

Физика

Китоби дарсӣ барои донишомӯзони синфи 10-уми мактабҳои таълими миёнаи умумӣ

Нашри нав

10



Тошканд
2022

UO'K 53(075.3)
КБК 22.3я72
F 58

F 58 Физика 10 [матн] : китоби дарсӣ барои синфи 10 - ум/. – Тошканд : Маркази таълими Республика , 2022. – 192 саҳ.
ISBN 978-9943-8461-0-4

UO'K 53(075.3)
КБК 22.3я72

МУРАТТИБОН

К. А. ТУРСУНМЕТОВ, Ш. Н. УСМОНОВ,
Ч. А. РАХМАТОВ, Д. Б. ХОМИДОВ

Муқарризон

- | | |
|-----------------------|--|
| Б. А. Йулдошов | – муаллими кафедраи физикаи назариявии факултети физика-математикаи Донишгоҳи давлатии Тирмиз. |
| Т. Х. Цумаев | – сармутахассиси маркази Илмӣ – амалии назди маркази тести давлатӣ. |
| М. К. Умаров | – муаллими тоифаи олии фанни физикаи мактаби рақами 46-уми ноҳияи Шаҳрихони вилояти Андиҷон. |
| Б. Т. Турапов | – муаллими тоифаи олии фанни физикаи МУДИ рақами 6- уми ноҳияи Шаҳрисабзи вилояти Қашқадарё. |
| А. Ч. Умаров | – муаллими тоифаи олии фанни физикаи мактаби рақами 5-уми ноҳияи Китоби вилояти Қашқадарё. |
| М. А. Аскарров | – муаллими тоифаи якуми фанни физикаи мактаби рақами 10-уми ноҳияи Қорақўли вилояти Бухоро. |
| И. А. Раупов | – муаллими тоифаи олии фанни физикаи мактаби рақами 27-уми ноҳияи Ғичдувони вилояти Бухоро. |

Аломатҳои шартӣ:



– саволҳои ҷамъбасти.



– машқҳо.



– супоришҳои амалӣ.



– супоришҳо оиди фикрронии мантиқӣ.



– супоришҳои иловагӣ.

Аз ҳисоби маблағҳои Бунёди мақсадноки китоби Республика чоп шудааст. Макети оригиналӣ ва концепсияи дизайн аз тарафи маркази таълими Республика коркард шудааст.

ISBN 978-9943-8461-0-4

© Маркази таълими Республика, 2022

М У Н Д А Р И Ч А

БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

Мавзӯи 1. Чамъ кардани қувваҳо	8
Мавзӯи 2. Қувваи марказшитоб.....	11
Мавзӯи 3. Ҳаракат дар майдони гравитатсионӣ	14
Мавзӯи 4. Ҳалли масъалаҳо	17
Мавзӯи 5. Вобастагии вазни ҷисм аз намуди ҳаракат.	19
Мавзӯи 6. Ҳаракати ҷисм дар зери таъсири якчанд қувва.....	23
Мавзӯи 7. Ҳалли масъалаҳо.....	26
Мавзӯи 8. Ҳаракати ҷисм дар ҳамвории моил.....	28
Мавзӯи 9. Кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидани ҷисм дар ҳамвории моил. Коэффиси- енти кори ғойданоқ(ККҒ)-и ҳамвории моил.....	31
Мавзӯи 10. Ҳалли масъалаҳо	33
Мавзӯи 11. Кори лабораторӣ. Муайян намудани коэффисиенти кори ғойданоқи ҳам- вории моил.	35
Мавзӯи 12. Маркази масса. Намудҳои мувозинат. Моменти қувва.	36
Мавзӯи 13. Механизмҳои соддае, ки дар асоси қоидаи моментҳо кор мекунад.....	40
Мавзӯи 14 . Ҳалли масъалаҳо	43
Кори лоиҳавӣ: Сохтани механизмҳои содда	46

БОБИ II. ЛАППИШҲО ВА МАВҶҲОИ МЕХАНИКӢ

Мавзӯи 15 . Лаппишҳои механикӣ	48
Мавзӯи 16 Раққосакҳои пружинагӣ ва математикӣ	52
Мавзӯи 17. Кори лабораторӣ: муайян кардани шитоби афтиши озод бо ёрии раққоса- ки математикӣ.....	54
Мавзӯи 18. Мавҷҳои механикӣ	55
Мавзӯи 19. Мавҷҳои садо.....	57
Мавзӯи 20. Ҳалли масъалаҳо	61

БОБИ III. ГИДРОДИНАМИКА ВА АЭРОДИНАМИКА

Мавзӯи 21. Ҳаракати моеъ ва газҳо	66
Мавзӯи 22. Истифодабарии вобастагии фишор ба суръати моеъ ва газҳо дар техника	70
Мавзӯи 23. Ҳалли масъалаҳо	72

БОБИ IV. МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКӢ

Мавзӯи 24. Принсипи суперпозитсияи шадидияти майдони электростатикӣ.....	76
Мавзӯи 25. Майдон электрикии кураи заряднок.	80
Мавзӯи 26. Ҳалли масъалаҳо	84
Мавзӯи 27. Кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидани заряди нуқтавӣ дар майдони элек- тростатикӣ.....	85
Мавзӯи 28. Энергияи потенциалии заряди нуқтавии дар майдони электрикӣ ҷойгир- шуда	87

Мавзӯи 29. Энергияи майдони электрикӣ.....	91
Мавзӯи 30. Машғулоти амалӣ. Табдилёбии энергия аз як намуд ба намуди дигар.....	94
Мавзӯи 31. Ҳалли масъалаҳо	95

БОБИ V. ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

Мавзӯи 32. Қувваи ҷараён ва зичии ҷараён.....	98
Мавзӯи 33. Қонуни Ом барои занҷири пурра.....	103
Мавзӯи 34. Ҳалли масъалаҳо.	107
Мавзӯи 35. Кори лабораторӣ: Муайян кардани қувваи электроҳаракатдиҳанда ва муқовимати дохилии манбаи ҷараён.	109
Мавзӯи 36. Вобастагии муқовимати ноқилҳои металлӣ аз ҳарорат	110
Мавзӯи 37. Ҳалли масъалаҳо	115
Кори лоиҳавӣ. Манбаи электрикии муқобил(алтернативӣ)	117

БОБИ VI. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

Мавзӯи 38. Ҷараёни электрикӣ дар моеъҳо.	122
Мавзӯи 39. Қонуни якум ва дуҷуми Фарадей.....	125
Мавзӯи 40. Ҳалли масъалаҳо	129
Мавзӯи 41. Истифодаи электролиз дар рӯзгор ва техника	130
Мавзӯи 42. Ҷараёни электрикӣ дар газҳо. Ҷараёни электрикӣ дар вакуум.	132
Мавзӯи 43. Нимноқилҳо ва фарқи онҳо аз металлҳо.....	137
Мавзӯи 44. Гузаронандагии электрикии нимноқилҳо.....	139
Мавзӯи 45. Асбобҳои нимноқилӣ ва истифодаи онҳо дар техника	142
Мавзӯи 46. Кори лабораторӣ. Омӯхтани тавсифи волт-амперии диоди нимноқилӣ	147

БОБИ VII. МАЙДОНИ МАГНИТӢ

Мавзӯи 47. Индуксияи майдони магнитӣ. Майдони магнитии ноқили ҷараёндор....	150
Мавзӯи 48. Таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндор.....	154
Мавзӯи 49. Таъсири мутақобилаи ноқилҳои ҷараёндор.	159
Мавзӯи 50. Кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидани ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ.....	161
Мавзӯи 51. Ҳаракати зарраҳои заряднок дар майдони магнитӣ.....	164
Мавзӯи 52. Муҳарриқи электрикии ҷараёни доимӣ	167
Мавзӯи 53. Ҳалли масъалаҳо.	169
Мавзӯи 54. Индуксияи электромагнитӣ.....	171
Мавзӯи 55. Машғулоти амалӣ. Омӯхтани ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ	174
Мавзӯи 56. Худиндуксия. Индуктивият.....	176
Мавзӯи 57. Ҳалли масъалаҳо	179
Мавзӯи 58. Энергияи майдони магнитӣ. Хосиятҳои магнитии моддаҳо.....	180
Мавзӯи 59. Ҳалли масъалаҳо	184
Адабиётҳои истифодашуда.	190

П Е Ш Г У Ф Т О Р

Имрӯзҳо рушди пуршиддати илму фан ва техника, ба амал ҷорикунии иқтисодиёти рақамдор, бо суръат навшавии донишҳо дар мактабҳои таълими миёнаи умумӣ ба он нигаронида шудааст, ки дар амал истифодабарии донишҳои назариявии гирифтаи хонандагонро ба эътибор гирем.

Ислохотҳои дар ҷамъиятамон шудаистода аз мутахассисон на фақат дониш, балки соҳиби қобилиятҳои ҷустуҷӯӣ ва тадқиқотӣ доштанро талаб мекунад. Аз ин рӯ хонандагонро ба корҳои тадқиқотӣ ҷалб кардан ва дар онҳо малакаҳои тадқиқотчигиро инкишоф додан ба яке аз муаммоҳои муҳим табдил ёфт.

Хусусан, омӯзонидани фанни физика дар хонандагон, мавқеи фан дар инкишофи техника ва дар ҳаёт, соҳиби донишҳои зарурӣ оид ба фан шудан, инчунин ба воситаи умумикунони тасаввуротҳои ҳаётӣ бо фаъолияти амалӣ ташаккулёбии салоҳияти донишҳои физикиро дар амалиёт истифода бурда таълим ва рушди он дар назар гирифта шудааст.

Дар мактабҳои таълими миёнаи умумӣ дар ҷараёни омӯзиши фанҳо рушди фан – техника, муҳандисӣ, бо математика ва ҳаёти ҳаррӯза вобаста намуда омӯхтан (STEAM), ҷараёни таълим – тарбияро ташкил кардан масъалаи муҳим аст.

STEAM дар асоси талабҳои замонавӣ дар миқёси байналхалқӣ ҳангоми таълим - тарбия додан ба хонандагон алоқамандии байни фанҳо ва аз ҷиҳати амалӣ пурзӯркунӣ нигаронида шудааст. Физика фанни дар таркиби "фанҳои табиӣ" (биология, кимиё, физика, география) омӯзонида мешавад. Аз он ҷумла Офтоб, Замин, Моҳ ва аҳамияти он, обу ҳаво, фаслҳои сол, ашёҳои гирду атроф: анҷомҳои хона, анҷомҳои хониш, маҳсулотҳои ҳӯрокворӣ, истифодабарӣ аз газ, ҷиҳозҳои электрикии дар хонадон истифода бурдашаванда, риоя ба қоидаҳои техникаи бехатарӣ, ҷисм ва моддаҳо, ҳолатҳои об, истифодабарӣ аз термометр (ҳароратсанҷ), мушоҳидаи ҳаррӯзаи обу ҳаво, рӯз ва шаб, ивазшавии даври фаслҳои сол ва мафҳумҳои дигар ташаккул меёбанд.



Фанни физика чун фанни асосӣ дар синфҳои 7, 8, 9, 10, 11 –ум қисмҳои “Механика”, “Физикаи молекулярӣ ва асосҳои термодинамика”, “Электродинамика”, “Оптика”, “Атом ва физикаи ядрой” дар шакли спиралмонанд омӯхта шуда, маҳорати дар амалиёт истифодабарии хонандагон ташаккул дода мешавад.

Китоби дарсии мазкур мушоҳида намудани ҷараён ва ҳодисаҳои табиат, таҳлил кардан, дар омӯхтани ҳодисаҳои физикӣ аз асбобҳо дуруст истифода бурдан, мафҳум ва бузургҳои физикиро бо формулаҳои математикӣ ифода карда тавоништан, дар соҳаи фан бо комёбиҳои муваффақшуда, ба воситаи тадбиқи онҳо дар амал дар хонандагон ҷаҳонбинии илмиро инкишоф дода, дар оянда онҳоро барои дуруст истифодабарӣ аз комёбиҳои фан ва техника мақсад гузоштааст. Дар китоби дарсӣ қисмҳои “Динамика . Элементҳои статика”, “Лаппишҳои механикӣ ва мавҷҳо”, “Гидростатика”, “Майдони электростатикӣ”, “Қонунҳои ҷараёни доимӣ”, “Ҷараёни электрикӣ дар муҳитҳои гуногун”, “Майдони магнитӣ” омӯхта мешавад.

Аз фанҳои оиди табиат барои рушди техника, физика ба аҳамияти калонтарин соҳиб аст, чунки қонунҳои физика дар техника бисёр истифода бурда мешавад. Кашфиётҳои нави соҳаи физика барои беҳтар шудани техникаи мавҷуда ё барои офаридани техникаи нав сабаб мешавад. Инкишофи техника дар навбати худ барои боз ҳам раванқёбии фан гирифта меорад.

Иҷрои таҷрибаҳои амалии дар китоби дарсӣ додашуда, супоришҳои ба лоиҳакунӣ нигаронидашуда, ҳалли масъалаҳо, ҷавоб додан ба саволҳои мантиқӣ дар шумо барои фаҳмидани муҳити табиӣ ва иҷтимоӣ, дарк намудани муаммоҳои гирду атроф ва инсон, барои ёфтани ҳалли онҳо баҳри ташаккулёбии малакаи қарор қабул карда тавоништан ёрӣ мерасонад.

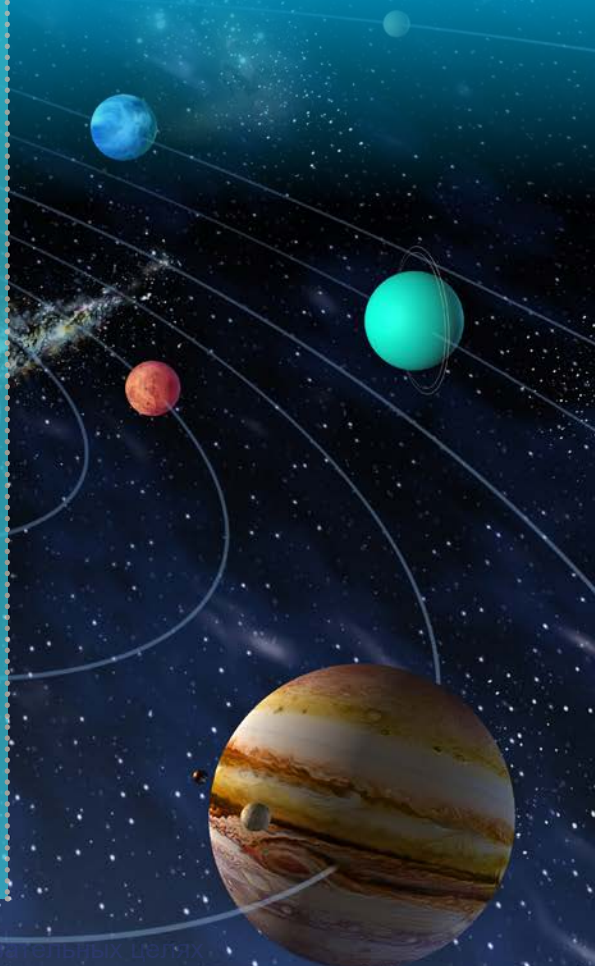
БОБИ I



ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

Шумо дар ин боб доир ба мавзӯҳои зерин маълумотҳо мегирид:

- қамъи қувваҳо;
- қувваи марказшитоб;
- ҳаракат дар майдони гравитатсионӣ;
- вобастагии вазни ҷисм аз намуди ҳаракат;
- ҳаракати ҷисм дар зери таъсири якчанд қувва;
- ҳаракати ҷисм дар ҳамвории моил;
- кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонида-ни ҷисм дар ҳамвории моил;
- коэффисиенти кори фойданоки ҳамвории моил;
- маркази масса. Намудҳои мувозинат. Моменти қувва
- механизмҳои соддае, ки дар асоси қоидаи моментҳо кор мекунанд.



МАВЗЎИ 1

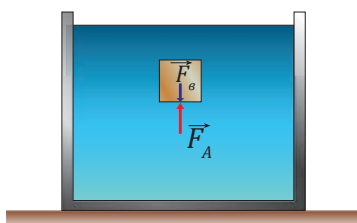
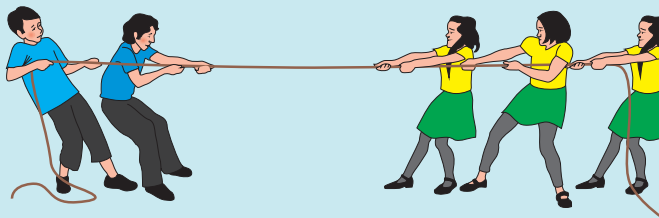
ҶАМЪ КАРДАНИ ҚУВВАҲО

Кадом гурӯҳ ғолиб мешавад?

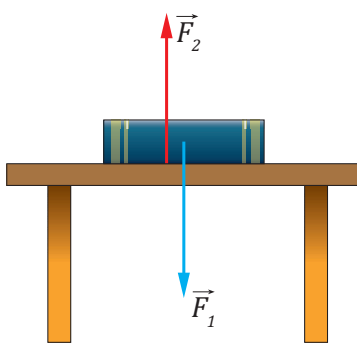
а) қувваи кашиши ҳар як писарбача ба 300 N ва ҳар як духтарбача аз писарбачагон 50 N кам бошад;

б) агар ҷои як писарбача бо духтарбача иваз шавад чӣ?

Ҷавобатонро асоснок намоед.



а)



б)

Расми 1.1

1. Қувваҳои мувозинатшуда.

2. Қувваҳои мувозинатнашуда.

3. Баробартаъсиркунандаи қувва ва ташкилдиҳандаи қувва.

Тамоми ҳодисаҳои табиат ба қонунҳои физикӣ итоат мекунаманд. Таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо, дар мувозинат шудани онҳо ба қувваҳои ба ҷисм таъсиркунанда вобаста аст.

1. Қувваҳои мувозинатшуда.

Аз чӣ сабаб автомобили бозистода, ҷисми дар нуқтаи ихтиёрии дохили об дар ҳолати оромӣ буда (расми 1.1 а), ҷисмҳои дар рӯи стол қарордошта дар ҳолати ороманд?

Ба китобе, ки рӯи стол қарор дорад ду қувва таъсир мерасонад, (расми 1.1 б). $\vec{F}_1$ – қувваи вазнинӣ. $\vec{F}_2$ – қувваи аз ҷониби стол ҷисмро ба боло теладиҳанда, қувваи нормалии реаксияи такагоҳ. Ин қувваҳо миқдоран ба ҳам баробар ва самташон, ки муқобили ҳамдигаранд, ҷамъашон ба сифр баробар мешавад ва онҳо якдигарро мувозинат мегардонанд.

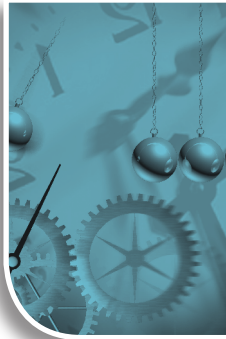
Қувваҳоеро, ки ҳолати оромии ҷисмҳо ва суръати ҳаракати онҳоро тағйир намедиҳанд, қувваҳои мувозинатшуда меноманд.



Дар асоси қонуни I –уми Нютон:

Агар ба ҷисм дигар қувваҳои иловагӣ таъсир нарасонанд, он ҳолати оромии нисбии худро нигоҳ медорад ё худ ҳаракати ростхаттаи мунтазами худро давом медиҳад.

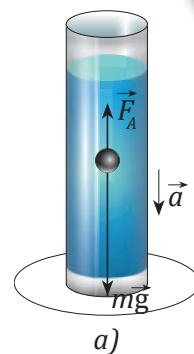
$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n = 0$ (1) бошад, $\vec{a} = 0$ ва $\vec{v} = \text{const}$ мешавад.



2. Қувваҳои мувозинатнашуда

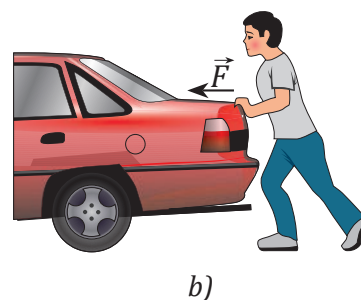
Дар табиат ба ғайр аз ҳисмҳои дар ҳолати оромӣ буда ва ҳисмҳои бо суръати доимӣ мунтазам ҳаракат карда истода, ҳисмҳои низ вомехӯранд, ки суръаташон тағйирёбанда аст. Масалан ҳисме, ки ба об ғарқ мешавад, (расми 1.2 а), автомобиле, ки аз ҷояш ҳаракатро оғоз намуда суръаташро меафзояд ё ки поезде, ки суръаташро кам карда ба истгоҳ наздик мешавад ва ба ҳамин монанд якчанд мисол овардан мумкин. Барои ба ҳаракат даровардани автомобиле, ки сӯзишвориаш тамом шудааст, ба он қуввае гузоштан лозим аст, ки аз ҳолати мувозинатӣ барорад (расми 1.2 б).

Қувваҳои, ки бо иситағйирёбии суръати ҳисм мегарданд, қувваҳои мувозинатнашуда номида мешаванд.



3. Баробартаъсиркунандаи қувва ва ташкилдиҳандаҳои қувва.

Дар табиат мо ҳаракати ҳисмро зери таъсири танҳо як қувва хеле кам мебинем. Дар бисёр мавридҳо дар як вақт якчанд қувваҳо ба ҳисм таъсир мерасонанд. Барои тавсифи таъсири ин қувваҳо бузургии баробартаъсиркунандаи қувваҳо (натиҷавӣ) қабул карда шудааст (расми 1.3). $\vec{F}_x = |x_2 - x_1|$ $\vec{F}_y = |y_2 - y_1|$



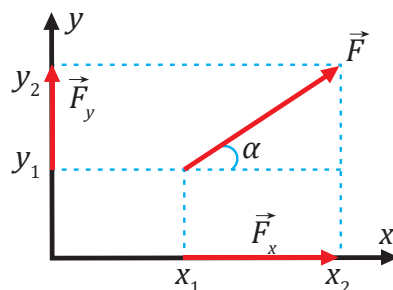
Расми 1.2

Ҷамъи вектории қувваҳои ба ҳисм таъсиркунандаро баробартаъсиркунандаи ин қувваҳо меноманд.

Агар дар як вақт ба ҳисм якчанд қувва таъсир расонад, ҳаракати ҳисм вобаста ба модули ва самти ин қувваҳо тағйир меёбад. Барои ҳамин ҳам ҳангоми баробартаъсиркунандаи қувваҳоро муайян намудан қимат (модул) ва самти қувваҳо ба ҳисоб гирифта мешаванд. Баробартаъсиркунандаи қувваҳо чунин ёфта мешавад:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n \quad (2)$$

Дар ин ҷо $\vec{F}_1; \vec{F}_2 \dots \vec{F}_n$ ташкилдиҳандаи қувваҳо номида мешавад. Бигзор ба ҳисм дуто қувваи $\vec{F}_1$ ва $\vec{F}_2$ таъсир карда истода бошад.



Расми 1.3

Қувваи натиҷавӣ дар ҳолати умумӣ аз рӯи формулаи

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha} \quad (3) \text{ муайян карда мешавад.}$$

Дар ин ҷо $F_1 = |\vec{F}_1|$, $F_2 = |\vec{F}_2|$ ва α кунҷи байни $\vec{F}_1$ ва $\vec{F}_2$

Барои баъзе қиматҳои хусусии α формуларо соддатар мегардонем:

1) $\alpha = 0^\circ$; самти қувваҳо ба як тараф бошад, $F = F_1 + F_2$

2) $\alpha = \frac{\pi}{2}$ қувваҳо ба якдигар перпендикуляр бошанд,

$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

3) $\alpha = \pi$; қувваҳо муқобили якдигар равона бошанд,

$$F = |F_1 - F_2|$$

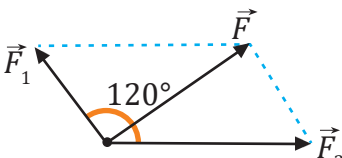
БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА



1. Оё қонуни якуми Нютонро тавассути қувваҳои мувозинатшуда ифода кардан мумкин аст?
2. Парашютчӣ ҳаракати ростхаттаи мунтазам намуда фууромада истодааст. Дар ин ҳаракат кадом қувваҳо мувозинат шудаанд?
3. Қувваҳои мувозинатшуда ва мувозинатнашуда аз ҳамдигар чӣ фарқият доранд?
4. Оё мошине, ки муҳаррикаш ҳомӯш аст, дар роҳи уфуқӣ ҳаракати мунтазам карда метавонад?

Намунаи ҳалли масъала

Ду қуввае, ки қимати ҳар кадомашон 5 N ва кунҷи байни онҳо 120° мебошанд ба як нуқта гузошта шудаанд. Баробартаъсиркунандаи ин қувваҳоро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$\alpha = 120^\circ$	$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2F_1F_2\cos\alpha}$ 	$F = \sqrt{5^2 + 5^2 + 2 \cdot 5 \cdot 5 \cos 120^\circ} = 5 \text{ N}$
$F_1 = F_2 = 5 \text{ N}$		Ҷавоб: $F = 5 \text{ N}$.
$F = ?$		



Машқи 1

1. Дар мусобиқаи ресмонкашӣ 4 нафар варзишгарон иштирок доранд.

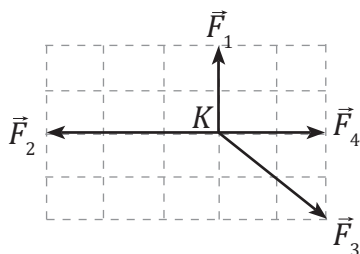
Дутои онҳо ба тарафи рост бо қувваҳои 250 N ва 300 N,

дуи дигар бо қувваҳои мутаносибан 100 N ва 350 N ба тарафи чап ресмонро кашида истодаанд. Модул ва самти қувваи баробартаъсиркунандаро ёбед.

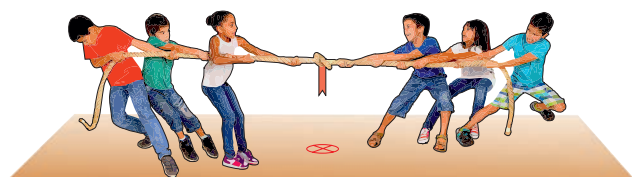
2. Дар кадом самт нисбат ба ҳамдигар қувваҳои 30 N ва 40 N баробартаъсиркунандаи 50 N – ро медиҳанд?

3. Ду конкитоз, ки массаашон 60 ва 80 kg аст, бо қувваи 24 N ҳамдигарро тела медҳанд. Шитоби ҳар яки онро ҳисоб кунед.

4. Ба ҷисми дар нуқтаи К истода қувваҳое, ки дар расм нишон дода шудааст, таъсир карда истодаанд. Ҷисм ба кадом самт ҳаракат мекунад?



5. Вобаста ба расми зерин қувваҳои таъсиркунандаи мувозинатшуда ва мувозинатнашударо муайян карда ҷавоби худро асоснок кунед.



ҚУВВАИ МАРКАЗШИТОБ

МАВЗЎИ 2

1. Қувваҳо дар ҳаракати гирдхатта (ҳаракат аз рӯи давра).
2. Ҳаракати кураи бо ресмон басташуда. Қувваи марказгурез.
3. Қувваҳои марказшитоб ва марказгурез дар ҳаёт ва техника.

*Чаро дар гардиши тези роҳ мачбу-
рем, ки суръатро паст намоем? Саба-
башро фаҳмонед.*



1. Қувваҳо дар ҳаракати гирдхатта.

Чаро Моҳ дар атрофи Замин давр мезанаду аз он дур наме-
равад? (расми 1.4).

Мувофиқи қонуни дуҷуми Нютон, ҷисм дар зери таъсири қувваи беруна бо шитоб ҳаракат мекунад. Ҳар як ҷисме, ки бо суръати v аз рӯи давраи радиусаи R ҳаракат мекунад ба шито-
би марказшитоб ноил мегардад.

Яъне:

$$a_{\text{м.ш}} = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

Ин шитобро низ қувваҳои беруна ба вуҷуд меоранд. Дар ин маврид қувваи беруна ин қувваи марказшитоб мебошад.

Доништан муҳим аст, ки қувваи марказшитоб як қувваи алоҳида набуда қувваи натиҷавиест, ки ҷисмро ба ҳаракати гирдхатта водор месозад.

Ба қувваи марказшитоб:

– қувваи тарангии ресмоне, ки ба он ҷисми аз рӯи давра ҳа-
ракаткардаистода баста шудааст;

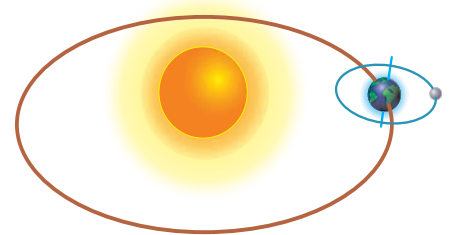
– қуввае, ки дар ҳамгашти роҳ сабабгори давр задан (тоб
хӯрдан)-и автомобилҳо мегардад ҳамчу мисол оварда метаво-
нем.

Қонуни II-юми Нютонро нисбат ба қувваи марказшитоб ис-
тифода мебарем:

$$a_{\text{м.ш}} = \frac{F_{\text{м.ш.}}}{m} \quad (2)$$

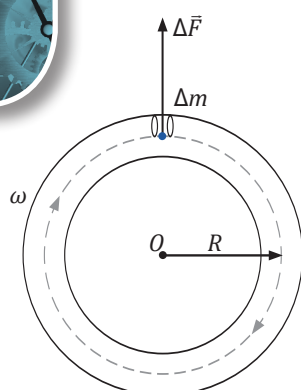
Аз формулаҳои (1) ва (2) формулаи
-ро ҳосил мекунем.

$$F_{\text{м.ш}} = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad (3)$$



Расми 1.4

БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА



Расми 1.5

Аз рӯи он, ки суръати хаттии ҷисми гирдхатта ҳаракаткунанда $v = \omega R$ аст, қувваи марказшитобро чунин ифода кардан мумкин мешавад: (расми 1.5):

$$F_{\text{м.ш}} = m\omega^2 R \quad (4).$$

Ҳаракати мунтазами аз рӯи даврaro якчанд қувва низ ба амал оварда метавонанд. Чамъи вектори ин қувваҳо аз рӯи радиуси давра ба марказ равона мегардад. Мувофиқи мулоҳизаҳои дар боло омада ба қувваи марказшито чунин таъриф додан мумкин аст:

Қуввае, ки ҷисро ба ҳаракати гирдхатта водор карда, ба вектори суръати хаттии ҷисм амудӣ равона гаштааст, қувваи марказшито номида мешавад.

Қувваи марказшито ба самти вектори суръати хаттиро тағйир дода, модули онро бетағйир мегузорад.

2. Ҳаракати кураи ба ресмон маҳкамкардашуда аз рӯи давра.

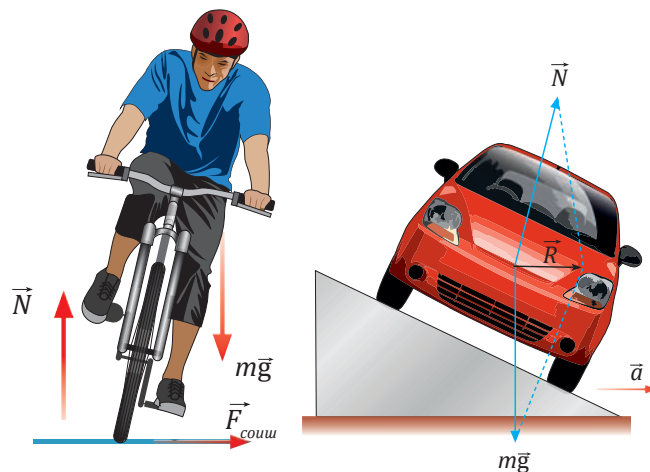
Қувваи марказгурез

Дар ҳаракат аз рӯи давраи кураи ба ресмон маҳкамкардашуда қувваи марказшито мавҷуд аст (расми 1.6 а). Ин қувва қадқади дарозии ресмон ба сӯи марказ раван шудааст. Дар расми 1.6 б -ресмон ба кура бо кадом қувва таъсир намояд, мувофиқи қонуни III-юми Нютон кура ба ресмон низ бо ҳамон қувваи модулашон баробару самтхояшон муқобил таъсир мерасонад. Ин қувварo қувваи марказгурез меноманд ($F_{\text{м.г}}$). Ў аз рӯи радиус аз маркази давра ба сӯи кура раван мегардад ва бо воситаи ресмон ба дастамон таъсир мерасонад.

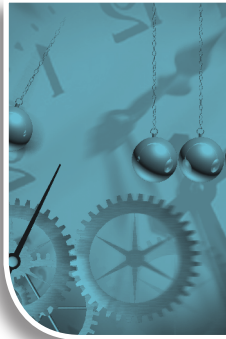
$$F_{\text{м.г}} = \frac{m \cdot v^2}{R} \quad \text{ё ки } F_{\text{м.г}} = m\omega^2 R \quad (5)$$

3. Қувваҳои марказшито ба марказгурез дар ҳаёт ва техника .

Пайдошавии қувваи марказгурезро ҳангоми ҳаракат аз рӯи давра ё ки дар ҷойҳое ки гардиши тез дорад дида мебароем (расми 1.7).



Расми 1.7



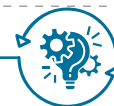
1. Оби зарфе, ки даҳонаш кушода аст дар ҳамаҷониби амудӣ давр мезанад аз чӣ сабаб намерезад? Ҷавобатонро эзоҳ диҳед.
2. Ба қувваҳои марказшитоб аз табиат мисолҳо биёред.
3. Аз қувваҳои марказгурез дар ҳаёт ва техника, дар қуҷоҳо истифода мебарем.

Намунаи ҳалли масъала

Автомобили массааш 1 t аст, аз рӯи давраи радиусаш 100 m бо суръати 20 m/s ҳаракат менамояд. Қувваи марказшитоби ба автомобил таъсиркунандаро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 1 \text{ t} = 1 \cdot 10^3 \text{ kg}$ $R = 100 \text{ m}$ $v = 20 \text{ m/s}$	$F_{\text{м.ш}} = \frac{mv^2}{R}$	$F_{\text{м.ш}} = \frac{1 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \left(20 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{100 \text{ m}} = 4 \cdot 10^3 \text{ N} = 4 \text{ kN}$
$F_{\text{м.ш}} = ?$		Ҷавоб: $F_{\text{м.ш}} = 4 \text{ kN}$.

Машқи 2.

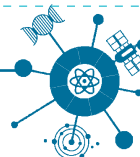


1. Ҷисм аз рӯи давра ҳаракати мунтазам мекунад. Агар радиуси давра 4 маротиба зиёд карда шавад, қувваи марказгурез чӣ гуна тағйир меёбад?
2. Суръати ҷисме, ки ҳаракати гирдхатта мекунад 2 маротиба афзояд, қувваи марказшитоб чӣ тавр тағйир меёбад?
3. Ҷисме, ки массааш 3 kg аст, бо суръати кунҷии 2 rad/s аз рӯи давра ҳаракат мекунад. Агар қувваи марказгурез 36 N бошад, радиуси даваро ҳисоб кунед.
4. Ҷисми массааш 12 kg аз рӯи давраи радиусаш 0,6 m буда бо басомади 2 Hz давр мезанад. Қувваи марказшитоби ба ҷисм таъсиркунандаро ёбед.
5. Вагони трамвае, ки массааш 24 t аст дар ҳамгашти радиуси қачиғиаш 100 m бо суръати 18 km/h ҳаракат намуда истода, ба релсҳо дар самти уфуқӣ бо чӣ гуна қувва таъсир мерасонад? Суръати ҳаракат 2 маротиба афзояд, ин қувва чӣ гуна тағйир меёбад?



Супоришҳои иловагӣ:

1. Поезд дар ҷои ҳамгашти роҳ ба кадом тараф бояд каме майл кунад? Аз чӣ сабаб?
2. Кулол аз лой хумчае сохта истодааст. Ӯ дар кадом ҷои хумча аз қувваи марказгурез ва дар кадом ҷои он аз қувваи марказшитоб истифода мебарад?



МАВЗЎИ 3

ҲАРАКАТ ДАР МАЙДОНИ ГРАВИТАТСИОНӢ

1. Майдони ҷозиба.
2. Суръатҳои кайҳонӣ.



Гарчанде мушоҳидаи ба Замин ҷазбшавии ҷисмҳои дар атрофамон буда осон аст, чаро мо ба ҳамдигар ҷазбшавии ҷисмҳоро ҳис намекунем?

1. Майдони ҷозиба.

Одатан ҷисмҳо чаро ба Замин баргашта меафтанд? (расми 1.8)? Чаро Моҳ-ҳамсафари табиӣи Замин, аз Замин дур шуда намеравад?

Дар бораи он, ки Замин ҷисмҳоро ба худ ҷазб мекунад олимони аз қабилҳои Галилео Галилей, Исаак Нютон, Генри Кавендиш кори тадқиқоти илмӣи зиёдеро анҷом додаанд. Ба ҳаракати тамоми ҷисмҳои дар атрофамон буда қувваи ҷозибаи Замин таъсири худро нишон медиҳад. Бино ба қонуни ҷозибаи умумҷаҳонӣ олам қувваи ҷозибаи Замин $F = G \frac{mM}{r^2}$ таъсири худро мерасонад.

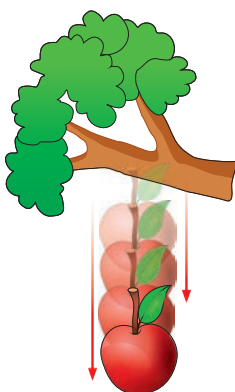
Дар ин ҷо m – массаи ҷисм, M – массаи Замин; r – масофаи байни марказҳои ҷисм ва Замин.

Ягон ҷисмро аз рӯи Замин рост ба боло партоем, ӯ баъди расидан ба баландии муайяне бозгашта ба ҷои партофташудааш меафтад. Агар ҷисм аз баландие уфуқан ё ки моил ба уфуқ партофта шавад, аз ҷои партофташудааш дар ягон масофаи маълум рафта меафтад.

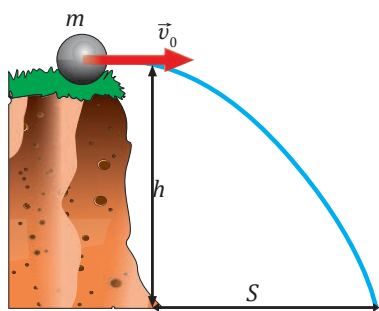
Масалан, аз баландии $h = 20$ м бо суръати ибтидоӣ $v_0 = 6$ м/с ҷисмро уфуқан партояд, вай дар ягон масофае уфуқан ба замин меафтад (расми 1.9). Азбаски ба ҷисм танҳо қувваи вазнинӣ таъсир мерасонад, дар самти уфуқӣ ҳаракати ҷисм мунтазам буда дурии парвози он аз рӯи формулаи $S = v_0 \cdot t$ ёфта мешавад.

Дар ин ҷо $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ вақти парвози ҷисм. Дурии парвози ҷисм ба

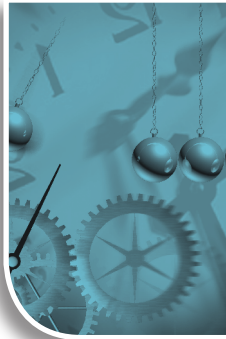
$S = v_0 \cdot \sqrt{\frac{2h}{g}} \approx 12,1$ м баробар мешавад. Агар суръати ибтидоӣ ҷисмро зиёд кардан гирем, дурии парвоз низ афзудан мегирад.



Расми 1.8



Расми 1.9



2. Суръатҳои кайҳонӣ. Радиҳои маснуи Замин (ҳамсафари сунъӣ)

Ҳаракати ҳамсафарҳои сунъии Замин ба ҳаракат дар майдони ҷозибаи замин мисол шуда метавонад. Агар чун дар масъалаи болоӣ суръати ибтидоии ҷисми аз ягон баландӣ уфукан партофташударо зиёд намоем, дурии парвози он ҳам меафзояд. Чун суръати ибтидоӣ ба ягон қимати муайяне ки расид, ҷисм дар атрофи Замин аз рӯи давра ҳаракат мекунад. Дар натиҷа ҷисм ба радиҳои маснуи замин табдил меёбад (расми 1.10 а). Албатта барои ин ҷисмро мо аз рӯи Замин ба баландии даркорӣ бароварда сипас ба ӯ дар самти уфукӣ суръати ибтидоии лозимиро доданамон лозим меояд. Ин вазифаро ракетаҳои баранда иҷро мекунад. Ракетаҳои баранда дар космодромҳои махсус ба шакли амудӣ парвоз кунонида мешаванд. Дар баландии 300–400 km муқовимати ҳаво қариб, ки ба сифр баробар мешавад (расми 1.10 б).

Суръати минималие, ки барои дар наздикии сатҳи Замин аз рӯи траекторияи доиравӣ ҳаракат намудани ҷисмҳо лозим аст, суръати якуми кайҳонӣ номида мешавад.

Вақте ки ҷисм бо траекторияи даврашакл дар майдони гравитатсионии Замин дар масофаи наздик ба сатҳи Замин ҳаракат мекунад, қувваи марказгурези ба ҷисм таъсиркунанда аз қувваи ҷозибаи Замин иборат аст. Яъне:

$$\frac{mv^2}{R} = G \frac{Mm}{R^2} \text{ аз ин ҷо маълум мешавад ки } v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}} \text{ (1) будааст.}$$

Барои онки $g = \frac{GM}{R^2}$ аст формулаи (1)-ро дар шакли $v_1 = \sqrt{gR}$ ифода намудан мумкин мегардад.

Радиуси Заминро $R = 6370 \text{ km}$, шитоби афтиши озодро

$g = 9,81 \text{ m/s}^2$ гирифта истода, қимати ададии суръати якуми кайҳониро ҳисоб кунем:

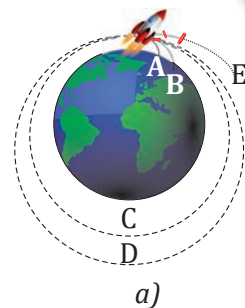
$$v_1 = \sqrt{gR} = \sqrt{9,81 \cdot 6370000} \approx 7,9 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Бо ҳамингуна суръат радиҳои маснуи Замин атрофи Заминро дар 84 дақиқа 12 сония як маротиба давр мезанад. Траекторияи ҳаракати ҷисмҳо ба қимати ададии суръати ҷисми дар атрофи Замин чарх зада истода вобаста буда гуногун мешавад. (расми 1.11-а). Агар суръати ибтидоии ҷисм $v_0 < 7,9 \text{ km/s}$ бошад траекторияи ҳаракати ҷисм аз парабола иборат шуда вай ба Замин баргашта меафтад. Агар ба ҷисм суръати $v_0 = v_1 \approx 7,9 \text{ km/s}$ диҳанд, ҷисм дар атрофи Замин аз рӯи орбита (мадор)-и доиравӣ ҳаракат намуда ба ҳамсафари сунъии Замин табдил мегардад (расми 1.11-б).

Суръати кайҳонии дуум ва сеюм

Барои он, ки дигар сайёраҳои системаи офтобиро тадқиқ намоянд, ба ҷисм суръати калонтар аз суръати якуми кайҳонӣ медиҳанд. Ба ин суръат суръати дууми кайҳонӣ ном додаанд.

Суръати кайҳонии дуум аз суръати кайҳонии якум $\sqrt{2}$ маротиба зиёд буда ба $v_{II} = \sqrt{2}v_1 = \sqrt{2gR} \approx 11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ баробар аст.

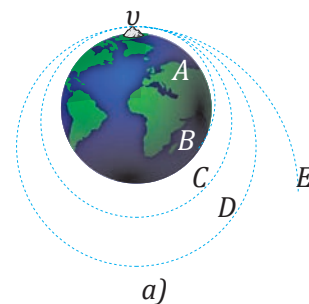


а)

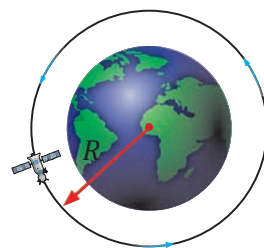


б)

Расми 1.10

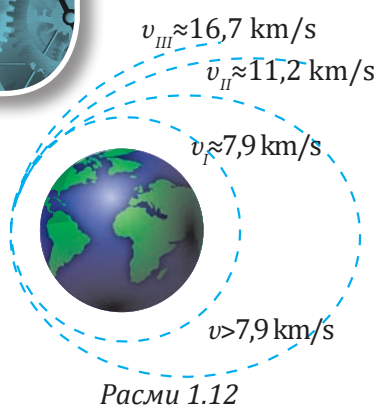


а)



б)

Расми 1.11



Суръати кайҳоние, ки ҷисм қувваи ҷозибаи Заминро баргараф намуда ба ҳамсафари маснӯи Офтоб табдил меёбад, суръати дуҷуми кайҳонӣ меноманд.

Киштии кайҳонӣ барои тадқиқ намудани коиноти дар дуриҳо ҷойгиршуда дар дохили галактика ҳаракат намуда аз системаи офтобӣ бояд баромада равад. Барои он, ки қувваи ҷозибаи Офтобро тарк намояд ба киштии кайҳонӣ суръати сеюми кайҳониро додан лозим меояд. Аз рӯи ҳисобу китобҳо қимати адабии суръати сеюми кайҳонӣ $v_{III} \approx 16,7 \text{ km/s}$ баробар аст (расми 1.12).

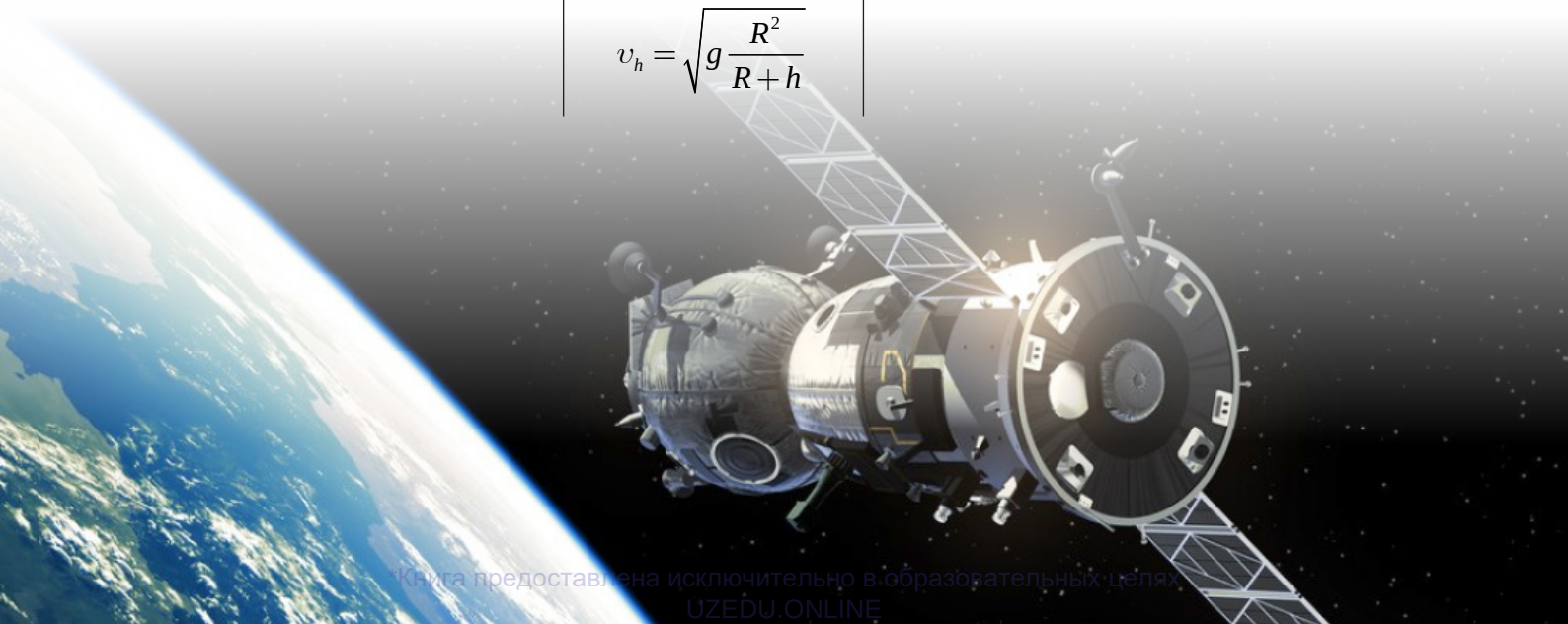


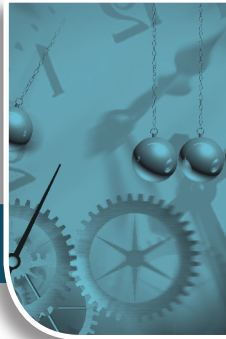
1. Дар чӣ гуна баландиҳо муқовимати ҳаво қариб, ки вучуд надорад?
2. Агар ҷисмҳо мувофиқи суръатҳои кайҳонӣ ҳаракат намоянд, траекторияи онҳо чӣ гуна мешаванд?
3. Чаро суръатҳои кайҳонӣ аз ҳамдигар фарқ мекунанд?

Намунаи ҳалли масъала:

Барои он, ки ҳамсафари сунъӣ дар баландии $h = 1600 \text{ km}$ аз рӯи мадори давраи дар ҳамвории экватор ҷойгиршуда ҳаракат намояд, суръати он нисбат ба Замин v_h чӣ қадар бояд бошад? Радиуси Заминро $R = 6400 \text{ km}$, шитоби афтиши озоди сатҳи Заминро $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ гуфта гиред.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$R = 6400 \text{ km} = 64 \cdot 10^5 \text{ m}$ $h = 1600 \text{ km} = 16 \cdot 10^5 \text{ m}$ $g_0 = 9,8 \text{ m/s}^2$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$	$F = G \frac{mM}{(R+h)^2};$ $F_{\text{м.ш}} = \frac{mv_h^2}{(R+h)}$	$v_h = \sqrt{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{(64 \cdot 10^5 \text{ m})^2}{(64 \cdot 10^5 + 16 \cdot 10^5) \text{ m}}} \approx 7 \frac{\text{km}}{\text{s}}$
$v_h = ?$	$G \frac{mM}{(R+h)^2} = \frac{mv_h^2}{(R+h)}$ $v_h = \sqrt{G \frac{M}{R+h}};$ $v_h = \sqrt{g \frac{R^2}{R+h}}$	Ҷавоб: $v_h \approx 7 \text{ km/s}.$





“ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО”

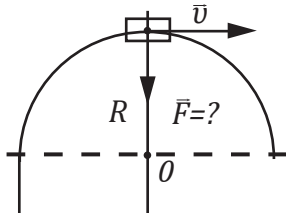
МАВЗЎИ 4

Намунаи ҳалли масъалаҳо:

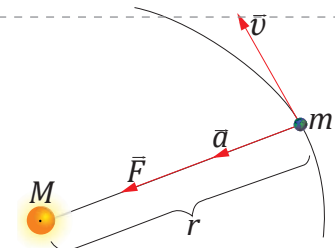
1. Автомобиле, ки 4 т масса дорад дар ҳамгашти роҳи радиуси қачиғиаш ба 10 м баробар буда бо суръати 36 км/ҳ ҳаракат намояд, ба асфалт дар самти уфуқӣ бо чӣ қадар қувва таъсир мерасонад? Агар суръати ҳаракат 2 маротиба афзояд, ин қувва чӣ тавр тағйир меёбад? (расми 1.13)



Расми 1.13

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$v_1 = 36 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$ $m = 4 \text{ t} = 4 \cdot 10^3 \text{ kg}$ $R = 10 \text{ m}$ $v_2 = 2 v_1$ $F_1 = ?$ $\frac{F_2}{F_1} = ?$	$F_1 = \frac{m v_1^2}{R}$ $F_2 = \frac{m v_2^2}{R}$ 	$F_1 = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ kg} (10 \text{ m/s})^2}{10 \text{ m}} = 40 \cdot 10^3 \text{ N}$ $F_2 = \frac{4 \cdot 10^3 \text{ kg} (20 \text{ m/s})^2}{10 \text{ m}} = 160 \cdot 10^3 \text{ N}$ $\frac{F_2}{F_1} = 4$ Ҷавоб: $F_1 = 40 \text{ kN}$; $\frac{F_2}{F_1} = 4$.

2. Замин дар мадори худ бо суръати миёнаи 30 км/с ҳаракат менамояд. Радиуси мадори Заминро $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$ пиндошта массаи Офтобро муайян намоед (расми 1.14)



Расми 1.14

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$v = 30 \text{ km/s} = 3 \cdot 10^4 \text{ m/s}$ $R = 1,5 \cdot 10^8 \text{ km} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$ $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 / \text{kg}^2$ $M = ?$	$F = G \frac{Mm}{R^2}; F = ma$ $a = \frac{v^2}{R}$ $M = \frac{Rv^2}{G}$	$M = \frac{1,5 \cdot 10^{11} \text{ m} \cdot (3 \cdot 10^4 \text{ m/s})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2}} \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$ Ҷавоб: $M \approx 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$.

БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

**Машқи 3.**

1. Модул ва самти баробартаъсиркунандаи се қувваи ҳар кадоме 4 N буда ва дар як ҳамворӣ ҳобидаро ёбед. Кунчи байни қувваҳои якуму дуюм ва сеюм ба 60° баробар аст.

2. Муодилаи ҳаракати ҷисми дар тири OX бо қувваи 6 N таъсиркарда истода $x = 5 + 2t + 3t^2$ (m) бошад, массаи ҷисмро ёбед.

3. Автомобили массааш 1 t буда дар роҳи гирдхаттаи радиуси қачигиаш 100 m ҳаракат мекунад. Қувваи марказшитоби ба ҷисм таъсиркунандаро, ки бо суръатҳои: а) 18 km/h; б) 36 km/h баробар аст, ёбед.

4. Писарбачаҳои массаҳояшон 40 kg ва 50 kg буда бо конки дар рӯи ях истодаанд. Писарбачаи якум бо қувваи 10 N писарбачаи дуюмро тела дод. Шитоби гирифтаи писарбачаҳоро муайян намоед.

5. Радиуси сайёраи Сатурн ба 60000 km, шитоби афтиши озод дар сатҳи сайёра ба $11,44 \text{ m/s}^2$ баробар аст. Суръати якуми кайҳониро барои ҳамин сайёра муайян намоед.

6. Суръати якуми кайҳониро барои сайёрае ёбед, ки массааш аз массаи Замин 4 маротиба калон ва радиусаш ба радиуси Замин баробар бошад.

7. Агар радиуси мадори ҳамсафари сунъӣ 4 маротиба кам шавад, даври чархзании ӯ дар мадори доиравӣ чӣ гуна тағйир меёбад?

8. Радиуси сайёра ба 13500 km шитоби афтиши озод дар сатҳи сайёра ба 6 m/s^2 баробар аст. Суръати якуми кайҳониро барои ҳамин сайёра муайян намоед.

9. Суръати якуми кайҳонӣ дар баландии баробари 3 радиуси Замин чӣ қадар мешавад?

**Супориши иловагӣ**

1. Дар ҳаракатҳои автотранспорт ва мототранспорт чӣ гуна вобастагӣ мавҷуд аст?



ВОБАСТАГИИ ВАЗНИ ЧИСМ АЗ НАМУДИ ҲАРАКАТ

МАВЗЎИ 5

1. Вазни ҷисм.

2. Ҳаракати ҷисм дар сатҳҳои фуруҳаида ва барҷаста.

3. Тағйирёбии вазни ҷисм дар ҳаракати сатҳи фуруҳаида (Ҳалқай Нестеров).

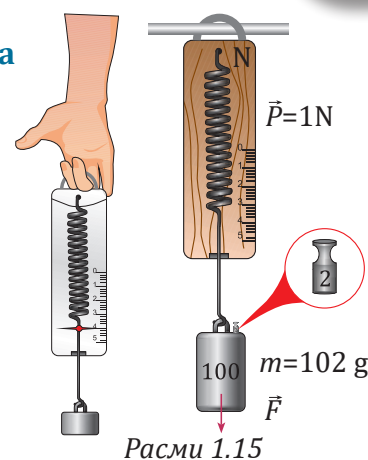
4. Бевазний.

1. Вазни ҷисм

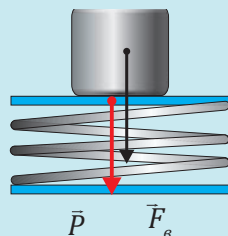
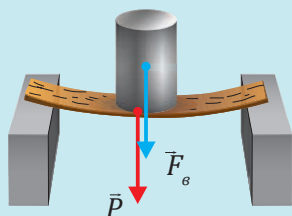
Мо аз ибораи вазни ҷисм борҳо истифода бурдаем. Одатан бо тарозу мо массаи ҷисмҳоро чен мекунем. Вазни ҷисм бошад, бо динамометр чен карда мешавад (расми 1.15).

Вазни ҷисм танҳо аз сабаби он, ки Замин ҷисмҳоро ба худ ҷазб мекунад пайдо мешавад. Барои ҳамин ҳам вазни ҷисм ба массааш вобастагӣ дорад (расми 1.16).

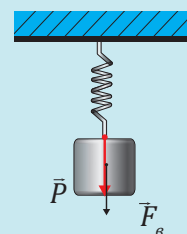
Қуввае, ки бо он ҷисм ба таъягоҳ ё овеа таъсир мерасонад, вазни ҷисм номида мешавад.



Расми 1.15



Расми 1.16



Вазни ҷисми дар таъягоҳ ё ки овеа қарордошта ба ($\vec{P}$), қувваи вазнинӣ бошад дар ҳолати ором будани ҷисм ба ($\vec{F}_g$) баробар мешавад (расмҳои 1.17-1.18).

$$\vec{P} = m\vec{g} \quad (1)$$

Яъне: самти вазни ҷисм чунин равона гаштааст.

Қувваи вазнинӣ ва вазни ҷисм аз рӯи гузоштани қувваҳо ба ҷисмҳои гуногун аз ҳамдигар фарқ мекунад.

Қувваи вазнинӣ ҳамма вақт ба худӣ ҷисм таъсир мекунад.

Дар ҳолати умумӣ формулаи вазни ҷисм: $\vec{P} = m(\vec{g} - \vec{a})$, ин формула дар намууди скалярӣ

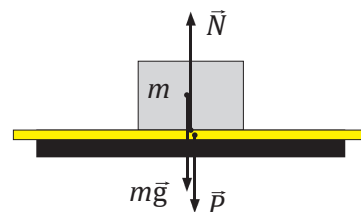
$$P = m\sqrt{g^2 + a^2 - 2ga\cos\alpha} \quad (2) \text{ ифода карда мешавад.}$$

α – кунҷи байни векторҳои g ва a буда, дар баъзе қиматҳои хусусии α ифодаи (2)-ро содда кардан мумкин аст.

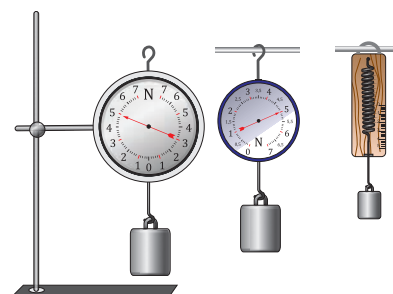
1) $\alpha = 0^\circ$ ($\cos \alpha = 1$) бошад, $P = m(g - a)$ мешавад, агар ҷисм ба поён ҳаракати собитшитоии зиёдшаванда ё худ ба боло ҳаракати собитшитоии камшаванда намояд.

2) $\alpha = 90^\circ$ ($\cos \alpha = 0$) бошад, $P = m\sqrt{g^2 + a^2}$ ҳангоми уфуқӣ бо шитоии a ҳаракат кардан.

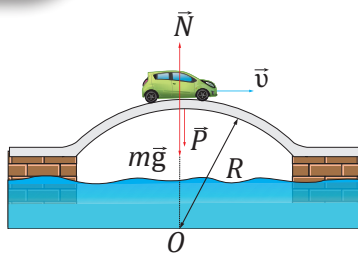
3) $\alpha = 180^\circ$ ($\cos \alpha = -1$) бошад, $P = m(g + a)$ мешавад, агар ҷисм ба боло ҳаракати собитшитоии зиёдшаванда ё худ ба поён ҳаракати собитшитоии камшаванда намояд.



Расми 1.17



Расми 1.18



Расми 1.19

2. Тағйирёбии вазни ҷисм дар сатҳи барҷаста

Автомобиле, ки дар рӯи кӯпуки барҷаста бо суръати v ҳаракати мунтазам менамояд, дар нуқтаи аз ҳама болоии кӯпрук аз рӯи ягон давраи радиусаш R мегузарад. Дар ин нуқта шитоби

марказшитоби автомобил $a = \frac{v^2}{R}$ амудан ба поён равона мегардад. Ин шитобро автомобил аз баробартаъсиркунандаи қувваи

вазнинӣ ($\vec{F}_{\text{вазн}} = m\vec{g}$) ва қувваи реаксия кӯпрук ($\vec{N}$) мегирад мувофиқи расми 1.19, самти қувваҳои F_b ва N муқобили ҳамдигар буда баробартаъсиркунандаи онҳо ба фарқи ин қувваҳо баробар аст.

$$F = mg - N.$$

$$ma = mg - N \quad (3)$$

Аз рӯи қонуни сеюми Нютон вазни автомобил P ба қувваи реаксияи кӯпрук N аз ҷиҳати модул (қимати ададӣ) баробар мешавад:

$$P = -N; \quad P = mg - ma = m \left(g - \frac{v^2}{R} \right) \quad (4)$$

Аз ин ҷо маълум мешавад, ки дар нуқтаи болоии кӯпрук вазни автомобил ва одамони дохили он кам мешавад, яъне $P < mg$.

3. Тағйирёбии вазни ҷисм дар сатҳи фуруҳамида

Вазни ҳавопаймои самолёте, ки дар сатҳи фуруҳамида парвоз мекунад тағйир меёбад. Дар нуқтаи поёнии траектория ҳаракати самолётро чун ҳаракат аз рӯи давра пиндоштан мумкин аст. Дар ин нуқта шитоби марказшитоби ҳавопаймо амудан ба боло равон аст. Ҳаракати самолётро аз рӯи ин хел траектория “Ҳалқаи Нестеров” меноманд.

Мувофиқи расми 1.20 самти қувваҳои ба ҳавопаймо таъсиркунанда mg ва N муқобили ҳамдигар буда баробартаъсиркунандаи онҳо ба фарқи ин қувваҳо баробар аст.

Яъне:

$$F = N - mg.$$

Бино ба қонуни II-юми Нютон :

$$ma = N - mg \quad (5)$$

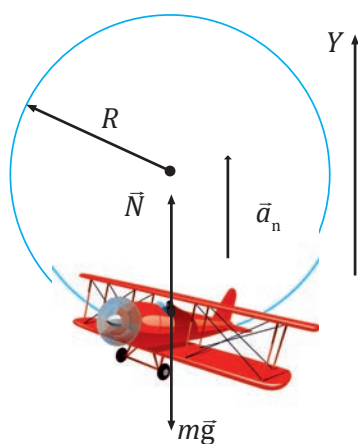
Дар ин маврид низ вазни ҳавопаймо P ба қувваи реаксия N аз ҷиҳати модул (қимати ададӣ) баробар мешавад, $P = -N$.

$$\vec{P} = m\vec{g} + ma = m \left(g + \frac{v^2}{R} \right) \quad (6)$$

яъне, $P > mg$. Аз рӯи формулаи (6) вақте ки ҷисм дар сатҳи фуруҳамида ҳаракат мекунад, дар нуқтаи поёнии траектория вазни он ба $m \frac{v^2}{R}$ зиёд мегардад.

Дар натиҷа ҷисм **зиёдвазнӣ** (сарборӣ) мегирад. Аз вазнинии зиёдатӣ дар бадани ҳавопаймо дард пайдо мешавад. Зиёдвазнии гирифтаи ҷисм ба нисбати вазни $\bar{y}$ дар давоми ҳаракат бар вазни дар ҳолати оромиш баробар аст:

$$n = \frac{mg + ma}{mg} = 1 + \frac{a}{g}$$



Расми 1.20



4. Бевазнй

Чисми дар таъсири қувваи гравитационй озод ҳаракат карда истода дар ҳолати бевазнй мешавад (расми 1.21).

Ҳолате, ки дар он қувваи чисми ба овеза ё ки таъягоҳ таъ-
сиркунанда ба сифр баробар бошад, яъне вазни он гум шавад,
бевазнй номида мешавад. $P = mg - ma = 0 \text{ N}$.



1. Вазни чисми дар самти уфуқӣ бо шитоб ҳаракат кардаистода тағйир меёбад?
2. Вазни чисми дар сатҳи фуруҳаида ҳаракат кардаистода чӣ гуна тағйир меёбад?
3. Ҳангоми парвози ракетае, ки киштии кайҳониро ба мадор мебарорад вазни фазогир чӣ гуна тағйир меёбад?
4. Вазни ҳавопаймо дар нуқтаи болоии “Ҳалқаи Нестеров” чӣ хел мешавад?
5. Оё бо тағйирёбии вазни чисм массаи он ҳам тағйир меёбад?



Расми 1.21

Намунаи ҳалли масъала:

Вазни бори массааш ба 100 kg баробар:

- а) ҳангоми бо шитоби $0,3 \text{ m/s}^2$ ба боло ҳаракат намудан;
 - б) ҳаракати мунтазам намудан;
 - д) бо шитоби $0,4 \text{ m/s}^2$ ба поён ҳаракат намудан;
 - е) озод афтидан ба чӣ баробар мешавад?
- $g = 10 \text{ m/s}^2$ гуфта гиред.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 100 \text{ kg}$ $a_1 = 0,3 \text{ m/s}^2$ $a_2 = 0 \text{ m/s}^2$ $a_3 = 0,4 \text{ m/s}^2$ $a_4 = g$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	$P_1 = m(g + a_1)$ $P_2 = mg$ $P_3 = m(g - a_3)$ $P_4 = m(g - a_4)$	а) $P_1 = 100(10 + 0,3) \text{ N} = 1030 \text{ N} = 1,03 \text{ kN}$ б) $P_2 = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ N} = 1 \text{ kN}$ д) $P_3 = 100 \cdot (10 - 0,4) \text{ N} = 100 \cdot 9,6 = 960 = 0,96 \text{ kN};$ е) $P_4 = 100 \cdot (10 - 10) \text{ N} = 0 \text{ N}$ Ҷавоб: $P_1 = 1,03 \text{ kN}$, $P_2 = 1 \text{ kN}$, $P_3 = 0,96 \text{ kN}$, $P_4 = 0 \text{ N}$.

Машқи 4



1. Қувваи марказшитоби автомобил дар нуқтаи аз ҳама болоии кўпруки барҷаста 5000 N буда, ӯ кўпрукро бо қувваи 8000 N фишор диҳад, массаи автомобил ба чӣ қадар (t) баробар аст?

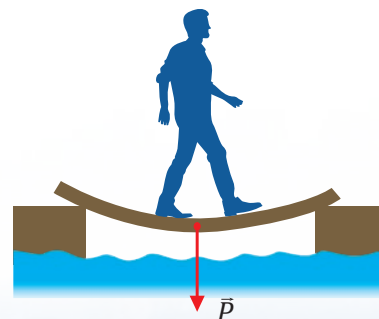
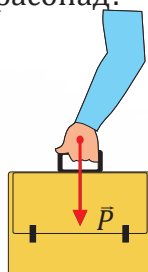
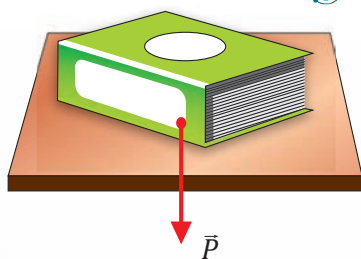
2. Суръати самолёте, ки аз рӯи “Ҳалқаи Нестеров” ҳаракат менамояд ба 100 m/s , массаи ҳавопаймо 70 kg , радиуси ҳалқа 200 m бошад, дар нуқтаи аз ҳамаи поёнии траектория ҳавопаймо ба қои нишасташ бо кадом қувва фишор медиҳад?

4. Лижарони массааш 65 kg буда бо суръати 2 m/s аз рӯи роҳи фуруҳамидаи радиуси қачигиаш ба 20 m баробар буда ҳаракат карда истодааст. Вазни ӯро дар нуқтаи чуқуртарини ҳамгашт ҳисоб кунед.

5. Вазни автомобили дар болои кўпуки барҷастаи радиуси қачиғиаш 100 m буда нисбат ба вазни дар ҳолати оромиш будааш чӣ қадар фарқ мекунад? Массай автомобил ба 2 t, суръати ҳаракаташ ба 54 km/h баробар аст.



1. Дар вазъиятҳои дар расм нишондодашуда вазни ҷисм ба чӣ таъсир мерасонад?



2. Ҳангоми ҳаракат дар кадом қисми ин кӯпрукҳо зиёд ё кам шудани вазнро фаҳмонед.

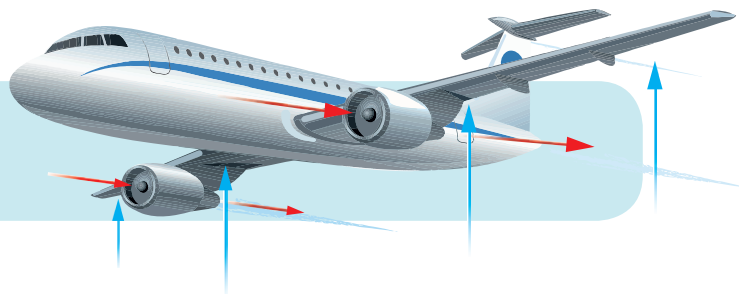


ҲАРАКАТИ ЧИСМ ДАР ЗЕРИ ТАЪСИРИ ЯКЧАНД ҚУВВА

МАВЗЎИ 6

1. Ҳаракати ҷисм дар ҳамвории уфуқӣ.
2. Ҳаракати ҷисмҳо дар ғарғараи беҳаракат.

Ба самолёт чӣ гуна қувваҳо таъсир мерасонанд?



1. Ҳаракати ҷисм дар ҳамвории уфуқӣ.

Ҳаракати механикии ҷисмро мушоҳида намуда гуфтан мумкин аст, ки ин ҳаракат дар зери таъсири як қувва не, балки якчанд қувва ба амал меомадааст.

Агар ҷисми дар ҳамвории уфуқӣ истодаро бо қувваи самташ ба ҳамвори мувозӣ ба ҳаракат дарорем ба он якчанд қувва таъсир мерасонад: қувваи кашанда ($\vec{F}_k$), қувваи соиш ($\vec{F}_{соиш}$), қувваи вазнинӣ ($\vec{F}_{вазн}$), қувваи нормалии реаксияи такаюҳ (N).

Барои он, ки ҷисм ба ҳаракат дарояд қувваи пешбаранда аз қувваи соиш бояд зиёд бошад.

$$F_k > F_{соиш}$$

Дар ин ҳолат ҷисм ба ҳаракат даромада шитоб мегирад. Барои ёфтани шитоб баробартаъсиркунандаи қувваҳоро (F) дар самти ҳаракат муайян кардан лозим.

Мувофиқи расми 1.22, $\vec{F} = \vec{F}_k + \vec{F}_{соиш}$. муқобили якдигар будани ин қувваҳоро ба ҳисоб гирем:

$$F = F_k - F_{соиш}. \quad (1)$$

Дар ин ҷо $N = mg$ буда, қувваи соиш аз рӯи ифодаи

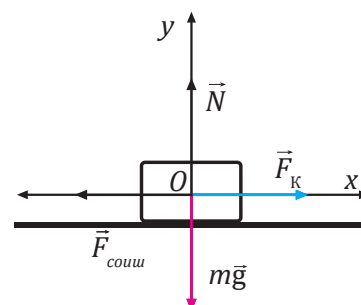
$$F_{соиш} = \mu N = \mu mg \quad (2)$$

муайян карда мешавад.

Аз рӯи қонуни дуҷуми Нютон ва формулаи (2) ифодаи зеринро ҳосил мекунем:

$$a = \frac{F_k - \mu mg}{m} \quad (3)$$

Агар ҷисми дар ҳамвории уфуқӣ истодаро бо қувваи самташ моил ба ҳамворӣ ба ҳаракат дарорем, барои муайян намудани ҳаракати он қувваи пешбарандаро ба якчанд ташкилкунандагон ҷудо мекунем. Барои ин шуда ба самти ҳамворӣ ва перпендикуляр ба он тирҳои координатии Ox ва Oy -ро медарорем



Расми 1.22

БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

(расми 1.23). Баробартаъсиркунандаи қувваро дар самти ҳаракат меёбем:

$$F_x = F_{\text{кx}} - F_{\text{соиш}}$$

Дар ин ҷо $F_{\text{к}} = F_{\text{к}} \cos \alpha$ ташкилдихандаи қувваи пешбаранда дар тири ОХ. Дар ин ҳол ташкилдихандаи ин қувва дар тири ОҮ- $F_{\text{к.у}} = F_{\text{к}} \sin \alpha$ буда аз ин ҳисоб қувваи нормалии реаксияи такагоҳ:

$$N = mg - F_{\text{к}} \sin \alpha$$

Қувваи соиш:

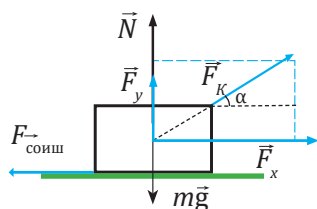
$$F_{\text{соиш}} = \mu N = \mu (mg - F_{\text{к}} \sin \alpha) \quad (4)$$

Баробартаъсиркунандаи қувва дар самти тири ОХ

$$F_x = F_{\text{к}} \cos \alpha - \mu (mg - F_{\text{к}} \sin \alpha) \quad \text{баробар ба.} \quad (5)$$

Аз рӯи формулаҳои $F_x = ma$ ва (5) шитоби ҷисм:

$$a = \frac{F_{\text{к}} \cos \alpha - \mu (mg - F_{\text{к}} \sin \alpha)}{m} \quad \text{мешавад.} \quad (6)$$



Расми 1.23

2. Ҳаракати ҷисмҳо дар ғарғараи беҳаракат.

Дар ғарғараи бевазну беҳаракати дар расми 1.24 тасвирёфта ҷисмҳои массаҳои m_1 ва m_2 -ро бо ресмонҳои бевазну дарознашаванда овехтаанд. Агар массаи ҷисмҳо баробар бошанд, онҳо ором меистанд ё худ ҳаракати мунтазам менамоянд. Дар ин ҳол қувваи тарангии ресмон ба (T) ва вазни ҷисм ба (P) баробар мешавад.

$$T = P$$

Массаи ҷисмҳо ҳар хел бошад ($m_2 > m_1$), ҷисми дуҷум ба поён ва ҷисми якум ба боло бо шитоб ҳаракат менамоянд. Барои он, ки шитоби ҷисмҳо ва қувваи тарангии ресмонро ҳисоб намоем самти қувваҳои ба онҳо таъсиркунандаро муайян бояд кард. Ба ҷисмҳо қувваи ба поён раван шудаи вазнинӣ ва ба боло раваншудаи тарангии ресмон таъсир мерасонад. Баробартаъсиркунандаи ин қувваҳо ба ҳар як ҷисм шитоб мебахшад. Азбаски ресмон дарознашаванда аст модули шитобҳо якхела буда самтҳои он муқобили ҳамдигар равона гаштаанд. Қувваи ба ҷисми якум таъсиркунанда:

$$F_1 = T - m_1 g$$

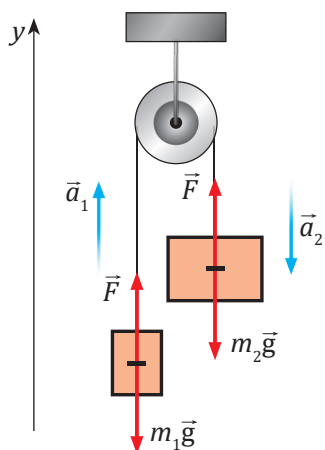
Барои ҷисми дуҷум ба: $F_2 = m_2 g - T$ баробар мешавад.

Аз рӯи ин муодилаҳо шитоб ва қувваи тарангии ҷисмҳоро

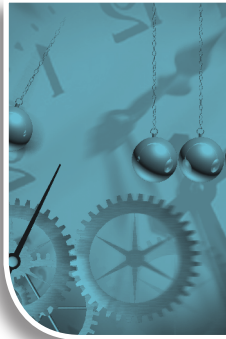
$$\begin{cases} T = m_1 (g + a) \\ T = m_2 (g - a) \end{cases} \quad (7)$$

$$a = \frac{m_2 - m_1}{m_1 + m_2} g; \quad (8)$$

$$T = \frac{2m_1 m_2}{m_1 + m_2} g. \quad (9)$$



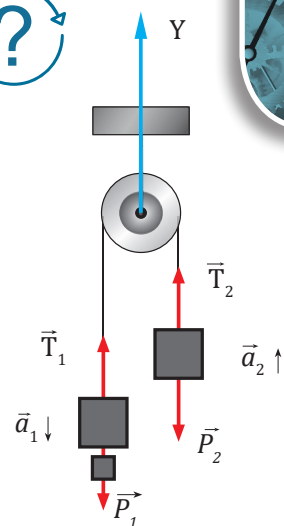
Расми 1.24



1. Ба ҳаракати ҷисм дар зери якчанд қувва дар сатҳи уфуқӣ мисол оред.
2. Дар ғарғараи беҳаракат кадом бузургӣҳо дар ду тарафи ғарғара миқдоран баробаранд?
3. Ба ҷисми оромистода аз 4 тараф қувваҳо таъсир мерасонанд ва онро ба мувозинат меоранд. Ҷисм кай ба ҳаракат омада метавонад?

Намунаи ҳалли масъала:

Борҳои массаҳояшон 230 граммӣ бо воситаи ресмони бевазне ба ғарғараи беҳаракат маҳкам карда шудаанд. Агар ба яке аз борҳо бори массааш 30 g бударо илова намоем, онҳо бо чӣ қадар шитоб ба ҳаракат меоянд? Баъд аз гузаштани 0,5 s аз оғози ҳаракат, борҳо чӣ гуна суръат мегиранд? Дар давоми ҳамин вақт онҳо чӣ қадар масофаро тай мекунанд? Соишро ба ҳисоб нагиред (расми 1.25).



Расми 1.25

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m_1 = m_2 = 230 \text{ g} = 0,23 \text{ kg}$ $m_3 = 30 \text{ g} = 0,03 \text{ kg}$ $t = 0,5 \text{ s}$ $v_0 = 0$	$T_1 = T_2 = T$ $a_1 = a_2 = a$ $\begin{cases} (m_1 + m_3)g - T = (m_1 + m_3)a \\ T - m_2g = m_2a \end{cases}$ $a = \frac{(m_1 + m_3)g - m_2g}{(m_1 + m_3) + m_2}$ $v = v_0 + at = at$ $s = \frac{at^2}{2}$	$a = \frac{30 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{(230 \cdot 10^{-3} \text{ kg} + 30 \cdot 10^{-3} \text{ kg}) + 230 \cdot 10^{-3} \text{ kg}} =$ $= 0,61 \text{ m/s}^2$ $v = 0,61 \text{ m/s}^2 \cdot 5 \text{ s} \approx 3,05 \text{ m/s};$ $S = \frac{at^2}{2} = \frac{0,61 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 25 \text{ s}^2}{2} = 7,5 \text{ m}$ Ҷавоб: $a = 0,61 \text{ m/s}^2$, $v \approx 3,05 \text{ m/s}$, $s = 7,5 \text{ m}$.

Машқи 5.

1. Борҳои массаҳояшон 0,3 kg ва 0,2 kg бо воситаи ресмон ба ғарғараи беҳаракат маҳкам карда шудаанд. Шитобе, ки борҳо ҳангоми ҳаракаташон мегиранд ва қувваи тарангии ресмонро муайян намоед.

2. Ба нӯги ресмони дар ғарғараи беҳаракат гузаронида шуда бори массаҳояшон 95 g ва 105 g овезон аст. Даставаал бори вазнинтар ба вазъияти болотар бароварда сипас сар додашуд. Баъди гузаштани 2 s бори вазнин аз вазъияти дар ҳолати боло будааш ба чӣ қадар масофа мекӯчад? $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

3. Борҳои массаҳояшон 100 граммӣ бо воситаи ресмон ба ғарғараи беҳаракат маҳкам карда шудаанд. Агар ба яке аз борҳо бори массааш 50 g бударо илова намоем, баъди ба ҳаракат омадан ин бори иловагӣ ба ҷисме, ки ҳудаш болои он истодааст, бо кадом қувва таъсир мерасонад?

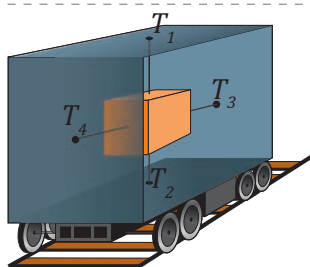
МАВЗЎИ 7

ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Намунаи ҳалли масъалаҳо:

1. Лифт бо шитоби 3 m/s^2 амудан ба поён ҳаракат мекунад. Вазни писарбачае, ки 50 kg масса дорад дар дохили лифт ба чӣ баробар мешавад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 50 \text{ kg}$ $a = 3 \text{ m/s}^2$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	$P = m(g - a)$	$P = 50 \text{ kg} \cdot (10 \text{ m/s}^2 - 3 \text{ m/s}^2) = 350 \text{ N}$ Ҷавоб: $P = 350 \text{ N}$.
$P = ?$		



Расми 1.26

2. Ба деворҳои пасу пеш ва шифту поли вагоне, ки дар самти қувваи T_3 бо шитоб ҳаракат карда истодааст, қисме бо ресмонҳо чун дар расм тасвирёфта баста шудааст (расми 1.26). Қувваи тарангии ресмонҳо мутаносибан: $T_1 = 15 \text{ N}$, $T_2 = 7 \text{ N}$, $T_3 = 1,6 \text{ N}$ ва $T_4 = 0,6 \text{ N}$ бошад, шитоби вагонро муайян намоед, расми 1.26.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$T_1 = 15 \text{ N}$; $T_2 = 7 \text{ N}$ $T_3 = 1,6 \text{ N}$; $T_4 = 0,6 \text{ N}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$	$mg = T_1 - T_2$ $ma = T_3 - T_4$ $a = \frac{T_3 - T_4}{T_1 - T_2} g$	$a = \frac{1,6 \text{ N} - 0,6 \text{ N}}{15 \text{ N} - 7 \text{ N}} 10 \text{ m/s}^2 = 1,25 \text{ m/s}^2$ Ҷавоб: $a = 1,25 \text{ m/s}^2$.
$a = ?$		



Расми 1.27

3. Дар таҷҳизоте, ки дар расми 1.27 тасвир ёфтааст, қувваи тарангии ресмони дарознашаваанда ва шитоби қисмро ёбед. Массай қисм ба $m = 100 \text{ g}$ ва қувваи пешбаранда ба $F = 1,2 \text{ N}$ баробар аст. Массай ғарғараро ба ҳисоб нагиред. $g = 10 \text{ m/s}^2$

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$ $F = 1,2 \text{ N}$ $g = 10 \text{ m/s}^2$ $R = 100 \text{ m}$ $v = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$	$\begin{cases} F = T \\ T - mg = ma \end{cases}$ $a = \frac{F - mg}{m} = \frac{F}{m} - g$	$F = T = 1,2 \text{ N}$ $a = \frac{1,2 \text{ N}}{0,1 \text{ kg}} - 10 \text{ m/s}^2 = 2 \text{ m/s}^2$ Ҷавоб: $T = 1,2 \text{ N}$; $a = 2 \text{ m/s}^2$.
$T = ?$ $a = ?$		

Машқи 6



1. Одаме, ки дар Замин бори массааш 50 kg -ро мебардорад, дар Моҳ бори массааш чӣ қадар бударо бардошта метавонад? Шитоби афтиши озод дар сатҳи Моҳ $1,6 \text{ m/s}^2$, дар замин ба $9,8 \text{ m/s}^2$ баробар аст.

2. Автомобили массааш 2 t буда ҳангоми аз мобайни кўпуки фуруҳамидаи радиуси қачигиаш 100 m гузаштан чӣ қадар суръат бояд дошта бошад, то қувваи фишор ба 25 kN баробар гардад?

3. Агар $R_1 = 20 \text{ m}$, $v_1 = 10 \text{ m/s}$, $R_2 = 10 \text{ m}$, $v_2 = 5 \text{ m/s}$ бошад, писарбачаи массааш 40 kg буда дар ҳолатҳои А ва В чӣ қадар вазн дорад? (расми 1.28)

4. Ба нўғи ресмоне, ки аз ғарғараи беҳаракат гузаронидаанд борҳои вазнашон 15 N ва 25 N овехта шудааст. Онҳо бо кадом шитоб ҳаракат мекунад (m/s^2)?

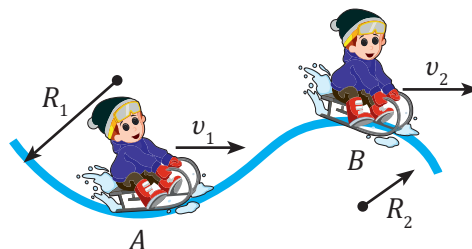
5. Ба ғарғараи беҳаракат бо ёрии ресмон ду бори массаҳояшон якхелаи m овезон аст. Дар як вақт ба тарафи чап бори иловагии массааш $3m$ ва ба тарафи рост бори массааш m -ро овехтанд. Шитоби ҳаракати системаро ёбед.

6. Ба ғарғараи беҳаракат бо ёрии ресмон се то бори массаҳояшон якхелаи 5 килограмм овезон аст. Шитоби ҳаракати системаро ёбед. Соишро ба ҳисоб нагиред (расми 1. 29).

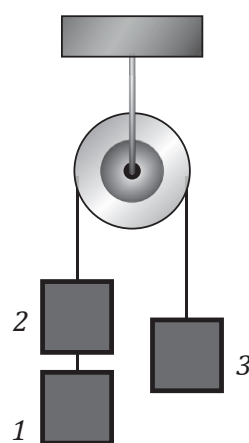
7. Агар вазни автомобили дар нуқтаи поёнии кўпуки фуруҳамидаи радиуси қачигиаш 9 m буда аз вазни ҳолати уфуқии автомобил $1,1$ маротиба калон бошад, суръати онро (m/s) ёбед.

8. Автомобили массааш 5 t буда аз кўпуки барҷаста бо суръати $21,6 \text{ km/h}$ гузашта истодааст. Агар радиуси қачии кўпрук 50 m бошад, автомобил ба миёнаи кўпрук бо чӣ қадар қувва таъсир мерасонад?

9. Писарбачаи массааш 50 kg буда дар арғунчаки дарозии ресмонаш 4 m парида истодааст. Ҳангоми аз вазъияти миёна бо суръати 6 m/s гузаштани писарбача ба ҷои нишасташ бо чӣ гуна қувва таъсир мекунад?



Расми 1.28



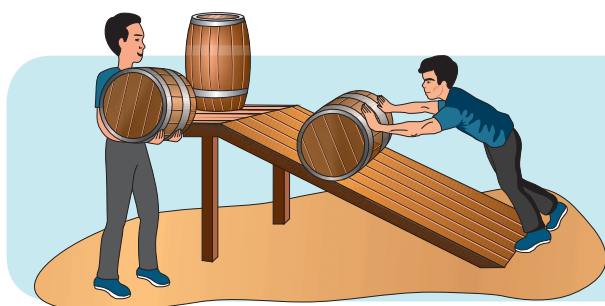
Расми 1.29



МАВЗҶҲИ 8

ҲАРАКАТИ ҶИСМ ДАР ҲАМВОРИИ МОИЛ

1. Мавқеи қувваи вазнинӣ дар ҳамвории моил.
2. Соиш дар ҳамвории моил.
3. Ҳаракати ҷисм ба сӯи поён дар ҳамвории моил.
4. Ба боло кашидани ҷисм аз рӯи ҳамвории моил.



Аз ин ду коргар кадомаш қувваи камтар сарф мекунад. Сабабаширо фаҳмонед.



Расми 1.30

Дар ҳаёти ҳаррӯзаамон ҷисмҳо натанҳо дар сатҳи уфуқӣ, балки дар нишебӣ низ ҳаракат мекунанд. Ин гуна нишебихоро мо ҳамвории моил мегӯем. Роҳравҳое, ки барои лағжида фурумадан дар хиёбонҳо (расми 1.30), шоссеҳои моил, эстакадаҳои барои бор боркунӣ ба машинаҳои боркаш ба ҳамвории моил мисол шуда метавонанд. Барои дар ҳамвории моил ба поён ё ки ба боло ҳаракат намудани ҷисмҳо ба чӣ бояд эътибор дод, аҳамияти ҳамвори моил дар чист?

Истифода аз ҳамвории моил ба мо қимати қувваи амудӣ таъсиркунамдаро кам мегардонад. Ба ҷисме, ки дар ҳамвории моил қарор дорад ё ки дар он ҳаракат менамояд, якчанд қувваҳо таъсир мерасонанд.

1. Ташкилдиҳандагони қувваи вазнинӣ дар ҳамвории моил.

Маълум аст, ки қувваи вазнинӣ доимо амудан ба поён раван аст. Ташкилдиҳандаи ин қувва, ки ба поён раван аст (F_x) вобаста ба кунҷи моилии ҳамвории моил чунин ёфта мешавад:

$$F_x = mgsin\alpha \quad (1)$$

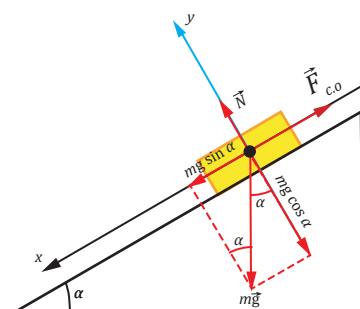
Ин қувва дар ҳамвории моил ҷисмро ба поён ба ҳаракат меорад. Ташкилдиҳандаи қувваи вазнинӣ, ки ба ҳамвории моил таҳти кунҷи рост раван гаштааст чунин муайян карда мешавад:

$$F_y = mgcos\alpha \quad (2)$$

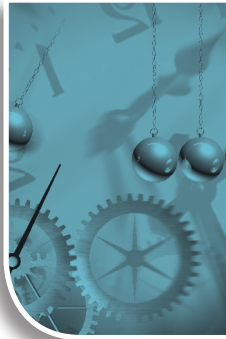
Ин қувва ба қувваи реаксияи нормалӣ (N) баробар аст. Бино ба қонуни III-юми Нютон ин қувва ба қувваи F_y аз ҷиҳати қимат баробар буда муқобили якдигар равона гаштаанд (расми 1.31).

$$N = mgcos\alpha \quad (3)$$

Ташкилдиҳандаҳои (проекцияҳои) қувваи вазнинӣ ва қувваи реаксионӣ дар тирҳои OX ва OY сабабгори ҳаракат намудан ё дар ҳолати оромӣ будани ҷисм дар ҳамвории моил мегардад.



Расми 1.31



2. Қувваи соиш дар ҳамвории моил

Дар ҳамвории моил ба таври доимӣ қувваи ҷисмро ба поён ҳаракатдиҳанда, ташкилдиҳандаи дар тири ОХ будаи қувваи вазнинӣ таъсир мерасонад. Агар ҷисм дар ҳамвории моил дар ҳолати ором қарор дошта бошад, кадом қувва ташкилдиҳандаи қувваи вазниниро дар тири ОХ мувозинат мекунад? Ҳангоми ором будани ҷисм ба он қувваи соиш дар ҳолати оромӣ ($F_{c.o}$) таъсир мерасонад (расми 1.31). Ин қувва қад-қади ҳамвории моил ба боло нигаронида шуда миқдоран ба қувваи поёнҳаракатдиҳанда (F_x) баробар аст:

$$F_{c.o} = F_x = mgsin\alpha \quad (4)$$

Агар ҷисм дар ҳамвории моил ба боло ё поён ҳаракат кунад, қувваи соиши лағжиш ($F_{лаг.}$) ба ҷисм таъсир мерасонад ва он бо қувваи реаксияи нормалии сатҳ ифода карда мешавад:

$$F_{лаг.} = \mu N = \mu mgcos\alpha \quad (5)$$

3. Ҳаракати ҷисм ба сӯи поён дар ҳамвории моил

Агар ба ҷисми дар ҳамвории моил истода дигар ҷисмҳо таъсир накунад, ба он танҳо қувваи вазнинӣ, қувваи соиши байни сатҳ ва ҷисм ва қувваҳои реаксияи нормалии сатҳ таъсир мерасонанд. Ташкилдиҳандаи ин қувваҳо, ки қад-қади ҳамвории моил ба поён равонаанд:

$$F = F_x - F_{c.o} \\ F = m \cdot g \cdot sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot cos\alpha \quad (6)$$

мешавад (расми 1.32).

Дар ин ҷо: F баробартаъсиркунандаи қувваҳо, F_x – қуввае, ки ҷисмро дар ҳамвории моил ба поён мекашад, $F_{c.o}$ – қувваи соиши байни ҷисм ва сатҳи ҳамвории моил.

Мо ҳолатҳои хусусии формулаи вобаста ба намуди ҳаракати ҷисм дар ҳамвории моилро баррасӣ хоҳем кард:

1. Қуввае, ки ҷисмро аз сатҳ ба поён мекашад, нисбат ба қувваи соиш дар ҳолати оромӣ хурдтар аст: ҳангоми $F_x < F_{c.o}$. ҷисм дар нишебӣ ором аст. Дар ин сурат $\mu > tg\alpha$.

2. Ҳангоми $F_x = F_{c.o}$ будан, ҷисм дар ҳамвории моил ором меистад ё бо суръати доимӣ ба поён ҳаракат мекунад. Дар ин ҳолат $\mu = tg\alpha$.

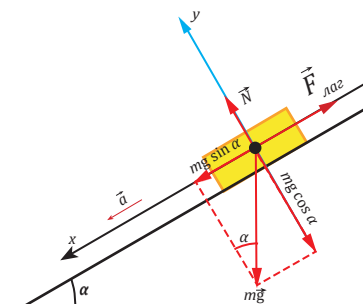
3. Ҳангоми $F_x > F_{лаг.}$, ҷисм бо шитоб ба поён ҳаракат мекунад. Дар ин сурат $\mu < tg\alpha$.

Бо истифода аз далели баробартаъсиркунандаи қувваи амалкунанда:

$$ma = m \cdot g \cdot sin\alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot cos\alpha = g \cdot (sin\alpha - \mu \cdot cos\alpha) \quad (7)$$

4. Ба боло кашидан ҷисм аз рӯи ҳамвории моил.

Барои дар ҳамвории моил ба сӯи боло кашидани ҷисм ба он қувваи беруна ба самти боло равоншудаи (F_o) гузошта мешавад. Дар ин ҳол қувваи соиши лағжиш ($F_{лаг.}$) ба поён равон мегардад. Баробартаъсиркунандаи қувваи ба боло ҳаракаткунанда дар самти ҳаракати ҷисм:



Расми 1.32

БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

$$F = F_{\text{райр}} - (F_x + F_{\text{соиш}}).$$

Агар баробартаъсиркунандаи қувваҳо ба сифр баробар бошад:

$$F_{\text{райр}} = mg(\sin\alpha + \mu\cos\alpha)$$

Қисм дар ҳамвории моил ором меистад ё бо суръати доимӣ ба сӯи боло ҳаракат мекунад.

Агар $F_{\text{райр}} > F_x + F_{\text{соиш}}$ бошад, қисм дар ҳамвории моил бо шитоб ба боло ҳаракат мекунад. Дар ин ҳол шитоб:

$$a = \frac{F_{\text{райр}}}{m} - g(\sin\alpha + \mu\cos\alpha) \quad (8)$$



1. Ҳаракати қисм дар ҳамвории моил ба кунчи моилӣ чӣ гуна вобаста аст?

2. Аз ҳамвории моил барои кадом мақсадҳо истифода бурдан мумкин аст.

3. Кай қисм дар ҳамвории моил дар мувозинат мешавад, чӣ гуна шарт иҷро шавад қисм мунтазам ё ки собитшитоб ҳаракат менамояд?

Намунаи ҳалли масъала

Писарбача дар нишебихои барфӣ лижаронӣ мекунад. Кунҷи ҳамвории моил нисбат ба уфуқ 30° ва коэффисиенти соиши лағжиши байни лижаҳо ва барф ба 0,15 баробар аст. Массай умумии кӯдак ва лижа 65 kg аст. Шитоби кӯдакро ҳангоми фурумадан аз ҳамвории моил муайян кунед.

Дода шудааст:	Формула	Ҳисобкунӣ
$\alpha = 30^\circ$ $\mu = 0,15$ $m = 65 \text{ kg}$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ $a = ?$	$a = g(\sin\alpha - \mu\cos\alpha)$	$a = 9,8 \text{ m/s}^2 \left(\frac{1}{2} - 0,15 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \approx 3,63 \text{ m/s}^2$ Ҷавоб: $a \approx 3,63 \text{ m/s}^2$.

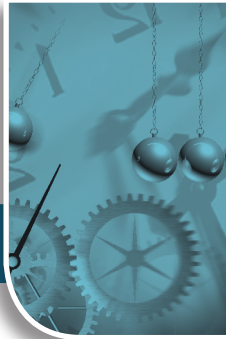


Машқи 7

1. Бори массааш 26 kg дар болои ҳамвории моиле, ки дарозияш 13 метр ва баландиаш 5 метр аст, гузошта шудааст. Коэффисиенти соиш байни бор ва ҳамвории моил ба 0,5 баробар аст. Барои рост ба боло кашидани бор қад-қадӣ ҳамвории моил чӣ гуна қувва лозим аст? Ба сӯи поён кашем чӣ?

2. Вазни умумии чана ва одами дар он буда 100 kg. Ин чана аз теппаи баландиаш 8 метр ва дарозияш 100 метр мефарояд. Агар суръати ибтидоӣ ба сифр баробар бошад ва суръати чана дар охири ҳамворӣ ба 10 m/s расад, қувваи миёнаи муқовимат ба ҳаракати чана чанд аст?

3. Дар ҳамворие, ки кунҷи тамоилиаш 30° аст, бор бо қувваи 6 N параллел ба ҳамвории моил нигоҳ дошта мешавад. Коэффисиенти соиш ба 0,4 баробар аст. Массай борро ёбед.



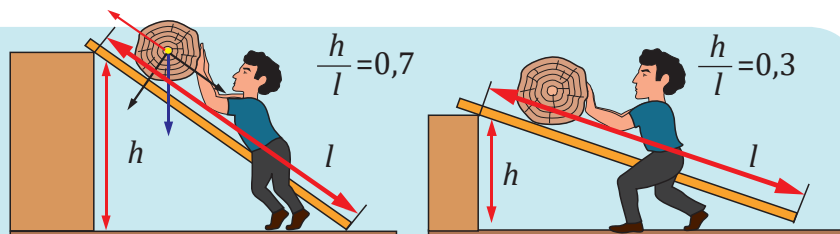
КОРИ ИЧРОШУДА ҲАНГОМИ КЎЧОНИДАНИ ЧИСМ ДАР ҲАМВОРИИ МОИЛ. КОЭФФИЦИЕНТИ КОРИ ФОИДАНОКИ ҲАМВОРИИ МОИЛ.

МАВЗЎИ 9

1. Кори ичрошуда хангоми кўчонидани чисм дар ҳамвории моил.

2. Коэффициенты кори фойданоки ҳамвории моил.

Нисбати баландӣ ба дарозӣ дар ҳамвории моил чӣ маъно дорад?



1. Кори ичрошуда хангоми кўчонидани чисм дар ҳамвории моил.

Чисмро ба боло, рост бардошта ё ки аз рӯи ҳамвории моил ба ҳаракат оварда баровардан мумкин. Чаро мо дар аксар мавридҳо аз ҳамвории моил истифода мебарем? Чунки дар ҳамвории моил қувва камтар сарф мешавад. Дар ин ду ҳолат мо чӣ гуна кор иҷро мекунем?

Вақте ки чисмро ба боло мунтазам мебардорем бар зидди қувваи вазнинӣ кор иҷро мекунем. Яъне кори ичрошуда:

$$A_1 = mgh$$

мешавад.

Ҳангоми бо ёрии ҳамвории моил кашида баровардани чисм бошад, бар зидди қувваи вазнинӣ ва қувваи соиш кор иҷро мекунем. Яъне, кори иҷрокарда аз рӯи формулаи:

$$A_2 = F_{\text{вазн}} h + F_{\text{соиш}} l = mgh + \mu mgl \cos \alpha$$

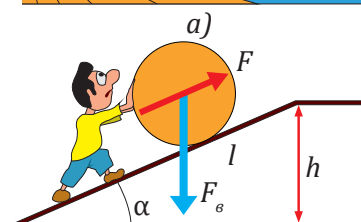
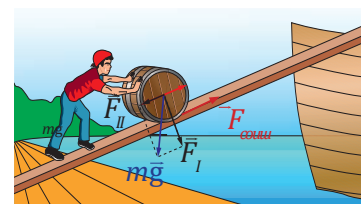
муайян карда мешавад. Ҳамин тариқ, дар ҳолати бо ёрии ҳамвории моил кашида баровардани чисм бештар кор карда мешавад. Коре, ки барои бартароф кардани қувваи соиш анҷом дода шудааст, барои мо зараровар аст, яъне кори барзиёд иҷрошуда ҳисобида мешавад (расми 1.33).

2. Коэффициенты кори фойданоки ҳамвории моил.

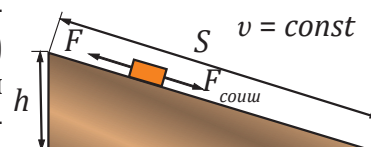
Дар рӯзгор ва дар техника мо ҳамвориҳои моили гуногунро истифода мебарем. Ҳангоми интиҳоби онҳо чиро бояд ба назар гирифт? Ҳамвориҳои моил дар иҷрои кор ҳамчун механизми ёрирасон истифода мешаванд. Коэффициенты кори фойданоки (ККФ) камтар аз 100% аст. ККФ-и ҳамвории моил (η -етта) бо нисбати кори фойданоки иҷрошуда ($A_{\text{ф}}$) ба кори умумӣ ($A_{\text{ум}}$) муайян карда мешавад. Яъне:

$$\eta = \frac{A_{\text{ф}}}{A_{\text{ум}}} = \frac{mgh}{mgh + \mu \cdot mgl \cos \alpha} = \frac{1}{1 + \mu \cdot \text{ctg} \alpha}$$

$$\text{Дар ин ҳо } l = \frac{h}{\sin \alpha}.$$



b)



d)

Расми 1.33

БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

Ҳамин тариқ, баробари зиёд шудани кунҷи моилӣ, ККФ-и ҳамвории моил меафзояд ва кори умумии иҷрошуда кам мешавад. Аммо афзоиши кунҷи моилӣ боиси афзоиши сарфи қувва мегардад. Аз ин рӯ, ҳангоми интихоби ҳамвории моил ба он диққат дода мешавад, ки қимати ККФ калонтар ва қувваи сарфшуда камтар бошад.



1. Фаҳмонед, ки афзоиши кунҷи моилии ҳамвории моил боиси зиёд шудани кори ғоиданоки он мегардад.
2. Дар хона ҳамвории моил созад ва фаҳмонед, ки он барои чӣ истифода мешавад.
3. Хонандаи синфҳои ибтидоӣ ҳангоми бардоштани ашё бо ёрии ҳамвории моил бояд аз кадом намуди ҳамвории моил истифода барад? Хонандаи синфҳои болоӣ чӣ?

Намунаи ҳалли масъала:

Динамометре, ки ба бори дар ҳамвории моил ба боло ҳаракати мунтазам мекунад пайваст аст 39,2 N-ро нишон дод. Агар вазни ҷисм 117,6 N, дарозии ҳамвории моил 1,8 m ва баландиаш 30 cm бошад, қувваи соиш ба ҷисм таъсиркунанда ва ККФ-и ҳамвории моил ба чӣ баробар мешаванд?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$F = 39,2 \text{ N}$ $P = 117,6 \text{ N}$ $l = 1,8 \text{ m}$ $h = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$	$\eta = \frac{Ph}{Fl} 100\%$ $F_{\text{соиш}} = F - P \frac{h}{l}$	$F_{\text{соиш}} = 39,2 \text{ N} - 117,6 \text{ N} \frac{0,3 \text{ m}}{1,8 \text{ m}} = 19,6 \text{ N}$ $\eta = \frac{117,6 \cdot 0,3}{39,2 \cdot 1,8} 100\% = 50\%$ Ҷавоб: $\eta = 50 \%$; $F_{\text{соиш}} = 19,6 \text{ N}.$
$F_{\text{соиш}} = ? \eta = ?$		



Машқи 8

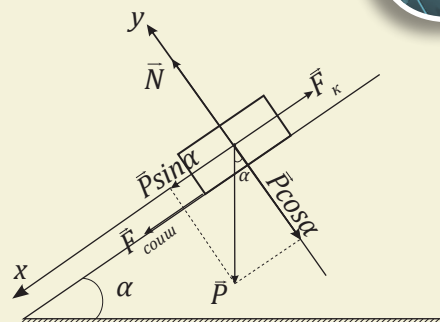
1. Барои ба баландӣ бардоштани бори дар ҳамвории моил хобида 20 Ҷоул кор анҷом дода шуд. Дар ҳамворӣ аз механизми дорои ККФ-и 80% истифода шудааст. Кори ғоиданокро ҳисоб кунед.
2. Ҷисм дар ҳамвории моил таҳти таъсири қувваи 15 N бардошта шуд. Вазни ҷисм 16 N, баландии ҳамвории моил 5 m ва дарозияш 6,4 m. ККФ-и ҳамвории моилро ёбед.
3. Динамометре, ки ба бори массааш 15 kg будаи дар ҳамвории моил ба боло мунтазам ҳаракаткунанда гузошта шудааст, 40 N-ро нишон медихад. Агар дарозии ҳамвории моил 1,8 m ва баландиаш 30 cm бошад, ККФ-и ҳамвории моилро ёбед.
4. Барои ба баландӣ баровардани чана дар давоми 16 сония 800 J кор иҷро шуд. Тавоноӣ (W) ба чӣ баробар мешавад?

ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 10

Намунаи ҳалли масъалаҳо

1. Ҷисми вазнаш 1000 N буда қад-қадӣ ҳамворие, ки бо уфуқ кунҷи 30° -ро ташкил медиҳад, ба боло ҳаракат мекунад. Қувваи болобаранда ба ҳамвории моил параллел буда, қимати он 800 N аст (расми 1.34). Агар коэффисиенти соиш 0,05 бошад, бор дар зарфи 2 с чӣ қадар масофаро тай мекунад?



Расми 1.34

Ҳисобкунӣ:

Дода шу- дааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$P = 1000 \text{ N}$ $F_K = 800 \text{ N}$ $\mu = 0,05$ $t = 2 \text{ s}$ $\alpha = 30^\circ$ $s = ?$	$F_K - F_{\text{соиш}} - P \sin \alpha = ma$ $F_{\text{соиш}} = \mu P \cos \alpha$ $F_K - \mu P \cos \alpha - P \sin \alpha = ma = \frac{P}{g} a$ $s = \frac{at^2}{2} = \left(\frac{F_K}{P} - \mu \cos \alpha - \sin \alpha \right) \cdot \frac{gt^2}{2}$	$s = \left(\frac{800 \text{ N}}{1000 \text{ N}} - 0,05 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2} \right) \cdot \frac{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot (2\text{s})^2}{2} \approx 5 \text{ m}$ Ҷавоб: $s = 5 \text{ m}$.

2. Поезд (қатора)-и электрикии, ки вазнаш $49 \cdot 10^5 \text{ N}$ аст, дар ҳамвории моил ба боло ҳаракат намуда масофаи 3 km-ро дар 5 дақиқа тай кард. Нишеби (моили)-и ҳамворӣ 4 m дар 1 km. Агар коэффисиенти соиш 0,002 бошад, кори иҷрошуда ва тавоноии қатораро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$P = 49 \cdot 10^5 \text{ N}$ $s = 3 \text{ km} = 3000 \text{ m}$ $h = 4 \text{ m}; \mu = 0,002$ $l = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$ $t = 5 \text{ min} = 300 \text{ s}$ $A = ?; N = ?$	$A = F s$ $F = P \cdot \sin \alpha + \mu P \cos \alpha$ $A = P (\sin \alpha + \mu \cos \alpha) s$ $N = \frac{A}{t} \quad \cos \alpha = \frac{\sqrt{l^2 - h^2}}{l};$ $\sin \alpha = \frac{h}{l}$	$\sin \alpha = \frac{4}{1000} = 0,004; \quad \cos \alpha = 0,9999 \approx 1$ $A = 49 \cdot 10^5 \text{ N} (0,004 + 0,002 \cdot 1) \cdot 3000 =$ $= 882 \cdot 10^5 \text{ N} \cdot \text{m} = 88,2 \text{ MJ}$ $N = \frac{88,2 \cdot 10^6 \text{ J}}{300 \text{ s}} = 294 \cdot 10^3 \text{ W} = 294 \text{ kW}$ Ҷавоб: $A = 88,2 \text{ MJ}; N = 294 \text{ kW}$.



Машқи 9

1. Ҷисми массааш 5 kg дар ҳамвориюи уфуқӣ ҳобидааст. Дар зери таъсири қувваи 50 N , ки нисбат ба уфуқ таҳти кунҷи 60° равон гаштааст, дар 1 s чӣ қадар масофаро тай мекунад? Коеффисиенти соиш байни ҷисм ва ҳамвориюи моил ба $0,2$ баробар аст.

2. Ба ҷисми дар ҳамвориюи моилиаш 10° буда суръати ибтидоии 10 m/s доданд. Коеффисиенти соиш байни ҷисм ва ҳамвориюи моил ба $0,5$ баробар бошад, масофаи тайкарда ва вақти сарфнамудаи ҷисмро то аз ҳаракат бозмондани он ёбед: $\sin 10^\circ \approx 0,17$; $\cos 10^\circ \approx 0,98$.

3. Агар коэффисиенти соиши чархҳо бо сатҳи роҳ ба $0,5$ баробар бошад, шитоби мошини дар ҳамвориюи моилиаш 20° ба боло ҳаракаткунанда чӣ гуна аст? Агар суръат дар оғози ҳаракат 10 m/s бошад, мошин дар 10 сония чӣ қадар масофаро тай мекунад? $\sin 20^\circ \approx 0,34$; $\cos 20^\circ \approx 0,9$

4. Ҳамвориюи моил таҳти кунҷи 20° нисбат ба уфуқ ҷойгир аст. Барои он, ки притсепи массааш 5 t бударо дар ҳамвориюи моил ба сӯи боло бо суръати 1 m/s кашида бароранд тавоноии трактор чӣ қадар бояд бошад? Коеффитсиенти соиш ба $0,2$ баробар аст.

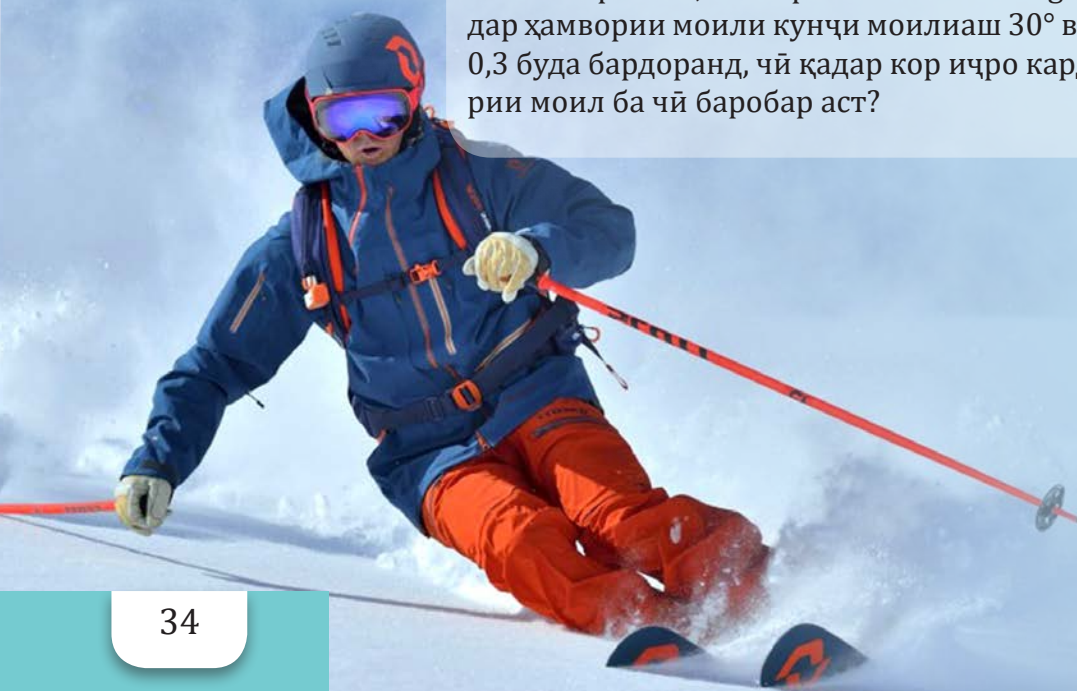
5. Аз ҳамвориюи моиле, ки 4 m дарозӣ, $0,8 \text{ m}$ баландӣ дорад бори вазнаш 2205 N -ро кашида бароварданд. Қувваи соиш $220,5 \text{ N}$ бошад, ККФ-и ҳамвориюи моил чанд фоиз хоҳад буд?

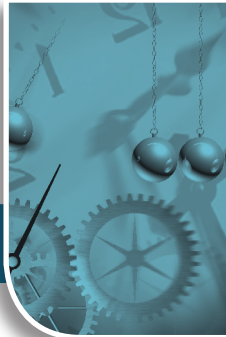
6. Ҳангоми кунҷи моилии ҳамвориюи моил ба α баробар будан, ҷисми дар он ҳобида ҳаракати мунтазам намуда ба лағжидан даромад. Коеффисиенти соиши байни ҷисму ҳамвориюи моилро ёбед.

7. ККФ-и ҳамвориюи моили дарозиааш 1 m , баландиааш $0,6 \text{ m}$ аст ёбед. Коеффисиенти соиши байни ҷисму ҳамвориюи моил ба $0,1$ баробар аст.

8. Агар массаи электропоезд $1,2 \cdot 10^5 \text{ kg}$, коэффисиенти соиш $0,05$, кунҷи моилии ҳамворӣ $\alpha = 10^\circ$ бошад, барои ба масофаи 100 m бо шитоби $1,5 \text{ m/s}^2$ ҳаракат намудан муҳаррики электропоезд чӣ қадар корро иҷро мекунад?

9. Барои он, ки бори массааш 400 kg бударо ба баландии 2 m дар ҳамвориюи моили кунҷи моилиаш 30° ва коэффисиенти соишаш $0,3$ буда бардоранд, чӣ қадар кор иҷро карда мешавад? ККФ-ҳамвориюи моил ба чӣ баробар аст?



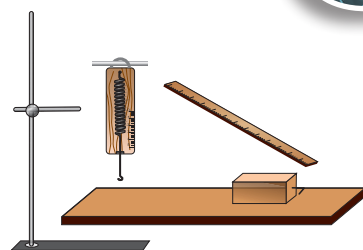


КОРИ ЛАБОРАТОРҲИ. МУАЙЯН НАМУДАНИ ККФ-И ҲАМВОРИИ МОИЛ.

МАВЗЎИ 11

Мақсади кор: омӯхтани ҳамвории моил ва ба кадом мақсад истифодабарӣ аз он. Мустаҳкам намудани донишҳо дар бораи кори ғоиданок ва кори пурра ҳангоми ҳаракат дар ҳамвории моил ва коэффисиенти кори ғоиданоки ҳамвории моил. Ташаккул додани қобилияти ҳисоб кардани ҳатогиҳо.

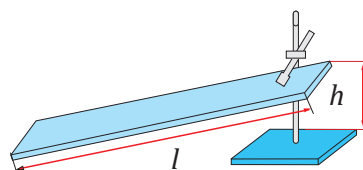
Таҷҳизоти лозима: тахтаи борики дароз, штатив бо сиққонакҳояш, тахтачаи чӯбин, хаткашак, маҷмӯи борҳо, динамометр (расми 1.35).



Расми 1.35

Тартиби иҷрои кор

1. Тахтаи борикиро ба штатив маҳкам мекунем, пас бо ёрии хаткашак дарозӣ (l) ва баландии ҳамвории моил (h)-ро чен мекунем (расми 1.36).

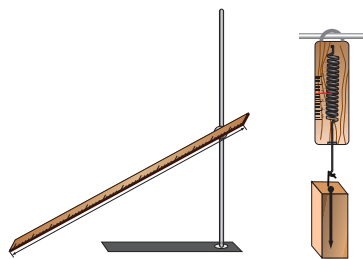


Расми 1.36

2. Бо воситаи динамометр вазни тахтачаи чӯбинро муайян менамоем (расми 1.37).

3. Сипас бо ёрии динамометр тахтачаи чӯбинро дар ҳамвории моил ба як маром кашида, наҷунбонида бо қувваи F ба ҳаракат мебарорем (расми 1.38).

4. Кори пурраро бо формулаи $A_{ум} = Fl$ ва кори ғоиданокро бо формулаи, $A_{\phi} = Ph$ ҳисоб мекунем.



Расми 1.37

5. ККФ-и ҳамвории моилро бошад, бо ифодаи $\eta = \frac{A_{\phi}}{A_{ум}} \cdot 100\%$ ҳисоб мекунем.

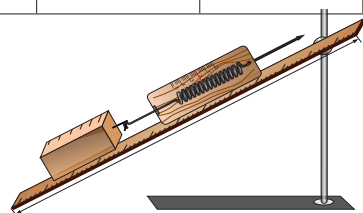
Таҷрибаро на камтар аз се маротиба такрор намуда натиҷаҳоро ба ҷадвал мегузаронем.

№	l, m	h, m	F, N	P, N	$A_{н}, J$	A_{ϕ}, J	$\eta, \%$
1							
2							
3							

Таҷрибаро барои баландиҳои гуногуни ҳамвории моил гузаронида дар бораи вобастагии ККФ аз кунҷи моилии ҳамворӣ ҳулоса мебарорем.

Вазифаи ҳонагӣ

Дар ҳона бо ёрии тарозуи динамометрӣ таҷрибаи болоиро гузаронед.



Расми 1.38



1. Ҳамвории моил чӣ гуна механизм аст ва аз он ба кадом мақсад истифода мебаранд?

2. Кори пурра ва ғоиданокро ҳангоми ҳаракат дар ҳамвории моил чӣ тавр муайян мекунам?

3. Сабаб дар чист, ки кори ғоиданок аз кори пурра кам мешавад?

4. Вобастагии ККФ-и ҳамвории моил аз кунҷи моилиро чӣ тавр фаҳмонидан мумкин?

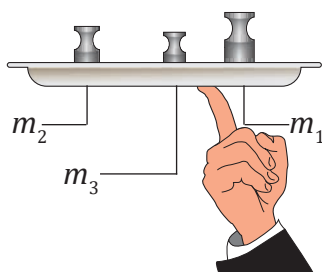
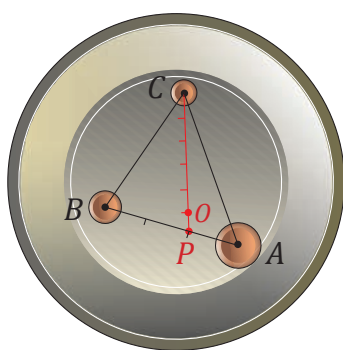
МАВЗЎИ 12

МАРКАЗИ МАССА. НАМУДҲОИ МУВОЗИНАТ. МОМЕНТИ ҚУВВА.

1. Маркази масса ва усулҳои муайян кардани онҳо.
2. Намудҳои мувозинат.
3. Моменти қувва.
4. Истифодаи фашанг дар ҳаёт ва техника.



Чаро диаметри чамбараки мошинҳои боркаш аз чамбараки мошинҳои сабукрав калонтар аст?



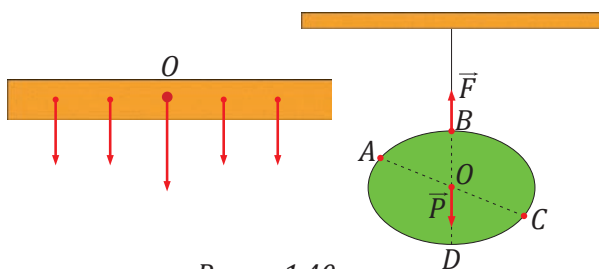
Расми 1.39

1. Маркази масса ва усулҳои муайян кардани онҳо.

Ҳангоми сохтани биноҳои кўпрукҳо, механизмҳои гуногун муҳим аст, ки онҳо дар ҳолати мувозинат бошанд. Дар вақти ба осонӣ кашондани борҳо, дар вақти гузоштани болорҳои хонаҳо ва иҷрои ҳамин гуна корҳо ба вазъияти мувозинатӣ диққат додан лозим аст. Мувозинати ҷисмҳо аз мавқеи маркази массаи онҳо вобаста аст. Маркази масса нуқтаи собитест, ки нисбат ба ҷисм ё системаи ҷисмҳо муайян карда мешавад.

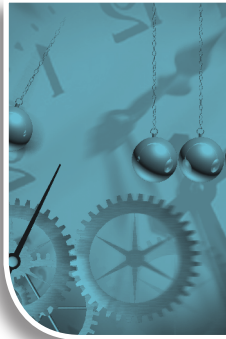
Марказҳои массаи ҷисмҳо бо марказҳои вазнинии онҳо рост меоянд (расми 1.39). Баробартаъсиркунандаи қувваи ба ҳамаи қисмҳои ҷисм таъсиркунанда дар хати росте ҷойгир аст, ки аз маркази вазнинии ҷисм мегузарад. Аз ин рӯ, қувваи вазнинӣ дар **маркази вазнинии** ҷисм ҷойгир карда мешавад.

Маркази масса нуқтаест, ки дар он массаҳои ҳамаи қисмҳои ҷисм ё системаи ҷисмҳо ба ҳамдигар мутамарказ шудаанд ва ин нуқта маркази массаи ҷисм ё системаи ҷисмҳо номида мешавад.



Расми 1.40 а

Дар расми 1.40 а милаи металии якҷинса (аз як мавод сохта шуда дар тамоми дарозӣ буриши арзиаш якхел, зичии яксон тақсимшударо дорост) ва қувваҳои мувозии вазнинӣ ва нуқтаи О-баробартаъсиркунандаи қувваҳои (маркази вазнинӣ) вазнинӣ нишон дода шудааст.



Маркази массаҳои баъзе аз ҷисмҳои якҷинсаи шаклҳои геометрии дошта (кура, цилиндр, призмаи рост) бо маркази геометрии онҳо $рӯ$ ба $рӯ$ меафтад (расми 1.40 б). Агар ҷисм якҷинса набошад ё ки маркази симметрия надошта бошад ва ҳамвор бошад, маркази вазнини онро бо ёрии таҷриба муайян карда метавонем. Барои ин аз ду нуқтаи дилхоҳи ҷисм онро овозон намуда, хатҳои амудии қувваи вазнини гузаронида мешавад (расми 1.41). Ҷои буриши хатҳои рости вертикалӣ маркази вазнини ҷисми ҳамвор мебошад.

2. Намудҳои мувозинат.

Баъд аз он, ки маркази массаи ҷисмҳо муайян мешавад, ба мувозинат овардан ё ки ба ҳаракат даровардани онҳо осон мегардад.

Одатан се намуди мувозинат вучуд дорад:

- мувозинати устувор;
- мувозинати ноустувор;
- мувозинати бефарқ.

Мувозинате, ки дар он қувваи ба вучуд омада ҷисми аз мувозинат баровардашударо ба ҳолати аввалааш бармегардонад, **мувозинати устувор меноманд** (расми 1.42 а).

Мувозинате ки дар он қувваи ба вучуд омада ҷисми аз мувозинат баровардашударо аз ҳолати аввалааш ҳам дуртар мебарорад, **мувозинати ноустувор меноманд** (расми 1.42 б).

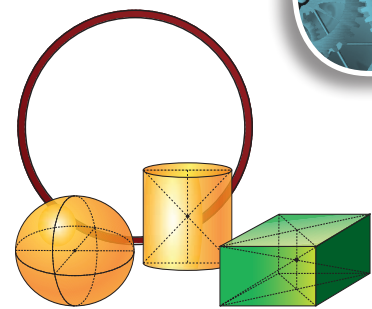
Агар ҷисмро аз ҳолати мувозинат барорему дар он ягон қувваи ба ҳолати мувозинати аввала баргардонанда пайдо нагардад, ин гуна мувозинатро **мувозинати бефарқ** меноманд (расми 1.42-д).

Ҳолати мувозинати ҷисм ба масоҳати таъахҳ вобаста аст. Ҷисме, ки дар ҳамвори моил истодааст, ба баландии муайян бардошта шавад, чаппа мешавад. Дар ин маврид хати рости амудие, ки аз маркази вазнини ҷисм мегузарад, сатҳи таъахҳ тарк мекунад ва ҷисм меафтад. Ҳамин тавр, сатҳи таъахҳ ҳар қадар калонтар бошад, мувозинати ҷисм ҳамон қадар устувортар мешавад.

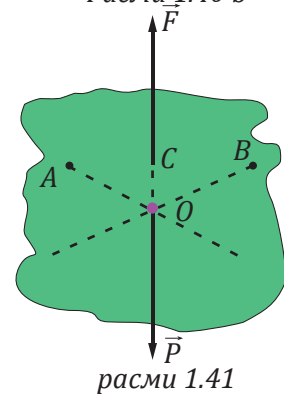
3. Моменти қувва.

Ҳаракати ҷисмҳои, ки меҳвари гардиш доранд, на танҳо ба бузургии қувваи ба он таъсиркунанда, балки ба самти қувва низ вобаста аст.

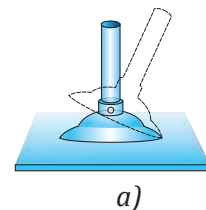
Масофаи кӯтоҳтарин аз меҳвари гардиш то хати таъсири қувва китфи қувва номида мешавад. Дар ин ҳолат китфи қувва ба самти қувва перпендикуляр ҷойгир аст.



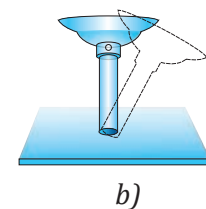
Расми 1.40 б



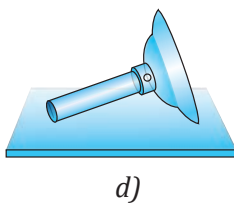
расми 1.41



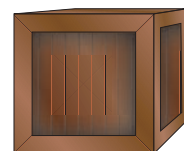
а)



б)



д)



Расми 1.42

Ҳосили зарби қувва ва китфи қувва моменти қувва номида мешавад. Моменти қувва бо ҳарфи M ишора мешавад.



$$M = F \cdot l \quad (1)$$

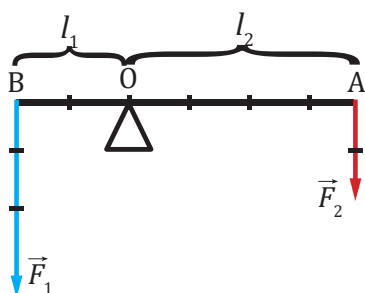
Воҳиди моменти қувва дар СБВ (СИ) $[M] = \text{N} \cdot \text{m}$.

Милаи якҷинсае гирифта маркази вазнини онро дар таъягоҳи (нуқтаи О) мегузорем, ки мила дар атрофи таъягоҳ озодона гардиш хӯрда тавонад. Дар натиҷа мила дар ҳолати уфуқӣ ба мувозинат меояд. Дар тарафи рости фашанг дар масофаи 4 воҳид (дар нуқтаи А) бори дуюмро дар масофаи 2 воҳид (нуқтаи В) ҷойгир кунем, мувозинат вайрон мешавад. Барои он, ки мила ба ҳолати мувозинат баргардад ба нуқтаи В айнан боз як бори дигарро овехтан лозим (расми 1.42). Ҳамин тавр, китфи қувваи фашанг ҳар қадар хурдтар бошад, ҳамон қадар қувва бояд бештар бошад, то фашанг дар мувозинат бошад. Аз ин хулоса баровардан мумкин аст, ки муносибати зерин байни қувваҳо ва китфҳои қувва муносиб аст:

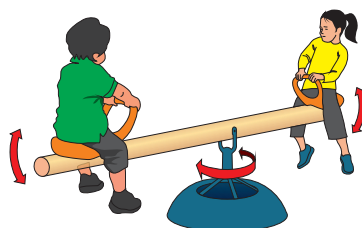
$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$$

$$F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2 \quad (2)$$

l_1 – дарозии масофаи ОА, F_1 – китфи қувва. l_2 – дарозаи масофаи ОВ, F_2 – китфи қувва.



Расми 1.43



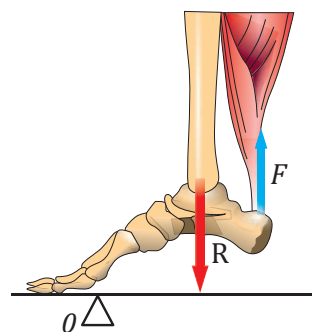
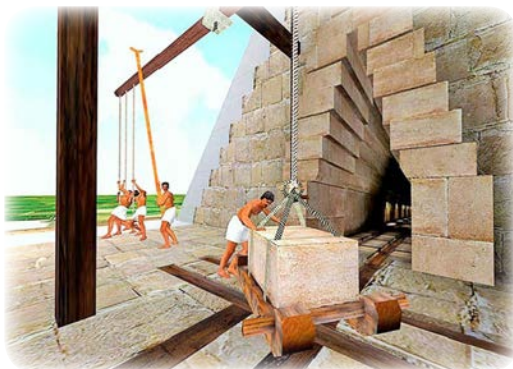
Расми 1.44

Баробарии (2) ро Архимед муайян намудааст ва **онро шартӣ мувозинати фашанг** меноманд. Дар таҷрибаи мушоҳидашуда моменти M_1 кӯшиш мекунад, ки фашангро ба самти ақрабаки соат, ва моменти M_2 кӯшиш мекунад, ки онро ба муқобили ақрабаки соат гардонад.

Фашанг асбоби соддатаринест, ки дар атрофи нуқтаи беҳаракати таъягоҳ гардиш карда метавонад (расми 1.44).

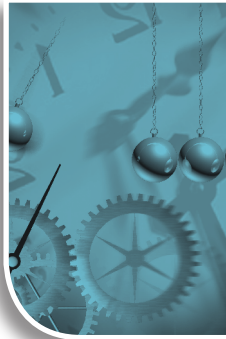
4. Истифодаи фашанг дар ҳаёт ва техника.

Дар рӯзгор ва техника намудҳои гуногуни қайчӣ ва меҳканакҳо аз рӯи принципи фашанг кор мекунад. Тарозуи палладор низ фишангест, ки китфҳои баробар доранд. Агар китфҳои тарозу дарозии гуногун дошта бошанд, онҳо ҷисмҳои массаашон калонро бо сангҳои массаашон хурд чен кардан мумкин аст. Дар сохтори бадани одамон ва ҳайвонот низ қисмҳои мавҷуданд, ки мисли фашангҳо кор мекунад. Устухонҳои дасту по якҷоя бо мушакҳо фашангро ташкил медиҳанд (расми 1.45).



Расми 1.45

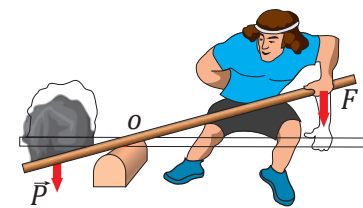




1. Чаро маркази масса ва маркази вазнинӣ болоиҳам меафтанд?
2. Агар самти таъсири қувва аз маркази масса гузарад, ҷисм чӣ гуна ба ҳаракат меояд. Нагузарад чӣ?
3. Агар самти қувваи ба ҷисм таъсиркунанда аз маркази масса нагузарад, ҷисм чӣ тавр ҳаракат мекунад?

Намунаи ҳалли масъала

Китфи дарози фашанг 6 м, китфи кӯтоҳаш 2 м буда ба китфи дарози фашанг 500 N қувва гузорем, чӣ қадар борро бо китфи кӯтоҳ бардошта метавонем (расми 1.46).



Расми 1.46

Дода шудааст:	Формула	Ҳисобкунӣ
$l_1 = 6 \text{ m}$ $l_2 = 2 \text{ m}$ $F_1 = 500 \text{ N}$ $m = ?$	$M_1 = M_2$ $F_1 \cdot l_1 = F_2 \cdot l_2$ $F_2 = mg$ $m = \frac{F_1 l_1}{g l_2};$	$m = \frac{500 \text{ N} \cdot 6 \text{ m}}{9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 2 \text{ m}} \approx 153 \text{ kg}$ Ҷавоб: $m \approx 153 \text{ kg}.$

Машқи 10



1. Дарозии китфи хурди фашанг 2,5 м ва дарозии китфи калон 45 см аст. Ба нӯги китфи калон қувваи 20 N гузошта шудааст. Барои дар мувозинат нигоҳ доштани фашанг ба нӯги китфи хурд чӣ гуна қувва гузоштан лозим аст?
2. Бо ёрии фашанг санги массааш 240 kg бардошта мешавад. Агар китфи хурд 0,6 м бошад, ба китфи калон, ки дарозияш 2,4 м аст, кадом қувва бояд таъсир расонад?
3. Агар дарозии фишанг 2 маротиба зиёд шавад, аз қор чӣ қадар бурд қарда мешавад?
4. Дарозии китфи хурди фашанг 4 см ва дарозии калонаш 50 см аст. Ба нӯги китфи калон қувваи 40 N гузоштаанд. Барои дар мувозинат нигоҳ доштани фашанг ба китфи хурд чӣ қадар қувва бояд гузошт?
5. Ба нӯгҳои милаи массааш 10 kg ва дарозияш 40 см буда, бори 40 kg ва 10 kg овехта мешаванд. Тақияро аз нӯги китфи дароз чӣ қадар дур гузоштан лозим аст, то ки фашанг дар мувозинат бошад?

МАВЗЎИ 13

МЕХАНИЗМҲОИ СОДДАЕ, КИ АЗ РЎИ ҚОИДАИ
МОМЕНТҲО КОР МЕКУНАНД

1. Чуфти қувваҳо.
2. Фашанг.
3. Блокҳо ва винтҳо.

4. Ғарғара(лебёдка)-ҳо ва фонаҳо.

Барои он ки дар баста нашавад, баъзан санг ё хиштро дар роғи назди часпаки дар рӯи фарш мегуздоранд. Оё ин боиси шикастани дар мешавад? Ҷавоби худро шарҳ диҳед.

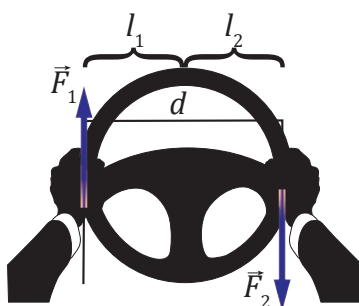
1. Чуфти қувваҳо

Инсон аз давраҳои қадим то имрӯз роҳҳои осон намудани меҳнати худро меҷӯяд. Дар сохтмонҳо барои бардоштани сунтунҳо, сангҳои мармари коркард додашуда аз таҷҳизоти механикии гуногун истифода бурда меоянд. Се ҳазар сол қабл аз ин дар Мисри қадим дар сохтмони аҳромҳо тахтасангҳои вазнинро бо ёрии фашангҳо аз як ҷо ба ҷои дигар кўчондаанд ва ба масофаи хеле баланд бардоштаанд. Дар бисёр ҳолат барои ба ягон баландӣ бардоштани сангҳои вазнин онҳоро аз рӯи ҳамвории моил ғелонда ё ки кашола карда мебароварданд. Дар сохтмони манораҳо, мадрасаҳо, сарой ва масҷидҳои шаҳрҳои Самарқанду Бухоро борҳоро бо ёрии блокҳо ва ғарғараҳо бардоштаанд.

Дар ҳаёти рӯзмара дастгоҳҳои чўббурӣ, барои кўчонидани борҳо кранҳои борбардор, тракторҳои заминкану ҳамворкунанда ҳам дар асоси механизмҳои оддӣ кор иҷро мекунанд.

Механизмҳои оддӣ дар асоси қоидаи моментҳо кор мекунанд. Ҷисми дорои тири даврзананда зерин таъсири моменти қувва ба ҳаракат мояд. Дар ин ҷо моменти ба ҷисм таъсиркунанда мисли чуфти қувваҳо мешавад.

Қувваҳои муқобилсамти дорои бузургии якхела, вале дар як тир нахобандаро чуфти қувваҳо меноманд.

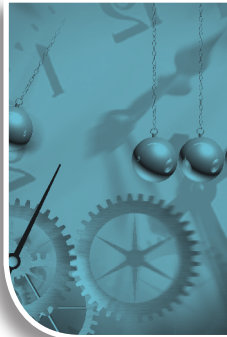


Расми 1.47

Ба тариқи мисол ба ин тоб хўрдани чамбарак автомобилро овардан мумкин аст (расми 1.47).

Тири чархзананда дар маркази чамбарак ҷойгир буда, ба ӯ чуфти қувваҳои F_1 ва F_2 таъсир мекунад.

Бо ҷамъ кардани моментҳои чамбарак ба як тараф тоб диҳанда моменти қувваи натиҷавӣ муайян карда мешавад: Агар ба ҷисми дорои тири даврзанӣ якчанд қувва таъсир карда истода бошад, бо воситаи ҷамъ кардани моментҳои ин қувваҳо моменти натиҷавӣ муайян карда мешавад. Дар ин ҷо моменти қувваҳои ҷисмро бо рафти ақрабаки соат давр занонанда бо ишораи мусбат ва моменти қувваҳои ҷисмро ба муқобили



акрабаки соат давр занонанда бо аломати манфӣ гирифта мешавад. Барои муайян кардани моменти қувваи натиҷавӣ моментҳои қувваҳои ба ҷисм таъсиркунандаро, барои ба ҳисоб гирифтани аломаташон, ҷамъ мекунем:

$$M = F_2 l_2 + (-F_1 l_1) = F_2 l_2 - F_1 l_1. \quad (1)$$

Ҷамъи моментҳои қувваҳои ҷисми дорои тири даврзаниро ба як самт давр занонанда ба ҷамъи моментҳои қувваҳои ҷисмро ба самтҳои муқобил давр занонанда баробар бошад, онгоҳ моменти натиҷавии ҳамаи қувваҳо ба сифр баробар шуда, ҷисм дар мувозинат мешавад:

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

Ин қоида ро Архимед аниқ намудааст ва онро **қоидаи моментҳо** меноманд.

Ба механизмҳои соддае, ки дар асоси қоидаи моментҳо кор мекунанд, инҳо дохил мешаванд: фашанг, блокҳои ҳаракаткунанда ва беҳаракат, ғарғараҳо, винт (домкрат) ва дигар механизмҳои оддӣ.

2. Фашанг.

Дар амалиёт аз фашангҳои намудҳояшон гуногун истифода бурда мешаванд (расми 1.48).

3. Блокҳо ва винтҳо.

Дар ҳаёт ва дар техника аз системаи блокҳои ҳаракаткунанда ва беҳаракат истифода бурда мешавад. Системаи блокҳо байни ҳам пайваست шуда полиспастҳои дорои дараҷаи гуногунро ҳосил мекунанд. Дар расми 1.49 а полиспастҳои дорои як блоки ҳаракаткунанда, дар расми 1.49 б полиспастҳои дорои як блоки беҳаракат ва як блоки ҳаракаткунанда, дар расми 1.49-д полиспастҳои дорои ду блоки ҳаракаткунанда ва як блоки беҳаракат тасвир карда шудаанд. Вазни борҳо ба полиспастҳои дараҷавӣ овехташуда ба ресмонҳои ба блокҳои печонидашуда тақсим мешавад.

Дар мавриди дар блокҳо ҷой надоштани қувваи соиш қувваи ба полиспаст гузошташуда бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

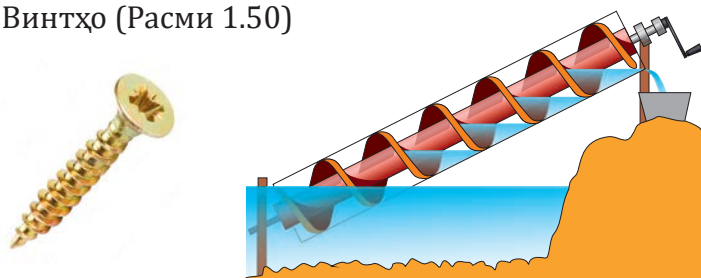
$$F = \frac{mg}{2^n} \quad (3)$$

Дар ин ҷо n – шумораи блокҳои ҳаракаткунанда дар полиспаст. Агар дар блокҳо қувваи соиш ҷой дошта бошад, онгоҳ як қисми қувваи гузошташуда барои бартараф кардани қувваи соиш сарф мешавад.

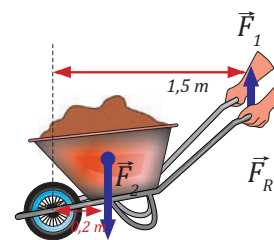
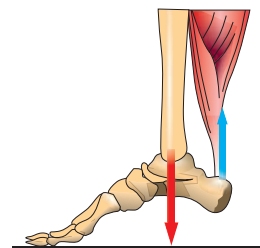
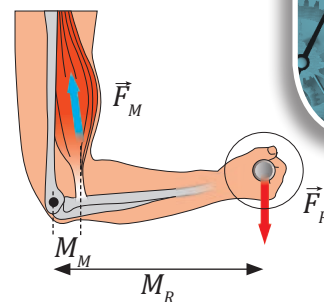
ККФ ҳангоми ҷой доштани қувваи соиш:

$$\eta = \frac{mg}{2^n F} \quad (4)$$

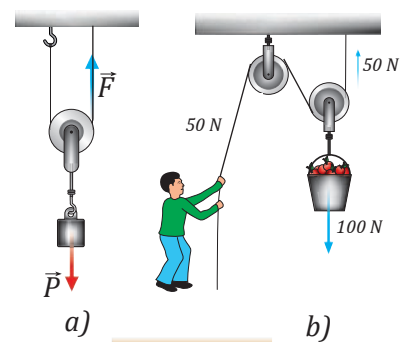
Винтҳо (Расми 1.50)



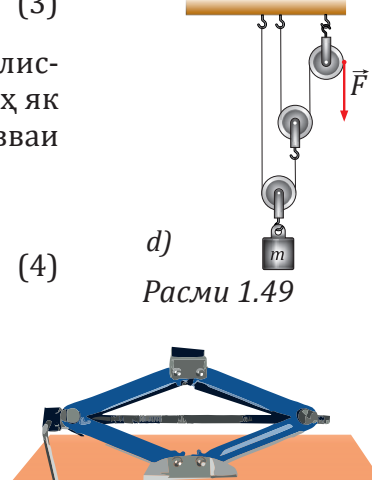
Расми 1.50



Расми 1.48



Расми 1.49



БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

4. Ғарғараҳо ва фонаҳо

Аз қувва чанд баротиба бурд кардани ғарғара бо ёрии формулаи

$$n = \frac{R}{r} \quad (5)$$

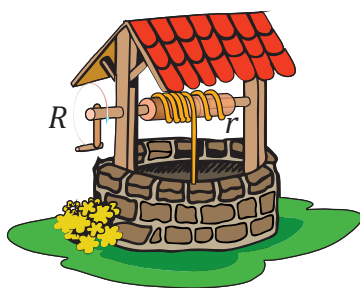
муайян карда мешавад.

Аз қувва чанд баротиба бурд кардани ғарғара бо ёрии формулаи

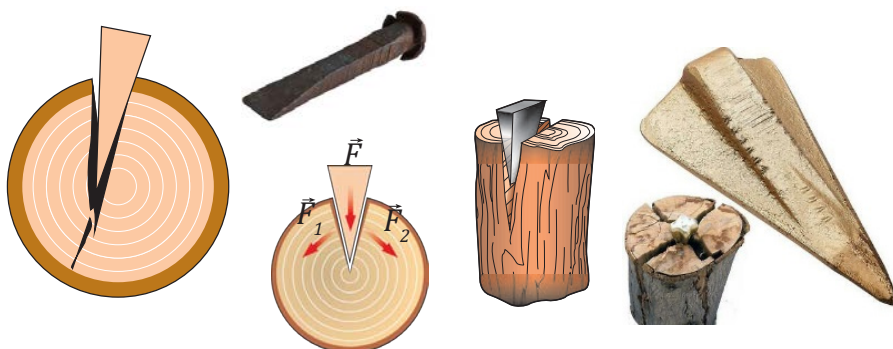
$$n = \frac{R_1}{r_1} \frac{R_2}{r_2} \quad (6)$$

аниқ карда мешавад. Дар ин ҷо: R – радиусе, ки дастаки барабанро даврзанонанда мекашад, r – радиуси барабан (расми 1.51).

Фонаҳо



Расми 1.51



1. Ғарғара аз кадом ҷиҳат ба фашанг монанд аст?
2. Барои чӣ баромадан аз зинаҳои моилияшон кам назар ба баромадан аз зинаҳои моилияшон зиёд осонтар аст?
3. Барои чӣ одами бори вазнинро (масалан борхалтаро) ба пушт карда каме ба пеш ҳам мешавад?
4. Боз дар қуҷо истифода намудани механизмҳои оддиро дидаед?



МАВЗЎИ 14

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$ $l_1 = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$ $l_2 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}; F_1 = mg$ $\frac{mg}{F_2} = \frac{l_2}{l_1}$	$F_2 = \frac{0,05 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{0,02 \text{ m}} = 5 \text{ N}$
$F_2 = ?$	$F_2 = \frac{l_1 mg}{l_2}$	Ҷавоб: $F_2 = 5 \text{ N}$.

A diagram showing a spiral spring with a central point labeled O . A blue square mass labeled 4 kg is attached to the right end of the spring. Five vertical arrows, labeled 1, 2, 3, 4, and 5 from left to right, point downwards from the center of the spring.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m_1=4 \text{ kg}$ $m_2=10 \text{ kg}$ $l_0 = 5 \text{ m}; l_1 = 5 \text{ m}$ $l_2 = 4 \text{ m}; l_3 = 3 \text{ m}$ $l_4 = 2 \text{ m}; l_5 = 1 \text{ m}$	$\frac{F_1}{F_2} = \frac{l_2}{l_1} ; \quad \frac{m_1 g}{m_2 g} = \frac{l_2}{l_1}$ $l_x = \frac{m_1 l_0}{m_2}$	$l_x = \frac{4 \cdot 5}{10} = 2 \text{ m}$ Ҷавоб: ҳангоми аз марказ ҳисоб кардан бори 10 kg-ро дар нуқтаи l_4 овехтан лозим.
$l_x = ?$		

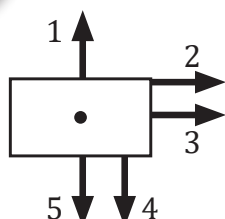
A diagram of a pulley system. A weight labeled P is attached to a pulley. A rope is fixed to a support, passes under the pulley with weight P , then over a second pulley, under a third pulley, and finally over a fourth pulley where a downward force F is applied. The pulley with weight P is the bottom-most pulley, and the pulley with force F is the top-most pulley. There are three pulleys in total.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$P = 400 \text{ N}$	$F = \frac{mg}{2^n}$	$F_1 = \frac{mg}{2} = \frac{P}{2} = \frac{400}{2} = 200 \text{ N}$ $F_2 = \frac{mg}{2} = \frac{P}{2} = \frac{200}{2} = 100 \text{ N}$
$F_3 = ?$		$F_3 = \frac{mg}{2} = \frac{P}{2} = \frac{100}{2} = 50 \text{ N}$ Ҷавоб: $F_2 = 50 \text{ N}$.

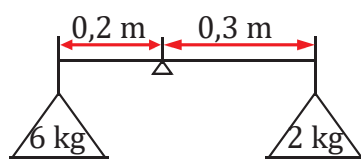
БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА



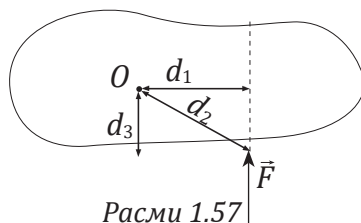
Машқи 11



Расми 1.55



Расми 1.56



Расми 1.57

1. Кадоме аз қувваҳои дар расми 1.55 овардашуда ба ҷисм танҳо ҳаракати пешраванда медиҳанд? (О – маркази массаҳо).

2. Дарозии китфи хурди фашанг ба 5 см, дарозии китфи калони он ба 30 см баробар аст. Ба китфи хурдаш қувваи 12 N таъсир мекунад. Баро ба мувозинат овардани фашанг ба китфи калони он чӣ гуна қувва гузоштан даркор?

3. Барои дар мувозинат будани тарозуи китфҳояш гуогуни дар расми 1.56 тасвирёфта ба паллаи ростии он боз бори массааш чанд kg бояд гузошт?

4. Ба китфи хурди фашанг қувваи 300 N, ба китфи калонаш қувваи 20 N таъсир мекунад. Дарозии китфи хурди фашанг 5 см аст. Дарозии китфи калони онро муайян кунед.

5. Дар расми 1.57 ба ҷисми тири чархзаниаш аз нуқтаи О гузаранда бо самти муайян қувваи F гузошта шуда тасвир карда шудааст. Кадоме аз порчаҳои дар расм тасвирёфта китфи қувваи F мешавад.

6. Ба нӯгҳои фашанги бевазни дарозияш 80 см борҳои массашон 200 g ва 600 g овехта шудаанд. Барои дар мувозинат будани фашанг аз бори калон дар кадом масофа бояд таъямоғ гузошт?

7. Бо ёрии домкрат автомобили массааш 1500 kg-ро бардоштан лозим аст. Дар ин ҷо қадами винти истифодабурдашаванда ба 4 см баробар мебошад. Агар дарозии мили домкратро бардоранда 0,5 m бошад, қувваи онро тобдиҳандаро ёбед.

СУПОРИШҲОИ АМАЛӢ



1. Мошини боркаш барои ҳолӣ кардани бор кузовро таҳти кунҷи алфа бардошт. Аммо дар ин ҳолат бор ҳолӣ нашуд.

a) Сабаби ҳолӣ нашудани бор дар чист?

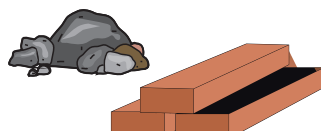
b) Ҳангоми иҷро шудани кадом шарт бор ба ҳаракат мояд?

2. Дар сохтмон коргар бо сатил хокро кашида истодааст. Ҳангоми аз ҷониби коргар бо шитоб ба боло бардоштани сатил қисми таги сатил ҷудо шуда афтид.

a) Сабаби ин ҳодисаро фаҳмонда (шарҳ) диҳед.

b) Барои аз кор набаромадани сатил ба коргар чӣ гуна маслиҳат медиҳед?

3. Одил ва Бунёд бо автомобил ба саёҳат баромаданд. Дар нисфи роҳ балони (чархи) автомобил сӯрох шуд. Вале барои иваз намудани чарх дар автомобил домкрат вучуд надошт. Онҳо дар ин вазъият аз ҷисмҳои дар расм нишондодашуда истифода бурда чархи автомобилро иваз намуда саёҳати худро идома доданд. Онҳо ин корро чӣ гуна амалӣ намуданд? Ҷавобатонро шарҳ диҳед.





МАСЪАЛАҲО БАРОИ ҲАЛЛИ МУСТАҚИЛОНА ОИД БА БОБИ I

1. Баробартаъсиркунандаи қувваҳои 10 N ва 14 N, ки ба як нуқта гузошта шудаанд, аз қиматҳои 2 N, 4 N, 10 N, 24 N кадомро қабул карда наметавонад (ба кадоме аз ин онҳо баробар шуда наметавонад)?

2. Дар кадом баландӣ шитоби афтиши озод ба 25% -и шитоб дар сатҳи Замин баробар аст?

3. Ба нӯғҳои фашанг қувваҳои 2 ва 18 N таъсир мекунад. Дарозии фашанг 1 m аст. Агар фашанг дар мувозинат бошад, онгоҳ нуқтаи такягоҳ дар кучо ҷойгир аст?

4. Радиуси Моҳ 1700 km буда, шитоби афтиши озоди ҷисми дар он мавҷуд буда ба $1,6 \text{ m/s}^2$ баробар аст. Суръати якуми кайҳониро барои Моҳ ҳисоб намоед.

5. Лифти тезгارد нисбат ба замин бо шитоби 5 m/s^2 ба поён ҳаракат намуда истодааст. Дар ягон лаҳзаи вақт аз шифти лифт болт ба афтидан шурӯъ кард. Баландии лифт 2,5 m. Вақти афтидани болтро аниқ кунед.

6. Ташкилдиҳандаи ба самти поён кашандаи қувваи вазнинии ҷисми дар ҳамвории моилияш нисбат ба уфуқ, ки кунҷи α -ро ташкилдиҳанда чӣ гуна ифода карда мешавад?

7. Ҷисм аз рӯи ҳамвории моил лағжида фаромада истодааст. Дар кадом қимати коэффисиенти қувваи соиш μ ҷисм ҳаракати мунтазам мекунад: 1) $\mu > \tan \alpha$; 2) $\mu < \tan \alpha$; 3) $\mu = \tan \alpha$?

8. Тайёра дар баландии 5 km ба суръати 360 km/h ноил мегардад. Коре, ки барои зиёд кардани суръати тайёра сарф мешавад, аз кори барои бартараф кардани қувваи вазнинӣ сарфшаванда чанд маротиба зиёд аст?

9. Ходаи якҷинсаи дарозияш 2,6 m ва массааш 80 kg дар ду такягоҳ такя мекунад. Масофа аз нӯги чапи хода то такягоҳи чапи он 0,2 m, масофа аз нӯги рости хода то такягоҳи рости он бошад 0,4 m аст. Қувваи фишори хода ба такягоҳи чап чӣ гуна аст (N)?

10. Қубури (лӯлаи) массаш 1 t дар рӯи замин мехобад. Барои аз як нӯғаш каме бардоштани он ба вай чӣ қадар қувва гузоштан даркор?



БОБИ I. ДИНАМИКА. ЭЛЕМЕНТҲОИ СТАТИКА

КОРИ ЛОИҲАВИИ ДАРСӢ

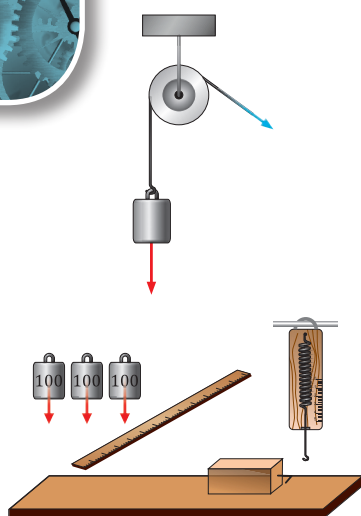
Сохтани механизмҳои содда.

Мақсади кор: Сохтани ҳамвори моил ва бо кадом мақсад истифода бурдани онро омӯхтан.

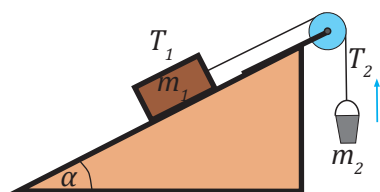
Асбоб ва масолеҳи зарурӣ: тахтаи дарози ғафсиаш 3-5 см, тахтачӯб, хаткашак, маҷмӯи борҳо, блок (расми 1.58).

Тартиби иҷрои кор

1. Аз тахтаи дароз тахтаҳои дарозиашон 30 см, 40 см, 50 см (ин андозаҳо ихтиёрӣ)-ро бурида гиред.
2. Қисми секунҷаи росткунҷаи дастгоҳро мувофиқи расми 1.59 омода кунед.
3. Ба нӯги тарафи амудии секунҷаи рости тайёршуда блоки беҳаракатро насб кунед.
4. Блоки чӯбин ва сатилчаро бо ресмон тавассути блок пайваст кунед (расми 1.60).
5. Барои он ки блоки чӯбӣ дар зерини таъсири қувваи вазнинии бор ба ҳаракат ояд, дар тарафи амудии ҳамвори моил, дар дохили сатилча борҳоро як-як гузоред.
6. Аз рӯи натиҷаҳои боло хулоса нависед.



Расми 1.58



Расми 1.60



Расми 1.59



1. Вазъиятеро, ки блоки чӯбин дар он ҳаракат мекунад, фаҳмонед.
2. Кадом шарт иҷро шавад, ки тахтачӯб ҳаракати мунтазам мекунад?
3. Дар кадом ҳолат тахтачӯб бо шитоб ҳаракат мекунад?

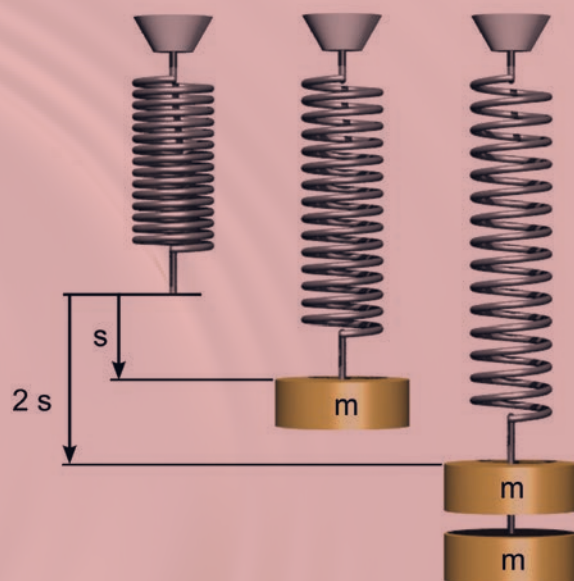
БОБИ II



ЛАППИШҲО ВА МАВҶҲОИ МЕХАНИКӢ

Шумо дар ин боб доир ба мавзӯҳои зерин маълумотҳо мегирид:

- лаппишҳои механикӣ;
- раққосакҳои математикӣ ва пружинагӣ;
- мавҷҳои механикӣ;
- мавҷҳои садо.



Мавзӯи 15

МАВҶҲОИ МЕХАНИКӢ

1. Лаппишҳои механикӣ.
2. Лаппишҳои озод ва маҷбурӣ.
3. Даври лаппиш.
4. Автолаппишҳо.
5. Ҳодисаи резонанс.
6. Лаппишҳои гармонӣ.

Чанд нафар ҳангоми кӯмак ба ронандае, ки мошинаш дар лой мондааст, мошинро "такон" мекунад. Чунбиши мошин аз чӣ вобаста аст?

1. Лаппишҳои механикӣ

Мо дар ҳаёти ҳаррӯзаи худ ба бисёр ҳаракатҳои лаппанда дучор мешавем. Масалан, лаппиши шохаҳои дарахт, лаппиши торҳои асбоби мусиқӣ, тапиши дил ва ғайра.

Лаппиш чист?

Лаппишҳо аз ҳисоби қувваҳои беруна ва дохилӣ ба амал меоянд.

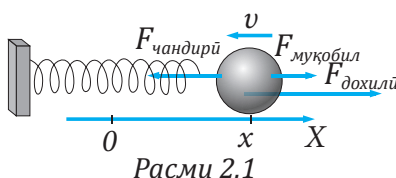
Ҳаракате, ки дар фосилаҳои муайяни вақт даврӣ такрор шуда меояд, ҳаракати лаппанда ё ки лаппиш номида мешавад.

Ду намуди ҳаракати лаппанда вучуд дорад:

- лаппишҳои озод;
- лаппишҳои маҷбурӣ.

2. Лаппишҳои озод ва маҷбурӣ.

Лаппиши бори ба пружина ё ресмон овезоншуда ба лаппиши озод мисол шуда метавонад. Ҷисми дар сатҳи уфуқӣ истодаро ба пружина маҳкам мекунем (расми 2.1). Сипас ҷисмро аз ҳолати мувозинат мебарорем ва онро озод мекунем. Дар натиҷа ҷисм дар атрофи ҳолати мувозинатӣ ҳаракати лаппанда мекунад. Қувваи чандирии дар пружина ба вучуд омада ҳамчун қувваи дохилие ҳисобида мешавад, ки боиси ҳаракати лаппиш мегардад. Агар қувваи муқовимат ба ҳаракат аз қувваи чандирий хеле хурдтар бошад, ҳаракати ҷисм дар фосилаҳои баробари вақт такрор мешавад.



Расми 2.1

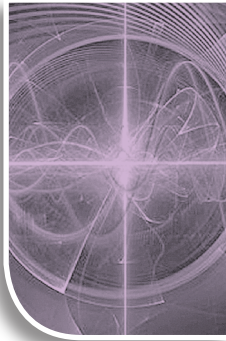
Лаппишҳое, ки дар натиҷаи қувваҳои дохилӣ баъди баровардан аз ҳолати мувозинатӣ ба амал меоянд, лаппишҳои озод номида мешаванд.



Расми 2.2

Дар асл қувваи муқовимати муҳити зист ба ҳар як ҷисми лаппанда таъсир мерасонад ва ҳаракати лаппандаро суст мекунад. Барои он ки лаппишҳо хомӯш нашаванд, он бояд давра ба давра таҳти таъсири қувваи беруна қарор гирад (расми 2.2).

Лаппишҳои хомӯшнашавандае, ки дар натиҷаи таъсири қувваҳои даврии беруна содир мешаванд, лаппишҳои маҷбурӣ номида мешаванд.



Дар бораи лаппиши маҷбурӣ аз ҳаёти ҳаррӯза мисолҳои зиёде мавҷуданд. Масалан, мембранаи баландгӯякҳои радио дар зерӣ таъсири ҷараёни маҷбуриё, ки аз он мегузарад, мелаппанд (расми 2.3).

3. Давр, басомад ва басомади сиклии лаппиш

Вақте ки барои як бор пурра лаппидани ҷисми ҳаракати лаппанда карда истода сарф мешавад, *даври лаппиш* номида мешавад. Даври лаппишро бо ҳарфи T ишора мекунад

Ҳар як ҷисми лаппанда дар як вақти муайян ба тарзи даврӣ лаппиш меҳӯрад. Ин вақт бо мафҳуми давр ва басомади лаппиш шарҳ дода мешавад.

$$T = \frac{t}{N} \quad (1)$$

Воҳиди, даври лаппиш дар СБВ сония (s) аст.

Даври лаппиш ба таври зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\nu = \frac{N}{t} \quad (2)$$

ҳисоб карда мешавад.

Ҳамин тариқ, мувофиқи ибораҳои (1) ва (2) даври лаппиш

Бузургии физикиё, ки ба адади лаппишҳо дар воҳиди вақт баробар аст, басомади лаппиш номида мешавад. Басомади лаппишро бо ҳарфи ν (ню) ишора мекунад.

ва басомад ба ҳамдигар мутаносиби чаппанд.

Воҳиди басомад сония — $[\nu] = \frac{[N]}{[t]} = 1 \text{ s}^{-1} = (\text{Hz})$ герс(ҳерс) мебошад. Он ба шарафи физики олмонӣ Ҳенри Ҳерс гузошта шудааст.

Бузургииё, ки бо шумораи лаппишҳои ҷисм дар 2π сония содир мешавад, **басомади (даврий) сиклӣ** номида мешавад. Басомади даврий бо ҳарфи ω (омега) ишора мешавад.

$$\omega = 2\pi/T$$

Дар СБВ воҳиди басомади даврий ҳамчун $[\omega] = \text{rad/s}$ қабул карда шудааст.

Даври ва басомади лаппиш ба басомади даврий ба таври зерин алоқаманд аст:

$$\omega = 2\pi/T = 2\pi\nu \quad (3)$$

Амплитуда ва ғеҷиши лаппиш.

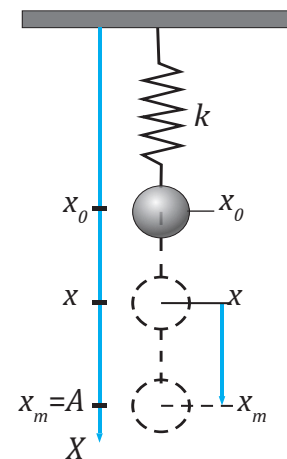
Масофаи дуршавӣ аз ҳолати мувозинати ҷисми лаппанда *ғеҷиши лаппиш* номида мешавад. Ғеҷиши лаппиш бо ҳарфи x ишора мешавад. Майли калонтарин аз ҳолати мувозинат *амплитудай лаппиш* номида мешавад. Амплитуда ҳамчун A ё X_{max} муайян карда мешавад (расми 2.4).



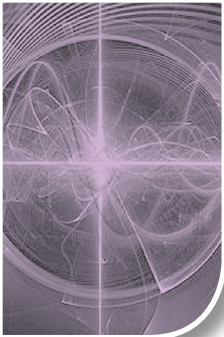
Расми 2.3



Ҳенри Ҳерс
(1857–1894)



Расми 2.4



Расми 2.5

Ҳодисаи якбора зиёд шуда рафтани амплитудаи лаппиши маҷбуриро ҳангоми баробар шудани басомади қувваи берунии ба системаи лаппанда таъсиркунанда ба басомади лаппиши хоси система ҳодисаи **резонанс** меноманд.

Оқибатҳои зараровари ҳодисаи резонанс.

Пули Такома, ки дар штати Вашингтони ИМА ҷойгир шудааст. Вай 7-уми ноябри соли 1940 ҳангоми бо суръати 65 km/h вазида ни шамол бо сабаби ҳодисаи резонанс афтидааст.



4. Автолаппишҳо.

Барои ба таври доимӣ лаппидани лаппишҳои маҷбурии хомӯшнашаванда қувваи даврии берунӣ бояд таъсир намояд. Лекин лаппишҳо дар система бе таъсири қувваи даврии берунӣ ҳам хомӯшнашаванда буда метавонанд. Агар дар дохили системаи озоди лаппанда манбаи энергия мавҷуд бошад ва ба ҷисми лаппанда аз ин манбаъ барои пӯшонидани ҷойи энергияи гумкардашуда омада истодани энергияи заруриро худ система таъмин карда тавонад, дар ин гуна система лаппишҳои маҷбурий рӯй медиҳанд.

Лаппишҳои хомӯшнашавандае, ки бе таъсири даврии қувваҳои беруна аз ҳисоби энергияи дохилии манбаъ пайдо мешаванд, автолаппишҳо номида мешаванд.

Масалан, соати бо энергияи электрикӣ кор кунанда, зангӯлаи электрикӣ, дил ва шуши инсонро ҳамчун системаҳои автолаппанда пиндоштан мумкин аст (расми 2.5).

5. Ҳодисаи резонанс

Лаппишҳои маҷбурий ғоидаовар буда метавонанд ва баъзан ба оқибатҳои зараровар ҳам оварда расонида метавонанд. Дар ин ҷо оқибатҳои ғоиданок ва зараровар аз ҷиҳати иборатанд?

Ҳодисаи резонанс дар техника ва дар ҳаёт аҳамияти бузург дорад. Аз ҳодисаи резонанс натавонанд дар ҳодисаҳои механикӣ, балки дар электротехника, оптика ва физикаи ядро ҳам истифода мебаранд. Масалан, кори радиоприёмник, телевизор ва таҷҳизотҳои дигар ба ҳодисаи резонанс асос ёфтааст.

Ҳодисаи резонанс ба оқибатҳои зараровар ҳам оварда метавонад. Масалан, баъзан дар басомадҳои муайяни садо корпуси радиоприёмник ба ларзиш меояд, дар натиҷаи даврзании ритмӣ қисмҳои дастгоҳҳои корхонаҳо ҳодисаи резонанс рӯй медиҳад ва оқибат таҷҳизоти пора ё вайрон шуданашон мумкин.

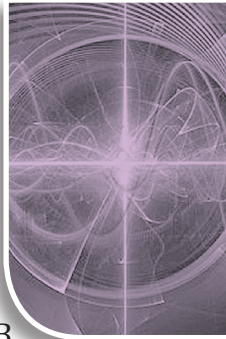
6. Лаппишҳои гармонӣ

Ба сатили тағаш сӯроҳ қум (рег) пур карда, онро ба ресмон мебандем ва лаппиш медиҳем. Агар дар зери зарф қоғаз картонро паҳн карда онро мунтазам кашем, шохиди он мешавем, ки нақши дар рӯи қоғаз картон гузоштаи қуми аз сӯроҳии сатил рехта аз рӯи ягон қонун лаппида истодани сатилро нишон медиҳад.

Аз ин таҷриба хулосаи зерин бармеояд. Ҷойивазкунии зарфи лаппанда бо мурури замон аз рӯи қонуни синусҳо ё ки косинусҳо тағйир меёбад (расми 2.6).

Ҳаракати лаппандаи параметрҳояш аз рӯи қонунияти синусҳо ё ки косинусҳо тағйирёбанда, лаппиши гармонӣ ном дорад.

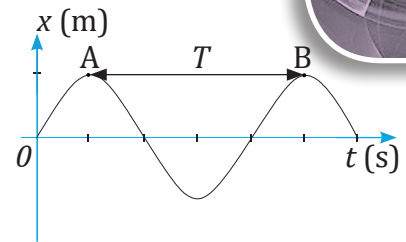
Лаппишҳои гармонӣ лаппишҳои соддатарин мебошанд. Ҷойивазкунии ҷисми дар ҳолати ҳаракати лаппандаи гармонӣ буда, бо ёрии ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:



$$x = A \sin(\omega t + \varphi_0) \text{ yoki } x = A \cos(\omega t + \varphi_0) \quad (5)$$

Дар ин чо: A – амплитудай лаппиш, ω – басомади сиклй, t – вақт, φ_0 – фазаи ибтидоӣ.

Дар ҳаракати гармонӣ дар асоси формулаи (5) графики тағйирёбии ҷойивазкунии аз рӯи вақт аз синусоида (аз рӯи қонуни синусҳо ифодашаванда) иборат аст. Вақти байни ду барҷастагии ҳамсои график ба *даври лаппиш* баробар аст (расми 2.7).



Ҳаракати раққосаки соат лаппиши механикӣ, тағйирёбии ҷараёни электрӣ бошад, лаппиши электромагнитӣ мебошад.

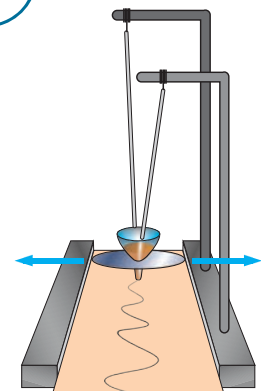


1. Агар ба арғунчак ба ҷои як нафар ду нафар нишинад, даври лаппиши арғунчак тағйир меёбад?

2. Чаро баъд аз манъ кардани қатора чархҳои вагонҳоро зада мебароянд?

3. Чӣ гуна бузургҳои ҳаракати лаппандаро тавсиф менамоянд?

4. Агар ба зер саққочаи ба ресмон овехташуда магнити пурзӯр ҷойгир карда шавад, басомади лаппиши саққоча чӣ гуна тағйир меёбад?



Расми 2.6

Намунаи ҳалли масъала

Муодилаи лаппиши гармонии нуқтаи материалӣ намуди $x = 0,02 \cdot \cos \pi t$ –ро дорад. Ҷойивазкунии нуқтаро баъд аз 0,25 s ва 1/3 s муайян намоед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$x = 0,02 \cos \pi t$ $t_1 = 0,25 \text{ s}$ $t_2 = 1/3 \text{ s}$	$x = A \cos(\omega t)$	$x_1 = 0,02 \cos(\pi \cdot 0,25) = 0,02 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = 0,0141 \text{ m} = 1,41 \text{ cm}$ $x_2 = 0,02 \cos(\pi \cdot 1/3) = 0,02 \cdot 1/2 = 0,01 \text{ m} = 1 \text{ cm}$
$x_1 = ?$ $x_2 = ?$		Ҷавоб: $x_1 = 1,41 \text{ cm}$; $x_2 = 1 \text{ cm}$.

Машқи 12.



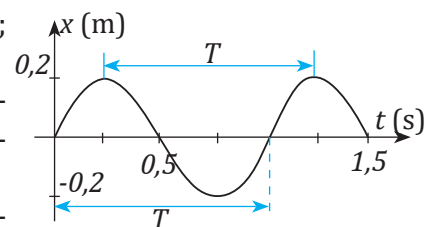
1. Муодилаи лаппиши нуқта намуди $x = 0,2 \sin \frac{\pi}{4} t$ –ро дорад.

Амплитудааш (A) ба давраш (T) баробар аст. Дар лаҳзаи $t = T/4$; ҷойивазкунии x –ро ёбед.

2. Амплитудай нуқтаи материалӣ дорой ҳаракати лаппандаи хомӯшнашаванда 0,5 mm, басомадаш 2 kHz. Нуқта дар давоми 0,1 s чӣ қадар роҳро тай мекунад?

3. Амплитуда, басомад ва даври лаппиши нуқтаи материалӣ, ки муодилаи ҳаракаташ намуди $x = 0,06 \cdot \cos 100\pi t$ –ро дорад, муайян кунед.

4. Лаппиши нуқтаи материалӣ аз рӯи қонунияи $x = 0,2 \sin(\pi t + \pi/2)$ m тағйир меёбад. Амплитуда A , давр T , басомади сиклй ω ва фазаи ибтидоии φ_0 -и онро ёбед.

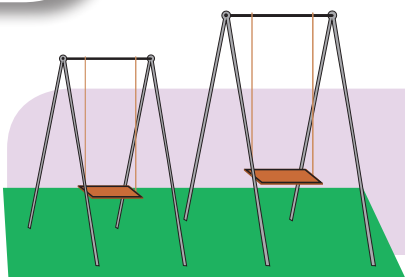


Расми 2.7

МАВЗӢИ 16

РАҚҚОСАКҲОИ ПРУЖИНӢ ВА МАТЕМАТИКӢ

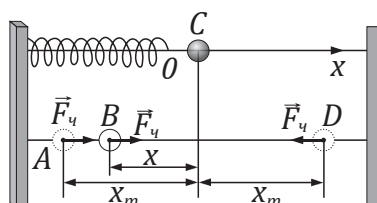
1. Раққосаки пружинӢ.
2. Раққосаки математикӢ.



Аз ду арғунчаки дарозиаш гуногун кадомро интихоб кардан қобили қабул аст? Сабабаширо фаҳмонед.

1. Раққосаки пружинӢ

Ҷисми ба пружина маҳкамкардашуда, ки зери таъсири қувваи чандирӢ (эластикӢ) ҳаракати лаппанда анҷом медиҳад, **раққосаки пружинӢ** номида мешавад.



Қувваи чандирии дар натиҷаи ба пружина овехтани бор ба амал ояндаро бо формулаи зерин муайян мекунамд:

$$F = -k\Delta x \quad (1)$$

Дар ин ҷо: k – саҳтии пружина, Δx – миқдори фишурдашавӣ ё ки дарозшавирии пружина (расми 2.8).

Агар бори ба пружина овехташударо аз ҳолати мувозинатӣ ба миқдори амплитудайи A дур карда онро сар диҳем, ҷойивазкунии он ба таври зайл ифода карда мешавад:

$$x = A \cdot \cos(\omega t) \quad (2)$$

Дар ин ҷо ω – басомади сиклӣ буда, он бо воситаи масса ва саҳтии пружина ифода карда мешавад:

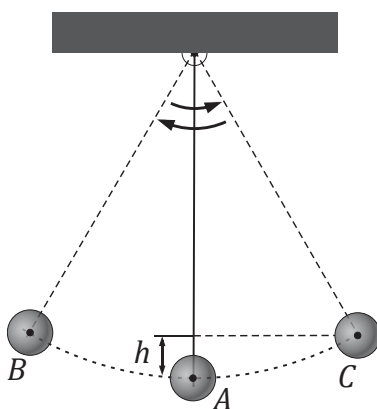
$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Давр ва басомади лаппиши бори ба пружина овехташуда бошад, бо формулаҳои зерин муайян карда мешаванд:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (3)$$

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (4)$$

Расми 2.8

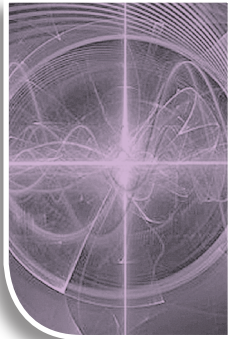


Расми 2.9

Ҷисми ба ресмони бевазни дарозинаёзанда овехташуда ва зери таъсири қувваи вазнинӢ ҳаракати лаппанда анҷом диҳанда **раққосаки математикӢ** номида мешавад.

Агар қувваи муқовиматро ба назар нагирем, раққосаки математикӢ танҳо зери таъсири қувваи вазнинӢ ҳаракати лаппандаи гармонӣ мекунад. Қуваи вазнинӢ барои раққосаки математикӢ қувваи дохилӣ ҳисоб мешавад (расми 2.9).

Агар бори ба ресмон овехташударо аз ҳолати мувозинатӣ дур карда онро сар диҳем, он мисли раққосаки пружинӢ ҳаракат



ти лаппанда мекунад. Ҷойивазкунии ҷисмро нисбат ба маркази вазнинии он ба таври зайл навишта мешавад:

$$x = A \cdot \cos(\omega t) \quad (5)$$

Муайян кардани басомади сиклӣ ба воситаи дарозии раққосак (l) ва шитоби афтиши озод (g):

$$\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$$

Даври лаппиши раққосаки математикӣ бо формулаи зерин аниқ карда мешавад:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad (6)$$

Ин формулаи муайянкунандаи даври лаппиши раққосаки математикиро формулаи Гюгенс меноманд.

Басомади лаппиши раққосаки математикӣ бо формулаи зерин аниқ карда мешавад:

$$\nu = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{l}} \quad (7)$$



1. Барои ду маротиба зиёд кардани басомади сиклии раққосаки пружинӣ кадоме аз бузургҳои онро тағйир додан мебояд ва чанд маротиба?

2. Раққосаки математикӣ аз ҳисоби кадом қувва мелаппад?

3. Дар ҳолати иҷро шудани кадом шарт лаппиши раққосаки математикӣ гармонӣ мешавад?

4. Агар раққосаки математикӣ лаппиширо аз ҳолати мувозинати оғоз кунад, дар ин ҳолат ифодаи ҷойивазкунии ҷи гуна навишта мешавад? Барои раққосаки пружинӣ чӣ?

Намунаи ҳалли масъала

Даври лаппиши раққосаки якум ба 3 с, даври лаппиши раққосаки дуюм ба 4 с баробар аст. Даври лаппиши раққосаке, ки дарозияш ба ҷамъи дарозии ин ду раққосак баробар аст, муайян кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$T_1 = 3 \text{ s}$ $T_2 = 4 \text{ s}$	$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \quad T_1 = 2\pi \sqrt{\frac{l_1}{g}}$ $T_2 = 2\pi \sqrt{\frac{l_2}{g}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{l_1 + l_2}{g}}$ $l = l_1 + l_2 \quad T = \sqrt{T_1^2 + T_2^2}$	$T = \sqrt{3^2 + 4^2} \text{ s} = 5 \text{ s}$ Ҷавоб: $T = 5 \text{ s}$
$T = ?$		

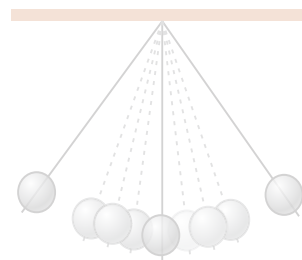
Машқи 13

1. Агар дарозии раққосаки математикӣ 16 маротиба кам шавад, даври лаппиши озод (ҳос)-и он чӣ гуна тағйир меёбад?

2. Дар ҳолати озод лаппидани раққосак ба ҳолати (нуқтаи) канортарин дар як дақиқа 15 маротиба лаппиш кард. Басомади лаппишҳо ба чӣ баробар аст?

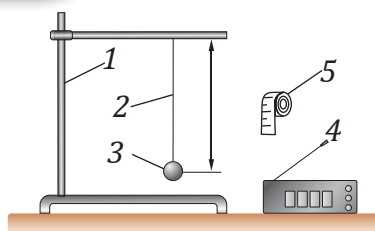
3. Агар пружина зери таъсири қуваи 6 N ба қадри 1,5 см дароз шавад, даври лаппиши бори массааш 1 kg ба он овехташуда чӣ гуна мешавад?

4. Бори ба пружина овехташуда дар 1 дақиқа 36 маротиба лаппиш кард. Басомади сиклии лаппишҳо ёбед.

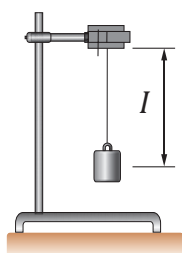


МАВЗӢИ 17

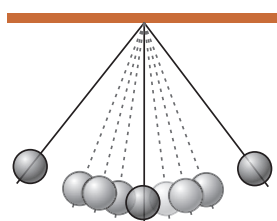
КОРИ ЛАБОРАТОРӢ МУАЙЯН КАРДАНИ ШИТОБИ АФТИШИ ОЗОД БО ЁРИИ РАҚҚОСАКИ МАТЕМАТИКӢ



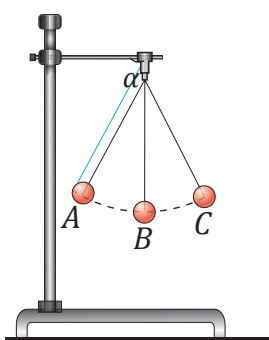
Расми 2.10



Расми 2.11



Расми 2.12



Расми 2.13

Мақсади кор: омӯхтани усули муайян кардани шитоби афтиши озод бо ёрии раққоски математикӣ.

Асбобу анҷоми зарурӣ: Штативи универсалии лабораторӣ; риштаи наёзанда; саққоча; сониясанҷ; тасмаи ченкунӣ (расми 2.10).

Тартиби иҷрои кор:

1. Риштаро аз рӯи имкон ба штатив дарозтар бандед.
2. Бо ёрии лента дарозии ресмонро чен кунед. Дар ин маврид азбаски радиуси саққоча аз дарозии ресмони маятник хеле хурдтар аст, онро нодида гирифтани мумкин аст (расми 2.11).
3. Саққоро аз мавқеи мувозинат ба кунҷи хурд ($6^\circ-8^\circ$) дур карда, онро раҳо кунед ва сониясанҷро ба кор андозед (расми 2.12).
4. Вақте ки барои анҷом додани адади лаппишҳои пешакӣ муқарраршуда лозим аст (масалан, 20 маротиба) қайд кунед.
5. Даври лаппишро аз формулаи $T = t/N$ ёбед.
6. Аз рӯи формулаи $g = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$ қимати ададии шитоби афтиши озодро ёбед.
7. Таҷрибаро бо зиёд кардани миқдори лаппишҳо то $N_2=30$ ва $N_3=40$ бе тағйир додани дарозии ресмони раққосак такрор кунед (расми 2.13).
8. Аз натиҷаҳои бадастомада истифода намуда, қиматҳои ададии шитоби афтиши озодро муайян кунед.
9. Аз рӯи натиҷаҳои бадастомада ҳадвали зеринро пур кунед.
10. Хатогиҳои мутлақ ва нисбиро ёбед.

$l_{\text{ришта}}$ (м)	N , (маротиба)	t , (с)	g , (м/с ²)	$\bar{g}_{\text{миёна}}$ (м/с ²)	Δg , (м/с ²)	$\Delta \bar{g}_{\text{миёна}}$, (м/с ²)	$\varepsilon = \frac{\Delta \bar{g}}{\bar{g}_{\text{миёна}}} 100\%$
	20						
	30						
	40						



1. Сабаб чист, ки даври лаппиши раққосаки математикӣ аз массаи саққо вобаста нест?
2. Агар ин таҷриба дар дигар сайёраҳо гузаронида шавад, натиҷааш дигар мешавад?
3. Даври лаппиши раққосаки математикӣ аз андозаҳои он вобаста аст?
4. Оё даври лаппиши раққосаки математикӣ дар экватори Замин ва дар қутби он яхела буда метавонад?

МАВҶҶОИ МЕХАНИКӢ

МАВЗӢИ 18

1. Мавҷҳои арзӣ (кўндаланг) ва тўлӣ

2. Хусусиятҳои мавҷҳо

Мо дар ҷуйборча ба соҳил бархўрдани обро ҳис намекунем, аммо дар ҳавзаи кўлу дарёҳо ба соҳил омада бархўрдани обро ҳис мекунем. Чаро?

1. Мавҷҳои кўндаланг ва тўлонӣ

Мо одатан дар сатҳи оби уқёнусҳо, дарёҳо ва баҳрҳо пайдо шудани барҷастагӣҳоро мавҷҳо меномем. Мавҷҳо чӣ гуна ба вучуд меоянд? Вақте ки ҳаракати лаппанда дар муҳити атроф рух медиҳад, онгоҳ лаппиш тавассути зарраҳои муҳити атроф паҳн мешавад.

Паҳншавии лаппишҳои механикиро дар муҳит мавҷи механикӣ меноманд.

Ҳангоми паҳншавии мавҷҳо заррачаҳои муҳит ҳаракат намеkunанд, балки онҳо дар атрофи ҳолати мувозинатӣ чарх мезананд. Ҳаракати лаппанда ва энергияи мавҷ аз зарра ба зарра интиқол дода мешавад. Ин аст, ки ҳамаи мавҷҳо на модда, балки энергияро интиқол медиҳанд.

Мавҷҳои механикӣ ба ду намуд тақсим мешаванд:

1. Арзӣ.
2. Тўлӣ.

Дар **мавҷҳои тўлӣ** заррачаҳои муҳит ба самти паҳншавии мавҷ мелаппанд (расми 2.14). Ба мавҷҳои тулонӣ ҳама мавҷҳои садо, ултрасадо ва мавҷҳои механикӣ ки дар моеъҳо паҳн мешаванд, дохил мешаванд.

Дар **мавҷҳои арзӣ** заррачаҳои муҳит ба самти перпендикуляр ба самти паҳншавии мавҷҳо мелаппанд (расми 2.15). Мавҷҳои арзӣ мавҷҳои рӯи об, мавҷҳое, ки дар риштаи лаппида истода паҳн мешаванд ва мавҷҳои электромагнитиро дар бар мегиранд.

Дар газҳо танҳо мавҷҳои тўлӣ паҳн мешаванд. Дар сатҳи моеъ мавҷи арзӣ ва дар дохили моеъ мавҷи тўлӣ паҳн мешавад. Дар ҷисмҳои сахт бошад, ҳам мавҷҳои тўлӣ ва ҳам мавҷҳои арзӣ паҳн мешаванд.

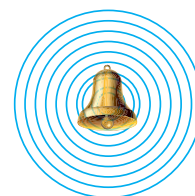
2. Тавсифи мавҷҳо.

Мавҷҳои механикӣ бо бузургӣҳои басомади мавҷ, дарозии мавҷ, суръати паҳншавӣ тавсиф дода мешаванд.

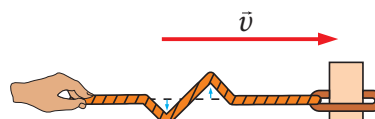
Басомади мавҷро бо басомади лаппиши зарраҳои муҳити атроф тавсиф медиҳанд.

Бузургии, ки ба басомади мавҷ мутаносиби баръакс аст **даври лаппишҳо** меоманд:

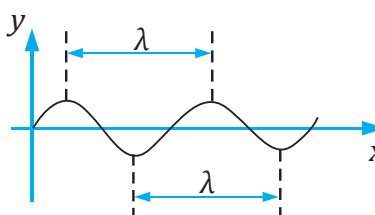
$$T = 1/\nu \quad (1)$$



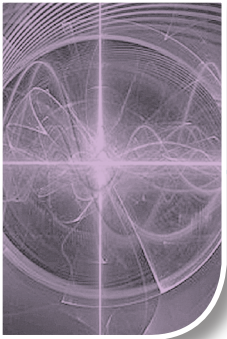
Расми 2.14



Расми 2.15



Расми 2.16



БОБИ II . ЛАППИШҲО ВА МАВҶҲОИ МЕХАНИКӢ

Масофае, ки мавҷ дар давоми як даври пурраи лаппиш тай мекунад, *дарозии мавҷ* номида мешавад. Дарозии мавҷ бо ҳарфи λ (ламбда) ишора мешавад, ки воҳиди он метр (m) мебошад.

$$\lambda = vT \quad (2)$$

$$\lambda = v/\nu \quad (3)$$

Дар ин ҷо v суръати паҳншавии мавҷ, n басомад ва T давр мебошад (расми 2.16).



1. Дар табиат шумо бо кадом мавҷҳо дучор шудаед?
2. Фарқи байни мавҷҳои арзӣ ва тўлӣ чист?
3. Мавҷҳо бо худ моддаро намебаранд(намеҷунанд), пас чаро мавҷи об ба соҳил бармеҳӯрад?

Намунаи ҳалли масъала:

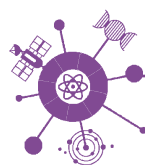
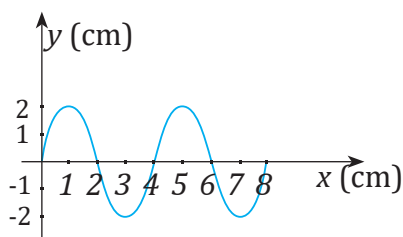
Мавҷҳои дар сатҳи кўл ба вучуд омада бо суръати 6 m/s паҳн мешаванд. Дар ин ҳолат масофаи байни барҷастагиҳо мавҷҳои ҳамсоя 1,5 m аст. Давр ва басомади лаппиши зарфи пластикии дар он шинокунанда ба чанд баробар аст?

Дода шудааст:	Формула	Ҳисобкунӣ
$v = 6 \text{ m/s}$ $\lambda = 1,5 \text{ m}$	$\lambda = vT$ $\lambda = v/\nu$ $T = \lambda/v$ $\nu = v/\lambda;$	$T = \frac{1,5 \text{ m}}{6 \text{ m/s}} = 0,25 \text{ s}; \nu = \frac{6 \text{ m/s}}{1,5 \text{ m}} = 4 \text{ Hz}$
$T = ? \nu = ?$		Ҷавоб: $T = 0,25 \text{ s}; \nu = 4 \text{ Hz}$.



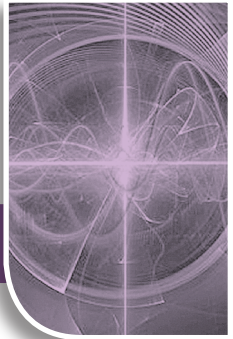
Машқи 14

1. Моҳигир муайян кард, ки масофаи байни барҷастагиҳо мавҷҳои дар об пайдошуда 6 m ва суръати ҳаракати онҳо 2 m/s аст. Агар вай даври лаппиши пўкаки моҳигириро аз ҳисоби ин мавҷҳо муайян кунад, чӣ гуна ададро ба даст мебарорад?
2. Қад-қади ресмон лаппишҳои басомадашон 4 Hz буда, бо суръати 8 m/s паҳн мешаванд. Дарозии мавҷро (m) ёбед.
3. Агар даври паҳншавии мавҷ дар муҳит 10 s ва дарозии мавҷ 5 m бошад, суръати паҳншавии мавҷ ба чанд баробар аст?
4. Агар дар муҳити чандирӣ то 140 маротиба лаппидани зарраҳои муҳит, мавҷе, ки паҳн мешавад масофаи 70 m-ро тай кунад, дарозии ин мавҷ (m) чӣ қадар аст?



Вазифаи иловагӣ:

Дар асоси нақша дарозии мавҷро муайян кунед:



МАВЧҲОИ САДО

МАВЗҶИ 19

1. Садо чист?
2. Суръати садо.
3. Бузургиҳои садо.
4. Ултрасадоҳо.
5. Инфрасадо.

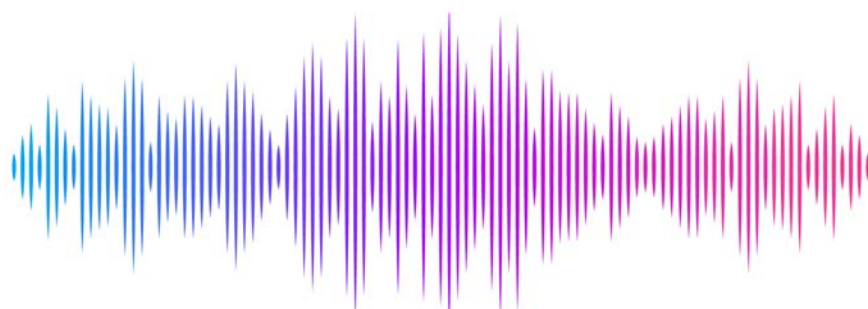
Чаро дохили биноҳои театрҳо тавре дар расм нишон дода шудааст, сохта шудааст?



1. Садо чист?

Дунё пур аз садоҳои гуногун аст: занги соатҳо, ғуриши моторҳои мошинҳо, хичирроси баргҳо, чир-чири паррандагон, ғуриши шамол ва ғайра. Дар асл садо чист ва он чӣ гуна пайдо мешавад? Садо чӣ гуна паҳн мешавад (расми 2.17)?

Дар бораи паҳншавии садо одамони қадим мушоҳида карданд, ки садоҳо аз ашёҳои дар ҳаво лаппанда ба воситаи узвҳои махсуси ҳис, ҳамчун садо дарк мекунад.

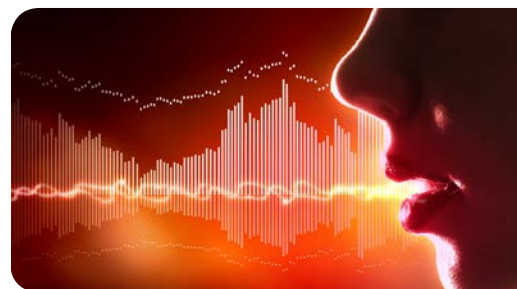


Садо мавҷи механикии чандирӣ аст, ки дар муҳити чандирӣ паҳн мешавад ва дар вакуум паҳн шуда наметавонад. Басомади мавҷҳои садо, ки гӯши инсон қабул мекунад, дар ҳудуди 17-20000 Hz аст. Вақте ки мавҷҳои садо ба гӯши инсон мерасад, пардаи гӯш маҷбур мешавад, ки ба лаппиш ояд ва одам садоро шунавад.

2. Суръати садо.

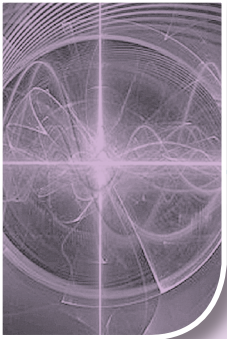
Паҳншавии садо дар газҳо. Оё шумо медонед садоҳое, ки аз баландгӯякҳои дар масофаҳои гуногун дар стадионҳо воқеъ гардидаанд ва ё аз телевизорҳои хонаи ҳамсоя мебароянд, дар як вақт не, балки пайдарпай шунида мешаванд? Дар бораи он, ки аввал дурахши мушакҳо дар осмон намоён мешаваду баъд садои таркиши ўро мефаҳмем чӣ мегӯед? Дар вақти раъду барқ баъди барқ овози раъдро хеле дертар мешунавем. Ҳамин тариқ, суръати паҳншавии садо дар ҳаво аз суръати паҳнша-

Мавҷҳои механикӣ, ки дарки садоро дар одамон бедор мекунад, мавҷҳои садо номида мешаванд.



Расми 2.17

Садо ҳаракати лаппандаи зарраҳои муҳити чандирӣ мебошад, ки дар шакли мавҷҳо дар муҳити газӣ, моеъ ё ҷисмҳои сахт паҳн мешаванд.



Камертон дастгоҳест, ки басомади муайяни садоро ҳосил мекунад. Камертон дар соли 1711 аз ҷониби мусиқичии англис Ч.Шором ихтироъ карда шуда барои танзими асбобҳои мусиқӣ (чӯр намудани онҳо) истифода мешавад. Камертон аз чӯбчаи металли душоха иборат аст, ки дар мобайн даста дорад. Бо чӯбчаи резинӣ агар ба шоха зананд, як садои маълум шунида мешавад. Барои баланд бардоштани садо аз Камертон, он дар қуттии чӯбин насб карда шудааст. Вазифаи ин қуттӣ аз он иборат аст, ки садоро баланд мекунад ва он резонатор ном дорад. Даҳони одам мисли камертон аст. Агар забон ҷисми лаппанда бошад, пас холигоҳи даҳон ва гулӯ ҳамчун резонатор амал мекунад (расми 2.18).



Расми 2.18

вии рӯшноӣ хеле хурдтар аст. Вақте ки ҳарорати ҳаво $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ аст, суръати паҳншавии садо тақрибан $v = 330\text{ m/s}$ аст. Суръати паҳншавии мавҷҳои садо ба намуди муҳити атроф, ҳолат ва ҳарорати он вобаста аст. Суръати паҳншавии садоро дар ҳаво бори аввал соли 1636 олими франсуз М.Мерсен чен карда буд. Ҳангоми $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ будани ҳарорати ҳаво суръати паҳншавии садо ба 343 m/s баробар мешавад. Суръати садо бо баланд шудани ҳарорати ҳаво меафзояд.

Паҳншавии садо дар моеъҳо. Мавҷҳои садо чӣ хеле, ки дар газҳо паҳн мешаванд, дар моеъҳо инчунин паҳн мегарданд. Аммо суръати паҳншавии садо дар муҳитҳои гуногун ҳархел аст. Сабаби ин хурд ё зич ҷойгиршавии зарраҳои муҳит мебошад. Азбаски моеъҳо нисбат ба газҳо зичтаранд, садо дар моеъҳо зудтар паҳн мешавад. Илова бар ин, суръати садо дар моеъ аз таркиби моеъ вобаста аст. Суръати садоро дар об бори аввал соли 1826 Ч.Колладон ва Ю. Штурм дар кӯли Женеваи Швейтсария чен карда буданд, ки ҳарорати об $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ва суръати садо 1440 m/s буд.

Паҳншавии садо дар ҷисмҳои сахт. Аз сабаби он, ки зичии моддаҳои сахт аз зичии газ ё моеъ зиёдтар аст, садо дар ҷисмҳои сахт бо суръати бештар ҳаракат мекунад. Масалан, дар оҳан дар ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ суръати паҳншавии садо ба 5850 m/s баробар аст.

Баръакси газҳо ва моеъҳо, ҳам мавҷҳои тӯлӣ ва ҳам арзӣ дар ҷисмҳои сахт паҳн мешаванд. Суръати мавҷҳои тӯлии садо:

$$v_b = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Суръати мавҷҳои арзӣ:

$$v_k = \sqrt{\frac{G}{\rho}}$$

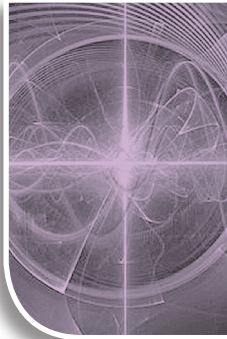
аз рӯи формулаҳои болоӣ ҳисоб карда мешавад.

Дар ин ҷо, E модули Юнг барои муҳити ва G модули лағжиш мебошад. Суръати паҳншавии мавҷҳои тӯлонӣ дар ҷисмҳои сахт назар ба суръати паҳншавии мавҷҳои кӯндаланг наздик ба ду баробар зиёд аст, зеро $E > G$.

Мавҷҳои садо новобаста аз муҳити паҳншавии онҳо мавҷҳои тӯлонӣ ҳисобида мешаванд.

3. Бузургҳои садо

Сахтии садо. Сахтӣ бо амплитуда чен карда мешавад. Садо энергия дорад. Сахтии садо дар асоси қонуне муайян карда мешавад, ки соли 1858 физикҳои олмонӣ В. Вебер ва Г. Фехнер тавсия кардаанд. Худуди поёнии сахтии садо аз ҷониби инсон даркшаванда Бел номида мешавад. Ин воҳид ба номи **А. Белл**, ки телефонро ихтироъ кардааст, номгузорӣ шудааст. Ҳадди дард ҳамчун 130 dB гирифта мешавад ($1\text{ dB} = 0,1\text{ B}$). Мутаносибан,



баландии ғалоғула суст 40 dB, ғалоғула 80 dB ва самолёт 110-120 dB аст.

Баландии садо. Баландии садо ба басомади садо тавсиф дода мешавад. Басомади садои мардона аз басомади садои занона хеле паст аст.

Тембри садо. Ин бузургиест, ки лаппишҳои садоро аз рӯи тақсимшавии басомади лаппишҳои садо ва тозагии садоро тавсиф мекунад. Масалан, сарояндаҳое, ки дар як нота месароянд, тембрҳои гуногун доранд, зеро онҳо энергияи гуногунро истифода мебаранд. Вобаста ба оҳанги асосии истеҳсолкардаи мардон овозҳои онҳо ба “бас” (80-350 Hz), “Баритон” (110-400 Hz), “Тенор” (230-520 Hz) ва овозҳои занона ба “Сопрано” (260-1050 Hz), “Контралто” (170-780 Hz), “Мессо-сопрано” (200-900 Hz) ва “Колоратор сопрано” (260-1400 Hz) гурӯҳбандӣ мешаванд.



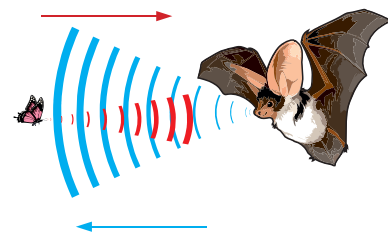
4. Ултрасадоҳо

Мавҷҳои садои басомадаш аз 20000 Hz зиёдро ултрасадо меноманд.

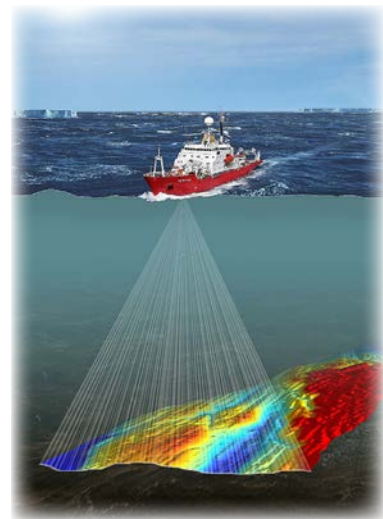
Гӯши одам ултрасадоро (лот. *ультра* — баланд, аз ҳад зиёд) қабул намекунад. Аммо узвҳои ҳисси баъзе ҳайвонот бо ёрии ултрасадо кор мекунад. Масалан, ҳайвонҳои аз қабili занбӯри асал, делфинҳо ва кӯршапаракҳо барои ошкор кардани монетаҳо ё ёфтани сайд аз ултрасадо истифода мебаранд.

Он инчунин дар техника васеъ истифода мешавад. Масалан, дар омӯзиши хосиятҳои физикии моддаҳо, коркарди механикии ашё, эхолотатсия, тиб ва дигар соҳаҳо (расми 2.19). Бо истифода аз эхолотатсия мавҷҳои объектҳо ё масофа то онҳо муайян карда мешавад.

$$s = \frac{vt}{2}.$$



Расми 2.19



Расми 2.20

5. Инфрасадо

Мавҷҳои эластикие, ки басомадашон аз 17 Hz камтар аст, инфрасадо номида мешаванд.

Инфрасадо (лот. *infra* — паст, зер, поён) — мавҷҳои эластикӣ пастбасомад, ки гӯши одам намешунавад. Инфрасадо аз ҷониби муҳит хеле суст фуру бурда мешавад, аз ин рӯ он тавасути ҳаво, об ва сатҳи замин ба масофаи дур паҳн мегардад. Ин хусусиятҳои инфрасадо ҳангоми тадқиқи қабатҳои болоии атмосфера, қишри Замин, муайян кардани масофаи таркиши саҳт ва масофа аз манбаи мавҷҳои пурқувват дар баҳрҳо истифода мешаванд (расми 2.21).



Расми 2.21

БОБИ II . ЛАППИШҶО ВА МАВҶҶОИ МЕХАНИКӢ



1. Сахтии садо аз чӣ вобаста аст?
2. Баландии садо ба чӣ вобаста аст?
3. Пайдоиши мавҷҳои садоро шарҳ диҳед, кадом бузургҳои ба онҳо хосанд?
4. Кадом бузургӣ тавассути мавҷ мегузарад?

Намунаи ҳалли масъала:

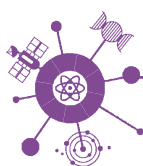
Писарбачае, ки дар назди санг меистод, пас аз 2 сония акси садои худро шунид. Масофа аз писарбача то санг чанд аст?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$v = 340 \frac{m}{s}$ $t = 2 s$ $s = ?$	$s = \frac{vt}{2}$	$s = \frac{340 \frac{m}{s} \cdot 2s}{2} = 340 m$ Ҷавоб: $s = 340 m$.



Машқи 15

1. Агар сигнали аз эхолот фиристонидашуда пас аз 1,6 сония баргашта ояд, чуқурии баҳр (km) чӣ қадар будааст? Суръати садо дар об 1500 m/s аст.
2. Садо аз ҳаво ба об мегузарад. Басомади он чӣ гуна тағйир меёбад? Суръати садо дар об 1480 m/s, дар ҳаво 340 m/s.
3. Масофаи байни ду истгоҳи роҳи оҳан 8,3 километр аст. Барои аз як истгоҳ ба истгоҳи дигар тавассути роҳи оҳан рафтани садо чанд вақт лозим аст? (Суръати садо дар пӯлод дар ҳарорати 20 °C , 5100 m/s аст).

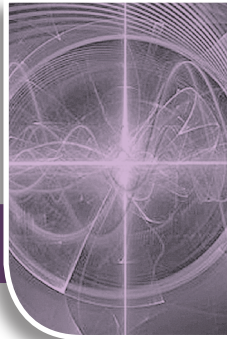


Супоришҳои иловагӣ

1. Дар дохили зарфи шишагин зангӯлаи электрикӣ гузошта шудааст. Пас аз он ки ҳавои зарфро кашида гирифтанд, садои зангӯла хомӯш шуд. Чаро садо нест гашт?



2. Дар толори бе тамошобин садо баландтар аст, ё ки дар толори пур бо тамошобин? Сабабашро фаҳмонед.



ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 20

Намунаи ҳалли масъала

1. Ҷисм мувофиқи муодилаи $x = A \cos(\omega t)$ лаппида истодааст. Агар ҷисми лаппанда дар 0,8 сония 50 см ҳаракат кунад, амплитуда, давр ва басомади лаппишро ёбед. $\omega = 2,5\pi \text{ с}^{-1}$ -ро гиред.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$x = A \cos(\omega t)$ $x = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м}$ $\omega = 2,5 \pi \text{ с}^{-1}$	$A = \frac{x}{\cos(\omega t)}$ $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{1}{\nu}$	$T = \frac{2\pi}{2,5\pi} \text{ с} = 0,8 \text{ с}.$ $\nu = \frac{2,5\pi}{2\pi} \cdot \frac{1}{\text{с}} = 1,25 \text{ с}^{-1} = 1,25 \text{ Hz} ;$ $A = \frac{0,5 \text{ м}}{\cos\left(2,5\pi \frac{1}{\text{с}} \cdot 0,8 \text{ с}\right)} = 0,5 \text{ м}$ $\cos 2\pi = 1$ Ҷавоб: $T = 0,8 \text{ с} ; \nu = 1,25 \text{ Hz} ; A = 0,5 \text{ м}.$

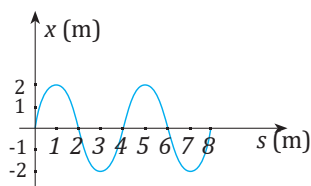
2. Ба пружина бори массааш m овехта шуда буд ва ҳангоми раҳо шудани он 9 см дароз шуда, ба лаппиш даромад. Даври лаппиши пружинаро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$\Delta x = 9 \text{ см} = 9 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$	$F = -kx;$ $F = P = m g$ $k\Delta x = mg$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{\Delta x}{g}}$	$T = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 0,6 \text{ с}$ Ҷавоб: $T = 0,6 \text{ с}.$

3. Мавҷ дар сатҳи оби кўл бо суръати 6 м/с паҳн мешавад. Агар дарозии мавҷ 3 м бошад, давр ва басомади лаппиши онро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$v = 6 \text{ м/с}$ $\lambda = 3 \text{ м}$ $T = ? \nu = ?$	$\lambda = vT$ $\lambda = \frac{v}{\nu} \quad T = \frac{\lambda}{v}$ $\nu = \frac{v}{\lambda}$	$T = \frac{3 \text{ м}}{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 0,5 \text{ с} \quad \nu = \frac{6 \frac{\text{м}}{\text{с}}}{3 \text{ м}} = 2 \text{ Hz}$ Ҷавоб: $T = 0,5 \text{ с}, \nu = 2 \text{ Hz}.$

БОБИ II . ЛАППИШҶО ВА МАВҶҶОИ МЕХАНИКӢ



Расми 4.23

4. Дарозии (m) мавҷи дар расми 2.23 тасвиршударо муайян кунед.

Ҳисобкунӣ: дар ин ҳолат масофаи байни ду дӯн-гиҳои ҳамсоя ба дарозии мавҷ баробар аст. Тавре ки шумо аз расм мебинед, дарозии мавҷ 4 m аст.



Машқи 16

1. Ҷисми дар пружинаи саҳтиаш 250 N/m овеzon буда, дар давоми 16 сония 20 маротиба лаппиш кард. Массай ҷисмро (kg) ёбед.

2. Борҳое, ки дар ду раққосаки математикӣ овеzon буданд, дар як вақт яке 10 маротиба ва дигаре 30 маротиба лаппиш карданд. Нисбати дарозии ресмонҳои раққосакҳо чӣ гуна аст?

3. Дар сурати ба 2 s баробар будани даври лаппиш, дарозии ресмони раққосак ба чанд баробар аст?

4. Ҷисм дар тири X мувофиқи қонуни $0,06\sin(3\pi t)$ (m) мелаппад. Амплитуда, давр ва басомади лаппиши ҷисмро ёбед.

5. Басомади лаппиши бори массааш 400 g бударо, ки дар пружинаи саҳтиаш 160 N/m буда овеzon аст, ёбед.

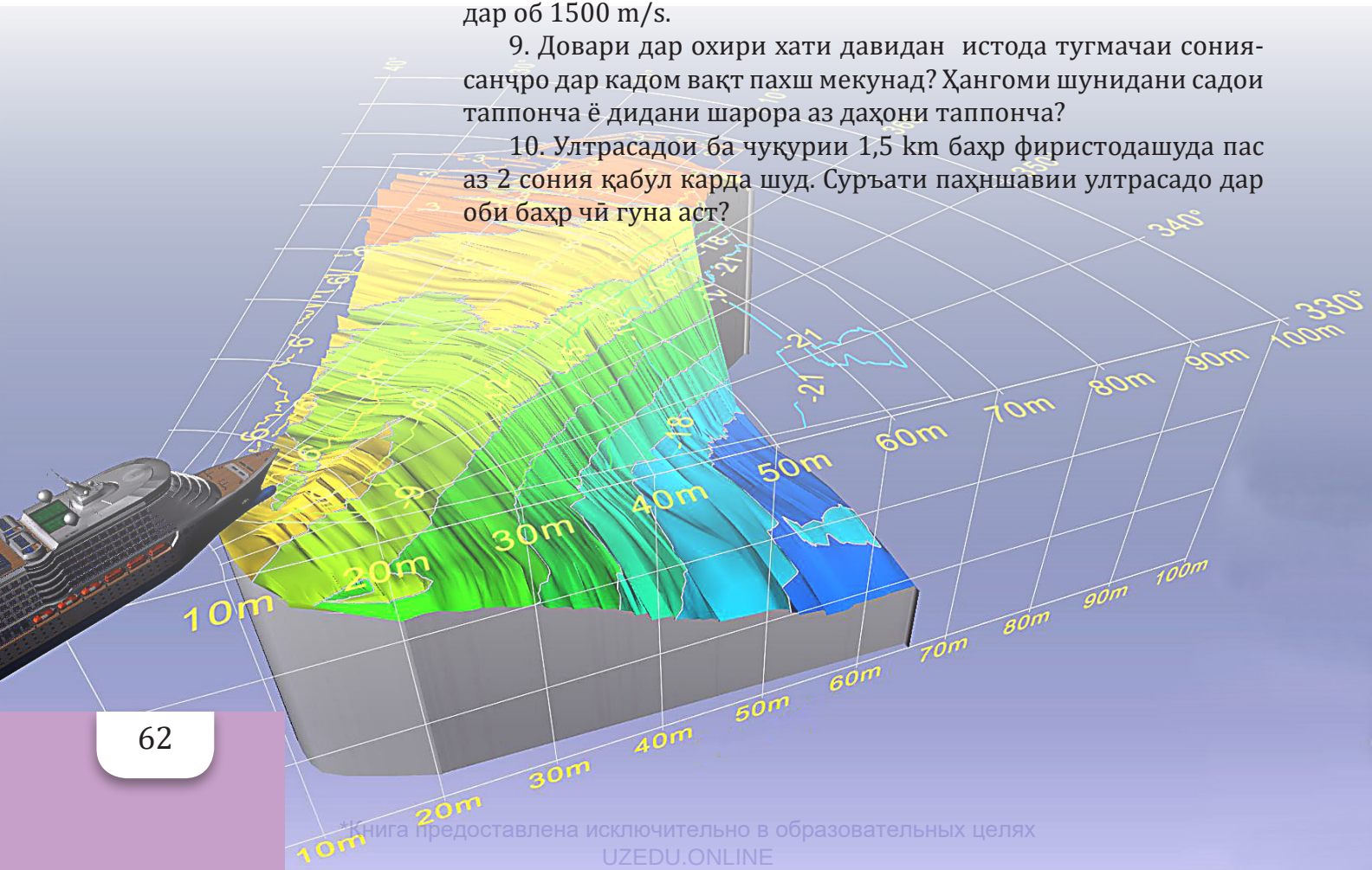
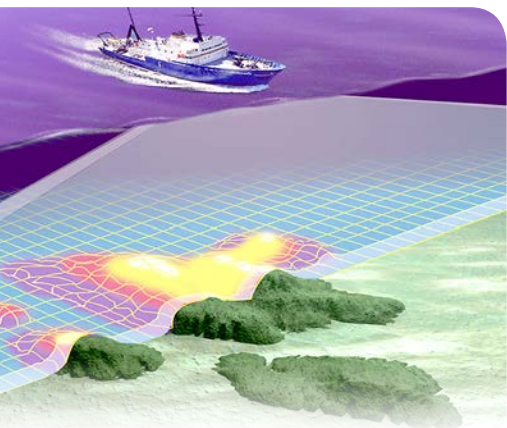
6. Дар вақти раъду барқ одам баъди 15 сонияи барқ садои ғурриши раъдро шунид. Барқ аз ӯ чӣ қадар дур буд? Суръати садо дар ҳаво 340 m/s.

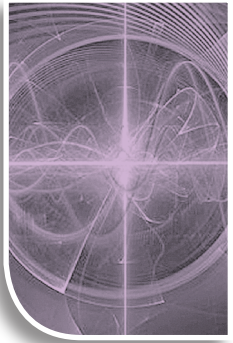
7. Масофа то садди садо инъикоскунанда 68 m. Пас аз чанд вақт одам акси садоро мешунавад?

8. Ҳангоми чен кардани чуқурии баҳр бо истифода аз ултрасадо, маълум гашт, ки пас аз 0,6 s акси садо қабул карда мешавад, чуқурии баҳри зери киштӣ чанд метр аст? Суръати садо дар об 1500 m/s.

9. Довари дар охири хати давидан истода тугмачаи сониясанҷро дар кадом вақт пахш мекунад? Ҳангоми шунидани садои таппонча ё дидани шарора аз даҳони таппонча?

10. Ултрасадои ба чуқурии 1,5 km баҳр фиристодашуда пас аз 2 сония қабул карда шуд. Суръати паҳншавии ултрасадо дар оби баҳр чӣ гуна аст?

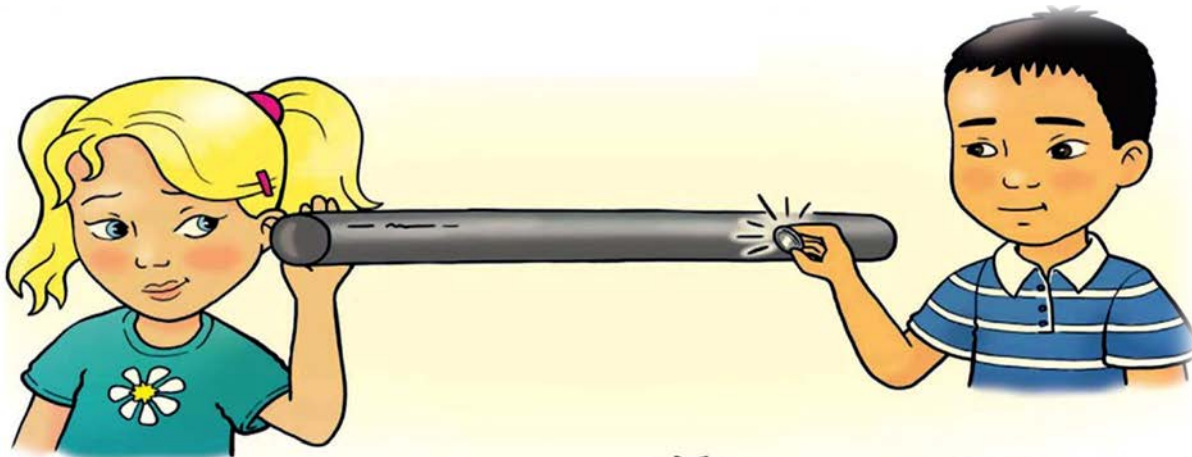




СУПОРИШҶО ДОИР БА ФИҚРРОНИИ МАНТИҚӢ АЗ РӢИ БОБИ II



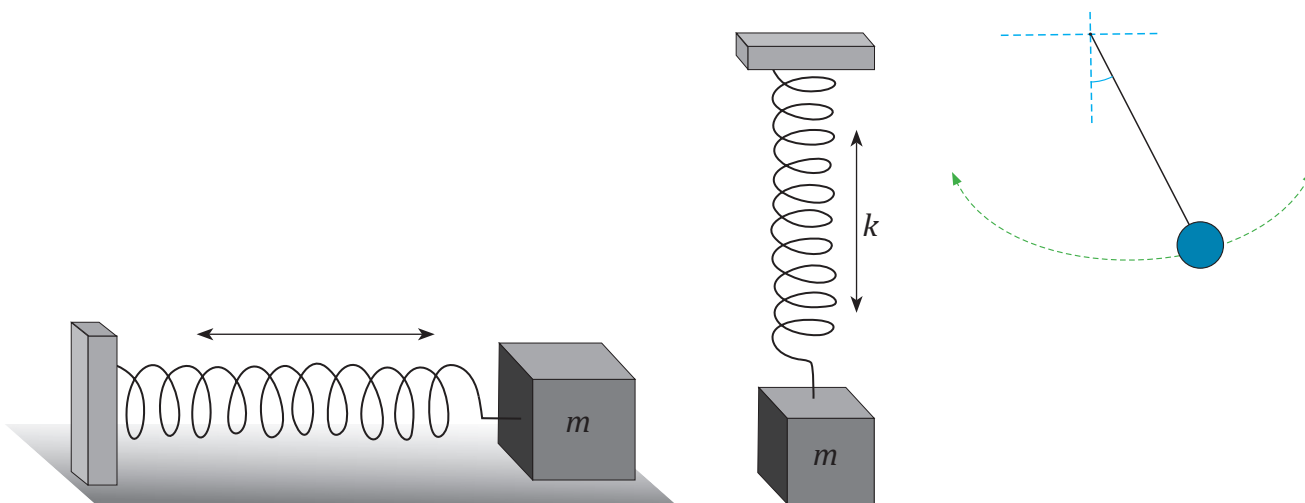
1. Чаро дар кинотеатрҳо чиптаҳои курсиҳои пеш қиматтар ва курсиҳои қафо арзонтар фурӯхта мешаванд?



2. Кадоме аз ду кӯдак омадани поездро пешакӣ муайян мекунад?



3. Дар расмҳо бузургҳои физикие, ки ҳаракати ҷисмҳои лаппандаро тавсиф мекунанд оварда шудааст. Онҳоро дар нақша нишон диҳед.



МАСЪАЛАҲО БАРОИ ҲАЛЛИ МУСТАҚИЛОНА ДОИР БА БОБИ II



1. Агар амплитудай лаппиши нуқтаи моддӣ 4 см бошад, масофаи (см) дар давоми як лаппиши пурра тай кардаи он чӣ қадар аст?

2. Дар давоми 2 дақиқа ҳисм 60 маротиба лаппид. Басомади лаппишҳо (Hz) чанд аст?

3. Ҳангоми дар сатҳи Моҳ 4 маротиба зиёд шудани дарозии раққосаки математикӣ даври лаппишҳо чӣ гуна тағйир меёбад?

4. Ҳангоми аз Замин ба Моҳ кўчонидани раққосаки математикӣ даври он чӣ гуна тағйир меёбад? $g_{\text{моҳ}} = 1,6 \text{ m/s}^2$, $g_{\text{Замин}} = 10 \text{ m/s}^2$.

5. Агар амплитудай лаппиш $A=10 \text{ cm}$, басомади он $n=2 \text{ Hz}$ ва майли нуқта дар аввали вақт калонтарин (максимум) бошад, муодилаи лаппишҳои гармониро нависед.

6. Лаппишҳои нуқтаи моддӣ бо муодилаи $x=0,05\cos t$ дода мешавад. Давр ва амплитудай лаппишҳоро ёбед.

7. Нуқта ҳаракати гармонии басомадаш $n = 10 \text{ Hz}$ -ро дорад. Дар лаҳзаи моменти ибтидоӣ ба ҳисоб меравад, майли максими нуқта ба $x_m=1 \text{ mm}$ расид. Муодилаи ҳаракати нуқтаро нависед ва графики онро кашед.

8. Нуқтаи тор бо амплитудай 1 mm ва басомади 1 kHz мелаппад. Ин нуқта дар 0,2 s чӣ қадар масофаро (cm) тай мекунад?

9. Масофаи байни мавҷҳои якум ва панҷуми мавҷи тўлӣ 40 m. Дарозии мавҷро (cm) ёбед. Мавҷҳои садо кадом диапазони басомадро ишғол мекунанд?

10. Агар мавҷи тўлӣ қад-қади сими борики чандир бо суръати $v=15 \text{ m/s}$, даври $T = 1,2 \text{ s}$ паҳн шавад, дарозии мавҷро ёбед.

11. Моҳигир пай мебарад, ки пўкак дар давоми 10 сония 20 маротиба мелаппад. Масофаи байни мавҷҳои ҳамсоя 1,2 m аст. Суръати паҳншавии мавҷҳо чӣ гуна аст?

Боби III

ГИДРОДИНАМИКА ВА АЭРОДИНАМИКА

Дар ин боб шумо дар бораи мав-
зӯҳои зерин маълумот хоҳед
гирифт:

- ҳаракати моеъҳо ва газҳо;
- вобастагии суръати моеъ ва
гази ҳаракат кардаистода аз фи-
шор ва истифодабарии он дар
техника.



МАВЗЎИ 21

ҲАРАКАТИ МОЕЪ ВА ГАЗҲО



1. Ҷараёни ламинарӣ.
2. Ҷараёни турбулентӣ.
3. Бефосилагии ҷараён.
4. Тақсимои фишор дар моеъ ё газҳои ҳаракаткунанда.

Ба фикри шумо фаввора (фонтан)-и дар ҳиёбонҳо буда чӣ гуна кор мекунад?

Дар табиат мо шоҳиди бисёр ҳолатҳои моеъҳои ором истода ё дар ҳаракат шудаем. Дар синфҳои поёнӣ мо фишори моеъҳо ва газҳоро дар ҳолати оромӣ ба девори зарф омӯхтаем.

Ҳолати ҳаракати моеъҳо ва газҳо аз ҳолати оромии онҳо фарқ мекунад. Барои ба ин боварӣ ҳосил намудан, биёед обро, ки дар дарё ҷорӣ мешавад, мушоҳида кунем. Об метавонад оҳиста ё зуд ҷорӣ шавад. Дар ин ду ҳолат ҷараёни об гуногун хоҳад буд. Мо ин ҳолатҳоро алоҳида меомӯзем.

1. Ҷараёни ламинарӣ

Дар хандақҳои васеъ ё дарёҳо канорҳо ва қисмҳои мобайнии об дар қабатҳои алоҳида оҳиста ҷорӣ мешаванд. Мо инро дар ҳаракати ҷӯбхое, ки дар рӯи об ҷорӣ мешаванд, мушоҳида кардаем.

Ҷараёни қабат ба қабат ҷоришавии моеъҳо ё газҳоро ҷараёни ламинарӣ меноманд.

Ҷараёни ламинарӣ



Расми 3.1

Дар ҷараёни ламинарӣ (лот. *lamina* — табақа, қабат) заррачаҳои моеъ ё газ ба самти рост ҳаракат намуда ба роҳи ҳамдигар намегузаранд. Аз ин рӯ, қабатҳои моеъ ё газ ба ҳаракати қабатҳои дигар таъсир намерасонанд (расми 3.1). Ҳангоми дар найча ҷорӣ шудани моеъ ё газ аз сабаби соиши моеъ ё газ ба деворҳои найча ғеҷиши қабатҳо дар қисми миёнаи найча тезтар ва дар қисмҳои берунии он сусттар мешавад. Ин ҳолат боиси он мегардад, ки қабатҳои ҷараёни ламинарӣ аз ҳамдигар ҷудо мешаванд. Намунаҳои ҷараёни ламинарӣ ҷараёни хун дар рағҳои мо, болоравии об қад-қадӣ найҳои капиллярӣ дар танаи дарахт, вазидани шамоли суст ва падидаҳои шабеҳи инро дар бар мегиранд.

2. Ҷараёни турбулентӣ

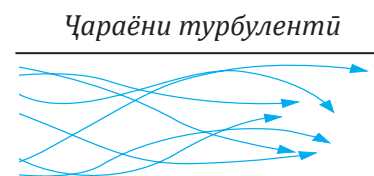
Ҳангоми босуръат ҷоришавии моеъ ва газҳо, қисмҳои он на дар шакли қабатҳои алоҳида, балки дар шакли гирдоб ҷорӣ мешаванд.



Чараёни моеъҳо ё газҳо, ки гирдоб ҳосил намуда ҷорӣ мешаванд, чараёни турбулентӣ номида мешавад.

Дар чараёни турбулентӣ (*лот. turbulentus* — пурқувват, бетартиб) зарраҳои моеъ ё газ ба самтҳои гуногун номунтазам ҳаракат мекунад. Аз ин сабаб қабатҳои алоҳидаи моеъ ё газ бо ҳамдигар таъсир мерасонанд (расми 3.2).

Мо чараёни турбулентиро дар тўфонҳои баҳрӣ, дарё ва уқёнус, тўфонҳои регдорро дар биёбонҳои регзор, гирдобҳо, тундбодҳо, ки дар натиҷаи мубодилаи чараёни ҳавои гарму хунук дар атмосфера ба амал меоянд ва амсоли инҳо дида метавонем.



Расми 3.2

3. Бефосилагии чараён

Биед чараёни моеъ ё газро дар қубурҳо омўзем. Бигзор қувваи соиши байни моеъ ё газ ва девори қубур хеле кам бошад. Дар ин маврид мо соишро ба назар намегирем, бинобар ин суръати чараён дар ҳамаи нуқтаҳои буриши қубур як хел аст. Муайян мекунем, ки суръати чараёни моеъи фишурданашаванда, ки тавассути қубури сатҳҳои буришашон гуногун мегузаранд дар қитъаҳои гуногуни қубур ба чӣ вобаста аст. Моеъ ба қисми найчаи сатҳи S_1 , ки дар расми 3.3 нишон дода шудааст, бо суръати v_1 ворид шуда, аз қисми сатҳи S_2 бо суръати v_2 мебарояд. Дар вақти муайяни Δt аз сатҳи S_1 моеъи массааш m_1 ва аз сатҳи S_2 моеъи массааш m_2 ҷорӣ мешавад. Азбаски моеъ фишурданашаванда аст, вай дар ягон ҷои қубур ҷамъ намешавад ва массаи моеъҳо, ки аз сатҳи буриши ихтиёрии қубур дар як фосилаи вақти Δt мегузарад, баробар аст. Яъне: $m_1 = m_2$. Массаи моеъро бо зичӣ ρ ва ҳаҷми V ($m = \rho V = \rho S v \Delta t$) ифода намуда, муодилаи зеринро месозем:

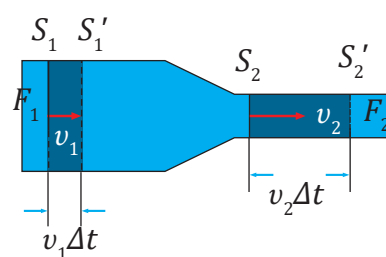
$$\rho_1 S_1 v_1 \Delta t = \rho_2 S_2 v_2 \Delta t$$

азбаски $\rho_1 = \rho_2$ аст, онгоҳ муодилаи

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2 \quad (1)$$

ҳосил мекунем.

Ин муодила муодилаи *бефосилагии чараёни* моеъ номида мешавад. Ҳангоми пошидани об аз шланги об, нўги шланг маҳкам карда мешавад, то обро дуртар пошанд. Баъд об бо суръати баланд ба берун мебарояд (расми 3.4).

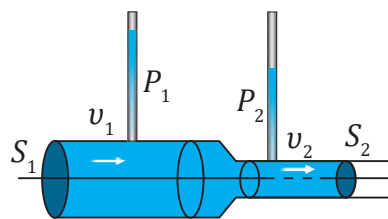
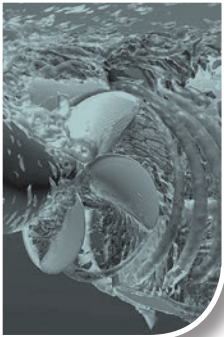


Расми 3.3

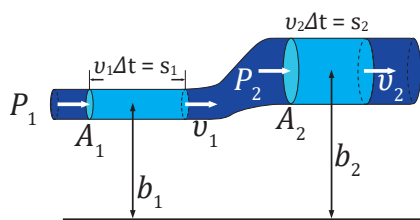


Расми 3.4

Қимати ададии суръати моеъи фишурданашавандае, ки дар қубури дорои масоҳати буришҳои гуногун ҷорӣ мешавад, ба масоҳати буриши моеъ мутаносиби баръакс аст. Инро бефосилагии чараёни моеъи фишурданашаванда меноманд.



Расми 3.5



Расми 3.6



Даниелл Бернуллӣ
(1700–1782)

4. Тақсимоги фишор дар моеъ ё газҳои ҳаракаткунанда.

Фишори моеъи ҷорӣ шудаистода ба девори зарф аз суръати ҷараёни моеъ вобаста аст. Инро дар таҷриба мушоҳида кардан мумкин аст. Ҷараёни моеъро қад-қадӣ найчае, ки ба қисмҳои болоияш найҳои борики ченкунанда пайвастанд ва сатҳҳои гуногун доранд, мушоҳида мекунем (расми 3.5). Дар ҷараёни якхелаи моеъ дар ҳар як найчаи ченкунанда моеъ боло ме-равад. Вобаста ба баландии сутунҳои моеъ фишори моеъро ба деворҳои найча муайян кардан мумкин аст. Таҷрибаҳо нишон медиҳанд, ки фишор дар қисми васеи қубур назар ба қисми танги он зиёд аст. Мувофиқи муодилаи бефосилагии ҷараёни моеъ суръати ҷараён дар қисми васеи қубур хурд ва дар қисми танги он калон аст. Ифодаи математикии вобастагии фишори моеъ ба суръати ҷараёнро Д.Бернуллӣ соли 1738 муайян карда буд, ки инро муодилаи Бернуллӣ меноманд:

$$p_1 + \rho gh_1 + \frac{\rho v_1^2}{2} = p_2 + \rho gh_2 + \frac{\rho v_2^2}{2} \quad (2)$$

$$\text{ё } p + \rho gh + \frac{\rho v^2}{2} = \text{const} \quad (3)$$

Дар ин ҷо p фишори статикӣ, ρgh фишори гидростатикӣи моеъ, $\frac{\rho v^2}{2}$ – фишори гидродинамикӣи ҷараёни моеъ мебошад. Дар асоси муодилаи Бернуллӣ дар қисми васеи қубуре ки моеъ ҷорӣ мегардад фишори гидродинамикӣ хурд ва фишори гидростатикӣ калон мешавад. Аз ин сабаб, дар таҷрибаи болоӣ (расми 3.6) найе, ки дар қисми васеи зарф маҳкам аст, нисбат ба найи дар қисми танги зарф маҳкам карда шудааст фишори калонтарро нишон медиҳад.

Намунаи ҳалли масъала

1. Ҳангоми 50 cm^2 будани масоҳати қубури масоҳаташ тағ-йирёбанда, суръати об дар он 4 m/s бошад, масоҳати қубурро 10 cm^2 кунем, суръати об чӣ қадар мешавад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$S_1 = 50 \text{ cm}^2 = 50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $S_2 = 10 \text{ cm}^2 = 10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $v_1 = 4 \text{ m/s}$ $v_2 = ?$	$S_1 v_1 = S_2 v_2$ $v_2 = \frac{S_1 v_1}{S_2}$	$v_2 = \frac{50 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Ҷавоб: $v_2 = 20 \text{ m/s}$.



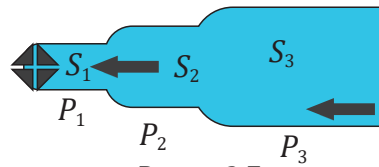
Машқи 17



1. Агар аз пулти рангпошак бо суръати 25 m/s ранг баромада истода бошад, компрессор дар ин пулт чӣ қадар фишорро ҳосил мекунад? Зичии ранг ба ҳисоби миёна ба $0,8 \text{ g/cm}^3$ баробар.

2. Ҳангоми гузаштани моеъ аз як қубур ба қубури дигар суръати он 2,8 маротиба зиёд шавад, буриши арзии қубур чӣ гуна тағйир меёбад?

3. Дар вақти ҷоришавии об ҷумраки К-ро маҳкам намуданд (расми 3.7). Дар ҷойҳои гуногундиаметри қубур фишорҳои мутаносибан баробар ҳосил шуд $p_1 = p_2 = p_3$. Ҳангоми кушода будани ҷумрак ин муносибати байни фишор дар қубурҳо чӣ гуна будааст?



Расми 3.7

4. Нефт аз қубуре, ки диаметраш 60 mm аст ба боло мебарояд. Агар дар ҳар соат $9,12$ тонна нефт баромада истад, суръати ҷоришавии нефтро ёбед. Зичии нефт ба 800 kg/m^3 баробар аст?



1. Фишори динамикии моеъ гуфта чиро мефаҳмед?

2. Фаҳмонед, ки обҳои ҷоришавандаи ҷои зисти худатон дар кадом намуд ҷорӣ мешаванд.

3. Аз чӣ сабаб суръати моеъ зиёд шавад, фишори он кам мешавад?



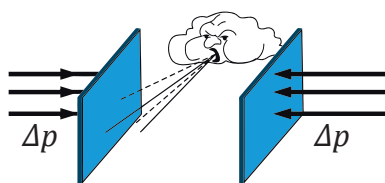
МАВЗЎИ 22

ВОБАСТАГИИ СУРЪАТИ МОЕЪ ВА ГАЗИ ҲАРАКАТ КАРДАИСТОДА АЗ ФИШОР ВА ИСТИФОДАБАРИИ ОН ДАР ТЕХНИКА

1. Қуввае, ки боли ҳавопайморо мебардорад.
2. Эффеки Магнус.
3. Ҳисоби суръати моеъе ки аз сӯроҳии зарф парида мебарояд.



*Чаро дар назди қаторраи тез ҳаракаткунанда истодан хатарнок аст?
Ҷавоби худро шарҳ диҳед.*

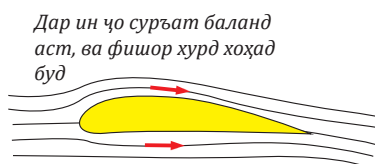


Расми 3.8

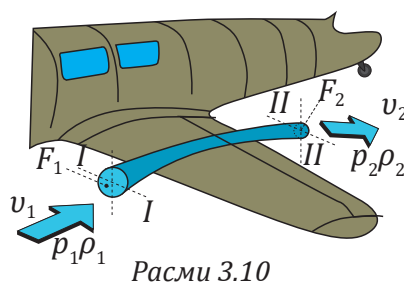
Мо бо тағйири фишор ҳангоми дар ҳаракат будани моеъ нисбат ба вақти ором будани он шинос шудем. Барои мушоҳида кардани он, ки ин тағйирёбии фишор ба фишори динамикӣ, суръати моеъ ё газ вобаста аст, таҷрибаи зеринро гузаронем. Ду варақи қоғазро гиред ва онҳоро рост нигоҳ доред. Баъд байни қоғазро пуф мекунем (расми 3.8). Он гоҳ қоғазҳо одатан ба ҳамдигар наздик мешаванд. Сабаби ин дар он аст, ки дар натиҷаи дамидан ҳавои байни қоғазҳо ҳаракат карда, фишори байни онҳо паст мешавад. Аз сабаби он, ки фишор дар беруни қоғаз нисбат ба даруни он зиёд аст, қувваи фишурдани қоғаз пайдо мешавад. Мушоҳида шудааст, ки ду кишти дар як самт ҳаракаткунанда баъзан бесабаб ба ҳам бармехӯранд. Сабаби ин ба фарқи фишори ҳосилшуда, ки ҳангоми дамидани байни ду варақи қоғаз ба вучуд омадааст, монанд аст.

1. Қуввае, ки боли ҳавопайморо мебардорад.

Парвози самолётҳо ба сохти махсуси болҳо вобаста аст (расми 3.9). Болҳои ҳавопаймо шакли боли паррандагонро дорад. Шамоле, ки ба бол мезанад, ба ду ҷараён тақсим мешавад. Ҷараёнҳои шамол, ки аз паҳлӯҳои поёнӣ ва болои бол мегузаранд, пас аз гузаштан аз бол дар як вақт вомехӯранд. Азбаски роҳе, ки шамол бояд дар боло ҳаракат кунад, аз роҳи поёни он бузургтар аст, суръати шамол дар боло аз суръати шамол дар поён калонтар мешавад. Тибқи муодилаи Бернуллӣ, фишори ҳавои статикӣ (p_1) дар қисми болои бол хурдтар ва фишор дар қисми поёнӣ (p_2) зиёдтар аст. Қувваҳои фишор $F_1 = p_1 S_1$ ва $F_2 = p_2 S_2$ дар қисмҳои поёнӣ ва болои бол қиматҳои гуногун доранд, ки қувваи фишори натиҷавии аз поён ба боло нигаронидашударо ба вучуд меоранд. Ин қувваи натиҷавии фишор аст: $F_6 = p_2 S_2 - p_1 S_1$ ки вазифаи қувваи бардорандаи ҳавопайморо иҷро мекунад (расми 3.10).



Расми 3.9



Расми 3.10



2. Ҳисоби намудани суръати моеъе, ки аз сӯроҳии зарф парида мебарояд.

Борҳо шоҳиди он гаштаем, ки дар бозии футбол тӯби аз кунҷи майдон задашуда аз самти рости ҳаракаташ баромада, ба дарвоза мебарояд. Дар натиҷаи ба ҷои лозимаи тӯб задани бозингарони моҳир вай баробари пеш рафтан ҳаракати давршакл мекунад. Дар натиҷаи гардиши тӯб суръати ҳавое ки аз тарафи чап ва рости он ҷорӣ мешавад, тағйир ёфта, фарқияти фишор ба амал меояд. Фарқи фишор боиси он мегардад, ки тӯб ба сӯи дарвоза равона гардад (расми 3.11).

Ҳодисаи физикие, ки ҳангоми ҷараёни моеъ ё газ дар атрофи ҷисми даврзанада ба амал меояд, **эффёкти Магнус** номида мешавад.

Дар ин ҳолат қуввае пайдо мешавад, ки ба ҷараён перпендикуляр буда ба ҷисм таъсир мерасонад. Аз ин сабаб ҷисми ҳаракаткунанда ба самти дигар майл мекунад. Ин таъсирро физики олмонӣ Ҳенрих Магнус соли 1853 кашф кардааст.

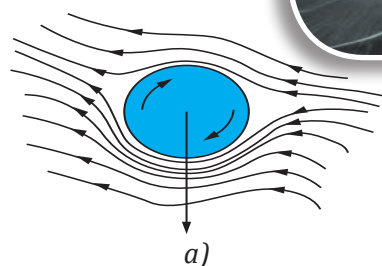
3. Ҳисоби намудани суръати моеъе, ки аз сӯроҳии зарф парида мебарояд.

Биёед муайян кунем, ки ҳангоми моеъро ба зарфе, ки дар поёнаш сӯроҳ дорад, мерезанд, моеъ аз сӯроҳ то ҷой андоза зуд берун меравад. Бигзор буриш дар масофаи амудӣ h аз сатҳи моеъ ҷойгир шавад (расми 3.12). Азбаски сатҳи раҳна аз сатҳи буриши зарф хеле хурдтар аст, суръати камшавии сатҳи моеъ дар зарф назар ба суръати аз сӯроҳӣ баромадани моеъ хеле хурдтар аст. Бинобар ин мо суръати сатҳи моеъро ба назар намегирем. Фишори сатҳи моеъ дар зарф ба фишори атмосферӣ P_0 баробар аст. Фишор дар баромади моеъ низ ба P_0 фишори атмосферӣ баробар аст. Мо барои ин ду ҷой муодилаи Бернуллиро истифода мебарем, ки суръати моеъро бо он ифода мекунад:

$$p_0 + \rho \frac{v_1^2}{2} = p_0 + \rho gh \text{ аз формулаи:}$$

$$v = \sqrt{2gh} \text{ ташкил карда мешавад.}$$

Ин барои моеъи идеалӣ формулаи Торричеллӣ номида мешавад.



a)

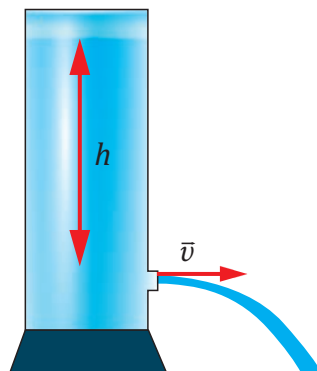


b)

Расми 3.11



Ҳенрих Густав Магнус
(1802–1870)



Расми 3.12

1. Дар кадом ҷойҳои дигар эффёкти Магнусро истифода бурдан мумкин аст?

2. Варрак(бодбарак) зери таъсири кадом қувваҳо бархоста мешавад?

3. Суръати аз зарф парида берун омадани моеъ, ки дар расми 5 оварда шудааст, ба сатҳи раҳна вобаста аст?

Кори лоиҳавӣ. Сохтани асбобҳое, ки ба ҳаракати ҷисмҳо дар моеъ ё газ алоқаманданд (донишомӯзон ин корро мустақилона мекунад).



МАВЗЎИ 23

ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Намунаи ҳалли масъала:

1. Агар дар давоми ним соат аз буриши арзии қубур 500 l гази карбон гузарад, суръати гардиши газро дар қубур ёбед. Диаметри қубур 2 см аст.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$V = 500 \text{ l} = 0,5 \text{ m}^3$ $D = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $t = 0,5 \text{ soat} = 1800 \text{ s}$ $v = ?$	$V = \pi \frac{D^2 l}{4}; \quad v = \frac{l}{t}$ $l = \frac{4V}{\pi D^2}; \quad v = \frac{4V}{\pi D^2 t}$	$v = \frac{4 \cdot 0,5 \text{ m}^3}{3,14 \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot 1800 \text{ s}} = 0,88 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Ҷавоб: $v = 0,88 \text{ m/s}$

2. Агар маълум бошад, ки дар давоми ним соат аз буриши қубур 0,51 kg гази оксиди карбон гузаштааст, суръати гардиши газро дар қубур ёбед. Фарз мекунем, ки зичии газ $7,5 \text{ kg/m}^3$ ва диаметри қубур 2 см аст

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 0,51 \text{ kg}$ $\rho = 7,5 \text{ kg/m}^3$ $D = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$ $t = 0,5 \text{ soat} = 1800 \text{ s}$ $v = ?$	$V = \pi \frac{D^2 l}{4} = \frac{m}{\rho}; \quad v = \frac{l}{t}$ $l = \frac{4m}{\pi \rho D^2}; \quad m = V\rho;$ $v = \frac{4m}{\pi D^2 \rho t}$	$v = \frac{4 \cdot 0,51 \text{ kg}}{3,14 \cdot (0,02 \text{ m})^2 \cdot 7,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1800 \text{ s}} = 0,12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Ҷавоб: $v = 0,12 \text{ m/s}$

3. Дар зарфи оҳанин баландиаш 5 m буда, дар баландии 50 см аз сатҳи замин ҷумраке васл карда шудааст. Вақте ки ҷумрак кушода мешавад, моеъ аз он бо кадом суръат мебарояд (расми 3.12)?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$H = 5 \text{ m}$ $h = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$ $v = ?$	$v = \sqrt{2g(H-h)}$	$v = \sqrt{2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (5 - 0,5) \text{ m}} =$ $= \sqrt{20 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4,5 \text{ m}} \approx 9,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Ҷавоб: $v \approx 9,5 \text{ m/s}$

Машқи 18.



1. Агар об аз сӯроҳии қубур ба баландии 1,25 m амудӣ парида барояд, суръати он чӣ қадар мешавад?

2. Суръати ҷараёни об дар қисми танги қубур 2 m/s аст. Об дар қисме, ки диаметраш ду маротиба калон аст, бо кадом суръат ҷорӣ мешавад?

3. Дар ҳоле, ки сарфи об тағйир наёфта суръати ҷараёни об дар қубур 1,21 маротиба кам шавад, сатҳи буриши қубур чӣ гуна тағйир ёфтааст?

4. Об аз қубури уфуқии буришаш тағйирёбанда мегузарад. Агар суръати об дар қисми васеи қубур 20 cm/s бошад, суръати обро дар қисми танги диаметраш 1,5 маротиба хурдтар муайян кунед.

5. Суръати ҷараёни нафт дар қисми васеи қубури горизонталӣ 2 m/s. Агар фарқи фишори статикӣ байни қисмҳои васеъ ва танги қубур 6,65 kPa бошад, суръати нафтро дар қисми танги қубур муайян кунед.

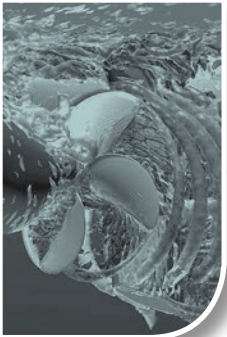
6. Ҳангоме, ки ҳавопаймои масоҳати болаш 40 m² буда, ба таври уфуқӣ парвоз мекунад, фишори ҳаво дар зери болҳо 98 kPa ва дар болои болҳо ба 97 kPa баробар аст, қувваи бардоранда чанд (kN) мешавад?

7. Дар кадом қисми дарё суръати ҷараёни об калон аст? Дар рӯи об ё дар чуқурии муайяни дарё? Дар миёнаи дарё ё дар наздикии соҳил?

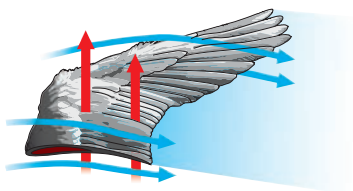
8. Қубури обгузарон сӯроҳи шуда, об ҷорӣ шуд. Агар сатҳи рахна 4 mm² ва баландии ғаввораи об 80 cm бошад, дар як шабонаруз чӣ қадар об (kg) беҳуда сарф мешавад?

9. Дар пояи систернае, ки дарозияш 5 m аст, ҷумрак гузошта шудааст. Вақте ки ҷумрак кушода мешавад, суръати моеъ чӣ қадар мешавад?





СУПОРИШҶО ДОИР БА ФИКРРОНИИ МАНТИҚӢ АЗ РӢИ БОБ



1. Ду шамъи сӯзон дар паҳлӯи ҳамдигар гузошта шудаанд, дар байни онҳо тавассути найчае пуф кунем, боиси ба ҳам наздик шудани забонаҳои шӯълаи оташ мегардад. Ин таҷрибаро иҷро кунед ва хулоса бароред.

2. Бо истифода аз расм омилҳоро, ки ба боли парранда таъсир мерасонанд, дар дафтар нависед.

МАСЪАЛАҶО БАРОИ КОРИ МУСТАҚИЛОНА ОИД БА БОБИ III

1. Агар нисбати масоҳати буриши арзии дар ду ҷои гуногуни қубур, ки моеъ аз он ҷорӣ мешавад, $S_2=5S_1$ бошад, нисбати суръатҳои ҷараёно дар ин қитъаҳо ёбед.

2. Агар суръати ҷараёни об дар қисми васеи қубур 2 m/s бошад, суръати ҷараёни об дар қисми танги диаметраш 2 маротиба хурдтар (m/s) чанд мешавад?

3. Суръати ҷараёни об дар қубур 2 m/s. Агар дар як соат аз қубур 7200 kg об ҷорӣ шавад, масоҳати буриши он чанд cm^2 аст?

4. Аз сӯроҳии 5 mm^2 -и қубур об ба таври амудӣ баланд шуда, ба баландии 80 cm мебарояд. Дар давоми 10 соат аз сӯроҳӣ чанд kg об берун мебарояд?

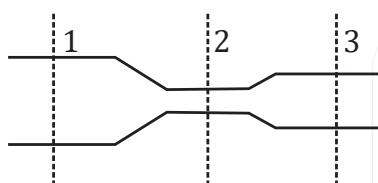
5. Моеъ аз қубури буришаш тағйирёбанда ҷорӣ мешавад. Фишор дар кадом қисмати ин моеъ хурдтарин аст (расми 3.13)?

6. Агар ҳангоми аз як қубур ба қубури дигар гузаштан, суръати ҷараёни об 5,6 маротиба зиёд шавад, сатҳи буриши қубур чӣ тавр тағйир меёбад?

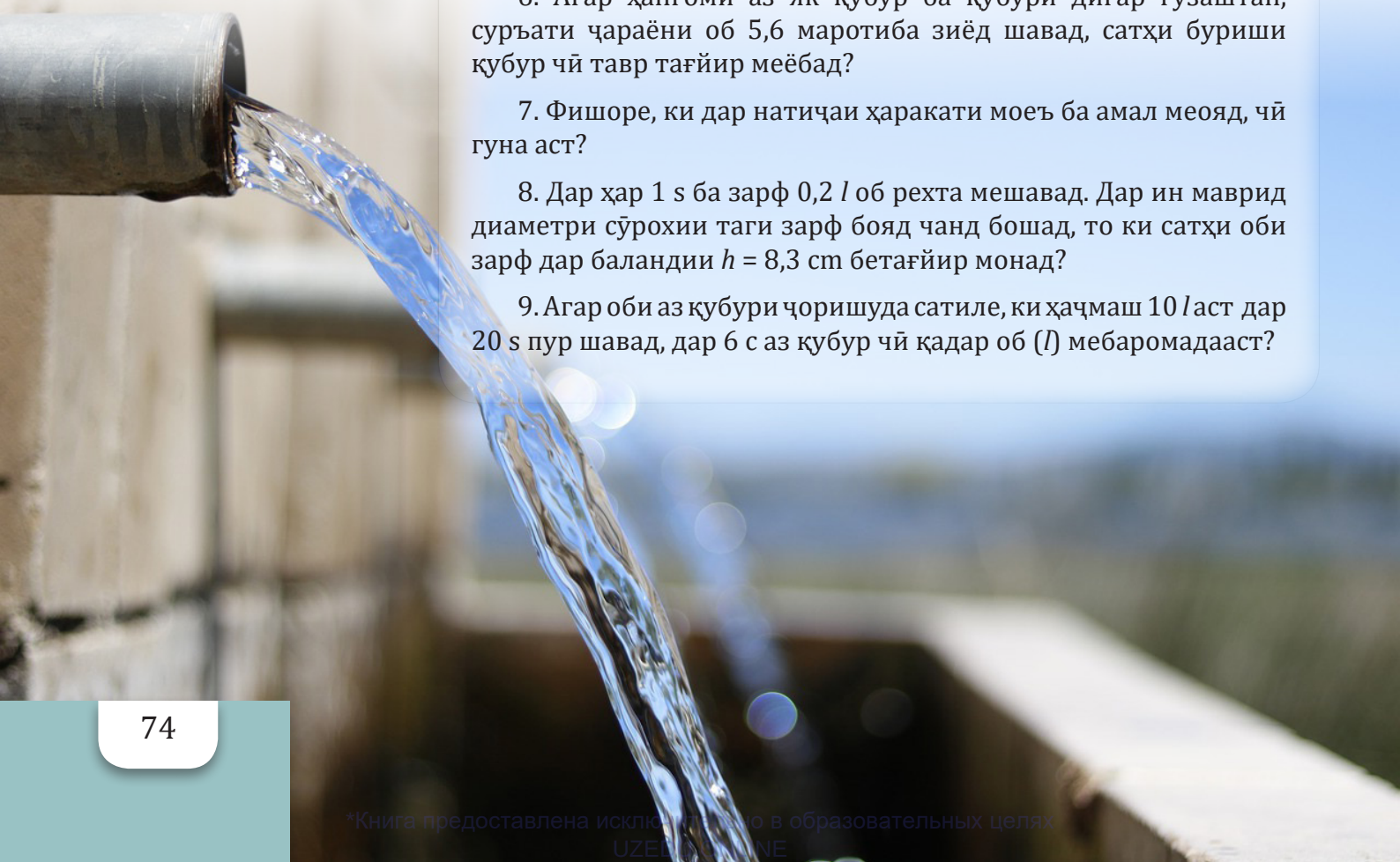
7. Фишоре, ки дар натиҷаи ҳаракати моеъ ба амал меояд, чӣ гуна аст?

8. Дар ҳар 1 s ба зарф 0,2 l об рехта мешавад. Дар ин маврид диаметри сӯроҳии тағи зарф бояд чанд бошад, то ки сатҳи оби зарф дар баландии $h = 8,3$ cm бетағйир монад?

9. Агар оби аз қубури ҷоришуда сатиле, ки ҳаҷмаш 10 l аст дар 20 s пур шавад, дар 6 c аз қубур чӣ қадар об (l) мебаромадааст?



Расми 3.13



МАВЗӢИ 24

ПРИНСИПИ СУПЕРПОЗИТСИЯИ ШАДИДИЯТИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКӢ

1. Майдони электростатикӣ.
2. Шадибияти майдони электростатикӣ.
3. Принципи суперпозицияи майдони электростатикӣ.
4. Шадибияти натижавии майдони электростатикӣ



Ҳангоми аз тан бадар кардани либосҳои аз матоҳои синтетикӣ тайёрадашуда чирс-чирскунон пайдо шудани шарораҳоро чӣ гуна фаҳмонда додан мумкин аст?

Агар пуфаки ҳавоии бо даҳон пуф карда пур кардашударо ба мӯи саратон ё ки ягон матои синтетикӣ соиш дода онро сар диҳед, боло ҳаракат кардани онро мушоҳида мекунад. Чаро пуфак маҳз ба боло ҳаракат мекунад?



1. Майдони электростатикӣ

Таъсири мутақобилаи (байниҳамдигарии) ду зарядро ҳангоми ба ҳамдигар расонидани онҳо, аз рӯи ба ҳамдигар гузаштани зарядҳои онҳо, бо ёрии қонуни Кулон доништа мегирем. Ин қонун ҳатто дар мавриди ба ҳам нарасонидани зарядҳо, ҳангоми дар масофаи муайян аз ҳамдигар дур истода байни ҳам таъсир намудани зарядҳо, дар атрофи онҳо вучуд доштани майдонро мефаҳмонад. Ин майдони электрикӣ аст. Дар атрофи заряди электрикӣ майдони электрикӣ ба вучуд меояд.

Майдони электрикии дар атрофи зарядҳои беҳаракат пайдошударо майдони электростатикӣ меноманд.

2. Шадибияти майдони электростатикӣ

Шумо дар синфҳои поёнӣ доир ба майдони электрикӣ дорон маълумотҳои умумӣ гаштаед.

Ба сифати бузургии майдони электрикиро аз ҷиҳати қувва тавсифдиҳанда вектори шадибияти майдони электрикӣ – $\vec{E}$ дохил карда мешавад.

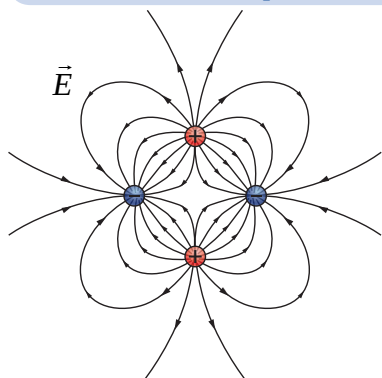
Бузургии, ки миқдоран ба қувваи аз тарафи майдон ба заряди воҳиди мусбати таҷрибавии (q_t) ба он дохилкардашуда таъсиркунанда баробар аст, шадибияти майдони электрикӣ номида мешавад.

Яъне:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_t} \text{ баробар аст.}$$

Воҳиди шадибияти майдони электрикӣ ба $[E] = 1 \frac{N}{C}$ баробар аст.

Ба сифати самти вектрои шадибияти майдони электрикӣ самти таъсири қувваи ба заряди мусбат таъсиркунанда интиҳоб карда шудааст, самти қувваи ба заряди манфӣ таъсиркунанда ба самти вектори шадибият муқобил аст. Зарядҳои аломаташон яхела аз ҳамдигар тела меҳӯранд, зарядҳои аломаташон гуногун ба ҳамдигар ҷазб карда мешаванд (расми 4.1 а).



Расми 4.1 а



Танҳо нисфи хатҳои қуввагии майдони электрики аз заряди $+2q$ бароянда, ки дар расми 4.1 *b* тасвир карда шудааст, дар заряди $-q$ тамом мешаванд, хатҳои қуввагии боқимонда дар заряди дигари дар беохир ҷойгиршуда тахминшуда тамом мешаванд. “Нақш” – е, ки хатҳои қуввагии майдони электрикӣ ҳосил мекунад, ба “харита”-и ҳосилнамудаи зарядҳои нуқтавӣ монанд аст. Ба “нақш”-и ин хатҳо назар намуда дар қучо пурқувват ва дар қучо заиф будани майдон ва бузургии зарядҳоро фаҳмонда додан мумкин аст.

3.Принципи суперпозитсияи майдони электростатикӣ

Майдони электрикиро як заряди нуқтавӣ ҳам ҳосил мекунад, лекин дар бисёр маврид майдони электрикиро системаи зарядҳо ҳосил мекунад. Агар ба ягон нуқтаи майдони аз ҷониби системаи зарядҳои $q_1, q_2, \dots, q_n$ ҳосил кардашуда заряди таҷрибавиро q_s дохил кунем, ба он аз тарафи ҳар як заряд қувваҳои $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \dots, \vec{F}_n$ таъсир мекунад. Баробартаъсиркнандаи ҳамаи қувваҳои ба заряди таҷрибавӣ таъсиркунанда ба ифодаи зерин баробар аст:

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

Онгоҳ шадидияти майдонро дар нуқтаи дохил кардашудаи заряд ба таври зерин муайян мекунад:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q_s} = \frac{\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n}{q_s} = \frac{\vec{F}_1}{q_s} + \frac{\vec{F}_2}{q_s} + \dots + \frac{\vec{F}_n}{q_s} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n$$

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots + \vec{E}_n \quad (1)$$

Шадидияти майдони электрикии заряди нуқтавӣ чунин таъриф карда мешавад:

Ин формула принципи суперпозитсияи майдони электрикӣ номида мешавад ва он ба таври зерин таъриф карда мешавад:

Маънои луғавии калимаи *суперпозитсия* чамъ кардан ё ки болои ҳам афтидан мебошад.

Расандае, ки ба ҳар як нуқтаи хатҳои қуввагии майдони электрикӣ гузаронида мешавад, ба шадидияти ҳамон нуқтаҳо мувофиқ меафтад.

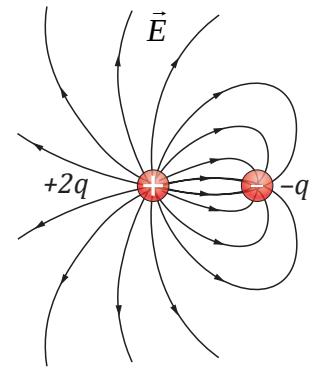
$$E = k \cdot \frac{|q|}{r^2} \quad (2)$$

Дар ин ҷо: $k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2}$; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$.

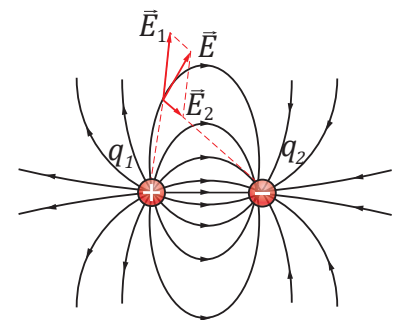
Шарти якҷинса шудани майдони электрикӣ ба координата вобаста набуда, бетағйир боқӣ мемонад (расми 4.2).

Шадидияти майдони электрикии дар ягон нуқта ҳосил намудаи системаи зарядҳо ба чамъи вектори шадидияти майдони ҳар як заряди ба система дохилшаванда дар ҳамон нуқта баробар аст $\vec{E} = \text{const}$.

Агар вектори шадидият дар ҳама нуқтаҳо як хел бошад, онгоҳ ин гуна майдон, майдони электрикии якҷинса номида мешавад.



Расми 4.1-*b*



Расми 4.2



4. Шаидияти натижавии майдони электрикӣ

Агар майдонро ду заряди нуқтавӣ ҳосил намоёнд, онгоҳ бино бар принципи суперпозитсия, шаидияти натижавии майдон бо формулаи $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ ифода карда мешавад.

Дар ҳолати умумӣ шаидияти натижавии майдони электрикӣ бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + 2 \cdot E_1 \cdot E_2 \cdot \cos \alpha} \quad (3)$$

Дар ин ҷо: кунҷи байни $E_1 = |\vec{E}_1|$; $E_2 = |\vec{E}_2|$; $E = |\vec{E}|$; α – $\vec{E}_1$ ва $\vec{E}_2$

Барои қиматҳои хоси α формулаи (3)-ро ба намуди содда меорем:

1) $\alpha = 0^\circ$; дар ҳолати доройи самтҳои якхела будани векторҳои шаидияти майдони электрикӣ: $E = E_1 + E_2$;

2) $\alpha = \pi/2 = 90^\circ$; дар ҳолати байни ҳам перпендикуляр будани векторҳои шаидияти майдони электрикӣ: $E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$;

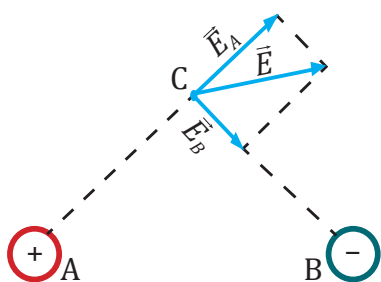
3) $\alpha = \pi = 180^\circ$; дар ҳолати муқобилсамт будани векторҳои шаидияти майдони электрикӣ: $E = |E_1 - E_2|$;

Дар расми 4.3 бошад, шаидияти натижавии майдони электрикии дар нуқтаи С ҳосилкардаи зарядҳои нуқтавии А ва В нишон дода шудааст.

– Агар ба майдони зарядаш мусбат заряди манфӣ дохил карда шавад ё ки ба майдони зарядаш манфӣ заряди мусбат дохил карда шавад, шаидияти натижавии майдони электрикӣ зиёд мешавад.

– Агар ба майдони зарядаш мусбат заряди мусбат дохил карда шавад ё ки ба майдони зарядаш манфӣ заряди манфӣ дохил карда шавад, шаидияти натижавии майдони электрикӣ кам мешавад.

Шаидияти натижавии майдони электрикӣ дар дохили ноқили ба майдони электрикӣ дохилкардашуда ба сифр баробар мешавад.



Расми 4.3

Намунаи ҳалли масъалаҳо

1. Ду заряди нуқтавии зарядҳояшон $q_1 = 6 \text{ нС}$ ва $q_2 = -16 \text{ нС}$ дар ҳаво аз ҳамдигар дар масофаи $r = 5 \text{ см}$ ҷойгиранд. Дар нуқтаи аз заряди мусбат дар масофаи $r_1 = 3 \text{ см}$ ва аз заряди манфӣ дар масофаи $r_2 = 4 \text{ см}$ қарордошта модули шаидияти майдони электрикиро муайян кунед.

Дода шудааст:

$$\begin{aligned} q_1 &= 6 \text{ нС} = 6 \cdot 10^{-9} \text{ С} \\ q_2 &= -16 \text{ нС} = -16 \cdot 10^{-9} \text{ С} \\ r &= 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ r_1 &= 3 \text{ см} = 3 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ r_2 &= 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м} \\ k &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{С}^2} \end{aligned}$$

$E = ?$

Формула:

$$\begin{aligned} (r_1)^2 + (r_2)^2 &= r^2 \\ \text{аз ин ҷо} \\ \alpha &= 90^\circ \\ E_1 &= k \cdot \frac{|q_1|}{r_1^2} \\ E_2 &= k \cdot \frac{|q_2|}{r_2^2} \\ E &= \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \end{aligned}$$

Ҳисобкунӣ:

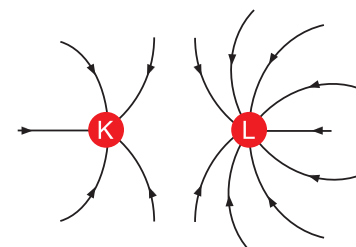
$$\begin{aligned} E_1 &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{С}^2} \cdot \frac{|6 \cdot 10^{-9} \text{ С}|}{9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 6 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{С}} \\ E_2 &= 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{С}^2} \cdot \frac{|-16 \cdot 10^{-9} \text{ С}|}{16 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2} = 9 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{С}} \\ E &= \sqrt{(6 \cdot 10^4)^2 + (9 \cdot 10^4)^2} \approx 10,8 \cdot 10^4 \frac{\text{Н}}{\text{С}} = 108 \frac{\text{кН}}{\text{С}} \\ \text{Ҷавоб: } E &\approx 108 \frac{\text{кН}}{\text{С}}. \end{aligned}$$



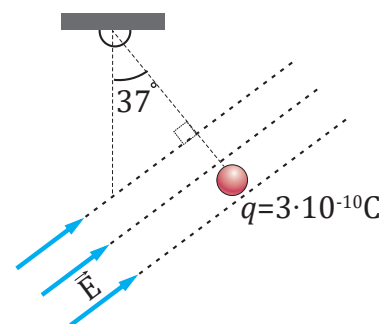
Машқи 19



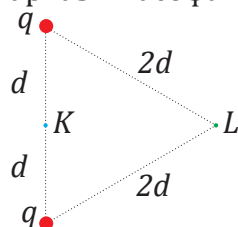
1. Аломати зарядҳои K ва L -ро муайян кунед (расми 4.4).
2. Сақҳои зарядноки дар ресмони бевазн овехташуда ба таври дар расм нишондодашуда дар майдони электрикии доимӣ дар мувозинат қарор дорад. Вазни саққоро ёбед. Шадиияти майдони электрикӣ ба 50 N/m , заряди курача бошад, ба $3 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ баробар аст. $\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$ қабул намоед (расми 4.5).
3. Шадиияти натиҷавии майдони электрикии нуқтаи L -и дар нақшаи зерин нишондодашударо ёбед. Нақшаро тасвир кунед (расми 4.6).
4. Самти шадиияти натиҷавии майдони электрикии нуқтаи A -и зарядҳои q_1 ва q_2 -и дорои қимати мутлақи якхеларо муайян кунед (расми 4.7).
5. Ду заряди нуқтавии зарядҳояшон баробар ба 2 nC аз ҳамдигар дар масофаи 1 m ҷойгиранд. Шадиияти майдонро дар нуқтаи маркази масофаи байни зарядҳо муайян кунед.



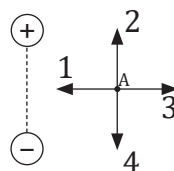
Расми 4.4



Расми 4.5



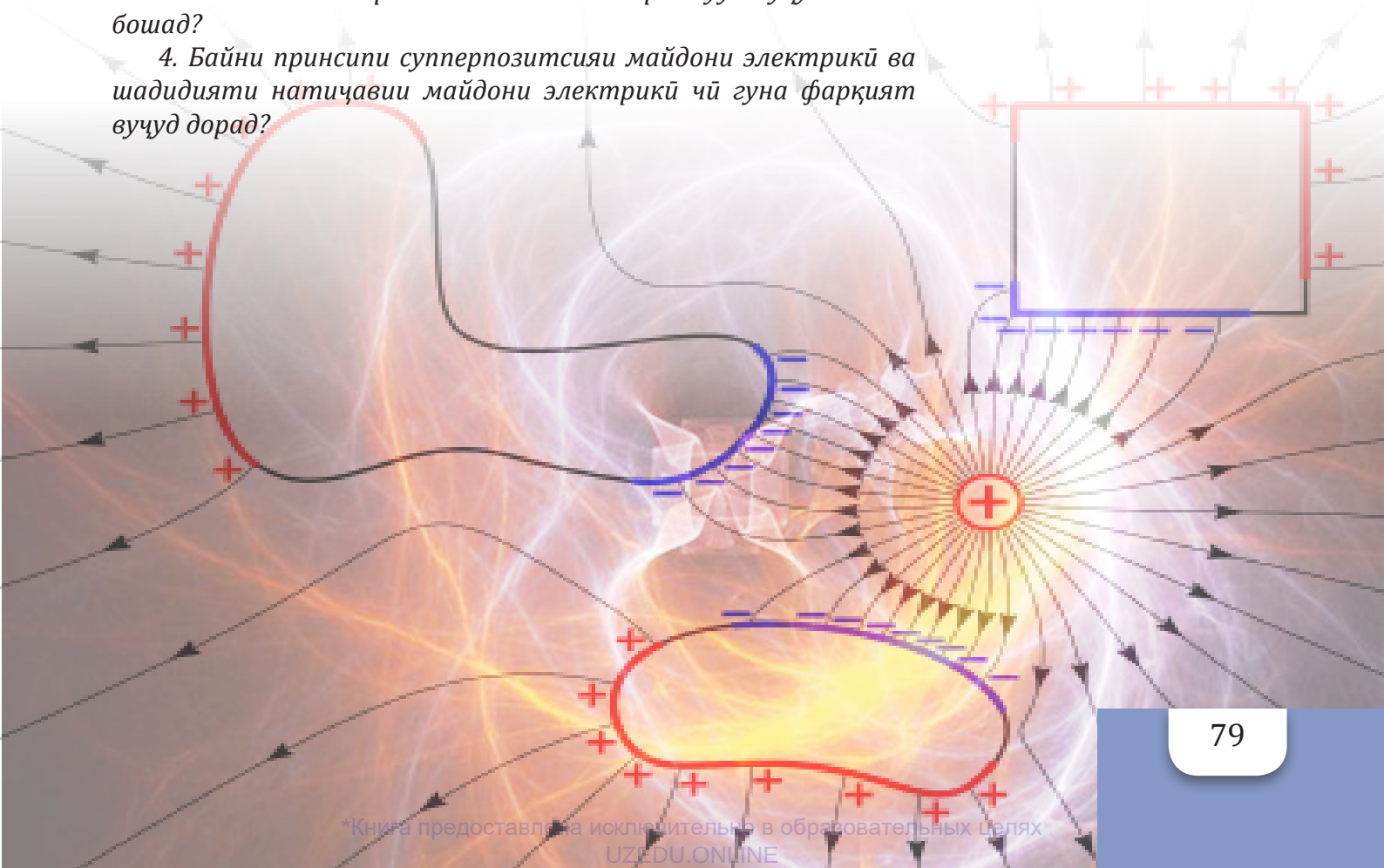
Расми 4.6



Расми 4.7



1. Майдони электрикӣ чӣ гуна ҳосил мешавад?
2. Чаро хатҳои майдони электрикӣ ҳеҷ гоҳ ҳамдигарро бурида намегузаранд?
3. Майдони электрикӣ оё метавонад дар вакуум вучуд дошта бошад?
4. Байни принципи суперпозитсияи майдони электрикӣ ва шадиияти натиҷавии майдони электрикӣ чӣ гуна фарқият вучуд дорад?

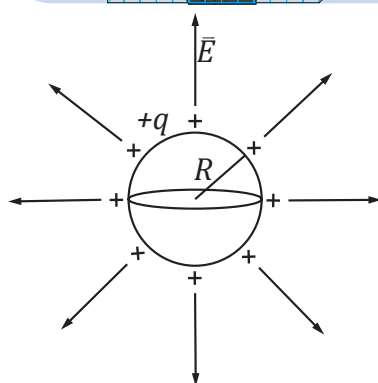
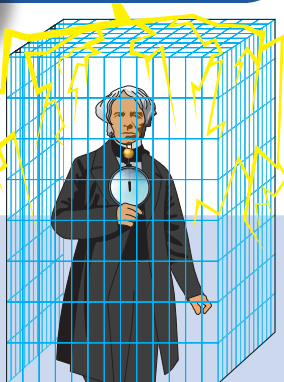


МАВЗЎИ 25

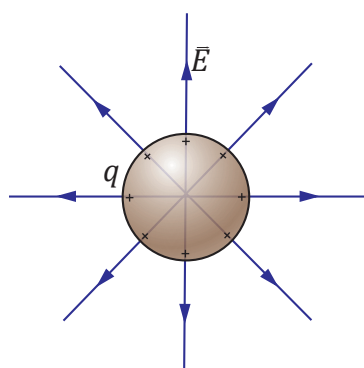
МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКИИ КУРАИ ЗАРЯДНОК

1. Майдони электрикии кураи металӣ.
2. Шадиияти майдони аз кура (сфера) дар масофаи x ҷойгиршуда.
3. Зичии сатҳии заряд.
4. Майдони электрикӣ (шадиият) дар муҳит.

Чаро баргакҳои электроскопи дар дасти Фарадей буда, ки дохили ҷафаси аз тарафи берунаш заряднокшуда истода буд, қушода нашуданд? Ҷавобатонро шарҳ диҳед.



Расми 4.8



Расми 4.9

1. Майдони электрикии кураи металии заряднок

Кори иҷрошуда бо ҳосили зарби қувваи ба ҷисм таъсиркунанда ва кўчиши ҷисм бо самти ҳамин қувва ифода карда мешавад. Дар ин ҷо қувваи таъсиркунанда қувваҳои ҷисмро ҳаракатдиҳанда мебошад. Дар асл қувваҳо ба ду гурӯҳ ҷудо мешаванд.

Агар кори иҷрокардаи қувва ба траектория вобаста набошад, ин гуна қувваро қувваи консервативӣ меноманд. Ба қувваҳои консервативӣ қувваи вазнинӣ, қувваи чандирӣ, қувваи гравитатсионӣ, қувваи электростатикӣ мисол шуда метавонад.

Агар кори иҷрокардаи қувва ба траектория вобаста бошад, ин гуна қувваро қувваи ғайриконсервативӣ меноманд. Ба қувваҳои ғайриконсервативӣ қувваи соиш, қувваҳои гирдобии майдони электрикӣ мисол шуда метавонад.

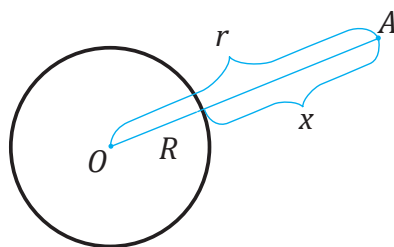
$$E = k \cdot \frac{|q|}{R^2} \quad (1)$$

2. Шадиияти майдони аз кура (сфера) дар масофаи x ҷойгиршуда

Ба тӯфайли қувваи аз ҳамдигар тела хӯрдан заряди ба кура додашуда барои танҳо дар сатҳи он тақсимшавиаш шадиияти майдони электрикии дохили он ($r < R$) доим ба сифр баробар аст ($E_{\text{дохили}} = 0$). Шадиияти майдони электрикии нуқтаи ихтиёрии беруни кура ($r > R$) мисли шадиияти майдони электрикии заряди q -и маркази кура мешавад ва ба таври зерин ҳисоб карда мешавад (расми 4.10):

$$E = k \cdot \frac{|q|}{r^2} \quad r = R + x$$

$$E = k \cdot \frac{|q|}{(R + x)^2} \quad (2)$$



Расми 4.10



3. Зичии сатҳии заряд

Агар Δq заряди дар рӯи ягон сатҳи ΔS баробар тақсим шуда бошад, онгоҳ бузургии бо миқдори заряди бар воҳиди ҳамин сатҳи рост омадари *зичии сатҳии заряд* меноманд. Зичии сатҳии заряд бо ҳафи σ (сигма) ишора карда мешавад.

$$\sigma = \frac{\Delta q}{\Delta S} \text{ ё ки } \sigma = \frac{q}{S} \quad (3)$$

Зичии сатҳии кура ё ки сфера:

$$\sigma = \frac{q}{S} = \frac{q}{4\pi R^2} \quad (4)$$

Дар СБВ воҳиди зичии сатҳии заряд C/m^2 қабул карда шудааст.

Шадиияти майдони ҳамвори беохии мунтазам заряднок кардашуда дар расми 4.11 тасвир ёфтааст:

Ҳамин тариқ, ҳамвори беохии мунтазам заряднок кардашуда майдони якҷинса ҳосил мекунад, шадиияти майдони он

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \quad (5)$$

мешавад ва қиматаш ба масофа то ҳамворӣ вобастагӣ надорад, яъне заряди таҷрибавии q_T -ро аз ҳамвори якҷинса заряднок кардашуда дар масофаҳои гуногун ҷойгир кунем, қимати қувваи электрикии ба он таъсиркунанда як хел мешавад.

Дар асоси формулаи (4) заряди сатҳи куравии кураи радиусаш R -и мусбат заряднок кардашударо бо зичии сатҳи (σ) ифода мекунем. Миқдори умумии заряди сатҳи кура ба ифодаи зерин баробар аст:

$$q = 4\pi R^2 \cdot \sigma$$

Дар ин ҷо $S = 4\pi R^2$ – масоҳати сатҳи кура. Онгоҳ шадиияти майдони электрикии сатҳ ба

$$E = \frac{\sigma \cdot 4\pi R^2}{4\pi R^2 \epsilon_0}; \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad (6)$$

баробар мешавад (расми 4.12).

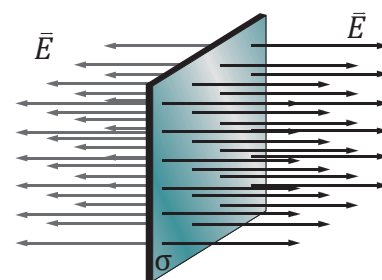
Шадиияти майдони электрикии аз сатҳ дар ягон масофа ҷойгиршуда ба:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \cdot \frac{R^2}{r^2} \quad (7)$$

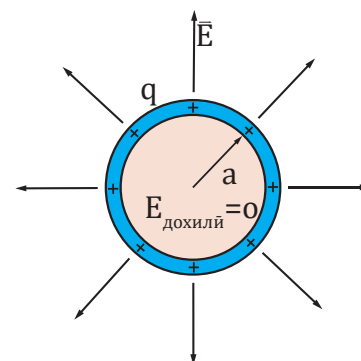
баробар мешавад. Аз ин бармеояд, хатҳои қуввагии майдони электрикии сатҳи куравии мунтазам заряднок кардашуда берун аз кура ҷойгир мешудааст.

4. Нуфузпазирии диэлектрикии муҳит

Нуфузпазирии диэлектрикии муҳит бузургияест, ки хосиятҳои электрикии моддаҳоро тавсиф намуда, чӣ қадар фарқ намудани шадиияти майдони электрикии зарядҳои муҳит аз шадиияти майдони электрикӣ дар вакуумро нишон медиҳад. Ин коэффисиенти тавсифкунандаи хосияти электрикии муҳит *нуфузпазирии диэлектрикии нисбии муҳит* номида мешавад ва бо ҳарфи юнонии ϵ (эпсилон) ишора карда мешавад. Нисба-



Расми 4.11



Расми 4.12



БОБИ IV . МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКЎ

ти модули шадидияти майдонро дар вакуум E_0 бар модули шадидияти дар дохили диэлектрики якчинса ҳосил шуда E нуфузпазирии диэлектрикии нисбии диэлектрик (ϵ) меноманд. Нуфузпазирии диэлектрикӣ бузургии бевоҳид аст.

Бинобар таъриф аз баробарии:

$$\epsilon = \frac{E_0}{E} \quad (8)$$

шадидияти майдони электрикии заряди дар дохили диэлектрики якчинса ҷойгир кардашуда баробар ба

$$E = \frac{E_0}{\epsilon}$$

шуда, ϵ маротиба кам мешавад. Чунки диэлектрики безаряд дар дохили худ майдони бар муқобили майдони берунӣ равонашуда ҳосил мекунад. Майдони дохилии дар дохили диэлектрик ҳосилшуда майдони беруниро заиф (суфт) мегардонад. Онгоҳ шадидияти майдони нуқтаи аз заряди нуқтавии дар дохили диэлектрик дар масофаи r ҷойиршуда ба таври зерин ифода карда мешавад:

$$E = k \frac{|q|}{\epsilon \cdot r^2} \quad (9)$$

Шадидияти майдони электрикии кураи ягон дар муҳит қарордошта бо ёрии формулаи:

$$E = k \frac{|q|}{\epsilon \cdot R^2} \quad (10)$$

ҳисоб карда мешавад.

Нуфузпазирии диэлектрикии баъзе моддаҳо

№	Моддаҳо	Нуфузпазирии диэлектрикӣ
1	Ҳаво	1
2	Об	81
3	Карасин	2,1
4	Равған	2,5
5	Парафин	2,1
6	Слюда (Мика)	6
7	Шиша	7



1. Дар дохили кураи металли заряднок, дар сатҳи он ва дар ягон масофае дуртар аз сатҳ ҳосил шудани майдони электрикиро чӣ гуна санҷидан мумкин?

2. Шадиияти майдони кура ба зичии сатҳии он чӣ гуна вобаста аст?

3. Заряди электрикӣ дар ноқили шаклаш чӣ гуна баробар тақсим мешавад?

4. Аз кадом сабаб дар дохили кураи заряднок майдони электрикӣ ба сифр баробар мешавад?

5. Майдони электрикӣ дар дохили кураи заряднок ва берун аз он чӣ гуна ҳисоб карда мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

Аз сатҳи кураи дар ягон муҳит қарордоштаи радиусаш 4 см дар масофаи баробар ба диаметри он шадиияти майдони электрикӣ ба 123 V/m баробар аст. Агар ба кура 16 нС заряд дода шуда бошад, нуфузпазирии диэлектрикии муҳитро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$E = 123 \text{ V/m}$ $q = 16 \cdot 10^{-9} \text{ C}$ $R = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $r = 3R = 12 \cdot 10^{-2} \text{ m}$	$E = k \cdot \frac{ q }{\varepsilon \cdot r^2}$ $\varepsilon = k \cdot \frac{ q }{E \cdot r^2}$	$\varepsilon = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{C}^2} \cdot \frac{16 \cdot 10^{-9} \text{ C}}{144 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot 123 \frac{\text{V}}{\text{m}}} \approx 81$ Ҷавоб: $\varepsilon = 81$.
$E = ?$		

Машқи 20



1. Ба кураи металли радиусаш 50 см заряди 5 нС дода шудааст. Шадиияти майдони элекрикии назди сатҳро ёбед.

2. Агар зичии сатҳии заряди сферикии дар дохили карасин қарордошта 4,2 маротиба кам карда шавад, шадиияти майдони электрикии сатҳи сфера чӣ гуна тағйир меёбад? Нуфузпазирии нисбии диэлектрикии карасин ба 2,1 баробар аст.

3. Дар дохили сатҳи сферикии аз пӯлод сохташуда ва ба замин маҳкамкардашуда кураи дорои заряди q ба сатҳи сфера нарасонида ҷойгир карда шудааст. Шадиияти майдони электрикӣ дар дохили кура (E_1) ва берун аз он (E_2) ба чӣ баробар аст?

4. Аз сатҳи кураи зичии сатҳии зарядаш σ буда дар масофаи баробар ба диаметри он шадиияти майдонро ёбед.

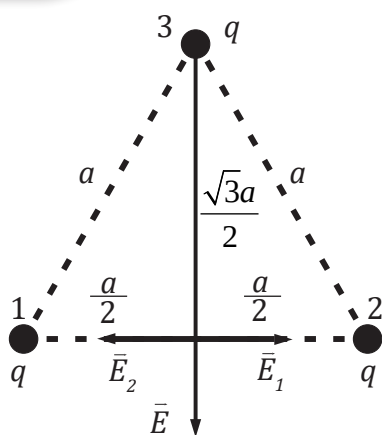
5. Дар қуллаҳои квадрати дарозии тарафҳояш a зарядҳои якхелаи нуқтавӣ q ҷойгир карда шудааст. Шадиияти маркази квадрат ва маркази ягон тарафи онро муайян кунед.

МАВЗӢИ 26

ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Намунаи ҳалли масъала

1. Дар қуллаҳои секунҷаи баробартарафи дарозии тарафҳояш аз сето заряди q -и якхела дошта ҷойгир карда шудааст. Шадиияти маркази ягон тарафи секунҷа ва самти онро муайян кунед.



Дода шудааст:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q$$

$$r_1 = r_2 = a/2$$

Формула:

$$E = \frac{k \cdot q}{r^2}$$

Ҳисобкунӣ:

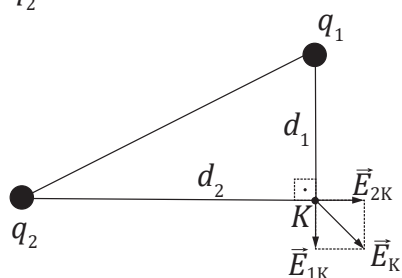
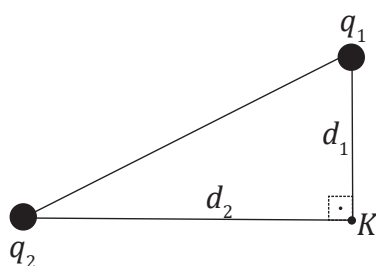
$$E_1 = E_2$$

$$r = \sqrt{a^2 - \frac{a^2}{4}} = \frac{\sqrt{3}a}{2}$$

$$E = \frac{k \cdot q}{\left(\frac{\sqrt{3}}{2}a\right)^2} = \frac{k \cdot q}{\frac{3a^2}{4}} = \frac{4kq}{3a^2}$$

Ҷавоб: $E = \frac{4kq}{3a^2}$; ба тарафи секунҷа перпендикуляр буда, ба берун нигаронида шудааст.

2. Ду заряди якеяш ба $3q$ ва дигаре ба $16q$ баробар ба мисли дар расм нишондодашуда ҷойгир шудаанд. Шадиияти майдонро дар нуқтаи К ёбед.



Дода шудааст:

$$q_1 = 3q$$

$$q_2 = +16q$$

$$d_1 = d$$

$$d_2 = 2d$$

Формула:

$$E_K = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$$

$$E = k \cdot \frac{q}{d^2};$$

Ҳисобкунӣ:

$$E_1 = k \cdot \frac{3q}{d^2} = 3E$$

$$E_2 = k \cdot \frac{16q}{(2d)^2} = k \cdot \frac{16q}{4d^2} = 4E$$

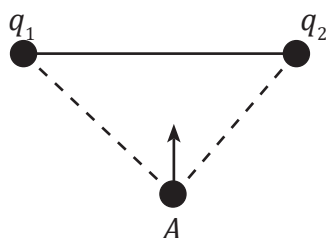
$$E_K = \sqrt{(3E)^2 + (4E)^2} = \sqrt{25E^2} = 5E$$

Ҷавоб: $E_K = 5E = \frac{5kq}{d^2}$.



Машқи 21

1. Дар нақшаи зерин вектори натиҷавии шадиияти майдони ҳосилкардаи зарядҳои q_1 ва q_2 дар нуқтаи А нишон дода шудааст. Аломатҳои зарядҳои q_1 ва q_2 -ро ёбед.



2. Зарядҳои 16 нС ва 36 нС аз ҳамдигар дар масофаи 4 см ҷойгиранд. Дар порчаи ин зарядҳоро пайвасткунанда нуқтаи шадиияти майдонаш ба сифр баробар аз заряди якум дар кадом масофа ҷойгир аст?

3. Шадиияти аз заряди нуқтавии дохили об қарордошта дар масофаи 10 м ба 1 Н/С баробар бошад, онгоҳ миқдори зарядро муайян кунед.

4. Электрон дар об аз таъсири майдони электрикии якҷинсаи дорой шитоби $1,6 \cdot 10^{13} \text{ м/с}^2$ шуд. Шадиияти майдони электрикиро ёбед.

5. Курачаи мусбат заряднок кардашуда ба ришта амудӣ (вертикалӣ) овехташуда дар майдони электрикии якҷинса ба тарафи рост майл кард. Самти шадиияти майдони электрикиро муайян кунед.



КОРИ ИЧРОШУДА ҲАНГОМИ КЎЧОНИДАНИ ЗАРЯДИ НУҚТАВЌ ДАР МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКЌ

1. Қувваҳои консервативӣ ва ғайриконсервативӣ.
2. Кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряди нуқтавӣ дар майдони электростатикӣ.

Дар курси механика дар ҷисми аз ягон баландӣ озод сар додашуда ҳангоми ба замин афтидан чӣ гуна энергияҳо мавҷуд аст?

Дар курси механика кор чӣ гуна ифода карда мешавад?

1. Қувваҳои консервативӣ ва ноконсервативӣ

Кори иҷрошуда бо ҳосили зарби қувваи ба ҷисм таъсиркунанда ва кўчиши ҷисм бо самти ҳамин қувва ифода карда мешавад. Дар ин ҳо қувваи таъсиркунанда қувваҳои ҷисмро ҳаракатдиҳанда мебошад. Дар асл қувваҳо ба ду гурӯҳ ҷудо мешаванд.

Агар кори иҷрокардаи қувва ба траектория вобаста набошад, ин гуна қувваро **қувваи консервативӣ** меноманд. Ба қувваҳои консервативӣ қувваи вазнинӣ, қувваи чандирӣ, қувваи гравитатсионӣ, қувваи электростатикӣ мисол шуда метавонад. Агар кори иҷрокардаи қувва ба траектория вобаста бошад, ин гуна қувваро **қувваи ғайриконсервативӣ** меноманд. Ба қувваҳои ғайриконсервативӣ қувваи соиш, қувваҳои гирдобдодӣ майдони электрикӣ мисол шуда метавонад.

2. Кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряди нуқтавӣ дар майдони электростатикӣ

Кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряди нуқтавӣ дар майдони электростатикӣ мисли кори майдони гравитатсионӣ, яъне кори иҷрошуда ҳангоми аз таъсири гравитатсияи Замин кўчидани ҷисм дар ҳолати аз ягон баландӣ озод сар додани он ҳисоб карда мешавад. Тағйирёбии энергияи потенциалии ҷисм ҳангоми аз ягон баландӣ озод афтидани он ба кори иҷрокардаи гравитатсияи Замин баробар аст. Кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряд дар майдони электрикӣ ҳам ба ҳамин монанд аст (расми 4.13).

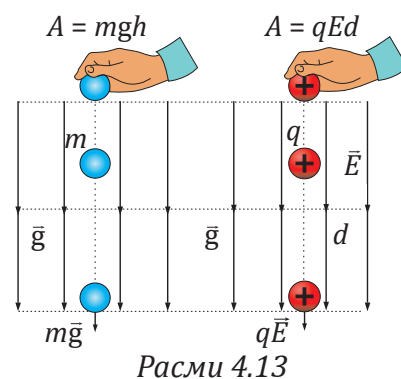
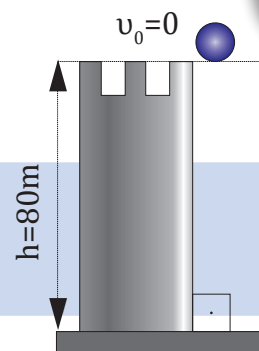
Ба заряди ба майдони электрикӣ дохил кардашуда аз тарафи майдон қувваи электрикӣ таъсир мекунад. Аз таъсири ин қувва заряд бо самти майдони электрикӣ (ҳангоми $q > 0$ будан) ё ки ба самти ба он муқобил (ҳангоми $q < 0$ будан) мекуҷад ва дар ин ҳангом майдони электрикӣ кор иҷро мекунад. Биёед ин қувваро муайян кунем. Бигзор заряди электрикӣ дар майдони электрикии якҷинса ҷойгир шуда бошад. Тири х-ро ҳамсамти шадидияти майдон қабул мекунем (расми 4.14).

Аз расми 4.14 истифода бурда, ҳангоми бо қади тири x уфуқан аз нуқтаи 1 ба нуқтаи 2 кўчидани заряди дар майдони электрикӣ ҷойгирбуда аз таъсири қувваи $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ кори иҷрокардаи майдони электрикӣ ба таври зерин ҳисоб карда мешавад:

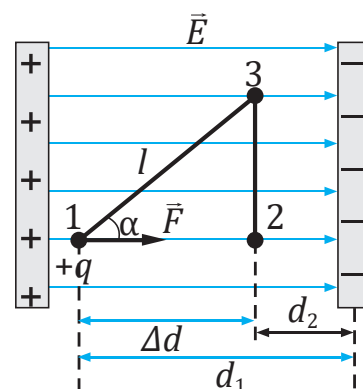
$$A = F \cdot l \cdot \cos \alpha = q \cdot E \cdot \Delta d; \quad \Delta d = l \cdot \cos \alpha$$

Дар расми 4.14 корҳои иҷрошудаи байни нуқтаҳои (1-2-3) ба ифодаҳои зерин баробаранд: Δd -кўчиши заряд бо самти майдон.

МАВЗЌИ 27



Расми 4.13



Расми 4.14



БОБИ IV . МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКЎ

$$A_{1-2} = q \cdot E \cdot \Delta d; \cos \alpha = 1, \quad A_{2-3} = 0; (\cos \alpha = 0)$$

$$A_{1-2-3} = A_{1-2} + A_{2-3} = q \cdot E \cdot \Delta d, \quad A_{2-1} = -q \cdot E \cdot \Delta d; (\cos \alpha = -1)$$

$$A_{1-2-3-1} = 0 \text{ J}$$

Аз ин ҷо, хулосаи зерин бармеояд:

Кори иҷрокарда ҳангоми дар майдони якҷинса кўчонидани заряди нуқтавӣ аз траекторияи ҳаракати заряд вобаста набуда, танҳо бо мавқеи ибтидоӣ ва интиҳои заряд бо самти майдон муайян карда мешавад. Ин хосият барои ҳаргуна майдони электростатикӣ ҷой дорад.

Майдони таъсири қувваҳои консервативӣ мисли майдони потенциалӣ намоён мешавад. Барои ҳамин ҳам дар майдони электростатикӣ кори иҷрокардаи заряд ҳангоми кўчонидани он аз рӯи контури сарбаст доимо ба сифр баробар мешавад. Таъсири қувваи майдони электростатикӣ ба заряди нуқтавӣ мисли қувваи гравитатсионӣ қувваи консервативӣ ба ҳисоб меравад.



1. Ҷиҳатҳои монанди кори иҷрошуда дар майдони гравитатсионӣ ва электростатикӣ дар чист?
2. Кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряди нуқтавӣ дар майдони электростатикӣ ба шакли траектория чӣ гуна вобастагӣ дорад?
3. Барои чӣ майдони электростатикӣ қувваи консервативӣ ҳисобида мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

Дар майдони электрикии якҷинсаи заряди нуқтавии шадидияти майдонаш баробар ба 4 kN/C ҳангоми 4 cm кўчидани зарраи зарядаш $100 \text{ } \mu\text{C}$ майдони электростатикӣ 8 mJ кор иҷро кард. Кунҷи байни хатҳои қуввагӣ ва вектори кўчишро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$q = 100 \text{ } \mu\text{C} = 100 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ $E = 4 \text{ kV/m} = 4 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ $S = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $A = 8 \text{ mJ} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ J}$	$A = q \cdot E \cdot S \cdot \cos \alpha$ $\cos \alpha = \frac{A}{q \cdot E \cdot S}$	$\cos \alpha = \frac{8 \cdot 10^{-3} \text{ J}}{10^{-4} \text{ C} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 4 \cdot 10^3 \frac{\text{V}}{\text{m}}} = \frac{1}{2}$ $\alpha = 60^\circ$ Ҷавоб: $\alpha = 60^\circ$.
$\alpha = ?$		



Машқи 22

1. Шадидияти майдони маркази порчаи пайвасткунандаи ду заряди нуқтавии бо 8 nC ва -6 nC заряднок кардашударо ёбед. Масофаи байни зарядҳо ба 10 cm баробар аст, $\epsilon = 1$.
2. Ду заряди якхелаи зарядҳояшон баробар 2 nC аз ҳамдигар дар масофаи 1 m истодаанд. Шадидияти майдонро дар маркази масофаи байни зарядҳо муайян кунед (V/m).
3. Ба кураи металли радиусаш 6 cm заряди 24 nC дода шуд. Шадидияти нуқтаи аз маркази кура дар масофаи 24 cm ҷойгирбуда ба чанд баробар аст (kV/m)?



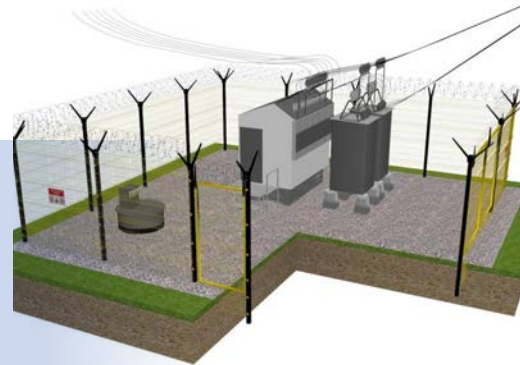
ЭНЕРГИЯИ ПОТЕНСИАЛИИ ЗАРЯДИ НУҚТАВИИ ДАР МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ ЧОЙГИРШУДА

МАВЗӢИ 28

1. Энергияи потенциалии заряди нуқтавии дар майдони электрикӢ чойгиршуда.
2. Потенциали майдони заряди нуқтавий.
3. Фарқи потенциалҳо.
4. Сатҳҳои эквипотенциалӣ.

Атрофи трансформатори баландшиддат (10000 V ва аз он ҳам зиёд) бо садди тӯрии металлӣ ихота намуда ҳимоя карда мешавад.

Савол: Ин садди ҳимоявӣ бо кадом мақсад ва барои гирифтани пеши роҳи кадом ҳодисаҳои хавфнок гузошта мешавад?



1. Энергияи потенциалии заряди нуқтавии дар майдони электрикӢ чойгиршуда.

Энегияи потенциалии заряд аз ҳисоби кори иҷрокардаи майдони электрикӢ кам мешавад. Барои ҳамин ҳам ҳангоми дар майдони электрикӢ кори барои аз як нуқта ба нуқтаи дигар кӯчонидани заряд иҷрошуда ба фарқи энергияи потенциалии зарядҳои ҳамин нуқта баробар аст, яъне:

$$A_{1,2} = -\Delta W_p = -(W_{p2} - W_{p1}) = (W_{p1} - W_{p2}) \quad (1)$$

Энергияи потенциалии гравитатсионӣ ва энергияи потенциалии электрикӢ хеле монанд аст. Энергияи потенциалӣ таъсири мутақобилаи зарядҳои q_1 ва q_2 :

$$W = k \frac{q_1 q_2}{r} \quad (2)$$

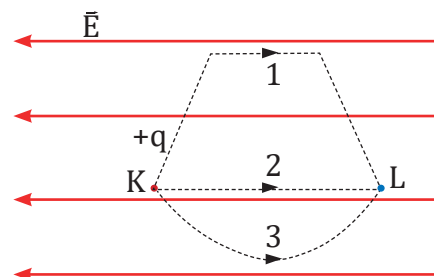
Кори иҷрошуда ҳангоми кӯчонидани заряди q_0 -и ба масофаи r_2 , ки аз заряди q дар масофаи r_1 чойгир шудааст ба таври зерин муайян карда мешавад:

$$A = k \frac{qq_0}{r_1} - k \frac{qq_0}{r_2} \quad (3)$$

2. Потенциали майдони заряди нуқтавий

Боз як бузургии физикии тавсифдиҳандаи майдони электрикӢ ин энергияи потенциалист. Ҳангоми бо ин мафҳум шинос шудан аз дорои характери энергетикӣ будани майдони электрикӢ истифода мебарем. Энергияи таъсири мутақобилаи заряди ба майдони электрикӢ ворид кардашуда бо майдон танҳо ба майдон вобаста набуда, балки ба миқдори заряди воридкардашаванда ҳам вобаста аст.

Энергияи потенциалии зарядҳои таҷрибавии гуногуни дар ягон нуқтаи майдони электрикӢ чойгиршуда гуногун мебошанд, лекин нисбати энергияи потенциалӣ ба заряди таҷрибавӣ аз бузургии физикии доимии маҳз ҳамин нуқтаи майдон иборат аст. Ин бузургии физикӣ **потенциал** номида мешавад ва он бо ҳарфи φ ишора карда мешавад. Яъне:





БОБИ IV . МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКЎ

$$W_p = \varphi \cdot q_0$$

Бинобар ин потенциали майдони электрикиро ба таври зерин таъриф кардан мумкин аст:

Потенциали майдони электрикии ягон нуқта бузургии физикиест, ки аз чиҳати миқдор ба энергияи потенциалии заряди таҷрибавии мусбати воҳидии ба ҳамин нуқтаи майдон дохилкардашуда баробар аст.

Яъне:

$$\varphi = \frac{W_p}{q_0} \quad (4)$$

Потенциали ягон нуқтаи майдони ҳосилнамудаи заряди натиҷавӣ q бо формулаи зерин муайян карда мешавад:

$$\varphi = k \cdot \frac{q}{r} \quad (5)$$

3. Фарқи потенциалҳо

Ҳам энергия ва ҳам заряд бузургии скалярӣ мебошанд, аз ҳамин сабаб потенциал ҳам бузургии скалярӣ мешавад. Дар асоси формулаҳои (3) ва (4), кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани заряди q_0 дар майдони электростатикӣ ба таври зайл ифода карда мешавад:

$$A = W_1 - W_2 = q_0 \cdot \left(k \cdot \frac{q}{r_1} - k \cdot \frac{q}{r_2} \right) = q_0 \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \quad (6)$$

Аз ин ҷо фарқи потенциалҳои майдони электрикии байни ду нуқта:

$$\varphi_1 - \varphi_2 = \Delta\varphi = \frac{A}{q_0} \quad (7)$$

мешавад.

Дар асоси формулаи (7) фарқи потенциалҳои ба таври зерин таъриф кардан мумкин аст:

Бузургии физикии аз чиҳати миқдор баробар ба кори иҷрошуда ҳангоми кўчонидани як заряди мусбати воҳидӣ аз як нуқта ба нуқтаи дигари майдон *фарқи потенциалҳои* байни ду нуқтаи майдони электрикӣ номида мешавад.

Воҳиди фарқи потенциалҳо низ мисли воҳиди потенциал бо вольт (V) ифода карда шуда, ба $[\Delta\varphi] = \frac{[W]}{[q_0]}$ аз $1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$ баробар аст.

Агар майдони электрикиро на як, балки системаи иборат аз якчанд зарядҳо ҳосил намуда бошад, онгоҳ потенциали натиҷавии ягон нуқтаи майдон ба ҷамъи алгебравии потенциали майдонҳои ҳосилнамудаи зарядҳои мустақил баробар аст:

$$\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_n$$

Ин вобастагӣ натиҷаи бевоситаи принципи суперпозитсияи майдонҳост.



4. Сатҳҳои эквипотенсиалӣ

Потенсиали нуқтаҳои аз заряди нуқтавӣ дар масофаҳои якхела ҷойгиршуда ба ҳам баробаранд. Агар ин нуқтаҳо ҳамчун карда барои мадда шаванд, онҳо сатҳи ҳосилшуда *сатҳи эквипотенсиалӣ* номида мешавад.

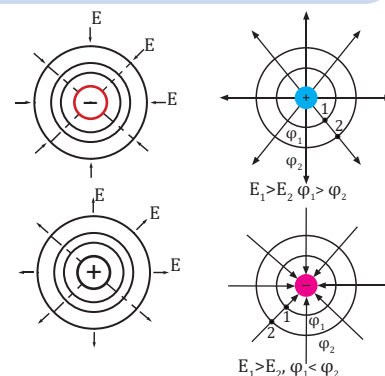
Мавқеи геометрии нуқтаҳои дорон потенциали якхела сатҳҳои эквипотенсиалӣ номида мешаванд.

Маркази сатҳҳои эквипотенсиалии майдони ҳосилнамудаи заряди нуқтавӣ аз қураҳои концентрикии дар зарядҳо ҷойгиршуда иборат буда, дар нуқтаи дилҳои он хатҳои қуввагии майдони электрикӣ ба ҳамин қура перпендикуляр равона шудаанд (расми 4.15).

Вобастагии байни шадидияти майдони электрикӣ ва фарқи потенциалҳо ба таври зерин аст:

$$E = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d}$$

Дар ин ҷо d – масофаи байни нуқтаҳои потенциалҳояшон φ_1 ва φ_2 . Аз ин ҷо ба $[V/m]$ баробар будани воҳиди шадидияти майдон бармеояд.



Расми 4.15



1. Вобастагии байни қори иҷро кардаи қувваи электростатикӣ ва энергияи потенциалии заряди дар майдони электрикӣ қўчидаистодаро нависед.

2. Энергияи потенциалии заряди дар майдони электрикӣ қарор дошта чӣ гуна муайян карда мешавад?

3. Агар майдони электрикӣ консервативӣ набояд, энергияи потенциалӣ мазмун дошта метавонад?

Намунаи ҳалли масъала

Ба қураи металли дар ҳаво истодаи радиусаш 5 см буда, заряди 30 нС дода шуд. Потенсиали майдонро дар нуқтаҳои аз маркази қура дар масофаи 2 см, дар сатҳи қура ва сатҳи аз қура дар масофаи 5 см ҷойгиршуда муайян кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$q = 30 \text{ нС} = 30 \cdot 10^{-9} \text{ С}$ $r = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $r_1 = 2 \text{ см} = 2 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $r_2 = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{С}^2$	$\varphi_{\text{дохилӣ}} = \varphi_{\text{сатҳӣ}} = k \cdot \frac{q}{r}$ $\varphi_{\text{беруна}} = k \cdot \frac{q}{r + r_2}$	$\varphi_{\text{дохилӣ}} = \varphi_{\text{сатҳӣ}} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{С}^2} \cdot \frac{30 \cdot 10^{-9} \text{ С}}{5 \cdot 10^{-2} \text{ м}} = 5400 \text{ В}$ $\varphi_{\text{беруна}} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \frac{\text{м}^2}{\text{С}^2} \cdot \frac{30 \cdot 10^{-9} \text{ С}}{(5 \cdot 10^{-2} + 5 \cdot 10^{-2}) \text{ м}} = 2700 \text{ В}$
$\varphi_{\text{дохилӣ}} - ?$ $\varphi_{\text{сатҳӣ}} - ?$ $\varphi_{\text{беруна}} - ?$		Ҷавоб: 5400 В; 2700 В.



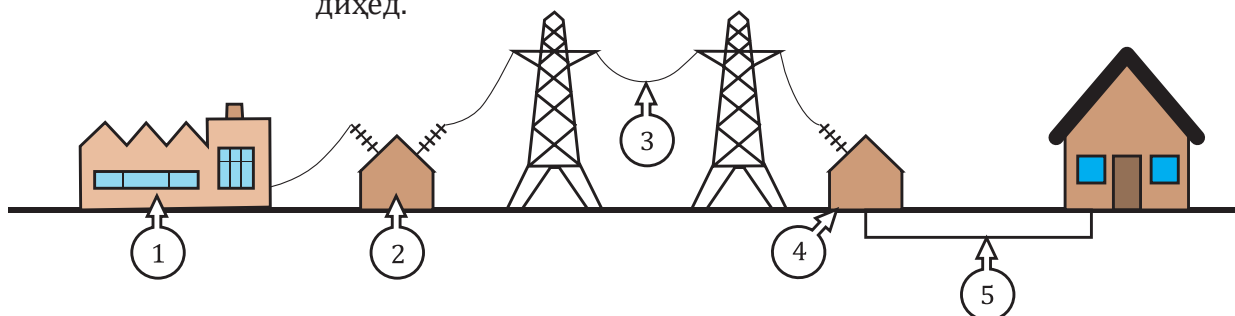
Машқи 23

1. Потенсиали майдони электрикиро дар масофаи аз протон $5,3 \cdot 10^{-11}$ m дуртар муайян кунед. Энергияи потенциалии электрони аз протон дар ҳамин гуна дурӣ ҷойгиршударо ёбед.
2. Курачаи массааш 1 g аз нуқтаи А –и потенциалаш 600 V ба нуқтаи В–и потенциалаш ба сифр баробар кўчонида шуд. Заряди курача 10 nC, суръат дар нуқтаи А бошад 20 cm/s, суръатро дар нуқтаи В муайян намоед.
3. Кураи металли диаметраш 2 cm то потенциали -150 V заряднок карда шуд. Электронҳои зиёдатии сатҳи кураро ёбед.
4. Ду курачаи зарядҳояшон $20/3$ nC ва $40/3$ nC аз ҳамдигар дар масофаи 40 cm қарор доранд. Барои ба ҳамдигар 25 cm наздик овардани онҳо бояд чӣ қадар кор иҷро намуд?
5. Курачаи массааш 40 mg ва зарядаш 1 nC бо суръати 10 cm/s ҳаракат намуда, ба заряди нуқтавии баробар ба 4 nC ба таври минималӣ то чӣ қадар масофа наздик омадана мумкин аст?



Супоришҳои иловагӣ.

1. Да расм ҷараёнҳои шурӯъ аз рафти истеҳсоли ҷараёни электрикӣ то ба истеъмолчи расонида додани он бо рақамҳои 1, 2, 3, 4 ва 5 нишон дода шудааст. Вазифаҳои онҳоро фаҳмонда диҳед.



2. Электровоз бо ёрии энергияи электрикии дар кабелҳои ҳавоии бо қувваи ҷараёни электрикии тағйирёбандаи ҷорӣ шудаистода ҳаракат мекунад. Суръати максималии локомотив 140 km/h, тавоноии муҳаррикаш бошад 4,7 MW, қувваи ҷараёни дар муҳарики локомотив ҷоришавандаро ҳисоб кунед. Қувватнокии кабелҳои ҳавоӣ ба 25 kV баробар аст.



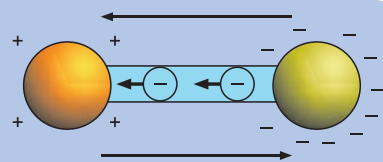


ЭНЕРГИЯИ МАЙДОНИ ЭЛЕКТРИКӢ

МАВЗӢИ 29

1. Энергияи майдони электрикӢ.
2. Энергияи майдони электрикии ноқили алоҳида (танҳо) истода.
3. Энергияи майдони электрикии конденсатор.

*Дар ҳоли байни ҳам бо ноқил пайваст кардани ин кураҳои заряднок чӣ гуна ҳодиса ба вуқӯъ меояд?
Ҷавобатонро шарҳ диҳед.*



1. Энергияи майдони электрикӢ.

Чунонки дар мавзӯҳои гузашта гуфта будем, ҳангоми заряднок кардани ноқил барои бартараф намудани қувваи талаҳурии байниҳамдигарии зарядҳо кор иҷро карда мешавад. Ҳар гуна ноқили заряднок аз ҳисоби ин кор ба энергияи маълум соҳиб мегардад. Да вақти безарядшавӣ бошад, ҳамин энергияро сарф мекунад. Энергияи гирифтаи ноқили заряднок аз ҷиҳати миқдор ($W_{эл}$ – ин энергияи майдони электрикӢ) ба кори ҳангоми заряднок кардани он иҷро кардашуда баробар аст, яъне

$$W_{эл} = A$$

Кори барои заряднок намудани ноқил иҷрошуда чӣ гуна ҳисоб карда мешавад? Дар ибтидо, ҳангоми безаряд будани ҷисм, потенциали он ба сифр баробар мешавад. Агар ба он заряди q дода шавад, потенциали он аз сифр ба φ тағйир меёбад. Кори барои заряднок кардани ноқил иҷрошуда аз ҷиҳати миқдор ба масоҳати дар расми 4.16 нишорашуда баробар мешавад. Кори иҷрошуда барои заряднок намуди ҷисм:

$$A = q \cdot \varphi_{миёна} \quad (1)$$

мешавад. Қимати миёнаи потенциали ҷисм ба қимати миёнаи арифметикии ибтидоӣ ва интиҳоӣ он баробар мешавад, яъне:

$$\varphi_{оғи\ миёна} = \frac{0 + \varphi}{2} = \frac{\varphi}{2} \quad (2)$$

Қимати $\varphi_{миёна}$ -ро ба баробарии (1) гузошта, формулаи зеринро ҳосил мекунем:

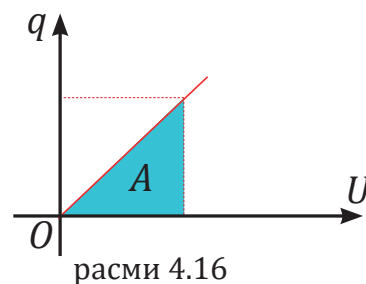
$$A = \frac{q \cdot \varphi}{2} \quad (3)$$

Аз ин ҷо бармеояд, ки кори иҷрошуда ҳангоми заряднок намудани ҷисм ба нисфи ҳосили зарби миқдори заряд ва потенциали он баробар мешавад.

Энергияи майдони электрикии ноқили ҷудоғона.

Бинобар вобастагии $A = W_{эл}$ энергияи майдони электрикии ноқили ҷудоғонаро ба таври зерин менависем:

$$W_{ҷандирӣ} = \frac{q \cdot \varphi}{2} = \frac{C \cdot \varphi^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (4)$$



расми 4.16

$$W_{\mathcal{A}} = \frac{q(\varphi_1 - \varphi_2)}{2} = \frac{C \cdot (\varphi_1 - \varphi_2)^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (5)$$
$$W_{\text{эл}} = \frac{q \cdot U}{2} = \frac{C \cdot U^2}{2} = \frac{q^2}{2C} \quad (6)$$
$$W = \frac{CU^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot S \cdot d^2 \cdot E^2}{2d} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot E^2}{2} \cdot V \quad (7)$$
$$\omega = \frac{W}{V} = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot E^2}{2V} \cdot V = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon \cdot E^2}{2} \quad (8)$$

Ҳар як конденсатор бо баробари дар худ ҷамъ намудани заряд хусусияти ҷамъ намудани энергияи майдони электрикиро ҳам дорад. Имкони ин энергияро муддати дароз дар конденсатор нигоҳ доштан вучуд надорад. Заряди гирифтаи конденсатор бо гузашти вақт дар байни рӯяҳо безаряд мегардад.



1. Энергияи электрикии қисми заряднок кардашуда аз кадом бузургиҳо вобаста аст?
2. Ҳангоми заряднок кардани конденсатор чӣ гуна кор иҷро карда мешавад?
3. Энергияи конденсатори заряднок кардашуда дар қуҷо қамъ карда мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

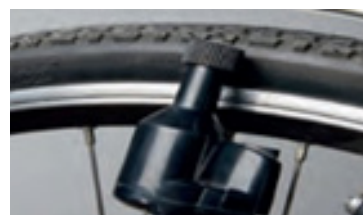
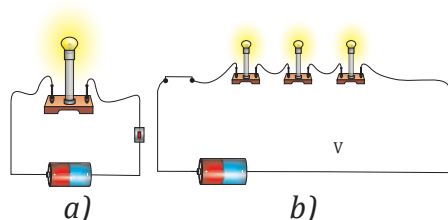
Ғунҷоиши конденсатори ҳамвори ҳавой ба $0,1 \mu\text{F}$ баробар буда, дорои фарқи потенциалҳои 200 V мебошад. Энергияи майдони электрикии конденсаторро ҳисоб кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$C = 0,1 \mu\text{F} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ F}$ $\varphi_2 - \varphi_1 = 200 \text{ V}$ $W = ?$	$W = \frac{C \cdot (\varphi_2 - \varphi_1)^2}{2}$	$W = \frac{10^{-7} \text{ F} \cdot 4 \cdot 10^4 \text{ V}}{2} = 2 \cdot 10^{-3} = 2 \text{ mJ}$ Ҷавоб: 2 mJ .

Машқи 24



1. Заррачаи чанги заряднокшудаи массааш 10^{-8} g дар майдони электростатикии якҷинсаи байни ду пластинкаи фарқи потенциалҳояш 5 kV муаллақ қарор дорад. Агар масофаи байни пластинкаҳо 5 cm бошад, заряди зарраро муайян кунед.
2. Заряди нуқтавии 2 nC аз таъсири майдон назди ҳамвори зарядноки беохир ҷой иваз намуд. Ин майдони электрикӣ $5 \mu\text{J}$ кор иҷро кард. Зичии сатҳии заряди дар майдон бударо ёбед.
3. Курачаи зардаш мусбати баробар ба 1 nC ва массааш 40 mg бо суръати 10 cm/s ҳаракат мекунад. Ин курача ба таври минималӣ ба заряди нуқтавии 8 nC то чӣ қадар масофа наздик шуда метавонад?
4. Потенциали φ қатраи симоби аз 64 қатраи симоби курашакли якхелаи заряди ҳар якеаш баробар ба $\varphi_0 = 25 \text{ V}$ буда ташиклёфтaro ёбед.



Вазифаҳои иловагӣ



Агар дар паҳлӯи чароғчаи дар расми *a* нишондодашуда боз дуто айнан ҳамин гуна чароғча пайдарпай пайваст карда шавад, схемаи пайвасти дар расми *b* нишондодашуда ҳосил мешавад. Равшании чароғчаи якум чӣ гуна тағйир меёбад? Ҷавобатонро шарҳ диҳед.

2. Ҳангоми чарх задани қисми чархзанандаи таҷҳизоти (динами) дар велосипед насб карда шуда чароғчаи ба он бо воситаи ноқилҳо пайваст кардашуда аз ҳисоби чӣ фурузон мешавад? Агар велосипед тезтар ҳаракат кунад, равшании чароғча тағйир меёбад ё не? Ҷавобатонро шарҳ диҳед.

МАВЗЎИ 30

МАШЎУЛОТИ АМАЛЎ

ТАБДИЛИ ЭНЕРГИЯ АЗ ЯК НАМУД БА НАМУДИ ДИГАР

Қоидаҳои бехатарӣ:

- Ҳангоми пайвандкунии электрикӣ эҳтиёт шавед.
- Дар ҳаёти ширешкунӣ эҳтиёт шавед.

Мақсади машғулоти: омӯхтани қонуни бақо ва гардиши энергия.

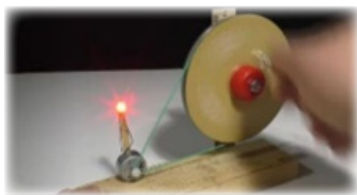
Ҷиҳозҳо (асбобу анҷоми)-и зарурӣ: 2-то тахтачаи чӯбин (андозаҳои якеяш 25x5x2 см, дигаре метавонад хаткашак бошад), 2-то диски DVD, 2-то сарпӯши зарфи пластикӣ (баклажка), 2-тоғӣ болту гайка ва шайба, қисми пластмасии болоии қалам (ручка), 1-то муҳаррики электрикӣ, диоди рӯшноӣ, термоширеш, кафшеркунаки электрикӣ, картон.

Тартиби иҷро қор:

1. Дар масофаи 5 см аз як тарафи (аз канори) хаткашак нуқтаеро ишора кунед ва дар ҳамин нуқта бо андозаи дохилшавии болт сӯроҳӣ кушоед.
2. Хаткашакро бо ёрии ширеш ба тахтача часпонед.
3. Картонро бо шакли диски DVD бурида дар байни ду диск гузошта ширеш намоед (бояд андозаи картони буридашуда аз андозаи диски DVD хурдтар бошад).
4. Дар маркази тарафи берунии ду диск сарпӯши зарфи пластикиро ширеш кунед.
5. Аз маркази сарпӯш сӯроҳӣ кушода бо воситаи болту гайка ба хаткашак маҳкам кунед.
6. Аз нуқтаи дилхоҳи диск сӯроҳӣ кушода болту гайкаи дигарро маҳкам кунед. Ба болои қисми зиёдати болт қисми пластмасии қаламро гузошта бо гайка маҳкам кунед (дар ин ҳолат қисми пластмасии қалам бояд озод ҷарх зада тавонад).
7. Муҳаррики электрикиро ба тарафи дигари тахтача часпонед (ширеш кунед).
8. Бо ёрии симҳои пайвасткунанда дар ду қутби муҳаррики электрикӣ диоди рӯшноиро бо ёрии кафшеркунаки электрикӣ кафшер намуда пайваст кунед.
9. Як тарафи ҳалқаи резиниро ба ҷархи шифи муҳаррики электрикӣ ва тарафи дигарашро аз болои диски картонии байни дискҳои DVD пӯшонед.
10. Аз дастаки қисми пластмасии қалам, ки ба болои қисми зиёдати болт пӯшонида шудааст, даст гирифта дискро ҷарх занонед.
11. Ҳангоми ҷарх занондани диск равшан шудани диодҳои ба муҳаррики электрикӣ пайваст кардашударо мушоҳида намоед ва ҳулоса кунед.



1. Шумо аз як намура ба намури дигар гузаштани энергияро боз бо ёрии кадом машғулоти нишон дода метавонед?
2. Ба кадом намури дигаре гузаштани кадом як намури энергияро мушоҳида кардаед?
3. Асбобу анҷоми дар қори амалии боло иҷрокардаатонро бо кадом асбобҳо иваз намуда ҳам қори амалиро иҷро қардан метавонед?
4. Дар машғулоти амалии боло кадом намури энергия ба кадом намури дигар гузаштааст?





ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 31

Намунаи ҳалли масъала

1. Курачаи массаш 10 g аз нуқтаи потенциалаш A –и потенциалаш 100 V ба нуқтаи B -и потенциалаш баробар ба сифр кўчонида шуда истодааст. Заряди курача 10 nC , суръати курача дар нуқтаи A 2 cm/s . Суръати курачаро дар нуқтаи B муайян кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 10 \text{ g} = 10^{-2} \text{ kg}$ $\varphi_A = 100 \text{ V}$ $\varphi_B = 0$ $q = 10^{-8} \text{ C}$ $v_A = 2 \cdot 10^{-2} \text{ m/s}$	$A = q(\varphi_A - \varphi_B)$ $\Delta E_k = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2}$	Курачаи заряднок кардашуда аз таъсири қувваҳои майдони электрикӣ кўчонида мешавад. Кори барои кўчонидани курача иҷро намудаи қувваҳои электрикӣ ба тағйирёбии энергияи кинетикӣ баробар аст, яъне: $A = \Delta E_k$. Агар аз вобастагиҳои $A_{\text{агар}} A = q(\varphi_A - \varphi_B)$ ва $\Delta E_k = \frac{mv_A^2}{2} - \frac{mv_B^2}{2}$ истифода барем, суръат дар нуқтаи B намуди зеринро мегирад: $v_B = \sqrt{v_A^2 - \frac{2q(\varphi_A - \varphi_B)}{m}};$ $v_B = \sqrt{4 \cdot 10^{-4} - \frac{2 \cdot 10^{-8} (100 - 0)}{10^{-2}}} \approx 1,4 \text{ cm/s}.$ Ҷавоб: $v_B \approx 1,4 \text{ cm/s}$.
$v_B = ?$		

Машқи 25



1. Пуфаки собуни дорои заряди $2,22 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ дар майдони конденсатори ҳамвори уфуқӣ муаллақ истодааст. Массайи пуфакча $0,01 \text{ g}$ ва масофаи байни пластинкаҳо 5 cm . Фарқи потенциалҳои байни пластинкаҳои конденсаторро муайян кунед.

2. Зичии сатҳии заряди курачаи то потенциали 792 V заряднок кардашуда ба $3,33 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$ баробар аст. Радиуси курачаро аниқ намоед.

3. Электрон зери таъсири майдони электрикӣ ҳаракат намуда суръаташро аз $v_1 = 10 \text{ Mm/s}$ то ба $v_2 = 30 \text{ Mm/s}$ расонд. Фарқи потенциалҳои байни нуқтаҳои аввала ва охирии кўчишро $\varphi_1 - \varphi_2$ ёбед. Массайи электрон $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, зарядаш $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ аст.

4. Ғунҷоиши конденсатори ҳавоии ҳамвори масоҳати пластинкаҳояш 1 m^2 ва масофаи байнашон $1,5 \text{ mm}$ бударо ёбед.

5. Ғунҷоиши кураи Заминро муайян кунед. Радиуси кураи Заминро баробар ба 6400 km гӯён қабул намоед.



БОБИ IV . МАЙДОНИ ЭЛЕКТРОСТАТИКӢ

МАСЪАЛАҲО БАРОИ КОРИ МУСТАҚИЛОНА ДОИР БА БОБИ IV

1. Ғунҷоиши электрикии кураи металли ҷудогонаи радиусаш 20 см-ро дар ҳолати ба вакуум ($\epsilon_1 = 1$) ва об ($\epsilon_2 = 81$) фаровардани онҳо (C_1 ва C_2 -ро) ёбед.

2. Зарядҳои -16 нС ва 36 нС аз ҳамдигар дар масофаи 10 см ҷойгиранд. Нуқтаи дорои шадидияти майдони сифрӣ аз ин зарядҳо дар кадом масофа ҷойгир аст?

3. Дар ду куллаи секунҷаи мунтазами дарозии тарафҳояш 10 см зарядҳои нуқтавии -4 нС ва 4 нС ҷойгир шудаанд. Шадидияти майдонро дар куллаи сеюми секунҷа муайян кунед.

4. Агар ҳангоми кӯчонидани заряди нуқтавии дар байни ду нуқтаи дорои фарқи потенциалҳои 100 В ҷойгиршуда 5 мҶ кор иҷро карда шавад, миқдори зарядро муайян кунед.

5. Дар ягон нуқтаи майдони электростатикӣ заряди 50 нС дорои потенциали $7,5$ мҶ мебошад. Потенсиали майдонро дар ҳамин нуқта ёбед.

6. Ду заряди нуқтавии $0,4$ мС ва $-0,6$ мС аз ҳамдигар дар масофаи 12 см ҷойгиранд. Потенсиали майдони электрикиро дар маркази порчаи ин зарядҳоро пайвастанданда ёбед.

7. Ду заряди нуқтавии 3 нС дар ҳаво аз ҳамдигар дар масофаи 50 см ҷойгиранд. Кори иҷрошударо ҳангоми ба масофаи 20 см наздик намудани онҳо муайян кунед.

8. Агар масофаи байни ду пластинкаи параллели заряднок кардашуда 12 см ва фарқи потенциалҳо 180 В бошад, шадидияти майдони байни пластинкахоро муайян кунед.

9. Агар масофаи байни ду нуқтаи аз майдони электрикии якҷинса дорои шадидияти 6000 В/м гирифташуда ба 2 см баробар бошад, фарқи потенциалҳоро ёбед.

10. Агар шадидияти байни рӯяҳои конденсатори ҳамвор 150 В, зарядаш 80 мС бошад, энергияи майдони электрикии конденсаторро ёбед.

11. Дар ҳолати ба конденсатори ҳамвор додани 40 мС заряд энергияи он ба 20 мҶ баробар шуд. Шадидияти байни рӯяҳои конденсаторро муайян кунед.

12. Зичии энергияи майдони электрикии муҳити нуфузпазирӣ диэлектрикияш 4 ва шадидияташ $3 \cdot 10^3$ В/м-ро муайян кунед.

13. Суръати электрони дар майдони электрикии шадидияташ $27,3$ кВ/м ҳаракаткунанда ба чӣ баробар аст (м/с^2)?

14. Қатраи зарядноки массааш $0,1$ мг дар майдони электрикии дорои шадидияти 100 Н/С дар мувозинат қарор дорад. Заряди қатраро муайян кунед (С).

БОБИ V



ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

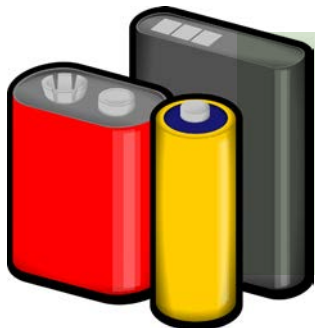
Шумо дар ин боб оиди мавзӯҳои зерин маълумот мегирид:

- қувваи ҷараён ва зичии ҷараён ;
- қонуни Ом барои занҷири пурра;
- суръати ҳаракати ботартибонаи электронҳо дар металлҳо;
- вобастагии муқовимати ноқилҳои металлӣ аз ҳарорат.

МАВЗӢИ 32

ҚУВВАИ ҶАРАЁН ВА ЗИЧИИ ҶАРАЁН

1. Қувваи ҷараён ва воҳидҳои он
2. Зичии ҷараён ва воҳидҳои он
3. Аҳамияти зичии ҷараён дар саноат ва техника



1. Шартҳои ҳосилшавии қувваи ҷараёнро гуфта диҳед.
2. Ба аккумуляторҳо ва элементҳои галваникӣ, ки дар ҳаёти ҳаррӯза кор мефармоем мисолҳо оваред.
3. Аз ҷиҳозҳое, ки дар хонадон истифода мебаред, кадоме бо ҷараёни доимӣ, кадоме бо ҷараёни тағйирёбанда кор мекунад?

1. Қувваи ҷараён ва воҳидҳои он

Ҳаёти ҳаррӯзоро бе ҷараёни электрикӣ тасаввур кардан муш-кил аст. Вай корҳои ҳаётамонро сабук мекунад. Пагоҳирузӣ хеста ҷароғи электрикиро фурузон мекунем, бо дазмоли электрикӣ либосҳоямонро дазмол мекунем, аз яхдон маҳсулотро гирифта бо ёрии печи микроавҷӣ гарм мекунем, воситаи алоқаи мобилиамон ва ноутбукҳоямонро боиктидор мекунем, ба мактаб ра-вем, барои ба дарс даромадан ва баромадан занг зада мешавад, дар хонаҳои равшанкардашуда меҳонем. Агар эътибор диҳем дар ҳамаи гуфтаҳои болой хизмати ҷараёни электрикӣ ҳаст.

Ҷараёни электрикӣ дар ноқилҳо, электролитҳо, газҳо аз ҳа-ракати электронҳо ё чун ионҳо аз сели зарраҳои заряднок иборат мешавад.

Зарраҳои ҳаракатноки заряднок барандаи зарядҳо гуфта мешавад, онҳо вобаста ба материали ноқил аз якҷанд намуди зарраҳо иборат шуданаш мумкин.

Дар металлҳо барандаи заряд электронҳои озоди ҳаракатно-ки ноқил, дар газҳо электронҳои озод, инчунин ионҳои мусбат ва манфӣ, дар нимноқилҳо электронҳо ва сӯроҳӣ, дар электро-литҳо ионҳо мебошанд.

Ҳангоми мавҷудияти ҷараёни электрикӣ ба ҳодисаҳои рӯй-диҳанда назар карда, мавҷудияти таъсирҳои зерини ҷараёни электрикиро доништан мумкин:

а) таъсири гармии ҷараён - аз ноқил ҷараёни электрикӣ гуза-рад, вай гарм мешавад (расми 5.1 а);

б) таъсири кимёвии ҷараён – аз маҳлулҳои гуногун ва газҳо ҷараёни электрикӣ гузарад, молекулаҳои газ ва маҳлул ба ионҳои мусбат ва манфӣ ҷудо мешаванд (расми 5.1 б);

в) таъсири магнитии ҷараён – ба тобхӯрии ақрабаки магнитии ба паҳлуи ноқили ҷараёндор мувозӣ гузошташуда сабаб мешавад. Таъсири магнитии ҷараёнро мавриди аз ҳар гуна муҳит гузаштани ҷараён мушоҳида мекунем (расми 5.1 д).



Ҳангоми гузаштани ҷараёни электрикӣ аз вакуум ва фавқулоқилҳо таъсири гармӣ мушоҳида намешавад.

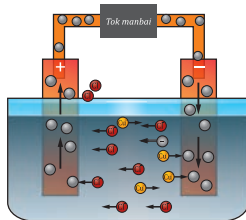
Дар металлҳо таъсири кимёвии ҷараёни электрикӣ дида намешавад.



Таъсири магнитии ҷараёни электрикӣ дар ҳамаи муҳитҳое, ки ҷараёни электрикӣ мегузарад, мушоҳида карда мешавад.

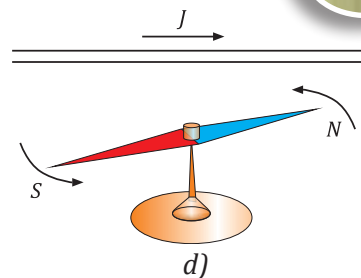


a)



b)

Расми 5.1



d)

Барои тавсифи миқдории таъсири ҷараён бузургии қувваи ҷараён қабул карда шудааст. Қувваи ҷараён бо миқдори зарядҳое, ки аз ноқил мегузаранд муайян гардида чунин таъриф дода мешавад:

Бузургии физикие, ки миқдори заряди дар воҳиди вақт аз буриши арзии ноқил ҷоришударо ифода мекунад, қувваи ҷараён номида мешавад.

Қувваи ҷараён бо ҳарфи I ишора карда мешавад. Воҳиди қувваи ҷараён дар СБВ ампер қабул шудааст (А).

$$I = q/t \quad (1)$$

Қувваи ҷараён ҳамчун заряди электрикӣ бузургии скалярист. Самти ҳаракати заррачаҳои зарядноки мусбат ҳамчун самти ҷараёни электрикӣ қабул карда шудааст. Самти ҷараён дар занҷири беруна аз қутби мусбат ба қутби манфӣ равона гардидааст. Ҳамин тариқ, самти ҷараён ба самти ҳаракати ботартибонаи электронҳо дар самти муқобил хоҳад буд (расми 5.2 а).

Агар қувва ва самти ҷараён дар занҷир бо мурури замон тағйир наёфта монад, чунин ҷараён ҷараёни доимӣ, агар тағйир ёбад, ҷараёни тағйирёбанда номида мешавад. Вақте ки ҷараён тағйирёбанда аст аз қимати миёнаи қувваи ҷараён истифода мебарем.

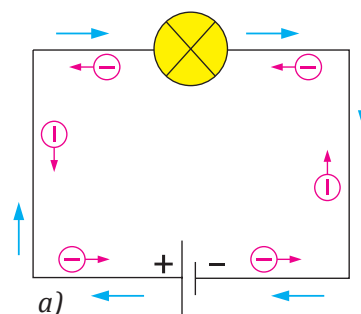
Масалан, агар қувваи ҷараён ба таври хаттӣ тағйир ёбад, қувваи ҷараёни миёна чунин навишта мешавад:

$$I_{\text{миёна}} = \frac{I + I_0}{2} \quad (2)$$

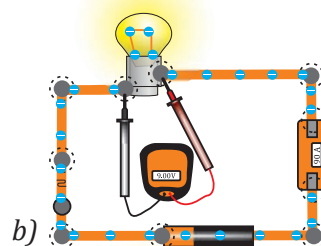
Дар ин ҷо: I_0 ҷараёни ибтидоӣ, I ҷараён пас аз вақти t .

Миқдори заряде, ки аз ноқил дар вақти t мегузарад, бо формулаи $q = I_{\text{миёна}} \cdot t$ муайян карда мешавад.

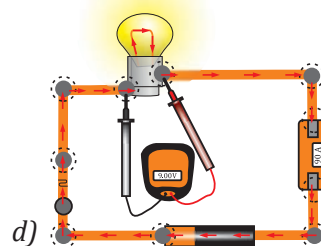
Дар расми 5.2 б ва расми 5.2 д, шумо тавассути ҳаволаи виртуалӣ самти ҳаракати ҷараён ва электронҳоро зоҳиран бевосита дидан метавонед.



a)



b)



d)

Расми 5.2



БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

2. Зичии ҷараён ва воҳидҳои он

Ҷоришавии ҷараёни электрикиро дар металлҳо дида мебароем. Қисми занҷири буриши арзиаш S , дарозияш Δl -ро ҷудо карда мегирем (расми 5.3). Заряди як зарра ба q_0 баробар аст.

Миқдори зарраҳои дар қисми сатҳҳои ҷудо кардашудаи 1 ва 2 буда ба

$$N = n \cdot V = n \cdot S \cdot \Delta l \quad (3)$$

баробар аст. Дар ин ҷо n консентратсияи зарраҳои заряднок. Заряди умумии қисми ҷудо кардашуда чунин аст:

$$q = q_0 \cdot N = q_0 \cdot n \cdot S \cdot \Delta l \quad (4)$$

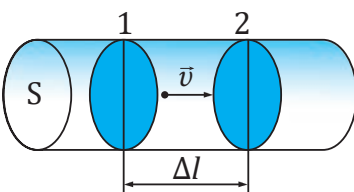
Дар асоси таърифи формулаи қувваи ҷараён ба ифодаи зерин соҳиб мешавем:

$$I = \frac{q}{t} = \frac{q_0 \cdot N}{t} = \frac{q_0 \cdot n \cdot S \cdot \Delta l}{t} = n \cdot S \cdot v \cdot q_0 \quad (5)$$

Дар ин ҷо v – суръати (dreuf) ҳаракати ботартибонаи зарраҳои заряднок.

Вақте ки суръати ҷараёни электрикӣ мегӯянд, на суръати зарраҳои заряднок, балки суръати майдони электрикиро дар назар доранд.

Майдони электрикӣ бо суръати баробари суръати рӯшноӣ дар вакуум ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s) паҳн мешавад.



Расми 5.3

Бузургие, ки миқдоран ба ҷараёни аз воҳиди буриши арзии ноқил гузарандаи баробар аст, зичии ҷараёни электрикӣ номида мешавад. Зичии ҷараён бо ҳарфи (j) ишора карда мешавад.

$$j = \frac{I}{S}$$

Зичии ҷараёнро бо воҳиди $[j] = \frac{A}{m^2}$ чен мекунад.

$$j = \frac{I}{S} = \frac{n q_0 \cdot v \cdot S}{S} = n \cdot q_0 \cdot v$$

Зичии ҷараён бузургии векторӣ буда, самти он ба самти ҳаракати ботартибонаи вектори суръати зарраҳои заряди мусбат дошта $\vec{v}$ мувофиқат мекунад.

3. Аҳамияти зичии ҷараён дар саноат ва техника

Зичии ҷараёни ноқил то кадом дараҷа бо энергияи электрикӣ таъмин карда шудани ноқилро нишон медиҳад. Барои дар ноқил ба исрофи зиёдтарӣ роҳ надодан, яъне барои кам кардани исроф зичии ҷараёни онро ба таври оптималӣ интихоб кардан лозим.

Материали ноқил ба бузургии зичии ҷараён таъсир накунад ҳам, дар техника ба муқовимати хоси ноқил ва дарозии он нигоҳ карда интихоб карда мешавад. Ноқилҳои бо мақсадҳои маишӣ истифодашаванда ба режими сарфакории ҷараён мувофиқ карда интихоб мекунад.



1. Ҷараёни электрикӣ чист?
2. Дар бораи манбаи соддатарини ҷараён маълумот диҳед
3. Бо таъсири чӣ, зарядҳо дар ноқил ба ҳаракат меоянд?
4. Таъсирҳои ҷараёни электрикиро фаҳмонида диҳед.
5. Дар занҷири электрикӣ энергия чӣ хел тағйир меёбад?
6. Оиди ишораҳои шартӣ дар схемаҳои занҷири электрикӣ чиҳоро медонед?
7. Аҳамияти зичии ҷараён дар хизмати маишӣ ва саноат дар чист?

Намунаи ҳалли масъала

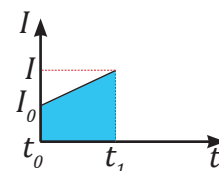
1. Аз ноқили диаметраш 1 mm қувваи ҷараёни 5 А мегузарад. Зичии ҷараёни ноқилро ҳисоб кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$D = 1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ $I = 5 \text{ A}$	$j = \frac{I}{S}$ $S = \frac{\pi \cdot D^2}{4}$	$S = \frac{3,14 \cdot (1 \cdot 10^{-3} \text{ m})^2}{4} = 0,785 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $j = \frac{5 \text{ A}}{0,785 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} \approx 6,37 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$ Ҷавоб: $j \approx 6,37 \cdot 10^6 \text{ A/m}^2$.
$j = ?$		

2. Аз ноқили масоҳати буриши арзиаш 1 mm² қувваи ҷараёни 1 А гузашта истода бошад, суръати ҳаракати дрейфии электронҳо чӣ гуна аст? Концентрацияи электронҳои озоди ноқил ба $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$ баробар гуфта гиред.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$S = 1 \text{ mm}^2 = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$ $I = 1 \text{ A}$ $n = 10^{28} \text{ m}^{-3}$	$v = \frac{I}{enS}$	$v = \frac{I}{enS} = \frac{1}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 10^{28} \cdot 10^{-6}} = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ Ҷавоб: $v = 6,25 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$.
$v = ?$		

3. Қуваи ҷараёни аз ноқил гузашта истода бо қонунияи $I = 4 + 3t$ тағйир ёфта истода бошад, дар бадали 2 s аз масоҳати буриши арзии ноқил чандто электрон мегузарад?



Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$I_0 = 4 \text{ A}$, $k = 3 \text{ A/s}$, $t_0 = 0 \text{ s}$ $t_1 = 2 \text{ s}$	$I = I_0 + k \cdot t$ $I_{\text{миёна}} = (I + I_0)/2$ $q = I_{\text{миёна}} \cdot t$	$I = (4 + 3 \cdot 2) \text{ A} = 10 \text{ A}$ $I_{\text{миёна}} = (4 + 10)/2 = 7 \text{ A}$ $q = 7 \cdot 2 = 14 \text{ C}$ Ҷавоб: $q = 14 \text{ C}$.
$q = ?$		



Машқи 26

1. Агар аз галванометр $1,6 \mu\text{A}$ ҷараён гузашта истода бошад, дар 10 s аз он чандто электрон мегузарад?
2. Заряди нуқтавии миқдори зарядаш 7 nC андаруни карасин ҷойгир аст. Аз он дар масофаи 10 cm дурӣ шадидияти майдони электрикиро ёбед. Нуфузпазири диэлектрикии карасинро $2,1$ гуфта гиред.
3. Аз лампаи электрикӣ дар 5 дақиқа 30 C заряд гузашта бошад, ҷараёни электрикии занҷир ба чӣ баробар аст?
4. Аз лампаи электрикии ба занҷир васлшуда ҷараёни $0,1 \text{ A}$ ҷорӣ шуда истодааст. Аз спирали (мӯяки) лампаи электрикӣ дар 8 дақиқа чӣ қадар заряд мегузарад? Дар давоми ин вақт адади электронҳои аз лампа гузаштаре ҳисоб кунед.
5. Аккумулятор дар муддати 25 дақиқа 4 A ҷараён дода метавонад. Дар ин аккумулятор чӣ қадар заряд ғун кардан мумкин аст?

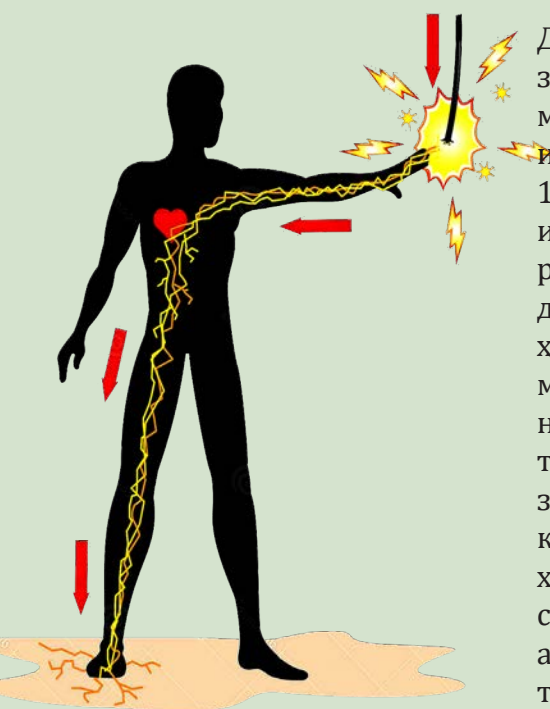
Супоришҳои хонагӣ

Ба ҷораҳои бехатарӣ қатъӣ риоя кунед !

1. Элементҳои галвани (батарея)-и калкулятор, фонуси ки-сагӣ, туфанги бозичавӣ, машинаи идорашаванда ва монанди инҳоро гирифта бинед ва чӣ қадар қувваи ҷараёну чанд вольт шиддат доданастро ба дафтаратон нависед.
2. Элементи галванӣ ва ду лампочкаро гирифта ба воситаи ноқилҳо аввал пайдарпай, баъд аз он параллел васл кунед. Дар ҳар ду ҳолат ба фурӯзонии лампочкаҳо эътибор диҳед. Сабаби инро ба фаҳмонидан кӯшиш кунед?

МАЪЛУМОТИ МУФИД

Бори аввал зарарбинӣ аз ҷараён соли 1862 қайд шудааст. Дар он инсон ба ҷойҳои кушоди сим расида ҳалок гаштааст. Баъзан ба сими электрикӣ расида, зарбаи ҳалокатовар гирифтани мумкин аст. Сабаби ин муқовимати пӯсти хушк 100000Ω ё аз ин зиёдтар. Аз ин рӯ, дар асоси қонуни Ом пӯсти муқовиматаш 100000Ω ба элементи галвани 9 V расад, бехатар аст. Дар асоси ин қонун $9 \text{ V} : 100000 \Omega$ аз бадан $0,00009$ ампер ҷараён мегузарад. Барои зараровар шудан ин ҷараён кифоя нест. Дар розеткаи девори шиддаташ 120 V ҷараёни $0,0012$ ампер ($120 \text{ V} : 100000 \Omega$) ҳосил мекунад. Ин бошад аз ҷараёне, ки элементи галванӣ ҳосил мекунад 13 маротиба зиёд аст. Баъзан ба пӯст об мерасад. Пӯсти нам нисбат ба пӯсти хушк муқовимати хурд дорад. Муқовимати хурд дар ҳар гуна шиддат аз танатон ба гузаштани ҷараён зиёдтар имкон медиҳад. Комбинатсияи об ва ҷараёни электрикии 120 вольт бисёр хавфнок аст. Шиддати баланд ва муқовимати хурд барои гузаштани ҷараёни калон (эҳтимол ҳалокатовар) сабаб мешавад. Аз ин сабаб дуруст пайвасти намудани асбобҳои аз он истифода барандаро омӯхтанамон лозим. Дар амал шиддати аз 42 V баланд ба танаи инсон хавфнок ҳисоб мешавад.





ҚОНУНИ ОМ БАРОИ ЗАНЧИРИ ПУРРА

МАВЗЎИ 33

1.Кори қувваҳои ғайр ҳангоми кўчонидани заряд дар манбаи чараён.

2.Қувваи электроҳаракатдиҳандаи манбаъ.

3.Муқовимати дохилии манбаи чараён.

4.Қонуни Ом барои занҷири пурра .

5.Расиши кўтоҳ дар манбаи чараён.

1. Формулаи қонуни Ом барои қитъаи занҷирро нависед.

2 Волтметр ва амперметр ба занҷир чӣ тавр васл карда мешавад?

3.Агар волтметр ба қутбҳои манбаи чараён пайваст карда шавад, чиро нишон медиҳад?



1. Кори қувваҳои ғайр ҳангоми кўчонидани заряд дар манбаи чараён

Барои дар ноқил ба вучуд овардани қувваи чараён дар дохили он майдони электрикӣ ҳосил намудан лозим меояд. Ин вазифаро манбаи чараён иҷро мекунад. Манбаҳои чараён ҳар хел буда, дар ҳамаи онҳо кори ҷудокунии зарядҳои мусбат ва манфӣ иҷро карда мешавад. Зарядҳои ҷудошуда дар қутбҳои манбаи чараён ғун мешаванд.

Клемма(сиққонакҳо)-и қутбҳои манбаи чараён ҷоест, ки ба воситаи онҳо ноқил пайваста мешавад. Яке аз қутбҳои манбаи чараён мусбат, қутби дуюмаш манфӣ заряднок шуда, байни онҳо майдони электрикӣ пайдо мешавад.

Ҳамин тавр, дар дохили манбаъ бояд қувваҳои табиатан аз қувваҳои электростатикӣ фарқкунанда мавҷуд бошанд. Ин қувваҳо қувваҳои ғайр номида мешаванд. Онҳо ба заряд дар дохили манбаи чараён таъсир намуда , ҳамин қуваҳо ба занҷир энегияи электрикиро расонида медиҳанд. Бо таъсири қувваҳои ғайр дар ҳуди манбаи чараён зарядҳо аз якдигар ҷудо мешаванд, ки мо онро дар қутбҳои чараён мебинем. Яъне, дар қутби мусбат заряди мусбат, дар қутби манфӣ заряди манфӣ ғун мешавад.

Агар қутбҳои манбаи чараён бо ноқил васл карда шаванд, электронҳои озод таҳти таъсири майдони электрикӣ, ки қувваҳои ғайр дар ноқил ба вучуд меоянд, ба ҳаракат меоянд ва чараёни электрикӣ ҳосил мекунад. Табиати қувваҳои ғайр ҳар гуна шуданаш мумкин.

Дар чараёни ҷудокунии зарядҳо дар манбаи чараён энергияҳои механикӣ, кимёвӣ, дохилӣ ва намудҳои дигари он ба энергияи электрикӣ табдил меёбанд. Ҳамин тавр дар ҳар гуна манбаи чараён энергияи электрикӣ аз ҳисоби энергияҳои намуди дигар тавлид мешаванд.

Масалан, дар машинаи электрофорӣ энергияи механикӣ, дар термоэлемент энергияи дохилӣ, дар фотоэлемент энергияи рӯшноӣ, дар элементи галванӣ ва аккумуляторҳо энергияи кимёвӣ ба энергияи электрикӣ табдил меёбанд.

Дар давоми кори элементҳои галванӣ электродҳо коҳиш ёфта, маҳлул сарф мешавад.





БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ЧАРАЁНИ ДОИМӢ

Аз ин рӯ баъд аз гузаштани вақти муайян онҳоро ба иваз кардан рост меояд.

Дар аккумуляторҳо бошад, электродҳо коҳиш намеёбанд. Аккумулятори соддатарин аз ду лавҳаи сурбие, ки ба маҳлули кислотаи сулфат андохта шудааст, иборат аст.

Мавриди заряднокшавии аккумулятор чараёни электрикӣ кор иҷро мекунад, дар натиҷаи ин энергияи кимёвии аккумулятор меафзояд. Ҳангоми безарядшавии аккумулятор бошад, энергияи кимёвӣ ба энергияи электрикӣ табдил меёбад.

2. Қувваи электроҳаракатдиҳандаи манбаъ

Қувваҳои ғайр дар манбаъ чараён ҳангоми кўчонидани заряд муқобили майдони электростатикӣ кор (А ғайр) иҷро мекунад. Барои дар занҷири сарбаст шудани чараён қувваҳои ғайр ҳангоми кўчонидани заряд дар ноқил бояд кор иҷро намояд.

Бузургии физикие, ки мавриди кўчонидани заряди воҳидии мусбат дар занҷири сарбастбакори иҷро кардаи қувваҳои ғайр баробар аст, қувваи электроҳаракатдиҳанда (ҚЭХ)-и манбаъ номида мешавад. ҚЭХ бо ҳарфи $\mathcal{E}$ (эпси́лион) ишора карда мешавад.

Дар асоси таъриф ҚЭХ-ро чунин менависем:

$$\mathcal{E} = A_6/q$$

Дар ин ҷо: $\mathcal{E}$ - ҚЭХ, А ғайр - кори иҷро кардаи қувваҳои ғайр, q - заряд. Дар ҳолати кушод будани занҷир ҚЭХ-и манба ба фарқи потенциали қутбҳои он баробар аст. Бинобар ин, воҳиди қувваҳои электроҳаракатдиҳанда чун фарқи потенциалҳо бо вольт (V) чен карда мешавад, яъне: $V = 1 \text{ J}/1 \text{ C}$

3. Муқовимати дохилии манбаи чараён

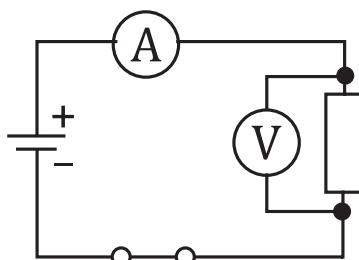
Занҷири электрикӣ аз қисмҳои тамоман аз якдигар фарқкунанда иборат аст. Истеъмолкунандагони чараёни электрикӣ, асбобҳои ченкунандаи электрикӣ, симҳои чараёндор қисми берунии занҷирро, ҳуди манбаи чараён бошад, қисми дохилии занҷирро ташкил медиҳад. Муқовимати қисми берунии занҷири сарбаст бо R , ҚЭХ-и манбаи чараёнро бо $\mathcal{E}$, муқовимати дохилии онро бо r ишора мекунем (расми 5.4).

4. Қонуни Ом барои занҷири пурра

Ба манбаи чараён ягон резистори муқовиматаш R -ро пайваста занҷири сарбаст ҳосил мекунем. ҚЭХ-и манбаи чараён $\mathcal{E}$, муқовимати дохилии он r мебошад. Дар генераторҳо муқовимати дохилӣ r гуфта муқовимати печакҳои он, дар элементҳои галванӣ муқовимати маҳлули электролитҳо ва муқовимати электродҳоро мефаҳманд.

Қонуни Ом барои занҷири пурра қувваи чараён I , ҚЭХ-и чараён $\mathcal{E}$ ва муқовимати пурраи занҷир $(R+r)$ -ро ба якдигар вобаста мекунад. Ба қисмҳои сарбастии занҷир Қонуни Ом татбиқ карда шавад, суммаи шиддатҳои қисмҳои берунӣ ва дарунӣ ба қувваи электроҳаракатдиҳанда баробар мешавад, яъне:

$$\mathcal{E} = I \cdot R + I \cdot r = U_R + U_r$$



Расми 5.4



Дар ин ҷо

$$I = \mathcal{E} / (R + r)$$

Ин муодила ифодаи математикии **қонуни Ом барои занҷири сарбаст (пурра)** буда, вай чунин таъриф дода мешавад:

Қувваи ҷараёни аз занҷири сарбаст ҷорӣ шудаистода ба қувваи электроҳаракатдиҳанда мутаносиби роста буда, ба муқовимати пурраи занҷир мутаносиби чаппа аст.

5. Расиши кӯтоҳ дар манбаи ҷараён.

Агар занҷири берунаро ҷудо намуда, қутбҳои манбаъ байни худ пайваста шавад (ҳангоми $R = 0$), расиши кӯтоҳ ҳосил мешавад. Қувваи ҷараёни расиши кӯтоҳ $I_{p.k}$ қувваи ҷараёни калонтарине, ки манбаи ҷараёни ҚЭҲ-аш $\mathcal{E}$ ва муқовимати дохилиаш r дода метавонад:

$$I_{p.k} = \mathcal{E} / r$$



1. ҚЭҲ чист?
2. Муқовимати дохилии манбаи ҷараён чиро мефаҳмонад?
3. Фарқи байни қонуни Ом барои як қисми занҷир ва занҷири пурра дар чист?
4. ҚЭҲ – и ҷараёнро ба чӣ монанд кардан мумкин аст?
5. Оё шумо расиши кӯтоҳро мушоҳида кардаед?
6. Оё муқовимати дохилии манбаи ҷараён бузургии аҳамиятнок аст?

Намунаи ҳалли масъала

Барои муайян кардани ҚЭҲ ва муқовимати дохилии манбаъ бо навбат аввал ба сикқонакҳои он резисторҳои муқовимати 2Ω , пас аз ин муқовимати 4Ω дошта пайваست карда шуданд. Агар қувваи ҷараён дар ҳолати якум ба $0,5 \text{ A}$ ва дар ҳолати дуюм ба $0,3 \text{ A}$ баробар бошад, муқовимати дохилии манбаъ ва ҚЭҲ чӣ гуна аст?

Дода шудааст:	Формула :	Ҳисобкунӣ:
$R_1 = 2 \Omega$ $R_2 = 4 \Omega$ $I_1 = 0,5 \text{ A}$ $I_2 = 0,3 \text{ A}$	$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}$ $I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_2 + r}$	$0,5 = \frac{\mathcal{E}}{2 + r}; 0,3 = \frac{\mathcal{E}}{4 + r}$ Аз ин ифодаҳо меёбем, ки: $r = 1 \Omega$; $\mathcal{E} = 1 + 0,5 r = 1,5 \text{ V}$ будааст Ҷавоб: $r = 1 \Omega$; $\mathcal{E} = 1,5 \text{ V}$.
$r = ? \mathcal{E} = ?$		

БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

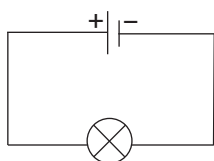


Машқи 27

1. Агар муқовимати дохилии аккумулятор $0,2 \Omega$, ҚЭХ-и он 5 V ва афтиши шиддат дар ноқили ба он пайваستшуда $4,5 \text{ V}$ бошад, муқовимати (Ω) ноқил чанд аст?
2. Ба манбаи ҷараёни муқовимати дохилиаш 2Ω муқовимати берунии 5Ω пайваст карда шавад, шиддат дар сиққонакҳои манбаъ то 10 V кам мешавад. ҚЭХ-и манбаро ёбед.
3. Ҳангоми муқовимати берунии занҷир $1,5 \Omega$ будан, қувваи ҷараён ба I А ва ҳангоми 4Ω будани муқовимати берунӣ ба $I/2$ А баробар буд. Муқовимати дохилии манбаъ (Ω) –ро ёбед.
4. Занҷир аз резистори муқовиматаш 4Ω ва ҚЭХ-и 6 V , инчунин аз қувваи ҷараёни муқовимати дохилиаш 2Ω иборат аст. Афтиши шиддат дар резистор (V) ба чӣ баробар аст?
5. Агар ба сиққонакҳои батареяи ҚЭХ-аш 3 V ва муқовимати дохилиаш $0,6 \Omega$ ба воситаи ноқили металии муқовиматаш басо хурд васл карда шавад, аз он чӣ гуна ҷараён (A) мегузарад?

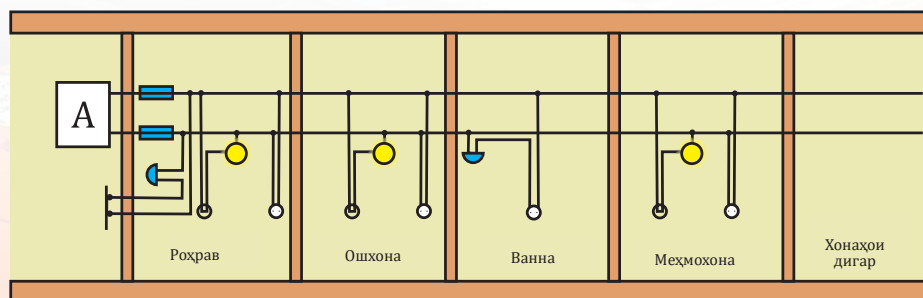


Супоришҳои иловагӣ



1. Ин схемаро аз нав кашед ва ба он барои чен кардани қувваи ҷараён амперметр, барои чен кардани шиддати лампа вольтметрро илова намоед.

2. Ба схемаи пайвасти асбобҳои электрикии ин хонадон назар карда, онҳо чӣ тавр васл карда шудааст, бо ёрии аломатҳои шартӣ бошад, кадом асбобҳои электрикӣ истифода бурда шудаанд, гуфта диҳед.





ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗУИ 34

Намунаи ҳалли масъала:

1. Ҳангоми пайвастании манбаи қараён ба муқовимати берунии $R_1 = 1,8 \, \Omega$ аз он қараёни $I_1 = 1,7 \, \text{A}$ мегузарад. Ҳангоми муқовимати беруни ба $R_2 = 2,3 \, \Omega$ баробар будан қувваи қараён камшуда $I_2 = 0,56 \, \text{A}$ гузашта бошад, ҚЭҲ $\mathcal{E}$ ва муқовимати дохилии r -ро ёбед.

Дода шудааст :	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$R_1 = 1,8 \, \Omega$ $I_1 = 1,7 \, \text{A}$ $R_2 = 2,3 \, \Omega$ $I_2 = 0,56 \, \text{A}$	$\mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r$ $\mathcal{E} = I_2 R_2 + I_2 r$	$I_1 R_1 + I_1 r = I_2 R_2 + I_2 r \quad r = \frac{I_2 R_2 - I_1 R_1}{I_1 - I_2}$ $r = \frac{(0,56 \cdot 2,3 - 0,7 \cdot 1,8) \, \text{A} \cdot \Omega}{(0,7 - 0,56) \, \text{A}} = 0,2 \, \Omega$ $\mathcal{E} = I_1 R_1 + I_1 r = I_1 (R_1 + r) = 0,7 \, \text{A} \cdot (1,8 + 0,2) \, \Omega = 1,4 \, \text{V}$ Ҷавоб: $r = 0,2 \, \Omega$; $\mathcal{E} = 1,4 \, \text{V}$.
$\mathcal{E} = ?, r = ?$		

2. Аз ноқили диаметраш $2 \, \text{mm}$ қувваи қараёни $3,14 \, \text{A}$ гузашта истода бошад, зичии қараёно ёбед (A/m^2).

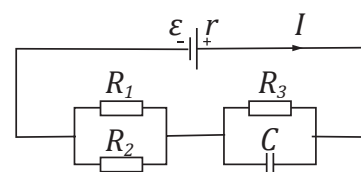
Дода шудааст :	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$D = 2 \, \text{mm}$ $I = 3,14 \, \text{A}$	$j = \frac{I}{S}$	$j = \frac{I}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}} = \frac{3,14 \, \text{A}}{3,14 \cdot \frac{(2 \cdot 10^{-3})^2}{4} \, \text{m}^2} = \frac{4000000 \, \text{A}}{4 \, \text{m}^2} = 1000000 \, \frac{\text{A}}{\text{m}^2}$
$j = ?$	$S = \pi R^2$; $D = 2R$ $j = \frac{I}{\pi \cdot \frac{D^2}{4}}$	Ҷавоб: $j = 1 \cdot 10^6 \, \text{A}/\text{m}^2$.

Машқи 28

1. Амперметр бо муқовимати дохилии $R_a = 2 \, \Omega$ ба батарея пайваست карда шавад қараёни $I = 5 \, \text{A}$ -ро нишон медиҳад. Ба қутбҳои ҳамаи батарея вольтметри муқовимати дохилиаш $R_v = 150 \, \Omega$ пайвастшуда, шиддати $U = 12 \, \text{V}$ -ро нишон диҳад, қараёни расиши кӯтоҳро ёбед

2. Концентрацияи электронҳои озода дар сими $8 \cdot 10^{28} \, \text{m}^{-3}$ ва суръати ҳаракати мураббаба (ботартиб)-и онҳо $5 \cdot 10^5 \, \text{m/s}$ бошад, зичии қараён (A/m^2) чанд аст?

3. Занҷире, ки элементи гальвани муқовимати дохилиаш ба $r = 3 \, \Omega$ баробар таъмин карда меистад, чун нишондоди расми 5.6 параллел пайваст карда шудааст. Аз ду резистори муқовиматҳояшон $R_1 = R_2 = 28 \, \Omega$ ва муқовимати $R_3 = 40 \, \Omega$ иборат буда, ба резистори R_3 конденсатори ғунҷоишаш $C = 5 \, \text{mF}$ параллел васл карда шавад, бо заряди $q = 4,2 \cdot 10^{-6} \, \text{C}$ зарядок мешавад. ҚЭҲ-и элементро ёбед.



Расми 5.5



БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

4. Батарея аз се элементи ҚЭҲ-и ҳар яке $\mathcal{E}=1,5$ V, муқовимати дохилиаш $r = 0,5$ Ω ҳосил кардашуда чун нишондоди расми 5.7 тасвирёфта ба занҷири берунӣ пайваст карда шудааст. Агар муқовиматҳои занҷири берунӣ $R_1 = 1,2$ Ω , $R_2 = 1$ Ω , $R_3 = 4$ Ω ва $R_4 = 1$ Ω бошад, ҷараёни аз ҳар яки онҳо гузаштаистода I_1, I_2, I_3, I_4 ва шиддат дар онҳо U_1, U_2, U_3, U_4 -ро ёбед.

5. 2-то элементи ҚЭҲ-и ҳар яке $\mathcal{E} = 1,2$ V, муқовимати дохилиашон $r = 0,5$ Ω байниҳам параллел пайваста батареяи ҳосил кардашуда чун нишондоди дар расми 5.7 тасвирёфта ба занҷири берунӣ васл карда шудааст. Муқовиматҳои занҷир ба $R_1=2,75$ Ω , $R_2=6$ Ω , $R_3=3$ Ω , ва $R_4=20$ Ω баробар бошад, қувваи ҷараёни аз муқовимати, R_3 ҷорӣ шудаистодаро ёбед.

6. Ба манбаи ҷараёни доимии ҚЭҲ-аш 12 V, муқовимати дохилиаш 1 Ω , резистори муқовиматаш 2 Ω пайваста шудааст. Ҷараёни аз манба ҷорӣ шудаистодаро ҳисоб кунед.

7. Муқовимати берунии занҷири электрикӣ аз муқовимати дохилии он 4 маротиба калон аст. Агар ҚЭҲ-и манба 12,5 V бошад, афтиши шиддат дар муқовимати беруниро ёбед.

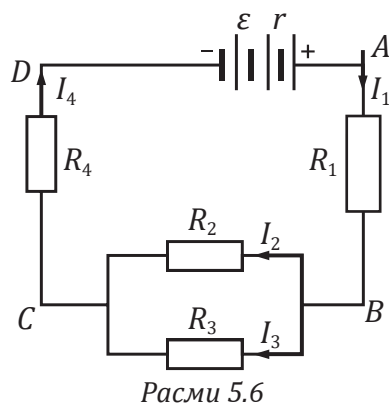
8. Ба аккумулятори ҚЭҲ-аш 5 V, муқовимати дохилиаш 0,5 Ω лампочкаи муқовиматаш 19,5 Ω васл карда шудааст. Расиши кӯтоҳ рӯй диҳад, қувваи ҷараён ба чӣ баробар мешавад?

9. Дар манбаи ҷараёни муқовимати дохилиаш 0,01 Ω расиши кӯтоҳ шавад, қувваи ҷараён ба 1200 A расид. ҚЭҲ-и манбаи ҷараёнро ёбед.

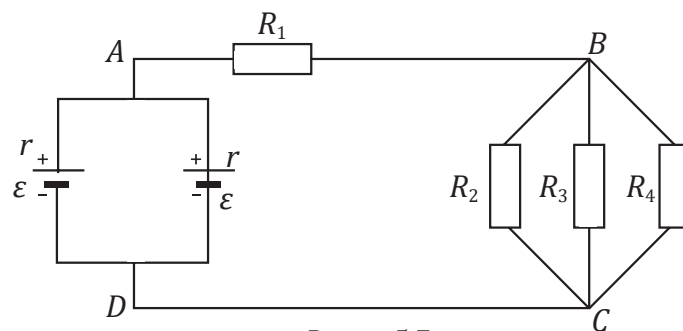
10. Лампаи муқовиматаш 4 Ω ба аккумулятори муқовимати дохилиаш 2 Ω , ҚЭҲ-аш 12 V пайваста шудааст. Шиддати қутбҳои аккумулятор ба чӣ баробар аст?

11. Дар ноқили масоҳати буриши арзиаш 4 mm² қувваи ҷараён 5 μ A бошад, зичии ҷараёнро ёбед.

12. Дар сими масоҳати буриши арзиаш 10 mm² консетратсияи электронҳои гузаронанда $5 \cdot 10^{28}$ m⁻³ аст. Ҳангоми қувваи ҷараён 10 A будан суръати миёнаи ҳаракати пешравандаи электронҳо чӣ қадар аст?



Расми 5.6



Расми 5.7



КОРИ ЛАБОРАТОРЇ

МАВЗЎИ 35

МУАЙЯН КАРДАНИ ҚУВВАИ ЭЛЕКТРОҲАРАКАТ-ДИҲАНДА ВА МУҚОВИМАТИ ДОХИЛИИ МАНБАИ ЧАРАЁН

Мақсади кор: бо ёрии амперметр ва вольтметр муайян кардани қувваи электроҳаракатдиҳанда ва муқовимати дохилии манбаи чараён.

Асбобҳои зарурӣ: манбаи универсалии чараён ё аккумулятор, амперметр, вольтметр, калид, симҳои пайвастананда, резисторҳои дорои муқовимати 10Ω ва 20Ω .

Иҷрои кор

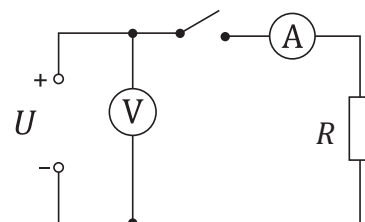
1. Занҷири электрикии дар расм овардашударо тартиб диҳед. Резистори муқовиматаш 10Ω -ро ба занҷир пайвастан кунед.

2. Мавриди калид кушод будан нишондоди вольтметр U_V -ро навишта гиред. $U_V = \mathcal{E}$ баробар аст гуфта гиред.

3. Калидро васл кунед ва нишондоди амперметр I_A -ро навишта гиред.

4. Натиҷаҳоро ба ҷадвал нависед.

№	U_V (V)	U_2 (V)	I_A (A)	$\mathcal{E}$ (V)	r (Ω)



5. Муқовимати дохилии манбаи чараёнро аз рӯи формулаи $r = \frac{\mathcal{E} - U_2}{I}$ ҳисоб кунед ва натиҷаро ба ҷадвал нависед.

6. Ба занҷир резистори муқовиматаш 20Ω -ро васл кунед ва таҷрибаро такрор намоед.

7. Қиматҳои дар таҷрибаҳои 1 ва 2 ёфташудаи r_1 ва r_2 -ро муқоиса кунед.

1. Кадоме аз қисмҳои занҷири электрикӣ қисми берунӣ ва кадоме қисми дохилии занҷир ҳисоб меёбад?

2. ҚЭХ - и манбаъ гуфта чиро мефаҳмед?

3. Муқовимати дохилии манбаъ аз ҳисоби чӣ ҳосил мешавад?



ВОБАСТАГИИ МУҚОВИМАТИ НОҚИЛҲОИ МЕТАЛЛӢ АЗ ҲАРОРАТ

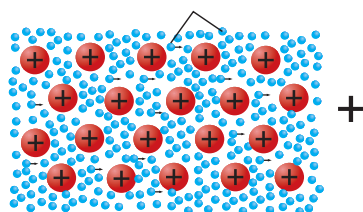
1. Вобастагии муқовимати ноқилҳои металлӣ аз ҳарорат.
2. Фавқулноқилият.



1. Чӣ гуна манбаҳои истеҳсолкунандаи энергияи электрикиро медонед?
2. Дар ҳамаи интиқоли қувваи ҷараён аз кадом ноқилҳо (симҳо) бештар истифода мебаранд?
3. Дар симчӯбҳо чӣ гуна симҳоро дидаед ва онҳоро бо ноқилҳои намуди дигар иваз кардан мумкин аст?

1. Вобастагии муқовимати ноқилҳои металлӣ аз ҳарорат

Ҳангоми омӯзиши физика дар синфҳои ҷуғрофия шумо вобаста будани муқовимати ноқилҳои металлӣ (R) ба намуди модда ва ба шакли геометрии он (дарозӣ l ва масоҳати буриши арзӣ S)-ро медонед. Дар металлҳо афзоиши ҳарорат ба зиёдшавии суръати ҳаракати электронҳои озод ва адади бархӯриҳо гирифта меояд. Бидуни ин адади бархӯриҳои бо доманаи лаппишҳои ионҳои дар гиреҳҳои панҷараи кристаллӣ буда ва электронҳои озод зиёд шуда меравад. Дар натиҷаи ин суръати ҳаракати бо тартибонаи зарраҳои заряднок кам мешавад, ки ин ба камшавии ҷараён гирифта меояд. Аз тарафи дуюм, ҳарорат зиёд шавад, адади электронҳои озод дар воҳиди ҳаҷм меафзояд ё дар маҳлули электролитҳо ионҳо зиёд мешаванд (расми 5.8).

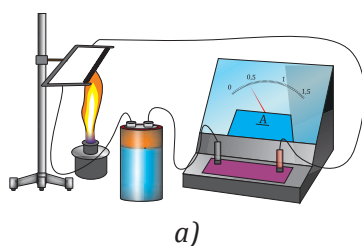


Расми 5.8

Оё муқовимат ба ҳарорати ноқил ҳам вобаста аст?

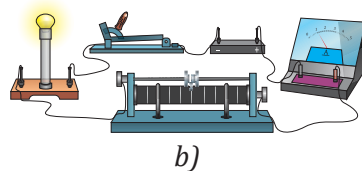
Биёед як таҷриба мегузаронем.

Занҷири электрики аз галванометр, спирали сими металлӣ ва манбаи ҷараён иборатро тартиб медиҳем (расми 5.9 а). Ин таҷриба нишон медиҳад, ки ҳангоми гарм кардани спирал муқовимати он зиёд мешавад. Таҷриба боз ҳаминро нишон медиҳад, ки сими металиро ҳам гарм кунем, нишондоди галванометр кам мешавад.



а)

Ё занҷири электрики дар расми 5.9 б тасвирёфтаре тартиб дода таҷриба гузаронидан мумкин. Дар аввал лампочка равшан фурузон аст. Спирал гарм карда шавад, равшании лампочка кам мешавад. Агар ба онҳо амперметр пайдарпай васл карда шавад, кам шудани ҷараёни гузарандаро нишон медиҳад. Аз ин таҷриба хулоса мекунем, ки бо афзудани ҳарорат муқовимати металлҳо зиёд мегардад. Муқовимати хоси моддаи ноқили металлӣ аз консентратсияи барандагони заряди озод ва адади бархӯрд бо ионҳои панҷараи кристаллӣ, ки дар атрофи мавқеи мувозинатӣ мелаппанд вобаста аст.



б)

Расми 5.9

Консентратсияи электронҳои озод дар ноқилҳои металлӣ барои ноқили додасуда дар амал доимӣ буда, аз ҳарорат вобаста нест. Аммо бо баланд шудани ҳарорат адади бархӯрди электронҳои озод бо ионҳои панҷараи кристаллӣ зиёд мешавад. Ин баробари афзудани ҳарорат боиси зиёд шудани муқовимати ноқилҳои металлӣ мегардад.



Барои тавсифи вобастагии муқовимати ноқилҳо аз ҳарорат коэффисиенти ҳароратии муқовимат (α) дохил карда шудааст. Дар ин, α -ро коэффисиенти ҳарорати муқовимат меноманд.

Коэффисиент α ҳаминро нишон медиҳад, ки қангоми тағйирёбии ҳарорат ба 1°C тағйирёбии муқовимати ноқил кадом қисми муқовимати дар 0°C доштаи онро ташкил мекунад.

$$\alpha = \frac{\rho - \rho_0}{\rho_0 \cdot (T - T_0)} \quad (1)$$

Дар ин ҷо ρ_0 ва ρ муқовимати хоси моддаи ноқил да ҳарорати $T_0 = 273\text{ K}$ (0°C) ва дар ҳарорати (T) додашуда. Дар схемаҳои электрони саҳеҳ коркунанда вобастагии муқовимати ноқил аз ҳароратро ба ҳисоб гирифтани лозим. Ба ҳисоб нагирифтани он сабаби ба вуҷуд омадани хатогиҳо мегардад.

Аз формула муқовимати хоси (ρ) моддаи ноқили ҳарораташ (T)-ро ёбем ба формулаи

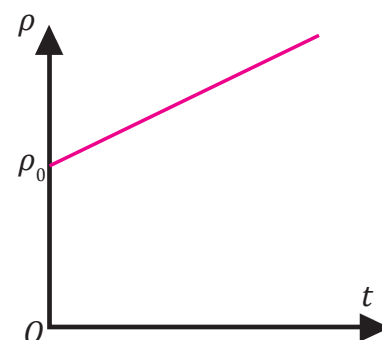
$$\rho = \rho_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (2)$$

соҳиб мешавем. Дар ин ҷо $\Delta T = T - T_0$. Афзудани муқовимати ноқил дар ҳарорати мутлақ бо афзудани ҳарорат дар шкалаи Селсий як хел мешавад, яъне: $\Delta T = \Delta t$. Ҳамин тавр, ҳарорати моддаи ноқили металлӣ бо афзудани ҳарорат зиёд мешавад.

Графики ин вобастагӣ дар расми 5.10 нишон дода шудааст.

Дар ҷадвали зерин коэффисиенти ҳарорати муқовимати баъзе металлҳо нишон дода шудааст:

$$\Delta T = \Delta t.$$



Расми 5.10

Металл ё ҳӯла	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$	Металл ё ҳӯла	$\alpha, ^\circ\text{C}^{-1}$
Алюминий	0,0042	Никел	0,0065
Висмут	0,0046	Ниобий	0,003
Волфрам	0,0045	Нихром	0,0002
Оҳан	0,0062	Арзиз	0,0044
Тилло	0,0040	Платина	0,0039
Индий	0,0047	Симоб	0,0010
Кадмий	0,0042	Сурб	0,0042
Кобалт	0,0060	Нуқра	0,0040
Мис	0,0039	Хром	0,0059
Молибден	0,0050	Хромал	0,000065
Натрий	0,0055	Рух	0,0042

БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ



Расми 5.11

Агар ноқил гарм карда шавад, шаклҳои геометрии он кам тағйир меёбад. Муқовимати ноқил асосан аз ҳисоби тағйирёбии муқовимати хоси он тағйир меёбад.

Аз муқовимати ноқил дар ҳарорати $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $R_0 = (\rho_0 \cdot l)/S$ ва муқовимат дар ҳарорати $t\text{ }^{\circ}\text{C}$ $R = (\rho \cdot l)/S$ истифода бурда, ин ду ифодаҳо ҳад ба ҳад тақсим карда R -ро ёбем ба формулаи

$$R = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T) \quad (3) \quad \text{соҳиб мешавем.}$$

Барои ноқилҳои металлӣ ин формулаҳо дар ҳарорати

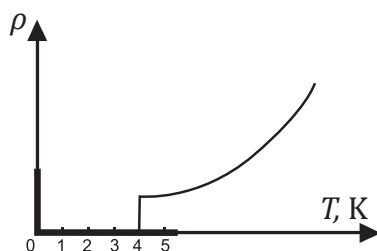
$T > 140\text{ K}$ истифода мешаванд. Барои ҳамаи металлҳо муқовимати онҳо бо афзоиши ҳарорат зиёд мешавад, яъне қимати коэффисиенти ҳароратии муқовимат α мусбат мешавад. Барои аксари металлҳо (хўлаҳо аз ин истисно) қимати миёнаи коэффисиенти гармии муқовимат дар ҳарорати аз 0 то $100\text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\alpha \approx 1/273\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \text{ аст.}$$

Ҳангоми чен кардани вобастагии муқовимати металлҳо аз ҳарорат асбобҳои махсус - термометрҳои муқовимат истифода мешаванд (расми 5.11).

2. Фавқулноқилият

Муқовимати хоси металлҳо ρ бо камшавии ҳарорат дар асоси формулаи (2) чун хати қачи расми 5.11 бояд кам мешуд. Лекин натиҷаҳои таҷриба нишон доданд, ки вобастагии ρ -ро ба T дар асоси хати қачи (расми 5.12) содир мешудааст. Мушоҳида шудааст, ки муқовимати хоси баъзе металлҳо (Al, Pb, Zn ва ғайраҳо) дар ҳарорати ба ноли мутлақ наздик ($T_k = 0,14\text{--}20\text{ K}$) якбора то нол кам шуда расми 5.12 фавқулноқил мешудаанд. Ин ҳодисаро бори нахуст физики голландӣ Камерлинг Оннес 28 апрели соли 1911 дар асоси таҷриба кашф намуд. Ҳангоми дар гелии моеъ хунук кардани симоб муқовимати симоб бо оҳистагӣ кам шуда вақте ки ҳарорат ба $4,1\text{ K}$ расид, якбора ба сифр афтиданаширо муайян намуд. Агар дар ноқили шаклаш ҳалқаи дар ҳолати фавқулноқилият буда, ҷараён ҳосил шавад, баъди қанда шудани манба низ дар муддати дилхоҳи вақт қувваи ин ҷараён собит мондан мегирад. Дар ҳақиқат, таъсири ҚЭХ қатъ шавад ҳам, Камерлинг Оннес мушоҳида намуд, ки дар сурби ҳарораташ 7 K дар давоми 4 шабонарӯз ҷараён ҷорӣ шуда истод. Дар амал истифодабарӣ аз ҳодисаи фавқулноқилият аз паст будани ҳарорати критикӣ мушкилотҳо пайдо мешаванд. Тадқиқотҳои минбаъда нишон доданд, ки дар аксаран металл ва хўлаҳо дар ҳарорати аз 25 K паст фавқулноқилиятро мушоҳида кардан мумкин аст. Дар занҷири сарбасти бе манбаи ҷараён, ки аз тарафи Коллинз дар таҷриба соли 1957 гузаронида шудааст, ҷараён аз занҷир дар мобайни 2,5 сол бефосила ҷорӣ шудааст. Дар соли 1986 дар материалҳои металлокерамика ҷараёни фавқулноқилияти ҳарораташ баланд (100 K) мушоҳида шудааст. Дар амал истифодабарӣ аз ҳодисаи фавқулноқилӣ сарфаи маблағи бисёр зиёд ба эътибор гирифта, дар ин соҳа тадқиқотҳои зиёдеро



Расми 5.12



гузаронида истодаанд.Принсипи кории термометрҳои муқовиматӣ ба ҳарорат вобастагии муқовимати электрикии металлҳо асос карда шудааст. Ин гуна термометрҳо имкон медиҳанд, ки ҳарорат бо саҳеҳии то 0,003 К чен карда шавад. Хусусан дар ҷойҳое, ки истифода бурдани термометрҳои моеъ душвор аст, хизмати онҳо беқиёс аст.



1. Бо зиёд шудани ҳарорат муқовимати металлҳо чӣ тавр тағйир меёбад?
2. Аз тағйирёбии муқовимати металл вобаста ба ҳарорат, чӣ тавр истифода мебаранд?
3. Истиқболҳои дар саноат, нақлиёт истифодабарӣ аз ҳолати фавқулноқилӣ чӣ гуна аст?
4. Муқовимати ноқил ба кадом бузургӣҳо вобаста аст?
5. Муқовимати ноқил чӣ тавр ҳисоб карда мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

Муқовимати спирали аз волфрам тайёр кардашудаи лампочкаи электрикӣ дар 20 °C ба 30 Ω баробар аст. Ҳангоми пайвастании лампочка ба манбаи ҷараёни доимии 220 V қувваи ҷараёни аз он ҷоришаванда баробари 0,6 А шуд. Ҳарорати спирали лампочкаро дар ҳолати фурузонӣ ёбед. Коэффисиенти термикии ҳарорат барои волфрам $\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$t_1 = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$ $R_1 = 30 \text{ } \Omega$ $U = 220 \text{ V}$ $I = 0,6 \text{ A}$ $\alpha = 0,005 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	$R_1 = R_0 (1 + \alpha \cdot t_1)$ $R = \frac{U}{I}$ $R = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$	$R_0 = \frac{30 \text{ } \Omega}{1 + 0,005 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 20 \text{ } ^\circ\text{C}} \approx 27 \text{ } \Omega$ $R = \frac{220 \text{ V}}{0,6 \text{ A}} \approx 367 \text{ } \Omega$ $\Delta t = \frac{(367 - 27) \text{ } \Omega}{27 \text{ } \Omega \cdot 0,005 \cdot \frac{1}{^\circ\text{C}}} \approx 2518 \text{ } ^\circ\text{C}$
$\Delta t = ?$		Ҷавоб: $\Delta t = 2518 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Машқи 29



1. Аз милаи мисӣ дар муддати 0,5 s ҷараёни зичиаш 9 A/mm² гузарад, ҳарорати он чӣ гуна тағйир меёбад? Муқовимати хоси мис $1,7 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$, зичии он 8900 kg/m³, гармиғунҷоиши хоси он 380 J/(kg·K).

2. Агар спирали аз ниобий сохташуда то 100 °C гарм карда шавад, муқовимати хоси он чанд маротиба тағйир меёбад? Барои ниобий, $\alpha = 0,003 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.



БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

3. Муқовимати сими никелӣ дар ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ба $20\text{ }\Omega$ баробар аст. Агар он то $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ гарм карда шавад, муқовимати он ба чӣ баробар мешавад? Барои никел, $\alpha = 0,0001\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

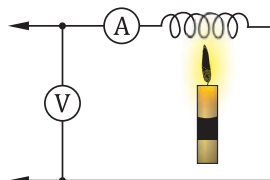
4. Муқовимати печакӣ сими мисӣ дар ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ба $10\text{ }\Omega$ аст. Баъди пайвастанӣ печак ба ҷараён муқовимати он ба $16,2\text{ }\Omega$ баробар шуд. Печак то кадом ҳарорат гарм мешавад? Коэффисиенти ҳароратии муқовиматии мис ба $4,15 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ баробар аст.

5. Барои 2 маротиба зиёд кардани муқовимати алюминии ҳарораташ $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ онро то кадом ҳарорат гарм кардан лозим аст? Коэффисиенти ҳароратии муқовимат барои алюминий $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.



Супоришҳои иловагӣ

1. Ба маълумотҳои болоӣ таъя карда расми 5.13-ро шарҳ диҳед



Расми 5.13

2. Энергияи электрикӣ аз стансияҳои электрикӣ ба шаҳрҳо ва масофаҳои дур интиқол (нақл) карда мешавад. Одатан энергияи электрикӣ ба воситаи хатҳои интиқоли ҳавоӣ нақл карда мешавад. Аммо солҳои охир талаботи ба зерӣ замин гӯр кардани кабелҳои электрикӣ зиёд шуда истодааст.

Савол:

а) Ду ҳудудеро номбар кунед, ки гӯр қадани кабелҳои нақли электрикии зеризаминӣ мумкин бошад.

б) Ду афзалияти хатҳои электрикии ҳавоиро нисбат ба кабелҳои зеризаминӣ гуфта диҳед.

в) Ду бартарии кабелҳои зеризаминиро нисбат ба хатҳои электрикии ҳавоӣ баён кунед.





ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 37

Намунаҳои ҳалли масъалаҳо

1. Муқовимати мӯяки волфрамии лампочкаи тафсиш дар ҳарорати $t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ба $R_1 = 40\text{ }\Omega$, муқовимати R_0 онро дар ҳарорати $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ёбед. Лампочкаи тафсишро ба шиддати $U = 120\text{ V}$ васл кунем ва аз мӯяк қараёни $I = 0,3\text{ A}$ қорӣ шавад, муқовимати мӯяки волфрам R_2 ва ҳарорати он t_2 -ро ёбед. Коэффисиенти ҳароратии муқовимат барои волфрам $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $R_1 = 40\text{ }\Omega$ $U = 120\text{ V}$ $t_0 = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $I = 0,3\text{ A}$ $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$	$R = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta t)$	$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} = \frac{40\text{ }\Omega}{1 + 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 20\text{ }^{\circ}\text{C}} = 36,63\text{ }\Omega$ $R_2 = \frac{U}{I} = \frac{120\text{ V}}{0,3\text{ A}} = 400\text{ }\Omega$ $t_2 = \frac{R_2 - R_0}{R_0 \cdot \alpha} = \frac{(400 - 36,63)\text{ }\Omega}{36,63\text{ }\Omega \cdot 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}} = 2157\text{ }^{\circ}\text{C}$ Ҷавоб: $R_0 = 36,63\text{ }\Omega$, $R_2 = 400\text{ }\Omega$, $t_2 = 2157\text{ }^{\circ}\text{C}$.
$R_0 = ?$ $R_2 = ?$ $t_2 = ?$		

2. Дар ҳарорати $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ муқовимати мӯяки волфрамии лампочкаи электрикӣ $35,8\text{ }\Omega$ аст. Агар лампочка ба шабакаи шиддати 120 V пайваста V пайваста шавад ва аз мӯяки он қувваи қараёни $0,33\text{ A}$ қорӣ шавад, ҳарорати мӯякро муайян кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$t_1 = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $R_1 = 35,8\text{ }\Omega$ $I = 0,33\text{ A}$ $\alpha = 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ $U = 120\text{ V}$	$R_1 = R_0 (1 + \alpha t_1)$ $R = R_0 (1 + \alpha \Delta t_2)$ $R_2 = U/I$	$R_0 = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1}$ $\frac{U}{I} = \frac{R_1}{1 + \alpha t_1} (1 + \alpha t_2)$ $t_2 = \frac{U(1 + \alpha t_1) - IR_1}{\alpha IR_1}$ $t_2 = \frac{120\text{ V}(1 + 4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 20\text{ }^{\circ}\text{C}) - 0,33\text{ A} \cdot 35,8\text{ }\Omega}{4,6 \cdot 10^{-3}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot 0,33\text{ A} \cdot 35,8\text{ }\Omega} = 1935\text{ }^{\circ}\text{C}$ Ҷавоб: $t_2 = 1935\text{ }^{\circ}\text{C}$.
$t_2 = ?$		



Машқи 30

1. Муқовимати мўяки волфрамин лампочкаи электрик дар 0°C $300\ \Omega$, ҳангоми даргиронидани лампочка муқовимати он $2400\ \Omega$ аст. Ҳарорати гармшавии мўякро ёбед. Коэффициенти термикӣ (ҳароратӣ)-и муқовимат барои волфрам $0,005\ ^\circ\text{C}^{-1}$ аст.

2. Муқовимати печакҳои электромагнитии аз сими мисӣ сохташуда дар ҳарорати $20\ ^\circ\text{C}$ ба $2\ \Omega$ баробар буд. Пас аз муддати тӯлонӣ қор фармудан муқовимати он $2,4\ \Omega$ шуда монд. Ин печак то кадом ҳарорат тафсидааст?

3. Реостати аз сими оҳанин сохташуда, миллиамперметр ва манбаи ҷараён пайдарпай пайваस्त карда шудааст. Мавриди ҳарорат $0\ ^\circ\text{C}$ будан, муқовимати реостат $R = 200\ \Omega$ аст. Муқовимати миллиамперметр ба $r = 20\ \Omega$ ва ҷараёни аз он ҷорӣ шудаистода ба $I_0 = 30\ \text{mA}$ баробар аст. Агар реостат то $50\ ^\circ\text{C}$ гарм карда шавад, миллиамперметр чӣ гуна қиматро нишон медиҳад? Коэффициенти термикии муқовимати оҳан $\alpha = 6 \cdot 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ аст. Муқовимати дохилии манбаро ба эътибор нагиред.

4. Ҳангоми аз $t_1 = 0\ ^\circ\text{C}$ то $t_2 = 30\ ^\circ\text{C}$ тағйир ёфтани ҳарорат иқтидори истеъмолкунии электромагнити печакаш аз сими мисӣ тайёр кардашуда чанд фоиз тағйир меёбад? Коэффициенти термикии муқовимати мис $\alpha = 4,3 \cdot 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ аст.

5. Муқовимати печакҳои сими мисии ғалтак дар ҳарорат 14°C $10\ \Omega$ аст. Пас аз ба ҷараён пайвастан муқовимати ғалтак ба $12,2\ \Omega$ баробар шуд. Печак то кадом ҳарорат гарм мешавад? Коэффициенти термикии муқовимати мис ба $4,15 \cdot 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ баробар аст.

6. Ба баллони лампочка 220V , 100W навишта шудааст. Барои чен кардани муқовимати мўяк дар ҳолати хунукӣ ($0\ ^\circ\text{C}$) ба лампа шиддати $2\ \text{В}$ дода шуд ва қувваи ҷараён ба $54\ \text{mA}$ баробар шуд. Ҳарорати гармшавиро ёбед. Коэффициенти термикии муқовимат барои волфрам $\alpha = 4,8 \cdot 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ аст.

7. Муқовимати сими платинӣ дар ҳарорати 20°C ба $20\ \Omega$ ва муқовимати он дар ҳарорати $500\ ^\circ\text{C}$ ба $59\ \Omega$ аст. Коэффициенти термикии муқовиматро барои платина ёбед.

8. Барои 3 маротиба зиёд кардани муқовимати алюминии ҳарораташ 0°C , онро то кадом ҳарорат гарм кардан лозим аст ($^\circ\text{C}$)? Коэффициенти термикии муқовимат барои алюминий $\alpha = 4 \cdot 10^{-3}\ ^\circ\text{C}^{-1}$ аст.



КОРИ ЛОИҲАВЇ

МАНБАЪҲОИ ЭЛЕКТРИКИИ МУҚОБИЛ(АЛТЕРНАТИВЇ)

Мақсад: омӯзиши манбаъҳои алтернативии энергия.

Манбаъҳои «ноанъанавии» энергия, ки энергияи электрикӣ ҳосил мекунад: Оғтоб, шамол, геотермалӣ, ҳидроген ва ғайраҳо.

Энергияи оғтобӣ. Энергияи оғтоб - энергияи афканишотест, ки дар натиҷаи реаксияҳои ядроии дар оғтоб содиршаванда ба вучуд меояд.

Усулҳои ба даст овардани энергияи электрикӣ ва гармӣ аз афканишоти оғтоб.

1. Бо ёрии фотоэлементҳо гирифтани энергияи электрикӣ.
2. Энергияи гелиотермалӣ – аз таъсири афканишоти оғтоб гарм шудани сатҳи ҷисм.
3. «Бодбонҳои оғтобӣ» - дар фазои холии беҳаво ба энергияи кинетикӣ табдилёбии афканишоти оғтоб.
4. Электростансияи термикӣ ҳавой - энергияи оғтобро ба энергияи ҷараёни ҳаво табдил додан.

Модулиҳои панели оғтобӣ

Энергияи шамол. Энергияи шамол энергияест, ки дар натиҷаи ҳаракати массаҳои ҳаво ҳосил мешавад. Парракҳое, ки дар зери таъсири шамол гардиш меҳӯранд, ҳаракатро ба воситаи меҳвар ба генератори электрикӣ мегузаронанд. Дар ин ҷо, дар навбати худ энергияи электрикӣ истеҳсол карда мешавад.



Модули стандартӣ



Модули ҳамида

Дар поён бо ёрии энергияи шамол ҳосилкунии энергияи электрикиро меомӯзем.

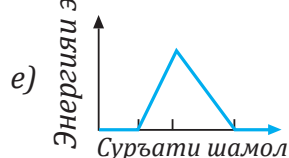
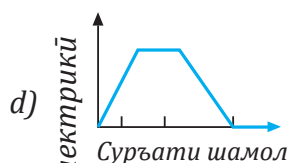
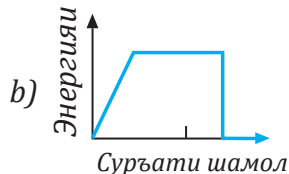
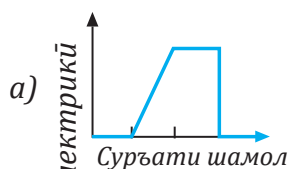
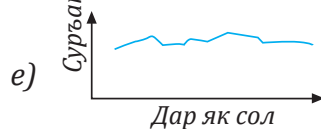
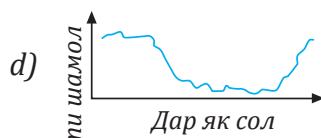
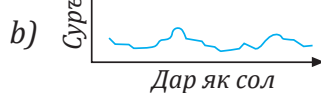
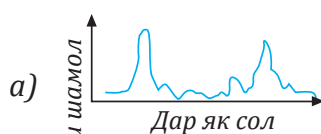
Ҷиҳозҳои лозимӣ: зарфи консерва, муҳаррики электрикӣ, хаткашаки ҷӯбин, пояи пенопластӣ, симҳои васлкунанда, мӯйхушккунак (фен), лампочкаи электрикӣ, термоширеш, қайчӣ, асбоби кафшери электрикӣ.

Тартиби иҷрои кор

1. Бо қайчӣ, аз зарфи консерва ё зарфи пластикӣ қисми гардиши се ё чор парракдор созад.
2. Муҳаррики электрикиро ба хаткаши ҷӯбин бо ширеш часпонед.
3. Парракро ба меҳвари гардиши муҳаррики электрикӣ часпонед.
4. Бо ёрии ширеш хаткашакро амудӣ ба пояи пенопласт маҳкам кунед.



БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ



5. Симҳои пайвастуниро ба ду қутби муҳаррик бо ёрии асбоби кафшери электрикӣ пайваст кунед. Агар асбоби кафшери электрикӣ нашошта бошад, аз сиққонакҳо истифода бурда, васл кунед.

6. Ба нӯги дуҷоми симҳои пайвасткунанда бо ёрии сиққонакҳо диоди рӯшноиро пайваст кунед.

7. Таҷҳизоти тайёро дар шамол санҷед ва фурузонии диоди рӯшноиро мушоҳида кунед.

8. Агар шамол набошад, аз мӯйхушккунак истифода бурда, шамолҳои сунъӣ ҳосил карда парракро гардиш диҳед ва ҳулоса кунед.

Дар таҷриба кадом намуди энергия ба кадом намуди энергия табдил меёбад?

Муайян кунед, ки барои бо ёрии шамол гирифтани ягон энергия ба чӣ боёд эътибор дод?

Дар графикҳои тасвирёфта дар давоми 1 сол дар 4 ҷойҳои гуногун қимати суръати миёнаи шамол дода шудааст.

Вазифаи 1. Дар кадом график барои аз шамол гирифтани энергия сохтани генератор ҷои беҳтар ифода ёфтааст?

Вазифаи 2. Назар ба манбаҳои энергияи нефт, ангиштсанг ва монанди инҳо як афзалият ва як камбудии энергияи шамолро нависед.

Афзалият: _____

Камбудӣ: _____ F _____

Вазифаи 3. Шамол ҳар қадар пурқувват бошад, парракҳои генератори шамолӣ ҳамон қадар тез гардиш меҳӯранд ва бештар энергияи электрикӣ истеҳсол мекунанд. Лекин суръати шамол бо иқтидори энергияи электрикии истеҳсолшуда бевосита алоқа надорад.

Дар поён бо ёрии шамол чор шартҳои истеҳсоли энергия мавҷуд аст;

- Суръати шамол ба v_1 баробар шавад, парракҳо давр мезананд.

- Суръати шамол аз v_2 зиёд бошад, суръати гардиши паррак аз нуқтаи назари беҳатарӣ зиёд намешавад.

- Суръати шамол баробари v_2 бошад, энергияи электрикӣ максимал мешавад

- Суръати шамол ба v_3 баробар бошад, парракҳо аз гардиш мемонанд.

Дар кадом график муносибати байни суръати шамол ва энергияи электрикии истеҳсолшуда дуруст нишон дода шудааст?



Вазифаи 4. Генератори шамолий аз сатҳи Замин ҳар қадар баланд бошад ҳам, ҳамаи онҳо бо як суръат давр мезананд.

Ба суоли барои чӣ парракҳои генераторҳои шамолий, ки аз сатҳи замин баландтар ҷойгир шудаанд, бо як хел суръат гардиш мекунанд, ҷавоби пурра ва дурустро интихоб кунед.

а) аз сатҳи Замин чӣ қадар баланд бошад, зичии ҳаво ҳамон қадар паст мешавад.

б) аз сатҳи Замин чӣ қадар баланд бошад, ҳарорат ҳамон қадар паст мешавад.

в) аз сатҳи Замин чӣ қадар баланд бошад, намии ҳаво ҳамон қадар зиёд мешавад.

г) аз сатҳи Замин чӣ қадар баланд бошад, зуд – зуд борон меборад.



1. Дар осиёҳои шамолий энергия аз як намуд ба намуди дигар чӣ гуна табдил меёбад?

2. Энергияи гирифташаванда ба суръати шамол чӣ гуна алоқаманд аст?

3. Оё дар ҷои зисти шумо барои аз шамол гирифтани энергия, яъне барои сохтани генератори шамолий шароити мувофиқ вучуд дорад?

4. Ба назари Шумо, дар кадом ҳудуди Ўзбекистон сохтани генераторҳои аз шамол энергия гиранда мувофиқи мақсад аст?

5. Ба фикри шумо, сохтани генератори шамолий ба рушди кишвари мо чӣ гуна мусоидат мекунад?



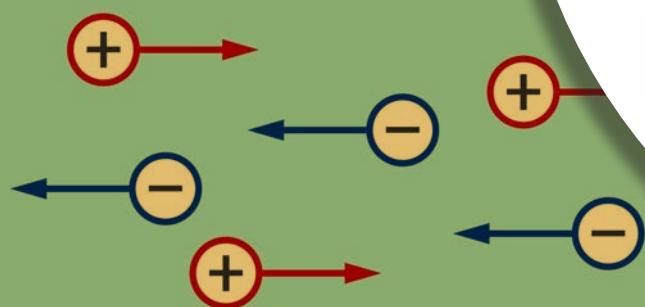
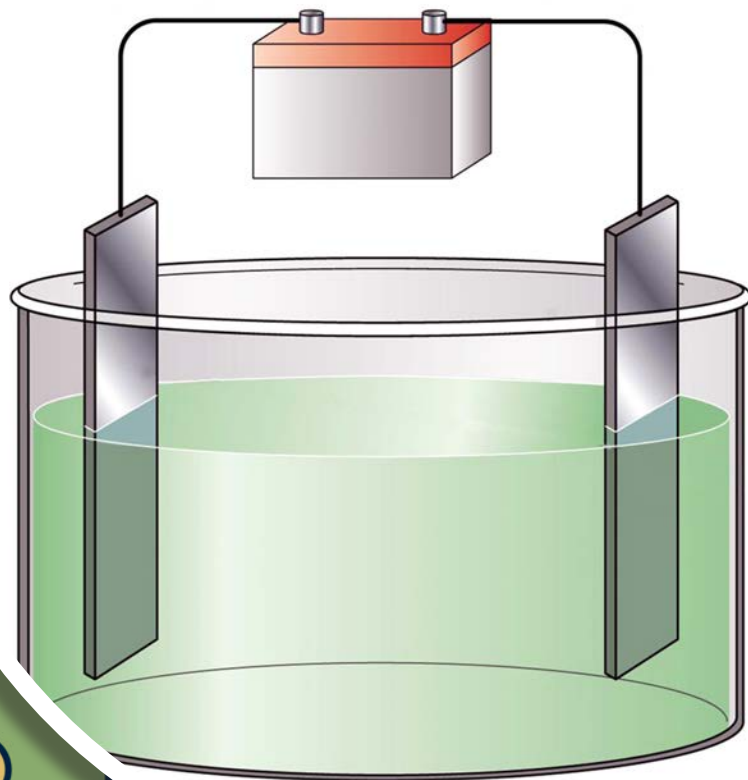


БОБИ V . ҚОНУНҲОИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

МАСЪАЛАҲО БАРОИ ҲАЛЛИ МУСТАҚИЛОНА ОИДИ БОБИ V

1. Ба заряди $5 \mu\text{C}$, ки дар майдони шадидияташ 800 V/m ҷойгир аст, чӣ қадар қувваи электростатикӣ (N) таъсир мекунад?
2. Ба кураи металли радиусаш 6 cm заряди 24 nC дода шудааст. Дар нуқтаи аз маркази кура дар дурии 9 cm воқеъ буда, шадидият ба чӣ баробар аст?
3. Ба сатҳи кураи радиусаш 12 cm заряди мусбати $0,18 \mu\text{C}$ мунтазам тақсим шудааст. Потенсиали майдонро дар маркази кура (V) ёбед.
4. Ҳангоми кўчонидани заряди нуқтавии q байни ду нуқтаи фарқи потенциалҳояш 100 V кори 5 mJ иҷро шуд. Миқдори заряди q (μC) ба чӣ баробар будааст?
5. ҚЭҲ-и батарея $1,55 \text{ V}$. Вай ба муқовимати берунаи муқовиматаш 3Ω васл шавад, дар сиққонакҳои батарея шиддат баробари $0,95 \text{ V}$ шуд. Муқовимати дохилии батареяро ёбед.
6. Дар батареяи ба занҷири ҷараён васлшудаи ҚЭҲ-аш 30 V қувваи ҷараён баробари 3 A аст. Шиддат дар сиққонакҳои батарея 18 V . Муқовимати дохилии батарея ва муқовимати берунии занҷирро ёбед.
7. Ба манбаи ҷараёни электрикӣ муқовимати 5Ω пайваست карда, қувваи ҷараён дар занҷир ба 5 A , ҳангоми васл кардани муқовимати 2Ω ҷараён дар занҷир ба 8 A баробар шуд. Муқовимати дохилии манбаъ ва ҚЭҲ-и манбаъро ёбед.
8. ҚЭҲ-и манбаи ҷараён $1,5 \text{ V}$, ҷараёни расиши кўтоҳ 30 A . Муқовимати дохилии манбаъ ба чӣ баробар аст? Агар элемент ба ғалтаки муқовиматаш 1Ω васл карда шавад, шиддат дар қутбҳои элемент ба чӣ баробар мешавад?
9. Элементҳои ҚЭҲ ашон $1,5 \text{ V}$ ва 2 V буда бо қутбҳои ҳамном ба якдигар пайваст карда шудааст. Вольтметри ба қутбҳои батарея васлшуда шиддати $1,7 \text{ V}$ -ро нишон дод. Нисбати муқовиматҳои дохилии манбаро ёбед.
10. Муқовиматҳои дохилии элементҳои ҚЭҲ-ашон $1,3 \text{ V}$ ва 2 V мувофиқан ба $0,1 \Omega$ ва $0,25 \Omega$ баробаранд. Онҳо мувозӣ васл шуданд. Қувваи ҷараёни занҷир ва шиддати сиққонакҳои манбаҳоро ёбед.
11. Шиддат дар рӯяҳои конденсатори ҳамвор 150 V , заряд $80 \mu\text{C}$ бошад, энергияи майдони конденсатор ба чӣ баробар аст?
12. Конденсатори ҳамвор заряди $2 \mu\text{C}$ гирифта ба $0,5 \mu\text{J}$ энергияи майдон соҳиб шуд. Ғунҷоиши конденсатор чӣ гуна будааст?
13. Ба конденсатори ҳамвор заряди $4 \cdot 10^{-5} \text{ C}$ дода шавад, энергияи он ба 20 mJ баробар шуд. Шиддати байни рӯяҳои конденсаторро ёбед.
14. Дар нуқтаи шадидияташ $3 \cdot 10^3 \text{ V/m}$ зичии энергияи майдони электрикиро ёбед. Нуфузпазири диэлектрикии муҳит ба 4 баробар аст.

БОБИ VI



ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЇ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

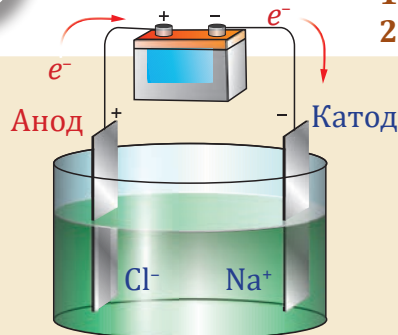
Дар ин боб шумо дар бораи мавзӯҳои зерин маълумот хоҳед гирифт:

- қараёни электрикӣ дар моеъҳо;
- қонуни якум ва дуҷуми Фарадей;
- истифодаи электролиз дар рӯзгор ва техника
- қараёни электрикӣ дар газҳо. Қараёни электрикӣ дар вакуум;
- нимноқилҳо ва фарқияти онҳо аз металлҳо;
- гузаронандагии электрикии нимноқилҳо;
- асбобҳои нимноқилӣ ва истифодаи онҳо дар техника.

МАВЗЎИ 38

ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИК ДАР МОЕЪҲО

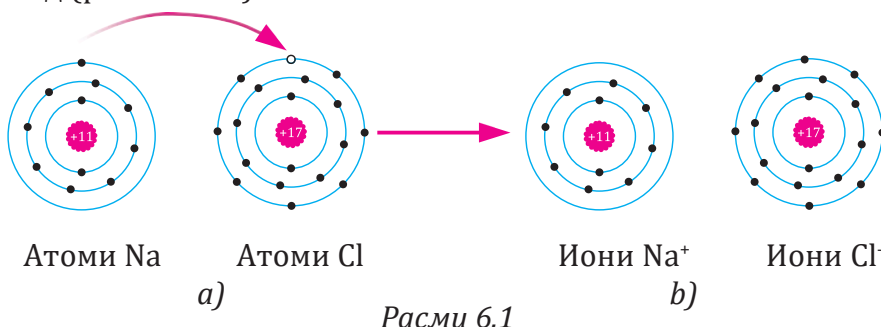
1. Банди ионӣ.
2. Электролитҳо.



Чаро ионҳои ишораҳояшон гуногун дар натиҷаи ҷазб на-мудани ҳамдигар дар элект-ролит муттаҳид шуда, ба молекулаҳои нейтралӣ таб-дил намеёбанд? Аз чӣ сабаб дар электролит молекулаҳо ҳамеша ба ионҳо ҷудо шуда меистанд?

1. Пайванди ионӣ

Маълум аст, ки атомҳои бисёр моддаҳоро бо се роҳи асосӣ бо ҳам пайваस्त кардан мумкин аст: банди металлӣ, банди ковалентӣ ва банди ионӣ. Намунаи банди ионӣ нама-ки ошӣ - хлориди натрий (NaCl) мебошад. Як атоми натрий (Na) 11-то электрон дорад, ки 1-тоаш дар қабати электро-нии берунӣ ҷойгир аст. Як атоми хлор (Cl) 17-то электрон дорад, ки 7-тоаш дар қабати электронии берунӣ давр меза-над (расми 6.1 а).

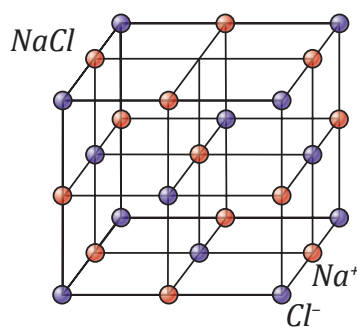


Расми 6.1

Атомҳои алоҳидаи ҳама элементҳои кимиёвӣ электро-нейтрал мебошанд. Зеро шумораи протонҳои зарядашон мусбат дар ядрои атом ба шумораи электронҳои зарядашон манфӣ, ки дар атрофи ядро ҷарх мезанад баробар аст. Муво-фиқи он, дар ҳолати алоҳидагӣ атомҳои Na ва Cl электроней-трал мебошанд.

Вақте ки атомҳои хлор ва натрий ба ҳамдигар наздик мешаванд, ҷойивазкунии электронҳо сар мешаванд. Атоми хлор аз қабати электронии берунаи атоми натрий 1-то элек-трон мегирад. Дар натиҷа атоми хлор ба иони хлори манфӣ заряднок (Cl^-), яъне $\text{Cl}^- + e^- \rightarrow \text{Cl}^-$ ва атоми натрий ба иони мусбат заряди натрий (Na^+), яъне Na мубаддал мешавад.

$\text{Na}^+ + e^- \rightarrow \text{Na}^+$ (расми 6.1 б). Ионҳои натрий ва хлори до-рои ишораҳои гуногун ҳамдигарро ба худ кашида (таъсири қувваи Кулон) ва панҷараи кристалии NaCl -ро ташкил ме-диҳанд (расми 6.2). Дар ин маврид реаксияи ташаккули мо-лекулаи намаки ош ба таври зерин ифода карда мешавад:



Расми 6.2



Пайванди кимиёвие, ки дар байни ионҳо дар натиҷаи қувваи Кулон ба вучуд меояд, банди ионӣ номида мешавад.

2. Электролитҳо

Баъзе моеъҳо метавонанд қувваи ҷараёно гузаронанд, дар ҳоле ки дигар моеъҳо наметавонанд. Оби соф (дистиллшуда) қувваи ҷараёно намегузаронад. Маҳлулҳои обии намакҳо, ишқорҳо ва кислотаҳо, ноқилҳои хуби ҷараён мебошанд, гарчанде ки онҳо гузаронандагии электронӣ надоранд. Чунин маҳлулҳо гузаронандагии ионино доранд.

Гузаронидани моеъҳоро бо ёрии ҷиҳозҳои оддӣ дар расми 6.3 нишон додашуда муайян кардан мумкин аст. Инҳо асосан аз як зарфи шишагӣ ва ду милаи карбонӣ, ки ба он фуруварда шудаанд - электродҳо, лампочка, калид, манбаи ҷараён ва симҳои пайвастандан иборатанд.

Оби софи дистиллшударо ба зарфи шишагини электроддор мерезем ва дар вақти пайвастан кардани калид мебинем, ки лампочка фурузон намешавад. Ҳамин тавр, оби дистиллшуда қувваи ҷараёно намегузаронад. Мо калидро ҷудо карда, ба оби зарф каме намаки ош (NaCl) меандозем ва мебинем, ки ҳангоми васл кардани калид лампочка фурузон мешавад. Ҳамин тариқ, оби шӯр қувваи ҷараёно мегузаронад. Сабаби ин дар чист?

Ҳангоми ба об илова кардани намаки ош молекулаҳои об Na^+ ва ионҳои Cl^- -ро, ки дар рӯи панҷараи кристалии намаки ош ҷойгир шудаанд, ихота мекунанд (расми 6.4 а). Тарафи манфӣ заряднокшудаи молекулаҳои об ионҳои Na^+ -ро дар панҷараи кристаллӣ ва тарафи мусбат заряднокшудаи молекулаҳои об ионҳои Cl^- -ро ихота карда, онҳоро бо қувваи Кулон ба худ ҷазб мекунанд. Дар натиҷа панҷараи кристалии NaCl вайрон шуда, дар об ионҳои Na^+ ва Cl^- ба вучуд меоянд. Онҳо бо молекулаҳои об ихота шудаанд ва ҳаракати бетартибонаи озод мекунанд.

Ҳодисаи ба ионҳои мусбат ва манфӣ ҷудо гаштани моддаҳо дар маҳлул, диссоциатсияи электрикӣ номида мешавад.

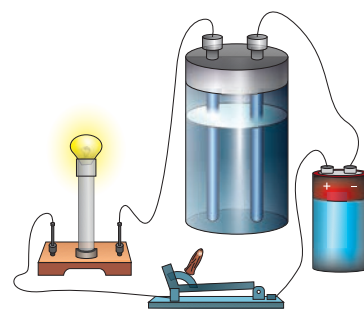
Азбаски дар натиҷаи диссоциатсияи электрикӣ ионҳо ҳосил мешаванд, ин ҷараёно **генератсияи ионҳо** низ меноманд. Ҷараёни генератсияро дар мисоли маҳлули намаки ош бо реаксияи зерин ифода менамоем:



Ҳангоми пайвастан намудани калиди занҷири дар боло тасвирёфта (расми 6.3) ионҳои мусбати Na^+ ба ҷониби катодаи манфӣ заряднокшуда ҳаракат мекунанд, барои ҳамин ҳам ионҳои зарядашон мусбиро **катионҳо** меоманд. Ионҳои манфии Cl^- бошанд ҷониби анодаи мусбат заряднокшуда ҳаракат мекунанд ва онҳоро **анионҳо** меноманд (расми 6.4-б). Дар натиҷа дар занҷир ҷараён ҷорӣ мегардад.

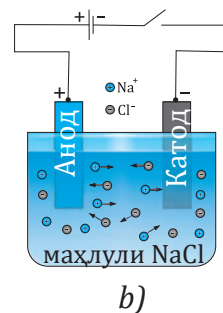
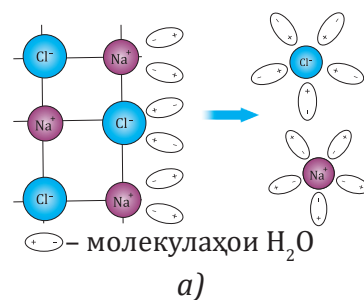
Чӣ қадаре, ки миқдори ионҳо дар электролит зиёд бошанд, он ҳамон қадар ҷараёни электрикиро хуб мегузаронад.

Бисёр моддаҳо дар табиат бандҳои ионӣ доранд. Намунаҳои инҳо намакҳо, ишқорҳо ва кислотаҳо мебошанд.



Расми 6.3

Электроде, ки ба қутби мусбии манбаи ҷараён васл шудааст анод ва электроди ба қутби манфӣ васлшуда катод номида мешаванд.



Расми 6.4

БОБИ VI. ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЎ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН



Дар натиҷаи диссоциатсияи ионӣ маҳлулҳои ишқор, кислота, намак ва пайвастиҳои дигарро, ки аз ҳудашон қараёни электрикиро мегузаронанд, электролитҳо номида мешаванд.

**Супориши амалӣ**

Мақсад: Омӯхтани гузаштани қараёни электрикӣ аз маҳлули обии намаки ош.

Таҷҳизоти зарурӣ: зарфи шишагӣ, оби соф, намаки ош, ду электрод, лампочка бо пояи контактдор, батареяи 9 V ё элементи галванӣ, калид, симҳои пайвастанд.

Тартиби иҷрои супориши амалӣ:

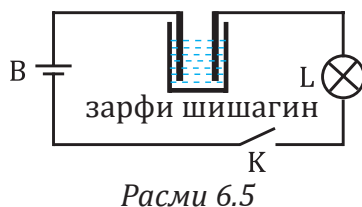
1. Дар асоси схемаи додашуда занҷири қараёнро васл кунед (ниг. ба расми 6.5).

2. Оби дистиллиро ба зарфи шишагин рехта ва калидро пайваст кунед. Мушоҳида кунед, ки лампочка фурузон мешавад ё не. Пас калидро аз занҷир ҷудо кунед.

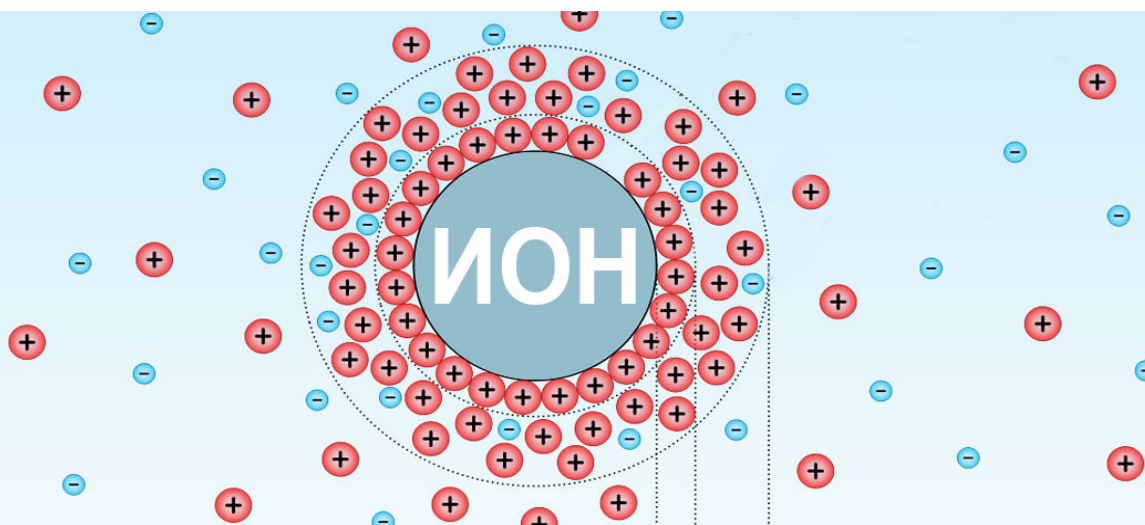
3. Дар як косаи об каме намаки ош гузореда ва калидро пайваст кунед. Фурузоншавии лампочкаро мушоҳида намоед. Пас калидро хомӯш кунед.

4. Ба зарфи об боз каме намаки ошӣ илова кунед ва занҷирро пайваст кунед. Фурузоншавии лампочкаро мушоҳида намоед. Пас калидро аз занҷир ҷудо кунед.

5. Таҷрибаи банди (4)-ро як ё ду маротибаи дигар такрор кунед. Аз рӯи натиҷаи таҷриба хулоса кунед.



1. Фарқи байни ион ва атоми нейтрал дар чист?
2. Кӯчиши модда дар гузаронандагии ионӣ ва электронӣ ба амал меояд? Ҷавоби худро шарҳ диҳед.
3. Ба банди ионӣ мисолҳо оред.
4. Оё ҳамаи моддаҳои дар ҳолати моеъ буда, ки аз худ қараёни электрикиро мегузаронанд, электролитҳо ба шумор мераванд? Ҷавоби худро шарҳ диҳед.





ҚОНУНИ ЯКУМ ВА ДҮЮМИ ФАРАДЕЙ

МАВЗҶИ 39

1. Ҳодисаи электролиз.
2. Қонуни якуми Фарадей.
3. Қонуни дуюми Фарадей.

Ба фикри шумо, аз чиҳати принципи коркуниашон элементи галванӣ аз аккумулятор чӣ фарқ дорад?



Дар мавзӯи гузашта мо бо пайдоиши электролит ва аз он гузаштани ҷараён шинос шудем. Акнун биед бо он шинос шавем, ки ҳангоми аз электролит гузаштани ҷараён чӣ гуна ҳодисаҳо содир мешаванд.

1. Ҳодисаи электролиз

Як зарфи шишагинро гирифта, ба он оби дистилшуда ва намаки сульфати мис (CuSO_4) мегузorem, то электролит ҳосил шавад. Намаки сульфати мис дар об ҳал мешавад ва молекулаҳои он ба ионҳо тақсим шуда, ионҳои Cu^{2+} ва SO_4^{2-} ро ташкил медиҳанд. Cu^{2+} иони атоми мис аст, ки дар қабати электронии берунии худ ду электронро гум кардааст ва 2-то заряди мусбати элементарӣ дорад. Иони SO_4^{2-} иони сульфатест, ки 2 электрони иловагиро пайваست кардааст ва дар натиҷа 2-то заряди манфии элементарӣ дорад. Дар электролит ду электрод – анод ва катодро гузошта, схемаи дар расми 6.6 нишондодашударо месозем. Агар калидро пайваст кунем, амперметр нишон медиҳад, ки ҷараён аз электролит гузашта истодааст. Ионҳои мусбати Cu^{2+} ба сӯи катод ва ионҳои манфии SO_4^{2-} ба сӯи анод ҳаракат мекунанд. Ба катод катионҳои Cu^{2+} омада, аз он 2-то электрон гирифта, ба атомҳои нейтралӣ Cu мубаддал мешаванд ва дар катод мекунанд, яъне реаксияи $\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ ба амал меояд. Вақте ки ҷараён аз электролит мегузарад, дар катод атомҳои мис ҷамъ мешаванд. Вақте ки анионҳои SO_4^{2-} ба анод мерасанд, молекулаҳои обе, ки бо SO_4^{2-} иҳота шудаанд, электронҳои худро ба анод медиҳанд. Дар ин ҳолат, парчашавии молекулаҳои об ба амал омада гази оксиген дар анод бароварда мешавад.

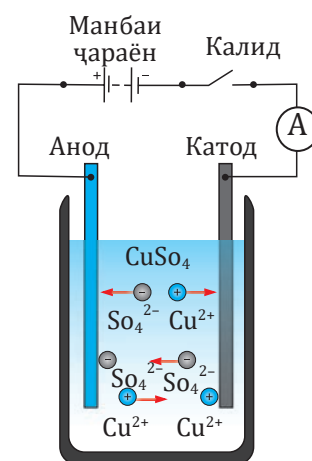
2. Қонуни якуми Фарадей

Таҷрибаҳои гузаронидаи физики англис М.Фарадей нишон дод, ки массаи моддае, ки дар электролиз ҳангоми электролиз ҷудо мешавад, ба миқдори ионҳое, ки ба сӯи электрод ҳаракат мекунанд, яъне ба миқдори заряде, ки аз электролит мегузарад, вобаста аст.

Массаи моддае, ки ҳангоми электролиз дар электрод ҷудо мешавад, ба миқдори заряде, ки аз электролит мегузарад, мутаносиби роста аст:

$$m \sim q$$

Ҳодисаи ҷудошавии моддаҳо дар электродҳо ҳангоми гузаштани ҷараёни электрикӣ, электролиз номида мешавад.



Расми 6.6

Аз таркиби моддаҳои омехта бо роҳи гузарондани ҷараёни электрикӣ аз электролит моддаи софро (металл ё газ) ҷудо кардан мумкин аст.

БОБИ VI. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

Ин вобастагӣ қонуни якуми Фарадей номида шуда, ин муносибатро бо ёрии баробарии зерин ифода кардан мумкин аст:

$$m = k \cdot q \quad (1)$$

дар ин ҷо m – массаи моддае, ки ҳангоми электролиз ҷудо гардидааст, q – миқдори заряде, ки аз электролит ҷорӣ гаштааст, k – коэффитсиенти мутаносибӣ буда, эквиваленти электрохимии модда номида мешавад.

Эквиваленти электрохимии модда бузургист, ки ададан ба массаи моддае, ки дар электрод, ҳангоми аз электролит гузаштани як кулон заряд, ҷудо мешавад, баробар аст:

$$k = m/q \quad (2)$$

Дар СҶБ воҳиди эквиваленти электрохимии $[k] = \text{kg/C}$ қабул карда шудааст. Эквиваленти электрохимии моддаҳои гуногун ба таври таҷрибавӣ муайян карда шудаанд, масалан, барои нуқра $k = 1,118 \text{ mg/C}$, барои хлор $k = 0,367 \text{ mg/C}$, барои мис $k = 0,329 \text{ mg/C}$, барои никел $k = 0,304 \text{ mg/C}$, барои алюминий $k = 0,094 \text{ mg/C}$.

Миқдори зарядро, ки аз электролит мегузарад, бо қувваи ҷараён (I) ва вақти гузариши ҷараён (Δt) ифода намуда, яъне бо назардошти он ки $q = I \cdot \Delta t$, барои дар электрод массаи моддаи ҷудошуда ифодаи зеринро ба даст меорем:

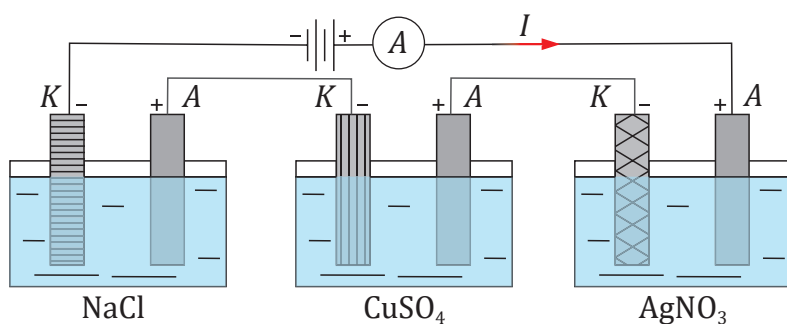
$$m = k \cdot I \cdot \Delta t. \quad (3)$$

Қонуни якуми Фарадейро дар асоси таҷрибаи зерин санҷидан мумкин аст. Се ваннаи А, В ва С, ки бо электролитҳои якхела пур карда шудаанд, электродҳои онҳо ба ҳамдигар чӣ тавре ки дар расми 6.7 нишон дода шудааст пайваст карда шудаанд. Мувофиқи расм ҷараёни I_A , ки аз ваннаи электролитии А мегузарад, ба ҷамъи ҷараёнҳои I_B ва I_C , ки аз ваннаҳои электролитии В ва С мегузарад, баробар аст:

$$I_A = I_B + I_C. \quad (4)$$

тибқи формула массаи моддаҳои, ки ҳангоми электролиз дар ваннаҳои электролитии А, В ва С ҷудо мешаванд ба $m_A = k \cdot I_A \cdot \Delta t$, $m_B = k \cdot I_B \cdot \Delta t$ ва $m_C = k \cdot I_C \cdot \Delta t$ баробар буда муносиати $m_A = m_B + m_C$ мувофиқ хоҳад буд, ки ин дар таҷриба тасдиқ шудааст.

3. Қонуни дуҷуми Фарадей



Расми 6.8

Дар як силсила таҷрибаҳо Фарадей миқдори гуногуни зарядро аз электролитҳои гуногун гузаронид. Вай дар солҳои 1833—1834 дар асоси натиҷаҳои ҷен кардани массаи моддаҳои дар электродҳо ҷудошаванда қонуни дуҷуми электролизро кашф кард.

Хусусияти атомҳои элементро, ки қобилияти ташкили бандҳои

химииро нишон медиҳад **валентнокӣ (Z)** меноманд.



Миқдори модда (ν) – бузургииест, ки нисбати шумораи заррачаҳои (атомҳо ё молекулаҳои) моддаи додашударо ба шумораи атомҳои 0,012 kg карбон ифода мекунад.

Массаи молярӣ (M) – массаи моддаест, ки миқдори он 1 мол аст. Биёед ба дастгоҳи таҷрибавӣ диққат диҳем. Се ваннаи электролитро гирифта, ба якум маҳлули намакҳои хлориди натрий (NaCl), ба дуюм сульфати мис (CuSO_4) ва ба сеюм нитрати нуқра (AgNO_3) мерезем. Электродҳои дар электролитҳо ғудохташударо ба манбаи ҷараён пай дар пай пайваст мекунем, ки дар расми 6.8 нишон дода шудааст. Дар ин ҳолат дар катодҳои ваннаи якум натрий (Na) ва дар анод хлор (Cl_2), дар катоди ваннаи дуюм мис (Cu) ва дар анод оксиген (O_2) ҷудо мегарданд. Дар катоди ваннаи сеюм нуқра (Ag) ва дар анод оксиген (O_2) ҷудо мешаванд.

Азбаски ваннаҳо пай дар пай пайваст карда шудаанд, ҷараёни I аз ҳар як электролит мегузарад. Аз ин рӯ, миқдори заряде, ки дар вақти Δt аз электролитҳо мегузарад, яхела $q = I \cdot \Delta t$ аст. Аммо массаҳои моддаҳои натрий, мис ва нуқра дар катодҳо ғуноғунанд. Ин ба он вобаста аст, ки массаҳои молярии Na , Cu ва Ag ва валентнокии онҳо ғуноғунанд.

Ин таҷриба ҳангоми электролиз ба массаҳои моддаҳои дар ҳар як ванна, дар катод ҷудошуда $\left(\frac{M}{Z}\right) = \frac{\text{Массаи молярӣ}}{\text{Валентноки}}$ мутаносиби роста буданашро тасдиқ мекунад.

Нисбати массаи молярии модда ба валент $\left(\frac{M}{Z}\right)$ эквиваленти кимиёвии модда номида мешавад.

Эквиваленти кимиёвии моддаи яқвалентӣ аз ҷиҳати ададӣ ба массаи молярии он баробар аст. Қонуни дуҷуми Фарадей муносибати байни эквиваленти электрокимиёвии модда ва эквиваленти кимиёвии онро ифода мекунад. Вай ин қонунро дар асоси таҷриба муайян кардааст. Қонуни дуҷуми Фарадей чунин таъриф дода мешавад:

Эквиваленти электрокимиёвии модда ба эквиваленти кимиёвии он мутаносиби роста аст:

$$k \sim \frac{M}{Z} \text{ ё ки } k = \frac{1}{F} \frac{M}{Z} \quad (4)$$

Дар ин ҷо таносуби $1/F$ омили мутаносибӣ аст, ки барои ҳама моддаҳо миқдори доимӣ мебошад. Миқдори F дар ин ифода *доимии Фарадей* номида мешавад ва арзиши ададии он $F \approx 96500$ С/мол мебошад. Барои умумӣ кардани қонунҳои I ва II Фарадей, агар к-ро дар формулаи $m = k q$ бо ифодаи он дар муодилаи (4) иваз кунем, муодилаи зерин ҳосил мешавад:

$$m = \frac{1}{F} \frac{M}{Z} \cdot q \quad (5)$$

Мувофиқи ифодаи (5) ҳангоми электролиз миқдори заряде, ки аз электролит мегузарад, барои ҷудо кардани 1 мол моддаи як валента, бояд ба доимии Фарадей (96500 кулон) баробар бошад. Барои он ки дар электролит як мол моддаи валентии Z баробар бошад, аз электролит бояд $Z \cdot 96500$ кулон заряд гузарад.

Массаи моддае, ки ҳангоми электролиз ҷудо мешавад, ба эквиваленти электрокимиёвии модда ва миқдори заряде ки ҳангоми электролиз мегузарад, мутаносиби роста аст.

Массаи моддае, ки ҳангоми электролиз ҷудо мешавад, ба миқдори заряди ҷоришаванда, массаи молярӣ ва валентнокии атомҳои модда вобаста аст.

БОБИ VI. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

Намунаи ҳалли масъала

Барои ба даст овардани 1 g ҳидроген ҷараёни 0,1 А-ро дар чӣ қадар вақт аз маҳлули кислотаи сулфат гузарондани лозим аст? Массай молярии ҳидроген (дар шакли атомӣ) 1 g/mol ва валентнокии он ба 1 баробар аст.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$m = 1 \text{ g} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ $M = 1 \text{ g/mol} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol}$ $I = 0,1 \text{ A}$ $Z = 1$ $F \approx 96500 \text{ C/mol}$ $t = ?$	$m = k \cdot q; q = I \cdot t$ $k = \frac{1}{F} \cdot \frac{M}{Z}$ $t = \frac{F}{M} \cdot \frac{Z \cdot m}{I}$	$t = \frac{96500 \text{ C/mol} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/mol} \cdot 0,1 \text{ A}} =$ $= 9,65 \cdot 10^5 \text{ s} \approx 268 \text{ соат}$ Ҷавоб: $t \approx 268 \text{ соат}$



Машқи 31

1. Ҳангоме, ки ҷараёни аз маҳлули намак дар ваннаи электролитӣ гузаранда 4 маротиба зиёд мешавад, массай моддаи дар як воҳиди вақт ҷудошуда дар катод чӣ тавр тағйир меёбад?
2. Агар ҳангоми электролиз аз маҳлули CuSO_4 заряди электрикии 100C гузарад, дар катод чӣ қадар мис ҷудо мешавад?
3. Барои гальванизатсияи ашёи металлӣ дар ваннаи электролитӣ электроди руҳи массааш 0,01 kg гузошта шудааст. Барои пурра сарф шудани электрод аз ванна чӣ қадар заряд бояд гузарад? Эквиваленти электрохимиявӣ руҳ $3,4 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ мебошад.
4. Зичии ҷараёне, ки аз электролит мегузарад, $4 \cdot 10^4 \text{ A/m}^2$ аст. Ғафсии хромо, ки дар электролит дар давоми 100 сония ҷудо мешавад, ҳисоб кунед. Зичии хром $7,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, эквиваленти электрохимиявӣ $1,8 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$.
5. Агар барои электролиз тамоми энергияи дастгоҳи тавоноияш 30 kW ва шиддаташ 30 V сарф шавад, дар 10 дақиқа аз моддаи эквиваленти электрохимиявӣ $3 \cdot 10^{-7} \text{ kg/C}$ буда чӣ қадар ҷудо мешавад?



1. Маънои физикии эквиваленти электрохимиявӣ моддаи чист?
2. Чаро ҳангоми аз маҳлули намаки сульфати мис гузаштани ҷараёни электрикӣ дар реаксияи дар анод ба амал омада ионҳои SO_4^{2-} иштирок намеkunанд?
3. Дар асоси таҷриба чӣ тавр фаҳмонидан мумкин, ки массай моддае, ки ҳангоми электролиз ҷудо мешавад, ба массай молярии ин модда мутаносиби роста аст?
4. Чӣ тавр метавон бо роҳи таҷриба санҷид, ки массай моддаи ҳангоми электролиз ҷудошуда ба валентнокии ин модда вобаста аст?



ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 40

Намунаҳои ҳалли масъала

1. Барои рӯйпӯш намудани қошуқи оҳани масоҳаташ 25 cm^2 бо нуқраи ғафсиаш $0,08 \text{ mm}$ аз маҳлули намаки нуқра чӣ қадар заряд бояд гузарад? Зичии нуқра $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ аст.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$S = 25 \text{ cm}^2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$ $d = 0,08 \text{ mm} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ $k = 1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ $\rho = 10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ $q = ?$	$m = \rho \cdot V = \rho \cdot S \cdot d;$ $m = k \cdot q;$ $q = \frac{\rho \cdot S \cdot d}{k}$	$q = \frac{10,5 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot 8 \cdot 10^{-5} \text{ m}}{1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}} \approx 1878 \text{ C}$ Ҷавоб: $q = 1878 \text{ C}$

2. Дар дастгоҳи электролизи дорои тавоноии ғоиданокаш 10 kW буда, ки барои шиддати 42 V пешбинӣ шудааст, дар 2 соат чӣ қадар маводи мис ҷамъ мешавад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$U = 42 \text{ V}$ $P = 10 \text{ kW} = 10^4 \text{ W}$ $t = 2 \text{ h} = 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}$ $k = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ $m = ?$	$A = q U; A = P t;$ $q = \frac{Pt}{U}; m = kq = k \frac{Pt}{U};$	$m = 0,329 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C} \cdot \frac{10^4 \text{ W} \cdot 7,2 \cdot 10^3 \text{ s}}{42 \text{ V}} = 0,564 \text{ kg}$ Ҷавоб: $m = 0,564 \text{ kg}$

Машқи 32



1. Ҳангоми электролиз, ки 2 соат давом кард, дар катод 20 mg никел ҷамъ шуд. Қувваи ҷараёне, ки дар вақти электролиз аз электролит гузашт, чӣ қадар будааст?

2. Дар давоми 2 соат дар дастгоҳи электролизи тавоноии 6 kW дошта, ки барои шиддати 12 V пешбинӣ шудааст, чӣ қадар нуқра ҷамъ мешавад?

3. Ҳангоми никелпӯш кардани маҳсулот ғафсии қабати никелӣ $0,1 \text{ mm}$ шуд. Давоми 3 соат аз электролит 5 A қувваи ҷараён гузашта бошад, масоҳати никелпӯшшуда чӣ қадар будааст? Зичии никел 8900 kg/m^3 аст.

4. Барои бо никели дувалента рӯйпӯш кардани қошуқ аз электролит дар давоми 20 дақиқа қувваи ҷараёни 15 A гузаронида шуд. Массай қабати никелро дар қошуқ пайдо кунед.

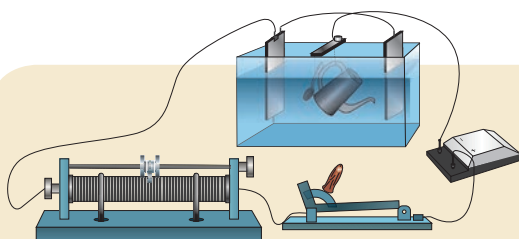
5. Ба сифати электролит маҳлули CuSO_4 истифода шуд. Эквиваленти электрохимии мисро муайян кунед.

6. Аз электролит, ки аз маҳлули сулфати мис дар об иборат аст, заряди $12,5 \text{ C}$ гузашт. Дар катод, ки дар электролит истодааст, чӣ қадар мис ҷамъ мешавад?

МАВЗЎИ 41

ИСТИФОДАИ ЭЛЕКТРОЛИЗ ДАР РЎЗГОР ВА ТЕХНИКА

1. Истихроч(чудо карда гирифтан)-и мис.
2. Галваностегия.
3. Галванопластика.



Сатҳи объектҳои мураккаб бо қабати тунуки металлҳо аз қабилу никел, нуқра, тилло чӣ тавр рӯйпӯш карда мешавад?

1.Истихроч(чудо карда гирифтан)-и мис.

Миси соф дар электротехника васеъ истифода мешавад. Муҳим он аст, ки мис гузаронандагии баланди чараёни электротикиро дорад. Аммо ба таркиби мис дохил шудани миқдори ками дигар моддаҳо боиси паст шудани электргузаронию он мегардад. Миси холис аз пайвастиҳои гуногун бо усули зерин чудо карда мешавад.

Ваннае, ки ҳаҷми калон дорад, бо маҳлули сульфати мис пур карда мешавад. Ба он пластинкаҳои тунуки аз миси соф сохташуда дар ҳолати параллел фуруварда мешаванд (расми 6.9). Чунин пластинкаҳои миси соф, ки ба қутби манфии манбаи чараён пайвастанд, ҳамчун катодҳо хизмат мекунад. Пластинкаҳои анодҳои ғафс дар байни катодҳо параллел фуруварда мешаванд. Пластинкаҳое, ки ҳамчун анод амал мекунад, аз миси тозанашуда сохта шудаанд. Бо мурури замон пластинкаҳои катодӣ ғафс ва пластинкаҳои анод тунуктар мешаванд. Пластинкаҳои ғафси аз ванна гирифташуда аз миси холис иборат аст.

Ба ғайр аз мис, инчунин металлҳо аз қабилу алюминий, мағний, натрий, калий, калсий бо роҳи электролиз ба даст оварда мешаванд. Металли аз ҳама бештар истифодашаванда алюминий мебошад. Агар алюминий бо усулҳои лабораторӣ ба даст оварда мешуд, он ба мисли тилло қимат мешуд.

2. Галваностегия.

Дар натиҷаи оксидшавии сатҳи маҳсулоти оҳанӣ тез занг мезанад. Занг оҳиста-оҳиста металлро фаро мегирад ва дар маҳсулоти аз он тайёршуда сӯрохиҳо пайдо мекунад. Одатан, рӯи ашёи аз металлҳои ба осонӣ оксидшаванда сохташуда бо қабати тунуки дигар металлҳои оксидшаванда, аз ҷумла никел, рух, нуқра ва тилло пӯшонида мешавад. Мо дар рӯзгорамон аксар вақт қошуқ, корд ва чойникҳои никелиро истифода мебарем.



Расми 6.9



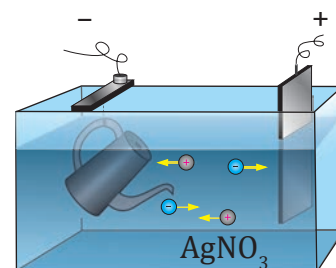
Бо ёрии электролиз бо металлҳои саҳт оксидшаванда рӯйпӯш кардани сатҳи ашёро галваностегия меноманд.

Агар аз ваннаҳои электролитии дар расми 6.10 нишон додашуда ҷараён дар муддати муайян гузарад, сатҳи ҷисмҳо бо қабати нуқра пӯшонда мешавад. Ба сифати электролит маҳлули намакҳои нуқра ва барои дар сатҳи маҳсулот гузоштани нуқра ҳамчун анод як пластинкаи нуқра истифода мешавад. Барои оби тилло давонидан дар электролит маҳлули намакҳои тилло ва барои анод пластинкаи тилло истифода мешавад.

3. Галванопластика

Бо ёрии электролиз нусхаҳои аниқ сатҳҳо ва объектҳои шакли мураккабро гирифтани мумкин аст. Масалан, нусхаи намунаи дар тахта кандашударо гирифтани лозим аст. Барои ин ба қисми нақшу нигори тахта графитро хеле тунук мемоланд, ки дар натиҷа ин қисм ноқили ҷараён мешавад. Тахтаи тайёршударо ба маҳлули сульфати мис меандозанд. Ноқили графит дар рӯи тахта ба қутби манфии манбаи ҷараён тавассути сим пайваст мешавад, яъне қабати графит ҳамчун катод амал мекунад. Ба сифати анод пластинкаи мисини ба электролит гузошташуда истифода мешавад. Пас аз он ки графит бо қабати миси ғафсии кофӣ пӯшонда мешавад, ҷараёни электролиз қатъ карда мешавад ва қабати мис аз тахта ҷудо карда мешавад. Дар ин ҳолат шакли қабати мис аз тасвири манфӣ (негативӣ)-и нақш дар рӯи тахта иборат аст. Ҷойҳои фуруҳамидаи тахта дар негативи мис барҷаста ва ҷойҳои барҷаста бошад, дар негативи мис фуруҳамида шуда пайдо мешаванд. Тасвири негативӣ ҳамчун қолаб барои эҷоди симои воқеии намуна амал мекунад.

Тасвири негативие, ки бо ин роҳ ба даст омадааст, *матриса* номида мешавад. (Матриса калмаи латинист, ки маънояш модар аст). Матриса як қолабест, ки дар матбааҳо барои реҳтани нусхаҳои ҷарфҳо, сохтани медалҳо, тангаҳо, штампҳо ва ғайра истифода мешавад.



Расми 6.10



Барои ба вуҷуд овардани шакл дар рӯи ашёҳо бо усули электролитӣ давонидани металлро галванопластика меноманд.

1. Оё мис ҳолис, ки тавассути электролиз ҳосил мешавад, атомҳои дигар моддаҳоро дорад? Ҷавоби худро асоснок кунед.

2. Чаро сатҳи зарфҳо бо металлҳои душвор оксидшаванда мепӯшонанд?

3. Дар галваностегия маҳлули кислота ё ишқорро дар об ҳамчун электролит истифода бурдан мумкин аст?

4. Кадом металлҳоро барои галванопластика истифода бурдан лозим аст?



МАВЗӢИ 42

Ҷараёни электрикӣ дар газҳо. Ҷараёни электрикӣ дар вакуум

1. Разряди электрикӣ дар газҳо.
2. Ионизатсияи газҳо.
3. Намудҳои разрядҳои газ.



*Фарқи байни барқ ва оташак дар чӣ аст?
Чаро одатан барқ ба болои биноҳои баландошёна
меафтад?*

**Протсессии аз газ
гузаштани ҷараёни
электрикӣ разряди
газ номида мешавад.**

**Дар шароити
муқаррарӣ газ қув-
ваи ҷараёно наме-
гузаронад, яъне ди-
электрик ҳисобида
мешавад. Дар зери
таъсири гармкунӣ,
нурафкании пурзӯр,
майдони электрикӣ
газ ба муҳите табдил
меёбад, ки ҷараёни
электрикиро мегуза-
ронад.**

Протсессии гузаштани ҷараёни электрикӣ дар газҳо аз прот-
сессии гузаштани ҷараёни электрикӣ дар металлҳо ва электро-
литҳо чӣ фарқ дорад? Заррачаҳои барандаи ҷараёни электрикӣ
дар газҳо кадомҳоянд? Чӣ тавр ҳодисаи гузаштани ҷараёни
электрикӣ аз газҳоро дар ҳаёти ҳаррӯза истифода бурдан мум-
кин аст? Мо ба ин гуна саволҳо дар ин мавзӯъ посух хоҳем дод.

1. Разряди электрикӣ дар газҳо

Биёед як конденсатори ҳавоии ҳамворро гирем, рӯяҳои
онро ба электрометр пайваст карда ва конденсаторро заряднок
кунем (расми 6.11-а). Дар ин маврид нишондиҳандаи милаи
электрометр бо гузаштани вақт қариб тағйир намеёбад, яъне
заряди рӯяҳои конденсатор кам намешавад. Ин нишон медиҳад,
ки заряди электрикӣ аз ҳавои байни рӯяҳои конденсатор наме-
гузарад. Ҳамин тавр, ҳавои хушкро дар ҳарорати ҳонагӣ диэлек-
трик ҳисобидан мумкин аст.

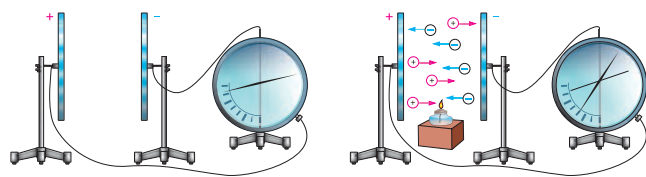
Шамъро даргиронда, ҳавои байни рӯяи конденсаторро гарм
мекунем. Дарҳол нишондиҳандаи милаи электрометр паст
шудан мегирад, яъне рӯяи конденсатор ҳолӣ мешавад (расми
6.11-б). Ҳамин тариқ, ҷараён аз ҳавои тафсон мегузарад. Ҳавои
тафсоншуда ба ноқил табдил меёбад.

2. Ионизатсияи газҳо

Атмосфера аз омехтаи газҳои гуногун иборат буда, дар
ҳавои қабати поёнии атмосфера аз рӯи ҳаҷм нитроген (N_2)
~ 78,08%, оксиген (O_2) ~ 20,94%, аргон (Ar) ~ 0,93% ва дигар
газҳо мавҷуданд, аз ҷумла гази карбон (CO_2), неон (Ne), гелий
(He), криптон (Kr), гидроген (H_2), буғи об (H_2O). Дар ҳарорати
ҳонагӣ, ҳама атомҳо ва молекулаҳои ҳаво дар ҳолати нейтралӣ
мебошанд. Ҳангоми гарм кардани ҳаво атомҳо ва молекулаҳои
нейтралӣ ионизатсия мешаванд. Биёед бубинем, ки ин раванд
дар мисоли гази инертии аргон чӣ гуна сурат мегирад. 18-то
электрон дар атрофи ядрои атоми аргон давр мезананд. Аргон
дар қабати электронии берунии атомҳо 8-то электрон дорад,
ки он қабати пурра (сершуда) мебошад (расми 6.11). Микдори



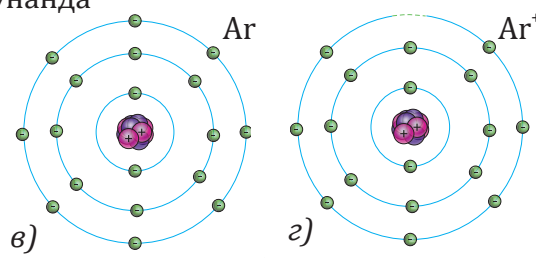
заряди $+18e$ дар ядро ва $-18e$ дар қабати электронии атоми аргон, вучуд дорад. Атомҳои алоҳидаи Ar аз ҷиҳати электрикӣ нейтрал мебошанд. Ҳангоми гарм кардан энергияи электронҳо дар қабати электронии берунии атоми Ar зиёд шуда, яке аз онҳо аз атом мебарояд: $Ar^0 \rightarrow Ar^+ + e^-$. Атоми Ar , ки як электронро аз даст додааст, ба иони мусбати Ar^+ мубаддал мешавад (расми 6.11 з). Баъзе атомҳои бетараф як электрони озодро пайваст карда, ба ионҳои манфӣ табдил меёбанд: $Ar^0 + e^- \rightarrow Ar^-$. Ҳамин тавр дар газ ионҳои мусбату манфӣ ва электронҳои озод ҳаракаткунанда пайдо мешаванд.



а)

б)

Расми 6.11



● 18 протон ● 22 нейтрон 18 протон
● 18 электрон 17 электрон

Ҳангоми гарм кардани ҳавои байни рӯяҳои конденсатор, ки дар расми 6.11. б нишон дода шудааст, ионҳои мусбате, ки ба монанди ионҳои Ar^+ ба вучуд омадаанд, таҳти таъсири майдони электрикӣ ба тарафи рӯи манфизаряди конденсатор ҳаракат мекунад ва электронҳои озод, ки аз ионҳои манфӣ ва атомҳо ҷудо мешаванд ба тарафи рӯи мусбатзаряди конденсатор ҳаракат мекунад. Дар натиҷа ҷараёни электрикӣ аз ҳаво мегузарад. Аз ин рӯ, барои дар газҳо ҳосил кардани ҷараёни электрикӣ лозим аст, ки ба газ майдони электрикии беруна татбиқ карда шавад, то ки атомҳо ё молекулаҳои он ионизатсия шаванд ва ионҳои ҳосилшуда ва электронҳои озод ба тартиб ҳаракат кунанд.

Дар гузаронандагии электрикии газҳо, аз як тараф, мавҷудияти ионҳо ба гузаронандагии электрии электролитҳо, аз тарафи дигар, иштироки электронҳо ба гузаронандагии электрии металлҳо монанд аст.

Гузаронандагии электрикии газҳо аз ҳаракати ботартибонаи ионҳои мусбату манфӣ ва электронҳои озод иборат аст.

Дар натиҷаи омезиши электронҳои озод ва ионҳои мусбат дар газ атомҳои нейтралӣ низ пайдо мешаванд.

Вақте ки таъсири берунии ионизатсиякунандаи газ қатъ мешавад, аз ҳисоби рекомбинатсияи зарраҳои заряднок ионҳои газ ба зарраҳои нейтралӣ табдил меёбанд ва газ боз диэлектрик мешавад. Атомҳои газро на танҳо тавассути гармкунӣ, балки бо таъсири рӯшноӣ ё майдони пурзӯри электрикӣ ионизатсия кардан мумкин аст. Манбаи беруние, ки атом ё молекулаҳои газро ба майдони электрикӣ ионизатсия мекунад, *ионизатори беруна* номида мешавад.

3. Намудҳои разрядҳои газ

Аз рӯи хусусияти разряди газ ба разрядҳои мустақил ва номустақил тақсим мешаванд.

Разряди номустақил дар майдони электрикии шадидияташ на он қадар баланд ва разряди мустақил дар майдони электрикии шадидияти баланд дошта ба амал меояд.

Протсесси ба вучуд омадани атомҳои нейтралӣ дар натиҷаи ҳамроҳ шудани электронҳо ва ионҳои мусбатзарядро рекомбинатсияи зарядҳо дар газҳо меноманд.

Дар газ дар зери таъсири гармӣ, нурафкании пурзӯр ва майдони электрикӣ ионҳои мусбату манфӣ ва электронҳои озод ба вучуд меоянд. Ин зарраҳои заряднок барандагони ҷараёни электрикӣ дар газҳо мебошанд.

БОБИ VI. ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЎ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН



Разряди газе, ки танҳо дар зери таъсири ионизатори беруна вучуд дорад ва ҳангоми қатъ гардидани таъсири ионизатори беруна хомӯш мешавад, разряди номустақил ва разряди газе, ки ҳатто бе таъсири ионизатори беруна вучуд дошта метавонад, разряди мустақил номида мешавад.



а)



б)

Расми 6.12

Аз рӯи шароити пайдоиши разряди газ разряди мустақил дар якчанд шакл зухур мекунад: разряди милт-милткунанда, разряди шарорагӣ, разряди тоҷдор, разряди камонӣ.

Разряди милт-милткунанда. Мо як найчаи шишагии пӯшидаро гирифта, дар дохили он ду электрод – анод ва катодро насб мекунем. Ба электродҳо шиддати чандсад волтро медиҳем. Вақте ки фишори ҳаво дар найча ба фишори атмосфера ($\sim 10^5$ Pa) баробар аст, аз газ қараёни электрикӣ намегузарад. Вақте ки мо бо ёрии насос ҳавои дохили найчаро тадриҷан кашида, фишори газро 10 маротиба ($\sim 10^4$ Pa) кам мекунем, разряди газ ҳис карда мешавад ва аз газ қараён мегузарад. Вақте ки фишори газ 20 маротиба ($\sim 5 \cdot 10^3$ Pa) паст мешавад, дар байни катод ва анод нахи дурахшанда пайдо мешавад. Вақте ки фишор 250-350 маротиба

(~ 300 -400 Pa) паст мешавад, нурафкании милт-милт кунанда тамоми ҳаҷми найчаи байни электродҳоро фаро мегирад. Бинобар ин чунин разрядро *разряди милт-милткунанда* меноманд. Дар разряди милт-милткунанда, зичии қараёне ки аз газ мегузарад, тақрибан 1 - 5 mA/cm² аст. Газҳои гуногун разряди милт-милткунанда ба вучуд меоранд, ки бо рангҳои гуногун медурахшанд (расми 6.12 а). Разряди милт-милткунанда дар қарағҳои рекламивии шабона истифода мешавад (расми 6.12 б).

Разряди шарорагӣ. Ду электроди дар ҳаво аз ҳамдигар ҷудо истодаро мегирем ва онҳоро ба манбаи шиддати баланд пайваست мекунем. Агар шиддатро зиёд кунем, дар қимати муайяни он дар байни электродҳо дурахш пайдо мешавад (расми 6.13). Чунин дурахшро *разряди шарорагӣ* меноманд. Дар вақти разряди шарорагӣ садои қарсоя ба гӯш мерасад ва нури дурахшон мебарояд.

Даршароитимӯътадилразрядишарораҳангомиба30000V/cm расидани шадидияти майдони электрикӣ байни электродҳои дар ҳаво буда ба амал меояд.

Разряди шарорагӣ ба таъри табиӣ дар байни абрҳо (расми 6.14) ё байни абр ва сатҳи замин (расми 6.15) дар шакли барқ ба амал меояд. Шиддати байни абрҳо аз 100 000 000 V зиёд шуда метавонад. Дар вақти раъду барқ қувваи қараёне, ки аз ҳаво аз байни ин гуна абрҳо мегузарад, ба 10000 A мерасад. Давомнокии разряди шарора дар доираи 1-20 ms аст.

Разряди тоҷдор. Дар атрофи электродҳои нӯгтез, ки шадидияти майдони электрикии онҳо якбора тағйир меёбад, разряди тоҷдор ба вучуд меояд (расми 6.16). Разряди тоҷдор ҳангоми раъдубарқёрузҳои тӯфонидар болои биноҳои баланддар



Расми 6.13



Расми 6.14



Расми 6.15



нўги ашёҳои металии нўгтез (расми 6.17) дар атрофи қисмҳои нўгтези сутуни киштии дар баҳр шинокунанда (расми 6.18), дар атрофи қисмҳои нўгтези самолёти парвозкунанда (расми 6.19) ба вучуд меояд. Разряди тоҷдорро на танҳо дар атрофи электродҳои нўгтез, балки дар атрофи симҳои ноқилҳои дар хатҳои баландшиддати барқ насбшуда низ мушоҳида кардан



Расми 6.16



Расми 6.17

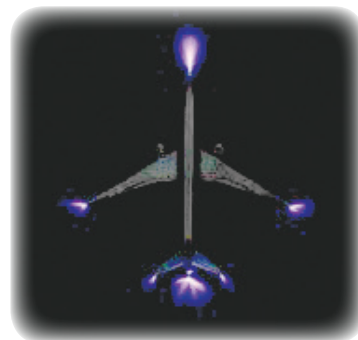


Расми 6.18

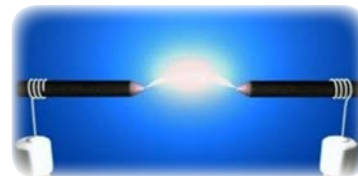
мумкин аст. Шартҳои асосии пайдоиши разряди тоҷдор: қимати шадидияти майдони электрикӣ, ки дар атрофи нўги тези электрод ба вучуд меояд, бояд нисбати шадидияти муҳити боқимондаи атрофи электродҳо хеле калон бошад. Дар шароити мўътадили ҳаво дар атрофи нўги тези электрод дурахши тоҷшакл ба вучуд меояд, ки қимати шадидияти майдони электрикӣ аз 30000 V/cm оғоз мешавад. Дар ин гуна разряд протсессии ионизатсия бо он хос аст, ки он танҳо дар наздикии электроди тоҷӣ ба амал меояд ва дар электроди дуюм разряди тоҷдор пайдо намешавад.

Разряди камонӣ. Ду электроди карбонро мегирем ва ба онҳо шиддати $40\text{—}50 \text{ V}$ медиҳем. Биёед нўги онҳоро ба ҳамдигар расонида ва сипас онҳоро каме дуртар гардонем. Дар ин маврид дурахши чашмгир – разряди камонӣ электрикӣ дар байни нўги электродҳо ба вучуд меояд (расми 6.20).

Разряди камонӣ электрикӣ манбаи хеле пурқуввати рӯшноӣ мебошад. Чунин камонҳои электрикӣ дар проекторҳо, маякҳо, асбобҳои проексиявӣ (расми 6.21) ва дигар дастгоҳҳои истифода мешаванд. Азбаски ҳарорати разряди камонӣ хеле баланд аст, онро дар металлгудозӣ ва кафшер истифода мебаранд (расми 6.22). Барои ба даст овардани пӯлоди аълосифат камонӣ пуриқтидори электрикӣ истифода мешавад.



Расми 6.19



Расми 6.20

Гузариши ҷараёни электрикиро аз газ разряди газ меноманд. Вобаста ба шароити пайдоиш разряди газ ба ду намуд тақсим мешавад: разрядҳои мустақил ва номустақил. Разрядҳои мустақили газ дар якҷанд шакл пайдо мешаванд: разряди милт-милткунанда, разряди шарорагӣ, разряди тоҷдор, разряди камонӣ.



Расми 6.21



Расми 6.22

БОБИ VI. ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЎ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

Намунаи ҳалли масъала

Ба манбаи шиддаташ 6 kV конденсатори ҳамвор пайваст карда мешавад. Агар шадидияти майдон 3 MV/m бошад ва дар натиҷаи таъсир ионизатсияшавии ҳаво сар шавад, масофаи байни рӯяхо чӣ қадар аст ва оё сӯрохшавии ҳаво ба амал меояд?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$U = 6 \text{ kV} = 6 \cdot 10^3 \text{ V}$ $E = 3 \text{ MV/m} = 3 \cdot 10^6 \text{ V/m}$	$E = \frac{U}{d}$ $d = \frac{U}{E}$	$d = \frac{6 \cdot 10^3 \text{ V}}{3 \cdot 10^6 \text{ V/m}} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m} = 2 \text{ mm}$
$d = ?$		Ҷавоб: $d = 2 \text{ mm}$.



Машқи 33

1. Колбаи шишагини дорои электродҳо аз гази носери аргон пур карда шудааст. Барои ионизатсия кардани атоми аргон энергияи электроно, ки ба он зарба мезанад, бояд $\approx 2,5 \cdot 10^{-18} \text{ J}$ бошад. Барои ионизатсия кардани атоми Ag электроно ки таҳти таъсири шиддати ба электродҳо додашуда ҳаракат мекунад, бояд кадом фарқияти потенциалро убур кунад?

2. Давомнокии барқ 1 ms, миқдори заряд дар давоми як дурахш 20 C ва шиддат ба 2 GV баробар буд. Қувваи қараён ва тавоноӣ дар як дурахш ба чанд баробар аст? Агар барқ аз 5 дурахш иборат бошад, чӣ қадар энергия ҷудо мешавад?

3. Дар вақти барқи кӯтоҳмуддат дар рӯзи абрнок қараёни разряди газ дар ҳаво ба $5 \cdot 10^3 \text{ A}$ расид. Давомнокии барқро ёбед, агар миқдори заряди интиқолшуда 6C бошад.

4. Агар аз ҳисоби шиддати ба электродҳои катодӣ ва анодӣ дар вакуум ҷойгиршуда ҳар сония $4 \cdot 10^{16}$ электрон ба анод расад, қараёни анод чанд ампер мешавад?



1. Моҳияти пайдоиши қараёни электрикиро дар газҳо шарҳ диҳед.

2. Атомҳо ё молекулаҳои газро бо кадом роҳҳо ионизатсия кардан мумкин аст?

3. Дар ҳаёт ва техника разряди газ бо кадом мақсадҳо истифода мешавад?

4. Моҳияти разрядҳои мустақил ва номустақилро шарҳ диҳед.

5. Оё разряди газ ба қонуни Ом итоат мекунад? Фикри худро асоснок кунед.



НИМНОҚИЛҲО ВА ФАРҚИ ОНҲО АЗ МЕТАЛЛҲО

МАВЗЎИ 43

1. Фарқи нимноқилҳо аз металлҳо.
2. Моддаҳои нимноқилӣ.

1. Аз чӣ сабаб ҳангоми баланд шудани ҳарорат муқовимати металлҳо меафзояд?
2. Сабаби камшавии муқовимати нимноқилҳоро ҳангоми зиёд шудани ҳарорати онҳо дар чӣ мебинед?

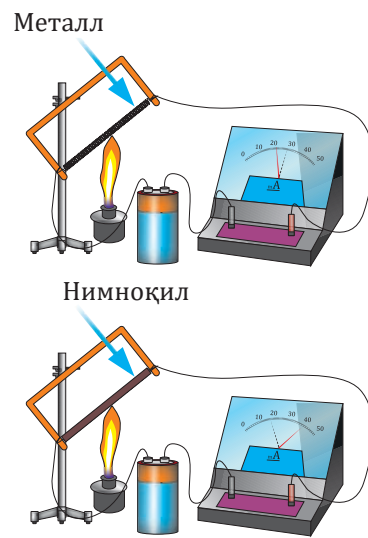


Барои фаҳмидани табиати электргузaronӣ (гузаронандагии ҷараёни электрикӣ)-и нимноқилҳо чӣ гуна моддаҳо будани онҳо, дорои чӣ гуна сохтор будани онҳо, аз чӣ иборат будани зарраҳои интиқолдиҳандаи қувваи ҷараён ва аз чиҳо вобаста будани гузаронандагии ҷараёни электрикиро дар онҳо донистанамон зарур аст.

1. Фарқи нимноқилҳо аз металлҳо

Дар табиат чунин моддаҳо мавҷуданд: Дар шароити муқаррарӣ дар онҳо электронҳои миқдори озоди интиқолдиҳандаи заряд, яъне шумораи электронҳои озод дар воҳиди ҳаҷм нисбат ба ноқилҳо хеле кам мебошанд, вале назар ба диэлектрикҳо (изоляцияторҳо) хеле зиёданд. Аз ҳамин сабаб ҳам гузаронандагии электрикии онҳо назар ба ноқилҳо хеле паст мебошад, лекин назар ба диэлектрикҳо хеле зиёд аст. Ин гуна моддаҳоро *нимноқилҳо* меноманд. Моддаҳои нимноқилӣ аз ҷиҳати электргузaronӣ ва хусусияти худ аз металлҳо фарқ мекунанд. Бо ёрии таъсири беруна, масалан, тафсонидан, таъсири рӯшноӣ ё ки ба таркибашон дохил намудани атомҳои элементҳои кимёвии дигар электргузaronии нимноқилҳоро яку якбора зиёд кардан мумкин аст. Гузаронандагии электрикии металлҳо бошад, ба ин гуна тағйирот хеле кам вобаста аст. Аз ҳассосияти нимноқилҳо нисбат ба таъсири беруна истифода бурда, аз онҳо ҳаргуна асбобҳои электронӣ, аз ҷумла диодҳо, транзисторҳо, микросхемаҳо, элементҳои идоракунии, терморезисторҳо, фотоэлементҳо, фотодатчикҳо, фоторезисторҳо, диодҳои рӯшноӣ ва амсоли онҳоро истеҳсол карда истодаанд.

Аз ҳарорат вобаста будани электргузaronии металлҳо ва нимноқилҳоро бо ёрии таҷҳизоти дар расми 6.23 тасвиркардашуда санҷида метавонем. Барои ин ноқилҳои металлӣ ва нимноқилҳоро бо воситаи миллиамперметр ба батарея пайваस्त менамоем ва онҳоро метафсонем. Дар ҳолати тафсонидани металл нишондоди миллиамперметри дар занҷир буда кам мешавад, ҳангоми тафсонидани нимноқил бошад, нишондоди миллиамперметр меафзояд. Аз ин ҷо маълум мешавад, ки ҳангоми тафсонидан гузаронандагии электрикии металл кам шуда, аз он нимноқил бошад, меафзояд.



Расми 6.23

БОБИ VI. ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЎ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН

2. Моддаҳои нимноқилӣ

Айни замон дар истеҳсоли асбобҳои электронӣ яке аз моддаҳои аз ҳама зиёд истифода бурдашаванда ин моддаи силитсий мебошад. Чунки силитсий дар табиат зиёд паҳн шудааст ва 27,6% –и қишри заминро ташкил медиҳад. Дар баробари ин, силитсий моддаи захира нест, коркарди технологияи он осон аст.

Компютерҳо, телефонҳои дастӣ, смартфонҳо, соатҳои электронӣ, лазерҳо, радио, телевизорҳо, таҷҳизоти электронии идоракунии дар ҳаёти ҳаррӯза истифодашаванда дар асоси моддаҳои нимноқилӣ истеҳсол карда мешаванд. Тараққиёти техникаи ҳозиразамонро бе моддаҳои нимноқилӣ тасаввур кардан ғайриимкон аст.



Супориши амалӣ

Мақсад: омӯхтани фотоэлементи нимноқилӣ.

Таҷҳизоти зарурӣ: фотоэлемент, миллиамперметр, манбаи рӯшноӣ, шишаҳои рангаи гуногун, симҳои пайваستкунанда.

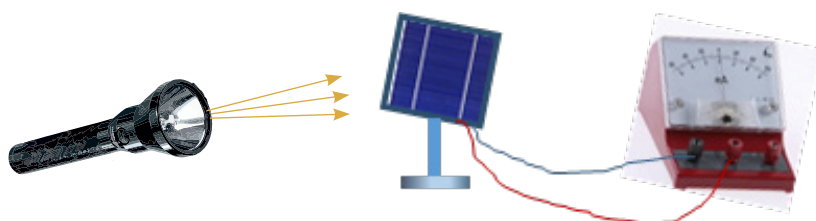
Тартиби иҷрои кор

1. Фотоэлементро ба асос маҳкам намуда, онро бо ёрии симҳои пайвасткунанда ба миллиамперметр пайваст намоед (ба расм нигаред). Б қутбҳои “+” ва “-” мувофиқ будани сиққонакҳои фотоэлемент ва сиққонакҳои миллиамперметр эътибор диҳед.

2. Фонар (манбаи рӯшноӣ)-ро афрӯхта, сатҳи фотоэлементро равшан кунед.

3. Сатҳи фотоэлементро бо нурҳои заиф ва пурқуввати рӯшноӣ равшан намуда, нишондоди миллиамперметрро мушоҳида кунед.

4. Фотоэлементро бо нурҳои гуногунранг равшан намуда (барои ин садди роҳи рӯшноӣ ҳар гуна шишаҳои гуногунрангро ҷойгир намудан мумкин), нишондоди миллиамперметрро мушоҳида кунед. Аз рӯи натиҷаҳои таҷриба хулоса бароред.



шишаҳои ранга



1. Бо зиёд шудани ҳарорат электргузаронии нимноқил чӣ гуна тағйир меёбад? Ҷавобатонро асоснок намоед.

2. Сабаби фарқ намудани нимноқилҳо аз металлҳо аз рӯи хосиятҳои электрикиашон дар чист?

3. Аз рӯи кадом хосияташон баъзе моддаҳоро нимноқилҳо меноманд?



ГУЗАРОНАНДАГИИ ЭЛЕКТРИКИИ НИМНОҚИЛҲО

МАВЗЎИ 44

1. Гузаронандагии электрикӣ.
2. Гузаронандагии сӯрохигӣ.
3. Нимноқилҳои ҳулавӣ (омехтадор).

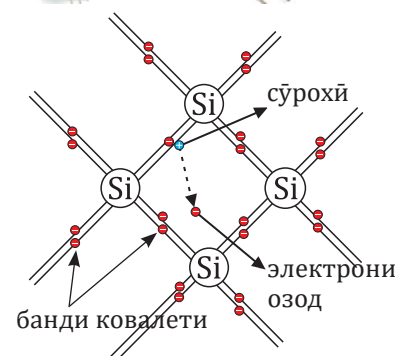
Гузаронандагии электрикии нимноқилҳо ба шакл, андозаҳо, намуди модда, ҳарорат ва рӯшной вобаста аст. Дар асбобҳои электронӣ (калькулятор, смартфонҳо, ноутбукҳо) элементҳои нимноқилӣ чӣ гуна вазифаҳоро иҷро мекунанд?

1. Гузаронандагии электрикӣ

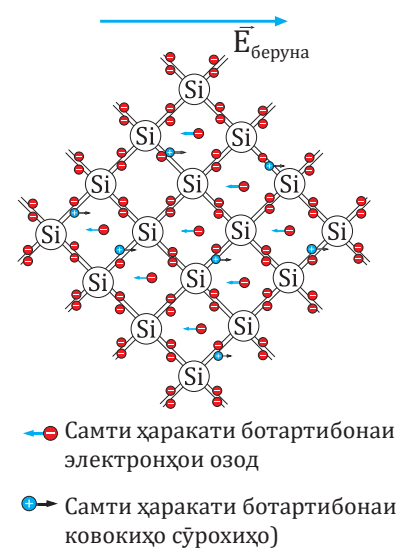
Банди ковалентии атомҳои силитсий пурқувват буда, дар ҳароратҳои паст электронҳои он дар ихтоси атомҳо мебошанд. Аз ҳамин сабаб дар ҳароратҳои паст дар силитсий электронҳои озод тақрибан вучуд надоранд, дар натиҷа силитсий ҷараёни электрикиро намегузаронад. Бо зиёд шудани ҳарорат энергияи кинетикии бандҳои ковалентӣ меафзояд. Баъзе бандҳои ковалентӣ ба ҷандашавӣ шурӯъ мекунанд. Электронҳо аз атомҳо ҷудо шуда ба электронҳои озод ҳаракаткунанда табдил меёбанд (расми 6.24). Электронҳои озод на ба атоми муайян, балки ба тамоми панҷараи кристаллӣ таллуқ дошта, аз рӯи ҳаҷм озод ҳаракат карда метавонанд. Дар ҳолати вучуд надоштани майдони электрикӣ, электронҳои озод аз рӯи ҳаҷм бетартибона ҳаракат мекунанд. Агар ба силитсий майдони электрикии берунӣ дода шавад, аз таъсири майдон кӯчиши ботартибонаи электронҳои озод ба вучуд меояд ва ҷараёни электрикиро ҳосил мекунанд (расми 6.25). Ба тӯфайли кӯчиши электронҳои озод дар нимноқилҳо ҳосил шудани ҷараёни электрикиро гузаронандагии электронӣ ё ки гузаронандагии намуди n (аз лот. *negativus*–манфӣ) меноманд.

2. Гузаронандагии сӯрохигӣ

Дар натиҷаи баромада рафтани яке аз электронҳои ҷуфти электронҳои банди ковалентии силитсий ҷои холӣ – ковокӣ (**сӯрохӣ**) ҳосил мешавад (расми 6.24). Дар натиҷаи аз атоми нейтралӣ баромада рафтани электрони дорои заряди манфӣ ковокии ҳосилшуда дорои заряди мусбат мегардад. Миқдори зарядҳои ковокӣ (q_p) ба миқдори зарядҳои элементҳо баробар аст: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ С. Ҳамин тариқ, дар банди ковалентии нимноқили ковокидор ҷои холие мавҷуд аст, ки метавонад электронро қабул намояд. Ковокии нав ҳосилшударо электрони банди ковалентии дигар омада пур мекунанд ва ковокӣ мекӯчад. Ҳамин тариқ, ковокӣ (**сӯрохӣ**) аз рӯи тамоми ҳаҷми нимноқил кӯчида мегардад. Дар ҳолати набудани майдони электрикӣ ин гуна кӯчидани ковокиҳо дар ҳоли бетартибона рӯй медиҳад. Агар ба нимноқил майдони электрикии беруна дода шавад, ковокиҳо бо самти майдон мекӯчанд ва қувваи ҷараёнро ҳосил мекунанд (расми 6.25). Гузаронандагии электрикиро дар нимноқилҳо бо иштироки ковокиҳо гузаронандагии сӯрохигӣ ё ки гузаронандагии намуди p (аз лот. *positivus*–мусбат) меноманд.



Расми 6.24



Расми 6.25

Заррачаҳои интиқолдиҳандаи заряд дар нимноқилҳо электронҳо ва ковокиҳо ба ҳисоб мераванд

БОБИ VI. ҶАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТӢОИ ГУНОГУН

Қувваи ҷараёни аз нимноқил гузаранда (I) ба ҷамъи қувваҳои ҷараёни аз ҷониби электронҳо (I_e) ва ковокиҳо (I_k) ба вучудодада баробар аст:

$$I = I_e + I_k \quad (1)$$

Аз кам будани шумораи электрони озод ва ковокиҳо дар нимноқилҳои тоза қобилияти электронгузаронии онҳо паст мебошад.

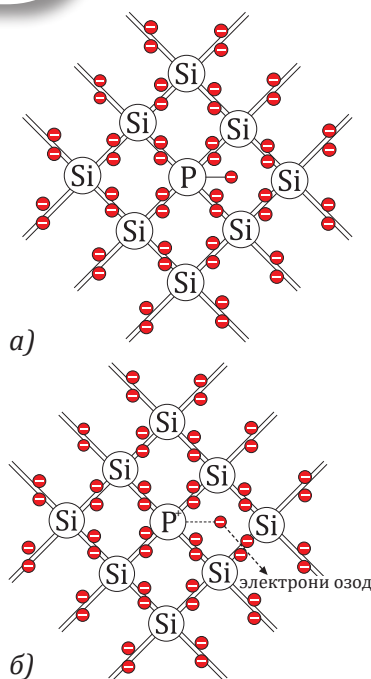
Гузаронандагии электрикии беомехта, яъне дар нимноқилҳои тоза, гузаронандагии хусусӣ номида мешавад.

Нимноқилҳои ғашӣ (омехта).

Омехтаҳои донорӣ. Ба силитсии тоза каме омехта ҳамроҳ мекунем. Аввал ба панҷараи кристаллии силитсий атомҳои элементи дар гурӯҳи панҷуми ҷадвали даврии элементҳои кимёвӣ ҷойгиршуда - фосфорро (P) дохил мекунем. Дар қабати электрони берунии фосфор 5-то электрони валентӣ ҳаст. Ҳангоми ба панҷараи кристаллии силитсий дохил кардани атоми фосфор вай ба гиреҳи панҷаравӣ ҷойгир шуда, бо 4-то атоми ҳамсои силитсий банди пураи ковалентиро ҳосил мекунад (расми 6.26а).

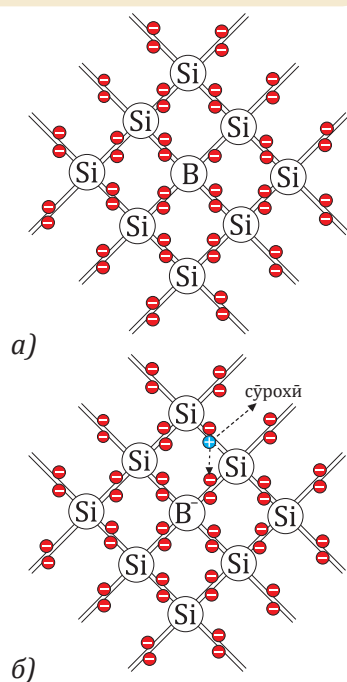
Дар ин 4-то электрони валентии фосфор иштирок мекунад, электрони панҷум бошад, дар банди кимёвӣ иштирок накарда, озод менамояд ва атомро тарк менамояд. Ин электрон ба электрони озоди аз рӯи тамоми ҳаҷм ҳаракаткунанда мубаддал мешавад (расми 6.26 б). Атоми фосфор як электронашро гум карда ба иони мусбат табдил меёбад. Аз сабаби бо атомҳои силитсий дар банди мустаҳками ковалентӣ қарор доштани ионҳои фосфор онҳо аз як ҷо ба ҷои дигар кӯчида намегарданд ва дар гузаронидани ҷараён иштирок намеkunанд. Аз ин рӯ, ин гуна атомҳои дохилкунанда танҳо электронҳои озодро ҳосил мекунанд. Агар ба дохили панҷараи кристаллӣ атомҳои зиёди фосфорро дохил кунем, шумораи электронҳои озоди силитсий аз шумораи ковокиҳо яку якбора зиёд шуда мераванд. Муқовимати нимноқил бошад, якбора кам мешавад. Атомҳои элементҳои гурӯҳи V-и ҷадвали даврии элементҳои кимёвӣ (P, As, Sb, Bi) барои силитсий ва германий вазифаи омехтаи донориро иҷро мекунанд. Аз сабаби аз электронҳо иборат будани зарраҳои асосии интиқолдиҳандаи қувваи ҷараён дар нимноқилҳои дорои омехтаи донорӣ онҳо нимноқилҳои намуди n номида мешаванд.

Омехтаҳои акцепторӣ. Ба кремнии тоза атомҳои борро (B) ҳамроҳ мекунем. Элементи бор дар гурӯҳи III-юми ҷадвали даврии элементҳои кимёвӣ ҷойгир буда, дар қабати электрони берунии он 3 то электрони валентӣ ҳаст. Ҳангоми ба панҷараи кристаллии силитсий дохил кардани атоми бор вай ба гиреҳи панҷаравӣ ҷойгир шуда, бо 4-то атоми ҳамсои силитсий банди ковалентиро ҳосил мекунад. Аммо барои дорои ҷуфти электронҳои сер шудани ҳамаи бандҳо дар атоми бор як электрон намерасад (расми 6.27 а). Ин электронро атоми бор аз атоми силитсии дар атрофаш ҷойгирбуда мегирад. Дар натиҷа дар атомҳои силитсий ковокиҳо ба вучуд меоянд (расми 6.27 б). Атоми бор, ки як электронро ба худ ҳамроҳ кардааст ба иони манфӣ табдил меёбад. Ин гуна ионҳои дар гиреҳи панҷараи кристаллӣ ҷойгиршуда дар интиқоли заряд иштирок намеkunанд, чунки онҳо аз ҷойшон намеқўчанд.



Расми 6.26

Дар ҳолати ба таркиби нимноқил ҳамроҳ кардани омехтаи электронҳояшро диҳанда, онро омехтаи донорӣ меноманд.



Расми 6.27



Аз ин рӯ, атомҳои бор танҳо шумораи ковокиҳоро зиёд меку-
нанд, шумораи электронҳои озод бошанд, бетағйир мемонад. Ба
таркиби силитсий чӣ қадар атомҳои бор дохил карда шавад, дар он
ҳамон миқдор ковокиҳо ҳосил мешавад.

**Ҳангоми ба таркиби нимноқил ҳамроҳ кардани
омехтаҳои ҳосилкунандаи гузаронандагии ковокидорро,
омехтаҳои аксепторӣ меноманд.**

Атомҳои элементҳои гурӯҳи III -и чадвали даврии элементҳои
кимёвӣ (B, Al, Ga, In) барои силитсий ва германий вазифаи омехтаи
аксепториро иҷро мекунанд. Дар нимноқилҳои дорои омехтаи ак-
септорӣ ковокиҳо нисбат ба электронҳои озод хеле зиёданд. Барои
ҳамин ҳам дар ин гуна нимноқилҳо ковокиҳо зарраҳои интиқол-
диҳандаи асосии заряд ва электронҳо бошад зарраҳои интиқол-
диҳандаи ғайриасосии заряд ба ҳисоб мераванд. Нимноқилҳои
дорои омехтаи интиқолдиҳандаи асосии зарядашон аз ковокиҳо
ташкилёфта нимноқилҳои намуди р меноманд.

**Ба таркиби ним-
ноқилҳо ҳар гуна
элементҳои кимиё-
виро дохил карда, гу-
заронандагии элек-
трикии онҳоро идора
намудан мумкин аст.**

1. Нимноқилҳои соф кадом намуди ноқилӣ доранд?
2. Ҳангоми дар нимноқилҳо вохӯрдани электрон ва сӯроҳ чӣ
ҳодиса рӯй медиҳад?
3. Нимноқил асосан гузаронандаи сӯроҳӣ дорад. Дар кристалл
кадом пайвастиҳои мавҷуд аст?
4. Ба таркиби германий атомҳои оҳан дохил мешаванд.
Кадом интиқолдиҳандагони ҷараён асосӣ мебошанд?



Супориши амалӣ

Мақсад: омӯхтани вобастагии муқовимати электрикии
нимноқилҳо ба ҳарорат.

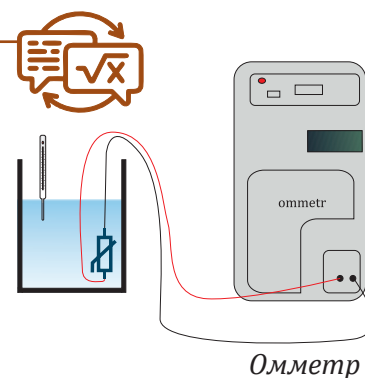
Таҷҳизоти зарурӣ: терморезистор (нимноқил), омметр,
зарфи шишагӣ, термометр, симҳои пайваस्तкунанда.

Тартиби иҷрои кор

1. Ба зарфи шишагӣ каме об резед. Ба об термометр ва тер-
морезисторро дохил кунед.
2. Терморезисторро бо омметр пайваस्त намоед.
3. Нишондодҳои термометр ва омметрро мушоҳида намоед.
4. Ба зарфи шишагӣ пайдарпай оби грам рехта, сипас чӣ
гуна тағйир ёфтани нишондодҳои термометр ва омметрро бо
зиёд шудани ҳарорат мушоҳида намоед.
5. Оби зарфи шишагиро бо оби хунук иваз кунед.
6. Терморезистори зарфи шишагиро бо ноқили металлӣ
(масалан, бо спирали плитаи гармидиҳӣ) иваз намоед.

Хотиррасон. Барои бо ҳарорати оби дохили шиша баробар
шудани ҳарорати нимноқил ва ноқили металлӣ таҷрибаро
оҳистатар гузаронед.

Дар асоси натиҷаҳои таҷриба хулоса бароред.



Омметр



Терморезистор



Ишораи
терморезистор

МАВЗЎИ 45

АСБОБҲОИ НИМНОҚИЛЎ ВА ИСТИФОДАИ ОНҲО ДАР ТЕХНИКА

1. Гузариши p - n дар нимноқилҳо.
2. Диодҳои нимноқилӣ.
3. Маълумот дар бораи транзистор.
4. Микросхемаҳои интегралӣ.

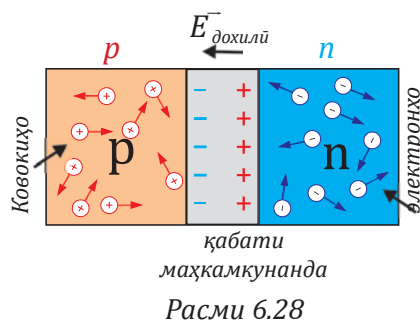
Асбобҳое ки аз нимноқилҳо тайёр карда шудаанд дар рӯзи гармои тобистон ва рӯзҳои сарди зимистон оё як хел кор мекунад?

Дар замони ҳозира элементҳои асосии электроника ва деталҳои радио дар асоси моддаи нимноқилӣ истифода карда мешаванд. Ин гуна элементҳо чӣ гуна кор мекунад? Дар онҳо қисмҳои қараёнҳои электрикиро ба амал оваранда чӣ гуна сохтдоранд? Дар мавзӯи мазкур ба саволҳои ба инҳо монанд истода мегузарем.

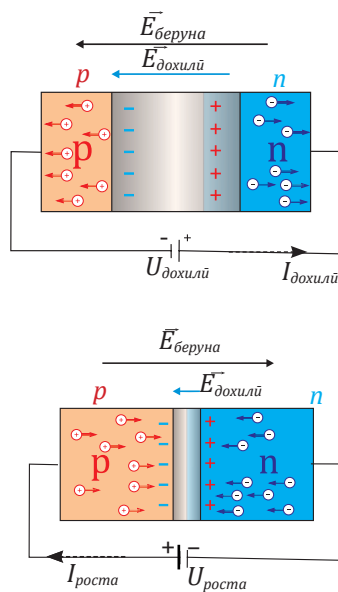
1. Гузариши p - n дар нимноқилҳо

Дар як қисми кристали ягон нимноқили яклухт соҳаи гузаронандагии намуди n ва дар қисми дигараш соҳаи гузаронандагии намуди p ҳосил менамоям (расми 6.28). Дар сарҳади пайвастшавии соҳаҳои p ва n электронҳои озод ковокиҳоро пур мекунад, яъне рекомбинатсияи электрон-сӯроҳӣ рӯй медиҳад. Дар натиҷа дар қисми мазкури нимноқил соҳаи дорой хусусияти ба диэлектрик монанд ҳосил мешавад, ғӯёкӣ интиқолдиҳандаи заряд надорад. Ин соҳа ба тарафи соҳаи p гузаштани электронҳои озод ва ба тарафи соҳаи n гузаштани сӯроҳиҳоро монеъ мешавад. Аз ҳамин сабаб ин соҳа қабати маҳкамкунанда номида мешавад. Дар қабати маҳкамкунанда дар қисми нимноқили ба намуди p таалуқдошта атомҳои акцептори манфӣ заряднок шудаи озод кӯчида наметавонистагӣ ва дар қисми нимноқили ба намуди n таалуқдошта бошад, атомҳои донори мусбат заряднок шуда майдони электрикии дохилро ($E_{\text{дохилӣ}}$) ҳосил мекунад. Хатҳои қуввагии майдони электрикии дохилӣ аз нимноқили намуди n ҷониби нимноқили намуди p равона мешавад (расми 6.28).

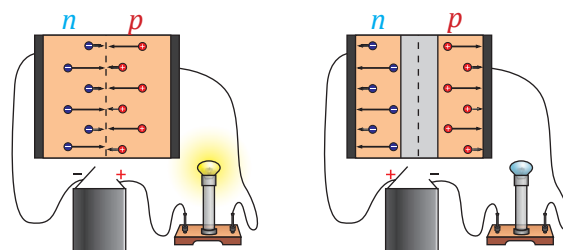
Нимноқили мазкурро ба манбаи қараён пайваст мекунем. Аввал соҳаи p -и нимноқилро ба қутби манфии манбаъ пайваст карда сипас соҳаи n -ро ба қутби мусбати манбаъ пайваст мекунем (расми 6.29 а). Дар ин ҳолат электронҳо ба қутби мусбати манбаъ, сӯроҳиҳо ба қутби манфии манбаъ майл мекунад (қазб карда мешавад).



Расми 6.28



Расми 6.29



Расми 6.30



Дар натиҷа қабати маҳкамкунанда васеъ мешавад ва муқовимати он меафзояд. Ҷараён бо воситаи нимноқил гӯё ки намегузарад. Ин гуна ҳолат p - n гузариши баръакс номида мешавад.

Акнун ба соҳаи p -и нимноқил қутби мусбати манбаи ҷараёнро ва ба соҳаи n -и нимноқил қутби манфии манбаи ҷараёнро пайваст мекунем. Дар ин ҳолат электронҳо аз қутби манфии манбаи ҷараён тела хӯрда ба соҳаи p -и ба қутби мусбати манбаи ҷараён пайвастшуда ҷазб мешаванд. Сӯрохиҳо бошанд, аз қутби мусбат тела хӯрда ба соҳаи n кашида мешаванд. Дар натиҷа қабати маҳкамкунанда танг мешавад, муқовимати он кам мешавад ва аз он гузаштани ҷараён сар мешавад (расми 6.29 б). Ин гуна ҳолат p - n гузариши *роста* номида мешавад. Дар p - n гузариши *роста* муқовимати нимноқил назар ба муқовимати нимноқили p - n гузариши баръакс даҳҳо маротиба, баъзан садҳо маротиба кам мешавад. Дар нимноқилҳои дорои p - n гузариш (гузариши p - n) танҳо ба як тараф гузаштани қувваи ҷараёнро бо ёрии занҷири электрикии дар расми 6.30 нишондодашуда мушоҳида намудан мумкин аст. Дар расми 6.30 а, p - n гузариш бо самти рост пайваст шуда, дар занҷир мавҷуд будани ҷараёнро бо фурузон шудани лампочка муайян карда метавонем. Дар расми 6.30 б бошад p - n гузариш бо самти баръакс пайваст шуда, дар ин ҷо бо воситаи нимноқил нагузаштани ҷараёнро бо фурузон нашудани лампочка муайян карда метавонем.

Аз хусусияти қувваи ҷараёнро ба як тараф гузаронидани нимноқилҳои дорои p - n гузариш дар асбобҳои нимноқилӣ истифода бурда мебаранд.

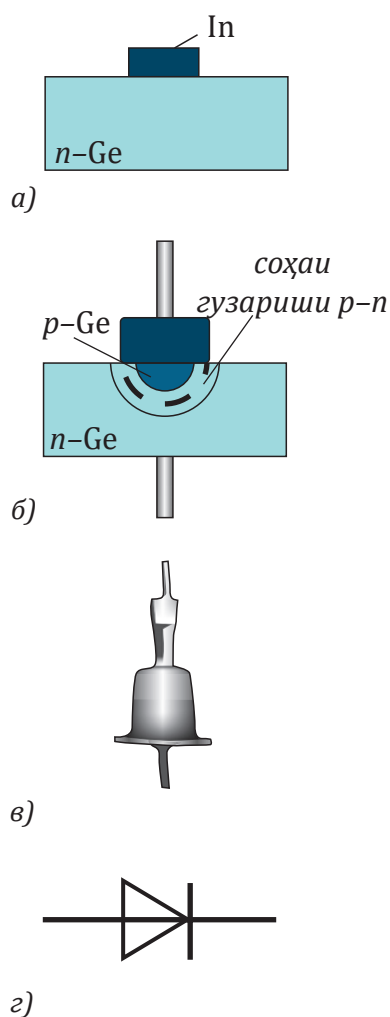
2. Диодҳои нимноқилӣ

Барои дар нимноқилҳо ҳосил намудни гузариши p - n ду нимноқили дорои гузаронандагии p ва n ба рафти техникӣ пайваст намудан кифоя нест. Чунки дар ин ҳолат масофаи байни онҳо калон мешавад. Ғавси байни соҳаҳои p ва n то дараҷаи ба андозаи атомҳо баробар хурд шуданаш лозим. Барои ин нимноқили яклухти дорои омехтаи донории намуди n , масалан монкристали германийро (n -Ge) гирем. Пораи хурди элементи ҳосилкунандаи гузаронандагии намуди p -и гурӯҳи III-юми ҷадвали даврии элементҳоро, маслан индий (In)-ро ба рӯи германий ҷойгир мекунем (расми 6.31 а). Сипас онро дар шароити вакумӣ байни ҳароратҳои 400–500 °C (ҳарорати ғудохташавии индий In 157 °C, ҳарорати ғудохташавии германий Ge бошад ба 938 °C баробар аст) метафсонем. Ҳангоми хунук кардани намуна дар атрофи ҷои расиши германий бо индий In аз сабаби ба дохили монокристали германий даромада мондаи атомҳои In қабати германии намуди p (p -Ge) ҳосил мешавад (расми 6.31 б). Соҳаи ба он атомҳои индий дохилнашудаи кристали германий чун аввала дорои гузаронандагии намуди n мебошад. Дар натиҷа дар байни қабатҳои p -Ge ва n -Ge гузариши p - n ҳосил мешавад (расми 6.31 б).

Асбоби нимноқилии дорои як гузариши p - n бударо диоди нимноқилӣ меноманд.

Структураи дорои гузариши p - n хусусияти яктарафа гузаронидани ҷараёнро дорад.

Диоди нимноқилӣ ин таҷҳизоти электронии дорои гузариши p - n ҷараёнро яктарафа гузаронанда мебошад.



Расми 6.31

БОБИ VI. ЧАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЎ ДАР МУЎИТЎОИ ГУНОГУН



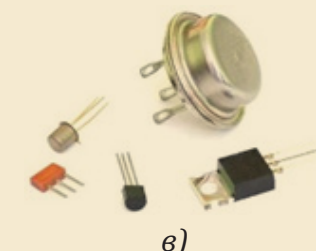
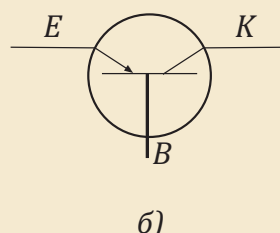
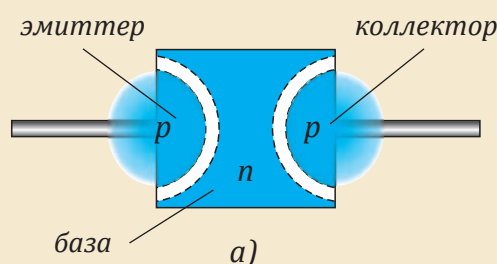
Барои кам кардани таъсири рӯшноӣ, ҳаво ва электрии беруна, майдони магнитӣ ба диоди нимноқилӣ кристалли германий дохили рӯи металии сарбасти герметикӣ маҳкам ҷойгир карда мешавад (расми 6.31 в).

Ишораи шартии диоди нимноқилӣ дар расми 6.31 г-нишон дода шудааст. Диоди нимноқилӣ таҷҳизоти электрони чараёнро ба як тараф гузаронандаи дорои гузариши $p-n$ мебошад.

3. Маълумот дар бораи транзистор

Системаи нимноқилии иборат аз ду гузариши $p-n$ -ро **транзистор** гуфтан мумкин аст. Бо ёрии транзистор сигналҳои электрии тағйирёбанда пурзӯр карда мешавад, лаппишҳои электрии ҳосил карда мешавад ва идора карда мешавад.

Барои тайёр намудани транзистор ба тарафҳои муқобили кристалли германий дорои гузаронандагии электронӣ индӣ кафшер карда мешавад. Ба мисли тайёр намудани диоди нимноқилӣ бо роҳи дар вакуум тафсонидан ба ду тарафи n -Ge қабатҳои p -Ge гирифта мешавад. Ғафсии кристалли германий хеле хурд (якчанд микрометр) мешавад. Ана ҳамин қабат *асоси транзистор*, яъне *база* номида мешавад (расми 6.32 а). Нӯғҳои дорои гузаронандагии сӯроҳигии аз ду тарафи он баровардашуда *эмиттер* ва *коллектор* номида мешаванд. Транзистори ин гуна намудро транзистори дорои структураи $p-n-p$ меноманд (расми 6.32 а).



Расми 6.32

Транзистор асбоби электрони се электродаи аз дуто гузариши $p-n$ ташкил ёфта иборат буда, он вазифаҳои ҳосил намудани сигналҳои электрии, пурқувваткунӣ ва идоракуниро иҷро менамояд.

Консентратсияи ковокиҳои соҳаи эмиттери транзистор аз консентратсияи электронҳои озоди соҳаи база якчанд маротиба калон карда тайёр карда мешавад. Ишораи транзистори дорои структураи $p-n-p$ дар расми 6.32 б оварда шудааст. Бо мақсади гирифтани пеши роҳи таъсири беруна транзистор аз тарафи беруниаш бо ҳар гуна ғилофҳо ҳимоя карда мешавад (расми 6.32 в).

Бо тарзи кори транзистор шинос мешавем (расми 6.33). Шиддати батареяи B_1 -и дар байни эмиттер-база пайваст кардашуда $p-n$ гузариши ростаро ҳосил мекунад ва чараёни эмиттерро (I_e) бавуҷуд меорад. Шиддати батареяи B_2 -и дар байни база-коллектор пайваст кардашуда $p-n$ гузариши баръаксро (чаппаро) ҳосил мекунад. Онгоҳ дар коллектор чараён чӣ гуна ҳосил мешавад? Аз таъсири шиддати дар байни эмиттер-база гузошташуда ковокиҳо ба дохили база мешаванд. Аз ниҳоят хурд будани ғафсии база, инчунин аз кам будани консентратсияи электронҳои озоди он қисми хеле ками ковокиҳо бо электронҳо ҳамчун шуда нейтралізатсия мешаванд. Ковокиҳои зиёд ба соҳаи коллектор гузашта мемонанд.

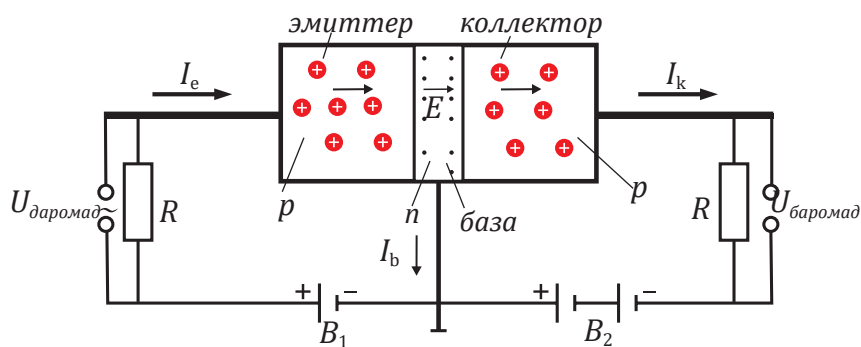
Аз сабаби ба коллектор пайваст шудани қутби манфии батареяи B_2 ковокиҳо ба он ҷазб шуда чараёни коллекториро (I_k) ҳо-



сил мекунамд. Қувваи ҷараёни занҷири эмиттер-база (I_e), аз қув-
ваи ҷараёни самти эмиттер-коллектор хеле кам мебошад.

Қувваи ҷараёни самти эмиттер-база (I_e) чӣ гуна тағйир
ёбад, қувваи ҷараёни бо самти эмиттер-коллектор гузаранда
(I_k) ҳам айнан ҳамин хел тағйир меёбад. Қувваи ҷараёни самти
эмиттер-база (I_e) бо воситаи шиддати тағйирёбандаи хурди дар
қисми даромади занҷир додашуда ($U_{дар}$ – шиддати даромад) идо-
ра карда мешавад. Дар қисми баромади занҷир бошад шиддати
тағйирёбандаи қимматаш калон ($U_{бар}$) ҳосил мешавад. Биноба-
рин, аз транзистор барои пурқувват кардани сигналҳои ҷараёни
тағйирёбанда истифода мебаранд.

Дар тайёр кардани транзистор ба сифати база нимноқили
дорои гузаронандагии намуди p гирифта мешавад. Дар ин ҳолат
соҳаи эмиттер ва коллектор аз нимноқили намуди n тайёр кар-
да мешавад. Ин гуна транзистор дорои структураи $n-p-n$ номида
мешавад. Принципи кори ин намуди транзисторҳо аз принци-
пи кори транзисторҳои намуди $p-n-p$ фарқ намекунад. Танҳо дар
онҳо ҷараён аз коллектор ба самти эмиттер равона мешавад.



Расми 6.33

Микросхемаҳои интегралӣ

Дар солҳои 70-уми асри гузашта дар пластинкаҳои нимноқи-
лии диаметраш 1 см ҷойгир кардани ҳазорҳо транзисторҳои ми-
кроскопиро кашф кардаанд. Аз сабаби бо баробари транзисторҳо
дар онҳо ҷойгир намудани диодҳо, конденсаторҳо, резисторҳо
ва элементҳои радиоэлектронии дигар онҳоро *микросхемаҳои
интегралӣ* меноманд. Дар расми 6.34 а намуди берунаи микро-
схемаҳо ва дар расми 6.34 б бошад, ҳар гуна микросхемаҳои дар
платаи таҷҳизоти электронӣ ҷойгир кардашуда нишон дода
шудааст. Кашф кардани микросхемаҳо барои дар як ҳаҷми хурд
ҷойгир кардани схемаҳои мураккаб ва сохтани компютерҳои
рӯимизӣ имкон ба вучуд овард. Аввалҳо радиоэлементҳо дар
рӯи пластинкаи нимноқилӣ сохта шуда бошанд, баъдтар дар
тамоми ҳаҷми пластинка ҳосил кардани онҳо шурӯъ шуд. Онҳо-
ро **микрочипҳо** ном мебардагӣ шуданд. Дар асоси микрочипҳо
телефонҳои дастӣ, компютерҳои сайёр (ноутбукҳо) ва радио-
таҷҳизотҳои дигари хурдак сохта шуда истодаанд. Ҳоло дар
микрочипи баробар ба танга садҳо миллион транзистор ва ра-
диоэлементҳо ҷойгир карда истодаанд. Ин онро мефаҳмонад, ки
андозаи радиоэлемент атрофи $\sim 10^{-9}$ м аст. 10^{-9} м ба як нанометр
баробар аст. Бинобар ин, соҳаи ба лоиҳасозӣ ва сохтани ин гуна
микросхемаҳо машғулшавандаро нанотехнология меноманд.



а)



б)

Расми 6.34

**Микросхемаҳо,
микрочипҳо асоси
компютерҳои ҳози-
разамон, таҷҳизоти
идоракунии элек-
тронӣ ба ҳисоб мера-
ванд.**

БОБИ VI. ҚАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКЎ ДАР МУҲИТҲОИ ГУНОГУН



Супориши амалӣ

Мақсад: мушоҳида намудани гузашти яктаарафаи қараёни электрикии диоди нимноқилӣ.

Таҷҳизоти зарурӣ: диоди нимноқилӣ, манбаи қараён, лампочка, калид, симҳои пайвастанунанда.

Тартиби иҷрои кор

1. Аз таҷҳизот истифода бурда занҷири дар расм нишондодашударо созед.
 2. Дар ҳолати аввала калид кушода мешавад.
 3. Калидро пайвастан кунед ва фурузон шудани лампочкаро мушоҳида намоед.
 4. Калидро ҷудо намуда қутбҳои манбаи қараёни ба занҷир пайвастаншударо иваз намоед.
 5. Калидро пайвастан кунед ва фурузон шудани лампочкаро мушоҳида намоед.
- Дар асоси натиҷаҳои таҷриба хулоса бароред.



1. Дар гузариши *p-n* чӣ гуна заррачаҳо интиқолдиҳандаи заряд мебошанд?
2. Муқовимати гузариши *p-n* ба шиддати ба он гузошташуда чӣ гуна вобастагӣ дорад?
3. Дар кадом соҳаҳои транзистор *p-n* гузариши рост ва баръакс мешавад?
4. Транзисторҳои намуди *p-n-p* ва *n-p-n* аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд?
5. Принципи кори диоди нимноқилӣ дар чист?
6. Транзистор чӣ гуна сохта шудааст?
7. Оид ба схемаҳои интегралӣ чиҳоро медонед? Соҳаҳое, ки дар онҳо схемаҳои интегралӣ истифода бурда мешаванд, номбар кунед.



КОРИ ЛАБОРАТОРЎ (ОЗМОИШЎ) ОМУХТАНИ ХАРАКТЕРИСТИКАИ ВОЛТ-АМПЕРИИ ДИОДИ НИМНОҚЎ

МАВЗЎИ 46

Мақсади кор: омухтани вобастагии қувваи ҷараёни аз диоди нимноқилӣ гузаранда ба шиддати ба он гузошташуда.

Асбобҳои зарурӣ: 1) диоди нимноқилӣ (дар колодка);
2) манбаи тағйирёбандаи ҷараёни электрикӣ (36–42 V);
3) калид; 4) ноқилҳо; 5) миллиамперметр; 6) реостат; 7) вольтметр (расми 1).

Тартиби иҷрои кор

1. Асбобҳои зарурӣ чамъ карда шуда, мувофиқи нақшаи дар расми 2 нишондодашуда занҷири электрикӣ васл карда мешавад. Дар нақша ишораҳои зерин оварда шудаанд:

М – манбаи ҷараёни доимӣ; R – реостат; V – вольтметр; mA – миллиамперметр; D – диод; К – калид.

2. Занҷир ба намуди кушода (кандашуда) оварда мешавад.

3. Давонаки реостатро ба ҳаракат дароварда нишондоди вольтметрро ба ҳолати 0 V меорем.

4. Калид пайваст карда мешавад.

5. Дастаки реостатро ба ҳаракат дароварда шиддати ба занҷири берунӣ додашаванда тадриҷан зиёд карда мешавад. Нишондодҳои вольтметр ва миллиамперметрро нависта мераванд.

6. Натиҷаҳои ченкунӣ ба ҷадвали зерин дохил карда мешаванд.

U, V									
I, mA									

7. Калид ба намуди кушода оварда мешавад.

8. Қутбҳои манбаи ҷараён иваз ва пайваст карда шуда, таҷриба аз рӯи нишондодҳои 3–6-и дар боло овардашуда тақрир карда мешавад.

9. Аз рӯи натиҷа, графикҳои вобастагии қувваи ҷараёни аз диоди нимноқилӣ гузаранда ба шиддати гузошташуда тасвир карда мешавад.

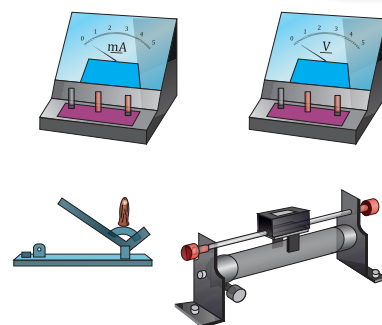
10. Вобастагии қувваи ҷараёни аз диоди нимноқилӣ бо самти *p-n* гузариши роста ва *p-n* гузариши баръакс гузаранда ба шиддати гузошташуда дар графикҳои расми 3 оварда шудааст.

Ҳангоми ба диод гузоштани шиддати баръакс қимати он бояд аз қимати дар паспорти диод нишондодашуда калон набошад.

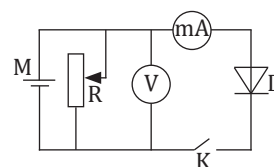
1. Аз хати рост иборат набудани вобастагии қувваи ҷараён ба шиддати гузошташударо ҳангоми роста пайваст намудани диод ба эътибор гиред ва ба фаҳмонда додани сабаби он ҳаракат кунед.

2. Аз чӣ сабаб агар шиддат ба самти баръакс гузошта шавад, аз он ба миқдори кам бошад ҳам, ҷараён мегузарад?

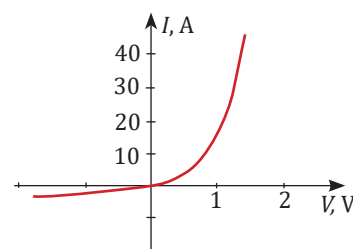
3. Аз маълумотҳои гирифташуда истифода бурда, барои самтҳои гузариши роста ва баръакси диод муқовимати электриро ёбед.



Расми 1



Расми 2



Расми 3





БОБИ VI. ЧАРАЁНИ ЭЛЕКТРИКӢ ДАР МУҲИТӢҲОИ ГУНОГУН

МАСЪАЛАҲО БАРОИ ҲАЛЛИ МУСТАҚИЛОНА ОИД БА БОБИ VI

1. Ҳангоми дар давоми 1 соат электролиз намудани маҳлули сульфати руҳ аз он 2,45 g руҳ ҷудо мешавад. Агар пастшавии шиддати муқовиматҳои дар ваннаи электролитӣ пайдарпай пайвастшуда ба 6 V баробар бошад, қиматаи ин муқовиматро ёбед. Эквиваленти электрохимии руҳ ба $0,338 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ баробар аст.

2. Агар дар ҷараёни гузаронидани электролизи маҳлули обии намаки CuSO_4 ба анод 10^{20} -то электрон гузашта бошад, миқдори миси ҷудошударо муайян кунед.

3. Барои аз маҳлули ZnSO_4 ҷудо карда гирифтани руҳ 2 kW·h энергия сарф карда шудааст. Агар фарқи потенциалҳои байни электродҳо ба 2 V бошад, дар электрод чӣ қадар руҳ ҷудо мешавад?

4. Дар ду ваннаи алоҳида бо роҳи электролитӣ бо қувваи ҷараёни якхела ашёҳо бо мис ва нуқра рӯйпӯш карда шуда истодаанд. Дар муддати якхела массаи қабати нуқра 40,78 g шуда бошад, массаи қабати мис чӣ қадар мешавад?

5. Барои дар 2 соат ҷудо шудани 8,049 g нуқра қувваи ҷараёни бо воситаи электролит гузаранда чӣ қадар шуданаш даркор? Эквиваленти электрохимии нуқра ба $1,118 \cdot 10^{-6} \text{ kg/C}$ баробар аст.

6. Агар фарқи потенциалҳои байни Замин ва абр 10^8 V , энергияи зарядаш $2 \cdot 10^9 \text{ J}$ бошад, миқдори заряди дар муддати разряд гузаштара муайян кунед.

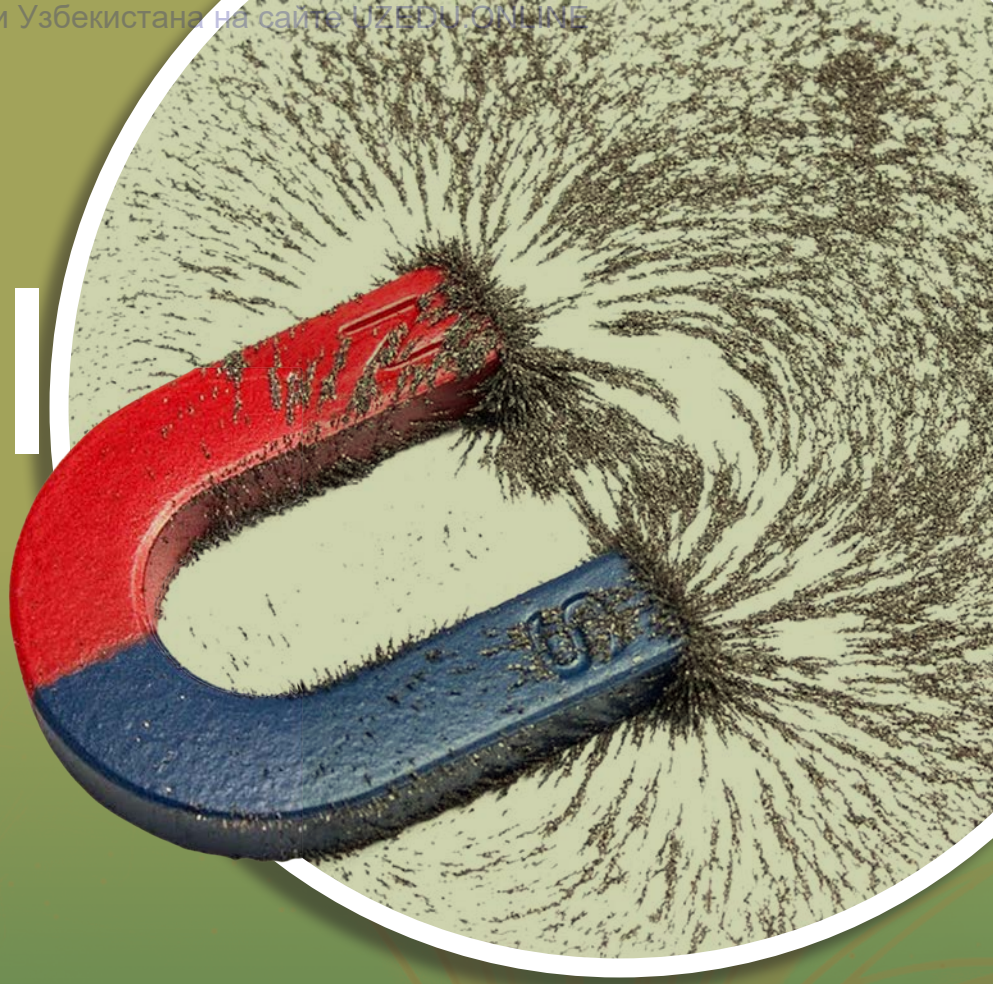
7. Потенциали ионизатсияи атоми гелий ба 24,5 V баробар аст. Барои ионизатсия намудани атоми гелий электрон бояд дорои энергияи чанд ҷоул бошад? Электрони фарқи потенциалҳои 1 V-ро гузаранда дорои энергияи $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ аст.

8. Барои ионизатсия кардани атоми нитроген электрон бояд дорои чӣ гуна суръати минималӣ бошад? Энергияи ионизатсиякуни атоми нитроген ба $23,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ баробар аст. Массаи электрон ба $9,1 \cdot 10^{-31}$ баробар аст.

9. Энергияи ионизатсиякунии атоми криптон ба $22,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ баробар аст. Барои ионизатсия кардани атоми электрони дар майдони электрикӣ шитобгиранда бояд чӣ гуна фарқи потенциалҳо гузарад?

10. Ду термистори муқовиматҳояшон якхела ба манбаи ҷараён параллел пайваст карда шудаанд. Агар ҳангоми хунук кардани яке аз термисторҳо қувваи ҷараён қисми бешоҳаи занҷир 1,5 маротиба кам шуда бошад, муқовимати он (термистор) чанд маротиба тағйир ёфтааст?

БОБИ VII



МАЙДОНИ МАГНИТӢ

Дар ин боб шумо дар бораи мавзӯҳои зерин маълумот хоҳед гирифт:

- индуксияи майдони магнитӣ. Майдони магнитии ноқилҳои ҷараён;
- таъсири майдони магнитӣ ба ноқили ҷараён;
- таъсири мутақобилаи ноқилҳои ҷараён;
- қорре, ки ҳангоми қўшонидани ноқили ҷараён дар майдони магнитӣ иҷро мешавад;
- ҳаракати зарраҳои заряднок дар майдони магнитӣ;
- муҳарриқи электрикӣ ҷараёни доимӣ;
- индуксияи электромагнитӣ;
- худиндуксия. Индуктивият;
- энергияи майдони магнитии ҷараён. Хусусиятҳои магнитии моддаҳо.

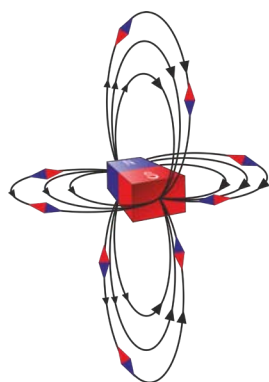
МАВЗӢИ 47

ИНДУКСИЯИ МАЙДОНИ МАГНИТӢ. МАЙДОНИ МАГНИТИИ НОҚИЛИ ҶАРАӢН.

1. Индуксияи майдони магнитӢ.
2. Индуксияи майдони магнити и ноқили ҷараӢни доимӢ.
3. Индуксияи майдони магнитӢ дар маркази ноқили ҷараӢндор.
4. Индуксияи майдони магнити и ғалтаки ҷараӢндор.
5. Индуксияи майдони магнити и тороиди ҷараӢндор.



Қадоме аз ҷисмҳои дар расм нишон додашуда ба магнит ҷазб мешаванд?



Расми 7.1

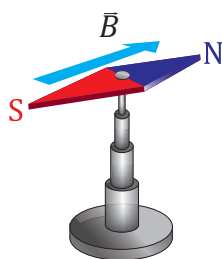
1. Индуксияи майдони магнитӢ

Маълум аст, ки байни магнитҳои доимӣ ва ноқилҳои ҷараӢндор қувваҳои мутақобила вучуд доранд. Магнит Ӣ ноқили ҷараӢндоре, ки дар майдони магнитӢ ҷойгир шудааст, ба майдони магнитӢ бо қувва таъсир мерасонад. Тирчаҳои магнитие, ки ба майдони магнитӢ ворид карда шудаанд, дар самти муайян ҷойгир шудаанд (расми 7.1).

Майдони магнитӢ бо бузургиҳои физикии индуксияи майдони магнитӢ ва сели магнитӢ тавсиф карда мешавад.

Миқдори ададии баробар ба энергияи майдони магнитӢ, ки дар воҳиди вақт аз воҳиди масоҳат мегузарад, баробар аст, сели магнитӢ номида мешавад.

Бузургие, ки ададан ба сели магнити аз воҳиди масоҳат дар самти додашуда мегузарад баробар аст, вектори индуксияи майдони магнитӢ номида мешавад.



Расми 7.2

Вектори индуксияи майдони магнитиро бо ҳарфи $\vec{B}$ ифода мекунанд. Самти вектори индуксиониро бо истифода аз ҷойгиршавии тирчаи магнити озод ҳаракаткунанда, ки ба майдони магнитӢ ворид карда шудааст, муайян кардан мумкин аст.

Ба сифати самти вектори индуксияи майдони магнитӢ ,самти қутби шимолии тирчаи магнитӢ, ки озод ҳаракат карда метавонад, қабул карда шудааст (расми 7.2).

Хатҳои индуксионии майдони магнити доимӣ аз қутби шимолии (N) магнит омада, ба қутби ҷанубӣ (S) дохил мешаванд (расми 7.3 а).

Дар нуқтаи ихтиёрии майдони магнитӢ вектори индуксионӣ ба самти хатҳои қуввагии майдон ҷойгир аст (расми 7.3 б).

Дар СББ (СИ) воҳиди индуксияи майдони магнитӢ ба шарафи физики сербиягӣ Никола Тесла 1 Тесла (Т) қабул карда шудааст.



Агар вектори индуксия дар ҳамаи нуқтаҳои майдони магнитӣ қимат ва самти якхела дошта бошад, чунин майдони магнитиро майдони магнитии якҷинса меноманд.

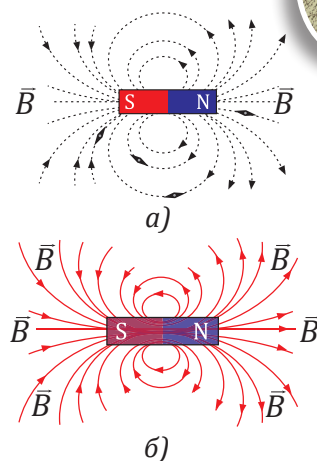
2. Индуксияи майдони магнитии ҷараёни ноқили рост

Самти хатҳои майдони магнитии ҷараёни ноқили рост бо истифода аз қоидаи пармачаи рост муайян карда мешавад.

Самти вектори индуксияи магнитӣ ($\vec{B}$) ҷараёни ноқили рост ба хатҳои қуввагӣ, ки шакли давраро доранд, расанда шуда мегузаранд (расми 7.4). Қимати ададии индуксияи магнитӣ дар нуқтае, ки дар масофаи d аз ноқили рости беҳири дароз ҷойгир аст, ба қувваи ҷараёни ноқил мутаносиби роста ва ба масофа мутаносиби чаппа буда, бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

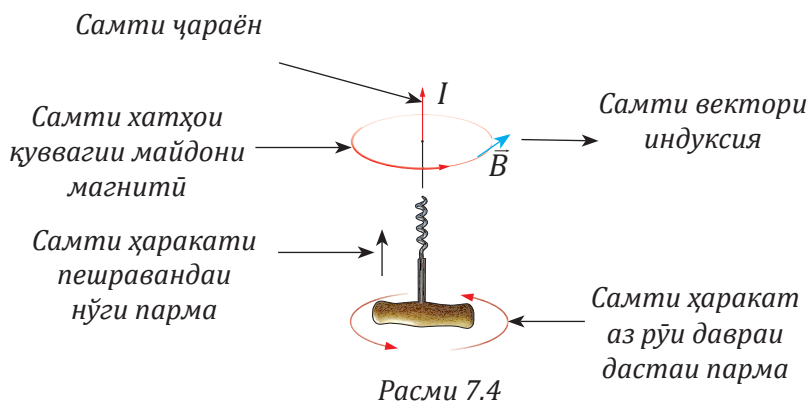
$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d} \quad (1)$$

Дар ин ҷо μ_0 миқдори скалярӣ, ки **доими магнитии вакуум** ном дорад, қимати ададии он ба $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ баробар аст.

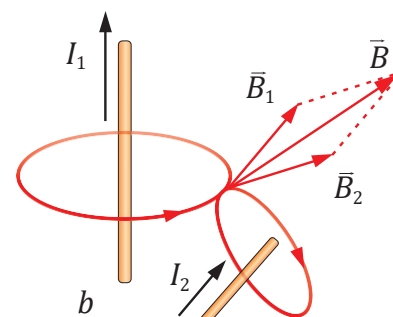


Расми 7.3

Агар ҳаракати пешравандаи нўги парма бо самти ҷараён якхела бошад, он гоҳ самти гардиши дастаи парма самти хатҳои индуксионии магнитиро нишон медиҳад (расми 7.4).



Расми 7.4

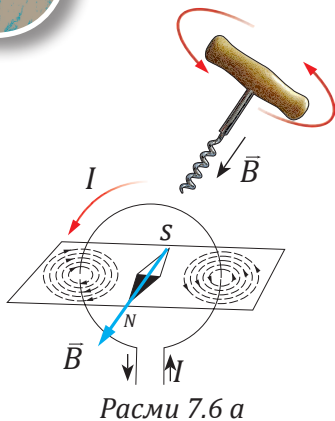


Расми 7.5

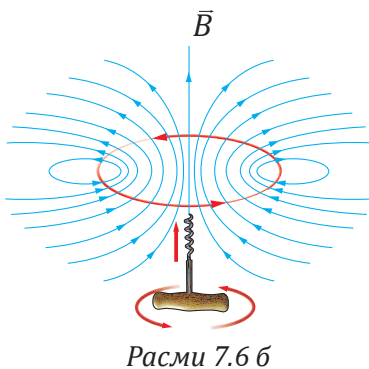
Дар аксари ҳолатҳо майдони магнитиро на як ноқил, балки системаи якчанд ноқилҳои ҷараёндор меофаранд (расми 7.5). Дар чунин мавридҳо индуксияи майдони натиҷавӣ дар нуқтаи фазо ба ҷамъи вектори индуксияҳои майдони магнитии ҳар як ноқили ҷараёндор дар ин нуқта баробар аст, яъне:

$$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \vec{B}_3 + \dots + \vec{B}_n \quad (2)$$

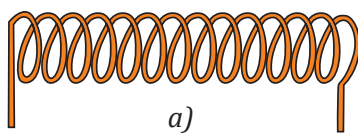
Ин хулосаро **принципи суперпозитсия** барои майдони магнитӣ меноманд. Ҳамин тариқ, принципи суперпозитсияи майдони магнитӣ бо принципи суперпозитсияи майдони электрикӣ якхела аст.



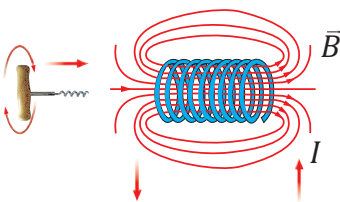
Расми 7.6 а



Расми 7.6 б

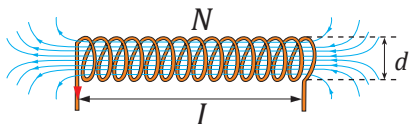


а)



б)

Расми 7.7



Расми 7.8

3. Индуксияи майдони магнитӣ дар маркази ноқили даврашакли ҷараёндор

Дар ноқили даврашакли ҷараёндор хатҳои қувваи майдони магнитӣ аз хатҳои сарбасте, ки атрофи ноқилро ихота намуданд, иборатанд. Самти хатҳои қуввагӣ, ки аз маркази давра мегузаранд, бо истифода аз қоидаи парма муайян карда мешавад. Агар самти дастаи парма бо самти ҷараён дар ноқил якхела бошад, онгоҳ самти ҳаракати пешравандаи нӯги парма самти вектори индуксионро нишон медиҳад (расмҳои 7.6 а, б).

Қимати ададии индуксияи майдони магнитӣ дар маркази ноқили даврашакли ҷараёндор бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$B = \mu_0 \frac{I}{2R} \quad (3)$$

Дар ин ҷо: R радиуси давраи ноқил, I қувваи ҷараён аст.

4. Индуксияи майдони магнитии ғалтаки ҷараёндор

Ноқилро спиралшакл печонида, ғалтак месозем (расми 7.7 а). Вақте ки аз ғалтак ҷараён мегузарад, ҳар як печи он майдони магнитиро ба вуҷуд меорад. Аз сабаби зиёд будани печҳои ғалтак майдони магнитии дар ғалтак ба вуҷуд омада назар ба майдони магнитие, ки як ноқил дар алоҳидагӣ ба вуҷуд меорад, чанд маротиба пурзӯртар аст.

Хатҳои қуввагии майдони магнитии ғалтаки ҷараёндор дар қисми дарунии ғалтак аз хатҳои рости параллел иборатанд. Самти хатҳои қуввагиро дар асоси қоидаи пармаи рост муайян кардан мумкин аст.

Агар самти гардиши дастаи парма бо самти ҷараёни дар ғалтак буда якхела бошад, он гоҳ самти ҳаракати пешравандаи нӯги парма самти хати қуввагӣ, яъне вектори индуксионро нишон медиҳад. (расми 7.7 б).

Дарозии ғалтак l , шумораи печҳо ба N баробар буда ва диаметраш d , ки аз дарозинаш чанд маротиба хурдтар аст $d \ll l$ (расми 7.8). Дар ин ҳолат, майдони магнитии дар ғалтаки ҷараёндор ба вуҷуд омада-ро метавон ҳамчун майдони магнитии якҷинса баррасӣ кард. Қимати ададии индуксияи майдони магнитӣ дар маркази ғалтак бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$B = \mu_0 \frac{IN}{l} \quad (4)$$

5. Индуксияи майдони магнитии тороиди ҷараёндор

Системае, ки аз ноқили спиралшакли дар атрофи асоси ҳалқамонанд печонидашуда иборат аст, тороид номида мешавад (расми 7.9).

Вақте ки ҷараён дар тороид ҷорӣ мешавад, дар дохили он ва берун аз он майдони магнитӣ ба вуҷуд меояд. Дар дохили тороид хатҳои қуввагии магнитӣ аз даврҳои ба ҳамдигар параллел иборатанд, ки марказашон дар як нуқта қарор доранд. Қимати ададии индуксияи майдони магнитӣ дар дохили тороид бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R} \quad (5)$$

Дар ин ҷо: N – шумораи печҳо, I – қувваи ҷараён, R – радиуси тороид.



Намунаи ҳалли масъала

Қувваи ҷараён дар тороиди радиусаш 15 см ва шумораи печҳояш 2000-то буда ба 3 А баробар бошад, қимати ададии индуксияи магнитиро дар нуқтаҳои дар меҳвари тороид воқеъгардида ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$N=2000$ $R = 0,15 \text{ m}$ $I = 3 \text{ A}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}$ $B = ?$	$B = \frac{\mu_0 NI}{2\pi R}$	$B = \frac{2000 \cdot 3 \text{ A} \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A}}{2\pi \cdot 0,15 \text{ m}} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ Ҷавоб: $B = 8 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

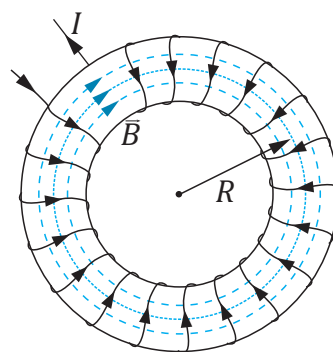
Машқи 34

1. Агар аз як ноқили дарози беохир , ки дар ҳаво ҷойгир аст, қувваи ҷараёни 14 А гузарад, қимати ададии индуксияи майдони магнитиро дар нуқтаи 10 см дуртар аз ноқил ҳисоб кунед.

2. Агар индуксияи майдони магнитии дар маркази ноқили даврашакли радиусаш 6,28 см буда ба вучуд омада, ба $1,4 \cdot 10^{-4} \text{ T}$ баробар бошад, қувваи ҷараёнеро, ки аз ноқил мегузарад, ёбед.

3. Дар нуқтаи муайяни фазо вектори индуксияи майдони магнитии аз ҷануб ба шимол нигаронидашудаи индуксияаш 3 мТ ва вектори индуксияи майдони магнитии аз ғарб ба шарқ раво-на карда шудаи индуксияаш 4 мТ вохӯрданд. Бузургӣ ва самти вектори индуксияи майдони магнитии натиҷавиро муайян кунед.

4. Аз ноқили даврашакл, ки радиусаш 5 см аст, қувваи ҷараёни 2 А мегузарад. Қимати ададии вектори индуксияи майдони магнитиро дар нуқтаи маркази ин печ ҳисоб кунед.



Расми 7.9

1. Шумо индуксияи майдони магнитӣ гуфта чиро мефаҳмед ва ченаки воҳиди он чист?

2. Хатҳои майдони магнитии магнитҳои рост ва наълашакл чӣ гуна шакл доранд?

3. Дар нақша сатҳи қуввагии майдони магнитиро, ки аз нуқилҳои рости беохир дарози параллелӣ, ки самти ҷараёнашон якхела ва муқобил ба вучуд омадаанд, тасвир намоед.

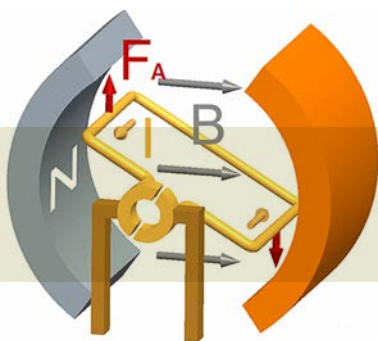
4. Ба шумо магнити доимӣ ва оҳанпорае, ки айнан андозаҳои магнити домиро дораду ва шаклаш ҳам монанд аст дода мешавад. Танҳо бо истифода аз ашёҳои додашуда чӣ гуна метавон муайян кард, ки кадоме аз онҳо магнити доимӣ ва кадоме оҳан аст?



МАВЗӢИ 48

ТАЪСИРИ МАЙДОНИ МАГНИТӢ БА НОҚИЛИ ҶАРАЁНДОР

1. Қувваи Ампер.
2. Қоидаи дасти чап.
3. Моменти чархзанондаи рамкаи ҷараёндор дар майдони магнитии якҷинса.
4. Асбобҳои ченкунии электрикӣ.

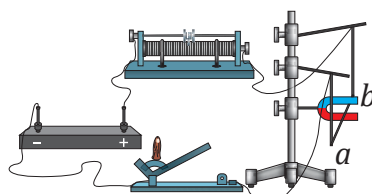


Қадам қувва рамкаи ҷараёндорро, ки дар майдони магнитӣ ҷойгир аст, ба ҳаракат мебарорад?

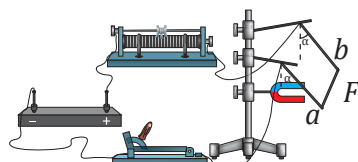
1. Қувваи Ампер.

Соли 1820 Ампер дар таҷриба таъсири майдони магнитиро ба ноқили ҷараёндор муайян кард.

Барои мушоҳидаи таҷриба ноқили ростии ab , ки дар штатив озод овезон аст, дар маркази магнети наълшакл ҷойгир мекунам. Бо истифода аз симҳои пайвастанда ноқили ab ба манбаи ҷараён тавассути калид пайваст карда мешавад ва занҷири сарбаст ба вучуд меояд. Дар ин ҳолат дарозии қисми ноқили дар майдони магнитӣ ҷойгиршуда бояд ба Δl баробар бошад. Вақте ки занҷир кушод аст, симе, ки дар он ноқилии ab овезон аст, дар ҳолати амудӣ қарор дорад (расми 7.10). Вақте ки калид дар занҷир пайваст мешавад, ноқил ҳаракат мекунад ва он аз магнит канорагирӣ мекунад (расми 7.11). Ҳангоми гузаштани ҷараён аз ноқил, ба он магнит бо қувваи F таъсир мерасонад. Сими овезон аз ҳолати амудӣ бо кунҷи α дур мешавад. Агар қутбҳои магнитӣ иваз карда шаванд, қувваи ба ноқил таъсиркунанда самташро дигар мекунад, дар натиҷа ноқил ба магнети наълшакл кашида мешавад. Агар самти ҷараён дар ноқил бе тағйир додани мавқеи магнит иваз карда шавад, он гоҳ самти қувваи ба ноқил таъсиркунанда низ ба самти муқобил тағйир меёбад.

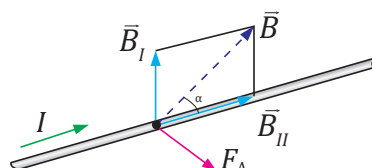


Расми 7.10



Расми 7.11

Қувваи (F), ки ба як қисми ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ ҷойгир буда таъсир мекунад ба қувваи ҷараён (I), дарозии ноқил (Δl), индуксияи магнитӣ (B) ва ба қимати синуси кунҷи α байни вектори индуксионӣ бо самти ҷараён мутаносиби роста аст (расми 7.12).



Расми 7.12

$$F = I \cdot B \cdot \Delta l \sin \alpha \quad (1)$$

Қувваи бо ин ифода муайяншуда қувваи Ампер номида мешавад.

Ифодаи (1) барои майдони магнитии якҷинса дуруст аст, яъне барои он мавриде дуруст аст, ки дар ҳамаи нуқтаҳои ноқил қимати ададӣ ва самти вектори индуксионӣ якхела бошад. Агар вектори индуксионӣ ба самти ҷараён перпендикуляр ($\alpha = 90^\circ$) бошад, қувваи Ампер, ки ба ноқили ҷараёндор таъсир мерасо-



над, ба қимати максималии худ мерасад, **яъне** $F_{\max} = I \Delta l B$. Дар ин ҳолат мо ифодаи зерини индуксияи магнитиро ҳосил мекунем:

$$B = \frac{F_{\max}}{I \cdot l} \quad (2)$$

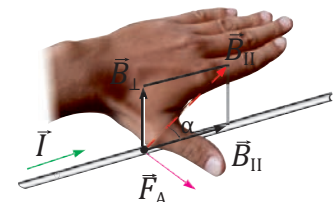
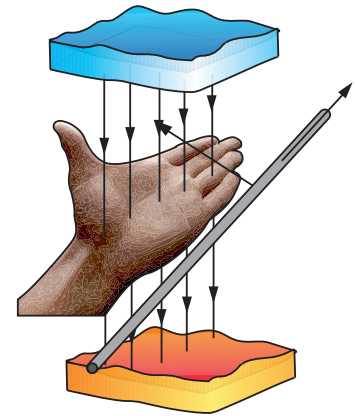
Мувофиқи ин ифода маънои физикии индуксияи магнитиро тавсиф кардан мумкин аст: индуксияи магнитӣ ба қувваи майдони магнитие баробар аст, ки он ба ноқили ростии дарозии 1 м ва қувваи ҷараёнаш 1 А буда, ки ба хатҳои қуввагии майдони магнитии якҷинса перпендикуляр воқеъ аст, таъсир мерасонад,

$$[B] = \frac{1 \text{ Н}}{1 \text{ А} \cdot 1 \text{ м}} = 1 \text{ Т (Тесла)}.$$

2. Қоидаи дасти чап

Самти қувваи майдони магнитиро, ки ба ноқили ҷараёндор таъсир мекунад, бо ёрии қоидаи дасти чап муайян кардан мумкин аст (расми 7.13).

Дар майдони магнитӣ дасти чапамонро чунон ҷойгир мекунем, ки хатҳои қуввагии майдони магнитӣ аз кафи дастамон дароянд. Агар самти ҷараён ба самти нӯгҳои чорангушти кушодамон рост ояд, сарангуши ба 90° кушода шуда самти қувваи Ампер ба ноқил таъсиркунандаро нишон медиҳад.



Расми 7.13

3. Моменти чархзанондаи рамкаи ҷараёндор дар майдони магнитии якҷинса.

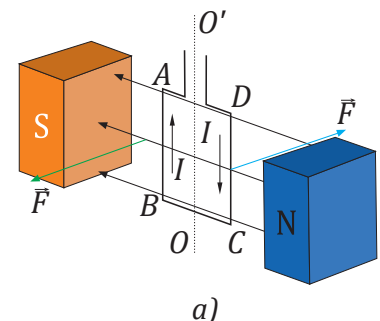
Агар рамкаи ҷараёндор ба майдони магнитӣ ворид карда шавад, мушоҳида кардан мумкин аст, ки он ба қунҷе майл мекунад (расми 7.14). Чаро рамкаи ҷараёндор дар майдони магнитӣ чарх мезанад?

Бигзор сатҳи аз рамкаи росткунҷа ташкилшуда ба хатҳои қувваи майдони магнитӣ параллел бошанд. Агар ҷараёне, ки аз тарафҳои AB ва DC -и рамкаи дарозии l ($l = AB = DC$) ҷорӣ мешавад, ба I баробар бошад (расми 7.14 а), он гоҳ қувваи Ампер, ки ба ин қисмҳо бо майдони магнитии якҷинса таъсир мерасонад:

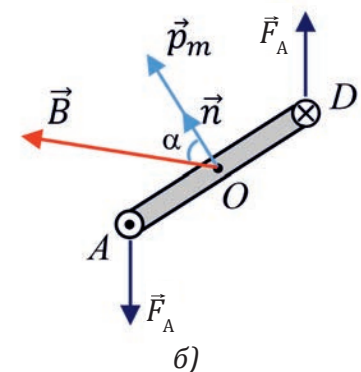
$$F_A = I \cdot B \cdot l. \quad (3)$$

Самти ин қувва бо истифода аз қоидаи дасти чап муайян карда мешавад. Модули қувваҳои ба қисмҳои AB ва DC таъсиркунанда баробаранд ва ба самтҳои муқобил равона карда шудаанд. Аз ин рӯ, майдони магнитӣ ба рамкаи ҷараёндор бо қувваҳои ҷуфт таъсир мерасонад. Дар зери таъсири қувваҳои ҷуфти рамкаи ҷараёндор давр мезанад. Ин ҷуфти қувваҳо моментҳоро нисбат ба меҳвари гардиши OO' -и рамка ба вуҷуд меоранд.

Дар расми 7.14 а нишон дода шудааст, ки ҳангоми параллел будани ҳамвори рамка ба вектори индуксияи магнитӣ, китфи



а)



б)

Расми 7.14

БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТӢ

қувваҳои ба қисмҳои AB ва DC таъсиркунанда ба $d/2$ баробар аст ($d=AD=BC$). Агар рамка ба ягон кунҷ тоб хӯрад, китфи қувваҳо тағйир меёбад.

Барои муайян кардани тағйирёбии китфи қувва вектори нормалиро ($\vec{n}$) ба ҳамвори рамка перпендикуляр мегузаронем (расми 7.14 *b*, проексияи рамка аз боло дида мешавад). Бигзор кунҷи байни вектори $\vec{n}$ ва вектори индуксияи $\vec{B}$ ба α баробар бошад. Дар ин маврид китфи ҷуфти қувваҳо ба $d/2 \cdot \sin \alpha$ баробар аст. Моментҳои қувваи ҷархзанонандаи рамка бо ифодаи зерин муайян карда мешаванд:

$$M_1 = M_2 = F_A \cdot \frac{d}{2} \cdot \sin \alpha \quad (4)$$

Моменти умумии даврзании рамка ба ҷамъи моментҳои M_1 ва M_2 баробар аст:

$$M = M_1 + M_2 = F_A \cdot d \cdot \sin \alpha = IBl \cdot d \cdot \sin \alpha \quad (5)$$

Бо назардошти он, ки сатҳи рамка $S=l \cdot d$ аст,

$$M = I \cdot S \cdot B \cdot \sin \alpha \quad (6)$$

Агар $\alpha = \pi/2$ бошад, индуксияи майдони магнитӣ ба:

$$B = \frac{M_{\max}}{IS} \quad (7)$$

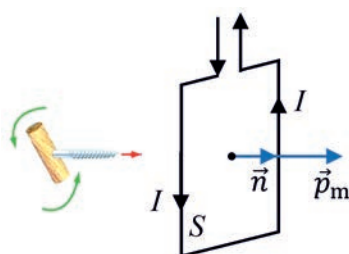
Ҳосили зарби қувваи ҷараён дар рамка ба масоҳате, ки он ташкил кардааст (p_m) моменти магнитии рамкаи ҷараёндор номида мешавад:

$$p_m = I \cdot S. \quad (8)$$

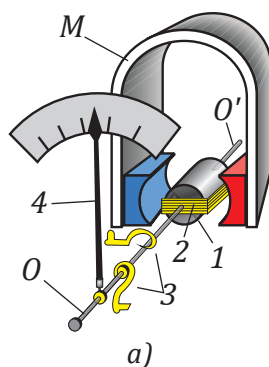
Моменти магнитии рамкаи ҷараёндор бузургии векторӣ буда, самти онро дар асоси қоидаи пармаи винти рост ёфтан мумкин аст. Агар самти гардиши дастаи парма бо самти ҷараёни рамка яхела бошад, самти ҳаракати пешравандаи нӯги парма самти моменти магнитии рамкаи ҷараёндорро нишон медиҳад (расми 7.15). Самти вектори нормалӣ ($\vec{n}$), ки ба ҳамвори рамка гузаронида мешавад, бо самти вектори моменти магнитии $\vec{p}_m$ рамка яхела аст (расми 7.15). Моменти магнитии рамкаи ҷараёндор дар СБВ бо $[p_m] = A \cdot m^2$ чен карда мешавад.

4. Асбобҳои ченкунии электрикӣ.

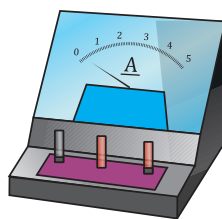
Кори бисёр дастгоҳҳои электрикӣ ба таъсири мутақобилаи ноқили ҷараёндор ва магнити доимӣ асос ёфтааст. Сохтори як чунин асбоби ченкунии электрикӣ дар расми 7.16 *a* нишон дода шудааст. Дар байни қутбҳои магнити пурзӯр (M) дилаки оҳанин (1) ҷойгир кунонида, ба он рамкаи симӣ (2) гузошта шудааст. Рамкаи симӣ ба меҳвари OO' часпонида шудааст. Дар баробари ин ба меҳвари OO' пружинаҳои металлӣ (3) ва ақрабак (4) пайваست карда мешаванд. Ин ба рамкаи симӣ имкон медиҳад, ки дар як вақт ақрабак ва пружинаҳоро дар атрофи меҳвари OO' ҷарх занонанд. Вақте ки асбоб ба занҷири ҷараён пайваست карда ме-



Расми 7.15



а)



б)

Расми 7.16



шавад, ҷараён аз рамкаи симӣ мегузарад ва аз ҷониби майдони магнитӣ ба ҳаракат мебарояд. Гардиши рамка ва қавҷавии ақрабақ то он даме ки қувваи ҷандирии пружина ва қувваҳои Ампер баробар мешаванд, давом мекунад. Вақте ки асбоб ба занҷири электр пайдарпай пайваस्त карда мешавад, қувваҳои ҷараёне, ки аз занҷир ва ғалтак мегузарад, ба ҳамдигар баробаранд, бинобар ин кунҷи гардиши ақрабақ ба қувваи ҷараён мутаносиб аст. Дар ин ҳолат асбоб ҳамчун амперметр истифода мешавад (расми 7.16 б). Дар айнӣ замон, асбобҳои ҷенкунии сигналҳои рақамӣ васеъ истифода мешаванд. Онҳо дар асоси принципи табдил додани сигналҳои аналогӣ ба сигналҳои рақамӣ ба воситаи микросхемаҳои дар асоси гузаришҳои нимноқилҳои p-n кор мекунад. Чунин дастгоҳҳо бисёрфункционалӣ буда, дар як дастгоҳ параметрҳо, аз қабилӣ қувваи ҷараёни тағйирёбанда ва доимӣ, шиддат, қувваи ҷараёни аз ҷониби истеъмолкунанда баровардашуда, муқовимати электрикӣ, тавоноии электрикӣ, басомадро ҷен карда метавонад. Онҳоро мултиметрҳо низ меноманд. Дар расми 7.17 намуди як чунин дастгоҳ нишон дода шудааст.



Расми 7.17

1. Чаро ноқили рости ҷараёндор, ки ба майдони якҷинсаи магнитӣ ворид шудааст, ба пеш ҳаракат мекунад ва рамкае, ки ҷараён дорад, давр мезанад?
2. Қувваи ба рамкаи ҷараёндор таъсиркунанда, ки ба майдони магнитии якҷинса дохил карда шудааст, чӣ гуна муайян карда мешавад?
3. Бо кадом сабаб моменти гардиш ба рамкаи ҷараёндор, ки дар майдони магнитӣ гузошта шудааст, таъсир мерасонад?
4. Моменти ҷуфти қувваҳо, ки ба рамкаи ҷараёндор таъсир мерасонанд, дар мисоли ҷамбарҳои мошин шарҳ диҳед.
5. Асбобҳои мисол оред, ки дар асоси таъсири майдони магнитӣ ба рамкаи ҷараёндор кор мекунад



Намунаи ҳалли масъала

Дар майдони магнитӣ рамкаи симӣ бо масоҳати 20 cm^2 , ки аз 100 печ иборат аст, ҷойгир карда шудааст. Вақте ки ҷараёни 2 A аз рамка мегузарад, моменти максималии $0,5 \text{ mN} \cdot \text{m}$ тавлид мешавад. Индуксияи майдони магнитиро муайян кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$S = 20 \text{ cm}^2 = 20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ $N = 100$ то $I = 2 \text{ A}$ $M_{\max} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}$ $B = ?$	$M_{\max} = N \cdot I \cdot B \cdot S$ $B = \frac{M_{\max}}{N \cdot I \cdot S}$	$B = \frac{0,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{m}}{100 \cdot 2 \text{ A} \cdot 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ T} = 1,25 \text{ mT}$ Ҷавоб: $B = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ T}$

**Машқи 35**

1. Майдон ба ноқили рости дарозиаиш 25 см , ки таҳти кунҷи 30° ба хатҳои қуввагии майдони магнитии якҷинса ҷойгир аст, бо қувваи 3 Н таъсир мерасонад. Агар қувваи ҷараён дар ноқил 30 А бошад, қимати ададии индуксияи майдони магнитиро ёбед. Нақшаи масъаларо кашед ва самтҳои бузургҳои векториро нишон диҳед.

2. Моменти максималие, ки ба рамкаи масоҳатаи 1 см^2 буда, дар майдони якҷинсаи магнитӣ амал мекунад, ба $2\text{ мН}\cdot\text{м}$ баробар аст. Қувваи ҷараёне, ки аз рамка мегузарад, $0,5\text{ А}$ аст. Қимати ададии индуксияи майдони магнитиро ёбед.

3. Ба ноқили рости ҷараёндори дарозиаиш $0,4\text{ м}$, ки дар майдони якҷинсаи магнитӣ ҷойгир аст, қувваи $9\cdot 10^{-2}\text{ Н}$ таъсир мерасонад. Агар қувваи ҷараён дар ноқил 10 А ва индуксияи майдон $7,6\cdot 10^{-2}\text{ Т}$ бошад, кунҷи байни самти ҷараён ва самти вектори индуксияи майдони магнитиро муайян кунед.

4. Майдони магнитии якҷинса, ки индуксияиш $2\cdot 10^{-2}\text{ Т}$ аст, ба ноқили ҷараёндори дарозиаиш $0,5\text{ м}$, ки ба хатҳои қуввагӣ перпендикуляр ҷойгир шудааст, бо қувваи $0,15\text{ Н}$ таъсир мерасонад. Қувваи ҷараёнро ёбед.





ТАЪСИРИ МУТАҚОБИЛАИ НОҚИЛИ ЧАРАЁНДОР

МАВЗЎИ 49

1. Таъсири ноқилҳои чараёндори рости параллелӣ.
2. Қувваи таъсири мутақобилаи чараёнҳои параллелӣ.

Оё дар хатҳои интиқоли барқ қувваҳои мутақобилаи симҳои ноқилӣ вуҷуд доранд?

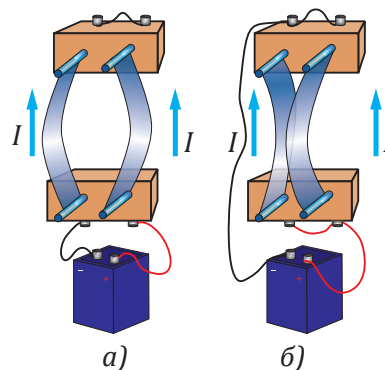
Ин қувваҳо, агар вуҷуд дошта бошанд, кадомҳоянд ва хусусияти ин таъсир чӣ гуна аст?



1. Таъсири ноқилҳои чараёндори рости параллелӣ.

Мисли зарядҳои электрикӣ дар байни ноқилҳои чараёндор қувваҳои таъсири мутақобила мавҷуданд. Аммо қувваҳои электростатикӣ ва қувваҳои магнитӣ табиатан гуногунанд. Барои дар амал мушоҳида кардани ин, ду ноқили эластикиро гирифта, ба тақиягоҳ дар ҳолати амудӣ маҳкам мекунем.

Агар қисми болоии ноқилҳоро бо сим пайваست кунем, чараён аз ноқилҳо ба самти муқобил мегузаранд (расми 7.18 а). Дар натиҷа онҳо аз ҳам дур шуда, масофаи байни ноқилҳо зиёд мешавад. Агар чараён аз ин ноқилҳо ба як самт гузаранд, ноқилҳо ҳамдигарро ҷазб менамоянд (расми 7.18 б).



Расми 7.18

2. Қувваи таъсири мутақобилаи чараёнҳои параллелӣ

Бо истифода аз қонуни Ампер самт ва бузургии қувваи таъсири мутақобилаи байни ноқилҳои чараёндори беохири параллелӣ дар вакуум муайян карда мешавад.

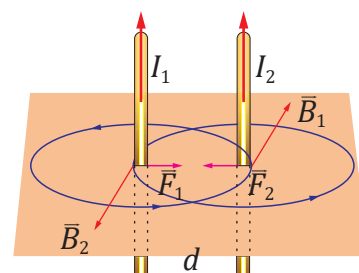
Бигзор чараёнҳои I_1 ва I_2 ба воситаи ду ноқили рости параллелӣ дар масофаи d аз ҳамдигар ҷойгир бошанд (расми 7.19).

Хатҳои вектори индуксияи майдони магнитии чараёнҳои I_1 ва I_2 , ки аз ноқилҳо мегузаранд, аз давраҳои консентрикӣ иборатанд.

Агар чараёни I_1 аз поён ба боло ҷорӣ шавад, дар нуқтаҳое, ки дар ноқили дуюм ҳобидаанд, аз мо ба ҳамвори китоб вектори B_1 (мувофиқи қоидаи парма) равона мешавад. Вектори B_1 ба ноқил перпендикуляр аст. Самти қувваи F_2 , ки таъсири онро майдони магнитии чараёни якум ба дарозии ноқили дуюми чараён Δl нишон медиҳад, ба сӯи ноқили якум нигаронида шудааст ва мувофиқи қонуни Ампер бузургии он ба:

$$F_2 = B_1 \cdot I_2 \cdot \Delta l \quad (1)$$

Ифодаи индуксияи магнитии чараён $B_1 = \mu_0 \frac{I_1}{2\pi d}$ -ро ба ин формула гузошта (d масофаи байни ноқилҳо), формулаи зеринро мегирием:



Расми 7.19



БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТӢ

$$F_2 = \mu_0 \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} \cdot \Delta l \quad (2)$$

Ҳамин тариқ, қувваи мутақобилае, ки ба дарозии воҳиди ноқилҳои ҷараёнҳои параллелӣ беохир таъсир мерасонад, ба ҳосили зарби ҷараёнҳое, ки аз онҳо мегузаранд, мутаносиби роста ва ба масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа аст. Инчунин самти қувваи F_1 , ки онро майдони магнитии ҷараёни дуюм ба дарозии ноқили аввали ҷараён Δl нишон медиҳад, ба сӯи ноқили дуюм нигаронида шудааст ва қимати ададии он бо ифодаи (2) муайян карда мешавад:

$$F_1 = \mu_0 \frac{I_2 \cdot I_1}{2\pi \cdot d} \cdot \Delta l \quad (3)$$

Дар асоси таъсири мутақобилаи магнитии ҷараёнҳои мус- тақими параллелӣ воҳиди қувваи ҷараён дар СБВ ампер (А) қа- бул карда шудааст.

Мафҳуми 1 ампер: Ҳангоми масофаи байни ноқилҳои бе- охири параллелӣ 1 м будан, ноқилҳо бо қувваи $2 \cdot 10^{-7}$ Н ба ҳам- дигар таъсир кунанд, он гоҳ қувваи ҷараёне, ки аз ин ноқилҳо мегузарад ба 1 А баробар мешавад.



1. Самти қувваи таъсири мутақобилаи ноқилҳои ҷараёни па- раллелӣ чӣ тавр муайян карда мешавад?
2. Қувваи таъсири мутақобилаи ду ноқили параллелро бо ҷа- раёнҳои I_1 ва I_2 , ки ба самтҳои муқобил ҷараён доранд, шарҳ диҳед.
3. Оё ноқилҳои алюминий (симчӯбҳо) бо ҳам таъсир меку- нанд?

Намунаи ҳалли масъала

Қувваи таъсири мутақобиларо ба ҳар як метри дарозии хати интиқоли ҷараёни доимии дутора, ки масофаи байни ноқилҳо 1,6 м аст, ёбед. Қувваи ҷараёне, ки аз ноқилҳо мегузарад, ба 40 А баробар аст.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$d = 1,6 \text{ м}$ $I_1 = I_2 = 40 \text{ А}$ $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Н/А}^2$ $\Delta l = 1 \text{ м}$ $F = ?$	$F = \mu_0 \frac{I_1 \cdot I_2}{2\pi \cdot d} \cdot \Delta l$	$F = 4\pi 10^{-7} \text{ Н/А}^2 \cdot \frac{40 \text{ А} \cdot 40 \text{ А}}{2\pi \cdot 1,6 \text{ м}} \cdot 1 \text{ м} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Н}$ Ҷавоб: $F = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Н}.$



Машқи 36

1. Қувваи ҷараён дар ноқилҳои параллели ду хати сими даро- зиашон 5 м буда ба 500 А баробар аст. Ҷараёнҳо ба самти муқо- бил равонанд. Агар масофаи байни ноқилҳо 25 см бошад, онҳо ба ҳамдигар бо чӣ гуна қувва таъсир мерасонанд?
2. Аз ҳар як ноқили хати интиқоли дусима қувваи ҷараёни 5 А мегузарад. Агар масофаи байни ноқилҳо 40 см бошад, қувваи ба ҳар як сим дар воҳиди дарозӣ таъсиркунандаро ёбед.
3. Майдони магнитии якхела бо индуксияи 0,1 Т ба ноқили да- розиаш 25 см ба хатҳои қуввагӣ перпендикуляр бо қувваи 0,5 Н таъсир мерасонад. Қувваи ҷараёни аз ноқил гузаранда чӣ гуна аст?



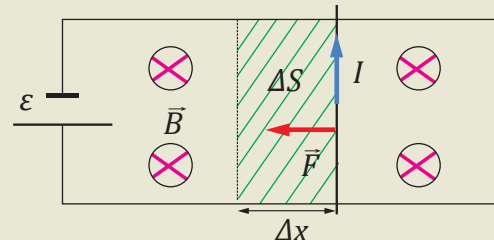
КОРИ ИЧРОКАРДАИ НОҚИЛИ ҶАРАЁНДОР ҲАНГОМИ КЎЧОНИДАН ДАР МАЙДОНИ МАГНИТӢ

МАВЗӢИ 50

1. Сели майдони магнитӢ.

2. Кори Ҳангоми дар майдони магнитӢ кўчонидан ичрокардаи ноқили рости ҷараёндор

Дар майдони магнитӢ кор вақте ба амал меояд, ки ноқили ҷараёндор бо таъсири қувваи Ампер аз як ҷой ба ҷойи дигар ҳаракат мекунад. Ин кор аз ҳисоби кадом энергия ба амал меояд?



Пеш аз он, ки кори Ҳангоми дар майдони магнитӢ кўчонидани ноқили ҷараёндорро муайян намоем, биёед бо сели майдони магнитӢ шинос шавем.

1. Сели майдони магнитӢ

Барои тавсифи шумораи хатҳои қуввагии майдони магнитӢ, ки масоҳатро бурида мегузаранд, бузургии ҷорӣ карда шудааст, ки сели магнитӢ номида мешавад. Сели магнитие, ки аз сатҳ мегузарад, бо вектори индуксияи майдони магнитӢ муайян карда мешавад.

Сели магнитии аз сатҳи S гузаранда гуфта бузургииеро мегӯянд, ки ба ҳосили зарби қимати индуксияи магнитӢ, сатҳе, ки хатҳои қуввагӣ онро бурида мегузаранд ва косинуси кунҷи (α) байни қимати индуксияи магнитӢ ва самти вектори индуксия, баробар аст (расми 7.20). Сели магнитӢ бо ҳарфи Φ ишора карда мешавад. Мувофиқи таъриф ифодаи сели магнитиро чунин менависем:

$$\Phi = B \cdot S \cdot \cos \alpha. \quad (1)$$

Агар хатҳои индуксияи майдони магнитӢ ба сатҳ перпендикуляр бошанд ($\alpha = 0$) (расми 7.20 б), сели магнитӢ аз сатҳ гузаранда:

$$\Phi = B \cdot S. \quad (2)$$

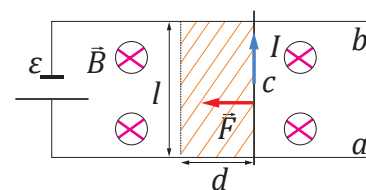
Дар СВБ воҳиди селии магнитӢ Вебер (Wb) мебошад, ки ба шарафи физики олмонӣ Д.Вебер қабул шудааст. Воҳиди сели магнитӢ аз муодилаи (2)

$$1 \text{ Wb} = 1 \text{ T} \cdot 1 \text{ m}^2$$

Агар аз сатҳи 1 m^2 , ки ба хатҳои индуксионии майдони магнитӢ перпендикуляр аст, индуксияи майдони магнитии ба 1 T баробар гузарад, сели магнитӢ ба 1 Wb баробар мешавад.

2. Кори Ҳангоми дар майдони магнитӢ кўчонидан ичрокардаи ноқили рости ҷараёндор

Ҳолатеро дида мебароем, ки дар он ду сими металии ҳамвори параллел a ва b , ки дар масофаи l метр аз ҳамдигар гузошта шуда, ба болои онҳо ноқили металии сабук c гузошта шудааст (расми 7.21).



Расми 7.21

Расми 7.20



БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТӢ

Системаи ноқилӣ дар майдони якҷинсаи индуксияи магнетиаш ба B баробар буда ҷойгир шудааст. Аломати ($\otimes$) дар расми 7.21 индуксияи майдони магнитиро нишон медиҳад, ки аз мо рост равон гардидааст. Вақте ки ноқилҳои a ва b ба манбаи ҷараён пайваست карда мешаванд, ҷараён аз ноқили в ҷорӣ мешавад. Дар ин маврид ба ноқили ҷараёни дарозияш l майдони магнитӣ таъсир мерасонад, ки бо ифодаи $F=IBl$ муайян карда мешавад. Бо донистани он, ки кунҷи байни самти ҷараён ва самти индуксияи майдони магнитӣ 90° аст, самти қувва мувофиқи қоидаи дасти чап муайян карда мешавад. Вақте ки ноқили c ба масофаи d ҳаракат мекунад ин қувва ба тарафи чап равона карда мешавад, ки дар расми 7.21 нишон дода шудааст.

$$A = Fd = IBld \quad (3)$$

Ҳосили зарби $l \cdot d$ дар ин ифода ба қимати ададии сатҳи росткунҷае баробар аст, ки ҳангоми ҳаракати ноқил кашида шудааст, яъне $\Delta S = l \cdot d$. Азбаски ҷараёнҳои магнитӣ аз сатҳи шакле, ки ноқил ҳангоми ҳаракаташ кашидааст, ба $\Delta \Phi = B \cdot \Delta S$ баробар аст, мо ифодаи зеринро мегирем:

$$A = I \cdot \Delta \Phi \quad (4)$$

Бояд гуфт, ки ин корро на майдони магнитӣ, балки манбае иҷро мекунад, ки ҷараёнро ба занҷир медиҳад.

Ҳамин тавр, ҳангоми ҳаракат кардани ноқили ҷараён дар майдони магнитӣ кори қувваи амперӣ ба ҳосили ҷараёне ки аз ноқил мегузарад ва тағирёбии сели магнитӣ баробар аст.

Коре, ки ҳангоми дар майдони магнитӣ ҳаракат кардани ноқили ҷараёндор иҷро мешавад, дар амалия васеъ истифода мешавад. Истифодаи он дар соҳаи нақлиёт, техникаи маишӣ ва электроника басо муҳим аст. Қулфҳои электронӣ, ки имрӯзҳо васеъ истифода мешаванд, ба ин мисол шуда метавонанд.



1. Ҳангоми ҳаракат кардани ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ чӣ кор анҷом дода мешавад?

2. Агар самти ҷараён ва индуксияи майдони магнитӣ дар як самт бошанд, кори иҷрошуда чӣ гуна аст?

3. Ҳангоми ҳаракат кардани ноқили ҷараёндор дар майдони магнитӣ кор аз ҳисоби чӣ анҷом дода мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

Аз ноқили дарозияш 30 см қувваи ҷараёни 2 А мегузарад. Ноқил таҳти кунҷи 30° ба хатҳои индуксионии майдони магнетиин якҷинсаи индуксияш 1,5 Т буда ҷойгир шудааст. Вақте ки ноқил ба самти ҷараён 4 см ҳаракат мекунад, чӣ қадар кор иҷро мешавад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$l = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$ $I = 2 \text{ A}$ $B = 1,5 \text{ T}$ $\alpha = 30^\circ$ $d = 4 \text{ cm} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $A = ?$	$A = I \cdot B \cdot l \cdot d \cdot \sin \alpha$	$A = 2 \text{ A} \cdot 1,5 \text{ T} \cdot 0,3 \text{ m} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 1/2 = 18 \cdot 10^{-3} \text{ J}.$ Ҷавоб: $A = 18 \text{ mJ}.$



Машқи 37



1. Сели индуксияи магнитиеро ёбед, ки аз сатҳи 25 cm^2 таҳти кунҷи 60° ба хатҳои қуввагии майдони магнитии якҷинсаи индуксияи магнитиаш $0,5 \text{ Т}$ мегузарад.

2. Ҳангоми дар майдони магнитии якҷинса овезон кардани рамкаи сими масоҳаташ 25 cm^2 селии магнитӣ, ки аз рамка мегузарад, мувофиқи қонуни $\Phi = 5 \cdot 10^{-4} \cos(2\pi t)$ (Wb) тағйир меёбад. Қимати ададии индуксияи майдони магнитиро ёбед.

3. Ноқили рости дарозияш 20 cm бо суръати 5 m/s дар майдони магнитии якҷинсаи индуксияаш $0,1 \text{ Т}$ буда ҷойгир аст. Агар кунҷи байни самти ҳаракати ноқил ва самти хатҳои қувваи магнитӣ 90° ва қувваи ҷараён дар ноқил 50 А бошад, тавоноии қувваи магнитӣ чӣ гуна аст?

4. Дар майдони магнитии якҷинсаи индуксияи $0,5 \text{ Т}$ ноқили росте, ки дарозияш 10 cm аст, ҳаракат мекунад ва қувваи ҷараёне, ки аз он мегузарад ба 2 А баробар аст. Ноқил ба самти перпендикуляр ба майдони магнитӣ бо суръати 2 m/s ҳаракат мекунад. Кори дар давоми 10 сония ҳаракат кардани ноқил ва қувваи дар ин ҳаракат сарфшударо муайян кунед.

5. Аз ноқили росте, ки дарозияш $0,1 \text{ m}$ аст аст, қувваи ҷараёни 12 А мегузарад. Ин ноқил дар майдони магнитии якҷинсаи индуксияи $0,4 \text{ Т}$ дошта таҳти кунҷи 30° ба хатҳои индуксионӣ ҷойгир карда шудааст. Ҳангоми ба масофаи $0,02 \text{ m}$ ҳаракат кардани ноқил дар самти қувваи Ампер чӣ қадар кор анҷом дода мешавад?

МАВЗӢИ 51

ҲАРАКАТИ ЗАРРАҲОИ ЗАРЯДНОК ДАР МАЙДОНИ МАГНИТӢ

1. Қувваи Лоренс.

2. Ҳаракати заррачаи заряднок дар майдони магнитии якҷинса.



Партав(тобиш)-и қутбӣ чӣ гуна пайдо мешавад? Чаро партави қутбӣ танҳо дар қутб мушоҳида мешавад?

1. Қувваи Лоренс.

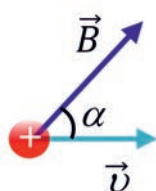
Қувваи Амперро, ки аз ҷониби майдони магнитӣ ба ноқили ҷараёндоре, ки дар майдони магнитӣ ҷойгир карда шудааст чун ҷамъи қувваҳои баррасӣ кардан мумкин аст, ки ба ҳар як заррачаи заряднок таъсир мерасонад, ки дар натиҷаи ҳаракати ботартибонаи майдони магнитӣ дар ноқил ҷараён ба вучуд меорад. Агар шумораи ҳамаи зарраҳои заряднок, ки дар як ноқили ҷараёндор бо дарозии l ботартибона ҳаракат мекунад, ба N баробар бошад, он гоҳ қуввае, ки ба як зарраи дар майдони магнитӣ ҳаракаткунанда, таъсир мерасонад:

$$F = F_A / N = (I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha) / N \quad (1)$$

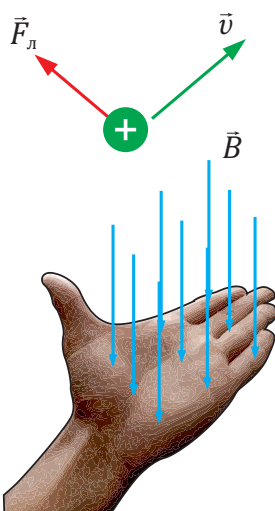
ки e - модули заряди электрон, v суръати электронҳо, S - майдони буриши ноқил. Агар ин ифодаҳоро ба муодилаи (1) гузорем, ифодаи қувваи ба як электрон таъсиркунанда чунин аст:

$$I = e \cdot n \cdot v \cdot S \text{ ва } N = n \cdot S \cdot l, \quad (2)$$

Мо муодилаи (3)-ро бо истифода аз ифодаи қувваи Ампер ба ноқиле, ки дар майдони магнитӣ ҷойгир аст, ба даст овардем. Ин ифода барои заррачаи заряднок, ки зарядаш ба q баробар асту бо суръати v дар майдони магнитии якҷинса бо индуксияи баробар ба B ҳаракат мекунад, мувофиқ аст. Қуввае, ки ба заррачаи заряднок дар майдони магнитӣ ҳаракат кардаистода таъсир мекунад, **қувваи Лоренс** номида мешавад ва он ба таври зерин муайян карда мешавад.



Расми 7.22



Расми 7.23

Қувваи F_L , ки ба заррачаи зарядноки дар майдони магнитии якҷинса ҳаракат дошта таъсир мекунад, ба ҳосили зарби заряди зарра $-q$, суръати он v , индуксияи майдони магнитӣ B ва синуси кунҷи байни вектори суръат ва индуксияи майдони магнитӣ баробар аст (расми 7.22).

$$F = evB \cdot \sin \alpha \quad (3)$$

Самти қувваи Лоренс бо истифода аз қоидаи дасти чап муайян карда мешавад (расми 7.23). **Агар вектори индуксияи магнитӣ ба кафи дасти чап амудӣ афтад ва самти паҳншавии ангуштони ишоратӣ бо самти ҳаракати заряди мусбат якхела бошад, он гоҳ сарангушт, ки 90° кушода шудааст, самти қувваи Лоренсро нишон медиҳад.**



$$F_L = qvB \sin \alpha \quad (4)$$

Мувофиқи қоидаи дасти чап қувваи Лоренс, ки ба протони дар майдони магнитӣ парвозкунанда дар расми 7.24 нишон дода шудааст, ба тарафи рост ва қувваи Лоренс, ки ба электрон таъсир мерасонад, ба тарафи чап нигаронида шудааст. Ҳангоми муайян кардани ҳаракати электрон (заряди манфӣ) дар майдон мо чорангушти худро дар ҳолати муқобили самти ҳаракати электрон ҷойгир мекунем. Дар ин маврид қувваи Лоренс, ки ба электрон таъсир мерасонад, ба тарафи чап равона карда мешавад (расми 7.24).

Агар заррачаи заряднок аз рӯи хатҳои индуксияи магнитӣ ҳаракат кунад (ҳангоми $\alpha = 0$), майдони магнитӣ ба он таъсир намерасонад, яъне қувваи Лоренс амал намекунад.

2. Ҳаракати зарраҳои заряднок дар майдони якҷинсаи магнитӣ

Акнун мо таъсири қувваи Лоренсро ба ҳаракати заррачаи заряднок дида мебароем. Бигзор заррача ба хатҳои қуввагии майдони магнитии якҷинса ба самти амудӣ парвоз карда дарояд (расми 7.25). Дар ин ҳолат кунҷи байни самти суръати зарраҳо ва хатҳои индуксионӣ 90° аст ва қувваи Лоренс, ки ба зарра таъсир мерасонад, максималӣ буда ба $F_L = qvB$ баробар аст.

Азбаски қувваи Лоренс ба самти ҳаракати заррае, ки дар майдони магнитӣ ҳаракат мекунад, перпендикуляр аст, он ҳамчун қувваи марказшитоб амал мекунад. Дар натиҷа самти ҳаракати заррачаи заряднок бефосила тағйир меёбад ва траекторияи ҳаракат пайваста қач шуда, аз давра иборат мешавад. Аз сабаби он ки қувваи Лоренс кор иҷро намекунад, қимати ададии қувваи марказгурези дар ҳаракати даврӣ ба вучуд омада ба қувваи Лоренс баробар аст, яъне:

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

Траекторияи заррачаи заряднок дар майдони магнитии якҷинса аз давра иборат буда, радиусаш бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$R = \frac{mv}{qB} \quad (6)$$

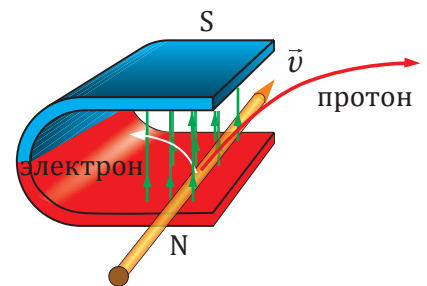
Вақте ки барои пурра давр задани зарра сарф шудааст, яъне даври гардишро муайян мекунем. Барои ин масофаро (дарозии давра $2\pi R$) дар як гардиши пурра ба суръати зарра (v) тақсим мекунем:

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad (7),$$

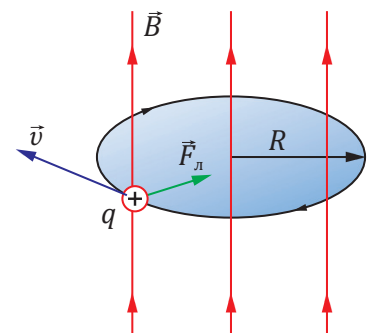
Бо истифода аз ифодаи (6) мо ифодаи (7)-ро дар шакли зерин менависем:

$$T = \frac{2\pi m}{qB} \quad (8)$$

Дар амалиёт аз ҳодисаи қачшавии траекторияи заррачаи заряднок, ки дар майдони магнитӣ ҳаракат мекунад, васеъ истифода мебаранд. Асбобе, ки заррачаҳои заряднокро, ки дар вакуум таҳти таъсири майдонҳои магнитӣ ва электрикӣ ҳаракат мекунанд, аз рӯи массаашон ба қисмҳо ҷудо мекунад, масс-спектрометр номида мешавад. Масс-спектрометрҳо барои муайян кардани изотопҳои элементҳои кимиёвӣ ва таҳлили моддаҳои кимиёвӣ истифода бурда мешаванд.



Расми 7.24



Расми 7.25

БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТӢ



1. Самти қувваи Лоренсро дар асоси қоидаи дасти чап шарҳ диҳед.
2. Қувваеро, ки дар майдони магнитии якҷинса заррачаи заряднокро аз рӯи давра ҳаракат мекунонад, шарҳ диҳед.
3. Ҳангоми ба кадом самт вориди майдони магнитӣ ғаштани заррачаи заряднок қувваи Лоренс таъсир намерасонад?
4. Кадом асбобҳоеро медонед, ки дар асоси қувваи Лоренс кор мекунанд?
5. Агар заррачаи заряднок ба майдони магнитии якхела бо кунҷи тез ба хатҳои қуввагӣ ворид шавад, траекторияи он чӣ гуна мешавад?

Намунаи ҳалли масъала

Электрон дар майдони магнитие, ки индуксияи майдони магнитиаш 12 мТ аст, ба хати индуксионӣ амудӣ парвоз карда, ҳаракаташро қад-қади даврае, ки радиусаш 4 см аст, давом дода бошад, он бо кадом суръат ба майдон парвоз карда даромадааст?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$B = 12 \text{ мТ} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ Т}$ $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ С}$ $R = 4 \text{ см} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}$ $\alpha = 90^\circ$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ $v = ?$	$F_L = qvB \sin \alpha$ $F_{\text{м.ш}} = \frac{mv^2}{R}$ $F_L = F_{\text{м.ш}}; v = \frac{q \cdot B \cdot R}{m}$	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ С} \cdot 12 \cdot 10^{-3} \text{ Т} \cdot 4 \cdot 10^{-2} \text{ м}}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}} = 8,410^7 \text{ м/с}$ Ҷавоб: $v = 8,410^7 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Машқи 38

- 1.Электроне, ки аз фарқияти потенциалҳои шитоббахшандаи 1000 В мегузарад, ба майдони магнитии якҷинса бо самти амудӣ ба хатҳои қуввагӣ индуксионӣ парвоз карда медарояд. Агар индуксияи магнитӣ ба 10^{-3} Т баробар бошад, радиуси траекторияи давраи электрон кашида чанд аст?
2. Дар синклотрон, ки индуксияи магнитиаш 1 Т аст, протонҳо дорои энергияи 5 MeV мебошанд. Радиуси қавии траекторияи ҳаракати онҳо чӣ қадар будааст? Массай протон $1,67 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ аст, $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ гуфта қабул кунед.
3. Заррачаи заряднок аз рӯи давра дар майдони магнитии якҷинса бо суръати 10^6 м/с ҳаракат мекунад. Индуксияи майдони магнитӣ 0,3 Т, радиуси давра 4 см аст. Заряди зарра бояд чанд бошад, то ки энергияи кинетикии он ба 12 кеВ баробар бошад?
4. Электрон ба майдони магнитии якҷинса бо самти амудӣ ба хатҳои индуксионӣ парвоз мекунад. Суръати электрон $4 \cdot 10^6 \text{ м/с}$ аст. Индуксияи майдони магнитӣ 10^{-3} Т . Шитоби марказшитоби электронро ёбед.
5. Қувваи марказгурезро ёбед, ки ба протони бо суръати 10 Мм/с ба самти амудӣ ба хатҳои қуввагии майдони якҷинсаи магнитии индуксияаш 0,2 Т буда ҳаракат мекунад, таъсир мерасонад.

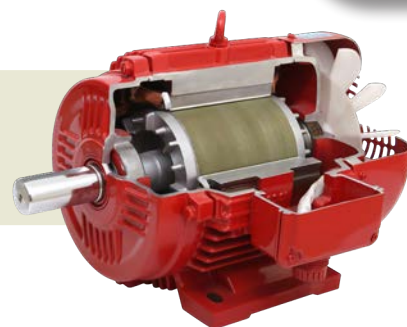


МУҲАРРИКИ ЭЛЕКТРИКИИ ҶАРАЁНИ ДОИМӢ

МАВЗӢИ 52

1. Сохти муҳаррики электрикӣ.
2. Принципи кори муҳаррики электрикӣ.

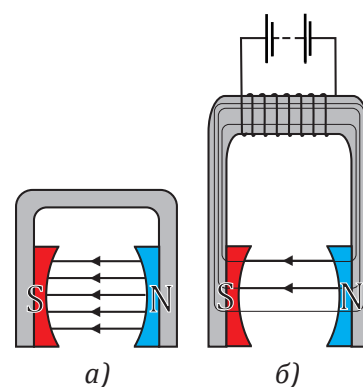
Фаҳмонед, ки сабаби ба ҳаракати гирдхатта омадани тири муҳаррики электрикӣ чист.



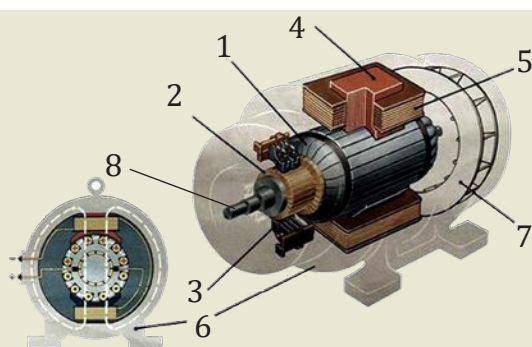
1. Сохти муҳаррики электрикӣ

Муҳаррики электрикии ҷараёни доимӣ дастгоҳест, ки аз ду қисмати асосӣ - статор ва ротор иборат буда, энергияи электрикии доимиро ба энергияи механикӣ табдил медиҳад.

Статор калимаи латинист, ки маънояш «устувор» аст. Статор аз магнити доимӣ (расми 7.26-а) ё электромагнит (расми 7.26 б) иборат аст, ки ба корпуси муҳаррик пайваست карда шудааст. Ротор калимаи латинист, ки маънояш "гардонидан" аст. Ротор қисмҳои гардиши муҳаррик мебошад. Қисми асосии ротор аз рамкае иборат аст, ки як ё якчанд печ дорад, яъне лангар-асоси оҳанӣ (1) (расми 7.27) ва коллектор (2). Нӯғҳои симҳои асос ба ҳалқаҳои коллекторӣ пайваست карда мешаванд. Коллектор ҳамроҳи асос давр мезанад. Ду ҷуткаи карбонӣ (3) дар беруни ҳалқаҳои коллекторӣ устувор ҷойгир карда шудаанд. Нӯғҳои симҳои асос ба ҳалқаҳои коллекторӣ пайваست карда мешаванд. Онҳо ба воситаи пружинаҳои махсус ба рӯи коллекторҳо саҳт зер карда мешаванд. Ҷараёни электрикӣ дар занҷир ба воситаи ин ҷуткаҳо ба ҳалқаҳои коллекторӣ мегузарад.



Расми 7.26



Расми 7.27

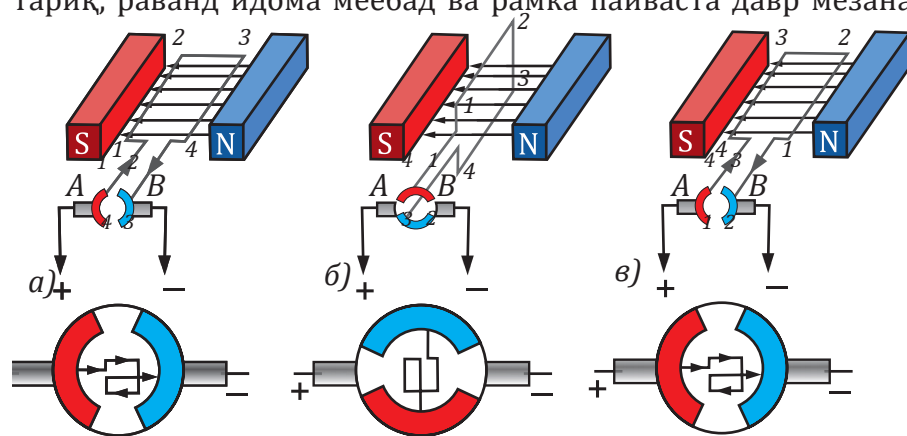
1. Лангар (рамкаҳои асосаш оҳанӣ).
2. Коллектор.
3. Ҷуткаҳо.
4. Асоси қутби электромагнитӣ.
5. Печҳои қутби электромагнитӣ.
6. Статор.
7. Вентилятор.
8. Меҳвар

2. Принципи кори муҳаррики электрикӣ.

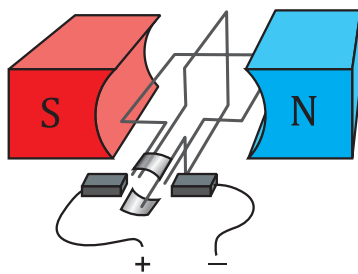
Барои осон шудани кор биед муҳаррикero, ки ротори он аз як то рамка иборат аст дида мебароем (расми 7.28). Коллектори муҳаррик аз дуто нимҳалқаҳо иборат ёфта, ба онҳо

БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТӢ

чўткаҳои А ва В часпида меистанд. Ба чўткаҳо симҳое, ки аз ду қутби манбаи ҷараён меоянд васл карда шудаанд. Ҷараёни электрикии аз манбаи ҷараён омада истода аз чўтка, коллектор ва рамка дар самти А-1-2-3-4-В ҷорӣ мегардад (расми 7.28-а). Дар зери таъсири майдони магнитӣ рамка ҳаракат менамояд, ки ба хатҳои қувагии магнитӣ амудӣ ҷойгир шавад. Ҳангоми ҳамвории рамка ба хатҳои қувагии магнитӣ амудӣ ҷойгир шудан, чўткаҳои А ва В ба ҳалқаҳои коллектор намерасанд ва аз рамка ҷараён ҷорӣ намегардад (расми 7.28-б). Аммо рамка бо инерсияи худ гардишро идома дода, ба хатҳои қувагии магнитӣ параллел менамояд (расми 7.28-в). Дар ин маврид чўткаҳо ба ҳалқаҳои коллектор расида, ҷараён аз рамка ба самти А-4-3-2-1- В мегузарад. Дар зери таъсири майдони магнитӣ рамка кӯшиш мекунад, ки ба ҳолати перпендикулярӣ баргардад. Ҳамин тариқ, раванд идома меёбад ва рамка пайваста давр мезанад.



Расми 7.28



Расми 7.29

Дар амал муҳаррикҳое, ки аз ротори якрамкадор иборатанд, истифода бурда намешаванд. Зеро дар онҳо даврзании рамка мунтазам набуда, қуваҳои он барои ҷархзанонидани меҳвари ротор кифоя нест. Дар расми 7.29 сохти муҳаррики электрии ду рамкадор нишон дода шудааст. Дар ин ҳолат, рамкаҳо дар як меҳвар ба ҳамдигар амудӣ ҷойгир карда мешаванд. Коллектор ду не, чор сарпӯш дорад. Дар ротори дурамкадор ҳангоми аз рамкаи якум, ки ба хатҳои қувагии магнитӣ параллел аст, ҷараён мегузарад, вай кӯшиш мекунад, ки дар зери таъсири майдони магнитӣ дар ҳолати амудӣ бошад. Вақте ки рамкаи якум дар ҳолати амудӣ аст, ҷараён аз рамкаи дуюм дар ҳолати параллелӣ мегузарад ва он кӯшиш мекунад, ки ба ҳолати амудӣ ояд. Ҳамин тавр, рамкаҳо роторро баробар ва бо як маром давр мезанонанд.



1. Фаҳмонед, ки чӣ тавр энергия дар муҳаррики электрии ҷараёни доимӣ аз як намуд ба намуди дигар табдил меёбад.
2. Сохти муҳаррики электриро шарҳ диҳед.
3. Принципи кори муҳаррики электриро тавсиф кунед.
4. Бартарии муҳаррики электрикӣ дар чист?
5. Дар бораи истифодаи муҳаррики электрикӣ чӣ медонед?



ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 53

Намунаҳои ҳалли масъала

1. Ду ноқили ростии беохир дарозии параллелӣ дар вакуум аз ҳамдигар дар масофаи 40 см дур мебошанд. Агар аз яке аз онҳо ҷараёни 12 А ва аз дуюмаш 18 А гузарад, қувваи F/l -ро ки ба дарозии воҳиди ноқилҳо таъсир мерасонад, ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$I_1 = 12 \text{ A}$ $I_2 = 18 \text{ A}$ $d_0 = 0,4 \text{ m}$ $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2$ $F/l = ?$	$F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi d_0}$ $\frac{F}{l} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi d_0}$	$\frac{F}{l} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N/A}^2 \cdot 12 \text{ A} \cdot 18 \text{ A}}{2\pi \cdot 0,4 \text{ m}} = 1,08 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{m}}$ Ҷавоб: $F/l = 1,08 \cdot 10^{-4} \text{ N/m}$.

2. Агар ба ноқили дарозияш 0,5 м, ки таҳти кунҷи 45° ба самти хатҳои қуввагии майдони магнитии индуксияш 0,4 Т буда ҷойгир аст, қувваи 0,42 Н таъсир расонад, қувваи ҷараёне, ки аз ноқил мегузарад чӣ қадар мешавад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$B = 0,4 \text{ T}$ $\alpha = 45^\circ$ $F_A = 0,42 \text{ N}$ $l = 0,5 \text{ m}$ $I = ?$	$F_A = IB l \sin \alpha$ $I = \frac{F_A}{B l \sin \alpha}$	$I = \frac{0,42 \text{ N}}{0,4 \text{ T} \cdot 0,5 \text{ m} \cdot 0,7} = 2,97 \text{ A}$ Ҷавоб: $I = 2,97 \text{ A}$.

3. Суръати электронро ёбед, ки дар майдони магнитии якҷинсаи индуксияш 10^{-3} T буда ба самти амудӣ ба хатҳои қуввагии магнитӣ қад-қади даврае, ки радиусаш 1,5 см аст, ҳаракат мекунад. Массайи электрон $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ва модули заряди он ба $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ баробар аст

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$B = 1 \cdot 10^{-3} \text{ T}$ $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ $R = 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ $\alpha = 90^\circ$ $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ $v = ?$	$F_L = e v B \sin \alpha$ $F_{M.r} = \frac{m v^2}{R}$ $F_L = F_{M.r}$ $v = \frac{e B R \sin \alpha}{m}$	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10^{-3} \text{ T} \cdot 1,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} \cdot 1}{9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 2,64 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ Ҷавоб: $v = 2,64 \cdot 10^6 \text{ m/s}$.

**Машқи 39**

1. Аз ҳалқаи сими радиусаш 4 см қувваи ҷараёни 0,8 А мегузарад. Индуксияи магнитиро дар маркази ҳалқа муайян кунед.

2. Дар майдони магнитии якҷинса, ки индуксияи магнитиаш 0,1 Т аст, ноқили рости дарозияш 10 см бо қувваи ҷараёни 0,5 А ба хатҳои индуксионӣ параллел ҷойгир карда шудааст. Майдони магнитӣ ба ноқил бо кадом қувва таъсир мерасонад?

3. Ноқили рости дарозияш 0,15 м ва қувваи ҷараёнаш 8 А дар майдони магнитии якҷинса бо индуксияи 0,4 Т ба хатҳои майдон амудӣ гузошта шудааст. Кореро, ки ҳангоми ба масофаи 0,025 м ба самти қувваи Ампер ҳаракат кардани ноқил анҷом дода шудааст, ёбед.

4. Агар сели индуксияи магнитӣ, ки аз сатҳи дорой масоҳати 2 м² буда ва дар майдони магнитии якҷинса бо индуксияи 0,2 Т мегузарад, 0,2 Wb бошад, кунчи байни нормал ба сатҳ ва вектори индуксияро ҳисоб кунед.

5. Ба заррачаи зарядаш 0,4 С, ки бо суръати 1 км/с ба хатҳои индуксионӣ майдони магнитӣ амудан ҳаракат мекунад, 4 N қувваи Лоренс таъсир мекунад. Индуксияи майдони магнитиро ёбед.

6. Модули қуввае, ки ба электрони ба самти амудӣ ба хатҳои индуксионӣ бо суръати 10⁷ м/с дар майдони магнитии якҷинсаи индуксияаш 4 Т парвоз мекунад, чанд аст?

7. Суръати протоне, ки қад-қади давраи радиусаш 10 см ва дар майдони магнитии якҷинса бо индуксияи 0,167 Т ҳаракат мекунад, чанд аст? Массай протонро $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг гиред.

8. Радиуси давраи кашидаи протон, ки бо суръати $2 \cdot 10^6$ м/с ба майдони якҷинсаи магнитии дорой индуксияи 40 мТ ба хатҳои майдон амудан дохил мешавад чӣ қадар аст? Массай протонро $1,67 \cdot 10^{-27}$ кг гиред.

9. Агар даври гардиши электроне, ки ба хатҳои қуввагии майдони магнитии якҷинса ба самти амудӣ парвоз мекунад, $20 \cdot 10^{-12}$ с бошад, индуксияи майдони магнитӣ чӣ қадар мешавад? Массай электронро $9,1 \cdot 10^{-31}$ кг гиред.

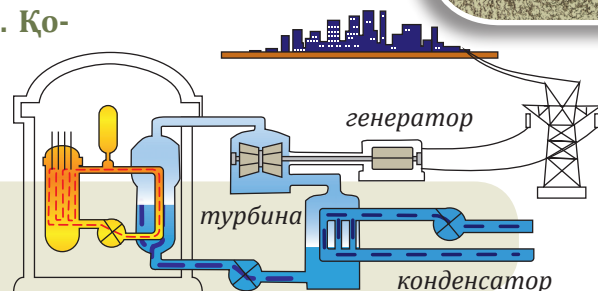


ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ

МАВЗӢИ 54

1. Ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ.
2. Қувваи электроҳаракатдихандаи индуксионӣ. Қонуни Фарадей.

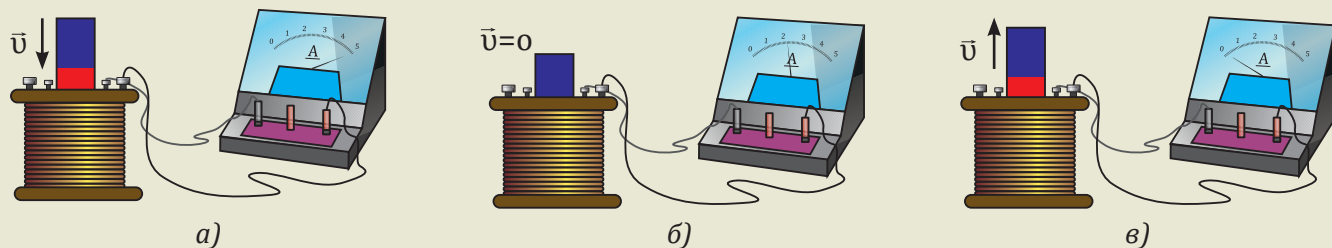
Энергияи электрикӣ чӣ гуна тавлид мешавад?



1. Ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ

Соли 1820 баъди он ки олими даниягӣ Г. Эрстед таъсири магнитии ҷараёно кашф кард, олими англис Майкл Фарадей дар назди худ мақсад гузошт, ки тавассути майдони магнитӣ ҷараёни электрикиро ҳосил кунад. Ӯ барои ҳалли ин масъала зиёда аз 10 сол машғул шуда, соли 1831 ба мақсади худ расид. Таҷрибаи Фарадей:

М.Фарадей ғалтак ва галванометрро пайдарпай пайваست карда, занҷири сарбастаеро ташкил дод (расми 7.30). Дар вақти даровардани магнити доимӣ ба дохили ғалтак, майли ақрабаки галванометр мушоҳида карда мешавад. Дар ин ҳолат, дар ғалтак ҷараён ҳосил мешавад (расми 7.30-а). Агар магнитро дар дохили ғалтак бе ҳаракат нигоҳ дошта бошем, ақрабаки галванометр ба сифр ишора мекунад, яъне мушоҳида мешавад, ки ҷараён дар ғалтак гум шудааст (расми 7.30 б). Вақте ки магнит аз ғалтак дур карда мешавад, мушоҳида мешавад, ки дар ғалтак ҷараён ба амал меояд. Дар ин маврид ақрабаки галванометр ба самти муқобил мегардад (расми 7.30 в). Мо ин ҳодисаро ҳатто дар сурате мушоҳида мекунем, ки магнит дар ҳолати ором буда ғалтак дар ҳаракат бошад.



Расми 7.30

Фарадей натиҷаҳои таҷрибаҳои худро таҳлил намуда, ба чунин хулоса омад: ҷараёни индуксионӣ дар занҷири пӯшида танҳо вақте ба вуҷуд меояд, ки ҷараёни индуксионии магнитие ки аз сатҳи маҳдудшудаи занҷири ноқил мегузарад, тағйир меёбад, яъне сели магнитӣ танҳо ҳамон вақт мавҷуд мешавад, ки сели майдони магнитӣ тағйир ёфта истад. Ин хулосаро қонуни индуксияи электромагнитӣ низ меноманд.

2. Қувваи электроҳаракатдихандаи индуксионӣ. Қонуни Фарадей.

Маълум аст, ки барои муддати дароз дар занҷири электрикӣ мавҷуд будани ҷараён дар ягон қисми занҷир бояд манбаи

БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТӢ

қувваи электроҳаракатдиханда (ҚЭХ) мавҷуд бошад. ҚЭХ-е, ки дар натиҷаи тағйирёбии доимии сели магнитӣ дар занҷир ба амал меояд, ҳамчун манбаи беруна амал мекунад, ки ҷараёни индуксиониро ба вучуд меорад. ҚЭХ-е, ки ҷараёни индуксиониро ба вучуд меорад, қувваи электроҳаракатдихандаи индуксионӣ номида мешавад. Қувваи электроҳаракатдихандаи индуксионӣ, ки дар занҷири пӯшида тавлид мешавад, ададан ба тағйирёбии сели магнитие, ки аз ин занҷир убур мекунад, баробар аст ва ишоратан аломати он муқобил аст:

$$\varepsilon_{\text{инд}} = -\Delta\Phi/\Delta t. \quad (1)$$

Инро қонуни индуксияи электромагнитӣ ё қонуни *Фарадей-Максвелл* меноманд.

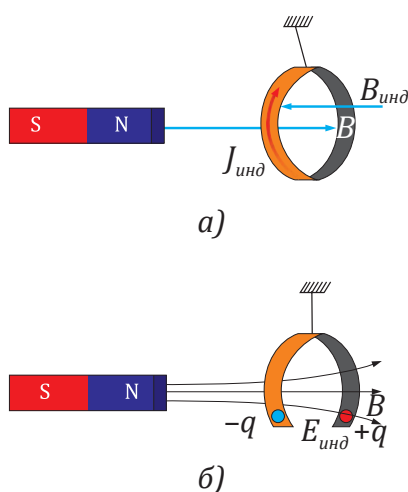
Аломати (-) дар ифодаи (1) ба самти ҷараёни индуксионии занҷир алоқаманд аст, ки он аз рӯи қоидаи Ленс шарҳ дода мешавад.

Дар СВБ (SI) ҳамчун воҳиди қувваи электроҳаракатдихандаи индуксионӣ Волт (V) қабул карда шудааст.

Агар занҷир аз N-то печҳо иборат бошад, индуксияи ҚЭХ -и дар занҷир тавлидшуда бо ифодаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\varepsilon_{\text{инд}} = -N \frac{\Delta}{\Delta t} \quad (2)$$

Олими рус Х. Ленс барои муайян кардани самти ҷараёни индуксионӣ таҷрибаи зеринро гузаронд. Вай ҳалқаҳои алюминии сабукро, ки яктоаш яклухт ва дигаре бурида шудааст, ба ре-смон баста, ба тақягоҳ меовезад (расми 7.31). Агар магнитро ба ҳалқаи яклухт наздик кунанд, ҷараёни индуксионӣ ба вучуд меояд. Боз ин ҷараён дар дохили ҳалқа майдони магнитии худро ба вучуд меорад. Майдони магнитии ба вучуд омада ба наздик-шавии магнит ба ҳалқа муқобилат мекунад ва аз он канорагирӣ мекунад (расми 7.31 а). Агар мо магнитро аз ҳалқа дур кардан гирем, ҳалқа ба магнит ҷазб карда мешавад ва онро пайравӣ мекунад. Вақте ки магнитро ба ҳалқаи бурида наздик ё аз он дур мекунанд, таъсири магнит ба ҳалқа мушоҳида намешавад. Сабаби ин дар он аст, ки ҷараёни индуксионӣ дар ҳалқа аз ҳисоби занҷири сарбаст ба амал меояд (расми 7.31-б). Ленс аз рӯи натиҷаҳои таҷриба қоидаи муайян кардани самти ҷараёни индуксиониро ёфт. Ин қоидаҳо ба шарафи ӯ қоидаи Ленс меноманд ва ба таври зайл муайян карда мешавад: ҷараёни индуксионие, ки дар занҷири пӯшида ҳосил мешавад, чунон самт дорад, ки он ба сели магнитии беруние, ки ин ҷараёнро бо майдони магнитии худ тавлид мекунад, баробар буда ба тағйирёбии сели майдони магнитии беруна муқобилият нишон медиҳад.



Расми 7.31



1. Моҳияти ҳодисаи индуксияи электромагнитиро шарҳ диҳед.
2. Чаро вақте ки магнитро ба ҳалқаи бурида наздик меку-нанд, таъсири байниҳамдигарии онҳо дида намешавад?
3. Моҳияти қоидаи Ленсро шарҳ диҳед.
4. Дар амалиёт аз индуксияи электромагнитӣ чӣ тавр ис-тифода мебаранд?



Намунаи ҳалли масъала

Сели магнитие, ки аз ҳалқаи гузаронанда мегузарад, дар давоми 0,2 сония 5 mWb тағйир ёфт. Агар ҳалқа муқовимати электрикии 0,25 Ω дошта бошад, чараёни индуксионии ҳалқаро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$\Delta t = 0,2 \text{ s}$	$\varepsilon_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$	$I = \frac{5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}}{0,25 \cdot 0,2 \text{ s}} = 0,1 \text{ A}$
$\Delta\Phi = 5 \text{ mWb} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Wb}$	$I = \frac{\varepsilon_{\text{инд}}}{R} = \frac{\Delta\Phi}{R \cdot \Delta t}$	Ҷавоб: $I = 0,1 \text{ A}$.
$R = 0,25 \Omega$		
$I = ?$		

Машқи 40



1. Дар соленоиде, ки аз 100 печ иборат аст, сели магнитӣ дар давоми 0,005 s аз $5 \cdot 10^{-3}$ ба $2,5 \cdot 10^{-3}$ Wb мунтазам тағйир ёфт. ҚЭҲ-и индуксиониро дар электромагнит ёбед.

2. Ҳангоме, ки сели магнитӣ аз сатҳи бо контури ноқил маҳдудшуда ба 0,8 Wb тағйир меёбад, ҚЭҲ-и индуксионӣ дар контур ба 1,6 V баробар мешавад. Вақти тағйирёбии сели магнитиро ёбед. Агар муқовимати ноқил 0,32 Ω бошад, чараёни индуксионӣ чӣ гуна мешавад?

3. Дар соленоиде, ки 500 печ дорад, дар давоми 5 ms сели магнитӣ аз 7 mWb ба 9 mWb тағйир ёфт. Бузургии ҚЭҲ-и индуксионии электромагнитро ёбед.

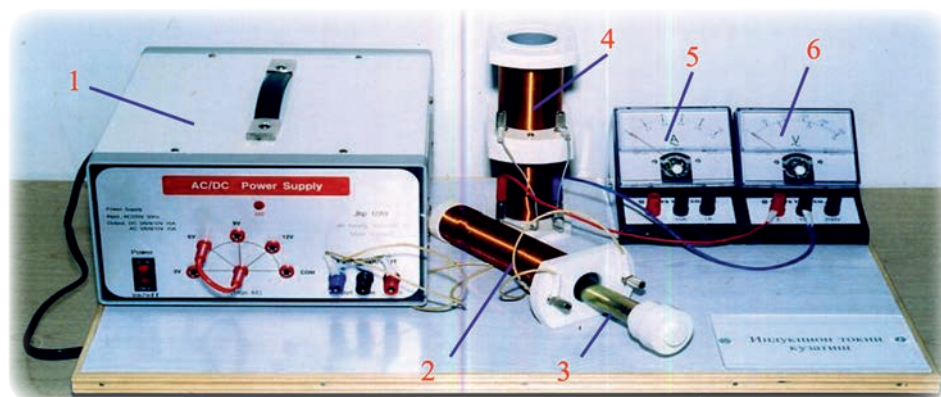
4. Суръати тағйирёбии сели магнитиро ҳангоми ҳосил шудани ҚЭҲ-и индуксионии 120 V дар соленоиди 2000 печ дошта ёбед.

5. Ба релсҳои оҳанини аз замин ва аз ҳамдигар изолятсияшуда милливольтметр пайваस्त карданд. Вақте ки қатора аз роҳи оҳан бо суръати 180 km/h мегузарад, милливольтметр (V) чиро нишон медиҳад? Ташкилдихандаи амудии индуксияи майдони магнитии Замин $B = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$, масофаи байни релсҳо 1 m аст.

МАВЗӢИ 55

МАШҒУЛОТИ АМАЛӢ.

ОМУӢИШИ ҲОДИСАИ ИНДУКСИЯИ ЭЛЕКТРОМАГНИТӢ



Мақсади кор: мушоҳидаи тавлиди ҷараёни индуксионӣ ва қувваи электроҳаракатдиҳандаи индуксионӣ, омузиши во-бастагии ҷараёни индуксионӣ аз сели магнитӣ.

Асбобу таҷҳизоти зарурӣ: манбаи ҷараёни тағйирёбанда, амперметр ва вольтметри ҷараёни тағйирёбанда, ғалтакҳои сатҳи буриши арзиашон гуногун, дилаки оҳанин ва симҳои пайваस्तкунанда.

Кор ва сохти дастгоҳ

Намуди умумии дастгоҳ дар расми 1 дар ин мавзӯ тасвир шудааст. Асбоб аз манбаи ҷараёни тағйирёбанда (1), ғалтакҳо (2 ва 4), дилаки оҳанин (3), амперметри ҷараёни тағйирёбанда (5) ва вольтметр (6) иборат аст. Ғалтакҳо дорои сатҳҳои гуногун буриш мебошанд ва метавонанд пурра дар дохили ҳамдигар ҷойгир шаванд. Ба воситаи симҳои васлкунанда ғалтаки якум (2), ки масоҳати буришаш хурд аст, пайдарпай ба манбаи ҷараёни тағйирёбанда пайваस्त карда мешавад. Ғалтаки дуюм (4), ки масоҳати буриши калонтар дорад, бо навбат ба амперметр ва вольтметр пайваस्त карда мешавад. Дастгоҳ бо роҳи пайваस्त шудан ба шабакаи электрии ҷараёни тағйирёбанда ба кор андохта мешавад. Азбаски ғалтаки аввал ба шабакаи ҷараёни тағйирёбанда пайваस्त аст, дар атрофи он майдони магнитии тағйирёбанда ба вуҷуд меояд. Вақте ки ғалтаки якум ба ғалтаки дуюм гузошта мешавад, амперметр (ё вольтметр), ки ба ғалтаки дуюм пайваस्त аст, нишон медиҳад, ки дар он ҷараёни индуксионӣ (ё ҚЭХ-и индуксионӣ) пайдо шудааст.

Тартиби иҷрои кор

1. Ғалтаки якумро бо масоҳати буриши хурд ба сиққонакҳои манбаи АС пайваस्त кунед. Дар ин ҳолат, ғалтаки аввал набояд дар дохили ғалтаки дуюм ҷойгир карда шавад.





2. Ғалтаки дуюмро бо амперметр пайдарпай пайваст кунед. Дар ин ҳолат амперметр қимати 0-ро нишон медиҳад.
3. Манбаи ҷараёнро ба шабака пайваст кунед.
4. Шиддати қувваи ҷараёнро ба занҷири беруна ба 3 V танзим кунед.
5. Ғалтаки якумро ба дохили ғалтаки дуюм гузоред.
6. Бо ёрии амперметр қимати ҷараёни индуксионии ғалтаки дуюмро сабт намоед.
7. Дилаки оҳанро ба ғалтаки якум пурра ворид кунед ва бори дигар нишондиҳандаи амперметрро қайд кунед.
8. Шиддати манбаи ҷараёнро ба занҷири беруна ба 6 V танзим намуда, таҷрибаро аз рӯи нишондодҳои болоӣ такрор кунед.
9. Шиддати манбаи ҷараёнро дар занҷири беруна ба 9 V ва 12 V пайи ҳам мувофиқ карда, таҷрибаро такрор кунед.
10. Ғалтаки дуюмро аз амперметр ҷудо кунед ва онро ба вольтметр пайваст кунед ва таҷрибаро барои шиддате ки ба ғалтаки якум дар 3 V, 6 V, 9 V ва 12 V дода шудааст, дар ҳолатҳои бе дилаки оҳанин ва бо дилаки оҳанин такрор кунед. Қиматҳои ҚЭХ-и индуксионии дар ғалтаки дуюм тавлидшударо қайд кунед.
11. Аз рӯи натиҷаҳои ба дастмада ҷадвали зеринро пур кунед.

№	Бе дилаки оҳанин			Бо дилаки оҳанин		
	Шиддате, ки ба ғалтаки якум дода шудааст U , (V)	Қувваи ҷараёни индуксионии ғалтаки дуюм $I_{\text{д}}$, (A)	ҚЭХ-и индуксионии ғалтаки дуюм, $\mathcal{E}$, (V)	Шиддате, ки ба ғалтаки якум дода шудааст U , (V)	Қувваи ҷараёни индуксионии ғалтаки дуюм $I_{\text{д}}$, (A)	ҚЭХ-и индуксионии ғалтаки дуюм, $\mathcal{E}$, (V)
1						
2						
3						



1. Таҷрибаҳои Эрстед ва Фарадейро оид ба ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ тавсиф кунед.
2. Пайдоиши ҷараёни индуксиониро шарҳ диҳед.
3. Қонуни индуксияи электромагнитиро шарҳ дода, ифодаи математикии онро нависед.

МАВЗӢИ 56

ХУДИНДУКСИЯ. ИНДУКТИВИЯТ

1. Ҳодисаи худиндуксия.
2. Индуктивият.
3. ҚЭХ-и худиндуксия

Ҳангоми аз шабакаи электр ҷудо кардани баъзе радиоприёмникҳо садои онҳо яқбора нест нашуда, тадричан паст мешавад. Чаро ин ҳодиса рӯй медиҳад?



1. Ҳодисаи худиндуксия

Ҷараёне, ки аз Ҳама гуна контур мегузарад, сели магнитиро ба вучуд меорад, ки сатҳи бо ин контур маҳдудшударо убур мекунад. Агар ҷараёне, ки аз Ҳалқа мегузарад, тағйир ёбад, сели магнитие, ки он ба вучуд меорад, низ тағйир меёбад. Дар натиҷа, дар занҷир ҚЭХ-и индуксионӣ ба вучуд меояд. Ин падидаро ҳодисаи худиндуксия меноманд.

Занҷири электрикӣ, ки дар он ҳодисаи худиндуксия мушоҳида мешавад, дар расми 7.32 а оварда шудааст. Занҷир аз ду лампаи яххела, муқовимат R , ғалтаки чандқабата, калид ва манбаи доимии ҷараён иборат аст. Яке аз лампаҳо ба манбаи ҷараён тавассути резистор R ба воситаи ғалтаки дорои дилаки оҳанин пайваست карда мешавад. Ҳангоми ба қор андохтани калид лампае, ки ба занҷир пайваст карда шудааст, каме ба таъхир меафтад ва мебином, ки ҷароғи дуҷуми ба воситаи резистор R пайвастшуда дарҳол баъди ба қор андохтани калид фурузон мешавад (расми 7.32 б). Зеро баробари пайваст шудани калид қувваи ҷараёне, ки аз ғалтак мегузарад, дар вақти t_1 аз сифр ба I_0 тағйир меёбад (расми 7.32 в). Дар ин муддат дар ғалтак ҷараёни худиндуксионӣ ба амал меояд, ки он ба ҷараёне, ки манбаи ҷорӣ тавлид мекунад, муқобил аст. Ин боиси дертар фурузон шудани лампаи яқум мегардад.

Инчунин, ҳангоми хомӯш кардани калид ҷароғи дуҷум яқбора хомӯш мешавад, аммо ҷароғи яқум оҳиста-оҳиста хомӯш мешавад.

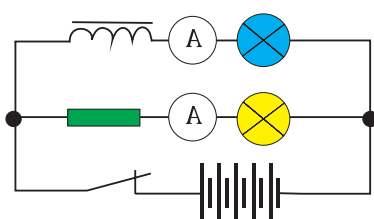
2. Индуктивият

Сели магнитии дар ғалтак ҳосилшуда ба кадом бузургии физикӣ вобаста аст?

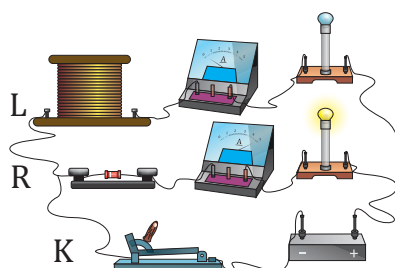
Натиҷаҳои таҷрибаро ҷамъбаст карда, ба чунин хулоса меорем: сели магнитие, ки ноқили ҷараёндор ба вучуд меоварад, инчунин ба қувваи ҷараёни аз он гузаранда ва характеристикаҳои ғалтак вобаста аст, яъне:

$$\Phi = L \cdot I \quad (1)$$

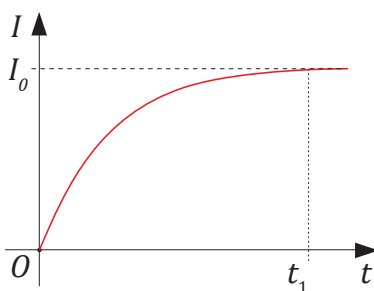
ки дар он L коэффисиенти мутаносибӣ аст, ки ба андозаҳои геометрии ғалтак ва ҳосиятҳои магнитии муҳите, ки дар он ғалтак ҷойгир аст (дилаки ғалтак) вобаста аст ва онро *индуктивияти* ғалтак меноманд.



а)



б)



в)

Расми 7.32



Дар СББ воҳиди индуксияро ба шарафи Ч. Ҳенри, олими амрикой, ки бори аввал ҳодисаи худиндуксияро мушоҳида кардааст, Ҳенри (Генри) (Н) меноманд расми 7.32.

3. Қувваи электроҳаракатдиҳандаи худиндуксионӣ

Мувофиқи ифодаи (1) ифодаи қувваи электроҳаракатдиҳандаи худиндуксионии дар ғалтак ҳосилшавандаро чунин менависем:

$$\varepsilon_{\text{инд}} = -\Delta\Phi/\Delta t = -L \Delta I/\Delta t \quad (2)$$

Аз ин ифода хулосаи зерин бармеояд: бузургии қувваи электроҳаракатдиҳандаи худиндуксионӣ ба суръати тағйирёбии ҷараён дар занҷир ($\Delta I/\Delta t$) мутаносиби роста будааст.

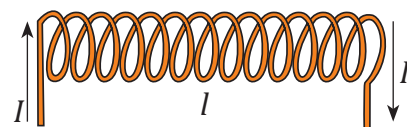
Аз баробарии (2) маънои физикӣ ва воҳиди индуктивият (ё коэффисиенти худиндуксия) бармеояд: ҳангоми суръати тағйирёбии қувваи ҷараён 1 А/с будан, дар контур 1 вольт ҚЭҲ ба вучуд ояд, индуктивияти контур ба 1 Н баробар мешавад.

Индуктивияти ғалтаки дароз ё соленоид (расми 7.33), ки дарозияш l , масоҳати буриш S ва шумораи печҳо N мебошад, бо ифодаи зерин муайян карда мешавад:

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot N^2 \cdot S}{l} \quad (3)$$

Дар ин ҷо: μ_0 - коэффисиент, доимии магнитӣ дар вакуум, μ нуфузпазирии магнитии муҳити дохили соленоид мебошад.

Ҳодисаи худиндуксияро бо ҳодисаи инерсия дар механика муқоиса кардан мумкин аст. Чӣ тавре, ки массаи ҷисм дар ҳолати инерсия аҳамиятнок аст, инчунин индуктивият низ дар ҳолати худиндуксия аҳамияти калон дорад. Яъне, ҳар қадар масса калон бошад, ҷисм ҳамон қадар инертӣ аст ва индуктивият ҳар қадар калонтар бошад, тағйирёбии ҷараёни занҷир ҳамон қадар сусттар (инертӣ) мешавад. Дар мисоли боло (расми 7.32) ҷараёни бо оҳистагӣ фурузон ва хомӯш шудани лампаи пайдарпай ба ғалтак пайвастаро, бо ҳаракати сусти ҷисми бештар инертӣ ва бо оҳистагӣ аз ҳаракат бозмондани ин ҷисм муқоиса кардан мумкин аст.



Расми 7.33



1. Моҳияти ҳодисаи худиндуксияро шарҳ диҳед.
2. Занҷири электрикиро кашед, ки дар он ҳодисаи худиндуксия мушоҳида мешавад ва онро шарҳ диҳед.
3. Индуктивият чӣ гуна бузургӣ аст, маънояшро фаҳмонед.
4. Самти ҷараёни худиндуксионӣ чӣ гуна аст?
5. Оид ба ҳодисаи худиндуксия мисолҳо оред.



БОБИ VII .МАЙДОНИ МАГНИТЙ

Намунаи ҳалли масъала

Дар давоми 0,2 s тағйирёбии қувваи ҷараён мунтазам сифр то 3 A шуда, дар контур 1,5 V ҚЭҲ-и худиндуксионӣ ҳосил шавад, индуктивияти ғалтакро муайян намоед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$\Delta t = 0,2 \text{ s}$ $\Delta I = 3 \text{ A}$ $\varepsilon_{\text{инд}} = 1,5 \text{ V}$ $L = ?$	$\varepsilon_{\text{инд}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \frac{\varepsilon_{\text{инд}} \cdot \Delta t}{\Delta I}$	$L = \frac{1,5 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ s}}{3 \text{ A}} = 0,1 \text{ H}$ Ҷавоб: $L = 0,1 \text{ H}$.



Машқи 41

1. Қувваи ҷараёни 2 A аз ғалтаки дорои индуксияи 0,8 H ва масоҳати буриши 200 cm² мегузарад. Агар ғалтак аз 50 печ иборат бошад, индуксияи майдони магнитии дохили он чанд аст?
2. Ҳангоми дар давоми 0,1 s қувваи ҷараёнеро, ки аз ғалтак мегузарад, мунтазам аз сифр то 5 A зиёд кунем, ҚЭҲ-и худиндуксионии 50 V ҳосил мешавад. Индуктивияти ғалтакро ёбед.
3. Агар ғалтаки дорои индуксияи 0,12 H буда 6 V ҚЭҲ-и худиндуксияро ба вучуд оварад, қувваи ҷараён бо кадом суръат тағйир меёбад (A/s)?
4. Агар қувваи ҷараёне, ки аз ғалтаки индуктивиаиш 2 H мегузарад, дар 0,2 s аз 1 A то 5 A мунтазам зиёд шавад, ҚЭҲ-и индуксионӣ дар ғалтак (V) чанд аст?
5. Барои ба вучуд омадани сели магнитии 20 mWb аз ғалтаки индуктивии 10 mH чӣ қадар ҷараён мегузарад?





ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

МАВЗЎИ 57

Намунаҳои ҳалли масъала

1. Индуктивии соленоидро ёбед, ки суръати тағйирёбии ҷараён дар соленоид ба $\Delta I / \Delta t = 50 \text{ A/s}$ баробар буда дар нўгҳои он ҚЭҲ-и худиндуксионии $0,075 \text{ V}$ ба вучуд омада бошад.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$\frac{\Delta I}{\Delta t} = 50 \frac{\text{A}}{\text{s}}$ $\varepsilon_{\text{худ.ин.}} = 0,075 \text{ V}$ $L = ?$	$\varepsilon_{\text{худ.ин.}} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \frac{\varepsilon_{\text{худ.ин.}}}{\left \frac{\Delta I}{\Delta t} \right }$	$L = \frac{0,075 \text{ V}}{50 \text{ A/s}} = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ H}$ Ҷавоб: $L = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ H}$.

Машқи 42



1. Ғалтаке, ки дарозияш 20 cm ва диаметраш 3 cm аст, 400 печ дорад ва аз он ҷараёни 2 A мегузарад. Индуктивияти ғалтак ва сели магнитиро, ки аз буриши арзии он мегузарад ёбед.

2. Барои он ки индуктивии ғалтаки диаметраш 4 cm $0,001 \text{ H}$ бошад, аз сими диаметраш $0,6 \text{ mm}$ дар як қабат чанд печ печондан лозим аст?

3. Дар давоми $0,1 \text{ s}$ қувваи ҷараёне, ки аз ғалтак мегузарад, мунтазам аз сифр то 5 A зиёд кунем, ҚЭҲ-и худиндуксионии 50 V ба амал меояд. Индуктивияти ғалтакро ёбед.

4. Сели магнитӣ дар дохили ғалтаке, ки 250 печ дорад, дар давоми $0,4 \text{ s}$ ба 2 Wb тағйир ёфт. ҚЭҲ-и индуксиониро дар ғалтак ёбед.

5. Агар қувваи ҷараён дар соленоид 5 A бошад ва дар он сели магнитии 50 mWb ба вучуд ояд, индуктивияти соленоид чӣ қадар будааст?

6. Ҳангоми 2 A будани қувваи ҷараён, сели магнитӣ, ки аз контури индуктивияташ $0,4 \text{ H}$ мегузарад, ба чанд вебер баробар мешавад?

7. Дар давоми 5 ms сели магнитӣ дар электромагнит аз 3 mWb ба 9 mWb тағйир меёбад. Агар ҚЭҲ-и дар электромагнит тавлидшуда 60 V бошад, шумораи печҳои электромагнитӣ чанд то аст?

8. Сели магнитии $0,6 \text{ Wb}$ аз контури ҳамвор ба вектори индуксияи майдони магнитӣ амудӣ мегузарад. Агар индуксияи магнитӣ ба $0,2 \text{ T}$ баробар бошад, масоҳати контур чӣ қадар аст?

9. Агар сели магнитии ба 1 Wb баробар аз контури ҳамвори масоҳаташ 2 m^2 гузарад ва ба вектори индуксияи майдони магнитӣ амудӣ бошад, индуксияи магнитӣ чанд тесла аст?

10. Агар дар контуре, ки индуктивияташ 2 mH аст, сели магнитии 10 mWb ба амал ояд, қувваи ҷараёне, ки аз контур мегузарад, чӣ гуна аст (A)?

МАВЗӢИ 58

ЭНЕРГИЯИ МАЙДОНИ МАГНИТӢ. ХОССАҲОИ МАГНИТИИ МОДДАҲО

1. Энергияи майдони магнитии ноқили ҷараён.
2. Хоссаҳои магнитии моддаҳо.
3. Нуфузпазирии магнитии муҳит.



Шумо пай бурдед, ки магнит чизҳои оҳаниро ба худ ҷазб мекунад, аммо ашёи резинӣ, ҷӯб, шишаро ҷазб намекунад. Ба фикри шумо чаро ин тавр аст?

1. Энергияи майдони магнитии ҷараён

Тавре ки қисми заряднок дорои энергияи майдони электрикӣ аст, майдони магнитии дар атрофи ноқили ҷараёндор ба вучуд омада низ энергия дорад. Мо дар мисоли зерин ҳисоб кардани энергияи майдони магнитиро дида мебароем. Ба воситаи реостат ғалтаки дорои индуктивии L -ро пайдарпай ба манбаи ҷараён пайваст мекунем (расми 7.34).

Як қисми энергияи ҷараёни электрикӣ, ки аз ғалтак мегузарад, барои ба вучуд овардани майдони магнитӣ дар он сарф мешавад. Тибқи қонуни бақои энергия, энергияе, ки ҷараён ҳосил мекунад, ба қори ҳосил кардаи сели магнитӣ баробар аст, яъне: $W_{\text{маг}} = A$.

Мо давонаки реостатро ба ҳаракат меандозем ва ҷараёнеро, ки аз ғалтак мегузарад, зиёд мекунем. Сели магнитие, ки дар ғалтак ҳосил мешавад ($\Phi = L \cdot I$) ба ҷараёне, ки аз он мегузарад, мутаносиби роста аст, яъне баробари зиёд шудани ҷараён сели магнитӣ низ ба таври хаттӣ меафзояд (расми 7.35). Маънои геометрии масоҳати секунҷаи дар расм овардашуда қори иҷрошударо мефаҳмонад, ки қимати адабии ин сатҳ чунин аст:

$$A = (I \cdot \Delta \Phi) / 2 \quad (1)$$

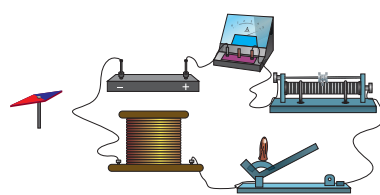
Дар ин ҳолат формулаи ҳисоб кардани энергияи майдони магнитӣ, ки дар атрофи ноқили ҷараёндор ба вучуд омадааст, чунин хоҳад буд:

$$W_{\text{маг}} = A = \frac{I \cdot \Phi}{2} = \frac{L \cdot I^2}{2} \quad (2)$$

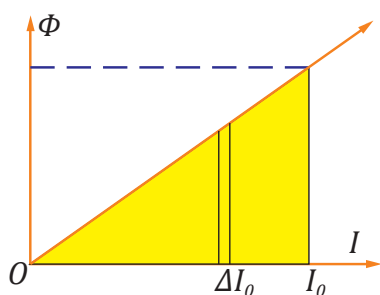
Пас, энергияи майдони магнитии контур ба нисфи ҳосили зарби индуктивии он ва квадрати ҷараёне, ки аз занҷир мегузарад, баробар аст.

Қисми асосии энергияи майдони магнитии соленоиди ҷараёндор дар электромагнит таҷассум ёфтааст. Майдони дохили соленоидро майдони магнитии якҷинса ҳисоб кардан мумкин аст.

Миқдоре, ки бо нисбати энергияи майдони магнитии як ҷинса ба ҳаҷми дохилии соленоид муайян карда мешавад, зичии энергияи майдони магнитӣ номида мешавад:



Расми 7.34



Расми 7.35



$$\bar{\omega}_{\text{маг}} = \frac{W_{\text{маг}}}{V} = \frac{W_{\text{маг}}}{SI} \quad (3)$$

Дар ин ҷо S майдони буриши электромагнит ва l дарозии соленоид мебошад. Дар СББ, зичии энергияи майдони магнитӣ бо J/m^3 чен карда мешавад.

(Тавре ки аз муодилаи (2) бармеояд, ифодаи энергияи майдони магнитии ҷараёнро бо ифодаи энергияи кинетикии ҷисми ҳаракаткунанда $E_k = (m \cdot v^2)/2$ муқоиса намуда, мебинем, ки индуктивӣ ин ба мисли масса дар механика ва қувваи ҷараён ба суръати ҳаракат монанд аст. Дар механика массаи ҷисм дар тағйир додани суръати он нақши муҳим дорад, аз ин рӯ, индуктивият дар иваз кардани қувваи ҷараён дар занҷир нақши асосиро мебозад.

Электромагнитҳо барои ҳосил намудани майдони магнитии пурзӯр истифода мешаванд. Асоси электромагнитро ғалтаки соленоид ташкил мекунад. Дилаки ферромагнитӣ, ки ба электромагнит ҷойгир карда шудааст, индуктивияти онро ба таври назаррас афзоиш медиҳад. Дар натиҷа майдони магнитии атрофи ғалтаки электромагнитӣ зиёд мешавад ва он ба осонӣ бори вазнинро мебардорад. Кранҳои электромагнитие, ки қобилияти бардоштани бори вазнинро доранд, дар соҳаҳои гуногуни ҳоҷагии халқ васеъ истифода мебаранд (расми 7.36).



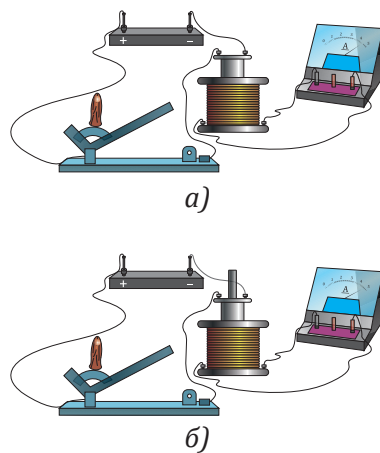
Расми 7.36

2. Хусусиятҳои магнитии моддаҳо

Бисёр моддаҳо (масалан, оҳан, никел, кобальт) ҳангоми дар майдони магнитӣ ҷойгир кардан ё ҳангоми аз онҳо гузарондани ҷараён магнитнок мешаванд. Онҳо дар атрофи худ майдони магнитиро ба мисли магнити доимӣ ҳосил мекунанд. Чунин моддаҳое ки дар зери таъсири майдони магнитӣ магнитнок мешаванд, магнетикҳо номида мешаванд.

Дар мавзӯи 47 мо ба назар гирифтем, ки майдони магнитии дар ғалтаки ҷараёндор ба вучудодада ба ҷараёне, ки аз ғалтак мегузарад, мутаносиби роста аст. Барои баҳо додан ба майдони магнитии дохили ғалтак таҷрибаи зеринро гузаронидан мумкин аст. Намуди умумии дастгоҳи намоишӣ дар расми 7.37 а нишон дода шудааст. Он аз манбаи ҷараёни тағйирёбанда, ду печи дорои сатҳи буришашон гуногун, дилакҳои металии аз моддаҳои гуногун сохташуда, амперметр ва калид иборат аст. Ба воситаи калид печи якумро бо буриши хурд ба манбаи энергия пайваست мекунем ва онро ба дохили ғалтаки дуюм мегузорем. Ғалтаки дуюмро ба галванометр пайваст мекунем. Агар калидро пайваст кунем, аз рӯи нишондоди галванометр муайян мекунем, ки ҚЭҲ-индуксия дар печи дуюм дар натиҷаи ҳодисаи индуксияи электромагнитӣ ба вучуд меояд.

Бе тағйир додани шиддат дар ғалтак ба ғалтаки якум дилакҳои металии табияташон гуногун бо навбат ворид карда мешаванд ва индуксияи майдони магнитии дохили он ба амал меояд. Агар таҷриба такрор шавад мо шояди он мешавем, ки чӣ тавр нишондиҳандаи галванометр (мила) тағйир ёфта меистад (расми 7.37-б) (ин таҷрибаро санҷед). Ҳамин тариқ, моддаҳои гуногун дар дохили ғалтак майдонҳои магнитии гуногунро ҳосил мекардаанд.



Расми 7.37

Нуфузпазирии магнитии муҳит.

Индуксияи майдони магнитии дар дохили ғалтак ҳосилшуда аз хусусияти моддаи ба он воридшуда вобаста аст, яъне:

$$B = \mu \cdot B_0 \quad (4)$$

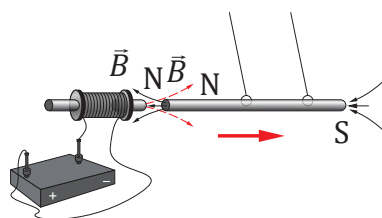
Аз ин рӯ, индуксияи майдони магнитӣ (B), ки тавассути ғалтаки ҷараёндор дар муҳит ба вучуд омадааст, ба индуксияи майдони магнитии (B_0), ки дар вакуум ба вучуд меорад, мутаносиби роста аст ва инчунин аз намуди муҳит вобаста аст. Агар аз ифодаи (4) μ -ро ёбем:

$$\mu = B/B_0 \quad (5)$$

μ дар ин муодила нуфузпазирии магнитии муҳит номида мешавад. Он танҳо ба табиати муҳит вобаста аст ва нишон медиҳад, ки индуксияи майдон дар муҳит аз индуксияи майдони магнитӣ дар вакуум чанд маротиба фарқ мекунад.

Ҳама моддаҳои дар табиат мавҷудбуда вобаста ба нуфузпазирии магнитӣ ба се намуд тақсим мешаванд. Инҳо: диамагнитӣ, парамагнитӣ ва ферромагнитӣ.

Моддаҳое, ки нуфузпазирии магнитиашон аз як ($\mu < 1$) камтар аст, диамагнитӣ номида мешаванд. Тилло, нуқра, висмут, мис, руҳ ва баъзе газҳо диамагнит мебошанд. Диамагнитҳо майдони магнитиро суст мекунанд. Ҳангоми ба ин гуна моддаҳо наздик кардани майдони магнитӣ онҳо аз майдон дур мешаванд (расми 7.38).

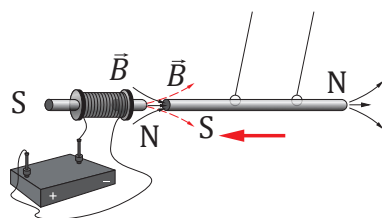


расми 7.38

Моддаҳое, ки нуфузпазирии магнитиашон аз як ($\mu > 1$) каме зиёданд, *парамагнитӣ* номида мешаванд.

Ба моддаҳои парамагнитӣ платина, алюминий, хром, марганес ва оксиген дохил мешаванд. Парамагнетике, ки ба майдони магнитӣ ворид карда мешаванд, майдонро қисман пурзӯр мекунанд.

Моддаҳое, ки нуфузпазирии магнитиашон аз як ($\mu \gg 1$) зиёданд, *ферромагнитӣ* номида мешаванд. Оҳан, никел, кобальт ва баъзе ҳулаҳои онҳо ферромагнит мебошанд. Ферромагнитҳо, ки ба майдони магнитӣ дохил карда шудаанд, онро пурзӯр мекунанд. Чисмҳои, ки аз чунин моддаҳо сохта шудаанд, ҳангоми дар майдони магнитӣ ҷойгир кардан ба майдон ҷазб карда мешаванд (расми 7.39).



расми 7.39

Гарчанде, ки ферромагнитҳо дар табиат зиёд нестанд, онҳо дар технологияи муосир васеъ истифода мешаванд. Масалан, дилакҳои трансформаторҳо, генераторҳои ҷараён, двигателҳои электрикӣ ва дигар асбобҳо аз материалҳои ферромагнитӣ сохта мешаванд. Дар вақтҳои охир дар тиб магнитҳои доимӣ васеъ истифода бурда мешаванд. Аз онҳо ҳамчун асбоби пасткунандаи фишори хун, дастбанд тайёр карда мешавад.



1. Сарфи энергияи ҷараёнеро, ки аз ғалтак мегузарад, шарҳ диҳед.
2. Энергияи майдони магнитиро фаҳмонед.
3. Кадом дастгоҳҳоеро медонед, ки дар асоси энергияи майдони магнитӣ кор мекунанд?
4. Магнитҳоро тавсиф кунед?
5. Маънои физикии нуфузпазирии магнитиро фаҳмонед.
6. Аз рӯи нуфузпазирии магнитӣ моддаҳо дар табиат ба кадом намудҳо ҷудо мешаванд?



Намунаи ҳалли масъалаҳо

Ба ғалтаки дар майдони магнитии индуксияш $0,5 \text{ Т}$ буда ферромагнити нуфузпазирии магнитиаш ба 60 баробарро дохил намуданд. Индуксияи майдони магнитии ғалтак чӣ қадар тағйир ёфт?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$B_0 = 0,5 \text{ Т}$ $\mu = 60$	$B = \mu \cdot B_0$ $\Delta B = \mu \cdot B_0 - B_0$	$\Delta B = (60 \cdot 0,5 - 0,5) \text{ Т} = (30 - 0,5) \text{ Т} = 29,5 \text{ Т}$
$\Delta B = ?$		Ҷавоб: $\Delta B = 29,5 \text{ Т}$.

Машқи 43

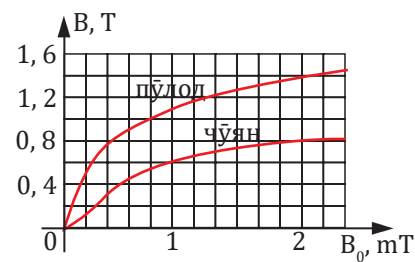
1. Агар энергияи майдони магнитии ҳангоми аз ғалтак гузаштани қувваи ҷараёни 2 А ҳосил мешавад, 2 Дж бошад, индуктивияти ғалтак чанд аст?

2. Барои он ки энергияи майдон ба 1 Дж баробар бошад, қувваи ҷараён дар ғалтаки дроссели дорои индуксияи $0,5 \text{ Н}$ чӣ қадар бояд бошад?

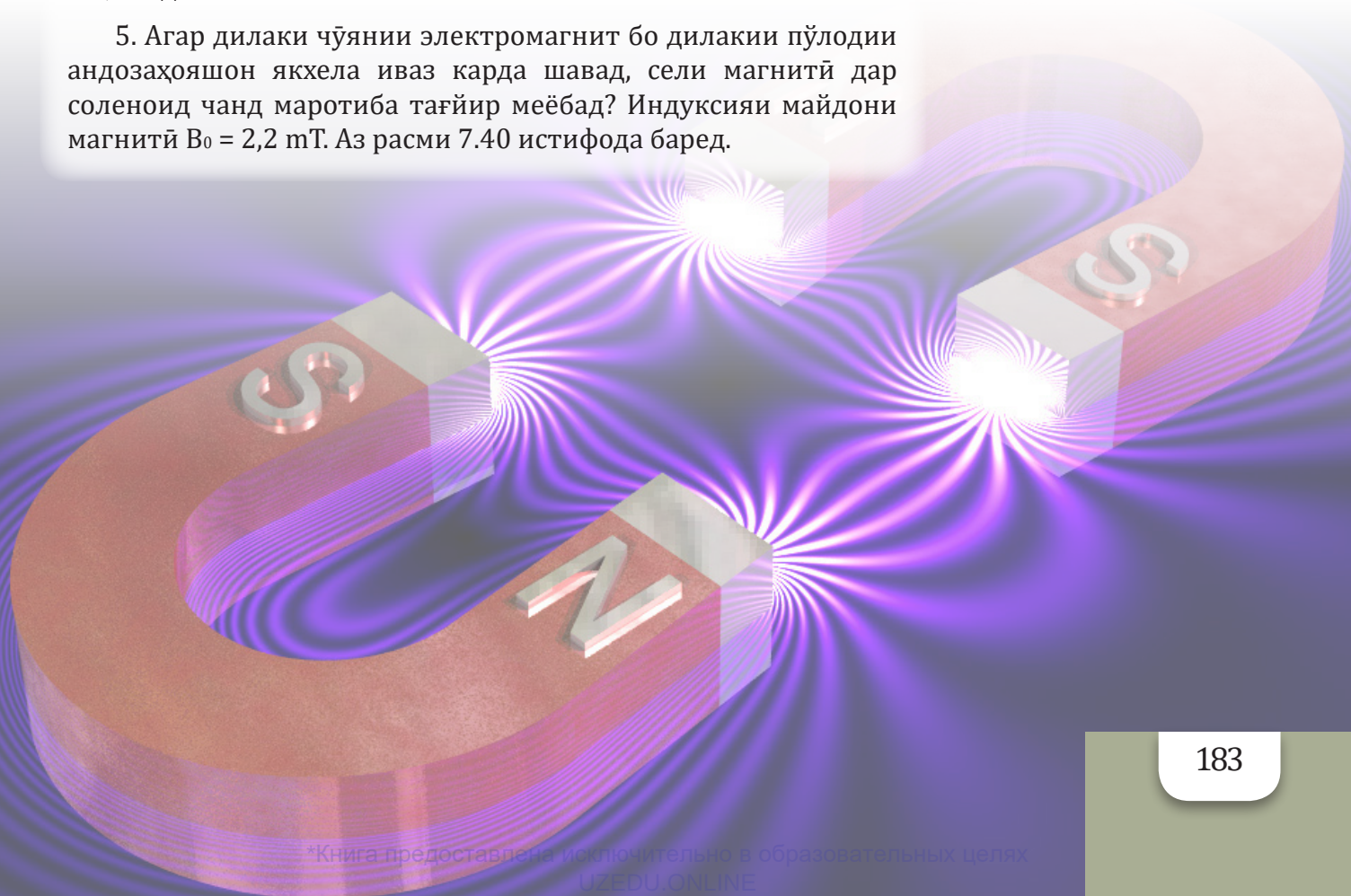
3. Соленоиди дарозиаш 50 см ва масоҳати буришаш 2 см^2 индуктивияти $2 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$ дорад. Агар зичии энергияи майдони магнитӣ 10^{-3} Дж/м^3 бошад, ҳангоми ба электромагнит гузоштани дилаки оҳанӣ қувваи ҷараёни электромагнит чӣ қадар аст?

4. Мувофиқи расми 7.40, нуфузпазирии магнитии майдони магнити пўлодро (B_0) дар ҳолатҳое, ки индуксия $0,4 \text{ мТ}$ ва $1,3 \text{ мТ}$ аст, ёбед.

5. Агар дилаки чўянии электромагнит бо дилакии пўлодии андозаҳояшон якхела иваз карда шавад, сели магнитӣ дар соленоид чанд маротиба тағйир меёбад? Индуксияи майдони магнитӣ $B_0 = 2,2 \text{ мТ}$. Аз расми 7.40 истифода баред.



Расми 7.40



МАВЗӢИ 59

ҲАЛЛИ МАСЪАЛАҲО

Намунаи ҳалли масъалаҳо

1. Агар қувваи ҷараёни 5 А аз ғалтаке, ки индуктивияш ба 0,6 Н баробар аст гузарад, энергияи майдони магнитии дар ғалтак ба вучудодада чӣ гуна мешавад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$L = 0,6 \text{ Н}$ $I = 5 \text{ А}$	$W_{\text{маг}} = \frac{LI^2}{2}$	$W_{\text{маг}} = \frac{0,6 \text{ Н} \cdot (5 \text{ А})^2}{2} = 7,5 \text{ Дж}$
$W_{\text{маг}} = ?$		Ҷавоб: $W_{\text{маг}} = 7,5 \text{ Дж}$

2. Қувваи ҷараён дар ғалтак чӣ гуна бошад, ки ғалтаки индуктивияти 0,2 Н дошта соҳиби энергияи майдони магнити 4 мДж мегардад?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$W = 4 \text{ мДж} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}$ $L = 0,2 \text{ Н}$	$W_{\text{маг}} = \frac{LI^2}{2}$	$I = \sqrt{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}}{0,2 \text{ Н}}} = 0,2 \text{ А}$
$I = ?$	$I = \sqrt{\frac{2 \cdot W_{\text{маг}}}{L}}$	Ҷавоб: $I = 0,2 \text{ А}$

3. Индуксияи майдони магнитӣ дар ғалтаки ҷараёндор дар вакуум ба $B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$ баробар аст. Агар баъди ворид намудани дилаки пӯлодӣ ба ғалтак индуксияи он $B = 1,2 \text{ Т}$ шавад, нуфузпазирии магнитии пӯлод чӣ қадар будааст?

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$ $B = 1,2 \text{ Т}$	$B = \mu B_0$ $\mu = B/B_0$	$\mu = \frac{1,2 \text{ Т}}{2 \cdot 10^{-4} \text{ Т}} = 6000$
$\mu = ?$		Ҷавоб: $\mu = 6000$

4. Индуксияи майдони магнитӣ дар дохили ғалтаки бе дилаки металлӣ ба $B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$ баробар аст. Баъди гузоштани дилаки никелӣ дар дохили ғалтак, индуксияи майдони магнитиро дар ғалтак ва сели индуксияи магнитии аз буриши арзии ғалтак, ки ба $S = 10 \text{ см}^2$ баробар аст мегузарад, ҳисоб кунед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳисобкунӣ:
$B_0 = 2 \cdot 10^{-4} \text{ Т}$ $\mu = 800$ $S = 10 \text{ см}^2 = 10^{-3} \text{ м}^2$	$B = \mu B_0$ $\Phi = BS$	$B = 800 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \text{ Т} = 16 \cdot 10^{-2} \text{ Т}$ $\Phi = 16 \cdot 10^{-2} \text{ Т} \cdot 10^{-3} \text{ м}^2 = 16 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}$
$B = ? \Phi = ?$		Ҷавоб: $B = 16 \cdot 10^{-2} \text{ Т}; \Phi = 16 \cdot 10^{-5} \text{ Вб}$



Машқи 44



1. Соленоид бо дарозии 60 см ва масоҳати буриши 4 cm^2 индуксияи ба $4 \cdot 10^{-7} \text{ Н дорад}$. Агар зичии энергияи электромагнит $2 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^3$ бошад. Сели майдони магнитӣ дар дохили соленоид чӣ гуна аст?

2. Ду порчаи пӯлоди якхела мавҷуд аст, ки яке аз онҳо магнитнок шудааст. Аз ягон чизи иловагӣ истифода набурда, чӣ тавр фаҳмидан мумкин аст, ки кадоме аз онҳо магнитнок шудааст?

3. Ҳангоми 10 А будани қувваи ҷараён дар соленоид сели магнитии 0,5 Wb ба вучуд меояд. Энергияи майдони магнитии ин соленоидро ёбед.

4. Дилаки соленоиди ҷараён аз никел сохта шудааст ва он масоҳати буриши арзии 20 cm^2 дорад. Сели магнитӣ дар он $1,256 \cdot 10^{-2} \text{ Wb}$ бошад, нуфузпазирии магнитии никелро ёбед. Индуксияи майдони магнитии якҷинса дар дохили соленоид 31,4 mT мебошад.

5. Индуксияи майдон дар дохили корпуси металлӣ 5 Т, индуксияи майдони магнитии беруна 2,5 mT мебошад. Нуфузпазирии магнитиро ёбед.

6. Индуксияи майдони магнитӣ дар печи бе дилак 25 mT аст. Агар нуфузпазирии магнитӣ дар дохили ғалтак ба 60 баробар бошад индуксияи майдони магнитӣ дар ғалтак чӣ тавр мешавад. Ба ғалтак дилаки ферромагнитӣ ворид карда шудааст.

7. Дарози соленоиди бе дилак 0,4 m, масоҳати буриши арзиаш 2 cm^2 ва миқдори печҳои ба воҳиди дарозӣ рост омада 25 1/cm аст. Дар дохили электромагнит аз байни ғалтакҳои соленоид ҷараёни 0,8 А гузарад, энергияи майдони магнитии ба вучудомадаро ёбед.

8. Энергияи майдони магнитии ғалтак ҳангоми аз он гузаштани ҷараёни 3 А ба 60 mJ баробар бошад, индуктиви ғалтак чанд аст?

9. Дарози соленоид 40 cm, масоҳати буриши арзиаш 4 cm^2 ва миқдори печҳои ғалтак 800-то бошад индуктиви ғалтакро ёбед. Нуфузпазирии магнитии дилаки дохили ғалтак ба 500 баробар аст.

10. Сели магнитие, ки аз қисмати муайяни никел мегузарад аз сели магнитии пӯлоде, ки нуфузпазири магнитиаш ба 634 баробар аст 2 маротиба кам бошад, нуфузпазирии магнитии никелро ёбед.

МАСЪАЛАҲО БАРОИ ҲАЛЛИ МУСТАҚИЛОНА ОИДИ БОБИ VII

1. Ба батареяҳои аккумулятор дуто занҷир мувозӣ(параллел) васл карда шудааст. Дар яке аз инҳо лампаи тафсониш, дар дуюмаш бошад, электромагнити калон мавҷуд аст. Бузургии қувваи ҷараён дар ҳар ду занҷир як хел аст. Занҷир пайваста шавад, кадоме аз онҳо шарораи пурзӯр мебарорад? Барои чӣ?

2. Порчаи оҳани шакли куб дошта, ки дар сатҳи шишаи суфта хобидааст ба магнити дар сатҳи шиша хобида ҷазб шуда ҳаракат мекунад. Вай дар чӣ гуна ҳаракат мешавад: дар ҳаракати мунтазам ё ҳаракати шитобдор, ё ҳаракати шитобдори мунтазам ? Ҷавобатонро шарҳ диҳед.

3. Таъсири магнити ҷараёни электрикӣ ҳангоми аз кадом муҳит гузаштан мушоҳида карда мешавад?

4. Аз ноқил ҷараёни доимӣ гузарад , дар атрофи он чӣ гуна майдон ҳосил мешавад?

5. Аз рамкаи масоҳаташ $0,05 \text{ m}^2$, ки дар майдони якҷинсаи магнитӣ ҷойгир карда шудааст ҷараёни 2 A гузашта истодааст. Агар моменти қувваи максималии гардишдиҳанда $40 \text{ mN}\cdot\text{m}$ бошад, индуксияи майдон ба чӣ баробар аст?

6. Электрон ва протон нисбат ба хатҳои индуксияи майдони магнитӣ дар самти амудӣ pariда медароянд. Массаи протон аз массаи электрон 1800 маротиба зиёд аст. Ба кадоме аз зарраҳо таъсири қувваи Лоренсӣ калон аст? Ҷавобатонро шарҳ диҳед.

7. Сели магнити контурро бурида гузаранда дар бадали $0,4 \text{ s}$ аз 5 Wb то 13 Wb мунтазам тағйир ёфт. ҚЭҲ-и индуксияи дар ноқил ҳосилшударо ёбед

8. Ҳангоми тағйирёбии суръати сели магнитӣ бо $0,15 \text{ Wb/s}$ дар ғалтак ҚЭҲ-и 120 V ҳосил шуда бошад, адади печаҳои ғалтак чандто аст?

9. Агар қувваи ҷараён дар ғалтак $0,6 \text{ A}$ бошад, дар ғалтаки индуктивияташ 80 mH чӣ гуна сели магнитӣ ба вучуд меояд?

10. Дар ғалтаки индуктивнокиаш 2 H қимати ҚЭҲ-и индуксия $3,6 \text{ V}$ буд. Суръати тағйирёбии ҷараёни аз ғалтак гузашта истода чӣ гуна аст ?

11. Индуксияи майдони магнити ғалтаки ҷараёндор ба 20 mT баробар аст. Ба дохили ғалтак дилаки ферромагнитӣ дароварда шавад, индуксияи майдони магнити дар он ҳосилшуда то 180 mT зиёд мешавад, нуфузпазирии диэлектрикии дилаки ба ғалтак дохил кардашуда ба чӣ баробар аст?

12. Аз ғалтаки диаметраш 2 cm^2 ҷараёни 3 A ҷорӣ шуда истодааст. Ба дохили магнит дилаки ферромагнити нуфузпазир диэлектрикиаш 20 дохил карда шавад, индуксияи майдони магнити дохили ғалтак чӣ хел мешавад? Дарозии ғалтак 20 cm , адади печаҳо 150 -то аст.

13. Аз соленоид $2,5 \text{ A}$ қувваи ҷараён гузарад сели магнити $0,8 \text{ mWb}$ ҳосил мешавад. Энергияи майдони магнитиро ёбед.

14. Аз ғалтаки индуктивияташ 5 mH ҷараёни $0,4 \text{ A}$ гузашта истодааст. Энергияи майдони магнитиро ёбед.

ҶАВОБИ МАШҚҶО

- Машқи 1.* **1.** 100 N, ба тарафи гурӯҳи якум, чунки дар самти қувваи калон мешавад; **2.** Таҳти кунҷи 90° ; **3.** $0,4 \text{ m/s}^2$; $0,3 \text{ m/s}^2$; **4.** Ба тарафи F_4 ;
- Машқи 2.* **1.** 4 маротиба зиёд мешавад; **2.** 4 маротиба зиёд мешавад; **3.** Ба 3 баробар аст;
- 4.** 1135,8 N; **5.** 6 kN; 4 маротиба зиёд мешавад.
- Машқи 3.* **1.** 8 N, дар самти F_2 ; **2.** 1 kg; **3.** а) 50 N; б) 200 N; **4.** $0,25 \text{ m/s}^2$; $0,2 \text{ m/s}^2$; **5.** $8,3 \text{ km/s}$;
- 6.** 2 km/s ; **7.** 8 маротиба кам мешавад; **8.** 9 km/s ; **9.** 16 km/s .
- Машқи 4.* **1.** 1,3 t; **2.** 4,2 kN; **3.** 720 N; **4.** 663 N; **5.** 4,5 kN.
- Машқи 5.* **1.** 2 m/s^2 , 2,4 N; **2.** 0,981 m; **4.** 1,105.
- Машқи 6.* **1.** 306,25 kg; **2.** $\approx 15,8 \text{ m/s}$; **3.** 600N, 300N; **4.** $2,4525 \text{ m/s}^2$; **5.** g/3; **6.** $3,27 \text{ m/s}^2$; **8.** 46400 N; **9.** 950 N;
- Машқи 7.* **1.** 220N; 20 N; **2.** 1287 N; **3.** $m = 3,9 \text{ kg}$;
- Машқи 8.* **1.** 16 J; **2.** 83,3%; **3.** 62,5%; **4.** $N = 50 \text{ W}$;
- Машқи 9.* **1.** 2,37 m; **2.** 7,6 m; 1,5 s; **3.** 495 m; $7,9 \text{ m/s}^2$; **4.** 26 kW; **5.** $\approx 67\%$; **6.** $\mu = \text{tg}\alpha$; **7.** 88,2%; **8.** $442,8 \cdot 10^5 \text{ J}$; **9.** 12152 J; 65,8%;
- Машқи 10.* **1.** 360 N; **2.** 600 N; **3.** Ҳар гуна механизмҳои оддӣ аз кор бурд наметананд.
- 4.** 500N; **5.** 10 cm, 30 cm.
- Машқи 11.* **1.** Нишондодҳои 1,5, 3 аз маркази массаи ҷисм гузаштаниш мумкин;
- 2.** 2 N; **3.** 2 kg; **4.** 0,75m; **5.** d_1 ; **6.** $L_1 = 60 \text{ cm}$; $l_2 = 20 \text{ cm}$ аз бори калон дар масофаи 20 cm дуртар **7.** 1200 N
- Машқи 12.* **1.** 0,2 m; 8 s; 0,1 m; **2.** 40 cm; **3.** 0,06 m; 50 Hz; 0,02 s; **4.** 0,2 m; π ; $\pi/2$;
- Машқи 13.* **1.** 4 маротиба кам мешавад; **2.** 0,25 Hz; **3.** 0,314 s; **4.** 1,2 π ;
- Машқи 14.* **1.** 3 s; **2.** 2 m; **3.** 0,5 m/s; **4.** 0,5 m;
- Машқи 15.* **1.** 1,2 km; **2.** тағйир намеёбад; **3.** 1,6 s.
- Машқи 16.* **1.** 0,06 m; 0,67s; 1,5 Hz; **5.** 20 Hz; **6.** 2550 m; **7.** 0,4 s; **8.** 450 m; **9.** Довар пас аз дидани шарораи аз даҳони туфанг баромада, бояд сониясанҷро ба кор андозад, чунки расида омадани садоро нигарон шавад, вақт гузашта меравад. Суръати пахншавии садо аз суръати рӯшноӣ якҷанд маротиба хурд аст; **10.** 1500 m/s .
- Машқи 17.* **1.** 250 kPa; **2.** 2,8 маротиба кам мешавад; **3.** $p_1 > p_2 > p_3$; **4.** $1,13 \text{ m/s}$.
- Машқи 18.* **1.** 5 m/s ; **2.** $0,5 \text{ m/s}$; **3.** 1,21 маротиба меафзояд; **4.** $0,45 \text{ cm/s}$; **5.** 8 m/s ; **6.** 40 kN; **8.** 1382,4 kg; **9.** 10 m/s .
- Машқи 19.* **1.** K (-); L (-). **2.** 187,5 nN. **3.** $\frac{\sqrt{3}kq}{4d^2}$ **4.** ба поён ба самти 4-ум **5.** 0.
- Машқи 20.* **1.** 180 V/m. **2.** 4,2 маротиба кам мешавад. **3.** $E_1 \neq 0$, $E_2 = 0$. **4.** $E = \sigma/9\epsilon_0$
- 5.** $E_m = \frac{4\sqrt{3}kq}{5a^2}$
- Машқи 21.* **1.** Ҳарду манфӣ. **2.** 1,6 cm; **3.** $9 \cdot 10^{-7} \text{ C}$. **4.** 91 V/m. **5.** Ба сӯи рост.
- Машқи 22.* **1.** 50,4 kV/m. **2.** 0. **3.** 50 V/m. **4.** 3750 V/m. **5.** $\alpha = 60^\circ$.
- Машқи 23.* **1.** $43,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$. **2.** $v_2 = \sqrt{4,12 \cdot 10^{-2}}$ **3.** $2 \cdot 10^9 \text{ ta}$. **4.** $12 \cdot 10^{-7} \text{ J}$. **5.** 1,8 mm.
- Машқи 24.* **1.** 10^{-16} J . **2.** $2,125 \cdot 10^{-7} \text{ C/m}^2$. **3.** 36 cm. **4.** 400 V.
- Машқи 25.* **1.** 22,5 kV. **2.** 2,1 cm. **3.** 2,275 kV. **4.** 5,9 nF. **5.** 711,1 μF . **7.** 98,3 kW. **8.** 130 kJ.
- Машқи 26.* **1.** $1 \cdot 10^{14} \text{ то}$. **2.** 3 kV/m. **3.** 0,1 A. **4.** $3 \cdot 10^{20} \text{ то}$. **5.** 6000 C.

Машқи 27. **1.** 1,8 Ω. **2.** 14 V. **3.** 1 Ω. **4.** 4 V. **5.** 5 A

Машқи 28. **1.** 30 A. **2.** $64 \cdot 10^{14}$ A/m². **3.** 1,197 V. **4.** 1 A; 0,8 A; 0,2 A; 1 A; 1,2 V; 0,8V; 0,8 V; 1 V.

5. 0,15 A. **6.** 4 A; **7.** 10 V; **8.** 10 A; **9.** 12 V. **10.** 8 V; **11.** 1,28 A/m²; **12.** $1,25 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Машқи 29. **1.** 0,2 °C. **2.** 1,3 маротиба. **3.** 20,2 Ω. **4.** 181,8 °C; **5.** 250 °C.

Машқи 30. **1.** 1400 °C. **2.** 24 °C; **3.** 25,4 mA **4.** Ба 12·9 % меафзояд. **5.** 71,8 °C; **6.** 2517 °C; **7.** $4,4 \cdot 10^0$ C⁻¹; **8.** 500 °C.

Машқи 31. **1.** 4 маротиба зиёд мешавад. **2.** 33 mg. **3.** 29412 C. **4.** 0,1 mm. **5.** 18 g.

Машқи 32. **1.** 9,26 mA. **2.** 4,032 kg. **3.** 182 cm². **4.** 5,47 g. **5.** $3,3 \cdot 10^{-7}$ kg/C. **6.** 4,125 mg.

Машқи 33. **1.** 15,6 V. **2.** 20 kA; 40 TW; 200 GJ. **3.** 1,2 ms. **4.** 6,4 mA.

Машқи 34. **1.** $28 \cdot 10^{-6}$ T. **2.** 14 A. **3.** 5 mT. **4.** $2,5 \cdot 10^{-5}$ T.

Машқи 35. **1.** 0,8 T. **2.** $4 \cdot 10^{-2}$ T. **3.** 17°. **4.** 15 A.

Машқи 36. **1.** 1 N. **2.** $0,125 \cdot 10^{-4}$ N. **3.** 20 A.

Машқи 37. **1.** $6,25 \cdot 10^{-4}$ Wb. **2.** 0,2 T. **3.** 5 W. **4.** 2 J; 0,2 W. **5.** 4,8 mJ.

Машқи 38. **1.** 10,6 cm. **2.** 32,3 cm. **3.** $3,2 \cdot 10^{-19}$ C. **4.** $7 \cdot 10^{14}$ m/s². **5.** 0,32 pN.

Машқи 39. **1.** $12,56 \cdot 10^{-6}$ T. **2.** 0,3, 12 mJ. **4.** 60°. **5.** 0,01 T. **6.** 6,4 pN. **7.** $1,6 \cdot 10^6$ m/s. **8.** 52,2 cm. **9.** 1,78 T.

Машқи 40. **1.** 50 V. **2.** 0,5 s; 0,5 A. **3.** 200 V. **4.** 0,06 Wb/s. **5.** 1 mV.

Машқи 41. **1.** 1mH. 1,6 T. **2.** 1 H. **3.** 50 A/s. **4.** 40 V. **5.** 2 A.

Машқи 42. **1.** 0,71 mH; 1,42 mWb. **2.** 380 то. **3.** 1 H. **4.** 1250 V; **5.** 10 mH. **6.** 0,8 Wb. **7.** 50 то. **8.** 3m². **9.** 0,5 T. **10.** 5 A.

Машқи 43. **1.** 1 H. **2.** 2 A. **3.** 1 A. **4.** 2; 0,92. **5.** 1,75 маротиба зиёд мешавад.

Машқи 44. **1.** 1,55 A. **3.** 2,5 J. **4.** 5. **5.** 2000. **6.** 1,5 T. **7.** 0,2 mJ. **8.** 13,3 mH. **9.** 0,4 H. **10.** 317

ҶАВОБИ МАСЪАЛАҲО БАРОИ ҲАЛЛИ МУСТАҚИЛОНА ОИД БА БОБИ I

1. 2 N ва 10 N қувваҳои баробар таъсиркунанда шуда наметавонанд.; 2. Дар масофаи 2R; 3.10 cm;90 cm; 4.16,5·10² m/s; 5.1 s; 6.mgsinα; 7.tgα; 8.10 маротиба; 9.360 N;440N; 10.5 kN

Ҷавоби масъалаҳо барои ҳалли мустақилона оид ба боби II

1. 16 cm; 0; 2. 0,5 Hz; 2 s; 3. T₂=T₁; 4. 2,5 T₁ ; 5. 0,1sin 4πt; 6. 6,28 s; 0,05 m; 7. 0,001sin 20πt; 8. 80 cm 9. 10 cm; 10. 18 m; 11. 2,4 m/s;

Ҷавоби масъалаҳо барои ҳалли мустақилона оид ба боби III

1. 5; 2. 8 m/s; 3. 1·10⁻³ m²; 4. 720 kg; 5. Дар қисми васеи най фишори гидростатикӣ калон, яъне суръати ҷоришавӣ хурд аст, дар қисми танги он фишори гидростатикӣ хурд, суръати ҷоришавӣ калон мешавад. Яъне дар қисми 2 фишор хурд аст; 6. 1/5,6 кам мешавад; 7. $\rho v^2/2$ – фишори гидростатикӣ ҷараёни моеъ; 8. 1,38 cm; 9. 3 l.

Ҷавоби масъалаҳо барои ҳалли мустақилона оид ба боби IV

1. C₂ = 81 C₁. 2. 30 cm. 3. 3600 V/m. 4. 50 nC. 5. 150 V. 6. – 30 kV. 7. 243 nJ. 8. 1500 V/m. 9. 120 V. 10. 6 mJ. 11. 1 kV. 12. 159,3 μJ/m³. 13. 4,8·10¹⁵ m/s².
14. Аз марказ дар масофаи 3 cm ба 0 баробар; аз сатҳ дар масофаи 4 cm бошад ба 21,6 kV/m баробар.

Ҷавоби масъалаҳо барои ҳалли мустақилона оид ба боби V

1. 4 mN; 2. 26,7 kV/m; 3. 13,5 kV; 4. 50 μC; 5. 1,9 Ω; 6. r = 4 Ω, R = 6 Ω; 7. 3 Ω, 40 V; 8. 50 mΩ, 1,43 V; 9. r₂/r₁=1,5; 10. 21 A, 1,8 V; 11. 6 mJ; 12. 4 μF; 13. 1 kV; 14. 159,3 μJ/m³.

Ҷавоби масъалаҳо барои ҳалли мустақилона оид ба боби VI

1. 3 Ω. 2. 5,26 mg. 3. 1224 g. 4. 12 g. 5. 1 A. 6. 20 C. 7. 3,92·10⁻¹⁸ J. 8. 2,26·10⁶ m/s. 9. 13,88 V. 10. 3 маротиба зиёд.

Ҷавоби масъалаҳо барои ҳалли мустақилона оид ба боби VII

5. 0,4 T. 6. Қувваи Лоренс ба масса вобаста нест. 7. 20 V. 8. 800. 9. 48 mWb. 10. 1,8 A/s. 11. 9. 12. 56,5 mT. 13. 1 mJ. 14. 0,4 mJ.

АДАБИЁТҲОИ ИСТИФОДАШУДА

1. Turdiyev N. Sh., Fizika, 10-sinf darsligi. – Toshkent: Niso Poligraf, 2017. – 176 b.
2. O'lmasova M. H., Fizika, 1-kitob. Mexanika va molekulyar fizika. Toshkent: O'qituvchi, 2004. – 432 b.
3. O'lmasova M. H., Fizika, 2-kitob. Elektrodinamika asoslari, tebranishlar va to'lqinlar. Toshkent: O'qituvchi, 2010. – 360 b.
4. Shodiyev D. Sh., Shaxmayev N. M., Fizika, 7-sinf uchun o'quv qo'llanma. Toshkent: Abu Ali ibn Sino nomidagi tibbiyot nashriyoti, 2004. – 160 b.
5. Оплачко Т. М., Турсунметов К.А., Физика, часть I. Механика, молекулярная физика, термодинамика. – Т.: Чулпан, 2012. – 208 с.
6. Оплачко Т. М., Турсунметов К.А., Физика, часть II. Электродинамика, оптика, атомная физика. – Т.: Ilm ziyo, 2009. – 328 с.
7. Ismoilov. M., Yunusov. M. S., Elementar fizika kursi. – Toshkent: O'qituvchi, 1990. – 488 b.
8. Ahmadjonov. O. I., Bekjonov. R. B., Kamolxo'jayev. Sh. M., Rizayev. H. A., Fizika. – Toshkent: O'qituvchi, 1992. – 368 b.
9. Tursunmetov K. A., Uzoqov A. A., Bo'riboyev I., Xudoyberganov A. M. Fizikadan masalalar to'plami. Toshkent: O'qituvchi, 2003. – 272 b.
10. Rimkevich A. P. Fizikadan masalalar to'plami. – Toshkent: O'qituvchi, 1990.

O'quv nashri

FIZIKA

Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 10-sinfi uchun darslik
(Tojik tilida)

*Тарҷимон Бахтиёр Фаттоев
Муҳаррир Чумъаназар Эшонқулов
Муҳаррири бадеӣ Сарвар Фармонов
Рассом Зайналобиддин Абдулвоҳидов
Дизайнер Акбаралӣ Мамасолиев
Мусаҳҳ Толибҷон Мутавалиев
Саҳифабанд Рустам Исоқулов*

Ба чопаш дар санаи 28.09.2022 иҷозат дода шуд.
Андозаи 60x84 1/8. Гарнитураи "Cambria". Кегли 12.
Матбааи офсетӣ. Чопи офсетӣ. Ҷузъи чопии шартӣ 22.32.
Ҷузъи нашрии ҳисобӣ 17.94.
Адади нашр 8 744 нусха. Супориши № 7-2022.

Ќадвали нишондоди ҳолати китоби дарсии ба иҷора додашуда

№	Ному насаби донишомӯз	Соли хониш	Ҳолати китоб ҳангоми гирифтани	Имзои роҳбари синф	Ҳолати китоб ҳангоми супоридан	Имзои роҳбари синф
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Ќадвали болой ҳангоми ба иҷора додан ва дар охири соли хониш баргардонида гирифтани китоб аз тарафи роҳбари синф аз рӯйи меъёрҳои зерин пур карда мешавад

Нав	Ҳолати китоб ҳангоми бори аввал супоридан.
Хуб	Муқовааш бутун, аз қисми асосии китоб ҷудо нашудааст. Ҳамаи варақҳояш ҳаст, надаридааст, ҷудо нашудааст, дар саҳифаҳо навишт ва хатҳо нест.
Қаноатбахш	Муқова қач шудааст, канорҳояш қоҳида, якҷанд хатҳо қашида шудаанд, ҳолати аз қисми асосӣ ҷудошавӣ дорад, аз тарафи истифодабаранда қаноатбахш таъмир гаштааст. Варақҳои ҷудошудааш аз нав таъмир гашта, дар баъзе саҳифаҳо хат қашида шудаанд.
Ғайриқаноатбахш	Муқова даридааст ва ба рӯйҳояш хат қашида шудааст, аз қисми асосӣ ҷудо шудааст ё ки умуман нест, ғайриқаноатбахш таъмир шудааст. Саҳифаҳо дарида, варақҳо намерасанд, хат қашида, ранг карда партофта шудааст. Китобро барқарор карда намешавад.