаракат	Эркин тушиш
Тезланиш	$a_x = \frac{v_x - v_{0x}}{\Delta t}$	$g = 9,8 \frac{M}{c^2}$
Ўртача тезлик	$v_{\text{ўpm}} = \frac{v_0 + v}{2}$	$v_{\text{ўpm}} = \frac{v_0 + v}{2}$
Тезлик	$v_x = v_{0x} + a_x t$	$v_y = v_{0y} + g_y t$
Кўчиш	$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ $s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}; s_x = \frac{v_0 + v}{2} t$	$h_y = v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$ $h_y = \frac{v_y^2 - v_{0y}^2}{2g_y}; h_y = \frac{v_0 + v}{2} t$
Жисм координаталари	$x(t) = x_0 + v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$	$y(t) = y_0 + v_{0y} t + \frac{g_y t^2}{2}$

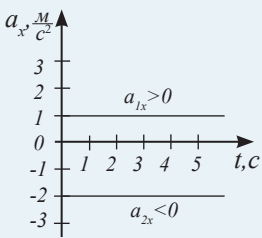
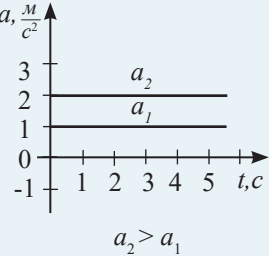
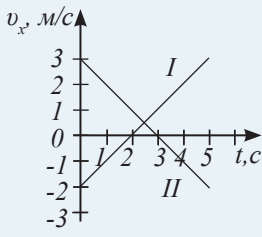
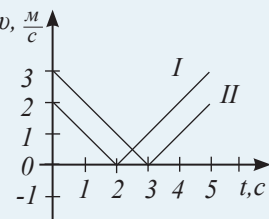
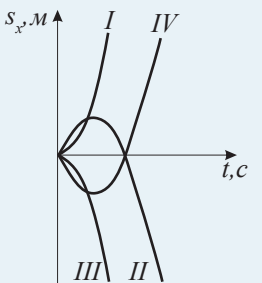
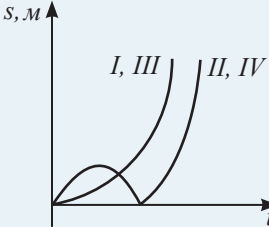
Жисм координатасининг ҳаракат вақтига боғлиқлик тенгламаси **ҳаракат қонуни** деб аталади. $a = 0$ эканини эътиборга олиб, текис тўғри чизиqli ҳаракат формулаларини текис тезланувчан ҳаракат формулаларидан олишга бўлади.

IV Тўғри чизиqli текис тезланувчан ҳаракатни характерлайдиган катталикларнинг вақтга боғлиқлик графиклари

Физикавий катталикларнинг боғлиқлик графикларини чизишда математик усуллар қўлланилади. Катталикларнинг чизиqli боғлиқлигининг графикини чизиш учун икки нуқта етарли. Квадратик боғлиқлик графиги парабола, у ҳисоблашни ва кўп нуқталарни белгилашни талаб этади (2-жадвал).

Катталикларнинг модуллари манфий қийматда бўлмайди, катталик модулининг боғлиқлик графиги проекциянинг боғлиқлик графикининг вақт ўқига нисбатан шиша (ойна) дан тасвир олинади. Тезликнинг вақтга боғлиқлик графиги юзаси жисмнинг кўчишига тенг эканлигини исботлаш қийинчилик туғдирмайди.

2-жадвал. Кинематик катталикларнинг вақтга боғлиқлик графиклари

Физик катталик	Вақтга боғлиқлик тенгламаси, боғлиқлик тури	Катталик проекциясининг вақтга боғлиқлик графиги	Катталик модулининг вақтга боғлиқлик графиги
Тезланиш	$a_x = \text{const}$ Тезланиш вақтга боғлиқ эмас		
Тезлик	$v_x = v_{0x} + a_x t$ Тезлик вақтга тўғри пропорционал равишда боғлиқ	 I: $a_x > 0$ II: $a_x < 0$	
Кўчиш	$s_x = v_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$ Кўчишнинг вақтга боғлиқлиги квадратик функцияни беради	 I: $v_{0x} > 0, a_x > 0$ II: $v_{0x} > 0, a_x < 0$ III: $v_{0x} < 0, a_x < 0$ IV: $v_{0x} < 0, a_x > 0$	

Физик катталиқ	Вақтга боғлиқлик тенгламаси, боғлиқлик тури	Катталиқ проекциясининг вақтга боғлиқ графиги
Координата	$x(t) = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$ <p>жисм координатаси вақтнинг квадратик функцияси</p>	 <p> $I: x_1 < 0, v_{0x} > 0, a_x > 0$ $II: x_2 > 0, v_{0x} > 0, a_x < 0$ </p>

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Тушиш вақти 5 с бўлган жисмнинг баландлигини аниқланг. У хар секунд сайин қандай масофани ўтади?

Берилган:

$$t = 5 \text{ с}$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2$$

$$v_0 = 0$$

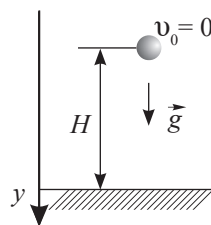
$$H - ? \quad h_1 - ? \quad h_2 - ?$$

$$h_3 - ? \quad h_4 - ? \quad h_5 - ?$$

Ечиш:

Суратда жисмни эркин тушиш тезланиши векторининг йўналиши \vec{g} , 0у ўқда кўрсатамиз. Жисмнинг бошланғич ўрнини ноль сатҳ билан белгилаймиз. Тушиш баландлигини H харф билан белгилаймиз. Эркин тушиш вақтида жисм координаталари

$$y = y_0 + v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} \quad (1)$$



Қонуни бўйича ўзгаради. Жисмнинг бошланғич координатаси $y_0 = 0$, охириги координатаси $y = H$, тезланиш векторининг проекцияси 0у ўқда мусбат қийматга эга: $g_y = g$. Бошланғич тезлик $v_0 = 0$. (1) формула қуйидагича бўлади:

$$H = \frac{gt^2}{2} \cdot H = \frac{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 25 \text{ с}^2}{2} \approx 125 \text{ м}.$$

Бошланғич секундда жисм $h_1 = \frac{gt_1^2}{2}$ масофага кўчади.

$$h_1 = \frac{9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 1 \text{ с}^2}{2} \approx 5 \text{ м}.$$

Хар бир секунд сайин кўчиш нисбати тоқ сонлар қаторининг нисбати билан аниқланади:

$$h_1 : h_2 : h_3 : h_4 : h_5 = 1 : 3 : 5 : 7 : 9. \quad (2)$$

Унда: $\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{3}$ ёки $h_2 = 3h_1$, Шундай қилиб: $h_2 = 15 \text{ м}$. (2) формуладан $\frac{h_1}{h_3} = \frac{1}{5}$ ёки $h_3 = 5h_1$

экани чиқади, h_1 қийматини қўйиб $h_3 = 25 \text{ м}$ эканини топамиз. h_4 да шундай

аниқланади: $\frac{h_1}{h_4} = \frac{1}{7}$ ёки $h_4 = 7h_1$, $h_4 = 35 \text{ м}$, бу $\frac{h_1}{h_5} = \frac{1}{9}$ демак, $h_5 = 9h_1$, $h_5 = 45 \text{ м}$.

Олинган натижаларни қўшсак: $H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 = 5 \text{ м} + 15 \text{ м} + 25 \text{ м} + 35 \text{ м} + 45 \text{ м} = 125 \text{ м}$.

Жавоби: $H = 125 \text{ м}$; $h_1 = 5 \text{ м}$; $h_2 = 15 \text{ м}$; $h_3 = 25 \text{ м}$; $h_4 = 35 \text{ м}$; $h_5 = 45 \text{ м}$.

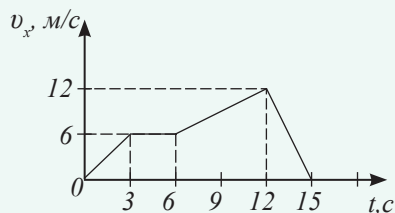
Назорат саволлари

1. Кинематиканинг асосий вазифаси қандай?
2. Жисм ҳаракатини тавсифлайдиган катталикларни айтинг, уларга таъриф беринг.
3. Жисм ҳаракатини тавсифлайдиган катталикларнинг қайсиси ҳаракат турини аниқлайди?

★ Машқ

1

1. Узунлиги 100 м тоғ ён бағрининг этагида чанғичи тезлиги 8 м/с бўлди. Тушиш вақти 20 с, чанғичининг бошланғич тезлиги ва тезланишини аниқланг.
2. Тош Ер сиртидан 10 м баландликдан тушади. Шу вақтда 8 м баландликдан вертикал юқорига иккинчи тош отилди. Агар тошлар Ер сиртидан 5 м баландликда тўқнашса, иккинчи тош қандай бошланғич тезлик билан отилган? Ҳавонинг қаршилигини ҳисобга олманг, эркин тушиш тезланиши 10 м/с².
3. 2-расмда йўлнинг тўғри чизикли бўлагида жисмнинг ҳаракат тезлигининг вақтга боғлиқлик графиги кўрсатилган.
 - а) Йўлнинг ҳар бўлагида тезланишни аниқланг. Босиб ўтилган йўл билан кўчиш нимага тенг?
 - б) Йўлнинг биринчи бўлаги учун жисмнинг ҳаракат қонунини ёзинг.
 - в) Жисмнинг бошланғич координатаси $x_0 = 5$ м бўлган ҳолати учун жисм координатасининг ва кўчишнинг вақтга боғлиқлик графикларини тасвирланг.
4. Балиқ овлаш учун пеликан сувга эркин тушади (3-расм). Балиқ пеликандан қочиб қутилиши учун 0,15 с керак бўлса, у пеликанни қандай баландликдан пайқаш керак? Пеликан 5 м баландликдан эркин тушади, балиқни эса сувнинг юзасида сузиб юрибди деб олинг.



2-расм. 1-машқнинг
3-масаласига



3-расм. 1-машқнинг
4-масаласига

Ижодий топшириқлар

- Қуйидаги мавзуларнинг бирини танлаб олиб, маълумот тайёрланг:
1. Ҳар турли автомобилларнинг тормозланиш йўлини камайтириш усуллари.
 2. Учиш аппаратлари учун учиб-қўниш йўлини қандай ҳисобланади?

2§. Ҳаракатнинг нисбийлиги

Кутиладиган натижа

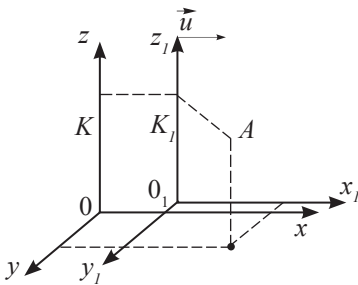
Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Кўчиш ва тезликни қўшишнинг классик қонунига кундалик ҳаётдан мисоллар келтира оласизлар.



Топширик

Бир неча кузатувчи учун бир жисмнинг ҳаракат траекторияси ҳар хил эканига мисоллар келтиринг.



4-расм. K – кузатувчига нисбатан қўзғалмайдиган санок система, K_1 – ҳаракатдаги санок системаси

I Механик ҳаракатнинг нисбийлиги. Инвариант ва нисбий катталиклар

Механик ҳаракатни тавсифлайдиган кинематик тушунчалар – *траектория, координата, кўчиш, тезлик, тезланиш* бир санок системасидан бошқа бир санок системасига ўтганда ўзгариши мумкин. Ўша механик ҳаракатнинг нисбийлигидир. *Агар катталиқ бир санок системасидан бошқа санок системасига ўтганда ўзгарадиган бўлса, уни нисбий деб аталади. Агар катталиқ ўзгаришсиз қолса, унда у инвариант бўлади.*

Кинематиканинг асосий масаласи – ҳар хил координалар системаларида бир-бирига боғлиқ ҳолда ҳаракатланадиган механик ҳаракатни тавсифлайдиган кинематик катталиклар орасидаги боғлиқликни ўрнатиш.

II Галилей алмаштиришлари

Декарт координаталар системасида K ва K_1 санок системаларида бир-бирига нисбатан \vec{u} тезлик билан ҳаракатланадиган моддий нуқтанинг ўрнини аниқлайлик (4-расм). A нуқтасининг K_1 санок системасидаги координаталари x_1, y_1, z_1 . t вақт ичида ҳаракатланадиган санок системаси қўзғалмайдиган санок системасига нисбатан $0x$ ўқи бўйича $0O_1 = u_x t$ масофага кўчганлигидан, қўзғалмайдиган санок системасида A нуқтасининг x координатасининг x_1 координатасидан $u_x t$ катталиққа фарқи бор. y, z ва y_1, z_1 координаталари икки санок системасида бирдай. Кўрилаётган санок системаларида вақт тенг равишда ўтади. Галилей алмаштиришларига кўра K_1 системасидан K системасига ўтган координаталар қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} x &= x_1 + ut \\ y &= y_1 \\ z &= z_1 \\ t &= t_1 \end{aligned} \quad (1)$$

Жисм координаталари – нисбий катталиклар, кам тезлик билан ҳаракатланадиган жисмлар учун вақт инварианти бўлиб топилади.

III Кўчишнинг қўшиш қоидаси

Жисмнинг текисликдаги ҳаракатини кўриб чиқайлик. Бундай ҳолда унинг ўрни иккилик координаталар системаси билан аниқланади. Бири тинчликдаги жисм билан, иккинчиси эса ҳаракатдаги жисм билан боғлиқ координаталар

системаларини кўриб чиқайлик. Бошланғич бир вақтда O_1 ва O нуқталари кўрилатган жисмнинг ўрни билан тўғри келади. t вақтдан сўнг жисм A нуқтасига кўчади. Кўзғаладиган санок системасининг O_1 нуқтаси O нуқтасига тегишли \vec{u} тезлик билан кўзғалиб, $\vec{s}_2 = \vec{u}t$ масофага кўчади (5-расм).

Сиз кўриб турган жисмнинг кўзғалмайдиган санок системасига тегишли кўчишини \vec{s} , кўзғаладиган санок системасига тегишли кўчишни \vec{s}_1 деб белгилайлик. Векторларни қўшиш қонидаси бўйича

$$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2. \quad (3)$$

Жисмнинг кўзғалмайдиган санок системасига тегишли кўчиши – жисмнинг кўзғаладиган санок системасига тегишли кўчиши билан кўзғаладиган санок системасининг кўзғалмайдиган санок системасига тегишли кўчишларининг геометрик йиғиндисига тенг. Кўчиши – нисбий катталиқ.

Ox ва Oy ўқларидаги проекцияларида кўчишларни қўшиш формуласи қуйидагича бўлади:

$$\begin{aligned} s_x &= s_{1x} + s_{2x} \\ s_y &= s_{1y} + s_{2y} \end{aligned}$$

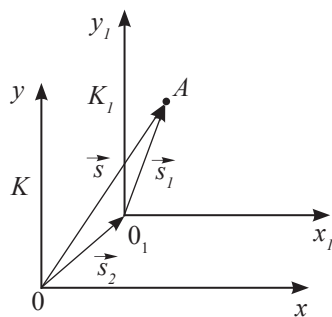
$s_x = x$, $s_{1x} = x_1$, $s_y = y$, $s_{1y} = y_1$ бўлганидан (5-расм), формулаларни танлаб олинган ўқлардаги проекция турида қуйидагича ёзишга бўлади:

$$\begin{aligned} x &= x_1 + s_{2x} \\ y &= y_1 + s_{2y} \end{aligned}$$

Агар ҳаракатланадиган санок системаси кўзғалмайдиган санок системасига тегишли Ox ўқи бўйича u_x , Oy ўқи бўйича эса u_y тезлик билан ҳаракатланадиган бўлса, унда юқорида ёзилган тенгламалар қуйидаги кўринишга келади:

$$\begin{aligned} x &= x_1 + u_x t \\ y &= y_1 + u_y t \end{aligned}$$

Кўчишларни қўшиш орқали биз текисликда ҳаракатланадиган жисм учун Галилей алмаштиришларини олдик.



5-расм. Ҳар хил санок системасида турган қузатувчилар учун A нуқтасининг кўчиши



Ўз тажрибангиз

Икки ўқувчи ҳаракатнинг бошланғич нуқтасига нисбатан ва қуйидаги ҳаракат шароитларида бир-бирига нисбатан кўчишини аниқланг:

- 1) Бир чизик бўйича бир йўналишда ҳар хил тезлик билан;
- 2) Бир чизик бўйлаб қарама-қарши йўналишда;
- 3) Икки ўзаро перпендикуляр йўналиш билан
- 4) Ишланган экспериментдаги ҳаракатланадиган ва кўзғалмайдиган санок системаларини ва ҳаракатдаги жисмни атанг.

Икки ўқувчи ҳаракатнинг бошланғич нуқтасига тегишли ва бир-бирига нисбатан кўчишларининг ўзлари танлаган масштабда дафтарингизга чизинг.



Жавоби қандай?

1. Ўқувчиларнинг бирини кўзғалмайдиган санок системаси деб ҳисоблашга бўладими?
2. Санок нуқтасини танлаш ўқувчиларнинг бир-бирига нисбатан кўчишига таъсир этадими?

IV Тезликларни қўшиш қондаси

$\vec{s}_1 = \vec{v}_1 t$, $\vec{s}_2 = \vec{u} t$, $\vec{s} = \vec{v} t$ эканини эсга олсак, унда (1) тенглама қуйидагича бўлади $\vec{v} t = \vec{v}_1 t + \vec{u} t$ ёки

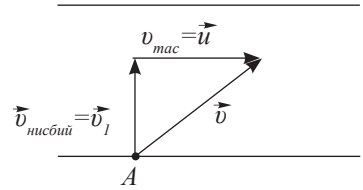
$$\vec{v} = \vec{v}_1 + \vec{u}.$$

Жисмнинг тезлиги қўзғалмайдиган санок системасига нисбатан – жисмнинг қўзғаладиган санок системасига нисбатан тезлиги билан қўзғаладиган санок системасининг қўзғалмайдиган санок системасига нисбатан тезлигининг геометрик йиғиндисига тенг.

Тезликларни ҳисоблаш осон бўлиши ва тасвирлаш учун нисбий ва кўчирма тезлик деган тушунчалардан фойдаланилади.

Нисбий тезлик – жисмнинг қўзғаладиган санок системасига нисбатан тезлиги.

Кўчирма тезлик – қўзғаладиган санок системасининг қўзғалмайдиган санок системасига нисбатан тезлиги.



6-расм. Сузувчининг сувга нисбатан $\vec{v}_{нисбий}$ ва A қузатувчига нисбатан \vec{v} тезлигининг йўналиши

Масалан, сузувчи сувга $\vec{v}_{нис} = \vec{v}_1$ нисбатан (6-расм), оқим уни ёқага нисбатан $\vec{v}_{кўч} = \vec{u}$ кўчирма тезлик билан олиб кетади. Сузувчи ёқага нисбатан \vec{v} тезлик билан ҳаракатланади. Шундай қилиб, тезликларни қўшиш формуласи қуйидагича бўлади:

$$\vec{v} = \vec{v}_{нис} + \vec{v}_{кўч}$$

Жисм тезлиги – нисбий катталик.

V Икки жисмнинг нисбий тезликлари

A ва B жисмлари Ерга нисбатан \vec{v}_A , \vec{v}_B тезлик билан ҳаракатланади (7 а) расм). B жисмнинг A жисмга нисбатан тезлигини аниқлайлик. Бунинг учун A жисмнинг қўзғалмайдиган санок системаси каби қараймиз, яъни ўша жисм фаразан жойлашиб, атрофдаги жисмларнинг ҳаракатини кўриб чиқамиз. Ер билан биргалликда барча жисмлар фазода модули бўйича A нуқтасининг тезлигига тенг тезлик билан кўчади. Бирок йўналиши қарама-қарши бўлади (7 б) расм). Шундай қилиб, B нуқтасининг A нуқтасига нисбатан ҳаракат тезлигини аниқлаш учун векторларни қўшиш формуласидан фойдаланамиз:

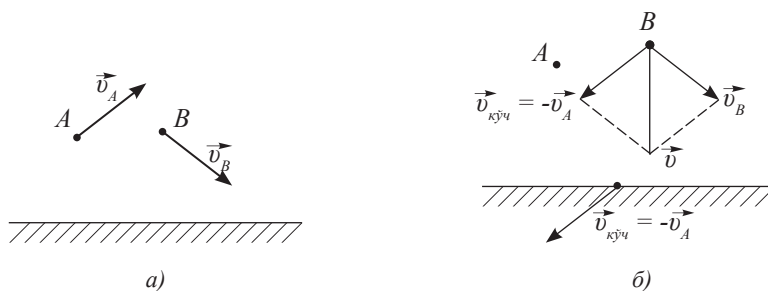
$$\vec{v} = \vec{v}_B + \vec{v}_{кўч}$$

ёки $\vec{v}_{кўч} = -\vec{v}_A$ нисбатини эътиборга олиб, қуйидагини оламиз: $\vec{v} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$.



Жавоби қандай?

Нима учун Ерга нисбатан ҳаракатланадиган жисмни қўзғалмайдиган санок системаси деб олиб, фаразан ўша жисм жойлашиб, атрофдаги жисмлар ҳаракатини унга нисбатан оламиз?



7-расм. В нуқтасининг А нуқтасига нисбатан тезлик йўналишини топиш

Икки жисмнинг нисбий тезлиги уларнинг тезлик векторларининг айирмаси билан аниқланади.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Ёмғир томчилари Ерга нисбатан $v_1 = 20$ м/с м/с тезлик билан тушади. Автомобиль горизонтга 45° бурчак билан жойлашган орқа ойнасида ёмғир томчиларининг излари қолмаслиги учун автомобиль Ерга нисбатан қандай минимал тезлик билан ҳаракатланиши керак? Томчиларнинг автомобильга нисбатан тезлиги қандай?

Берилган:

$v_1 = 20$ м/с
 $\alpha = 45^\circ$

$v - ?$
 $v_2 - ?$

Ечиш:

Томчиларнинг тезлик вектори ойнага параллел йўналсагина, улар автомобилнинг ойнасига тегмай ўтади. Автомобилнинг минимал тезлиги шу билан аниқланади.

Уни топиш учун тезликларни қўшиш қонунини қўлаймиз:

$$\vec{v} = \vec{v}_{\text{нисбий}} + \vec{v}_{\text{кўч}}$$

Қўзғалмайдиган координаталар системасини Ер билан боғлаймиз. Қўзғаладиган системани автомобиль билан боғлаймиз. Томчиларнинг автомобильга нисбатан тезлиги \vec{v} . Унда

$\vec{v} = \vec{v}_1$, $\vec{v}_{\text{нисбий}} = \vec{v}$, $\vec{v}_{\text{кўч}} = \vec{v}_2$. Демак, тезликларни қўшиш қонуни қуйидагича ёзилади:

$$\vec{v}_1 = \vec{v} + \vec{v}_2$$

Бундан:

$$\vec{v} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2$$

Векторларни айириш расмда кўрсатилган.

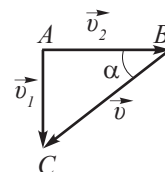
Тўғри бурчакли учбурчак бўлганидан,

$$v = \frac{v_1}{\sin \alpha} \text{ ва } v_2 = v_1 \text{ctg} \alpha.$$

Ҳисоблашларни бажарамиз:

$$v = \frac{20 \text{ м/с}}{\sin 45^\circ} = 28 \text{ м/с} \text{ ва } v_2 = v_1 = 20 \text{ м/с}.$$

Жавоби: 28 м/с, 20 м/с.



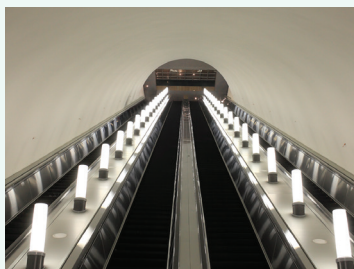
Назорат саволлари

1. Жисмларнинг нисбий ҳаракатининг моҳияти нима?
2. Галилей алмаштиришларини қандай катталиклар боғлайди?
3. Сизларга Галилей алмаштиришларининг қандай натижалари маълум?
4. Жисмлар орасидаги масофа координаталар системасини танлашга таъсир қиладими?
5. Икки жисмнинг нисбий тезлиги қандай аниқланади?

★ Машқ

2

1. Икки автобус бир йўналишда ҳаракатланиб боради. Уларнинг тезликларининг модуллари мос равишда 90 км/соат ва 60 км/соат. Биринчи автобуснинг иккинчи автобусга нисбатан тезлиги нимага тенг?
2. Икки параллел темир йўл бўйлаб бир-бирига қарама-қарши икки поезд 72 км/соат ва 108 км/соат тезлик билан ҳаракатланиб келади. Биринчи поезднинг узунлиги 800 м, иккинчисининг узунлиги 200 м. Қандай вақт оралиғида бир поезд иккинчисининг ёнидан ўтади?
3. Оқим тезлиги 2 м/с дарёда катер қирғоққа нисбатан 3,5 м/с тезлик билан перпендикуляр ҳаракатланиши учун мотор катер сувга нисбатан қандай тезлик бериши керак?
4. Метро эскалатори бўйича кўзгалиб келаётган йўловчини 1 мин ичида пастга туширади. Агар йўловчи икки марта тез юрса, у пастга 45 с вақтда тушади. Агар йўловчи кўзгалмай турса, унда у қанча вақтда пастга тушади? Эскалатор тезлиги 0,9 м/с. Унинг узунлигини аниқланг. Агар «Ипак Йўли» станциясида эскалаторнинг узунлиги 104 м бўлса, у йўловчини қанча вақтда пастга туширади (8-расм)?



8-расм. Алмати метрополитенининг «Ипак Йўли» станцияси

Ижодий топшириқлар

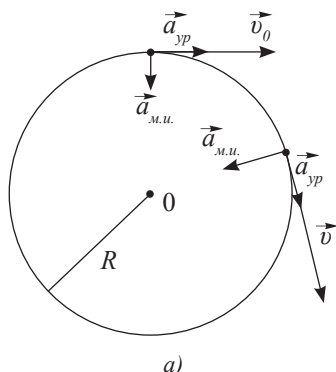
1. «Ҳаракатнинг нисбийлигини ҳар хил соҳаларда – саноатда, қишлоқ хўжалигида, цирк аттракционларида, авиацияда, ҳар хил спорт турларида ва ҳ.к. фойдаланиш» мавзусида маълумот тайёрланг.
2. Ҳаракатнинг нисбийлигини тавсифлайдиган адабий асарлардан мисол келтиринг.

3§. Эгри чизиқли ҳаракат кинематикаси

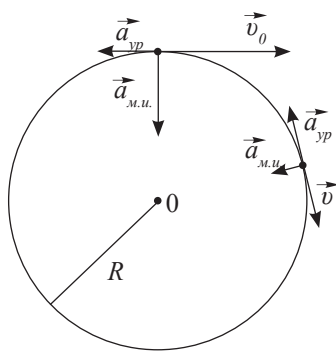
Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштиригanda:

- Эгри чизиқли ҳаракатни тавсифлайдиган катталикларни аниқлай оласиз.



а)



б)

9-расм. Моддий нуқтанинг айлана бўйлаб текис тезланувчан ҳаракати



Жавоби қандай?

1. Нима учун уринма тезланишни тангенциал тезланиш деб аталади?
2. Радиуси ўзгармас айлана бўйича текис тезланувчан ҳаракатнинг тўлиқ тезланиши нега Пифагор теоремасидан аниқланади?

Ҳар қандай эгри чизиқ билан ҳаракатланадиган жисм ҳаракатини аниқлаган вақтда траекторияни тўғри чизиқ бўлакчалари билан радиуслари бирдек айлана ёйига мослаштириб қарашга бўлади. Жисмнинг айлана бўйлаб ҳаракатини қарайлик.

I Жисмнинг айлана бўйича текис ҳаракатини тавсифлайдиган чизиқли катталиклар

Жисмнинг айлана бўйлаб текис ҳаракати вақтида чизиқли тезлиги ҳар қандай тенг вақт ораллиғида бирдай қийматга ўзгариб туради. Текис тезланувчан ҳаракат вақтида (9 а) расм)

$$v = v_0 + a_{yp} t, \quad (1)$$

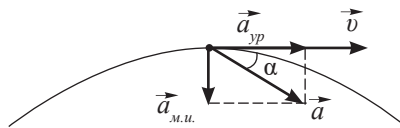
текис секинланувчан ҳаракатда (9 б) расм)

$$v = v_0 - a_{yp} t. \quad (2)$$

(1) ва (2) формулалардаги $a_{yp} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ тезланишни уринма ёки тангенциал деб аталади. У чизиқли тезликнинг йўналиши билан траектория уринмаси бўйича ёки унга қарама-қарши йўналади. Агар айлана радиуси R ўзгармас катталик бўладиган бўлса, унда чизиқли тезликнинг ўзгариши натижасида марказга интилма тезланиш $a_{m.u.} = \frac{v^2}{R}$ ўзгарувчан катталик бўлади.

Айлана бўйлаб текис тезланувчан ҳаракатланадиган жисмнинг тўлиқ тезланишини аниқлайлик (10-расм).

$$\vec{a} = \vec{a}_{yp} + \vec{a}_{m.u.}$$



10-расм. Тўлиқ тезланиш билан унинг ташкил этувчилари: уринма ва марказга интилма (нормаль) тезланиш

Тўлиқ тезланишнинг ташкил этувчилари \vec{a}_{yp} ва $\vec{a}_{m.u.}$ ўзаро перпендикуляр, сабаби айланага ўтказилган уринма радиусга перпендикуляр бўлади. Пифагор теоремасига асосан тўлиқ тезланиш қуйидагига тенг:

$$a = \sqrt{a_{yp}^2 + a_{m.u.}^2} \quad (3)$$

Тезлик билан тўлиқ тезланишнинг орасидаги бурчак қиймати маълум бўлса, нормаль ва уринма тезланишни қуйидаги формула билан топиш мумкин:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_{\text{м.и.}}}{a_{\text{ур}}} \quad \text{ёки} \quad a_{\text{ур}} = \frac{a_{\text{м.и.}}}{\operatorname{tg} \alpha}.$$

Айлана бўйича текис тезланувчан ҳаракатда тезланиш вектори айлананинг ичига қараб йўналади. Шу векторнинг уринма ташиқил этувчиси тезликнинг модули бўйича ўзгаришини, марказга интилма (нормаль) ташиқил этувчиси йўналиши бўйича ўзгаришини тавсифлайди.

II Жисмнинг айлана бўйича ҳаракатини тавсифлайдиган бурчак катталиклар

Айлана бўйича ҳаракатни ўрганиш учун бурчак катталиклардан фойдаланиш осон. Текис тезланувчан ҳаракат давомида ω бурчак тезлик билан, φ бурчакли кўчишдан бошқа ε бурчакли тезланиш тушунчасини киритиш керак.

Бурчакли тезланиш – бурчак тезликнинг ўзгариш тезкорлигини кўрсатувчи физик катталик.

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} \quad \text{текис тезланувчан ҳаракат учун (4)}$$

$$\varepsilon = \frac{\omega_0 - \omega}{\Delta t} \quad \text{текис секинланувчан ҳаракат учун (5)}$$

Бурчакли тезланишни ўлчов бирлиги $[\varepsilon] - 1 \text{ рад/с}^2$ бурчакли тезликнинг ўлчов бирлиги $[\omega] - 1 \text{ рад/с}$.

(4) ва (5) формулалардан бурчакли тезликнинг оний қийматини оламиз:

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t.$$

Олинган формула текис тезланувчан ҳаракатда чизикли тезликни ҳисоблашга мўлжалланган формулаларга ўхшаш. Демак бурчакли кўчиш формуласи ҳам чизикли кўчишни аниқлаш формуласи билан ўхшаш бўлади.

Айлана бўйича текис тезланувчан ҳаракат учун:

$$\varphi = \omega_0 t + \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon},$$

Айлана бўйлаб текис секинланувчан ҳаракат учун:

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad \varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}.$$

бурчакли тезликнинг ўртача қийматини киритайлик

$\omega_{\text{урт}} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$, бунда бурчакли кўчиш кейинги формула бўйича аниқланади: $\varphi = \frac{\omega_0 + \omega}{2} t$.

Жавоби қандай?

Жисмнинг айлана бўйича ҳаракатини тавсифлаш учун нега бурчакли катталикларни қўллаш осон?

Эсингизга туширинг!

Чизикли катталикларнинг бурчакли катталиклар билан боғланишни эсга туширинг:

$$l = \varphi R$$

$$v = \omega R$$

$$a_{\text{м.и.}} = \omega^2 R$$

Эсда сақланг!

$$a_{\text{жк}} = \varepsilon R$$

$$a = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$$

3-жадвал. Чизиқли ва бурчакли кинематик катталикларнинг ўхшашлик жадавали

Бурчакли катталик	Чизиқли катталик
$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$	$v_x = v_{0x} + a_{0x}t$
$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon \cdot t^2}{2}$	$s_x = v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$
$\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$	$s_x = \frac{v_x^2 - v_{0x}^2}{2a_x}$
$\omega_{opt} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$	$v_{opt} = \frac{v_0 + v}{2}$



Топшириқ

3-жадвал бўйича бурчакли ва чизиқли катталикларни ҳисоблаш формулаларининг ўхшашликлари билан фарқларини кўрсатинг.

III Бурчакли ва чизиқли катталикларнинг боғлиқлиги

Бизга босиб ўтилган йўл ва кўчиш, чизиқли ва бурчали тезлик, нормаль тезланиш билан бурчакли тезлик орасидаги нисбат 9-синфнинг физика курсидан маълум. Тезланишлар орасидаги боғланишни кўрайлик. (4) формуладаги бурчакли тезликни чизиқли

тезликка алмаштирайлик: $\varepsilon = \frac{\frac{v}{R} - \frac{v_0}{R}}{t} = \frac{v - v_0}{tR} = \frac{a_{ж}}{R}$. Шундай қилиб, бурчакли тезланиш уринма (тангенциал) тезланиш билан қуйидаги муносабат билан боғланади:

$$a_{ж} = \varepsilon R. \tag{6}$$

(3) билан (6) формуладан фойдаланиб, тўлиқ тезланишнинг бурчакли катталиклари билан боғланишни оламиз:

$$a = \sqrt{a_n^2 + a_{yp}^2} = \sqrt{\omega^4 R^2 + \varepsilon^2 R^2} = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$$

$$a = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}.$$

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Радиуси 10 см ғилдирак 3,14 рад/с² ўзгармас бурчакли тезланиш билан айланади. Ҳаракат бошлангандан кейинги биринчи секунд охирида 1) бўрчакли тезликни, 2) чизиқли тезликни, 3) уринма тезланишни, 4) марказга интилма тезланишни, 5) тўлиқ тезланишни, 6) ғилдирак четидаги нукталар учун тўлиқ тезланишнинг йўналиши билан ғилдирак радиуси орасидаги бурчакни аниқланг.

Берилган:

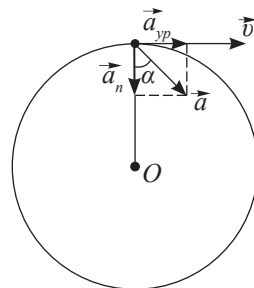
$R = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$
 $\varepsilon = 3,14 \text{ рад/с}^2$
 $v_0 = 0, \omega_0 = 0$
 $t = 1 \text{ с}$

$\omega - ? \quad v - ? \quad a_{yp} - ? \quad a_n - ?$
 $a - ?$
 $\alpha - ?$

Ечиш:

Жисмнинг айлана бўйлаб текис тезланувчан ҳаракати давомида унинг бурчакли тезлиги $\omega = \omega + \varepsilon t$. Масаланинг шарти бўйича $\omega_0 = 0$, унда $\omega = \varepsilon t$. Биринчи секунднинг охирида $\omega = 3,14 \text{ рад/с}$.

Чизиқли тезлик бурчакли тезлик билан боғлиқлик формуласи $v = \omega R$. Биринчи секунднинг охирида $v = 3,14 \text{ м/с}$.



Тангенциал тезланиш вақтга боғлиқ эмас, у ўзгармас ва $a_{yp} = \varepsilon R = 0,314 \text{ м/с}^2$ га тенг. Нормаль тезланиш вақтнинг квадратига пропорционал ўсади $a_n = \omega^2 R = \varepsilon^2 t^2 R$, биринчи секунднинг охирида $a_n = 0,986 \text{ м/с}^2$.

Тўлиқ тезланишни Пифагор теоремаси бўйича аниқлаймиз: $a = \sqrt{a_n^2 + a_{yp}^2} \cdot t = 1 \text{ с}$ бўлганда, $a = 1,03 \text{ м/с}^2$.

Жавоби: $\omega = 3,14 \text{ рад/с}$, $v = 3,14 \text{ м/с}$, $a_{yp} = 0,314 \text{ м/с}^2$, $a_n = 0,986 \text{ м/с}^2$, $a = 1,03 \text{ м/с}^2$.

Назорат саволлари

1. Чизикли тезлик модулининг ўзгариш тезкорлигини тўлиқ тезланишнинг қандай компонентини тавсифлайди? Тезлик йўналишини-чи?
2. Қандай шартларда эгри чизикли ҳаракатланадиган жисм траекторияси тўғри чизикли бўлади?
3. Қандай катталикни бурчакли тезланиш деб аталади? У уринма тезланиш билан қандай боғлиқ? Тўлиқ тезланиш билан-чи?

★ Машқ

3

1. Радиуси 1 м айлана бўйича текис тезланувчан ҳаракатлана бошлаган нуқта 50 метр йўлни 10 с ичида юриб ўтди. Ҳаракат бошлангандан сўнг 5 с ўтгандан кейин нуқтанинг нормаль тезланиши нимага тенг?
2. Поезд 54 км/соат бошланғич тезлик билан йўлнинг эгрилик бўлагига киради ва 600 м йўлни 30 с ичида босиб ўтади. Эгрилик радиуси 1 км. Ўша йўлнинг охирида поезднинг тезлиги билан тўлиқ тезланишнинг модули топинг, уринма тезланиши модули бўйича ўзгармас деб ҳисобланг.
3. Сермер (маховик) $\omega_0 = 2\pi \text{ рад/с}$ бошланғич бурчакли тезликка эга бўлди. У 10 айланиб, ишқаланиш натижасида тўхтади. Сермернинг бурчакли тезланишини ўзгармас деб, унинг қийматини топинг.
4. Астана шаҳридаги «Думан» ўйин-кулги комплекси яқинида жойлашган янги кўриб чиқиш ғилдирагининг баландлиги 65 метрдан иборат (II-расм). Айланиш даври 7 минутдан иборат бўлса, айланиш вақтида ғилдирак кабиналарида белгиланган нуқталарининг чизикли ва бурчакли тезликларини, марказга интилма ва бурчакли тезланишларини топинг.



II-расм. МДХ мамлакатларида баландлиги жиҳатидан иккинчи бўлган карусель

Ижодий топшириқлар

«Дунёдаги дам олиш боғларидаги экстремал аттракционларнинг кинематик хусусиятлари. Улардан фойдаланиш вақтида хавфсизлик техникаси» деган мавзуда маълумот тайёрланг.

1-бобнинг хулосаси

Галилей алмаштиришлари		Галилей алмаштиришнинг натижалари		
$x = x_1 + ut$ $y = y_1$ $z = z_1$ $t = t_1$		$\vec{s} = \vec{s}_1 + \vec{s}_2$ $\vec{v} = \vec{v}_{нис} + \vec{v}_{м.и}$		
Айлана бўйича тезланувчан ҳаракат	Тезланиш	Бурчакли тезланиш	Тезланиш боғланишлари	
	$a = \sqrt{a_{м.и}^2 + a_{ур}^2}$	$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t}$ $\varepsilon = \frac{\omega_0 - \omega}{\Delta t}$	$a_{ур} = \varepsilon R$	
	Бурчакли тезлик	Бурчакли кўчиш	Тезланиш билан бурчакли тезликнинг боғлиқлиги	
	$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$ $\omega_{урт} = \frac{\omega_0 + \omega}{2}$	$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$ $\varphi = \frac{\omega^2 - \omega_0^2}{2\varepsilon}$ $\varphi = \frac{\omega_0^2 - \omega^2}{2\varepsilon}$	$a_n = \omega^2 R$ $a = R\sqrt{\omega^4 + \varepsilon^2}$	

Глоссарий

Механика – моддий жисмларнинг механик ҳаракати ва уларнинг ўзаро таъсири тўғрисидаги фан.

Кинематика – жисм ҳаракатининг жисм массаси билан жисмга таъсир этадиган кучларни ҳисобга олмай ўрганадиган механиканинг бўлими.

Ҳаракат қонуни – жисмнинг x координатасининг t вақтга боғлиқлиги.

Уринма тезланиш – чизиқли тезликнинг ўзгариш тезкорлигини тавсифлайдиган физик катталиқ.

Бурчакли тезланиш – бурчакли тезликнинг ўзгариш тезкорлигини тавсифлайдиган физик катталиқ.

ДИНАМИКА

Жисмнинг ҳаракат турининг сабабини эътиборга оладиган механика бўлими динамика деб аталади.

Динамика (қалимги грек тилида $\deltaύναμις$ – куч) – жисмга таъсир этадиган кучларнинг таъсиридан бўладиган ҳаракатни эътиборга оладиган бўлими.

Бўлимнинг асосида Ньютоннинг уч қонуни натижалари динамиканинг масалаларини ечиш учун керакли борлиқ тенгламалар билан теоремалар бор.

Бобни ўқиб-билиш орқали сизлар:

- Ньютон қонунларини тушунасизлар ва тенг таъсир этувчи кучни аниқлашни;
- Бутун олам тортишиш қонунини тушунасизлар ва космик аппаратларинининг ҳаракатини тушунтиришни;
- Горизонтга бурчак остида ва вертикаль отилган жисмларнинг ҳаракати вақтида физик катталикларнинг ўзгаришини тушунтиришни ўрганасизлар.

4§. Кучлар. Кучларни қўшиш. Ньютон қонунлари

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Ньютон қонунларини тушуниб, тенг таъсир этувчи кучни аниқлай оласиз.

1-топшириқ

1. Массаси 2500 кг бўлган силлиқлаш станокка таъсир этадиган оғирлик кучини ва унинг оғирлигини ўзинглар ҳоҳлаган масштабда чизинг.
2. Топшириқни бажариш алгоритмини қуринг.

2-топшириқ

1. Молекула типдаги электромагнитик кучларни ҳисоблаш формуласини ёзинг.
2. Аталган кучларни йўналишини ва тушиш нуқтасини кўрсатиб, графигини чизинг.

I Табиатдаги кучлар

Бизни атрофимиздаги жисмлар ўзаро таъсирлашиши натижасида фазодаги ўрнини ўзгартиради ва деформацияланади. Бошқа жисмларга ёки майдонга таъсир этиш қиймати – куч, йўналишига эга физик катталиқ бўлади. Куч таъсирининг натижаси унинг сон қийматига, йўналишига ва тушиш нуқтасига боғлиқ. Куч жисм ҳаракатининг ўзгаришига тўғридан-тўғри сабабчи бўлади.

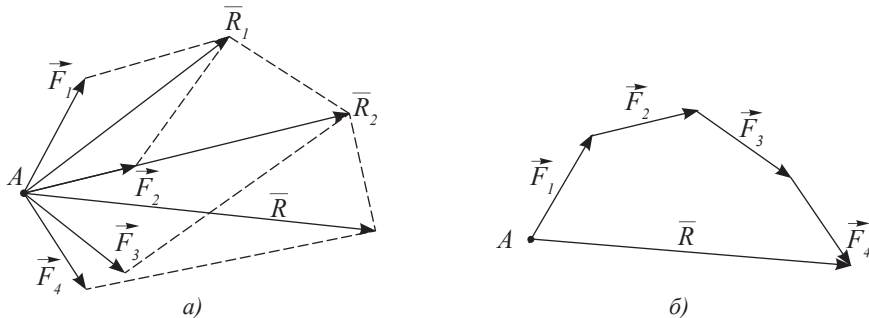
Пайдо бўлиш табиатига боғлиқ куч тўрт турга бўлинади: гравитацион, электромагнитик, кучли ёки ядровий, заиф.

Гравитацион кучларга бутун олам тортишиш кучи билан оғирлик кучи киради. Электромагнит кучларга эластиклик кучи, ишқаланиш кучи, жисмнинг оғирлиги, реакция кучи, Архимед кучи киради. Механикада жисмларнинг гравитацион ва молекула типдаги электромагнит кучларнинг таъсиридан пайдо бўлган ҳаракатлари кўриб чиқилади. Кучли ва заиф кучлар ядровий физика ва элементар зарралар физикасида ўқитилади.

II Кучларни қўшиш

Жисмга таъсир этадиган барча кучларнинг тенг таъсир этувчи кучини аниқлашнинг икки учули бор – *геометрик ва аналитик*. Геометрик усул векторларни учбурчак ёки параллелограмм қоидаси бўйича қўшишга асосланган. Тенг таъсир этувчи кучни оралик

тенг таъсир этувчи кучларни (12 а) расм) ёки кучлар кўпбурчак (12 б) расм) чизиб, тенг таъсир этувчи кучларни кетма-кет қўшиш йўли билан аниқланади. Тенг таъсир этувчи кучни график йўл билан аниқлашда куч векторларининг ҳар қандай тартибда чизишга бўлади, бунда тенг таъсир этувчи кучнинг йўналиши ўзгармайди. Тенг таъсир этувчи кучнинг вектори биринчи векторнинг бошидан сўнгги векторнинг учига йўналади.



12-расм. Тенг таъсир этувчи кучни аниқлашнинг геометрик усули

Аналитик ёки координата усул барча таъсир этувчи кучларнинг ўзаро перпендикуляр Ox ва Oy ўқларига проекцияларнинг йиғиндисига асосланган:

$$F_{Rx} = F_{1x} + F_{2x} + \dots + F_{nx}$$

$$F_{Ry} = F_{1y} + F_{2y} + \dots + F_{ny}$$

Олинган натижаларни Пифагор теоремаси бўйича тенг таъсир этувчи куч модулини аниқлаш учун қўланилади:

$$F_R = \sqrt{F_{Rx}^2 + F_{Ry}^2}$$

III Динамиканинг асосий қонунлари

Жисмларнинг ҳаракат турлари ва уларнинг пайдо бўлиш сабабларини хулосалаб, Ньютон учта қонунни ифодалаб берди.

Ньютоннинг I қонуни:

Жисмга куч таъсир этмаса ёки жисмга қўйилган кучларнинг таъсири мувозанатлашган бўлса, унда жисм инерциал саноқ системасига тегишли тинч ҳолатини сақлайди ёки текис ва тўғри чизикли ҳаракатланади.

Агар жисмга таъсир этадиган кучларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг бўлса, Ньютоннинг I қонуни қуйидагича бўлади:

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0, \quad a = 0, \quad v = const$$

ёки $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$

Ньютоннинг биринчи қонуни жисм текис ва тўғри чизикли ҳаракатланадиган шартларни аниқлайди. *Ньютоннинг биринчи қонуни бажариладиган саноқ системасини инерциал саноқ системаси (ИСС) деб, қонуннинг ўзини инерция қонуни деб аталади.*

Планетамиздаги механик ҳодисаларни тавсифлаш учун ИСС сифатида Ерни, тинчликдаги жисмларни ва Ерга нисбатан ўзгармас тезлик билан ҳаракатланадиган жисмлар олинади.

Тезланиш билан ҳаракатланадиган жисмларга Ньютоннинг биринчи қонуни бажарилмайди. *Тезланиш билан ҳаракатланадиган жисмларга боғланган системаларни ноинерциал системалар деб аталади (НСС).*

Ньютоннинг II қонуни:

Жисмнинг оладиган тезланиши унга қўйилган кучга тўғри пропорционал ва массасига тескари пропорционал.

Кучларни купбурчак қуриш алгоритми

1. Текисликда A нуқтани ёки жисмнинг массалар марказини танлаймиз.
2. Таңланган нуқтага \vec{F}_1 биринчи векторнинг бошини тушириб, шакли ёки узунлигини сақлаб, ўз-ўзига параллел жойлаштирамиз.
3. Биринчи векторнинг учига \vec{F}_2 иккинчи векторнинг бошини жойлаштирамиз. Қолган \vec{F}_3 ва \vec{F}_4 куч векторларини шу тартибда чизамиз.
4. Тенг таъсир этувчи куч вектори олинган синик чизикни бирлаштиради, биринчи вектор бошини сўнгги векторнинг учи билан бириктиради ва унга қарши йўналган.

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{m}$$

Тезланишнинг йўналиши жисмга қўйилган ҳамма кучларнинг тенг таъсир этувчисининг йўналиши билан мос келади $\vec{a} \uparrow \vec{F}_k$. Агар тенг таъсир этувчи куч катталиги ўзгармаса, $\vec{a} = const$ жисм текис, яъни ўзгармас тезланиш билан ҳаракатланади. Ньютоннинг иккинчи қонуни жисм текис тезланувчан ёки текис эмас ҳаракатланадиган шартларни аниқлайди. Ньютоннинг иккинчи қонуни инерциал санок система-сида бажарилади.

Ньютоннинг III қонуни :
**Жисмлар модули бўйича тенг, қарама-қарши йўналган кучлар би-
 лан ўзаро таъсирлашади. Улар бир чизиқ бўйича ҳар хил жисмга таъсир
 этадиган табиати бир хил кучлар бўлиб топилади.**

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2.$$

Динамикада масалаларни ечишда стандарт топшириқларни бажаришга мум-кинлик берадиган алгоритм қўлланилади.

Динамикада масалалар ечиш алгоритми

1. Расмдан жисмга таъсир этадиган кучларни ва тезланиш йўналишини кўрсатиш (13-расм).
2. Ҳаракатнинг асосий қонунини вектор жиҳатидан ёзиш:

$$m\vec{a} = \vec{F} + m\vec{g} + \vec{F}_{\text{шиқ}} + \vec{N}$$

3. Ечишга осон $0x$ ва $0y$ ўқларини танлаб, уларнинг бирини жисмнинг ҳаракат йўналиши бўйича йўналтириш.
4. Ҳаракатнинг асосий қонунининг танланган ўқлардаги проекцияларини ясаш:

$$ma_x = F_x + mg_x + F_{\text{шиқ}x} + N_x$$

$$ma_y = F_y + mg_y + F_{\text{шиқ}y} + N_y$$

5. Векторлар проекцияларини ишорасини ҳисобга олиб, модуллари орқали ифодалаш:

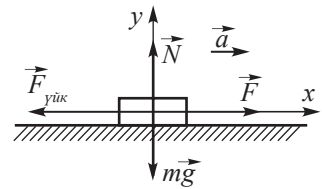
$$ma = F - F_{\text{шиқ}}$$

$$0 = -mg + N$$

6. Керак бўлган ҳолда кинематик катталиклар билан кучларни ҳисоблаш формулаларини ёзиш, масалан:

$$F_{\text{шиқ}} = \mu N; a = \frac{v^2 - v_0^2}{2s}$$

7. Тенгламалар системасини номаълум катталикка, мисол, охириги тезликка тегишли ечиш.

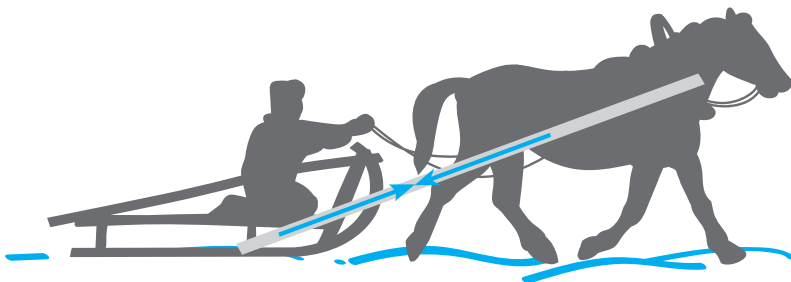


13-расм. Тўрт турдаги кучнинг таъсиридан жисм қўндаланг текисликда а тезланиш билан ҳаракатланади



Жавоби қандай?

Ньютоннинг III қонуни бўйича отнинг ва чананинг ўзаро таъсирлашиш кучлари бирдек (14-расм). Нима учун от чанани судраб бормоқда, нега тескари эмас?



14-расм. Ньютоннинг III қонуни бўйича ўзаро таъсирлашиш кучлари тенг

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Вазнсиз ип билан боғланган бир хил уч куб, биринчи кубга қўйилган $F = 12$ Н кучнинг таъсиридан стол юзида горизонтал ҳаракатланади. Иккинчи ва учинчи кубни боғлаб турган ипнинг таранглик кучини нимага тенг (расмга қаранг)?



Берилган:

$$F = 12 \text{ Н}$$

$$m_1 = m_2 = m_3 = m$$

$$F_T = ?$$

Ечиш:

Массалари m бир хил 3 кубдан иборат система учун Ньютоннинг II қонунини ёзамиз:

$$3ma = F \quad (1)$$

Ипнинг таранглик кучи таъсиридан қўзғаладиган учинчи жисм учун: $ma = F_T \quad (2)$

Кубларнинг тезланишлари бир хил бўлса, (чўзилмайдиган ип), (1) ва (2) тенгламалардан буни оламиз:

$$F_T = \frac{F}{3},$$

$$F_T = 4 \text{ Н.}$$

Жавоби: $F_T = 4 \text{ Н.}$

Назорат саволлари

1. Тенг таъсир этувчи кучни қандай аниқланади?
2. Ньютон қонунларини таърифланг.
3. Табиатдаги қандай кучларнинг келиб чиқиши сизларга маълум?

1. Пўлат печга вертикал ёпишиб турган массаси 50 г магнитнинг текис вертикал юқорига кўчиши учун қандай куч керак? Магнитнинг текис ($a = 0$) вертикал пастга ҳаракатланишига 1,5 Н куч сарфланади. Масалани алгоритм бўйича ечинг.
2. Қилич балиқ хужум қилган вақтда унинг тезлиги 140 км/соат гача етади (15-расм). У ўзига зарар келтирмасдан кемани теша олади. Унинг бошида «қиличининг» тагида, гидравлик амортизатор – май тўлган кичик қаватлар бўлади. Улар зарбани камайтиради. Агар массаси 10 кг балиқ қалинлиги 20 см қайиқ деворини 0,5 с ичида тешиб ўтса, деворнинг қаршилик кучи қандай?



15-расм. Қиличбалиқ қайиқларга хавф тугдиради

Ижодий топшириқлар

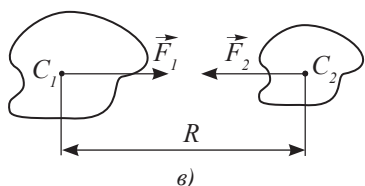
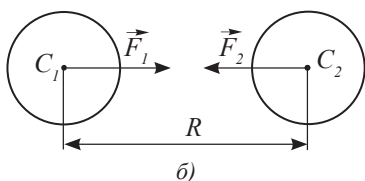
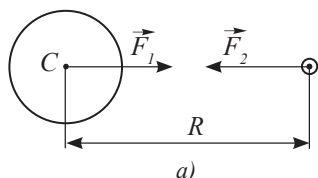
Асосий тавсифларини ва ўзаро таъсирларини кўрсатиб, «Табиатдаги кучлар» кластерини қурилинг.

5§. Бутун олам тортишиш қонуни

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Бутун олам тортишиш қонунини тушунасиз ва коинот аппаратларининг ҳаракатини тавсифлай оласиз.



16-расм. Бутун олам тортишиш кучи марказий кучга ётади

I Бутун олам тортишиш қонунини моддий нуқталарга қўллаш

Бутун олам тортишиш қонунини 1667 йили Исаак Ньютон кашф этди.

Икки жисмнинг тортилиш кучи шу жисмларнинг массаларининг кўпайтмасига тўғри пропорционал ва улар орасидаги масофанинг квадратига тесқари пропорционал.

$$F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}, \quad (1)$$

бундаги $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{H \cdot M^2}{кг^2}$ – гравитацион доимий.

Массалари кам жисмларнинг тортишиш кучлари деярли ҳисобга олинмайди. Унинг қиймати шакли шарга ўхшаб кетадиган осмон жисмлари учун кўпроқ бўлади (16-расм). Гравитацион ўзаро таъсирлашиш кучлари жисмларнинг оғирлик марказларини қўшадиган чизик бўйича йўналган, уларни *марказий* дейилади.

II Планета йўлдошларининг орбиталари. Биринчи космик тезлик

Ньютон планеталарнинг ва уларнинг йўлдошларининг ҳаракат бутун олам тортишиш қонунига, энергиянинг сақланиш қонунига ва динамиканинг асосий қонунларига бўйсунди деб ҳисобланган. Ньютоннинг иккинчи қонуни бўйича биринчи космик тезликнинг қийматини аниқлайлик:

$$ma_{м.п} = F \quad (4)$$

Бутун олам тортишиш қонуни ва марказга интилма тезланиши планета йўлдошининг чизикли тезлиги билан боғлиқлик формулани қўллаб, (4) ифодани қуйидаги ёзамиз:

$$\frac{mv^2}{R} = \frac{GMm}{R^2}, \quad (5)$$

бу ерда M – Ер массаси.

(5) нисбатдан планета йўлдошининг тезлигини оламиз:

$$v_I = \sqrt{\frac{GM}{R}}. \quad (6)$$

Ернинг сунъий йўлдошлари (ЕСЙ) учун биринчи космик тезлик 7,9 км/с. Ер юзасига яқин жойлардаги тезлик 7,9 км/с жисм ЕСЙ бўлиб ҳисобланади. Бизнинг планетамизнинг эгрилигига боғлиқ холда у Ерга қуламайди.



Жавоби қандай?

Ҳажми катта жисмлар орасидаги тортишиш кучини аниқлаганда, нега уларнинг оғирлик марказини жойлашишини билиш керак?



Топширик

Дафтарингизга бир жинсли гравитацион майдоннинг куч чизикларини тасвирланг.

Эсда сақланг!

Сунъий Ер йўлдошларининг ҳаракат тезлигини ҳисоблаганда эркин тушиш тезланишини марказга интилма тезланиш каби, учуш баландлиги билан Ернинг радиусига сунъий Ер йўлдоши ҳаракатланадиган айлананинг радиуси сингари қабуллаймиз.

Эсда сақланг!

Агар Ернинг сунъий йўлдошини континент оралик станциядан учирса, унда биринчи космик тезлик

$$v_{in} = \sqrt{\frac{GM}{R_{\text{эс}} + h}}$$

тезлигидан кам бўлади. Ер радиусига тенг баландликда:

$$v_{in} = 5,6 \frac{\text{км}}{\text{с}}.$$

Жисм орбитасининг радиуси ортгани сари унинг орбита тезлиги кичик бўлади.

Эсда сақланг!

Энергиянинг сақланиш қонунини қўллаб, Ернинг сунъий йўлдошининг Ернинг тортишиш кучини энгиб чиқиб, Куёшнинг сунъий йўлдошига айланадиган тезлигини осон ҳисоблашга бўлади. Бу тезликни *иккинчи космик тезлик* деб аталади. Ер учун иккинчи космик тезлик – 11,2 км/с.

III ЕСЙ орбиталарининг параметрлари

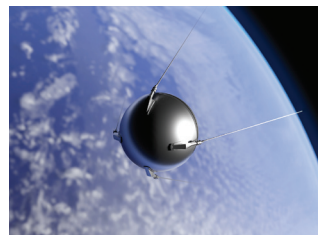
Орбиталарнинг Ер юзасидан тахминан 100 км – 40 минг км оралиғида ўзгариб туради, солиштириш учун Ернинг радиуси тахминан 6400 км эканини эсга олайлик. Ернинг сунъий йўлдошини Ер атрофидаги қуйи орбиталарга чиқариш иқтисодий жиҳатдан самарали, бироқ Ернинг тортиши ва атмосферанинг юқори қатламларининг ишқаланишининг таъсиридан бундай аппаратларнинг иш вақти узокқа чўзилмайди. Ернинг сунъий йўлдошларининг иш вақтини орттириш учун уларнинг Ерни айланиш тезлигини орттириш керак. *4-жадвалда* Ер атрофидаги ва геостационар Ер сунъий йўлдошларининг орбита тезликларининг қийматлари берилган.

4-жадвал. Ер атрофидаги ва геостационар ЕСЙнинг орбита тезликлари билан даврлари

Орбита	Ер юзидан баландлиги	Орбита тезлиги	Орбитал давр
Ернинг юзи, солиштириш учун	0 км	7,89 км/с	-
Пастки мос орбита	200–2000 км	Айланма 6,9–7,8 км/с Эллипс 6,5–8,2 км/с	89–128 мин
Геостационар	35786 км	3,1 км/с	23 соат 56 мин

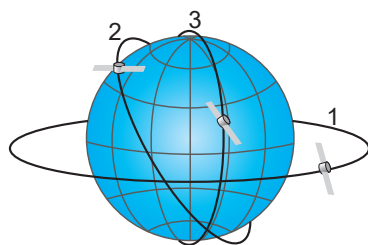
Бу қизиқ!

1957 йилнинг 4 октябрида бизнинг планетамизнинг энг биринчи Ернинг сунъий йўлдоши пайдо бўлди (*17-расм*). Совет Иттифоқи «Спутник-1» сунъий йўлдошини Ер атрофидаги орбитага учирди, у планетани 24500 км/соат тезлик билан айланиб, 92 кун учди, ундан кейин атмосферага кириб ёниб кетди.



17-расм. Биринчи ЕСЙ

Ер йўлдоши орбитаси Ерни айланиш текислигининг экватор текислигига *бурилиш бурчаги* билан тавсифланади (18-расм). Агар ЕСЙ орбитаси кутбли 3) бўлса, унда шу кутбларда экватор текислигига 90° бурчак бўйлаб айланади. Бундай Ер сунъий йўлдошлари планетанинг барча юзини ўргана олади, уларни геодезик тадқиқотлар учун қўлланилади. Агар Ер сунъий йўлдошини орбитаси экватор (1) ва Ер юзасидан учиш баландлиги 35786 км бўлса, унда Ернинг айланиш йўналиши бўйича учиб бораётган ЕСЙ геостационар орбитада бўлади ва Ер экваторининг бир нуқтасининг устида Ер билан бирга айланади. Бундай ЕСЙ Ер йўлдош боғланиш ўрнатиш учун қўлланилади. Экватор текислигига бурилиши 90° -дан кам (2) орбиталар навигация ЕСЙ учун қўлланилади.

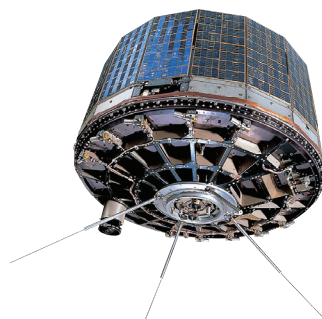


18-расм. Ер сунъий йўлдошлари орбиталарининг турлари

IV Ернинг сунъий йўлдошларининг турлари

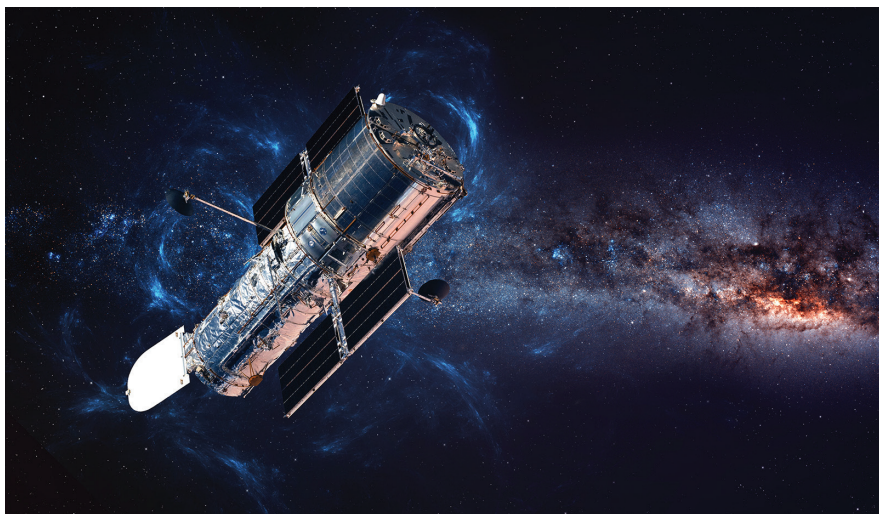
Ернинг сунъий йўлдошлари фан текширувлари учун ва ҳар хил халқ хўжалигидаги проблемаларни ечиш учун қўлланилади. Ер сунъий йўлдошларининг қуйидагича турлари бор: метеорологик, астрономик, тадқиқотчилик, геофизик, телеалоқа, навигацион.

Метеорологик ЕСЙ – об-ҳаво ҳолатини башароти учун қўлланилади. Улар ҳар доим Ердаги станцияларга булут, Ернинг музли ва қорли қопламлари туридаги суратлар билан атмосферанинг турли қатламларидаги ва Ер юзаси температура ҳақидаги маълумотларни, ҳавонинг химик тузилиши, атмосфера босими тўғрисида ахборотларни юбориб туради. Биринчи метеорологик ер йўлдоши TIROS 1960 йили 1 апрелда учирилди (19-расм). Замонавий метеорологик ЕСЙ кўринадигандагина эмас, балки инфрақизил спектрда пайқаладиган ҳодисаларни ҳам ёзиб турадиган радиометрлар билан жиҳозланган.



19-расм. Ернинг биринчи метеорологик сунъий йўлдоши TIROS

Астрономик ЕСЙ – планеталарни, галактика билан бошқа осмон объектиларини текширишга мўлжалланган сунъий Ер йўлдошлари. Бундай аппараттарга электромагнит тўлқинларнинг ҳар хил диапазонида таъсир этадиган орбитали телескоплар мисол бўла олади. Орбитага баъзи давлатларнинг телескоплари чиқарилди, масалан, италиялик «AGILE», америкалик «Fermi Gamma-ray Space Telescope», шунингдек, инфрақизил тўлқинларнинг диапазонида ишлайдиган япониялик «AKARI» телескопи. АҚШ чиқарган «Hubble Space Telescope» телескопи инфрақизил нурланишдан бошлаб, ультрабинафша нурланишгача бўлган диапазондаги космос объектиларини текширади (20-расм).



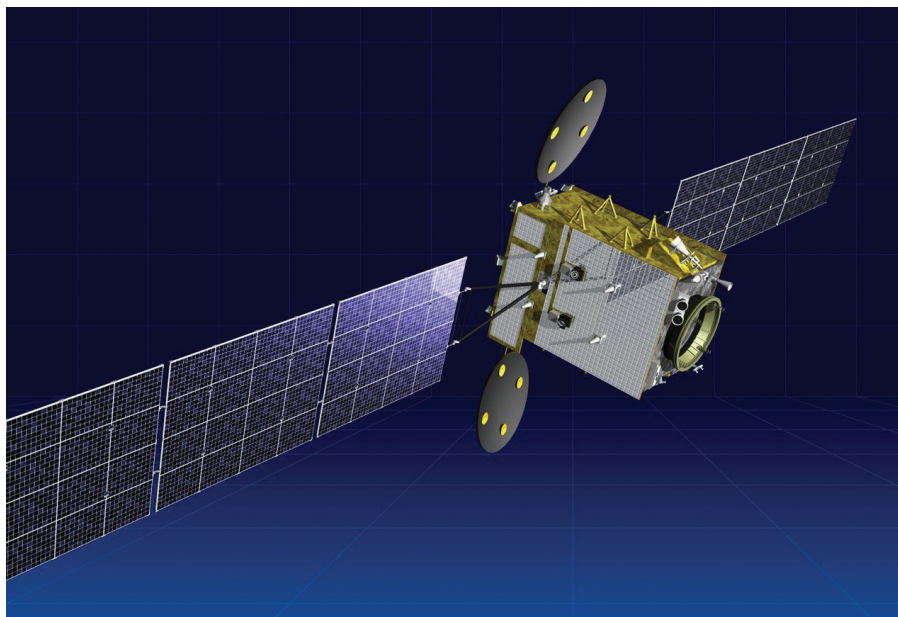
20-расм. «Hubble» телескопи

Геофизик ЕСЙ – Ерни масофадан тадқиқотни (ЕМТ) юзага оширадиган Ер йўлдошлари. Тушириш аппарати қабуллайдиган тўлқин узунлигининг диапозони ультрабинафшадан бошлаб, радиотўлқингача ораликни ичига олади. Ернинг сунъий йўлдошлари флора билан фаунанинг ҳолатини, ҳаво денгиз оқимини текшириш учун, фойдали қазилмаларни қидириш учун қўлланилади. Бундай аппаратларга, масалан, «AQUA», «AURA», «Landsat» (21-расм) сериясидаги Ер сунъий йўлдошлари киради. Шу типдаги биринчи аппарат «Landsat 1» 1972 йили 23 июнда учирилди. Бу Ер сунъий йўлдоши бизнинг планетамизнинг сиртки қаватини текшириш ва ўрганиш учун махсус учирилган биринчи сунъий йўлдош экан.



21-расм. Ерни масофадан текширишни амалга оширадиган «Landsat 8» Ер сунъий йўлдоши

Телеалоқа ЕСЙ – қитъалар орасида телефон алоқани ташкил қилиш, телеканалларни планетанинг барча хуудларига тарқатиш, интернет-маълумотларни Ернинг ҳар қандай нуқтасига юборишга мўлжалланган (22-расм). Бундай сунъий йўлдошлар билан тажриба ўтказишни АҚШ 1960 йили, Совет иттифоқи 1965 йили апрель ойида, Қозоғистон 2006 йили бошлади.



22-расм. Қозоғистон телеалоқа ЕСЙ KazSat3

Навигацион ЕСЙ – GPS системаси (23-расм) орқали планетадаги объектларни тез ва аниқ аниқлашга мўлжалланган Ер сунъий йўлдоши. Объектнинг ҳолати билан аниқ вақти ҳақида бир неча ер йўлдошларининг юборган маълумотларининг натижасида, Ердаги объектнинг жойлашишини аниқ ўн метргача аниқлик билан ўлчашга бўлади. Ҳозирги вақтда навигациянинг глобал системаси GPS билан ГЛОНАСС бўлади.

Илмий-текшириш ЕСЙ – биологик, шифокорлик ёки инженерлик ҳ.к. турли илмий текширишларни олиб бориш учун қўлланилади.



23-расм. GPS навигацион системаси

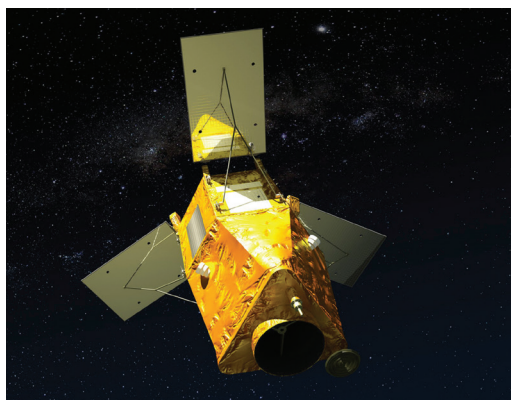
V Қозоғистон ЕСЙ

Қозоғистоннинг биринчи Ер сунъий йўлдоши М.Хруничев номидаги Россия давлат космик илмий ишлаб чиқариш марказида йиғилиб, 2006 йили июнда Бойкўнғир космодромидан учирилди. «KazSat-1» Ер сунъий йўлдоши енгил телеалоқа

геостационар сунъий йўлдош. Унга ҚР интернет-алоқа ва телехабар системаси кўчирилди. Бошқариш системасида ғайри табиий вазият ўрин олишига қараб, «KazSat-1» сунъий йўлдош 2008 йили 8 июндан бошқарилмайдиган учуш тартибига кўчди. 2009 йили 6–13 август оралиғида «KazSat-1» офатли космик аппаратини йўқотиш орбитасига буриб юбориш чоралари ўтказилди, сабаби космик аппарати бошқа Ер сунъий йўлдошларнинг учушига хавф туғдира бошлаган эди.

2011 йили «Протон» ракета ташувчи билан «KazSat-2» ва 2014 йили «KazSat-3» ЕСЙ орбитага чиқарилди. ЕСЙ телевизион хабарларни тарқатишни таъминлаш ҚР худудига, Ўрта Осиё билан Россия марказий қисмларига Ер йўлдоши боғланиш системасида маълумотлар юборишга, шунингдек қозоғистонлик ер йўлдоши боғланиш операторларининг эҳтиёжларини қондиришга асосланган. Кейинги «KazSat-4» Ер сунъий йўлдоши Нур-Султандаги йиғув-синов комплексида қуришни режалаштирилмоқда.

Қозоғистонда Ерни узоқликдан текшириш космик системасининг биринчи Ер сунъий йўлдоши – KazEOSat-1 (24-расм). У 2014 йили 30 апрелда Франциянинг Гвианадаги Куру космодромидан Ariane ракета ташувчи билан учирилди. ҒА ЕМ тўрттача ўлчамда KazEOSat 2014 йили 20 июнда Россиянинг «Ясный» космодромидан учирилди.



24-расм. ҚР Геофизик ЕМТ KazEOSat1

Назорат саволлари

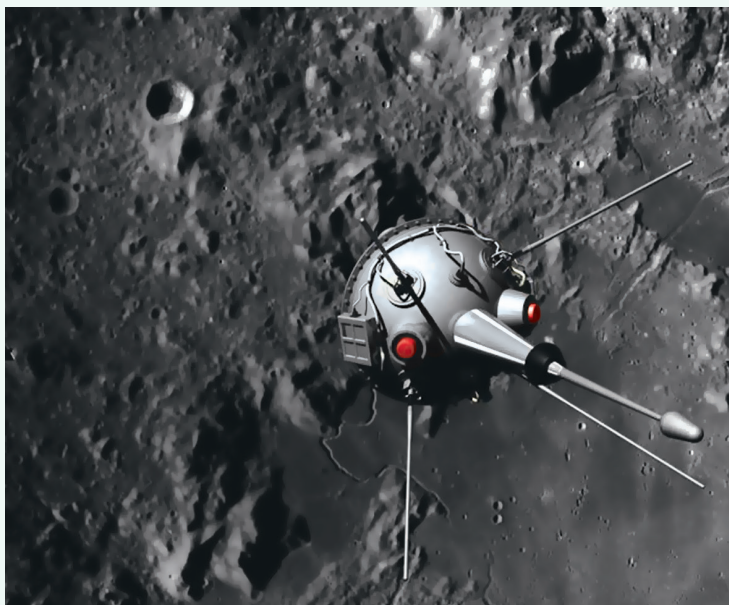
1. Бутун олам тортишиш қонунини таърифланг.
2. Тортишиш кучи жисмнинг қандай нуқтасига туширилади?
3. Осмон жисмларининг гравитацион майдонлари улардан узоқлашган сари қандай ўзгаради?
4. Ер сунъий йўлдошлари деганимиз нима?
5. Ер сунъий йўлдошларининг қандай турларини биласиз?

★ Машқ

5

1. 1961 йили 12 апрелда дунёда биринчи космонавт Ю.А. Гагарин бошқарган «Восток» космик кемаси Ердан энг катта баландликка (327 км) кўтарилди. Унга орбитада таъсир этган оғирлик кучи Ерда таъсир этган оғирлик кучидан неча фоиз кам? Космонавт нима учун вазнсиз ҳолатда бўлган?
2. Ер сунъий йўлдоши Ер юзасидан 600 км баландликда айлана орбита бўйича ҳаракатланиши учун қандай тезликка эга бўлиши керак? Унинг айланиш даври қандай?

3. Ер юзасидан 21600 км баландликда ҳаракатланиб бораётган Ернинг сунъий йўлдоши тезлигининг Ер юзасидан 600 км баландликда ҳаракатланиб бораётган Ер сунъий йўлдошидан неча марта фарқи бор? Ернинг радиусини 6400 км деб олиш керак.
4. Бойкўнгир космодромдан 1959 йилнинг 12 сентябрида «Восток-Л» ракетаси учирилди. У Ернинг табиий йўлдоши – Ойнинг учиш траекториясига «Луна-2» автоматлаштирилган планеталаро станциясини олиб чиқди, станция келаси кунни Ойга қўнди. Бу Ойга ўрнатилган дунёдаги энг биринчи станция (*25-расм*). Станцияга таъсир этадиган Ернинг тортишиш кучи $R_{Ер}$, $2R_{Ер}$, $3R_{Ер}$ масофаларда неча марта камайди?



25-расм. Автоматлаштирилган планеталаро станция «Луна2»

Ижодий топшириқлар

1. Қуёш билан қуёш системасидаги планеталарнинг орасидаги тортишиш кучини аниқланг. Олинган натижаларга таҳлил ясанг. Керакли маълумотларни қўшимча маълумотнома адабиётларидан олинг.
2. Қуйидаги мавзулар бўйича маълумот тайёрланг (хоҳишига қўра):
 - «Энг биринчи Ер сунъий йўлдошининг учирилиши»;
 - «Космик қуроллардан қутулиш йўллари»;
 - «Нега Ер сунъий йўлдошлари тўқнашиши мумкин?»;
 - «Йўқотиш орбитаси».

6§. Гравитацион майдондаги жисмларнинг ҳаракати

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Горизонтга бурчак остида ва вертикаль отилган жисмнинг ҳаракати вақтидаги физик катталикларининг ўзгаришини тавсифлай оласиз.

I Тезланиш, гравитацион майдонда вертикаль ҳаракатланган жисмнинг оний ва ўртача тезлиги

Жисм Ернинг тортишиш кучи таъсиридан эркин тушиш тезланиши билан ҳаракатланади. Бундай ҳолатда ҳаракатни *эркин тушиш* дейилади. Тезланиш – тезликнинг ўзгаришининг тезкорлигини тавсифлайдиган физик катталик экани маълум.

$$g_y = \frac{v_y - v_{oy}}{\Delta t}. \quad (1)$$

Ҳаракат тезлигининг бошланғич қиймати маълум бўлганда жисм ҳаракатининг оний тезлигини аниқлашга бўлади. *Оний тезлик* – жисмнинг ҳар қандай вақтдаги тезлиги.

$$v_y = v_{oy} + g_y t. \quad (2)$$

Тезликнинг вақтга боғлиқлиги – чизиқли. Демак, ўртача тезликни алоҳида соҳадаги бошланғич ва охириги тезликларнинг ўртача арифметик катталиги сифатида аниқлашга бўлади:

$$v_{opt} = \frac{v_0 + v}{2}. \quad (3)$$

II Ҳаракатларнинг боғлиқсизлиги

Физиклар ҳаракатларнинг турини текшириш борасида жисм бир вақтда бир неча ҳаракатга қатнаша олишини ва бу ҳаракатлар бир-бирига таъсири кўрсатмаслигини аниқлади. Масалан, горизонтга бурчак остида отилган жисм ҳаракати ҳаво қаршилигини ҳисобга олмай, икки тўғри чизиқли ҳаракатнинг: жисмнинг вертикаль эркин тушиши ва горизонталь йўналишда текис ҳаракатининг боғлиқлиги сифатида кўрилади. Ҳар бир ҳаракат тури мос равишда бир-биридан ўзгача қонунлар билан ва кинематик катталиқни ҳисоблаш тенгламалари билан тавсифланади. Бу ҳаракатларга умумий нарса – ҳаракат вақти.



Эсингизга туширинг!

Агар жисмнинг тезланиши унинг тезлиги билан йўналиши бир хил бўлса, унда ҳаракат текис тезланувчан бўлади.

Агар жисмнинг тезланиши унинг тезлигига қарама-қарши йўналса, унда ҳаракат текис секинланувчан бўлади.



Жавоби қандай?

1. Вертикаль юқорига отилган снаряд қандай ҳаракатланади?
2. Унинг ҳаракати вертикаль пастга тушганда қандай ўзгаради?



Эсда сақланг!

Баллистика – Ер атмосферасига отилган жисмнинг ҳаракатини текширадиган фан.

III Горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси ва баллистика

Жисмни олис масофага отиш қадимдан текширилиб келинади. Қўл билан отилган тош ёки камондан отилган ўқ, милтиқдан отилган ўқ, тўп снаряди, баллистик ракета – шу соҳа ютуқлари ҳисобланади.

Криминалистлар баллистик экспертиза юритиш орқали ўқ отувчининг ўрнини ва ундан отилган ўқнинг траекториясини аниқ аниқлай олади. Горизонтга бурчак остида отилган жисм *парабола* деб аталадиган эгри чизик бўйлаб ҳаракатланади. Уни ҳаракатнинг мустақиллик принциpidан (ҳаво қаршилиги ҳисобламай) фойдаланиб, ҳеч қийинчиликсиз қуришга бўлади. Жисмнинг бошланғич тезлиги горизонталь бўладиган энг оддий вазиятни кўрайлик.

Қандайдир бир t вақт ўтган сўнг жисм горизонтал $s_1 = v_0 t$ ва паст $h_1 = \frac{gt^2}{2}$ қисми кўчади (26-расм). $2t$ вақт ўтгандан сўнг горизонталь қисми $s_2 = 2v_0 t$, вертикал қисми $h_2 = 4 \frac{gt^2}{2}$ тенг бўлади. $3t$ вақт ўтгандан сўнг кўчиш $s_3 = 3v_0 t$ ва $h_3 = 9 \frac{gt^2}{2}$ бўлади. Олинган нуқталарни бириктириб, жисм ҳаракатининг траекториясини оламиз.

Горизонтга бурчак остида отилган жисм ҳаракатининг траекториясини шунга ўхшаш оламиз. У учун олдиндан тезликни вертикаль ва горизонталь ташкил этувчиларга бўламиз. Горизонталь чизикқа жисмнинг $s_1 = v_{гор} t$, $s_2 = v_{гор} 2t$, $s_3 = v_{гор} 3t$ кўчишини қолдирайлик.

Вертикаль қисми бўйича

$$h_1 = v_{верт} t - \frac{gt^2}{2}, h_2 = v_{верт} 2t - \frac{g4t^2}{2}, h_3 = v_{верт} 3t - \frac{g9t^2}{2}.$$

Олинган нуқталарни қўшадиган бўлсак, парабола чиқади (27-расм).

IV Максимал учиш масофасини таъминлайдиган отиш бурчагини аниқлашнинг яна бир усули

Жисмнинг максимал кўтарилиш вақти – $t = \frac{v_{верт}}{g}$

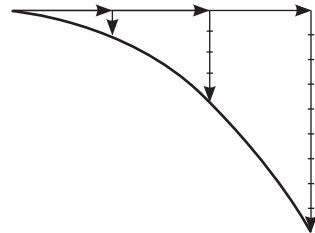
тенг, ҳамма учиш вақти 2 марта кўп: $t_n = 2t = \frac{2v_{верт}}{g}$.

Учиш масофасини аниқлайлик:

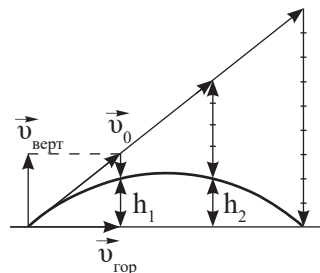
Бу қизиқ!

Улоқтирадиган машиналар – ўрта асрларда қўлланган ҳарбий техника тури. Оғирлиги 22 килограмми ташкил қилган снаряднинг текис учиш масофаси 460 метр бўлган.

Континентар баллистик-ракета – учиш масофаси 5500 км бўлган ҳарбий ракета.



26-расм. Горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси



27-расм. Горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг ҳаракат траекторияси – парабола

$$l = v_{\text{гор}} t = \frac{2v_{\text{гор}} v_{\text{верт}}}{g}.$$

Учиш масофаси бошланғич тезлик ташкил этувчиларининг кўпайтмасига пропорционал. Тезликларнинг $v_{\text{гор}}$ $v_{\text{верт}}$ кўпайтмаси диагонали бошланғич тезлик бўлиб тўғри тўртбурчакнинг юзасига тенг (29-рasm). Демак, тўғри тўртбурчак юзаси қанчалик кўп бўлса, шунча жисм узокқа учади.

Бундан $v_{\text{гор}} = v_{\text{верт}}$ бўлганда, бошланғич тезлик вектори горизонт чизиғи билан 45° бурчак чиқади. Аталган шарт бажирилганда учиш масофаси максимал бўлади.



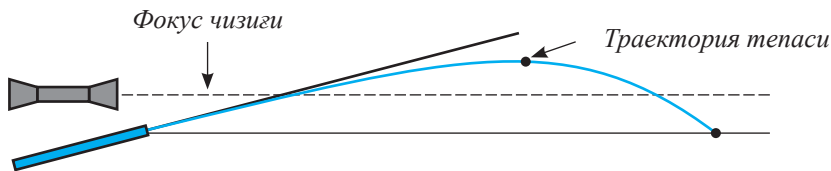
Муҳим маълумот

Геометрия курсидан билганимиз, агар диагоналарнинг қиймати маълум бўлса, тўғри тўртбурчакнинг юзаси томонлари тенг бўлган вақтда максимал бўлади.

V Моделлар усули ва ҳақиқий олам

Моделлар усули атроф-муҳитни танишнинг илмий усули бўлиб топилади. Бу усулнинг хусусияти – текшириладиган объект тўғрисида енгиллаштирилган кўз қарашни шакллантириш, бу ўз навбатида моделлар асосида назариялар билан тадқиқотлар натижасига тушунтириш бера олади. Шунинг учун тажрибада назариянинг фойдаланиш чегарасини кўрсатиш керак.

Биз моделлар усулини қўллаб туриб, горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг учиш масофаси максимал бўладиган бурчакни аниқладик. Биз муҳит қаршилиги бўлмайдиган ҳолат намунасини ишлаб чиқдик. Олинган натижалар Ерга эмас, Ойга отилган жисм ҳаракатининг траекториясига яқин бўлди. Ҳаво қаршилиги учиш масофасини етарли камайтириб, ҳаракат траекториясини бузади (28-рasm).



28-рasm. Ҳавонинг қаршилик кучининг таъсиридан парабола траекториясининг ўнг томони бузилган



Жавоби қандай?

1. Биринчи дунё уруши вақтида (1918 йили) немислар Парижга доимий ҳаво ҳужумини олиб боради, бироқ кўп кечикмай французлар қаршилик кўрсата бошлади. Немис штаби янги артиллерияли тактикани танлади. Отиш бурчаги 52° бўлганда Парижни 110 км ортиқ масофада бомбардимон қилиши аниқланди. Агар отиш қуролини 45° бурчак билан отса, снаряднинг учиш масофаси 1 км ошмаган. Қандай ўйлайсизлар, бунинг сабаби нимада?
2. Самолётларни ракета билан қуроллантириш вақтида бундай масала пайдо бўлди: самолётдан ташланган ракета самолётнинг учиш йўналишига қарама-қарши йўналишда ҳаракатланиши керак. Аммо ракеталар тескари бурилиб, ўзини ташлаган самолётнинг изига тушадиган бўлган. Шу ҳодисанинг сабабини тушунтиринг.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Жисм вертикаль юқорига 16 м/с тезлик билан отилди. Қандай баландликда жисмнинг ҳаракат тезлиги 4 марга камаяди?

Берилган:

$$v = v_0 / 4 = 4 \text{ м/с}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$h = ?$$

Ечиш:

Ҳаракат тенгламасини ёзайлик:

$$v = v_0 - gt, \quad (1)$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad (2)$$

(1) тенгламадан вақтни топсак: $t = \frac{v_0 - v}{g} = \frac{16 - 4}{10} = 1,2 \text{ с.}$

(2) формулага қўйиб қуйидагини оламиз:

$$h = 16 \cdot 1,2 - \frac{10 \cdot 1,2^2}{2} = 12 \text{ м.}$$

Жавоби: h-12 м.

Назорат саволлари

1. Қандай катталиқни тезланиш деб аталади?
2. Қандай тезликни оний деб аталади?
3. Ҳаракатнинг мустақиллигининг қиймати нимада?
4. Горизонтга бурчак остида отилган жисм қандай ҳаракатланади?
5. Қандай шартда учиш масофаси максимал бўлади?
6. Моделлар усули физикада нима учун керак?

★ Машқ

6

1. Камондан 60 м/с тезлик билан горизонтга 20° бурчак ($\sin 20^\circ \approx 0,34$; $\cos 20^\circ \approx 0,94$) остида отилган ўқнинг бошланғич тезлигининг ташкил этувчиларини аниқланг (29-расм).



29-расм. Камон отиш бўйича республика биринчилига тайёргарлик машгулотлари Жамбул вилояти

2. Австралияда *дорикниум* деб аталадиган кичкина ўсимликлар ўсади. Ўсимликлар меваси қуёш нурлари билан қиздирилганда мевасидан уруғлар отилиб чиқади. Ўсимлик ўз уруғини тарқатиш учун олисроқ «отишга» тиришади. Агар ўсимликнинг баландлиги 70 см, уруғ отилган масофа 2 м бўлса, ўсимлик ўз уруғларини горизонтга қараб қандай тезлик билан отади (30-расм)?



30-расм. Уруғларнинг ўсимликдан учиб траекторияси – парабола

3. Кенгурунинг орқа оёқлари улкан ва кучли. Шунинг учун кенгурулар сакраб кўчади ва думлари мувозанатни сақлайди. Олимлар аниқлаган кенгуруларнинг энг узок сакраш масофаси – 13 м 63 см. Максимал сакраш баландлиги – 3 м 20 см. Кенгуру 13 м 63 см максимал сакраш баландлигига етиш учун ердан қандай тезлик билан сакраши керак? Кенгуру горизонтга 30° бурчак остида сакрайди деб олинг (31-расм).



31-расм. Кенгурунинг сакраши – горизонтга бурчак остида отилган жисмнинг мисоли

Экспериментал топшириқлар

Горизонтга бурчак остида отилган жисм траекториясининг бузилиш даражасини жисм ҳаракатининг тезлиги ва отиш бурчаги орқали аниқлаш учун текшириш ўтказинг. Текширишда жисмнинг ўрнига сув оқимини олишга бўлади.

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзулар бўйича маъруза тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. Замонавий баллистиканинг ютуқлари.
2. Баллиста, унинг тузилиши ва қўлланилиши.
3. Ўрта асрдаги улоқтириш машиналари.

2-бобнинг хулосаси

Ньютоннинг I қонуни	Ньютоннинг II қонуни	Ньютоннинг III қонуни
$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = 0$ $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0,$ $a = 0, v = \text{const}$	Илгарланма ҳаракат учун $\vec{F} = m\vec{a},$ $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$	$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
Бутун олам тортишиш қонуни		
Бир-биридан узоқлаштирилган жисмлар учун $F = \frac{Gm_1m_2}{R^2}$	Бошқа жисмнинг юзасида турган жисм учун $F = mg$	
Гравитацион майдоннинг кучланиши		
Осмон жисми юзасидан h баландликдаги фазонинг нуқтаси учун $g = \frac{GM_{\text{ж}}}{(R_{\text{ж}} + h)^2}$	Осмон жисмининг юзасида $g = \frac{GM_{\text{ж}}}{R_{\text{ж}}^2}$	

Динамика қонунлари

Ньютоннинг I қонуни

Жисмга куч таъсир этмаса ёки жисмга қўйилган куч таъсири мувозанатлашган бўлса, жисм текис тўғри чизиқли ҳаракатланадиган инерциал санок системалари бўлади.

Ньютоннинг II қонуни

Жисмнинг оладиган тезланиши унга туширган тенг таъсир этувчи кучга тўғри пропорционал ва унинг массасига тескари пропорционал.

Ньютоннинг III қонуни

Жисмлар модули бўйича тенг, йўналишлари қарама-қарши кучлар билан ўзаро таъсирлашади. Улар бир чизиқ бўйича хар турли жисмга таъсир этадиган табиати бирдек кучлардан иборат.

Глоссарий

Динамика (грек δυναμική – куч) – жисмга таъсир этадиган кучларнинг таъсирдан бўладиган ҳаракатни ўрганадиган механиканинг бўлими.

Оний тезлик – жисмнинг ҳар қандай вақтдаги тезлиги.

Тезланиш – тезликнинг ўзгариш тезкорлигини тавсифлайдиган физик катталиқ.

СТАТИКА ВА ГИДРОСТАТИКА

Статика (грек. $\sigma\tau\alpha\tau\acute{o}\varsigma$ – мувозанат фани) – моддий жисмларнинг куч таъсиридан бўладиган мувозанат ҳолатини текширадиган механика бўлими.

Бобни ўқиб–билиш орқали сизлар:

- абсолют қаттиқ жисмларнинг массалар марказини аниқлашни ва ҳар турли мувозанат турларини тушунтиришни;
- Паскаль қонунини ва унинг қўлланилишини тавсифлашни;
- гидростатик босим терминини тушунтиришни ўрганасизлар.

7§. Массалар маркази. Мувозанат турлари

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- абсолют қаттиқ жисмларнинг массалар марказини топа оласизлар ва ҳар турли мувозанат турларини тушунира оласиз.

I Жисмнинг массалар маркази

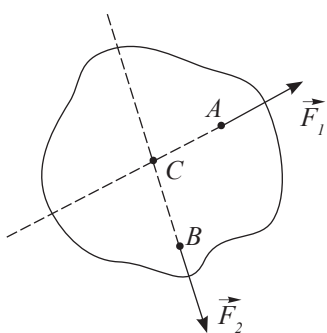
Сизлар 7-синфда физика курсидан *массалар маркази* ва *оғирлик маркази* деган тушунчалар билан танишсиз.

Оғирлик маркази – ҳар қандай ҳолатда жисмга таъсир этадиган оғирлик кучининг туриши нуқтаси.

Массалар маркази – жисмнинг илгариланма ҳаракатда қўйилган куч чизиқларининг кесишиш нуқтаси.

Ўз тажрибангиз

Нотўғри шаклдаги жисмнинг массалар марказини топинг (32-расм).



32-расм. Жисмнинг массалар марказини аниқлаш

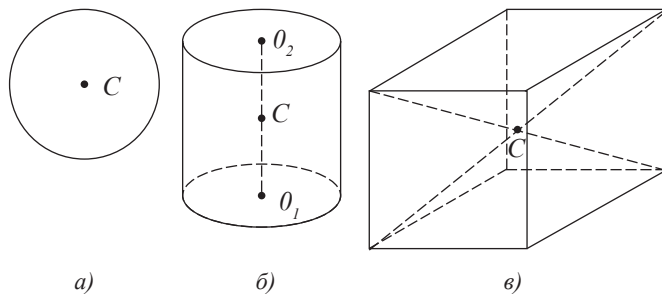
Ер юзидagi барча ўзарo таъсирларда оғирлик маркази массалар маркази билан тўғри келади, сабаби барча жисмларнинг ҳажми Ерга қараганда жудаям кичик бўлади.

Аниқ шаклдаги жисмнинг массалар маркази унинг симметрия маркази билан тўғри келади. Шар, узук, диск учун уларнинг геометрик маркази (33 а) расм), цилиндр билан труба учун ўқ маркази бўлиб топилади (33 б) расм). Куб, тўғри бурчакли параллелепипед учун бу диагоналлариининг кесишиш нуқтаси бўлади (33 в) расм).

Жисмларнинг бир неча куч таъсиридан илгариланма ҳаракатини караганда, биз уларни жисмнинг барча массаси тўпланган моддий нуқта билан алмаштирдик, у *массалар маркази* бўлади.

1-топшириқ

Жисмнинг массалар маркази координаталарини аниқлайдиган практик топшириқларни ечишнинг алгоритмини тузинг.



33-расм. Аниқ шаклдаги фигураларнинг массалар маркази уларнинг геометрик марказида жойлашган

Ўз тажрибангиз

Жисмга куч чизиғи массалар марказидан орқали ўтмайдиган куч туриринг. Ҳаракат турини тавсифланг.

II Абсолют қаттиқ жисмнинг айланма ҳаракатининг шартлари

Бизни атрофимизда жисмлар илгариланма ва айланма ҳаракат қилади. Жисмга қўйилган куч

таъсири ёки барча кучларнинг тенг таъсири массалар маркази орқали ўтса, жисм ҳаракати илгариланма бўлиши маълум. Кучнинг таъсиридан ҳаракат чизиғи массалар маркази орқали ўтмайдиган жисм айлана ҳаракат қилади.

Иморатлар билан кўприкларга, ҳар турли қурилишларга турли табиий ва техник кучлар таъсир этади, аммо улар тинч ҳолатини сақлаши керак. Тинчликдаги жисмни *мувозанатдаги жисм* деб аталади. *Статикада абсолют қаттиқ жисмнинг мувозанат ҳолати текширилади.*



Эсда сақланг!

Абсолют қаттиқ жисм – куч таъсир қилганда зарраларининг масофалари ўзгармайдиган жисм.

III Абсолют қаттиқ жисмнинг мувозанат шarti

Кейинги икки шарт бажарилганда жисм мувозанат ҳолатда бўлади:

1. Жисмга қўйилган ташқи кучларнинг йиғиндиси нолга тенг булганда:

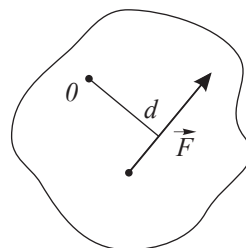
$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0. \quad (1)$$

2. Барча ташқи кучларнинг моментининг йиғиндиси ҳар қандай айланиш ўқиға нисбатан нолга тенг бўлганда:

$$M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0, \quad (2)$$

$$M = Fd$$

бунда M – куч моменти, d – куч елкаси (34-расм). Агар куч жисмни соат стрелкаси йўналишига қарши айлантирилса, унда куч моменти мусбат, агар соат стрелкаси йўналиши билан айлантирилса, манфий бўлади.



34-расм. Елка ҳаракат қиладиган куч чизиғи билан тик бурчак ясайди



Жавоби қандай?

1. Нима учун таъсир этиш чизиғи жисмнинг массалар маркази орқали ўтмайдиган куч таъсиридан айлана бўйлаб ҳаракатланади?
2. Нима учун узун новни бир учидан ушлагандан кўра кўндаланг қўйиб, ўртасидан ушлаган осон?

IV Мувозанат турлари

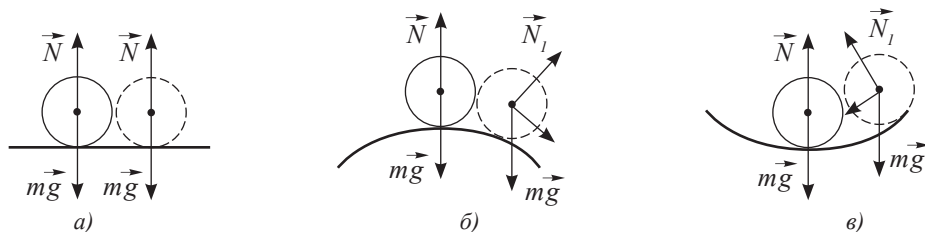
Мувозанат – жисмнинг ёки жисмлар системасининг қўйилган куч таъсиридан тинч ҳолатини сақлаши.

Мувозанатнинг уч тури бўлади – *тургун, нотургун ва бефарқ* (37-расм).



2-топшириқ

35-расмда кўрсатилган мувозанат турларини атанг.



35-расм. Мувозанат турлари

Агар мувозанат ҳолатидан чиқарилган жисм бошланғич ҳолатга қайтиб келса, унда мувозанат турғун мувозанат деб аталади.

Жисм турғун мувозанат ҳолатидан чиқарилганда жисмни мувозанат ҳолатига қайтарадиган кучлар пайдо бўлади. Турғун мувозанат ҳолатида жисмнинг оғирлик маркази барча мумкин вазиятларнинг энг пастки қисмида бўлади. Турғун мувозанат ҳолатида жисм энг кам потенциал энергияга эга бўлади. Масалан, тебранадиған кресло турғун мувозанатга эга.

Агар жисм мувозанат ҳолатидан чиқарилган, ундан кейин ҳам мувозанат ҳолатидан оғса, мувозанат нотурғун деб аталади.

Нотурғун мувозанат ҳолатидаги жисм ўрнидан салгина оғса ҳам, жисмга таъсир этадиган кучларнинг тенг таъсир этувчи кучи унинг оғишини орттиради. Нотурғун мувозанат ҳолатида оғирлик марказининг баландлиги энг улкан бўлади, демак жисмнинг потенциал энергияси максимум қийматга эга бўлади. Нотурғун мувозанат ҳолатга дорчи (баландликка тортилган арқон устида санъат кўрсатувчи одам) мисол бўлади (36-расм).

Агар мувозанат ҳолатидан чиқарилган жисм ўзининг ҳолатини ўзгартирмаса, мувозанат аҳамиятсиз деб аталади.

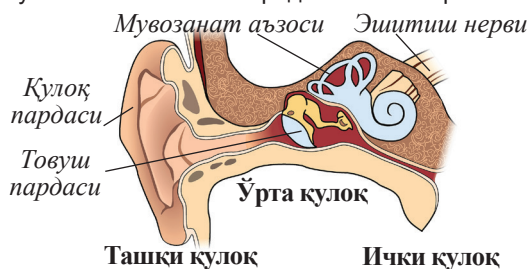


36-расм. Дорчи турғун мувозанат ҳолатида

Бефарқ мувозанат вақтида жисмнинг потенциал энергияси ўзгармайди, сабаби оғирлик марказининг баландлиги бошланғич вазиятида қолади. Бефарқ мувозанат горизонтал текислик билан думалаб кетаётган ғилдиракка, шар, шарсимон жисмларга таалукли.

Бу қизиқ!

Одамлар билан ҳайвонларнинг қулоғи фақат эшитиш хизматиғина бажармайди, қулоқнинг ички қисмида жисмнинг мувозанатиға жавоб берадиган аъзо бор.



37-расм. Эшитиш аъзосининг тузилиши

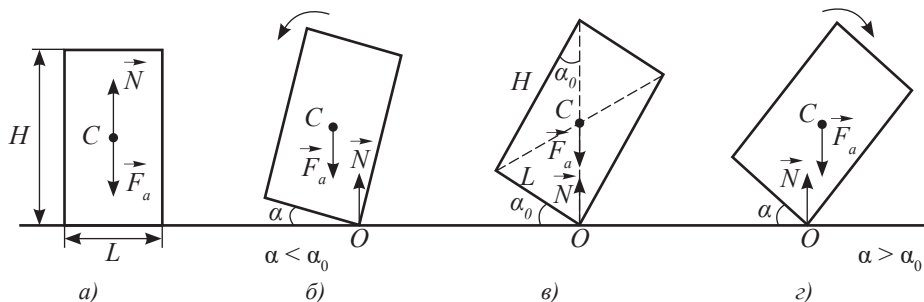
V Таянч жисмнинг мувозанат барқарорлиғи. Ағдарилиш

Бизни атрофимиздаги жисмлар, яъни иморатлар, жиҳозлар билан кундалик турмушдаги нарсалар, машиналар, арғумчоқ, одамлар ҳам маълум бир таянчға таянади. Қандай ҳолларда иморатларнинг барқарорлиғи ортишини аниқлайлик. Жисмнинг мувозанат барқарорлиғини қарайлик (39-расм). Жисм маълум бир чекли бурчакка буришға бўлади, ундан кейин ағдарилиб тушади. Чекли бурилиш бурчағи геометрик турда аниқланади: $\operatorname{tg}\alpha_0 = \frac{L}{H}$ (39 б) расм).

Тажриба борасида таянчға таянган жисмни унинг оғирлик маркази орқали ўтган вертикал таянч юзаси

билан кесишишгача бурашға бўладиганиға ишонч ҳосил қилиш мумкин (39 в) расм). Бу ҳолда жисм соат тилининг йўналиши қарши айланади, бошланғич ҳолатиға қайтади. Вертикал таянч юзасидан бошқа ҳолатға ўтганда жисм ағдарилади (39 з) расм). Демак, таянч юзаси жуда кўп ва жисм камроқ бўлгани сайин янада барқарор бўлади.

Жисмнинг массалар маркази барқарор мувозанати вақтида энг кичик баландликда бўлади, у $H/2$ дан (39 а) расм). Барқарор мувозанатда массалар марказининг баландлиғи максимум қийматиғача кўтарилади (39 в) расм).



39-расм. Таянчға таянган жисмнинг ағдарилиш ҳолатлари

3-топшириқ

Турғун, нотурғун ва бефарқ мувозанатда бўладиган жисмларға мисол келтиринг.

Бу қизиқ!

Майкл Грэб – тошдан ажойиб конструкцияли ҳайкаллар яшашни билган америкалик суратчи (38-расм). У ҳеч қандай ўрнатадиган материалларни фойдаланмасдан тошдан ажойиб ҳайкаллар ясади.



38-расм. Ҳайкалдаги тошлар барқарор мувозанат ҳолатида жойлашган

Агар жисмнинг оғирлик маркази орқали ўтадиган вертикаль тўғри чизиқ шу жисмнинг таянч юзасидан бошқа ҳудудга чиқмаса, унда таянч юзаси бор жисм мувозанат ҳолатда бўлади.



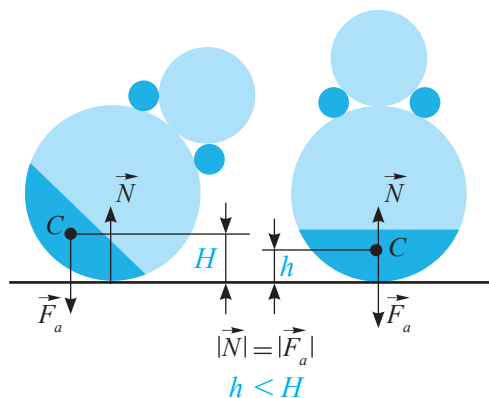
Жавоби қандай?

1. Нега ҳашаматли иморатларнинг юқори қисми учли қилинади (40-расм)?



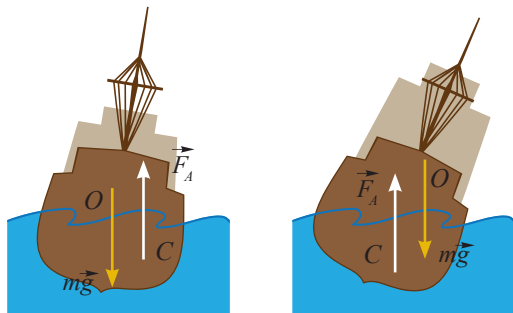
40-расм. Дубайдаги 163 қаватли улкан иморат, баландлиги 828 м.

2. Айланадиган ўйинчоқларнинг ҳаракатлиниш принципини тушунтиринг (41-расм).



41-расм. Айланадиган ўйинчоқ барқарор мувозанатга эга

3. Нега юкни кеманинг палубасига эмас, балки трюмига қуйиш керак (42-расм)?



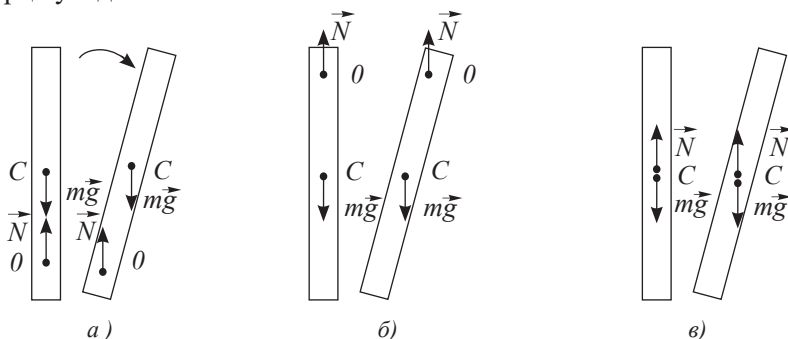
42-расм. Кеманинг ўзгармас ва барқарор мувозанат ҳолатлари

VI Илгичдаги жисмнинг мувозанати

Агар жисмнинг C оғирлик маркази орқали ўтадиган вертикал тўғри θ айланиш ўқи орқали ўтадиган бўлса, айланиш ўқи бор жисм мувозанат ҳолатда бўлади (43 а) расм). C оғирлик маркази айланиш ўқидан юқори бўлса, бу мувозанат нотурғун ҳолати саналади.

Агар оғирлик маркази айланиш ўқидан пастда бўлса, унда мувозанат ўзгармас бўлади (43 б) расм). Ҳар қандай оғишда жисм мувозанат ҳолатига ўтади.

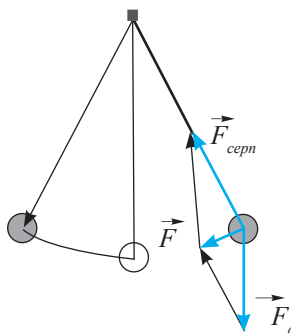
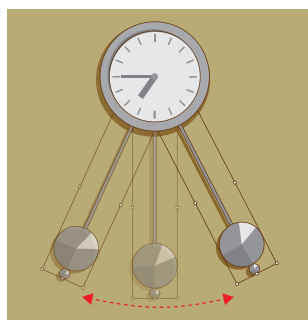
Агар оғирлик маркази билан айланиш ўқи мос келса (43 в) расм), унда мувозанат ҳолати бефарқ бўлади.



43-расм. Айланиш ўқидagi жисм мувозанати

Аҳамиятсиз ҳолат денгиз жониворларига итбалиқларга, китларга, моржларга таалуқли.

Турғун мувозанатга механик соатнинг маятникни ётади (44-расм). Маятникни мувозанат ҳолатидан оғиши учун куч ишлатиш керак.



44-расм. Соат маятникни турғун мувозанат ҳолатига ўтати

Назорат саволлари

1. Қандай шартларда жисм айланма ҳаракатга ўтади?
2. Статика нимани текширади?
3. Қандай ҳолда жисм мувозанат ҳолатда бўлади?

4. Мувозанатнинг қандай турлари бўлади?
5. Қандай шароитда жисм турғун, нотурғун, аҳамиятсиз ҳолатга киради?
6. Қандай шароитда таянчдаги жисм ағдарилади?

★ Машқ

7

1. Узунлиги 12 м ғўланинг унинг йўғон бўлагидан 3 м масофада турган таянчга горизонтал мувозанат вазиятга келтиришга бўлади. Агар таянч ғўланинг йўғон қисмидан 6 м масофада жойлашиб, ингичка қисмига массаси 60 кг ишчи ўтирса ҳам, мувозанат вазиятда бўлади. Ғўланинг массасини аниқланг.
2. Массаси 10 кг, узунлиги 40 см новнинг учларига массаси 40 кг ва 10 кг юклар илинган. Нов мувозанат ҳолатда бўлиши учун уни қайси еридан тираб кўйиш керак?
3. Цилиндрли новнинг бир қисми пўлатдан, қолган қисми алюминийдан ясалган. Агар новнинг узунлиги 30 см бўлса, оғирлик маркази қандай?

Ижодий топшириқлар

1. Ўзингизда бор материалдан айланадиган ўйинчоқ ясанг.
2. Келаси мавзулар бўйича маъруза тайёрланг (хоҳишига кўра):
 - «Цирк трюкларининг мувозанат турлари».
 - «Ҳар хил спорт турларидаги мувозанатнинг роли».

8§. Туташ идишлар. Паскаль қонунининг қўлланилиши

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштиригандда:

- Паскаль қонуни ва унинг қўлланилишини тавсифлай оласиз.



Жавоби қандай?

1. Шаффоф ПВХ шланг (45-расм), сувнинг ва акварель бўёғи ёрдамида бутун пардани қандай кўндаланг осишга бўлади?



45-расм. Шаффоф ПВХ шланги

2. «Даража» қуроли нима учун керак? Уни қандай қўлланади (46-расм)?

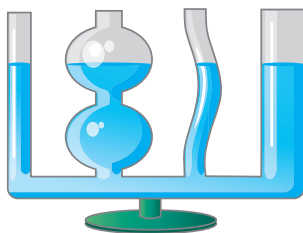


46-расм. «Даража» қуроли

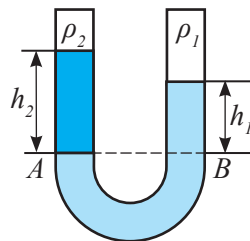
I Туташ идишлар

Сизлар 8-синфдан шакллари ва ҳажмлари ҳар турли ўзаро туташтирилган идишлар *туташи идишлар* деб аталишини биласиз. Улар маълум бир хусусиятига эга. Агар туташ идишларга бир жинсли суюқлик қуйилса, унда идишдаги суюқликнинг сатҳлари бир хил булади. *Суюқликдаги босим кесим юзасига, шаклига ҳам боғлиқ эмас. Суюқликнинг бўи юзаси ҳажми ва шакли ҳар хил идишларда бир хил сатҳда бўлади (47-расм).*

Агар идишга ҳўлламайдиган бир жинсли бўлмаган суюқлик қуйилса, унда уларнинг эркин сирти хар хил сатҳда бўлади (48-расм).



47-расм. Туташи идишлардаги бир жинсли суюқлик сатҳи идиш шаклига боғлиқ эмас



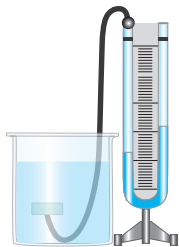
48-расм. Бир жинсли бўлмаган суюқликлар учун қуйидаги шарт бажарилади:

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$$



2-топширик

Сув манометри кўрсаткичи бўйича идишдаги босимни аниқланг (49-расм), чизғичнинг шкала қиймати 1 мм.



49-расм. Суюқлик босимини манометр билан ўлчаши



1-топширик

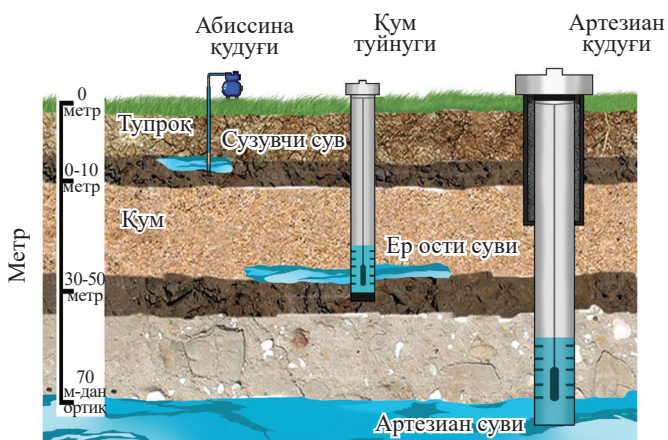
ПХВ шлангини, чизғич ва ёпишқоқ лентадан (скотч) фойдаланиб, манометр ясанг.

Уни капсула билан бириктириб, ичида суви бор идишнинг босимини ҳисобланг?



Жавоби қандай?

1. $p = \rho gh$ формуласини қўллаб, қандай катталикини ҳисобладингиз?
2. Агар атмосфера босими 101 300 Па бўлса, унда идиш ичидаги босим нимага тенг бўлади?
3. Атмосфера босими 780 мм. с.м. уст. бўлганда, идишдаги босимини ҳисобланг.
4. Суюқлик манометри билан атмосфера босимини ўлчашга бўладими?



50-расм. Кудуқларнинг чуқурлиғи

Жавоби қандай?

Нега артезиан кудуқларини нотекис ерга солинади (50-расм)?

3-топшириқ

52 ва 53-расмларга қаранг. Фонтан тузилишидаги ўхшашликларни аниқланг. Улар қандай принцип билан ҳаракат қилади.



51-расм. Артезиан кудуги



52-расм. Версаль фонтанлари



53-расм. Петергоф фонтанлари

Бу қизиқ!

Артезиан сувлари – «энг ширин» тоза сув, шунингдек аъзоларга фойдали бир қатор минералларга, микроэлементларга бошқа биологик моддаларга бой (51-расм).

Жавоби қандай?

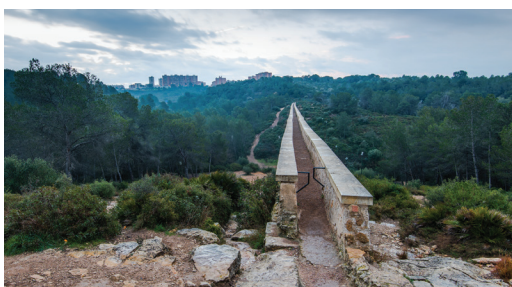
Нима учун артезиан суви энг тоза сув ҳисобланади?

Бу қизиқ!

Аҳолини сув билан таъминлаш учун римликлар бир неча километрга чўзилган тоғдан сув ташийдиган – сув қувурларини солган (54, 55-расмлар). Улар сув қувурлари бўйича пастга қараб нишаб ясади. Жарликлар ўртасида сўлим ва манзарани гўлдирадиган кушли архазор ташкил этилган.



54-расм. Пон-дю-Гар – қадимий римлик акведук (сув бириладиган канал). Ремулан яқинида Гар француз департаментидаги Гардон дарё орқали ўтади. Узунлиги 275 метр, баландлиги 47 метр. ЮНЕСКОнинг бутун олам мерос ёдгорлик



55-расм. Акведук, юқоридан олинган расм. Каталония, Испания. ЮНЕСКОнинг бутун олам мерос ёдгорлик



Бу қизиқ!

Қозоғистонда энг биринчи сув қувури 1911 йили Семей шаҳрида солинди. Сув қувурининг қурилишини Д.В. Елисеев бошқарди. Лойиҳа Москва шаҳрининг «Нептун» ширкати билан биргаликда амалга оширилди. Сув тортувчи қурилма Иртиш дарёсига ўрнатилди, насос станцияси Семей дарёсининг соҳилига қурилди, сув ҳайдаш минораси шаҳарнинг энг баланд жойи Дальняя ва Новосельская кўчаларининг оралиғига ўрнатилди. (Жамақаев кўчаси) (56-расм).



56-расм. Сув ҳайдаш минораси, Семей шаҳри



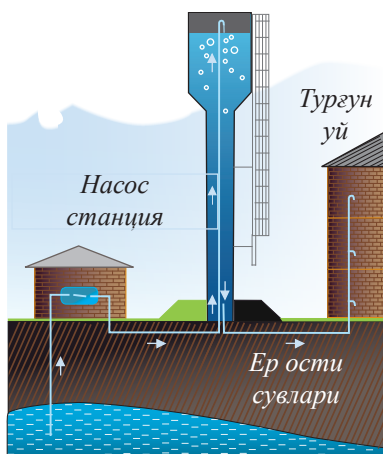
Эсда сақланг!

Рим қувурларининг бири Аква Марцианинг узунлиги 100 км, бу унинг икки чети оралиғидан икки марта ортик. Римликлар туташ идишлар қонунини билмаган. Одий физика қонунини билмаслик оқибатида улар 50 км дан ортик тошётқизди.

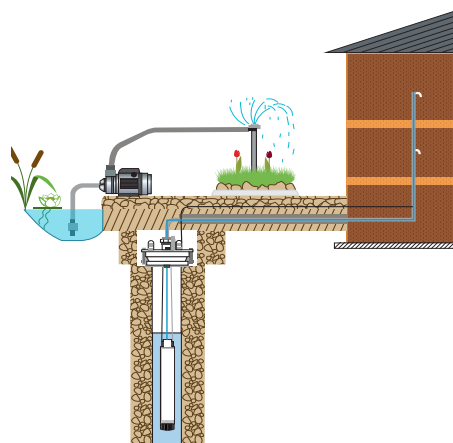


Жавоби қандай?

Нима учун сув ҳайдаш миноралар тирихий объект бўлиб саналади?



57-расм. Сув ҳайдаш минорасидаги қувурлар



58-расм. Ташиқи ва сувга асти асослари бор сув қувурлари



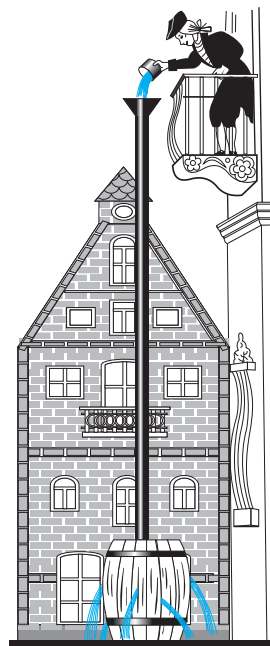
4-топшириқ

57 ва 58-расмларни солиштиринг. Расмдаги сув қувурларининг фарқи ва ўхшашликларини аниқланг.

II Паскаль қонунининг қўлланилиши

Паскаль қонуни кенг қўлланишга эга. Паскаль қонунига асосланган қурилмалар ва биноларга мисол келтирайлик, гидравлик пресс, гидравлик домкрат, пневматик машиналар билан қурилмалар (майдалаш ёки болғалаш). Тўғонлардаги кемаларни шлюзларда кўтаришга ва туширишга мўлжалланган сув қурилмалари. Ўлчов асбоби – суюқлик манометри.

Пуфлама резина маҳсулотлари – копток, батутлар, велосипед камералари, пуфлама шарлар. Сув билан таъминлаш системаси – фонтанлар, артезиан қудуқлари, сув ҳайдаш миноралар, сув сепкичлар, сачраткичлар, гидрозамбараклар.



59-расм. Б.Паскаль тажрибаси



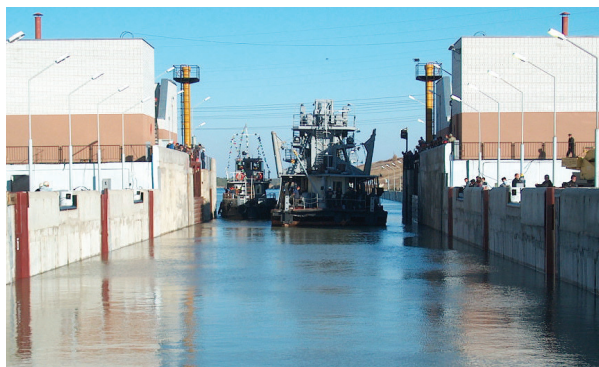
Эсингизга туширинг!

Суюқлик босимининг унинг устуни баландлиги ва зичлигига боғлиқлигини 1648 йили Б.Паскаль тажриба натижасида исботлаган. У диаметри 1 см ва баландлиги 5 м трубани ичида суви бор ёпиқ эман бочкасига солди. 2 чи қават балконида Паскаль шу қувурга бир қатрон сув кўйди. Бочка ичидаги босим шунчалик кўтарилдики, бочкани сув тешиб ундан сув оқа бошлаган (59-расм).

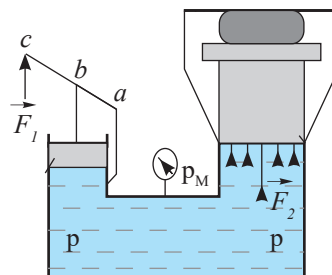


5-топшириқ

Паскаль қонуни асосида туташ идишларнинг хусусиятларини тушунтиринг.



60-расм. ШҚВ Иртиш дарёсидаги Шульбинск ГЭСнинг биркамерали шлюзи

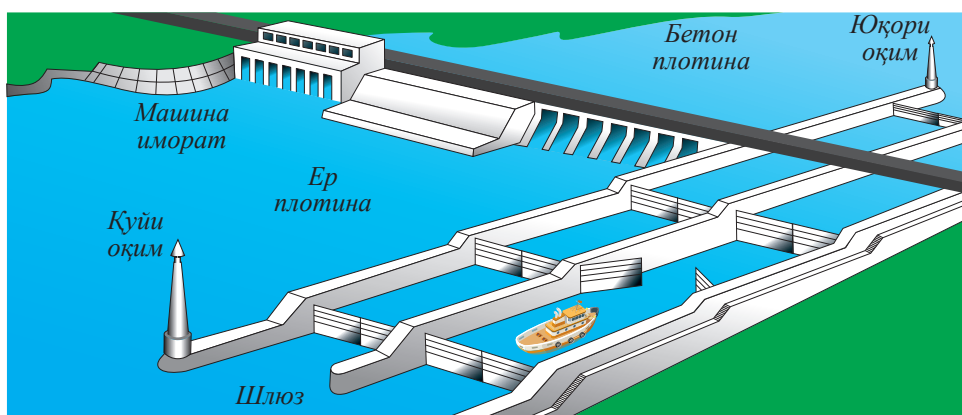


61-расм. Гидравлик пресс



6-топшириқ

60–62-расмларни кўринг. Гидравлик пресс билан шлюзнинг ҳаракат принципини тушунтиринг.



62-расм. Шлюзнинг принципиал схемаси

Назорат саволлари

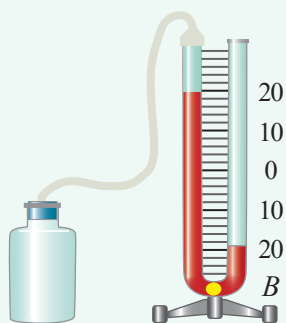
1. Қандай идишлар туташ идишлар деб айтилади?
2. Туташ идишлар қандай хусусиятга эга?
3. Паскаль қонунининг асоси нимада?
4. Паскаль қонунини амалда қўлланилишига мисоллар келтиринг.



Машқ

8

1. Манометр кўрсаткичи бўйича идишдаги газ босимини аниқланг (63-расм). Атмосфера босимини 100 кПа деб олинг.
2. Паскалнинг машҳур тажрибасида суви бор бочкадаги босим трубадаги сув оғирлигидан пайдо бўлади. Жисмга таъсир этадиган кучни орттирсак, унда босим ҳам ортади. Демак бир трубаининг ўрнига иккитасини олсак (64-расм), унда бочка қатламларидаги сув босими икки марта ортиши керак. Суюқликка таъсир этадиган босимни ўлчайдиган манометр бир трубаини иккитага алмаштирганда кўрсатишини ўзгартирмайди. Фикрнинг хатоси нимада?
3. Поршенларининг юзаси 5 см^2 ва $0,5 \text{ м}^2$ бўлган гидравлик прессининг куч жиҳатидан максимал ютишини аниқланг.



63-расм. 8-машқнинг 1-масаласига



64-расм. 8-машқнинг 2-масаласига

Экспериментал топшириқлар

1. Кичик тешиклардан иборат полиэтиленли тўрвага сув қуйиб, босимнинг барча йўналишда бирдек узатилишига ишонч ҳосил қилинг (65-расм).

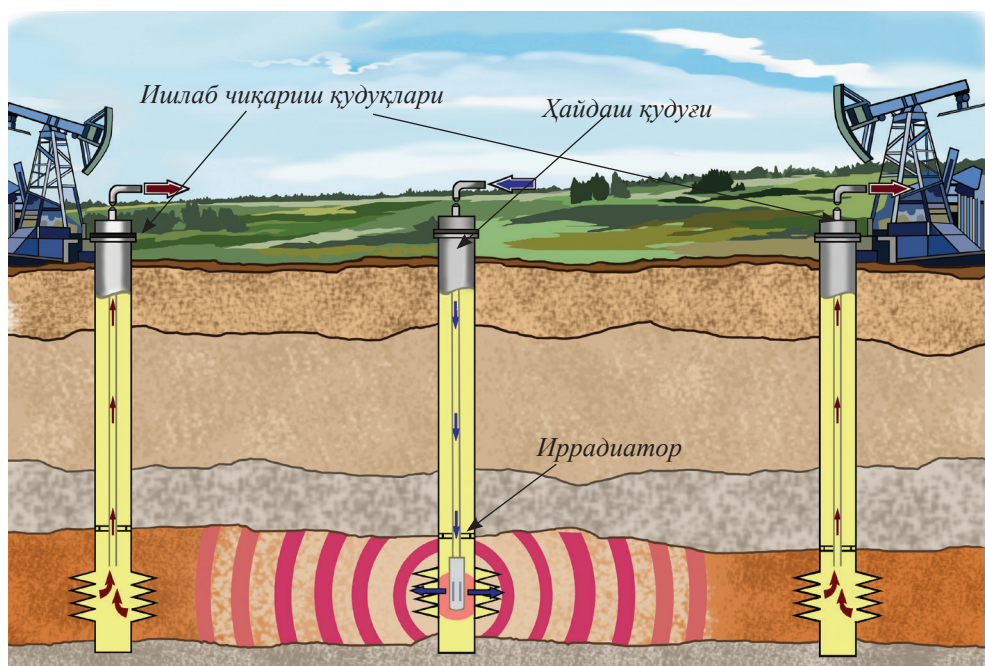


65-расм. 1-эксперимент топшириқ учун

2. Қўлларингизга тўрвани кийиб. Қўлларингизни суви бор идишга солинг. Сув қўлларингизга ҳамма томонидан қоплашига эътибор беринг.
3. Суви бор ёпиқ идишга най солинг. Найдан сув тўкилиши учун нима қилиш керак (66-расм)? Қилинган тажриба асосида қувур бўйича нефтнинг кўтарилиш технологиясини тушунтиринг (67-расм).



66-расм. 3-эксперимент топшириқ учун



67-расм. 3-эксперимент топшириқ учун

Ижодий топшириқлар (хоҳишига кўра)

1. «Паскаль қонунининг техникада қўлланилиши» мавзусида презентация доклад тайёрланг.
2. Фонтан моделини қуринг.

9§. Торричелли тажрибаси. Атмосфера босими

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- гидростатик босим терминини тушунтира оласиз.



Ал-Хайсам – араб кўпқиррали ўқимишли, математик, физик ва астроном (XI аср).

I Атмосфера ва унинг хоссалари ҳақида олимларнинг фикри. Торричелли тажрибаси

Аристотель ҳавонинг оғирлиги бор ва у тўрт моддий элементнинг бири деб ишонар эди. У сийраклаштирилган коинотнинг сўрувчи таъсири борлигини билди ва «табиғатда бўш жой бўлмайди» деган хулосага келган.

Ал-Хайсам ҳавонинг оғирлиги бор эканини ва ҳавонинг зичлиги баландлик ошган сари камайишига ишонч ҳосил қилган. Кун ботиш вақтининг узоклигини кузатиб, Ал-Хайсам атмосфера баландлиги 40 километр деб тахмин қилди.

Италиялик усталар кудук қуришда насос ишини текшириб, Галилей сув устунининг чекли баландлиги 18 тирсак (10 м атрофида) эканлигини аниқлади. У атмосфера босимни аниқ далил билан баҳолади.

Ҳаво насосини ўйлаб топгандан кейин Герике ҳавоси бор идиш билан ҳавоси ҳайдаб чиқарилган идишни ўлчади. У «ҳаво жисмга тегишли» деб айтди. Таниқли магдебург ярим шарлар билан ясалган тажрибалар натижасида у атмосфера босими борлигига ишонч ҳосил қилди (68-расм).



Отто фон Герике – немис физиги, инженер ва философ (XVII аср).



68-расм. 1654 й. О. Герикенинги магдебург ярим шарлар билан ўтказган тажрибаси



Жавоби қандай?

1. Атмосфера босими қандай ўлчанади?
2. Нормаль атмосфера босими нимага тенг?
3. Одам қандай нафас олади?
4. Ернинг ҳаво қатламининг массаси нимага тенг?

Саккиз отлар жуфти ичидаги ҳавоси чиқарилган шарни қийинлик билан ажратди. Шар ажралганда милтиқ отилгандай товуш эшитилди. Ярим шар бўшлиғига ҳаво юборилганда, уларни ажратиш қийин бўлмади.

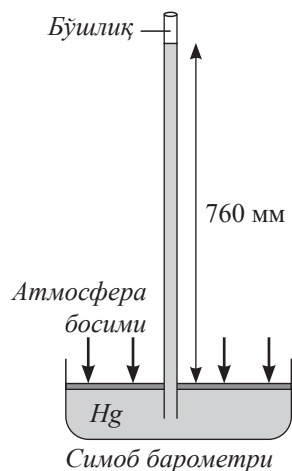
1646 йили Паскалнинг сув барометри билан ясаган тажрибаси атмосфера босимида сув 10,13 м баландликка кўтарила олишини исботлади. Барометрдаги сув устунининг баландлиги унинг денгиз сатҳидаги баландлигига боғлиқ. Шунинг учун Торричелли хулосасини тузатди.

Торричелли симоб устунининг босими билан солиштириб, атмосфера босимини ҳисоблаб чиқди. Тажриба кутилган натижа берди, симоб берилган баландликда тўхтаб, устидан «торричелли бўшлиғи» пайдо бўлди (69-расм).

Олим симоб устунининг баландлиги ўзгарувчан эканлигини пайқади: кун очик кунлари қурғоқ ҳавода кўтарилади, шамол, нам об-ҳавода камаяди. Бу устун баландлигининг атмосфера босимига боғлиқ эканига далил бўлди. Найдаги суюқлик босими *гидростатик босим* дейилади.



Эванджелиста Торричелли – италиялик математик ва физик, Галилейнинг шогирди (XVII аср).



69-расм. Торричелли тажрибаси



Муҳим маълумот

Торричелли тажрибаси 1643 йили атмосфера босимининг бор эканини исботлаш учун бажарилди (69-расм). У бир учи кавшарланган шиша найни симоб билан тўлдириб, очик учини симоб қуйилган косага ботирди; найдан симобнинг бир қисми косага қуйилди, найда атмосфера босимига тенглашган симоб баландлиги қолди. Симоб баландлиги юзасидаги бўшлиқ *Торричелли бўшлиғи* деб аталди.



Жавоби қандай?

1. Нима учун сув томизгичдан сув оқиб кетмайди (70-расм)?
2. Автоновнинг ишлаш принципини тушунтиринг (71-расм).



70-расм. 1-сўроқ учун

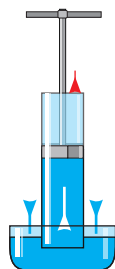


71-расм. Товуқлар учун автонов

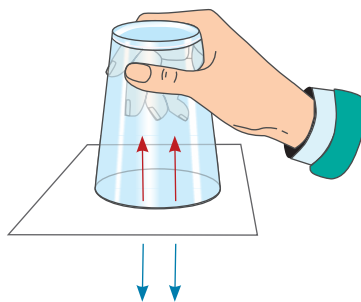


Ўз тажрибангиз

1. Сувнинг поршень билан бирга кўтарилишини кузатинг (72-расм). Сувнинг поршень билан бирга кўтарилишига нима таъсир қилади?
2. Стаканга тўлгунча сув қуйиб, бетини қоғоз билан беркитинг. Қоғозни қўл билан тутиб туриб, стаканни тўнкаринг (73-расм). Қоғоздан қўлларингизни олинг. Нима учун қоғоз стакандаги сувни ушлаб туришини тушунтиринг.



72-расм. 1-тажриба учун



73-расм. 2-тажриба учун

II Атмосфера босими

Торричелли қурилмаси энг биринчи барометр бўлди. Тоғдаги, шахтадаги, сув остидаги атмосфера босими ўлчаниб, 12 м баландликка кўтарилганда босим тахминан 1 мм сим. уст. камайгани аниқланди.

Торричелли тажрибасидан кейин асосий хусусиятлари босим ва температура бўлиб об-ҳавони илмий турда текшириш бошланди. Вақт утиши билан симоб барометрининг ўрнига барометр-анероид келди (74-расм).



74-расм. Барометр-анероид



Эсингизга тушинг!

1. Суюқлик устунининг босимини шу формула бўйича аниқланади:
 $p = \rho gh$.
2. Кўзгалмайдиган суюқликнинг босими гидростатик босим деб ҳисобланади.
3. Атмосфера босими 12 м баландликка кўтарилганда 1 мм сим. уст. камаяди.
4. Нормаль атмосфера босимга денгиз сатҳидан 760 мм сим. уст. тенг босимни билдиради.



Эсда сақланг!

Атмосфера босимининг ўлчов бирликлари 1 Па, 1 гПа, 1 мм сим. уст.

Ўлчов бирликларининг боғланиши:

1 гПа = 100 Па

1 мм сим. уст. \approx 133,3 Па



75-расм. Дунёдаги энг чуқур шахта Тау-Тона, ОАР.
5000 метр



1-топшириқ

1. Барометр-анероид шкала кўрсаткичи ва бўлим қийматларини аниқланг.
2. Чуқурлиги 600 м (Қарағанди кўмир шахтаси) шахта тубига тушганда асбоб кўрсатиши қандай ўзгаради?
3. Чуқурлиги 5000 метр ОАРдаги энг чуқур Тау-Тона шахтасидаги атмосфера босимини аниқланг (75-расм).



Бу қизиқ!

Водалаз ва кессон (суб остида махсус қурилишлар солиш учун конструкциялар) ишчилари – катта босимда иш бажаришга мажбур. 10 м чуқурликка тушганда босим икки марта, 100 м чуқурликка тушганда 11 марта ортади.



2-топшириқ

1. 760 мм.сим.уст. = 101 300 Па эканини исботланг.
2. Босимнинг Па билан ифодаланг.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Масала: Самолёт 2100 м баландликда учади. Самолётнинг сиртидаги ва ичидаги ҳаво босимини солиштиринг. Самолётнинг ичидаги босим нормаль босимга тўғри келади. Кўрсатилган баландликдаги атмосфера босимини аниқланг.

Берилган:

$$h = 2100 \text{ м}$$

$$p_1 = 760 \text{ мм.сим.уст.}$$

$$\Delta p - ? \quad p_2 - ?$$

Ечиш:

12 м баландликка кўтарилганда атмосфера босими

1 мм.сим.уст-га камади. Пропорция тузамиз:

$$1 \text{ мм.сим.уст.} - 12 \text{ м}$$

$$\Delta p, \text{ мм.сим.уст.} - 11900 \text{ м}$$

Кўрсатилган баландликка кўтарилиш пайтида атмосфера босимининг ўзгаришини аниқлаймиз:

$$\Delta p = \frac{1 \text{ мм.сим.уст.} \cdot 2100 \text{ м}}{12 \text{ м}} = 175 \text{ мм.сим.уст.} \approx 23327,5 \text{ Па}$$

Бу қиймат – самолётнинг ичидаги ва сиртидаги ҳаво босимининг айирмаси.

Кўрсатилган баландликдаги босимни аниқлаймиз. $p_2 = p_1 - \Delta p$

$$p_2 = 760 \text{ мм.сим.уст.} - 175 \text{ мм.сим.уст.} = 585 \text{ мм.сим.уст.} \approx 77980,5 \text{ Па}$$

Жавоби: $\Delta p \approx 23327,5 \text{ Па}$; $p_2 \approx 77980,5 \text{ Па}$

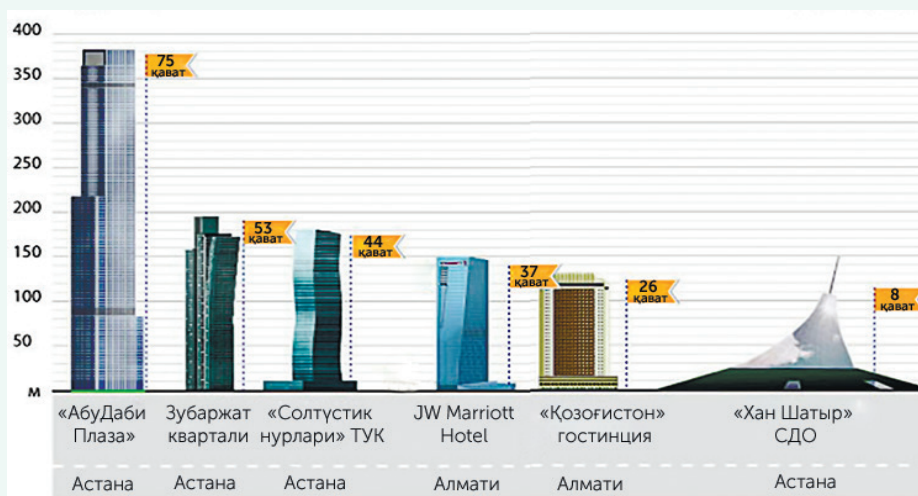
Назорат саволлари

1. Нима учун атмосфера босимини идиш тубида суюқликнинг босимига тенг деб ҳисоблашга бўлмайди?
2. Торричелли тажрибасининг маъноси нимада?
3. Атмосфера босимини ўлчайдиган асбоб қандай аталади?
4. Барометрларнинг қандай турлари бўлади? Нима учун металл барометр кенг қўлланишга эга?
5. Қандай босимга нормаль атмосфера босими деб аталади? У нимага тенг бўлади?
6. Атмосфера босими Ер юзасидан баландликка кўтарилганда қандай ўзгаради? Ер остига тушгандаги ўзгаришини айтинг.

★ Машқ

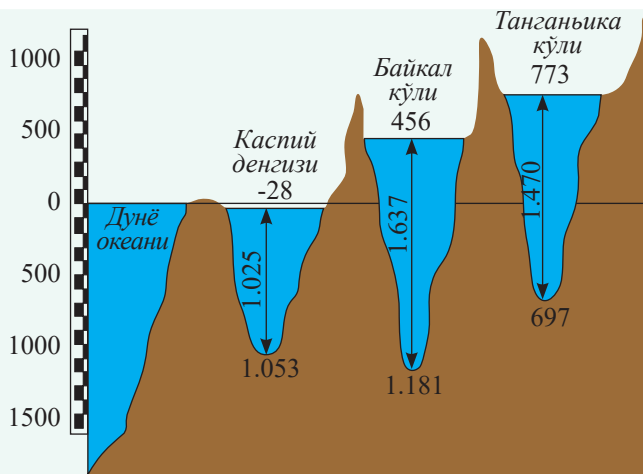
9

1. Қозоғистонда солинаётган «Абу-Даби Плаза» биносининг режа бўйича баландлиги 382 метр (76-расм). Бинонинг юқори қисмидаги босимни аниқланг. Унинг пастки қисмидаги атмосфера босимини 760 мм сим.уст. деб олинг.

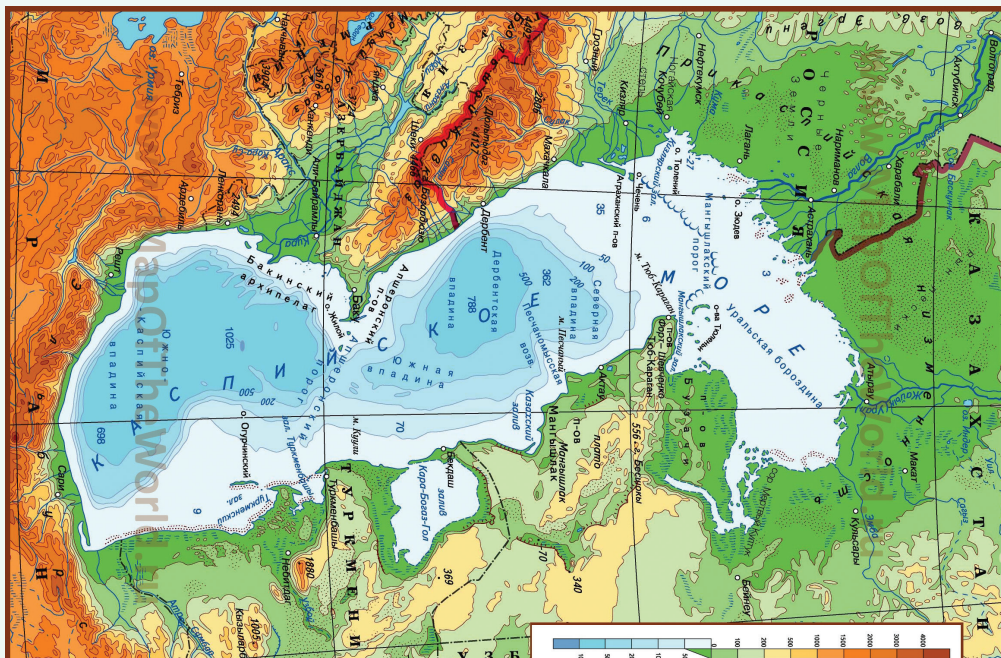


76-расм. Астана ва Алмати шаҳарларидаги баланд бинолар диаграммаси

2. Баланд биноларнинг сўнгги қаватидаги босимнинг баландликка боғлиқлик диаграммасини ясанг.
3. Каспий денгизининг тубидаги гидростатик босимни аниқланг (77-расм). Атмосфера босимини ҳисобга олиб, эркин юзаси сатҳи ва денгиз сатҳини солиштириб, ҳақиқий босимни ҳисобланг.
4. Ақтау шаҳари Каспий денгизининг соҳилида жойлашган. Ақтау қирғоғи яқинидаги босимни аниқланг (78-расм).



77-расм. Каспий денгизи томонидан фақат Байкал ва Танганьика (Африка) кўлларида кейинги ўринда



78-расм. Каспий денгизининг гидрографик харитаси

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзулар бўйича ppt–презентация маълумот тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. Сув остида ишлайдиган кессонлар.
2. Барокамеранинг бажарадиган хизмати ва тузилиши.
3. Кессон касаллиги ва унинг оқибати.

3-бобнинг хулосаси

Қаттиқ жисмнинг мувозанат шартлари	Куч моменти
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$ $M_1 + M_2 + \dots + M_n = 0$	$M = Fd$
Гидростатик босим	Бир жинсли эмас суюқликнинг туташ идишлардаги мувозанат шартлари
$p = \rho gh$	$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{h_2}{h_1}$

Глоссарий

Оғирлик маркази – жисмга ҳар қандай вазиятда таъсир этадиган оғирлик кучининг тушиш нуқтаси.

Массалар маркази – жисмни илгариланма ҳаракатига тушириладиган куч чизиқларининг кесишиш нуқтаси.

Мувозанат – жисмнинг ёки жисмлар системасининг туширилган куч таъсиридан тинчлик ҳолатини сақлаши.

Турғун мувозанат – мувозанат ҳолатидан чиқарилган жисм, бошланғич ҳолатига қайтиб келадиган мувозанат.

Нотурғун мувозанат – мувозанат ҳолатидан чиқарилган жисм, ўз-ўзи билан қолганда, мувозанат ҳолатидан оғадиган мувозанат.

Бефарқ мувозанат – мувозанат ҳолатидан чиқарилиб, ўз-ўзи билан қолган жисм ҳолатини ўзгартирмайдиган мувозанат.

Суюқликка ёки газга газга туширилган босим барча йўналишда ҳар қандай нуқтасига ўзгаришсиз узатилади.

САҚЛАНИШ ҚОНУНЛАРИ

Сақланиш қонунлари системадаги жисмларга таъсир этадиган кучларни кўриб чиқмасдан ва жисмнинг ҳаракатининг бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтишини текширмасдан динамика масалаларини ечишга имкон беради. *Тўлиқ механик энергия билан импульснинг сақланиш қонунлари ҳар қандай ўлчовдаги ёпиқ системасидаги жисмларга (у микрооламнинг зарралари ёки космик жисмлар бўлсин) нисбатан бажарилади. Системадаги жисмларга ташқи кучлар таъсир этганда ва уларнинг тенг таъсир этувчиси нолга тенг бўлган ҳолда қонунлар одил, тўғри бўлиб саналади. Ерда бундай кучларга Ернинг тортилиш кучи билан таянчнинг реакция кучи киради.*

Бобни ўқиб-билиш орқали сизлар:

- Сақланиш қонунларини тушунтиришни ўрганасиз.

10§. Механикадаги импульс ва энергиянинг сақланишқонунлари

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- сақланиш қонунларини тушунтиришни ўргана-наси.



Рене Декарт (1596–1650) – француз файласуфи, математик, физик ва физиолог, ҳаракат миқдори тушунчасини киритди. Декарт ҳаракат миқдорининг сақланиш қонунини таърифлади, куч импульсига изоҳ берди.



Муҳим маълумот

Σ – дискрет катталиклар йиғиндисининг белгиси.

I Жисм импульси

Тўқнашиш – ҳаммамизга яхши таниш ҳодиса бўлганидан, «Снаряд тинч ҳолатда эдику, парчаларининг ҳаракати қаёқдан пайдо бўлди?» деган сўроқ туғила бермайди. Парчалар бутун снарядни ҳосил қилган тескари жараённи фараз қилайлик. Бундай жараён физика қонунларига мос келмайди. Бирок шунга ўхшаш вазиятни юзага келтириш мумкин. Бир-бирига қарама-қарши бирдек тезлик билан ҳаракатланаётган, массалари бирдек икки жисм ноэластик тўқнашишда тўхтайдди. Ҳаракатнинг йўқолиб кетиши ва қайтадан пайдо бўлиш қобилиятини кўплаб олимларни ўйлантирди.

Француз олими Р.Декарт аталган хусусиятларини тушунтириш учун «ҳаракат миқдори» деган тушунчани киритди. Шу вақтда массанинг физик тушунчаси бўлмаганлигидан, олим импульсини «жисм массасини унинг ҳаракат тезлигига кўпайтмаси» каби аниқлади. Кейинроқ бу маълумотни И.Ньютон чуқурроқ тасдиқлади «ҳаракат миқдори деганимиз – масса билан тезликка пропорционал бўлган ўлчов»:

$$\vec{p} = m\vec{v} \quad (1)$$

Жисм импульси – векторли катталиқ, унинг йўналиши жисм тезлигининг $\vec{p} \uparrow \vec{v}$ йўналиши билан тўғри келади. ХБС-да жисм импульсининг ўлчов бирлиги: $[p] = 1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Жисм импульси куч импульсини билан импульс кўринишида Ньютоннинг иккинчи қонуни орқали боғлиқ.

Куч импульси жисм импульсининг ўзгаришига тенг.

$$\vec{F} \Delta t = \Delta \vec{p}, \quad (2)$$

бундаги $\Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$ – жисм импульсининг ўзгариши, $\vec{F} \Delta t$ – куч импульси.

Куч импульсининг ўлчов бирлиги $[\vec{F} \Delta t] = 1 \text{ Н} \cdot \text{с}$.

Олинган (2) нисбатдан чиқадики, жисмга таъсир этадиган кучнинг йўналиши жисм импульсининг ўзгариш йўналиши билан $\vec{F} \uparrow \Delta \vec{p}$ тўғри келади.

II Ёпиқ система учун импульсининг сақланиш қонуни

Импульсининг сақланиш қонуни Ньютоннинг иккинчи ва учинчи қонунларининг натижаси бўлади.

Агар системадаги жисмга таъсир этадиган ташқи кучларнинг йиғиндиси нолга тенг бўлса, унда ўзаро таъсирлашадиган жисмларнинг ёпиқ системасининг импульси ўзгармас катталиқ бўлади.

$$\vec{p}_{\text{жс}} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \text{const}, \quad (3)$$

бундаги $\vec{p}_{\text{жс}}$ – системага кирадиган жисмларнинг импульсларининг геометрик йиғиндиси, n – системадаги жисмлар сони, i – жисмнинг тартиб сони.

Уч жисмнинг эластик ўзаро таъсирлашиш вақтида (3) формула қуйидагича бўлади:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 = m_1 \vec{u}_1 + m_2 \vec{u}_2 + m_3 \vec{u}_3 \quad (4)$$

бундаги $\vec{v}_1, \vec{v}_2, \vec{v}_3$ – жисмларнинг тўқнашишдан олдинги тезликлар, $\vec{u}_1, \vec{u}_2, \vec{u}_3$ – жисмларнинг тўқнашишдан кейинги тезликлари.

Эластик тўқнашишдан кейин жисмлар бир-биридан ажраб, алоҳида ҳаракатланади.

Ўзаро ноэластик тўқнашиши вақтида ўзаро ноэластик тўқнашиш вақтида сақланиш (3) қонуни қуйидагича кўринишга келади:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 = (m_1 + m_2 + m_3) \vec{u} \quad (5)$$

бундаги \vec{u} – ўзаро тўқнашишдан кейинги жисмларнинг тезликлари.

Ўзара ноэластик таъсирлашиши ишдан кейин жисмлар бирикиб, ундан кейин бир жисм сифатида ҳаракатланади.

Эсда сақланг!

Портлашдан кейинги парчалар ҳаракати вақтида ўзаро ноэластик ўзаро таъсирлашиши учун импульснинг сақланиш қонуни (5) қўлланилади.



Константин Эдуардович Циолковский (1857–1935) – Россия олими, кашфиётчи, мактаб муаллими. Назарий космонавтиканинг асосчиси. Космосга учиб ракеталардан фойдаланишни тавсия етди, кўп босқичли ракеталарнинг прототиби – «ракета поездлари» уни ишлатиш керак деган хулосага келди. Ассосий меҳнати космонавтика, ракета динамикасига ва аэродинамикага бағишланган.

Жавоби қандай?

1. Сақланиш қонуни, нега ёпиқ системалар учунгина бажарилади?
2. Нима учун милтиқдан ўқ отганда елкага туртки берилади? Турткини камайтириш учун нима қилиш керак?

III Реактив ҳаракат. Ёқилғининг оний ёниш пайтидаги ракетанинг тезлиги

Одам ердан итарилиб кўзғалади, машина ҳам ердан итарилади. Эшқакчилар сувни эшқак билан итариши орқали дарёда сузади. Ҳаракат қилиш учун таянчдан итарилиш муҳим шарт. Бу чиндан ҳам шундайми? Ҳаракат бошланишининг бошқа мумкинлиги борми? Ўзингни муз саройида конькида турибман деб фараз қилиб, қўлингдаги йўл сумкани (рюкзак) дўстингга от. Бу вақтда оёқ билан муздан итарилиш ўйламасанг-да, ортга қараб ҳаракатланасан. Отишдан пайдо бўлган ҳаракат *реактив ҳаракат* деб аталади.

1-топшириқ

Табиатдаги ва техникадаги реактив ҳаракатга мисоллар келтиринг.

Реактив ҳаракат деганимиз – жисмнинг бир бўлаги ундан қандайдир бир тезлик билан бўлиниши натижасида пайдо бўлган ҳаракат.

Жисмнинг реактив ҳаракатини ҳисоблаш импульснинг сақланиш қонуни асосида юзага ошади.

Ёқилғининг оний ёниши вақтидага ракета ҳаракатини қарайлик (79-расм). Газ ракетадан \vec{u} тезлик билан учиб чиққанда, ракетага қўшимча импульс $\Delta\vec{p} = -m\vec{u}$ берилади, шундай реактив куч туғдиради:

$$\vec{F}_p = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = -\frac{m\vec{u}}{\Delta t}. \quad (6)$$

Жисм импульснинг сақланиш қонуни асосида ракетанинг тезлигини аниқлаймиз. Ёқилғиси бор ракетанинг қўзғалишигача импульси нолга тенг, ҳаракат бошлангандан кейин унинг импульси ёқилғисиз массаси билан ҳаракат тезлиги кўпайтмасига тенг. Импульснинг сақланиш қонунининг вектор қиймати қуйидагича бўлади: $(M - m)\vec{v} - m\vec{u} = 0$.

Векторларнинг 0y ўқига проекцияларини аниқлаб, буни оламиз: $(M - m)v = mu$

ёки
$$v = \frac{m}{M - m}u, \quad (7)$$

бундаги \vec{v} – ёқилғининг оний ёниш вақтидаги ракетанинг тезлиги.

IV Энергиянинг сақланиш қонуни

Кинетик ва потенциал энергияларнинг йиғиндисига тенг механик энергия системага ўзаро таъсирлашувчи жисмларнинг ёки модданинг ўз зарраларининг оралиғига боғлиқ кучлар таъсир этгандагина сақланади. Уларга оғирлик кучи ва эластик кучи киради. Бу кучларнинг иши манфий ишора билан олинган потенциал энергиянинг ўзгариши натижасида ёзиллиши мумкин:

$$A = -(mgh_2 - mgh_1); \quad A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right) \text{ ёки} \\ A = -(W_{p2} - W_{p1}). \quad (8)$$

Ҳар қандай кучнинг ишини кинетик энергиянинг ўзгариши тўғрисида теорема бўйича аниқлашга бўлади: $A = Fs = ma \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a} = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$

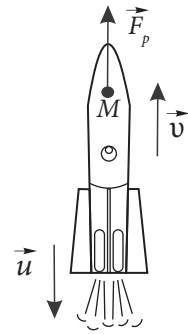
ёки
$$A = W_{k2} - W_{k1}, \quad (9)$$

бундаги $W_k = \frac{mv^2}{2}$ – ҳаракатдаги жисмнинг кинетик энергияси.

(8) ва (9) тенгликлардан:
$$W_{k1} + W_{p1} = W_{k2} + W_{p2} \quad (10)$$

шунингдек:
$$W = W_k + W_p = const, \quad (11),$$

энергиянинг сақланиш қонуни бўлади.



79-расм. Реактив куч ҳосил қиладиган газ оқими

Бу қизиқ!

Циолковский ракета динамикасидаги ва космонавтикадаги илмий ишлари.

1903 йили К.Э. Циолковский «Олам фазосини реактив асбоблар билан текшириш» мақоласини эълон қилди. Суюқ ёқилғи қўлланиладиган ракетанинг биринчи намунасини тавсия этди.

1911 йили ракетани Қуёш системасига чиқариш учун керак тезликни аниқлади. Бир босқичли ва кўп босқичли ракета ҳаракатининг назариясини тузди.

1926–1929 йиллари ракетани Қуёш системасига чиқариш учун керак ёқилғини ҳисоблади.

Ёпиқ системада жисмларнинг тўлиқ механик энергияси ўзгармас катталик бўлиб қолади.

Жавоби қандай?

1. Нега ракетанинг ҳаракат тезлигини жисм импульсининг сақланиш қонуни асосида ҳисоблаш тўғри келади?
2. Космос фазосида инерция билан ҳаракатлаётган ракетанинг тезлиги, агар унинг соплосига чиқиш учи ҳаракати йўналиши бўйича эгилган труба кийгизиб двигателларни қўшса ўзгарадими?

ҚР Миллий космик маркази

Қозоғистон Миллий космос маркази агентлиги Нур-Султанда Миллий космос марказини яратмоқда. Янги марказнинг ичига космос техникасининг конструктор-технологик бюроси, космос аппаратларини йиғиш-синаш комплекси, космос технологиясининг миллий лабораторияси ва космос аппаратларини чиқарадиган корхоналар киради. Қурилиши юриб бораётган объектнинг худудларида мутахассисларнинг малакасини ошириш ва қайта тайёрлаш, сунъий йўлдошни юқори аниқликдаги навигация билан дифференциал тузатиш марказлари жойлашади. 81-расмда Қозоғистон Республикаси Миллий космос марказининг макети тасвирланган. Космос маркази етти бинодан туради.

2008 йили EADS Astrium француз компанияси икки улкан масштабли космик лойиҳани космос аппаратларини йиғиш-синаш комплекси ва масофадан туриб бошқариладиган космик системаси жорий қилиш учун «Қозоғистон Космос Йўли» АҚ-нинг стратегик ҳамкорлиги сифатида танлаган.

Бу қизиқ!

«Бүгунги кунда Қозоғистон бизда шу кунгага бўлмаган космос индустриясини йўлга қўйиш ва ривожланиши йўлида. Бунинг бошланиши 2007 йили 27 мартда Елбоши Нурсултан Назарбаевнинг ҚР Миллий космос агентлигини қуриш тўғрисидаги буйруққа қўл қўйгандан кейин бошланди».

Т.Мусабаев

Эсда сақланг!

Жисмларнинг орасидаги ишқаланиш кучи ҳаракат этадиган ёпиқ система учун ишқаланиш кучининг иши тўлиқ механик энергиянинг ўзгариши билан аниқланади: $A = W_{II} - W_I = \Delta W$.

Бу қизиқ!

Perpetuum Mobile ёки мангу двигатель сиртдан ҳеч қандай энергия ёқилғи энергияси, одамнинг кучи, сувнинг тушиш энергияси берилмай ўзи иш бажарадиган машина. Абадий двигателни қуриш мумкин эмаслиги энергиянинг сақланиш бўлиб топилади.

3-топшириқ

80-расм бўйича абадий двигателни ўйлаб топган кашфиётчининг фикрини тушунтиринг.



80-расм. Абадий двигатель модели



81-расм. ҚР Миллий космос марказининг макети

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Массаси m_1 бўлган, $v_1 = 10$ м/с тезлик билан ҳаракатланиб келаётган зарра массаси m_2 бўлган тинчликдаги зарра билан абсолют эластик тўқнашади. m_2/m_1 массаларининг нисбатини аниқланг. Тўқнашиш юзма-юз бўлган ва зарралар бирдай 20 м/с тезлик билан ажраган деб олинг.

Берилган:

$$\begin{aligned}v_1 &= 10 \text{ м/с} \\v_2 &= 0 \\u_1 = u_2 = u &= 20 \text{ м/с} \\ \vec{u}_1 &= -\vec{u}_2\end{aligned}$$

$$m_2/m_1 = ?$$

Ечиш:

Зарраларнинг абсолют эластик тўқнашишдаги импульснинг сақланиш қонунини қўлаймиз. Сақланиш қонунини вектор кўринишда ёзамиз: $m_1\vec{v}_1 = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2$.

Танланган Ox координата ўқига туширилган проекция йўналишлари \vec{v}_1 тезлик йўналишига мос эканидан $u_1 = u_2 = u$ эсга олиб, буни оламиз:

$$m_1v_1 = -m_1u + m_2u = u(m_2 - m_1);$$

$$\frac{v_1}{u} = \frac{m_2}{m_1} - 1;$$

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{v_1}{u} + 1 = \frac{10}{20} + 1 = 1,5.$$

Жавоби: $m_2/m_1 = 1,5$.

Назорат саволлари

1. Қандай шартларда сақланиш қонуни бажарилади?
2. Жисм импульси дегани нима? Қандай ўлчанади?
3. Куч импульси дегани нима?
4. Импульснинг сақланиш қонуни таърифланг.
5. Қандай ҳаракатни реактив ҳаракат дейилади? Мисоллар келтиринг.
6. Тўлиқ механик энергиянинг сақланиш қонунини таърифланг.

★ Машқ

10

1. Массаси 10 кг бўлган қуми бор арава горизонтал текисликда 1 м/с тезлик билан сирғаниб келади. Аравага қарши горизонталь 2 м/с тезлик билан учиб келаётган массаси 20 кг шар қумга кириб туриб қолди. Ундан кейин арава қайси йўналишда ва қандай тезлик сирғанади?
2. Арава горизонталь йўлда 18 км/соат тезлик билан ҳаракатланиб келади да, юқорига чиқади. Арава йўл сатҳидан қандай баландликда тўхтайти? Ишқаланишни ҳисобга олманг.
3. Бикрлиги 100 Н/м, массаси 400 г бўлган пружина ерга 5 м баландликдан тушади. Агар тушган вақтда вертикаль ҳолатда қолса, у қанча сиқилади?

Ижодий топшириқлар

- I. Қуйидаги мавзулар бўйича реферат тайёрланг(хоҳишига кўра):
 1. Табиатдаги реактив ҳаракат.
 2. Реактив ва ракета двигателларининг яратилиш тарихи. Замонавий ракета элтувчилари.
 3. К.Э. Циолковский – ёзувчи-фантаст.
 4. Абадий двигателлар яшаш тарихидан.
 5. Космосдаги ҳаёт.
 6. Байқўнғир – космос космодроми.
- II. Автоматик планеталараро станциясининг (АПС) хронологик учиш жадвалини тузинг. Олинган натижани таҳлил қилинг. Қайси давлатлар космос тадқиқотлар билан шуғулланади? Қуёш системасидаги қандай осмон жисмлари кўпроқ ўрганилган? Диаграмма тузинг.

4-бобнинг хулосаси

Сақланиш қонунлари	Энергия	Иш
Импульснинг сақланиш қонуни	Кинетик энергия	$A = \frac{m v_2^2}{2} - \frac{m v_1^2}{2}$
$\vec{p}_{жс} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = const$	$W_k = \frac{m v^2}{2}$	$A = -(W_{p2} - W_{p1})$ $A = -\left(\frac{kx_2^2}{2} - \frac{kx_1^2}{2}\right)$
Энергиянинг сақланиш қонуни	Потенциал энергия	$A = -(mgh_2 - mgh_1)$
$W = W_k + W_p = const$	$W_p = \frac{kx^2}{2}$ $W_p = mgh$	

Динамика қонунлари

Импульснинг сақланиш қонуни

Агар системадаги жисмга таъсир этадиган ташки кучларнинг йиғиндиси нолга тенг бўлса, унда ўзаро таъсирлашаётган жисмларнинг ёпиқ системасининг импульси ўзгармас катталиқ бўлади.

Энергиянинг сақланиш қонуни

Фақат консерватив кучлар таъсир этадиган жисмларнинг ёпиқ системасида тўлиқ механик энергия ўзгармас катталиқ бўлиб қолади.

Глоссарий

Реактив ҳаракат деганимиз – жисмнинг бирор қисми ундан қандайдир тезлик билан ажралганда пайдо бўладиган ҳаракат.

Кинетик энергия – ҳаракатдаги жисмнинг энергияси.

Потенциал энергия – жисмларнинг ёки жисм зарраларининг ўзаро таъсирлашиш энергияси.

Тўлиқ механик энергия – жисмнинг потенциал ва кинетик энергияларининг йиғиндиси.

ГИДРОДИНАМИКА

Оғир массали атмосфера ҳавонинг ҳаракати, дарёдаги ёки сув қувиридаги сувнинг ҳаракати, қоннинг қон томирлари бўйича ҳаракати гидродинамика ва аэродинамика қонунларига бўйсунди.

Суюқлик билан газларнинг ҳаракатини текширишда уларнинг қатламлари орасидаги ички ишқаланиш ва газларнинг сиқилишига боғлиқ ҳодисалар қийинчилик туғдиради. Аталган бўлимда биз идеал суюқликдаги қаттиқ жисмларнинг ҳаракати билан уларнинг оқишини кўриб чиқамиз.

XVIII асрда Даниил Бернулли, Жан Лерон Даламбер, Леонард Эйлернинг асарларида гидродинамиканинг асослари мавжуд. «Гидродинамика» терминини Бернулли ўйлаб топган.

Бобни ўқиб-билиш орқали сиз:

- суюқликлар билан газларнинг оқишини тушунтиришни;
- боғлиқ, боғлиқ бўлмаган ва доимий физик катталикларни аниқлашни ва ўлчов катталикларини ҳисобга олишни;
- эксперимент натижасида таъсир этувчи факторларни аниқлашни ва уни яхши йўлини таклиф қилишни ўрганасиз.

11§. Суюқлик кинематикаси

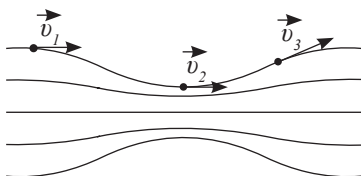
Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Газлар ва суюқликларнинг оқимини таърифлай оласиз.



Даниил Бернулли (1700–1782) – швед физиги ва математиги, 1725 – 1733 йиллари Петербург Фанлар академиясининг академиги, 1748 йилдан бошлаб, Париж Фанлар академиясининг аъзоси, гидродинамика билан математика-физиканинг, газларнинг кинетик назариясини асосчиларидан бири, «Гидродинамика» монографиясининг аuctори.



82-расм. Оқим чизиқлари

ёруғлик узунлиги суюқлик оқими тезлигига пропорционал бўлган кичкина чизиқлар шалида кўринади. Ялтироқларнинг ҳаракат йўналишига қараб, суюқликнинг юза қатламининг ҳар қандай нуқтасида суюқлик оқимининг йўналишини аниқлашга

I Гидро- ва аэродинамика

Гидро- ва аэродинамикани тарихий нуқтаи назардан қарасак, улар денгизларда сузиш сифатини орттириш борасида кема ҳаракатларини текшириш, елканнинг, винтнинг, қанотларнинг насос ва бошқа қурилмаларнинг ишлаш принципи кузатиб, ўқиб ўрганиш жараёнида пайдо бўлди.

Гидро- ва аэродинамика – суюқликлар билан газларнинг ҳаракатини ва суюқликлар билан газларнинг қаттиқ жисмлар билан ўзаро таъсирлашишини ўрганадиган механиканинг бўлими.

Гидродинамика турли соҳаларда – кемалар билан учиш аппаратларини, сув қувурлари билан нефть қувурларини, насослар билан гидротурбиналарни лойиҳалаш учун қўлланилади. Гидродинамиканинг вазифаси ҳаракатдаги жисмга таъсир этадиган кўтариш кучи билан қаршилик кучини ҳисоблаш киради. Гидродинамика масалаларини ечишни енгиллатиш учун «идеал суюқлик», «оқим элементи» тушунчаси киритилган.

Идеал суюқлик–ёпишқоқлик билан сиқилишини эътиборга олинмайдиган суюқлик .

Идеал суюқликда унинг қатламлари орасида ишқаланиш бўлмайди.

Оқим элементи – ҳаракат вақтида шаклини ўзгаришини эътиборга олинмайдиган шартли турда бўлинган кичик миқдордаги суюқлик (газ).

II Суюқликларнинг ҳаракатини текшириш. Оқим чизиқлари. Оқим найчаси

Суюқлик ҳаракатини билишнинг бир усули суюқликка металл ялтироқларини аралаштириб, кучли ялтирашини дарҳол суратга тушириш. Суратдаги

бўлади. Расмга тушириш вақтини бироз оширсак, чизикчалар туташ чизикқа бирикади, бу чизиклар *оқим чизиклари* дейилади (82-расм).

Оқим чизиклари – фазонинг ҳар қандай нуқталаридаги уринмаларининг йўналиши шу нуқталардаги суюқликнинг тезлик йўналиши билан мос келадиган чизиклар.

Суюқлик ҳаракатини текшириш пайтида оқим найчаси эътиборга олинади.

Оқим найчаси – газнинг ёки суюқликнинг оқим чизиклари билан чегараланган қисми.

Оқим чизигининг ҳар бир нуқтасидаги газнинг ёки суюқликнинг тезлиги уринма бўйича йўналган, шунга мос равишда *оқим найчининг ён сиртини ҳеч қаерда кесиб ўтмайди.*

III Ламинар ва турбулент оқим

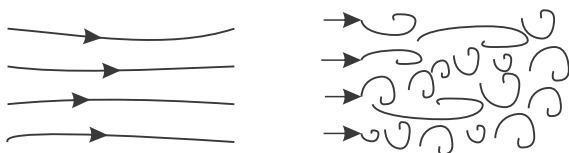
Гидродинамика қонунлари ламинар оқим суюқлик учун бажарилади.

Агар суюқлик қатламлари аралашиб кетмай, бир-бирга нисбатан сирпанса, оқим ламинар деб аталади.

Ламинар ёки қатламли оқим деб секин оқадиган дарёлардаги сувнинг оқими айтилади (83-расм). Фонтаннинг ламинар оқими шиша таёққа ўхшаб қўринади (84-расм). Ламинар оқим қилиш учун қурилмалар ёруғликнинг динамик ва ёруғлик сув музыкали сув фонтанларида қўлланилади (85-расм).

Суюқликнинг оқим тезлигини орттириш вақтида қуюн ҳосил бўладида, оқим турбулент бўлади (86-расм).

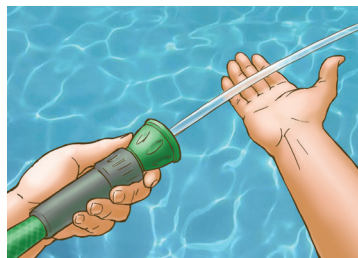
Суюқлик қатламлари аралашиб, қуюн пайдо бўладиган бўлса, оқим турбулент бўлади.



86-расм. Турбулент оқим пайтида оқим чизиклари



83-расм. Бухтарма дарёси, ламинар оқим



84-расм. Ламинар оқим пайтида оқим найчининг қўпдаланг кесими юзаси сақланади



85-расм. Сув фонтаннинг ламинар оқими

Турбулент оқимда газнинг ёки суюқликнинг берилган нуқтасидаги босим билан оний тезликнинг қиймати тартибсиз равишда ўзгаради. Бу катталикларни бирдек шартларда суюқликнинг барча қисмига тарқатиш ҳар хил бўлади ва такрорланмайди. Турбулент оқим учун босим билан тезликнинг ўртача қиймати қўлланилади. Турбулент оқимни тажриба асосида ўрганилади.

Газ билан суюқлик оқими ҳар турли бўлиши мумкин: стационар ва ностационар. Стационар ҳаракат деб фазонинг бирилган нуқтасида босими билан тезлиги вақт бўйича ўзгармайдиган суюқлик ҳаракатига айтамыз.

Фазонинг барча нуқтасидаги суюқлик элементларининг тезлиги вақт бўйича ўзгармайдиган бўлса, оқим стационар бўлади.

Тезлиги билан босими фазо координаталарига боғлиқ бўлибгина қолмай, бундан ташқари вақт бўйича ҳам ўзгарадиган ҳаракатни шаклланмаган ёки ностационар деб аталади.



Жавоби қандай?

1. Нега дарёнинг оқими кенг жойида ламинар, тор жойида эса турбулент бўлади? Нега сув қувурларидаги сувнинг оқими турбулент (87–88 расмлар)?
2. Нима учун турбулент оқимдаги оқим элементининг тезлиги ва босимининг оний қийматини ҳисоблаш мумкин эмас?
3. Нега ҳаво ва сув транспортлари учун турбулентлик оқим хавфли?



87-расм. Турғусин дарёси – фонтаннинг тармоғи



88-расм. Бурхон Булоқ водопади. Жунгория Олатови

IV Ёпишқоқ суюқлик оқими

Турли суюқлик қатламларининг қувурдаги ёки дарёдаги оқим тезлиги бирдай эмас. Қувурнинг четидagi ёки дарё ёқаси ва тубидаги тезлик ўртасидаги тезликка қараганда кам. 89-расмда қувур юзаси бўйича суюқлик тезлигининг бўлиниши тасвирланган: тезлик девор ёнида нолдан бошланиб, қувурнинг ўртасида максимал қийматгача ўзгаради. Тезликнинг ҳар турли бўлиши суюқликнинг ёпишқоқлиги билан ёки унинг қатламларининг орасидаги ички ишқаланиш кучининг таъсири билан тушунтирилади.

Ёпишқоқлик – реал суюқликнинг бир қисмининг иккинчисига нисбатан кўчишига қаршилик келтириш хоссаси.

Температура пасайган сари суюқликнинг ёпишқоқлиги ортади. Куз келганда дарёдаги сувнинг оқим тезлиги камади, қишда эса тўхташи мумкин.

Ичкиишқаланиш кучининг бўлиши ва қувур деворларига ишқаланиш қувур бўйича оққан суюқлик оқимининг йўналиши бўйича босимнинг камайишига олиб келади, қувурнинг четидан узоқлашган сайин, суюқлик оқимининг босими камай бошлайди. Бунга 90-расмда тасвирланган асбобни қўллаб, тажриба ўтказиш орқали ишонч ҳосил қилса бўлади.

V Жисмларнинг газлар ва суюқликлардаги ҳаракати. Стокс формуласи

Газлар ва суюқликлардаги жисмларнинг ҳаракати вақтида қаршилик кучи пайдо бўлади. Уларнинг пайдо бўлишининг икки сабаби бор:

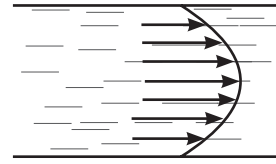
- 1) жисмнинг юзаси муҳитнинг қатламига ишқаланиши;
- 2) жисмнинг оқишида газ билан суюқлик оқимининг ўзгариши.

Муҳитнинг пешона қаршилик кучи муҳитнинг ёпишқоқлигига ва жисмнинг ҳаракат тезлигига, унинг ўлчамлари билан шаклига боғлиқ.

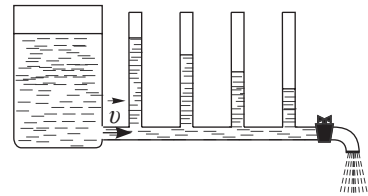
Ёпишқоқ суюқликка ёки газга тушган шарга таъсир этадиган пешона қаршилик кучи Стокс формуласи билан аниқланади. Стокс формуласи гидродинамикага муҳим ҳисса қўшган инглиз физиги Жордж Габриэль Стокснинг хурматига қўйилган.

$$F = 6\pi\eta rv,$$

бунда η – газнинг ёки суюқликнинг ички ишқаланиш коэффициентини ёки динамик ёпишқоқлик, ўлчов бирлиги $[\eta] = 1 \text{ Па}\cdot\text{с}$; r – шарнинг радиуси; v – шарнинг тезлиги.



89-расм. Қувурнинг ўртасида сувнинг оқим тезлиги максимал қийматга эга бўлади



90-расм. Суюқлик босимининг оқим йўналиши бўйича камайиши

Стокс формуласи суюқликнинг ёпишқоқлигини аниқлашга мумкинлик беради. Суюқликнинг ёпишқоқлини аниқлашга асосланган асбоб *вискозиметр* деб аталади. Гепплер вискозиметрининг ишлаши Стокс қонунига асосланган, у ёпишқоқ мухитда жойлашган найча каби ясалган (91-расм). Ёпишқоқлик тушган шарнинг вискозиметр найчасидаги белгилар орасидан ўтиш тезлиги бўйича аниқланади, у 1-дан 3% гача ўлчаш имконини беради.



91-расм. Вискозиметр

Назорат саволлари

1. Қандай суюқликни идеал суюқлик деб аталади?
2. Оқим чизиқлари деганимиз нима? Оқим найи-чи?
3. Газлар ва суюқликлар оқимининг қандай турларини биласиз? Уларнинг қандай фарқи бор?
4. Ички ишқаланиш кучи қувурдаги суюқликнинг оқим тезлигига қандай таъсир этади?
5. Газлар билан суюқликлар ҳаракатига қаршилик кучининг пайдо бўлиш сабабини айтинг.
6. Суюқлик ёпишқоқлиги қандай аниқланади? Уни нима билан ўлчанади?

Диаметри 1 мм пўлат шар $0,185 \text{ м/с}$ ўзгармас тезлик билан майсана мойи тўлдирилган катта идишга қулайди:

- а) пўлат зичлиги 7800 кг/м^3 , $g \approx 10 \text{ м/с}^2$ деб олиб, пўлат шарга таъсир этадиган оғирлик кучини аниқланг;
- б) майсана мойининг зичлиги 900 кг/м^3 , Архимед кучини аниқланг;
- в) оғирлик кучи Архимед ва Стокс кучларининг йиғиндисига тенг дейишга бўладими? Кучларнинг нисбатини ёзинг;
- г) шарга таъсир этадиган кучларни тасвирланг;
- д) Стокс кучини аниқланг;
- е) майсана (кастор) мойининг динамик ёпишқоқлигини аниқланг.

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзулар бўйича ҳисобот тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. Гидродинамиканинг асосчилари.
2. Гидро- ва аэродинамика қонунларини об-ҳавони башоратида қўлланиш.
3. Ламинар оқимни бошқариладиган фонтанлар, уларнинг ишлаш принципи ва тузилиши.

5-бобнинг хулосаси

Стокс формуласи

$$F = 6\pi\eta r v$$

Глоссарий

Вискозиметр – суюқликнинг ёпишқоқлигини аниқлашга мўлжалланган асбоб.

Гидро- ва аэродинамика – суюқликлар ва газларнинг ҳаракатини, суюқликлар ва газларнинг каттиқжисмлар билан ўзаро таъсирини текширадиган механика бўлими.

Идеал суюқлик – ёпишқоқлиги ва сиқилувчанлиги эътиборга олинмайдиган суюқлик.

Оқим чизиқлари – фазонинг ҳар қандай нуқталаридаги уринмаларининг йўналиши шу нуқталаридаги суюқлик тезлиги йўналиши билан мос келадиган чизиқлар.

Оқим найчаси – газ ёки суюқликнинг оқим чизиғи билан чегараланган қисми.

Агар суюқлик қатламлари аралашиб кетмасдан, бир-бирига нисбатан силжиса, оқим **ламинар** деб аталади.

Суюқ қатламлари аралашиб, уярма пайдо бўладиган бўлса, оқим **турбулент** бўлади.

Фазонинг барча нуқтасидаги суюқлик элементларининг тезлиги вақт бўйича ўзгармайдиган бўлса, оқим **стационар** бўлади.

Молекуляр физикада иссиқлик ҳодисаларни ўқитишда статистик ва термодинамик усуллари қўлланилади.

Статистик усул молекуляр-кинетик назарияга асосланган. Аталган назарияда физик ҳодисалар модданинг ички тузилиши ҳақидаги билим асосида қаралади.

Термодинамик усул иссиқлик ҳодисаларини модданинг ички тузилиши ҳақидаги билимни фойдаланмай, термодинамика қонунлари ва системани тавсифлайдиган параметрлар – температура, босим ва ҳажм асосида ўрганиш қаралади.

6–БОБ

МОЛЕКУЛЯР– КИНЕТИК НАЗАРИЯСИНИНГ АСОСЛАРИ

Модданинг атом тузилиши ҳақидаги гипотезани энг биринчи Демокрит тавсия қилди. XX асрда ҳар турли моддаларнинг молекулалари ўлчамлари, массалари, тезликлари, молекуладаги атомларнинг жойлашуви аниқланди, яъни модда тузилишининг молекуляр-кинетик назарияси тўлиқ шакланган. Молекуляр-кинетик назарияни очишида рус олими М.Ломоносов, немис физиги Р.Клаузиус, инглиз физиклари Ж.Жоуль, Ж.Максвелл, австрия физиги Л.Больцман муҳим рол ўйнади. XX аср охирида ҳар турли моддаларнинг молекулаларнинг ўлчами, уларнинг массаси ва тезлиги ўлчаниб, молекулалардаги атомларнинг жойлашуви аниқланди, яъни моддалар тузилишининг молекуляр-кинетик назарияси асосан яқунланди.

Бобни ўқиб–билиш орқали сиз:

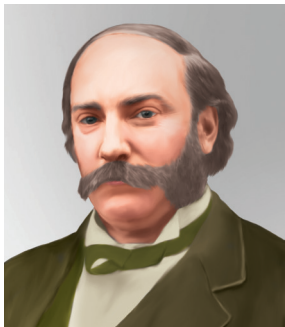
- молекуляр-кинетик назарияни ва идеал газ моделини тавсифлашни;
- молекуляр-кинетик назария асосида қаттиқ жисмнинг, суюқлик билан газнинг моделларини тавсифлашни;
- кристалл ва аморф қаттиқ жисмларнинг тузилиши билан уларни ажратишни ўрганасиз.

12§. МКН асосий қоидалари. Термодинамик параметрлар

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- молекуляр-кинетик назарияни ва идеал газ моделини тавсифлашни;
- молекуляр-кинетик назария асосида қаттиқ жисмнинг, суюқлик ва газнинг моделларини тавсифлашни ўрганадиз.



Джон Уильям Стретт, лорд Рэлей (1842–1919) – 1904 йили «газ каби элементларнинг зичлигини текширган ва шунга мос равишда аргонни очгани учун» Нобель мукофотини олган инглиз физиги ва механиги. Рэлей 1879 йили Кембридж университетининг профессори аталди ва Кавендиш лабораториясининг директори бўлди. 1908–1919 йиллари Кембридж университетининг президенти вазифасини бажаради.

I Молекуляр-кинетик назариянинг асосий қоидалари

7, 8-синфлардаги физика курсида «Модданинг тузилиши» ва «Исиклик ҳодисалари» мавзуларини ўқиб ўрганиш борасида молекуляр билан атомлар ҳақида, уларнинг ўзаро боғлиқлиги ва ҳаракати ҳақида бошланғич тушунчалар олдингиз. Диффузия ва броун ҳаракати, суюқликнинг капилляр бўйича кўтарилиши ва оқиши, қайнаш ва буғланиш, эриш ва кристалланиш каби ҳодисаларни МКН – молекуляр-кинетик назария ва унинг уч қоидаси асосида осон тушунтиришга бўлади.

1. Барча моддалар жуда кичик зарралардан – орасида бўш оралиқлари бор молекулалар билан атомлардан иборат.
2. Модда зарралари тўхтовсиз ва тартибсиз ҳаракатланади.
3. Модда зарралари бир-бири билан ўзаро таъсирлашади.

II МКН I қоидасининг тажрибавий далили

Инглиз физиги Ж.Рэлейни молекуланинг массаси ва ўлчамларини текшириш МКН I қоидасининг ишончли далили бўлади.

Бир томчи зайтун мойининг сувнинг юзасида бир молекула қалинлигига тенг қатламда ёйилишини чамалаб, у унинг ўлчамини аниқлади:

$$d = \frac{V}{S},$$

бунда d – молекуланинг диаметри, V – ёйилган томчининг ҳажми, S – томчининг юзаси.

Молекуланинг ҳажмини $V_0 = d^3$ тенг деб олиб, унинг модданинг бутун ҳажмидаги сонини топди:

$$N = \frac{V}{V_0}.$$

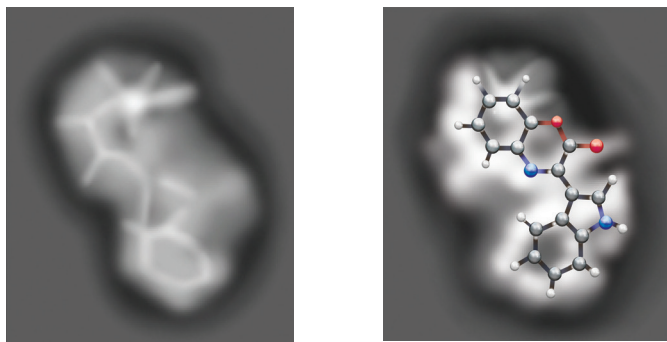
Дж. Рэлей мой томчисидаги молекулалар сонининг ва унинг массасининг қиймати маълум бўлган ҳолда бир молекуланинг массасини ҳисоблади:

$$m_0 = \frac{m}{N}$$

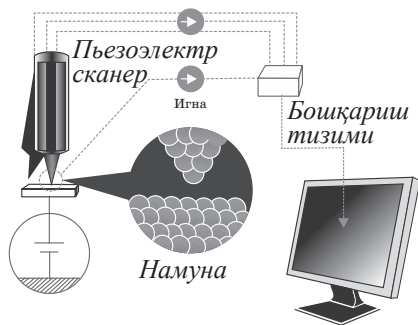
Рэлей усули бўйича олиб борилган тажрибаларнинг натижалари молекулалар ўлчами 10^{-9} м, массаси 10^{-26} кг эканини кўрсатди.

Олимлар электронни, ундан кейин туннель микроскоплар ясалгандан кейин, МКН I қондасининг тўғрилигига ҳеч қандай шубҳа қолмади.

Таъсир этиш принципи модданинг юза қатламини тушириб олишга асосланган туннель микроскоп туфайли атомлар ва молекулаларнинг жойлашуви тасвирланган расм олинди (92-расм). Сканерловчи туннель микроскопнинг металл игнаси буюм сиртида нанометрдан оз масофада сирғаниб юради (93-расм).



92-расм. Моддалардаги молекулаларнинг жойлашуви тасвирланган расм



93-расм. Туннель микроскопнинг таъсир этиш принципи

Ҳаракат пайтида игнага озроқ потенциал берилди, натижада игна ва намуна орасида туннель оқим пайдо бўлади – намунадаги электронлар игнагача бўлган масофада юриб ўтиб, игнага ўтади. Электронларнинг сони игнанинг учигача бўлган масофага боғлиқ, шунинг учун туннель оқимининг қиймати-ни аниқлаш давомида олимлар намуна юзасининг



Жавоби қандай?

1. Нима учун молекулалар атомлардан фарқли?
2. Ҳаводаги тутуннинг йўқолиб кетиш сабабини тушунтиринг.
3. Нега икки қорғошин бўлағига қараганда икки пластилин бўлағини бирлаштириш осон?



Эътибор беринг!

Муҳит юзасига 1/16 мкм қатлами билан ёйилган бир тонна нефть 12 км² атрофида юзани олади.



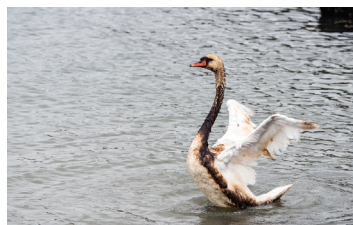
Ўз тажрибангиз

1. Молекула ўлчами 10^{-9} м³ деб олиб, дарслиқдан варағидаги молекулалар сонини аниқланг.
2. Қўлда ясалган палетканинг ёрдамида нефть доғининг юзасини аниқланг. Расмга олиш ҳажмининг масштаби М1:100000 деб олинг (94-расм).



94-расм. Тўқилган нефть

рельефи қандай эканини тушуна олади. Туннель микроскопнинг ясалиши нанооламни ривожланишга қўйилган ҳақиқий қадам бўлди. Ушбу ютуқлар учун 1986 йили Цюрихдаги IBM компаниясининг текширув марказининг ходимлари Г.Биннинг билан Г.Рорерге Нобель мукофотига сазовор бўлди.



95-расм. Нефть тўкилган зонада қушлар ва ҳайвонларнинг ҳалок бўлиши

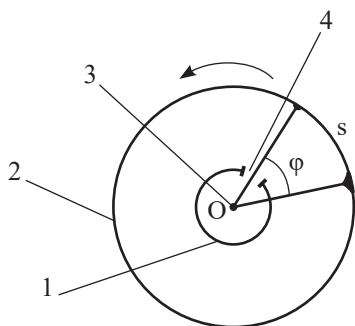


Жавоби қандай?

1. 550 минг тонна юк қўтарадиган танкердан тўкил-нефть қанча ерни олади? Каспий денгизининг юзаси билан таққосланг (371000 м²).
2. Нефтнинг тўкилиши қандай экологик офатга олиб келади? (95-расм)

III Штерн тажрибаси молекуляр-кинетик назариянинг иккинчи қондасининг далили

1920 йили немис физиги Отто Штерн молекуларлар ҳаракатининг ўртача тезлигини аниқлашга доир тажриба қилди. Текис горизонтал таянчга OO_1 ўқи атрофида (96-расм) айлана оладиган икки коаксиал цилиндр (1) жойлаштирди. Ички цилиндрда (4) тор диафрагма (2) бор. Барча тизимни вакуумга жойлаштирилган. OO_1 ўқи бўйлаб кумуш билан қопланган платина сим (3) тортилган, уни юқори температурагача қиздирилади. Кумуш атомлари юза қатламидан бугланиб, ички цилиндрнинг тор диафрагмаси орқали сиртки цилиндрнинг (2) деворига учиб бориб, тешикка қарши нозик чизиклар шаклида сақланади.



96-расм. Штерн тажрибасини ясаш учун қурилма схемаси

Цилиндрларнинг ω бурчак тезлик билан айланиш вақтида, атомларни иккинчи цилиндрнинг деворига



Отто Штерн (1888–1969) – немис физиги. 1923 йилдан бошлаб Гамбург университети физика-химия лабораториясининг профессори ва директори бўлган. 1933 йилдан бошлаб Питсбургдаги (АҚШ) Карнеги Технология институти профессори. 1943 й. Штерн физика бўйича Нобель мукофотини олган.



Жавоби қандай?

1. Штерн тажрибасидаги қурилма нега вакуум камерага жойлаштирилган?
2. Штерн тажрибасида айланувчи цилиндрнинг сирткига ўтирган кумуш қатлами қалинлиги нега ҳамма жойда бирдай эмас?

етиш учун керакли t вақт оралиғида, цилиндрлар φ бурчакка бурилади. Натижада атомлар олдинги қатордан s масофада пуфакча чизиғи сифатида сақланади. Штерн цилиндрлар орасидаги кумуш атомларининг ўртача тезлиги қуйидагича ҳисоблади:

$$v = \frac{R-r}{t}, \quad (1)$$

бунда R – сиртки цилиндрнинг радиуси, r – ички цилиндрнинг радиуси.

Кумуш қаторнинг кўчишини цилиндрнинг айланиш тезлиги орқали кўрсатсак:

$$s = v_{\text{ц}} t = \omega R t \quad (2)$$

бунда $v_{\text{ц}}$ – сиртки цилиндрнинг айланишининг чизиқли тезлиги, Штерн цилиндрлар орасидаги атомларнинг учуш вақтини аниқлади:

$$t = \frac{s}{\omega R} \quad (3)$$

Шу формулани эсга олиб, (1) формуладан қуйидаги ифодани олди:

$$v = \frac{\omega R(R-r)}{s} \quad (4)$$

Тажриба орқали олинган s ва R , r , ω қийматлари маълум вақтда кумуш атомларининг ўртача тезлиги аниқланди, у 650 м/с тенг бўлди.

IV Молекулалар орасидаги ўзаро таъсирлашиш кучи – молекуляр-кинетик назариянинг учинчи қоидасининг далили

Молекулалар атомлари мусбат зарядланган ядролардан ва манфий зарядланган электронлардан ташкил топган. Сиқилиш деформацияси ёки чўзилиш вақтида жисмнинг ўлчами билан шаклининг бошланғич ҳолатига келтиришга ҳаракат қиладиган куч пайдо бўлади. Бу куч модданинг атомлари ва молекулалари орасида ўзаро электромагнит таъсир туфайли юзага келади.

97-расмда графиклар берилган: 1-график – атомлар орасидаги итариш кучининг уларнинг орасидаги масофага боғлиқлигини, 2-график – атомларнинг тортишиш кучининг уларнинг орасидаги масофага боғлиқлигига тўғри келади, 3-график – молекулалар ўзаро таъсирлашувнинг натижа кучи. Графикка қараб, шундай хулоса чиқаришга бўлади: $r \leq r_0$ бўлса, итаришиш кучи ортади, агар $r \geq r_0$ бўлса, тортишиш кучи ортади. $r = r_0$ масофада итаришиш кучи билан тортишиш кучи тенг, шундан тенг таъсир этуши кучи нолга тенг $F = 0$.



Топшириқ

Идеал газнинг ва қаттиқ, суюқлик ҳолатдаги моддаларнинг моделини тасвирланг.



Жавоби қандай?

1. Тасвирлаган моделларнингизни қандай фарқи бор?
2. Моддаларнинг газ каби ҳолдаги моделининг идеал газдан қандай фарқи бор?

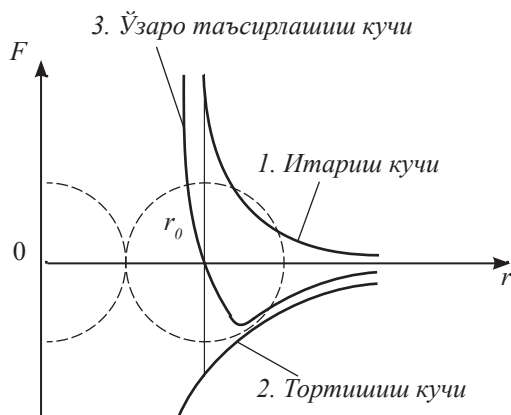


Эсда сақланг!

Сийраклаштирилган реал газлар идеал газларга ўхшашди. Паст босимда ва юқори температурада барча газларнинг хоссаси идеал газга яқин бўлади.

Юқори босим шароитида газ молекулалари бир-бирига яқинлашади, бу ҳолда уларнинг ўлчаларини ҳисобга олмаслик бўлмайди. Температура камайганда молекулаларнинг кинетик энергияси камаяди, нисбатан потенциал энергияга тенг бўлади.

Кучнинг масофага боғлиқлик графиги молекула оралиқ кучларнинг молекула ўлчамларига тенг масофаларда пайдо бўлишини исботлайди. 2–3 молекула ўлчамига тенг масофада молекулаларнинг ўзаро таъсирлашиш кучи йўқолади.



97-расм. Атомларнинг ўзаро таъсирлашиш кучларининг уларнинг орасидаги масофага боғлиқлик графиги

V МКН асосида суюқлик ва газнинг, қаттиқ жисмнинг модели. Идеал газ

Сизларга моддаларнинг ҳар хил агрегат ҳолатлардаги хоссалари 7-синфдан таниш. Уларнинг асосийларини эсга туширайлик: қаттиқ жисм ўзининг шакли билан ҳажмини сақлайди. Суюқликлар ҳажмини сақлаб, шаклини осон ўзгартиради, улар оқувчандир. Газлар берилган ҳажми тўлиқ эгаллайди, уларнинг шакли ҳам ҳажми ҳам бўлмайди. Моддаларнинг ҳар хил агрегат ҳолатлардаги хоссалари билан МКН уч қоидаси ҳақидаги билим асосида уларнинг тузилишини моделлаш қийинчилик туғдирмайди.

Газларда бўладиган иссиқлик ҳодисаларини математик нуқтаи назардан тавсифлаш учун идеал газ тушунчаси киритилган.

Идеал газ – молекулалар орасидаги ўзаро таъсирлашишнинг потенциал энергиясини эътиборга олинмайдиган газнинг физик модели; молекулалар орасидаги масофалар молекулалар ўлчамидан кўп марта ортиқ. Молекулалар орасидаги итарилиш ва тортилиш кучлари бўлмайди, зарраларнинг ўзаро ва деворларга тўқнашиши абсолют эластик бўлади.

Паст босим ва юқори температура ҳолатидаги реал газни идеал деб ҳисоблашга бўлади.

VI Молекуляр–кинетик назариянинг (МКН) мақсади ва вазифаси. Термодинамик параметрлар. МКН–нинг асосий тенгламаси

Молекуляр-кинетик назариянинг мақсади – барча жисмлар тартибсиз (хаотик) ҳаракатланадиган алоҳида зарралардан тузилган тушунча асосида иссиқлик ҳодисаларининг қонунийлиги билан макроскопик жисмларнинг хоссаларини тушунтириш.

Молекуляр-кинетик назариянинг асосий вазифаси – моддаларнинг микроскопик ва макроскопик параметрлари орасида боғлиқлик ўрнатиш, аталган модда ҳолати тенгламасини топиш.

Молекуляр оламни тавсифлайдиган ўлчамлар, масалан молекуланинг тезлиги, унинг массаси, энергияси *микроскопик* (грек тилидан ўзгартирганда «микрос» – кичик) *параметрлар* деб аталади.

Макроскопик (грек тилидан ўзгартирганда «макрос» – улкан) ўлчамлари ва параметрлар деб жисмларнинг ҳолатини, уларнинг ички тузилишини эътиборга олмай тавсифланадиган ўлчамларни айтилади.

Жисмларнинг ҳолатини тавсифлайдиган макроскопик ўлчамларни термодинамик параметрлар деб аталади. V ҳажм, p -босим ва T температура – термодинамик параметрлар ҳисобланади.

Олимлар идеал газнинг макроскопик ва микроскопик параметрлари орасидаги муносабатни аниқлади. Катталиклар орасидаги боғлиқликни молекуляр-кинетик назариянинг асосий тенгламаси деб аталди:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2 \quad (5)$$

бунда p – газ босими, n – концентрация, m_0 – атом массаси, v – ўртача квадратик тезлик.

Молекулалар концентрацияси газнинг зичлиги билан $n m_0 = \rho$ нисбати билан боғлиқ, (5) формулага кўйсак:

$$p = \frac{1}{3} \rho \bar{v}^2. \quad (6)$$

Агар молекулаларнинг ўртача кинетик энергияси $\bar{E} = \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$ эканини эсга олсак, унда (5) тенглама куйидагича бўлади:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \bar{v}^2 \cdot \frac{2}{2} = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \bar{v}^2}{2}$$

$$\text{ёки} \quad p = \frac{2}{3} n \bar{E}. \quad (7)$$

(5), (6) ва (7) нисбатларни *молекуляр-кинетик назариянинг асосий тенгламаси* деб аталади.

Молекуляр-кинетик назариянинг асосий тенгламаси макроскопик параметрларни микроскопик параметрлар билан боғлайди.

Назорат саволлари

1. Молекуляр-кинетик назариянинг асосий қоидаларини айтиб беринг.
2. Штерн тажрибасининг мақсади нимада?
3. Молекуляр ўзаро таъсирлашиш кучлари қандай хоссага эга?
4. Идеал газ модели қандай бўлади?

★ Машқ

12

1. Зичлиги $\rho = 920 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, массаси 0,023 мг бўлган сув юзасига тўкилган минерал мойининг томчи юзаси 60 см² бўлган қатлам бўлиб ёйилди.

Қатламдаги молекулалар бир қаторга жойлашган деб олиб, унинг қўлдаланг ўлчамларини аниқланг.

2. Агар Штерн тажрибасида асбобнинг айнаलिш частотаси 150 с^{-1} бўлганда, уларнинг бурчак оғиши $5,4^\circ$ бўлса, кумуш буғи молекулаларининг тезлиги қандай бўлади? Ташқи ва ички цилиндрларнинг оралиғи 2 см.
3. Ҳажми $V = 1$ л идишда массаси 2 г водород бор. Агар водород молекулаларининг ўртача квадратик тезлиги $v = 400$ м/с бўлса, унинг босими қандай?

Ижодий топшириқларлар

1. Нефть қувурларида ва нефть танкерларида бўлган офатлар статистикасини текширинг. Мамлакатлар билан корхоналар бўйича таққослаш жадваллар (графиклар, диаграммалар) тузинг.
2. Қуйидаги мавзулар бўйича ҳисобот тайёрланг (хоҳишига кўра):
 - 1) Қалимги философларнинг модда тузилишига кўз қараши. Моддалар тузилишига атомистик кўзқараш.
 - 2) Табиатдаги, турмушдаги ва ишлаб чиқаришда диффузия.

13§. Кристалл ва аморф жисмлар

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- кристалл ва аморф қаттиқ жисмларнинг тузилишини ажрата оласиз.



Жавоби қандай?

1. Нега монокристаллар поликристалларга қараганда қимматроқ?
2. Нега тош билан ғиштнинг устига чизиш мумкин, бироқ аксинча, ғишт билан тошни устига чизиқ чизолмаймиз?
3. Нега қаламнинг графит ўзакчаси ўқига перпендикуляр йўналишдагина енгил чизади?

I Кристалл ва аморф жисмлар. Қаттиқ жисмларнинг изотроп ва анизотроплиги

Шакли ва ҳажмини сақлайдиган жисмларни қаттиқ жисм деб аталади. Физикада қаттиқ жисмлар кристаллар ва аморф жисмларга бўлинади. Кристаллар монокристаллар ва поликристаллар сифатида таснифланади.

Аморф жисмларда кристалл жисмлардан аниқ эриш температураси бўлмаслиги билан фарқланади. Физикада аморф жисмларни қовушқоқ суюқлик каби қаралади. Аморф жисмларга мум, янтарь, пластилин, шиша, қаттиқ смолани киритиш мумкин. Аморф жисмларнинг кристалл панжараси бўлмайди, улар изотропдир.

Изотроп – модданинг физик хоссалари ҳамма йўналиш бўйича бир хил.

Монокристалл шаклидаги кристалл жисмлар анизотропдир.

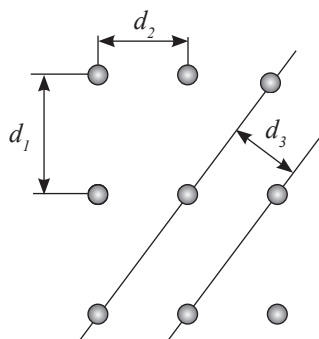
Анизотроп – модданинг физик хоссаларининг унинг ичида олинган йўналишларга боғлиқлиги.

Табийий ҳолда кварц (98-расм), топаз, олмос, сутас, графит тўғри геометрик шаклга эга йирик монокристалларни турлари бўлади.

Кристалларнинг механик, иссиқлик, электр ва оптик хоссаларининг анизотроп ҳолатини модда зарраларининг ўзаро таъсирлашиш кучининг кристалл панжарадаги йўналиш танлашига боғлиқлиги билан осон тушунтиришга бўлади. Уларнинг ҳар турли йўналишдаги оралик масофалари бошқача бўлади $d_1 > d_2 > d_3$ (99-расм).

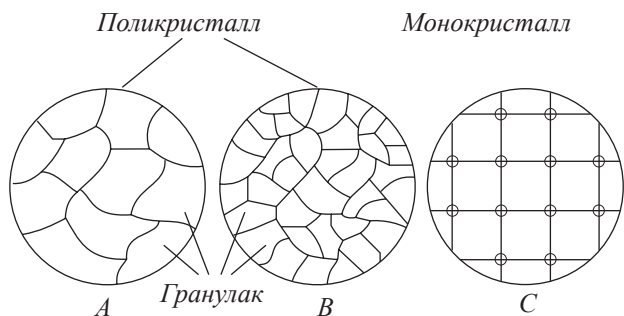


98-расм. Сутас ва тугинли кварцнинг монокристаллари



99-расм. Монокристаллар анизотроп

Поликристаллни жисм ўлчамлари 1-2 мкм-дан бир неча мм гача ўзгариб турадиган бир-бирига нисбатан тартибсиз йўналган монокристаллар шаклида мавжуд (100-расм). *Поликристалл жисм изотроп.* Агар поликристаллда гранулаларнинг йўналиш афзалликлари бўлса, унда поликристалл текстуралик бўлади да, анизотроп хоссага эга бўлади. Узоқ жараён давомида поликристалларда йирик кристалл блоклар пайдо бўлади. *Рекристаллизация – яққаланган гранулаларнинг ўзга гранулалар туфайли оз миқдорда ўсиш ҳодисаси ўрин олади.* Поликристалл жисмларга металллар, поликристалл олмозлар, керамика киради.



100-расм. Поликристаллнинг тузилиши

II Кристалл панжара. Кристаллдаги нуқсонлар

Кристаллнинг ички тузилишини кўрсатиш учун уни кристалл панжара кўринишда тасвирланади.

Кристалл панжара – кристалл тугунларидаги атом ва молекулаларининг мувозанат марказига мос келадиган фазовий панжара.

Кристалл панжарадаги тугунларнинг жойини ионли микроскопи ёрдамида кўриш мумкин.

Барча кристаллар тўрт турга бўлинади: ионли, атом, молекуляр ва металл.

Нуқсоннинг нуқтавий чизикли турлари бўлади. Нуқтавий нуқсонга атомларидан бирини бегона атомга алмашиши (101 а) расм), панжара тугунлари орасидаги фазога атомларнинг кириши (101 б) расм), кристалл панжара тугунларининг бирида атомларнинг бўлмаслиги (101 в) расм) ётади. Чизикли нуқсонлар кристалл текислигида атомларнинг жойлашиш тартиби бузилганда рўй беради (101 г) расм).



Жавоби қандай?

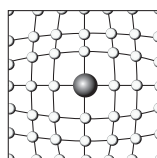
1. Нега монокристаллар анизотроп, поликристаллар эса изотроп?
2. Нега аморф жисмларнинг маълум бир эриш температураси бўлмайди?
3. Панжаранинг ионли, атомли, молекулали ва металл турларининг фарқи нимада?



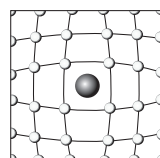
Эсингизга туширинг!

Ташқи кучларнинг таъсири тўхтатилганда йўқоладиган деформация *эластик деформация* деб аталади.

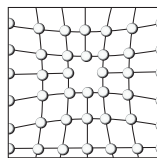
Ташқи кучларнинг таъсири тўхтатилганда йўқолмайдиган деформация *пластик деформация* деб аталади.



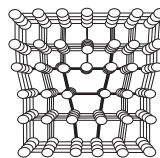
а)



б)



в)



г)

101-расм. Нуқсон турлари

III Кристалл жисмларнинг мустаҳкамлиги ва қаттиқлиги

Жисмнинг ташқи кучларнинг таъсиридан бузилишига қаршилик кўрсатиши унинг мустаҳкамлигини билдиради. Нуқсонли бор кристаллларнинг мустаҳкамлигидан тоза кристаллларни мустаҳкамлиги ўн марта, хаттоки юз марта кўпдир. Техникада барча материаллар мустаҳкамлиги билан бирга қаттиқлиги фарқланади. *Қаттиқлик – материалларнинг ўзга материалнинг юзасини бузиш хоссаси.* Қайси материал бошқасини юзини чизиб ўтса, шу қаттиқ бўлиб саналади. Ишлов бериладиган металлга қараганда металл кесадиган кескич ва бурғиларнинг қаттиқлиги юқори бўлиши керак. Уларни кобальт билан цементланган титан ёки вольфрам карбиди гранулаларидан иборат жуда қаттиқ қуймалардан ясалади.

Бу қизиқ!

Кристалл мустаҳкамлигини орттириш учун конкрет нуқсонлар туғдиради. Улар тасодифий нуқсонлар занжиридаги боғлиқликни узилмаслигини тартибга солади. Масалан, пўлат таркибида уч марта вольфрам, хром бўлгандагина жуда мустаҳкам бўлади.

IV Жисмларнинг эластик ва пластик деформацияси. Қаттиқ жисмларнинг эластик ва пластик деформацияси

Ташқи кучлар таъсиридан кристалл зарралари силжийди, шунинг таъсиридан жисм деформацияланади, яъни ҳажми ва шакли ўзгаради.

Жисм ўзининг бошланғич шаклига қайтиб келиш хоссаси жисмнинг эластиклиги деб аталади. Барча кристалл жисмлар, резина эластиклиги хоссасига эга.

Жисмнинг ташқи кучлар таъсиридан ўзгарган шаклини сақлаш хоссаси жисмнинг пластиклиги деб аталади. Бундай пластиклик аморф жисмларга хос.

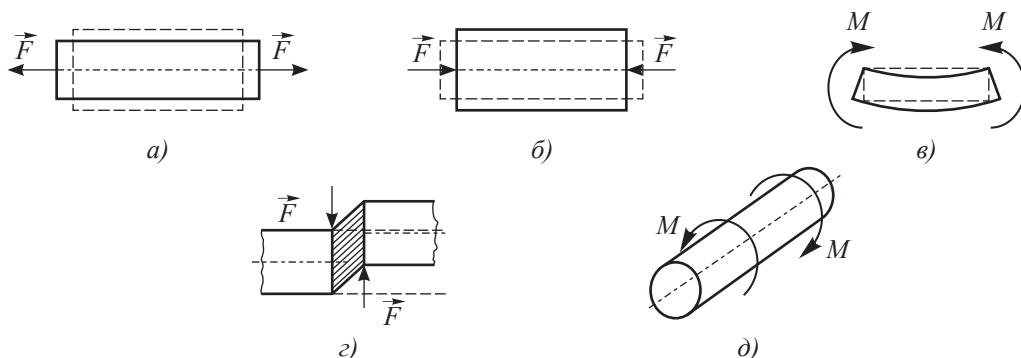
V Эластик деформациянинг турлари

Қаттиқ жисмларнинг деформацияси ташқи кучларнинг тушиш нуқтаси билан йўналиши қараб тўртга бўлинади: *чўзилиш ёки сиқилиш, эгилиш, силжиш ва бураллиш.*

Жисм ўқи бўйича қарама-қарши йўналишларга қўйилган катталиклари бирдай икки кучнинг таъсир этишидан жисм узунлигининг ортиши чўзилиш деформацияси дейилади (102 а) расм). Чўзилиш деформацияси симларда, арқонларда бўлади.

Топшириқ

Эластик ва пластик деформациясига мисол келтиринг.



102-расм. Эластик деформация турлари

Жисм ўқи бўйича бир-бирига қарама-қарши йўналган кучларнинг таъсиридан жисм узунлигининг қисқариши сиқилиш деб аталади (102 б) расм). Сиқилиш деформацияси уйнинг деворларида таянч устунларида бўлади.

Эгилиш – бир вақтда жисм юзининг қарама-қарши учларининг чўзилиши ва сиқилиши деформацияси (102 в) расм). Бундай эгилиш иморатларнинг томларида, кўприкларда бўлади.

Жисм қатламларининг заиф таъсирга эга кучларнинг таъсиридан бир-бирига нисбатан кўчишини силжиш деформацияси деб аталади (102 г) расм). Силжиш деформацияси таянч қисмларида, бир-бирига нисбатан ишқаланиб ҳаракатланадиган жисмларда бўлади.

Жисм ўқиға перпендикуляр текисликка туширилган кучларнинг таъсиридан жисм қатламларининг бир-бирига нисбатан буралишига буралиш деформацияси дейилади (102 д) расм). Отвёртка, машина рули буралиш деформациясига киради.

VI Монокристаллар ва поликристалларнинг қўлланилиши

Қадимдан бошлаб табиий монокристаллардан турли ялтирайдиган қиммат баҳо буюмлар, тақинчоқлар ясаиб келинган. Олмосдан, сутасдан, малахит, ёкут, марвариддан ва бошқа табиий монокристаллардан ясалган заргарлик тақинчоқлари бугунги кунгача сўранишга эга. Оптика, лазер техникаси, ярим ўтказгичлар электрониканинг ривожланиш борасида монокристалларга бўлган илмий-техник қизиқиш ортди. Оҳақ шпатининг хоссаларини текшириш орқали ёруғлик поляризацияси, поляризация асбоблари ва 3D расмлар пайдо бўлди. Спектроскопда кварц шишадан ясалган призмаларни ёруғликни спектрал парчалаш учун қўлланила бошлади. Барча замонавий электр қурилмаларда жуда тоза монокристалл материаллардан ясалган қисмлар бўлади. Мустаҳкамлиги юқори табиий монокристалл олмос қурилишида оғир машина ясашда, фойдали қазилмалар ишлаб чиқаришида фойдаланилади. Олмосдан бурғи, арра, металлни кесадиган қайчи, текислаш ғилдираклар ясалади. Олмос табиатда кам учрайди. Сунъий монокристалларни ишлаб чиқариш натижасида, ишлаб чиқаришда олмосдан фойдаланиш 97%-гача ортди.

Электр энергиясининг муқобил манбаларига қуёш панелларини ясашда қўлланиладиган материал жуда тоза кремний катта талабга эга бўла бошлади. Кремний монокристаллини сунъий равишда кремний эритмасидан олинади, қалинлиги 0,2–0,4 мм бўлган қисмларга бўлиб, қайта ишланган материални қуёш панеллари таркибида бўлган фотоэлементлар ясаш учун фойдаланилади (103-расм). Кремний эритмасини секин совутганда ундан кремний поликристали чиқади. Бу вақтда бажариладиган иш монокристални кремний ишлаб олганга караганда қийин бўлади. Аммо у ҳам қуёш панелларини ясаш учун фойдаланилади (104-расм). Поликристалл кремнийнинг



103-расм. Монокристаллардан ясалган қуёш панеллари



104-расм. Поликристаллардан ясалган қуёш панели

камчилиги – унинг сифатини камайтирадиган гранулаларнинг бўлиши. Монокристалл панеллари сериялаб ишлаб чиқариш қуёш энергиясини қайта ишлашда 22% гача самарали, поликристаллни панелларини сериялаб ишлаб чиқариш 18% самарали. Бу кремний монокристаллининг соф хом ашё бўлиши билан тушунтирилади, қуёш батареяларида 100% гача етади.

VII Қозоғистон Республикасида кремний ишлаб чиқариш

Дунё юзи энергиянинг альтернатив манбаларидан фойдаланишга боғлиқ қуёш батареяларига талаб ортмоқда.

Қозоғистон Республикасида кремний ишлаб чиқариш саноатини яратиш давлат дастури асосида 2014 йилдан бошлаб Шимкент шаҳрида «Стекло К» ЖШС ишлаб чиқариш базасида юқори сифатли кремний ишлаш лойиҳаси ишлаб чиқилди, ишга туширилди. Бу лойиҳа Билим ва фан Министрлигининг «Инновацион натижага йўналган университет билимларни ривожлантириш» дастурига киритилди. Лойиҳанинг икки даврини бириктириб, завод уч маҳсулот чиқарилди: ферросилиций, техник кремний ва оқ куйи. 300 тонна оқ куйидан 200 тонна сифатли кремний олишга бўлади. Сифатли кремний олиш процессини мукаммаллаштириш, фотоэлектрик конверторлар ва қуёш батареялари панелларини монтаж қилиш режалаштирилган.

2016 йили Қарағанда шаҳрида кремний металлургиясаноати ишга қўшилди (105-расм). Сифати 98,5% га етадиган қозоғистонлик кремний немис компаниясининг технологияси билан чиқарилади. Бу компания кремнийни талабга эга бўлишига ҳам кафолат бўлади. Қарағанда шаҳридаги металл кремний ишлаб чиқариш заводининг қурилишини 2007 йили Silicium Kazakhstan компанияси бошлаган.



105-расм. Кремний металлургиясини чиқариш саноати Қарағанда шаҳри

Назорат саволлари

1. Аморф жисмларнинг кристалл жисмлардан фарқи нимада?
2. Кристалл панжара нима? Кристалл панжаранинг қандай турларини биласиз?
3. Кристалл мустаҳкамлигини орттириш учун қандай усулдан фойдаланилади?
4. Қаттиқ жисмларда бўладиган деформация турларини айтинг. Деформациянинг ҳар бир турида бўладиган ташқи куч таъсирининг йўналиши билан тушиш нуқтасини кўрсатинг.

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзулар бўйича хабар тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. Кристалл ишлаб чиқариш усуллари.
2. ҚР халқ хўжалигининг турли соҳаларида кристалл ва поликристаллларнинг қўлланилиши.

6-бобнинг хулосаси

Молекула ўлчами	Молекула сони	Бир молекула массаси
$d = \frac{V}{S}$	$N = \frac{V}{V_0}$	$m_0 = \frac{m}{N}$
<p>Штерн тажрибаси бўйича молекула тезлиги</p> $v = \frac{\omega R(R-r)}{s}$	<p>Молекулаларнинг ўзаро таъсирлашиши</p> <p>$r \leq r_0$ бўлганда итаришиш кучи ортади.</p> <p>$r \geq r_0$ бўлганда тортишиш кучи ортади.</p>	

МКН асосий қоидалари ва қонунлари

МКН уч қондаси

1. Барча моддалар жуда майда зарралардан – орасида бўш ораликлари бор молекулалар билан атомлардан иборат.
2. Модда зарралари тўхтовсиз ва тартибсиз ҳаракатланади.
3. Модда зарралари бир-бири билан ўзаро таъсирлашади.

Глоссарий

Анизотроп – модданинг физик хоссасининг танланган йўналишга боғлиқлиги.

Буралиш деформацияси – жисм ўқига перпендикуляр текисликка туширилган кучларнинг таъсиридан жисм қатламларининг бир-бирига нисбатан буралиши.

Чўзилиш деформацияси – жисм ўқи бўйича қарама-қарши йўналган катталиклари бир хил икки кучнинг таъсир этишида жисм узунлигининг ортиши.

Силжиш деформацияси – жисм қатламларининг заиф таъсирга эга кучлар таъсиридан бир-бирига нисбатан қўчиши.

Сиқилиш деформацияси – жисм ўқи бўйича бир-бирига қарши йўналган кучларнинг таъсиридан жисм узунлигининг қисқариши.

Жисм деформацияси – жисмнинг шакли ва ўлчамларининг ўзгариши.

Идеал газ – ўлчамлари кичкина эластик шарга ўхшаш молекулалар орасидаги ўзаро таъсирлашувининг потенциал энергиясини эътиборга олмас бўладиган газнинг физик модели.

Эгилиш – бир вақтда жисм юзининг қарама-қарши учларининг чўзилиши ва сиқилиши деформацияси.

Изотроп – модданинг физик хоссасининг танланган йўналишга боғлиқсизлиги.

Кристалл панжара – тугунлари кристалдаги атомлар билан молекулалар мувозанат маркази билан мувофиқ келадиган фазовий панжара.

Макроскопик параметрлар – жисмларнинг ҳолатини, уларнинг ички тузилишини эътиборга олмай мезонларни тавсифлайди.

Пластик деформацияси – ташқи кучлар таъсири тўхтагандан кейин йўқолмайдиган деформация.

Пластиклик – жисмнинг ташқи кучлар таъсиридан шаклини ўзгартириш хоссаси.

Мустаҳкамлик – жисмнинг ташқи кучларнинг таъсиридан бузилишига чидаш бериши.

Қаттиқлик – материалларнинг ўзга материал юзини бузиш хоссаси.

Термодинамик параметрлар – жисмларнинг ҳолатини тавсифлайдиган макроскопик ўлчовлар V ҳажм, p босим ва T температура.

Термодинамик мувозанат – жисмларнинг ёпиқ системасининг макроскопик параметрлари узоқ вақт доимий катталиқда бўлиши.

Эластик деформация – ташқи кучлар таъсири тўхтагандан кейин йўқоладиган деформация.

Эластиклик – жисмнинг ўзининг бошланғич шаклига қайтиб келиш хоссаси.

ГАЗ ҚОНУНЛАРИ

Газ қонунлари молекуляр-кинетик назириягача аллақачон тажриба асосида исботланиб очилган. Аталган қонунлар идеал газ моделига яқин, яъни юқори температура билан паст босимда реал газ билан тажриба ўтказиш орқали аниқланди. Ер атмосферасини ташкил қилган азот билан кислород каби газлар ўзгармас ҳолатда идеал газ шаклида эътиборга олиш мумкин.

Бобни ўқиб ўрганиш орқали сиз:

- масала ечишда идеал газ ҳолатининг тенгламасини қўллашни;
- газ процесслари графикларини ажрата олишни ўрганасиз.

14§. Идеал газ ҳолат тенгламаси. Изопроцесслар. Адиабатик процесс

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- идеал газ ҳолатининг тенгламасини масалалар ечишга қўллай оласиз; газ процесслари графикларини ажрата оласиз.



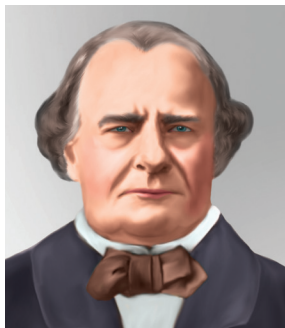
Жавоби қандай?

1. Нега бир учи кавшарланган ингичка узун найнинг ичидаги суюқлик найни тўнкарганда тўқилмайди?
2. Нега сув юзасига қалқиб чиқадиган ҳаво пуфакчалари ҳажми ортади?



Эсда сақланг!

Идеал газ доимийсининг қиймати $R = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}$.



Бенуа Поль Эмиль Клапейрон (1799–1864) – француз физиги ва инженери. 1834 йили идеал газ ҳолатининг тенгламасини кашф қилди. pV -диаграммасига термодинамик процессни тасвирлаб, термодинамикага график усулни киритди.

I Идеал газ ҳолатининг тенгламаси

Газнинг берилган массадаги ҳолати уч параметр билан – босим p , ҳажм V ва T температура билан аниқланади. Аталган параметрларнинг бирининг ўзгариши бошқаларининг ҳам ўзгаришига олиб келади.

Термодинамик параметрларни боғлайдиган тенглама идеал газ ҳолатининг тенгламаси деб аталади.

Газ ҳолати параметрларининг ўзаро боғлиқлигини МКН-нинг асосий тенгламасини оламиз

$$p = nkT. \quad (1)$$

(1) тенгламага молекулаларнинг концентрациясини ҳисоблаш формуласини қўйсак:

$$n = \frac{N}{V} \quad (2)$$

ва модда миқдори орқали ифодаланган модда молекулалар сонини қўйсак:

$$N = \nu N_A, \quad (3)$$

$$pV = \frac{m}{M} k N_A T \text{ формуласини оламиз.} \quad (4)$$

Больцман доимийсининг Авогадро сонига кўпайтмасининг универсал газ доимийсига алмаштирамиз:

$$R = k N_A = 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{К} \cdot \text{моль}}. \quad (5)$$

(5) эсга олиб, (4) тенгликни мана шундай ёзамиз:

$$pV = \frac{m}{M} RT. \quad (6)$$

(6) нисбат газ ҳолатининг тенгламаси, уни Менделеев – Клапейрон тенгламаси деб аталади.

II Газ ҳолатининг тенгламаси ва аралашган газ қонуни

Қандайдир бир массаси m газнинг икки турли ҳолатини кўрайлик. Бошлагич параметрлари p_1, V_1, T_1 . Охириги параметрларир p_2, V_2, T_2 . Бошланғич газ ҳолатининг тенгламаси қуйидагича: $p_1 V_1 = \frac{m}{M} R T_1$.

Ўзгарувчан катталикларни тенгламанинг чап томонига қўйсак, қуйидаги тенгламани оламиз:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{m}{M} R. \quad (7)$$

Сўнги газ ҳолатининг тенгламасини олиш учун ўхшаш катталикларнинг боғлиқлигини ёзамиз:

$$\frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{m}{M} R. \quad (8)$$

(7) ва (8) тенгламалардан ўнг тарафини тенглаб:

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (9)$$

ёки
$$\frac{pV}{T} = \text{const} \quad (10)$$

Олинган (9) ва (10) ифодани француз физиги Бенуа Клапейроннинг хурматига *Клапейрон тенгламаси* деб аталади.

Эсда сақланг!

Идеал газ ҳолатининг тенгламаси берилган маълум ҳолат параметрларининг боғлиқлигини тавсифлайди. Газ қонунлари газ ҳолатининг ўзгаришини ва бошланғич ва сўнги газ ҳолатининг параметрлари орасидаги боғлиқликни кўрсатади.

Берилган газ массаси учун абсолют температурага бўлинган босимнинг ҳажмга кўпайтмаси газ ҳолатига боғлиқ бўлмайдиган доимий катталик бўлади.

III Изопроцесслар

Физика мен техникада изопроцесслар кенг қўлланилади.

Изопроцесс (грекча isos – тенг, бирдай) – система параметрларининг бирини ўзгармас қийматида массаси ўзгармайдиган системада ўтадиган процесс.

Изопроцесслардаги икки ўзгарадиган термодинамик параметрларининг боғлиқлик тенгламаси газ қонунлари деб аталади. Газ қонунини Клапейроннинг бирлашган газ қонунининг (9) алоҳида ҳолати деб қарашга бўлади.

IV Бойль – Мариотт қонуни

Ўзгармас температурада газ босимининг унинг ҳажмига боғлиқлигини ўрнатадиган газ қонуни Бойль – Мариотт қонуни деб аталади. Газ қонунининг тенгламасини тажриба асосида 1662 йили инглиз физиги Роберт Бойль ва 1676 йили ундан мустақил француз физиги Эдмон Мариотт тажриба асосида олди. Бойль – Мариотт қонуни изотермик процессни таърифлайди. *Изотермик процесс – ўзгармас температурада термодинамик система ҳолатининг ўзгариш процесси.*

$T = \text{const}$ бўлганда $m = \text{const}$, $M = \text{const}$ газ учун Клапейрон тенгламасидан (9) чиқади:

$$p_1 V_1 = p_2 V_2 \quad (11)$$

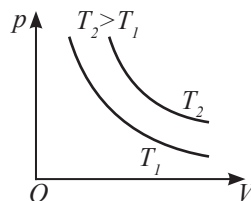
ёки
$$pV = \text{const}. \quad (12)$$

Ўзгармас температурада берилган массадаги газ босимининг ҳажмга кўпайтмаси ўзгармас катталик бўлиб қолади.

(11) формуладан идеал газ босими унинг ҳажмига тескари пропорционал экани чиқади:

Жавоби қандай?

1. Клапейрон тенгламасини нега фақат модда миқдори ўзгармайдиган газлар учун қўллашга бўлади?
2. Ҳолат тенгламаси билан газ қонунининг фарқи нимада?



106-расм. Изотермалар

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}. \quad (13)$$

Шундай боғлиқликнинг графиги изотерма деб аталадиган гиперболола. 106-расмда ҳар хил температураларда бажариладиган икки турли изопроцесснинг изотермаси кўрсатилган. Газ температураси қанчалик юқори бўлса $T_2 > T_1$, изотерма pV -диаграмма текислигида шунчалик юқорида жойлашади.

V Гей – Люссак қонуни

Изобарик процессни тавсифлайдиган газ қонуни Гей – Люссак қонуни деб аталади. 1802 йили француз физиги Жозеф Гей – Люссак газ ҳажмининг температурага боғлиқлигини аниқлашда эксперимент текшириш олиб борди.

Изобарик процесс – ўзгармас босимда термодинамик система ҳолатининг ўзгариши процесси.

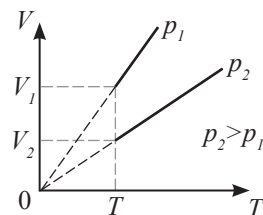
$p = const$ бўлганда Клапейрон (9) тенгламасидан:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \quad (14)$$

ёки
$$\frac{V}{T} = const. \quad (15)$$

Жавоби қандай?

Нега ҳолат тенгламасини қўллаганда катталикларни ҲБС-да ифодалаш керак, газ қонунини қўллаганда эса физик катталиқнинг ўлчам бирликлари тўғри келиши керак, масалан ҳажм литр билан ҳисобланади?



107-расм. Изобаралар

Ўзгармас босимда берилган массадаги газ ҳажмининг температурага нисбати ўзгармас катталиқ бўлиб қолади.

(14) тенгламадан ҳажмининг температурага боғлиқлиги тўғри пропорционал эканини кўраимиз $\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}$. VT -диаграммасида боғлиқлик графиги координата бошидан ўтадиган тўғри чизиқ шаклида бўлади (107-расм). Изобарик процесс графигини изобара деб аталади. Ҳар хил босимга ҳар хил изобара мос келади. Ўзгармас температурада босим ортган сари газ ҳажми камаяди, шунинг учун босими юқори процесснинг изобараси температура ўқига яқин. Идеал газ учун бажариладиган газ қонулари пастки температураларда бажарилмайди. Шундан, VT -диаграммасида пастки температурадаги график узук чизиқлар билан тасвирланган.

VI Шарль қонуни

Ўзгармас ҳажмда босимнинг температурага боғлиқлигини 1787 йили француз физиги Жан Шарль тажриба асосида исботлади, уни Шарль қонуни деб аталди. Изохорик процесс – ўзгармас ҳажмдаги термодинамик система ҳолатининг ўзгариши процесси.

$V = const$ бўлганда Клапейрон тенгламаси:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \quad (16)$$

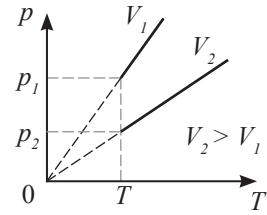
ёки
$$\frac{p}{T} = const \quad (17)$$

Эсингизга туширинг!

1. Номаълум кўпайтирувчини аниқлаш учун кўпайтмани маълум кўпайтирувчига бўлиш керак.
2. Пропорциянинг номаълум ўрта ҳадини аниқлаш учун четки икки ҳадини кўпайтириб, маълум ўрта ҳадига бўлиш.
3. Тескари пропорционал боғлиқлик графиги гиперболола, тўғри пропорционал боғлиқлик графиги тўғри чизиқ бўлади.

Ҳажм ўзгармас бўлганда берилган массадаги газ босимининг температурага нисбати ўзгармас катталиқ бўлиб қолади.

Босим абсолют температурага тўғри пропорционал боғлиқ: $\frac{p_1}{p_2} = \frac{T_1}{T_2}$. p -нинг T -га боғлиқлик графиги изоҳора 108-расмда кўрсатилган. Газ ҳажми ортган сари $V_2 > V_1$, ўзгармас температурадаги босим оз бўлади. Газ ҳажми катта изоҳора температура ўкига яқин жойлашган.

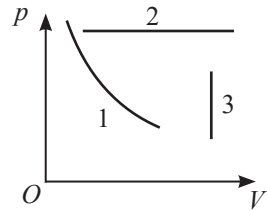


108-расм. Изоҳоралар

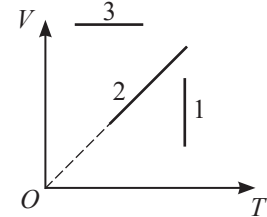


1-топшириқ

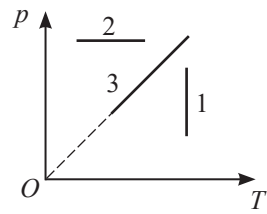
109 а, б, в-расмларда берилган диаграммаларга қаранг. Ҳар диаграммада қандай процесснинг графиги тасвирланган. Жавобингизни тушунтиринг.



а)



б)



в)

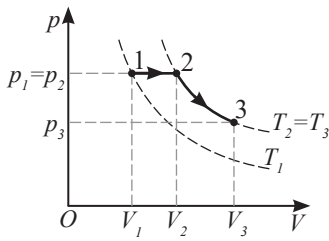
109-расм. Изопроцесслар диаграммалари

VII Ҳар хил диаграммаларда

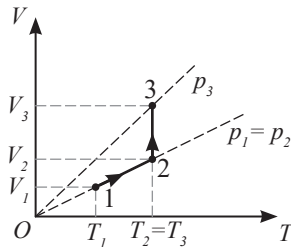
изопроцессларнинг график тасвирланиши

Диаграммадаги ҳар қандай нуқта газ ҳолатига, чизик термодинамик процессга мос келади. pV -диаграммасида $p_1T_1V_1, p_2T_2V_2, p_3T_3V_3$ параметрларига тўғри бўладиган газнинг уч ҳолатининг нуқтасини белгилайлик (110 а) расм). Бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтиши йўналиши ўқлар билан белгиланган. Диаграммани фойдаланиш осон бўлиши учун қўшимча чизик, яъни биринчи ҳолатдаги газ температураси T_1 тенг температурада изотерма чизайлик. Диаграммадан 1-нуқтадан 2-нуқтага ўтиши изобарик бўлиши кўринади: $p_1 = p_2$, газ температураси юқори бўлади $T_2 > T_1$, ҳажм ортади, демак газ 1-ҳолатдан 2-ҳолатга ўтганда изобарик кенгайди. 2-ҳолатдан 3-ҳолатга ўтиш изотермик, газ босим камаяди $p_3 < p_2$, ҳажм ортади, газ изотермик кенгайди.

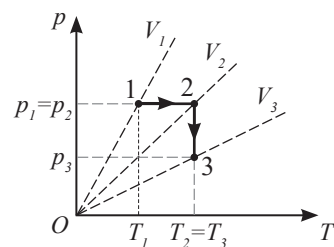
Газнинг 1-ҳолатдан 2-ҳолатга, кейин 3-ҳолатга ўтишини VT -диаграммасида (110 б) расм) ва pT -диаграммасида тасвирлашга бўлади (110 в) расм).



а)



б)



в)

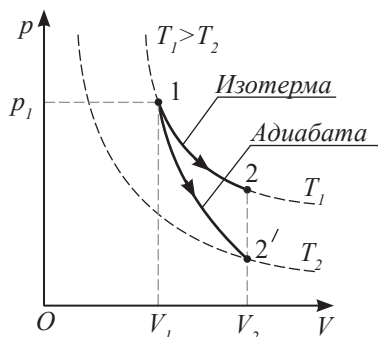
110-расм. Турли диаграммадаги термодинамик процессларнинг тасвирланиши: 1–2 изобарик кенгайиш 2–3 изотермик кенгайиш

VIII Адиабатик процесс

Атроф-мухит газ билан иссиқлик алмашмайдиган қисқа вақт оралиғида бўладиган процессни *адиабатик процесс* деб аталади. Адиабатик процесс иссиқлик ўтказмайдиган газларда бўлиши мумкин.

Адиабатик процесс – термодинамик система атрофидаги жисм билан иссиқлик алмашиши бўлмаганда юзага келадиган процесс.

Температураси ортган адиабатик процессга ИЁД цилиндрида ёнилғи аралашмаси ёки ёнувчи модда буғи билан ҳаво сиқилиши процесси киради. Таркибида сув буғи бор ҳавонинг адиабатик кенгайиши натижасида булут пайдо бўлади. III-расмда адиабатик процесс графиги тасвирланган.



III-расм. Адиабатик процессдаги газ иши изотермик процессга қараганда кам



2-топшириқ

1. Ишлаб чиқаришда сиқилган ва сийраклаштирилган газнинг қўлланилишига мисол келтиринг.
3. Адиабатани изотерма билан солиш тириг (111-расм). Графикалардан асосий фарқларини кўрсатинг.



Жавоби қандай?

Нега изопроцесслар графиги нолдан бошланмайди?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Массаси 10 г кислородга 10°C температурада $p = 0,303$ МПа босим берилган. Ўзгармас босимда қиздирилган кислород 10 л ҳажмга эга бўлди. Унинг бошланғич ҳажми ва охириги температурасини аниқланг.

Берилган:

$m = 10$ г
 $p = 0,303$ МПа
 $t_1 = 10$ °C
 $P_0 = 100$ Па
 $V_2 = 10$ л

ХБС

$10 \cdot 10^{-3}$ кг
 $0,303 \cdot 10^6$ Па
 283 К
 $10 \cdot 10^{-3}$ м³

Ечиш:

Менделеев-Клапейрон тенгласидан $pV_1 = \frac{m}{M}RT_1$,

Биринчи ҳолатдаги газ ҳажмини аниқлаймиз $V_1 = \frac{mRT_1}{Mp}$

$$V_1 = \frac{10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot 8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 283 \text{ К}}{0,032 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 0,303 \cdot 10^6 \text{ Па}} = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3.$$

Менделеев-Клапейрон тенгласидан газнинг иккинчи ҳолатининг охириги температурасини аниқлаймиз:

$$pV_2 = \frac{m}{M}RT_2, T_2 = \frac{pV_2M}{Rm};$$

$$T_2 = \frac{0,303 \cdot 10^6 \text{ Па} \cdot 0,032 \frac{\text{кг}}{\text{моль}} \cdot 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3}{8,31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}} \cdot 10 \cdot 10^{-3} \text{ кг}} = 1,18 \cdot 10^3 \text{ К}$$

Жавоби: $V_1 = 2,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$; $T_2 = 1,18 \cdot 10^3 \text{ К}$.

Назорат саволлари

1. Қандай тенгламани газ ҳолатининг тенгламаси деб аталади?
2. Қандай шарт вақтида Клапейрон усули билан олинган термодинамик параметрларнинг нисбати бажарилади?
3. Газ ҳолати тенгламасининг газ қонунидан асосий фарқи нимада?
4. Изопроцесс деганимиз нима?
5. Изотермик, изобарик, изохорик процесслар қандай процесслар?
6. Газ қонуни нима?
7. Газ қонунини таърифланг.

★ Машқ

13

1. Газ сиқилганда унинг ҳажми 8 л-дан 5 л-гача камаяди, босими эса 60 кПа-гача ортди. Бошланғич босимни аниқланг.
2. Температураси 27°C ёпиқ идишдаги газ босими 75 кПа-га етди. Температура –13°C бўлганда газ босими қандай бўлади?
3. Абсолют температура 1,4 марта ортганда газ ҳажми 40 см³-га ортди. Газнинг бошланғич ҳажмини аниқланг.
4. Ҳажми 2 марта камайганда газ босими 120 кПа-га етди. Температураси эса 10% ўсди. Бошланғич босими қандай бўлди?

Экспериментал топшириқлар

Тадқиқот олиб боринг:
Ингичка найчадан фойдаланиб, сувли идишда пуфакчалар ҳосил қилинг.
Нега пуфакча сув юзига қалқиб чиққанда катталашади??

Ижодий топшириқлар

- Қуйидаги мавзулар бўйича ҳисобот тайёрланг:
1. Компрессорлар ва уларнинг қўлланилиши.
 2. Чуқур вакуумни қандай олиш мумкин? Нима учун фойдаланилади?

7-бобнинг хулосаси

Менделеев–Клапейроннинг ҳолат тенгламаси	Бирлашган газ қонуни Клапейрон тенгламаси	
$pV = \frac{m}{M} RT$	$m = const$ бўлганда $\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$; $\frac{pV}{T} = const$	
Изопроцесслар учун газ қонунлари		
Бойль-Мариотт қонуни	Гей-Люссак қонуни	Шарль қонуни
$m = const, T = const$ $p_1 V_1 = p_2 V_2$ $pV = const$	$m = const, p = const$ $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ $\frac{V}{T} = const$	$m = const, V = const$ $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$ $\frac{p}{T} = const$

МКН қонунлари

Бойль-Мариотт қонуни: Ўзгармас температурада берилган массадаги газ босимининг унинг ҳажмига кўпайтмаси ўзгармас катталиқ бўлади.

Гей-Люссак қонуни: Берилган массада ва ўзгармас босимда газ ҳажмининг унинг температурасига нисбати ўзгармас катталиқ бўлади.

Шарль қонуни: Берилган массада ва ўзгармас ҳажмда газ босимининг унинг температурасига нисбати ўзгармас катталиқ бўлади.

Клапейроннинг бириккан газ қонуни: Берилган газ массаси учун босимнинг ҳажмига кўпайтмасини абсолют температурага нисбати газ ҳолатига боғлиқ бўлмайдиган ўзгармас катталиқ бўлади.

Глоссарий

Адиабатик процесс – термодинамик система атрофидаги жисм билан иссиқлик алмашув бўлмаганда юзага келадиган процесс.

Газ қонуни – изопроцесслар учун икки ўзгарувчан термодинамик параметри бўлган боғлиқлик тенгламаси.

Изопроцесс – система параметрларининг бири ўзгармас қийматида массаси ўзгармайдиган системада ўтайдиган процесс.

Изобарик процесс – ўзгармас босимда термодинамик система ҳолатининг ўзгариш процесси.

Изотермик процесс – ўзгармас температурада термодинамик система ҳолатининг ўзгариш процесси.

Изохорик процесс – ўзгармас ҳажмда термодинамик система ҳолатининг ўзгариш процесси.

Газ ҳолатининг тенгламаси – термодинамик параметрларни боғлайдиган тенглама.

Изобара – ўзгармас босимда берилган газ массаси ҳажмининг унинг температурасига боғлиқлик графиги.

Изотерма – ўзгармас температурада берилган газ массаси босимининг унинг ҳажмига боғлиқлик графиги.

Изохора – ўзгармас ҳажмда берилган газ массаси босимининг унинг температурасига боғлиқлик графиги.

ТЕРМОДИНАМИКА АСОСЛАРИ

Термодинамика жисмларнинг иссиқлик энергияси машиналарининг механик энергиясига айланиш усуллари ҳақида эксперимент фан сифатида пайдо бўлди. Иссиқлик машиналари қўл меҳнатини механизациялаштиришда асосий роль ўйнаб келади. Иссиқлик алмашув одам умридаги асосий процесс бўлганидан, термодинамика асослари физиканинг кўплаган бўлимларига кирди.

Термодинамика – ички энергиянинг бир жисмдан иккинчи жисмга берилишини, ички энергиянинг механик энергияга ва аксинча айланиш ҳодисаларини кўриб чиқади.

Бобни ўқиб-ўрганиш орқали сиз:

- термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунининг мазмунини тушунтиришни;
- иссиқлик двигателининг қўлланилиши билан иш бажариш принципини тушунтиришни ўрганасиз.

15§. Термодинамика қонунларини қўллаш

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- термодинамиканинг биринчи ва иккинчи қонунларининг мазмунини тушунтира оласиз.



Жавоби қандай?

Иссиқлик ва иссиқлик миқдори нима? I ва II авлод абадий двигатели дега-нимиз нима? Нега шундай двигателларни ясаш мумкин эмас?



Бу қизик!

Теплород тушунчаси асосида «иссиқлик миқдори», «жисмнинг иссиқлик сиғими»га ўхшаш тушунчалар таърифланди.



Жавоби қандай?

1. Нега физиклар теплород ҳақидаги гипотезадан бош тортди?



1-топширик

1. Ички энергиянинг икки усул билан ўзаришига мисоллар келтиринг.
2. Иссиқлик берилишининг турига таъриф бериб, мисоллар келтиринг.

I Иссиқлик табиати

XVII асрдан бошлаб, иссиқлик табиати ҳақида икки гипотеза юзага келди. Биринчиси бўйича, *иссиқлик материянинг махсус тури* – бир жисмдан иккинчисига ўтадиган иссиқликни билдиради. Жисм қизиган вақтда иссиқлик фақат шу жисмга кириб, совиганда эса ташқарига чиқарилади деб ҳисобланди. Жисм қизиган вақтда ҳажмнинг кенгайиши деган назарияга тўғри келди, Жисмга ўтган теплород фақат қандайдир ҳажмга эга бўлади деб саналди. Фақат нега баъзи моддаларнинг исиганда кичрайиб, совиганда кенгайиши жавобсиз қолди. Унинг устига агар модда иссиқ бўлса, унда иссиқ жисмнинг оғирлиги совуқ жисмга қараганда ортиқ бўлиши керак. Бироқ тажрибалар жисм қизиганда массаси ўзгармайдиганини кўрсатди.

Иссиқлик табиати ҳақида иккинчи гипотеза – *корпускуляр*, у барча иссиқлик ҳодисаларини моддани ташкил қилган зарраларнинг ҳаракати билан тушунтирди. Инглиз олими Бенджамин Томпсон, граф Румфорд, замбарак стволени учи йўқ бурғу билан пармалаганда теплород назарияси билан тушунтира олмайдиган даражада иссиқлик ажралишини айтган. Румфорд замондошларига сувли яшикка замбарак стволи солиниб, 2,5 соат бурғилашдан сўнг ичидаги сув оловсиз қайнаганини кўрсатган тажриба катта таъсир кўрсатди. Шу тажрибанинг асосида Румфорд бундай хулосага келди: «Мен ўтказган барча тажрибалар натижаси иссиқлик жисм зарраларининг тебранма ҳаракатидан бўлади».

XIX асрнинг ўрталарига қадар олимлар «энергия», «иссиқлик миқдори», «иш» каби тушунчаларнинг эквивалентлигини тажриба асосида исботладилар.

Иш, ички энергия ва иссиқлик миқдорининг эквивалентлигининг кўп далилини немис физиги Р.Майер билан инглиз физиги Ж.Джоуль кўрсата олди Шу катталикларнинг ўлчов бирлигини инглиз олими нинг шарафига жоуль деб аталди:

$$[A] = 1 \text{ Дж}, [Q] = 1 \text{ Дж}, [U] = 1 \text{ Дж},$$

Иссиқлик миқдорининг ўлчов бирлиги 1 *калория* ва ишнинг ўлчов бирлиги 1 *Джоуль* орасида қуйидаги боғлиқлик ўрнатилди: $1 \text{ кал} \approx 4,2 \text{ Дж}$

II Термодинамиканинг биринчи қонуни

Ички энергияни ўзгартиришнинг икки усулини эсга олиб, термодинамиканинг биринчи қонунини таърифлайлик.

Бирҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтган вақтдаги жисмнинг ички энергиясининг ўзгариши ΔU жисмга берилган иссиқлик миқдори Q билан ташқи кучнинг бажарган ишининг A' йиғиндисига тенг.

$$\Delta U = A' + Q. \quad (1)$$

Термодинамиканинг биринчи қонуни иссиқлик процесслари учун сақланиш ва айланиш қонуни бўлади. Жисмнинг ички энергиясининг ўзгаришини унинг ҳолатига қараб сезишга бўлади. Ички энергиянинг ортишини жисм температурасининг ортишидан, унинг майдаланиши ёки парчаланиши, эриши, қайнаши, бугланиши, ҳажмининг кенгайишидан кўришга бўлади. Бир ёки бир неча жисм ҳолатининг ўзгаришига энергия сарфланса, унда уларнинг ички энергияси ортади.

5-жадвал. Физик катталиклар ва уларнинг ўлчов бирликлари

Физик катталик	Белгила-ниши	Ўлчов бирлиги
Модданинг солиштирма иссиқлик сиғими	c	$[c] = 1 \frac{\text{Ж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$
Солиштирма эриш иссиқлиги	λ	$[\lambda] = \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$
Солиштирма бугланиш иссиқлиги	r	$[r] = 1 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$
Ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги	q	$[q] = 1 \frac{\text{Ж}}{\text{кг}}$

III Ички энергия. Ички энергиянинг ўзгариши

МКН асосида жисмнинг ички энергияси деганимиз – жисмни ташкил қилган зарраларнинг ўзаро таъсирининг потенциал энергияси ва иссиқлик ҳаракатининг ўртача кинетик энергиясининг йиғиндисиди.

Қандайдир ҳажмдаги идеал газнинг ички энергиясини аниқлайлик. Идеал газларда ўзаро таъсирининг потенциал энергияси кам, шунинг учун жисмнинг ички энергияси унинг барча молекулаларининг ўртача кинетик энергиясининг йиғиндисига тенг. Жисмнинг ички энергиясини U бир молекуланинг ўртача кинетик

энергияси $\bar{E} = \frac{3}{2}kT$ орқали ифодалайлик:

$$U = N\bar{E} = \nu N_A \frac{3}{2}kT = \frac{3}{2}\nu RT. \quad (2)$$



Эсингизга туширинг!

(8синфнинг физика курсидан) жисмнинг ички энергиясини ўзгартиришнинг икки усули:

- 1) Механик иш бажариш;
- 2) Иссиқлик алмашиш.

Энергия – жисмларнинг ўзаро таъсирининг ва иш бажара олиш мумкинлигининг; турли ҳаракат формаларининг катталиги.

Иш – энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланиш катталиги.

Иссиқлик миқдори – иссиқлик алмашув натижасида жисмнинг ички энергиясининг ўзгаришини ўлчов катталиги.

Иссиқлик узатишнинг уч усули:

- 1) Иссиқлик ўтказувчанлик;
- 2) конвекция;
- 3) нурланиш.



Эсингизга туширинг!

Иссиқлик миқдорини ҳисоблаш формулалари

процесс	формула
иссиқлик ва салқинлик	$Q = cm(t_2 - t_1)$
эриш	$Q = \lambda m$
қотиш	$Q = -\lambda m$
қайнаш	$Q = r \cdot m$
конденсация	$Q = -r \cdot m$
ёқилғи	$Q = qm$
ёниши	



2-топшириқ

5-жадвалдаги катталикларга изоҳ беринг.

бундаги $N = \nu N_A$ – берилган ҳажмдаги молекулалар сони. Модда миқдорини массанинг моляр массага нисбати билан алмаштираем:

$$\nu = \frac{m}{M}, \quad (3)$$

Бир атомли идеал газнинг ички энергиясини ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} RT. \quad (4)$$

(4) формуладан массаси m жисмнинг ички энергияси фақат температурага боғлиқ эканини эсга оламиз, демак ички энергиянинг ўзгариши температуранинг ўзгариши билан аниқланади:

$$\Delta U = \frac{3}{2} \cdot \frac{m}{M} R \Delta T \quad (5)$$



Жавоби қандай?

Нега газнинг иши билан ташқи кучларнинг иши қиймати жиҳатидан тенг, ишораси жиҳатидан эса қарама-қарши?

IV Газнинг ёки буғнинг кенгайгандаги иши

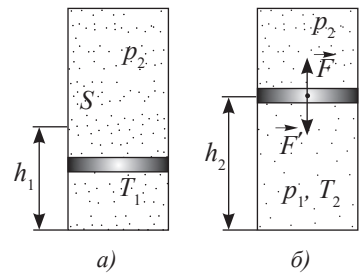
8-синф физика курсидан сизга кенгайган вақтда газнинг иши $A = F(h_2 - h_1) = pS(h_2 - h_1)$ (116-расм) ёки $A = p\Delta V$, (6)

тенг бўлиши маълум. Бундаги p – газ босими.

Ташқи кучнинг иши $A' = -F(h_2 - h_1) = -A$.

Ташқи кучнинг иши қарама-қарши ишорада олинган газ ёки буғ ишига тенг.

$$A' = -A \quad (7)$$



112-расм. Газ кенгайганда иш бажаради

V. Термодинамиканинг биринчи қонуни ва газнинг иши

(7) ифодадан фойдаланиб, термодинамиканинг биринчи қонунини (1) ифодаласак:

$$Q = A + \Delta U. \quad (8)$$

Газга берилган иссиқлик миқдори ички энергиянинг ўзгаришига ва газнинг иш бажаришига сарфланади.



3-топшириқ

Кенгайган пайтда газнинг иши мусбат $A > 0$, ташқи босим кучининг иши манфий $A' < 0$ эканини исботланг. Сиқилиш пайтда аксинча газнинг иши манфий, ташқи кучларнинг иши эса мусбат бўлади.

VI Изопроцесслар учун термодинамиканинг биринчи қонуни

Кенгайиш пайтида ҳажми озгина ўзгардиган бўлганидан, қаттиқ жисмлар учун жисмга берилган

иссиқлик миқдори унинг ички энергиясининг ўзгариши билан аниқланади:

$$Q = \Delta U. \quad (9)$$

VII Термодинамиканинг биринчи қонунининг қўлланилиши

Механик ҳодисалардан кейин жуда кўп тарқалган ҳодисалар иссиқлик ҳодисалари ҳисобланади. Биз уларни табиатда текширамиз, кундалик ҳаётда ва техникада қўлланамиз. Иш бажарилмайдиган иссиқлик алмашув суюқликлар билан қаттиқ жисмлар бўлади, масалан, иситадиган қуроллар яхши иссиқлик ўтказувчанлика эга моддалардан ясалган, иссиқлик энергиясини сақлаш учун иссиқлик изоляторлари қўлланилади, иситиш системасида юқори иссиқлик сиғими эга модда – сувни қўлланади.

Буғ ва газни фақат иссиқлик алмашишдагина қўлланмайди, иссиқлик энергиясини механик энергияга алмаштирига ва иш бажаришга қўлланилади. Иссиқлик двигателларнинг иш ҳаракатининг асосида буғ (газ) кенгайиши учун бажариладиган иш ётибди. Биринчи марта буғ машиналари кемалар ва паровозларда қўлланган. Кейинчалик автомобиль, денгиз, темир йўл транспортларининг ривожланишига йўл очган ички ёнув двигателлари билан дизеллар кенг қўлланишга эга бўла бошлади. Қозоғистонда 1982 йили двигателларни чиқарадиган Қўстанай дизель заводи ишга туширилди, 2010 йилдан бошлаб, «Сарыарқа Автопром» ЖШС асосида «Группа компаний «Аллюр» АЖ холдинг компанияси ишлайди. Завод 7 олам брендининг – SsangYong, Peugeot, Toyota, Iveco, Hyundai, Jsc, Geely 44 автомобиль моделини йиғади (113-расм). Тўлиқ цикл усули бўйича ясалган биринчи автомобиллар Nomad ва Toyota бўлди. Завод Ўрта Осиё ҳудудида биринчи ва МДХ давлатларида иккинчи Toyota ишлаб чиқарувчи объект бўлди. Allur Group енгил ва JAC коммерцион техникаларини яшаш лойиҳасини тавсия қилди, «Сарыарқа Автопром» МЧБ ва PSA Peugeot Citroën бирикиб иш бажаришга ва Peugeot 301 автомобиль йиғишнинг тўлиқ циклига кўчишга шартнома ясади. Экологик дизель билан жиҳозланган катта Iveco Urbanway шаҳар автобусларни яшашни бошлади.

Газ турбинаси ва ракета двигателларининг пайдо бўлиши, самолёт ва ракета йиғиш космик ишлаб чиқариш ривожига таъсир этди. 2012 йили апрель ойида биринчи марта «Арай» ички маҳсулот



4-топшириқ

1. Турли температурадаги ички жисмнинг нисбатан пайдо бўлган иссиқлик процессининг йўналишини кўрсатинг.
2. Ташқи ишқаланиш кучининг таъсиридан механик энергиянинг ички энергияга айланиши қайтмас процесс эканини исботланг.
3. Қайтмас процессларга мисоллар келтиринг.



113-расм. «Сарыарқа Автопром» МЧБ заводидаги ёш мутахассисларнинг автомобилни йиғиши, Қўстанай шаҳри



114-расм. «АвиаМастер Эйркрафт» яратган «Арай» фуқаро самолёти, Алмати шаҳри

самолёти ишга қўшилди (114-расм), бу «хусусий авиация» учун Қозоғистон самолёт ишлаб чиқариш ривожланишининг бошланиши бўлди.

VIII Термодинамиканинг иккинчи қонуни

Термодинамиканинг биринчи қонуни термодинамик процесдан қандайдир энергетик баланснинг бўлиши керак эди ва бундай процесснинг мумкин ёки мумкин эмас экани ҳақида ҳеч нарса айтмайди. Ўз-ўзидан бўладиган процессларнинг йўналишини термодинамиканинг иккинчи қонуни кўриб чиқади, у тўғридан-тўғри аниқ иссиқлик процесснинг қайтмаслигига боғлиқ.

Қайтмас процесс – системанинг атроф-муҳитда қандайдир ўзгаришсиз бошланғич ҳолатига қайтиб айланишига мумкинлик бермайдиган термодинамик системадаги процесс.

1850 йили эълон қилинган «Иссиқлик ҳаракатининг кучи ҳақида ва ундан иссиқлик назарияси учун олишга бўладиган қонунлар ҳақида» ишида Р.Клаузиус иссиқлик аксиома деб атаган фикрни шакллантирди: «Иссиқлик ўз-ўзидан совуқ жисмдан иссиқ жисмга узатилмайди».

Тўлиқ шакланган фикр термодинамиканинг иккинчи бошланиши ёки иккинчи қонуни сифатида маълум:

Натижаси фақат температураси паст жисм температураси юқори жисмга иссиқлик алмашиш орқали энергия берилиши бўладиган процесс мумкин эмас.

IX Абадий двигателлар

Термодинамика қонунларига қарамасдан баъзилар «абадий двигатель» ясаб чиқаришга ҳозирги кунгача уринмоқда.

Термодинамика қонунларига мос абадий двигателнинг I ва II авлод турлари бўлади.

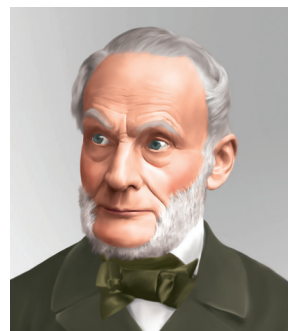
Биринчи авлод абадий двигатель – ташқаридан энергияни олмасдан чексиз узоқ вақт иш бажарадиган ҳаёлий машина.



5-топшириқ

Интернет тармоғини фойдаланиб, қандай олимлар термодинамиканинг иккинчи қонунининг таърифига тавсия қилган таърифларини аниқланг.

Таърифларни солиштириб, сизга қайсиси тушунарли эканини айтинг.



Юлиус Эммануэль Клаузиус (1822–1888) – немис физиги, механиги ва математиги. Асосий ишлари назарий термодинамикага бағишланган. Илмий текширувлари учун Франция фан академиясининг кореспондент – аъзоси бўлиб сайланди.



Эсда сақланг!

Термодинамиканинг иккинчи қонуни кўплаб текшириш натижасини қамрайдиган постулат бўлиб топилади. Унинг кўплаб тажрибали исботлари бор.

Иккинчи авлод абадий двигатель – барча иссиқлик миқдорини ишга айлантирадиган ҳаёлий механизм.

Кўплаган ихтирочилар «абадий двигатель» яратишга ҳаракат қилишди. Барча ҳаракатлар муваффақиятсиз яқунланиб, термодинамика қонунларининг бажарилишини тажриба юзасидаги исботи бўлди. Термодинамиканинг биринчи қонуни бўйича $A = Q - \Delta U$ эканини эсласак, демак ҳар қандай двигатель ташқаридан берилган Q энергиядан фойдаланиш орқали иш бажара олади ёки $Q = 0$ бўлганда ўзининг ички энергиясининг камайиши $A = -\Delta U$ ҳисобидан иш бажаришини биламиз. Термодинамиканинг иккинчи қонуни иссиқликдан тўхтатиш ва температуранинг абсолют нолга етиши мумкин эмаслигини асос этиб олади.

! Эътибор беринг!

Энергиянинг ҳар қандай тури механик, химиявий, электр энергияси бўлсин ҳар қандай вақтда энергиянинг бошқа турига айлана олади. Ички энергия фақатгина қисман бошқа энергияга айлана олади. Жисм молекулалари энергиясини тўлиқ бериб, ҳаракатини тўхтата олмайди.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Цилиндрдаги поршень остидаги идеал газ қиздирилади, газ шу вақтда 600 Дж иш бажаради. Газга қанча иссиқлик миқдори берилди?

Берилган: $A = 600 \text{ Дж}$	Ечиш: Термодинамиканинг биринчи қонуни формуласини ёзамиз:
$Q = ?$	$Q = \Delta U + A \quad (1)$
	Биратомли газнинг ички энергияси:
	$\Delta U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT = \frac{3}{2} p\Delta V \quad (2)$
	Газнинг иши:
	$A = p\Delta V \quad (3)$
	(1), (2) ва (3) тенгламаларни бирлаштириб, ушбуни оламиз:
	$Q = \frac{3}{2} A + A = \frac{5}{2} A.$
	Ишнинг сонли қийматини қўйиб ҳисобласак:
	$Q = \frac{5}{2} \cdot 600 \text{ Дж} = 1500 \text{ Дж}.$
	Жавоби: $Q = 1500 \text{ Дж}.$

Назорат саволлари

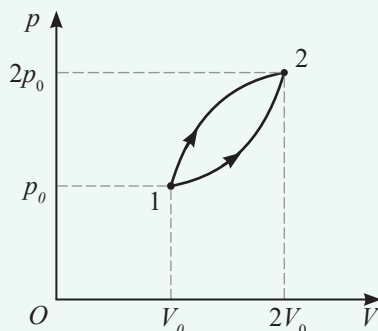
1. Ички энергия деганимиз нима? У қандай параметрларга боғлиқ?
2. Жисмнинг ёки жисмлар системасининг ички энергиясини қандай усуллар билан ўзгартиришга бўлади?
3. Иссиқлик берилишининг қанча тури бор? Уларнинг таърифларини айтинг.

- Иссиқлик миқдори деганимиз нима? Иссиқлик миқдорини ҳисоблашнинг қандай формулаларини биласиз?
- Бажарилган ишнинг физик маъноси нимада?
- Термодинамика қонунларини таърифланг.
- Термодинамиканинг икки қонуни қандай қўлланишга эга бўлди?

★ Машқ

14

- 27°C температурада олинган миқдори 5 моль бир атомли идеал газнинг ички энергиясини аниқланг.
- Газнинг ички энергиясининг ўзгариши 1-ҳолатдан 2-ҳолатга ўтиши усулига боғлиқми (*115-расм*)? Газ бир атомли бўлганлиги 1-ҳолатдан 2-ҳолатга ўтиши вақтидаги ички энергиянинг ўзгаришини аниқланг; $p_0 = 10^5$ Па, $V_2 = 2$ л.



115-расм. 15-машқнинг 2 масаласига

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзулар бўйича ахборот тайёрланг (хоҳишига кўра)

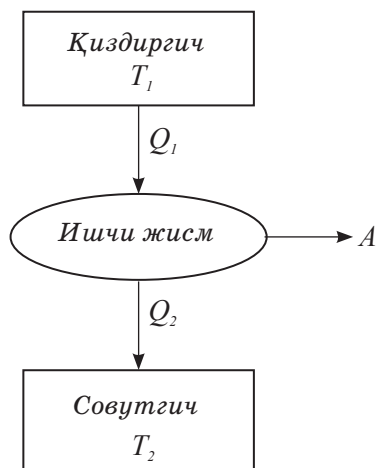
- Қостанай дизель заводининг тарихидан.
- «Агромашхолдинг» АЖ ривожланиш келажаги.
- ҚР самолёт ва ракета ишлашнинг ривожланиш келажаги.

16§. Иссиқлик двигателлари

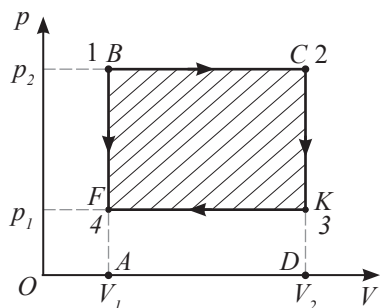
Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда

- Иссиқлик двигателларининг иш бажариш принципи билан уларнинг қўлланишини тавсифлай оласиз.



116-расм. Иссиқлик машинасининг принципли схемаси



117-расм. Икки изобара ва икки изохорадан иборат цикл процессининг диаграммаси

I Иссиқлик двигателларининг ишлаш принципи

Ҳар бир иссиқлик двигатели уч қисмдан: иситгичдан, совутгичдан ва сиқиладиган, кенгайдиган ишчи жисмдан ташкил топган (116-расм). Одатда ишчи жисми сифатида поршенли идишнинг ичига тўлдирилган газ ёки буғ олинади. Техник жиҳоз ишчи жисмнинг аста-секин иситгич ва совуткич билан яқинлашиш имконини беради. Ишчи жисм иситгич билан яқинлашганда кенгайди ва иш бажаради. Ишчи жисм билан яқинлашганда сиқилиб, поршень бошланғич ҳолатига келади, цикл бошидан қайта бошланади, ишчи иситгичдан энергия олиб, иш бажаради.

II Циклик процесс. Бир цикл ичида газнинг иши

Икки изобарадан ва изохорадан иборат айланма процессни қўрайлик (117-расм).

Айланма процесс ёки цикл – натижада система бир неча оралиқ ҳолатдан ўтиб, қайтиб бошланғич ҳолатига қайтиб келадиган процесс.

Диаграммадан кўриб турганимиздай, газ кенгайиб, сон қиймати $ABCD$ фигуранинг юзасига тенг $A_1 > 0$ мусбат иш бажаради. Сиқилган ҳолда эса газ иши $AFKD$ фигуранинг юзасига тенг $A_2 < 0$ манфий қийматга эга. Демак, бир цикл ичида газнинг бажарган иши циклнинг барча ўтишларининг графиклари билан чегараланган $BCKF$ фигуранинг юзига тенг:

$$A = A_1 - A_2. \quad (1)$$

III Иссиқлик машиналари. Машиналарнинг ФИК

Агар айланма процесс тўғри цикл бўйича ўтса 1-ҳолатдан 3-ҳолатга ўтади, шундан кейин соат йўналиши билан қайта 1-ҳолатга ўтса, унда машина иссиқлик машинаси деб аталди. Бунда иситгичдан ишчи жисмга берилган энергия механик энергияга айланиб, иш бажаради.

Иссиқлик машинаси – газ ёки буғнинг ички энергиясини механик энергияга айлантирадиган қурилма.

Иссиқлик двигателининг ФИК газ ишининг иситгичдан берилган иссиқлик миқдорига нисбатига тенг:

$$\eta_T = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}. \quad (2)$$

бундаги Q_1 – газга иситгичдан берилган иссиқлик миқдори;
 Q_2 – газ совутгичга берган иссиқлик миқдори.

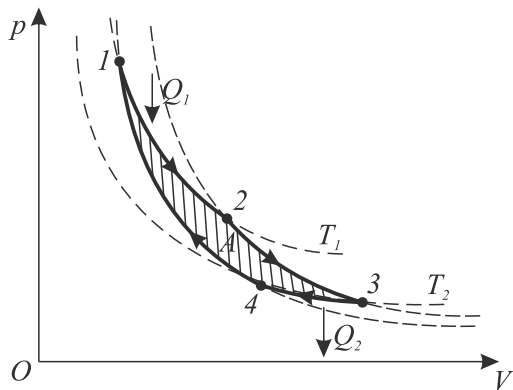
IV Карно цикли. Идеал иссиқлик машинаси

Биринчи иссиқлик машиналарининг ФИК ўта оз бўлди, у 8–9% гина бўлди. 1924 йили француз инженери **Сади Карно** иссиқлик двигателларнинг ишидаги асосий қонунларни очди ва максимал ФИК қиймати бор бўлган циклни тавсия қилди. Карно цикли билан ишлайдиган машинани идеал машина дейилади.

Карнонинг айланма процесси икки изотермадан ва икки адиабатадан иборат. (118-расм).

С.Карно ўз ҳисоблашларидан идеал двигателнинг ФИК 100% бўлиши мумкин эмас деган хулосага келди, уни иситгич ва совутгич температураси билан аниқландиган бўлади:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad \text{ёки} \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}. \quad (3)$$



118-расм. Идеал машинанинг циклик процесслар диаграммаси

? **Жавоби қандай?**
 Нега идеал машинанинг ФИК-и 100% бўлмайди, тахминан 70% га етади?

Олинган (3) формуладан иссиқлик двигателларининг фойдали иш коэффициентини орттиришнинг икки йўли бор эканини кўрамиз: иситкичнинг температурасини T_1 орттириш ёки совутгичнинг температурасини T_2 абсолют нолгача пасайтириш.

V Иссиқлик двигателларининг классификацияси

Иссиқлик двигателларида қўлланиладиган газ ёки энергиясини турли ёқилғи турларидан ёқиш орқали олади. *Агар ёқилғининг ёниши цилиндр сиртида бўлса, двигател сиртдан ёнув двигатели дейилади.* Сиртдан ёнув двигателларига буғ машинаси, буғ трубинаси, Стирлинг двигатели киради.

Агар ёқилғи кенгайиш камерасининг ичида ёнса, унда двигател ички ёнув двигатели дейилади. Бундай двигателларга ИЁД, дизель, роторли-поршень двигател, турбореактив ва реактив двигател киради.

VI Иссиқлик машиналарининг турлари ва уларнинг қўлланилиши

Буғ машиналари. Буғ машинасининг асосий қиймати – тузилишининг оддийлиги ва яхши тортиш кучининг бўлиши. Шунинг учун буғ машиналари тортиш двигателлари ҳисобидан масалан, паровозларда фойдаланиш жуда қулай. Буғ машиналарининг энг катта камчилиги – ФИК паст бўлиши 10%, нисбатан паст тезлик, вазнининг оғирлиги ва ёқилғи билан сув истеъмоли. *119-расм* ғилдираклари ҳаракатга келтирилган буғ машинасининг умумий кўриниши тасвирланган. Бу двигателнинг ишчи жисми сув буғи бўлади.

Ички ёнув двигателлари. Ички ёнув двигателларида иссиқлик манбаи ёқилғи энергиясидир. Ёқилғи тўлиқ ёнганда бир килограмм ёқилғи ёнганда кам деганда 15 килограмм ҳаво керак бўлади. Ёнадиган аралашмаларнинг сиқилиш даражаси ёқилғининг тўлиқ ёнишини ва двигателнинг юқори ФИК аниқлаш муҳим характерга эга. Юқори сиқилишнинг даражасига (8–9 марта) детонациясиз этиш ёқилғи таркибига кўрғошини бор махсус аралашмаларни қўшиш орқали мумкин бўлди. Ички ёнув двигателларнинг ФИК тахминан 20–30 % оралигида. *120-расм*да тўрт цилиндрли ИЁД тасвирланган, у 4 такт билан ишлайди: ёнадиган аралашмаларни киритиш, сиқиш, иш бажариш, ёниб бўлган газни чиқариш. Иккинчи тактининг охирига бориб учқун чиқарилиши билан ёқилғи ёниши амалга ошади. Ҳар бир цилиндрда тактлар навбати билан амалга ошади. Ички ёнув двигателлари автомобилларда қўлланилади.

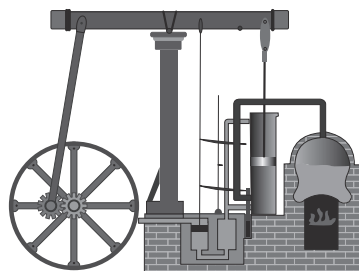
Дизель двигатели. Немис инженери **Рудольф Дизель** 1892 йили ички ёнув двигателини ФИК орттириш учун ишчи жисмининг сиқилиш даражасини орттиришни тавсия қилди. Детонациясиз сиқишнинг юқори даражасига ҳавони ёнувчан аралашмаларини сиқиш орқали мумкин бўлади. Сиқилиш процесси тугагандан кейин цилиндр ичига ёқилғи пуркалади. Дизель двигателларда ўт олдириш системаси зарур эмас, ёнилғини эртароқ пуркаш қийинчилик туғдирмайди ва нисбатан арзон дизель ёқилғиларни ишлатиш мумкин (*121-расм*). Ёқилғини олдиндан ҳаво билан аралаштириш бўлмаганлигидан, карбюраторга эҳтиёж йўқ. Шунга қарамай сиқилишнинг даражаси юқори бўлганидан, тузилиши мустаҳкам бўлиши керак. Дизель двигателларда сиқишнинг



1-топшириқ

Дарслиқдан ва интернет системасидан фойдаланиб, «Иссиқлик машиналарининг турлари» жадвалини тузинг. Жадвалда қуйидагиларни кўрсатинг:

1. Двигатель номи;
2. Тузилиши;
3. Ҳаракат этиш принципи;
4. Қўлланиш майдони;
5. ФИК-нинг максимум қиймати.



119-расм. Буғ машинаси



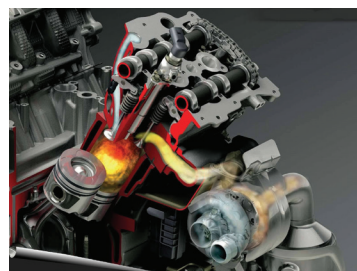
120-расм. Ички ёнув двигатели

юқори даражаси 20:1 бўлганда ФИК юқори қийматга эга бўлади. Замонавий дизелларнинг ФИК тахминан 40% бўлади.

Дизель двигателлар кучли юк транспортида, тракторларда, денгиз транспортларида, темир йўл локомотивларида ишлатилади.

Стирлинг двигатели. 1816 йили шотландлик Р.Стирлинг ички ёнув поршенли двигателини ўйлаб топди. Иш цикли 4 такт бўйича: сиқилиш, иссиқлик манбасига ўтиш, иш бажариш, совутиш. Ишчи газ буғ машинасидай ташқи иссиқлик манбаини чиқаради (122-расм), двигателда доим айланишда бўладиган сув орқали совутилади. Буғ машинаси билан солиштирганда Стирлинг двигателининг ФИК бир қанча юқори – тахминан 30%. Стирлинглар товушсиз режимда ишлаши билан, иқтисодий жиҳатидан фарқланади, улар ҳар қандай ёқилғи билан: ёғоч, кўмир, газ хаттоки куёш энергияси билан ҳам ишлайди. Уларни автоном уйларни иситиш ва электр энергияси билан таъминлаш учун қўлланилади. Стирлинг двигателларининг тузилиши энг самарали турлари кемалар учун, сув ости кемалари ва юк транспорти учун ясалди. Махсус радиоизотопли энергия манбаси бор стирлинг генератори NASA 2020 йили Сатурн йўлдошларига ташкил қилинаётган экспедициясида фойдаланилади.

Газ турбиналари – сиқилган ёки қиздирилган газ энергиясини механик ишга айлантирадиган доимий ҳаракат двигателлар (123-расм). Ёқилғи турбина сиртида ва унинг ичида ҳам ёна олади. Турбина тузилишининг асосий қисмлари ротор ва статор бўлади. Газ турбинали двигателларнинг афзаллиги – ФИК юқори қийматга эга бўлиши ва поршенли двигателлар билан солиштирганда зарарли моддалар оз чиқариши, чангга айланадиган ёқилғининг ҳар қандай газ турини, нефть маҳсулотларини, чанг туридаги кўмирларни фойдалана олиши. Газ турбиналарини товушдан тез ҳаракатланадиган самолётларда, суюқ ёқилғи ракеталарида фойдаланилади.

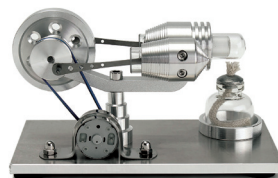


121-расм. Дизель

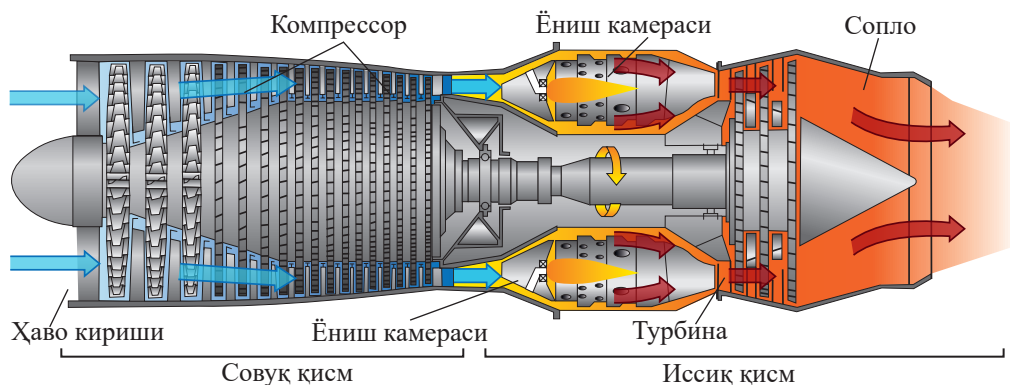


2-топшириқ

1. Иссиқлик машиналарининг атроф-муҳитга таъсирини текшириб, атроф-муҳитни сақлаш чораларини тузинг.
2. Қозоғистоннинг 5 катта шаҳарида ва ўз шаҳрингиздаги енгил автомобилларнинг атмосферага йилига бўлинадиган зарарли моддалар ҳажмини аниқланг. Ҳисоблаш натижалари асосида солиштириш диаграмма тузинг.



122-расм. Стирлинг двигатели



123-расм. Газ турбинаси

VII Иссиқлик машиналарининг атроф-муҳитга таъсири

Иссиқлик машиналари атроф-муҳитга салбий таъсир этади. Ёқилғи ёнганда атмосферадаги ҳавода кислород ишлатилади, атмосферага углерод гази чиқарилади. Ер юзидан чиқариладиган инфрақизил нурланиши кўп миқдорда атмосферада ютилади. Бу атмосферадаги углерод концентрациясининг ортиши ва температуранинг кўтарилишига олиб келади. Кўмир ва нефть ёнганда атмосфера одам соғлиғига зарарли азот ва олтингугурт аралашмалари билан ифлосланади.

Атмосферанинг ифлосланишининг ярмидан кўпини автомобиллар чиқаради. Карбонад ангидрид билан азот аралашмаларидан бўлак автомобиллар йил сайин атмосферага 2–3 млн. т қўрғошин чиқаради. Двигателга ёқилғи детонациясини бўл-дирмаслик учун ёқилғига қўрғошин аралашмасини қўшади.



Эсда сақланг!

Ўртача йиллик юриши 15 минг км бўладиган енгил автомобиль атмосферага 250 кг углерод, 27 кг азот ишқорини чиқаради.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Идеал иссиқлик машинасида ишчи жисм бир циклда иситгичдан 10^3 Ж иссиқлик олади ва 300 Ж иш бажаради. Совутгичнинг температураси 280 К бўлса, машинанинг ФИК ва иситгичнинг температурасини аниқланг.

Берилган:

$$Q_1 = 10^3 \text{ Дж}$$

$$A = 300 \text{ Дж}$$

$$T_2 = 280 \text{ К}$$

$$T_1 = ?$$

$$\eta = ?$$

Ечиш:

Иссиқлик машинасининг ФИК аниқлаш учун маълум формулаларини қўлланамиз:

$$\eta = \frac{A}{Q_1} \quad (1)$$

ва

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \quad (2)$$

ФИК ни ҳисоблаймиз $\eta = \frac{300 \text{ Дж}}{10^3 \text{ Дж}} = 0,3$; $\eta = 30\%$.

Иситгичнинг температурасини аниқлаш учун (2) формулани ўзгартирамиз:

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{T_2}{T_1} = 1 - \eta \Rightarrow T_1 = \frac{T_2}{1 - \eta}$$

Ҳисоблашни бажарамиз:

$$T_1 = \frac{280 K}{1 - 0,3} = 400 K.$$

Жавоби: 30%, 400 К.

★ Машқ

15

1. Иссиқлик машинаси ёпиқ цикл бўйича иш бажаради. Циклда берилган иссиқлик миқдори $Q_1 = 0,1$ МДж, совутгичга $Q_2 = 80$ кДж берилган. Циклдаги фойдали ишни ва иссиқлик машинасининг ФИК қандай?
2. Агар иситгич билан совутгичнинг температуралари мос равишда $t_1 = 200^\circ\text{C}$ ва $t_2 = 17^\circ\text{C}$ бўлса, идеал иссиқлик машинасининг ФИК ни аниқланг.
3. Идеал иссиқлик машинаси бир циклда $A = 73,5$ кДж иш бажаради. Иситгичнинг температураси $t_1 = 100^\circ\text{C}$, совутгичнинг температураси $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Циклнинг ФИК и ва бир циклда совутгичга берилган иссиқлик миқдорини топинг.
4. Оламда 1 млрддан кўп енгил автомобиль бор. Енгил автомобилда 1 кг ёқилғи ёниши учун 2,5 кг кислород керак. Бир автомобиль бир йилда тахминан 10000 км юради ва 10 тонна бензин ёқади. Атмосферага таркибида 200 турли модда 800 кг карбон диоксида, 40 кг азот оксида, 200 кг углерод, 3,5 кг зиёнли қўрғошин, 5–8 кг резина чангги бор 160 тонна фойдаланилган газ чиқаради. Бир йил ичида кислород истеъмолини ва автомобиль чиқарадиган зиёнли моддаларнинг сонини аниқланг. Олинган натижаларни атмосферадаги ҳавонинг массаси билан солиштиринг.
5. Евро Осие энергетик корпорациясининг Аксу ИЭС кувати 325 МВт №6 энергоблогида 2012 йили икки электрофилтрнинг (блокдаги кулни 99,7% тутуди) монтажи бошланди. Ҳозирги вақтда блокдаги мазут истеъмоли йилига тахминан 1,5 тонна бўлди. Агар 5 тонна мазут ёнганда тахминан 4 кг кул чиқадиган бўлса, кулнинг атмосферага таралиши қанча марта камаяди?

Назорат саволлари

1. Қандай процессни айланма цикл деб аталади?
2. Ҳар қандай иссиқлик машинасининг асосий қисмларини айтинг.
3. Иссиқлик машинасида энергиянинг қандай алмашилиши бажарилади?
4. Қандай процессни Карно цикли деб аталади?
5. Қандай иссиқлик двигателларини биласиз?
6. Иссиқлик двигателларининг фойдали томонлари билан камчилигини айтинг.
7. Иссиқлик машиналари атмосферага қандай зиёнли моддаларни чиқаради?
8. Иссиқлик машиналарини фойдаланишдаги экологик проблемани ечишнинг қандай йўллари бор?

Ижодий топшириқлар

«Иссиқлик двигателлари ва атроф-муҳитни ҳимоялаш» мавзусида маъруза тайёрланг.

8-бобнинг хулосаси

Ички энергия, ички энергиянинг ўзгариши	Газнинг иши	Иссиқлик миқдори
$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT$ $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$	$A_p = p \Delta V$ $A = \frac{m}{M} R \Delta T$ <p>Ташқи кучларни иши билан газнинг ишининг боғлиқлиги $A' = -A$</p>	<p>қиздириш (совитиш)</p> $Q = cm(t_2 - t_1)$ <p>эриш (қотиш)</p> $Q = \lambda m$ <p>қайнаш (конденсация)</p> $Q = r \cdot m$ <p>Ёқилғи ёнган вақтда</p> $Q = qm$
Термодинамиканинг I қонуни	Машиналарнинг ФИК	
	Иссиқлик машинаси	Идеал иссиқлик машинаси
$\Delta U = A' + Q$ $Q = A + \Delta U$	$\eta_T = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$	$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$ $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Термодинамика қонунлари

Термодинамиканинг биринчи қонуни

Бир ҳолатдан иккинчи ҳолатга ўтгандаги жисмнинг ички энергиясининг ўзгариши ΔU ўзгариши жисмга берилган иссиқлик миқдори Q билан ташқи кучнинг бажарган ишининг A' йиғиндисига тенг.

Газга берилган иссиқлик миқдори ички энергиянинг ўзгаришига ва газнинг иш бажаришига сарфланади.

Термодинамиканинг иккинчи қонуни

Кельвин таърифи: «Цикл бўйича иш бажарадиган иссиқлик машинасида иситгичдан олинган иссиқлик миқдорини тўлиқ механик энергияга айлантириш процесси мумкин эмас».

Клаузиус таърифи: «Иссиқлик температураси юқори жисмлардан температураси паст жисмларга ўз-ўзидан узатилади».

Глоссарий

Адиабатик процесс – термодинамик система атрофидаги жисм билан иссиқлик алмашув бўлмаганда бажариладиган процесс.

Биринчи авлод абадий двигатели – ташқаридан энергияни олмасданок чексиз узоқ вақт ишлайдиган ҳаёлий машина.

Иккинчи авлод абадий двигатели – барча иссиқлик миқдорини ишга айлантирадиган ҳаёлий механизм.

Жисмнинг ички энергияси – жисмларнинг ўзаро таъсирининг, ҳаракатининг ва иш бажара олиш мумкинлигини турли формаларининг қиймати.

Иссиқлик миқдори – иссиқлик алмашув натижасида жисмнинг ички энергиясининг ўзгаришини ўлчов қиймати.

- Конвекция** – иссиқликнинг, газнинг ёки суюқликнинг, иссиқ ва совуқ қатламларининг аралашishi орқали узатилиши. Конвекциянинг эркин ва мажбури турлари бор.
- Айланма процесс ёки цикл** – натижасида система бир неча оралик ҳолатдан ўтиб, қайтиб бошланғич ҳолатига қайтиб келадиган процесс.
- Иссиқлик ўтказувчанлик** – жисм зарраларининг ўрнини алмаштирмасдан, иссиқликнинг жисмни қаттиқ қиздирилган қисмидан қиздирилмаган қисмига узатилиши ёки жисмларни бир-бирига теккизилган иссиқликнинг қаттиқ қиздирилган жисмдан совуқ жисмга узатилиш процесси.
- Иссиқлик двигатели** – газнинг ёки буғнинг ички энергиясини механик энергияга айлантирадиган қурилма.
- Термодинамика** – механик ва энергияларнинг ўзаро айланиш процессини ҳамда ички энергиянинг бир жисмдан иккинчи жисмга узатилиш ҳодисасини ўрганадиган физиканинг бўлими.
- Модданинг солиштирма иссиқлик сифими** – массаси 1 кг модданинг температурасини 1 К га ўзгартириш учун керак бўлган иссиқлик миқдори.
- Солиштирма эриш иссиқлиги** – эриш температурасида массаси 1 кг модданин тўлиқ суюқликка айлантириш учун керак бўлган иссиқлик миқдори.
- Солиштирма буғланиш иссиқлиги** – қайнаш температурасидаги массаси 1 кг суюқликни тўлиқ буғга айлантириш учун керак бўлган иссиқлик миқдори.
- Ёқилғининг солиштирма ёниш иссиқлиги** – массаси 1 кг ёқилғи тўлиқ ёнганда ажраладиган иссиқлик миқдори.
- Универсал газ доимийси** – ўзгармас босимда бир моль газнинг температурасини 1 Кга орттириш учун қандай иш бажариш кераклигини кўрсатадиган катталиқ.

СҮЮҚ ВА ҚАТТИҚ ЖИСМЛАР

Суюқлик ва қаттиқ жисмларнинг хоссалари модданинг ички тузилишига, яъни зарралар орасидаги масофа билан уларнинг жойлашишига боғлиқ. Суюқликлар молекулаларининг қаттиқ жисм молекулалари билан ўзаро таъсирлашиш хусусиятларига қараб биз капиллярлик ҳодисасида, суюқликларнинг қаттиқ жисмларни хўллашини биламиз.

Буғланиш хоссаси натижаси суюқликларнинг қаттиқ жисмлар юзида ташқи шароитларга боғлиқ холда буғ пайдо бўлади.

Шу бобда биз суюқликлар ва уларнинг буғининг баъзи хоссаларини ўрганамиз.

Бобни ўқиб-ўрганиш орқали сизлар:

- гигрометр ва психрометр ёрдамида ҳавонинг намлигини аниқлашни;
- сирт таранглик табиатини ва капиллярлик ҳодисаларини кундалик турмушдаги ролини ўрганасиз.

17§. Ҳавонинг намлиги. Шудринг нуқтаси

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштиригanda:

- *гигрометр ва психрометр ёрдамида ҳавонинг нисбий намлигини аниқлай оласиз.*



Эсингизга туширинг!

Модданинг суюқ ҳолатидан газ ҳолатига айланиш процессини буғланиш процесси деб аталади. Конденсация – буғнинг суюқликка айланиш процесси.



Жавоби қандай?

1. Буғланишнинг қандай икки усули бор? Уларга маълумот беринг.
2. Буғланиш тезлиги нимага боғлиқ бўлади?



Эсда сақланг!

1. Метрологияда абсолют намлик деб ҳавонинг таркибида мм.сим.уст. шаклда берилган сув буғи босимига айтилади.

2. Сув буғининг моляр массаси:

$$M = 18 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$



Эсда сақланг!

ХБС бўйича абсолют намликни ўлчам бирлиги:

$$[\rho] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

кўпинча қўлланиладиган

ўлчам бирлиги: $1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

I Тўйинган буғ ва тўйинмаган буғ

Агар буғланиш жараёни ўзгармас температурадаги ёпиқ идишда ўтса, унда қандайдир вақт ўтгандан кейин суюқлик буғи концентрациясининг ортиши тўхтайдди. Буғланиш ва конденсация процессларининг орасида динамик мувозанат юзага келади.

Динамик мувозанат – бир хил вақт оралиғида суюқликдан чиқиб кетаётган молекулалар сони билан суюқликка қайтиб тушаётган молекулалар сони тенг бўладиган термодинамик системанинг ҳолати.

Ўз суюқлиги билан динамик мувозанатда бўладиган буғ тўйинган буғ деб аталади.

Буғнинг босими температура билан молекулалар концентрациясига боғлиқ:

$$p = nkT \quad (1)$$

(1) тенгламадан $T = \text{const}$ бўлганда буғнинг босими фақат молекула концентрацияси билан аниқланишини кўрамыз. Демак, буғ бирлик ҳажмда маълум бир молекула миқдори билан тўйинади. Температура ўзгарган шароитда босим икки параметр бўйича: температура билан ва молекулалар концентрацияси билан аниқланади.

Тўйинган буғ босимидан паст босим юзага келтирадиган буғ тўйинмаган буғ бўлади.

Ўз суюқлиги билан динамик мувозанатда бўлмаган буғ тўйинмаган буғ деб аталади.

Агар суюқлик сиртидаги буғ тўйинган бўлмаса, унда буғланиш конденсациядан юқори бўлади.

II Ҳавонинг абсолют намлиги. Шудринг нуқтаси

Атрофимизни ўраб турган ҳавода ҳар доим сув буғи бўлади.

1 м³ ҳаво ҳажмида бўлган сув буғининг миқдорини ҳавонинг абсолют намлиги деб аталади.

Агар ҳажми V ҳавода массаси m буғ бўлса, унда ҳавонинг ҳар бир бирлик ҳажмидаги сув буғи қуйидаги формулага тенг бўлади

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (2)$$

ρ – абсолют намлик.

Ҳаво таркибида бўлган сув буғи тўйинмаган ҳисобланади.

Атмосферадаги ҳавода сув буғи тўйинган ҳолатга айланадиган температура шудринг нуқтаси деб аталади.

Шудринг нуқтаси ҳаво таркибида сув буғининг бўлишига боғлиқ. Агар ҳавонинг абсолют намлиги юқори бўлса, унда конденсация нисбий турда юқори температура-ларда юзага ошади.

III Нисбий намлик

Сувнинг қуриши интенсивлиги нисбий намлик билан тавсифланадиган сув буғининг тўйиниш даражасига боғлиқ.

Ҳавонинг нисбий намлиги – ҳавонинг абсолют намлигининг берилган температурада 1 м^3 ҳавони тўйинтириш учун керак бўлган буғ миқдорига фоиз ҳисобида берилган нисбати.

Жавоби қандай?

Нега сув буғи бор ҳавонинг тўйиниш даражасини абсолют намлик билан аниқлаш мумкин эмас?

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_m} \cdot 100\%, \quad (3)$$

бундаги φ – нисбий намлик, ρ – буғнинг абсолют намлиги, ρ_m – берилган температурадаги тўйинган буғнинг намлиги.

Абсолют намликларнинг нисбати босимларнинг нисбатига тенг эканини исботлаш қийин эмас, демак,

Берилган температурада ҳаво таркибида бўладиган сув буғи босимининг шу температурага тўйинган сув буғининг босимига нисбатининг фоиз ҳисобида олинган қиймати ҳавонинг нисбий намлиги деб аталади.

$$\varphi = \frac{p}{p_m} \cdot 100\%, \quad (4)$$

бундаги p – сув буғининг босими, p_m – шу температурадаги тўйинган буғ босими.

IV Гигрометр. Толали гигрометр

Ҳаво намлигини аниқлайдиган асбобларга *гигрометр* деб аталади (грек. «гигрос» – намлик). Гигрометрларнинг бир неча турлари бор: толали, конденсацион, психрометр, электронли, термогигрометрлар.

Толали гигрометрнинг иш ҳаракати ҳаво намлиги ортганда отнинг ёлисининг ёки одам сочининг узайишига асосланган. Намлик 0 дан 100% гача ўзгарганда, сочининг узайиш узунлигининг 2,5% бўлади. Гигрометрда соч деформацияси ричаг

системасининг ёрдами билан стрелка кўрсаткичига (124-расм), гигрографларда эса айланма барабан тасмасига ёзув ёзадиган ручкасига берилади. Аниқ ишлайдиган асбоблар паст температураларда ишлай олмаслигидан, киш фаслида толали гигрометр -10°C ва ундан паст температураларда ишлайдиган асосий асбоб ҳисобланади.

Гигрографлар толали ёки плёнкали бўлади (125-расм). Барабан айланиши кунлик ёки ҳафталик бўлади.

Толали гигрометр ёрдамида ҳавонинг нисбий намлиги аниқланади.

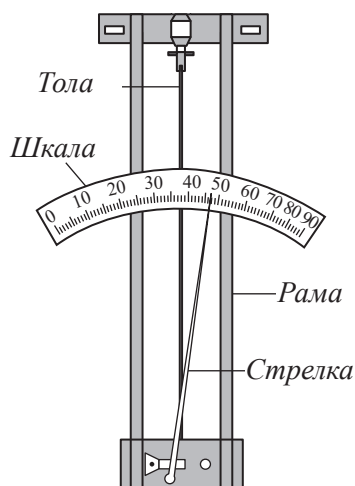
V Конденсацион гигрометр. Шудринг нуқтаси бўйича ҳавонинг намлигини ўлчаш

Конденсацион гигрометрни шудринг нуқтасини аниқлаш учун қўлланилади. У штативга ўрнатилган металл камера кўринишида бўлади (126 а-расм). Камерада икки тешик бўлади: биринчиси термометр учун, иккинчиси ҳавони ҳайдаш учун (126 б-расм). Камеранинг олдинги девори (2) ва ҳалқа айланаси (3) ойна юзасидек текисланган. Ҳалқа рамкаси билан камера бир-биридан иссиқлик ўтказмайдиган материал билан бўлинган (4). Камерани (1) спирт билан ёки эфир билан ярим тўлдирилади, шундан кейин резина пуркагич (5) орқали суюқлик юзига ҳавони ҳайдайди. Қуриштиш жараёнида суюқлик совиб, қутича деворларида буғ конденсацияланади. Рамка юзи билан солиштирганда қутичанинг текисланган юзи қораяди. Шудринг пайдо бўлган вақтда термометр кўрсаткичларини – шудринг нуқтаси ҳисобланади.

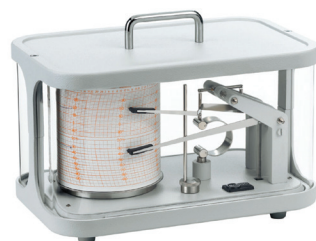
Шудринг нуқтаси орқали бинодаги ҳавонинг намлиги аниқланади. Бунинг учун тўйинган буғ зичлиги жадвалидан шудринг нуқтасига тўғри келадиган абсолют намлик ρ топилади. Худди шу жадвал бўйича атроф-муҳит температурасидаги тўйинган буғнинг зичлиги ρ_t аниқланиб, нисбий намликни (2) формула билан ҳисобланади. Тўйинган буғ босими жадвали бўйича парциал босим билан тўйинган буғ босимини аниқлаш орқали худди шундай ҳисоблашларни амалга ошириш мумкин.

VI Электронли термогигрометр

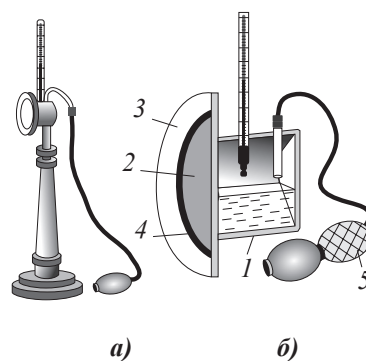
Термогигрометр – ҳаво температураси билан намлигини аниқлайдиган чўнтак асбоби ҳисобланади. Термогигрометр икки метеорологик қурилмани – ҳаво температура-турасини ўлчайдиган рақамли термометр билан текшириладиган объектнинг зонд



124-расм. Толали гигрометр



125-расм. Плёнкали гигрограф



126-расм. Конденсацион гигрометр

билан нисбати орқали жисм намлигини ўлчайдиган рақамли гигрометрни боғлайди. Бинодаги намликни ўлчаш учун термогигрометр – иситиш асбобларидан, кондиционерлардан камида бир ярим метр масофада жойлаштирилади (127-расм). Бинога асбобдан бошқа олинадиган куроли бор рақамли термогигрометрлар жойлаштиришга бўлади. Термогигрометрнинг асосий мақсади – ҳавонинг намлик даражаси ва шудринг нуқтасини аниқлашдан иборат. Уни турмушда ва ишлаб чиқаришда (масалан, қурилиш материалларининг, гипсининг, ёғочнинг намлигини билиш учун), омбор ичидаги намликни баҳолашда, ёғочдан ясалган буюмларни сақлаш учун, медицина хоналарининг, кутуб хоналарнинг, музейларнинг намлигини баҳолашда қўлланилади. Улар оддий ҳамда қўлланишга қулай, суяқ кристалл дисплей билан жиҳозланган. Шунинг билан, қўлаб қўшимча хизматларни бажара олади, масалан, компьютерга қўшила олиши, календарь тақвими ва термометрининг бўлиши. Кўпинча автомобилда ва хонада қўлланиладиган термогигрометрларга талаб катта (128-расм).



128-расм. Рақамли термогигрометр

VII Психрометр

Психрометр ҳавонинг нисбий намлигини аниқлаш учун қўлланилади. У бир корпусга жойлаштирилган икки бир хил термометрдан тузилган (129-расм). Термометрнинг бирининг резервуари дока билан ўралиб, сув қуйилган идишга солинган (2). Докадаги сув буғланганда термометр совийди, унинг кўрсаткичи қурғоқ термометр кўрсаткичидан паст бўлади. (1). Психрометр билан ҳавонинг нисбий намлигини аниқлаш учун ҳаво температурасини ва қурғоқ билан намли термометрнинг температура кўрсаткичларининг фарқи аниқланади. Психрометрик жадвал бўйича (9-жадвал) ҳавонинг нисбий намлиги аниқланади.



Топшириқ

1. Параграфдаги конденсацион гигрометр ва психрометрнинг иш қоидаси ҳақида ўқинг.
2. Асбобларни қўллаш орқали нисбий намликни аниқлаш алгоритмини тузинг.
3. Физика кабинети, мактаб зали ва фойедаги ҳавонинг намлигини ўлчанг.

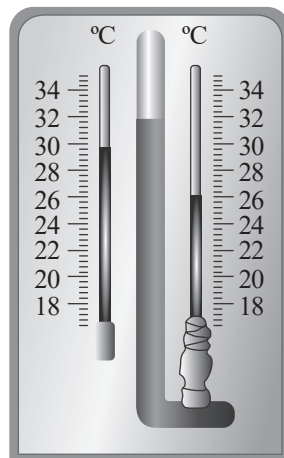


127-расм. Термогигрометр



Жавоби қандай?

Ҳаво намлиги ортганда психрометр кўрсаткичи қандай ўзгаради?



129-расм. Психрометр



130-расм. Бурабай кўлидаги тонгги туман



Жавоби қандай?

1. Нега туман кўпинча тонгги вақтда пайқалади (130-расм)?
2. Нега ҳаво температураси пасайганда хонада намлик кузатилади?
3. Нега қуёш ботгандан кейин шудринг тушади?

Назорат саволлари

1. Қандай буғни тўйинган деб аталади?
2. Ҳавонинг абсолют намлиги деганимиз нима? Қандай ўлчов бирлиги билан ўлчанади?
3. Қандай температурани шудринг нуқтаси деб аталади?
4. Нисбий намлик деганимиз нима?
5. Ҳавонинг намлиги қандай ва уни қандай асбоб билан аниқланади?



Машқ

16

1. Температураси 50°C тўйинган буғ зичлигини аниқланг.
2. Бошланғич температураси 20°C тўйинган сув буғини суюқликдан ажратиб олиб, ўзгармас ҳажмда 30°C -гача қиздирилди. Буғ босимини аниқланг. Буғнинг бу тури қандай аталади?
3. Агар сув буғининг босими 8 кПа бўлса, 50°C температурада ҳавонинг абсолют намлиги қандай?
4. Температураси 300 К ҳавонинг абсолют намлиги $12,9 \text{ г/м}^3$. Ҳавонинг нисбий намлигини аниқланг.

Экспериментал топшириқлар

Иккита хона термометридан қўлланиб, хонадон хоналаридаги ҳаво намлигини аниқланг. Натижаларни таққосланг.

Ижодий топшириқлар

Маъруза тайёрланг (хоҳишига кўра)

1. Метрологик хизматда қўлланиладиган замонавий гигрометрлар.
2. Намликни аниқлайдиган асбобларнинг қўлланиш чегараси.
3. Тирик организмларнинг яшашида намликнинг бажарадиган роли.

18§. Суюқликнинг сирт таранглик кучи. Ҳўллаш, капиллярлик ҳодисаси

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштиригanda

- Сирт тарангликнинг табиати ва капилляр ҳодисанинг кундалик турмушдаги ўрнини тушунтира olasiz.



Жавоби қандай?

1. Нега нам қумдан ясалган шар ҳам сув остида сочилиб кетади?
2. Нега сувли қўлқопни ечиш қийин?



Ўз тажрибангиз

Симдан ясалган халқа ва ип ёрадамида тажриба ўтказинг (139-расм). Халқани совун эритмасига солинг. Турли соҳаларда парданинг яхлитлигини бузиб, натижани кузатинг.

Нега одам сув юзига сузиб чиққанда сочи бошига ёпишади да, сув остида осон таралади (131-расм)?

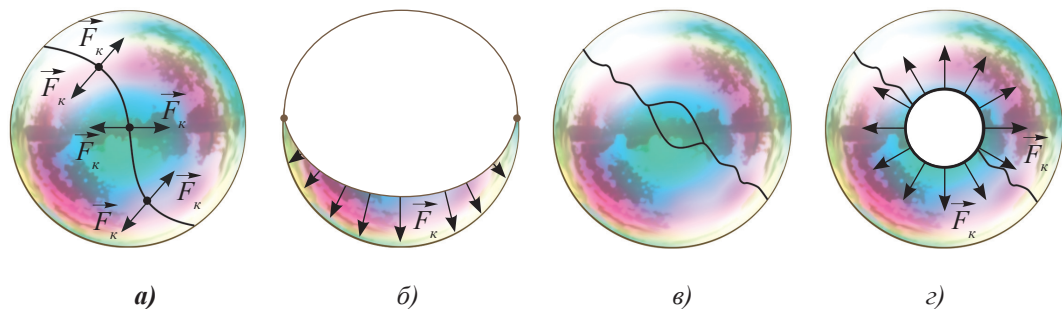


131-расм. Сирт таранглик кучининг таъсири

I Сирт таранглик кучи

Суюқлик эркин сирти билан параллел молекуляр ўзаро таъсир кучининг таъсир этувчилари юза қатламдаги молекулаларни яқинлашишига ҳаракат қилади. Ўша кучларнинг таъсирлари натижасида сирт қатлами таранглик ҳолатига тушади. Суюқлик билан қаттиқ жисм чегарасида сирт таранглик кучи қаттиқ жисм билан унинг сиртига перпендикуляр таъсир қилади (132-расм). Сирт таранглик кучининг таъсирини оддий тажрибалардан пайқашга бўлади. Совун эритмасига четларини ип билан боғланган симдан ясалган халқани соламыз. Халқа ичида эркин

жойлашган совун пардаси ҳосил бўлади (132 а) расм). Энди ипнинг бир томонидаги пардани тешамиз. Қолган парда қискариб, ипни чўзиб, унга ёй шаклини беради (132 б) расм). Энди ипни четига боғлаб, тажрибани такрорлаймыз (132 в) расм). Халқа ичидаги пардани тешсак, натижада парданинг сиртқи қисми ҳалқани чўзиб, ҳалқани ўз ҳолатига келтиради (132 г) расм).



132-расм. Сирт таранглик кучини текшириш

Сирт таранглик кучи деганимиз – суюқлик сирт қатламининг юзасини қисқартирадиган ва шу сиртга уринма бўйича йўналган суюқликнинг сирт қатлами молекулаларининг ўзаро таъсирлашиш кучи.

II Сирт таранглик коэффициент. Томчини узилиши усули билан сирт таранглик коэффициентини аниқлаш

Сирт таранглик ҳодисасига сонли маълумот бериш учун сирт таранглик коэффициентини киритилган.

Сирт таранглик коэффициентини – сирт таранглик кучининг суюқлик сирт қатламининг узунлигига нисбати.

Сирт таранглик коэффициентини σ (сигма) ҳарфи билан белгиланади. Маълумот бўйича:

$$\sigma = \frac{F_{\text{к}}}{l}, \quad (1)$$

Бу ердаги l – сирт қатлами узунлиги, $F_{\text{с.к.}}$ – сирт таранглик кучи.

Диаметри кичик найчадан узиладиган суюқлик томчиси учун сирт қатлами чегараси радиуси найчанинг ички радиусига тенг айлана узунлиги бўлади (140 а-расм):

$$l = 2\pi r = \pi d. \quad (2)$$

Томчи оғирлиги таранглик кучига тенг бўлганда ажрайди:

$$P = F_{\text{с.к.}} \quad (3)$$

(1), (2), (3) формулалардан:

$$\sigma = \frac{mg}{\pi d} \quad (4)$$

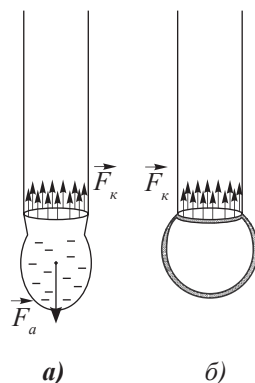
экани чиқади.

Агар найчадан совун пуфагини чиқарсак, унда икки сирт қатлам пайдо бўлади (133 б) расм), демак, совун пуфаги найчадан сиртқи куч таранглик қатламининг икки чегарасида пайдо бўлган сирт таранглик кучига тенг бўлганда узилади:

$$F_{\text{сирт}} = 2F_{\text{с.к.}} \quad (5)$$

Сирт таранглик коэффициентининг ўлчов бирлиги: $[\sigma] = 1 \frac{H}{m}$.

Сирт таранглик коэффициентини суюқликнинг турига, температурасига ва унинг таркибида аралашма бўлишига боғлиқ. Суюқлик температураси ортганда ва унинг таркибида аралашма бўлган ҳолда сирт таранглик коэффициентини камаяди.



133-расм. Сирт қатламининг чегараси найча айланасининг узунлиги бўлади

Ўз тажрибангиз

Сирт таранглик коэффициентининг суюқлик турига, температурасига ва таркибида аралашманинг бўлишига боғлиқлигини текширинг (140-расм). Томчи узилиб сирт таранглик коэффициентини ортганда, томчининг ҳажми қандай ўзгаради?

III Хўллаш. Чегаравий бурчак

Суюқликларнинг қаттиқ жисмлар билан чегарида жойлашган молекулалар суюқлик молекулалари билан бирга, қаттиқ жисм молекулари билан ҳам ўзаро таъсирлашади.

Агар қаттиқ жисм зарраларининг тортишиши кучи суюқлик молекулаларининг тортишиши кучидан катта бўлса, суюқлик қаттиқ жисмни хўллайди. Суюқликнинг эркин сирти эгриланади, ботиқ шаклга эга бўлади (134 а) расм).

Агар суюқлик қаттиқ жисмни хўлламаса, унда суюқликнинг эркин сирти қаварик ҳолатига келади (134 б) расм). Суюқлик эркин сиртининг эгриланишини мениск дейилади.

Қаттиқ жисм сирти билан мениска ўтказилган уринманинг қаттиқ жисм билан эгриланиш нуқтасини чегаравий бурчак θ деб аталади.

Қаттиқ жисмни хўллайдиган суюқликлар учун чегаравий бурчак – ўткир, хўлламайдиган суюқликлар учун ўтмас бўлади.

IV Капилляр ҳодиса

Хўллайдиган ва хўлламайдиган суюқликларнинг қаттиқ жисмларни сирти билан ўзаро таъсирлашиши капилляр ҳодисанинг сабаби бўлади.

Капилляр деганимиз – ички диаметри жуда кичик найчалар.

Лотин тилидан таржима қилганда «капиллус» – соч. Агар идишдаги суюқлик найча деворларини хўлласса, суюқлик кўтарилиши капилляр ичидаги суюқликка таъсир этадиган оғирлик кучи сирт таранглик кучига тенг бўлганда давом этади:

$$F_{\text{оф}} = F_{\text{с.к.}}, \quad (6)$$

бундаги $F_{\text{оф}} = mg = \rho Shg = \rho \cdot \pi r^2 hg, \quad (7)$

$$F_{\text{с.к.}} = \sigma l = \sigma 2\pi r. \quad (8)$$

(7) ва (8) формулаларди (6) формулага қўйсақ, $\rho \pi r^2 hg = \sigma 2\pi r$ бўлади, бундан:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho gr} \quad (9)$$

ёки $h = \frac{4\sigma}{\rho gd} \quad (10)$

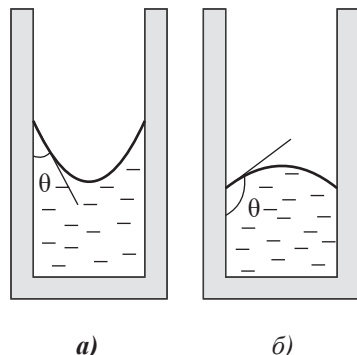
Капилляр диаметри қанча кичик бўлса, капилляр ичидаги суюқликнинг баландлиги шунча юқори бўлади.

Суюқлик найча деворларини хўлламайдиган ҳолда, суюқлик идишдаги суюқлик баландлигидан паст бўлади. Пастга тушиш даражасини (9) формула аниқлайди.

Эсда сақланг!

Сирт таранлик коэффициентининг ўлчов бирлиги:

$$[\sigma] = 1 \frac{\text{Дж}}{\text{м}^2} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$



134-расм. Капилляр ичидаги суюқликнинг эркин сирти эгриланади.

Ўз тажрибангиз

1. Шиша капилляр ичида сувнинг эркин сирти ўйиқ бўлишига;
2. Диаметри кичик найчанинг ичида сиртнинг эгриланиши бир чама ҳажмда бўлишига эришинг, кузатилган ҳодисаларни МКН асосида тушунтиринг.

Ўз тажрибангиз

Турли фабрикадан чиқарилган сочиқларнинг сифатини текширинг.

V Капилляр ҳодисасининг кундалик турмушдаги роли

Капилляр ҳодисалар кундалик турмушда муҳим роль ўйнайди. У турмушда ҳам, табиатда ҳам кўп учрайдиган ҳодиса. Барча ўсимликлар билан тирик органларнинг тўқималарида организмнинг барча озикланадиган моддалар олиб борадиган капилляр найчалар мавжуд. Ўсимликларнинг илдиз системаси кўплаб капилляр найча шаклида бўлади. Зичлашган тупроқ таркибида ҳам найчалар системаси бўлади. Тупроқда шу капилляр найчаларни йўқ қилиш учун уни юмшатиш керак. Кундалик турмушда биз намликни осон сингдирадиган салфеткалар ва сочиқларни қўллаёмиз. Фломастер билан маркернинг ишлаш принципи ҳам капилляр ҳодиса билан тушунтирилади. Аксинча ёзма қоғозларнинг сифати яхши бўлиши учун юза қатламини махсус қатлам билан қоплаш керак бўлади. Курилиш материалларини ишлаб чиқарилганда, махсус сув ўтказмайдиган кийимларни ва махсус ишчи кийимларини тикиш вақтида капилляр ҳодиса ва материалларга махсус сингдириш масалалари кўриб чиқилиши керак.



Топшириқ

Ҳўллашни амалда қўлланишга ва капилляр ҳодисасига мисоллар келтиринг.



Жавоби қандай?

Нега уй қурганда, уйнинг пойдеворида капиллярларни йўқотиш керак?

Назорат саволлари

1. Қандай кучларни сирт таранглик кучи деб атаймиз?
2. Суюқликларнинг қаттиқ жисм билан чегарасида сирт таранглик кучи қандай ўйнайди?
3. Сирт таранглик коэффициентини деб қандай катталиқни атаймиз? У қандай ўлчов бирлигида ўлчанади?
4. Қандай ҳодисани *ҳўллаш*, қандай ҳодисани *капилляр ҳодиса* деб аталади?



Машқ

17

1. Узунлиги $l = 4$ см бўлган гугурт чўпи сув юзида қалқиб юрибди. Агар чўпнинг бир четига мой томизсак, чўп ҳаракат келади. Чўпга таъсир этадиган куч билан унинг йўналишини аниқланг. Сув билан мойнинг сирт таранглик коэффициентини $\sigma_1 = 72$ мН/м ва $\sigma = 33$ мН/м.
2. Радиуси $R = 6$ см бўлган сим ҳалқа мис купороси эритмаси юзасида жойлаштирилди. Ҳалқани эритма юзидан юлиб олиш учун қандай куч керак? Мис купоросининг сирт таранглик коэффициентини $\sigma = 74$ мН/м.
3. Учунинг диаметри $d = 0,4$ мм томизғичнинг ёрдамида сувни $m = 0,01$ г аниқликда ўлчаб қуйишга бўладиган бўлса, сувнинг сирт таранглик коэффициентини нима тенг?
4. Каналларининг диаметри $d = 1$ мм ва $d = 2$ мм икки туташ капилляр ичидаги симоб сатҳларининг фарқларини аниқланг.

Ижодий топшириқлар

Куйидаги мавзулар бўйича ахборот тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. Кир ювиш воситаси доғ ва кирни қандай кетказди?
2. Катта совун пуфагини яшаш учун эритмани қандай тайёрлашга бўлади (*135-расм*)?
3. Оғир ва енгил саноатда капиллярлардан қўлланиш чегараси.
4. Табиатдаги капилляр ҳодисалар.
5. Қозоғистон Республикасида сув ўтказмайдиган матолар билан қурилиш материалларини ишлаб чиқариш.



135-расм. Катта совун пуфаги

9-бобнинг хулосаси

Ҳавонинг намлиги	Сирт таранглик коэффициенти	Капиллярдаги суюқликнинг кўтарилиш баландлиги
Абсолют намлик $\rho = \frac{m}{V}$	$\sigma = \frac{F_{с.к.}}{l}$	$h = \frac{2\sigma}{\rho gr}$
Нисбий намлик $\varphi = \frac{\rho}{\rho_m} \cdot 100\%$		$h = \frac{4\sigma}{\rho gd}$
$\varphi = \frac{P}{P_m} \cdot 100\%$		

Глоссарий

Ҳавонинг абсолют намлиги – 1 м^3 ҳаво ҳажмида бўладиган сув буғининг миқдори.

Гигрометр – ҳавонинг намлигини аниқлайдиган асбоб.

Динамик мувозанат – бир вақт ичида суюқликдан учиб чиқадиган молекулалари сони билан суюқликка қайтиб тушадиган молекулалар сони тенг бўладиган термодинамик системанинг ҳолати.

Капиллярлар – ички диаметри жуда кичик найчалар.

Конденсация – буғнинг суюқликка айланиш процесси.

Сирт таранглик коэффициенти – сирт таранглик кучининг суюқликнинг юза қатламининг узунлигига нисбати.

Чегаравий бурчак – қаттиқ жисм юзи билан мениска ўтказилган уринманинг қаттиқ жисм билан кесиши нуқтаси.

Мениск – суюқлик эркин юзининг эгриланиши.

Тўйинган буғ – ўзининг суюқлиги билан динамик мувозанатда бўладиган буғ.

Тўйинмаган буғ – ўзининг суюқлиги билан динамик мувозанатда бўлмайдиган буғ.

Ҳавонинг нисбий намлиги – ҳавонинг абсолют намлигининг берилган температурада 1 м^3 ҳавони тўйинтириш учун керакли буғ миқдорини фоиз туридаги муносабати.

Буғланиш – модданинг суюқлик ҳолатидан газ ҳолатига ўтиш процесси.

Сирт таранглик кучи – суюқликнинг сирт қатламининг ҳаводаги юзасини камайтиришга ва шу юзага уринма бўйича йўналган суюқликнинг юза қатламларининг молекулаларининг ўзаро таъсир кучи.

Шудринг нуқтаси – атмосферадаги ҳавода сув буғининг тўйинган ҳолатига айланиш температураси.

«Электр ва магнетизм» бўлимининг асосий мазмуни электромагнит майдоннинг хусусиятлари билан унинг зарядланган жисмлар билан ўзаро таъсирлашишини тавсифлаш бўлади. Электродинамикада зарядланган жисмлар орасидаги электр ва магнит ўзаро таъсирлар кўрилади. Электромагнит майдон орқали юзага ошадиган ҳар қандай ўзаро таъсирлашишлар электродинамиканинг асоси бўлади.

10–БОБ

ЭЛЕКТРОСТАТИКА

Қўзғалмайдиган зарядлар орасидаги ўзаро таъсирларни текширадиган электродинамиканинг бўлими электростатика деб аталади. Заряд мусбат қийматлар билан манфий қийматларни олади. Энг биринчи «электр заряди» деган тушунча 1785 йили Кулон қонунига киритилган.

Бўлимни ўқиб–ўрганиш орқали сизлар:

- электр майдонининг хоссалари билан унинг куч чизиқларининг тавсифларини аниқлай оласиз;
- электростатик майдоннинг заряд ҳаракатига таъсирини тавсифлай оласиз;
- электростатик ва гравитация майдонларининг тавсифларини солиштира оласиз;
- оддий электр занжирида конденсаторнинг ролини тушунтира оласиз.

19§. Электр майдони

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- электр майдонининг хоссалари ва унинг куч тавсифларини аниқлай оласиз;
- электростатик майдонининг заряд ҳаракатига таъсирини тавсифлай оласиз.



Эсингизга туширинг!

Атом нейтралдир. Маълум бир электронларини йўқотган атом, мусбат ион бўлиб қолади.

Ортиқ электронлари бор атом манфий ион деб аталади.



Эсда сақланг!

Электрон зарядининг қийматини ўлчашни биринчи бўлиб 1909–1913 йиллари америкалик физик Р.Милликен бажарди. У электр майдонидаги мойнинг микроскопик томчиларининг ҳаракатини кузатган.

У томчи зарядларининг элементар зарядга бўлинишини аниқлаб ва шу заряднинг қийматини ўлчади, у:

$$e \approx 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл-га тенг.}$$

I Электр заряди

Мумкин бўлган энг минимал электр зарядига электрон эга, уни *элементар заряд* деб аталади. Жисмларнинг зарядлари электронларнинг ортиқ бўлишига боғлиқ, яъни унда уларнинг заряди элементар зарядга бўлинади. Ҳар қандай зарядланган эркин зарра элементар заряднинг бутун сонини олиб юради:

$$q = N|e| \quad (1)$$

Заряднинг ХБС бўйича ўлчов бирлиги $[q] = 1 \text{ Кл}$.

Кулон – ток кучи 1 А бўлганда ўтказгичнинг кўндаланг юзасидан 1 с ичида ўтадиган электр заряди.

1843 йили инглиз физиги М.Фарадей заряднинг сақланиш қонунини очди.

Ҳар қандай ёпиқ системада электр зарядларининг алгебраик йиғиндиси шу системадаги ҳар қандай процесс вақтида ўзгаришсиз қолади.

$$q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = \text{const.} \quad (2)$$

Заряднинг сақланиш қонуни энергия ва импульснинг сақланиш қонунлари қаторида табиатнинг асосий қонуни бўлади. У микродунё билан макродунё жисмларида қўлланилади.

II Кулон қонуни

Икки нуқтавий заряднинг ўзаро таъсирлашиш қонунини 1785 йили француз олими Ш.Кулон аниқлади. *Нуқтавий зарядлар – ўлчамлари уларнинг орасидаги масофадан анча кичик бўлган зарядланган жисм.*

Кулон тажриба асосида куйидаги таъриф айтган:

Икки нуқтавий заряднинг ўзаро таъсирлашиш кучи зарядларни бирлаштирувчи тўғри чизиқ бўйича йўналган, зарядларнинг модулларининг кўпайтмасига тўғри пропорционал ва орасидаги масофанинг квадратига тескари пропорционал.

$$F_k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{|q_1||q_2|}{\epsilon r^2} \quad (3)$$

ёки

$$F_k = \frac{k|q_1||q_2|}{\epsilon r^2} \quad (4)$$

бундаги $|q_1|$, $|q_2|$ – ўзаро таъсирлашаётган жисм зарядларининг модуллари, r – нуқтавий зарядлар орасидаги масофа, k – пропорционаллик коэффициентини, ϵ_0 – электр доимийси, ϵ – муҳитнинг диэлектрик сингдирувчанлиги.

136-расмда икки нуқтавий заряднинг ўзаро таъсирлашиш кучлари тасвирланган, Ньютоннинг учинчи қонуни асосида улар:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}. \quad (5)$$

Кулон кучлари *марказий* бўлади, улар нуқтавий зарядни бирлаштирувчи тўғри чизик бўйича таъсир этади.

III Электр майдони

Зарядланган жисмларнинг атрофидаги фазо янги хоссага эга бўлади: унга киритилган энгил ёки зарядланган жисмлар итариш ёки тортишиш кучларининг таъсирини учрайди. Кучнинг таъсирини жисмлар кўчиб, фазода маълум бир тартиб билан жойлашади. Майда қалқиб юрган қириндиларнинг зарядланган жисмларнинг атрофида жойлашувини кузатганда кўришга бўлади (137-расм), турли шаклдаги жисмлар учун кўриниш турлича бўлади.

Зарядланган жисмларнинг атрофидаги фазони электр майдони деб аталади. Электр майдони тушунчасини биринчи бўлиб инглиз физиги М.Фарадей киритди. Фарадей электр майдонининг таъсирини зарядлар тортилади ёки итарилади деб айтган.

Электр майдони – зарядланган жисмлар ўзаро таъсирлашадиган материянинг бир тури.

Кўзгалмайдиган ва вақт ўтиши билан ўзгармайдиган заряднинг электр майдони электростатик майдон деб аталади.

Зарядланган жисмнинг атрофидаги электр майдонини мусбат зарядланган нуқтавий заряднинг – синов зарядининг ёрдамида текширишга бўлади.



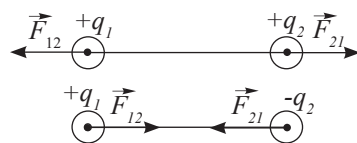
Эсда сақланг!

Электроннинг массаси $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ кг.

$$k = 9 \cdot 10^9 \frac{H \cdot M^2}{Kl^2}.$$

$$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{Kl^2}{H \cdot M^2}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.$$

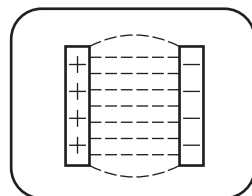
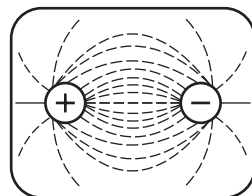


136-расм. Нуқтавий зарядларни бирлаштирадиган тўғри чизик бўйича таъсир этадиган кулон кучлар



Ўз тажрибангиз

Электростатик майдон куч чизикларини кузатадиган асбоблардан фойдаланиб, зарядланган пластиналарнинг ва нуқтавий зарядларнинг атрофидаги фазони текширинг (137-расм).



137-расм. Майда қалқиб юрган қириндиларнинг зарядланган жисмларнинг атрофида жойлашиши

IV Электр майдонининг кучланганлиги. Нуқтавий заряднинг кучланганлиги

Кучланганлик – электр майдонинг куч тавсифи.

Электр майдонининг кучланганлиги – майдоннинг фазони маълум бир нуқтасига жойлаштирилган мусбат синов зарядига таъсир этувчи кучига тенг куч-нинг шу заряд катталиги нисбатига тенг:

$$\vec{E} = \frac{F}{q} \quad (6)$$

(6) формуладан майдонга киритилган Q нуқтавий зарядга таъсир этадиган кучни аниқлаймиз:

$$F = qE. \quad (7)$$

Кулон қонуни бўйича Q ва q нуқтавий зарядларнинг орасидаги ўзаро таъсирлашиш кучи:

$$F = \frac{k|Q||q|}{\epsilon r^2}. \quad (8)$$

(7) ва (8) формулага мос равишда:

$$E = \frac{kQ}{\epsilon r^2} \quad (9)$$

Бу – нуқтавий заряднинг майдон кучланганлигини ҳисоблаш формуласи. Фазонинг берилган нуқтасидаги кучланганлик майдонни юзага келтирган жисмнинг Q заряди билан аниқланади, у майдонга киритилган q зарядга боғлиқ эмас. Кучланганлик масофа функцияси бўлади, фазонинг нуқтаси майдон манбасидан қанчалик олис жойлашса, кучланганлик модули шунчалик кичик (138-расм). (6) формулага мос кучланганликнинг ўлчов бирлиги:

$$[E] = 1 \frac{H}{Kл}.$$

V Кучланганлик векторининг йўналиши ва куч чизиқлари

Электр майдонининг кучланганлиги вектор катталиқ бўлади. *Кучланганлик векторининг йўналиши фазонинг ҳар қандай нуқтасида мусбат синов зарядга таъсир этадиган куч йўналишига мос келади.*

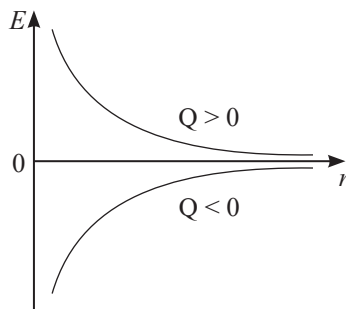
Агар майдонни мусбат заряд юзага келтирган бўлса, унда фазонинг ҳар қандай нуқтасида майдоннинг кучланганлик векторининг йўналиши заряддан радиал тўғри чизиқ бўйича йўналади. Манфий заряд юзага келтирган майдоннинг кучланганлик векторининг йўналиши радиал тўғри чизиқ бўйича зарядга қараб йўналади. Радиал тўғри чизиқлар – кучларнинг таъсир этиш чизиқлари, улар электр майдонининг куч чизиқлари бўлади (139-расм). Энг биринчи куч чизиқлари тушунчасини М.Фарадей киритган. Шундан кейин майдоннинг тасвирини бериш тушунарли ва қулай бўлди.



Ўз тажрибангиз

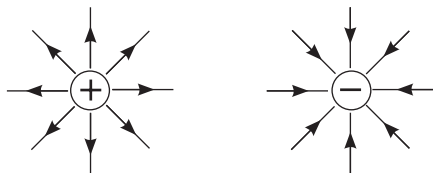
Синов заряддан фойдаланиб, зарядланган металл шарнинг электр майдонини ўрганинг.

Шарга қандай заряд берилганини аниқланг. Шардан узоқлаштирилганда электр майдони қандай ўзгаради?

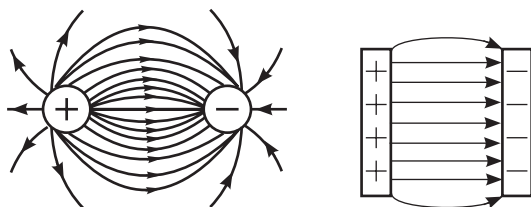


138-расм. Нуқтавий заряд майдони кучланганлигининг масофага боғлиқлик графиги

Икки параллел пластина юзага келтирган майдоннинг куч чизиқлари – бир-биридан бирдай масофада жойлашган параллел чизиқлар ва уларнинг зичликлари ўзгармайди (140-расм). Бундай майдонни бир жинсли деб аталади. Бир жинсли майдоннинг барча нукталарида кучланганлик вектори ўзгармас бўлади.



139-расм. Мусбат ва манфий нуқтавий зарядларнинг куч чизиқлари



140-расм. Ҳар хил ишорали нуқтавий зарядлар билан ҳар хил ишорали пластиналар орасидаги майдоннинг куч чизиқлари

Нуқтавий зарядлар юзага келтирган бир жинсли бўлмаган майдоннинг куч чизиқларининг зичликлари зарядга яқин ерда зич бўлади да, заряддан узоклашган сари камаяди, яъни майдон кучланганлиги ўзгаради. Куч чизиқларининг зичлиги майдон кучланганлигининг катта эканини билдиради.

Электр майдонининг куч чизиқлари – ҳар бир нуқтадаги уринмалари шу нуқтадаги кучланганлик векторининг йўналиши билан мос келадиган чизиқлар.

Куч чизиқларининг тасвирланиши:

- 1) Фазонинг ҳар қандай нуқтасида кучланганлик бир нечта йўналишга эга бўлмаслигидан, электр майдонининг куч чизиқлари кесишиммаслигини кўрсатади;
- 2) электр майдонининг чизиқлари мусбат заряддан чиқиб, манфий зарядга киришини кўрсатади.

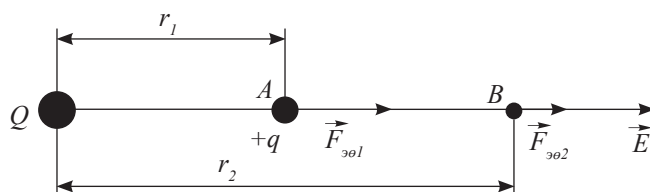
VI Бир жинсли бўлмаган электр майдонда заряднинг кўчишида бажариладиган иш. Нуқтавий заряд майдонидаги жисмнинг потенциал энергияси

q заряди Кулон кучлари таъсиридан Q мусбат зарядни юзага келтирган майдоннинг куч чизиқлари бўйича A нуқтасидан B нуқтасига кўчди дейлик (141-расм).



Жавоби қандай?

1. Нега электр майдонининг куч чизиқлари кесишмайди?
2. Нега бир жинсли майдонга киритилган нуқтавий заряднинг кўчиши унга таъсир этадиган кучга таъсир этмайди?



141-расм. Q заряди юзага келтирган майдонда q заряднинг кўчиши вақтидаги электр майдоннинг иши

Заряднинг кўчирадиган куч зарядлар орасидаги масофага боғлиқ ва ўзгарувчан катталиқ бўлади. Шунинг учун бир жинсли бўлмаган электр майдонининг иши манфий ишора билан олинган зарядланган жисмнинг потенциал энергиясининг ўзгариши орқали аниқлаймиз:

$$A = -(W_{p2} - W_{p1}). \quad (10)$$

Бир жинсли бўлмаган гравитацион майдон билан ўхшашлигини ҳисобга олиб, кўзгалмайдиган Q заряднинг электр майдонидаги q заряднинг потенциал энергиясини ёзамиз:

$$W_p = \frac{kQq}{\varepsilon \cdot r}$$

шу вақтда заряднинг кўчиши вақтида электр майдонининг бажарган иши (10) куйидаги турга келади:

$$A = F_{opt} (r_2 - r_1) = \frac{kqQ}{\varepsilon \cdot r_1} - \frac{kqQ}{\varepsilon \cdot r_2} \quad (11)$$

VII Бир жинсли электр майдонининг потенциали. Потенциалнинг кучланганлик билан боғлиқлиги

Майдон потенциали заряднинг потенциал энергиясининг шу заряд катталигига нисбатига тенг:

$$\varphi = \frac{W_p}{q}. \quad (12)$$

У мусбат ёки манфий қийматга эга бўлади.

Потенциаллар айирмаси орқали майдонда заряднинг кўчиши вақтида бажарилган ишни аниқлаш мумкин, унинг физик маъноси бор.

Бир жинсли электр майдони учун нуқтанинг потенциали:

$$\varphi = \frac{qEd}{q} = Ed. \quad (13)$$

(11) ва (12) формулаларни умумлаштириб, сизга 8-синфдан маълум бўлган майдоннинг иши билан потенциаллар айирмасининг орасидаги боғлиқлик формуласини оламиз:

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2). \quad (14)$$

бундаги $\varphi_1 = Ed_1$, $\varphi_2 = Ed_2$ – электростатик майдонда заряднинг жойлашишининг бошланғич ва сўнгги нуқталари.



Жавоби қандай?

Бир жинсли майдоннинг бир жинсли бўлмаган майдондан фарқи нимада?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Зарядлари $q_1 = 6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл ва $q_2 = 1,32 \cdot 10^{-8}$ Кл икки нуқтавий заряднинг орасидаги масофа $r_1 = 40$ см. Уларни $r_2 = 25$ см масофагача яқинлаштириш учун қандай иш бажариш керак?

Берилган	ХБС	Ечиш
$q_1 = 6,6 \cdot 10^{-9}$ Кл $q_2 = 1,32 \cdot 10^{-8}$ Кл $r_1 = 40$ см $r_2 = 25$ см	0,4 м 0,25 м	Ташқи кучларнинг иши ва электр майдонининг иши ишоралари бўйича қарама-қарши, демак, уларни яқинлаштириш учун бажариладиган иш бунга тенг $A = q_1(\varphi_2 - \varphi_1)$, бундаги $\varphi_1 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_1}$, $\varphi_2 = \frac{q_2}{4\pi\epsilon_0 r_2}$. $A = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \approx 1,3 \cdot 10^{-6}$ Дж.
$A = ?$		Жавоби: $A \approx 1,3 \cdot 10^{-6}$ Дж.

Назорат саволлари

1. Заряднинг сақланиш қонуни билан Кулон қонунини таърифланг.
2. Қандай зарядни нуқтавий заряд деб аталади?
3. Электр майдони деганимиз нима?
4. Электр майдонининг кучланганлиги деб нимага айтилади? Уни қандай аниқлаймиз? У қандай йўналган?
5. Бир жинсли майдон деб нимага айтилади? Бир жинсли бўлмаган майдон нима?
6. Майдоннинг потенциали деганимиз нима?
7. Майдоннинг потенциали билан кучланганлигининг орасида қандай боғлиқлик бор?



Машқ

18

1. Бир-бирдан 5 см масофада жойлашган 10 нКл ва 15 нКл нуқтавий зарядлар қандай куч билан ўзаро таъсирлашади?
2. Бири мусбат 15 мкКл заряд билан, иккинчиси манфий -25 мкКл зарядлар билан зарядланган икки бирдай шарларни яқинлаштириб, яна қайтадан 10 см масофага узоклаштирилади. Яқинлашгандан кейинги ҳар бир шарнинг зарядини ва уларнинг ўзаро таъсирлашиш кучини аниқланг.
3. Электрон кучланганлиги 10 В/м майдонда қандай тезланиш билан ҳаракатланади?
4. Қиймати 0,1 мкКл заряддан 5 см масофадаги майдон кучланганлигини аниқланг.

20§. Электр сиғими. Конденсаторлар. Заряд миқдори билан сиғимнинг бирликлари

Кутиладиган натижа

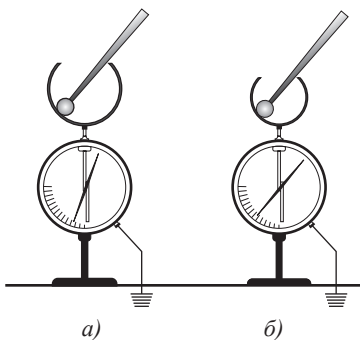
Бу параграфни ўзлаштиригanda:

- Оддий электр занжиридаги конденсаторнинг ролини тушунтира оласиз.



Жавоби қандай?

1. Электр зарядини қалай олишга бўлади? Уни қандай сақлаймиз?
2. Сиз заряд сақлайдиган «идишни» қандай материалдан ясаган бўлардингиз: ўтказгичларданми ёки диэлектрикданми?



142-расм. Радиуси катта сферанинг электр сиғими кўпроқ



Эсингизга туширинг!

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$



Жавоби қандай?

Нега ўтказгич шарнинг сиғими сферанинг сиғими каби аниқланади:

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon r^2$$

I Изоляцияланган ўтказгичнинг электр сиғими

Синов зарядни сферанинг ички юзига бир неча марта теккизиб, q зарядини сферага берамиз. Ҳар бир теккизишдан кейин электромметр стрелкаси ўзгармас бир қийматга оғади (142 а) расм). Демак, шар потенциали билан зарядининг орасида тўғри пропорционал боғлиқлик бор:

$$q = C\varphi,$$

бундаги C – пропорционаллик коэффициенти. Майдон потенциали ўтказгичнинг ўлчамларига боғлиқми? Шунни аниқлайлик. Бунинг учун тажрибани радиуси кичик сфера билан такрорлаймиз. Берилган заряднинг худди шундай қийматида электрометрнинг стрелкаси улкан бурчакка оғади (142 б) расм). Демак, радиуси кичик сферанинг потенциали юқори $\varphi_2 > \varphi_1$. Тажриба кўрсатгандай, C коэффициенти ўтказгич сфераларнинг тавсифи бўлади, уни *электр сиғими* деб аталади.

Изоляцияланган ўтказгичнинг электр сиғими – ўтказгич зарядининг унинг потенциалига нисбатига тенг физик катталиқ.

$$C = \frac{q}{\varphi}. \quad (1)$$

(1) формулага ўтказгич сфера потенциалини ҳисоблаш формуласи $\varphi = \frac{kq}{\epsilon \cdot r}$ қўямиз, натижада

$$C = \frac{\epsilon \cdot r}{k} \quad (2)$$

ёки

$$C = 4\pi\epsilon_0\epsilon r. \quad (3)$$

Изоляцияланган сферанинг радиуси қанча катта бўлса, унинг электр сиғими ҳам шунча катта бўлади. Олинган хулосалар шарга ҳам тегишли, сабаби ўтказгичнинг ичида бўш зарядлар бўлмаганликдан, электр майдони ҳам йўқ.

Электр сиғимининг ўлчов бирлиги сифатида **фарад** қабулланган. У М.Фарадейнинг хурматига қўйилган.

Фарад – заряд 1 кулонга ўзгарган вақтда потенциали 1 вольтга ортадиган ўтказгич сифими.

$$[C] = 1\Phi = \frac{1\text{Кл}}{1\text{В}}.$$

Тажрибада сифимнинг ўлчов бирлиги тенглик қўшимчалари билан қўлланилади:

$$1 \text{ мк}\Phi = 10^{-6} \Phi, 1 \text{ н}\Phi = 10^{-12} \Phi.$$

II Конденсатор

Бармоқларимизни зарядланган сферага яқинлаштирсак (142-расм), электрометрнинг кўрсаткичи камаяди, демак, сферанинг потенциали камаяди. (1) формула асосида ўтказгич қавати бор сферанинг сифими ортади деб айтишга бўлади. Уларнинг орасидаги масофа камайган сайин сифими ортиб кетади. *Диэлектрик билан бўлинган икки ўтказгич сфера сферик конденсатор бўлади.*

Диэлектрик билан бўлинган икки ясси параллел пластинадан турадиган ясси конденсатор кенг қўлланилади. Конденсаторларнинг пластиналарини *қопламалар* деб аталади.

Конденсатор – электр майдонининг энергиясини ва зарядни тўplash мўлжалланган асбоб. Ясси конденсатор қалинлиги қопламаларнинг ўлчамлари билан солиштирганда жуда кичик диэлектрик билан бўлинган икки пластинадан иборат.

Пластиналар орасидаги бир жинсли майдоннинг кучланганлиги:

$$E = \frac{q}{\varepsilon\varepsilon_0 S}.$$

Конденсатор пластиналарининг орасидаги потенциаллар айирмаси ёки қопламаларининг бирини иккинчисига муносабатидан потенциали бунга тенг:

$$\Delta\varphi = Ed = \frac{qd}{\varepsilon\varepsilon_0 S}. \quad (4)$$

(4) тенгламадан (1) тенгламага қўйиб, ясси конденсаторнинг сифимини оламир:

$$C = \frac{\varepsilon\varepsilon_0 S}{d}. \quad (5)$$

(5) формуладан конденсаторнинг сифимини орттириш учун қопламаларининг юзини орттириб, уларнинг орасидаги масофани камайтириб, диэлектрикни киритиш керак эканини биламир.

III Электр майдонининг энергияси

Зарядланган конденсаторда уни зарядлаш вақтида бажарилган ишга тенг потенциал энергиянинг манбаи бўлади. Зарядлаш пайтида бажарилган ишни

Бу қизиқ!

Сифими 1 Φ шарнинг радиуси 9 млн км га тенг

$$r = Ck = 1\Phi \cdot 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2} = 9 \cdot 10^9 \text{ м}.$$

Бундай шарнинг радиуси Ернинг радиусидан 1400 марта ортқ:

$$\frac{r}{R_{\text{ж}}} = \frac{9 \cdot 10^9 \text{ м}}{6,4 \cdot 10^6 \text{ м}} \approx 1400.$$

Атмосферасиз бизнинг планетамизнинг электр сифими 0,71 м Φ

$$C_{\text{ж}} = \frac{6,4 \cdot 10^6 \text{ м}}{9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}} = 0,71 \cdot 10^{-3} \Phi = 0,71 \text{ м}\Phi$$

Бу қизиқ!

Бизнинг планетамиз – ионосфера сиртки сфераси, ҳаво эса диэлектрик бўладиган сферик конденсатор.

пластиналарни ноль масофадан d масофагача кўчиришга кетган иш каби аниқлашга бўлади. Икки пластина орасидаги майдон кучланганлигининг ярмини $E_1 = \frac{E}{2}$ қисми

q заряди бор пластинанинг бошқа кучланганлиги E_1 иккинчи пластина майдонидаги харакатланишини кўрайлик. Пластинанинг кўчишида бажариладиган куч:

$$F = qE_1 = \frac{qE}{2}, \text{ бажарилган иш:}$$

$$A = Fd = \frac{qEd}{2}.$$

$U = Ed$ эканини билиб, $A = \frac{qU}{2}$ оламиз. Демак, конденсатор қопламалари орасида пайдо бўлган майдоннинг энергияси:

$$W = \frac{qU}{2}. \quad (6)$$

Заряднинг ва кучланганликнинг боғлиқлик формуласини $q = CU$ фойдаланиб, майдон энергиясини куйидагича ёзишга бўлади:

$$W = \frac{CU^2}{2} \quad (7)$$

ёки
$$W = \frac{q^2}{2C}. \quad (8)$$

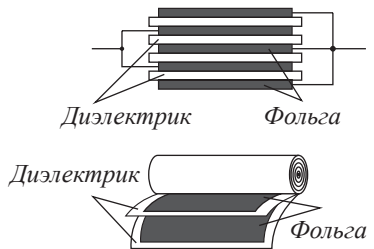
(7) формула конденсатор ток манбаига кўшилиб, қопламаларидаги кучланиш ўзгармайдиган пайтда қўлланилади. (8) формулани конденсатор ток манбаидан ажратилиб, унинг заряд қиймати бўйича ўзгармас бўлиб қоладиган пайтда қўлланган осон.

IV Конденсаторларнинг турлари

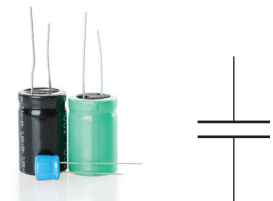
Конденсаторларнинг сифимлари ўзгармас ва ўзгарувчан турлари бўлади. Ўзгармас сифимли конденсаторлар бир-биридан диэлектрик билан изоляцияланган икки ёки бир неча пластинадан иборат (143-расм). Пластиналар сифатида металл фольга, диэлектрик сифатида эса қоғоз, слюда, лак қўлланилади. Қўлланилиш материалларига боғлиқ ҳолда конденсаторлари қоғозли, слюдали, электролитик (144-расм) деб бўлинади. Ўзгарувчан сифимли конденсаторлари ўқ билан боғланган пластиналарнинг икки гуруҳидан туради (145-расм). Ўқ айланган вақтда пластиналарнинг оралиқ масофалари ва улар қоплаган юза ўзгаради. Бундай тузилишнинг ёрдами билан конденсаторнинг сифимини текис ўзгартиришга бўлади.

8-жадвал. Конденсаторларда қўлланиладиган материалларнинг диэлектрик сингдиручанлиги

Модда	ϵ
Ҳаво	1,0005
Қоғоз	2,5-тан 3,5-гача
Шиша	3-тан 10-гача
Слюда	5-тан 7-гача
Металларнинг оксид тузлари	6-дан 20-гача



143-расм. Ясси конденсатор

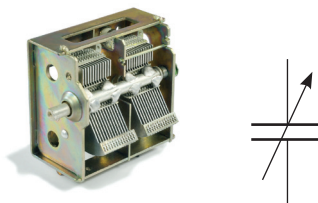


а) б)

144-расм. а) Металл-қоғозли ва алюминийли электролитик конденсатор; б) Конденсаторни схемада белгиланиши

Қозоғистонда конденсаторларни ва конденсаторли қурилмаларни ўрнатиш ва ишлаб чиқариш билан Ўскемен конденсатор заводи шуғулланади. Заводда чиқарилган қурилмалар машина ясаш, металлургия, энергетика, нефть-газ, озиқ овқат саноатида кенг қўлланилади. Ҳозирги вақтда энг керакли конденсатор турларига (154 а), б) расм)

- махсус конденсаторлар (импульсли, юқори вольтли);
- косинусли конденсаторлар (юқори вольтли, паст вольтли);
- кучланиш бўлгичлар ва алоқа конденсаторлари;
- электротермик конденсаторлар киради.



а)

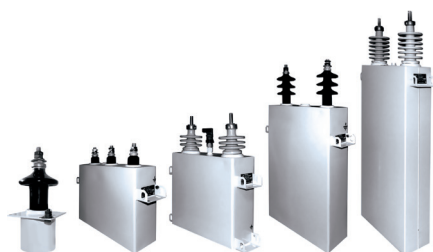
б)

145-расм. а) Ўзгарувчан сизимли конденсатори;
б) Конденсаторни схемадаги белгиси



Жавоби қандай?

Нега кўпинча сферик конденсаторлар эмас, ясси конденсаторлар кенг қўлланилади?



а)



б)

146-расм. Ўскемен конденсатор заводида ясалган а) юқори вольтли импульсли конденсаторлар; б) паст вольтли косинусли конденсатор КПС–0,44–2,5

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Ясси ҳаво конденсаторининг энергияси: $W_1 = 2 \cdot 10^{-7}$ Дж.

1) конденсатор ток манбаидан ажратилган;

2) конденсатор ток манбаига қўшилган ҳолларда унинг диэлектрик сингдиров-чанлиги $\epsilon = 2$ диэлектрик билан тўлдирилгандаги энергияни аниқланг.

Берилган:

$$W_1 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ Дж}$$

$$\epsilon = 2$$

$$1) q = \text{const}$$

$$2) U = \text{const}$$

$q = \text{const}$ бўлганда $W_2 = ?$

$U = \text{const}$ бўлганда $W_2 = ?$

Ечиш:

Диэлектрик билан тўлдирилгандан кейин конденсаторнинг сизими 2 марта ортади:

$$C_2 = 2C_1.$$

Биринчи ҳолда конденсатор ток манбаидан ажратилган, демак, унинг заряди ўзгармайди, унда конденсаторнинг энергиясини бу формула билан аниқлаймиз:

$$W_2 = \frac{q^2}{2C_2} = \frac{q^2}{2 \cdot 2C_1} = \frac{W_1}{2}.$$

Конденсаторнинг энергияси 2 марта камади: $W_2 = 10^{-7}$ Дж.

Иккинчи ҳолда конденсатор ток манбаига қўшилган, конденсатор қопламаларидаги кучланиш ўзгармас катталиқ бўлади. Конденсаторнинг энергияси:

$$W_2 = \frac{C_2 U^2}{2} = \frac{2C_1 U^2}{2} = 2W_1.$$

Конденсаторнинг энергияси 2 марта ортди $W_2 = 4 \cdot 10^{-7}$ Дж.

Жавоби: $q = \text{const}$ бўлганда, $W_2 = 10^{-7}$ Дж.

$U = \text{const}$ бўлганда, $W_2 = 4 \cdot 10^{-7}$ Дж.

Назорат саволлари

1. Электр сиғими деб нимага айтилади? У қандай ўлчанади?
2. Зарядни тўплаш учун қандай қурилмадан қўлланилади? Бу нимадан иборат?
3. Конденсаторларнинг қандай турларини биласиз?
4. Электр майдонининг энергияси қандай аниқланади?

★ Машқ

19

1. Икки пластинадан иборат конденсаторнинг электр сиғими 5 пФ. Агар қопламаларининг потенциаллар айирмаси 1000 В бўлса, унинг ҳар бир қопламасида қандай заряд миқдори бор?
2. Пластиналарининг ўлчамлари 25×25 см ва орасидаги масофа 0,5 мм ясси конденсатор потенциаллар айирмаси 10 В-гача зарядланиб, ток манбаидан ажратилади. Агар конденсатор пластиналарини 5 мм масофадан узоклаштирсак, унинг потенциаллар айирмаси қандай бўлади?
3. Сиғими 20 мкФ конденсаторга 5 мкКл заряд берилди. Зарядланган конденсаторнинг энергияси қандай?
4. Кучланиши 1000 В ўзгармас ток манбаига қўшилган конденсаторнинг электр сиғими $C_1 = 5$ пФ. Унинг қопламаларининг оралиғи 3 марта камайтирилди. Конденсатор қопламаларидаги зарядни ва электр майдонининг энергияси аниқланг.

Ижодий топшириқлар

- Қуйидаги мавзулар бўйича ахборот тайёрланг (хоҳишига кўра):
1. Ўскемен конденсатор заводининг қурилиш тарихи.
 2. Конденсаторларни ишлаб чиқариш технологияси ва экологик проблемалар.

10-бобнинг хулосаси

Қонунлар	Электр майдонининг тавсифлари	
	Кучланганлик	Потенциал
<p>Заряднинг сақланиш қонуни: $q_1 + q_2 + q_3 + \dots + q_n = const$.</p> <p>$q = N e$.</p> <p>Кулон қонуни: $F_K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon} \frac{ q_1 q_2 }{r^2}$; $F_K = \frac{k q_1 q_2 }{\epsilon r^2}$.</p>	<p>$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$.</p> <p>Нуктавий заряд майдонини кучланганлиги: $E = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2}$; $E = \frac{kq}{\epsilon r^2}$.</p> <p>Ҳар хил ишорали пластиналар орасидаги майдон кучланганлиги: $E = \frac{q}{\epsilon\epsilon_0 S}$; $E = \frac{\sigma}{\epsilon\epsilon_0}$.</p>	<p>$\varphi = \frac{W_p}{q}$.</p> <p>Нуктавий заряд майдонининг потенциали: $\varphi = \frac{q}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$; $\varphi = \frac{kq}{\epsilon r}$.</p> <p>Бир жинсли майдоннинг потенциали: $\varphi = Ed$.</p>
<p>Майдондаги заряднинг потенциал энергияси, заряднинг кўчиши вақтида бажариладиган иш</p>		<p>Майдоннинг потенциали ва иши</p>
<p>Бир жинсли майдонда</p>	<p>Бир жинсли бўлмаган майдонда</p>	
<p>$W_p = qEd$.</p> <p>$A = -(qEd_2 - qEd_1)$.</p>	<p>$W_p = \frac{kQq}{r}$.</p> <p>$A = \frac{kQq}{r_1} - \frac{kQq}{r_2}$.</p>	<p>$A = q(\varphi_1 - \varphi_2)$.</p> <p>$U = \varphi_1 - \varphi_2$.</p> <p>$A = qU$.</p>
<p>Ўтказгичларнинг сифимлари</p>	<p>Муҳитнинг диэлектрик сингдирувчанлиги</p>	<p>Конденсаторнинг электр майдони энергияси</p>
<p>Изоляцияланган ўтказгичнинг сифими: $C = \frac{q}{\phi}$.</p> <p>Изоляцияланган шарнинг сифими: $C = 4\pi\epsilon_0 r$.</p> <p>Яси конденсаторнинг сифими: $C = \frac{\epsilon\epsilon_0 S}{d}$.</p>	<p>$\epsilon = \frac{F_0}{F}$.</p> <p>$\epsilon = \frac{E_0}{E}$.</p>	<p>$W = \frac{qU}{2}$.</p> <p>$W = \frac{CU^2}{2}$.</p> <p>$W = \frac{q^2}{2C}$.</p>

Қонунлар

Заряднинг сақланиш қонуни

Ҳар қандай ёпиқ системада электр зарядларининг алгебраик йиғиндиси шу системадаги ҳар қандай процесслар вақтида ўзгаришсиз қолади.

Кулон қонуни

Икки нуктавий заряднинг ўзаро таъсирлашиш кучи зарядларни бирлаштирувчи тўғри чизик бўйича йўналган зарядларнинг кўпайтмасига тўғри пропорционал ва улар орасидаги масофанинг квадратига тескари пропорционал.

Глоссарий

Диэлектриклар – таркибида эркин зарядланган зарралари бўлмаган моддалар.

Конденсатор – электр майдонининг энергиясини ва зарядни тўплашга мўлжалланган курилма. Ясси конденсатор қалинлиги қопламаларнинг ўлчамлари билан солиштирганда жуда кичик диэлектрик билан бўлинган икки платинадан иборат.

Кулон – ток кучи 1 А бўлганда ўтказгичнинг кўндаланг кесими орқали 1 с ичида ўтадиган электр заряди.

Электр майдонининг кучланганлиги – фазонинг маълум бир нуқтасида жойлашган мусбат синов зарядга майдони омонидан таъсир этадиган кучнинг шу заряднинг катталигининг нисбатига тенг бўлган физик катталиқ.

Майдоннинг потенциали – майдоннинг энергетик тавсифи. У майдоннинг маълум бир нуқтасидаги мусбат заряднинг потенциал энергиясини тавсифлайди.

Электр майдонининг куч чизиқлари – ҳар бир нуқтадаги векторлари шу нуқтадаги кучланганлик вектори билан тўғри келадиган чизиқлар.

Нуқтавий зарядлар – ўлчамлари уларнинг орасидаги масофадан анча кичик зарядланган жисмлар.

Фарад – заряд 1 кулонга ўзгарган вақтда потенциали 1 вольтга ортадиган ўтказгичнинг сифими.

Электр заряди – зарядланган жисмларнинг бошқа жисмлар билан ўзаро таъсирлашиш қобилиятини аниқлайдиган физик катталиқ.

Электродинамика – электромагнит майдондаги ва унинг электр заряди бўлган жисмлар билан таъсирлашишини текширадиган физиканинг бўлими.

Электр майдони – зарядланган жисмлар ўзаро таъсирлашадиган материянинг тури.

Электростатика – қўзғалмайдиган зарядлар орасидаги ўзаро таъсирларни текширадиган электродинамиканинг бўлими.

ЎЗГАРМАС ТОК

Биринчи бўлиб зарядланган зарраларнинг ҳаракатини Италия олим-биологи Луиджи Гальвани пайқади. У ҳар турли металл пластина билан алоқа қилганда, ўлган бақа оёқларининг импульсли қисқаришини сизди. Гальвани текширишларини Александр Вольта давом эттирди. У тажриба вақтида турли металл пластиналарни туз, кислота ва ишқор эритмаларига солганда, уларнинг орасида ток пайдо бўлишини исботлади. Зарядланган зарраларнинг ҳаракати кўплаб физик-олимларнинг эътиборини тортди. Турли муҳитларда ҳаракатланадиган зарядланган зарраларга тааллуқли қонунлар асосида эксперимент турда очилди. Олимларнинг текширув натижалари sanoat тармоқлари билан турмушда кенг қўлланилади. Ҳозирги оламни электр токидан фойдаланадиган турли қурилма ва асбобларсиз тасаввур қилиш мумкин эмас.

Бўлимни ўқиб-ўрганиш орқали сиз:

- электр юритувчи куч ва ички қаршилиқ тушунчаларини тушунтиришни;
- электр юритувчи куч ва ташқи занжирдаги кучланиш тушиши (энергия нуқтаи назаридан) орасидаги фарқни аниқлашни;
- тўлиқ занжир учун Ом қонунини қўлланилишини ва қисқа туташувнинг оқибатларини тушунтиришни;
- турмушда асбобларнинг қувватини ва ишини ҳисоблашни ўрганасиз

21 §. Электр юритувчи куч ва ток манбаининг ички қаршилиги. Кучланиш, потенциаллар айирмаси

Кутиладиган натижа

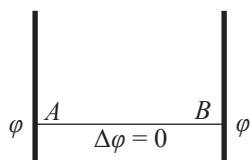
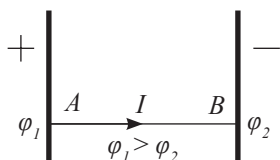
Бу параграфни ўзлаштирганда:

- электр юритувчи куч ва ички қаршилиқ тушунчаларини тушунтира оласиз;
- электр юритувчи куч билан ташқи занжирдаги кучланиш тушиши орасидаги фарқни тушунтира оласиз.

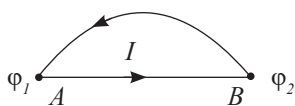


Жавоби қандай?

1. Сизга қандай ўзгармас ток манбалари маълум?
2. Нега ўзгармас токни ўзгарувчан токка айлантиришга талаб ортмоқда?
3. Уларни қандай атайди?



147-расм. Конденсатор қопламалари орасида қисқа муддатли ток

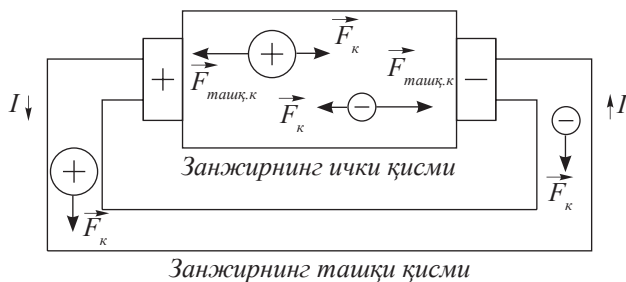


148-расм. Электр занжирининг ишлаш принципи

I ўзгармас электр токининг пайдо бўлиш шартлари

Зарядланган конденсатор пластиналарини AB ўтказгич билан улайлик, ўтказгичда электр токи пайдо бўлади. Конденсатор разрядлангандан кейин, ўтказгичнинг учларидаги потенциал айирмаси нолга тенг бўлади, ток тўхтайти (147-расм). Занжирдаги токни ушлаб туриш учун зарядларни бошқа ўтказгич билан қарши кўчириб, ёпиқ система қилиб, унинг учларида потенциаллар айирмасини юзага келтириш керак (148-расм). Зарядни B нуктадан A нуктасига кўчириш электр эмас бошқа ташқи кучлар ёрдамидагина мумкин бўлади, сабаби B нуктанинг потенциали A нуктадаги потенциалдан кичик.

149-расмда электр занжирининг принципиал схемаси кўрсатилган. Ток манбаининг ичида зарядларни қутбларига кўчириш вақтида ишни ташқи кучлар бажаради. Кулон кучлари ишининг қиймати манфий. Мусбат зарядлар ток манбаининг мусбат қутбидан манфий қутбига, манфий зарядлар манфий қутбдан мусбат қутбига кўчади.



149-расм. Электр занжирининг принципиал схемаси

Шундай қилиб, ўзгармас ток олиш учун керакли шарт – ток манбаи билан ёпиқ ўтказгич занжири бўлиши. Занжир таркибига ток манбаи, истеъмолчи, уловчи симлар, қалит ва ўлчов асбоблари қиради.

II Электр энергияси манбаининг электр юритувчи кучи, ток манбаининг ички қаршилиги

Электр занжирида энергиянинг ўзаро алмашинуви икки марта амалга ошади. Ток манбаида турли энергия турлари электр энергияга айланади. Ташқи занжирда электр энергияси энергиянинг бошқа турларига механик энергияга ёки иссиқлик

энергиясига айланади. Энергиянинг сақланиш конунига мувофиқ ташқи кучларнинг иши занжирнинг ички ва ташқи қисмларидаги Кулон кучларининг ишига тенг:

$$A_{\text{ташк.к}} = A_r + A_R.$$

Тенгламанинг икки томонини ёпиқ контур бўйича кўчирилган зарядга бўлиб, қуйидаги ифода-ни оламиз:

$$\frac{A_{\text{ташк.к}}}{q} = \frac{A_r}{q} + \frac{A_R}{q}$$

ёки:

$$\varepsilon = U_r + U_R,$$

бундаги ε – электр юритувчи куч, U_r – занжирнинг ички қисмидаги кучланиш тушиши, U_R – занжирнинг ташқи қисмидаги кучланиш тушиши.

Электр юритувчи куч – бирлик зарядни кўчиришда ташқи кучларнинг бажарган ишига тенг бўлган физик катталиқ.

$$\varepsilon = \frac{A_{\text{ташк.к}}}{q}.$$

ε (ЭЮК) ўлчов бирлиги – вольт, $[\varepsilon] = 1 \text{ В}$.

ЭЮК – ток манбаининг энергетик тавсифи. Барча ток манбаларида r ички қаршилик бўлади.

III ЭЮК ва турли иш режимда ток манбаининг кучланиши

1. *Салт юриш тартиби (режими)* Ток манбаининг ЭЮК-ни салт юриш тартибида ташқи ёпиқ бўлмаган занжирда унга тўғридан-тўғри вольтметрни улаш орқали ўлчанади (150-расм). Очيق занжирда ток бўлмайди, демак занжирнинг ташқи қисмида кучланиш тушиши ҳам йўқ, ички қисмида эса жуда оз:

$$U_R = 0, U_r = 0.$$

Вольтметр қаршилиги чексиз катта, уни ток манбасига қўшиш ток манбаи кутбларининг потенциаллар айирмасига иш юзасидан таъсир этмайди. Вольтметрдаги кучланиш ЭЮК-га тенг:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon.$$

2. *Иш режими.* Иш режимида ёпиқ калитда АВ нуқталари орасидаги потенциаллар айирмаси:

$$\varphi_A - \varphi_B = \varepsilon - U_r$$

ёки

$$\varphi_A - \varphi_B = U_R.$$

Жавоби қандай?

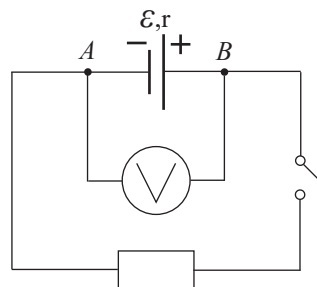
Нега А ва В нуқталарининг (148-расм) потенциаллар айирмаси ўз ҳолига келтириш учун ташқи кучларнинг иши керак бўлади?

Жавоби қандай?

1. Нега ток манбаида зарядларни тақсимланиши вақтида бажариладиган ишни кулон кучлари ҳисобидан бажариш мумкин эмас?
2. Нега ток манбаидаги ташқи кучларларнинг иши занжирнинг ташқи ва ички қисмларидаги кулон кучларини ишининг йиғиндисига тенг?

Эсда сақланг!

Агар ток кучининг қиймати билан йўналиши ўзгармаса, ток ўзгармас бўлади.



150-расм. Ток манбаининг ЭЮКни ўлчаши

Жавоби қандай?

Нега ток манбаига вольтметрни улаганда ички қаршилигидаги кучланиш жуда оз бўлади?

Вольтметр занжирнинг ташқи қисмидаги кучланишнинг тушишини кўрсатади. Занжирнинг ички қисмидаги кучланишнинг тушиши электр кучининг манфий иши таъсиридан бўлади.

3. *Қисқа туташув режими.* Агар юклама қаршилиги жуда оз бўлса, унда ток манбаи қисқа туташув режимида иш бажаради. Занжирнинг ички қисмидаги ЭЮК га тенг бўлади:

$$U_r = \varepsilon.$$

Ток кучи ток манбаида бирданига ошиб, максимал қийматга етади:

$$I_{max} = \frac{\varepsilon}{r}.$$

Қисқа туташув ва салт юриш режимлари ток манбаининг чегаравий иш режимлари деб аталади.

IV Электр токи. Ток кучи

Ташқи электр майдонининг таъсиридан ўтказгичдаги эркин зарядларнинг тартибли ҳаракати электр токини юзага келтиради.

Ўтказгичдаги электр токини тавсифлаш учун ток кучи деб аталадиган физик катталик киритилган.

Ток кучи – бирлик вақт ичида ўтказгичнинг кўндаланг кесими орқали ўтадиган заряд миқдорига тенг катталик:

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t}.$$

V Ўзгармас токдан ўзгарувчан ток олиш

Альтернатив ток манбалари – қуёш батареялари ва шамол генераторлари ўзгармас токни юзага келтиради. Ҳосил бўлган энергия аккумулятор батареяларига тўпланади. Ўзгарувчан ток занжирида иш бажаришга мўлжалланган электр асбобларини қўшиш учун ўзгармас токни ўзгарувчан токка айлантирадиган ўзгартиргичлар – инвертор керак (*151-расм*). Автомобиль аккумуляторидан кучланиши 220 В ўзгарувчан ток олишга мумкинлик берадиган инверторлар кўп талабга эга. «Солнечный свет» МЧБ кун батареясининг энергиясини ўзгартирадиган инверторлар ишлаб чиқармоқда.

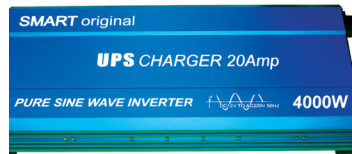
Ўз тажрибангиз

- 150-расмда кўрсатилгандай занжир тузинг. Калитнинг очиқ ва ёпиқ холларида вольтметрнинг кўрсаткичларини ёзиб олинг. Нега калит ёпиқ вақтда вольтметрнинг кўрсаткичи камаяди?
- Занжирга кетма-кет резистор ва реостатни қўшинг, жилгичнинг ўрнини ўзгартириб, занжирнинг ташқи ва ички қисмидаги кучланиш бўлинишини текширинг. Олинган натижа бўйича хулоса чиқаринг.

Эсингизга туширинг!

Электр токи – электр зарядларининг йўналтирилган ҳаракати.
Ўлчов бирлиги

$$1 A = 1 \frac{C}{s}$$



151-расм. Инвертор – кучланиш ўзгартиргич 12 2204000 Вт. Маҳаллий маҳсулот, Алмати ш.

1-топшириқ

Ток кучининг ўлчов бирликларини кўплик ва кичик қўшимчалар орқали ёзинг.

Назорат саволлари

1. Электр токи юзага келадиган шартларни кўрсатинг.
2. Қандай кучлар ток манбаида зарядларни бўлиш ишларини бажаради?
3. Ток манбаининг ЭЮК-ни қандай ўлчанади?
4. Ток манбаи занжир қисмидаги кучланишнинг камайишига қандай таъсир этади?
5. Занжирнинг ички ва ташқи қисмларидаги кучланишнинг тақсимланиши уларнинг қаршиликларига қандай боғлиқ?

★ Машқ

20

1. Чўнтак фонари лампасининг қиздириш толаси орқали $t = 2$ мин ичида $q_1 = 20$ Кл заряд ўтади. Қиздириш толаси орқали $q_2 = 60$ Кл заряд ўтадиган вақтни ва ток кучини аниқланг.
2. ЭЮК 12 В ва ички қаршилиги 0,2 Ом аккумулятор учун қисқа туташув вақтида ток кучини аниқланг.

Экспериментал топшириқ

Мис симни, металл қоғоз қистиргич (скрепка) ва мультиметрдан фойдаланиб, аталган мева ва сабзавотлардан қайси бири гальвани элементи сифатида ишлай олишини аниқланг: банан, картошка, алмурт, помидори, бодринг, пиёз, олма. Меваларнинг қайсиси электродлар орасида катта кучланишнинг юзага келишига таъсир эта олади?

Ижодий топшириқ

Маҳаллий ўзгармас ток манбалари нархини текширинг: ток манбаларининг турлари ва шу маҳсулотни чиқарадиган фирмаларни аниқланг. Текширишлар натижаси бўйича ҳисобот тайёрланг.

22§. Тўлиқ занжир учун Ом қонуни

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Тўлиқ занжир учун Ом қонунини қўллай оласиз ва қисқа туташувнинг натижасини тушунасиз.

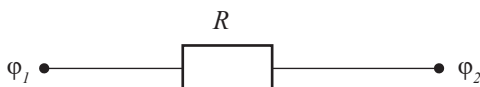
I Занжирнинг бир қисми учун Ом қонуни

Фақатактив қаршиликдан иборат занжир қисми учун Ом қонуни 8-синфдан маълум (152-расм).

Ток кучи занжир қисмининг учларидаги потенциаллар айирмасига тўғри пропорционал ва қаршиликка тескари пропорционал:

$$I = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{R} = \frac{U}{R}. \quad (1)$$

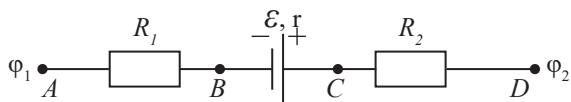
Ток занжир қисми билан потенциали юқори нуқтадан потенциали паст нуқтага қараб оқади. Агар $\varphi_1 > \varphi_2$ бўлса, 153-расмдаги ток чапдан ўнгга оқади.



153-расм. Занжирнинг актив қаршиликдан иборат қисми.

II Ток манбаи бор занжир қисми учун Ом қонуни

Таркибида электр юритувчи кучи \mathcal{E} ва ички қаршилиги r ток манбаи бор занжир қисмини қарайлик (154-расм). Кўрсатилган занжир қисмида потенциалнинг камайиши қаршиликларида ва ток R_1 , R_2 манбаининг r ички қаршилигида бўлса, потенциалнинг ўсиши ток манбаининг кутбларида бўлади. Ўхшаш ходисани дарё устида платина солинган вақтда пайқаймиз: дарёнинг барча қисмларида сув сатхлари пасаяди, платинада кўтарилади.

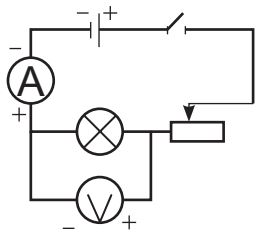


154-расм. Таркибида ток манбаи бор занжир



Ўз тажрибангиз

Бир-бири билан кетма-кет уланган ўзгармас ток манбаи, калит, чўнтак фонарининг лампочкаси, реостат ва амперметрдан иборат занжир йиғинг. Лампочкага вольтметрни қўшинг (152-расм). Реостатдаги жилгичнинг ўрнини ўзгартириб, лампочканинг ёруғлигини ва ўлчов асбобларнинг кўсаткичини кузатинг. Кузатилган ҳодисани занжир қисми учун Ом қонуни асосида тушунтиринг.



152-расм. Эксперимент топшириққа



Жавоби қандай?

1. Оддий занжир нималардан иборат?
2. Ток манбаи бор занжир қисми қандай бўлади?
3. Қандай занжирни тўлиқ занжир деб аталади?
4. Занжир қисми учун ва тўлиқ занжир учун Ом қонунининг ўхшашликлари билан фарқлари нимада? Венн диаграммасини тузинг.

Занжир қисмининг учларидаги потенциаллар айирмаси ҳар бир қисмдаги потенциалнинг камайиши билан ток манбаидаги потенциалларнинг орттишининг йиғиндиларининг айирмасига тенг

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (U_1 + U_r + U_2) - \varepsilon$$

ёки

$$\varphi_1 - \varphi_2 = (IR_1 + Ir + IR_2) - \varepsilon. \quad (2)$$

олинган тенгламадан ток кучини ифодалаймиз:

$$I = \frac{(\varphi_1 - \varphi_2) + \varepsilon}{(R_1 + R_2) + r}. \quad (3)$$

Умумий ҳолда (3) ифодани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$I = \frac{U + \varepsilon}{R + r}, \quad (4)$$

бундаги R – занжир қисмининг умумий қаршилиги, r – занжир қисмидаги ток манбаининг ички қаршилиги, $U = \varphi_1 - \varphi_2$ – занжир учларидаги потенциаллар айирмаси, ε – берилган қисмдаги ток манбаининг ЭЮК.

Олинган формула ток манбаи бор занжир қисми учун Ом қонунини ифодалайди.

III Тўлиқ занжир учун Ом қонуни

154-расмда кўрсатилган занжир қисмининг учларини қўшсак, ёпиқ занжир оламиз (155-расм). A ва D нуқталарининг потенциаллари тенг бўлади, унда (4) формула $U = \varphi_1 - \varphi_2 = 0$ бўлади:

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}. \quad (5)$$

Олинган ифода тўлиқ занжир учун Ом қонуни деб аталади.

Занжирдаги ток кучи ток манбаининг ЭЮК га тўғри пропорционал, ташқи ва ички қаршиликларнинг йиғиндисига тескари пропорционал.

IV Тўлиқ занжир учун Ом қонунининг натижалари

(5) ифодадан буни оламиз:

$$\varepsilon = IR + Ir$$

ёки

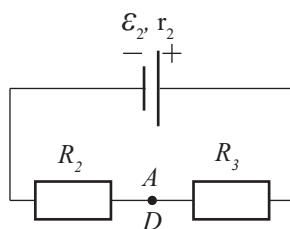
$$\varepsilon = U_R + U_r. \quad (6)$$

ЭЮК зарядларнинг кўчиши вақтида ташқи кучларнинг бажарган иши бўлганидан (6) тенгламадан чиқадигани ташқи кучлар занжирнинг ички қисмида ҳам, ташқи қисмида ҳам иш бажаради.



Эсингизга тушинг!

Икки нуқтанинг потенциаллар айирмаси – шу икки нуқта орасидаги занжир қисмининг кучланиши.



155-расм. Ёпиқ тўлиқ занжир



Топширик

Тўлиқ занжир учун Ом қонунидан (5) ЭЮК, ташқи занжирнинг қаршилигини ва ток манбаининг ички қаршилигини ҳисоблаш формулаларини чиқаринг.



Эсингизга тушинг!

Бўлинмани топиш учун бўлинмани бўлувчига кўпайтирамиз.

Бўлувчи бўлинманинг бўлинишига нисбатига тенг.

Номаълум қўшилувчини топиш учун йиғиндидан маълум қўшилувчини айириш керак.



Эсда сақланг!

$$1A = \frac{1B}{1Om}$$

Ички қаршиликнинг кичик қийматида $r \rightarrow 0$ ток манбаининг барча энергияси занжирнинг ташқи қисмида бажарилади $\varepsilon = U$. Ички қаршиликларининг кичик қийматларида ва юкланиш бўлмаган вақтда $R = 0$ ёпиқ занжирдаги ток кучининг қиймати ортади, қисқа туташув бўлади. Занжирдаги ток кучи қатга қийматларга эга бўлади:

$$I_{\max} = \frac{\varepsilon}{r}, \quad (7)$$

бу ток манбаининг, уловчи симларнинг қаттиқ қизишига ва ўтказгич симларининг ёниб кетишига олиб келади.



Жавоби қандай?

1. Занжир қисмига қўшилган ток манбаи ундаги ток кучига қандай таъсир этади?
2. Нега A ва D нуқталарини улаганда уларнинг потенциаллари тенг бўлади?
3. Қандай ҳолларда занжирда қисқа туташув бўлади?
4. Нега қисқа туташув ҳодисаси хавфли ҳисобланади?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Плеерни қўшганда ток манбаининг қисқичларидаги кучланиш қиймати 2,8 В. Элемент батареяларининг ЭЮК 3 В, ички қаршилиги 1 Ом. Занжирдаги ток кучини аниқланг.

Берилган:

$$U = 2,8 \text{ Ом}$$

$$\varepsilon = 3 \text{ В}$$

$$r = 1 \text{ Ом}$$

$$I = ?$$

Ечиш:

Плеернинг қаршилиги занжирнинг қисми ва тўлиқ занжир учун Ом қонунини қўллаб аниқлаймиз:

$$I = \frac{U}{R}, \quad (1),$$

$$I = \frac{\varepsilon}{R + r}. \quad (2)$$

(1) ва (2) тенгламаларнинг ўнг томонларини тенглаштириб, пропорцияси хоссасини қўллаб, қаршиликни ҳисоблаш формуласини чиқарамиз

$$\frac{U}{R} = \frac{\varepsilon}{R + r}. \quad (3)$$

$$UR + Ur = \varepsilon R,$$

бундаги

$$R = \frac{Ur}{\varepsilon - U}. \quad (4)$$

(4) формулани (1)-га қўйиб, ҳисоблаш формуласини оламиз:

$$I = \frac{\varepsilon - U}{r}.$$

Ток кучининг қийматини ҳисоблаймиз:

$$I = \frac{3 \text{ В} - 2,8 \text{ В}}{1 \text{ Ом}} = 0,2 \text{ А}.$$

Жавоби: $I = 0,2 \text{ А}$.

Назорат саволлари

1. Оддий занжир қисми учун ва ток манбаи бор занжир учун Ом қонунини таърифланг.
2. Тўлиқ занжир учун Ом қонунини таърифланг.
3. Қандай токни қисқа туташув токи деб аталади?
4. Ток манбаининг ички қаршилигининг қиймати кичик занжирнинг қисқа туташувининг оқибати қандай?

★ Машқ

21

1. Батарейнинг ЭЮК $\varepsilon = 4,5$ В, ички қаршилиги $r = 2$ Ом. Батарея қаршилиги $R = 7$ Ом резисторга уланган. Занжирдаги ток кучини ва батарея қисқичларидаги кучланишни аниқланг.
2. ЭЮК $\varepsilon = 1,1$ В ток манбаига қўшилган қаршилиги $R = 2$ Ом ўткагичдаги ток кучи $I = 0,5$ А. Ток манбаининг қисқа туташув вақтидаги ток кучини топинг.
3. Ток манбаи бор ва қаршилиги $R_1 = 4$ Ом, занжирдаги ток кучи $I_1 = 0,2$ А. Агар ташқи қаршилиқ $R_2 = 7$ Ом бўлса, унда занжирдаги ток кучи $I_2 = 0,14$ А. Агар ток манбаини қисқа туташтирсак, занжирдаги ток кучининг қиймати қанчага тенг бўлади?
4. Ток кучи $I_1 = 1,5$ А вақтида занжир қисмидаги кучланиш $U_1 = 20$ В, ток кучи эса $I_2 = 0,5$ А бўлганда, шу қисмдага кучланиш $U_2 = 8$ В-га тенг бўлди. Занжирнинг шу қисмида таъсир этадиган ЭЮК қанчага тенг?

Ижодий топшириқлар

1. Турмушдаги электр асбобларидан қўлланишда хавфсизлик техникасини сақлаш қоидаларини тузинг.
2. Бажарилган иш бўйича презентация тайёрланг.

23§. Электр токининг иши ва қуввати

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Турмушдаги асбобларнинг қувватини ва ишининг баҳосини практик турда ҳисоблай оласиз.

I Занжирдаги ўзгармас токнинг иши

Токнинг иши зарядларнинг электр майдони кучларининг таъсирдан ўтказгич бўйича йўналган ҳаракатига асосланган.

Токнинг иши – электр майдони кўчирган заряднинг берилган ўтказгич қисмидаги кучланиш кўпайтмасига тенг бўлган физик катталиқ.

$$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU. \quad (1)$$

Қандайдир бир вақт оралиғида кўчирилган заряд миқдори ток кучига боғлиқ:

$$q = It.$$

Шу нисбатдан фойдаланиб, (1) тенгликдан қуйидаги ифодани оламиз:

$$A = UIt. \quad (2)$$

Занжир қисми учун Ом қонуни асосида (2) формулани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$A = I^2 R t \quad (3)$$

$$\text{ёки} \quad A = \frac{U^2}{R} t. \quad (4)$$

(3) ўтказгичларни кетма-кет улаган вақтда,

(4) ўтказгичларни параллел улаган вақтда ток ишини ҳисоблашга осон.

II Ток ишини ўлчаш

Ток ишини ўлчов асбобни – вольтметр, амперметр ва соатдан фойдаланиб ўлчашга бўлади. Одатда ток ишини ўлчаш учун электр энергиясини ҳисобловчи асбоби (156-расм) қўлланилади, у ишнинг системадан ташқаридаги ўлчов бирлиги

1 кВт · соат билан ҳисоблашга асосланган.

Электр энергиясининг нарҳини тарифнинг маълум қиймати бўйича бу формула билан ҳисобланади:

$$C_m = T \cdot A,$$

бундаги C_m – электр энергиясининг нарҳи, T – тариф – 1 кВт · соат энергия нарҳи.



Ёдингизга туширинг!

Иш – энергиянинг бир турдан иккинчи турга айланишининг ўлчови.



156-расм. Қозоғистонда ясалган электр ҳисоблагич Ақтўбе ш.



Эсда сақланг!

Ёпиқ электр занжирида энергиянинг айланиши икки марта амалга ошади. Ток манбаларида электр бўлмаган энергиялар электр энергиясига айланади. Ташқи занжирда электр энергияси қайтадан энергиянинг бошқа турларига айлана бошлайди.

Қозоғистоннинг ҳар бир вилоятида тариф ҳар хил, у электростанциянинг турига ва ундан маҳаллий жойдан узоқлигига боғлиқ. Электр энергиясини сақлаш мақсадида даражали тариф киритилган, масалан айрим ҳудудларда 1 одамга 100 кВт · соат-дан ошган ҳолда тўлов 2-даражали тариф бўйича юргизилади.

9-кесте.

2018 йилги электр энергиясининг тарифи, $\frac{\text{тенге}}{\text{кВт} \cdot \text{соат}}$			
Шаҳар	1-даража	2-даража	3-даража
Қўстанай	17,60	21,95	27,44
Алмати	16,65	21,99	27,48
Талдикўрғон	16,45	19,86	24,82
Қўкшөтов	15,46	19,33	24,16
Тароз	14,41	17,94	22,43
Шимкент	14,49	18,88	23,61
Петропавл	12,09	16,30	20,37
Орал	10,46	13,23	16,53
Павлодар	10,69	13,72	17,15
Астана	9,61	15,59	19,49
Ақтўбе	9,79	12,42	15,52
Қарағанда	10,12	13,37	16,72
Ўскемен	10,19	13,97	17,46
Атиров	5,67	7,13	8,93
Ақтау	19,42	-	-

III Токнинг қуввати

Ток қуввати – заряднинг кўчиши вақтидаги ишнинг бажарилиш жадаллигини тавсифлайдиган физик катталиқ:

$$P = \frac{A}{t}. \quad (5)$$

(2), (3) ва (4) – формулаларни (5)-га қўйиб, ёпик занжирнинг ташқи қисмидаги ток қувватини ҳисоблайдиган формулани оламыз:

$$P = UI, P = \frac{U^2}{R}, P = I^2R. \quad (6)$$

Тўлиқ занжир учун электр токининг қуввати бунга тенг:

$$P = \frac{\varepsilon^2}{(R + r)^2} \cdot R. \quad (7)$$



1-топшириқ

1. Электр занжиридаги энергиянинг икки марта айланишига мисоллар келтиринг.
2. Электр энергияси механик ва иссиқлик энергияга айланадиган турмушдаги ва ишлаб чиқариш асбобларини айтинг.



Эсингизга туширинг!

Электр токи ишининг ўлчов бирлиги – Джоуль
 $1 \text{ Дж} = 1 \text{ В} \cdot 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ с} = 1 \text{ Вт} \cdot \text{с}$
 Электр токи ишининг системадан бошқа ўлчов бирлигининг Джоуль билан боғлиқлиги:
 $1 \text{ Вт} \cdot \text{с} = 1 \text{ Дж}$,
 $1 \text{ Вт} \cdot \text{соат} = 3600 \text{ Дж}$,
 $1 \text{ кВт} \cdot \text{соат} = 3600000 \text{ Дж} = 3,6 \text{ МДж}$.



Эсингизга туширинг!

Қувватнинг ўлчов бирлиги – ватт
 $[P] = 1 \text{ Вт} = 1 \text{ А} \cdot 1 \text{ В}$.



Эсда сақланг!

Юқори қувватли асбобларнинг қаршилиги кам бўлади.

Ток қувватини амперметр ва вольтметрнинг ёки ваттметрнинг ёрдамида аниқланади. «Медсервис» компаниясининг замонавий курали электр занжирини тавсифлайдиган олти ўлчовли – ток кучи, кучланишни, қувватни, қувват коэффициентини, тармоқдаги ток частотасини, йиллик қувватни ўлчашга имкон беради (157-расм).



157-расм. Қозоғистонда ясалган ваттметр, Алматы ш.

IV Ток манбаининг иши ва қуввати

Занжирдаги тўлиқ иш – ташқи кучларнинг иши, у қуйидагига тенг:

$$A_{\text{ташқ.к}} = q\varepsilon$$

ёки

$$A_{\text{ташқ.к}} = I\varepsilon t.$$

Тўлиқ занжир учун Ом қонуни $I = \frac{\varepsilon}{R+r}$ эсга олиб, қуйидаги ифодани оламиз:

$$A_{\text{ташқ.к}} = \frac{\varepsilon^2}{R+r} \cdot t$$

ёки

$$A_{\text{ташқ.к}} = I^2(R+r)t.$$

Занжирнинг тўлиқ қувватини манна шу формулалар бўйича аниқлашга бўлади:

$$P_{\text{мўл}} = \frac{A_{\text{ташқ.к}}}{t},$$

$$P_{\text{мўл}} = I\varepsilon,$$

$$P_{\text{мўл}} = \frac{\varepsilon^2}{R+r},$$

$$P_{\text{мўл}} = I^2(R+r).$$

V Ток манбаининг ФИК

Фойдали иш коэффициентини – фойдали ишнинг тўлиқ ишга нисбати. Электр занжири учун фойдали иш – электр майдонининг иши тўлиқ иш – ташқи кучларнинг иши, шунда қуйидаги нисбат бажарилади;

$$\eta = \frac{A}{A_{\text{ташқ.к}}} = \frac{UI t}{\varepsilon I t} = \frac{P}{P_{\text{мўл}}} = \frac{U}{\varepsilon} = \frac{IR}{I(R+r)} = \frac{R}{R+r}.$$

Фойдали иш коэффициентини ҳисоблашни қуйида кўрсатилган формулаларнинг хоҳлагани билан бажаришга бўлади:

$$\eta = \frac{A}{A_{\text{ташқ.к}}} \quad \eta = \frac{P}{P_{\text{мўл}}}, \quad \eta = \frac{U}{\varepsilon}, \quad \eta = \frac{R}{R+r}.$$



2-топшириқ

Жадвалга қаранг. Сизнинг худудингизда электр энергиясига тўлов қандай тариф бўйича амалга ошишини аниқланг. Нега энергияни кўп сарфлаган сайин баҳоси ҳам ортади?



3-топшириқ

Электр манбаининг иши ва қувватини ҳисоблайдиган формулани ташқи кучларнинг ишининг ва қувватини ҳисоблайдиган формула билан солиштиринг. Формулаларнинг фарқи қандай?



Жавоби қандай?

1. Нега ток манбаининг ФИК 100%дан ортиқ бўлмайди?
2. Нега электротехникада ток манбаининг ички қаршилиги ташқи занжир билан солиштиришда қамайтиришга ҳаракат қилинади?

Назорат саволлари

1. Тўлиқ занжирда энергиянинг қандай айланишлари бўлади?
2. Электр токининг иши билан қуввати қандай аниқланади?
3. Токнинг иши ва қуввати қандай асбоблар билан ўлчанади?
4. Занжирдаги тўлиқ иш нимага тенг?
5. Электр энергиясининг нарҳини қандай аниқланади?
6. Электр занжирининг ФИК қандай аниқланади?

★ Машқ

22

1. Агар кучланиш $U = 220$ В, ток кучи $I = 8$ А бўлса, ҳажми $V = 1$ л, бошданғич температураси $t_1 = 20^\circ\text{C}$ сувни қанча вақт оралиғида қайнаш температурасига етказишга бўлади?
2. Қуввати 1200 Вт электр печи орқали ўтадиган ток кучини аниқланг.
3. Сони 4 одамдан турадиган оила Қўстанай шаҳарида 700 кВт/соат электр энергиясини истеъмол қилган бўлса, улар қанча тўлайди? Уни ҳудди шу шароитдаги Ақтўбеда турадиган оиланинг тўлови билан солиштиринг.
4. Ички қаршилиги унга қўшилган электр асбобининг қаршилигидан 4 марта оз ток манбаининг фойдали иш коэффициентини аниқланг.

Экспериментал топшириқлар

Уйларидаги ёриткичларнинг маркировкалари ва маиший асбобларнинг паспорти бўйича оилангиз бир ой ичида истеъмол қиладиган электр энергиясини ҳисобланг. Ҳар бир асбоб ишининг энергия сарфини солиштиринг. Баҳосини аниқлаб, сўнгги ойлардаги тўловлар билан таққосланг. Оилангиздаги электр энергиясининг сарфини қандай тежашга бўлишини таҳлил қилинг.

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзулар бўйича маълумотнома тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. Уйда ишлатиладиган электр асбоблари: эскидан янгига.
2. Маиший электр асбобларидан фойдаланишда техника хавфсизлиги қоидаларини кўрсатинг.
3. Интернет тармоғи материалларини фойдаланиб, XXI асрда давлатимиздаги электр энергиясини истеъмол қилиш диаграммасини тузинг. Шу йиллардаги электр энергиясидан истеъмоли билан солиштиринг.

11-бобнинг хулосаси

Электр занжирининг тавсифлайдиган катталиклари	Ом қонуни	Қисқа туташувда ток кучи
<p>Ток кучи $I = \frac{\Delta q}{\Delta t}$,</p> <p>Кучланиш $U = \frac{A}{q}$</p> <p>Электр юритувчи кучи $\mathcal{E} = \frac{A_{\text{ташк.к}}}{q}$</p>	<p>Занжирнинг қисми учун $I = \frac{U}{R}$</p> <p>Тўлиқ занжир учун $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$</p>	<p>$I_{\text{max}} = \frac{\mathcal{E}}{r}$</p> <p>$R = 0$</p>
Ташқи кучнинг ва ток кучининг иши	Ток қуввати	ФИК
<p>Токнинг иши:</p> <p>$A = q(\varphi_1 - \varphi_2) = qU$</p> <p>$A = UI t$</p> <p>$A = P R t$</p> <p>$A = \frac{U^2}{R} t$</p> <p>Ташқи кучларнинг иши:</p> <p>$A_{\text{ташк.к}} = q\mathcal{E}$</p> <p>$A_{\text{ташк.к}} = I\mathcal{E} t$</p>	<p>Токнинг қуввати:</p> <p>$P = \frac{A}{t}, P = UI.$</p> <p>$P = \frac{U^2}{R}, P = I^2 R.$</p> <p>$P = \frac{\mathcal{E}^2}{(R + r)^2} \cdot R.$</p> <p>Занжирнинг тўлиқ қуввати:</p> <p>$P_{\text{мўл}} = \frac{A_{\text{ташк.к}}}{t},$</p> <p>$P_{\text{мўл}} = I\mathcal{E},$</p> <p>$P_{\text{мўл}} = \frac{\mathcal{E}^2}{R + r},$</p> <p>$P_{\text{тўл}} = I^2 (R + r).$</p>	<p>$\eta = \frac{A}{A_{\text{ташк.к}}},$</p> <p>$\eta = \frac{P}{P_{\text{мўл}}},$</p> <p>$\eta = \frac{U}{\mathcal{E}},$</p> <p>$\eta = \frac{R}{R + r}.$</p>

Қоидалар, қонунлар

Занжир қисми учун Ом қонуни

Ток кучи занжир қисмининг учларидаги потенциаллар айирмасига тўғри пропорционал ва қаршиликка тескари пропорционал.

Тўлиқ занжир учун Ом қонуни

Занжирдаги ток кучи ток манбаининг ЭЮК га тўғри пропорционал, ташқи ва ички қаршиликларининг йиғиндисига тескари пропорционал.

Глоссарий

Ток қуввати – заряднинг кўчиши вақтидаги ишнинг бажарилиш жадаллигини тавсифлайдиган физик катталик.

Ток кучи – бирлик вақтда ўтказгичнинг кўндаланг кесими орқали ўтайдиган заряд миқдорига тенг катталик.

Электр токи – электр зарядларининг йўналишли ҳаракати.

Электр юритувчи куч – бирлик зарядни кўчиришда ташқи кучларнинг бажарадиган ишига тенг бўлган физик катталик.

ТУРЛИ МУҲИТДА ЭЛЕКТР ТОКИ

Бўлимни ўқиб–ўрганиш орқали сиз:

- турли муҳитда электр токининг пайдо бўлиш принципларини солиштира оласиз;
- электролитларда токнинг пайдо бўлиш шартларини тажриба асосида аниқлай оласиз;
- ярим ўтказгичли асбобларининг қўлланишига мисоллар келтира оласиз;
- ўта ўтказувчанлик ҳодисасини ва унинг амалий қўлланилишини тавсифлай оласиз.

24§. Металлардаги, ярим ўтказгичлардаги, электролитлардаги, газлар ва вакуумдаги электр токи

Кутиладиган натижа

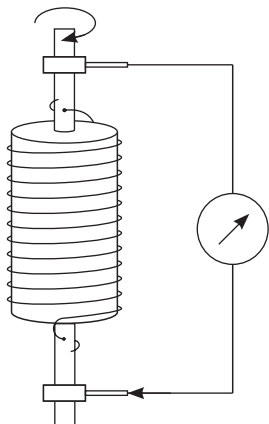
Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Турли муҳитда электр токининг пайдо бўлиш принципларини солиштира оласиз.



Жавоби қандай?

1. Нега электротехник асбобларни яшашда металллар қўлланилади?
2. Чақмоқ деганимиз нима?
3. Вакуумда ток бўладими? У нимани билдиради?



158-расм. Р.Толмен ва Т. Стюарт тажрибасининг схемаси



Эсингизга туширинг!

Металлларнинг кристалл панжарасининг хоссаси нимада?



Жавоби қандай?

К.Рикке тажрибасида қандай зарралар заряд ташиган?

I Металлардаги заряд ташувчиларни тажриба асосида аниқлаш

Металлардаги электронларнинг ҳаракатини Америка олимлари Р. Толмен ва Т. Стюартнинг тажрибаларида исботланди. Улар 1913 йили Россия олимлари С.Л. Мандельштам ва Н.Д. Папалексининг олиб борган тажрибаларни тўлдириб, 1916 йили ток ташувчиларнинг солиштирма зарядини аниқлади. Тажриба учлари гальванометрга сирпанувчи контакт билан уланган айланадиган соленоидни кескин тормозлашга асосланган (158-расм). Соленоид тормозланган вақтда, гальванометр ток импульсини аниқлаб турди. Ўрам узунлиги 500 м ва чизикли айланиш тезлиги 500 м/с бўлганда, ток ташувчиларнинг солиштирма заряди:

$$\frac{q}{m} = 1,76 \cdot 10^{11} \frac{\text{Кл}}{\text{кг}} \text{ эканини}$$

юқори аниқликда ўлчаш мумкин бўлди, бу катталик электронларга тўғри келди.

II Ярм ўтказгичлар. Ярм ўтказгичлардаги заряд ташувчилар. Хусусий ўтказувчанлик

Ярм ўтказгичлар – ўзларининг солиштирма ўтказувчанлиги билан ўтказгичлар ва диэлектриклар орасидаги оралиқ ўринга эга бўлган моддалар. Уларнинг ўтказгичлардан фарқи – ярм ўтказгичлар солиштирма ўтказгичлиги аралашмаларнинг концентрациясига, температурага ва ҳар хил нурланиш турларининг таъсирига боғлиқ. Ярм ўтказгичлар-оддий турларига германий, селен, кремний киради.

Хона температурасида ярм ўтказгичдаги эркин электронлар сони кўп эмас. Ярм ўтказгичдаги электронлар ҳаракати уларнинг металлдаги ҳаракатига ўхшаш электр майдони бўлмаган ҳолатда ҳаракат тартибсиз бўлади, ташқи майдон бор бўлган ҳолатда тартибсиз ҳаракат билан қатор йўналган ҳаракат пайдо бўлади. Эркин электронларнинг ўтказувчанлигини электронли ўтказувчанлик ёки n -типли (negativ – манфий) ўтказувчанлик деп аталади.

Тартибли ҳаракатда эркин электронлардан бошқа боғланган электронлар ҳам бўлади. Германий

атомлари орасидаги электронлар боғланишининг схемасини кўриб чиқайлик (159-расм). Расмда атомларнинг электронли боғланиши чизиқлар билан белгиланган. Германий атоми ядросининг атрофида ҳар бири кўшни атомларнинг электронлари билан жуфт боғланиш ҳосил қиладиган тўрт ташқи электрон бор. Агар электрон эркин бўлса, унда бу олдинги боғланиш зонасида электрон зарядига тенг мусбат заряднинг пайдо бўлишига олиб келади, уни кемтик деб аталади. Узилган боғланиш кўшни боғланиш чизигидан электрон алмашиши билан қайталаниш чизигида тешик пайдо бўлади. Электр майдони бўлган ҳолда кемтикларнинг ҳаракати йўналган ва электронларнинг ҳаракатига қарама-қарши йўналишда бўлади. Кемтикларнинг кўчиши асосида пайдо бўлган ўтказувчанлик *p*-типли (positive – мусбат) кемтикли ўтказувчанлик деб аталади. Шундай қилиб, ярим ўтказгичларда энергия ташувчилар эркин электронлар ва кемтиклар бўлади.

Электронли – тешикли ўтказувчанлик деб тоза ярим ўтказгичларнинг хусусий ўтказувчанлигига айтилади.

Эътибор беринг!

Хусусий ўтказувчанликда эркин электронлар сони билан кемтиклар сони бирдек.

III Ярм ўтказгичларнинг аралашмали ўтказувчанлиги

Ярим ўтказгичлар таркибида аралашманинг бўлиши унинг ўтказувчанлигига таъсир этади. Агар аралашма Менделеев жадвалининг V, VI ёки VII группасига кирадиган бўлса, унда ярим ўтказгични эркин электронлар билан бойитади. Бундай аралашмаларни донор аралашма, ярим ўтказгичларни эса электрон ёки *n* типли деб аталади. Германий ва беш валентли мышьяк атомларининг электронли боғланишини жадвалдан кўрайлик (160-расм). Мышьяк атомининг тўрт электрони германий атоми электронлари билан боғланади, бешинчиси эса бўш қолади.

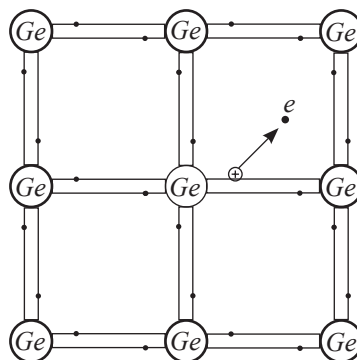
n – типли ярим ўтказгичлар электронли ўтказувчанликка эга. Электронларни ажрашиши атомлараро боғланишни узмайди. Кемтик пайдо бўлмайди, боғланган электронлар йўналган ҳаракат юзага

10-жадвал. Моддаларнинг солиштирма қаршилиги

Модда	Солиштирма қаршилик
Ўтказгич	10^{-7} Ом · м
Ярим ўтказгич	10^{-5} Ом · м-дан 10^8 Ом · м-гача
Диэлектрик	10^8 Ом · м

Эътибор беринг!

Эркин электронларнинг концентрацияси $10^{28} - 10^{29}$ м⁻³, атмосферадаги ҳаво молекуласи тахминан 10^{25} м⁻³.



159-расм. Ярм ўтказгичлардаги энергия ташувчилар эркин электронлар ва кемтиклар.

Жавоби қандай?

1. Нега хона температурасида ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги кичик бўлади?
2. Нега атроф-муҳитнинг температураси ва нурланиши ортганда ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлиги ортади?

келтирмайди. Паст температураларда ва заиф нурланишда аралашмали ўтказувчанлик хусусий ўтказувчанликдан ўнлаб, юз ва минглаб марта ортиқ бўлади.

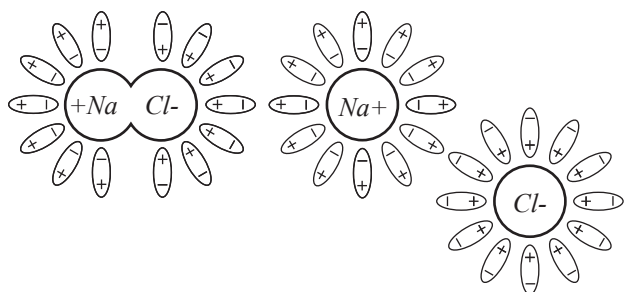
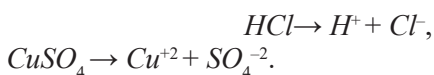
Кемтикли ўтказувчанлик Менделеев жадвалидаги I, II, III группадаги модда аралашмаларида устун бўлади. Бу группадаги элементларнинг валентли электронлар сони ярим ўтказгичларга қараганда оз бўлганидан, жуфт электронли боғланиш тузилганда кемтик пайдо бўлади. Бундай аралашмаларни *акцепторли*, ярим ўтказгичларни *кемтикли* ёки *p-тип* деб аталади. 161-расмда германий атомларининг ва уч валентли индий атомларининг боғланиш схемаси тасвирланган.

Аралашмали ўтказувчанлик – ярим ўтказгичлардаги акцептор ёки донор аралашманинг ўтказувчанлиги.

IV Электролитдаги заряд ташувчилар

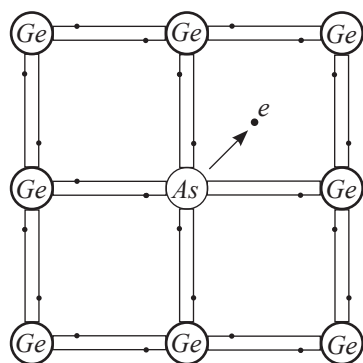
Электролит билан сув молекулалари тузилиши тарафидан кутблӣ бўлади. Кислоталар, ишқорлар ва тузларнинг молекулалари ионларининг боғланиши сув молекуласи атрофида заифлашади, молекулалар ионларга ажрайди, электролитик диссоциация юзага ошади (162-расм).

Электролитик диссоциация – эритувчи таъсирдан молекулаларнинг ионларга ажралиши.

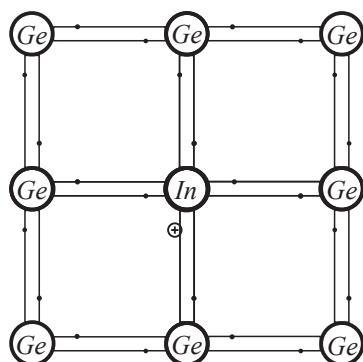


162-расм. Электролитик диссоциация

Электролитлардаги ионлар хаотик (тартибсиз) ҳаракатда бўлади. Анод ва катод орасида пайдо бўлган электр майдони таъсирдан электролитда ионларнинг эритувчилари ва эрувчи ўтказгич



160-расм. n-тип ярим ўтказгич



161-расм. p-тип ярим ўтказгич

? Жавоби қандай?

Нега ярим ўтказгичлар n-тип ва p-тип ярим ўтказгич деб аталади?

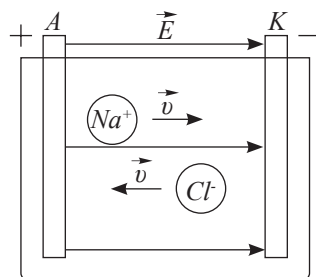
🌐 Эсингизга туширинг!

Электролитлар – сувдаги эритувчилари ва эрувчи ўтказгич бўлдиған моддалар .

бўладиган моддалар йўналган ҳаракати, яъни электр токи пайдо бўлади (163-расм). Электродлардаги электр токи – тезлиги жуда катта бўлмаган мусбат ва манфий ионларнинг йўналган ҳаракати. Водороднинг

энг тез иони $100 \frac{B}{M}$ майлон кучланганлигида $0,0325 \frac{MM}{c}$ тезлик билан ҳаракатланади.

Эритмадаги диссоциация билан яна мусбат ионлар манфий ионлар билан тўқнашганда, тескари процесс – молекулани ҳосил қилади, уни рекомбинация деб атаймиз.



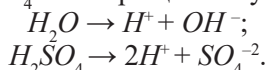
163-расм. Ташқи майдон ҳаракати таъсиридан зарядланган зарраларнинг йўналган ҳаракати

Рекомбинация – ионларнинг нейтрал молекулага боғланиши процесси.

V Электролиз

Электродларда турли процесслар амалга ошади:

1) *Сувнинг кислород ва водородга ажралиши.* Электр токи сульфат кислотанинг сувли эритмаси орқали катодда газ тарзда водороднинг ва анодда кислотанинг бўлинишини олиб келади. Диссоциация натижасида эритмада водород H^+ , гидроксид OH^- ва сульфат SO_4^{2-} ионлари ҳосил бўлади (172-расм).



Катодга йўналган водород иони манфий ион олиб, нейтрал ҳолат тушиб, водород молекуласига айланади $4H^+ + 4e = 2H_2 \uparrow$.

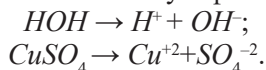
Гидроксид иони анодга ортик электрон беради-да, нейтрал ҳолга тушиб, кислород ва сув молекуласини ҳосил қилади:



Электродларда ток ўтганда кислотани ўз холига келтириш реакцияси натижасида тоза модда ҳосил бўлади, бу процессни электролиз деб аталади.

Электролиз – электролит орқали ток ўтганда электродларда модданинг ажралиб чиқиш ҳодисаси.

2) *Гальваностегия.* Агар сувда мис купоросини $CuSO_4$ эритсак, унда эритмада водород H^+ , гидроксид OH^- , мис Cu^{+2} ва сульфат SO_4^{2-} ионлари ҳосил бўлади:



1-топшириқ

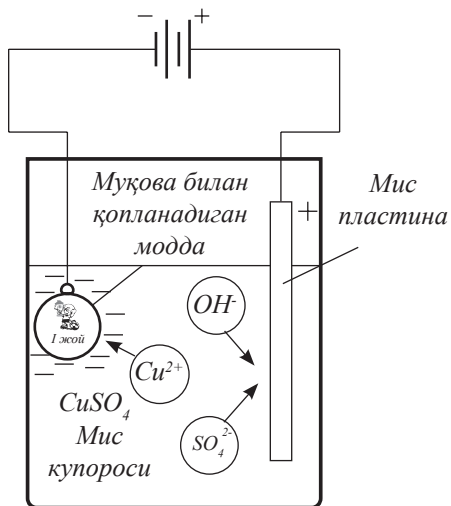
Дафтарингизга ўювчи натрий $NaOH$ диссоциацияси вақтида пайдо бўлган ионларни ёзиб, уларнинг валентлигини кўрсатинг.



Эсда сақланг!

Электродларда заряд ташувчилар мусбат ва манфий ионлар бўлади.

Гидроксид ионлари анодда кислород ҳосил қилади, катоддаги водород ионлари нейтрал водородга айланади, мис ионлари нейтраллашиб, катодга чўқади (164-расм). Катод тоза металл қатлами билан қопланади. Гальваностегия маҳсулотларда антикоррозияли ёки декоратив қопламалар яшаш учун қўлланилади (165-расм). 166-расмда маҳсулотни мис билан қоплаш учун қўлланиладиган гальваник ванналар кўрсатилган.



164-расм. Гальваностегия – самарали металл қатлами билан қоплаш



165-расм. Маҳаллий маҳсулот. Олтин билан безатилган ёдгорлик. «Олтин одам», Алматы ш.



VI Электролиз қонунлари

М. Фарадей 1834 йили токнинг ўзгармас қийматида, бир вақтда катодда химиявий элементларнинг бирдай массалари бўлинишини пайқади. Фарадей модданинг электрохимиявий эквиваленти тушунчасини киритди:

$$k = \frac{m}{q} \quad (1)$$

Электрохимиявий эквивалент – бирлик заряднинг электролит орқали ўтиш вақтида электродда моддаларнинг қандай массаси бўлинишини кўрсатадиган физик катталиқ.

ХБС бўйича электрохимиявий эквивалентининг ўлчов бирлиги:

$$[k] = 1 \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}.$$

Фарадей ўзининг очган янгиликларини қонунлар асосида таърифлади. Фарадейнинг биринчи қонуни:

Электролиз вақтида бўлинган моддаларнинг массаси эритма орқали ўтган зарядга тўғри пропорционал.

$$m = kq. \quad (2)$$

$q = It$ заряднинг ток кучи билан боғлиқ формуласини эсга олсак, Фарадейнинг биринчи қонуни қуйидаги кўринишга келади:

$$m = kIt. \quad (3)$$

Фарадейнинг иккинчи қонуни моддаларнинг электрохимиявий ва химиявий эквивалентларининг орасида боғланишни таъминлайди. Уни Фарадей тажриба давомида таърифлади:

$$k = \frac{M}{N_A |e| n} \quad (4)$$

(4) ифодасида $\frac{M}{n}$ нисбат модданинг химиявий эквиваленти, M – моддани моляр

массаси, n – ионнинг валентлиги, N_A – Авогадро сони, $|e|$ – элементар заряд.

Электрохимиявий ва химиявий эквивалентининг пропорционал коэффициенти тенг бўлади:

$$\frac{1}{N_A |e|} = \frac{1}{F},$$

бундаги F – Фарадейнинг доимийси, у тенг бўлади:

$$F = 9,65 \cdot 10^4 \frac{\text{Кл}}{\text{моль}}.$$

Фарадейнинг иккинчи қонунининг математик формулалари қуйидагича:

$$k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{n}. \quad (5)$$

Моддаларнинг электрохимиявий эквивалентлари уларнинг химиявий эквивалентларига тўғри пропорционал.

VII Газлардаги заряд ташувчилар

Нормаль шароитда газ диэлектрик бўлади, у нейтрал молекулалар билан атомлардан ташкил топган.

Иссиқлик, ультрабинафша, рентген ёки радиоактив нурланиш таъсиридан ионланиш давомида газ ўтказгичга айланади. Газ молекулалари бир ёки бир неча электрон йўқотиб, мусбат ионларга айланади. Нейтрал газ молекулалари эркин электронлар билан бирикиб, манфий ионлар ҳосил бўлади. Газларда ионланиш билан бир қаторда рекомбинация процесси ҳам бирга юради, электронлар мусбат ионлар билан бирикканда, нейтрал молекулалар ҳосил бўлади.

Иссиқлик ҳаракатидан бошқа ташқи электр майдони бор бўлган ҳолда ионлашган газларда электр токи пайдо бўлади. Электронлар ва манфий ионлар электр майдонининг кучланганлик векторининг йўналишига қарама-қарши, мусбат ионлар кучланганлик вектори билан бир хил йўналишда ҳаракатланади.



Эсда сақланг!

Газлардаги заряд ташувчилар – мусбат ва манфий ионлар, эркин электронлар.

VIII Зарбдан ионланиш

Электр майдонининг 10^3 В/м ва 10^5 В/м оралигидаги юқори кучланганликда электронлар тўкнашиш пайтида нейтрал молекулани ионлаш учун етарли энергияга эга бўлади (167-расм)

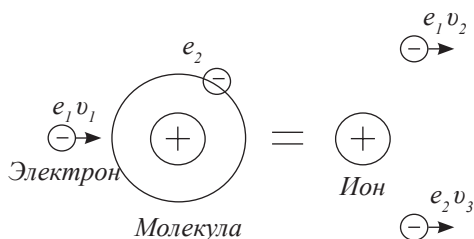
$$E_i = \frac{m v^2}{2} = qE\lambda$$

бундаги E_i – ионизация энергияси, m – зарядланган зарранинг массаси, v – зарядланган зарранинг тезлиги, q – зарранинг заряди, E – майдоннинг кучланганлиги, λ – эркин югуриш йўли узунлиги. Тўкнашув натижасида ҳосил бўлган ионлар билан электронлар майдон бўйлаб тарқалиб, ўз навбатида янги молекулаларни ионлайди. Зарядланган зарралар кўчки тарзда ортиб, ташқи ионизатор бўлмаган ҳолатда газнинг ўзи ионлайди. Бундай процесс зарбдан ионланиш деб аталади (168-расм).

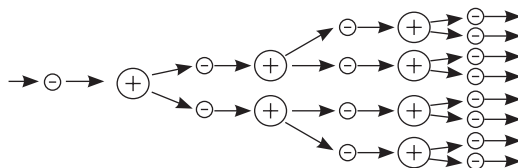


Эсда сақланг!

Вакуумдаги заряд ташувчилар – унга киритилган зарядланган зарралар.



167-расм. Газ молекуласининг ионланиши



168-расм. Зарбдан ионланиш

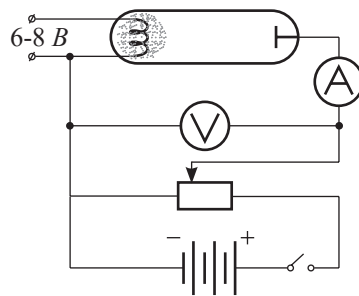
Зарбдан ионланиш – атомларнинг ёки молекулаларнинг тез электронлар билан тўқнашув натижасида мусбат зарядланган ионларнинг ҳосил бўлиши.

IX Вакуумдаги заряд ташувчилар. Термоэлектрон эмиссия

Вакуум – ҳавосиз фазо, унинг ичида заряд ташувчи зарралар йўқ. Вакуумда электр токини олиш учун унга зарядланган зарралар киритиш керак. Энг оддий усул *термоэлектрон эмиссия* бўлади.

Термоэлектрон эмиссия – юқори температурагача қиздирилган металлдан эркин электронларнинг чиқиш ҳодисаси.

Спираль шаклидаги вакуумли трубанинг электродларининг бирини кучланиши 6–8 В бўлган ток манбаига уланди (*169-расм*). Ток ўтган вақтда электрод юқори температурагача қиздирилади ва электронларни чиқаради, улар электрон булутини ҳосил қилади. Электронлар чиқарилган пайтда катод мусбат зарядланади, атроподаги электронларни ушлаб туради. Катод билан анод орасида электр майдони пайдо бўлганда электронлар анодга қараб ўтади.



169-расм. Вакуум ичидаги токни текшириш занжирининг схемаси



3-топшириқ

169-расмга қаранг. Занжир қандай асбоблардан тузилганини айтинг. Ток манбаини тўғри ва тескари улаган вақтда қандай ўзгаришлар бажарилади? Лампа электродларида кучланишни орттирганда амперметр кўрсаткичи қандай ўзгаради?

Назорат саволлари

1. Металлардаги заряд ташувчилар қандай зарралар?
2. П.Друде – Х.Лоренцнинг электронли назариясининг асосий қоидаларини айтинг.
3. Ярим ўтказгичларга қандай моддалар киради?
4. Ярим ўтказгичларнинг хусусий ўтказувчанлиги деганимиз нима?
5. Қандай ўтказгичларни аралашмали деб аталади?
6. Қандай аралашмалар донорли деб аталади? Қандай турини акцепторли деб аталади?
7. Газларда заряд ташувчи зарралар қандай аталади?

8. Газ ионизаторларини айтинг.
9. Қандай ҳолатда газнинг ўзи ионлаши пайқалади?
10. Вакуумдаги заряд ташувчи зарраларни айтинг.
11. Термоэлектрон эмиссия деганимиз нима?

★ Машқ

23

1. Турли муҳит учун солиштириш жадвалини тузинг.

Муҳит	Заряд ташувчилар	Ток пайдо бўлишининг фарқи
Металлар		
Ярим ўтказгичлар		
Электролитлар		
Газлар		
Вакуум		

2. Электрон $1,83 \cdot 10^6$ м/с тезлик билан бир жинсли электр майдони кучланганлигига қарама-қарши йўналишда учиб кирди. Агар ионлаш энергияси $2,18 \cdot 10^{-18}$ Дж бўлса, водород атомини ионлаш учун электрон қандай потенциаллар айирмасида ўтиш керак?

Ижодий топшириқлар

Маълумот тайёрланг (хоҳишига кўра)

1. Табиат билан техникадаги разряд турлари.
2. Плазма ва унинг хоссалари.
3. Ёритиш диодининг ишлаш принципи.
4. Электрвакуумли асбоблар – диод, триод, электрон-нур трубкеси ва уларнинг қўлланиш чегараси.

25§. Ярим ўтказгичли асбоблар

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Ярим ўтказгичли асбобларларни қўлланишига мисолар келтира olasиз.



170-расм. Тармоқли термистор

I Термисторлар

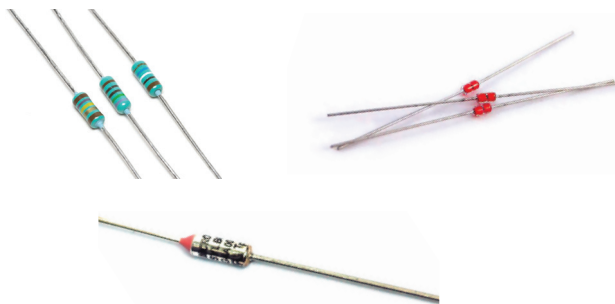
Ярим ўтказгичлар қаршиликларининг температурага боғлиқлиги қаршилик термометри – термисторларни ясашда кенг қўлланилади.

Термистор деганимиз – қаршилиги температурага боғлиқ ярим ўтказгичли резистор.

Термистор термометрнинг қабуллаш қисми бўлади. Ярим ўтказгич термометрларнинг афзаллиги термистор ўзининг сезгирлигини сақлаб, миллиметрнинг ўндан бир қисми аниқликда ўлчашга эга бўлади (170-расм). Бу суюқлик термометрлари қўлланилмайдиган кичик жисмларнинг температурасини ўлчашга имкон беради. Термисторнинг ёрдамида 1 – 1800 К диапазонида Кельвиннинг миллионлаб бир қисмида температура ўзгаришини аниқлашга бўлади.

Термисторларнинг шакли трубка, стержень, диск, мунчок, шайба турида, ўлчами бир неча сантиметргача бўлади (171-расм).

Термисторлар техник қурилмаларда: ёнғинга қарши сигналларда, иситиш печлари ва қозонларида қўлланилади. Автомобиль электроникасида антифризнинг, мойнинг, фойдаланилган газларнинг совуш даражасини, салон температурасини аниқлаш учун қўлланилади. Электронли ишлаб чиқаришда диодлар ва лазерли фотоэлементларнинг, ғалтакнинг мис ўрамининг температурасини барқарорлаштиришга, уяли телефонларнинг қизишини тартибга солиш учун қўлланилади.



171-расм. Термисторлар

Термисторлар маиший техникаларда: музлатгичларда, фенда, совутгичларда, кондиционерларда кенг қўлланилади.

II Фоторезисторлар

Ярим ўтказгичларнинг ўтказувчанлигининг ёруғланишга боғлиқлигини фоторезисторларда кенг қўллаш электр занжирини автоматик турда бошқаришга (172-расм)

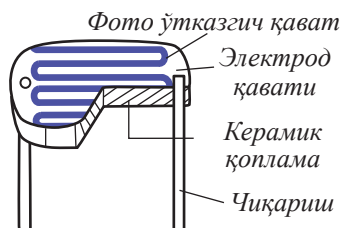
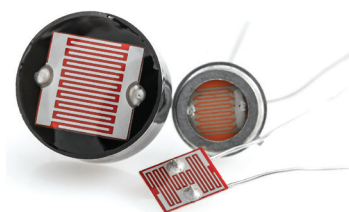


1-топшириқ

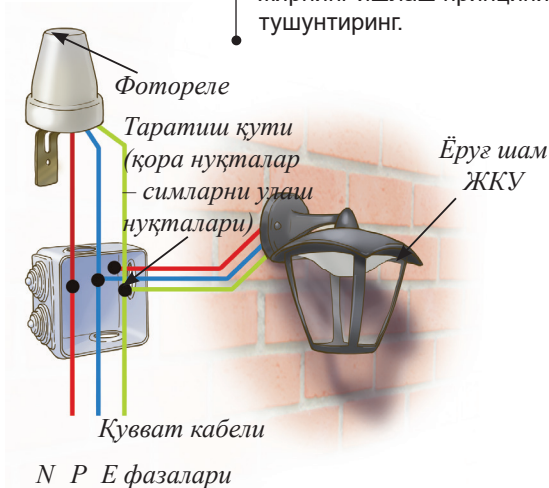
Термисторларнинг қўлланилишига мисол келтиринг.

мумкинлик берди. 173-расм кўчани ёритиш автоматик турда бошқаришга асосланган фоторезисторлари бор занжир кўрсатилган.

Фоторезистор деганимиз – қаршилиги ёруғланишга боғлиқ бўлган ярим ўтказгичли резистор.



172-расм. Фоторезистор



173-расм. Кўчани ёритиш учун фоторезисторни (фотореле) занжирга қўшиш схемаси

Фоторезисторларни заиф ёруғлик сигналларини қайд қилиш учун фойдаланади. Фоторезисторларни ёруғлаштирадиган ёруғлик оқимларининг кесишиши пайтида қаршиликларининг ўзгариш хоссаси турли ҳисобловчи асбоблар, масалан, ҳаракатланадиган контейнерлардаги моддаларни автоматик турда санаш асбобларида, уларнинг ўлчамини назорат қилишда, турникетларда қўлланилади (174-расм).

Оддий фоторезисторлар билан қатор, таъсири одам кўзига кўринмайдиган инфрақизил нурланишга асосланган фоторезисторлар бўлади. Улар кўпинча маълум ҳудудлар ва биноларларни кузатишнинг автоматик системасида қўлланилади. Агар нурланиш йўлида қандайдир бир жисм пайдо бўлса, унда фоторезисторга ёруғлик тушмайди, бошқа система йўлига импульс тушиб, хавфсизлик сигнали қўшилади.

2-топшириқ
Жавоби қандай?
Фоторезистор кўчани ёритиш системасини қандай тартибга солади?

3-топшириқ
173расмга қаранг. Занжирнинг ишлаш принципини тушунтиринг.



174-расм. Ақтау шаҳарида мактабга ўрнатилган турникет

3-топшириқ
Электр симларини автоматик турда бошқариш учун фоторезисторни қўллаш турига мисоллар келтиринг.

III Ярим ўтказгичли диод

Тегиш юзасида эркин электронлар ва кемтикларнинг диффузияси бажариладиган p -тип ва n -тип икки ярим ўтказгичнинг боғланишини кўрайлик. Диффузия натижасида n -тип ярим ўтказгичнинг чегаравий қатлами мусбат, p -тип ярим ўтказгичнинг чегаравий қатлами манфий зарядланади, p - n ўтиши (175-расм) ҳосил бўлади. p - n ўтишини ҳосил қилган \vec{E}_0 майдони асосий заряд ташувчиларнинг ҳаракатига қаршилик кўрсатади.

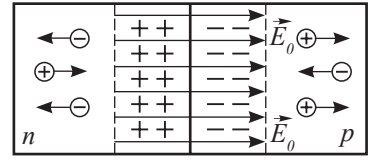
Пайдо бўлган чегаравий қатламни *беркитувчи қатлам* деб аталади. У бир томонлама ўтказувчанликка эга ва ярим ўтказгич диоднинг асосий қисми бўлади. Ярим ўтказгични ток манбаига қўшиб, мусбатли n -тип ярим ўтказгичга, манфий кутбни p -тип ярим ўтказгичга (176-расм) улаймиз. Ташқи майдоннинг кучланганлиги p - n ўтишининг кучланганлиги билан тўғри келади, беркитувчи қатлам ошадида, қаршилик ортади.

Ток манбаининг кутбларини алмаштирсак, ташқи майдон кучланганлиги p - n ўтишда йўналади (177-расм). Беркитувчи қатламнинг қалинлиги озаяди ёки тўлиқ йўқолиб кетади, p - n ўтишининг кучланганлиги камаяди. Ярим ўтказгич орқали асосий ток ташувчиларининг йўналган ҳаракатидан юзага келган ток ортади. Шундай қилиб, беркитувчи қатлам бир томонлама ўтказувчанликка эга, у ўзгарувчан токни тўғрилаш учун фойдаланилади.

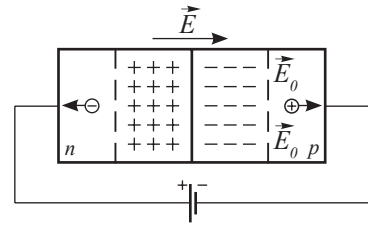
p -типли ва n -типли ярим ўтказгичларнинг нисбати диоднинг асосий қисми бўлади, 178-расмда схемадаги ярим ўтказгичли диод тасвирланган.

V Ёруғлик диодли лампа

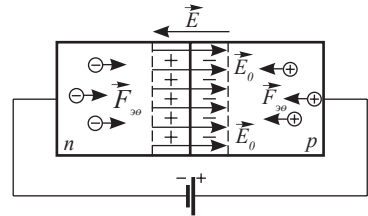
Ёруғлик диодли лампа бўйиндан (цоколь), тузилган ўзгармас ток истеъмолчи блогидан, жуда қувватли ёруғлик диоди ва сочувчиси бор махсус лойиҳаланган драйвердан иборат (179-расм). Ёруғлик диод – электр энергияси кўринадиган нурланишга айланадиган p - n -ўтиши. Шундай ёруғлик диодли лампанинг асосий қисми – ўлчами $160 \times 550 \times 50$ мкм гача етадиган ярим ўтказгич чип бўлади. Қутича иссиқлик олиб кетишни орттирадиган алюминий корпус – радиаторнинг ичида жойлашган. Сочувчида ўрнатилган люминофор лампанинг ёруғланишини орттиради. Лампаларга бериладиган кучланишнинг 12 В ва 220 В оралиғида бир неча вариантда берилган. Ёруғлик диодли лампаларнинг энергия сарфи оддий чўғланма лампаларга қараганда қараганда 5–10 марта самарали. Ёруғлик диодли



175-расм. p - n ўтиши



176-расм. p - n ўтишининг тесқари қўшилиши



177-расм. p - n ўтишининг тўғри қўшилиши



178-расм. Диоднинг ташқи кўриниши ва схемада белгилниши

лампарлар узок вақт ишлайди, 5 йил бўйи узлуксиз ишлай олади.

Ёруғлик диоднинг асосида кўплаган ёруғлик манбалари – прожекторлар, лампадар, чизикли чироқлар, ёруғлик диодли чизиклар, ёруғлик сигналли асбоблар ясалган. Ёруғлик диодни ўрнатганда ёруғланувчи тармоққа қўшилади, ўтказгич қисқа туташувдан кучланишнинг ортишидан химояланган. Қурилмаларнинг истеъмол куввати 200 Вт дан ошмайди, +40-дан – 60°C гача ораликдаги температураларда қўлланилади. Ёруғлик диодли лампарларни ишлаб чиқаришда тез ривожланиб келаётган ёруғлик манбаси сифатида маълум.



179-расм. Ёруғлик диодли лампа

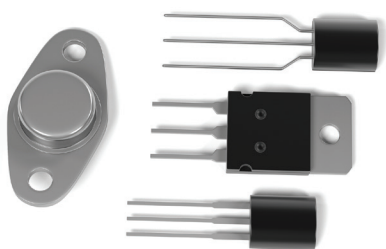
VI Транзисторли кучайтиргич

Икки p ўтиши бор ярим ўтказгичлар транзисторлар деб аталади (180-расм). Улар $p-n-p$ ва $n-p-n$ типли бўлиши мумкин. $p-n-p$ транзисторларини яшаш учун n -тип ярим ўтказгичнинг қисмлари керак, уни Б база деб аталади. Қисмга p -тип ярим ўтказгичнинг икки бўлагини (181-расм), коллектор юзасини К эмиттер юзасига Э қараганда кўп бўлади. Икки ўтишни беркитувчи қатламларни ростлайдиган ўзгармас ток манбаига қўшилади (182-расм). «Эмиттер – база» ўтиш тўғри, агар «база – коллектор» ўтиш тесқари бўлади. Асосий ташувчилар биринчи ўтишда эмиттер токини юзага келтиради. Базага ўтган кемтиклар иккинчи ўтиш учун асосий бўлмаган ташувчилар бўлади ва уни қаршиликсиз ўтади. Коллектор занжирида қаршилиги катта резисторни қўшганда юқори кучланиш сигналени олишга бўлади. Кучланишни кучайтириш учун транзистордан қўлланилади.

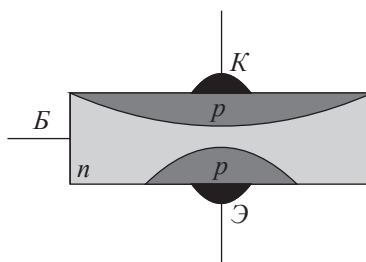


Жавоби қандай?

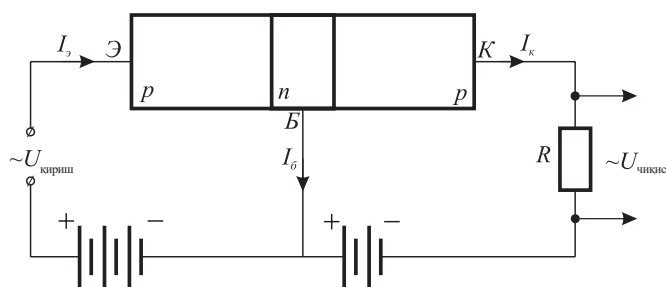
1. Температура паст бўлганда ярим ўтказгичларда нега аралашмали ўтказувчанлик, агар юқори температурада хусусий ўтказувчанлик ортиқ бўлади?
2. Температуранинг кўтарилиши диод ишига қандай таъсир этади?



180-расм. Транзисторлар



181-расм. $p-n-p$ типли транзистор



182-расм. Транзистор чиқишларига ток манбаини улаш

Эсда сақланг!

I_k коллектор токи фақат I_3 эмиттер токига боғлиқ ва R коллектор занжининг қаршилигига боғлиқ эмас:

$$I_k = I_3 - I_6.$$

Транзистор кучайтирувчисининг чиқишидаги кучланиш резистор қаршилигига боғлиқ $U_{чнкк} = I_k R$

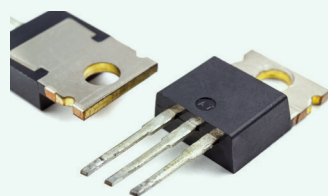
Назорат саволлари

1. Термистор деганимиз нима ва уни қаерда қўлланилади?
2. Фоторезисторнинг ишлаш принципи қандай?
3. Фоторезисторлар қаерда қўлланилади?
4. Қандай асбоб бир томонлама ўтказувчанликка эга? У қандай мақсадда қўлланилади?
5. Транзисторнинг тузилиши қандай?
6. Транзисторлар қаерда қўлланилади?

★ Машқ

24

1. Қуввати паст кремний транзисторига уланган резисторнинг қаршилиги 5 кОм бўлса, унинг чиқишидаги кучланишни аниқланг (183-расм). Эмиттердаги ток кучи 1 мА, базадаги ток кучи 0,2 мА.
2. 1-топшириқ шартларини қўллаб, транзистор киришига кучланиши 0,8 В сигнал берилса, транзисторнинг кучланиши қанча ортганини аниқланг.



183-расм. Кремний-биполярли транзистор

Ижодий топшириқлар

«Турмушда ва техникада қўлланиладиган ярим ўтказгич асбоблари» мавзусида ppt–презентация ёрдамида маълумот тайёрланг.

26§. Ўта ўтказувчанлик

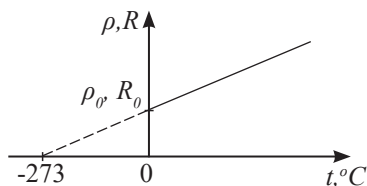
Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Ўта ўтказувчанлик ҳодисаси ва унинг тажриба юзасидан қўлланилишини тавсифлай оласиз.

I Ўтказгич қаршилигининг температурага боғлиқлиги

Тажрибада солиштирма қаршилиқ ва температура орасида тўғри боғлиқлик бор эканини аниқланди (184-расм):



184-расм. Металлнинг солиштирма қаршилигининг температурага боғлиқлик графиги

$$\rho = \rho_0(1 + \alpha \Delta t),$$

бундаги ρ_0 – 0 °C температурадаги ўтказгичнинг солиштирма қаршилиги, α – қаршилиқнинг температура коэффициентини, $\Delta t - 0^\circ\text{C}$ – температура ўзгариши.



Жавоби қандай?

1. Нега кристалл панжараси зич металллар юқори солиштирма қаршилиқка эга?
2. Ўтказгични қиздириш вақтида унинг қаршилиги ортишининг сабаби нимада?
3. Нега чўғланма лампалари занжирга қўшилган онда куйиб қолади?

Қаршилиқнинг температура коэффициентини – 1 К-га қиздирилган ўтказгич қаршилигининг ўзгаришини кўрсатадиган физик катталиқ.

ХБС бўйича қаршилиқнинг температура коэффициентининг ўлчов бирлиги: $[\alpha] = 1 \text{ K}^{-1}$.

$$R = \rho \frac{l}{S} \text{ бўлганидан, ўтказгич қаршилигининг}$$

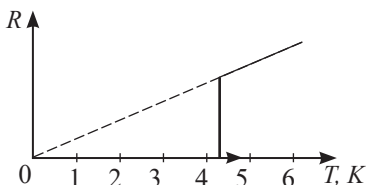
температурага боғлиқлиги қуйидагича бўлади:

$$R = R_0(1 + \alpha \Delta t).$$

II Ўта ўтказувчанлик ҳодисаси

Айрим металлларда температура абсолют 0 кўрсаткичига яқинлашганда, уларнинг қаршилиги сакраб 0-гача тушади, масалан симоб учун бундай температура 4,2 К (185-расм). Электр қаршилиги нолга яқин ўтказгичнинг ҳолати ўта ўтказувчанлик деб аталади, ўта ўтказувчанлик ҳолатидаги моддалар ўта ўтказувчан ўтказгичлар деган номга эга бўлди. Ўта ўтказувчанлик ҳодисасини 1911 йили голланд олими Хейке Камерлинг-Оннес очди.

1957 йили Америка олимлари Л.Купер, Дж. Бардин ва Дж. Шриффер таърифлаган ўта ўтказувчанлик назариясида ўта ўтказувчан ўтказгичларда



185-расм. 4,2 К-дан паст температурада симоб ўта ўтказувчанликка айланади.

электронлар электр майдони таъсирида кристалл панжара орқали қаршиликсиз ҳаракатлана оладиган «купер жуфтлари» бўлади, ток кучланиш берилиши тўхтатилган ҳолда ҳам йўқолмайди деб тахмин қилган.

Олимлар ўта ўтказувчанлик ҳодисасини текшириб, ўта ўтказувчан ўтказгич юзадаги ток бўлишини аниқлади. 1986 йили юқори температурали ўта ўтказувчан ўтказгичлар олиниб, ланта ва барийнинг оксиди аралашмаси 100 К температурада ўта ўтказувчанликка айланиши маълум бўлди.



Жавоби қандай?

Нега металл ўтказгич қаршилигининг боғлиқлик графиги солиштира қаршилигининг вақтга боғлиқлик графигидан фарқли?

III Ўта ўтказувчанликдан фойдаланиш

Ўта ўтказувчанлик кесимлари кичик ўтказгичларда кагта тоқлар олишга мумкинлик беради. Европалик ядро текширишлар марказининг (CERN) лабораториясида 20000 А юқори электр тоқини етказадиган ўта ўтказгичлар яратишди (186-расм).

Ўта ўтказгичлардан суюқ гелий билан совутадиган электромагнитлар ва қувватли электр генераторларнинг чулғамлари тайёрланди. Бундай ускуналарни доимий совитиб туриш уларни қўллашда кийинчилик туғдиради.

Кагта тоқлар қувватли магнит майдонни юзага келтиради. УАС ўта ўтказгич магнитларидаги ток кучи тахминан 1200 А. Агар оддий магнитлар индукцияси 2 Тл ошмайдиган магнит майдонини олишга мумкинлик бера, УАС ўта ўтказгич магнитлари билан индукцияси 8,3 Тл магнит майдонини олишга бўлади. Ўта ўтказгичларни совутиш учун температураси 1,9 К ўта оқувчан ҳолатдаги суюқ гелийдан қўлланилади (187-расм).

Юқори температурали ўта ўтказувчанлик келажакда радиоэлектроника ва радиотехниканинг ривожланишига олиб келади.



Топширик

Интернет тармоғидан фойдаланиб, «Квантли левитация» сўзининг маъносини тушунтиринг.



Леон Нил Купер – Америка физиги, физика соҳаси бўйича 1972 йили Нобель мукофотининг эгаси. Джон Бардин ва Джон Шриффермен бирга ўта ўтказувчанлик назариясини тузди, уни баъзан БКШ назарияси ҳам деб аталади.



186-расм. CERN лабораторияларида ясалган ўта ўтказгичли кабеллар

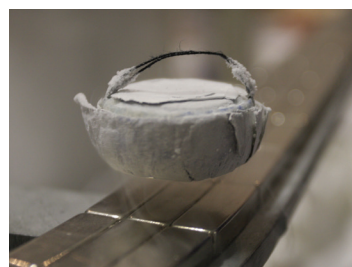


187-расм. ЎАС криоген тизимининг суюқ гелий учун керак 271,25°С температурани ушлаб турадиган қисм

Квантли левитация деб аталган ҳодисага олимлар қизиқмоқда. 2013 йили Тель-Авив университети ва Илмий-техник марказлар ассосяси (ASTC) ўта ўтказгичлар ва доимий магнитларнинг таъсирлашишини текширишга бир қатор ишлар олиб борди. Ўта ўтказгич сифатида шиша ёки толали қоплама итрий-барий-мис оксиди ($YBa_2Cu_3O_7$) олинди. Ўта ўтказгичнинг қалинлиги 1 мкм бўди. Температура $-185\text{ }^\circ\text{C}$ бўлганда уни суюқ азотга ботириш йўли билан ўта ўтказгичга айлантирилади. Ўта ўтказгичнинг ҳаракати ва доимий магнит билан таъсирлашиши натижасида ўта ўтказгичда индукцион ток ва унинг таъсиридан магнит майдони пайдо бўлади. Қопланган қатламнинг ҳар қандай фазога ҳаракатланиши ички магнит майдонида ўзгариш ҳосил қилади, шунинг натижасида ўта ўтказгич фазодаги ўз ўрнини сақлаб қолади (188-расм).

Бир қатор мамлакатлар магнитли ёстикчалардаги автомобиллар яшаш масаласини қайта кўришяпти.

2017 йили ёзда Пекинда узунлиги 10 км магнитли ёстикчалардаги поезд йўли синовдан ўтказилди, у Хитой пойтахтининг ғарбий қисмида давом этмоқда.



188-расм. Ўта ўтказгичнинг доимий магнитдан ясалган рельслар билан таъсири.

Бу қизиқ!

«Келажакка акс қайтиш» фильмининг иккинчи бўлимида кўрсатилган ховербордни ясашга кўп уринишлар бўлган. Идеяни амалга оширишга ҳақиқий ховерборд ясашга ваъда бериб, Lexus автомобиллини ишлаб чиқарувчи ҳам иштирок этди. (189, 190-расм). Германия ва Буюк Британия инженерларининг икки группаси 1,5 йил бўйи меҳнат қилиб ясаган лойиҳанинг декаси (доскаси) бамбук, умумий шакли эса скейтбордларга келади. Ховербордда ўта ўтказгичлар ва суюқ азот билан совутиладиган доимий магнитлар қўлланилгани маълум.



189-расм. Магнитли левитация ҳодисасига асосланган ховерборд, 2005 й.



190-расм. Ховербордни синаш учун Барселона тубидаги Кубельес скейт-паркидаги цемент остига юзлаб кичик магнитлар қўйилди.

Эсингизга туширинг!

Поездларнинг магнитли уланишининг уч технологияси бор: ўта ўтказгичли магнитларда, электромагнитларда ва доимий магнитларда.

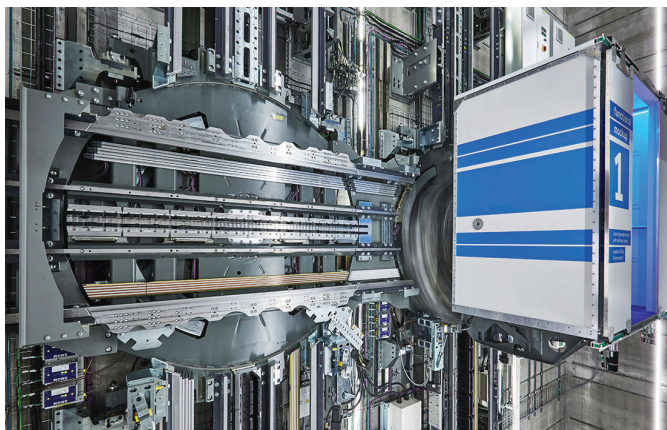
Магнитли ёстикчалардаги поездлар XX асрнинг охирида Хитой, Япония, Жанубий Корея, Германия, Буюк Британия каби давлатларда ясашиб, синовдан ўтказилди. Трассанинг узунлиги Германияда 600 м бўлса, Хитойда 30 км-гача етди. Бундай йўлларни солиш қимматга тушганлиги, дунё бўйича фойдаланишдаги трасса фақат Хитойдагина, у «Пудун аэропорти – Лунъян Лу Шанхай метросининг станциясини» улайди. Барча узелларда электромагнитлар қўлланилади (191-расм).



191-расм. Ўта ўтказгич магнитлардаги поездлар

«Маглев» деб аталадган *магнитли ёстиқчалардаги* поезд юрганда рельсларга тегмайди. Поезд магнитларнинг юқори температурали ўта ўтказгичлари билан таъсирлашиши натижасида кўтарилади ва ҳаракатланади.

Thyssen Krupp немис инженерлик компанияси MULTI лифтни тавсия қилди. У магнитни ёстиқчадаги поездга ўхшаш, «маглев»-лифт бўлиб саналади. У юриши учун сим арқони эмас, балки шахта деворларидаги рельсларга ўрнатиладиган чизиқли двигателлардан фойдаланилади. У фақат вертикал эмас, балки горизонтал ҳам ҳаракатлана олади. Горизонтал ва вертикал рельсларнинг кесишишидаги диск айлана олади (*192-расм*). Янги лифт системаси кутиш вақтини камайтиришга, тўсиқларни айланиб ўтишга ва биноларнинг турли «қанотларининг» орасида кўчишга имкон беради.



192-расм. MULTI лифтининг рельслари ва кабинанинг кесишишидаги айланма диск

Оддий лифтнинг кўтариладиган максимал баландлиги чекланган, у 550 метрдан ошмаслиги керак. Темир сим арқон ўта оғир бўлиб кетадиган бўлганидан, бинони чекланган баландликдан ошадиган сўнгги қаватларига кўтарилиш учун лифтга чиқишга тўғри келади. MULTI архитекторларга кўк осмон ўпар биноларни ва шаклларни лойиҳалашга имкон беради.

Сўнгги ўн йилда Америка текширувчиларнинг юқори температурали ўта ўтказгичлар яшаш ишларида олдига силжиш пайқалди 254К(−19°C) температурада таллийнинг ўта ўтказгич эффекти билан синтезланган мураккаб химиявий боғлиқлик чизиқлар олинди.

Бундан ташқари нормаль бўлмаган ўта ўтказгичлик эффекти темир оксиди билан мис оксидининг боғланишида пайқалди.

Бу қизиқ!

Тель-Авив дунёдаги магнитли илгичдаги транспорт тизими бор шаҳарга айланишни мақсад қилган. (*193-расм*). Бу тизимни Калифорниядаги Эймс номидаги НАСА текширув марказига асосланган SkyTran компанияси билан НАСА инженерлери ясади. Компания бу автомобиль билан автобуга альтернатив экологик тоза, арзон, тез, қулай деб айтди. Бу тизими керакли бекатга тўхтовсиз ва қаршиликсиз сирғанади. Кўпгина муаммолар ҳал этилади.



193-расм. Магнитли илгичли транспорт

Жавоби қандай?

Нега юқори температурали ўта ўтказгичлар олимларнинг тадқиқот воситаси бўлиб қолди?

Юқори температурали ўта ўтказгич чизиқларини олиш энергия сақлайдиган электрониканинг янги турларини пайдо бўлишига олиб келади.

Назорат саволлари:

1. Ўтказгичнинг қаршилиги температурага қандай боғлиқ?
2. Қаршилиқнинг температура коэффициентини деганимиз нима?
3. Қандай ҳодиса ўта ўтказгич деган номга эга бўлди?
4. Ўта ўтказгич ҳодисаси қаерда қўлланилади?



Машқ

25

1. Вольфрамдан ясалган симнинг қаршилиқларининг $t_0 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ ва $t_0 = 2400\text{ }^\circ\text{C}$ температуралардаги нисбатини аниқланг.
2. Кучланишли алюминий симдан ясалган ҳалқани эриган музга солганда ток кучи $I_1 = 29\text{ mA}$, қайнаган сувга солганда эса $I_2 = 20\text{ mA}$ бўлди. Алюминий қаршилигининг температура коэффициентини аниқланг.

Ижодий топшириқлар

Маълумот тайёрланг (хоҳишига кўра):

1. БКШ назарияси.
2. Юқори температурали ўта ўтказгичлар.
3. Ўта ўтказгичлардан қўлланиш.

12-бобнинг хулосаси

Асосий катталиқлар	Ҳисоблаш формулалари
Газлардаги ионлашиш энергияси	$E_i = \frac{mv^2}{2} = qE\lambda$
Ўтказгичларнинг солиштирма қаршилигининг температурага боғлиқлиги	$\rho = \rho_0 (1 + \alpha\Delta t)$
Ўтказгич қаршилигининг температурага боғлиқлиги	$R = R_0 (1 + \alpha\Delta t)$

Глоссарий

Гальваностегия – металл маҳсулотини ҳимоялаш ёки декоратив учун бошқа металл қатлами билан қоплашнинг электрохимиявий процесси.

Ярим ўтказгичли диод – p -типли ва n -типли ўтказгичларнинг боғланиши.

Ярим ўтказгичлар – солиштирма ўтказувчанлиги билан ўтказгичлар ва диэлектриклар орасидаги оралиқ жойга эга бўлган моддалар. Улар ўтказгичларнинг солиштирма ўтказувчанликнинг аралашма концентрациясига, температурага ва турли нурланиш турларининг таъсирига боғлиқлиги билан фарқланади.

Аралашмали ўтказувчанлик – ярим ўтказгичлардаги акцепторли ёки донорли аралашманинг ўтказувчанлиги.

Рекомбинация – ионларнинг нейтрал молекулага боғланиши процесси.

Хусусий ўтказувчанлик – ярим ўтказгичларнинг электрон-кемикли ўтказувчанлиги.

Ўта ўтказувчанлик – ўтказгичнинг электр қаршилиги нолга яқин бўладиган ҳолати.

Ўта ўтказгич – ўта ўтказувчанлик ҳолатидаги модда.

Қаршилиқнинг температура коэффиценти – 1 К-га киздирилган ўтказгич қаршилигининг ўзгаришини кўрсатадиган физик катталиқ.

Термистор – қаршилиги температурага боғлиқ ярим ўтказгичли резистор.

Термоэлектрон эмиссия – юқори температурагача киздирилган металлдан эркин электронларнинг бўшаб чиқиши.

Транзистор – сигнални кучайтириш учун қўлланиладиган икки $p-n$ ўтиши бор ярим ўтказгичлар.

Зарбдан ионланиш – атомларнинг ёки молекулаларнинг тез электронлар билан тўқнашиши натижасида мусбат зарядланган ионларнинг ҳосил бўлиши .

Фоторезистор – қаршилиги ёруғлантиришга боғлиқ ярим ўтказгичли резистор.

Электролитлар – ўтказгич моддалар, сув эритмалари билан эрувчилари

Электролитик диссоциация – эритувчи таъсирдан молекулаларнинг ионларга ажралиши .

Электролиз – электролит орқали ток ўтганда электродларда тоза модданинг ажралиш ҳодисаси.

МАГНИТ МАЙДОНИ

Қадимги Осиё ҳудудлари Магнезия қалъасидан тоғ жинсларининг бир-бирига тортишиш намуналари топилган. Қалъа аталишига қараб бу намуналарни «магнетиклар» деб аташган. Магнетиклар магнит майдонининг таъсиридан таъсирлашади.

Магнит майдони доимий магнитсиз ҳаракатланадиган зарядланган зарраларнинг атрофида ҳам пайдо бўлади. Биринчи Катта портлашдан кейин, олам пайдо бўлгандан бери фазовий кўплаб ҳаракатланадиган электронлар билан, протонлар билан, шунингдек гелий билан водород ионлари билан тўлдирилди. 2010 йили Калифорния техник университетининг астрофизиги Шиничиро Андо ва Лос-Анджелеснинг Калифорния университетининг астрофизиги Александр-Кусенко энг қора қоронғи суратидан Оламнинг реликтив магнит фонини пайқадди. Уларнинг фикрича, оламини тешиб ўтадиган магнитли фоннинг таъсиридан суратлар аниқ бўлмади.

Магнит майдони – ҳаракатдаги электр зарядларига, токли ўтказгичга, магнит моменти бор жисмларга таъсир этадиган материянинг бир тури.

Электротехника, радиотехника билан электроника магнит майдонининг техникада қўлланилишига асосланган. Магнит майдони дефектоскопияда зарядланган зарраларни тезлатгичларида, бошқариладиган термо ядро синтези ҳолатида иссиқ плазмани ушлаб туриши учун қўлланилади.

Бўлимни ўқиб-ўрганиш орқали сиз:

- ўтказгичларнинг магнит майдонини тавсифлайдиган катталикларни тасвирлашни;
- чап қўл қоидасини тавсифлашни ва магнит майдонининг ҳаракатланадиган зарядланган зарра билан токли ўтказгичга таъсирини аниқлашни;
- магнитли материаллар қўлланиладиган замонавий ишлаб чиқариш турларини (неодим магнитлар, датчиклар, сейсмографлар, металл излагичлар) тавсифлашни ва уларнинг қўлланилиш йўналишларини таҳлил қилишни;
- тажриба асосида сунъий магнит йиғишни ва унинг қўлланилиш санотини тавсифини;
- соленоиднинг магнит майдонига таъсир этадиган омилларини тушунтиришни ўрганасиз.

27§. Магнит майдони. Парма қондаси. Магнит индукцияси вектори

Кутиладиган натижа

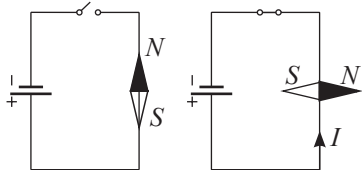
Бу параграфни ўзлаштирганда:

- ўтказгичларнинг магнит майдонини тавсифлайдиган катталикларни тушунтира оласиз.

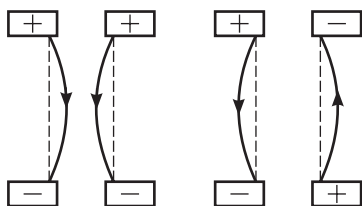


Жавоби қандай?

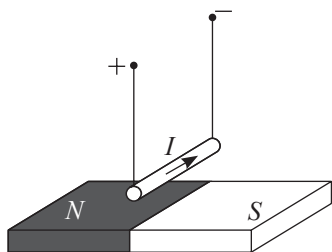
Нега Эрстед тажрибасида токли ўтказгич Ер меридиани бўйича жойлаштирилади?



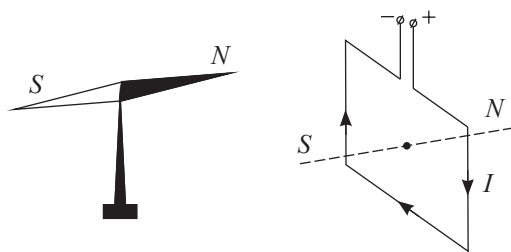
194-расм. Эрстед тажрибаси



195-расм. Токли ўтказгичларнинг ўзаро таъсири



196-расм. Тўғри магнитнинг токли ўтказгич билан ўзаро таъсири



197-расм. Токли рамка текислигига туширилган перпендикуляр магнит стрелка каби йўналган

I Эрстед тажрибаси

1820 йили голланд олими Эрстед тажриба асосида токли ўтказгичнинг атрофидаги магнит майдонини аниқлади. У меридиан бўйича жойлашган симнинг устига ингичка ип билан магнит стрелкасини осиб қўйди (194-расм). Калит қўшилган вақтда магнит стрелка симга тик бурчак ясаб бурилади. Эрстед тажрибани турли металллардан ясалган ўтказгич симларда, шунингдек турли газлар билан тўлдирилган газ трубиналарда, электролитли трубаларда қайта ўтказиб, бундай хулосага келди: *ҳар қандай муҳитда ҳаракатланадиган зарядларнинг атрофида магнит майдони пайдо бўлади. Электр тоқининг иссиқлик, химиявий ва магнит таъсирининг ичида фақат магнит таъсирининг ҳар қандай муҳитда рўй беради.*

II Ампер тажрибаси

Ампер доимий магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсири ва токли ўтказгичларнинг ўзаро таъсирлашишини текширди. У бир қатор тажрибалар ўтказиб, қуйидаги хулосалар берди:

- 1) агар улардаги ток йўналиши бирдай бўлса, икки параллел ўтказгич бир-бирига тортилади, ток йўналишлари қарама-қарши итарилади (195-расм).
- 2) Ингичка ипга осилган токли ўтказгич магнит ўқига перпендикуляр (196-расм).
- 3) Ернинг магнит майдони токли рамкага йўналган ҳаракат беради. Магнит стрелкасининг ўқи ўрам текислигига перпендикуляр бўлади (197-расм).

II Тўғри ва айланма токнинг магнит индукцияси

Магнит майдонининг токли ўтказгичга куч таъсирини тавсифлайдиган физик катталиқни магнит индукцияси деб аталади.

Француз физиклари **Ж.Био** ва **Ф.Савар** 1820 йили тажриба асосида тўғри токнинг магнит индукциясининг катталигини аниқлади:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}, \quad (1)$$

бундаги B – токли ўтказгичнинг магнит индукцияси, майдоннинг куч тавсифи; I – ўтказгичдаги ток кучи, a – фазовий нуқтасининг ўтказгичгача бўлган энг қисқа оралик (*198-расм*), $\mu = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Н/А – магнит доимий. Магнит индукциясининг ХБС-даги ўлчов бирлиги:

$$[B] = 1 \text{ Тл} = 1 \frac{\text{Н}}{\text{А} \cdot \text{м}}.$$

Формаси мураккаб ўтказгичлар юзага келтирган майдонларнинг магнит индукциясини олимлар аниқлай олмади. Француз физиги ва математиги П.Лаплас тажриба маълумотларини умумлаштириб, ҳар қандай шаклли ўтказгич майдонининг магнит индукциясини аниқлашга имкон берадиган қонуниятни очди: айланма токнинг марказидаги магнит индукциясини ҳисоблаш формуласи олинди (*199-расм*):

$$B = \frac{\mu_0 I}{2R}, \quad (2)$$

бундаги R – ўрам радиуси.

Шу қонун билан аниқланган соленоиднинг (ўрам сони кўп N , узунлиги ўрам диаметридан анча катта $l \gg d$ ғалтак) ичидаги магнит индукцияси:

$$B = \frac{\mu_0 IN}{l} \quad (3)$$

ёки

$$B = \mu_0 nI, \quad (4)$$

бундаги $n = \frac{N}{l}$ – бирлик узунликдаги ўрамлар сони.

Ўзгармас ток майдонининг магнит индукцияси ўзгармас катталиқ бўлиб қолади, демак соленоиднинг ичидаги магнит майдони бир жинсли, куч чизиқлари ўзаро параллел (*200-расм*).

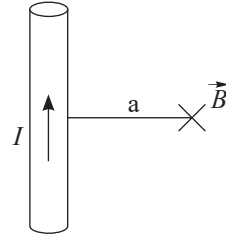
Магнит майдонлари учун суперпозиция принципи бажарилади:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n.$$

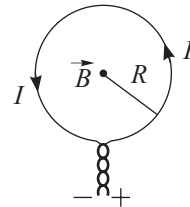
Бир неча ўтказгич юзага келтирган майдоннинг магнит индукцияси ўша майдонларнинг магнит индукциясининг вектор йиғиндисиди кўринишида аниқланади.

Жавоби қандай?

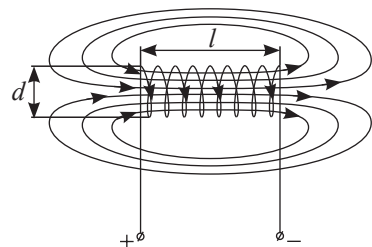
Нега яшин темир жисмларни электрлаш қобилиятига эга?



198-расм. Токли ўтказгичдан узоқлаштирилганда магнит майдонининг индукцияси камаяди



199-расм. Ўрам радиусини орттирганда айланма токнинг марказидаги магнит индукцияси камаяди.



200-расм. Соленоиднинг ичидаги магнит майдони бир жинсли.

IV Тўғри ва айланма токнинг магнит майдонининг куч чизиқлари

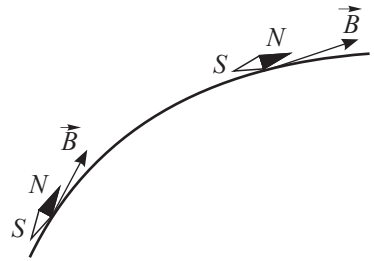
Магнит майдони электр майдони каби куч чизиқлари билан тасвирланади.

Магнит майдонининг куч чизиқлари-векторлари ҳар қандай нуқтада магнит индукция векторининг йўналишини кўрсатадиган чизиқлар.

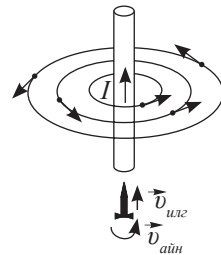
Магнит майдони чизиқларининг йўналишини магнит стрелкасининг шимолий қутби кўрсатади (201-расм). Бу йўналишни майдоннинг магнит индукциясининг йўналиши деб қабуллаш келишилган. Тўғри ва айланма токнинг магнит майдонининг куч чизиқларининг йўналишини парма қоидаси бўйича аниқланади.

Агар парманинг илгариланма ҳаракати ўтказгичдаги ток йўналиши билан мос келтирсак, парма дастасининг айланма ҳаракати магнит майдонининг куч чизиқларининг йўналишини кўрсатади (202-расм).

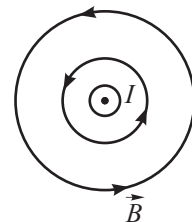
Магнит куч чизиқларини текисликда тасвирлаш учун, магнит индукциясининг векторини камон ёйи шаклида тасаввур қилиб, нуқталар – «ўқ учи» ва крест чизиқларни (\times) – «ўқнинг оёқлари» қўлланилади. Агар вектор нуқта билан билгиланса, унда у расм текислигига перпендикуляр юқори йўналган, агар крест билан белгиланса, унда худди шундай расм текислигига перпендикуляр, бироқ пастга йўналган. Ўтказгичнинг кесимидаги ток йўналишини шунга ўхшаш тасвирланади. 203-расмда ток юқорига қараб оқиб турган ўтказгичнинг кесими тасвирланган. Ўтказгичнинг атрофидаги магнит майдонининг куч чизиқлари соат срелкасига қарши йўналган концентрик айланалардан иборат. 204-расмда кесими токли ўтказгич бўйича жойлашган магнит майдонининг куч чизиқлари расм текислигига перпендикуляр ва улар ўтказгичнинг чап томонида юқори, ўнг томонида пастга йўналган. Айланма токнинг куч чизиқлари 205 а, б, в-расмларда бир текисликда берилган.



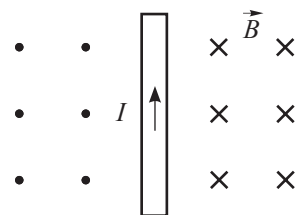
201-расм. Магнит стрелкасининг шимолий қутби магнит майдонини куч чизиқларининг йўналишини кўрсатади



202-расм. Токли ўтказгичнинг магнит майдонининг куч чизиқларининг йўналишини парма қоидаси бўйича аниқлаш.



203-расм. Ўтказгичнинг кўндаланг кесимидаги куч чизиқларининг тасвири

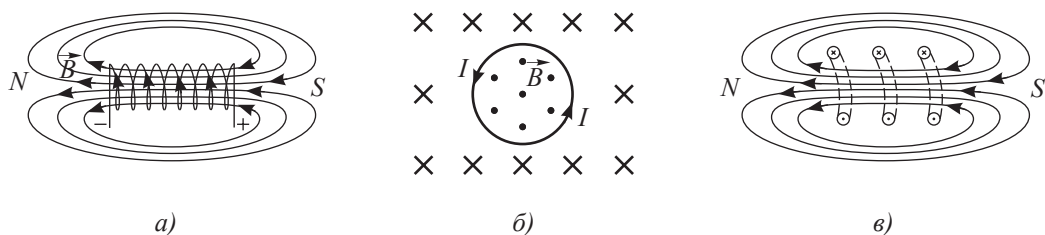


204-расм. Ўтказгичнинг бўйлама кесимидаги куч чизиқларининг тасвири



1-топшириқ

217-расмга қаранг. Парма ёки ўнг қўл қоидаси асосида айланма ток юзага келтирган магнит майдонининг куч чизиқларининг йўналишини тушунтиринг.



205-расм. Айланма токнинг куч чизиқлари.

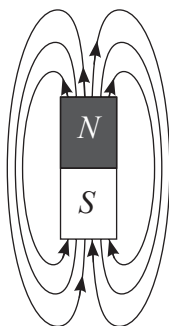
Токли ғалтакнинг магнит майдонининг йўналишини ўнг қўл қоидаси билан осон аниқлашга бўлади:

Агар ўнг қўлимизни ғалтакка тўрт бармоғимиз унинг ўрамларидаги ток йўналишини кўрсатадигандай қилиб қўйсак, унда 90° бурилган бош бармоғимиз магнит майдонининг йўналишини кўрсатади.

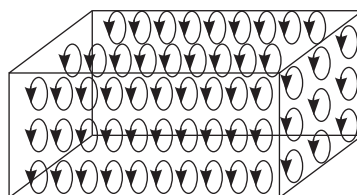
Электр майдонининг куч чизиқлари билан солиштирганда магнит майдони куч чизиқлари ҳар доим ётиқ бўлади.

VI Ампер гипотезаси

А.Ампер айланма токнинг магнит майдонини тўғри магнитнинг магнит майдони билан ўхшашлигини кузатиб (205 в) ва 206-расм), 1820 йили доимий магнитларнинг магнит хоссаларини улардаги элементар айланма тоқлар билан боғланиши ҳақидаги гипотезани тавсия қилди. У магнит майдонининг куч чизиқларининг боши ҳам, охири ҳам бўлмаганликдан магнит зарядлари бўлмаслиги керак деб ҳисоблади. Фақат кейинги асрнинг бошида атом тузилишининг кашф этилишига боғлиқ ҳолда элементар тоқлар ядро атофидаги электронларнинг ҳаракатидан юзага келиши маълум бўлди. Ампер гипотезаси магнит кутбларининг бўлмаслигини ва катта магнитларни бўлиш пайтида кичик магнитлар пайдо бўлишини осон тушунтиради. 207-расмда магнитланган темир парчасидаги элементар тоқларнинг йўналган ҳаракати кўрсатилган. Магнитланмаган ҳолатда элементар тоқлар эркин йўналган, уларнинг магнит майдонлари бир-бирини тўлдиради. Парчани иккига бўлсак, элементар тоқларнинг жойлашуви ўзгармайди. Кичик қисмларида ҳам катта парчаларидагидек хоссаларга эга.



206-расм. Тўғри магнитнинг магнит майдони



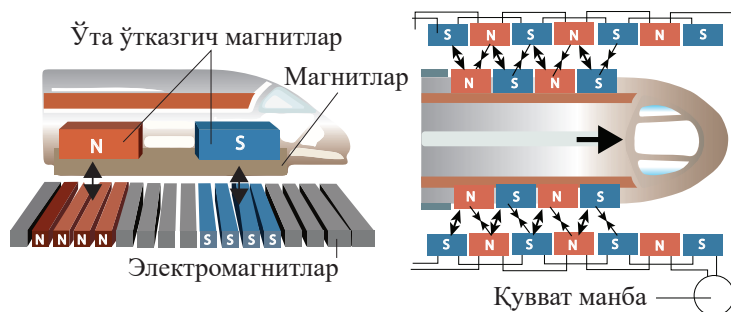
207-расм. Ядро атофидаги электронларнинг айланма ҳаракатидан юзага келган магнит майдони



2-топшириқ

208-рasm бўйича левитация ва поездни магнит ёстиқчада ҳаракатга келтирадиган система принципларини тушунтиринг.

Интернет материалларидан фойдаланиб, Берлинда, Бирмингемда, Японияда ясалган дастлабки поездларнинг магнит тортиш технологияларини солиштиринг.



208-рasm. Магнит ёстиқчалардаги поезднинг тортиш (левитация) тизими



Жавоби қандай?

1. Нега табиатда магнит зарядлари йўқ?
2. Нега магнитни иккига бўлганда, унинг бўлақларининг ҳар бири қайтадан икки қутбга эга бўлади?
3. Нега доимий магнитларнинг магнит майдони вақт ўтиши билан заифлашади?

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

I ток оқиб турган чексиз тўғри ўтказгич симнинг расмда кўрсатилгандек ўрами бор. O нуқтасида магнит майдонининг индукцияси шу нуқтадаги (б) расм) тўғри токнинг магнит индукциясидан неча марта ортиқ?

Берилган:

I

$$\frac{B_0}{B_0'} - ?$$

Ечиш:

Ўтказгич сим 230 а-расмда кўрсатилгандек эгилган бўлса, тўғри ток ва ўрам ҳосил қилган магнит майдон индукциялари \vec{B}_1 ва \vec{B}_2 қарама-қарши йўналган, шунинг учун:

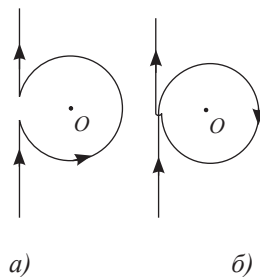
$$B_0 = B_1 - B_2 = \frac{\mu_0 I}{2r} \left(\frac{1}{\pi} - 1 \right)$$

Ўтказгич сим 230 б-расмда кўрсатилгандек эгилган бўлса, магнит майдон индукция векторлари бир хил бўлади, демак:

$$B_0' = B_1 + B_2 = \frac{\mu_0 I}{2r} \left(1 + \frac{1}{\pi} \right).$$

Унда
$$\frac{B_0}{B_0'} = \frac{\pi - 1}{\pi + 1}$$

Жавоби:
$$\frac{B_0}{B_0'} = \frac{\pi - 1}{\pi + 1}.$$



Назорат саволлари.

1. Магнит майдонини қандай яратиш мумкин?
2. Токли ўтказгичлар магнитланган жисмлар, доимий магнит билан қандай таъсирлашади?
3. Магнит майдонини қандай тасвирланади?
4. Парма қоидаси нимани аниқлайди?
5. Токли ўтказгич магнит майдонининг индукцияси ток кучига қандай боғлиқ?
6. Токли ўтказгичдан узоқлаштирилган магнит майдонининг индукцияси қандай ўзгаради?
7. Ампер гипотезаси қандай таърифланади?



Машқ

26

1. Икки пўлат шарнинг бири магнитланган. Аслида қайсиси эканини шу шарлардан фойдаланиб, қандай аниқлашга бўлади?
2. Чексиз узун тўғри ўтказгичдаги ток кучи $I = 20$ А. Ўтказгичдан $r = 5$ см масофадаги нуқтада магнит индукциясини аниқланг.
3. Радиуси $R = 5,8$ см айланма токнинг марказидаги магнит индукцияси $B = 1,3 \cdot 10^{-4}$ Тл. Ток кучини аниқланг.

Ижодий топшириқлар

ppt–презентация билан маълумот тайёрланг:

1. У.Гильберт, О.Кулон, Ф.Арагонинг ўзаро магнит таъсирларнинг тадқиқотлари.
2. Магнитларнинг техникада қўлланилиши.

28§. Ампер кучи. Лоренц кучи

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Чап кўл қоидасини кўлашни ҳамда магнит майдонининг ҳаракатдаги зарядланган зарраларга ва токли ўтказгичга таъсирини тавсифлай оласиз.



Ўз тажрибангиз

Ампернинг тажрибасини такрорланг. Ўтказгични доимий ток манбаига уланг, майдонга тақасимон магнитни киритинг (209-расм). Токли ўтказгичнинг оғиши йўналишини аниқланг. Магнит қутбларини ўзгартиринг, ўтказгич оғиш бурчаги қандай ўзгарганлигини аниқланг. Икки магнитдан фодаланиб, тажрибани такрорланг. Ўтказгичдаги токни ўзгартиринг. Ўтказилган тажрибаларни яқунлаб хулоса чиқаринг. Ампер кучининг ўзгарганлигини қандай белги бўйича аниқладингиз?

I Ампер қонуни

А.Ампер олиб борган тажрибалари токли ўтказгичга таъсир этадиган кучнинг магнит индукциясининг катталигига ва йўналишига боғлиқ эканини кўрсатди. Буни тажриба асосида осонгина кўришга бўлади (209-расм). Магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсир этадиган кучини Ампер кучи деб аталади.

Ампер ўз тадқиқотларининг натижасида қуйидаги хулосага келди:

Магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсир этадиган кучи магнит индукциясининг перпендикуляр ташкил этувчисига, ток кучига ва ўтказгичнинг узунлигига тўғри пропорционал.

$$F_A = B_{\perp} \cdot I \cdot l$$

$$F_A = BI \cdot l \sin \alpha, \quad (1)$$

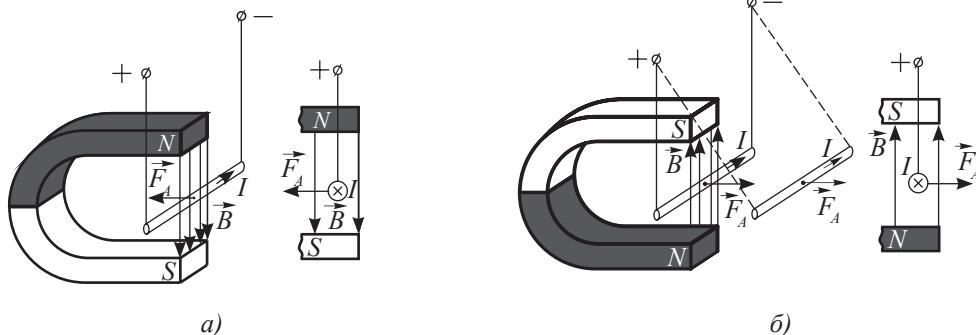
ёки бундаги α – магнит индукция вектори \vec{B} билан ток йўналиши орасидаги бурчак. Олинган формуладан чиқади: $\sin \alpha = 1$ ёки $\alpha = 90^\circ$ бўлганда, ўзаро таъсирлашиш кучи максимал бўлади.

Ампер қонуни асосида магнит майдонининг куч тавсифи сифатида магнит индукциясининг физикавий маъноси аниқланган:

$$B = \frac{F_A}{Il \sin \alpha} \quad (2)$$

ва магнит индукциясининг ўлчов бирлиги билан куч ўлчов бирлиги орасидаги боғлиқлик аниқланди:

$$[B] = 1 \text{ Tl} = 1 \frac{\text{H}}{\text{A} \cdot \text{m}}.$$



209-расм. Магнит майдонида токли ўтказгичнинг оғиши

II Ампер кучининг йўналиши

Ампер кучининг йўналиши чап қўл қоидаси бўйича аниқланади:

Агар чап қўлимизнинг кафтига индукция вектори кирадиган қилиб тутиб, ёйилган тўрт бармоқ ток йўналиши бўйича очилса, унда 90° га очилган бош бармоғимиз Ампер кучининг йўналишини кўрсатади.

Чап қўл қоидаси магнит индукция вектори билан ўтказгичдаги ток кучининг орасидаги бурчак 90° бўлганда бажарилади. Агар бурчак 90° дан кичик ёки катта бўлса, магнит индукцияси векторини \vec{B} токли ўтказгичга боғлиқ параллель ва перпендикуляр компонентларини кўшиш керак (210-расм).

$$B_{\perp} = B \sin \alpha. \quad (3)$$

Ампер кучининг йўналишини перпендикуляр компонентаси билан аниқланади.

III Лоренц кучи

Ампер кучи токли ўтказгичга ток билан таъсир этадиган куч, ток зарядланган зарраларнинг тартибли ҳаракатидан иборат бўлганидан, бир зарядланган заррага таъсир этадиган куч $F_L = \frac{F_A}{N}$ (4) нисбати билан ифодалашга бўлади.

Бундаги N – зарядланган зарраларнинг сони.

Лоренц кучи–магнит майдони томонидан майдонда ҳаракатланаётган зарядланган зарраларга таъсир этадиган куч.

Ампер қонунига асосан:

$$F_A = BIl \sin \alpha, \quad (5)$$

Ток кучини битта зарядланган зарра орқали ифодалаймиз:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q_0 N}{t}. \quad (6)$$

(5) ва (6) тенгликни (4) тенгликка қўямиз, шунда:

$$F_L = \frac{Bq_0 Nl \sin \alpha}{tN}.$$

$v = \frac{l}{t}$, бундаги v – зарядларнинг йўналишли

ҳаракатининг тезлиги эканини ҳисобга олиб, Лоренц кучининг ҳисоблаш формуласини оламиз:

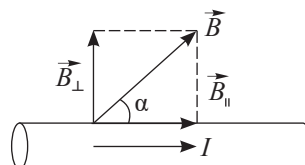
$$F_L = q_0 B v_{\partial p} \sin \alpha, \quad (7)$$

бундаги α – \vec{B} магнит индукция вектори билан \vec{v} тезлик йўналиши орасидаги бурчак.



1-топшириқ

Чап қўл қоидасидан фойдаланиб, 209 а) ва б) расмлардаги токли ўтказгичнинг оғиши тўғри кўрсатилганини текширинг.



210-расм. Магнит индукцияси векторининг компоненталарига бўлиниши



Хендрик Антон Лоренц (1853–1928) – голландиялик наشريётчи-физик. 1902 йили магнетизмнинг нурланишга таъсирини текширгани учун физика бўйича Нобель мукофотини олди. Париж ва Кембридж университетининг фахрий доктори, Лондон ва немис физика жамиятининг аъзоси, 1881 йилдан бошлаб Нидерланд фан академиясининг аъзоси. Х.Лоренц ёруғликнинг электромагнит назариясини ва материянинг электрон назариясини ривожлантирди.



Жавоби қандай?

Нега индукция векторига параллель жойлашган токли ўтказгич оғмайди?

IV Лоренц кучининг йўналиши

Мусбат зарядга таъсир этадиган Лоренц кучининг йўналиши чап қўл қондаси билан аниқланади. Манфий зарядлар учун кучнинг йўналиши қарама-қарши.

Лоренц кучи ўтказгичда токни юзага келтирадиган зарядланган зарраларга, шунингдек фазода эркин ҳаракатланадиган зарядланган зарраларга ҳам таъсир этади.

V Магнит майдонида ҳаракатланадиган зарядланган зарралар траекториясининг эгрилик радиуси

Зарядланган зарра магнит майдонида унинг куч чизикларига перпендикуляр йўналишда учиб кирсин. Бу ҳолатда Лоренц кучи заряднинг ҳаракат тезлигига перпендикуляр йўналганлигидан, у заррага марказга интилма тезланиш беради. Лоренц кучининг таъсиридан жисм радиуси R айлана бўйича ҳаракатланади (211-расм). Тезланиш билан ҳаракатланадиган зарядланган зарра учун Ньютоннинг иккинчи қонуни бажарилади:

$$m\vec{a} = \vec{F}_L. \quad (8)$$

(8) тенгликка Лоренц кучини формуласини (7) қўйиб, тезланишни тезлик квадратининг радиусга нисбати билан $a_{ц.м.} = \frac{v^2}{R}$ алмаштиради:

$$\frac{mv^2}{R} = qBv \sin \alpha. \quad (9)$$

Қаралаётган ҳолатда $\alpha = 90^\circ$, $\sin \alpha = 1$, шу шарт бўйича тенгламадан (9) траекториянинг эгрилик радиуси:

$$R = \frac{mv}{qB} \text{ экани чиқади.} \quad (10)$$

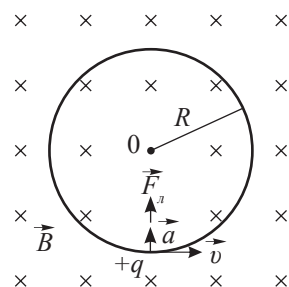
Зарраларнинг тезлиги қанчалик катта бўлса, унинг $B = const$ бир жинсли магнит майдондаги траекториясининг эгрилик радиуси шунчалик катта.

Зарядланган зарраларнинг тезланишли ҳаракати ва уларнинг тўқнашиши вақтида янги зарраларнинг пайдо бўлиши бир қатор асбобларда, масалан циклотронда (213-расм), коллайдерда (214-расм) фойдаланилди. Циклотронда ишлаб чиқарилган асосий радиоизотоплар: Cd-109, Ge-68, Tl-201, Co-57, Ga-67



2-топшириқ

211-расмга қаранг. Лоренц кучининг йўналиши тўғри кўрсатилганми? Топшириқни бажариш учун қандай қондани қўлладингиз?

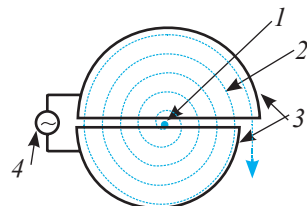


211-расм. Тезлиги бир жинсли магнит майдонининг кучларига перпендикуляр зарранинг траекторияси – айлана.



3-топшириқ

Циклотроннинг принциал схемасига қараб (212-расм), ишлаш принципини тушунтиринг.



212-расм. Циклотроннинг принциал схемаси:

- 1 – кириш жойи (протонлар, ионлар);
- 2 – тезлаштирилган зарраларнинг траекторияси;
- 3 – электродларни тезлатиш; 4 – ўзгарувчан кучланиш генератори.

Магнит майдони расмнинг текислигига перпендикуляр йўналган.

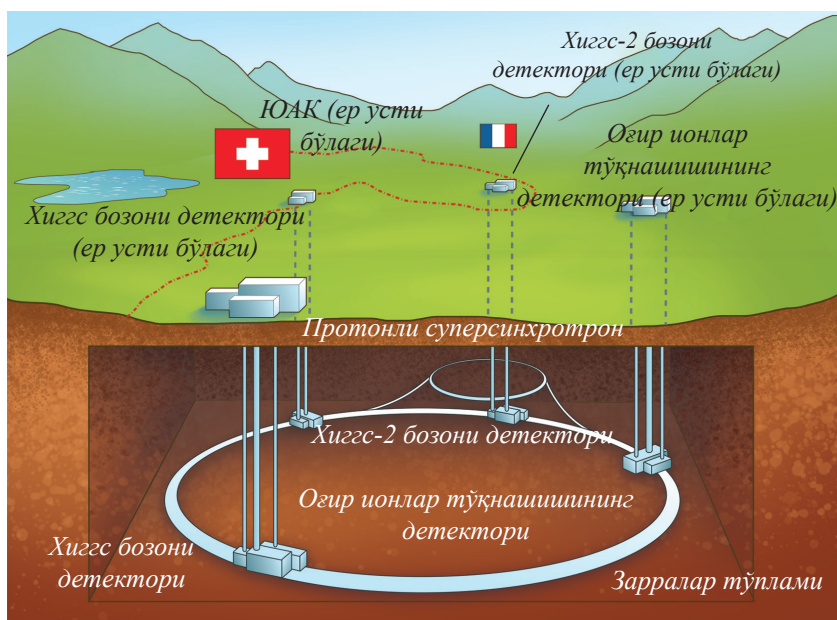


213-расм. Қозоғистон Республикаси Энергетика министрлигининг Ядро физика институтидаги У–150М изохронли циклотрон.

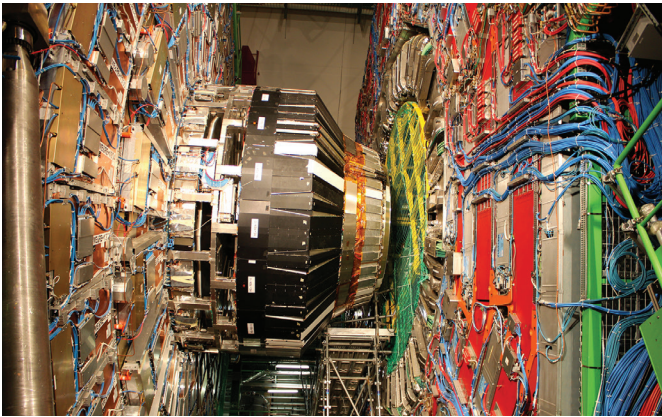


4-топшириқ

ЮАК қурилмасининг принципал схемасига қаранг (214-расм).
ЮАКнинг асосий блоклари билан қисмларини айтинг.



214-расм. ЮАК (Юксак адронли коллайдер) қурилмасининг принципал схемаси



215-расм. Юксак адронли коллайдер

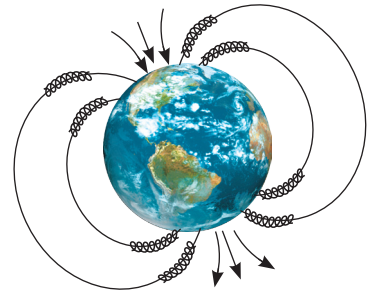


Бу қизиқ!

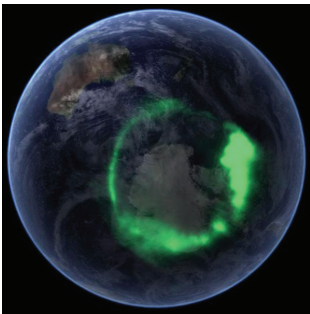
ЮАК – дунёдаги энг йирик тажриба курилмаси. Унинг курилишига ва тадқиқот ишларига 100-дан ортиқ мамлакатдан 10 мингдан ортиқ олимлар билан инженерлар қатнашди (215-расм).

VI Лоренц кучи ва қутб ёғдуси

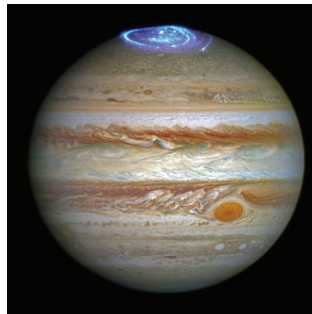
Ер қутбларининг атрофида қутб ёғдусининг пайдо бўлишини Ернинг магнит майдонининг таъсири билан тушунтирилади. Зарядланган зарралар космосдан учиб чиқиб, Ер майдонининг индукция чизиқлари бўйлаб «ўрам» жойлашади (216-расм). Зарралар Ерға қутб хуудларига яқинлашиб, заиф разрядни юзага келтиради, бу қутб ёғдусига олиб келади (217-расм). Қутб ёғдуси Ер юзасидагина бўлмайди. 218-расмда Қуёш активлиги вақтида Юпитернинг расми кўрсатилган. Расм Ер атрофида ҳаракатланадиган рентгентли Чандра обсерваториясида олинган.



216-расм. Ернинг магнит майдонидаги зарядланган зарраларнинг ҳаракати



217-расм. Ер юзасидаги қутб ёғдуси. Космосдан туширилган расм



218-расм. Юпитердаги қутб ёғдуси



5-топшириқ

230 ва 231-расмларга қаранг. Уларнинг ўхшашлиги билан фарқларини кўрсатинг.

Қуёш системасининг қайси планеталарида қутб ёғдуси бўлади? Уларни қандай ҳолатда кўришга бўлади?



Жавоби қандай?

Манфий зарядланган заррага таъсир этадиган Лоренц кучини аниқлаганда, нега тўрт бармоғимиз зарраларнинг ҳаракат йўналишига қарши йўналган?

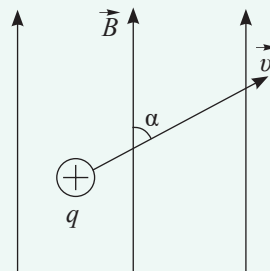
Назорат саволлари:

1. Ампер кучининг йўналишини, Ампер кучининг катталиги қандай аниқланади?
2. Қандай куч Лоренц кучи деб аталади?
3. Лоренц кучининг қиймати қандай катталикларга боғлиқ?
4. Ампер кучи билан Лоренц кучи орасида қандай боғлиқ бор?
5. Мусбат зарраларга, манфий зарраларга таъсир этадиган Лоренц кучларининг йўналишини қандай аниқланади?
6. Агар тезлик магнит индукциясига перпендикуляр бўлса, зарра қандай траектория бўйича ҳаракатланади?

★ Машқ

27

1. $I = 1,5\text{A}$ ток оқиб ўтадиган узунлиги $l = 1$ м тўғри чизикли ўтказгич индукцияси $B = 0,1$ Тл магнит майдонида жойлашган. Магнит майдони куч чизиклари ўтказгич ўқиға параллель бўлса, ўтказгичга таъсир этадиган куч қандай?
2. Индукцияси $B = 0,25$ Тл бир жинсли магнит майдонига $q = -2 \cdot 10^{-6}$ Кл нуқтавий заряд $v = 8$ м/с тезлик билан учиб киради. Заряд тезлиги билан магнит индукция орасидаги бурчак $\alpha = 30^\circ$ (219-расм). Зарядга таъсир этадиган кучнинг модулини ва йўналишини аниқланг.
3. Электрон индукцияси $B = 0,01$ Тл бир жинсли магнит майдонида айлана бўйлаб $v = 10^6$ м/с тезлик билан ҳаракатланади. Электронга таъсир этадиган кучни ва айлананинг радиусини аниқланг.



219-расм. 2-масалага

Ижодий топшириқлар

rpt–презентациясидан фойдаланиб, қуйидаги мавзуларга маълумот тайёрланг (хоҳишига кўра):

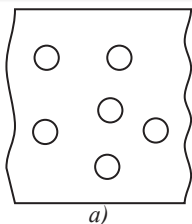
1. Магнитли илгич;
2. ТОКАМАК

29§. Моддаларнинг магнит хоссалари

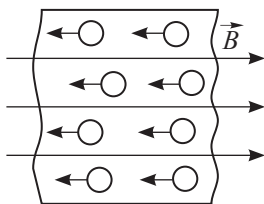
Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- магнитли материаллар (неодим магнети, датчиклар, сейсмографлар, металл излагичлар) қўлланиладиган замонавий саноатларни тавсифлаб, улардан фойдаланишни мухокама қила оласиз.



а)



б)

220-расм. Лоренц кучининг таъсиридан диамагнетикларда ташқи майдонга қарши таъсир этадиган магнит майдон пайдо бўлади

I Моддаларнинг магнит хоссалари. Магнит сингдирувчанлик

Барча моддалар магнитик хоссаларига қараб шартли равишда кучсиз магнитик ва кучли магнитик моддаларга бўлинади. Моддаларнинг магнит хоссаларининг асосий харақтеристкаси – магнит сингдирувчанлиги бўлади.

Магнит сингдирувчанлик – моддадаги магнит майдонининг индукцияси ва вакуумдаги магнит майдонининг индукциясидан неча марта фарқ қилишини кўрсатадиган физик катталиқ.

$$\mu = \frac{B}{B_0},$$

бунда μ – магнит синдирувчанлик, B – моддадаги магнит майдонининг индукцияси, B_0 – вакуумдаги магнит майдонининг индукцияси.

Кучсиз магнитик моддаларнинг магнит сингдирувчанлиги 1-га яқин. *Магнит синдирувчанлиги 1-дан катта моддаларни $\mu \geq 1$ парамагнетиклар, бирдан кичик моддаларни $\mu \leq 1$ диамагнетиклар деб аталади.*

Қўшимчадаги 16-жадвалда баъзи моддаларнинг магнит сингдирувчанлиги берилган.

Кучли магнитик моддаларнинг магнит сингдирувчанлиги юзлаб ва минглаб бирликка етади, масалан, темир учун $\mu \approx 5000$, никель ва темир аралашмаси бўлган пермаллой учун $\mu \approx 100000$. Темир, никель, кобальт, гадолиний сингари химиявий элементлар кучли магнитик моддаларга киради. Темир энг катта магнит сингдирувчанликка эга, шунинг учун уларни *ферромагнетиклар* деб аталади.

II Моддаларнинг магнит хоссаларининг табиати

- 1) **Диамагнетизм табиати.** Ташқи магнит майдони бўлмаган ҳолатда диамагнетиклар магнит хоссаларга эга бўлмайди. Ўз орбиталари билан ҳарақатланадиган электронлар юзага келтирган кучсиз тоқлар бир-бирини тўлдирадиган магнит моментларни ҳосил қилади (220 а-расм). Агар диамагнетикни магнит майдонига жойлаштирсак, электронларга Лоренц кучи таъсир этади. Электронларнинг айланиш йўналиши ўзгаради, моддада йўналиш жиҳатидан ташқи майдонга қарама-қарши магнит майдони ҳосил бўлади (220 б-расм). Суперпозиция принципи бўйича диамагнетик ҳосил қилган магнит майдони ташқи майдонни заифлаштиради.
- 2) **Парамагнетизм табиати.** Парамагнетикларда ҳам атомлар ўз магнит моментларига эга бўлади. Атомларнинг иссиқлик ҳарақати туфайли улар турли

йўналишларга йўналган ва бир-бирини тўлдиради (221 а-расм). Ташқи магнит майдони таъсиридан электронларнинг орбита бўйича ҳаракатидан ҳосил бўлган майдонларнинг магнит моментлари ташқи майдоннинг магнит индукцияси йўналиши билан жойлашади (221 б-расм). *Парамагнетиклар ташқи майдонни кучайтиради.*

- 3) *Ферромагнетизм табиати.* Ферромагнетикларда магнит майдони электронларнинг ядро атрофида айланишига эмас, балки электронларнинг ўз ўқи атрофида айланишига ҳам боғлиқ. Электронларнинг ўз-ўзидан айланиш момент спин (ингил. spin – айланиш) деб аталади. Ташқи магнит майдони бўлмаган ҳолатда ферромагнетикларнинг ичида ўз-ўзидан магнитланган соҳалар – *доменлар* бўлади. Бу соҳаларда электрон спинлари бир йўналишга йўналган (222 а-расм). Ташқи магнит майдони бўлганда доменларнинг чегараси йўқолади, уларнинг магнит майдони ташқи магнит майдонининг индукция вектори бўйича йўналади. Бу ташқи магнит майдонини кучайтиради (222 б-расм).

Температуранинг юқори қийматида ферромагнетиклар магнит хоссаларини йўқотади. Ҳар бир модда учун температурали қийматга эга, бу температуранинг француз физиги П. Кюрининг хурматига *Кюри температураси* (нуқтаси) деб аталади.

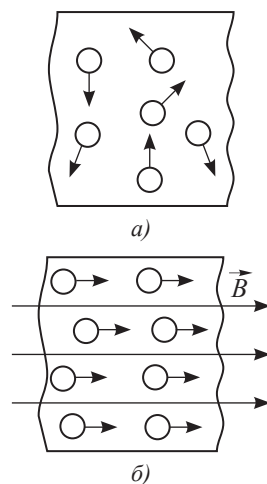
Кюри температурасидан юқори температура ларда ферромагнетиклар парамагнетикларга айланади, уларнинг магнит сингдирувчанлиги бирга яқин қиймат $\mu \geq 1$ гача камаяди.

III Юмшоқ магнитли ва қаттиқ магнитли ферромагнетиклар

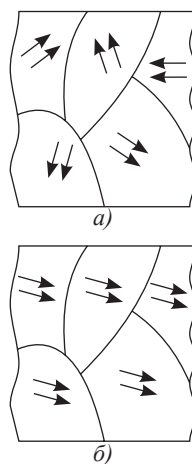
Барча ферромагнетиклар юмшоқ магнитли ва қаттиқ магнитли бўлган икки гуруҳга бўлинади. Юмшоқ ферромагнитлар магнит хоссасини осон йўқотади. Қаттиқ ферромагнитлар магнит хоссаларини узоқ сақлайди.

IV Ферромагнетиклардан фойдаланиш

Юмшоқ магнитли материаллар тез магнитланиш хоссаларининг бўлишидан магнит электр системасида трансформаторнинг, электр двигатель ва генераторнинг, ўлчов асбобларининг ўзақларини тайёрлашда қўлланилади. Қаттиқ магнитли ферромагнетиклардан доимий магнитлар ясашда фойдаланилади. Доимий магнитларнинг магнит майдони вақт ўтиши билан заифлашади, тўғри сақланмаган ҳолда магнитлар



221-расм. Атомларнинг ўз магнит моментлари ташқи магнит майдонининг куч чизиқлари бўйича жойлашиб, уни кучайтиради



222-расм. Ферромагнетикларнинг ташқи магнит майдонини кучайтириши электронларнинг ўз ўқи атрофида айланишидан бўлади

11-жадвал. Баъзи моддалар учун Кюри температураси

Модда	Температура
Темир	767 °C
Никель	360 °C
Кобальт	1130 °C

магнитик хоссаларини йўқотади. Доимий магнитни соленоид ҳосил қилган майдонга жойлаштириб, унинг максимал магнит хоссасини тиклаш қийин эмас. Доимий магнитларнинг магнит хоссаларини сақлаш учун уларнинг магнит чизиқлари ёпиқ бўлиши керак. Тақасимон магнитларнинг қутблари магнитни юмшоқ темирдан ясалган пластина билан бириктирилади. Шундай қилиб, узоқ вақт бўйи магнит ичида молекулаларнинг жойлашиши ўзгаришсиз сақланади. Тўғри магнитларни сақлашда уларни ҳар хил қутблари билан қаторлаштириб жуфтланади, қутбларини эса юмшоқ темирдан ясалган пластина билан бириктирилади.

V Неодим магнитлар ва улардан фойдаланиш

Ўлчамлари кичкина неодим магнитлар энг катта тортишиш кучига эга. Улар неодим аралашмасида, турли нисбатда темир билан бор аралашмасидан *NdFeB* ясалган ва коррозияга қарши қатлам билан қопланган (*223-расм*). Бундай кучли доимий магнитларнинг энергиялари оддий магнитларнинг энергияларидан 18 марта ортиқ. Уни биринчи бўлиб 1982 йили Sumitomo Special Metals компанияси ва унинг ҳамкори General Motors компанияси ясаб чиқарди.

Неодим магнитларининг қўлланилиш чегараси анча кенг. Уларни энгил ва оғир саноатда қўлланилади. Неодим магнитлардан магнит қулфлар, маҳсулотлар таркибаги металлдан тозалаш учун магнитли сепараторлар, турли процессларни автоматлаштириш учун (масалан, гидравлик пресснинг поршенининг ҳаракати) қўлланиладиган датчиклар ясалади (*224 а-расм*). Кириш эшикларига ўрнатилган датчиклар самарали хавфсизлик тизимини яратишга имкон беради (*224 б-расм*). Неодим магнитларнинг пайдо бўлиши билан доимий магнитли генераторлар ва двигателлар яшаш йўлга қўйилди. Шунингдек неодим магнитлардан ёдгорлик ва заргарлик буюмларини яшашда ҳам фойдаланилади. Замонавий қичқичлар, тугмалар, музлатгич учун магнитлар пайдо бўлди. Йиғилувчи, куб (кубик) каби ўйинчоқлар ясалди (*225-расм*). Металл излагичга талаб катта бўлди. Уларнинг сим арқон ёки арқонга мўлжалланган қисқичлари бор. Улар таркибида темири бор жисмларни сув омборларидан, чуқурликлардан, қудуқлардан, излаш учун, кўтариш учун қўлланилади. Диаметри 80 мм, баландлиги 40 мм цилиндр 300 кг оғирликни кўтаради (*226-расм*).



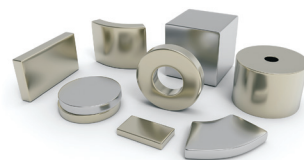
Эсда сақланг!

Ферромагнетиклар каттик зарбаларда магнит хоссаларини йўқотади.



Жавоби қандай?

1. Нега ферромагнетиклар Кюри температурасида магнит хоссасини йўқотади?
2. Нега электромагнит кран билан қизиган темирни кўтара олмаймиз?



223-расм. Турли шаклдаги неодим магнитлар



а)



б)

224-расм. Неодим магнитдан ясалган куб



225-расм. Бармоқ мустаҳкамлигини ривожлантириш учун ўйинчоқ – кубик



226-расм. Неодим магнитдан ясалган металл излагич

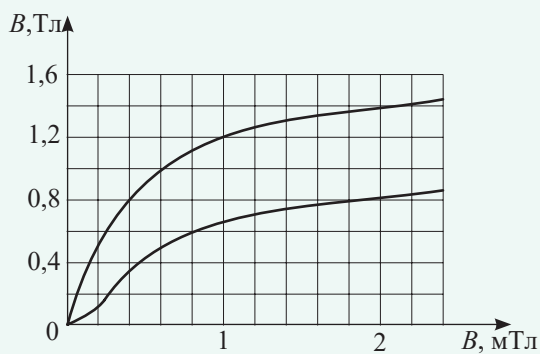
Назорат саволлари:

1. Муҳитнинг магнит сингдирувчанлигининг физик маъноси қандай?
2. Моддалар магнит хоссаларига қўра қандай гуруҳларга бўлинади?
3. Диамагнетизм, парамагнетизм ва ферромагнетизм табиати қандай?
4. Юмшоқ магнитни ва қаттиқ магнитни ферромагнитлардан фарқи нимада?
5. Ферромагнетиклар қаерда қўлланилади?

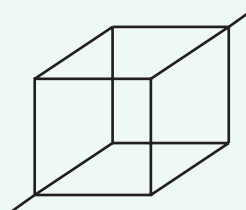
★ Машқ

28

1. График бўйича (227-расм) майдонинг B_0 индукцияси 0,4 ва 1,2 мТл бўлган вақтдаги, пўлатнинг магнит сингдирувчанлигини аниқланг.
2. Куб диагоналининг учларига ўзгармас кучланиш берилди, унинг томонлари билан ток оқади (228-расм). Майдоннинг куб марказидаги магнит индукцияси нимага тенг?



227-расм. 1 ва 2-топириқларга



228-расм. 2-машққа

Ижодий топшириқлар

«Магнитли материаллар қўлланиладиган замонавий саноат тармоқлари» мавзусида ppt-презентация тайёрланг.

30§. Сунъий магнитлар. Соленоид

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- *Тажриба асосида сунъий магнитни куриб, магнитнинг қўлланилиш чегарасини, соленоидни магнит майдонига таъсир этадиган факторларини тушунтира оласиз.*



Жавоби қандай?

1. *Игнани қандай магнитлашга бўлади?*
2. *Қўшимча асбоблардан фойдаланмасдан, икки игнани қайсиси магнит хоссага эга эканлигини аниқлашга бўлади?*



Бу қизиқ!

«Магнессиядан келган тош» – ота-боболаримиз магнитни худди ўшандай аташган. Афсона бўйича 4000 йил аввал крит Магнус деган чўпон Магнессия деб аталадиган ерда қўйларни боқиб юрган. Тўсатдан у оёқ кийимидаги михлар билан таёгининг темир учи тошга тортилаётганини сезди. Шундай қилиб, биринчи марта магнитнинг кони топилган. Бу минерални одамлар компас сифатида фойдаланди. Агар магнитни игга осиб қўйса, унинг магнит майдони Ернинг магнит майдони билан тенглашгунча айланиб туради.

I Табиий ва сунъий магнитлар

Қадимги замонларда табиий магнит тош синик қайроқлари орқали олинган. Кучли магнитлар анча катта ҳажмга эга. Шундай усул билан олинган энг катта машхур табиий магнит Эстониядаги Тарту қ. Университетида сақланган. Массаси 13 магнит 40 килограммгача юкни кўтара олади.

Сунъий магнитлар – одамлар ўйлаб топган магнитлар. Сунъий магнитнинг икки тури бор:

1) *электромагнитлар* – ферромагнит ўзакчаси бор ғалтаклар; 2) *доимий магнитлар* қаттиқ магнитни ферромагнитлардан ясалган ёки турли материаллардан узоқ вақт магнит хоссасини сақлай оладиган тузларнинг аралашмаларидан иборат.

II Доимий магнитларни яшаш усуллари

Инглиз физиги Вильям Гильберт Ирландияда бўлганида темир устунларнинг магнит хоссаларини текширди. У қадимги устунларнинг барчаси доимий магнит хоссасига эга эканлигини пайқади, унинг устига устунларнинг пастки қисми мусбат кутбли бўлган. Австралияда бўлган саёҳатчилар темир устунларнинг мусбат кутби юқори томонида жойлашганлигини пайқашган. Текширувлар кўрсатгандай, меридиан бўйича жойлашган темир ўзакча вақт ўтиши билан магнитлар экан: жанубга қараган учи шимолий кутбли, қарама-қарши учи эса жанубий кутбли бўлади. *Шундай қилиб, магнит майдонига киритилган таркибида ферромагнетикли ҳар қандай жисм магнитга айланади.*

Агар мих ёки пўлат ўзакчани доимий магнит майдони куч чизиқлари бўйлаб қўйилса ёки доимий магнит билан муносабатда бўлса, унда улар магнит хоссага эга. Бундай усул билан олиган магнитлар заиф бўлади. Кучли магнитни пўлат ўзакчани магнит билан бир йўналишда ишқалаганда олиш мумкин. Ишқаланиш усулида олинган сунъий магнитлар Англияда XVIII асрдан бошлаб олинади.

III Сунъий магнитларни ишлаб чиқариш учун материаллар

XIX асрнинг охирига келиб магнитларни вольфрам қўшилган темирлардан ишлаб чиқарилди, бу сунъий магнитларнинг хоссаси 3 марта яхшиланди. Кобальтни қўшиш орқали яна 3 марта хоссаси ортди. Замонавий феррит магнитларни барий ёки стронций

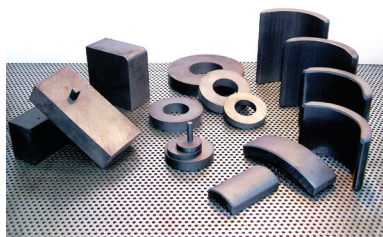
феррити билан темир кислотасининг эритмасидан олинди (229-расм). Ушбу қотишма – 30°C ва 270°C температура оралиғида магнит хоссаларини сақлаши мумкин.



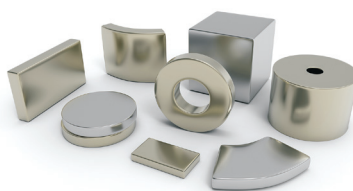
229-расм. Ферритли магнитлар



230-расм. «Альнико» эритмасидан ясалган магнитлар



231-расм. Самария магнитлар



232-расм. Неодим магнитлар

XX асрнинг бошида энг кучли магнитли эритма «альнико» эритмаси бўлди, у алюминий, никель ва кобальтдан иборат (230-расм). Альникодан ясалган магнитлар ёрдамида магнитнинг ўз оғирлигидан 500 мартагача ортик оғирликдаги темир моддаларни кўтариш мумкин бўлди. Магнит қуйиб яшаш технологиясини қуқунга ўхшаш альникони бириктиришга алмаштириш орқали массаси ўз массасидан 4450 марта ортик жисмларни кўтара оладиган магнитлар ишлаб чиқдик. Алюминий, никель, кобальт қотишмаси асосида доимий магнитлар юқори температура барқарорлиги ва аниқлиги билан фарқланади, улар магнит хоссасини +550°C температурагача сақлай олади.

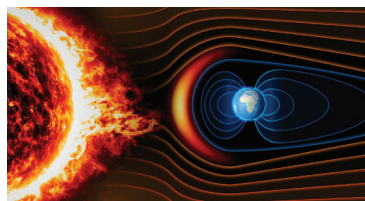
Самария билан кобальт қотишмасидан иборат Самарияли магнитлар чиришга, кислотага ва +350°C температурагача бардош беради (231-расм).

1982 йили япон олимлари неодим магнитларни ихтиро қилди (232-расм). Улар энг кучли магнитлар деб тан олинди. Бор, темир ва неодим қотишмасидан ясалган магнитларнинг асосий хоссалари: магнит кучининг ўзгармаслиги, улар 10 йилда 1–2% гина



Жавоби қандай?

1. Қуёш системасидаги қайси планеталар магнит майдонига эга?
2. Юлдузларнинг атрофида магнит майдонининг пайдо бўлиши сабаби нимада?
3. Яшашга қулай шароитларни сақлашда Ернинг магнит майдонининг ўрни қандай (233-расм)?
4. Нега омбордаги ётган пўлат йўлакчалар билан рельслар вақт ўтиши билан магнитланади?



233-расм. Ернинг магнит майдони

магнитсизлнади; юкори мустаҳкамликка эга; коррозияга чидамли.

IV Электромагнит

1820 йили Х.Эрстед токли ўтказгичнинг атрофида магнит майдони бўлишини пайқади. 1825 йили британлик физик ва электротехник Уильям Стерджен биринчи электромагнитни ихтиро қилди. У тақасимон темир ўзакни мис сим билан ўраб чиқди, ундан кейин сим бўйича ток юбориб, темир магнит хоссага эга бўлишини кузатди. Токни узганда магнит хоссалар заифлашди, бироқ магнитланиш белгиси хали ҳам пайқалди. Қисқа туташув бўлмаслиги учун ўралган сим қисмлари бир-бирига тегмаслиги керак. Темир ўзакка қанчалик кўп сим ўралса, шунчалик магнит майдон кучли бўлди. Стерджен электромагнители темир бўлақлари билан тўққиз фунтга етадиган оғирликни кўтара олди.

1827 йили Д. Генри ғалтак ўрамларининг қисқа туташув муаммосини ечди, у мис симни ипак мато билан ўради-да темир ўзакни бир неча қават билан ўради. 1831 йил Д.Генри 1500 кг кўтара оладиган электромагнит курди.

V Соленоид

Бир неча ўрамлари – соленоидлари бор ўровчилар кенг қўлланишга эга бўлди. Уларнинг узунлиги диаметридан бир неча марта катта $l \gg d$. Соленоидлар ўровчилари бир қаватли ёки бир неча қаватли ўрамдан иборат мис симдан ясалади. Ўзакчалари магнит сингдирувчанлик коэффициентини катта бўлган турли материалдан темир, пўлат, феррит бўлиши мумкин.



1-топшириқ

235-расмда берилган компасни яшашнинг технологик процессини тузинг.



235-расм. Қўлда компас ясаиш



Эсда сақланг!

Зарб билан температуранинг тез ўзгариши доимий магнитнинг магнитсизланишига олиб келади. Кюри нуқтасигача қиздирилганда магнит хоссалар тўлиқ йўқолади.



Бу қизиқ!

Э.а.д. 1 минг йил Хитойда пайдо бўлган биринчи компас ёруғликнинг ҳаммаси тасвирланган мис варағи шаклида бўлди (234-расм). Магнитланган кўрсаткич Етти қароқчи юлдузлар туркумининг билдирадиган чўмич шаклида бўлди. Чўмич айлантирилади, чўмич тўхтаганда тутқич жанубни кўрсатган.



234-расм. Қадимий Хитой компаси



Эсда сақланг!

1 фунт = 0,454 кг

Ток ўтганда соленоид атрофида чизикли магнитнинг магнит майдонидек майдон пайдо бўлади (236-расм). Куч чизиклари чиққан учи соленоиднинг **шимолий кутби** бўлади, куч чизиклари кирган учлари **жанубий кутби** бўлади. Соленоид кутблиги ундаги токнинг йўналишига боғлиқ. Соленоид ичида куч чизиклари бир-бирига параллель, бу магнит майдони бир жинсли бўлишини аниқлайди.

Агар соленоид ичига пўлат бўлаги киритсак, бир неча вақтдан кейин магнит майдон таъсирдан у магнитланади. Бу усулдан **доимий магнит** ишлаб чиқариш учун фойдаланилади (237-расм).

VI Бизнинг ҳаётимизда магнитлар

Ҳалқа, тақа формасидаги ферритли магнит ишлаб чиқаришда, кундалик ҳаётда, техника ва электроникада кенг қўлланилади. Уларни акустик система-ларда, генераторларда, ўзгармас ток двигателларида фойдаланилади. Автомобиль йиғишда ферритли магнитларни стартерга, ойна кўтаргичга, совитиш тизимига ва шамоллатгичга ўрнатилади.

Самария ва кобальт қотишмасидан ясалган кучли магнитлар агрессив муҳитга ва мураккаб ҳолатларда фойдаланишга қулай бўлади. Самарияли магнитлар айланишга қарши хоссаси бўлганлиги туфайли космик аппаратларида, авиация ва компьютер техникасида ишлатилади. Уларни электр двигателларда, генераторларда, кўтариш системасида қўлланилади.

Кучли неодим доимий магнитлар саноатнинг ҳар соҳасида янги имкониятлар очишга ёрдам беради. Уларни электротехникада, медицинали асбобларда, унинг ичидаги магнит-резонанс томографларда, филтрлар ва тозалаш қурилмаларда қўлланилади.

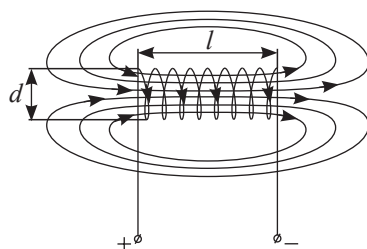


Ўз тажрибангиз

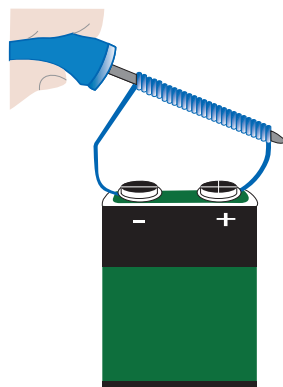
Электромагнит тузинг (237-расм).

Унинг ҳаракатини темир кукунлари билан магнит стрелкалари ёрдамида текширинг.

1. Ўнг қўл қويدаси ва магнит стерлкаси ёрдамида магнит кутбларини аниқланг.
Ўрамдаги ток йўналишини алмаштиринг. Бу ҳолат ғалтак учидagi кутбга қандай таъсир кўрсатади?
2. Электромагнит таъсирига қуйдаги ўзгаришлар қандай таъсир этишини аниқланг:
 - Ўрамдаги ток кучи,
 - ўрамлар сони,
 - узак артериалининг ўзгариши,
 - электромагнитнинг темир кукунларигача масофа.



236-расм. Соленоид ичидаги магнит майдони бир жинсли



237-расм. Соленоиднинг магнит майдонига киритилган мих доимий магнитга айланади.



Эсингизга туширинг!

Агар ўнг қўлимизни соленоидга тўрт бармоғимиз ток йўналишини кўрсатадиган қилиб қўйсак, унда очилган бош бармоғимиз соленоиднинг шимолий кутбини кўрсатади.



2-топшириқ

1. 236-расмдан соленоидни магнит майдони кутбларини аниқланг.
2. 237-расмга қаранг, доимий магнитларнинг кутблари тўғри тасвирланганлигини текширинг.

VII Замоनावий илмий магнитлар

Магнитларни замонавий фанларда кенг қўлланилади. Магнитли материаллар СВЧ-диапазонларида ишлаш учун, магнитли ёзмалар ва уларни тинглашда, магнитли хотира сақлаш курилмаларни тузиш учун керак. Магнит стрикцияли конвертерлар денгиз чуқурлигини аниқлашга ёрдам беради. Жуда сезгир магнит элементлари бор магнитометрсиз жуда заиф магнит майдонини ўлчаш мумкин эмас. Магнитли дефектоскопия – практика ва назариянинг темир қуймаларининг аралашмаси билан бўшлиқларини текширишга имкон берадиган ягона бўлим.

Магнетохимия – физик химиянинг магнитлар ва моддаларнинг химиявий хоссалари орасидаги боғлиқликни текширадиган бўлими; бундан ташқари магнетохимия химиявий процессларга магнит майдонининг таъсирини текширади. Магнит ва химиявий хоссаларнинг орасидаги боғлиқликни тешириш модда тузилишининг химиявий фарқини аниқлашга имкон беради.

Назорат саволлари

1. Қандай магнитларни сунъий деб аталади?
2. Сунъий магнитнинг қандай икки тури бор ва улар қандай ясалади?
3. Соленоид деганимиз нима? Асосий тавсифлари қандай?
4. Магнитни қаерда қўлланилади?



Машқ

29

1. Вертикаль магнит ўзига кичкина темир шарларни магнитдан кичкина шарга таъсир этадиган тортишиш кучини тенглаштирадигандек масофага тортади, шунинг учун у ҳавода таянчсиз осилади. Бундай мувозанат барқарор бўладими ёки беқарор бўладими? Агар биз кичкина шарни сал туширсак ёки юқорига кўтариб мувозанат ҳолатидан оғдирсак, шарнинг ҳаракати қандай бўлади?
2. Текис шиша юзасида темир куб шу шишада ётган магнитга тортилади. Куб шиша юзасида сирғанади. У қандай ҳаракатланади (текис, текис тезланувчан ёки ўсувчи тезланиш билан)?

Ижодий топшириқлар

Берилган мавзуларнинг бири бўйича ppt-презентация билан маълумот тайёрланг:

1. Кукунли металлургия – доимий магнитларни яшашнинг замонавий технологияси.
2. Компас турлари, уларнинг тузилиши ва таъсир этиш принципи.
3. Магнитстрикция – магнитланиш вақтида жисмнинг шакли ва ўлчамининг ўзгариши.

13-бобнинг хулосаси

Токли ўтказгич магнит майдони индукцияси	Ўзаро таъсирлашиш кучлари	Модданинг магнит сингдирувчанлиги
<p>Тўғри ўтказгич учун:</p> $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$	<p>Ампер кучи:</p> $F_A = BI \cdot l \sin \alpha$	$\mu = \frac{B}{B_0}$
<p>Айланма ток учун:</p> $B = \frac{\mu_0 I}{2R}$	<p>Лоренц кучи:</p> $F_L = \frac{F_A}{N}$	<p>Магнит доимийси:</p> $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{H}{A^2}$
<p>Соленоид учун:</p> $B = \mu_0 nI$	$F_L = q_0 B v_{др} \sin \alpha$	
<p>Майдоннинг суперпозиция принципи:</p> $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \dots + \vec{B}_n$		

Қонунлар, қоидалар

Парма қондаси

Агар парманинг илгариланма ҳаракати ўтказгичдаги ток йўналиши билан бўлса, унда дастанинг айланма ҳаракати магнит майдонининг куч чизиқарининг йўналишини кўрсатади.

Ўнг қўл қондаси

Агар ўнг қўлимизни ғалтакка тўрт бармоғимиз ўрамлардаги ток йўналишини кўрсатадиган қилиб қўйсақ, унда 90° очилган бош бармоғимиз магнит майдонининг йўналишини кўрсатади.

Ампер қонуни

Бир жинсли магнит майдонига жойлштирилган токли ўтказгичга магнит майдон индукциясига ва ток кучига пропорционал куч таъсир этади.

Чап қўл қондаси

Агар чап қўлимизни индукция вектори қафтимизга кириб, тўрт бармоғимиз ток йўналишини кўрсатадиган қилиб қўйсақ, унда 90° очилган бош бармоғимиз Ампер кучининг йўналишини кўрсатади.

Глоссарий

Ампер – вакуумда бир-бирдан бир метр масофада жойлашган, кичик кесимли икки параллел чексиз узун ўтказгичга $2 \cdot 10^{-17}$ Н куч билан узунликнинг ҳар метрига ўзаро таъсирлашадиган ток кучининг қиймати

Диамангнетиклар – магнит сингдирувчанлиги $\mu \leq 1$ бирлигидан кичик бўлган модда.

Магнит майдони – қўзғаладиган электр зарядига, ток ўтказувчиларига, магнит моментига эга жисмларга заряд тезлигининг векторига, ток кучи йўналишига боғлиқ куч билан ҳаракатланиши билан фарқланадиган материянинг тури.

Магнит сингдирувчанлик – моддадаги магнит майдонининг индукцияси вакуумдаги магнит майдони индукциясидан неча марта фарқ қилишини кўрсатадиган физик катталиқ.

Парамагнетиклар – магнит сингдирувчанлиги $\mu \geq 1$ бирлигидан катта бўладиган модда.

Магнит майдон куч чизиқлари – ҳар бир нуктада магнит индукция векторининг йўналишини кўрсатадиган чизиқлир.

Ампер кучи – магнит майдонининг токли ўтказгичга таъсир этадиган куч.

Лоренц кучи – магнит майдони томонидан ичидаги ҳаракатланаётган зарядланган заррага таъсир этадиган куч.

Ферромагнетиклар – юқори магнит сингдирувчанликка эга моддалар.

ЭЛЕКТРОМАГНИТ ИНДУКЦИЯ

Электромагнит индукция ҳодисасини 1831 йил Майкл Фарадей очди. У электр токи билан магнит майдони орасида доимий боғлиқликни ўрнатди. XIX асрда электромагнит индукция қонунининг кашф этилишидан кейин электротехника ва радиотехника тез ривожлана бошлади.

Электромагнит индукция ҳодисаси асосида электр энергиясининг индукция генераторлари ва трансформаторлари ишлаб чиқарилди, электр энергиясини узоқ масофаларга етказиш мумкин бўлди.

Бўлимни ўқиб-ўрганиш орқали сизлар:

- магнит оқимини ўзгартирганда электр юритувчи кучнинг пайдо бўлишини тушунтира оласиз;
- электромагнит асбобларнинг (электромагнит реле, генератор, трансформатор) ишлаш принципини тушунтира оласиз;
- магнит-резонанс томографиясининг амалий мазмунини тушунтира оласиз.

31§. Электромагнит индукция қонуни

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- магнит оқимини ўзгартирганда электр юритувчи кучнинг пайдо бўлишини ва Ленц қондасини тушунтира оласиз.

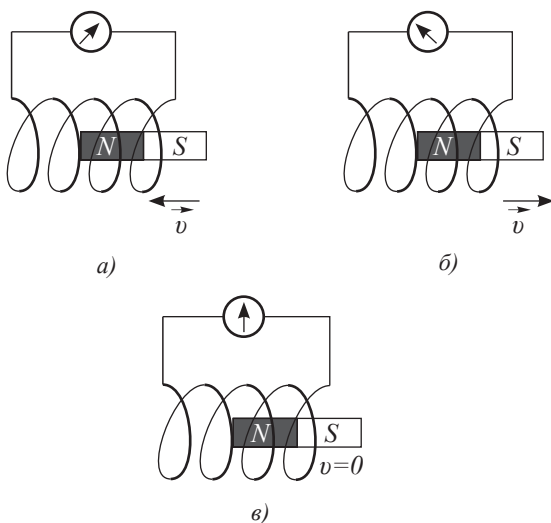
I Электромагнит индукция ҳодисаси

Замонавий асбоблардан фойдаланиб, ёпиқ ўтказгичда қандай ҳолатда индукцион ток пайдо бўлишини тушунтириш қийин эмас. Гальванометрга уланган ғалтакдаги магнитни ҳаракатлантирсак, гальванометр кўрсаткичининг ўзгарганлигини пайқашга бўлади, бу индукцион токнинг пайдо бўлганини билдиради (238 а-расм). Магнитни олган вақтда кўрсаткич қарма-қарши йўналишга оғади, ўтказгичдаги ток ўзининг йўналишини ўзгартиради (238 б-расм). Агар магнит ғалтакка нисбатан ҳаракатланмаса, гальванометр кўрсаткичи нолни кўрсатади, ғалтакда ток бўлмайди (238 в-расм).



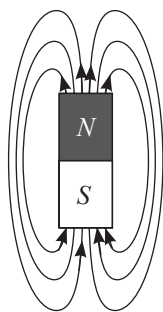
Ўз тажрибангиз

238-расмда кўрсатилгандек ғалтак билан ва доимий магнит билан тажриба ўтказинг, шунингдек электромагнитни ҳам фойдаланинг. Тажрибадан олинган натижаларнинг якуни билан дарслиқдаги натижа билан солиштиринг.



238-расм. Индукцион токнинг кучи ва йўналиши магнитнинг ҳаракат тезлигига боғлиқ

Ғалтакка нисбатан магнитнинг кўчиши уни кесиб ўтадиган куч чизикларининг сонини ўзгаришига олиб келади, магнитнинг яқин соҳада куч чизиклари зичроқ бўлади (239-расм). Шунга кўра, агар ўтказгич ўзгарувчан магнит майдонда бўлсагина, унда индукцион ток пайдо бўлади.



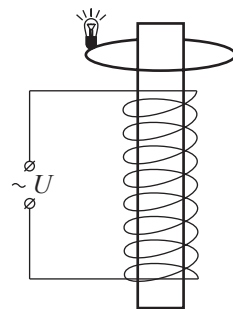
239-расм. Тўғри магнитнинг магнит майдони бир жинсли эмас

Ёпиқ ўтказгич контурини кесиб ўтадиган магнит оқимининг ўзгариши вақтида индукцион токнинг пайдо бўлиши ҳодисаси электромагнит индукция ҳодисаси деб аталади.

Ўзгарувчан токли ғалтакка кам қувватли дампа ёпиқ контурни ўрам билан контурнинг ўқлари бир чизикда ўтадиган қилиб яқинлайтирамиз (240-расм). Лампа ёна бошлайди, шунинг билан ўрам ва контурни бир-бирига нисбатан ҳаракатлантиришни хожаги йўқ.

Ёпиқ контурдаги электромагнит индукция ҳодисаси қуйидаги шартлар бажарилганда пайқалади:

- 1) агар ўзгарувчан магнит майдонидаги контур, уни кесиб ўтадиган магнит майдонининг куч чизикларини сони ўзгарадиган бўлиб ҳаракатланса;
- 2) агар контур ўзгарувчан магнит майдонида тинчликда турса.



240-расм. Ўзгарувчан магнит майдонида турган ёпиқ контурдаги индукцион токнинг пайдо бўлиши



Эсда сақланг!

Ўзгарувчан магнит майдонини турли усул билан олишга бўлади: доимий магнитнинг ўрнини алмаштириш орқали; электромагнитни ўзгарувчан ток манбаига улаб, электромагнитли ўзгармас ток манбаини узиш ва қўшиш орқали.

II Магнит оқими.

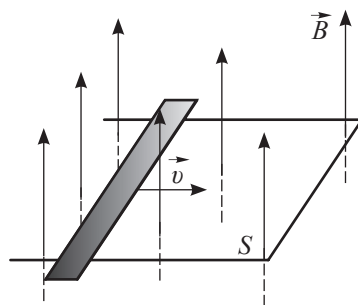
Магнит оқимининг ўзгартириш усуллари

Магнит майдонининг куч чизикларининг қўйилиши унинг куч тавсифини, яъни магнит индукциясини аниқлайди. Контурни кесиб ўтадиган магнит майдони чизикларининг сони магнит оқимини тавсифлайди.

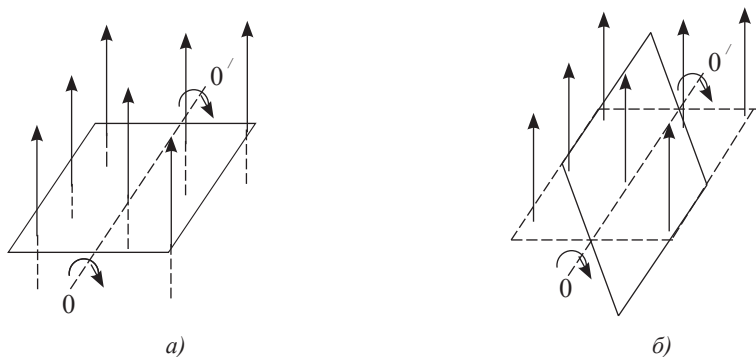
Магнит оқими – магнит майдонида турган ёпиқ контурни кесиб ўтадиган магнит индукцияси чизикларининг сони.

Контурни кесиб ўтадиган магнит оқими уч усул билан:

- 1) Юқорида айтилгандай, майдоннинг магнит индукциясини камайтириш ва орттириш орқали;
- 2) Контурнинг юзасини ўзгартириш орқали, масалан, рамканинг қўзғаладиган томонини ўзгариши ёки ташқи кучларнинг таъсиридан рамка шакли ўзгариши (24-расм) орқали;
- 3) магнит майдонидаги контурнинг уни кесиб ўтадиган чизиклар сони ўзгарадиган қилиб айланиши (242 а, б-расм) орқали ўзгартиришга бўлади.



241-расм. Юзани ўзгартириб, ёпиқ контур орқали магнит оқимини ўзгартириш

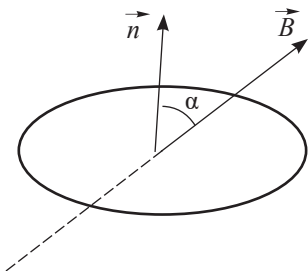


242-расм. Рамканинг айланиши натижасидаги ёпиқ контур орқали магнит оқимини ўзгартириш

Магнит оқимини ўзгартириш усулларига боғлиқ ҳолда уни ҳисоблаш формуласини ёзамиз:

$$\Phi = BS \cos \alpha, \quad (1)$$

бундаги Φ – контурни кесиб ўтадиган магнит оқими, B – майдоннинг магнит индукцияси, S – рамканинг юзаси, α – рамканинг юзига туширилган нормаль билан магнит индукцияси орасидаги бурчак (243-расм).



243-расм. Рамка текислигига туширилган нормаль магнит майдони вектори билан α бурчакни ҳосил қилади

Магнит оқими – контурни кесиб ўтадиган магнит майдон индукциясининг контур юзасига ва рамка юзасининг нормали билан магнит индукцияси векторининг орасидаги бурчак косинусига кўпайтмасига тенг физик катталиқ.

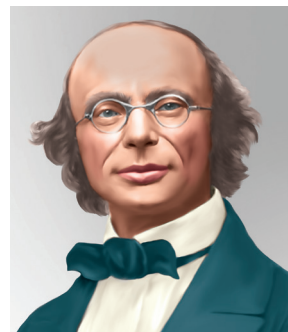
1) – формула бўйича:

$$\Phi = B_n S, \quad (2)$$

бундаги $B_n = B \cos \alpha$ (3) – контур текислигига перпендикуляр \vec{B} векторининг ташкил этувчиси.

Магнит оқимининг ХБС ўлчов бирилиги 1 *вебер*, у электр ва магнит майдонлари тўғрисида кўп меҳнат қилган немис физиги Вильгельм Вебернинг шарафига аталган.

$$[\Phi] = 1 \text{ Вб} = 1 \text{ Тл} \cdot \text{м}^2.$$



Вильгельм Эдуард Вебер (1804–1891) – немис физиги. Вебернинг асосий ишлари электромагнетизмга, акустикага, иссиқлик ҳодисаларига, молекуляр физикага асосланган. 1840 йилдан бошлаб, Вебер электростатик ва магнит катталиқлар ҳамда уларнинг орасидаги алоқа маълумотлари режаси билан ўргана бошлади. Унинг номи билан магнит оқимининг ўлчов бирилиги аталди.

III Электромагнит индукция қонуни

Ёпиқ ўтказгич контурда индукцион токнинг пайдо бўлиши электр майдонининг маълум бир ток манбасиз пайдо бўлишини исботлайди. Бу майдон ўзгарувчан магнит майдонидан пайдо бўлади, *унинг куч чизигининг боши ёки охири бўлмайди. Бундай майдон уюрмали майдон деб аталади.* Контурни кесиб ўтадиган магнит оқими қанчалик тез ўзгарса, унинг ЭЮК шунчалик катта бўлади:

$$\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad (3)$$

электромагнит индукция қонунининг қиймати шунда.

Ўзгарувчан магнит майдонидан пайдо бўлган уюрмали майдон индукциясининг ЭЮК контур билан чегараланган юзадан ўтадиган магнит оқимининг бирлик вақтга нисбатига тенг.

Агар контур бир неча ўрамдан турса, унда ЭЮК N марта ўсади

$$\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad (4)$$

бундаги N – ўрам сони.

Қоидадаги минус белгиси уюрмали майдоннинг таъсирига учраган индукцион токнинг йўналишини аниқлайди.

IV Ленц қоидаси

Гальванометрга ёпиқ ғалтак билан доимий магнитни ўзаро таъсири кўриляётган ҳолатларда Ленц қоидасига тўғри таъсир этади.

Контурдаги индукцион ток ҳар доим ўзининг магнит майдони билан ўзи ҳосил қилган магнит оқимининг ўзгаришига қаршилик кўрсатадигандай бўлиб йўналади.

Индукцион токнинг йўналишини аниқлаш учун Ленц қоидасини қўллашда, қуйидаги алгоритмдан фойдаланиш керак:

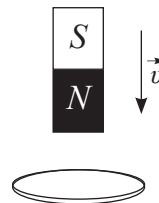
1. Ёпиқ контурнинг ташқи майдони магнит индукциясининг \vec{B} йўналишини аниқлаш керак.
2. Контурни кесиб ўтадиган магнит индукциясининг оқими ортадим, камайдими шуни аниқлаш керак.
3. Ленц қоидасига мос индукцион ток ҳосил қилган майдоннинг \vec{B}_i магнит индукция чизикларининг йўналишини аниқлаш керак.

Жавоби қандай?

1. $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ электромагнит индукция қонунидаги «-» белгиси нега қўйилган?
2. Нега компас корпуси латундан ясалса, унинг стрелкасининг тебраниши тез, пластмассадан ясалса, секин тўхтайдими?
3. Нега қулаётган ўтказгич ҳалқа тўғри магнитга яқинлаштирилганда ўз ҳаракатини секинлаштиради? Агар ҳалқа ёпиқ бўлмаса, нега секинлашиш пайқалмайди?

Топшириқ

Алгоритмдан фойдаланиб, 244-расмда кўрсатилган ёпиқ ўтказгич контуридаги индукцион токнинг йўналишини аниқланг. Доимий магнит контурга яқин боради.



244-расм. Топшириққа

- агар оқим ортса ($\Delta\Phi > 0$), унда индукцион майдоннинг чизиқлари ташқи майдоннинг магнит индукцияси чизиқларига қарама-қарши йўналади ($\vec{B}_i \uparrow \downarrow \vec{B}$);
 - агар оқим камайса ($\Delta\Phi < 0$), унда индукцион токнинг ва магнит индукциясининг чизиқлари бир йўналишда бўлиши керак ($\vec{B}_i \uparrow \uparrow \vec{B}$).
4. \vec{B}_i векторининг йўналиши бўйича парма қонидасидан фойдаланиб, I_i индукцион токнинг йўналишини аниқланг.

Магнит индукцияси векторининг ва индукцион токнинг йўналишини аниқлагандан сўнг, Ленц қондаси энергиянинг сақланиш қонунига бўйсунилишни пайқаш қийин эмас.



Эсингизга туширинг!

Агар парманинг илгариланма ҳаракати билан ўтказгичдаги ток йўналиши билан бўлса, унда дастанинг айланма ҳаракати магнит майдонидаги куч чизиқларининг йўналишини кўрсатади. Агар ўтказгич контурни ўнг қасдимизга тўрт бармоғимиз ундаги токнинг йўналишини кўрсатадиган қилиб олсак, унда бош бармоқ контур ичидаги магнит майдонининг куч чизиқлари йўналишини кўрсатадиган бўлади.

МАСАЛА ЕЧИШ НАМУНАЛАРИ

Ёпиқ тўғри бурчақли контур токли ўтказгичнинг текислигида ётибди. Ўтказгичдаги ток кучи ортади. Контурдаги индукцион токнинг йўналиши ва контурга таъсир этадиган Ампер кучини аниқланг.

Ечилиши

Масалани ечиш учун индукцион токнинг йўналишини аниқлаш алгоритмини Ленц қондаси бўйича қўлланамиз.

1. Ташқи майдондаги магнит индукциясининг \vec{B} йўналишини ўрнатамиз.

Токли ўтказгич ташқи майдонни юзага келтиради. Контур ичидаги магнит майдонининг чизиқлари рамканинг текислигига перпендикуляр ва бизга қарама-қарши йўналишда йўналган (расмга қаранг).

2. Рамкани кесиб ўтадиган магнит индукцияси оқимининг камайишини ёки ортишини аниқлаймиз.

Масаланинг берилиши бўйича ток кучи ортади, у оқимнинг ортишига олиб келади $\Delta\Phi > 0$.

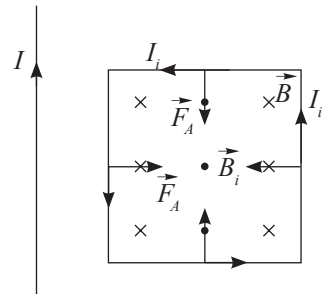
3. Ленц қондасига мос индукцион ток ҳосил қилган \vec{B}_i магнит индукцияси майдоннинг чизиқларининг йўналишини аниқлаймиз.

$\Delta\Phi > 0$, мос равишда, \vec{B}_i ташқи майдоннинг магнит индукцияси векторига қарама-қарши йўналади $\vec{B}_i \uparrow \downarrow \vec{B}$. \vec{B}_i векторини чизамиз, рамка текислигига перпендикуляр юқорига йўналган расмдаги ориентир нукта сифатида.

4. \vec{B}_i векторининг йўналиши бўйича парма қонидасидан фойдаланиб, I_i индукцион токнинг йўналишини аниқлаймиз.

Индукцион ток соат стрелкасига қарама-қарши йўналган.

Рамканинг томонларига таъсир этадиган Ампер кучининг йўналишини чап қўл қондаси билан аниқлаймиз. Ампер кучи ортиб келаётган магнит оқимини камайтиришга ҳаракат қилиб, рамкани сиқади.



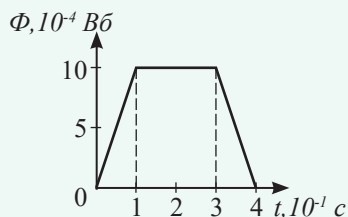
Назорат саволлари

1. Электромагнит индукция ҳодисасининг моҳияти нимада?
2. Қандай шарт пайтида ёпиқ ўтказгич контурида индукцион ток пайдо бўлади?
3. Магнит оқими нимани тавсифлайди?
4. Қандай майдонни уюрмали майдон дейилади?
5. Электромагнит индукция қонунининг моҳияти нимада?
6. Ленц қондаси бўйича нимани аниқлаймиз?

★ Машқ

30

1. Симдан ясалган ҳалқа индукцияси $B = 0,5$ Тл бир жинсли магнит майдонда текислиги шу майдон куч чизиқларига $\alpha = 30^\circ$ бурчакда жойлашган. Шу билан бирга ҳалқадан ўтадиган магнит оқими $\Phi = 24$ Вб. Ҳалқанинг радиусини аниқланг.
2. Ўрам сони $N = 400$ соленоиддаги индукция ЭЮК $\varepsilon_i = 100$ В бўлган вақтдаги магнит оқими тезлигининг ўзгаришини аниқланг.
3. Ғалтакни кесиб ўтадиган магнит оқими вақтнинг ўтишига қараб 245-расмдагидек ўзгаради. Ғалтакдаги индукция ЭЮК-нинг ўзгариш графигини чизинг. Агар ғалтакда 400 ўрам бўлса, индукция ЭЮК-нинг максимал қиймати қанча бўлади?



245-расм . 31-машқнинг
3-масаласига

32§. Электромагнит асбоблар

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- Электромагнит қурилмаларнинг (генератор, трансформатор, электромагнитик реле) ишлаш принципини тушунтири оласиз.
- электромагнит индукциянинг пайдо бўлиши, индукцион ток генератори, трансформаторлар ва электромагнит реле каби асбобларга асосланган.



1-топшириқ

Сўзларнинг маъносини тушунтиринг:

- бир неча кутбли;
- электромагнит генератор



Жавоби қандай?

Нега Фарадей генератори ўқ билан дискнинг орасида индукцияланади?

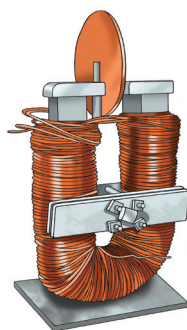
Магнит майдонида зарядланган зарраларга қандай куч таъсир этади?



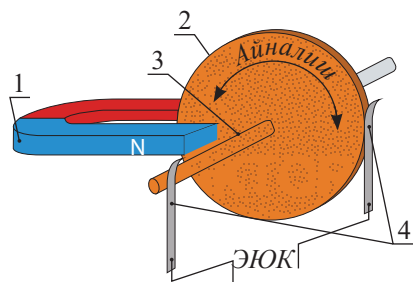
248-расм. 4ПТЭМ 55 Ўзгармас ток генератори

I Биринчи электромагнит генератор

Энг биринчи бир неча кутбли электромагнит генераторни 1831 йил Лондон Қироллик институтининг профессори М.Фарадей ясаган (246-расм). Генератор тақасимон шаклда электромагнитдан ва магнит кутбларнинг орасида айланадиган мис дискдан иборат. Ўқ билан диск айланганда уларнинг орасида ЭЮК пайдо бўлади. Фарадей генераторининг модели 247-расмда кўрсатилган.



246-расм. 1831 й. Фарадей генератори



247-расм. Фарадейнинг электромагнит генераторининг модели:
1. Магнит; 2. Айланадиган мис диск;
3. Диск ўқи; 4. Чёткалар

II Индукцион ток генератори

Замонавий энергетикада ўзгармас ва ўзгарувчан токнинг индукцион генератори қўлланилади (248, 249-расм).



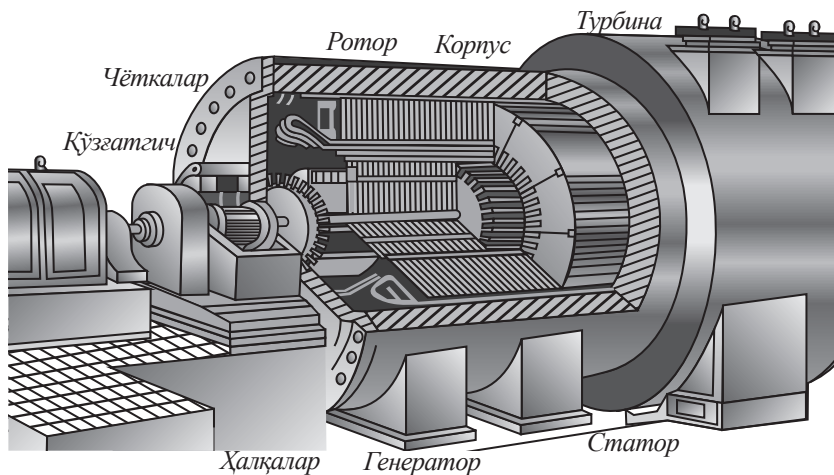
Жавоби қандай?

1. Саноат тармоқларида электромагнит ток қандай пайдо бўлади?
2. Турли қувватли қурилмалар нега бир тармоққа уланади?
3. Электр занжирларини автоматик бошқариш қандай амалга оширилади?
4. Электромагнит индукция ҳодисаси деганимиз нима?
5. Нега электромагнит бўладиган статордаги қуввати паст генераторда магнит майдони пайдо бўлади, ротор ўрама қисқичларига эса потенциаллар айирмаси берилади?

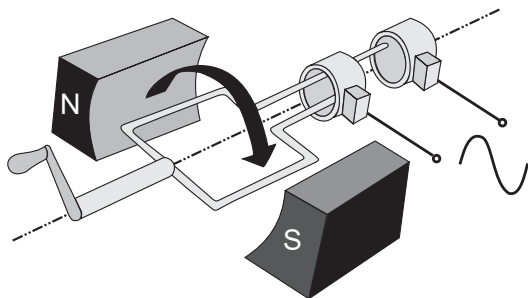


249-расм. Электростанциянинг машина зали.
Буг генератори.

Генератор ротор ва статордан иборат. Ишлаб чиқаришдаги генераторларда электромагнит бўлган ротор магнит майдонини ҳосил қилади, статорнинг ўрамларида ЭЮК пайдо бўлади (250-расм). Роторни кучланиш билан таъминлаш учун контакт халқалари ва чёткалардан фойдаланилади.



250-расм. Саноатда ўзгарувчан ток генераторларининг занжир диаграммаси



251-расм. Ўзгарувчан ток генераторининг модели

Жавоби қандай?

1. Нима сабабдан ўзгармас ток генераторларида ярми халқа, ўзгарувчан ток генераторларида халқа қўлланилади?
2. Ротор билан статор орасидаги ўрамлар нега бир-бирига боғланган рамаларда бўлади?
3. Саноатда ток частотасини ўзгартирмасдан, ротор тезлигини қандай ўзгартиришга бўлади?
4. Қандай қонун индукцион ток генератори кучининг асоси бўлиб топилади?

2-топшириқ

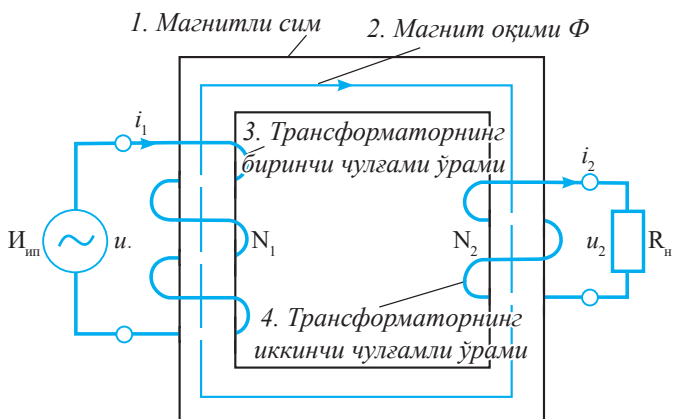
251-расмда генераторнинг кесими моделини қаранг. Генераторнинг асосий қисмларини атанг. Унинг ишлаш принципини тушунтиринг.

III Трансформатор

Трансформатор – ўтказгичдаги ўзгарувчан токни ўзгартирадиган қурилма (252-расм). У қуваттни йўқотмай кучланишни орттириш ёки камайтириш учун фойдаланилади. Электр станциялардаги куч трансформаторлари кучланиши 1150 кВ гача етадиган юқори электр энергиясини узоқ масофаларга етказиш учун қўлланилади. Истеъмол ўринларида кучланиш камаяди (253-расм).

Трансформатор магнитли сим (2) ва икки чулғамдан иборат: бирламчи (3) ва иккиламчи (4) (254-расм). Бирламчи чулғамга генератордан (1) электр энергияси берилади, иккиламчи чулғамга истеъмолчилар (5) уланади. Магнитли ўзакни электротехник пўлатдан ясалади. Магнит оқими трансформаторнинг чулғамларига кириб, иккиламчи чулғамда ЭЮК индукциясини туғдиради. Чулғамдаги магнит оқимининг ўзгариши фазада юради, $\Phi = BScos\omega t$, шунинг учун бирламчи ва иккиламчи чулғамлардаги ЭЮК индукциясининг нисбати чулғамлардаги ўрамлар сонининг нисбатига тенг:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{N_1}{N_2} \quad (1)$$

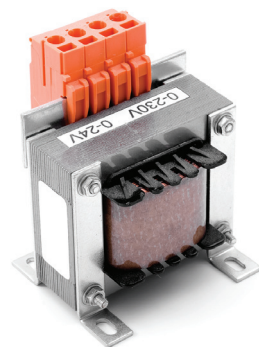


254-расм. Трансформаторнинг занжир диаграммаси

Агар бирламчи чулғамдаги ўрамлар сони иккинчисидан кўп бўлса, $N_1 > N_2$, ўндай трансформатор пасайтирувчи деб аталади. Трансформациялаш коэф-

фициенти $k = \frac{N_1}{N_2} > 1$. Агар $N_1 < N_2$ бўлса, трансфор-

матор кучайтирувчи деб аталади. Трансформациялаш коэффиценти $k > 1$. Трансформациялашнинг коэффиценти ўрамдаги ЭЮК индукциясининг нисбати каби (1) формула асосида аниқлашга бўлади. Агар



252-расм. Трансформатор



253-расм. Станция олдидаги куч трансформатори.



3-топшириқ

1. Чулғамдаги ток кучининг қуввати тенг $P_1 = P_2$ деб ҳисоблаб, бу тенгликнинг тўғрилигини исботланг:

$$k = \frac{I_2}{I_1}.$$

2. Джоуль-Ленц қонунини фойдаланиб,
 $Q = I^2 R t$
кучланиш юқори электр тармоқларида электр энергиясининг истеъмоли кучланиши паст электр тармоқларига қараганда оз бўлишини иботланг.

трансформаторларнинг чулғамларидаги йўқотишни ҳисобга олмасак, трансформациялаш коэффициенти трансформаторнинг кириши билан чиқишидаги кучланишларнинг нисбатига тенг:

$$k = \frac{N_1}{N_2} = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} = \frac{U_1}{U_2}. \quad (2)$$

Трансформаторларнинг фойдали иш коэффициенти 98%-га етади. Урамдаги токнинг қувват ўзгармайди деб ўйласак, трансформациялаш коэффициенти бундай нисбатга тенг:

$$k = \frac{I_1}{I_2}$$

I_1 – бирламчи чулғамдаги ток кучи,

I_2 – иккиламчи чулғамдаги ток кучи.

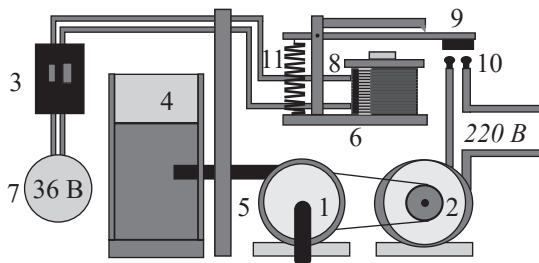
$$k = \frac{I_2}{I_1},$$

I_1 – бирламчи чулғамдаги ток кучи,

I_2 – иккиламчи чулғамдаги ток кучи.

IV Электромагнит реле

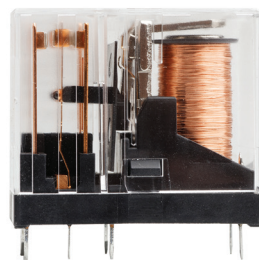
Электромагнит реле – катта қувватли занжирни бошқариш учун қўлланиладиган қурилма (255-расм). Реле электромагнит билан якордан иборат (256-расм). Токнинг электромагнит чулғамига (1) берилиши пайтида у якорни (2) тортади, кучли занжирнинг контактлари (3) уланади. 257-расмда бассейни сув билан таъминлаш (ўз ҳолатини тиклаш) занжир диаграммаси кўрсатилган.



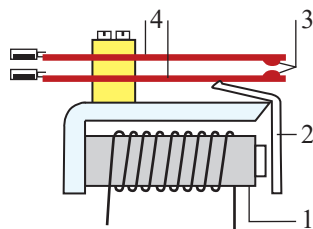
257-расм. Бассейни сув билан таъминлаш.

1 – насос, 2 – электр двигатель, 3 – сўндиргич, 4 – бассейн, 5 – бўлма, 6 – реле, 7 – ток манбаи, 8 – электромагнит, 9 – пўлат пластина, 10 – контакт, 11 – пружина

Саноатда ва электр энергиясини узатиш соҳаларида электромагнит реле кенг тарқалган. Юқори вольтли тармоқларнинг релели ҳимояланиши станцияларнинг офатсиз иш тартибини таъминлайди. Ҳозирги вақтда реленинг электромагнит тури кенг бошқариладиган системаларда, конвейер



255-расм. Электромагнит реле



256-расм. Электромагнит реленинг занжир чизмаси

Бу қизиқ!

Ҳозирги замонги ярим ўтказгич элементларидан қурилган элеваторнинг ҳар доим конвейер системаларни бошқариш системаси ишдан чиқиб қоларди. Унинг сабаби – конвейер лентаси билан доннинг ҳаракати вақтида пайдо бўлган статик ток. Бошқариш пулти бошқа хонага алмаштирилиб, унга реле қўшилган пайтда масала ечилди.

тармоқларида, юқори қувватли электр двигателларини аста-секин ишга тушириш учун конденсаторли қурилмаларда кенг фойдаланилди.

Бошқариш релеси турли турмуш техника турларида, масалан: совуткичлар, кир ювадиган машиналарда қўлланилади.

Назорат саволлари

1. Электромагнит индукция ҳодисасининг моҳияти нимада?
2. Индукцион ток генераторининг ишлаш принципини тушунтиринг.
3. Ўзгарувчан токнинг индукцион генераторининг ўзгармас ток индукцион генераторидан қандай фарқи бор?
4. Трансформатор нима учун керак?
5. Трансформаторнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
6. Электромагнит реле нимадан иборат? Унинг ишлаш принципи қандай?

★ Машқ

31

1. Агар бирламчи чулғамни ўзгармас ток манбаига уланса, нима бўлади?
2. Агар трансформаторнинг 3500 ўрами бор иккинчи чулғамидаги кучланиш 105 В бўлса, 1000 ўрами бор биринчи чулғамидаги кучланишни аниқланг.
3. Трансформаторнинг 840 ўрамли биринчи чулғамида кучланишни 220 В-дан 660 В-га орттирди. Трансформациялаш нисбати қандай? Иккинчи чулғамдаги ўрамлар сонини аниқланг.
4. Трансформатор истеъмол қиладиган қувват 90 В. Иккинчи чулғамдаги кучланиш 12 В, трансформаторнинг ФИК 75% бўлса, иккинчи чулғамдаги ток кучини аниқланг.

Ижодий топшириқлар

1. Маълумот тайёрланг(хоҳишига кўра):
 - Генераторнинг яратилиш тарихи
 - Трансформатор турлари ва уларнинг қўлланилиши.
2. Электромагнит релени юқори қувватли занжир билан бошқариш схемасини ўйлаб кўриб, схемасини чизиб кўрсатинг.

33§. Магнит-резонанс томографияси

Кутиладиган натижа

Бу параграфни ўзлаштирганда:

- магнит-резонанс томографиясининг моҳиятини тушунтира оласиз.



Жавоби қандай?

1. Нега флюорография ва рентгенга қараганда МРТ-ни қисқа вақт ичида бир неча марта ўтказишга бўлади?
2. Нега МРТ текширишнинг аниқлиги бошқа усулга қараганда юқори бўлади?



Эсда сақланг!

ЯМР спектроскопияси XX асрнинг 40-йилларининг ўртасида молекулаларнинг хоссаларини текширадиган усул сифатида пайдо бўлди. У 1950 йилларнинг ўртасига келиб органик бирикмаларни ўрганишнинг асосий усули бўлиб танилди. Кейинроқ ноорганик бирикмаларни текшириш учун кенг фойдаланилди.

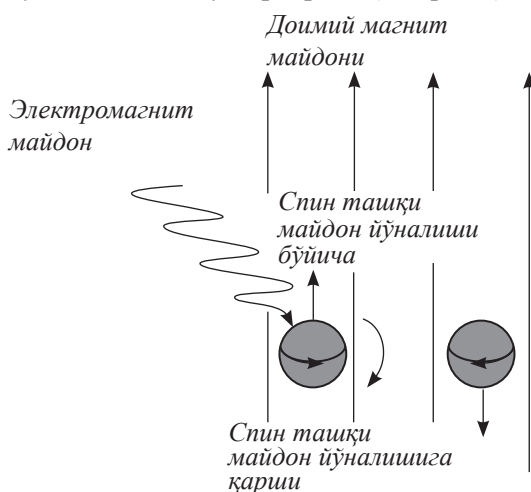


Тошпирик

ЯМР қурилмасининг чизмасига қараб, унинг ишлаш принципини тушунтиринг.

I Ядровий магнит резонанс (ЯМР)

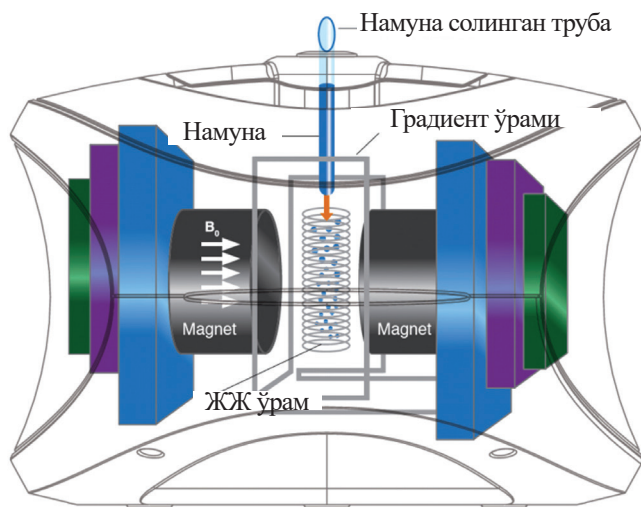
Протонлар мен нейтронлардан иборат ядроларнинг ўз магнит моменти бор, сабаби барча оддий зарралар квант назарияга мос спинга-магнит моментга эга. Агар ташқи магнит майдони йўқ бўлса, унда ядроларнинг магнит моменти нотекис йўналишда. Доимий магнит майдонидаги битта протондан иборат водород ядроси ўзининг фазовий йўналишини фақат икки йўналишдагина ўзгартиради (258-расм).



258-расм. Ташқи доимий магнит майдондаги протон спинининг айланиши

Бу икки ядро ҳолати энергия қиймати билан фаркланади, бу ҳолатда протон тўсатдан бир турдан иккинчи турга ўта олади. Кўчиш энергетик квантни чиқариш ёки ютиш орқали юради. Агар протоннинг магнит моменти ташқи майдонига қарама-қарши ёққа йўналган бўлса, унда унинг энергияси катта бўлади. Агар электромагнит майдоннинг қўшимча квант энергияси икки ҳолатда протон энергияси орасидаги фарққа тенг бўлса, юқори энергия билан кўчишга ўтиши мумкин бўлади. Қўшимча квант энергияни тарқатадиган майдон градиент частотаси деб аталади, у квантларнинг частотаси *резонанс частота* деб аталади.

Протон йўналишидаги ўзгаришлар нурландиган электромагнит майдоннинг квантларини резонанс тезлиги билан бирга юради. Бу ҳодиса *ЯМР* деб аталади. 259-расмда ЯМР қурилмасини ишга тушириш схемаси берилган.



259-расм. ЯМР қурилмаси

ЯМР физикада, химияда ва каттик моддалар билан мураккаб молекулаларнинг тузилишини текшириш учун биохимияда кенг қўлланилади. Медицинада ЯМР ёрдамида одамнинг ички органларининг тасвири олинади.

II Магнит-резонанс томография тарихи

Бруклин тиббиёт марказининг врачлари ва эксперименти Рэймонд Дамадианнинг айтиши бўйича, ядро магнит резонанснинг кўринишида хавфли ўсимталарнинг соғлом тўқималардан фарқ қилади, сабаби ўсимталарда сув кўп. Сув кўп бўлса, водород атомлари ҳам кўп. Магнит-резонанс томографияси қурилмасини ўчиргандан кейин, хавфли ўсимталаридаги радио тўлқинларнинг қолдиқ тебранишлари соғ танага қараганда узокроқ юради. Уни врач-аспирантлар Майкл Голдсмит ва Ларри Минковпен бирга биринчи МРТ қурилмасини тайёрлашган. 1977 йил беш соат ичида биринчи бўлиб одам танасини сканерлаш амалга оширилди, 1978 йил биринчи марта сут безларида хавфли ўсимтаси бор касални сканери олинди. МРТ аппарати тез ривожланди. 1980 йил олим Эдельштейн ва унинг ҳамкорлари одам танасининг тасвирини кўрсатган, улар 5 минутда туширишга муваффақ бўлган. 1986 йил кўрсатиш узоклиги, тасвир сифатини ўзгартирмасдан, 5 секундга қисқартирилди. 1988 йил Думоулин МРТ-ангиография усулини ривожлантириб, контраст агентларидан фойдаланмасдан, қон айланишининг кўринишини олди. 1989



Эсда сақланг!

Водороднинг ЯМР-билан текшириш вақтидаги ҳолат-намунанинг электромагнит тўлқинлар билан нурланиш частотаси:

$$\nu = \frac{E_2 - E_1}{h},$$

E_1 – ядронинг кичик энергияли ҳолати,

E_2 – ядронинг катта энергияли ҳолати.



Жавоби қандай?

Нега турли ядроларнинг ЯМР-спектрлари фарқланади?



Жавоби қандай?

Нега турли ядроларнинг ЯМР-спектрлари бир-биридан бошқача бўлади?

йил планарли томография усули тавсия қилинди, у миянинг қўзғалиши ва ўйлаш функциясига жавоб берадиган қисмларини кўриш учун ишлатилади.

III МРТ ишлаш принципи, МРТ диагностик усули сифати афзалликлари

Магнитт-резонанс томографияси – ядровий магнит резонанс принципи қўлланиладиган одам танасининг тўқималари билан органлари тасвирланадиган медицина диагностик усул. МРТ одам аъзосининг ҳар қандай қисмининг нотўғри тасвирини ҳар қандай бурчакка ва йўналишда бера олади. МРТ электромагнит майдон орқали одам аъзолари ва тўқималарининг тасвирини олишга мумкин бўлади. Протонлар тана тўқималарини магнит хоссаларининг асосий элементи бўлади. МРТ одам аъзосида доимий магнитланган ҳолда шаклланади. Одам танаси доимий магнит майдонида бўлган вақтда, танани радио тўлқинлар қўзғайди, бу протонларнинг доимий йўналишини ўзгартиради. Радио тўлқинларнинг етказишини тўхтатгандан кейин, МРТ аъзодаги электромагнит нурланишни аниқлайди. Олинган сигнал компьютерда ахборотни ишлов бериш орқали тананинг ички расмини яшаш учун қўлланилади. 260 ва 261-расмларда МРТ компютерида олинган расмлар кўрсатилган.

МРТ тасвири фотографик эмас, бу – одам аъзоси чиқарадиган радио сигналларни компьютерлаштирилган тасвири. МРТ имкониятлари бўйича компьютерли томографиядан ошади, сабаби компьютерли томографиядагидай ионловчи нурланиш қўлланилмайди. Унинг ишлаш принципи зиёнсиз электромагнит тўлқинларни қўллашга асосланган.

Ҳозирги вақтда МРТ медицинанинг хусусий соҳасига айланди. Бу ҳолда ташхисни тасаввур қилиш қийин бўлди. МРТ – хавфсиз тадқиқот усули. У оғир касалликлар ва патологияларни ривожланишининг дастлабки босқичларида аниқланади.



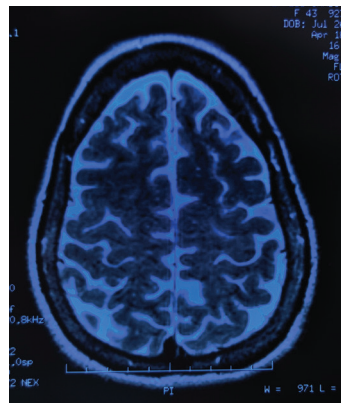
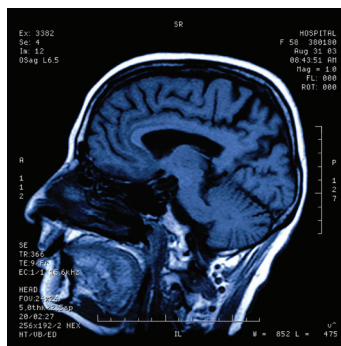
Эсда сақланг!

Магнит-резонанс томографияси – ядровий магнитли резонансни фойдаланиб, одамнинг ички органлари ва тўқималарини текшириш усули. Бу усул юқори кучланишдаги доимий магнит майдонининг кучайган градиенти электромагнит майдонга атом ядроларнинг электромагнит текширишнинг жавобига асосланган.

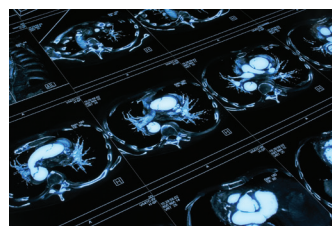


1-топшириқ

Дарслиқдаги текст ва интернет тармоғидаги маълумотлардан фойдаланиб, ЯМР ва текшириш ҳамда МРТ қурилмасининг пайдо бўлиш хронологиясини қуриш.

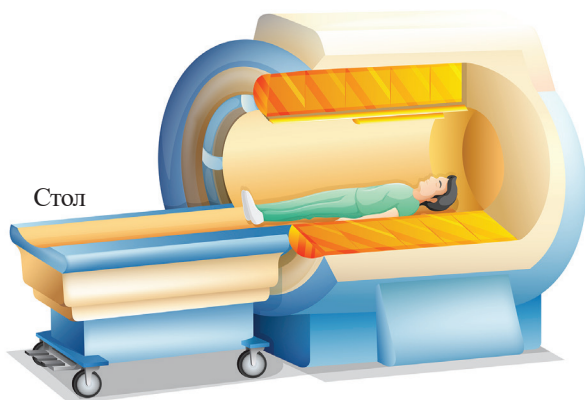


260-расм. МРТ компютерининг экранида миянинг сурати



261-расм. МРТ технологиясидан фойдаланиб, юракнинг ишини кузатиш

Ундай касалликларга ўсимталарнинг пайдо бўлиши, томир касалликлари, юракнинг, миянинг функциялари, ички органлар, умуртқаларнинг ўзгариши, орқа мия касаллиги, остеохондроз, синиқлар, бошқа жароҳатлар, яллиғланиш ва юкумли процесслар киради. Шу билан бирга томография аъзолар ва тўқималарнинг тузилишини аниқлашга имкон беради, мия, ошқозон суюқлиги, қоннинг тезлигини ўлчайди, тўқималарлаги диффузия даражасини баҳолайди. Кортексиянинг шу қисмига жавоб берадиган аъзоларнинг ишлаш вақтида мия қобиғининг активлигини аниқлаш. Функционал МРТ 90-йилларнинг бошидан бошлаб мия процессларини визуализациялаш соҳасида муҳим роль ўйнади.



262-расм. Томограф қурилмаси

IV Магнит майдонининг қуввати ва суратнинг сифатига таъсир этадиган факторлар

Энг биринчи томографистларнинг магнит майдонининг индукцияси 0,005 Тл бўлди, бироқ ундаги суратларнинг сифати паст бўлди. Ҳозирги замондагитомографистларнинг магнит майдонининг манбаси кучли. Шундай манбалар сифатида электромагнитлар фойдаланилади. Улар ҳосил қиладиган майдоннинг магнит индукцияси 0,7 Тл-дан 3 Тл-гача етади. Доимий магнит майдонларининг магнит индукцияси 0,7 Тл-гача етади. МРТ ускуналарида магнит индукцияси 1 Тл-дан паст бўлса, кичик ёнбош ва ички органларнинг томографиясини олиш мумкин эмас, чунки уларнинг қуввати жуда заиф. Кучланганлиги 1 Тл-дан паст майдонни МРТ аппаратларида оддий сифатда суратга олиб, фақат бош, орқа мия



2-топшириқ

262-расмдаги томограф ва 259-расмдаги ЯМР қурилмасини солиштиринг. Уларнинг фарқлари билан ўхшашлиги қандай?



Эсда сақланг!

Клиник тажрибада қувватига қараб аппаратлар учун қуйидаги градациялар қўлланилади:

Паст майдон: 0,1 Тл-дан 0,5 Тл-гача;

ўрта майдон: 0,5 Тл-дан 0,9 Тл-гача;

юқори майдон: 1 Тл ва ундан юқори;

ўта юқори майдон: 3,0 Тл ва 7,0 Тл.



Бу қизиқ!

Жониворларга МРТ ўтказиш одамларга қараганда анча қиммат. Бу жониворлар учун умумий анестезия билан боғлиқ (263-расм). Одамни текшириш 15 минут вақтни олса, жониворларда 40–60 минутни олади. МР томограммаларда текширадиган жониворлар томографлари билан врачларнинг сони кам.



263-расм. Арслонни томографиядан ўтказиши

ва суякларни текшириш ишларини олиб боришга бўлади. Бироқ доимий магнитлар МРТ-нинг туннелли (ёпиқ) турини яшашга нафақат йўл бериб қолмай, бундан ташқари очик турини яшашга имкон беради. Очик томография ҳаракатдаги ва тик турган касални текширишга ва текшириш вақтида врачларнинг касал билан алоқа қилишга имкон беради. Касални вертикаль ҳолатда ва ўтирган пайтида текширишга имкон берадиган янги қурилмалар пайдо бўлди.

МРТ сифати фақат майдоннинг кучланганлигига боғлиқ эмас, бундан ташқари градиент ғалтагини танлашга, контрастдан фойдаланишга, текшириш параметрларига, олинган суратни баҳолайдиган ва патологиянинг бор йўғини аниқлайдиган мутахассиснинг тажрибасига боғлиқ. Вена томири орқали контраст препаратни (гадолиний) киритиш МРТ текширишларида тез-тез қўлланилади. Ҳозирги вақтда МРТ қурилмаларида 0,1 Тл-дан 3,0 Тл-гача етадиган майдон қуввати фойдаланилади.

Даволаш ва ташхис қўйиш учун диагностика вақтида яхши кўриниш жуда муҳимдир. Магнит-резонанс томографияси шу талабга мос бўлганидан, медицинада жуда зарур ва самарали бўлади.

Назорат саволлари:

1. ЯМР ҳодисасининг моҳияти нимада?
2. Томографнинг ишлаш принципини тушунтиринг.
3. МРТ сифатига магнит индукциясидан бошқа қандай параметрлар таъсир этади?

Ижодий топшириқлар

Қуйидаги мавзуларга маълумот тайёрланг (хоҳишига кўра).

- 1) Функционал МРТ;
- 2) Томографларнинг замонавий моделлари;
- 3) ЯМР кашф этилиш тарихи;
- 4) Диагностика усули сифатида МРТ афзалликлари ва камчиликлари.

14-бобнинг хулосаси

Магнит оқими	Электромагнит индукция қонуни	Ғалтакнинг магнит майдони
$\Phi = BS \cos \alpha$ α – \vec{B} ва \vec{n} векторлари орасидаги бурчак	Контурнинг ЭЮК: $\varepsilon_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ $\varepsilon_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	Индуктивлик: $L = \mu \cdot \mu_0 n^2 l S$ Энергия: $W_{\text{м.м.}} = \frac{LI^2}{2}$
$\Phi = LI$	Ўтказгичнинг ЭЮК: $\varepsilon_i = Bvl \sin \alpha$	Энергиянинг зичлиги: $\omega_{\text{м.м.}} = \frac{W_{\text{м.м.}}}{V}$
	Ўз индукция ЭЮК: $\varepsilon_{\text{IS}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$	$\omega_{\text{м.м.}} = \frac{B^2}{\mu \cdot \mu_0}$

Қонунлар ва қоидалар

Электромагнит индукция қонуни

Ўзгарувчан магнитмайдонидан пайдо бўлган уюрмали майдон индукциясининг ЭЮК контур билан чегараланган юзадан ўтадиган магнит оқимининг бирлик вақтга нисбатига тенг.

Максвелл гипотезаси – ўзгарувчан магнит майдони фазода ўзгарувчан электр майдонини юзага келтиради, унинг кучланганлик чизиқлари магнит майдонининг магнит индукцияси чизиқларини камраб олади.

Ленц қоидаси – индукцион токнинг магнит майдони магнит куюнининг ўзгаришига қарши таъсир этадиган, шу токни юзага келтирадиган йўналиши бўлади.

Глоссарий

Индуктивлик – ўрамнинг индуктив хусусиятини тавсифлайдиган физик катталиқ.

Магнит оқими – магнит майдонида кирган ёпиқ контурни кесиб ўтадиган магнит индукциясининг чизиқлари сони.

Магнит оқими – контурнинг соҳасига кирадиган магнит майдони индукциясининг ва магнит индукция вектори билан рамкадан нормаль соҳагача бурчакнинг косинусига тенг физик катталиқ.

Магнит-резонанс томографияси – ядровий магнит резонансининг физик ҳодисасидан фойдаланиб, одамнинг ички аъзоларини ва тўқималарини текшириш усули. Бу усул атом ядроларининг электромагнит реакциясини ўлчашга асосланган, юқори магнит майдонининг интенсив градиенти электромагнит майдон ҳаракатланади.

Магнит майдонининг ҳажмий зичлиги – магнит майдонининг энергетик тавсифи, магнит босим.

Ўзиндукция – электр занжиридаги ток оқими ўзгарганда ЭЮК индукцияси пайдо бўлиши.

Фуко тоқлари – массив бутун ўтказгичлардаги индукцион тоқлар.

Электр генератори – механик ўзгарувчан энергияни электр энергиясига айлантирадиган машина.

Электромагнит индукция ҳодисаси – магнит оқими ўзгарган вақтда унда ёпиқ ўтказгич контурдан ўтадиган магнит оқими индукцион токнинг пайдо бўлиши.

ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИ ВА ЖАДВАЛЛАР

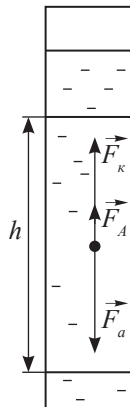
- Лаборатория ишларида уларни олиб бориш мақсади, керакли асбоб-ускуналар кўрсатилган, иш боришида расмлар билан жадваллар билан ва ҳисоблаш формулари билан берилган.

1-қўшимча. Лаборатория ишлари

№1 лаборатория иши Ёпишқоқлиги турли суюқликларда шарнинг ҳаракатини текшириш

Ишнинг мақсади: ёпишқоқ суюқликдаги шарнинг ҳаракат тезлиги билан суюқлик ёпишқоқлигининг боғлиқлигини (нисбатини) текшириш, глицериннинг ёпишқоқлигини аниқлаш.

Керакли асбоблар: баландлиги 25 см, белги қўйилган 3 дона синов, юқори белги синов доирасидан 5–8 см пастда бўлиши керак (*1-расм*), синов қўядиган таглик, мотор мойи, глицерин, ўсимлик мойи қўйилган идишлар, $d = 1$ мм пўлат шарлар (15 дона) секундомер, салфетка.



1-расм.

Қисқача назария:

Ёпишқоқ муҳитда тушаётган шарга учта куч таъсир этади: оғирлик кучи, Архимед кучи, қаршилик кучи. v тезлик ўзгармас бўлганда: $\vec{F}_a + \vec{F}_A + \vec{F}_k = 0$. Кучларнинг йўналишини ҳисоб олиб, $F_a = F_A + F_k$.

Бу кучларнинг формуласини қўйсақ:

$$F_{ог} = mg = \rho_T \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot g; \quad F_A = \rho_{ж} \cdot \frac{4}{3} \pi R^3 \cdot g; \quad F_k = 6\pi\eta Rv$$

Шу тенгламаларни боғлаб, тезликни топамиз:

$$v = \frac{2(\rho_T - \rho_{ж}) \cdot g \cdot R^2}{9\eta} \quad (1)$$

Бунда ρ_T – шар зичлиги, $\rho_{ж}$ – суюқликнинг зичлиги, R – шарнинг радиуси, v – шарнинг тезлиги, η – суюқликнинг ёпишқоқлиги.

Формуладан ўзгартирсак, (1)

$$\eta = \frac{2(\rho_T - \rho_{ж}) \cdot g \cdot R^2}{9v} \quad (2).$$

Ишнинг бажариш тартиби

1-топширик. Шар тезлигининг суюқлик ёпишқоқлигига боғлиқлигини текшириш.

1. Найга суюқликларни қуйинг. Суюқликнинг қовушқоқлигига қараб унинг ёпишқоқлигини баҳоланг. Суюқликларни жадвалга ёпишқоқлигини ортишига қараб ёзинг.

Суюқлик номи	Тажриба №	Вақт t , с	Тушиш баландлиги h , м	Тезлик v , м/с	Ёпишқоқлиги η , МПа · с	Ўртача тезлик $v_{урт}$, м/с
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

Суюқлик номи	Тажриба №	Вақт t, c	Тушиш баландлиги h, m	Тезлик $v, m/c$	Ёпишқоқлиги $\eta, MPa \cdot c$	Ўртача тезлик $v_{урт}, m/c$
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					

- Диаметри 1 мм шарни синовда икки белги ораси билан ҳаракатланган вақтини ўлчанг.
- Икки белги орасидаги масофани h ўлчанг, ҳар тажрибада ҳаракат тезлигини $v = h/t$ формуласи бўйича ҳисобланг.
- Ҳар бир суюқликдаги шарнинг ўртача ҳаракат тезлигини аниқланг, олинган натижани жадвалга ёзинг.
- Олинган натижани суюқликнинг ёпишқоқлиги тўғрисида башорат билан ва (1) формула билан солиштириб хулосаланг.

2-топшириқ. Глицериннинг ёпишқоқлигини аниқлаш

- Жадвалдаги берилганлар бўйича ва (2) формулани қўллаб, ҳар бир тажриба учун глицериннинг ёпишқоқлигини ҳисобланг.
- Глицерин ёпишқоқлигининг ўртача қийматини аниқланг.
- Ўлчовларнинг абсолют ва нисбий хатоликларни ҳисобланг.
- Ўзингиз олган қиймат хатолигини ҳисобга олиб ёзинг.
- Ўзингиз олган қийматни глицериннинг жадвалдаги қиймати билан солиштиринг.

Назорат саволлари:

- Молекуляр-кинетик назария нуқтаи назаридан суюқликнинг ички ишқаланиш механизми қандай?
- Суюқликнинг ёпишқоқлигининг температурага боғлиқлиги қандай, бу боғлиқлик қандай тушунтирилади?
- Нега шарнинг тушиш вақти суюқлик бетидан эмас, белги қўйилган жойдан бошлаб ўлчанади?

№2 лаборатория иши.

Электролитларда электр токининг пайдо бўлиш шартларин текшириш

Ишнинг мақсади: қандай моддаларнинг эритмалари ўтказгич бўла олишини аниқлаш, токнинг химиявий таъсирини пайқаш.

Асбоблар: ток манбаи, амперметр, лампа, мис ва цинк электроди бор кювета (идиш), калит, ўтказгичлар, дистилляция усули билан тозаланган, қанд қўшилган сув, туз қўшилган сувли стаканлар, шиша таёқча.

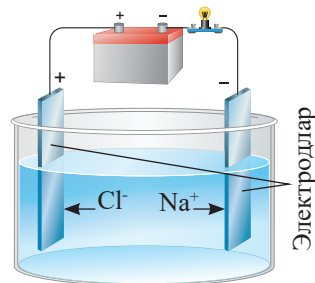
Қисқача назария:

Сувнинг қўп моддаларнинг эритувчанлиги сувнинг молекулаларига, тузилишига боғлиқ. Мусбат ва манфий зарядлари бир-бирига нисбатан ҳаракатда бўлади, сув молекуласи диполь бўлади. Суюқликлар бошқа моддалар каби ўтказгич ҳам, ярим ўтказгич ҳам, диэлектрик ҳам бўла олади.

Суюқ ўтказгичларни Майкл Фарадей *электролитлар* деб, турли кутблари бор ток манбаи билан уланган электродни *катод* ва *анод* деб атаган.

Ишни бажариш тартиби:

1. Қурилмани йиғиш (2-расм).
2. Электродларни турли суюқлик қуйилган стаканга солиб, уларнинг қайсиси ўтказгич бўлишини аниқланг.
3. Кузатиш ҳодисани жадвалга тушинг.
4. Олдиндан курғотиб, электродларни курғоқ тузга солинг.



1-расм

№	Моддалар	Занжирдаги токнинг бўлиши	Токининг химиявий таъсирини кузатиш
1	Тоза сув H_2O		
2	Қанд эритмаси		
3	Ош тузининг эритмаси $NaCl$		
4	Тузли сув		

5. Сўроқларга жавоб беринг
 - Нима учун тоза сув, қанд эритмаси ва курғоқ туз ўтказгич бўла олмайди?
 - Нима сабабдан туз эритмаси ток ўтказиши?
 - Молекуланинг мусбат ва манфий ионга ажралиши қандай аталади?
 - Электролит деганимиз нима?
 - Агар эритмага катод ва анодни солсак, унда ионлар қандай ҳаракатланади?
 - Зарядланган зарраларнинг йўналган ҳаракати деганда нимани тушунамиз?

Хулоса:

- Токининг пайдо бўлиш шартлари тўғрисида;
- Тузли эритмадаги токнинг ташқи таъсирини кузатиш тўғрисида;
- Электролитлардаги ток ташувчиларни аташ.

2-қўшимча. Физик катталиклар жадвали

1-жадвал. Физик доимийлар

Физик доимий	Белгиланиши	Доимийнинг қиймати
Вакуумда ёруғлик тезлиги	c	$\approx 3 \cdot 10^8$ м/с
Элементар заряд (электрон заряди)	e	$-1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл
Электроннинг тинчликдаги массаси	m_e	$9,1 \cdot 10^{-31}$ кг
Протоннинг тинчликдаги массаси	m_p	$1,67 \cdot 10^{-27}$ кг
Больцман доимийси	k	$1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Универсал газ доимийси	R	8,31 Дж/(моль·К)
Гравитацион доимий	G	$6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м ² /кг
Планк доимийси	h	$6,63 \cdot 10^{-34}$ Дж/с
Фарадей доимийси	F	9 648 4,56 Кл/моль
Идеал газнинг нормаль шароитдаги моляр ҳажми ($t = 0^\circ\text{C}$, $p = 101,325$ кПа)	V_m	$2,24 \cdot 10^{-2}$ м ³ /моль
Авогадро доимийси	N_A	$6,02 \cdot 10^{23}$ моль ⁻¹
Абсолют ноль температура	T_0	0 К = $-273,15$ °С
Нормаль атмосфера босими	$P_{\text{атм н}}$	101325 Па
Ҳавонинг нормаль шароитдаги зичлиги	ρ	1,293 кг/м ³

2-жадвал. Моддаларнинг зичлиги

Модда	Зичлик $\left(\frac{\text{Г}}{\text{см}^3}, \text{ ёки } \rho \cdot 10^3 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \right)$	Модда	Зичлик $\left(\frac{\text{Г}}{\text{см}^3}, \text{ ёки } \rho \cdot 10^3 \frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \right)$
Алюминий	2,7	Никель	8,9
Бронза	8,7 – 8,9	Қалай	7,3
Вольфрам	19,34	Платина	21,6
Темир, пўлат	7,8	Қўрғошин	11,4
Олтин	19,3	Кумуш	10,5
Латунь	8,7	Титан	4,5
Мис	8,9	Цинк	7,18

3-жадвал. Моддаларнинг солиштирма иссиқлик сизими

Модда	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Модда	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Алюминий	920	Қум	880
Сув	4200	Платина	140
Ҳаво	1000	Симоб	130
Темир	460	Қўрғошин	140
Керосин	2100	Кумуш	250
Ғишт	880	Спирт	2500

Модда	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$	Модда	$c, \frac{\text{Дж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$
Лагунь	380	Пўлат	500
Муз	2100	Шиша	840
Мис	380	Цинк	380
Никель	460	Чўян	540
Қалай	250	Эфир	3340

4-жадвал. Солиштирма эриш иссиқлиги, эриш температураси

Модда	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Модда	$t, ^\circ\text{C}$	$\lambda, 10^4 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Алюминий	658	39	Қалай	232	5,9
Темир	1539	27	Платина	1774	11
Олти	1063	6,7	Симоб	-39	1,0
Муз	0	34	Қўрғошин	327	2,5
Мис	1083	21	Кумуш	960	10
Нафталин	80	15	Цинк	420	12

5-жадвал. Солиштирма буғланиш иссиқлиги ва моддаларнинг нормаль атмосфера босимида қайнаш температураси

Модда	$t, ^\circ\text{C}$	$r, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Модда	$t, ^\circ\text{C}$	$r, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Сув	100	2,3	Спирт	78	0,9
Симоб	357	0,3	Эфир	35	0,4

6-жадвал. Ёқилгининг солиштирма ёниш иссиқлиги

Модда	$q, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$	Модда	$q, 10^6 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}}$
Бензин	46	Тошкўмир	30
Қўнғир кўмир	17	Керосин	46
Водород	120	Нефть	44
Дизель	42,7	Ўқ-дори	3,8
Ёғоч* (қайиң)	13	Табийий газ	44
Ёғоч* (қарағай)	13	Спирт	27
Ёғоч кўмир	34	Торф	14

7-жадвал. Тўйинган буғларнинг босими ва зичлигининг температурга боғлиқлиги

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
0	0,61	4,84	20	2,34	17,32	40	7,38	51,2
1	0,66	5,18	21	2,49	18,14	41	7,78	53,8
2	0,71	5,54	22	2,64	19,22	42	8,21	56,5
3	0,76	5,92	23	2,81	20,35	43	8,65	59,4
4	0,81	6,33	24	2,99	21,54	44	9,11	62,3

$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$p, \text{кПа}$	$\rho, \text{г/м}^3$
5	0,87	6,76	25	3,17	22,80	45	9,59	65,4
6	0,94	7,22	26	3,36	24,11	46	10,10	68,6
7	1,0	7,70	27	3,57	25,49	47	10,62	72,0
8	1,07	8,21	28	3,78	26,93	48	11,17	75,5
9	1,15	8,76	29	4,01	28,45	49	11,75	79,1
10	1,23	9,33	30	4,25	30,04	50	12,34	82,8
11	1,31	9,93	31	4,50	31,70	55	15,75	104,0
12	1,40	10,57	32	4,71	33,45	60	19,93	129,5
13	1,50	11,25	33	5,03	35,27	65	25,02	160,1
14	1,60	11,96	34	5,27	37,18	70	31,18	196,4
15	1,71	12,71	35	5,63	39,18	75	38,56	239,3
16	1,82	13,50	36	5,95	41,30	80	47,37	289,7
17	1,94	14,34	37	6,28	43,50	85	57,82	348,7
18	2,06	15,22	38	6,63	45,80	90	70,12	417,3
19	2,20	16,14	39	6,99	48,20	100	101,32	588,5

8-жадвал. Критик температура

Модда	Критик температура $t, ^\circ\text{C}$	Модда	Критик температура $t, ^\circ\text{C}$
Симоб	1700	Углерод гази	31
Сув	374	Кисрод	-118
Этил спирти	243	Азот	-146
Эфир	197	Водород	-240
Хлор	146	Гелий	-263

9-жадвал. Психрометрик жадвал

Қурғоқ термометрнинг кўрсаткичи $t, ^\circ\text{C}$	Қурғоқ ва нам термометр кўрсаткичларининг айирмаси, $^\circ\text{C}$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Нисбий намлик, %									
1	91	80	67	53	36	18				
2	90	81	69	56	41	24	4			
3	90	79	72	59	45	29	11			
4	91	81	69	62	49	34	17			

Қурғоқ термометрнинг кўрсаткичи t, °C	Қурғоқ ва нам термометр кўрсаткичларининг айирмасы, °C									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Нисбий намлик, %									
5	92	82	71	59	52	39	23	5		
6	92	83	73	62	49	43	28	12		
7	93	84	75	64	52	38	33	18	1	
8	93	86	77	67	55	42	28	24	8	
9	94	86	78	69	58	46	33	17	14	
10	94	87	80	71	61	50	37	23	7	
11	94	88	81	73	64	53	41	28	13	
12	95	89	82	75	66	56	45	33	19	4
13	95	90	83	76	68	59	49	38	25	10
14	95	90	84	78	70	62	52	42	30	16
15	96	91	85	79	72	64	55	45	34	22
16	96	91	86	80	74	67	58	49	39	27
17	96	92	87	82	76	69	61	52	43	32
18	96	92	88	83	77	71	63	55	46	36
19	97	93	89	84	79	73	66	58	50	40
20	97	93	89	85	80	74	68	61	53	44
21	97	94	90	86	81	76	70	63	56	48
22	97	94	91	87	82	77	72	66	59	51
23	97	94	91	87	83	79	73	68	61	54
24	98	95	92	88	84	80	75	70	64	57
25	98	95	92	89	85	81	77	71	66	59
26	98	95	93	90	86	82	78	73	68	62
27	98	96	93	90	87	83	79	75	70	64
28	98	96	93	91	88	84	80	76	72	66
29	98	96	94	91	88	85	82	78	73	68
30	98	96	94	92	89	86	83	79	75	70
31	98	97	94	92	90	87	84	80	76	72
32	98	97	95	93	90	88	85	81	78	74
33	99	97	95	93	91	88	85	82	79	75
34	99	97	95	93	91	89	86	83	80	77
35	99	97	96	94	92	90	87	84	81	78
36	99	97	96	94	92	90	88	85	82	79
37	99	98	96	94	93	91	88	86	83	80
38	99	98	96	95	93	91	89	87	84	81
39	99	98	96	95	93	92	90	88	85	83
40	99	98	97	95	94	92	90	88	86	83

10-жадвал. 20°C температурадаги суюқларнинг сирт таранглик коэффициенти

Модда	$\sigma, \frac{\text{мН}}{\text{м}}$	Модда	$\sigma, \frac{\text{мН}}{\text{м}}$
Сув	73	Сут	46
Бензин	21	Нефть	26
Глицерин	59	Симоб	487
Керосин	24	Спирт	22
Совун эритмаси	40	Сирка кислотаси	28

11-жадвал. Қаттиқ жисмларнинг механик хоссалари

Модда	Чўзилишнинг мустақкамлик чегараси $\sigma_{\text{бш}}, \text{МПа}$	Эластиклик модули $E, \text{ГПа}$	Модда	Чўзилишнинг мустақкамлик чегараси $\sigma_{\text{бш}}, \text{МПа}$	Эластиклик модули $E, \text{ГПа}$
Алюминий	100	70	Мрамор	140	70
Бетон	48	20	Қалай	20	50
Вольфрам	3000	415	Қўрғошин	15	16
Гранит	150	49	Кумуш	140	80
Олтин	140	79	Пўлат	500	200
Ғишт	17	3	Шиша	90	50
Муз	1	10	Фарфор	650	150
Мис	400	120	Цинк	150	80

12-жадвал. Мугитнинг диэлектрик синдирувчанлиги

Модда	Диэлектрик синдирувчанлик	Модда	Диэлектрик синдирувчанлик
Сув	81	Парафин	2,1
Керосин	2,1	Слюда	6
Май	2,5	Шиша	7

13-жадвал. Металлар ва қотишмаларнинг солиштирма қаришлиги

Модда	$\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$	Модда	$\rho, \text{Ом} \cdot \text{м}$
Алюминий	$2,7 \cdot 10^{-8}$	Нихром	$1,05 \cdot 10^{-6}$
Вольфрам	$5,3 \cdot 10^{-8}$	Қалай	$1,13 \cdot 10^{-7}$
Темир	$9,9 \cdot 10^{-8}$	Осмий	$9,5 \cdot 10^{-8}$
Олтин	$2,2 \cdot 10^{-8}$	Платина	$1,05 \cdot 10^{-7}$
Константан	$4,7 \cdot 10^{-8}$	Симоб	$9,54 \cdot 10^{-7}$
Латунъ	$6,3 \cdot 10^{-8}$	Қўрғошин	$2,07 \cdot 10^{-7}$
Магнанин	$3,9 \cdot 10^{-8}$	Кумуш	$1,58 \cdot 10^{-8}$
Мис	$1,68 \cdot 10^{-8}$	Фехраль	$1,1 \cdot 10^{-6}$

Модда	$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$	Модда	$\rho, \text{ Ом} \cdot \text{ м}$
Никелин	$4,2 \cdot 10^{-8}$	Цинк	$5,95 \cdot 10^{-8}$
Никель	$7,3 \cdot 10^{-8}$	Чўян	$5 \cdot 10^{-7}$

14-жадвал. Қаршиликнинг температура коэффициентлари

Модда	$\alpha, \text{ К}^{-1}$	Модда	$\alpha, \text{ К}^{-1}$
Вольфрам	$5 \cdot 10^{-3}$	Никелин	10^{-4}
Константан	$5 \cdot 10^{-6}$	Нихром	$2 \cdot 10^{-4}$
Магнанин	$8 \cdot 10^{-5}$	Фехраль	$2 \cdot 10^{-4}$

15-жадвал. Электрхимиявий эквивалент

Модда	$k, \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$	Модда	$k, \frac{\text{кг}}{\text{Кл}}$
Алюминий	$9,32 \cdot 10^{-8}$	Нарий	$2,38 \cdot 10^{-7}$
Водород	$1,04 \cdot 10^{-8}$	Никель (икки валентли)	$3,04 \cdot 10^{-7}$
Олтин	$6,81 \cdot 10^{-7}$	Никель (уч валентли)	$2,03 \cdot 10^{-7}$
Калий	$4,05 \cdot 10^{-7}$	Симоб	$2,07 \cdot 10^{-6}$
Кальций	$2,08 \cdot 10^{-7}$	Қўрғошин	$1,07 \cdot 10^{-6}$
Кислород	$8,29 \cdot 10^{-8}$	Кумуш	$1,12 \cdot 10^{-8}$
Магний	$1,26 \cdot 10^{-7}$	Хлор	$3,67 \cdot 10^{-7}$
Мис	$3,29 \cdot 10^{-7}$	Цинк	$3,39 \cdot 10^{-7}$

16-жадвал. Парамагнетиклар ва диамагнетикларнинг магнит синдирувчанлиги

Парамагнетик моддалар	μ	Диамагнетик моддалар	μ
Азот (газ ҳолатда)	1,000013	Водород (газ ҳолатда)	0,999937
Ҳаво (газ ҳолатда)	1,000038	Сув	0,999991
Кислород (газ ҳолатда)	1,000017	Шиша	0,999987
Кислород (суюқ)	1,0034	Цинк	0,999991
Эбонит	1,000014	Кумуш	0,999981
Алюминий	1,000023	Олтин	0,999963
Вольфрам	1,000175	Мис	0,999912
Платина	1,000253	Висмут	0,999824

Д.И. МЕНДЕЛЕЕВНИНГ КИМЁВИЙ ЭЛЕМЕНТЛАР ДАВРИЙ СИСТЕМАСИ

ДАВР-ЛАР	КАТОР-ЛАР	Э	Л	Е	М	Е	Н	Т	Л	А	Р	У	Х	Л	А	Р	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
6	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
9	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
ЮКОРИ	ОКСИДЛАРИ	R ₂ O	RO	R ₂ O ₃	RO ₂	R ₂ O ₅	RO ₃	RO ₂	R ₂ O ₇	RO ₄							
УЧУВАН	ВОДОРОДЛИ				RH ₄	RH ₃	H ₂ R	HR									
БИРИКМАДАРИ																	
Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
140,12	140,908	144,24	145	150,4	151,96	157,25	168,932	167,25	167,26	167,26	168,934	173,04	174,967				
Th	Pa	U															
232,038	231,036	238,029															

Элемент белгилари

Атом рақами

Sc 21

СКАНДИЙ 44,956

Атом массаси

Элементларнинг энергетик пасоналарда жойлашиши

Элемент номи

S-элементлар

P-элементлар

d-элементлар

f-элементлар

I энергетик пасона K

II энергетик пасона L

III энергетик пасона M

IV энергетик пасона N

V энергетик пасона O

VI энергетик пасона P

VII энергетик пасона Q

9 F

18,998

Оддий моддалар ҳосил қилувчи элементларнинг металлларнинг панжарада эъланган.

Mo (42)

МОЛИБДЕН 95,94

Оксидлари ва гидросидлари амфотерли ҳосса мурсақадган элементларнинг тартиб белгилашда берилган.

Na 11

НАТРИЙ 22,990

Оддий моддалар ҳосил қилувчи элементларнинг металлларнинг панжарада эъланган.

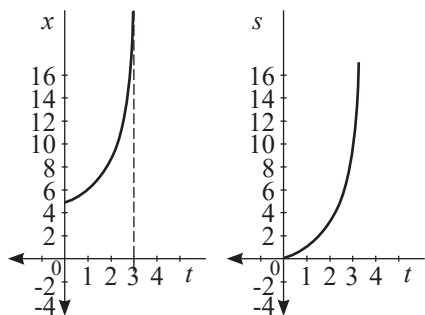
Предмет-ном кўрсаткич

Абсолют қаттиқ жисм	59	Кирхгофнинг II қондаси	260
Абсолют нол	111	Клапейрон Б.	122
Авогадро қонуни	116	Клапейрон тенгламаси	123
Адиабата жараёни	151	Клаузиус Р.	157
Аморф жисм	185	Конвекция	103
Ампер қонуни	322	Конденсатор	233
Ампер кучи	321	Контур	258
Анизотропик	185	Координата	4, 20, 60
Араго Д.	312	Косинуслар назарияси	8
Ҳавонинг абсолют намлиги	172	Кулон қонуни	198
Барокамера	135	Лаплас П.	315
Бернулли Д.	86	Ленц қондаси	353
Бернулли тенгламаси	86, 90–93	Лоренц Х.	329
Био-Савар-Лаплас қонуни	315	Лоренц кучи	328
Бойль-Мариотт қонуни	127	Магнит майдони	311
Больцман Л.	115	Магнит индукция	314
Больцман доимийси	115	Масса	45
Вебер В.	345	Массалар маркази	40, 42, 59, 60, 82
Вискозиметр	96	Менделеев – Клапейрон тенгламаси	121
Галилей	5,11	Мениск	181
Гальваностегия	290	Солиштирма эриш иссиқлиги	143
Гаусс назарияси	205, 207, 208	Механика	4
Гей-Люссак қонуни	128	Моль	103
Генри Д.	358	Ньютоннинг I қонуни	35
Гигрометр	173	Ньютоннинг II қонуни	36, 37, 64, 66
Гироскоп	70	Ньютоннинг III қонуни	36
Гук қонуни	189	Майдон энергияси	236
Дальтон қонуни	125	Парамагнетиклар	333
Жоуль – Ленц қонуни	269	Плазма	298
Диаманетиклар	334	Пирометр	110
Динамика	35	Психрометр	175
Диполь	225	Реактив двигател	49
Диссоциация даражаси	287	Рекомбинация	287
Диэлектриклар	224	Ротор	326
Друде – Лоренц назарияси	272	Рэлей Дж.	102
Иссиқлик ўтказувчанлик	143	Эластиклик	187
Иссиқлик сиғими	143	Синуслар назарияси	8
Идеал газ	112	Статика	35, 59
Инерция кучи	37	Стокс формуласи	96, 99
Карно Н.	156	Статор	326
Кельвин шкаласи	111	Сублимация	167
Кеплер Қонуни	74, 76–78	Термистор	279
Кинематика	4,11	Термогигрометр	175
Кинематика формуласи	13	Термодинамика	141
Кирхгофнинг I қондаси	260	Термодинамик параметрлар	107

Термодинамик мувозанат	108	Шунт	254, 310
Термометр	108–109	Эксцентриситет	75, 82
Термоэлектрон эмиссия	108	Электр генератор	348, 363
Температура	108	Электр токи	242, 271, 278, 285, 293, 310
Тепловизор	110	Электр индукция	241
Торричелли тенгламаси	91	Электродинамика	195
Торап	253	Электр юритувчи куч	245, 310
Фарад	231, 241	Электр майдони	201
Фарадейнинг I қонуни	290–291	Электромагнит индукция	343, 344, 363
Фарадейнинг II қонуни	290–291	Электролиз	288, 289, 310
Фаренгейт шкалас	111	Электролит	286, 310
Ферромагнетиклар	334, 336	Электролитик диссоциация	286
Фоторезистор	279, 310	Электрон-нур трубкаси	303, 310
Фуко Ж.	347	Электростатика	195, 241
Тезланиш	4, 7, 11, 29	Электр сизими	231
Цельсий шкаласи	110	Электрохимиявий эквивалент	200, 291, 310
Шарль қонуни	129	Эрстед Х.К.	313
Штерн О.	100, 104, 105		

Машқларнинг жавоблари

- 1-машқ.** 1. 2 м/с, 0,3 м/с². 2. 2 м/с.
3. а) 2 м/с², 0; 1 м/с², -4 м/с²; 99 м, 99 м; б) $x_1 = 5 + t^2$; в) 1-расм. 4. 3,24 м.



1-расм.

- 2-машқ.** 1. $\approx 8,3$ м/с. 2. 20 с. 3. 4 м/с. 4. 90 с, 81 м, $\approx 115,6$ с.
3-машқ. 1. 25 м/с². 2. 25 м/с, 0,71 м/с². 3. -0,314 рад/с². 4. $\approx 0,49$ м/с, $\approx 0,015$ рад/с; $\approx 0,007$ м/с², 0.
4-машқ. 1. 2,5 Н. 2. 778 Н.
5-машқ. 1. 9,5%. 2. 7,57 км/с, 96,5 мин. 3. 2 мар. кам. 4. 4 мар., 9 мар., 16 мар.
6-машқ. 1. 20,4 м/с, 56,4 м/с. 2. $\approx 5,35$ м/с. 3. $\approx 11,67$ м/с, 43°.
7-машқ. 1. 120 кг. 2. Оғир юк илинган учидан 0,1 м масофа. 3. Пўлат ўзакни учидан 11,4 см масофада.
8-машқ. 1. 96 кПа. 2. Икки най кесимларининг юзаси 2 марта ортади, босим ўзгармайди. 3. 1000.
9-машқ. 1. ≈ 728 мм.сим.уст. 3. $\approx 10,56$ МПа; $\approx 10,66$ МПа. 4. $10,3 \cdot 10^5$ Па.
10-машқ. 1. 0,5 м/с, бошланғич йўналишда. 2. 1,28 м. 3. 20 мм.
11-машқ. 1. а) 40,82 мН. б) 4,71 мкН. в) $F_a = F_A + F_k$ г) 36,11 мкН. д) 2 Па·с.
12-машқ. 1. $4,18 \cdot 10^{-9}$ м. 2. 201 м/с. 3. $\approx 106,7$ кПа.
13-машқ. 1. 100 кПа. 2. 65 кПа. 3. 100 см³. 4. 100 кПа.
14-машқ. 1. ≈ 18698 Дж. 2. Йўқ, 900 Дж.

- 15-машқ.** 1. 20 Дж, 20%. 2. $\eta = 39\%$. 3. 27%, 274 кДж. 4. $2,5 \cdot 10^{13}$ кг, $1,05 \cdot 10^{11}$ кг, 0,002%. 5. 1196,4 кг.
16-машқ. 1. 82,8 г/м³. 2. 2400 Па, тўйинмаган. 3. 53,6 г/м³. 4. 50%.
17-машқ. 1. $1,6 \cdot 10^{-3}$ Н, мойга қараб. 2. 0,1 Н. 3. 78 мН/м. 4. 7 мм.
18-машқ. 1. 540 мкН. 2. -5 мкКл, -5 мкКл, 22,5 Н. 3. $1,76 \cdot 10^{12}$ м/с². 4. $3,6 \cdot 10^7$ Н/Кл.
19-машқ. 1. $5 \cdot 10^{-9}$ Кл. 2. 100 В. 3. 0,625 мкДж. 4. 10^{-8} Кл, $5 \cdot 10^{-6}$ Дж.
20-машқ. 1. 0,17 А, 6 мин. 2. 60 А.
21-машқ. 1. 0,5 А, 3,5 В. 2. 3,5 А. 3. 0,47 А. 4. 2 В.
22-машқ. 1. 3,18 мин. 2. $\approx 5,45$ А. 3. 13250 тенге, 5667 тенге, 7583 тенгеге ортик. 4. 80%.
23-машқ. 2. 4,15 В.
24-машқ. 1. 4 В. 2. 5 мар.
25-машқ. 1. $\approx 12,5$. 2. 0,0045 К⁻¹.
26-машқ. 1. Қисмларга бўлиб, уларнинг учларининг бир-бирига тортишини кузатиш. 2. $4 \cdot 10^{-5}$ Тл. 3. ≈ 12 А.
27-машқ. 1. 0. 2. $2 \cdot 10^{-8}$ Н. 3. $1,6 \cdot 10^{-15}$ Н, 0,569 мм.
28-машқ. 1. 2000, 1000. 2. 0.
30-машқ. 1. 5 м. 2. -0,25 Вб/с. 3. 4 В.
31-машқ. 1. Ёниб кетади. 2. 30 В. 3. 1/3, 2520. 4. 5,625 А.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Ударцева В.М., Федоров В.Н., Шуиншина Ш.М. Физика. Учебная программа для 10-11 классов естественно-математического направления общеобразовательной школы. – Астана: НАО им. И.Алтынсарина, 2013. – 19 с.
2. Ванеев А. А., Корж Э.Д., Орехов В.П. Преподавание физики в 9 классе. Москва: Просвещение, 1980.
3. Ванеев А.А., Дубицкая З.Г., Ярунина Е.Ф. Преподавание физики в 10 классе средней школы. Москва: Просвещение, 1978.
4. Орехов В.П., Усова А.В., Турышев И.К. и др. Методика преподавания физики в 8-10 классах средней школы. Москва: Просвещение, 1980.
5. Методика факультативных занятий по физике: пособие для учителей Кабардин О.Ф., Кабардина С.И., Орлов В.А. и др.; – М.: Просвещение, 1980. – 191 с.
М. М. Балашов Физика. Пробный учебник для 9 класса средней школы. – Москва: Просвещение, 1993.
6. Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Вопросы и задачи по физике (Анализ характерных ошибок поступающих во втузы): Учебное пособие. – 4-е изд., стереотип. – М.: Высш. шк., 1990. – 256 с.
Физика. Перевод с английского Ахматова А.С. и др. – Москва: Наука, 1965.
7. Эллиот Л., Уилкоккс У. Физика./ Перевод с англ. под редакцией проф. Китайгородского А.И.. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», М., 1975.
Кикоин И.К., Кикоин А.К. Физика. Учебник для 9 класса средней школы. – М.: Просвещение, 1992.
8. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. Физика. Учебник для 11 класса общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 1995.
9. Шахмаев Н.М. и др. Физика. Учебник для 11 класса средних школ. – М.: Просвещение, 1991.
10. Элементарный учебник физики /под ред. акад. Ландсберга, том I. – Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука». – М., 1975.
11. Элементарный учебник физики под ред. акад. Ландсберга, Т.2. Электричество и магнетизм. – 13-е изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 480 с.
12. Физика: Механика: Учеб. Пособие для шк. И классов с углубл. изуч. физики / Балашов М.М., Гомонова А.И., Долицкий А.Б. и др.; Под ред. Мякишева Г.Я. – М.: Просвещение, 1995. – 480 с.
13. Грабовский Р.И. Курс физики: Учебное пособие. 11-е изд., стер.– СПб.: Издательство «Лань», 2009. – 608 с.
14. Кабардин О.Ф. Физика: справ. материалы: Учеб. пособие для учащихся. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 1991. – 367 с.
15. Физика: Учебник для 10 классов естественно-математического направления общеобразовательных школ / Б.Кронгарт, В.Кем, Н.Койшибаев. – Алматы: Мектеп», 2006. – 352 с.
16. Рымкевич А.П., П.А. Рымкевич Сборник задач по физике. – Москва «Просвещение», 1984.
17. Сборник задач по физике: Для 10-11 кл. общеобразовательных учреждений / Сост. Г.Н. Степанова. М.: Просвещение, 2001.

18. Гладкова Р.А., Добронравов В.Е., Жданов Л.С., Цодиков Ф.С. Сборник задач и вопросов по физике для средних специальных учебных заведений. – изд. 2. исправл. М.: Наука, 1974.
19. Сборник задач по физике. 10-11 классы: пособие для учащихся общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни/ Парфентьева Н.А. – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2010. – 206 с.
20. Парфентьева Н.А. Задачи по физике. Для поступающих в вузы, – М.: Классикс Стил, 2005. – 480 с.
21. Физика в задачах для поступающих в вузы / Турчина Н.В. – М.: ООО Издательство «Оникс»; ООО «Издательство «Мир и образование»», 2008. – 768 с.
22. Сборник задач по физике: Учебное пособие / Баканина Л.П., Белонучкин В.Е., Козел С.М., Мазанько И.П.: Под ред. Козела С.М. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 288 с.
23. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики – М.: «Наука». 1976. – 464 с.
24. Зубов В.Г., Шальнов В.П. Задачи по физике. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1975. – 280 с.
25. Вертельник В.И., Позднеева Э.В. и др. Физика. Тренинговые задания: в 2 ч. – Томск. Том.политехн. ун-т, 2006. – ч. 1. – 170 с.
26. Физический практикум для классов с углубленным изучением физики: Дидакт. материалы: 9-11 кл. / Дик Ю.И., О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов и др. – М.: Просвещение, 1993.
27. Практикум по физике в средней школе: дидакт. материал. / Буров В.А., Дик Ю.И., Зворыкин Б.С и др. – М.: Просвещение, 1987.
28. Қазақша-орысша. Орысша-қазақша терминологиялық сөздік. Физика және астрономия. – Алматы: «Қазақпарат» баспа корпорациясы, 2014. –388 б. Мемлекеттік терминологиялық комиссия бекіткен.
29. Орысша-қазақша сөздік. А. Байтұрсынов атындағы Тіл білімі институты, – Алматы. Дайк-пресс – 2005.
30. Физика: еженедельник издательского дома «Первое сентября». Адрес сайта: <http://fiz.1september.ru/>.
31. «Классная физика». Образовательный сайт. Адрес сайта: <http://class-fizika.narod.ru>

Мундарижа

Кириш.....	4
1-БОБ. Кинематика.....	5
1§. Жисм ҳаракати кинематикасининг асосий тушунчалари ва тенгламаси.....	6
2§. Ҳаракатнинг нисбийлиги.....	11
3§. Эгри чизиқли ҳаракат кинематикаси.....	16
2-БОБ. Динамика.....	21
4§. Кучлар. Кучларни қўшиш. Ньютон қонунлари.....	22
5§. Бутун олам тортишиш қонуни.....	27
6§. Гравитацион майдондаги жисмнинг ҳаракати.....	34
3-БОБ. Статика ва гидростатика.....	41
7§. Массалар маркази. Мувозанат турлари.....	42
8§. Туташ идишлар. Паскаль қонунининг қўлланилиши.....	49
9§. Торричелли тажрибаси. Атмосфера босими.....	56
4-БОБ. Сақланиш қонунлари.....	63
10§. Механикадаги импульс ва энергиянинг сақланиш қонунлари.....	64
5-БОБ. Гидродинамика.....	71
11§. Суюқлик кинематикаси.....	72
6-БОБ. Молекуляр-кинетик назариянинг асослари.....	79
12§. МКН асосий қоидалари. Термодинамик параметрлар.....	80
13§. Кристалл ва аморф жисмлар.....	87
7-БОБ. Газ қонунлари.....	93
14§. Идеал газ ҳолат тенгламаси. Изопроцеслар. Адиабатик процесс.....	94
8-БОБ. Термодинамика асослари.....	101
15§. Термодинамика қонунларини қўллаш.....	102
16§. Иссиқлик двигателлар.....	109
9-БОБ. Суюқ ва қаттиқ жисмлар.....	117
17§. Ҳавонинг намлиги. Шудринг нуқтаси.....	118
18§. Суюқликнинг сирт таранглиги. Ҳўллаш, капилляр ҳодисалар.....	123
10-БОБ. Электростатика.....	129
19§. Электр майдони.....	130
20§. Электр сиғими. Конденсаторлар. Электр миқдори ва сиғимнинг ўлчов бирликлари.....	136
11-БОБ. Ўзгармас ток.....	143
21§. Электр юритувчи куч ва ток манбаининг ички қаршилиги. Кучланиш, потенциаллар айирмаси.....	144
22§. Тўлиқ занжир учун Ом қонуни.....	148
23§. Электр тоқининг иши ва қуввати.....	152

12-БОБ. Турли мухитда электр токи	157
24§. Металлардаги, ярим ўтказгичлардаги, электролитлардаги, газлар ва вакуумдаги электр токи.....	158
25§. Ярим ўтказгичли асбоблар.....	167
26§. Ўта ўтказувчанлик.....	172
13-БОБ. Магнит майдони	179
27§. Магнит майдони. Парма қондаси. Магнит индукциясининг вектори.....	180
28§. Ампер кучи. Лоренц кучи.....	186
29§. Моддаларнинг магнит хоссалари.....	192
30§. Сунъий магнитлар. Соленоид.....	196
14-БОБ. Электромагнит индукция	203
31§. Электромагнит индукция қонуни.....	204
32§. Электромагнит асбоблар.....	210
33§. Магнит-резонанс томография.....	215
Қўшимчалар. Лаборатория ишлари ва жадваллар	221
1-қўшимча. Лаборатория ишлари.....	222
№1 лаборатория иши	
Ёпишқоқлиги турли суюқликлардаги шарнинг ҳаракатини текшириш.....	222
№2 лаборатория иши.	
Электролитлардаги электр токининг пайдо бўлиш шартларини текшириш.....	224
2-қўшимча. Физик катталиклар жадвали.....	225
Предмет-ном кўрсаткич.....	232
Машқларнинг жавоблари.....	234
Фойдаланган адабиётлар рўйхати.....	235

Оқулық басылым

**Назифа Анваровна Закирова
Руслан Рауфович Аширов**

ФИЗИКА

Жалпы білім беретін мектептің
қоғамдық-гуманитарлық бағытындағы
10-сыныбына арналған оқулық

(өзбек тілінде)

Суретші-бесендірушілер	О.Подопригова
Бас редакторы	К.Карасва
Әдіскер-редакторы	Т.Базарханова
Редакторы	Ж.Кулдарова
Көркемдеуші редакторы	Е.Мельникова
Мұқабаның дизайны	О. Подопригова
Беттегендер	Л.Костина, Т.Макарова, С.Сулейменова, Г.Илишева
Мәтінін өзбек тіліне аударған	Э.Тахиров
Өзбек тіліндегі мәтінін беттеген	Г.Өтенова

«Арман-ПВ»

Алматы қ., Ақсай-1А м/а, 28Б үй.

Тел.: 8 (727) 316-06-30, 316-06-31. E-mail: info@arman-pv.kz

«Жазушы» баспасы

050009, Алматы қ., Абай даңғылы, 143,
тел. (727) 394 41 55; факс: (727) 394 41 64.
e-mail: zhazushi@mail.ru

ИБ №7438

Басуға 16.09.2019 ж. қол қойылды. Пішімі 70×100 ¹/₁₆.
Қағазы офсеттік. Қаріп түрі «Times New Roman». Офсеттік басылыс.
Баспа табағы 15,0. Шартты баспа табағы 19,5. Таралымы 2000 дана.

ISBN 978-601-200-672-8

