

ФИЗИКА

Китоби дарсӣ барои донишомӯзони синфҳои
7-уми мактабҳои таълими миёнаи умумӣ

МЕХАНИКА

Вазорати таълими халқи Республикаи
Ҷумҳурии Ўзбекистон тасдиқ намудааст

Нашри чоруми аз нав коркарда
ва такмилшуда

Нашриёти давлатии илмии
“Ўзбекистон миллий энциклопедияси”
Тошканд – 2017

УЎК: 53=222.8(075.3)

КБК: 22.3я72

Ф-69

Муаллифон:

П, ҲАБИБУЛЛОЕВ, А.БОЙДЕДАЕВ,
А. БАҲРОМОВ, С. БУРҲОНОВ

Муҳаррирони масъул:

К. Турсунметов – доктори илмҳои физика-математика, профессори
Донишгоҳи миллии Ўзбекистон;

Ш.Усмонов – номзоди илмҳои физика-математика, ходими калони илмии Институти
физика-техникаи АУ ҚЎз.

Такриздихандагон:

Б. Нуриллоев – мудири кафедраи ДДОТ ба номи Низомӣ;

Б. Ибрагимов – дотсенти кафедраи ДДОТ ба номи Низомӣ;

З. Сангилова – сарметодисти МТР;

Н. Буранова – омӯзгори физикаи МУДИ рақами 178 шаҳри Тошканд;

М. Раҳмонова – омӯзгори физикаи мактаби рақами 200 шаҳри Тошканд;

Э. Чумъаниёзов – омӯзгори физикаи мактаби рақами 8 шаҳри Тошканд;

А. Рустамов – омӯзгори физикаи МУДИ рақами 54 вилояти Фарғона;

Б. Раҳматуллоева – омӯзгори физикаи МУДИ рақами 307 шаҳри Тошканд;

Д. Бекпўлатов – омӯзгори физикаи мактаби рақами 18 ноҳияи
Оқдарёи вилояти Самарқанд.

Аломатҳои шартӣ:



– таъриф ва хулосахоро аз ёд кунед;



– формуларо дар хотир доред;



– мафҳумҳои тақиягоҳӣ;



– вазифаи хонагӣ;



– тартиби рақами машқ.

Аз ҳисоби маблағи Бунёди мақсадноки китоби республика чоп гардид.

© Ҳабибуллоев П. ва диг., 2005, 2017.

© Нашриёти давлатии илмӣ “Ўзбекистон
миллий энциклопедияси”, 2005, 2017.

ISBN 978-9943-07-491-0

МУҚАДДИМА

Дар бахши механика чиро меомӯзем?

Мо дар синфи 6-ум оиди бузургиҳо, сохти модда, ходисаҳои механикӣ, гармӣ, рӯшноӣ ва садо маълумотҳои ибтидоӣ гирифта будем. Бо ин бори нахуст доир ба фанни физика соҳиби тасаввурот шудем.

Акнун ба муфассал омӯхтани ҳар як қисми физика шурӯъ мекунем. Аз он ҷумла, дар синфи 7-ум қисми “Механика”-ро меомӯзем.

Калимаи “Механика” аз кучо пайдо шудааст? Дар қисми “Механика”-и физика чиро омӯзонда мешаванд?

Одамон аз замони қадим барои зиндагӣ манзили зист сохтаанд, ҳайвонҳоро шикор намуда, бо деҳқонӣ ва ҳунармандӣ машғул шудаанд. Онҳо ба ин гуна фаъолиятҳои худ аз мошинаҳои оддитарин – фишанг, ҳамвориҳои моил, фона, гилдирак барин механизмҳои (катапулта) оддӣ истифода бурдаанд.

Дар асри V пеш аз мелод дар армияи Афина мошинаҳои деворсӯрохкунӣ – таранҳо, таҷҳизоти сангпарронӣ истифода шудаанд.

Бо афзоиши эҳтиёҷи одамон таҷҳизоти боз ҳам мураккаби сохлқунандаи меҳнати одамон кашф гардидааст. Иншоотҳои гуногун, пул ва сарбанди об сохта шуд. Инсон аз қайқи содда сар карда, то велосипед, автомобил ва ракетаҳоро ихтироъ намуд. (расми 1)

Истифодаи таҷҳизот ва мошинаҳои гуногун, зиёд шудани эҳтиёҷ ба кашфи навҳои он зарурати дар бораи онҳо ҷамъовариҳои дониш ва ба низомии муайян оварданро ба миён гузошт. Ба ин тариқа фанни “Механика” арзи вучуд кард.



Расми 1. Сохторҳои механикӣ, ки баробари замин такомил ёфтаанд



Калимаи механика аз юнонӣ гирифта шуда, маънои таълимот дар бораи мошинаро ифода мекунад.

Дар бахши механика ҳаракати намуди соддатарини материя – ҳаракати механикиро меомӯзем. Барои таҳлил кардани ҳаракати механикии ҷисм бо гузашти вақт дар фазо маълумотҳо доир ба бузургҳои тавсифкунандаи ин ҳаракатро бояд соҳиб шавем.



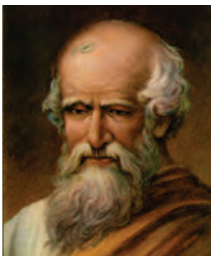
Вазифаи асосии механика аз муайян кардани вобастагии суръати ҳаракати ҷисм ба массаи он ва нерӯҳои ба ҷисм таъсиркунанда, инчунин, мавқеи ҷисм дар вақти дилхоҳ иборат аст.

Барои ҳалли ин вазифаи асосӣ дар намуди дақиқ ва мухтасар чӣ гуна ҳаракат кардани ҷисм ва дар давоми ҳаракати мазкур вазъияти фазовии ҷисм бо гузашти вақт чӣ гуна тағйир шуданро ифода кардан лозим аст. Айни замон “Механика” на танҳо офаридани таҷҳизот ва мошинаҳоро меомӯзад, балки таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо ва дар натиҷаи ҳамин таъсир тағйирёбии ҳаракати онҳоро ҳам меомӯзад.

Маълумотҳо аз таърихи рушди механика



Аристотел



Архимед

Олими Юнон Аристотел (солҳои 384-322 пеш аз мелод) қариб 2300 сол пеш бори аввал дар китоби “Физика” калимаи “механика”-ро истифода бурда, ба фан дохил намуд. Аристотел дар китоби худ чунин меҳисобад, ки Замин дар маркази олам буда, дар атрофи он Офтоб ва Моҳ чарх мезананд ва дар бораи ба замин афтидани ҷисмҳои дар боло гузошташуда, коркарди фишанг ва механизмҳои дигар маълумот медиҳад. Фикри Аристотел оид ба ҳаракати ҷисмҳо барои он давр таълимоти пешқадам буд.

Боз як олими дигари Юнони қадим Архимед (солҳои 287-212 пеш аз мелод) аз аввалинҳо шуда, барои таҳлил кардани ҳодисаҳои механикӣ математикаро истифода кард. Ӯ ба воситаи ҳисобу китоби математикӣ принсипи коркунии фишанг, шартҳои шино кардани ҷисмҳоро таъриф дод. Ба ҷараёнҳои физикӣ татбиқ гардидани амалҳои математикӣ барои ба сифати фан ташаккул ёфтани физика асос гардид ва ба рушди он аҳамияти алоҳида касб намуд.

Таълимоти Абӯрайҳони Берунӣ ва Абӯалӣ Сино оиди ҳаракати механикӣ

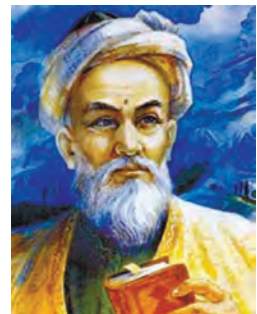
Дар асрҳои миёна дар қатори фанҳои дигар ба рушди физика, хусусан, механика марҳилаи нав оғоз шуд. Дар рушди механикаи даври мазкур алломаҳои бузурги Осиёи Миёна низ саҳми калон гузоштаанд. Абӯрайҳони Берунӣ (973-1048), ки дар пойтахти қадимии Хоразм шаҳри Кат (ноҳияи Беруни ҳозира) таваллуд шудааст, оид ба қувваи ҷозибаи Замин, афтиши озоди ҷисмҳо, вазни ҷисмҳо, механизмҳои оддӣ, энергия ва аз як ҳолат ба ҳолати дигар табдил ёфтани он маълумот додааст. Аз ҷумла, оиди ҷисмҳоро ба худ кашидани Замин чунин гуфтааст: “Ба сабаби курашакл будани Замин ҷисмҳо аз ҳама тараф ба ҷониби маркази Замин кашида мешаванд”. Берунӣ барои ба шакли сфера будани сатҳи оби уқёнус ҳам сабабгор будани ҷозибаи ҷисмҳоро ба Замин таъкид намудааст. Ҳаракати дохилии Замин, яъне, ба ҷойҳои табиӣ худ ҳаракат кардани моддаҳои таркиби он ҳам ба маркази Замин ҷозибаи ҷисмҳо сабабгор шудан, дар оқибати он дар сатҳи Замин воқеъ шудани ҳаракатҳои гуногунро маънидод кардааст.



Абӯрайҳони Берунӣ

Берунӣ дар баробари бо усули ба худ хос муайян кардани радиус, дарозии доира ва ҳаҷми Замин модели хурдшудаи Замин – глобусро ихтиро намудааст. Ӯ қитъаи Америкаро аз ҷиҳати назарӣ кашф карда, фарзияҳои илмиро оиди дар тири худ ва атрофи Офтоб давр задани Замин ҳам таъкид карда буд.

Ҳамзамони Берунӣ Абӯалӣ ибни Сино (980-1037) дар деҳаи Афшонои Бухоро ба дунё омада, оиди ҳаракати механикӣ, ба ҳамдигар нисбияти ҳаракати ҷисмҳо, таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо, ҳаракати гирдхатта, қувваи марказшитоб, шитоби хаттӣ, фишори атмосфера маълумотҳои пурбаҳо додааст. Маълумотҳои дар асарҳои “Физика” ва “Механика”-и Ибни Сино овардашуда ба таълимоти имрӯза айнан мувофиқат карда, ҷӣ қадар олими бузург будани ӯро собит мекунад. Абӯалӣ ибни Сино дар таъсири қувва ҳаракат кардани ҷисмҳо, дар ин ҳол массаи онҳо ҳар қадар калон бошад, барои ҳаракати онҳо ҳамон қадар қувваи калон зарур будан, дар зери таъсири қувваи якхела ҳар хел будани суръати ҷисмҳои гуногунҳаҷмро зикр намудааст. Ӯ аз ҷумла, чунин гуфтааст:



Абӯалӣ ибни Сино

“Дуто саққо гир. Ҳаҷмҳои онҳо ҳархела бошад, сабаб як хел бошанд, оқибат як хел мешавад. Саққои калон аз дуҷумӣ ҳар қадар калон бошад, оқибат он ҳамон қадар хурд мешавад”. Дар ин ҳол Ибни Сино “сабаб” гуфта мафҳуми “қувва”-и ҳозира, оқибат гуфта мафҳуми “суръат”-ро дар назар доштааст. Ин дар асл ифодаи бо ҳарфҳои навишташудаи қонуни дуҷуми механика мебошад, ки баъди ҳафт аср аз ҷониби олими англис Исаак Нютон (1643-1727) эълон шудааст.

Ибни Сино ҳангоми фаҳмондани ҷозибҳои ҳисмҳо ба Замин ҷунин мисол меорад: “Агар ягон нафар сутуни зеро ишқомро кашада гирад, он ишқомро афтод, мегӯянд. Дар асл ӯ ишқомро наафтонд, балки ишқом дар таъсири ба худ ҳосил вазнинӣ афтод. Сутун бошад, барои афтодан имкон наметод. Бо аз зеро он гирифта шудани сутун вазнинӣ қори худро қард”.

Аз ҷониби Нютон кашф қардидани Қонуни ҷозибҳои умумӣ ҳам дар ин бобат дуруст будани фикрҳои Ибни Синоро собит намуд. Зеро Нютон ҳам барои қанда шуда афтодани себ ҳам ба Замин ҷозибҳои он сабаб буданаҷро гуфтааст.

Дар асри ХҶИ олими итолян Галилео Галилей (1564-1642) сабабҳои дар як зум истода натавонистани ҳисми ҳаракатқунанда – қонунҳои инерсияи ҳисмҳо, ҳисмҳоро ба худ кашада истодани қураи Замин ва дар натиҷаи он афтиши озоди онҳо, лаппиши раққосақро кашф намуд.

Олими англис Исаак Нютон ба қорҳои соҳаи механикаи олимони то замони худ зиндагӣ ва эҷодқарда, ҳамҷунин, ба мушоҳида ва санҷишҳои худ асос намуда, қонунҳоро оид ба ҳаракати механикӣ ва таъсири байниҳамдигарии ҳисмҳо ба намуди математикӣ ифода қарда, ба як низом овард. Дар натиҷа механика ба сифати фанни мустақил намоён шуд. Ин қонунҳо ба ривочи фан ва техника ҳиссаи қалон гузошт.

Қараёни ташқилёбии механикаи классикӣ ба ғизогирии маънавӣ ва рушди умумӣ ҳиссаи қалон гузошт. Акнун қонунҳои физикии аввалин қушодашуда ҳам ба механика оид буда, тасаввурҳои физикии ибтидоитарин оиди олам тасвиршавии механикии олам будааст. Дар натиҷаи рушди механика усули нави фикрронии илмӣ пайдо шуд, асрори микро ва макролам ҳал қардида, бомуваффақият ба соҳибшавии қайҳон шурӯъ шуд.



1. Дар бораи саҳми мутафакқирони Осиёи Миёна ба рушди “Механика” маълумот навишта биёед.
2. Боз қадом олимони ба таракқиёти “Механика” саҳмгузоштаро медонед?
3. Қаро фанни физика асоси техника гуфта мешавад? Қавобатонро бо мисолҳо фаҳмонед.

АСОСҲОИ КИНЕМАТИКА

Механика аз се бахш: кинематика, динамика ва статика иборат аст.

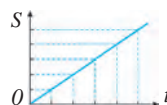
Мо омӯзиши механикаро бо шиносоии бахши кинематика шурӯъ мекунем. Дар бахши кинематика ҳаракати механикии ҷисмҳо омӯхта мешавад, лекин омилҳои ба зухур расонандаи ин ҳаракат, яъне, таъсири қувваҳо ба инобат гирифта намешавад. “Кинематика” аз калимаи юнонии “kinematos” гирифта шуда, маънои “ҳаракат”-ро дорад. Сипас бо бахши ба ҳаракати ҷисмҳои механикӣ омӯзонандаи вобастагии массаи онҳо ва таъсири байниҳамдигарияшон – динамика шинос мешавем. Барои ба ҳаракат овардани ягон ҷисм ба онҳо қувваҳои маълум бояд таъсир расонанд. Бо қонуниятҳои пайваستшавии ин қувваҳо дар мавзӯи бузургҳои векторӣ шинос мешавем. Дар статика бошад, қонуниятҳои пайвастшавии қувваҳои таъсиргузор ва шартҳои дар мувозинат будани ҷисмҳо омӯхта мешавад.

Мо барои омӯختани кинематика дар бораи мафҳум (нуқтаи моддӣ, системаи сарҳисоб, траектория) ва бузургҳои (роҳ, қўчиш, вақт, суръат, шитоб)-и зарурӣ тасаввуроти умумӣ ҳосил мекунем. Баъд чӣ гуна омӯхташавии ҳаракати ҷисмҳо, чӣ гуна ҳал шудани масъалаҳои оддиро оид ба кинематика дониста мегирем. Аз маълумотҳои дар бахши мазкур овардашуда барои омӯзиши бахшҳои минбаъдаи “Механика” истифода мебарем.

Боби I МАЪЛУМОТҲОИ УМУМӢ ОИД БА ҲАРАКАТИ МЕХАНИКӢ



Боби II ҲАРАКАТИ ГИРДҲАТТА



Боби III ҲАРАКАТИ ГИРДҲАТТАИ МУНТАЗАМ





Боби I МАЪЛУМОТҲОИ УМУМӢ ОИДИ ҲАРАКАТИ МЕХАНИКӢ

§1. ҲАРАКАТИ ЧИСМҲО

Ҳаракати механикӣ



Расми 2. Ҳаракати механикӣ
кии ҷисмҳо

Дар гирду атроф ҳаракати велосипед, автомобил ва одамон, дар осмон парвози парранда, чархбол, самолёт ва ракетаҳо (расми 2), дар об шинои моҳӣ, акула ва делфинҳо, гардиши Замин дар атрофи Офтоб, Моҳ бошад, дар атрофи Заминро мушоҳида кардан мумкин аст. Ҳаракати ҷисмҳо ба қонун ва қоидаи маълум иттиҳот мекунад. Масалан, олимон дар асоси натиҷаҳои мушоҳида кадом ҷисмҳои осмонӣ кадом вақт дар кучои фазо қарор гирифта-нашро муайян карда метавонанд. Аз ҷумла, онҳо метавонанд, ки кадом вақт гирифтани Моҳ ва Офтобро пешгӯӣ кунанд.

Ҳаракати механикӣ ҳар як ҷисм нисбат ба ҷисми дигар мушоҳида мешавад. Масалан, автомобил нисбат ба дарахт ё биноҳои сари роҳ, оби дарё нисбат ба сохилҳо, самолёт нисбат ба бинои Замин, абрҳои осмон ҳаракат мекунад. Ҳаракати ҷисм бо назардошти вазъияти мушоҳидакунанда гуногун мешавад.



Ҳаракати механикӣ ҷисм гуфта, бо гузашти вақт дар фазо тағйирёбии мавқеи он нисбат ба ҷисмҳои дигар дар назар дошта мешавад.

Нисбияти ҳаракат

Одатан, мавқеи ҷисм нисбат ба замин дигаргун нашавад, он ором ҳисобида мешавад. Дар асл, ҳолати ором ё ҳаракати ҷисм нисбист. Инсон дар заврақ нишаста, нисбат ба заврақ дар ҳолати ором бошад, нисбат ба соҳили дарё дар ҳаракат аст. Ҳамаи мавҷудоти Замин дар назар ором менамоянд. Лекин онҳо якҷоя бо Замин дар атрофи Офтоб давр мезананд, яъне дар ҳаракат ҳастанд. Инсоне, ки дар даруни қаторай бо суръати маълум ҳаракаткунанда мегардад, нисбат ба вагон бо суръати хурд ҳаракат кунад, нисбат ба хати роҳи оҳан бо суръати баланд дар ҳаракат ба шумор меравад. Суръати ин инсон нисбат ба ҷисмҳои гуногун ҳархела мешавад. Агар ҷисмҳои дигар набошанд, дар бораи суръати ҷисми ягона мулоҳиза рондан мумкин нест.



Ҳаракати ҳамаи ҷисмҳо нисбӣ буда, ором истодани онҳо низ нисбӣ аст.

Ҷисми сарҳисоб

Барои ба ҳисоб гирифтани нисбияти ҳаракат мафҳуми “ҷисми сарҳисоб” мавриди корбурд қарор мегирад. Масалан, ҳаракат ё оромии одам ва автомобил нисбат ба Замин гирифта мешавад. Дар ин ҳолат Замин ҷисми сарҳисоб ба шумор меравад. Ҳолати оромӣ ё ҳаракати механикӣ ҳамаи ҷисмҳои атрофамон ҳамин гуна нисбат ба ҷисмҳои сарҳисоб ба инобат гирифта мешавад. Агар ҳаракати Замин дар атрофи Офтоб ба инобат гирифта шавад, Офтоб ҷисми сарҳисоб аст.



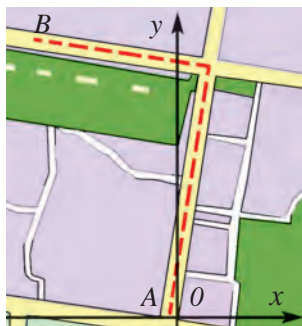
Расми 3. Нисбияти ҳаракати болои платформа



Ҳолати ҳаракат ё оромии ҷисм нисбат ба кадом ҷисме, ки мушоҳида шавад, ҳамон ҷисм ҷисми сарҳисоб номида мешавад.

Дар расми 3 одами нисбат ба Замин бо суръати 10 м/с ҳаракаткунанда дар болои платформа бо ҳамин равию ҳаракати ӯ бо суръати 1 м/с тасвир шудааст. Барои ҳаракати ин одам платформа, ҷисми сарҳисоб ҳисоб карда шавад, суръати он 1 м/с мешавад. Агар ба сифати ҷисми сарҳисоб Замин интиҳоб карда шавад, суръати одам 11 м/с мешавад. Дар роҳ дар ҳаракати автомобил, қатор ва дигарҳо ба сифати ҷисми сарҳисоб ба ҷойи кураи Замин бино, дарахт барин ҷисмҳои дар сатҳи он дар ҳолати беҳаракат ҷойгиршударо ихтиёр кардан мумкин ($10 \text{ м/с} + 1 \text{ м/с} = 11 \text{ м/с}$).

Системаи сарҳисоб



Расми 4. Ҳаракати автомобилро дар координатаи дученака ифода кардан

Дар бораи ҳаракати механикии ҷисмҳо маълумоти пурра додан лозим аст. Масалан, аз нуқтаи А то нуқтаи В-и шаҳр рафтано баррасӣ мекунем. Барои ифода кардани ҳаракати он дар ҳамворӣ аз усули зерин истифода бурдан мумкин аст. Харитаи шаҳро гирифта, дар он нуқтаи оғози ҳаракат А, яъне, ҷисми сарҳисобро дарёб мекунем (расми 4). Дури масштаб нишондодшудаи аз Ғарб ба Шарқ ва аз Ҷануб ба Шимол равонашудаи аз ин ду нуқта убуркунандаро мегузаронем. Бо ин системаи координатаҳои дученакиро ҳосил мекунем. Агар бинобар кўчаҳои ҳаракаткардаи автомобил хат гузаронем, пас нисбат ба сари координатаҳои автомобил харитаи ҳаракатро ифода кардаем. Акнун дар давоми ҳаракат дар он ҷо кай будани автомобил дақиқ нишон дода шавад, пас дар бораи ҳаракат маълумоти муфассал оварда шудааст.

Агар координатаҳои ракетаи дар парвоз бударо ифода карданӣ бошем, маълумотҳо дар бораи ҳаракати он бинобар баландиро низ нишон дода лозим аст. Барои он тири перпендикулярии дар системаи координатаҳои ҳамворӣ ба боло равонашуда ва аз сари координата убуркунанда мегузаронем. Дар натиҷа системаи координатаҳои сеченакӣ ҳосил мешавад.

Барои ба пуррагӣ ифода кардани ҳаракати ракета се параметр нишон дода мешавад:

- 1) Ҷисми сарҳисоб (дар ин мисол кураи Замин гирифта мешавад);
- 2) Системаи координатаҳо (маркази координата дар кураи Замин ба нуқтаи ҷойи парвози ракета ҷойгир карда мешавад);
- 3) Ҳисоби вақт (дар як нуқтаи маълуми траекторияи парвози ракета дар кадом вақт будан).



Ҷисми сарҳисоб, системаи ба он вобастаи координатаҳо ва сарҳисоби вақти ҳамин ҳаракат дар якҷоягӣ системаи сарҳисобро ташкил медиҳад.

Масалан, автомобили “Ласетти” аз хона баромада, дар давоми 10 дақиқа ба самти шимол 8 км масофаро тай кард. Дар ин вақт ҳам ҳолати дар хона ором будан, ҳам дар роҳ ҳаракат кардани “Ласетти” нисбат ба Замин гирифта мешавад. Барои “Ласетти” Замин беҳаракат

буда, ҷисми сарҳисоб ба шумор меравад. Бо ёрии соати ронанда ва спидометри автомобил дар давоми 10 дақиқа чӣ қадар масофа тай кардани автомобилро муайян кардан мумкин аст. Дар ин ҳол хона сари координата, масофаи аз он 8 км дуршавӣ бошад, нисбат ба координата роҳи тайкарда ба ҳисоб меравад.



Мафҳумҳои таъриҳӣ: ҳаракати механикӣ, нисбияти ҳаракат, ҷисми сарҳисоб, системаи координатаҳо, системаи сарҳисоб.



1. Олими Юнон Птолемей чунин меҳисобад: Офтоб дар атрофи Замин давр мезанад. Олими полшағӣ Коперник бошад, Замин дар атрофи Офтоб давр мезанад, гуфта изхори ақида кардааст. Ба фикри Шумо фикри кадом олим дуруст аст? Фикри худро асоснок карда диҳед.
2. Дуто тухми пухтаи сахтияшон якхеларо мегирем. Тарафҳои монанди онҳоро ба ҳамдигар мувофиқ кунонда, яқумияшро дар ҳолати оромӣ дошта меистем ва бо дуҷумӣ ба тухми яқум зарб медиҳем. Ба фикри шумо, тухми ором истода мешиканад ё тухми зарбзада?

§ 2. ФАЗО ВА ВАҚТ

Беҳудудии фазо

Ҳамаи мавҷудоти олам дар фазо ҷойгир шудааст. Ягон объекти фазоро ишғол накарда ва аз фазо берун низ вучуд надорад ва буданаш ҳам мумкин нест. Ба таври дигар ғӯем, фазо бо материя муттасил вобаста аст. Фазо бепоён ва беҳудуд аст. Тасаввуротамонро оиди фазо фақат дар шакли математикӣ - бо рақамҳо ифода карда метавонем. Аз ин мебарояд, ки дар байни ҷисмҳои осмон ҷисмҳои дигари боз ҳам дур ҷойгиршуда мавҷуданд. Мо фақат 3 ҳазор ситораҳои осмонро дида метавонем, халос. Равшани дар як сония 300 000 км масофаро тай мекунад. Бо чунин суръат нури ситораи (Сентавр) аз ҳама наздиктарин дар 4 сол ба мо омада мерасад. Чӣ қадар бузург будани ин масофаро фақат ҳисобу китоб нишон медиҳад. Масофаи то ин ситора бударо ҳисоб карда бинем:

Дода шудааст:	Формула:	Ҳалл:
$t = 4 \text{ сол} \approx 126\,230\,400 \text{ с};$ $v = 300\,000 \text{ км/с}.$	$s = vt.$	$s = 300\,000 \text{ км/с} \cdot 126\,230\,400 \text{ с} =$ $= 37\,869\,120\,000\,000 \text{ км}.$
<hr/> Ёфтан даркор: $s = ?$		Ҷавоб: $s = 37\,869\,120\,000\,000 \text{ км}.$

Фарз кунем, дар самолёте, ки дар як соат бо суръати 1000 км парвоз мекунад, аз Замин ба он ситора рафтнамон лозим. Ҳисобҳо ҳаминро нишон медиҳад, ки барои он дар давоми беш аз 4300 сол вақт шабу рӯз беист парвоз кардан лозим меояд.

Дар паси ситораҳои, ки мо мебинем, боз рӯшноӣ бешумор мавҷуданд. Низоми ситораҳои дар фазо ба равиши ба ҳамдигар вобаста ҳаракаткунанда галактикаро ташкил медиҳад. Мо аз асбоби нерумандтарин истифода бурданамон нигоҳ накарда, ба сабаби он ки танҳо як қисми хурди фазоро мушоҳида мекунем, миқдори дақиқи галактикаро муайян кардан душвор аст. Бинобар ҳисоби олимон дар галактикаи мо, ки дар низоми Офтоб ҷойгир шудааст, мавҷудияти аз 200 то 400 миллиард ситора тахмин карда мешавад. Бо суръати рӯшноӣ ҳаракат карда шавад, барои аз як гӯша ба гӯшаи дигари галактикаамон рафтан 100 ҳазор сол лозим будааст. Дар фазои беохир бошад, аз 100 то 200 миллиард галактикаҳо мавҷуд буда, дар ҳар як галактика садҳо миллиард ситора мавҷуд аст, мегӯянд. Нури фиристодаи галактикаи аз ҳама дур ёфташуда ба мо қариб баъди 10 миллиард сол расида меояд. Чӣ қадар васеъ будани фазоро тасаввур кунед. Пас маълум мешавад, ки фазо беҳад аст.

Дар координатаҳои сеченакӣ тасвир кардани фазо

Барои дар нақша ифода кардани ҳаракати автомобили дар роҳи ҳамвор раванди як хати рости масоҳаташ нишондода кифоя аст (расми 5). Барои ифода кардани ҳаракати қатори қисми



Расми 5. Ҳаракати ростхаттаро дар координатаи якченака тасвир кардан

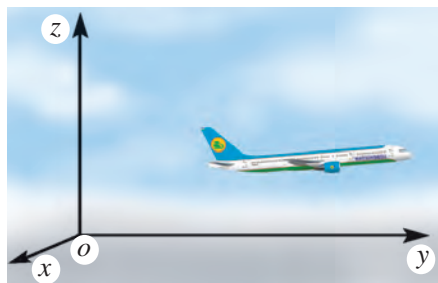


Расми 6. Ҳаракати ҳамвори дар координатаи дученака тасвир кардан

ростхаттаи роҳи оҳан низ тири координатаи якченакӣ лозим аст. Дар ин ҳол база сабаби он ки қисми ҳаракаткунанда ба рост ё чап, ҳамчунин, ба боло ё поён ҳаракат намекунад, ба тирҳои координатаи иловагӣ ҳоҷат нест, ҳаракати онро дар координатаҳои якченакӣ тасвир кардан кифоя аст.

Автомобили дар роҳи рост ҳаракатдошта ҳангоми ба чорраҳа омадан мумкин аст, ки ба чап ё рост тоб хӯрад, яъне, аз ҳаракати ростхатта барканор шавад. Сатҳи Заминро дар масофаҳои муътадил ҳамворӣ гуфта қабул кунем, барои дар ин ҳамворӣ тасвир кардани ҳаракати одам, велосипед, автомобил координатаҳои дученакӣ лозим меояд. (расми 6).

Парранда метавонад дар замин, яъне дар ҳамворӣ гардад, ё дар осмон, яъне, дар фазо парвоз кунед. Ҳаракати онро дар замин дар координатаи дученакӣ, парвози онро дар осмон бошад, дар координатаи сеченакӣ ифода кардан созгор аст. Парвози самолёт нисбат ба равияи ҳаракат дар системаи координатаҳои сеченакии интихобшуда тасвир карда мешавад (расми 7). Барои ифода кардани ҳаракати курраи ҳавоӣ дар осмон, ҳайвонҳои баҳрӣ бошад, дар об ҳам системаи координатаҳои сеченакӣ лозим аст.



Расми 7. Ҳаракати самолётро дар координатаи сеченака тасвир намудан



Хосиятҳои асосии фазо: дар ҳақиқат мавҷуд будан, аз материя чудо набудан (дар олам ягонто ҳам объекти ба фазо вобаста набуда нест), беҳудудӣ, сеченакӣ (ҳамаи объектҳои физикӣ дарозӣ, бар ва баландӣ доранд).

Вақтро дар координатаҳои якченакӣ тасвир кардан

Ҳар гуна ҷараён, воқеа ва ҳодиса дар як макон (фазо) ва замон (вақт)-и маълум содир мешавад. Чисм ҳаракат мекунад, яъне, мавқеи худро на танҳо дар фазо, балки бинобар вақт ҳам тағйир медиҳад. Барои чен кардани вақт аз давомияти такроршавии ҳодисаи такроршаванда истифода мебаранд. Масалан, вақти як маротиба чарх задани Заминаро дар атрофи тири худ нисбат ба Офтоб 24 соат ё вақти як маротиба чарх задани Заминаро дар атрофи Офтоб як сол гуфта мувофиқат намудаанд. Як сол баробари 31 556 926 сония аст. Бинобар ин, даври 1 с гузаштан ба як қисм аз 31 556 926 даври як маротиба дар атрофи Офтоб чарх задани Замина баробар аст. Айни замон соатҳои кварсӣ ва молекулярӣ бо дақиқии бузург вақтро чен кардан истифода мешаванд. Онҳо вақтро бо дақиқии як қисм аз триллиони сония чен карданишон мумкин. Худи вақт дар координатаҳои якченакӣ ифода гардида, он ба сифати бузургии аз гузашта ба оянда афзоишбанда ба инобат гирифта мешавад (расми 8).



Расми 8. Вақтро дар координатаи якченакӣ ифода кардан

Ҳаракати ҷисмҳоро аз фазо ва вақт чудо накарда, тасаввур кардан амри маҳол. Бинобар ин ҳам, мавҷудияти ҷисмҳо ва ҳаракати онҳо дар фазо ва давоми вақт содир мешавад, гуфта мепиндоранд.



Вақт бузургии физикиест, ки тартиби пайдарҳам ивазшавии ҳодисаҳо ва давомияти ҷараёнҳоро ифода мекунад. Вақт дар низоми байналхалқии воҳидҳо (НБВ) бо сонияҳо чен карда мешавад.

Моро, асосан, ба вақт вобастагии мавқеи ҷисм дар фазо ба худ ҷалб мекунад.



Мафҳумҳои таҷриба: фазо, галактика, вақт, ҳаракати дар координатаи яқченакӣ, дученакӣ ва сеченакӣ ифодашаванда, фазо дар координатаи сеченакӣ.



1. Фарз карда, аз маълумотҳои саҳифаи 99 истифода бурда, барои аз Замин ба Моҳ ва Оғтоб бо самолёт рафтан чӣ қадар вақт лозим аст, ҳисоб кунед.

§ 3. МАҲҲУМҲОИ УМУМИИ КИНЕМАТИКА



Бахши механикаро, ки ҳаракати ҷисмро новобасте ба массааш ҷисм ва сабабҳои ба ҳаракат оварандаи он меомӯзонад, кинематика номида мешавад.

Вазифаи асосии кинематика аз дар вақти дилхоҳ муайян кардани координатаҳои ҷисмҳо иборат аст. Маълумотҳо оиди ба вақт вобастагии координатаҳои ҷисм дар намудҳои гуногун, масалан, дар намуди ҷадвал, графика ё формула дода шудан, ҳамчунин, бо калимаҳо мумкин аст ифода шавад. Ин қонуниятҳоро доништа, дар фазо ҷойи ин ҷисмҳо дар вақти дилхоҳ дақиқ гуфта мешавад. Барои ин бо як қатор мафҳумҳои нав шинос шуданамон лозим аст.

Нуқтаи материалӣ

Шакли автомобили аз дур ҳаракаткунанда аниқ наменамояд, он хеле хурд, ҳатто мумкин аст мисли нуқта намояд. Ҳангоме, ки ба мӯрчаи аслан хурд ба воситаи микроскоп назар меандозем, он даррандаи баҳайбат менамояд. Ҳангоми омӯзиши ҳаракати ҷисмҳо аз як қатор содакуниҳо истифода мебарем. Яке аз ин усулҳои дар ҷараён ва нақшиҳое, ки ҳаракати ҷисм омӯхта мешавад, андозаи ҷисмро эътибор нагирифта, ўро чун нуқтаи материалӣ пиндоштан иборат аст.



Дар шароити муайян ченак ва шаклаш ба ҳисоб гирифта нашавад ҳам, ҷисми тақсимшаванда нуқтаи материалӣ номида мешавад.

Ҳангоми омӯхтани ҳаракати автомобили дарозияш 4 м дар тай намудани 10 км масофа онро нуқтаи материалӣ гуфта пиндоштан мумкин. Зеро масофаи тайшавандаи автомобил аз масофаи дарозии он 2500 маротиба калон аст. Ба ҳамин монанд ҳангоми ба инобат гирифта шудани парвози дури самолёт онро нуқтаи материалӣ доништан мумкин. Айнан як ҳисм дар як ҳолат нуқтаи материалӣ гуфта ба инобат гирифта мешавад, дар ҳолати дигар бошад, онро нуқтаи материалӣ гуфта пиндоштан намешавад. Масалан, донишомӯз ҳангоми ба мактаб рафтан аз хонааш 1 км масофаротай кунад, дар ин ҳаракат онро нуқтаи материалӣ гуфта пиндоштан мумкин. Лекин ҳамин донишомӯз ҳангоми дар даруни хона иҷро кардани машқҳои гимнастикаи сахарӣ онро нуқтаи материалӣ гуфта намешавад. Ҳангоми дар нақша ифода кардани чараёни китобро аз сумка гирифта ба рӯи миз гузоштан ба кадом тараф гузоштани китобро нишон дода метавонем. Лекин ҳангоми аз хона ба мактаб бурдан китоб дар нақша хеле нуқтаи хурд менамояд. Бинобар ин, онро нуқтаи материалӣ доништан созор аст. Ченаки ҳисми аз мафҳуми нуқтаи материалӣ ҳаракаткунанда нисбат ба масофаи тайшуда фақат дар ҳоли хеле хурд будан не, балки ченаки ҳисми таҳлилшаванда то ба як ҳисми дигари нисбат ба он пиндошташаванда дар ҳолати хурд будан ҳам истифода мешавад. Ченакҳои кураи Замин хеле бузург аст. Лекин ҳангоми омӯхтани гардиши сайёраи Замин дар атрофи Офтоб ба сабаби он ки масофаи байни онҳо боз ҳам калон аст, Заминро нуқтаи материалӣ гуфта пиндоштан мумкин.

Траектория

Сингрираи дар осмон мавҷуд буда ҳангоми гузаштани метеороҳ аз атмосфера – онҳо из мегузоранд (расми 9). Изи гузоштаи бӯр, автомобил ва метеор траекторияи ҳаракати онҳо мебошад.

Ҳисмҳо дар ҳаракати худ ҳар доим ҳам из намегузоранд. Масалан, метеори дар осмон парвозкунанда из гузорад, варзишгари аз трамплин ҷаҳанда бошад, из намегузорад. Дар давоми ҳаракати худ изи варзишгар, тӯб, одам, мошина, парранда ва самолёт нанамояд ҳам, изи онҳоро хати пайдарпай гуфта тасаввур кардан мумкин.



Расми 9. Траекторияи ҳаракати ҳисми метеор



Хати пайваस्तкунандаи нуқтаҳои тайкардаи нуқтаи материалӣ дар давоми ҳаракати худ траекторияи ҳаракат номида мешавад.

Роҳ ва кўчиш

Барои аз ҷиҳати миқдор баҳогузори траекторияи ҷисм бузургии физикӣ – роҳ қабул шудааст.



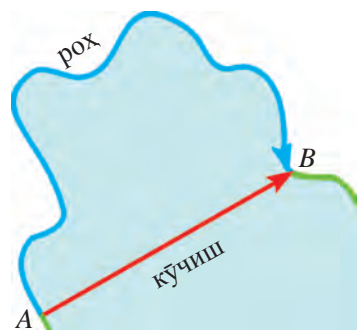
Масофаи саросар тайкардаи траекторияи ҳаракати ҷисм, дарозии траекторияи роҳ номида мешавад ва бо ҳарфи s ишора мегардад.

Воҳиди ченаки роҳ, умуман, дарозӣ метр қабул шудааст. Чун намуна – эталони он дарозии стержени махсуси аз платина – иридий тайёршуда, ки дар Девони байналхалқии ченакҳо дар Париж нигоҳ дошта мешавад, қабул гардидааст.

Дар баъзе ҳолатҳо роҳи тайкардаи ҷисм не, балки ҳаракатро аз кадом нуқта сар карда, ба кадом нуқта нигоҳ доштани он аҳамиятноктар аст.



Порчаи самтдоре, ки мавқеи ибтидоӣ ва интиҳонии ҳаракати ҷисмро мепайвандад, кўчиш номида мешавад.



Расми 10. Роҳ ва кўчиш

Шумо аз роҳи соҳили кўл ҳаракат карда, аз нуқтаи А ба нуқтаи В бинобар траекторияи хати қач метавонед 100 м роҳро тай кунед (расми 10). Дар ин ҳол кўчиш ба масофаи аз нуқтаи А то нуқтаи В, яъне, ба 40 м баробар мешавад. Дўстатон бошад, дар заврак аз нуқтаи А ба нуқтаи В бинобар хати рост шино карда гузарад, траектория ва кўчиш бар болои ҳам афтада, дарозии он 40 м мешавад.

Дар ҳоли кўчиш аз Тошканд то Андичон 245 км будан автомобил барои аз Тошканд ба Андичон рафтан 380 км масофаро тай мекунад. Дар ҳаракати ростхатта роҳ ва кўчиш ба ҳамдигар баробар мешаванд.

Ҳаракати механикӣ

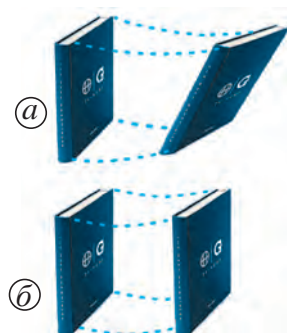


Расми 11. Самти ҳаракати пешраванда ва даврзанандаи “Матиз”.

Бо мақсади соддакунӣ ҳаракати ҷисмҳо ба се қисм ҷудо карда, омўхта мешавад: пешраванда, даврзананда ва ларзон. Корпуси автомашина ҳаракати пешраванда кунад, чархҳои он ҳаракати даврзананда мекунад (расми 11). Поршенҳои мотор бошад, ҳаракати ларзон мекунад, гуфтан мумкин.

Ҳаракати пешраванда

Агар ҷисм ҳаракати пешраванда кунад, барои ифода кардани ҳаракати он ҳаракати як нуқтаи ҷисмро ифода кардан кифоя аст. Масалан, китоби болои мизро аз як ҷо ба ҷойи дигар ба таври гуногун гузарондан мумкин (расми 12). Дар ҳолати (а) теғаҳои он гуногун ҳаракат мекунанд. Дар ҳолати (б) траекторияи ҳаракати теғаҳои китоб як хел мешавад, яъне, траекторияи чорто теғаи китобро болои ҳам гузоштан мумкин аст. Ҳаракати китоб дар ҳолати дуюм ба ҳаракати пешраванда мисол шуда метавонад. Дар ин ҳолат фақат теғаҳои китоб не, балки нуқтаҳои ихтиёрии дигари он низ як хел ҳаракат мекунанд. Одами дар заврақи моторӣ нишаста ё велосипед ҳаракати пешраванда мекунанд. Лекин ҳаракати чархи велосипед ва парракҳои мотор ба ин мисол шуда наметавонанд.



Расми 12. Ҳаракати теғадор набуда (а) ва теғадори китоб (б)



Дар давоми ҳаракат ҳама нуқтаҳои ҷисм як хел гузарад (кўҷад), ин гуна ҳаракатро ҳаракати пешраванда меноманд.

Ҳар гуна хати аз ду нуқтаи ихтиёрии ҷисми ҳаракати пешраванда дошта гузарондашуда ба худ ба равиши мувозӣ мекўҷад.

Лифти болорав, самолёт ва ракетаи парвозкунанда ҳаракати пешраванда мекунанд. Сабади чархфалаки боғи истироҳатӣ ҳаракати даврзананда мекунад (расми 13). Лекин бо ин дар як вақт он ҳаракати пешраванда ҳам мекунад. Зеро хати ростии аз ду нуқтаи ихтиёрии сабад гузарондашуда ба худ ба равиши мувозӣ мекўҷад.



Расми 13. Ҳаракати теғадори сабадҳои чархфалак

Ҳангоми омўختани ҳаракати ҷисми дорои ҳаракати пешраванда ҳаракати фақат як нуқтаи онро омўختан кифоя аст. Ба ҳамин сабаб ҷисми ҳаракати пешраванда доштаро нуқтаи материалӣ пиндоштан мумкин аст. Ҳаракати пешраванда метавонад ростхатта ва қачхатта бошад.

Ҳаракати ҷисмҳоро ба се навъ: пешраванда, даврзананда ва ларзон тақсим кардан шарт буда, ин таҳлил кардани ҳаракатҳои мураккабро осон мегардонад ва барои ба намуди математикӣ ифода кардан имконият медиҳад.



Мафҳумҳои тақягоҳӣ: нуқтаи материалӣ, траектория, роҳ, кўчиш, ҳаракати пешраванда.



1. Дар яке аз қараёнҳои гуногуни як ҷисмро мушоҳидакунанда ҳолатҳои нуқтаи материалӣ гуфтан мумкин ва дар дуомаш гуфтан номумкин якҷанд мисол нависед.
2. Траектория ва кўчиши аз ҳонаатон то ба мактаб рафтандро дар нақша кашида, фарқи масофаи байни онҳоро тахмин карда бинед.

§ 4. БУЗУРГИҲОИ СКАЛЯРӢ ВА ВЕКТОРӢ ВА АМАЛҲОИ БОЛОИ ОНҲО

Бузургиҳои скалярӣ

Бузургиҳои физикиро ба ду гурӯҳ – бузургиҳои скалярӣ ва векторӣ ҷудо кардан мумкин аст.



Бузургиҳои самташон беаҳамият, фақат бо қимати адад муайяншаванда бузургиҳои скалярӣ номида мешаванд.

Бузургиҳои физикӣ мисли ҳаҷм, вақт, роҳ, масса, энергия бузургиҳои скалярӣ мебошанд. Масалан, массаи ҷисми якум $m_1 = 8$ кг, массаи ҷисми дуюм $m_2 = 4$ кг бошад, массаи якҷояи онҳо:

$$m_1 + m_2 = 8 \text{ кг} + 4 \text{ кг} = 12 \text{ кг}.$$

Фарқ байни массаҳои ин ду ҷисм:

$$m_1 - m_2 = 8 \text{ кг} - 4 \text{ кг} = 4 \text{ кг}.$$

Ба ин тариқа чанд маротиба зиёд будани массаи ҷисми якумро нисбат ба ҷисми дуюм низ муайян кардан мумкин аст. Ба ғайр аз ин, массаи ҷисмро ба ягон адад зарб ё тақсим кардан мумкин аст. Масалан, $m = 12$ кг бошад, онро ба 3 зарб ва тақсим кардан ба таври зер иҷро карда мешавад:

$$m \cdot 3 = 12 \text{ кг} \cdot 3 = 36 \text{ кг}; \quad m : 3 = 12 \text{ кг} : 3 = 4 \text{ кг}.$$

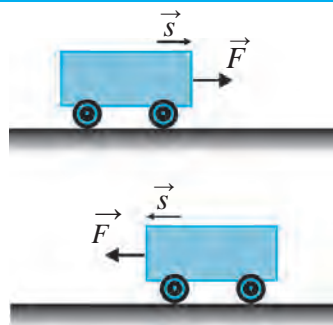
Бинобар дар ҳаракати ростхатта ҷисм ҳаракатро аз кучо шурӯъ кард, ба кадом тараф ҳаракат кард ва донишдони бузургии роҳи тайшуда барои муайян кардани мавқеи ҷисм дар охири ҳаракат кифоя аст.

Бузургии векторӣ

Ҳангоми кор кардан бо баъзе бузургиҳои физикӣ донишдони қимати адади онҳо кифоя нест, самти онҳо ҳам аҳамияти муҳим касб мекунад. Масалан, ҷисм ба масофаи $s = 5$ м кўчид, гуфтан кифоя нест. Дар ин

ҳол самти кўчиш низ бояд маълум бошад. Дар ин маврид оид ба кадом тараф ва ба кучо кўчидани ҷисм пурра тасаввурот пайдо мекунем.

Ба аробачаи болои миз як қувваи маълум таъсир мерасонад, гуфтан кифоя нест. Ин қувва ба ҷисм ҳангоми аз чап ба самти рост таъсир расондан аробача ба рост, ҳангоми аз рост ба самти чап расондан бошад, ба чап ҳаракат мекунад (расми 14). Агар қувва ба аробача аз боло ба поён таъсир расонад, аробача ҳаракат намекунад.



Расми 14. Вобастагии қувва ба самти ҳаракат

Бузургиҳои физикие мисли қувва, суръат, кўчиш бузургиҳои векториянд. Ҳангоми омўхтани ин бузургиҳо ба ғайр аз қимати адад самти онҳоро низ доништан муҳим аст.



Бузургиҳои бо қимати ададӣ ва самташон муайяншаванда бузургиҳои векторӣ номида мешаванд.

Одатан, ба болои бузургиҳои векторӣ самт – аломати тир (стрелка) гузошта мешавад. Масалан, дар намуди қувва – \vec{F} , суръат – \vec{v} , кўчиш – \vec{s} ифода мешаванд. Фақат миқдори бузургиҳои векториро нишон доданӣ бошем, қимати адади он чунин ифода мегардад:

$$|\vec{F}| = 2 \text{ N}, |\vec{v}| = 10 \text{ м/с}, |\vec{s}| = 5 \text{ м}$$

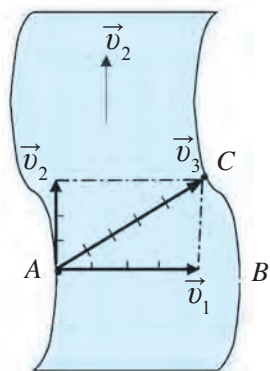
ё ки $F = 2 \text{ Н}, v = 10 \text{ м/с}, s = 5 \text{ м}.$

Бузургии векторӣ дар нақша дар шакли порчаи самтдори дарозияш ба қимати адад баробар нишон дода мешавад.

Ҷамъ ва тарҳи бузургиҳои векторӣ

Ҳаракати шиновареро, ки аз нуқтаи А ба тарафи нуқтаи В-и дарё бо суръати v_1 шино кардан меҳаҳад, дида мебароем (расми 15). Шиновар ба тарафи нуқтаи В шино дорад, лекин таҳти таъсири ҷараёни дарё бо суръати v_2 ба нуқтаи С-и он тарафи дарё меравад. Шинокунанда барои аз А ба В расидан дар вақти t -и сарфшуда оби дарё масофаи аз В то С-ро тай мекунад. Дар натиҷаи пайвастандории суръати \vec{v}_1 -и об ба суръати \vec{v}_2 -и шиновар марди шинокунанда бо суръати \vec{v}_3 аз дарё шино карда мегузарад. Дар намуди векторӣ онро ба таври зерин ифода кардан мумкин:

$$\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = \vec{v}_3$$



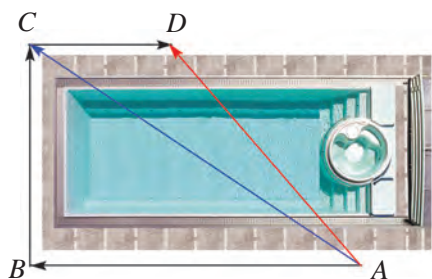
Расми 15. Ифодаи вектори аз дарё гузаштани шиновар

Амалҳои болои бузургиҳои векторӣ мисли амалҳои болои ададҳои оддӣ иҷро намешаванд. Масалан, порчаи AB 4 м, порчаи BC 3 м бошад, ҳосили ҷамъи ин векторҳо $4\text{ м} + 3\text{ м} = 7\text{ м}$ нест, балки ба 5 м баробар аст.

Дар расми 16 ҳавзи обро аз нуқтаи A чарх зада, ба воситаи нуқтаҳои B ва C ба нуқтаи D рафтано-монро дар нақша ифода карда бинем. Ҳангоми ба вектори AB пайваст шудани вектори BC вектори AC ҳосил мегардад:

$$\vec{AB} + \vec{BC} = \vec{AC}$$

Суммаи AB - и ҳангоми ҳаракат бинобар вектори AB ва BC ҳосилшуда аз нуқтаи A ба нуқтаи C кўчишро нишон медиҳад. Ҳангоми ба вектори AC вектори CD илова шудан вектори AD ҳосил гардид:

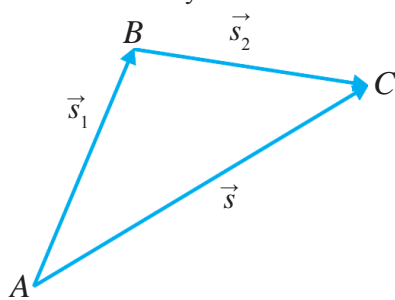


Расми 16. Нақшаи биноро давр зада гузаштан

$$\vec{AC} + \vec{CD} = \vec{AD}$$

Барои аз нуқтаи A ба воситаи B ва C ба нуқтаи D рафтан масофаи зиёд тай шуд, кўчиш бошад, фақат аз нуқтаи A то нуқтаи D содир гардид:

$$\vec{AB} + \vec{BC} + \vec{CD} = \vec{AD}$$



Расми 17. Ҷамъи векторҳои \vec{s}_1 ва \vec{s}_2 аз нуқтаи A ба нуқтаи B баъд аз нуқтаи B ба нуқтаи C гузаштани ҷисм дар намуди $\vec{s}_1 + \vec{s}_2$ мешавад. Ин кўчиш ба кўчиши мустақими аз нуқтаи A ба нуқтаи C кўчидан ба \vec{s} баробар аст:

$$\vec{s}_1 + \vec{s}_2 = \vec{s} \quad (1)$$

Дар ин усул қоидаи ҷамъ бо усули секунҷаи ҷамъ номида мешавад. Онро ба таври зер таъриф кардан мумкин аст:



Барои ҷамъ кардани ду вектор ба охири вектори якум сари вектори дуюм гузошта мешавад ва аз сари вектори якум ба охири вектори дуюм вектори раванбуда гузаронда мешавад. Ин вектор ҳосили ҷамъи ду вектор мешавад.

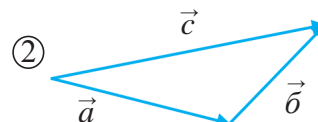
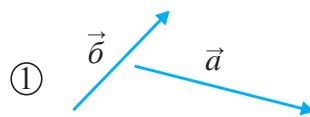
Векторҳои \vec{a} ва \vec{b} дар самтҳои ихтиёрӣ дода мешавад. Ҳосили ҷамъи онҳо: ёфтани вектори

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{c} \quad (2)$$

дар расми 18 тасвир шудааст. Хати рости самтдор фақат самти бузургии физикиро не, балки аз ҷиҳати адад микдорашро ҳам ифода мекунад. Дарозии хати самтдор ҳар қадар бузург бошад, бузургии физикии додашуда ҳамон қадар бузург қимат пайдо мекунад.

Барои он ки тарҳ амали муқобили ҷамъ мебошад, дар расми 18 аз вектори \vec{c} вектори \vec{a} тарҳ карда шавад, \vec{b} ҳосил мегардад. Дар ин ҳол:

$$\vec{c} - \vec{a} = \vec{b}. \quad (3)$$



Расми 18. Векторҳои \vec{a} ва \vec{b} (1), ҳосили ҷамъи онҳо вектор \vec{c} (2).



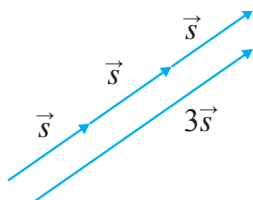
Барои аз вектор вектори дуюмро тарҳ кардан сарҳои ҳарду вектор ба як нуқта гузошта мешавад ва аз нӯғи вектори якум ба нӯғи вектори дуюм вектори раванбуда гузаронда мешавад. Ин вектор ҳосили тарҳи ду вектор мегардад.

Аз ин мебарояд, ки ҳангоми ҷамъ ва тарҳ кардани векторҳо дарозӣ ва самти хати самтдорро тағйир надода, ба ҷи гуна ҷойгир кардани ибтидо ва интиҳои векторҳо аҳамият додан лозим меояд.

Векторҳои самт ва қимати ададиашон якхела векторҳои баробар номида мешаванд.

Ба адад зарб ва тақсим кардани бузургиҳои векторӣ

Ҷисм дар ягон самт ба дарозии хати рост ҳаракат карда, роҳи s -ро тай кунад, ба ин масофа бузургии кӯчиши баробар ба вектори s баробар мешавад: $s = \vec{s}$. Ҷисм самти худро дигар накарда, ҳамин гуна роҳи s -ро ду маротиба тай кунад. Дар ин ҳол роҳи паймудаи он ба $s + s + s = 3s$, кӯчишаш ба $\vec{s} + \vec{s} + \vec{s} = 3\vec{s}$ баробар мешавад (расми 19).



Бузургии векторӣ ба адади мусбат зарб карда шавад, бузургии он ба ҳамин адад маротиба зиёд мегардад, самти он бошад, тағйир намеёбад.

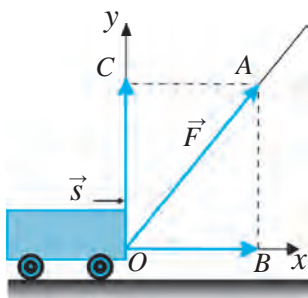
Расми 19. Ба 3 зиёд кардани вектори \vec{s} .

Дар ин ҳол адади мусбати бузургии векторӣ зарбшаванда бояд мусбат бошад.

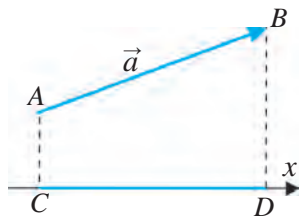
Ба ҳамин монанд бузургии векториро ба адади мусбат тақсим кардан низ мумкин аст. Агар ба адади манфӣ зарб ё тақсим карда шавад, самт баръакс тағйир меёбад.



Бузургии векторӣ ба адади мусбат тақсим карда шавад, бузургии он ба ҳамин адад маротиб кам мешавад, самти он бошад, тағйир намеёбад.



Расми 20. Проексияи қуввае, ки ба аробача таъсир мерасонад



Расми 21. Проексияи вектори самти ихтиёрӣ

Проексияҳои бузургиҳои векторӣ

Аробача дар зери ягон кунҷ нисбат ба самти ҳаракат бо қувваи F бигзор кашида шавад (расми 20). Ин қувва аробачаро ҳам ба самти кертикалӣ, ҳам ба самти горизонталӣ мекашад. Қимати қувваи ба самти ҳаракати аробача таъсиргузор чӣ гуна мешавад?

Саросари самти ҳаракати аробача тири Ox мегузаронем. Дар ин ҳол нуқтаи O -ро ба сари вектори \vec{F} бояд мувофиқ оварем. Охири вектори аз тири Ox ба нуқтаи A перпендикуляр мегузаронем. Вектори ҳосилшудаи \vec{OB} ташкилкунандаи тири Ox -и вектори \vec{OB} созмондиҳандаи тири Ox -и вектори \vec{F} яъне, проексияи онро ифода мекунад. Қувваи дар самти ҳаракат ба аробача таъсиргузор ба дарозии ҳамин проексияи \vec{OB} баробар мешавад. Масалан, қимати қувваи дар зери кунҷ таъсиргузор $|\vec{F}| = 5$ Н бошад. Проексияи ин қувва бошад, мумкин аст ба 3 Н баробар шавад. Қувваи дар самти ҳаракати

аробача таъсиргузор ба ана ҳамин 3 Н баробар аст.

Акнун барои он ки бидонем, ки қувваи \vec{F} аробачаро ба боло бо кадом қувва мекашад, аз тири Oy ба нуқтаи A перпендикуляр мегузаронем. Дарозии вектори \vec{OC} -и ҳосилшуда ба қувваи таъсиргузори вертикалӣ баробар аст. Қимати он метавонад 4 Н шавад.

Проексияи вектори a -и дар самти ихтиёрӣ бударо дар тири Ox муайян мекунем (расми 21). Барои ин аз тири Ox ба сари вектор A ва охири он B дуто перпендикуляр гузаронда мешавад. Порчаи CD -и ҳосилшуда проексияи вектори a дар тири Ox мешавад.



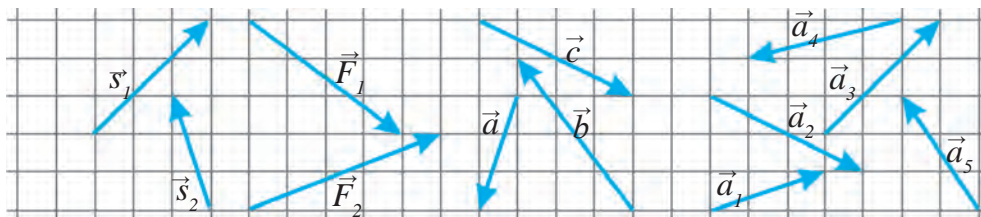
Мафҳумҳои таъриҳӣ: бузургии скалярӣ, бузургии векторӣ, ҳосили ҷамъи векторҳо, ҳосили тарҳи векторҳо, ба адад зарб задани вектор, ба адад тақсим кардани вектор, проексияи вектор (ташқилкунанда).



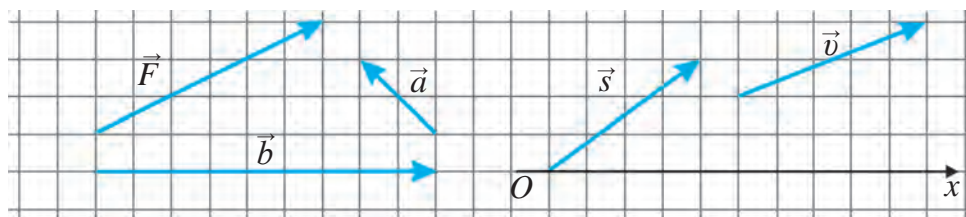
1. Роҳи аз хона то мактаб тай кардаатонро дар намуди вектор ифода карда, ҳосили ҷамъи ин векторҳоро ёбед.



1. Ҳосили ҷамъи а) векторҳои \vec{s}_1 ва \vec{s}_2 ; б) векторҳои \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 ; в) векторҳои \vec{a} , \vec{b} ва \vec{c} ; с) \vec{a}_1 , \vec{a}_2 , \vec{a}_3 , \vec{a}_4 ва \vec{a}_5 дар расми 22 тасвиршударо дар дафтарадон тасвир намоед.
2. а) аз вектори \vec{s}_1 ҳосили тарҳи вектори \vec{s}_2 ро; б) аз вектори \vec{F}_1 ҳосили тарҳи вектори \vec{F}_2 ро, ки дар расми 22 нишон дода шудаанд, дар дафтарадон тасвир намоед.
3. Дар расми 23 нишон дода шудааст: а) вектори \vec{F} ро ба 2 зарб занед; б) \vec{a} вектори a -ро ба 5 зарб занед; в) вектори \vec{b} ро ба 3 тақсим кунед.
4. Проексияи векторҳои \vec{s} ва \vec{v} -ро ба тири Ox , ки дар расми 23 нишон дода шудааст, ба дафтарадон ифода намоед.



Расми 22. Векторҳои ҳосили ҷамъ ва ҳосили зарбашон муайяншаванда

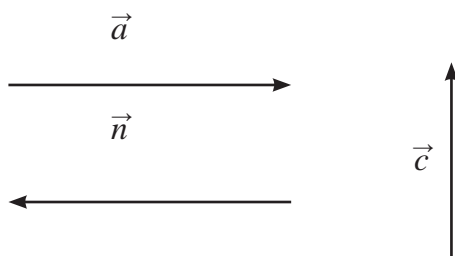


Расми 23. Векторҳои ба адад зарб ва тақсимшаванда, проексияаш муайянгарданда

САВОЛ ВА МАШҚҲОИ ИЛОВАГӢ ОИД БА БОБИ I

1. Камонвари дар нӯги пеши кемаи як хел ҳаракатдошта ҷойгиршуда ба нишони нӯги ақиби кема насбшуда, ба ҳамин монанд камонвари дар нӯги ақиби кема буда бошад, ба нишони нӯги пеши қайиқ тир парронад, тире кадоме аз онҳо аввал рафта мерасад?
2. Мусофире, ки дар купеи қатора хоб карда меравад, мегӯяд: “Ман ором истодам, релс ва дарахти дар берун буда нисбат ба ман ҳаракат доранд”. Мошинисти қатора мегӯяд: “Ман дар қатора сӯзишворӣ сарф карда, қатораро ба ҳаракат оварда истодам. Релс ва дарахтҳои берун ором истодаанд”. Ба фикри шумо сухани кадоме аз онҳо дуруст аст?
3. Агар қатора дар экватор аз ҷониби ғарб ба шарқ бо суръати маълум ҳаракат карда истода бошад, он ҳаракати Замирро дар атрофи тире худ аз шарқ ба тарафи ғарб бо суръати дар як соат ду ҳазор километр андаке бошад ҳам, кам мекардагист? Шумо чӣ фикр мекунед?
4. Дар даруни вағони ором хеста вертикалӣ ҷаҳем, боз ба ҷойи ҷаҳидамон баргашта мефуроем. Агар дар даруни вағони ҳаракати ҳамвори ростхатта вертикалӣ ҷаҳем, баргашта ба кучо меафтем? Ба ҷойи ҷаҳидамон ё ба тарафи муқобили самти ҳаракат? Барои ягон борро ба самти ҳаракат ҳаво додан назар ба ором истодани вагон қувваи бештар лозим мешавад. Барои дар самти муқобили самти ҳаракат ҳаво додан чӣ?
5. Тахмин кунед, ки бо рафиқатон дар яке аз хонаҳои қайиқ ҷойгир шудед. Берунро намебинед. Ҳангоми ба хоб рафтани шумо қайиқ дар ҷояш истода буд. Ҳангоми аз хоб бедор шудан барои донишмандон он ки он истода буд ё ҳаракати ҳамвори ростхатта мекард, чӣ кор мекунед?
6. Қисми поёни қубур қат шуда, ба тарафи қатшуда нӯги онро ба муқобили самти оби тез ҷоришаванда насб кунем, аз нӯги аз сатҳи об болотари қубур ҷорӣ шудани обро мушоҳида кардан мумкин аст. Муаммои зеринро ҳал карда бинед. Дар истгоҳ ба қатора об гирифтани лозим, лекин барои нигоҳ доштани вақт нест. Аз усули боло истифода бурда, нигоҳ надошта, ба қатора об ҷамъ, захира карда гирифтани мумкин аст?
7. Чархбол (вертолёт) бо равиши уфуқӣ ба тарафи шарқ 10 км, баъд ба тарафи ҷануб 8 км, пас аз он ба тарафи ғарб 12 км, сипас ба тарафи шимол 8 км парвоз кард. Роҳ ва кӯчиши чархболро ёбед.

8. Фарз кунед, ки кўлро абри ғафс пўшидааст ва соҳилҳои он на-
менамояд. Самти ҳаракати қайиқи дар кўл бударо нишон додан
мумкин аст?
9. Қайиқ дарёро ба равиши ба ҷараён перпендикуляр бурида мегуза-
рад. Оби дарё нисбат ба соҳил бо суръати ҷараёни дарё ҳаракат
мекунад. Ҳаракати қайиқро дуто одам мушоҳида доранд. Яке аз
онҳо дар соҳил беҳаракат истодааст, дигаре болои амаде, ки са-
росари ҷараён шино дорад, истодааст. Ҳарду мушоҳидагар кўчи-
ши қайиқ ва вақти ба он сарфшударо чен мекунанд. Натиҷаҳои
гирифтаи онҳо аз ҳамдигар бо чӣ фарқ мекунанд? Кадом нишон-
додҳояшон якхела мешавад?
10. Дар кадоме аз ҳолатҳои зерин Заминро нуқтаи материалӣ гуфта
ба назар гирифтани мумкин? Ҷавоби дурустро нишон диҳед:
- ҳангоми ҳисоб кардани дарозии экватор;
 - ҳангоми ҳисоб кардани роҳи саросари орбитаро дар атрофи
Офтоб гузаштани Замин;
 - ҳангоми ҳисоб кардани суръати ҳаракати нуқтаи экватор вақти
гардиши шабонарӯзии Замин дар атрофи тири худ;
 - ҳангоми ҳисоб кардани масофаи аз Замин то сайёраи Сатурн.
11. Ба чойи нуқтаҳо ибораҳои мувофиқро гузошта, таърифро пурра
кунед:
- Бузургҳои векторӣ - ин ...
- бузургҳои фақат бо қимати адад муайяншаванда;
 - бузургҳои фақат бо самташон муайяншаванда;
 - бузургҳои, ки қиматҳои ададиашонро ба ҳисоб нагирифтани
ҳам мумкин аст;
 - бузургҳои бо самтҳо ва қиматҳои адад муайяншаванда.
12. Дар зер се то вектор тасвир шудааст. Вектори \vec{a} оё ба вектори \vec{n}
баробар аст? Вектори \vec{a} аз вектори \vec{c} калон аст, гўем мешавад?





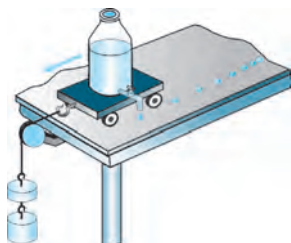
Боби II. ҲАРАКАТИ РОСТХАТТА

Ҳаракати ҷисмҳои гирду атрофамон дорои намудҳои мураккаби гуногун буда, барои омӯختан ва дар нақшаҳо ифода кардани онҳо аз таҳлил кардани намудҳои соддаи ҳаракат шурӯъ мекунем. Ҳаракати механикии оддитарин ин ҳаракати ростхаттаи мунтазам мебошад.

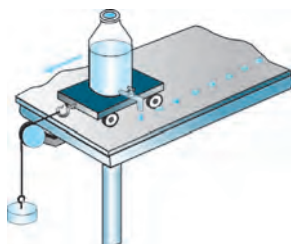
Дар ин боб аввал ҳаракати мунтазами ростхаттаи ҷисмҳоро меомӯзем, дар бораи ҳаракати номунтазам маълумоти муҳтасар мегирем. Баъд барои омӯختани ҳаракати тағйирёбандаи ростхаттаи мунтазам майл мекунем.

§ 5. МАҲҶУМ ДАР БОРАИ ҲАРАКАТИ РОСТХАТТАИ МУНТАЗАМ

Ҳаракати мунтазам



Расми 24. Ҳаракати номунтазами аробача



Расми 25. Ҳаракати мунтазами аробача

Барои таҳлили ҳаракати механикии ҷисм мисли дар расми 24 тасвиршуда ба аробача чакрарез насб карда шавад. Дар масофаи вақти якхела дар фосилаи вақти якхела, он дар кадом вақт дар кучо будани аробаро муайян карда меравад. Аробачаро сар диҳем, он бо таъсири бори овехташуда ҳаракат мекунад. Дар ин ҳол мушоҳида кардан мумкин аст, ки масофаи байни чакраҳои пушти ароба як хел нест. Аз ин мебарояд, ки аробача дар фосилаи вақтҳои баробар масофаи гуногунро тай намуда, яъне, он ҳаракати номунтазам кардааст.

Акнун таҷрибаи болоиро андаке тағйир диҳем. Ин дафъа бори овехташударо кам карда ба он ноил гардем, ки масофаи байни чакраҳои чакида як хел бошад (расми 25). Дар ин ҳол аробача дар фосилаи баробари вақтҳо роҳи якхеларо тай кардааст, гуфтан мумкин. Ин гуна ҳаракати ароба ба ҳаракати мунтазам мисол шуда метавонад.



Агар чисм дар фосилаҳои ихтиёри баробари вақтҳо роҳи баробарро тай кунад, ин гуна ҳаракати он ҳаракати мунтазам номида мешавад.

Ҳаракати чисм дар суръати тағйирнаёбанда ҳаракати мунтазам мебошад. Агар автомобил мунтазам ҳаракат намуда, дар ҳар дақиқа 1,5 км роҳро тай кунад, дар ду дақиқа 3 км, дар 5 дақиқа 7,5 км, дар 10 дақиқа 15 км, дар 30 дақиқа 45 км, дар 1 соат 90 км роҳро тай мекунад.

Ҳаракати нӯги ақрабақҳои соат ҳам ба ҳаракати мунтазам мисол шуда метавонад. Лекин траекторияи ҳаракати онҳо аз доира иборат аст. Ҳаракати дар мисолҳои болоӣ овардашударо ба се навъ ҷудо кардан мумкин аст:

- 1) Суръаташ як хел ва траекторияш ростхатта;
- 2) Суръаташ як хел, лекин траекторияш қачхатта;
- 3) Траекторияш ростхатта, лекин суръаташ гуногун.

Траекторияи ҳаракати чисмҳои гирду атрофамон дар аксари ҳолат аз хатти қач иборат аст. Фақат дар баъзе ҳолатҳо чисмҳо дар як қисми маълуми роҳ ҳаракати ростхатта карданашон мумкин аст.

Ҳаракати ростхатта



Траекторияи ҳаракати чисм аз хати рост иборат бошад, ин гуна ҳаракат ҳаракати ростхатта номида мешавад.

Қатъи назар аз якхела ё гуногун будани суръати аробачаи расмҳои 24 ва 25 траекторияи ҳаракати онҳо ростхатта аст. Ба роҳи рост ҳаракати автомобил, дар қисми рости роҳи оҳан ҳаракати қатора, ба масофаи маълум ҳаракати самолётро баъди ба баландии маълум баромадан ҳаракати ростхатта гуфтан мумкин аст.

Ҳаракати ростхаттаи мунтазам

Ҳангоми аробачаи расми 24 ҳаракати ростхатта, лекин дар давоми ҳаракат бо суръати гуногун, яъне ҳаракати номунтазам кардан ҳаракати онро ҳаракати ростхаттаи мунтазам гуфтан намешавад. Ҳаракати нӯги ақрабақҳои соат дар давоми ҳаракат бо суръати якхела, яъне, ҳаракати мунтазам мекунад, лекин траекторияи он ростхатта нест. Бинобар ин, ҳаракати нӯги ақрабақҳои соат низ ба ҳаракати ростхаттаи мунтазам мисол шуда наметавонад. Дар ҳаракати аробача дар расми 25 аробача ҳам ҳаракати ростхатта, ҳам ҳаракати мунтазам мекунад. Бинобар ин ҳаракати он ҳаракати ростхаттаи мунтазам мебошад.



Агар нуқтаи материалӣ, ки ҳаракати ростхатта мекунад, дар фосилаи вақтҳои баробари ихтиёри масофаҳои баробарро тай кунад, ин гуна ҳаракати он ҳаракати ростхаттаи мунтазам номида мешавад.

Дар роҳе, ки болоравӣ, пастравӣ, тобхӯрӣ надорад, суръатро тағйир надода ҳаракат кардани автомобил мисол шуда метавонад. Бинобар ин, қатора баъди суръат гирифта, масофаи маълумро тай кардан ба ҳаракати ростхаттаи мунтазам шурӯъ мекунад.

Ҳаракати ростхаттаи мунтазам ҳаракати механикии оддитарин мебошад. Бинобар ин омӯзиширо аз ҳаракати ростхаттаи мунтазами ҷисмҳои дар байни суръат, масофа ва вақт ба вобастагиҳои соддатарин молиқбуда шурӯъ мекунем. Баъд ба таҳлили суръати ҳаракати номунтазам ва ростхатта мепардозем.



Мафҳумҳои таҷриба: ҳаракати мунтазам, ҳаракати ростхатта, ҳаракати ростхаттаи мунтазам.



1. Тачрибаи дар расмҳои 25 ва 26 тасвиршударо фаҳмонда диҳед.
2. Ба ҳаракати мунтазами ростхатта набуда мисол биёред.
3. Ба ҳаракати ростхатта, аммо мунтазам набуда мисол биёред.
4. Ҳаракати ростхаттаи мунтазамро таъриф диҳед.
5. Шумо ҳангоми ба мактаб рафтан дар кадом қисми роҳ ҳаракати ростхаттаи мунтазам мекунед?

§ 6. СУРЪАТИ ҲАРАКАТИ РОСТХАТТАИ МУНТАЗАМ

Муайян кардани суръат

Агар роҳи дар масофаи вақтҳои баробар тайшуда баробар набошад, барои гузаштани масофаи якхела вақти гуногун сарф карда мешавад. Масалан, барои тай кардани масофаи якхела автомобил аз велосипед кам вақт сарф мекунад. Пиедагард дар як дақиқа 100 м масофаро тай кунад, ҳамроҳи сунъии Замин дар ин вақт 500 км масофа, равшанӣ бошад, 18 миллион км-ро тай мекунад. Аз мушоҳидаҳои мон як ҷисм аз ҷисми дигар тез ё оҳиста ҳаракат карданаширо медонем. Масалан, велосипед аз одам тез, автомобил аз одам ва велосипед тез, аз қаторай тезгард бошад, оҳиста ҳаракат мекунад. Ҳаракати самолёт аз ҳаракати қатора ҳам тез мебошад (расми 26).



Расми 26. Ҳаракатҳои гуногуносурияти ҷисм

Аз дарсҳои физикаи синфи 6 медонед, роҳи тайкардаи ҷисм бо s , вақти барои тай кардани ҳамин роҳ сарфшуда бо t , суръат бо v ишора карда мешавад. Бар ин асос формулаи суръат ба таври зерин ифода гардида буд:

$$v = \frac{s}{t}. \quad (1)$$



Суръати ҷисм дар ҳаракати мунтазами нисбати роҳи тайкардаи ҷисм ба вақти барои тай кардани ин роҳ сарфшуда муайян карда мешавад.

Суръати ҷисм дар ҳаракати мунтазам дар қисми дилхоҳи роҳ як хел мешавад.

Ҳар кадом ададе, ки ба 1 тақсим карда шавад, натиҷа ба ҳамин адад баробар буданаш маълум аст. Агар дар формула $t = 1$ s ад,

$$|v| = \left| \frac{s}{1} \right| = |s|$$

шуда мемонад. Аз ин мебарояд, ки роҳи дар вақти воҳид дар ҳаракати мунтазам тайшуда аз ҷиҳати адад ба суръат баробар будааст. Ба суръат чунин таъриф додан мумкин аст:



Бузургии ба роҳи дар воҳиди вақти тайшуда баробар суръат номида мешавад.

Дар мисолҳои дар боло овардашуда ба сифати воҳиди вақт 1 соат гирифта шудааст. Агар одам дар 1 соат 18 км, велосипед 36 км, автомобил 90 км, қатора 144 км, самолёт бошад, 900 км масофаро тай кунад, дар 1 сония чи қадар масофаро тай кардани онҳо, яъне, суръатҳои бо

сонияҳои вақт ифодашударо ҳисоб карда бинем: суръати одам $v_o = 5$ м/с, суръати велосипед $v_b = 10$ м/с, суръати автомобил $v_a = 25$ м/с, суръати катора $v_k = 40$ м/с, суръати самолёт бошад $v_c = 250$ м/с.

Бо рушди илм ва техника талаб оид ба дақиқ чен кардани бузургиҳои физикие мисли вақт, масофа, суръат зиёд мешавад. Дар як сония ба чашми мо ночиз велосипед ҳамагӣ 10 м масофаро тай кунад, барои дар атрофи Офтоб давр задани Замин 29 км, равшанӣ бошад, дар фазои ҳолӣ 300 000 км-ро тай мекунад. Агар дар маълумотҳои бо радифони сунъии Замин ба 1 сония ба хатогӣ, ба автомобилҳои дар Замин ҳаракаткунанда дар маълумоти “навигатор”-и оид ба ҳаракат дар роҳ нишондод меода то 10 км хатогӣ мушоҳида шуданаш мумкин аст.

Воҳиди суръат

Шумо медонед, ки дар низоми воҳидҳои байналҳалқӣ воҳиди дарозӣ (роҳ) – метр (м), воҳиди вақт – сония (с) қабул шудааст.



Дар НВБ ба сифати воҳиди суръат м/с қабул шудааст.

Агар суръаташ 6 м/с бошад, ҷисм дар 1 соат 6 м масофаро тай мекунад. Ба ҷуз воҳиди асосии суръат – м/с барои дар ҳисобкунӣ созгор будан воҳидҳои ҳосилавӣ мисли км/соат, км/дақ, км/с, см/с низ истифода мешаванд. Дар ин ҳол: $1 \text{ м/с} = 3,6 \text{ км/соат}$, $1 \text{ м/с} = 0,06 \text{ км/дақ}$, $1 \text{ км/с} = 1000 \text{ м/с}$, $1 \text{ м/с} = 100 \text{ см/с}$ ташкил медиҳанд.

Ҳангоми ҳал кардани масъалаҳо ва ҳаёти рӯзмарра қимати дар км/соат дода шудани суръатро бо м/с ё қимати дар м/с додашударо бо км/соат ифода кардан лозим мешавад. Агар суръат дар м/с дода шуда бошад, қимати онро ба воситаи ба 3,6 зарб задан қимати дар км/соат ифодашудаи суръатро ёфтани мумкин. Масалан, велосипед бо суръати 10 м/с ҳаракат карда истода бошад, суръати дар км/соат ифодашудаи он чунин ёта мешавад:

$$v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 10 \cdot 3,6 \frac{\text{км}}{\text{соат}} = 36 \frac{\text{км}}{\text{соат}}.$$

Агар суръат бо км/соат дода шуда бошад, суръати он ба воситаи ба 3,6 тақсим ё ба 5/18 зарб задан қимати дар м/с ифодашудаи суръатро ёфтани мумкин аст. Масалан, автомобил бо суръати 90 км/соат ҳаракат кунад, суръати дар м/с ифодашудаи он ба таври зер ёфта мешавад:

$$v = 90 \frac{\text{км}}{\text{соат}} = 90 \cdot \frac{5}{18} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 25 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Воҳиди ченаки табиӣ суръат – суръати равшанӣ дар фазои кайҳонӣ ба 300 000 км/с баробар буданаш маълум аст. Дар астрономия ба сифати қимати бузургтарини дарозӣ аз масофаи дар як сол тайшавандаи равшанӣ ($9,5 \cdot 10^{12}$ км) истифода мебаранд. Айни замон барои он ки ин гуна масофаҳои калон ҳангоми ифода кардани ченакҳои фазо хурд мебошад, аз парсек ($31 \cdot 10^{12}$ км), аз килопарсек, ки аз он 1000 маротиба калон мебошад ва мегапарсек, ки аз он 1 000 000 маротиба калон аст, истифода мебаранд.

Чен кардани суръат

Суръати ҷисмҳои ҳаракаткунанда бо ёрии асбобҳои махсус чен карда мешавад. Масалан, суръати автомобил, заврақ, самолёт бо ёрии спидометр (аз англисии speed – суръат, латинии metreo -ченкунӣ) чен карда мешавад.



расми 27. Спидометри автомобил

Шумо спидометри дар автомобил насбшударо дидаед (расми 27). Принсипи кори он ба чен кардани ғилдираки автомобил дар дохили воҳиди вақт асос ёфтааст. Масалан, доираи берунии шина 2 м бошад, дар ҳар як чарх задани ғилдирак автомобил 2 м масофаро тай мекунад. Агар ғилдирак дар сонияе 10 маротиба давр занад, дар ҳамин вақт автомобил 20 м масофаро тай мекунад. Дар он ҳол суръати нишондодаи спидометри автомобил 20 м/с ё 72 км/соат мешавад. Ҳамин гуна асбобҳои мавҷуданд, ки дар Замин истода, суръати самолёти дар ҳаво парвозкунанда, дар канори роҳ истода, суръати автомобили наздикшавандаро муайян карда метавонанд. Ходимони хизмати патрули роҳ бо ёрии чунин асбоби махсус – радар суръати автомобилҳои дар роҳ ҳаракаткунандаро муайян мекунад.



Мафҳумҳои таҷриба: суръати ҳаракати мунтазам, суръати ҳаракати мунтазами ростхатта, воҳидҳои суръат, спидометр.



1. Суръати харгӯш 54 км/соат, суръати делфин бошад, 20 м/с аст. Суръати кадоме аз онҳо калон аст?
2. Дар дарёи суръати ҷараёнаш 0,5 м/с амади ҷоришаванда 15 км роҳро дар чанд вақт мегузарад?



1. Суръатҳоро бо км/соат ифода кунед: 2 м/с, 20 м/с, 50 м/с.
2. Дарозии эскалатори метро 18 м аст. Он одамро дар 12 сония ба боло мебарорад. Суръати одами дар эскалатор истодаро ёбед.

3. Велосипед ҳаракати мунтазам карда, дар 15 дақиқа 4,5 км масофаро тай кард. Суръати онро бо ҳисоби м/с ёбед.
4. Автомобили ҳаракаташ мунтазам дар 30 дақиқа 40 км масофаро тай кард. Суръати автомобилро ёбед.

§7. ТАСВИРИ ГРАФИКИИ ҲАРАКАТИ РОСТХАТТАИ МУНТАЗАМ

Аз формулаи суръат роҳ ва вақтро ёфтан

Суръати ҳаракати ҷисм маълум бошад, аз формулаи суръат роҳи дар вақти ихтиёрий тай кардаи онро ёфтан мумкин:

$$s = vt.$$



Барои ёфтани роҳи дар ҳаракати мунтазам тайшуда суръати ҷисмро ба вақти барои тай кардани ин роҳ сарфшуда зарб задан лозим.

Масалан, ҷисм бо суръати $v = 8$ м/с ҳаракати мунтазам кунад, он дар давоми $t = 10$ с, $s = vt = 8$ м/с $\cdot 10$ с = 80 м роҳро тай мекунад.

Суръат ва роҳи тайкардаи ҷисм дар ҳаракати мунтазам маълум бошад, аз формулаи суръат вақти ҳаракати онро ёфтан мумкин аст:

$$t = \frac{s}{v}.$$



Барои ёфтани вақти ҳаракати ҷисми ҳаракати мунтазамнок роҳи дар давоми ин вақт тайшударо ба суръат тақсим кардан лозим аст.

Масалан, ҷисм бо суръати 12 м/с ҳаракати мунтазам кунад, он 60 м роҳро дар $t = \frac{s}{v} = \frac{60 \text{ м}}{12 \text{ м/с}} = 5$ с тай мекунад.

Графики суръат

Дар ҳаракати мунтазам ба гузашти вақти суръати ҷисм тағйир намеёбад. Мисол агар суръати ибтидоии ҷисми ҳаракати ростхаттай мунтазам 10 м/с бошад, пас аз 10 с, 20 с, 30 с, 40 с, 50 с ҳам суръати \bar{v} аз 10 м/с иборат мешавад. Дар ин ҳолат графики суръатро дар расми 28-а нишон дода шудааст, тасвир кардан мумкин аст. Масоҳати ин росткунча аз ҷиҳати ададӣ ба роҳи тайкардаи ҷисм v ва t иборат мешавад. Масоҳати ин росткунча аз ҷиҳати ададӣ ба роҳи тайкардаи ҷисм s баробар аст (расми 28-б).

Графики роҳ

Чисм бо суръати $v = 5$ м/с ҳаракат кунад. Ба t -и формулаи роҳ $s = vt$ қимати ададӣ дода, қиматҳои дахлдори роҳ s -ро меёбем ва натиҷаҳоро ба ҷадвал менависем:

t, c	5	10	15	20
$s = vt, m$	25	50	75	100

Қиматҳои мувофиқи роҳ s -и ба ҳар қимати вақт t рост омадаро дар тирҳои координата инъикос кунем, графики роҳро ҳосил мекунем (расми 29-а). Графикҳои роҳи дуто қисмҳои дорои ҳаракати мунтазам, ки суръатҳояшон $v_1 = 2,5$ м/с ва $v_2 = 5$ м/с мебошад, дар расми 29-б оварда шудааст. Аз график бармеояд, ки қунҷи графики қисми суръаташ қалон нисбат ба тирҳои Ox қалонтар мешавад, яъне, росттар ҷой мегирад. Агар графики роҳ аз хати рост иборат бошад, қисм бо суръати тағйирнаёбанда ҳаракат менамояд. Ё баракс, ҳаракати мунтазам аз хати ростии графики роҳ иборат аст.

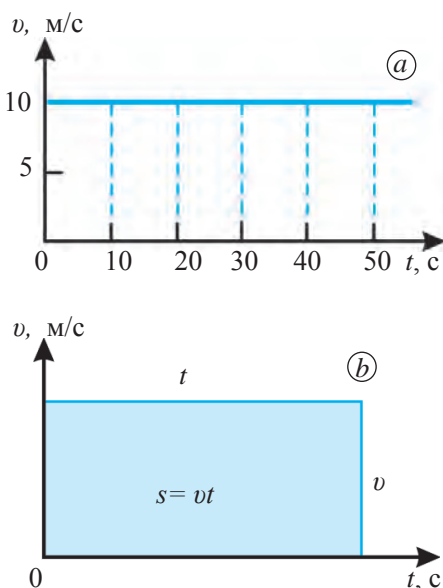
Намунаи ҳалли масъала

Автомобил бо суръати 60 км/соат ҳаракати мунтазам мекунад. Барои ҳаракати он дар давоми 15 дақиқа графикҳои суръат ва роҳро кашед.

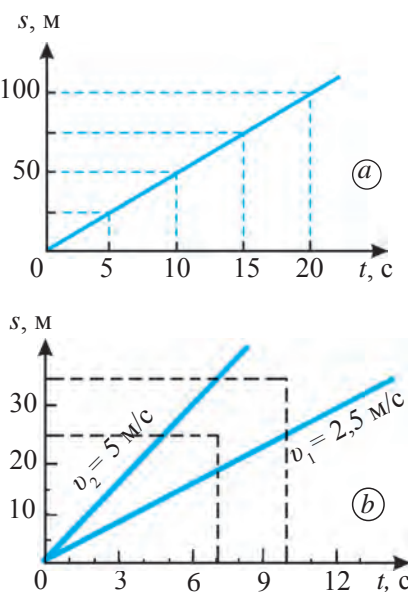
Ҳалл: 15 дақ. = 0,25 соат. Тарафҳои графики суръат аз ростқунҷаи 60 км/соат ва 0,25 соат иборат аст (расми 30-а). Масоҳати ростқунҷаи ҳосилшуда: 60 км/соат · 0,25 соат = 15 км.

Ин аз ҷиҳати ададӣ ба роҳи дар 15 дақиқа тайнамудаи автомобил s баробар аст.

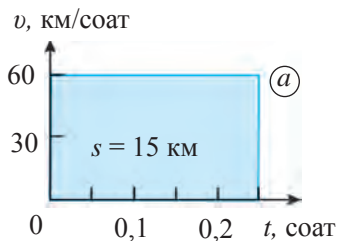
Ба формулаи $s = vt$ қимати $v = 60$ км/соатро гузошта, ҷадвали зеринро тартиб медиҳем:



Расми 28. Графики суръат

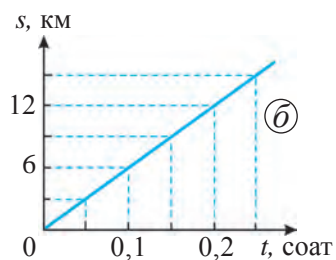


Расми 29. Графики роҳ



t , соат	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
s , км	3	6	9	12	15

Дар асоси ҷавдали мазкур графикаи роҳи дар расми 30-б тасвиршударо ҳосил мекунем.



Расми 30. Графикаи суръати (а) ва роҳи (б) ҳаракати автомобил



Мафҳумҳои такягоҳӣ: роҳи дар ҳаракати мунтазам тайшуда, вақти ҳаракати ҷисм, графикаи суръат, графикаи роҳ.



1. Барои ҳолати аз хона ба мактаб рафтан графикаҳои тахминии суръат ва роҳро кашед.
2. Дар графикаи роҳ нисбат ба тири Ох дуто хати рост дар кунҷи гуногун гузаронда, графикаи ҳосилшударо таҳлил кунед.



1. Ҷисми бо суръати 3 м/с мунтазам ҳаракаткунанда дар 20 сония чӣ қадар масофаро тай мекунад?
2. Қатораи бо суръати 126 км/соат мунтазам ҳаракаткунанда дар 15 дақиқа чанд километр масофаро тай мекунад?
3. Ҷисми бо суръати 10 м/с мунтазам ҳаракаткунанда 6 км масофаро дар чанд дақиқа тай мекунад?
4. Самолёти бо суръати 900 км/соат мунтазам ҳаракаткунанда баъди ба ҳаво баромадан 450 км масофаро дар чанд соат тай мекунад?
5. Барои велосипеди бо суръати 18 км/соат мунтазам ҳаракаткунанда графикаҳои суръат ва роҳро кашед.

§8. СУРЪАТ ДАР ҲАРАКАТИ НОМУНТАЗАМ

Суръати миёна

Ҷисми мунтазам ҳаракаткунанда дар фосилаи дилхоҳи вақт $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ ба равиши мувофиқ суръати он масофаҳои $s_1, s_2, s_3, \dots, s_n$ тай карда, ба қимати доимӣ соҳиб мешавад:

$$v = \frac{s_1}{t_1} = \frac{s_2}{t_2} = \frac{s_3}{t_3} = \dots = \frac{s_n}{t_n} = \text{const}, \quad (1)$$

дар ин ҳол “const” ишораи ифодакунандаи қимати доимӣ аст. Аз лотинии constantus гирифта шуда, маънои тағйирнаёбанда, доимиро дорад.

Қисмҳои гирду атрофамон асосан, ҳаракати номунтазам мекунад. Масалан, автомобили аз як манзил баромада дар давоми ним соат 35 км масофаро тай кард. Автомобил дар роҳ бо суръатҳои гуногун ҳаракат карда, танҳо дар баъзе қисмҳои роҳ бо суръати якхела ҳаракат намуд (расми 31). Ҳаракати автомобил нисбат ба тамоми роҳ номунтазам аст.



Қимати адади суръати ҳисм дар давоми ҳаракат тағйирёбанда бошад, ин гуна ҳаракатро ҳаракати номунтазам мегӯянд.

Масоҳати шакли ҳаворанги дар расми 31 тасвиршуда ба қимати адади роҳи тайшудаи $s = 35$ км баробар аст. Дар мисоли болоӣ дар бораи суръати доимии автомобил не, балки оиди суръати миёнаи он сухан гуфтан мумкин аст. Дар ин ҳол суръати миёнаи автомобил ба $35 \text{ км} : 0,5 \text{ соат} = 70 \text{ км/соат}$ баробар аст.



Дар ҳаракати номунтазам суръати миёна ба нисбати роҳи тайкардаи ҳисм ба вақти ба паймудани ҳамин роҳ сарфшуда муайян карда мешавад.

Яъне:

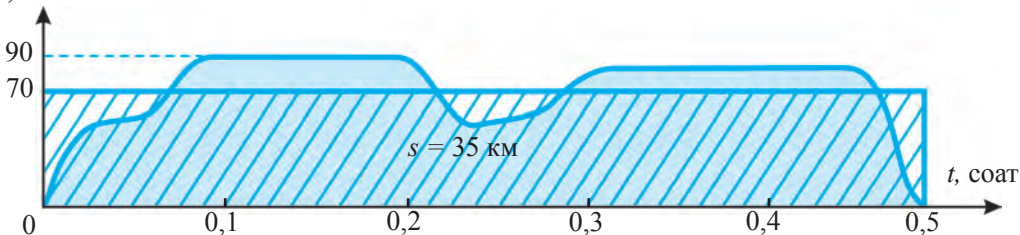
$$v_{\text{миёна}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}. \quad (2)$$

Графики суръати миёна мисли графики суръати тағйирнаёбанда аз хати рости дар самти горизонталӣ буда иборат аст. Аз формулаи (2) роҳи ҳангоми ҳаракати номунтазам тайшуда ба таври зерин ифода мегардад:

$$s = v_{\text{миёна}} \cdot t. \quad (3)$$

Масоҳати росткун/аи дар расми 31 тасвиршуда аз ҷиҳати адад бо суръати миёнаи автомобил $v_{\text{миёна}} = 70 \text{ км/соат}$ ҳосили зарби вақти ҳаракат $t = 0,5$ соат баробар аст. Дар ин ҳол масоҳати шакли штрихдори графики суръати миёна ҳосилкарда ба масоҳати шакли ҳаворанги графики суръати ҳаракати номунтазам ҳосилнамуда баробар мешавад.

v , км/соат



Расми 31. Графики суръат дар ҳаракати номунтазами автомобил.

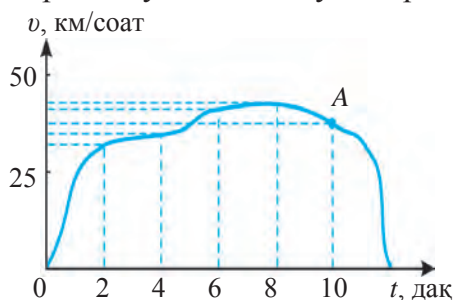
Суръати лаҳзагӣ

Суръати миёна дар давоми тамоми роҳ ҳаракати ҷисми номунтазам ҳаракаткунандаро ба тарзи умумӣ ифода мекунад. Лекин аз он суръати роҳро дар нуктаи ихтиёрӣ доништан намешавад. Дар ҳаракати номунтазам моро айнан суръати роҳ дар нуктаи ихтиёрӣ метавонад ба худ ҷалб кунад.



Суръати ҷисм дар як вақти муайян ё дар ягон нуктаи маълуми траектория суръати лаҳзагӣ номида мешавад. Суръати лаҳзагӣ суръати ҷисмро дар лаҳзаи мушоҳидашаванда мефаҳмонад.

Ҳаракати номунтазами автомобилро дар фосилаи ду истгоҳ таҳлил мекунем. Он роҳи байни ду истгоҳро дар 6 дақиқа тай намояд. Графики суръати ҳаракати автомобил бигзор, мисли дар расми 32 буда бошад. Барои мушоҳида вақтҳои гуногунро интихоб намуда, қиматҳои суръати ба ин вақтҳо мувофиқ, яъне, суръати лаҳзагии дар ҳамин лаҳзаро ёфтан мумкин аст. Аз график суръати лаҳзагӣ дар 2 дақиқа гузаштан тақрибан ба 32 км/соат, суръати лаҳзагӣ дар 4 дақиқа гузаштан ба 40 км/соат, суръати лаҳзагӣ дар 10 дақиқа гузаштан бошад, ба 46 км/соат баробар буданашро доништан мегирем. Барои тақрибан муайян кардани суръати лаҳзагии ҳаракат дар як нуктаи маълум дар ҳамин нукта дар давоми вақти хурди Δt



Расми 32. Графики суръати автомобил.

роҳи тайкардаи ҷисм Δs ёфта мешавад. Дар ин ҳол Δ . Бинобар графики суръати расми 32 автобус дар нуктаи А дар давоми вақти $\Delta t = 0,3$ с $\Delta s = 3$ м роҳро тай кунад. Дар он ҳол суръати лаҳзагии тақрибии автобус дар нуктаи А ба таври зерин муайян карда мешавад:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{3 \text{ м}}{0,3 \text{ с}} = 10 \cdot 3,6 \frac{\text{км}}{\text{соат}} = 36 \frac{\text{км}}{\text{соат}}$$



Мафҳумҳои таҷриба: ҳаракати номунтазам, суръати миёна, суръати миёна дар ҳаракати номунтазам, суръати лаҳзагӣ.



1. Чанғичи (Лижа) баъди аз баландӣ фурумадан то ба пуррагӣ дар ҷой истодан дар ҳаракат мешавад. Суръати ибтидоӣ ва охири ҳаракати он ба сифр баробар бошад, суръати миёна дар давоми тамоми роҳ оё ба сифр баробар аст?
2. Графики тасвири дар расми 32 тасвиршударо таҳлил кунед.

M
4

1. Ҷисм ҳаракати номунтазам карда, дар 2 дақиқа 60 м масофаро тай кард. Суръати миёнаи он ба чанд м/с баробар мешавад?
2. Автомобили “Спарк” соати 7:30 аз Тошканд ба роҳ баромада 270 км масофаро тай карда, соати 10:30 ба Фарғона расида омад. Суръати миёнаи онро ёбед.
3. Донишомӯз дар як қисми маълуми роҳ дар давоми 2 с 3 м ҳаракат кард. Суръати донишомӯзро дар ҳамин қисми роҳ ёбед. Ин суръати тақрибии миёна дар давоми тамоми роҳ аст?
4. Агар суръати миёнаи донишомӯз 1 м/с, масофаи аз хона то мактаб 60 м бошад, ӯ ба мактаб барои дар 7:50 расида рафтани аз хона соати чанд бояд барояд?

§9. ШИТОБ ДАР ҲАРАКАТИ СОБИТШИТОБ

Мафҳум дар бораи ҳаракати собитшитоб

Намуди оддитарини ҳаракати номунтазам ҳаракати собитшитоб мебошад. Ҳаракати саққо ё аробача дар ноғи моил ба ҳаракати собитшитоб мисол шуда метавонад.

Ҳаракати аробачаи чакрарез насбшударо дар ҳамвории моил дида мебароем. Бигзор, аз чакрарез як ҳел дар ҳар 0,5 сония якчакрагӣ афтад. Ҳангоми ҳаракати аробача зиёд шудани масофаи байни чакраҳо дар траекторияи ҳаракатро мушоҳида кардан мумкин аст (расми 33).

Дар ин ҳол:

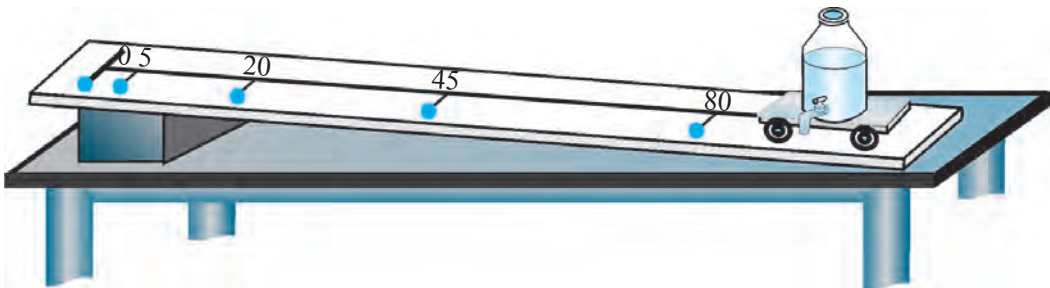
$$\text{Байни чакраҳои 1 ва 2: } 5 \text{ см} - 0 \text{ см} = 5 \text{ см};$$

$$\text{Байни чакраҳои 2 ва 3: } 20 \text{ см} - 5 \text{ см} = 15 \text{ см};$$

$$\text{Байни чакраҳои 3 ва 4: } 45 \text{ см} - 20 \text{ см} = 25 \text{ см};$$

$$\text{Байни чакраҳои 4 ва 5: } 80 \text{ см} - 45 \text{ см} = 35 \text{ см}.$$

Аз ин мебарояд, ки масофаи байни чакраҳо дар ҳар 0,5 с ба 10 см зиёд мешавад. Аз ин дар ҳар 0,5 с суръати ароба ба 10 см: 0,5 с = 20 см/с афзуданаширо муайян кардан мумкин аст.



Расми 33. Ҳаракати собитшитоби аробача дар ҳамвории моил



Дар фосилаҳои дилхоҳи баробарии вақт ҳаракати суръаташ ба равиши мувофиқ ба бузургии баробар тағйирёбанда ҳаракати собитшитоб номида мешавад.

Автомобил аз чояш ҳаракат карда, суръаташро бо як маром зиёд кунад, ҳаракати онро ҳам ҳаракати собитшитоб (тезшаванда) номидан мумкин аст.

Нафақат суръати ҷисм бо як маром зиёд шудан, балки ҳангоми суръати он бо як маром кам шудан низ ҳаракати собитшитоб мешавад. Масалан, ҳангоми саққоро дар ҳамвории моил аз паст ба боло ҳаракат додан суръати он собитшитоб (сустшаванда) мешавад. Дар роҳи рости ҳамвор муҳарриқи автомобили бо суръати баланд ҳаракаткунанда хомӯш карда шавад, он ҳаракати собитшитоб (сустшаванда) намуда, баъди тай кардани роҳи маълум меистад. Баъд аз ин ҳаракати собитшитоб гуфта ҳаракати суръаташ мунтазам тезшаванда ё сустшаванда дар назар дошта мешавад.

Шитоб ва воҳиди он

Барои тавсиф кардани ҳаракати собитшитоб бузургии бо номи шитоб дохил гардидааст. v_0 – суръати ибтидоии ҷисм, v – суръати ҷисм дар вақти t бошад, формулаи шитоб ба таври зерин ифода мешавад:

$$a = \frac{v - v_0}{t}. \quad (1)$$



Бузургии ба нисбати тағйирёбии суръат ба фосилаи вақти тағйирёбии ҳамин суръати содиршударо муайянкунанда шитоб буда, бо ҳарфи a ишора карда мешавад.

Шитобро ба таври зерин ҳам ифода кардан мумкин аст:



Бузургии дар воҳиди вақт аз ҷиҳати адад ба тағйирёбии суръати ҷисм баробар шитоб номида мешавад.

Формулаи шитобро истифода бурда, воҳиди онро ёфтан мумкин аст. Ба сифати воҳиди асосии шитоб м/с^2 гирифта шудааст.



Дар низоми воҳидҳои байналхалқӣ воҳиди шитоб – м/с^2 ҳамин гуна воҳидест, ки дар он суръати ҳаракати ҷисм дар ҳар 1 с ба 1 м/с тағйир меёбад.

Ба сифати воҳиди шитоб $\text{см}/\text{с}^2$ низ зиёд истифода мегардад. Дар ин ҳолат:

$$1 \text{ м}/\text{с}^2 = 100 \text{ см}/\text{с}^2.$$

Формулаи шитоб барои ҳаракати мунтазам сустшаванда низ ҷой до-
рад. Барои он ки вақти минбаъда аз вақти пешин ҳар доим калон аст
(1) маҳраҷи формула ҳар доим мусбат мешавад. Суръати вақти му-
шоҳидашаванда аз суръати ибтидоӣ хурд бошад, дар сурати ин формула
ҳосили тарҳ $v - v_0$ манфӣ мешавад. Масалан, суръати ибтидоии ҷисм
 $v_0 = 20 \text{ м}/\text{с}$, $\Delta t = 10 \text{ с}$ суръат дар гузашти вақт бошад $v = 5 \text{ м}/\text{с}$ бошад,
шитоб чунин мешавад:

$$a = \frac{v - v_0}{\Delta t} = \frac{5 - 20}{10} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = -1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Аз ин мебарояд, ки дар ҳаракати мунтазам тезшаванда шитоби ҷисм
мусбат ($a > 0$), дар ҳаракати мунтазам сустшаванда бошад, манфӣ
($a < 0$) мешавад. Шитоб бузургии векторӣ мебошад. Ифодаи намуди
вектории он чунин аст:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}. \quad (2)$$

Дар ҳаракати собитшитоби мунтазами ростхатта самти шитоб бино-
бар самти ҳаракати ҷисм, дар ҳаракати мунтазам сустшаванда бошад, ба
самти ҳаракат муқобил мешавад. Барои он ки шитоб тағйирёбии суръат
дар воҳиди вақт мебошад, тағйирёбии суръат қай мушоҳида мешавад,
гуфта савол пайдо мешавад. Дар натиҷаи аз ҳамдигар фарқ кардани
қиматҳои суръат дар вақтҳои гуногун шитоб ҳосил мешавад. Барои
тағйирёбанда будан ҳосили тарҳи қиматҳои бузургӣ дар вақтҳои гуногун
бояд аз сифр фарқ кунад. Барои он ки суръат бузургии векторӣ аст,
бо гузашти вақт тағйирёбии суръат дар ду ҳолат мушоҳида мешавад:

1) ҳангоми дар ҳаракати ростхатта қимати мутлақи суръат, яъне модули
он тағйир ёфтган: $|v_2 - v_1| \neq 0$;

2) ҳангоми аз ҷиҳати миқдор як хел бошад ҳам, самти ҳаракат тағйир ёфтган:
 $\vec{v}_2 - \vec{v}_1 \neq 0$.

Аз ин мебарояд, ки на фақат модули суръат, балки ҳангоми тағйирёбии
самти ҳаракат ҳам шитоб мушоҳида мешавад.

Дар ҳаракати ростхатта ба ҷойи қиматҳои вектории суръат ва шитоб
қиматҳои скаляриро гирифтган мумкин аст. Чунки самтҳои ҳаракати рост-
хатта дар вақтҳои гуногун тағйир намеёбад. Яке аз бузургҳои асосии дар
бори ҳаракати тағйирёбанда маълумотрасон ин шитоб аст, ки маълум гар-
дид. Дар бобҳои минбаъда ба омилҳои пайдошавии он истода мегузарем.

Намунаи ҳалли масъала

Автомобили “Спарк”, ки ҳаракати собитшироб дорад, дар давоми 5 сония суръаташро аз 36 км/соат ба 90 км/соат зиёд намуд. Шитоби онро ёбед.

<p><i>Дода шудааст:</i></p> $\Delta t = 5 \text{ с};$ $v_0 = 36 \text{ км/соат} = 10 \text{ м/с};$ $v = 90 \text{ км/соат} = 25 \text{ м/с}.$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> <p><i>Ёфтан лозим:</i></p> $a = ?$	<p><i>Формула:</i></p> $a = \frac{v - v_0}{t}.$	<p><i>Ҳалл:</i></p> $a = \frac{25 - 10}{5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$ <p style="text-align: right;"><i>Ҷавоб:</i> $a = 3 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$</p>
---	---	--



Мафҳумҳои таҷриба: ҳаракати собитшироб, ҳаракати мунтазам тезшаванда, ҳаракати мунтазам сустшаванда, шитоб.



1. Автомобили бо суръати 40 км/соат ҳаракаткунанда ба ҳаракати собитшироб шурӯъ кард. Барои дар 100 м масофа ба суръати 60 км/соат ноил гардидан он бо кадом шитоб бояд ҳаракат кунад?
2. Шумо ба роҳравӣ шурӯъ карда, баъди муддати маълум истодед. Дар ин ҳол дар кадом ҳолат ҳаракати тезшаванда, дар кадом ҳолат ҳаракати сустшаванда мекунад?



1. Қисми ором истода ҳаракати собитшироб намуда, дар 8 с ба суръати 20 м/с расид. Қисм бо кадом шитоб ҳаракат кардааст?
2. Қисми аз чояш ҳаракаткарда бо шитоби $0,3 \text{ м/с}^2$ ҳаракат карда, дар чӣ қадар вақт ба суръати 9 м/с мерасад?
3. Велосипеди аз чояш ҳаракаткарда дар 10 с ба суръати 18 км/соат ноил шуд. Баъд тормоз дода, баъди 5 с истод. Шитоби велосипедро дар ҳаракати мунтазам тезшаванда ва ҳаракати мунтазам сустшаванда ёбед.
4. Автомобили “Каптива”-и собитшироб ҳаракаткунанда дар давоми 25 с суръаташро аз 45 км/соат ба 90 км/соат зиёд кард. Шитоби “Каптива”-ро ёбед.
5. Ҳангоми фурудони самолёт суръати ғилдиракҳои он ҳангоми ба замин расидан 360 км/соат аст. Агар шитоби он $2,0 \text{ м/с}^2$ бошад, он баъди чанд вақт меистад?

§10. СУРЪАТИ ҲАРАКАТИ СОБИТШИРОБ

Суръат ва графики он дар ҳаракати собитшироб

Агар дар ҳаракати собитшироб суръати ибтидоии қисм ва шитоби он маълум бошад, суръати онро дар давоми ҳаракат дар вақти ихтиёрӣ

ҳисоб карда ёфтан мумкин аст. Аз формулаи $a = \frac{v - v_0}{t}$ шитоб суръати v дар давоми вақт t гирифтаи қисм ба таври зерин ёфта мешавад:

$$v = v_0 + a \cdot t. \quad (1)$$

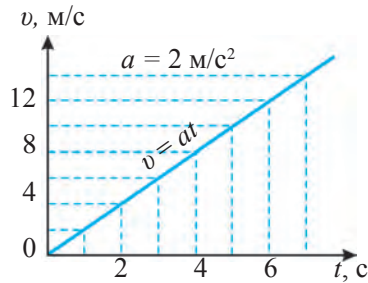
Агар ҷисм бо суръати ибтидоии ($t_1 = 0$ $v_0 = 0$) ҳаркати ростхаттаи мунтазам тезшаванда намия формулаи сурът ин тавр навишта мешавад ($\Delta t = t$):

$$v = at. \quad (2)$$

Графики суръати ҷисми бе суръати ибтидоӣ бо шитоби $a = 2 \text{ м/с}^2$ ҳаракаткунандаро мекашем. Барои ин $a = 2 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта, дар формулаи (2) ба t қимати ададро медиҳем ва қиматҳои v и ба он мувофиқро ҳисоб мекунем. Натиҷаҳо дар ҷадвали зерин менависем:

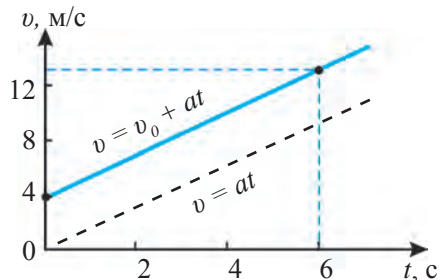
$t, \text{ с}$	1	2	3	4	5	6	7
$v, \text{ м/с}$	2	4	6	8	10	12	14

Қимати ададии t ва v /адвалро ба тире координатаҳои дахлдор гузошта, барои ҳолати $v_0 = 0$ графики суръати ҳаракати мунтазам тезшавандаро ҳосил мекунем (расми 34).



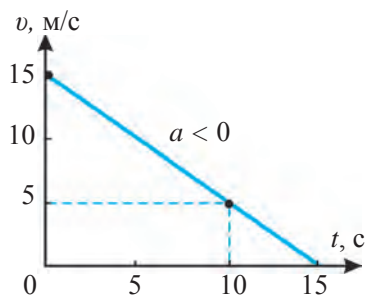
Расми 34. Графики суръат дар ҳаракати мунтазам тезшаванда ($v_0 = 0$)

Графикҳои суръат барои ҳаракати собитшитоаб аз хати рост иборат аст. Барои хати рост гузарондан бошад, ду қимати вақт ва суръатҳои ба он мувофиқро дар графика тасвир кардан кифоя аст. Ҳаракати мунтазам тезшаванда шурӯъ кардани ҷисми бо суръати маълум ҳаракаткунандаро дида мебароем. Масалан, бигзор, суръати ибтидоии ҷисми бо шитоби, $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ ҳаракати мунтазам тезшаванда дошта $v_0 = 4 \text{ м/с}$ бошад. Дар он ҳол аз формулаи (1) барои қимати $t = 0$, $v_0 = 4 \text{ м/с}$, $t = 6 \text{ с}$ бошад $v = 13 \text{ м/с}$ буданашро ҳисоб мекунем. Онҳоро дар тире координатаҳо гузошта, графики дар расми 35 кашидашударо ҳосил мекунем. Ин графики суръати ҷисми бо суръати ибтидоӣ ҳаракати мунтазам тезшаванда дошта мебошад. Аз ин меброярд, ки суръати ибтидоии ҷисм $v_0 \neq 0$ бошад, хати рости он дар графика нисбат ба ҳолати $v_0 = 0$ (ба хати рости пунктир) мувозӣ ҳаракат дода мешудааст.



Расми 35. Графики суръат дар ҳаракати мунтазам тезшаванда ($v_0 > 0$)

Акнун барои ҳаракати мунтазामी сустшитоаб, яъне $a < 0$ графики суръатро дида мебароем. Ҷисм бигзор, бо суръати ибтидоии $v_0 = 15 \text{ м/с}$ $a = -1 \text{ м/с}^2$ ҳаракати мунтазам сустшаванда



Расми 36. Графики суръати ҳаракати баробар сустшаванда

Расми 36. Графики суръати ҳаракати баробар сустшаванда $= 15 \text{ с}$ $v = 0$ мешавад, яъне ҷисм аз ҳаракат бозмеонад. Аз ин мебарояд, ки графики суръат нисбат ба тири абсисса аз хати рости дар зери кунҷ иборат бошад, ҳаракати собитшитоб кардани ҷисмро дониста мегирем. Ва баракс, агар ҷисм ҳаракати собитшитоб карда бошад, графики суръати он нисбат ба тири абсисса аз хати рости зери кунҷ иборат мешавад.

Одатан, ҷисмҳо дар як вақти муайян бо шитоб, баъд бо суръати доимӣ, баъд аз он бошад, ҳаракати сустшаванда мекунад ва меистад. Масалан, велосипедрони аз ҷояш ҳаракаткарда дар давоми 10 с суръати онро ба 5 м/с расонад. Велосипедрон бо ҳамин суръат 40 с ҳаракат кунад. Баъд ба оҳистагӣ тормоз дода, дар давоми 5 с ҳаракати мунтазам сустшаванда карда нигоҳ дорад. Графики суръати велосипедрон дар расми 37 тасвир шудааст.



Расми 37. Графики суръати ҳаракати велосипедрон

Суръати миёнаи ҳаракати собитшитоб

Суръати миёнаи ҷисми дорои ҳаракати собитшитоб ба таври зерин ифода меёбад:

$$v_{\text{миёна}} = \frac{v_0 + v}{2}; \quad (3)$$

Дар ин ҷо v_0 – суръати ибтидоии ҷисм, v – суръати ихтиёрии ҷисм дар вақти t . Масалан, графики суръатро, ки дар расми 35 тасвир шудааст, баъди гузаштани 6 с вақт суръати миёнаи ҷисм ба таври зерин ҳисоб кардан мумкин аст:

кунад. Аз формулаи (1) барои қимати $t = 0$ $v = 15 \text{ м/с}$, $t = 10 \text{ с}$ барои $v = 5 \text{ м/с}$ буданашро ҳисоб кардан мумкин аст. Онҳоро дар тири координатаҳо гузорем, барои ҳаракати мунтазам сустшаванда графики суръат ҳосил мегардад (расми 36).

Дар ҳаракати мунтазам сустшаванда ҷисм аз ҳаракат меистад. Инро дар рӯбарӯшавии хати рост ба тири абсисса ҳам дидан мумкин аст. Дарҳақиқат, дар формулаи (1) барои t

$$v_{\text{миёна}} = \frac{4 + 13}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} .$$

Дар формулаи (3) ба ҷойи суръати v ифодаи он $v = v_0 + at$ гузошта шавад, формулаи зерини суръати миёна ҳосил мегардад:

$$v_{\text{миё.}} = v_0 + \frac{at}{2} . \quad (4)$$

Масалан, дар графикаи суръати расми 36 аз $v_0 = 4 \text{ м/с}$, $a = 1,5 \text{ м/с}^2$ буданаш аз вақти $t = 6 \text{ с}$ гузашта суръати миёнаи чисмро ёфтани мумкин аст:

$$v_{\text{миё.}} = 4 \frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{1,5 \cdot 6}{2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8,5 \frac{\text{м}}{\text{с}} .$$

Аз формулаҳои (3) ва (4) бе суръати ибтидоӣ, яъне, барои ҳолати $v_0 = 0$ формулаҳои ҳисобкунии суръати миёна дар ҳаракати собитшитоҷ ба намуни зерин меояд:

$$v_{\text{миё.}} = \frac{v}{2} , \quad (5)$$

$$v_{\text{миё.}} = \frac{at}{2} . \quad (6)$$

Намунаи ҳалли масъала

Автомобили “Матиз”-и суръати ибтидоияш 18 км/соат бо шитоҷи $1,0 \text{ м/с}^2$ ҳаракати собитшитоҷ намуда, баъди 10 с ба ҷи гуна суръат мерасад.

Суръати миёнаи “Матиз”-ро ёбед

Дода шудааст:
 $v_0 = 18 \text{ км/соат} = 5 \text{ м/с}$;
 $a = 1 \text{ м/с}^2$;
 $t = 10 \text{ с}$.

Формула:
 $v = v_0 + at$;
 $v_{\text{миё.}} = v_0 + \frac{at}{2}$.

Ҳалл:
 $v = (5 + 1 \cdot 10) \text{ м/с} =$
 $= 15 \text{ м/с} = 54 \text{ км/соат}$;
 $v_{\text{миё.}} = [5 + (1 \cdot 10)/2] \text{ м/с} =$
 $= 10 \text{ м/с} = 36 \text{ км/соат}$.

Ёфтани лозим:

$v = ?$ $v_{\text{миё.}} = ?$

Ҷавоб: $v = 54 \text{ км/соат}$; $v_{\text{миё.}} = 36 \text{ км/соат}$.



Мафҳумҳои таҷриба: суръат дар ҳаракати собитшитоҷ, суръати миёнаи ҳаракати собитшитоҷ.



1. Графикаи суръати ҳаракат дар мусобикаи давидан ба масофаи 10 метр ро кашед.
2. Графикаи суръати чисми мунтазам тезшаванда ва мунтазам сустшавандаро кашед.



1. Чисми аз ҷояш ҳаракаткарда ҳаракатро бо шитоҷи $0,2 \text{ м/с}^2$ шуруъ кунад, он дар як дақиқа ба ҷи гуна суръат мерасад?

2. Чисми суръати ибтидоияш 3 м/с бо шитоби 0,4 м/с² ҳаракати мунтазам тезшаванда карда, дар 30 дақиқа ба чӣ гуна суръат ноил мешавад?
3. Муҳаррики “Нексия”-и бо суръати 60 км/соат ҳаракаткунанда баъди хомӯш кардан бо шитоби 0,5 м/с² ба ҳаракат шурӯъ кард. Баъди 20 с суръати он чӣ қадар мешавад? Дар давоми ҳамин 20 с суръати миёнаи он чӣ қадар мешавад?
4. Суръати чисми бо шитоби 0,4 м/с² ҳаракати мунтазам тезшаванда дошта ба 9 м/с баробар аст. Суръати чисм аз ин вақт дар ҳангоми 10 с пеш чӣ гуна будааст?
5. Чисми суръати ибтидоияш 2 м/с бо шитоби 3 м/с² ба ҳаракат шурӯъ намуд. Барои ин гуна ҳаракат графикаи суръатро кашед.
6. Автомобил нисфи аввали роҳро бо суръати $v_1 = 20$ м/с, нимаи дуввумашро бошад, бо суръати $v_2 = 25$ м/с тай намуд. Суръати миёнаи онро дар тамоми роҳ ёбед.

§ 11. РОҲИ ТАЙШУДА ДАР ҲАРАКАТИ СОБИТШИТОБ

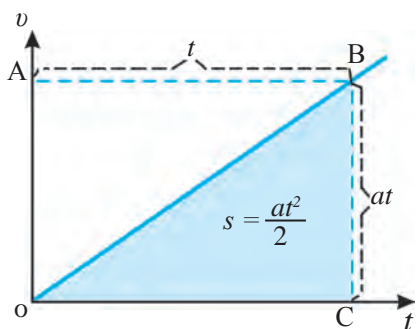
Формулаи роҳ

Чисм дар ҳолати ором ($v_0 = 0$) бо шитоби a ҳаракати собитшитоб намуда, дар давоми вақти, t ба суръати v расад. Роҳи тайкардаи чисм дар давоми ҳамин вақт чунин ифода мегардад:

$$s = v_{\text{миёна}} t. \quad (1)$$

Дар ин ҳол аз $v_{\text{миёна}} = at/2$ буданаш истифода бурда, бе суръати ибтидоӣ барои роҳи дар ҳаракати мунтазам тезшаванда формулаи зеринро ҳосил мекунем:

$$s = \frac{at^2}{2}. \quad (2)$$



Расми 38. $v_0 = 0$ роҳи дар ҳаракати мунтазам тезшаванда

Графикаи чисми бе суръати ибтидоӣ ҳаракати мунтазам тезшаванда дошта аз хати ростии бинобар моилӣ равонашуда иборат буданашро медонед (расми 38). Масоҳати секунҷаи OBC и дар ин расм тасвиршударо муайян кунем. Тарафҳои росткунҷаи OABC дар расм аз at ва t будан масоҳати он ба $at \cdot t = at^2$ баробар аст. Масоҳати секунҷаи OBC бошад, ба нисфи масоҳати чоркунҷаи OABC баробар аст, яъне $at^2/2$.

Ин роҳи тайкардаи чисмро ифода мекунад. Роҳи s -и дар давоми вақти

t тайкардаи ҷисми бо суръати ибтидоии v_0 ва ҳаракати мунтазам тезшаванда дошта ба қимати ададии масоҳати шакли OABD дар расми 39 тасвиршуда баробар мегардад. Он аз ду қисм – росткунҷаи OACD-и масоҳаташ $v_0 t$ ва ҷоркунҷаи ABC-и масоҳаташ $at^2/2$ иборат аст. Аз ин мебарояд, ки дар ҳаракати собитшито бо роҳи тайкардаи ҷисм ин тавр ифода мегардад:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2}. \quad (3)$$

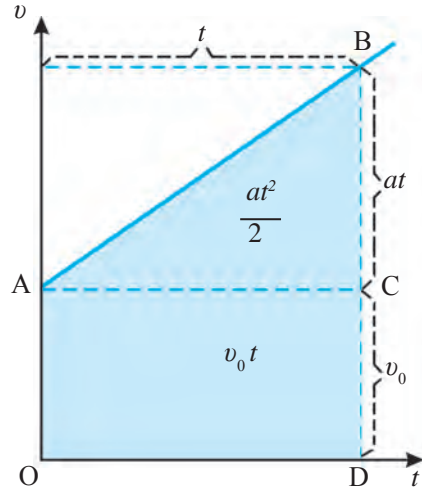
Графики роҳ

Барои ҳосил кардани графики роҳ во-бастагии роҳи тайшударо ба вақти барои ҳамин роҳи тайшуда сарфшуда дар нақша бояд ифода кунем. Ин хат графики ба вақт вобастагии роҳ, ё мухтасар карда гӯем, графики роҳ номида мешавад. Графики роҳи ҳар як ҷисми ҳар гуна мунтазам ҳаракаткунанда медонем, ки аз хати рост иборат аст. Акнун барои ҳосил кардани графики роҳ дар ҳаракати собитшито бо графики зеринро сохта мебинем.

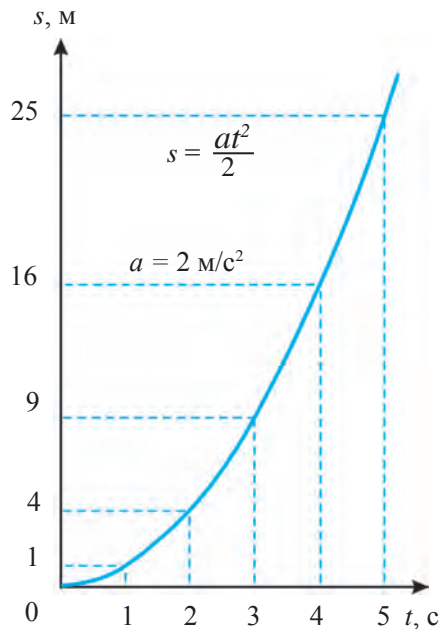
Бигзор, ҷисм аз ҳолати оромӣ ҳаракат карда ($v_0 = 0$), бо шитоби $a = 2 \text{ м/с}^2$ ҳаракати мунтазам тезшаванда кунад. Барои кашидани графики роҳ аввал аз формулаи $s = at^2/2$ роҳи s -и ба якҷанд қимати вақт t мувофиқро ҳисоб мекунем ва натиҷаҳоро ба ҷадвал навишта мекашем:

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5
$s, \text{м}$	0	1	4	9	16	25

Қиматҳои мувофиқи t ва s -и ҷадвалро дар тирҳои координата инъикос намуда, графики роҳро ҳосил мекунем (расми 40). Ин график аз хти қач иборат буда, бо зиёд шудани вақт қимати хат дар тирҳои роҳ ба квадрати ба тирҳои



Расми 39. Ҳангоми $v_0 > 0$ будан графики роҳи ҳаракати суръатфизой



Расми 40. Ҳангоми $v_0 = 0$ будан графики роҳи ҳаракати ҳамвора суръатгиранда

вақт мувофиқ ба равиши пропорционал зиёд мешавад. Ин гуна хати қач **парабола** номида мешавад. Мо ҳангоми суръати ибтидоӣ $v_0 = 0$ будан графикаи роҳро барои ҳаракати суръаташ бо миқдори якхела зиёдшаванда дар воҳиди вақт дида баромадем. Дар сонияи аввали ҳаракати ҷисме, ки суръати ибтидоияш ба сифр баробар буда, ҳаракати собитшитоҷ мекунад, ба нисфи шитоҷи ($t = 1$ с) масофаи баробар гузаштаниро аз формулаи (2) ҳисоб карда метавонем пайдо кунем. Аз ин мебарояд, ки роҳи дар сонияи якум тайшударо доништа, шитоҷро ёфтани мумкин аст.

Намунаи ҳалли масъала

Велосипеди бо 10 м/с дар роҳи рост ҳаракаткунанда бо шитоҷи $-0,2$ м/с² ба ҳаракати мунтазам сустшаванда шурӯъ кард. Велосипед дар давоми 40 с чӣ қадар масофаро тай мекунад? Велосипед баъди чанд вақт меистад?

Дода шудааст:

$$v_0 = 10 \text{ м/с};$$

$$a = -0,2 \text{ м/с}^2;$$

$$t = 40 \text{ с};$$

$$v = 0.$$

Ёфтани лозим:

$$s = ? \quad t_0 = ?$$

Формулаиш:

$$s = v_0 t + \frac{at^2}{2};$$

$$v = v_0 + at_0;$$

$$v_0 + at_0 = 0;$$

$$t_0 = -\frac{v_0}{a}.$$

Ҳалл:

$$s = \left(10 \cdot 40 + \frac{-0,2 \cdot 40^2}{2}\right) \text{ м} = 240 \text{ м}.$$

$$t_0 = -\frac{10}{-0,2} \text{ с} = 50 \text{ с}.$$

Ҷавоб: $s = 240$ м; $t_0 = 50$ с.



Мафҳумҳои таҷриба: роҳи дар ҳаракати собитшитоҷ тайшуда, графикаи роҳ барои ҳаракати собитшитоҷ.



1. Графикаи роҳи ҷисми аз ҳолати оромӣ ҳаракат карда, бо шитоҷи ($v_0 = 0$), $a = 3$ м/с² ҳаракати мунтазам тезшаванда доштаро кашед.
2. Аз графикаи суръат барои ($v_0 > 0$) ки дар расми 40 тасвир шудааст, роҳи тайкардаи ҷисм чӣ гуна ёфта мешавад?



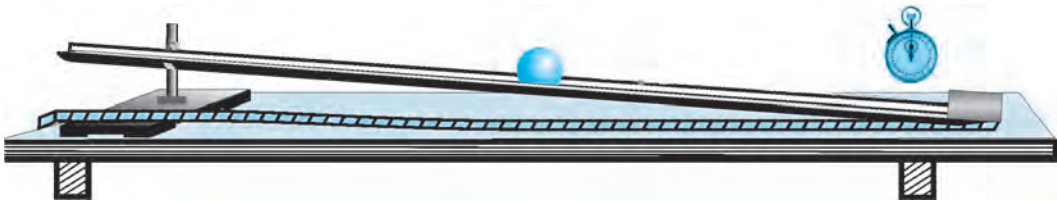
1. Ҷисми аз ҷояш ҳаракат карда, бо шитоҷи $0,3$ м/с² ҳаракати тезшаванда дошта дар 10 с чӣ қадар роҳро тай мекунад?
2. Автомобили суръати ибтидоияш 30 км/соат бо шитоҷи $0,5$ м/с² ҳаракати тезшаванда карда, дар давоми 1 дақиқа чӣ қадар роҳро тай мекунад?
3. Ҷисм аз ҷояш ҷунбида, бо шитоҷи 1 м/с² ҳаракати собитшитоҷ мекунад. Графикаи роҳи ҳаракати ҷисмро кашед.
4. Автомобили суръати ибтидоияш 36 км/соат бо шитоҷи 4 м/с² ҳаракати собитшитоҷ мекунад. Графикаи роҳи ҳаракати автомобилро кашед.
5. Ҷисм дар фосилаҳои вақти якхела ба суръати $v_0 = 0$ м/с, $v_1 = 1$ м/с, $v_2 = 2$ м/с соҳиб буда, ҳаракати онро собитшитоҷ гуфтани мумкин аст?

§ 12. МУАЙЯН КАРДАНИ ШИТОБИ ҚИСМ ДАР ҲАРАКАТИ СОБИТШИТОБ

(Кори лаборатории 1)

Мақсади кор: омӯзиши муайян кардани шитоби қисми собитшитоб ҳаракаткунанда ба воситаи чен кардани вақти ҳаракат ва роҳи тайкардаи саққои аз нови моил ба поён ғеланда.

Қиҳозҳои даркорӣ: нови металлӣ, саққои пӯлодӣ, штатив, силиндри металлӣ, тасмаи ченкунӣ, сониясанҷ.



Расми 41. Таҷҳизот барои муайян кардани шитоби ҳаракати собитшитоб.

Тартиби иҷрои кор

1. Чунонки дар расми 41 нишон дода шудааст, нови металлро ба штатив насб кунед, силиндри металлро ба қисми поёни нов ҷойгир созед.

2. Вақти то ба силиндри қисми поёни нов расидани саққои аз қисми болои нов фиристодашуда гузаштаро бо ёрии сониясанҷ чен кунед.

3. Таҷрибаро се маротиба такрор кунед. Ҳар дафъа вақти ҳаракати саққо t_1 , t_2 , t_3 ро чен кунед. Натиҷаро ба ҷадвали 1 нависед.

4. Бо ёрии тасмаи ченкунӣ роҳи тайкардаи саққо s -ро чен кунед.

5. Дар ҳаракати собитшитоб роҳи тайкардаи қисм аз формулаи $s = at^2/2$ формулаи шитоб $a = 2s/t^2$ мешавад. Роҳи дар таҷриба ченшуда s ва ҳар як вақти t_1 , t_2 , t_3 ро ба формулаи шитоб гузошта, шитобҳои, a_1 , a_2 , a_3 -ро ҳисоб кунед.

6. Бо ёрии формулаи $a_{миёна} = (a_1 + a_2 + a_3)/3$ шитоби миёнаро ҳисоб кунед. Ин қимати гирифташуда шитоби саққои аз нови моил ғелида афтанدارо ифода мекунад.

7. Ин таҷрибаро барои ҳолати се хел будани моилии нов иҷро кунед.

8. Аз формулаи $\Delta a_n = |a_{миёна} - a_n|$ хатогии мутлақро ёбед.

9. Аз формулаи $\Delta a_{миёна} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \Delta a_3)/3$ хатогии мутлақи миёнаро ҳисоб кунед.

10. Аз формулаи $\varepsilon = (\Delta a_{миёна} / a_{миёна}) \cdot 100\%$ хатогии нисбиро ёбед.

11. Натиҷаҳоро таҳлил карда, хулоса бароред.

T/p	s, м	t_1, c	t_2, c	t_3, c	$a_1, m/c^2$	$a_2, m/c^2$	$a_3, m/c^2$	$a, m/c^2$	$a_{\text{миёна}}, m/c^2$	$\varepsilon, \%$
1										
2										
3										



1. Ҳангоми зиёд шудани моилии нов ба кадом сабаб қимати шитоб афзун мегардад?

§13. АФТИШИ ОЗОДИ ЧИСМҲО

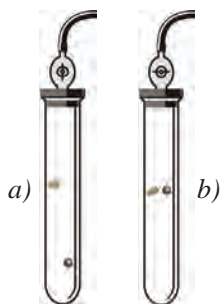
Файласуфи Юнони қадим Арасту аз баландии якхела дар вақтҳои гуногун афтодани санг ва пари паррандаро мушоҳида карда, ба чунин хулоса омада буда, ки тахти таъсири қувваи кашиши Замин ҷисмҳои



Расми 42. Манораи Пиза

вазнин нисбат ба ҷисмҳои сабук пеш меафтанд. Ин таълимоти нодуруст қариб 2 ҳазор эътироф карда мешуд. Баъди дар охири асри XVI таҷриба гузарондани олими итोलёвӣ Галилей Галилео (1564– 1642) нодуруст будани фикри Арасту собит гардид.

Галилей аз манораи Пиза (расми 42) дар як вақт саққоҳои пӯлодӣ ва сангиро партофта, барои айнан дар як вақт ба замин афтидани онҳо боварӣ ҳосил кард. Галилей чунин фарзия карда буд (гипотезаро пеш бурд): агар ҳаво муқобилият нишон надиҳад, саққои пӯлодӣ ва пари сабуки парранда аз манора дар як вақт меафтанд. Барои санҷидани ин гипотеза ба даруни найчаи дарози шишагӣ саққои пӯлодӣ ва пари парранда ҷойгир карданд. Дар найи ҳаво дошта аз пари парранда пеш афтодани саққои пӯлодӣ ба мушоҳида расид (расми 43-а). Ҳангоми аз най ҳаворо кашида гирифтани бошад, саққои пӯлодӣ ва пари парранда дар як вақт афтоданд. (расми 43-б). Ин таҷриба дуруст будани фарзияи Галилейро тасдиқ кард.



Расми 43. Ҳаракати ҷисмҳо дар ҳавои камшуда



Ҳаракати ҷисм дар ҷойи беҳаво ба ҷониби Замин фақат бо таъсири кашиши Замин афтиши озод номида мешавад.

Афтиши озоди ҷисм ба ҳаракати собитшитоби ростхатта мисоли на-
моён шуда метавонад. Саққои аз як баландии маълум партофташуда
ҳаракати собитшитоб намуда, суръати он дар ҳар сония ба $9,81 \text{ м/с}$
афзун мегардад (расми 44).



**Шитоби ҷисми озод афтанда доимӣ буда, ин бузургӣ шитоби
афтиши озод номида мешавад ва бо ҳарфи g ишора карда
мешавад.**

Дар ин ҳол: $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Ченакҳои дақиқ дар арзҳои гуногуни географии
рӯйи Замин ҳархела будани қиматҳои шитоби афти-
ши озодро нишон дод. Масалан, ин шитоб дар қутб
ба $g = 9,83 \text{ м/с}^2$ баробар бошад, дар экватор ба $g =$
 $= 9,78 \text{ м/с}^2$ баробар аст. Сабаби асосии он ба шакли
кураи мутлақ набудани Замин мебошад. Шитоби аф-
тиши озодро тақрибан ба $9,8 \text{ м/с}^2$, дар баъзе ҳолтаҳо
якҷуз карда, ба 10 м/с^2 баробар доништан мумкин.

Шитоби афтиши озод бузургии векторӣ буда, он
ҳар доим рост ба миён равона аст.

Ҳама формулаҳоро оид ба ҳаракати собитшитоби
ростхатта ба афтиши озод истифода бурдан мумкин.
Фақат дар ин ҳол шитоби a -ро бо шитоби афтиши
озод g , роҳи s -ро бо баландӣ h иваз кардан кифоя
аст. Ба ҳамин тариқ оид ба афтиши озод форму-
лаҳои зеринро навиштан мумкин аст:

1. Суръати ҷисми афтишаш озод дар вақти t :

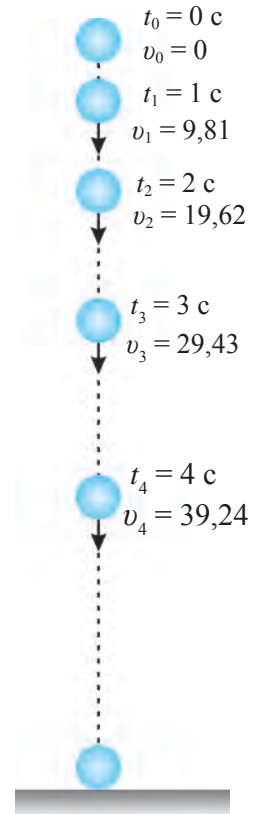
$$v = v_0 + gt; \quad (1) \quad v_0 = 0 \text{ дар: } v = gt. \quad (2)$$

2. Суръати миёнаи ҷисми афтишаш озод:

$$v_{\text{миёна}} = v_0 + \frac{gt}{2}; \quad (3) \quad v_0 = 0 \text{ дар: } v_{\text{миёна}} = \frac{gt}{2}. \quad (4)$$

3. Баландии афтиши ҷисми афтишаш озод:

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2}; \quad (5) \quad v_0 = 0 \text{ дар: } h = \frac{gt^2}{2}. \quad (6)$$



Расми 44. Ҳа-
рамати ҷисми
афтишаш озод

Намунаи ҳалли масъала

Чисм ҳангоми аз баландӣ ҳаво додан дар 5 с ба замин афтод. Чисм аз чӣ гуна баландӣ партофта шудааст? Аз он чо бо чӣ гуна суръат афтодааст? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.

Дода шудааст: *Формула:* *Ҳалл:*

$$t = 5 \text{ с}; v_0 = 0;$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтан лозим:

$$h - ? \quad v - ?$$

$$h = \frac{gt^2}{2};$$

$$v = gt.$$

$$h = \frac{10 \cdot 5^2}{2} \text{ м} = 125 \text{ м};$$

$$v = (10 \cdot 5) \text{ м/с} = 50 \text{ м/с}.$$

$$\text{Ҷавоб: } h = 125 \text{ м}; v = 50 \text{ м/с}.$$



Мафҳумҳои такягоҳӣ: афтиши озод, шитоби афтиши озод.



1. Дуто санги якхела аз баландии якхела пасихам ҳаво дода шавад, дар давоми афтидан масофаи байни онҳо тағйир меёбад?
2. Чисми аз ягон баландӣ бе суръати ибтидоӣ партофташуда дар 5 с ба замин афтид. Он аз чӣ гуна баландӣ партофта шудааст?



1. Чисм аз баландии маълум партофта шуд. Суръати чисми афтишаш озод пас аз 6 с чӣ қадар будааст? Дар давоми ҳамин вақт чисм чӣ қадар баландиро тай кардааст? Дар ин ва масъалаҳои дигар $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.
2. Чисми аз баландии маълум партофташуда озод меафтад. Он дар чанд вақт ба суръати 40 м/с мерасад? Дар давоми ин вақт чисм чӣ гуна масофаро тай мекунад?
3. Чисм аз баландии маълум бо суръати 15 м/с рост ба пастӣ ҳаво дода шуд, Чисм пас аз 3 с ба чӣ гуна масофа ноил шудааст? Дар давоми ҳамин вақт чисм чӣ қадар баландиро тай кардааст?

§ 14. ҲАРАКАТИ ЧИСМИ БА БОЛО АМУДӢ ПАРТОФТАШУДА

Ҳар гуна чисмро ба боло партоед, он ба баландии маълуме баромада, боз баргашта ба замин меафтад. Акнун ин ҳаракатро таҳлил карда мебинем. Моро бо чӣ гуна шитоб ҳаракат кардани чисм ба худ чалб мекунад. Чисмро ҳангоми ба боло рост партофтан он ҳаракати мунтазам сустшаванда мекунад. Дар ин ҳол шитоби афтиши озоди чисм ба ҷойи g манфӣ – g гирифта мешавад. Дар он ҳол аз формулаи $v = v_0 + gt$ истифода бурда, суръати ихтиёрии чисми ба боло рост партофташуда дар вақти t ба таври зерин ёфта мешавад:

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

Аз формулаи (5) дар саҳифаи 49 бошад, баландии бардошташавии ихтиёрии ҷисми ба боло рост партофташударо дар вақти t муайян кардан мумкин:

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

Бинобар нишондоди таҷриба аз як нуқтаи маълум барои ба боло бардошта шудани ҷисми ба боло рост партофташуда чӣ қадар вақт равад, барои ба нуқтаи мазкур дубора афтоданаҳам ҳамин қадар вақт меравад. Масалан, ҷисм бо суръати $v_0 = 20$ м/с ба боло рост партофта шуд, $g = 10$ м/с² гуфта гирифта, ҳисобкуниҳои зеринро ба иҷро расонем. Ҳангоми ҷисм ба нуқтаи баландтарин баромадан суръати он $v = 0$ мешавад. Дар он ҳол аз формулаи (1) вақти то ба баландии аз ҳама боло баромадан сарфшударо ҳисоб кардан мумкин аст:

$$t = \frac{v_0}{g} = \frac{20}{10} \text{ с} = 2 \text{ с}.$$

Дар формулаи (2) $v_0 = 20$ м/с гирифта, аз нуқтаи партофташуда то чи қадар баландӣ баромадани ҷисмро ҳисоб мекунем:

$$h = (20 \cdot 2 - \frac{10 \cdot 2^2}{2}) \text{ м} = 20 \text{ м}.$$

Ҳангоми ба нуқтаи баландтарин баромадани ҷисм суръати ибтидоӣ $v_0 = 0$ буда, акнун он бо шитоби g барои ба поён фурумадан шурӯъ мекунад. Ҳангоми ба поён амудӣ ҳаракат кардан ҷисм дар давоми 2 сония ҷисм чи қадар масофаро тай мекунад, ҳисоб мекунем:

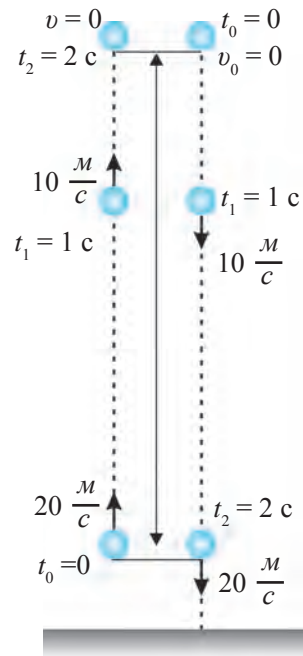
$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ м} = 20 \text{ м}.$$

Аз ин мебарояд, ки ҷисм дар 2 сония чи қадар ба баландӣ барояд, боз дар 2 сония ҳамин қадар масофаро тай карда, ба нуқтаи партофташуда бармегардад.

Акнун ҳангоми баргашта афтодани ҷисм дар вақти сипарешудани $t = 2$ с ба кадом суръат ноил шуданро ҳисоб мекунем:

$$v = gt = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 2 \text{ с} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Ҷисм ба боло бо ҳамин гуна суръат партофта шуда буд.



Расми 45. Аз нуқтаи баландтарин баромадани ҷисм



Чисми ба боло рост партофташуда чи қадар вақт боло равад, дар ҳамон қадар вақт ба поён баргашта меояд. Чисм бо кадом суръате, ки ба боло рост партофта шуда бошад, он баргашта фуromaда, вақти ба нуқтаи партофташуда баргаштан ба ҳамин гуна суръат ноил мегардад.

Агар дар формулаи (1) шитобро ба сифр баробар донем, ин формула ба формулаи ҳаракати мунтазам табдил меёбад. Барои таҳлили ҳаракати чисми рост (тик) ба боло партофташуда ва ҳалли масъалаҳо асосан, маълумот оиди суръати ибтидоӣ лозим мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Бо суръати 40 м/с суръати чисми ба боло амудӣ партофташуда баъди 3 с чӣ қадар мешавад? Дар давоми ҳамин вақт чисм ба чӣ қадар баландӣ бардошта мешавад? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирем.

Дода шудааст:

$$v_0 = 40 \text{ м/с};$$

$$t = 3 \text{ с};$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтан лозим:

$$v = ? \quad h = ?$$

Формула:

$$v = v_0 - gt;$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}.$$

Ҳал:

$$v = (40 - 10 \cdot 3) \text{ м/с} = 10 \text{ м/с};$$

$$h = (40 \cdot 3 - \frac{10 \cdot 3^2}{2}) \text{ м} = 75 \text{ м}.$$

$$\text{Ҷавоб: } v = 10 \text{ м/с}; \quad h = 75 \text{ м}.$$



1. Себро бо суръати 3 м/с ба боло амудӣ партоед, ҳангоми онро дошта гирифтан суръати он чӣ қадар мешавад?
2. Чисм ба баландии вертикалӣ бо суръати 40 м/с партофта шуд. Баъди чанд вақт суръати он ду маротиба кам мешавад?



1. Суръати чисми бо суръати 25 м/с ба боло рост (амудӣ) партофташуда баъди 2 с чӣ қадар мешавад? Дар давоми ҳамин вақт ба чӣ қадар баландӣ мебарояд? Дар ин ва масъалаҳои баъдина $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.
2. Чисм бо суръати 30 м/с ба баландӣ рост партофта шуд. Чисм ба чӣ гуна баландӣ мебарояд ва баъди чанд вақт ба нуқтаи партофташуда баргашта меояд?
3. Чисм бо суръати 40 м/с ба баландӣ рост партофта шуд. Баъди 5 с суръати чисм чӣ гуна мешавад? Дар ин вақт чисм дар чӣ гуна баландӣ мешавад?
4. Суръати чисми афтишаш озод бо суръати ибтидоии ба 20 м/с баробар вақти аз шуруъи ҳаракат 4 сония гузаштан чӣ гуна (м/с) мешавад?
5. Чисми вертикал ба боло ҳаво дудашуда баъди 6 с баргашта ба замин афтод. Суръати ибтидоии чисм чӣ гуна будааст? Чисм ба чӣ гуна баландӣ баромадааст?

МАШҚҲОИ ИЛОВАГӢ ОИД БА БОБИ II

1. Велосипед мунтазам ҳаракат карда, дар 10 дақиқа 3 км роҳро тай кард. Суръати велосипедро бо воҳидҳои м/с ва км/соат ёбед.

2. Автомобили бо суръати 80 км/соат ҳаракаткунанда дар 45 дақиқа чӣ қадар роҳро тай мекунад?

3. Масофаи байни хона ва мактаби донишомӯз ба 500 м баробар аст. Донишомӯз бо суръати 2,5 км/соат роҳ гардад, дар чанд дақиқа ба мактаб мерасад?

4. Суръати мотосикл 72 км/соат, суръати шамоле, ки ба муқобили ҳаракати он мевазад, 5 м/с аст. Суръати шамол нисбат ба мототсикл чӣ қадар аст? Шамол дар самти ҳаракати мототсикл бошад чӣ?

5. Ду қатора ба тарафи ҳамдигар бо 90 км/соат ва 72 км/соат ҳаракат доранд. Мусофири қаторайи дуввум қатори якум аз назди он дар давоми 6 с гузаштанаширо муайян кард. Аз назди мусофири қаторайи якум бошад, дар давоми 8 с гузаштани қаторайи дуввум маълум шуд. Дарозии ҳар як қатораро ёбед.

6. Суръати заврақ нисбат ба об аз суръати ҷараёни дарё 3 маротиба калон аст. Масофаи байни ду нуқтаро бо заврақ ба муқобили ҷараён шино кардан хостанд. Барои ин назар ба ҳаракат ба самти ҷараён чанд маротиба зиёд вақт сарф мешавад?

7. Автомобил дар 10 с нахуст 150 м, дар 20 с баъдина 500 м ва дар 5 с охир 50 м роҳ тай кард. Суръати миёнаи ҳар як қисм ва тамоми роҳро бо ҳисоби км/соат ёбед.

8. Қатора баъди ба ҳаракат шурӯъ кардан ҳангоми 10 с гузаштан ба суръати 36 км/соат расид. Суръати қаторайи ҳамин гуна собитшиноб ҳаракаткунанда баъди чанд вақт ба 72 км/соат мерасад?

9. Саққои аз ҳолати ором ғелида аз новаи моил дар сонияи аввал 8 см масофаро тай кард. Саққо дар давоми 3 сония чӣ қадар роҳро тай мекунад?

10. Аз графикаи шитоби барои $v_0 > 0$ и дар расми 34 тасвиршуда роҳи дар $t = 5$ с тайкардаи ҷисмро ёбед.

11. Автомобил аз ҳолати ором бо шитоби 5 м/с^2 ҳаракат намуда, дар давоми 4 с чӣ қадар роҳро тай мекунад? Дар ин вақт он ба кадом суръат мерасад?

12. Аз графикаи суръат барои $v_0 = 0$ и дар расми 34 тасвиршуда роҳи дар $t = 5$ с тайкардаи чисмро ёбед.

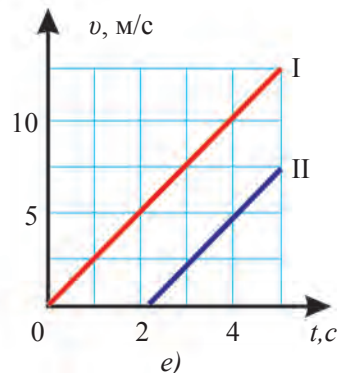
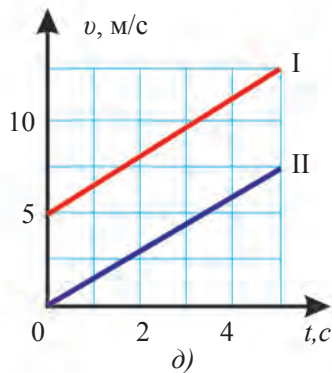
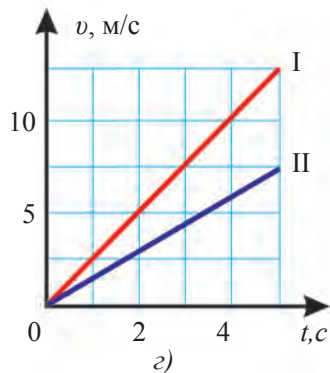
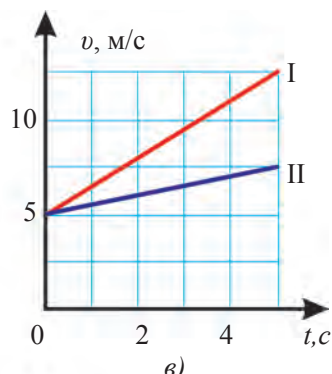
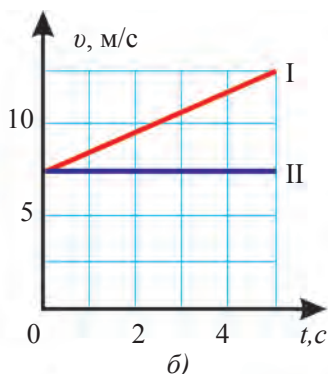
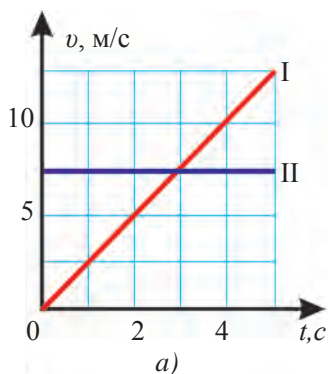
13. Чисми аз баландии маълум сардода ба замин озод меафтад, гуфта мегирем. Он дар чӣ қадар вақт ба 80 м/с мерасад? Дар ин ва масъалаҳои минбаъда $g = 10$ м/с² гуфта гиред.

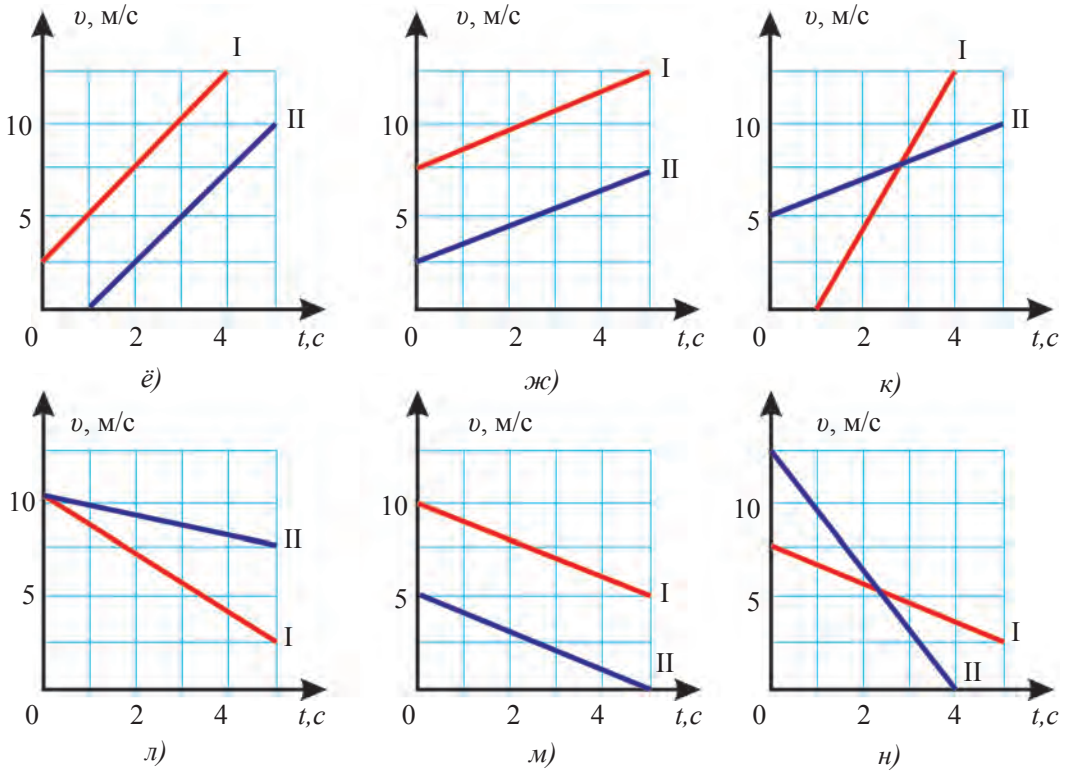
14. Чисм аз баландии маълум бо суръати 5 м/с ба поён амудӣ партофта шуд. Чисм баъди 5 с ба чӣ гуна суръат ноил мешавад?

15. Бори аз чархболи дар ҳолати ором истода партофташуда дар 12 с ба замин афтид. Бор аз чӣ гуна баландӣ партофта шудааст ва он бо кадом суръат ба замин зад? Муқобилияти ҳаво ба ҳисоб гирифта нашавад?

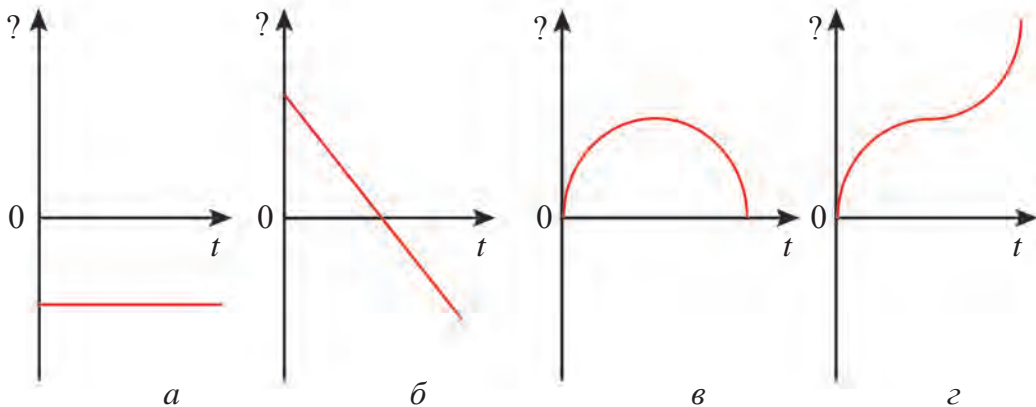
16. Автомобил 30 км масофаро бо суръати 15 м/с, 40 км масофаро дар 1 соат тай кард. Автомобил дар давоми тамоми роҳ бо чӣ гуна суръати миёна ҳаракат кардааст?

17. Графикҳои дар расми зерин овардашударо таҳлил карда, ду ҳел ҳаракатро байни ҳам муқоиса кунед. Аз он чӣ гуна маълумотхоро оиди ҳаракат муайян карда метавонед (навъи ҳаракат, суръати ибтидоӣ, шитоб, вақти ҳаракат)?





18. Қисми ба боло вертикалӣ партофташуда ба баландӣ бардошта шуд ва баргашта ба замин афтид. Графики ба вақт вобастаи кўчиш, роҳ, суръат ва шитоби ба ин ҳаракат дахлдор дар расми зерин оварда шудааст. Графикхоро таҳлил намуда, ба кадом вобастагӣ мувофиқ омадани ҳар якеи онро ёбед.





Боби III. ҲАРАКАТИ ГИРДХАТТАИ МУНТАЗАМ

Мо то ин вақт ҳаракати траекторияш аз хати рост иборат бударо омӯхтем. Ҳар гуна ҳаракате, ки траекторияи ҷисм ростхатта набошад, ҳаракати қачхатта аст. Соддатарин намуди ҳаракати қачхатта бошад, ҳаракати гирдхатта аст.

Дар бораи ҳаракати гирдхатта маълумот гирифтани барои аз заррачаҳои хурдтарин – электронҳо гирифтани бинобар орбитаҳои худӣ сайёраҳо ҳаракатҳои гирдхаттаро таҳлил кардан, қисмҳои ҳаракати гирдхатта кардани бисёр асбобҳои дар рӯзгорамон истифодашавандаро омӯхтан ёрдам мерасонад. Дар ин боб бо ҳаракати гирдхаттаи мунтазами ҷисм шинос мешавем.

§ 15. ҲАРАКАТИ ГИРДХАТТАИ МУНТАЗАМИ ҶИСМ

Мафҳум оиди ҳаракати гирдхаттаи мунтазам

Ҳаракати нӯги ақрабаки соат, бо суръати якхела ҳаракати чархҳои велосипед ё автомобил, ҳаракати ба паррагӣ шамолдиҳӣ (бодбезак)-ро ҳаракати гирдхаттаи мунтазам гуфтан мумкин аст. Ёдовар мешавем, мунтазам гуфта бинобар самт мунтазам не, балки дар давоми сипаришавии вақт суръати якхеларо фаҳмиданамон лозим аст.



Агар нуқтаи материалӣ саросари давра дар байни вақтҳои баробари ихтиёрӣ камонҳои дарозияшон баробарро пахш карда гузарад, ин гуна ҳаракат ҳаракати гирдхаттаи мунтазам номида мешавад.

Ҳаракати саросари доираи нуқтаи материалӣ гуфта, ягон нуқтаи ҷисми ҳаракати гирдхатта дошта мадди назар аст. Масалан, як нуқтаи маълуми ақрабаки соат, фарз кардем, нӯгашро нуқтаи материалӣ гуфта, ба назар гирифтани мумкин. Нуқтаи тири чархи велосипед ё автомобилро дар як фосилаи маълум низ нуқтаи материалӣ гуфта гирифтани мумкин.

Ифодаи кунчи гардиш дар ченаки радиан ба ифодаи зерин баробар аст:

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\check{s}}{R}. \quad (2)$$

Дар ҳаракати гирдхатта дар як вақт бо суръати хаттӣ v суръати кунҷӣ ω (**омега**) ҳам истифода мешавад. Дар ин ҳолат:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}. \quad (3)$$



Дар ҳаракати диравии нуқтаи материалӣ нисбати купча гардишии радиуси давра ба вақти ишгардиши суръати кунҷӣ номида мешавад.

Суръати кунҷӣ бузургии векторӣ буда, воҳиди он бо рад/с ифода мешавад. Дар ҳама нуқтаҳои ҷисми даврзананда суръати кунҷӣ ω як хел мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Барои аз анҳор об гирифтани чархфалак гузошта шудааст. Дар фосилаи 1,5 м аз тири он сатилчаҳо /ойгир сохта шудааст. Барои як маротиба пурра чарх задани чархфалак 24 с сарф шавад, кунчи гардиш, суръати хаттӣ ва суръати кунҷии сатилчаҳо чӣ қадар мешавад?

Дода шудааст:

Формулааш:

Ҳалл:

$$R = 1,5 \text{ м};$$

$$\Delta t = 24 \text{ с}.$$

Ёфтан лозим:

$$\Delta\varphi = ? \quad v = ?$$

$$\omega = ?$$

$$\Delta\varphi = 2\pi;$$

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta\check{s}}{R} \quad \Delta\check{s} = \Delta\varphi R;$$

$$v = \frac{\Delta\check{s}}{\Delta t};$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}.$$

$$\Delta\varphi = 2 \cdot 3,14 \text{ рад} = 6,28 \text{ рад};$$

$$\Delta\check{s} = 6,28 \cdot 1,5 \text{ м} = 9,42 \text{ м};$$

$$v = \frac{9,42 \text{ м}}{24 \text{ с}} \approx 0,4 \frac{\text{м}}{\text{с}};$$

$$\omega = \frac{6,28 \text{ рад}}{24 \text{ с}} \approx 0,26 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

Ҷавоб: $\Delta\varphi = 6,28 \text{ рад}; v \approx 0,4 \text{ м/с}; \omega \approx 0,26 \text{ рад/с}.$



Мафҳумҳои таъягоҳӣ: ҳаракати гирдхаттаи мунтазам, суръати хаттӣ, кунчи гардиш, радиан, градус, суръати кунҷӣ.



1. Нуқтаи радиусаш 10 см дар доира буда, ҳаракати мунтазам карда, нисфи доираро дар давоми 10 сония вақт тай кард. Суръати хаттии онро ёбед.

2. Ҳаракати чархи велосипед ё автомобили дар ҳаракат бударо нисбат ба замин ҳаракати гирдхатта гуфтан мумкин аст? Барои чӣ?



1. Чарх ҳангоми гардиш дар давоми 0,1 с ба 1 рад гардиш меҳӯрад. Суръати хаттии нуқтаи аз тири чарх дар фосилаи 5 см, 10 см ва 15 см бударо ёбед. Чарх бо кадом суръати кунҷӣ давр мезанад?
2. Нуқтаи аз тир дургарини чархи велосипед дар давоми 0,02 с 20 см камонро тай кард. Суръати велосипедро ёбед.
3. Нӯги ақрабаки дақиқаи 30 мм дарозидоштаи соат дар 10 дақиқа камони дарозияш 30 мм-ро тай мекунад. Суръати хаттӣ, кунҷи гардиш ва суръати кунҷии нӯги ақрабаки дақиқаро ёбед.
4. Агар радиуси доираи расми 47 1 м бошад, дарозии камон дар муқобили кунҷи 1 рад, 2 рад, 3 рад ва 3,14 рад барои ҳар як ҳолат чӣ қадар мешавад?
5. Сабадҳои чархфалаки боғи истироҳатӣ аз тири гардиш дар фосилаи 20 м насб карда шудааст. Барои як маротиба пурра чарх задани сабади чархфалак 10 дақиқа вақт сарф мешавад. Суръати хаттӣ ва суръати кунҷии сабад чӣ қадар мешавад?

§ 16. МУНОСИБАТҲОИ БАЙНИ БУЗУРГИҲОИ ТАВСИФКУНАНДАИ ҲАРАКАТИ ГИРДХАТТА

Муносибати байни суръати хаттӣ ва суръати кунҷӣ

Дар намунаи ҳалли масъалаи дар охири мавзӯи аввала овардашуда формулаи роҳи ҷисми ҳаракаташ гирдхаттаи мунтазам пайдо гардида буд:

$$\Delta \tilde{s} = \Delta \varphi R.$$

Ин формуларо ба формулаи суръати хаттӣ гузошта, ифодаи зеринро ҳосил мекунем:

$$v = \frac{\Delta \tilde{s}}{\Delta t} = \frac{\Delta \varphi R}{\Delta t} = \omega R.$$

Аз ин мебарояд, ки дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам муносибати байни суръати хаттӣ ва суръати кунҷӣ ба таври зерин мешавад:

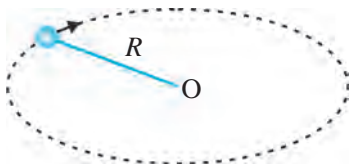
$$v = \omega R. \quad (1)$$

Муносибатҳои байни давр, басомади гардиш, суръати хаттӣ ва суръати кунҷӣ

Барои боз ҳам пурратар ифода кардани ҳаракати гирдхаттаи мунтазам аз мафҳумҳои даври гардиш ва басомади гардиш истифода бурда мешавад.



Вақти барои як маротиба давр задани ҷисм сарфшуда даври гардиш номида мешавад.



Расми 49. Ҳаракати саққои ба ришта басташуда

Даври гардиш бо T ишора карда мешавад. Воҳиди асосии он – сония (с).

Агар ҷисм дар давоми вақти Δt n маротиба гардиш карда бошад, дар он ҳолат даври гардиш T ба таври зерин муайян карда мешавад:

$$T = \frac{\Delta t}{n}. \quad (2)$$

Саққои ба ришта басташудаи расми 49 дар 8 с 20 маротиба чарх занад, даври гардиш ба таври зерин ёфта мешавад:

$$T = \frac{8}{20} \text{ с} = 0,4 \text{ с}.$$



Адади гардишҳои ҷисм дар воҳиди вақт басомади гардиш номида мешавад.

Басомади гардиш бо ν (ню) ишора карда мешавад. Воҳиди асосии он – 1/с.

Агар ҷисм дар вақти Δt n маротиба гардиш карда бошад, дар он ҳолат басомади гардиш ν ба таври зерин муайян карда мешавад:

$$\nu = \frac{n}{\Delta t}. \quad (3)$$

ҷисми ба ришта басташуда дар 8 с 20 маротиба чарх занад, басомади гардиш ба таври зерин ёфта мешавад:

$$\nu = \frac{20}{8} \frac{1}{\text{с}} = 2,5 \frac{1}{\text{с}}.$$

Муносибати байни даври гардиш T ва басомади гардиш ν :

$$T = \frac{1}{\nu} \quad \text{ё ки} \quad \nu = \frac{1}{T}. \quad (4)$$

Муносибати байни даври гардиш T ва суръати ҳаттӣ v :

$$T = \frac{2\pi R}{v} \quad \text{ё ки} \quad v = \frac{2\pi R}{T}. \quad (5)$$

Муносибати байни даври гардиш T ва суръати кунҷӣ ω :

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{ё ки} \quad \omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (6)$$

Муносибати байни басомади гардиш ν бо суръати ҳаттӣ v :

$$v = \frac{v}{2\pi R} \quad \text{ё ки} \quad v = 2\pi\nu R. \quad (7)$$

Муносибати байни басомади гардиш ν бо суръати кунҷӣ ω :

$$v = \frac{\omega}{2\pi} \quad \text{ё ки} \quad \omega = 2\pi\nu. \quad (8)$$

Аз ифодаҳо маълум мешавад, ки суръати кунҷии нуқтаи материалӣ баракси даври гардиши он, ба басомади гардиш бошад, дар муносибати мустақими пропорционалӣ мешавад. Ҳаракати мунтазами ҷисмҳо дар муддати ҳаракатҳои гирдхатта зиёд вомехӯрад. Масалан, парракҳои муҳаррики электрӣ, ҳамроҳҳои сунъии бинобар орбита ҳаракаткунандаи Замин ва ҳоказо. Вазъияти ҷисмҳои дар фосолаи якхелаи вақт бо суръати якхела ҳаракаткунандаро дар намуди математикӣ ифода кардан осон аст.

Намунаи ҳалли масъала

Автомобили «Нексия» бо суръати 90 км/соат мунтазам ҳаракат мекунад. Агар радиуси чархи автомобил 40 см бошад, даври гардиш, басомади гардиш ва суръати кунҷии чархро ёбед.

<p><i>Дода шудааст:</i></p> <p>$v = 90 \text{ км/соат} = 25 \text{ м/с};$ $R = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}.$</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p><i>Ёфтан лозим:</i></p> <p>$T = ? \quad v = ? \quad \omega = ?$</p>	<p><i>Формулааш:</i></p> <p>$T = \frac{2\pi R}{v};$ $v = \frac{1}{T};$ $\omega = 2\pi\nu$</p>	<p><i>Ҳалл:</i></p> <p>$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4}{25} \text{ с} \approx 0,1 \text{ с};$ $v = \frac{1}{0,1} \frac{1}{\text{с}} = 10 \frac{1}{\text{с}};$ $\omega = 2 \cdot 3,14 \cdot 10 \frac{\text{рад}}{\text{с}} = 62,8 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$</p>
---	--	---

Ҷавоб: $T \approx 0,1 \text{ с}; v = 10 \text{ 1/с}; \omega = 62,8 \text{ рад/с}.$



Мафҳумҳои таъягоҳӣ: роҳи тайкардаи ҷисми ҳаракаташ гирдхаттаи мунтазам, даври гардиш, басомади гардиш.



1. Суръати автомобил 20 м/с, диаметри чархи он 64 см аст. Суръати кунҷии чархи автомобилро ёбед.
2. Ҷисм бо суръати 10 м/с сарсари доираи радиусаш 2 см ҳаракат мекунад. Басомади гардиши онро ёбед.

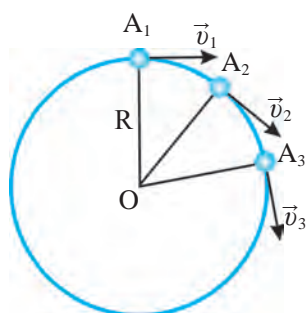


1. Сабади чархфалак дар 1 дақиқа 2 маротиба чарх мезанад. Суръати ҳаттӣ ва суръати кунҷии сабади дар фосолаи 1 м аз тире чархфалак насбшударо ёбед.

2. Велосипед бо суръати 10 м/с мунтазам ҳаракат мекунад. Агар радиуси чархи велосипед 30 см бошад, даври гардиш, басомади гардиш ва суръати кунҷии онро ёбед.
3. Суръати ҳагӣ ва кунҷии ҷисми дар экватори ҷураи Замин истодаро ёбед. Радиуси Заминро ба 6400 км баробар гуфта гиред.

§ 17. ШИТОБИ МАРКАЗРАВ

Самти суръати ҳаракати ҳамвор дар саросари давра



Расми 50. Самти суръати ҳаракати ҳамвор

Саққо саросари доираи радиусаш R мунтазам ҳаракат намояд. Саққо дар давоми ҳаракати худ дар муддати вақти Δt аз нуқтаи A_1 ба нуқтаи A_2 яъне дар давоми ҳамин қадар вақт аз нуқтаи A_2 ба нуқтаи A_3 гузарад (расми 50).

Саққо дар ҳаракати гирдхатта дар давоми вақти маълуми Δt Δs камонро тай мекунад. Вақти Δt ро хеле хурд гуфта гирем, суръати лаҳзагии ин лаҳзаро метавонем ёбем. Барои ҳаракати мунтазам қардани саққо суръати он дар нуқтаҳои A_1 , A_2 , A_3 аз ҷиҳати ададӣ як хел мешавад. Лекин самти онҳо гуногун мешавад.

Барои он ки дар давоми ҳаракати гирдхатта самти ҳаракат тағйир ёфта меистад, сати суръати ҳар як лаҳза моро ба худ ҷалб мекунад. Ҳаракати мунтазам инро аз самти шарораҳои аз қорд пайдошаванда донистанамон мумкин аст (расми 51). Аз ин мебарояд, ки суръати ҳар як нуқтаи доира, чунонки дар расми 50 нишон дода шуд, ба радиуси доира дар самти перпендикуляр мешавад. Самти лойу обу аз чархи автомобили дар роҳи барфнок ё обдор ҳаракаткунанда пош мехӯрда ҳам ба доира ба равиши расанда (уринма) мешавад. Дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам барои он ки самти суръат ба таври мунтазам тағйир меёбад, дар ҳисобкунӣ онро скалярӣ не, балки ба сифати бузургии векторӣ гирифтани мон лозим аст.

Шитоб дар ҳаракати мунтазами саросари доира

Дар шитоби ҷисме, ки ҳаракати собитшитоби ростхатта мекунад, бо гузашти вақт самти ҳаракат тағйир намеёбад. Мо фақат тағйирёбии миқ-

дори суръат ва ба таври зерин будани намуди векторро дида будем:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t}. \quad (1)$$

Дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам бошад, миқдори суръат тағйир намеёбад, фақат самт тағйир менамояд. Барои он ки вектори суръат бузургӣ аст, модули дуто вектор баробар буда, лекин самташ гуногун бошад, ҳосили тарҳи ин гуна векторҳо, мекунем, ки ба сифр баробар нест (расми 52).

Инро дар ҳаракати сакқои дар расми 50 тасвиршуда бинем, дар давоми вақти Δt ҳосили тарҳи векторҳои суръат $\vec{v}_2 - \vec{v}_1$ ё $\vec{v}_3 - \vec{v}_2$ аз сифр фарқ мекунад. Аз ин мебарояд, ки вектори суръат тағйир меёбад. Тағйирёбии суръат бошад, дар ҳаракати гирдхатта аз мавҷудияти шитоб дарак медеҳад. Аз формулаи (1) барои ҳаракати дар давоми вақти Δt аз нуқтаи A_1 ба нуқтаи A_2 гузаштани сакқо шитоб ба таври зерин ифода карда мешавад:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}_2 - \vec{v}_1}{\Delta t}. \quad (2)$$

Шитоби лаҳзавии ҷисми саросари доираи радиусаш R ки бо суръати \vec{v} ҳаракати мунтазам мекунад, ба таври зерин ёфта мешавад:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v}^2}{R}. \quad (3)$$

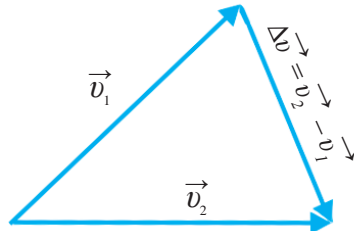
Аз формула дар ҳаракати гирдхатта радиуси доира ҳар қадар хурд бошад, шитоб ҳамон қадар калон буданаширо метавонем мушоҳида кунем. Бо радиуси доира калон шуда, ба хати рост наздик шудан қимати шитоб кам гардида, ба сифр наздик мешавад. Дар ҳаракати мунтазами ростхатта бошад, векторҳои суръат болои ҳам меистанд. Дар натиҷа қимати суръат ва самтҳо як хел гардида, шитоб ба сифр баробар мегардад.

Самти шитоб дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам

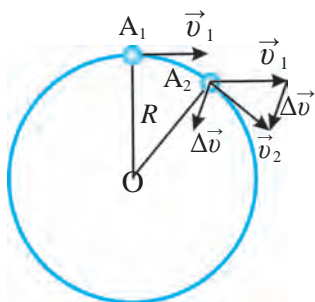
Ҳангоме, ки сакқои ҳаракаташ гирдхаттаи мунтазам аз нуқтаи A_1 ба нуқтаи A_2 мегузарад, ҳосили вектори суръатҳо $\Delta \vec{v} = \vec{v}_2 - \vec{v}_1$ аз вектори



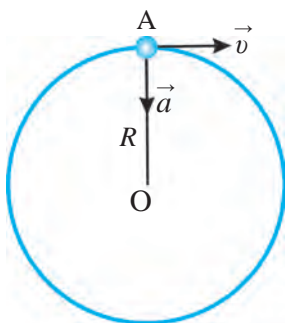
Расми 51. Самти суръат дар ҳаракати гирдхатта



Расми 52. Фарқи векторҳои модулашон баробар, самташон гуногун



Расми 53. Ҳосили тарҳи вектори суръатҳо дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам



Расми 54. Самти шитоби марказрав

\vec{v}_2 \vec{v}_1 тарҳ гардидан самти вектори ҳосили тарҳ $\Delta\vec{v}$ дар расми 53 нишон дода шудааст.

Дар ҳаракати доираи векторӣ шитоб бо вектори тарҳи суръатҳо ҳамсамт аст. Инро аз формулаи 2 медонем. Дар расм саршавии векторӣ $\Delta\vec{v}$ -ро ба нуқтаи A_2 кучонем ва чӣ қадаре ки нуқтаи A_2 нуқтаи A_1 наздик бошад, ҳамон қадар самти вектори $\Delta\vec{v}$ ба сӯйи марказ равона буданаш мушоҳида мешавад. Аз ин сабаб самти вектори \vec{a} ба сӯйи марказ равона мегардад. (Расми 53)

Бинобарин ин шитоби ҷисми ҳаракати мунтазами гирдхаттакунандаро, шитоби марказрав меноманд. Инак барои ҷисмро чарх занондан ёро бо тарзи доимӣ бо шитоби марказрав ба ҳаракат овардан зарур будааст. фақат дар ҳамин ҳолат ё ҳаракат гирдхатта менамояд.

Намунаи ҳалли масъала

Радиуси велосипед дар давраи A_5 м дар роҳи давра ба ҳисоби линёна 10 м/с суръат ҳаракат мекунад суръати собтшитоби онро ёбед.

Дода шудааст:	Формула:	Ҳал:
$R = 25$ м; $v = 10$ м/с.	$a = \frac{v^2}{R}$	$a = \frac{10^2}{25} \frac{м}{с^2} = 4 \frac{м}{с^2}$
Ёфтан лозим: $a = ?$		Ҷавоб: $a = 4$ м/с ² .



Мафҳумҳои таҷриба: шитоб дар ҳаракати гирдхатта, шитоби марказрав..



1. Ронанда ба автомобил ба чойи чархҳои радиусаш 30 см чархҳои 32 см насб кард. Агар спидометр суръати 60 км/соатро нишон диҳад, ин автомобил дар асл бо кадом суръат ҳаракат мекунад?
2. Чаро шитоби дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам намоёнбуда шитоби марказрав номида мешавад?



1. Саққои ба риштаи дарозияш 25 см басташуда бо суръати хаттии 5 м/с чарх мезанад. Шитоби марказрави саққоро ёбед.
2. Автомобил бо суръати 90 км/соат ҳаракати мунтазам мекунад. Агар радиуси чархи автомобил 35 см бошад, шитоби марказрави нуктаи канори чархро ёбед.
3. Диски чархи радиусаш 12 см дар 1 дақиқа 1200 маротиба чарх мезанад. Шитоби марказрави дуртарин нуктаро аз тири гардиши чарх муайян кунед.
4. Велосипед бо суръати 12 м/с ҳаракат мекунад. Шитоби марказрави нуктаи канори чарх 250 м/с² аст. Радиуси чархи велосипед чӣ қадар аст?
5. Радиуси парраги вентилятор 15 см, басомади гардиши он 20 1/с аст. Суръати хаттӣ ва шитоби марказрави нуктаи нӯги паррак, суръати кунҷӣ ва даври гардиши парраки вентиляторро ёбед.

ХУЛОСАҲОИ БОБИ III

- ◆ Чисми ҳаракаташ гирдхаттаи мунтазам дар масофаи вақтҳои баробари ихтиёрӣ камонҳои баробарро тай мекунад.
- ◆ Суръати хаттии чисми ҳаракаташ гирдхаттаи мунтазам: $v = \frac{\Delta \check{s}}{\Delta t}$.
- ◆ Суръати кунҷии чисми ҳаракаташ гирдхаттаи мунтазам: $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$.
- ◆ Муносибати байни суръати хаттӣ ва суръати кунҷӣ дар ҳаракати гирдхаттаи мунтазам: $v = \omega R$.
- ◆ Даври гардиш – вақти барои як маротиба давр задани чисм сарфшуда: $T = \frac{\Delta t}{n}$.
- ◆ Басомади гардиш – адади гардишҳо дар воҳиди вақт: $\nu = \frac{n}{\Delta t}$.
- ◆ Формулаҳои даври гардиш: $T = \frac{1}{\nu}$, $T = \frac{2\pi R}{v}$, $T = \frac{2\pi}{\omega}$.
- ◆ Формулаҳои басомади гардиш: $\nu = \frac{1}{T}$, $\nu = \frac{v}{2\pi R}$, $\nu = \frac{\omega}{2\pi}$.
- ◆ Чисми бо суръати хаттии v саросари доираи радиусаш R ҳаракаткунанда дорои штоб аст: $a = \frac{v^2}{R}$. Вектори штоб \vec{a} барои он ки ба тарафи маркази доира равона шудааст, шитоби марказрав номида мешавад.
- ◆ Кунҷи як маротиба пурра чархзанӣ: $\varphi = \frac{2\pi R}{v} = 2\pi \text{ рад} = 360^\circ$.

МАШҚҲОИ ИЛОВАГӢ ОИД БА БОБИ III

1. Саққои ба риштаи 50 см басташуда дар дақиқае 36 мартиба чарх мезанад. Суръатҳои хаттӣ, кунҷӣ, басомади гардиш ва даври гардиши онро ёбед.
2. Парраки вентилятори радиусаш 20 см бо суръати хаттии 25 м/с давр мезанад. Давр ва басомади гардиш ва суръати кунҷии парраки вентиляторро ёбед.
3. Басомади гардиш ва суръати хаттии Моҳро дар атрофи Замин ёбед. Даври гардиши Моҳ дар атрофи замин 27 шабонарӯзу 7 соату 43 дақиқа аст, Масофаи аз маркази Замин то Моҳро $3,9 \cdot 10^8$ м гуфта гиред.
4. Даври гардиши Замин дар атрофи Офтоб 365 рӯзу 5 соату 48 дақиқаву 46 сония аст. Басомади гардиш ва суръати хаттии Заминро дар атрофи Офтоб ёбед. Масофаи аз Замин то офтобро $1,5 \cdot 10^{11}$ гуфта гиред.
5. Басомади гардиш ва шитоби марказрави ҷисми дар экватор истодаро нисбат ба маркази Замин ёбед. Радиуси заминро 6400 км гуфта гиред.
6. Бо ёрии ғарғараки барабани диаметраш 12 см бор бо суръати 1 м/с бардошта мешавад. Басомади гардиши барабани ғарғаракро ёбед.
7. Қатори дар чойи тобхӯрии хамгашти радиусаш 1000 м бо суръати 54 км/соат ҳаракат мекунад. Шитоби марказрави қатораро ёбед.
8. Ҳангоми бо суръати 90 км/соат ҳаракати автомобил басомади гардиши чархҳои 10 1/с бошад, шитоби марказрави нуқтаҳои заминраси чарх чӣ қадар мешавад?
9. Ақрабаки дақиқаи соат аз мили сония 3 маротиба дароз аст. Нисбати суръатҳои хаттии дарозии милҳоро ёбед.
10. Дар ҳаракати саросари даври ҷисм радиуси даври он 2 маротиба афзуда, суръаташ 2 маротиба кам шуда бошад, даври гардиши он чӣ гуна тағйир меёбад?
11. Нисбати шитоби афтиши озодро дар сатҳи Замин ба шитоби марказрави Моҳ ҳисоб кунед. Радиуси орбитали Моҳ 60 ба радиуси Замин баробар аст.

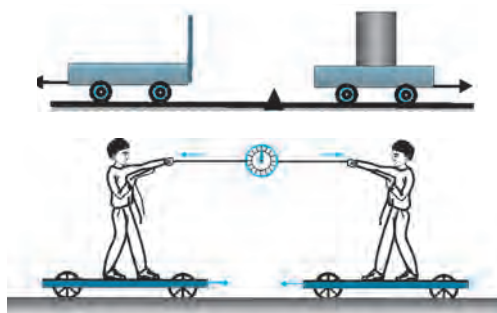
АСОСҲОИ ДИНАМИКА

Мо дар фасли кинематика барои содда омӯхтани ҳаракати ҷисм қувваҳои ба ҷисм таъсиргуздорандаро ба эътибор нагирифта будем. Дар бораи ҳаракати ростхаттаи мунтазам ва ғайримунтазам ҳам маълумот пайдо кардем. Ба намуди гуногун ифода шудани ҳаракатҳои пешраванда ва гирдхаттаи ҷисро низ омӯхтем.

Акнун мо ба саволҳои чаро ҷисмҳо собитшитоибанд, омилҳои ба шитоб водоркунандаи онҳо аз ҷиҳи иборат аст, ҷавоб меёбем. Модоме ки ҳамин тавр аст, диққати моро бидуни шубҳа, ба массаи ҷисмҳо ва қувваҳои байни онҳо таъсиррасон вобастагии дигаргуниҳои дар ҳаракати ҷисм содиршаванда ба худ ҷалб мекунад.

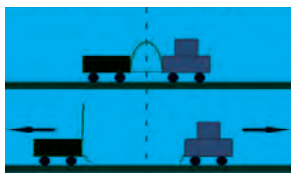
Ба қувваҳои ба он таъсиргуздоранда вобаста будани дигаргуниҳои ҳаракати ҷисм дар фасли *динамикаи* механика омӯхта мешавад. Динамика аз калимаи юнонии *dynamikas* гирифта шуда, маънои қувваро дорад.

Боби IV. ҚОНУНҲОИ ҲАРАКАТ



Боби V. ҲАРАКАТИ ҶИСМҲО БО ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ БЕРУНА





Боби IV. ҚОНУНҲОИ ҲАРАКАТ

Дар дарсҳои гузашта нисбӣ будани ҳар як ҳаракатро омӯхтем. Вобастагии байниҳамдигарии як ҳаракат бо сабабҳои ба он оваранда расонанда ҳангоме, ки дар системаи ҳисоби гуногун дида мешавад, натиҷаҳои аз ҳамдигар куллан фарқкунанда гирифта хоҳад шуд. Ҳаракат ва вобастагии байни сабабҳои он ҳангоми нисбат ба баъзе аз системаҳои ҳисоб дидан бошад, намуди хеле содда дорад. Яке аз чунин системаҳо, масалан, Замин аст. Аз ҳамин сабаб ҳангоми омӯхтани динамика Заминро системаи ҳисоб гуфта гирифтани мумкин аст.

Қонунҳои асосии динамика се то буда, онҳо қонунҳои ҳаракат номида мешаванд. Онҳо, ки соли 1687 аз ҷониби олими англис Исаак Нютон эълон гардидааст, натиҷаҳои таҷрибаҳои бисёрасринаи инсониятро умумӣ карданд ва ба зинаи нав бароварданд. Ба як низом даровардани донишҳо оиди динамика ва барои истифода созгор будан ба намуди математикӣ ифода кардан барои рушди илм ва техника такони қалон гардид. Ин қонунҳо ба шарафи ӯ қонунҳои Нютон номида мешаванд.

§ 18. ТАЪСИРИ БАЙНИҲАМДИГАРИИ ҶИСМҲО. ҚУВВА

Таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо

Ҷисми ором истода дар натиҷаи таъсири байниҳамдигарии дигар ҷисмҳо метавонад ба ҳаракат ояд. Ҷисми ҳаракаткунанда дар натиҷаи ин гуна таъсир суръат ё самти ҳаракатро дигар мекунад.



Расми 55. Таъсири байниҳамдигарии оҳан ва оҳанрабо

Таҷриба. Пӯкаки ба болаш порчаи оҳанин гузоштаро ба рӯи оби зарф гузоред. Агар ба оҳани рӯи об оҳанрабо наздик карда шавад, пӯкак бо оҳани болаш якҷоя ба ҷониби оҳанрабо шино мекунад (расми 55). Сабаби ҳаракати қисми оҳан бо магнит таъсири байниҳамдигарии он мебошад. Тўбчаи дастатонро рост ба боло партоед, он ба боло бо суръати ибтидоии v_0 ҳаракат мекунад. Дар ин ҳолат ба тўбча шумо таъсир расонед. Ҳар қадар ба боло равад, дар таъсири ҷозибаи Замин суръати тўбча кам шудан мегирад. Ҳангоми ба баландии маълум баромадан суръ-

аташ ба сифр баробар шуда, меистад ва сипас ба ҷониби поён мефурояд. Саққои дар рӯи миз ором истодаро тела диҳед, он аз ҷояш мечунбад. Он ба ҳаракат меояд, аммо дар таъсири соиши саққо ва сатҳи миз ҳаракати саққо оҳиста шуда, меистад.

Қувва



Расми 56.

Дар зери таъсири қувва қат шудани хаткӯркунак

Таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо аз ҷиҳати миқдор мумкин аст, ки гуногун шавад. Масалан, саққои металлро одами калонсол нисбат ба бачаи хурд дуртар мепартояд. Штанкаи 100 кг-ро ҳама ҳам бардошта наметавонад. Лекин вазнбардор (штангист) онро бо даст мебардорад.

Таъсири механикӣ мумкин аст ба воситаи ба ҳамдигар бевосита расидани ҷисмҳо (дар алоқа буданаш) ё майдони онҳо содир мешавад. Масалан, дар ҳолатҳое мисли кашидан, тела додан ё бардоштани бори дар замин истода, пружинаро кашидан ё фишор додан, риштаро тофтани (тоб додан) таъсир ба воситаи ба ҳамдигар расидани ҷисмҳо рӯй медиҳад. Ҳамчунин, таъсир ба порчаи оҳан (расми 55) ба воситаи майдони магнитӣ, ба замин кашиши ҷисмҳо бошад, дар натиҷаи майдони гравитатсионӣ ба вучуд меояд. Дар физика бештар ба ҷисми таҳлилшаванда кадом ҷисм чӣ гуна таъсир расонданиш нишон дода нашуда, муҳтасар фақат ба ҷисм қувва таъсир мерасонад, гуфта мешавад. Барои тавсиф кардани таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо мафҳуми бузургии физикӣ - қувва дохил карда мешавад. Аз ин мебарояд, ки қувва сабаби тағйирдиҳандаи суръати ҷисм будааст. Дар таъсири қувва суръати ҳама қисми ҷисм тағйир наёфта, балки суръати як қисм мумкин аст, тағйир ёбад. Масалан, як қисми хаткӯркунак пахш карда шавад, шакли он тағйир меёбад, яъне, деформатсия мешавад (расми 56). Дар ҳамаи мисолҳои дар боло овардашуда ҷисм таҳти таъсири ҷисми дигар ба ҳаракат меояд, меистад ё самти ҳаракати худро тағйир медиҳад, яъне, суръаташ тағйир меёбад.



Бузургии физикии тавсифкунандаи таъсири як ҷисм ба ҷисми дигар ва омили шитобгирии ҷисм қувва номида мешавад.

Қувва бо ҳарфи F ишора карда мешавад ва дар СВБ ба сифати воҳиди он нютон (Н) қабул гардидааст. Дар амал ҳангоми чен кардани қувва миллинютон (мН) ва килонютон (кН) ҳам истифода мешавад. Дар ин ҳол:

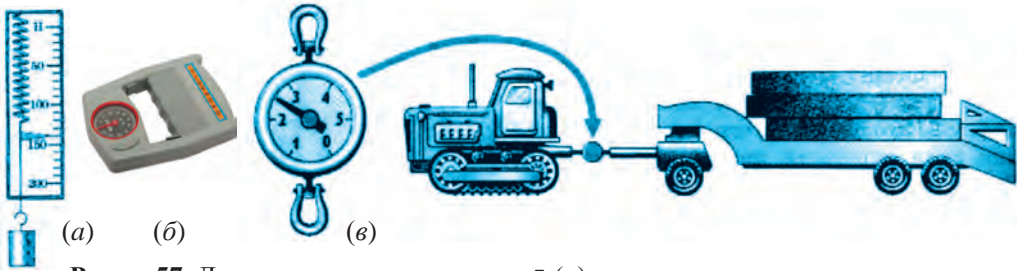
$$1 \text{ Н} = 1000 \text{ мН}; \quad 1 \text{ кН} = 1000 \text{ Н}.$$

Қувва бузургии векторӣ буда, ба ғайр аз қимати ададӣ самт ва нуқтаи таъсиргузорандаи онро дақиқ нишон доданамон лозим аст (расми 14).



Қувва бо ёрии динамометр чен карда мешавад.

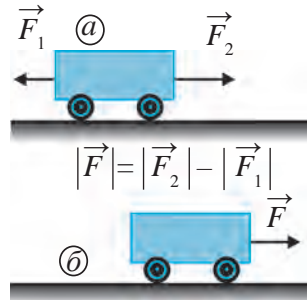
Динамометрҳо бинобар мақсади истифода гуногун мешаванд. Дар расми 57 баъзеи онҳо тасвир шудаанд.



Расми 57. Динамометрҳои аз ҳама оддӣ (а), ченкунандаи қувваи панҷаи даст (б) ва ченкунандаи қувваҳои калон (в).

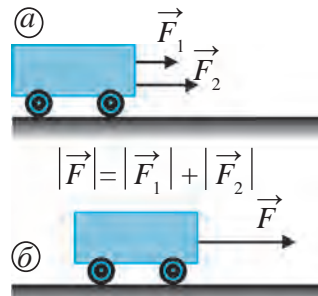
Чамъ кардани қувваҳо

Агар ба ягон ҷисм якчанд қувва таъсир расонад, барои содда кардани масъала таъсири ҳамаи онҳоро дар намуди як қувва ифода кардан мумкин аст. Барои он ҳосили чамъии вектории ҳамаи қувваҳоро ёфтанамон лозим аст. Масалан, ба аробача ба дарозии як хати рост дар самти муқобил қувваҳои $\vec{F}_1 = 3 \text{ Н}$ ва $\vec{F}_2 = 5 \text{ Н}$ таъсир расонанд (расми 58 а). Суммаи ин қувваҳои вектор $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ аз ҷиҳати миқдор 8 Н нест, балки ба 2 Н баробар аст.

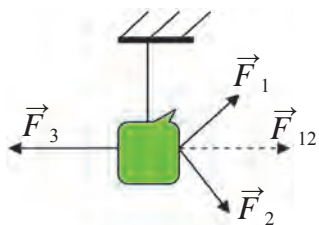


Расми 58. Қувваҳои ба ҳамдигар муқобил (а) ва суммаи онҳо (б)

Акнун ҳарду қувва ба як тараф равона шуда бошад (расми 59 а). Дар ин ҳолат бузургии ду қувва мустақиман чамъ мешавад. Қувваи натиҷавӣ $|\vec{F}| = 8 \text{ Н}$ буда, аробача таҳти таъсири ин қувва ба тарафи рост бо суръати баландтар ҳаракат мекунад (расми 59 б). Ба дарозии як хати рост дуто не, балки аз он беш қувваҳо таъсир расонанд, қувваи натиҷавӣ бо назардошти самти ҳар як қувва бузургиҳои онҳо чамъ ё тарҳ карда мешавад.



Расми 59. Қувваҳои ба як самт равонгардида (а) ва суммаи инҳо (б)



Расми 60. Мувозинати се қувва

Масалан, бигзор, борро се қувва кашад (расми 60). Таъсиргузори баробари қувваҳои \vec{F}_1 ва \vec{F}_2 баробар аст. Барои он ки қувваҳои $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 = \vec{F}_{12}$. \vec{F}_{12} ва \vec{F}_3 ба ҳамдигар баробар ва муқобил равона карда шудаанд, баробар таъсиркунандаи онҳо $\vec{F}_{12} + \vec{F}_3 = \vec{F} = 0$ мешавад. Дар натиҷа ин бор дар ҳолати мувозинат овезон шуда меистад.



Мафҳумҳои таърифи: таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо, қувва, воҳиди қувва – Нютон.



1. Китоб дар болои миз ҳоб аст. Он бо таъсири кадом қувваҳо ором ҳобидааст? Самти векторҳои қувваро нишон дода, нақша кашед.
2. Дар натиҷаи таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо ба ҷараёнҳои ба ҳаракат омадани тўб ё тағйирдиҳии самти ҳаракат мисолҳо биёред.

§ 19. ҚОНУНИ ЯКУМИ НЮТОН — ҚОНУНИ ИНЕРСИЯ

Инерсияи ҷисм

Таҷриба ва мушоҳидаҳо худ ба худ тағйир наёфтани суръати ҷисмро нишон медиҳанд. Ба тўби дар майдон истода, агар касе таъсир расонад, он ба ҳаракат меояд. Дар натиҷаи таъсир на танҳо миқдори суръати ҷисм, балки самти ҳаракат ҳам тағйир меёбад.

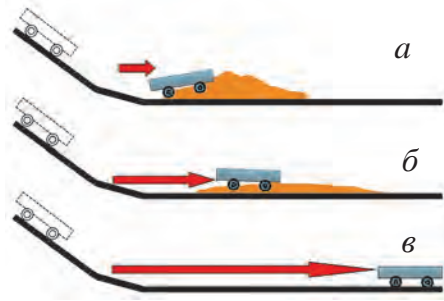


Тағйирёбии суръати ҷисм (миқдор ё самт) дар натиҷаи таъсири дигар ҷисмҳо ба он ба вучуд меояд.

Барои шитоб гирифтани ҷисм ба он ягон ҷисми дигар ё системаи ҷисмҳо бояд таъсир расонанд. Ба ин саққо саққои дигар омада зананд, саққои ором истода шитоби a_1 гирифта, ба ҳаракат меояд. Дар баробари ин, саққои омада зада ҳам суръаташро тағйир медиҳад, яъне шитоби a_2 мегирад. Тағйирёбии суръат, яъне, шитоб гуфта, на танҳо миқдори суръат, эҳтимол доштани тағйиршавии самтро ҳам ба ёд доштан лозим аст. На танҳо барои ба ҳаракат овардани ҷисми ором, балки барои нигоҳ доштани ҷисми дар ҳаракатбуда ҳам истифода

бурдани қувва зарур аст. Инерсия (аз латинии беҳаракатӣ, бефаъолиятӣ) аз хосиятҳои асосии ҷисмҳо буда, дар таъсири ҷисмҳои дигар чӣ гуна шитоб гирифтани ҷисм ба он вобаста аст.

Таҷриба гузаронда мебинем. Ба муқобили аробачаи аз нишебӣ фурмадаистода рег пур мекунем. Ароба ба садди қумнок омада зада меистад (расми 61 а). Агар қум камтар парешида шавад, он ба масофаи калонтар рафта меистад (расми 61 б). Агар умуман, рег парешида нашавад, дар натиҷаи муқобилияти кам ароба ба масофаи боз ҳам дуртар рафта меистад (расми 61 в). Муқобилият ҳар қадар кам карда шавад, ҳамон қадар ҳаракати мунтазами ростхатта суръат мегирад.



Расми 61. Таъсири монеаҳои гуногун ба ҳаракати аробача



Таъсири ҷисмҳои дигар ҳар қадар кам бошад, миқдори суръати ҳаракати ҷисм ҳамон қадар кам тағйир меёбад ва траекторияи ҳаракати он ба хати рост ҳамон қадар наздик мешавад.

Агар ба ҷисм аз ҷониби ҷисмҳои дигар ягон хел қувва таъсир нарасонад, он чӣ гуна ҳаракат мекунад? Оё инро дар таҷриба дидан мумкин аст? Дар ибтидои асри XVII олими итолӣ Галилей Галилео ҳаракат кард, ки ба ин саволҳо бо ёрии таҷриба ҷавоб диҳад. Дар натиҷа муайян гардид, ки агар ба ҷисм ҷисмҳои дигар таъсир нарасонанд, он дар ҳолати ором мешавад ё нисбат ба Замин ҳаракати мунтазами ростхатта мекунад. Ба намоён шудани инерсия бисёр рӯбарӯ меоем. Масалан, агар велосипеди ҳаракаташ тез ба монеа рӯбарӯ шавад, велосипедрон ба пеш мепарад (расми 62). Чунки дар ин ҳолат ӯ ҳолати дар ҳаракатбудаи худро яқбора нигоҳ дошта наметавонад. Автобус ноҳост ба ҳаракат ояд, одами дохили он ақибнокӣ меравад. Сабаби он танаи одами оромбуда яқбора ба ҳаракат омада наметавонад.



Расми 62. Ба монеа бархӯрдани велосипед



Агар ба ҷисм таъсири ҷисмҳои дигар набошад, хосияти нигоҳдории ором ё ҳаракати мунтазами ростхаттаи худ инерсия номида мешавад.

Ба туфайли мавҷудияти инерсия суръати ҷисмро ноҳост зиёд ё кам кардан намешавад. Барои тағйир додани ҳолати ҷисм вақти маълум лозим аст.

Автомобили бо суръати маълум ҳаракаткунанда якбора нигоҳ дошта наметавонад. Барои нигоҳ доштани таркиби қаторай бо ҳамин суръат омадаистода боз ҳам бештар вақт ва масофа лозим меояд. Бинобар ин, пеши роҳи воситаи нақлиётро бурида гузаштан хеле хатарнок аст.

Роҳи дар давоми нигоҳ доштан паймудаи воситаи нақлиёт масофаи тормозкунонӣ номида мешавад.

Қонуни якуми Нютон



Исаак Нютон

Нютон ба ҳулосаҳои олимони аз худаш пеш гузашта ва натиҷаҳои мушоҳида ва таҷрибаҳои худ асоснок карда, қонуни инерсияро чунин таъриф кардааст:

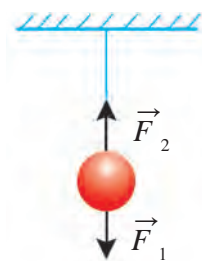


То ба ҷисм қувва таъсир расонда, онро аз ҳолати ором ё ҳаракати мунтазами ростхатта набарорад, он ҳамин ҳолаташро нигоҳ медорад.

Ин қонун *Қонуни якуми Нютон* номида мешавад. Онро ба таври дигар ҳам таъриф кардан мумкин аст:



Агар ба ҷисм ҷисмҳои дигар таъсир нарасонанд, он доимо бо суръати якхела ҳаракат мекунад ё ҳолати ороми худро нигоҳ медорад.



Расми 63. Мувозинати қувваҳо

Ба саққои ба ришта овехташуда қувваи ҷозибаи Замин \vec{F}_1 таъсир расонида, барои ба поён фурувардан ҳаракат кунад, ришта бо қувваи \vec{F}_2 онро ба боло кашида, барои афтодани он роҳ намедихад (расми 63). Дар натиҷа саққо дар ҳолати овезон ором меафтад. Агар ришта канда шавад, ҷисм ба поён меафтад. Дар ин ҷо хотиррасон кардани мисоли Ибни Сино дар бораи афтодани ишқом, ки дар саҳифаи 6 оварда шудааст, бамаврид аст. Яъне ишқом ба

сабаби баробарии ду қувваи ба он таъсиррасон дар мувозинат истода буд. Баъди ҳазф кардани таъсири устуни ба боло бардошта меистода бошад, бо таъсири қувваи вазнинӣ ишқом ба ҳаракат омад ва афтод.

Аз ин мебарояд, ки мувозинати қувваҳои таъсиррасон, яъне суммаи вектори онҳо дар ҳолати ба сифр баробар будан ҳам ҷисм ҳолати ороми худ ё ҳаракати мунтазами ростхаттаро ҳифз мекунад.

Қонуни якуми Нютонро ба таври зерин фаҳмондант мумкин аст:

1. То ба ҷисми дар ҳолат ором истода, яъне, $v = 0$ ҷисмҳои дигар таъсир нарасонад, он ҳолати ороми худро ҳифз мекунад. Ин ҷисм баъди таъсир расондани ҷисмҳои дигар ба ҳаракат омаданаш мумкин аст.

Масалан, то ба тӯби дар майдон ором истода ҷисми дигар – пойи футболбоз таъсир нарасонад, он ҳолати ороми худро ҳифз мекунад (расми 64). Тӯб лағад зада шавад, яъне, ба он ягон ҷисм таъсир расонад, ҳолати ороми он барбод мешавад ва он ба ҳаракат меояд.

Ба ҳамин монанд ба равонқатор (вагон)-и ором истода то ҷисми дигар – тепловоз таъсир нарасонад, он аз ҷояш намечунбад.

2. Ба ҷисм ҷисмҳои дигар таъсир нарасонанд, он ҳаракати мунтазами ростхаттаи худро ҳифз мекунад.

Масалан, ҳангоми тӯбро лағад задан он суръати ибтидоӣ v_0 мегирад. Тӯб нисбат ба замин дар зери кунҷ бо суръати доимӣ v_0 бояд ҳаракати мунтазами ростхатта кунад.

Лекин тӯб бо қувваи ҷозибаи Замин ва таъсири муқобилияти ҳаво ҳаракати гирдхатта мекунад (расми 65).



Расми 64. Тӯб лағад зада нашавад, он ҳолати оромиро нигоҳ медорад



Расми 65. Ҳаракати тӯби задашуда



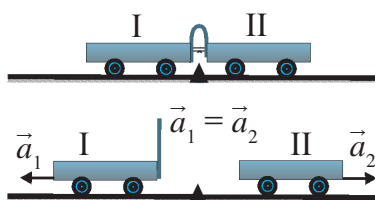
Мафҳумҳои таърифи: инерсияи ҷисм, қонуни якуми Нютон.



1. Дар автобусе, ки бо суръати баланд ҳаракат дорад, ронанда якбора тормозро пахш кунад, мусофирон чӣ гуна ҳаракат мекунанд? Ба фикри Шумо суръати ин ҳаракати ноҳост шурӯъшуда ба кадом бузургӣҳо вобаста аст?
2. Суммаи сето векторҳои қувваи ба ҷисм нисбати ҳамдигар дар зери кунҷ таъсиррасонандаро дар нақша кашида бинед.

§ 20. МАССАИ ЧИСМ

Инертии ҷисмҳо

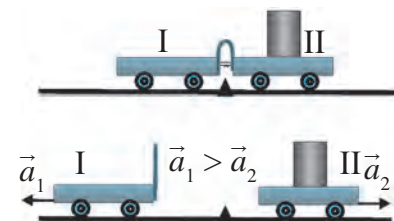


Расми 66. Ҳаракати аробачаҳои инертиашон якхела

Тачриба. Дуто аробачаи якхеларо, ки ба яке пластинкаи чандирӣ маҳкам карда шудааст, чун дар расми 66 нишондодшуда ба болои миз мегузorem. Риштаеро, ки пластинкаи қатшударо кашида меистад, чудо кунем, пластинкаи чандирӣ ба дуто ароба як хел таъсир расонда, онҳоро ба ду тараф тела медиҳад. Дар ин ҳолат ҳар ду аробача як хел шитоб мегиранд, яъне:

$$\vec{a}_1 = \vec{a}_2.$$

Акнун ба болои аробачаи дуум бор гузошта, таҷрибаи болоиро такрор мекунем (расми 67). Лекин дар ин ҳол аробачаи якум назар ба аробачаи дуум дуртар рафта меистад, яъне шитоби гирифтаи аробачаи якум нисбат ба дуумӣ калон мешавад:



Расми 67. Ҳаракати аробачаҳои инертиашон ҳархела

$$\vec{a}_1 > \vec{a}_2.$$

Миқдори бори ба болои аробачаи дуум гузошташуда дар расми 67 ҳар қадар афзун гардад, шитоби гирифтаи он ҳамон қадар хурд мешавад. Яъне, ҳар қадар, ки бор калон бошад, тағйир додани ҳолати оромии он ҳамон андоза душвор мегардад.



Ҳосияти ҳифзи ҳолати ором ё ҳаракати мунтазами ростхаттаи ҷисм ҳангоми ба он ҷисми дигар таъсир нарасонидан инертӣ номида мешавад.

Ҳангоми ба ҷисм таъсир расонидани қувва бузургӣ ё хурдии инертии ҳамин ҷисм намоён мегардад. Дарҳақиқат, нисбат ба штанга гантелро бардоштан, яъне ба ҳаракат овардан осон аст. Зеро инертии гантел нисбат ба штанга хурд аст. Мошинаи бозичаро бо дастамон тела диҳем, он ҳаракат мекунад. Аммо барои тела дода, ба ҳаракат даровардани мошинаи ҳақиқӣ қувваи хеле зиёд лозим меояд. Зеро инертии мошинаи ҳақиқӣ калон аст. Инертии қатора аз инертии ҳар гуна мошина калон аст. Бинобар ин, қатораро аз чояш чунбонда, суръаташро зиёд кардан ва баръакс, он дар ҳаракат бошад, нигоҳ доштан душвор аст. Барои

нигоҳ доштани қатори ба суръати баланд ҳаракаткунанда қувваи зиёд ва вақт лозим мешавад



Инертии ҷисм ҳар қадар калон бошад, тағйир додани ҳолати ором ё ҳаракати мунтазами ростхаттаи он ҳамон қадар душвор мегардад.

Масса

Ҳамаи ҷисмҳо хосияти инертӣ доранд. Аз таҷрибаҳо маълум мешавад, ки ба ҷойи як ҷисм дуто ҷисми дорои ҳамин қадар бузургӣ ба ҳамдигар ҷафс гузошта шавад, дар зери таъсири қувваи бузургияш якхела шитобҳои гирифтаи онҳо ду маротиба кам мешавад. Ҷисмҳои аз моддаҳои гуногун тайёршудаи ҳаҷмашон якхела бо таъсири қувваи якхела шитоби гуногун мегиранд, яъне, инертиаи ба микдори гуногун мешавад. Аз ин мебарояд, ки инертии ҳар як ҷисмро бо усули механикӣ таҳти таъсири қувваи маълум шитоби гирифтаи ҷисмро бо роҳи ҷенкунӣ ёфтан мумкин аст.

Аз мисолҳои болоӣ маълум мешавад, ки инертии ҷисмҳои гуногун ба микдори гуногун мешавад. Инертии ҳар як ҷисм бузургии ба худ хоси ҳамин ҷисм мебошад. Барои муқоиса кардани инертии ҷисмҳо бузургии махсус – масса қабул гардидааст.



Бузургии физикии тавсифкунандаи хосияти инертии ҷисм масса номида мешавад ва бо ҳарфи m ишора мегардад.

Калимаи “масса” дар латинӣ маънои “қисм”, “порча”-ро дорад. Массаи ҷисми дилхоҳ, қатъи назар аз мавқеи он, қимати якхела дорад. Ҷисм дар зери замин аст, дар сайёраи дигар ё ки дар кайҳон аст, аҳамият надорад, массааш тағйир намеёбад. Дар системаи байналхалқии воҳидҳо воҳиди масса килограмм қабул шудааст. Нахуст ба сифати эталон массаи оби софи (дистиллятсияшуда) ҳарораташ 4°C ҳаҷман 1 дм^3 (1 литр) ба 1 кг баробар гуфта қабул гардида буд.



Силиндри массааш ба 1 кг баробарбудаи дар ҳаво аз ҳўлаи платина ва иридийи оксиднашаванда омодагардида эталони масса гуфта қабул шудааст.

Нусхаи аслии он дар Бюрои ҷенақҳои байналхалқии шаҳри Севри наздикии Париж нигоҳ дошта мешавад.

Ченак шудани ҷисро бо воҳидҳои мисли грамм (г), сентнер (ср), тонна (т) ҳам медонем. Массайи ҷисро бо ёрии тарозуҳои фишангдор ва намудҳои дигар ченак кардан мумкин аст.

Массаи системаи ҷисмҳо

Масса бузургии скалярист. Барои ёфтани массаи умумии якчанд ҷисм массаи ҳар кадом ҷисм мустақиман чамъ мешавад. Масалан, дар системаи дидашаванда ду ҷисми массааш m_1 ва m_2 мавҷуд бошад. Массайи системаи ин ҷисмҳо ба $m = m_1 + m_2$ баробар мешавад. Агар система аз n -то ҷисми массааш $m_1, m_2, m_3, \dots, m_n$ ташкил ёфта бошад, массаи система ба суммаи массаҳои ин ҷисмҳо баробар мешавад:

$$m = m_1 + m_2 + m_3 + \dots + m_n.$$

Бинобар ин хосияти масса вазифаи ченаки миқдори моддаро иҷро мекунад.



Мафҳумҳои таърифи: инертии ҷисмҳо, масса, массаи системаи ҷисмҳо.



1. Кадом ченакҳои дар қадим истифодашударо медонед? Муносибати онҳоро бо воҳидҳои ченаки айни замон дар Системаи воҳидҳои байналхалқӣ истифодашаванда нависед.
2. Барои чӣ ба сифати ченаки миқдори модда аз масса истифода мебаранд?

§ 21. ҚОНУНИ ДУЮМИ НЮТОН

Муносибати байни шитоб ва қувва

Ба ҷисм қувва таъсир нарасонад ё суммаи вектори қувваҳои таъсиррасон ба сифр баробар бошад, бо суръати доимӣ ҳаракат кардани ҷисро доништа гирифтём. Барои тағйир додани суръат, яъне шитоб гирифтани бошад, ба ҷисм ягон қувва бояд таъсир расонад. Барои шитоб гирифтани ҷисм ин қувва ба он чӣ гуна таъсир мерасонад? Суръати ибтидоӣ роҳи дар вақти t тайкардаи ҷисме, ки бо шитоби a ҳаракати собитшиноси ростхатта мекунад, дар намуди $s = at^2/2$ ифода карда мешавад. Аз ин формула шитоби ҷисро ёфтани мумкин аст:

$$a = \frac{2s}{t^2}. \quad (1)$$

Таҷрибаи зеринро гузаронда мебинем.



Расми 68. Таҷҳизоти таҷриба

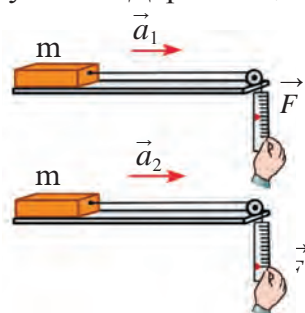
Таҷрибаи 1. Аробачаи массааш m -и дар болои мизи уфуқӣ ҳаракаткуандаро мегирем. Ба аробача динамометри D -ро устувор намуда, ба нӯги дуввуми динамометр ба воситаи риштаи аз ғалтаки F гузарондашуда паллаи Π -ро овезон мекунем. Бо назардошти нишондоди динамометр қувваи Φ -и ба аробача таъсиррасонро муайян кардан мумкин аст.

1. Ба паллача ҳамин тавр бор гузорем, ки ҳангоми доштани аробача нишондоди динамометр, масалан, $F_1 = 0,1$ Н бошад. Ҳангоми сар додани аробача он масофаи $s = 1$ м-ро дар $t_1 = 4,5$ с тай кунад. Дар он ҳол аз формулаи $a_1 \approx 0,1$ м/с² будани шитоби гирифтаи аробачаро меёбем (\approx - тақрибан, яъне нишонои қимати яклухтшуда).

2. Массаи бори паллачаро зиёд карда, қувваи ба аробача таъсиркунандаро $F_2 = 0,2$ Н карда мегирем. Дар он ҳол 1 м рохро дар $t_2 = 3$ с тай кардани аробача муайян кардан мумкин. Дар ин ҳол шитоби гирифтаи аробача $a_2 \approx 0,2$ м/с² мешавад.

3. Ҳангоми қувва $F_3 = 0,3$ Н гирифта шудан аробача 1 м рохро дар $t_3 = 2,5$ с тай мекунад. Шитоби гирифтаи он бошад, ба $a_3 \approx 0,3$ м/с² баробар аст.

Аз натиҷаҳои таҷриба маълум мешавад, ки қувваи ба аробача таъсиррасонанда F чанд маротиба афзояд, шитоби гирифтаи аробача а ҳам ҳамон қадар меафзояд (расми 69), яъне:



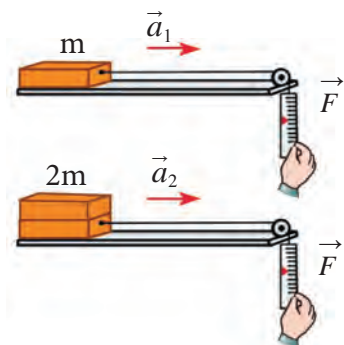
Расми 69. Ба қувва вобаста будани шитоб

$$a \sim F \quad (2)$$



Шитоби ҳисми массаноки додашуда ба қувваи ба он таъсиррасон мутаносиби роста аст.

Таҷрибаи 2. Дар ин таҷриба қувваи ба ароба таъсиргузорандаро тағйир надода ($F_1 = 0,1$ Н) массаи аробачаро тағйир медихем.



Расми 70. Ба масса вобастагии суръат

1. Массай аробача $m_1 = 1$ кг бошад. Аробача роҳи $s = 1$ м-ро дар $t_1 = 4,5$ с тай мекунад. Дар ин ҳолат шитоби аробача мисли таҷрибаи $a_1 \approx 0,1$ м/с² мешавад.

2. Ба болои аробача аробачаи дигари ба ҳамин монандро дар ҳолати чаппа мегузорем. Акнун массай аробача $m_2 = 2$ кг шуд. 1 м роҳро дар $t_2 = 6,5$ с тай кардани аробача, ҳисобу китоб бошад, $a_2 \approx 0,05$ м/с² будани шитобро нишон медиҳад.

3. Ба болои аробача дуто аробача гузошта, массай онро ба $m_3 = 3$ кг мерасонем. Дар он ҳолат аробача 1 м роҳро дар $t_3 = 7,8$ с тай карда, шитоб $a_3 \approx 0,033$ м/с² ро ташкил медиҳад.

3. Аз натиҷаҳои таҷриба маълум мешавад, ки массай аробача m ҳар қадар зиёд шавад, шитоби гирифтаи он аҳамон қадар кам мегардад (расми 70), яъне:

$$a \sim \frac{1}{m}. \quad (3)$$



Шитобҳои тахти таъсири қувваи якхела гирифтаи ҷисмҳо баръакси массай онҳо пропорционал аст.

Формула ва таърифи Қонуни дуёми Нютон

Натиҷаи таҷрибаҳои гузарондашуда барои муайян кардани шитоб a , қувва F ва масса m имкон медиҳад. Формулаҳои (2) ва (3)-ро дар якҷоягӣ навишта мебинем:

$$a = \frac{F}{m}. \quad (4)$$

Ин формулаи Қонуни дуввуми Нютон аст. Он ба таври зер таъриф карда мешавад:



Шитоби ҷисм ба қувваи ба он таъсиррасон пропорционали роста, ба массааш бошад, пропорционали баръакс мебошад.

Аз формулаи (4) F -ро ёфта, Қонуни дуёми Нютонро ба таври зерин ифода кардан мумкин аст:

$$F = ma. \quad (5)$$

Дар системаи байналхалқии воҳидҳо воҳиди қувва қабул шудани Нютон (Н)-ро медонед. Аз формулаи (5):

$$1 \text{ Н} = 1 \text{ кг} \cdot 1 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = 1 \text{ кг} \frac{\text{М}}{\text{с}^2} .$$



1 Н – ин қувваест, ки ба ҷисми массааш 1 кг шитоби $1 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}$ медиҳад.

Формулаи Қонуни дуюми Нютон ба намуди вектор чунин ифода мешавад:

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} . \quad (6)$$

Дар асл Қонуни якуми Нютон ҳолати хусусии қонуни дуум дар $F = 0$ мебошад. Чунки барои дар $F = 0 = ma$, $m \neq 0$ будан $a = 0$ буданаш маълум мегардад. Яъне, қувва ба ҷисм таъсир нарасонад, дар он шитоб намешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Шайбаи хоккеи массааш 50 г ба рӯйи ях истодааст. Агар хоккейбоз ба он бо қувваи 100 Н зарба расонад, шайба чӣ гуна шитоб мегирад?

Дода шудааст:

$$m = 50 \text{ г} = 0,05 \text{ кг};$$

$$F = 100 \text{ Н}.$$

Формулааш:

$$a = \frac{F}{m}.$$

Ҳаллаш:

$$a = \frac{100 \text{ Н}}{0,05 \text{ кг}} = 2000 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$$

Ёфтан лозим:

$$a = ?$$

Ҷавоб: $a = 2000 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}.$



Мафҳуми таҷяғоҳӣ: Қонуни дуюми Нютон.



1. Дар асоси таҷрибаҳои 1 ва 2 шитоби аробачаро ёфта, чадвалро пур карда, хулоса бароред.

№	F , Н	m , кг	a , м/с ²	№	F , Н	m , кг	a , м/с ²
1	0,1	1		1	0,1	1	
2	0,2	1		2	0,1	2	
3	0,3	1		3	0,1	3	



1. Агар ба ҷисми массааш 2 кг дар як вақт қувваи 10Н ва 15Н таъсир расонад, он чӣ гуна шитоб гирифтаниш мумкин?

2. v ҷисми бо суръати v ҳаракаткунанда барои дар ин суръат давом додани ҳаракати худ таъсири доимӣ расондани қувваи F оё шарт аст? Қувваи F таъсиришаро гум кунад, ҷисм ҳам меистад?

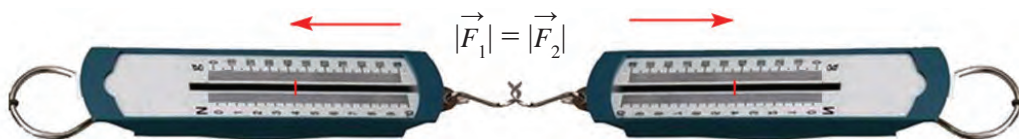
§ 22. ҚОНУНИ САВВУМИ НЮТОН

Дар табиат ҳеҷ гоҳ таъсири як ҷисм ба ҷисми дигар яктарафа набуда, балки дутарафа содир мегардад. ҷисми якум ба ҷисми дуввум таъсир расонад, ҷисми дуввум ҳам ба ҷисми якум таъсир мерасонад.

Таҷрибаи дар § 20 гузарондашударо боз як бори дигар таҳлил карда мебинем. Массай аробачаҳои дар расми 66 тасвиршуда ба ҳамдигар баробар аст, яъне, $m_1 = m_2$. Риштаи пластинкаи ҳамшудаи аробачаи якум канда шавад, ду аробача ба ду тараф бо шитоби якхела ($\vec{a}_1 = \vec{a}_2$) ба ҳаракат шурӯъ мекунанд. Аз ин мебарояд, ки ба ҳарду аробача бо бузургии якхела, лекин ба муқобили ҳамдигар равонашуда қувваҳои F_1 ва F_2 таъсир мерасонанд. Ҳангоми гуногун будани массай ҷисмҳои ба ҳамдигар таъсиррасон ҳам ин қувваҳо аз ҷиҳати миқдор ба ҳамдигар баробар мешаванд. Барои ба ин боварӣ ҳосил кардан таҷрибаи дар расми 67 тасвиршударо бори дигар таҳлил карда мебароем. Дар он бо натиҷаи дар аробачаи дуввум бор гузоштан массай он афзун шуда ва $m_2 > m_1$ гуфта шудааст. Ҳангоми канда шудани риштаи пластинкаи қатшуда ду аробача ба ду тараф ба ҳаракат шурӯъ кардаанд. Массай аробачаи дуум аз мумкин, яъне $a_1 > a_2$ калон бошад шитоби он нисбатан чанд маротиба хурд бошад нисбатан якум ҳамин қадар хурд мешавад. Лекин ба шитоби гирифтаи ҳар як аробача ҳосили зарб мутақобилан баробар мешавад: $a_1 > a_2$. Дар асоси Қонуни дууми Нютон $m_1 a_1 = m_2 a_2$. $m_1 \cdot a_1 = F_1$, $m_2 \cdot a_2 = F_2$. Аз ин мебарояд, ки қатъи назар аз гуногун шудани массай онҳо қувваи таъсири байниҳамдигарии аробачаҳо аз ҷиҳати миқдор баробар мешавад, яъне:

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2. \quad (1)$$

Дуто динамометрро ба ҳамдигар васл намуда, онҳоро ба ду тарафи муқобил кашем (расми 71), нишондоди ҳар ду динамометр якхела будашанро мебинем. Ин динамометри якум бо кадом қуввае кашад, бо чунин қувва кашидани дуомашро ҳам нишон медиҳад. Қатъи назар аз

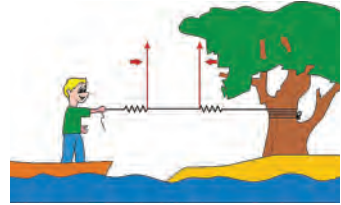


Расми 72. Баробарии нишондодҳои динамометри ба тарафҳои муқобил кашидашуда

Чӣ гуна будани миқдори қувваи кашидашаванда ба миқдори қувваи муқобил кашанда баробар будани онро мушоҳида мекунем. Дар баробари ин, мо барои ба тарафҳои муқобил кашидани динамометрҳо ин қуввахоро дар намуди вектори қувваи ба саросари як хат муқобил равнакардашуда бояд ифода намоем. Мисли динамометрҳои ба кашидашавии пружинаҳо пешбинишуда дар динамометрҳои ба фишордиҳии пешбинишуда ҳам бо кадом қуввае, ки динамометри якум ба дуюмӣ таъсир мерасонад, бо ҳамин тавр қувва ба якумӣ таъсир расондани динамометри дуюм мушоҳида мешавад. Дар расми 72 бо ҳар қуввае, ки заврақони якум заврақони дуюмро кашад, заврақони дуюм ҳам заврақони якумро бо ҳамон қувва мекашад. Дар натиҷа ҳарду заврақ ҳам ба тарафи якдигар ҳаракат мекунад. Агар заврақон заврақи дигарро не, балки дарахти дар соҳил бударо кашад, худ ба дарахт бо ҳамон қувва кашида мешавад (расми 73). Ба ҳамин монанд қувваҳои ба аробачаҳои дар расмҳои 66 ва 67 тасвиршуда ба ҳамдигар баробар бошанд ҳам, онҳо ба муқобили ҳамдигар равона шудаанд. Ин қонуният барои ҳамаи ҷисмҳои таъсирпазир ҳам мувофиқ аст. Бинобар ин, муносибатҳои намуди вектори қувваҳои ба аробача таъсир гузарондари ҳам чунин ифода кардан мумкин аст:



Расми 72. Ба тарафи ҳамдигар кашида шудани ду заврақ



Расми 73. Ба ҷониби дарахт кашида шудани заврақ

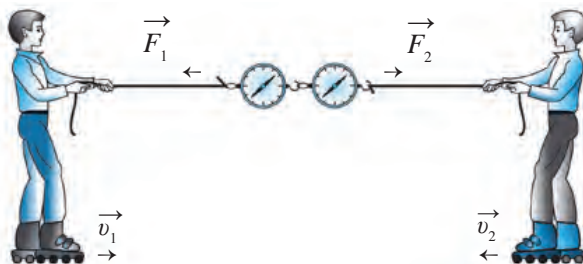
$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2, \quad (2)$$

Дар ин ҷо минус ба муқобили қувваи \vec{F}_2 равона шудани қувваи \vec{F}_1 ки вектори ишора мебошад ро мефаҳмонад (бинобар як хати рост равона шудани ин қуввахоро аз ёд набаровардан лозим).



Ду ҷисми ба ҳамдигар таъсиркунанда ба ҳамдигар аз ҷиҳати миқдор баробар ва бинобар як хати рост бо қувваҳои ба тарафи муқобил равнашуда таъсир мерасонанд.

Ин қонун Қонуни сеюми Нютон номида мешавад. Яке аз қувваҳои ба ҳамдигар таъсиррасон қувваи таъсир, дуюмӣ бошад, қувваи акси таъсир номида мешавад. Қонуни сеюми Нютонро бошад, қонуни акси таъсир ҳам меғӯянд.

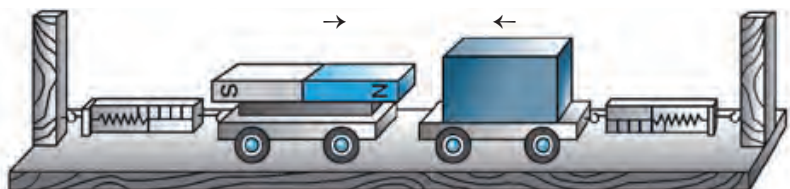


Расми 74. Намоён шудани қувваи акси таъсир

Ба намоён шудани қонуни акси таъсир бисёр мисол овардан мумкин аст. Масалан, аз ду нафар бачаи ҳамдигарро бо ресмон ба болои ролик кашанда якумаш дуёмиро бо кадом қуввае кашад, худаш ҳам ба бачаи дуввум бо ҳамон қадар қувваи акси таъсир кашида мешавад (расми 74).

Ба яке аз аробачаҳои дар гузаргоҳи ҳамвор насбшуда меҳвар (стержен)-и оҳанрабо, ба дуёмияш порчаи оҳанин насб шуда бошад (расми 75). Қувваҳои ба онҳо таъсиррасонандаро динамометри ба ҳар як аробача насбгардида чен мекунад. Агар аробаҳо ба ҳамдигар наздик карда шаванд, меҳвари оҳанрабо порчаи оҳаниро ба худ мекашад. Ҳангоми ба мувозинат омадани аробачаҳо якхела будани нишондоди динамометрҳои ақиби онҳоро мебинем. Масофаи байни аробачаҳо тағйир дода, бузургии қувваҳои таъсиррасонро тағйир додан мумкин. Аммо дар ҳар сурат аробачаи якум дуёмияшро бо ҳар кадом қуввае, ки кашад, дуёмияш ҳам бо қувваи ба ҳамин монанд якумиро кашиданаширо гувоҳ мешавем. Бачаи ба болои тахтаи нўғҳояш ба пойгоҳ гузошташуда истода бо вазни худ ба тахта таъсир расонда, онро ҳам мекунад. Дар навбати худ тахта ба бача ҳам бо чунин қувваи бузургӣ таъсир мерасонад. Вазни бача ба поён равона карда шуда бошад, қувваи акси таъсири тахта ба бача ба боло равона гардидааст. Деворро бо қувваи 300 Н тела диҳед, девор ҳам ба шумо бо қувваи 300 Н акси таъсир мерасонад.

Ифодаҳои $F_1 = m_1 a_1$ ва $F_2 = m_2 a_2$ и қувваҳо ба формулаи Қонуни савуми Нютон гузошта, баробариҳои зеринро ҳосил мекунем:



Расми 75. Ба оҳанрабо кашидашавии оҳан

$$m_1 a_1 = m_2 a_2 \quad \text{ё ки} \quad \frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1}. \quad (3)$$



Шитоби ду ҷисми ба ҳамдигар таъсиркунанда ба муқобили массаи онҳо пропорционал буда, ба муқобили ҳамдигар равона карда шудаанд.

Ба тариқи мисол ҳаракати аробачаҳои гуногунмассаро, ки дар расми 67 тасвир шудааст, овардан мумкин аст.

$a_1 = v_1/t$ ва $a_2 = v_2/t$ будани шитоби гирифтаи ҷисмҳои таҳти таъсири ҳамдигар бударо ба ҳисоб гирем, аз (3) ифодаи зерин бармеояд:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}. \quad (4)$$



Суръатҳои ба туфайли таъсири байниҳамдигарӣ гирифтаи ҷисмҳо ба муқобили массаи онҳо пропорционал буда, ба муқобили байниҳамдигарӣ равона шудааст.

Масалан, ҳангоми аз заврақи ором истода ба соҳил чаҳидани бача самти ҳаракати заврақ муқобили самти ҳаракати бача мешавад. Массаи заврақ аз массаи бача чӣ қадар, ки калон бошад, суръати гирифтаи ӯ аз суръати гирифтаи бача ҳамон қадар хурд мешавад. Ҳаминро дар хотир доштан лозим аст, ки ҳар яке аз қувваҳои таъсир ва акси таъсир ба ҷисмҳои гуногун гузошта шудааст. Агар ягон қувва намоён шавад, боз дар кучое қувваи аз ҷиҳати микдор ба он баробар, аммо муқобил равонашуда, албатта, мавҷуд мегардад.

Намунаи ҳалли масъала

Бачаи массааш 50 кг аз заврақ ба соҳил чаҳида, дар давоми 0,5 с 10 м/с суръат мегирад. Агар массаи заврақ 200 кг бошад, дар давоми чунин вақт заврақ чӣ гуна суръат мегирад? Дар ин вақт бача ва заврақ чӣ гуна шитоб мегиранд?

<i>Дода шудааст:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Ҳалл:</i>
$m_1 = 50 \text{ кг};$ $m_2 = 200 \text{ кг};$ $v_1 = 10 \text{ м/с};$ $t = 0,5 \text{ с}.$	$\frac{v_1}{v_2} = \frac{m_2}{m_1}, \quad v_2 = v_1 \cdot \frac{m_1}{m_2};$ $a_1 = \frac{v_1}{t};$ $a_2 = \frac{v_2}{t}.$	$v_2 = 10 \cdot \frac{50}{200} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 2,5 \frac{\text{м}}{\text{с}};$ $a_1 = \frac{10}{0,5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$ $a_2 = \frac{2,5}{0,5} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$
<hr style="width: 100%;"/> <i>Ёфтан лозим:</i> $v_2 = ? \quad a_1 = ?$ $a_2 = ?$	<i>Ҷавоб:</i> $v_2 = 2,5 \text{ м/с}; a_1 = 20 \text{ м/с}^2; a_2 = 5 \text{ м/с}^2.$	



Мафҳумҳои таҷриба: Қонуни саввуми Нютон, қувваи акси таъсир, қонуни акси таъсир.



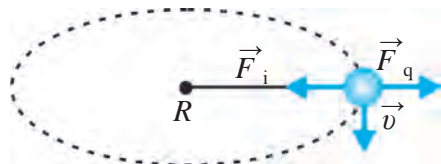
1. Ба риштаи байни саққои ҳавоии парвозкунанда ва дастамон як бор овезон бошад, ба ин ришта се то қувва таъсир мерасонад: саққо риштаро ба боло мекашад; қувваи вазнинии бор онро ба поён мекашад; ангуштҳоямон риштаро ба самти уфуқӣ мекашад. Ба ин қувваҳои таъсир қувваҳои акси таъсирро дар нақша нишон диҳед.



1. Дар ҳавзи моҳипарварӣ ду то заврақи якхела ба чониби соҳил шино карда меоянд. Яке аз онҳо бо ресмон ба соҳил маҳкам карда шудааст. Ресмони ба соҳил партофташударо аз заврақи яқум моҳигири дар заврақбуда ва дар соҳил истода мекашанд. Моҳигири заврақи дуввуми дар соҳил маҳкамшуда низ ресмони худро мекашад. Агар онҳо қувваи якхела сарф кунанд, кадом заврақ ба соҳил аввалин шуда расида меояд?
2. Аз ду нуғи динамометр ду то асп мекашад. Ҳар якеи онҳо онро бо қувваи 100 Н мекашанд. Динамометр чанд қувваи Н-ро нишон медиҳад?
3. Ҳангоме, ки бачаи дар аробача истода ресмони ба девор маҳкамшударо бо қувваи 80 Н мекашад, аробача дар давоми 1 с 2 м/с суръат гирифт. Масса ва шитоби бачаро яқоя бо аробача ёбед.
4. Ҳангоми ба ҷисми ором истода бо қувваи 5 Н таъсир расондан, он шитоби 1 м/с² гирифт. Барои шитоби 4 м/с² гирифтани ҳамин ҷисм ба он қувваи кадом бузургӣ бояд таъсир расонад?

§ 23. ТАТБИҚИ ҚОНУНҲОИ ҲАРАКАТ БА ҲАРАКАТИ ГИРДХАТТА

Қувваи марказрав



Расми 76. Қувваи дар ҳаракати гирдхатта ба саққо таъсиргузор

Суръати ҳаттии ҷисми саросари доира бо суръати якхела ҳаракаткунанда ба сабаби он ки дар вақтҳои гуногун ба самтҳои гуногун соҳиб аст, шитоби ҷисм дорад. Ин гуна шитобро шитоби марказрав (a_i) гуфта будем. Саққои массааш m ба риштаи дарозияш R

вобаста буда, бо суръати ҳаттии v давр задан гиранд (расми 76), дар ин ҳол шитоби марказрави гирифтаи саққо a_i чунин ифода гардидашро медонем:

$$a_i = \frac{v^2}{R}. \quad (1)$$

Ҳар гуна шитоби ҳаракати ҷисмро фақат қувва ба вучуд меорад. Шитоб дар ҳаракати гирдхатта дар таъсири кадом қувва ба вучуд меояд?

Дар ҳаракати гирдхатта шитоб ба маркази гардиши ҷисм равона шуданастро медеҳад. Дар ҳаракати гирдхатта қувваи ба ҷисм таъсиррасон ҳам ба самти шитоб, яъне ба маркази гардиш майл мекунад. Аз ин мебарояд, ки барои ҳаракати гирдхатта кардани ҷисм ба он доимо қувваи ба маркази гардиш равонашуда бояд таъсир расонад. Агар ин қувва набошад, ҷисм боз ҳаракати ростхаттаи мунтазамро идома медиҳад. Қувваи ба ҳаракати гирдхатта водоркунандаи ҷисм қувваи марказрав номида мешавад ва онро бо F_i ишора мекунем. Бинобар Қонуни дуҷуми Нютон аз $F_i = ma_i$ будан:

$$F_i = \frac{mv^2}{R}. \quad (2)$$



Қувваи марказрави ба ҷисм таъсиркунанда ба масса ва квадрати суръати хаттии ҷисм пропорсионали рост, ба радиуси гардиш бошад, пропорсионали баръақс аст.

Ҳангоми ҷарҳ занондани саққои ба ришта басташуда мо ба он ба воситаи ришта таъсир мерасонем (расми 76). Ришта саққоро бо қувваи F_i ба маркази кашида меистад. Суръати хаттии саққо ба доираи v хати тамос, яъне ба равиши перпендикулярӣ ба қувваи марказрав равона карда мешавад.

Қувваи марказгурез

Қонуни саввуми Нютон барои ҳаракати гирдхатта ҳам бамавқеъ аст. Ба қувваи марказрави ба саққои ҳаракати гирдхатта таъсиррасон аз ҷиҳати миқдор баробар аст ва қувваи ба муқобили он равонашуда мавҷуд аст. Ин қувва қувваи марказгурез номида мешавад.

Қувваи марказгурез F_q мисли қувваи марказрав F_i чунин тавр ифода мегардад:

$$F_q = \frac{mv^2}{R}. \quad (3)$$

Формулаи қувваи марказгурез бо формулаи қувваи марказрав як хел аст, аммо онҳо ба муқобили ҳамдигар равона карда мешаванд. Яъне:

$$\vec{F}_i = -\vec{F}_q \quad (4)$$

Обро то нисфи сатил андохта, ҳангоми дар атрофи сар давр занондани он намержад. Ба туфайли сатили ҳаракати гирдхатта ва қувваи марказгурези ба об таъсиррасон об аз маркази доира мегурезад, яъне, ба таги зарф ҳаракат мекунад, дар натиҷа он намержад. Аз мавҷудияти қувваи марказгурез дар ҳаёт истифода мебаранд. Масалан, либоси шусташуда ба барабани махсуси хушккунонӣ андохта шуда, бо суръати баланд ҳаракат дода мешавад. Дар таъсири қувваи марказгурез зарачаҳои оби либос аз деворҳои тӯршакли барабан ҷорӣ шуда, либос мехушқад. Ҳамчунин, бо ёрии сепаратори шир аз шир қаймоқ гирифта мешавад. Дар ин ҳол дар натиҷаи бо суръати баланд давр задани барабани сепаратор шири даруни он ба ду қисм ҷудо мешавад. Дар таъсири қувваи марказгурез шири вазнини беравған баромада меравад ва ба зарфи махсус ҷамъ мешавад.



Мафҳумҳои тақияҳои: қувваи марказрав, қувваи марказгурез.



1. Барои чораҳои беҳатарӣ дидан дар ҳаракати катора дар ҷойҳои гардиши роҳ релсҳоро чӣ гуна насб кардан лозим?
2. Дар даруни девори гирд насбшудаи сирк мототсиклон ба ҳаракат шуруъ карда, ба охирагӣ аз девор мебарояд. Сабаби аз девор наафтидани ӯ дар чист?



1. Саққои массааш 20 г ба риштаи дарозияш 25 см баста давр занонда мешавад. Даври гардиш 0,2 с бошад, суръати ҳагтии саққо ва қувваи марказгурези ба он таъсиррасонро ёбед.
2. А. Массаи ҷисми шартӣ масъалаи 1-умро ду маротиба калон гирифта, масъаларо ҳал кунед.
Б. Дарозии риштаи саққо басташудаи шартӣ масъалаи 1-умро ду маротиба дароз гуфта гирифта, масъаларо ҳал кунед. В. Даври гардиши саққои шартӣ масъалаи 1-умро ду маротиба калон гуфта гирифта, масъаларо ҳал кунед. Ҳалли ҳар як масъалаи А, Б, В-ро ба ҳалли масъалаи 1-ум муқоиса кунед ва хулоса бароред.

§ 24. ҚУВВАИ ЧАНДИРӢ

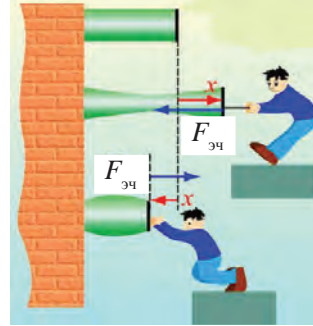
Деформатсия

Агар ба ҷисм қувваи беруна таъсир расонад, зарраҳои ташкилкардаи ҷисм нисбат ба якдигар ҳаракат карда, масофаи байни онҳо метавонад тағйир ёбад. Дар натиҷа мувозинати қувваҳои таъсири байниҳамдигарии байни зарраҳо (кашиш ва теладиҳӣ) вайрон мешавад. Агар масофаи

байни онҳо дар таъсири қувва зиёд шуда бошад, қувваҳои чазбкунанда болодаст мешаванд. Ва баръакс, масофа коҳиш ёфта бошад, қувваҳои теладихӣ болодаст мешаванд. Дар натиҷа дар нуқтаҳои гуногуни ҷисм қувваҳои дохилии аз сифр фарқкунанда пайдо мешавад. Суммаи қувваҳои дохилӣ дар асоси Қонуни саввуми Нютон ба қувваи гузоштаи беруна баробар аст ва ба муқобили он равона карда шудааст (расми 77).

Ба ҷисм бо қувва таъсир расонда шавад, онҳо мумкин аст ёзида, пахш шуда, ҳам хӯрда, лағжидан ё тоб хӯранд.

Дар баъзе ҷисмҳо ин гуна хусусият баръало намоён мегардад. Масалан, бо таъсири қувваи беруна мумкин аст резина ё пружина ёзад, фишурда шавад, тоб хӯрад ё ҳам гардад.



Расми 77. Ёзандагӣ ва фишурдашавии ҷисм



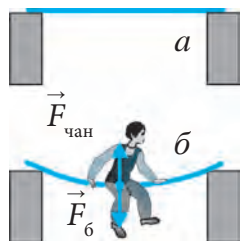
Деформатсия гуфта тағйироти шакл ва ченаки ҷисмҳо бо таъсири қувваи беруна дар назар дошта мешавад.

Деформатсияҳо ба чандириву пластикӣ чудо мешаванд. Баъди манъ шудани қувваи беруна шакл ва ченаки тағйирёфтаи ҷисм ба ҳолати аввала баргардад, ин гуна деформатсия деформатсияи чандирӣ мешавад. Масалан, резина ё пружинаи ёзида баъди манъ шудани таъсири беруна ба ҳолати худ бармегардад. Хаткашакро камее ҳам карда, баъди онро озод кунанд, он боз ба ҳолати худ бар мегардад. Ин гуна ҷисмҳо ҷисмҳои чандирӣ номида мешаванд.

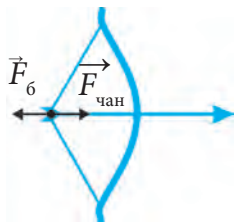
Ҳама ҷисм ҳам шакли худро аз нав барқарор намекунад. Ҳангоми манъ шудани қувваи берунии таъсиррасон шакл ва андозаи ҷисм барқарор нашоавад, ин гуна деформатсия деформатсияи пластикӣ мебошад. Масалан, пластилин ғичим шавад ё ёзад, он ба ҳолати аввалааш бармегардад. Ин гуна ҷисмҳо ҷисмҳои пластикӣ гуфта мешаванд. Дар зер мо фақат бо ҷисмҳои чандирӣ кор мекунем.

Намоён шудани қувваи чандирӣ

Дар расми 78 а тахтаи борики ба ду пойгоҳ дар ҳолати уфуқӣ гузошташуда тасвир шудааст. Агар дар миёни тахта бача нишинад, тахта ба паст ҳам шуда, меистад (расми 78 б). Ҳамшавии тахтаро чӣ гуна қувва нигоҳ медорад? Тахта бо таъсири қувваи вазнинии бача ҳам

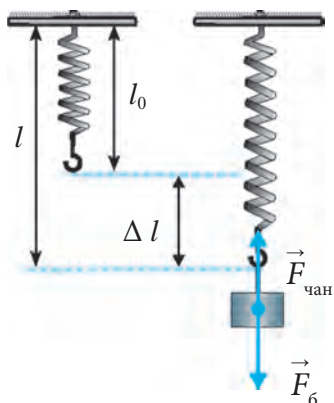


Расми 78.
Хамшавии тахта



Расми 79.
Хамшавии камон

Ҳангоми таранг кашида шудани риштаи камон (расми 79), ёзидан ё фишорхӯрии резина, пружина ба муқобили қувваи F_6 қувваи $F_{чан}$ намоён мегардад.



Расми 80. Ёзидашавии пружина

таъсиррасонро афзун гардонем, деформатсияи мутлақ ҳам пропорсионал зиёд мешавад (расми 81). Аз ин мебарояд, ки қувваи чандирӣ ба дарозшавии мутлақ пропорсионали рост будааст, яъне:

$$\vec{F}_{чан} \sim \vec{\Delta l} \text{ ё ки } \vec{F}_{чан} = -k \vec{\Delta l}. \quad (2)$$

Дар ин ҳол k – коэффитсиенти пайвасткунандаи қувваи чандирӣ ва дарозшавии мутлақ буда, саҳтии пружинаи деформатсияшаванда аст.

мешавад, яъне, деформатсия мегардад. Агар қувваи вазни бачаро қувваи беруна F_6 гӯем, қувваи дохилии ба хамшавии тахта муқобилиятнишондиҳанда қувваи чандирӣ $F_{чан}$ мешавад. Барои он ки қувваи $F_{чан}$ ба қувваи F_6 муқобил равона карда шудааст, ҳангоми аз ҷиҳати миқдор баробар шудани онҳо тахта аз хамшавӣ бозмеонад. Дар ин ҳол Қонуни саввуми Нютон мавқеънок аст:

$$\vec{F}_6 = -\vec{F}_{чан}. \quad (1)$$



Қувваи дар қисми деформатсияшуда ба вучуд омада, ба қувваи беруна муқобилият нишондиҳанда ва ба зидди он равонашуда қувваи чандирӣ номида мешавад.

Қонуни Гук

Ба пружинаи такагоҳии дарозияш l_0 бори массааш m -ро меовезем. Қувваи вазинии ба он таъсиррасон F_6 ба поён равона карда мешавад. Дар натиҷаи деформатсияшавии пружина қувваи F_6 и ба муқобили $F_{чан}$ равонашуда ба вучуд меояд (расми 80). Дар натиҷа пружина ба Δl меёзад: $\Delta l = l - l_0$. Ба ин дарозшавии мутлақ ё деформатсияи мутлақ ном гузошта мешавад. Ҳангоми ба қувваи вазинӣ $F_{чан}$ баробар гардидани қувваи чандирӣ F_6 пружина аз дарозшавӣ бозмеонад. Қувваи ба пружина

$$k = \frac{F_{\text{чан}}}{\Delta l} \quad (3)$$

Дар системаи воҳидҳои байналхалқӣ воҳиди саҳтии пружина – Н/м.

Формулаи (2) ба таври зерин таъриф карда мешавад:



Қувваи чандирӣ ба бузургии деформатсияи таҳти таъсири қувваи беруна пропорционали рост аст.

Ин қонунро соли 1660 олими англис Роберт Гук кашф кардааст. Бинобар ин, Қонуни Гук номида мешавад.

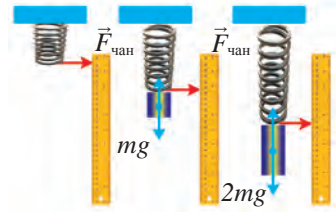
Саҳтии ҷисм (пружина, сим) k ҳар қадар калон бошад, онро ёзондан ё фишурдан, яъне, деформатсия кунондан ҳамон қадар душвор мегардад. Коеффитсиенти саҳтӣ барои ҷисмҳои гуногун қимати гуногун дорад. Саҳтии стержени дарозияш l , рӯяи буришаш кӯндаланг S – k ба таври зерин ифода карда мешавад:

$$k = E \frac{S}{l} \quad (4)$$

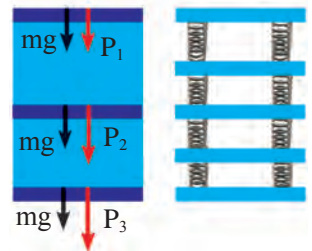
Дар ин ҳол E – модули чандирии моддаи стержен сохташуда (Модули Юнг) номида мешавад.

Ҳангоми таҳти таъсири қувваи беруна фишорхӯрии пружина $F_{\text{бер}}$ он ба Δl ихтисор карда мешавад. Бо зиёд шудани қувва Δl ҳам ба равиши пропорционал зиёд мегардад (расми 82), яъне, Қонуни Гук мавқеънок мегардад. Дар ҳаёти рӯзмарраи мо ба ҷуз деформатсияҳои ёзидан ва фишурдашавӣ деформатсияҳои хамшавӣ (расми 83), ҷунбиш (84) ва тобхӯрӣ (расми 85)-ро ҳам мушоҳида кардан мумкин аст.

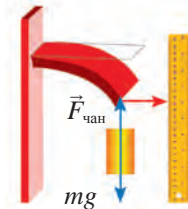
Иҷрошавии Қонуни Гук барои деформатсияҳои хурд бамавқеъ аст. Графики ба қувваи беруна вобастагии деформатсияи чандирӣ (расми 86) аз хати рости аз болои координата гузарандаи қувваи беруна то қимати маълум иборат буда, дар он ҳол қонуни Гук иҷро мешавад.



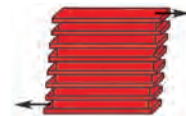
Расми 81. Ба қувваи таъсиррасон вобастагии деформатсия



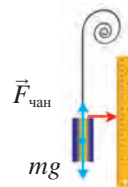
Расми 82. Вобастагии қувва ба таъсири деформатсияи фишорхӯрӣ



Расми 83. Деформатсияи хамшавӣ



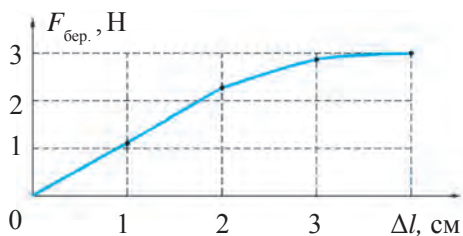
Расми 84. Деформатсияи ҷунбиш



Расми 85. Деформатсияи тобхӯрӣ



Худуди дуруст иҷрошавии қувваи берунаи қонуни Гук худуди чандирӣ номида мешавад.



Расми 86. Графики ба қувваи беруна вобастагии деформатсияи чандирӣ.

Дар расми 86 худуди чандирӣ ба 2,3 Н баробар аст. Вобастагии байни деформатсия ва қувва барои деформатсияҳои калон намуди хеле калон дошта, баробари афзоиши қувва таъсири деформатсияи пластикӣ зиёд мегардад. Дар ин ҳол қисмҳои деформатсияшуда баъди манъ шудани

таъсири қувва шакли худро аз нав пурра барқарор карда наметавонанд.

Намунаи ҳалли масъала

Ба сими ба овезагоҳ маҳкамгардида қисми вазнинияш 300 Н овезон карда шудааст. Таҳти таъсири қувваи вазнинии қисм сим 0,5 мм дароз шуда бошад, саҳтии онро ёбед.

Дода шудааст:

$$F_t = 300 \text{ Н};$$

$$\Delta l = 0,5 \text{ мм} = 0,0005 \text{ м.}$$

$$\text{Ёфтан лозим: } k = ?$$

Формулаи:

$$F_t = k \cdot \Delta l;$$

$$k = \frac{F_{\text{чан}}}{\Delta l}.$$

Ҳалл:

$$k = \frac{300 \text{ Н}}{0,0005 \text{ м}} = 600\,000 \frac{\text{Н}}{\text{м}} =$$

$$= 6 \cdot 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

$$\text{Ҷавоб: } k = 6 \cdot 10^5 \text{ Н/м.}$$



Мафҳумҳои тақягоҳӣ: деформатсия, деформатсияи чандирӣ, қисми чандирӣ, қисми пластикӣ, қувваи чандирӣ, саҳтии пружина, қонуни Гук, модули чандирӣ.



1. Ҳангоми баробаршавии кадом қувваҳо қисм аз деформатсияшавӣ бозмемонад?
2. Оид ба деформатсияи чандирӣ кадом мисолҳоро медонед?



1. Саҳтии пружинаи бо таъсири қувваи 4 Н 5 см дарозшударо ёбед.
2. Резинаи саҳтияш 500 Нм бо қувваи 10 Н кашида шавад, он чӣ қадар дароз мешавад?
3. Бо таъсири кадом бузургии қувва пружинаи саҳтияш 100 Нм ба 4 см меёзад?
4. Мошинаи боркаш мошини сабукравро ба воситаи трос бо қувваи 1 кН кашад, трос чӣ қадар дароз мешавад? Саҳтии трос 105 Нм.
5. Саҳтии қисми сими додашуда ба $2 \cdot 10^5$ баробар аст. Ин сим ба ду тақсим карда шавад, саҳтии ҳар як қисм чӣ қадар аст?

6. Бори массааш 200 г-ро хангоми овезон кардан пружинаи дарозияш 8 мм буда 12 мм гардид. Сахтии онро муайян кунед.

§ 25. МУАЙЯНКУНИИ САХТИИ ПРУЖИНА

(Кори лаборатории 2)

Мақсади кор: ба воситаи муайян кардани сахтии пружинаи динамометри оддитарин тасаввуротро оиди деформатсия ва сахтии ҷисмҳо васеъ кардан, донишҳои назариро оид ба қувваи чандирӣ мустаҳкам кардан.

Ҷиҳозҳои даркорӣ: штатив, динамометри оддитарин, маҷмӯи борҳо, қоғази миллиметрӣ.

Тартиби иҷрои кор

1. Барои аз пружина динамометр сохтан ба шкалаи он қоғази миллиметрӣ часпонед.

2. Динамометрро ба штатив мисли дар расми 87 нишондодшуда маҳкам кунед.

3. Вазъияти ибтидоии нишондоди динамометрро ба қоғази миллиметрии шкала муайян кунед.

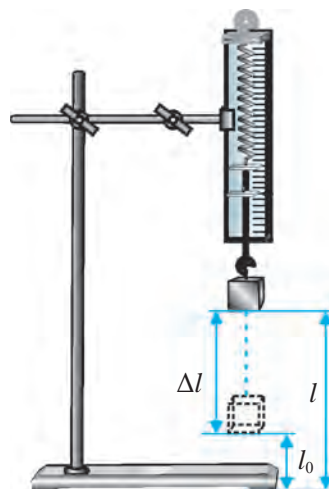
4. Ба овезаи динамометр бори массааш m_1 ро овезон кунед, бо таъсири он дарозшавии Δl_1 пружинаро чен кунед ва натиҷаро дар ҷадвал нависед.

5. Барои бори массааш m_2 ва m_3 буда ҳам ёзиши Δl_2 , Δl_3 пружинаро чен кунед ва натиҷаҳоро дар ҷадвал нависед.

6. Ба ҳар як бор ба динамометр овезон қувва берунии пружинаи таъсиррасонда мувофиқ формулаи $F_6 = mg$ ҳисоб кунед ва натиҷаҳоро ба ҷадвал нависед ($g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред).

7. Натиҷаҳои ҳар як Δl_1 , Δl_2 , Δl_3 и ченакшуда ва F_{61} , F_{62} , F_{63} и ҳисобгардидаро ба формулаи $k = F_1 / \Delta l$ гузошта, сахтии пружинаҳои, k_1 , k_2 , k_3 ро ҳисоб кунед ва натиҷаҳоро ба дафтар нависед.

8. Бинобар формулаи $k_{\text{миё.}} = (k_1 + k_2 + k_3) / 3$ қимати миёнаи сахтии пружинаро ҳисоб кунед ва натиҷаро ба ҷадвали 2-юм нависед.



Расми 87. Ҷиҳозҳо барои муайянкунии қатшавии пружина

№	m	F_t	Δl	k	$k_{\text{миё.}}$	$ k_{\text{миё.}} - k $	ε
1							
2							
3							

9. Аз формулаи $\Delta k_n = |k_{\text{миё.}} - k_n|$ хатогии мутлақро ёбед.
10. Аз формулаи $\Delta k_{\text{миё.}} = (\Delta k_1 + \Delta k_2 + \Delta k_3)/3$ қимати миёнаи хатогии мутлақро ҳисоб кунед.
11. Аз формулаи $\varepsilon = (\Delta k_{\text{миё.}} / k_{\text{миё.}}) \cdot 100\%$ хатогии нисбиро ёбед.
12. Натиҷаҳоро таҳлил намуда, хулоса бароред.
Дар давоми таҷриба барои ҷавоб гардондан ба саволҳои зерин ҳа-
ракат кунед:
 1. Қимати фасли шкалаи динамометр ба чӣ баробар аст?
 2. Ҳудуди баланди шкалаи динамометр ба чӣ баробар аст?
 3. Нишондоди пружинаи динамометри бор овехташуда бояд дар қучо
истад?
 4. Барои чен кардани қувва динамометрро чӣ гуна насб кардан лозим
аст?
 5. Ҳангоми чен кардани қувва ба шкалаи динамометр чӣ гуна нигоҳ
кардан лозим?



1. Қувваи чандирии пружинаи динамометри бори овехташудаи массааш m_1, m_2, m_3 ба чӣ баробар аст ва ба кадом тараф равона карда шудааст?
2. Ҳангоми ба чангаки пружинаи динамометр овехтани бор чӣ гуна ба вучуд ома-
дани қувваи чандириро фаҳмонда диҳед.
3. Чаро барои ҳар як ченкунӣ саҳтии пружина k_1, k_2, k_3 тақрибан ба қиматҳои
якхела баробар аст?

ХУЛОСАҲОИ БОБИ IV

Қонунҳои Нютон бо ду формулаи оддӣ: $\vec{F} = m\vec{a}$ ва $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$ ифода ша-
вад ҳам, дар онҳо берун аз одат маъно мучассам аст. Ба ҳаракатҳои дар
атрофамон содиршаванда: чоришавии об ба дарёҳо, дар рӯи замин хе-
стани шамол ва бўрон, дар роҳҳо мунтазам ҳаракати автомобилҳо, ба ос-
мон парвози самолётҳо, дар фазои кайҳон ба ҳаракати сайёра, ситора ва
галактика, ҳамчунин, киштиҳои кай ҳонӣ эътибор диҳед. Ин ҳаракатҳо ва
чисмҳои ҳаракаткунанда ба ҳамдигар умуман монанд нестанд. Қувваҳои
ба онҳо таъсиргуздоранда ҳам гуногун мебошанд. Аммо ин ҳаракатҳо ва ҳа-

маи ҷисмҳои дар ин ҳаракат иштироккунандаро дар асоси чунин қонунҳои ба назар оддӣ ифода кардан мумкин аст.

Умуман, гирем, қонунҳои Нютон барои ҳал кардани ҳар кадом масъалаи механика имкон медиҳад. Агар қувваи ба ҷисм гузошташуда маълум бошад, шитоби траекторияро дар нуқтаи дилхоҳ, шитоби ҷисмро дар вақти дилхоҳ ёфтан мумкин. Қонунҳои Нютон, ҳамчунин, ҳаракати ҷисм, яъне, вазъияти он дар вақти дилхоҳ маълум бошад, барои муайян кардани таъсиррасонии ҳар кадом қувва ба ҷисм имкон медиҳад.

МАШҚҲОИ ИЛОВАГӢ ОИД БА БОБИ IV

1. Ҷисми массааш 2 кг буда ба замин озод меафтад. Қувваи ба ҷисм таъсиркунандаро ёбед. $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

2. Барои бо шитоби 0,5 м/с ҳаракат кардани аробачаи массааш 200 г буда ба он бо кадом бузургӣ бо қувваи доимӣ тағйирнаёбанд бояд таъсир кунад?

3. Равонқатора (вагон)-и дар роҳи оҳан истодаро ҳангоми бо қувваи 2 кН тела додан, он бо шитоби $0,1 \text{ м/с}^2$ ба ҳаракат шурӯъ мекунад. Массаравонқатораро ёбед.

4. Ҷисми массааш 0,5 кг дар ҳолати ором истода бо таъсири қувваи собит диимӣ ҳаракат карда, дар 5 с 20 м роҳ гашт. Бузургии қувваи ба ҷисм таъсиркунандаро ёбед.

5. Дар сатҳи уфуқии ҳамвор саққои пӯлодии массааш 100 г истодааст. Агар саққо дар ҳолати уфуқӣ бо қувваи 50 мН тела дода шавад, он чӣ гуна шитоб мегирад?

6. Ҳангоми бо қувваи доимии 4 Н ба аробачаи дар сатҳи уфуқии ҳамвор истода таъсир расонидан он шитоби 2 м/с^2 гирифт. Агар ба он бо қувваи 6 Н таъсир расонда шавад, он чӣ гуна шитоб мегирад?

7. Бинобар шарти масъалаи 6-ум барои ҳар ду ҳол шитоби дар давоми 1 с гирифтаи аробачаро ёбед.

8. Автомобили массааш 2000 кг бо шитоби $0,8 \text{ м/с}^2$ ба ҳаракат шурӯъ кард. Муҳаррик автомобилро бо чӣ гуна қувва ба ҳаракат оварда истодааст? Қувваи соиш ба ҳисоб гирифта нашавад.

9. Дуто ҷисми массааш 0,5 кг ва 1,5 кг, ки ба муқобили ҳамдигар ҳаракат дошт, ба ҳам бархӯрда, ҳардуяш ҳам манъ гардид. Агар то бархӯрд ҷисми якум бо суръати 6 м/с ҳаракат карда бошад, ҷисми дуввум бо чӣ гуна суръат ҳаракат кардааст?

10. Ҳангоми ядак (притсеп)-ро бо қувваи 10 кН кашидани трактор ба он шитоби $0,5 \text{ м/с}^2$ медиҳад. Трактори дигари қувваи кашишаш 30 кН буда ба ин ядак чӣ гуна шитоб медиҳад?

11. Қувваи кашиши муҳаррики самолёти реактивиї массааш 80 т буда 120 кН бошад, самолёт ҳангоми суръат гирифтани кадом шитоб ҳаракат мекунад?

12. Ба тӯби массааш 0,4 кг буда ҳангоми 0,01 с зарб додан он 20 м/с^2 суръат мегирад. Ба тӯб бо кадом қувва зарба зада шудааст?

13. Саққои массааш 100 г ба риштаи дарозияш 25 см басташуда саросари доира сонияе 2 маротиба чарх мезанад. Қувваи марказрав ва қувваи марказгурези ба саққо таъсиркунандаро ёбед.

14. Саққои шартӣ масъалаи 13 ҳар сонияе 4 маротиба чарх занад, қувваи марказгурез ё шитоби марказрав чанд маротиба зиёд ё кам мешавад?

15. Ҷисми ба риштаи дарозияш 1 м басташуда дар ҳар сония 1 маротиба чарх мезанад. Барои 10 Н гардидани қувваи марказгурези ба ҷисм таъсиррасон массаи ҷисм бояд чӣ қадар бошад?

16. Аз чархи автомобили дар роҳи лой ғӯтида бо суръати 10 м/с парчаҳои лой мепарад. Агар диаметри чархи автомобил 1 м, массаи миёнаи парчаҳои лой 5 г бошад, парчаҳои лой бо кадом қувва партофта мешаванд?

17. Мототсикл дар сахнаи сирк саросари доираи диаметраш 25 м бо суръати 45 км/соат ҳаракат мекунад. Агар қувваи марказгурези ба мототсикл таъсиррасон 2,5 кН бошад, массаи якҷояи мототсикл ва ронанда чӣ қадар мешавад? Дар ин ҳол мототсикл чӣ гуна шитоби марказрав мегирад?

18. Бо таъсири қувваи 2 Н сахтии резинаи 10 см дарозшударо ёбед.

19. Ҳангоми ба тарозуи пружинӣ 1 кг бор оварта шудан пружинаи он 8 см дароз шудааст. Сахтии пружинаро ёбед. Дар ин ва машқҳои дигар $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шаванд.

20. Ҳангоми ба пружинаи сахтияш 60 Н/м оварта шудани бор он 5 см дароз мешавад. Массаи бори ба пружина оварташударо ёбед.

21. Ҳангоми ба резинаи сахтияш 10 Н/м 60 кг бор оварта шудан он чӣ қадар дароз мешавад?

22. Аз нӯги холии дуто пружинаи аз як тараф пайваस्तшудаи дарозихо-яшон якхела гирифта кашиданд. Дар ин ҳол пружинаи сахтияш 120 Н/м 4 см дароз шуд. Пружинаи дуввум 3 см дароз шуда бошад, сахтии он чӣ қадар мешавад?

23. Ҳангоми ба сими ядак бо шитоби $0,3 \text{ м/с}^2$ гирифтани автомобили массааш 1200 кг чӣ қадар дароз шудани троти сахтияш 40 кН/м бударо ёбед. Қувваи соишро ба ҳисоб нагиред.



Боби V. ҲАРАКАТИ ҚИСМҲО БО ТАЪСИРИ ҚУВВАҲОИ БЕРУНА

§ 26. ҚОНУНИ ҚОЗИБАИ УМУМИЧАҲОНӢ

Моҳ ва сайёраҳои дигар саросари доира тақрибан бо суръати доимӣ ҳаракат мекунанд. Барои ҳаракати гирдхатта кардани ҳар гуна ҷисм ба он бояд қувваи доимӣ таъсир расонад. Агар ба сайёраҳо ин гуна қувва таъсир нарасонад, онҳо ҳаракати ростхаттаи мунтазам мекарданд. Акнун қонунҳои динамикаро дастгирӣ карда, гардиши Моҳро дар атрофи Замин дида мебароем. Моҳ фақат бо таъсири қувваи доимӣ ҳаракати гирдхатта мекунад. Ин қувва Қувваи ҷозибаи Замин буда, он мувофиқи қонуни II Нютон бо формулаи: $|F| = m/a$ муайян карда мешавад, яъне массаи Моҳ m ҳар қадар бузург бошад, қувваи ҷозиба ҳам ҳамон қадар калон мешавад: $|F| \sim m$. Бинобар акси таъсири қонуни III Нютон Моҳ низ Замиро бо чунин қувва ҷазб мекунад: $|F| = M/a$, яъне, массаи Замин M ҳар қадар калон бошад, қувваи ҷозиба ҳам ҳамон қадар калон мешавад: $|F| \sim M$. Агар қувваи ҷозиба F ҳам ба массаи ҷисм m , ҳам ба массаи Замин M мутаносиб бошад, аз ин мебарояд, ки ин қувва ба ҳосили зарби онҳо низ мутаносиб (пропорсионал) аст:

$$|F| \sim mM. \quad (1)$$

Дар баробари ин, масофаи аз марказ то рӯи Замин буда аз масофаи аз Маркази замин то Моҳ 60 маротиба хурд аст. Қувваи марказрави ҷисм дар рӯи Замин бошад, аз қувваи марказрави ҳаракати Моҳ бинобар орбита 300 маротиба калон аст, яъне:

$$|F| \sim 1/R^2. \quad (2).$$

Алоқаҳои (1) ва (2)-ро умумӣ карда нависем: $|F| \sim mM/R^2$ ёки:

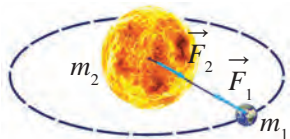
$$|F| = G \frac{mM}{R^2}, \quad (3)$$

дар ин ҳол G – коеффитсиенти мутаносиб.

Ин гуна табиати қувваи ҷозибаи Нютон фақат ба ҷозибаи байни замин ва Моҳ алоқаманд набуда, балки ба ҷозибаи Офтоб ва Замин (расми 88),

Офтоб бо сайёраҳои дигар, байни ҷисмҳои атроф ва Замин ҳам дахлдорияш кашф гардид. Бинобар хулосаи он қувваи ҷозибаи байниҳамдигарии ҷисмҳои олам ба таври зерин муайян карда мешавад:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}, \quad (4)$$



Расми 88. Кашишхӯрии байниҳамдигарии Замин ва Офтоб

Дар ин ҳол m_1 , m_2 – массаи ҷисмҳои таъсиргузоранда, R – масофаи байни онҳо (аз маркази массаҳо чен карда мешавад), G – коэффитсиенти мутаносиб буда, он доимии гравитатсионӣ номида мешавад. Дар формулаи (4) F қувваи ҷозибаи гравитатсиониро ифода

мекунад. Ин қонун бинобар он ки қувваи ҷозибаи байниҳамдигарии ҳамаи ҷисмҳои оламо ифода мекунад, он Қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ номида мешавад:



Қувваи ҷозибаи байниҳамдигарии ду ҷисм ба ҳосили зарби массаи онҳо мутаносиби роста ва ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа мебошад.

Агар массаи ҷисмҳои байни ҳамдигар таъсиррасон $m_1 = m_2 = 1$ кг ва масофаи байни онҳо $R = 1$ м бошад, дар формулаи (4) қимати ададии қувваи F ба G баробар аст: аз ҷиҳати адади доимии гравитатсионӣ массаи ҳар якеи он 1 кг ва масофаи байни онҳо ба қувваи ҷозибаи байни ду ҷисм, ки 1 м аст, баробар мебошад. Соли 1798 олими англис Генри Кавендиш қимати ададии он ба зер баробар буданаширо муайян кард:

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}.$$

Барои $1/1,5 = 0,667$ будан ҳангоми ҳалли масъалаҳо ба ҷойи $6,67 \cdot 10^{-11} \text{Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$

$$\frac{1 \text{ Н} \cdot \text{м}^2}{1,5 \cdot 10^{10} \text{ кг}^2}$$

қиматро ҳам истифода бурдан мумкин.

Ченаки ҷисмҳои қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ таъсиркунанда дар ҳоли аз масофаи байни онҳо хеле хурд будан, яъне, барои нуқтаҳои материалӣ дақиқ иҷро карда мешаванд. Масофаи байни онҳо барои ҷисмҳои саққошақл аз маркази саққоҳо чен карда шавад, дар ҳар гуна масофаи байни ҷисмҳо ҳам бамавҷеъ будани формулаи (4) маълум гардид. Бинобар ин, ҳангоми ҳисоб кардани ҷозибаи ҷисмҳо ба Замин

масофаро нисбат ба маркази Замин гирифтанд лозим аст. Барои он ки радиуси Замин 6400 км аст, ҷисм ҳангоми аз Замин якҷанд даҳ километр бардошта шудан ҳам тағйирёбии миқдори қувваи ҷозибаи ба замин тақрибан ҳис намегардад. Ҳамаи ҷисмҳои атрофамон – мошина, одам, мизу курсӣ, ҷевон, ҳатто хонаҳо низ ба ҳамдигар ҷазб мешаванд. Ин қувваҳо хеле хурданд, аз ин хотир, эҳсос намешавад. Лекин дар натиҷаи Моҳро кашидани Замин Моҳ дар атрофи Замин давр занад, дар натиҷаи Моҳ Замиро кашидан якҷанд метр баланд бардошта шудани оби баҳр ва укёнуси ба тарафи Моҳ ростода мушоҳида мегардад.

Ягон ҷисмро ба ришта баста монем, дар натиҷаи ҷисмро кашидани Замин ҷисм риштаре ба тарафи маркази Замин мекашад. Аз ин ҳодиса бинокорон ҳангоми бо равиши перпендикуляр дар Замин сохтани хонаҳо истифода мекунанд.

Маълумотҳои ҷенак оид ба Замин, Моҳ ва Офтоб

Ҳангоми ҳалли масъалаҳо оид ба қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ аз бузургҳои оид ба Замин, Моҳ ва Офтоб истифода бурда мешавад. Ҳангоми ҳалли масъала аз қиматҳои тақрибии яқлухтшудаи ин ададҳо истифода бурдан мумкин аст. Дар зер ҳамаи бузургҳои оварда шудаанд:

- 1) Радиуси миёнаи Замин – $6,371 \cdot 10^6$ м $\approx 6,4 \cdot 10^6$ м;
- 2) Массайи Замин – $5,976 \cdot 10^{24}$ кг $\approx 6 \cdot 10^{24}$ кг;
- 3) Масофаи миёнаи аз Замин то Моҳ – $3,844 \cdot 10^8$ м $\approx 3,8 \cdot 10^8$ м;
- 4) Радиуси Моҳ – $1,737 \cdot 10^6$ м $\approx 1,7 \cdot 10^6$ м;
- 5) Массайи Моҳ – $7,35 \cdot 10^{22}$ кг $\approx 7,4 \cdot 10^{22}$ кг;
- 6) Масофаи миёна аз Замин то Офтоб – $1,496 \cdot 10^{11}$ м $\approx 1,5 \cdot 10^{11}$ м;
- 7) Радиуси Офтоб – $6,96 \cdot 10^8$ м $\approx 7 \cdot 10^8$ м;
- 8) Массайи Офтоб – $1,99 \cdot 10^{30}$ кг $\approx 2 \cdot 10^{30}$ кг.

Намунаи ҳалли масъала

Қувваи ҷозибаи байни Замин ва Офтобро ёбед.

Дода шудааст:

Формулаи:

Ҳалл:

$$m_1 = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг};$$

$$m_2 = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг};$$

$$R = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м};$$

$$G = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2}.$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

$$F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot 2 \cdot 10^{30}}{(1,5 \cdot 10^{11})^2} \text{ Н} \approx$$

$$\approx 3,6 \cdot 10^{22} \text{ Н}.$$

Ёфтанд лозим:

$$F = ?$$

Ҷавоб: $F \approx 3,6 \cdot 10^{22} \text{ Н}.$



Мафҳумҳои таҷриба: қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ, қувваи ҷозибаи гравитатсионӣ, доимии гравитатсионӣ.



1. Массагон, масса ва радиуси Замиро дониста, худатон ба замин бо кадом қувва кашида шуданатонро ҳисоб кунед. Масофаи байни худ ва Замиро ба радиуси замин баробар гуфта гиред.
2. Ба ҳодисаҳои бо таъсири қувваи ҷозиба фаҳмондашаванда дар Замин содиршаванда мисол оред.



1. Қувваи ҷозибаи байни Замин ва Моҳро ёбед.
2. Ду нафар бачаи массаи ҳар яке 50 кг аз ҳамдигар дар масофаи 10 м дур истодаанд. Бачагон бинобар қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ ба ҳамдигар бо кадом қувва ҷазб мешаванд?
3. Ду ҳамроҳи сунбӯи Замин, ки массаи ҳар яке 3,5 тоннагӣ аст, ба ҳамдигар 100 м наздик омаданд. Қувваи ҷозибаи байниҳамдигарии онҳоро ҳисоб кунед.

§ 27. ҚУВВАИ ВАЗНИНӢ



Расми 89. Кашиши мутақобилаи Замин ва ҷисми рӯи он

Ҷисмҳои рӯи Замин бо кадом сабаб ба Замин кашида мешаванд? Барои онҳо низ қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ оё бамавқеъ аст?

Аз формулаи қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ истифода бурда, бо ҷисми ихтиёрии массааш $m_1 = m$ рӯи Замин қувваи ҷозибаи байниҳамдигарии кураи Замиро, ки массааш $m_2 = M$ мебошад, ҳисоб кардан мумкин аст (расми 89):

$$F = G \frac{mM}{R^2}. \quad (1)$$

Дар ин ҳол ба сифати миқдори масофаи байни ҷисм ва замин радиуси кураи Замин $R = 6,4 \cdot 10^6$ м гирифта мешавад. Қувваи ҷозибаи ҷисми массааш $m = 1$ кг ро бо Замини массааш $M = 6 \cdot 10^{24}$ кг меёбем:

$$F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{1 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ Н} \approx 9,8 \text{ Н}.$$

Аз ин мебарояд, ки ҷисми массааш 1 кг ва Замин якдигарро бо қувваи 9,8 Н мекашанд.

Бинобар қонуни саввуми Нютон ҷисм бо кадом қувва, ки ба Замин кашида шавад, он Замиро ба худ бо ҳамон қадар қувва мекашад.

Бинобар ба қонуни дуюми Нютон шитоби гирифтаи ҷисм дар таъсири қувваи ҷозибаи Замин:

$$a = \frac{F}{m}. \quad (2)$$

Аз ин мебарояд, ки ҷисми массааш 1 кг бо таъсири қувваи кашиши Замин ба шитоби ба $9,8 \text{ м/с}^2$ баробар соҳиб мешавад.

Ҷисмҳои массашон ихтиёрӣ, масалан, ҷисмҳои массашон $m = 8$ кг ё 25 кг ба замин бо кадом қувва кашида мешаванд? Бо таъсири ин қувва онҳо ба кадом шитоб соҳиб мегарданд?

$$\text{Барои } m = 8 \text{ кг: } F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{8 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ Н} \approx 78,4 \text{ Н}; \quad a = \frac{78,4}{8} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$\text{Барои } m = 25 \text{ кг: } F = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{10}} \frac{25 \cdot 6 \cdot 10^{24}}{(6,4 \cdot 10^6)^2} \text{ Н} \approx 245 \text{ Н}; \quad a = \frac{245}{25} \frac{\text{м}}{\text{с}^2} = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2};$$

Аз ин мебарояд, ки қатъи назар аз чӣ қадар будани массаи ҷисм дар натиҷаи қувваи ҷозибаи Замин бузургии шитоби а як хел, яъне, ба $9,8 \text{ м/с}^2$ баробар будааст. Мо ин шитобро шитоби афтиши озод номида, онро бо ҳарфи g ишора карда будем. Дар асл бошад, мо дар ин мавзӯ қимати шитоби афтиши озодро баровардем.

Қувваи ба Замин кашидашавии ҷисмро қувваи вазнинӣ меномем ва ба тарзи $F_{\text{вазн.}}$ ишора мекунем. Шитоби a -и формулаи қонуни дуюми Нютонро бо шитоби афтиши ҷисми g иваз намуда, қувваи вазнинии ҷисми массааш m -ро ба таври зерин ифода кардан мумкин аст:

$$F_{\text{вазн.}} = mg. \quad (3)$$



Қувваи ба Замин кашидашавии ҷисм қувваи вазнинӣ номида мешавад.

Формулаи (3) алоқаи байни қувваи вазнинӣ ва массаи ҷисмро низ ифода мекунад. Ин формула дар сатҳи Замин $9,8$ маротиба калон будани қувваи вазнинии бо ҳисоби N гирифташуда аз массаи ҷисми бо ҳисоби kg гирифташударо нишон медиҳад.

Намунаи ҳалли масъала

Қувваи вазнинии мошинаи бори массааш 10 -тоннагии дар болои пул истодаро ёбед. Мошина ба пул (кӯпрук) бо кадом қувва таъсир мерасонад?

<p>Дода шудааст:</p> $m = 10 \text{ т} = 10\,000 \text{ кг};$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2.$	<p>Формулаиш:</p> $F_{\text{вазн.}} = mg.$	<p>Ҳалл:</p> $F_{\text{вазн.}} = 10\,000 \text{ кг} \cdot 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} =$ $= 98\,000 \text{ Н} = 98 \text{ кН}.$
--	--	--

Ёфтан лозим:

Ҷавоб: $F_{\text{вазн.}} = 98 \text{ кН}$; мошина ба кӯприк ҳам бо қувваи 98 км таъсир мерашну.



Нуқтаҳои таъриҳӣ: қувваи ҷозибаи ҷисм ва Замин, кашиши Замин, ба Замин кашидашавии ҷисм, қувваи вазнинии ҷисм.

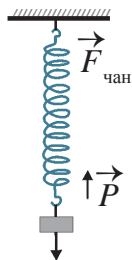


1. Бинобар қувваи ҷозибаи умумичаҳонӣ формулаи қувваи кашиши мутақобили ҷисми массааш m -и рӯи Замин ва Замин чӣ гуна ифода карда мешавад?
2. Дар асоси формулаҳои қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ ва қонуни дуввуми Нютон қимати шитоби афтиши озод чӣ гуна ёфта мешавад?



1. Ҷевони китоби массааш 200 кг ба Замин бо кадом қувва кашида мешавад? Қувваи вазнинии ҷевон чӣ қадар аст? Дар ин ва масъалаҳои минбаъда $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.
2. Массагонро дониста, қувваи вазнинии худро муайян кунед.
3. Қувваи вазнинии автомобили дар канори роҳ истода ба 20 кН баробар аст. Массай автомобилро ёбед.

§ 28. ВАЗНИ ҶИСМ



Расми 90.

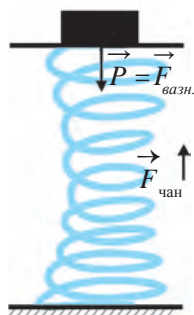
Таъсири қувваи вазнинии ҷисм ба обзғоҳ

Дар физика ба ҷуз аз қувваи вазнинӣ мафҳуми вазнинӣ низ мавҷуд аст. Барои фаҳмондани моҳияти вазни ҷисм таҷрибаи зеринро мегузаронем.

Таҷрибаи 1. Ба пружинаи ба овозгоҳ маҳкамшуда ҷисми массааш m -ро меовезем. Ба ҷисм қувваи вазнинии ба поён равонашуда $F_{\text{вазн.}} = mg$ таъсир мерасонад. Бо таъсири ин қувва пружина меёзад, яъне, деформатсия мегардад. Дар натиҷаи он қувваи чандирӣ $F_{\text{чан.}}$ ба вучуд меояд (расми 90).

Таҳти таъсири қувваи вазнинии $F_{\text{вазн.}}$ баробари ба ёзидан майл кардани пружина қувваи чандирии $F_{\text{чан.}}$ ки ба нигоҳ доштани ҳолати аввалаи пружина майл намуда, ба боло равона аст, зиёд мегардад. Баъди ба дарозии маълум ёзидан қувваи чандирии $F_{\text{чан.}}$ аз ҷиҳати миқдор ба қувваи вазнинии $F_{\text{вазн.}}$ баробар шуда мемонад, яъне ин қувваҳо ба мувозиант меоянд ва бори ба пружина овехташуда ба ҳолати оромӣ меояд. Дар ҳолати оромии ҷисм ба овеза қувваи ба қувваи вазнинии $F_{\text{вазн.}}$ баробар таъсир мерасонад. Ин қувва вазнинии ҷисми ба пружина овезоншуда аст.

Таҷрибаи 2-юм. Ба тақягоҳи болои пружина насбшуда ҷисми массааш муайяни m мегузorem. Ҳамон замон пружина фишор меҳӯрад, яъне, деформатсия мешавад. Дар натиҷа қувваи чандирии $F_{\text{чан.}}$ намоён мегардад. Ҳангоми қувваи чандирий зиёд шуда, ба қувваи вазнинии ҷисм аз ҷиҳати миқдор баробар шудан фишорхӯрии пружина манъ мешавад ва ҷисм ба ҳолати оромӣ мегузарад. Дар ҳолати ором будани ҷисм қувваи ба тақягоҳ ба қувваи вазнинӣ $F_{\text{вазн.}}$ баробар таъсир мерасонад (расми 91). Қувваи мазкур вазнинии ҷисми ба тақягоҳи болои пружина гузошташуда мебошад.



Расми 91. Таъсири қувваи вазнинии ҷисм ба тақягоҳ



Ба туйфайли ба Замин кашидан қувваи ба тақягоҳ ё овеза таъсиррасони ҷисм вазнинии ҷисм номида мешавад ва бо ҳарфи P ишора карда мешавад.

Дар таҷрибаҳои болоӣ ҳангоми ба мувозинат омадани ҷисм вазнинии ҷисм P ба қувваи вазнинии $F_{\text{вазн.}}$ баробар мешавад. Вазнинии ҷисми дар ҳолати ором истода бо формулаи зерин ифода карда мешавад:

$$P = mg.$$

Мафҳуми вазнинир аз мафҳуми қувваи вазнинӣ. Ду ҷиҳати аз ҳамдигар фарқку мекунад. Яқум, қувваи вазнинӣ – ин қувваи ҷозибайи ҷисм ба Замин, вазнинӣ бошад, қувваи таъсиррасонии ҷисм ба тақягоҳ (расми 92) ё овеза (расми 90) мебошад. Дуюм, қувваи вазнинӣ ба шитоби ҷисм дар самти амудӣ вобаста нест, яъне, барои як ҷойи маълум тағйирнаёбанда аст. Вазнинӣ бошад, ҳангоми фақат дар ҳолати ором истодани ҷисм ё фақат ба ҳаракати мунтазами амудӣ тағйирнаёбанда мебошад.

Ҳангоме, ки ҷисм ба самти вертикалӣ ҳаракати тағйирёбанда мекунад, вазнинӣ тағйир меёбад. Масалан, массаи ҷисми дар таҷрибаи 1-ум ба пружина овехташаванда бигзор, 100 г, яъне, 0,1 кг бошад. Дар он ҳолат қувваи вазнинии ҷисм $F_{\text{вазн.}} = 0,1 \cdot 9,8 \text{ Н} = 0,98 \text{ Н} \approx 1 \text{ Н}$ аст. Ин қувва ҳангоми ҷисм ба пружина овехта шудан ҳам, ҳангоми пружина ёзидан ҳам, ҳангоми б ҳолати ором омадан ҳам тағйир намеёбад. Лекин вазнинӣ аз қимати 0 то 1 Н зиёд мешавад. Дар вақти худӣ ба пружина овехта шудани ҷисм таъсири ҷисм ба овезаи овехташуда нест,



Расми 92. Таъсири қувваи ҷисм ба тақягоҳ

яъне, вазнинии ҷисм ба 0 баробар аст. Дар вақти мухтасар пружина меёзад ва таъсири ҷисм ба овеза зиёд мегардад, яъне, вазнинии ҷисм аз 0 то 1 Н тағйир меёбад. Баъди ёзидашавии пружина, яъне ҳангоми ба мувозинат омадани ҷисм вазнинии он ба 1 Н баробар мешавад.

Дар таҷрибаи дуввум ҳам ҳамин гуна ҳолат рӯй дод.

Дар ҳаёт ба ҷойи масса бештар мафҳуми вазнинӣ истифода мегардад. Масалан, дар бозор бо ёрии тарозу массаи маҳсулот чен карда шавад ҳам, вазнинии маҳсулот чен карда шуд, гуфта мешавад. Бо ин ба хатоғӣ роҳ дод, гуфта намешавад. Зеро маҳсулот дар тарозу дар ҳолати ором, яъне, дар ҳолати мувозинат баркашида дар ҳолат вазнинӣ бо Н не, балки бо кг ё г ҳисоб карда мешавад., халос.

Намунаи ҳалли масъала

Ҳангоми ба динамометр бор овезон кардан, баъди андаке он ба мувозинат меояд. Дар ин ҳол динамометр 10 Н-ро нишон дод. 1. Массаи ба динамометр овехташуда чӣ қадар аст? 2. Қувваи чандирии пружинаи динамометр дар ҳолати мувозинат чӣ қадар мешавад? 3. Вазнинии ҷисм чӣ? 4. Оё бо ёрии динамометр массаи борро чен кардан мумкин аст?

Дода шудааст:

$$F_{\text{вазн.}} = 10 \text{ Н};$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

Формулааш:

$$F_{\text{вазн.}} = mg; \quad m = \frac{F_{\text{вазн.}}}{g}$$

Ҳалли он:

$$m = \frac{10}{9,8} \approx 1 \text{ кг.}$$

Ёфтан лозим:

$$m = ? \quad F_{\text{чан.}} = ? \quad F_{\text{вазн.}} = ?$$

Ҷавоб: 1) $m \approx 1 \text{ кг}$; 2) $F_{\text{чан.}} = F_{\text{вазн.}} = 10 \text{ Н}$;

3) $P = F_{\text{чан.}} = 10 \text{ Н}$; 4) Бо ёрии

динамометри дар рӯйи Замин истода массаро ҳам чен кардан мумкин аст. Барои ин шкалаи динамометр дар килограмм ва грамм дараҷанок гардида, дар ҷараёни ченкунӣ пружинаи динамометр бояд дар ҳолати мувозинат бошад.



Мафҳумҳои таъриҳӣ: таъсири қувваи вазнинӣ ба овеза, таъсири қувваи вазнинӣ ба таъриҳ, вазнинии ҷисм.



1. Дар байни мафҳумҳои масса ва вазнинии ҷисм чӣ гуна фарқ аст? Мо дар тарозуи фишангдор массаи ҷисмро чен мекунем ё вазнинияшро? Фарқи вазнинӣ аз қувваи вазнинӣ дар чист?
2. Ба троти крани борбардорӣ контейнери бордори массааш 2 т овехта шудааст. Қувваи ба контейнер таъсиррасонро худатон дар масоҳат бо тарзи график тасвир кунед.

M
19

1. Ба пружинаи ба тақягоҳ устуворгардида ҷисми массааш 50 г овехта шудааст. Ҳангоми қувваи вазнинии ба ҷисм таъсиррасон ва қувваи чандирии пружина дутарафа ба мувозиант омадан вазнинии ҷисм ба чӣ баробар мешавад? Дар ин ва масъалаҳои минбаъда $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.
2. Ба пойгоҳи ба болои пружина насбшуда ҷисми массааш 80 г гузошта шудааст. Дар ҳолати мувозинат вазнинии ҷисм ба чӣ баробар мешавад?
3. Ба динамометри дар ҳолати беҳаракат буда 200 г бор овехта шуд. Вазнинии бор дар ҳолати мувозинат чӣ қадар аст? Қувваи чандирӣ чӣ?
4. Массаи худро доништа, вазнинии худро дар ҳолати ором истодан ҳисоб кунед.

§ 29. ЗИЁДАВАЗНӢ ВА БЕВАЗНӢ

Зиёдавазнӣ

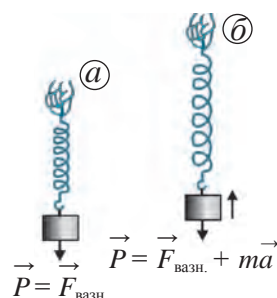
Ба пружина ҷисми массааш m овехта, онро дар ҳолати ором нигоҳ дорем. Ҳангоми барқарор гардидани ҳолати мувозинат вазнинии ҷисм:

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{вазн.}} \quad \text{ё ки} \quad \vec{P} = m\vec{g} \quad (1)$$

мешавад (расми 93 а).

Агар пружинаро тез ба боло ҳаракат диҳем, ёзидашавии онро нисбат ба ҳолати мувозиант мебинем (расми 93 б). Аз ин мебарояд, ки ҳангоми шитоби ба боло равонашуда вазнинии борамон меафзояд. Сабаби инро бо ёрии қонуни дуюми Нютон фаҳмондан мумкин аст. Ҳангоми бор ба боло бо шитоби a ҳаракат кардан ба пружина ба ғайр аз қувваи вазнинӣ қувваи иловагии та таъсир мерасонад. Дар ин ҳол қимати вазнинӣ ба суммаи қувваи вазнинӣ ва қувваи иловагӣ баробар мешавад:

$$\vec{P} = \vec{F}_{\text{вазн.}} + m\vec{a} \quad \text{ё ки} \quad \vec{P} = m\vec{g} + m\vec{a}. \quad (2)$$



Расми 93. Ҳолати ором (а) ва ҳаракати ба боло шитобдори ҷисм (б)

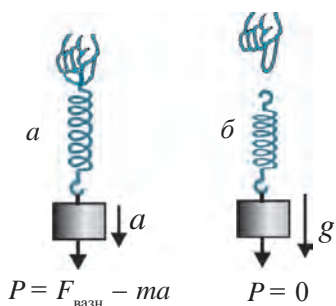


Ҳангоми ҷисм ба боло ба самти амудӣ бо шитоби a ҳаракат кардан вазни он ба миқдори та меафзояд. Ин зиёдашавӣ номида мешавад.

Нисбати вазнинии формулаҳои (2) ва (1) ба $n = (g + a)/g$ баробар буда, зиёдашавиро ҳосил мекунад. Бо ёрии ин формула миқдори зиёдашавиро ҳисоб кардан мумкин аст. Аз ин мебарояд, ки миқдори вазнинии ба тақягоҳи зери худ таъсиррасонии бор ба ғайр аз қувваи вазнинӣ ба будан ё набудани шитоби бор ҳам вобаста будааст.



Расми 94. Ҳаракати шитобдори лифт



Расми 95. Ба паст ҳаракат кардани ҷисм бо шитоби a (a) ва шитоби g (b)

Дар зиндагии худ намоёншавии зиёдашавиро бисёр вохӯрадем. Масалан, ҳангоми ба болоравӣ шурӯъ кардани лифти дар ҳолати ором қарордошта он шитоби a мегирад. Дар ин ҳолати одами дар дохили он истода ба фарши лифт аз одат ба та бо қувваи зиёд фишор медиҳад (расми 94). Ҳангоми бо шитоби баланд парвоз кардани ракета кайҳоннаварди дохили он ба зиёдшавии баланд бояд тобонар бошад.

Бевазнии

Акнун пружинаро дар якҷоягӣ бо бор қатъан ба поён ҳаракат диҳем. Ҳангоми саршудани ин ҳаракат ба дарозии маълум ёзида, пружинаи дар ҳолати мувозинат истода фишор дода мешавад (расми 95 a).

Дар як лаҳза қувваи чандирии пружина бо вазнинии ҷисм ба мувозинат меояд ва ҷисм ҳам ба поён бо шитоби a ба ҳаракат шурӯъ мекунад. Коҳиш ёфтани ёзиши ҷисм бошад, коҳиш ёфтани вазнинии ҷисмро нишон медиҳад. Дар ин ҳол вазнинӣ ба та коҳиш меёбад:

$$P = F_{\text{вазн.}} - ma \quad \text{ё ки} \quad P = mg - ma .$$



Ҳангоми ҷисм ба поён ба самти амудӣ бо шитоби a ҳаракат кардан вазнинии он ба миқдори ma коҳиш меёбад.

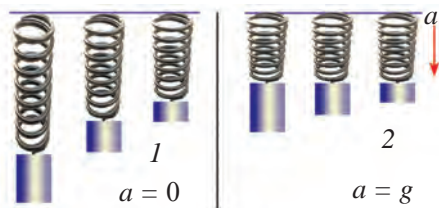
Ҳангоми ба поён ҳаракат кардани лифти ором истода он шитоби a мегирад. Дар ин вақт вазнинии одами дохили он ба та сабук мешавад.

Пружинаи бор овехташударо гузаронда равон кунем, пружина кӯтоҳ шуда, бор бо шитоби $a = g$ ба поён ҳаракат мекунад. Дар ин ҳол шкалаи пружина ба 0 баробар будани вазнинии ҷисми ба он овехташуда, яъне ҳолати бевазиро нишон медиҳад (расми 95 b):

$$P = m(g - a) = m(g - g) = 0.$$

Бояд таъкид намуд, ки вазнинии ҷисм – ин ба тӯфайли ҷозибаи Замин қувваи ба тақягоҳ ё овеза таъсиррасони ҳангоми шитоби ҷисм $a = 0$ будан

мебошад (расми 96 а). Ҷисми афтишаш озод (дар $a = g$) бошад, ба такагоҳ ё овозатаъсирнамерасонад, яъне, вазнинии ҷисм ба сифр баробар аст (расми 95 б). Чунки дар ин ҳол такагоҳ ҳам, овоза ҳам якҷоя бо ҷисм меафтад. Аммо қувваи вазнинӣ ба сифр баробар нест, чунки онҳо айнан бо таъсири ҳамин қувва ба поён меафтанд. Аз ин мебарояд, ки ҷисми ба рӯи Замин афтишаш озод дар ҳолати бевазнӣ мешавад. Дар афтиши озоди ҷисмҳо ба он фақат қувваи вазнинӣ – қувваи ҷозибаи умумичаҳонӣ таъсир мерасонад. Ҳамаи ҷисмҳои коинот таҳти таъсири Замин, Моҳ, Офтоб, сайёраҳо, ситораҳо ва ҷисмҳои дигари осмонӣ мешаванд. Бинобар ин, ҳолати бевазниро чунин таъриф кардан мумкин аст:



Расми 96. Шитоб $a = 0$ (1) ва $a = g$ (2) бошад, ёзидани пружина



Фақат таҳти таъсири қувваи ҷозибаи умумичаҳонӣ ҳар гуна ҷисми озод ҳаракаткунанда дар ҳолати бевазнӣ мешавад.

Кишти кайҳонии саросари орбита дар атрофи замин даврзананда, кайҳоннаварди дохили он, самолёти бо шитоби афтишаш озод ғўтахўранда дар ҳолати бевазнӣ мешаванд. Кайҳоннавард дар ҳолати бевазнӣ дар дохили киштӣ озод шино мекунад (расми 97). Дар ин ҳолат вазнинии кайҳоннавард ба сифр баробар мешавад.



Расми 97. Кайҳоннавардон дар ҳолати бевазнӣ

Ҳангоми тез омадан автомобил якбора ба тарафи поён равона мешавад, дар он вақт ҳолати бевазниро ҳис мекунем. Дар аттракционҳои “ба шав-шувоварандаи дил” дар боғҳои истироҳатӣ метавонем ба ходисаҳои зиёдавазнӣ ва бевазнӣ гувоҳ шавем.

Дар ин ҳол иштироккунандагони аттракцион бо сар шудани зуд ба боло бардошташавӣ таъсир кардани қувваи иловагӣ, ба курсӣ бо вазни баланд фишор шудан, яъне зиёдавазниро ҳис мекунам. Ҳангоми тез ба поён фаромадан бошад, иштирокдорони ҳаракатро бо шитоби афтиши озод шурӯъкарда бевазниро ҳис мекунам.

Намунаи ҳалли масъала

Паҳлавон санги массааш 64 кг будаи дар замин истодаро озод бардошт. Дар ин ҳол санг шитоби $2,7 \text{ м/с}^2$ гирифт. Қувваи вазнинии

чисмро ёбед. Ҳангоми аз замин бардоштани санг вазни он чӣ қадар будааст?

Дода шудааст:

$$m = 64 \text{ кг};$$

$$a = 2,7 \text{ м/с}^2;$$

$$g = 9,8 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтан лозим:

$$F_{\text{вазн.}} = ? \quad P = ?$$

Формулааш:

$$F_{\text{вазн.}} = mg;$$

$$P = mg + ma;$$

$$P = m(g + a).$$

Ҳалли он:

$$F_{\text{вазн.}} = 64 \text{ кг} \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \approx 630 \text{ Н};$$

$$P = 64 \text{ кг} \cdot (9,8 + 2,7) \text{ м/с}^2 = 800 \text{ Н}.$$

Ҷавоб: $F_{\text{вазн.}} \approx 630 \text{ Н}; P = 800 \text{ Н}.$



Мафҳумҳои таъриҳӣ: зиёдавазнӣ, ҳолати бевазнии ҷисм.



1. Агар ҷисм ба самти уфуқӣ бо шитоб ҳаракат кунад, вазнинии он оё тағйир меёбад?
2. Ҳангоми тормоз додани киштии кайҳонии ба замин фурудоянда вазнинии фазогир тағйир меёбад?



1. Дуто китоби массаи ҳар яке 400 г буда болои ҳам гузошта шуда, дар якҷоягӣ бо шитоби 5 м/с^2 ба боло бардошта мешаванд. Китоби болоӣ ба китоби поёнӣ ба кадом вазнинӣ таъсир мерасонад? Онҳо бо чунин шитоб аз боло ба поён омада истода бошанд чӣ?
2. Бори массааш 500 кг буда: а) ба боло амудӣ; б) уфуқӣ; в) ба поён амудӣ баробар мекӯчанд. Қувваи вазнинии дар ҳар яке аз ин ҳолатҳо ба бор таъсиррасон ва вазнинии он ба чӣ баробар аст?
3. Ҷисми массааш 3 кг бо шитоб ба боло бардошта шуда, вазнинияш ба 39 Н расид. Ҷисм бо чӣ гуна шитоб боло бардошта шудааст?

§ 30. ҲАРАКАТИ ҶИСМҲО БО ТАЪСИРИ ҚУВВАИ ҚОЗИБАИ ЗАМИН

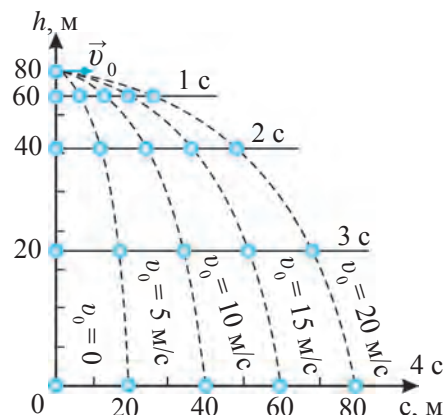
Ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда

Траекторияи ҳаракати тири ба самти уфуқӣ аз милтиқ паррондашуда, самолёти муҳаррикаш хомӯшшуда ё ҷисмҳои аз он партофташуда чӣ гуна мешавад, онҳо ба кучо рафта меафтанд, барин саволҳо мунтазири ҷавобанд.

Фарз кардем, ҷисм аз манораи баландияш 80 м ба замин дар самти амудӣ партофта шуд. Муқобилияти ҳаво ба инобат гирифта нашавад

ҳам, дар дараҷаи иҷрошаванда хурд ва $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирем, бо ёрии формулаи, $h = gt^2/2$ дар 1 с 5 м, дар 2 с 20 м, дар 3 с 45 м, дар 4 с 80 м масофаро тай кардаин ҷисмро дидан мумкин аст.

Акнун ҷисм аз манораи баланд бо суръати ибтидоӣ v_0 ба самти уфуқӣ партофта шавад (расми 98). Дар натиҷаи ин ҳаракатҳо он аз манора ба дурии масофаи s рафта меафтад. Ҳаракати ҷисми ба самти уфуқӣ партофташударо таҳлил намуда, дар он ду натиҷаи аҷибро мушоҳида кардан мумкин аст.



Расми 98. Ҳаракати ҷисми аз баландӣ ба самти уфуқӣ партофташуда

Натиҷаи якум. Ҷисми аз баландии 80 м партофташуда дар 4 с ба замин меафтад. Аз ин баландӣ ба самти уфуқӣ бо суръати ибтидоии 5 м/с, 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с партофташуда ҳам як хел дар 4 с ба замин меафтанд. Ҳатто аз замин баландии онҳо дар охири 1 с, 2 с, 3 с ҳам якхела буда, мисли ҷисми бидуни суръати ибтидоӣ партофташуда мегардад.



Ҷисми аз баландӣ партофташуда ба замин дар чанд вақт афтад, ҷисми аз чунин баланди ба самти уфуқӣ партофташуда ҳам дар ҳамин қадар вақт ба замин меафтад.

Натиҷаи дуюм. Ҷисми уфуқӣ партофташуда дар байни вақтҳои баробари ихтиёрӣ дар масофаи якхела дур мешавад. Агар ба замин проексияи ҳаракати гирдхаттаи ҷисм фароварда шавад, проексияи он ҳаракати ростхаттаи мунтазамро ифода мекунад. Бинобар ин, масофаи байни зери манора то ҷойи афтадаи ҷисм ба таври зерин ифода карда мешавад:

$$s = v_0 t. \quad (1)$$

Чунонки дар расми 98 нишон дода шудааст, ҷисм аз манораи баландияш 80 м бо суръати ибтидоии 5 м/с, 10 м/с, 15 м/с, 20 м/с ба самти уфуқӣ партофта шуда бошад, ҷисм ҳар дафъа аз манора ба чӣ қадар дурӣ рафта афтаданаширо ҳисоб мекунем. Дар ин ҳол $t = 4$ с гуфта гирифта, аз формулаи (1) барои ҳар як ҳолат масофаи s -ро меёбем:

$$1) v_0 = 5 \text{ м/с}; s = 5 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 20 \text{ м};$$

2) $v_0 = 10 \text{ м/с}; s = 10 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 40 \text{ м};$

3) $v_0 = 15 \text{ м/с}; s = 15 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 60 \text{ м};$

4) $v_0 = 20 \text{ м/с}; s = 20 \text{ м/с} \cdot 4 \text{ с} = 80 \text{ м}.$

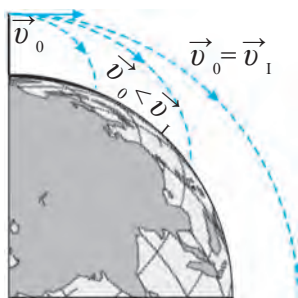
Аз ин мебарояд, ки ҷисми уфуқӣ партофташуда бо ду ҳел ҳаракат иштирок мекунад, яъне, дар самти уфуқӣ ҳаракати собитшитоби ростхаттаро давом медиҳад ва бо таъсири қувваи ҷозибаи Замин ба самти амудӣ бо суръати тағйирёбанда бо шитоби афтиши озод ба поён озод меафтад.

Дар як вақт суръати натиҷавии ҷисми ҳам уфуқӣ, ҳам амудӣ ҳаракаткунанда ба намуди суммаи векторҳо ба таври зерин ифода карда мешавад:

$$\vec{v} = \vec{v}_g + \vec{v}_v.$$

Дар ин ҳолат v_g – суръати ҷисм бо самти уфуқӣ; v_v – суръати ҷисм дар самти амудӣ.

Суръати якуми кайҳонӣ



Расми 99. Муваффақшудан ба суръати якуми кайҳонӣ

Мо ҳангоми омӯхтани ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда сатҳи Заминро ҳамвор қабул кардем. Медонем, ки Замин курашакл аст.

Ҷисми дар баландии h бударо аз замин бо суръати v уфуқӣ ҳаракат диҳем, он бо таъсири қувваи вазнинӣ имрӯз ё пагоҳ ба замин меафтад. Суръати ибтидоии ҷисм ҳар қадар, ки калон бошад, он саросари рӯи Замин ҳамин қадар ба дур рафта меафтад. Агар суръати ҷисми уфуқӣ партофташуда ниҳоят калон бошад, ба шакли сфера будани сатҳи Замин бояд ба ҳисоб гирифта шавад. Ҳангоми суръати ҷисм ба як қимати маълум расидан он ба ҷойи ба замин наздик шудан аз он дур мешавад (расми 99). Дар натиҷа бо ин гуна суръат ҷисм баргашта ба Замин намеафтад ва он саросари орбитаи маълум (траекторияи доира) бо суръати v_1 кураи Заминро давр зада мегардад. Ин гуна ҷисм **ҳамроҳи сунъии Замин** номида мешавад.

Формулаи қонуни қувваи ҷозибаи балки имконияти ҳисобкунии умумиҷаҳонии замин танҳо ба сатҳи замин не, қиммати шитоби озод афтодани баландии h ба сатҳи замин медиҳад.

$$g_h = G \frac{M}{(R + h)^2}. \quad (2)$$

Дар инҳои $v_1^2 = gR.$ (3)

Аз шитоби афтиши озод $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ва радиуси ҷураи Замин $R = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}$ будан, суръати v_1 и формулаи (3)-ро муайян кардан мумкин аст:

$$v_1 \approx 7,9 \cdot 10^3 \text{ м/с} \text{ ё ки } v_1 \approx 7,9 \text{ км/с.} \quad (4)$$



Дар наздикии болои Замин бинобар самти уфуқӣ ҷисми бо суръати 7,9 км/с партофташуда дар атрофи ҷураи Замин саросари доира ҳаракат мекунад. Қимати мазкури суръат суръати якуми кайҳонӣ номида мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Бача дар болои кӯҳпора истода, ба ҷониби кӯл ба самти уфуқӣ бо суръати 15 м/с санг партофт. Баъди 2 с гузаштан рафта ба об афтодани санг маълум шуд. Аз сатҳи оби кӯл баландии кӯҳпораи бача истодаро ёбед. Санг бинобар проексияи уфуқии ҳаракат ба чӣ қадар масофа рафта афтодааст? Ҳангоми партофтани санг аз шах дар 1 м баландӣ будани дасти бачаро ба ҳисоб гиред. $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

Дода шудааст:

Формулааш:

Ҳалли он:

$$\begin{aligned} v_0 &= 15 \text{ м/с;} \\ t &= 2 \text{ с;} h_0 = 1 \text{ м;} \\ g &= 10 \text{ м/с}^2. \end{aligned}$$

$$h = \frac{gt^2}{2};$$

$$h = \frac{10 \cdot 2^2}{2} \text{ м} = 20 \text{ м};$$

$$h_1 = h - h_0;$$

$$h_1 = (20 - 1) \text{ м} = 19 \text{ м};$$

Ёфтан лоим:

$$s = v_0 t.$$

$$s = 15 \text{ м/с} \cdot 2 \text{ с} = 30 \text{ м}.$$

$$h_1 = ? \quad s = ?$$

$$\text{Ҷавоб: } h_1 = 19 \text{ м}; \quad s = 30 \text{ м}.$$



Мафҳумҳои тақиягоҳӣ: ҳаракати ҷисми уфуқӣ партофташуда, суръати якуми кайҳонӣ.



1. Барои навиштаҷоти зерин шитоби афтиши озодро ҳисоб кунед: Замин ($R = 6400 \text{ км}$, $g_0 = 9,8 \text{ м/с}^2$), Марс ($R = 3400 \text{ км}$, $g_0 = 3,6 \text{ м/с}^2$), Венера ($R = 6000 \text{ км}$, $g_0 = 8,4 \text{ м/с}^2$), Моҳ ($R = 1760 \text{ км}$, $g_0 = 1,7 \text{ м/с}^2$).
2. Барои сайёраи масса ва радиусаш аз масса ва радиуси Замин 2 маротиба калонбуда суръати якуми кайҳониро ёбед.



1. Ҷисм аз манора ба самти уфуқӣ бо суръати 8 м/с партофта шуд. Ҷисм баъди 3 с ба замин рафта афтод. Баландии манораро ёбед. Ҷисм аз манора ба чӣ қадар дурӣ рафта афтодааст? Дар ин ва масъалаҳои оянда $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

2. Чисм аз манора ба самти уфуқӣ бо суръати ибтидоии 12 м/с партофта шуд ва ба 60 м масофа рафта, ба замин афтид. Вақти ба замин афтодани чисм ва баландии манораро ёбед.
3. Автомобил бо суръати 80 км/соат, самолёт бо суръати 900 км/соат ҳаракат мекунанд. Суръати ҳар якеи онҳо аз суръати якуми кайҳонӣ чанд маротиба кам аст?

§ 31. ҲАМРОҶИ СУНӢИ ЗАМИН

Суръати зарур барои дар атрофи Замин давр задани ракета

Агар ракета ба баландии якчанд километр бо суръати якуми кайҳонӣ парвоз кунад, ба тӯфайли соиш ва муқобилияти ҳаво гарм шуда, дар мегирад. Фақат дар ҳалои беҳаво ракета бо чунин суръати баланд ҳаракат карда метавонад. Муҳити чандсад километр аз Замин баландро таҷрибан беҳаво гуфтан мумкин аст. Бинобар ин, ракетаҳои ба кайҳон фиристодашуда дар чунин баландиҳо парвоз карда мегарданд. Ракета, масалан, барои дар атрофи Замин ба баландии $h = 300$ км ҳаракати гирдхатта кардан суръати якуми кайҳонӣ бояд чӣ қадар бошад?

Ба ҷойи R дар формулаи суръати якуми кайҳонӣ $v_1^2 = gR$ масофаи $R + h$ гузошта мешавад. Дар вақти аз Замин ба баландӣ баромадан қимати шитоби афтиши озод g коҳиш меёбад. Шитоби афтиши озод дар баландии 300 км аз рӯйи Замин $g = 9,0$ м/с² мешавад. Бинобар ҳисобу китоб барои дар атрофи кураи Замин дар баландии 300 км ҳаракати гирдхатта кардан суръати ракета 7,7 км/с бояд бошад.



Ракета, киштиҳои кайҳонии аз ҷониби инсон ба фазо фиристодашуда ва ба таври сунӣ ба ҳамроҳи Замин табилашуда ҳамроҳи сунӣи Замин номида мешавад.

Барои ба ҳамроҳи сунӣи Замин табилашуда ракета ҳадди ақалл ба баландии 300 км бароварда мешавад. Барои ин ба ракета ҳадди ақалл суръати 7,7 км/с дода мешавад.

Ҳамроҳи сунӣ бо ёрии ракетаи баранда ба баландии даркорӣ бароварда мешавад. Дар вақти маълум суръати ракета то суръати якуми кайҳонӣ афзун карда мешавад ва дар ин ҳолат самти он ба охистагӣ ба ҳолати уфуқӣ мегузарад (расми 100).

Фатҳи кайҳон

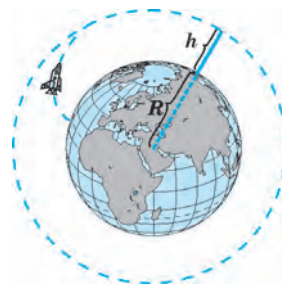
Дар таърихи инсоният бори аввал 4 октябри соли 1957 ракетаи массааш 83 кг бо ёрии ракетаи баранда ба баландии зарурӣ бароварда шуда, барои ба он суръати якуми кайҳонӣ додан ноил шудаанд. Ин ракетаи курашакл ба атрофи Заминро давр зада баромадааст, яъне, ба ҳамроҳи сунъӣ табдил ёфтааст.

12 апрели соли 1961 аввалин маротиба инсон ба кайҳон баромад. Юрий Гагарин, ки дар киштии кайҳонии “Восток” аз Замин парвоз кардааст, сайёраамонро як маротиба давр зада, сиҳату саломат ба Замин баргашт. Аз ҳамин давр эътиборан фатҳи кайҳон ва ба миқёси васеъ омӯзиши он сар шуд. Садҳо кайҳоннавардон ва астронавтҳо бо киштиҳои кайҳонӣ атрофи Заминро саросари орбита давр зада, тадқиқотҳои гуногун гузаронданд.

Боз як комёбии фатҳи инсон – 21 июли соли 1969 Н. Армстронг ва Е. Олдрин бо киштии кайҳонӣ ба Моҳ фуруд омаданд, ки бо ин ҳодиса аввалин маротиба инсон ба Моҳ қадам гузошт.

Барои фатҳи кайҳон кайҳоннавардони дар кишвари мо таваллуд ёфта ба воя расида низ ҳиссаи муносиб гузоштаанд. Кайҳоннавард Владимир Чонибеков, ки дар деҳаи Искандари вилояти Тошканд таваллуд шудааст, 5 маротиба (1978, 1981, 1982, 1984, 1985) ба кайҳон парвоз карда, дар орбита ҳамагӣ 145 рӯз будааст. Дар ин давра ду маротиба ба кайҳони қушод баромада, барои таъмири қисми болои аппарати кайҳонӣ иштирок кардааст. Барои хизматҳои бузургаш дар соҳаи кайҳоннавардӣ ду маротиба ба унвони Қаҳрамон сазовор гардидааст (1978, 1981). Соли 1985 ба ӯ унвони ҳарбии генерал-майори авиатсия дода шудааст. Ба кайҳоннаварди ўзбекистонӣ дар Тошканд бюст гузошта шудааст.

22 январи соли 1998 дар таркиби экипажи байналхалқӣ фарзанди ўзбек Солиҷон Шарипов, ки дар шаҳри Ўши Қирғизистон таваллуд шудааст, бо киштии кайҳонии ИМА ба кайҳон парвоз кард. С. Шарипов соли 2004 бори дуввум ба кайҳон парвоз



Расми 100. Траекторияи ҳаракати ракета дар баландии h дар саросари орбита



Кайҳоннавард Владимир Чонибеков



Кайҳоннавард Солиҷон Шарипов

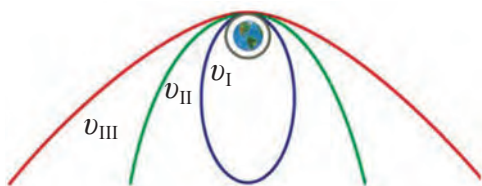
кард. Ин дафъа ў дар киштии кайҳонии Русия парвоз карда, ба муддати дароз дар кайҳон барои корҳои тадқиқотӣ бурдан ширкат варзид.



Расми 101. Истифода аз ҳамроҳи сунъии Замин

Айни замон фалакпаймоӣ бениҳоят ривоч меёбад. Дар атрофи Замин ҳамроҳҳои сунъии бисёр мамлакатҳо, ки аз Замин идора карда мешаванд, парвоз карда мегардад. Бо ёрии онҳо дар баробари тадқиқ кардани коинот обу ҳавои рӯи Замин, чараёнҳои гуногуни дар замин содиршаванда мунтазам омӯхта мешавад. Барномаҳои телевизионӣ, радиёӣ, алоқаҳои телефонино дар саросари рӯи Замин расонидан ҳам ба ёрии ҳамроҳҳои сунъӣ амалӣ мегарданд. (расми 101).

Ба ҷониби ҳамаи сайёраҳои низоми Офтоб ракетаҳои аз Замин идорашаванда фиристода шудааст. Онҳо аз сайёраҳои дигар маълумотҳои гуногунро ба Замин расонда меистанд. Мо дар мавзӯҳои гузашта суръати якуми кайҳонӣ ва қимати онро доништа гирифтём. Бо зиёдшавии суръат орбитаи ҳаракат низ тағйир ёфта, ҳамроҳи саросари доира ҳаракаткунанда бо траекторияҳои эллипс, баъд парабола ба ҳаракат медарояд (расми 102). Бинобар ҳисобу китобҳо суръати ҳамроҳи сунъӣ ба $v_{II} = 11,2$ км/с расонда шавад, он аз орбитаи Замин баромада меравад ва дар атрофи Офтоб саросари орбита ба ҳаракат мепардозад. Бо ин ҳол он ба ҳамроҳи сунъии Замин табдил меёбад. Худуди ин суръат суръати дуввуми кайҳонӣ номида мешавад. Агар ракета аз Замин дар атрофи Офтоб дар самти ҳаракати саросари орбитаи бо суръати $v_{III} = 16,7$ км/с



Расми 102. Суръатҳои кайҳонӣ

фиристода шавад, ракета ба суръати саввуми кайҳонӣ мерасад ва низоми Офтобро тарк мекунад. Худуди ин **суръат суръати саввуми кайҳонӣ** номида мешавад.



Мафҳумҳои таъясгоҳӣ: ракета, ҳамроҳи сунъӣ, кайҳон, киштии кайҳонӣ, суръати дуввуми кайҳонӣ, суръати саввуми кайҳонӣ.



1. Агар фалакпаймо аз киштии кайҳонӣ берун барояд, оё дар ҳолати бевазний мешавад?
2. Ҳаракати ҳамроҳи сунъии Заминро ҳаракати тезшавандаи мунтазам гуфта мешавад?

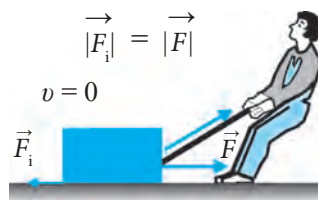


1. Масофаи байни марказҳои массаи ду автомобили массаҳояшон 1200 кг-й ба 5 м баробар аст. Автомобилҳо якдигарро бо чӣ гуна қувва мекашанд?
2. Бузургии қувваи кашиши байниҳамдигарии ду заврақи массаҳояшон 8 000 т ва 12 500 т бударо, ки аз якдигар дар масофаи 100 м истодаанд, ёбед.
3. Аз маълумотҳои дар саҳифаи 99 овардашуда истифода бурда, қувваи чозибай байни Офтоб ва Заминро ёбед.
4. Хонаи массааш 100 т буда ба замин бо кадом қувва кашида мешавад? Вазнинии хона чӣ қадар аст?
5. Вазнинии мошинаи боркашони дар рӯи Замин ором истода ба 100 кН баробар аст. Массаи мошинаи боркашонро ёбед.
6. Қувваи вазнинии ҷисми массааш 1 кг буда, ки дар рӯи Замин истодааст, ба чӣ баробар аст?
7. Лифт бо шитоби 5 м/с^2 ба боло ба ҳаракат шурӯъ кард. Дар ин вақт вазнинии бачаи даруни лифт, ки массааш 45 кг мебошад, чӣ қадар мешавад?
8. Лифт бо шитоби $2,5 \text{ м/с}^2$ ба сӯйи поён ба ҳаракат даромад. Дар ин вақт вазнинии одами даруни лифт, ки массааш 90 кг мебошад, чӣ қадар мешавад?
9. Дар кадом баландӣ аз рӯи Замин суръати якуми кайҳонӣ ба 6 км/с баробар мешавад?

§32. ҚУВВАИ СОИШ. СОИШИ ОРОМИШ

Қувваи соиш

Барои нигоҳ доштани автомобили тезрав тормоз пахш карда мешавад. Чанаи аз баландӣ лағжида омада дар қисми уфуқи роҳ лағжида рафта меистад. Дар ин ҳодисаҳо тағйирёбии суръат, яъне, камшавии он намоён мегардад. Маълум аст, ки омили тағйирёбии ҳар гуна суръат қувва мебошад. Акнун дар бораи боз як қувваи дар механика омӯхташаванда – қувваи соиш суханронӣ мекунем. Барои кашола кардани бори дар замин истода ба он дар самти ҳаракат бо қувваи F таъсир расондан лозим (расми 103). Дар ин ҳолат қувваи F_i ки ба ҳаракати бор муқобилият нишон медиҳад ва ба самти ҳаракат муқобил равона карда шудааст, пайдо мешавад.



Расми 103. Намоён шудани қувваи соиш



Қуввае, ки ҳангоми ҳаракати ҷисм ба саросари болои ҷисми дигар пайдо шуда, ба муқобили ҳаракат равона гардидааст, қувваи соиш меноманд.



Расми 104. Дар шкив намоён шудани соиш

Соиш ягон ҳел ҳаракатро ба вучуд намеорад. Лекин саволе пайдо мешавад, ки чаро он қувва номида мешавад? Сабаб ин аст, ки қувваи соиш ҳаракатро суст мекунад. Аз ин мебарояд, ки қувва фақат ҳаракатро ба вучуд наоварда, онро мумкин аст суст ҳам гардонад. Барои китобҳои болори миз гузошташударо пеш бурдан бо қувва таъсир расонда, қувваи соишро барҳам доданамон лозим аст. Ба автомобил тормоз дода шавад, он зуд меистад. Интиқоли тасмағӣ ҳам ба туфайли соиш шкивҳоро чарх мезанонад (расми 104).



Омили якуми ҳосил шудани қувваи соиш ноҳамвор будани сатҳи ҷисмҳои ба ҳамдигар расанда мебошад.



Расми 105. Дар лупа намоён-шавии сатҳи ҷисмҳои гуногун

Ҳатто дар сатҳи ҷисмҳои хеле суфта ҳам ноҳамворихо ва чуқурчаҳо мавҷуданд. Сатҳи ҷисмҳои ҳамвор ба воситаи пурбин дида шавад, гуногун будани дағарбуғурии онҳо муайян мегардад (расми 105).

Ҳангоми як ҷисм ба сатҳи ҷисми дигар лағжидан ё ғелидан ин дағарбуғуриҳо ба ҳамдигар соиш хӯрда, қувваи ба ҳаракат монеашавандаро ба вучуд меорад.



Сабаби дуввуми ҳосил шудани соиш ин қувваи ба ҳамдигар таъсиррасонии молекулаҳои сатҳи ҷисм, ки ба якдигар расида меистанд.

Агар сатҳи ҷисмҳо хуб суфта гардида бошад, ҳангоми ба якдигар расидани ҷисмҳо молекулаҳои сатҳи он ба якдигар хеле наздик мешаванд. Дар ин ҳолат қувваҳои ҷозоба дар байни молекулаҳои ҷисми ба якдигар расанда эҳсосшаванда мебошад.

Ҳодисаи ба якдигар соишхӯрии ҷисмҳоро ба се навъ чудо кардан мумкин аст: соиши оромиш, соиши лағжиш ва соиши ғелиш.

Соиши оромӣ

Ҳангоми дар оромии нисбӣ будани ҷисм қувваи соиш онро дар як ҷой нигоҳ дошта меистад ва он барои аз ҷояш ҷунбидани ҷисм монеа мешавад. Ин қувва қувваи соиши оромӣ (дар ҳолати оромӣ) мебошад.

Бо ёрии транспортёр борҳоро бинобар моилӣ ба боло баровардан мумкин аст. Дар ин ҳолат қувваи соиши оромии байни сатҳи тасмаи транспортёр бо сатҳи бор борро дошта меистад (расми 106). Агар ин қувва намебуд, бор лағжида ба поён меафтид.



Расми 106. Ба боло баровардани бор ба воситаи транспортёр

Мизу курсӣ, ҷевон ва ҷихозҳои дигари хона ба туфайли қувваи соиши оромӣ дар фарши хона наҷунбида меистанд.

Ҷисми дар рӯи фарши хона истодаро дар самти уфуқӣ ба ҳаракат оварем, яъне, барои ҷунбондан ба он бо қувваи ба қувваи соиши оромӣ баробар ва муқобил равонашуда таъсир бояд расонем.

Ҳангоми роҳравӣ дар байни рӯи замин ва зерсатҳи пойафзол қувваи соиши оромӣ ҳосил мегардад. Агар қувваи соиш намебуд, мо роҳ гашта наметавонистем, мисли дар рӯи ях роҳ рафтан лағжида мерафтем. Мо заминро ба қафо бо қувваи F тела медиҳем. Қувваи соиш F_c бошад, ба самти ҳаракатамон таъсир расонда, аз ҷиҳати миқдор ба қувваи F баробар мешавад (расми 107).



Расми 107. Ҳангоми роҳравӣ намоён шудани соиш

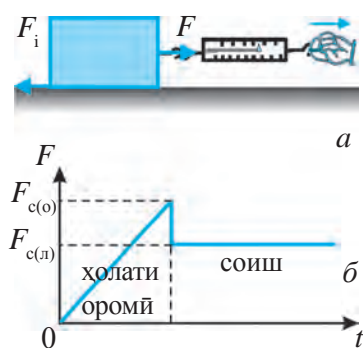
Ҳангоми роҳравӣ барои заминро ба қафо тела доданамонро тасаввур кардан пайроҳаи хурди роликдори варзишгарон машқ мекардагиро мисол овардан мумкин аст (расми 108). Дар ин ҳолат варзишгар ба пеш давидан хоҳад, пайроҳа ба қафо ҳаракат мекунад.

Қувваи соиш $F_{c(o)}$ ба қувваи таъсиррасон F ба равиши пропорсионалӣ тағйир меёбад: $F_{c(o)} = kF$. Дар ин ҳолат k – коэффитсиенти соиш мебошад.

Дар ҳаёт соиш баъзан фоидаовар бошад, баъзан зарарнок аст. Масалан, дар зимистон бо чархҳои автомобили дар роҳи яхбаста ҳаракаткунанда соиши байни яхро зиёд кардан лозим шавад, бо



Расми 108. Ба ақиб ҳаракати роҳак ба туфайли соиш



Расми 109. Намоён шудани соиши оромиш ва лағжиш (*a*) ва графикаи онҳо (*б*)

асбоби яхмолақпарӣ соиши байни яхро кам кардан лозим меояд.

Бинобар зарурат соишро кам ё зиёд кардан мумкин аст. Барои ин аввал барои чен кардани коэффициентҳои соиш зарурат пайдо мешавад. Қувваи соиши оромишро чен кардан мумкин аст. Агар тахтача (ҷисм)-ро ба сатҳи уфуқӣ гузошта, бо динамометр баркашем, ҷисм аз ҷояш начунбад ҳам, нишондоди динамометр афзун мегардад ва ҳангоми ба қимати маълуми ҳадди аксар $F = F_{c(o)}$ расидан ҷисм аз ҷояш мечунбад (расми 109 *a*). Дар ин ҳолат $F_{c(o)}$ – қувваи соиши оромиш.



Қувваи соиш ҳангоми аз ҳолати ором ба ҳаракат омадани ҷисм қувваи соиши оромиш номида мешавад.



Мафҳумҳои тақиягоҳӣ: қувваи соиш, соиши оромиш, қувваи соиши оромиш.



1. Чаро баъзан ба чархҳои қафои автомобилҳои боркашон занҷир мебанданд?
2. Чаро моҳиёни зиндари дар даст нигоҳ доштан душвор аст?
3. Чаро устоҳо пеш аз тоб додани шурӯи ҷузъиёт ба он собун мемоланд?
4. Ба дар кадом вақт фоидаовар ва дар кадом вақт зараррасон будани соиш мисол биёред.

§ 33. СОИШИ ЛАҒЖИШ. СОИШИ ҒЕЛИШ

Соиши лағжиш

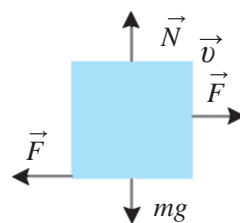


Соиши лағжиш – ин соише мебошад, ки ҳангоми саросари сатҳи як ҷисм ҳаракат кардани ҷисми дигар ба вучуд меояд.

Масалан, ҳангоми ҷунбондани китоби болои миз соиши лағжиш ҳосил мешавад. Ҷисми дар расми 109 тасвиршударо ба воситаи динамометр кашида, аз ҷояш мечунбонем. Ҳангоми аз ҷойи худ ҷунбидани ҷисм

нишондоди динамометр якбора коҳиш меёбад. Ба воситаи кашидани динамометр ҷисмро мунтазам ҳаракат диҳем, нишондоди динамометр тағйир намеёбад. Ҳамин қимати тағйирнаёбандаи ба қувваи соиши лағжиш $F_{c(л)}$ баробар мешавад. Аз ин мебарояд, ки қувваи соиши лағжиш аз қувваи соиши оромиш хурд мешавад (расми 109 б).

Агар ба болои ҷисми лағжанда бор гузорем, қувваи соиши ченшавнада зиёд мегардад. Бинобар таҷрибаҳо қувваи F ки ба ҷисми дар самти уфуқӣ мунтазам ҳаракаткунанда таъсир мерасонад, ба вазни ҷисм $P = mg$ мутаносиб (пропорсионал)-и роста аст. Бинобар қонуни саввуми Нютон ҷисм ба майдони соишхӯранда бо кадом қуввае, ки таъсир расонад, ин майдон ҳам ба ҷисм бо ҳамон қувва таъсири акс мерасонад (расми 110). Қувваи соиши лағжиш $F_{c(л)}$ ба қувваи ба ҷисм таъсиргузор F аз ҷиҳати миқдор баробар аст. Қувваи акси таъсир қувваи воқуниш (реаксия)-и такагоҳ $-H$ номида мешавад. Ин қувва доимо ба майдон перпендикуляр равона аст. Аз ин мебарояд, ки қувваи соиши лағжиш $-F_{c(л)}$ ба қувваи воқуниши ҷисм $-H$ мутаносиби роста аст:



Расми 110. Самти бузургии вектор дар соиши лағжиш

$$F_{c(л)} = \mu N \quad \text{ёки} \quad F_{c(л)} = \mu mg, \quad (1)$$

Дар ин ҳолат μ (мю) – коэффитсиенти соиши лағжиш буда, қимати он ба навъи моддаи ҷисмҳои ба ҳам соишхӯранда, суфтагии сатҳҳо ва ғайраҳо вобаста аст. Коэффитсиенти соиши лағжишро (1) аз формула меёбем:

$$\mu = \frac{F_{c(л)}}{N} \quad \text{ё ки} \quad \mu = \frac{F_{c(л)}}{mg}. \quad (2)$$

Коэффитсиенти соиши лағжиш барои баъзе маводҳои ҷуфт дар ҷадвали 3 оварда шудааст.

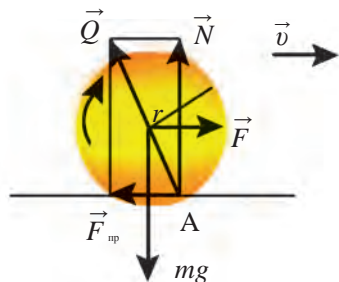
Ҷадвали 3

№	Маводҳо	μ	№	Маводҳо	μ
1	Мис бо ях	0,02	5	Биринҷӣ бо ҷўян	0,2
2	Пўлод бо ях	0,04	6	Чўб бо чўб	0,4
3	Пўлод бо пўлод	0,12	7	Чарм бо ҷўян	0,6
4	Пўлод бо биринҷӣ	0,15	8	Резина бо бетон	0,75

Соиши ғелиш



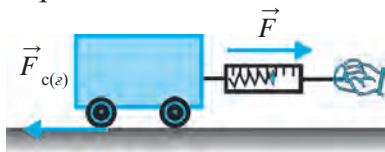
Як ҷисм аз саросари сатҳи ҷисми дуввум налагжида ғелад, соиши дар ин ҳолат ҳосилшуда соиши ғелиш номида мешавад.



Расми 111. Самти вектори соиши ғелиш

Ҳангоми чарх задани чархо, ё ғелидани бочка ё ғӯла соиши ғелиш намоён мегардад. Сабаби асосии ҳосил гардидани соиши ғелиш тахти таъсири қувваи вазнинии чатҳи чарх расанда чуқурӣ пайдо шуда, деформатсияшавӣ мебошад. Сатҳи чарх ва сатҳи он ғелоншаванда ҳар қадар, ки саҳт бошад, ҳангоми ғелидани чарх ҳамон қадар кам деформатсия мешавад ва қувваи соиши ғелиш $F_{c(f)}$ ҳамон қадар коҳиш меёбад (расми

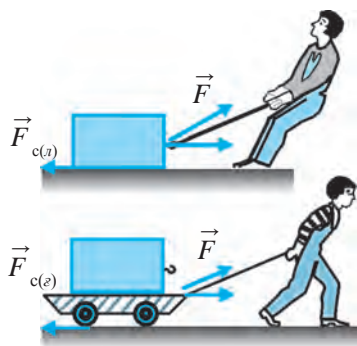
111). Сабаби хеле хурд будани соиш дар изҳои оҳани роҳи оҳан низ дар ҳамин аст.



Расми 112. Муайянкунии қувваи соиши ғелиш

додааст, баробар мешавад (расми 112). Қимати ин қувва ба 4 тақсим карда шавад, қувваи соиши ғелиши ҳар як чарҳи аробача ёфт хоҳад шуд.

Қувваи соиши ғелиш $F_{c(f)}$ аз қувваи соиши лағжиш $F_{c(n)}$ хурд мешавад (расми 113). Барои ҳамин ҳам одамон аз қадим барои аз як ҷой ба



Расми 113. Муқоисаҳои соиши лағжиш (а) бо ғелиш (б)

қувваи соиши ғелиши ҳар гуна ҷисмро чен кардан мумкин аст. Барои ин аробача ба воситаи динамометр бо суръати якхела кашида мешавад. Дар ин ҳолат қувваи соиши лағжиши чарҳҳои аробача $F_{c(f)}$ ба қимати қувваи F ки динамометр нишон додааст, баробар мешавад (расми 112). Қимати ин қувва ба 4 тақсим карда шавад, қувваи соиши ғелиши ҳар як чарҳи аробача ёфт хоҳад шуд. Қувваи соиши ғелиш $F_{c(f)}$ аз қувваи соиши лағжиш $F_{c(n)}$ хурд мешавад (расми 113). Барои ҳамин ҳам одамон аз қадим барои аз як ҷой ба ҷойи дигар кӯчондани борҳои вазнин аз ғӯлаҳо истифода бурдаанд. Баъди ихтироъ шудани чарх (ғилдирак) он ҷойи ғӯлаҳоро гирифтааст. Ихтироъ шудани чарх яке аз кашфиётҳои бузург мебошад. Тачриба нишон медиҳад, ки қувваи соиши ғелиш $F_{c(f)}$ ба вазнинии ҷисм P мутаносиби роста, ба радиуси ҷисми ғеланда r мутаносиби баръакс мешавад, яъне:

$$F_{c(f)} = \mu_f \frac{P}{r} \quad (3)$$

Дар ин ҳолат μ_f – коэффитсиенти соиши ғелиш. Қимати он ба маводи ҷисмҳои ба ҳамдигар соишхӯранда, суфтагии сатҳҳо ва ғайраҳо вобаста аст. Қимати μ_f барои пӯлод бо пӯлод ба 0,2 мм, барои резинаи чархи автомобил бо мумфарш (асфалт) ба 2 мм баробар аст. Барои чен кардани қувваи соиши тахтаи чӯби фарши хона ба чӯб динамометрро васл мекунем. Динамометрро уфуқӣ дошта, чӯбро нисбат ба фарши хона мунтазам ҳаракат мекунонем. Ҳангоми ба ҳаракати мунтазам шурӯъ кардани ҷисм нишондиҳандаи динамометр қувваи соишро нишон медиҳад. Ба ҳаракати мунтазам шурӯъ кардани чӯб ба ҳамдигар баробар будани қувваи таъсиррасон ва қувваи соишро нишон медиҳад. Ин қувваҳо фақат муқобили ҳамдигар равона гардидаанд. Агар ба болои чӯб бор гузорем, нисбат ба ҳолати беборӣ бештар ба вучуд омадани соишро мушоҳида мекунем. Аз формулаи (2) коэффитсиенти соиши ғелишро меёбем:

$$\mu_f = F_{c(f)} \frac{r}{P} \quad \text{ё ки} \quad \mu_f = F_{c(f)} \frac{r}{mg}. \quad (4)$$

Аз ин мебарояд, ки радиуси ҷисм ҳар қадар, ки калон бошад, коэффитсиенти соиши ғелиш ҳам ҳамон қадар калон мешудааст.

Намунаи ҳалли масъала

Қувваи соиши ғелиши байни чархҳои автомобили массааш 2 т бо мумфарш (асфалт)-ро ёбед. Диаметри чарх 1 м, коэффитсиенти соиши ғелиши байни резина ва асфалт 2 мм, $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

Дода шудааст:

Формулааш:

Ҳалли он:

$$\begin{array}{l} m = 2 \text{ т} = 2 \text{ 000 кг}; \\ \mu_f = 2 \text{ мм} = 0,002 \text{ м}; \\ D = 1 \text{ м}; \quad g = 10 \text{ м/с}^2. \end{array} \left| \begin{array}{l} P = mg; \\ r = \frac{D}{2}; \\ F_{c(f)} = \mu_f \frac{P}{r}. \end{array} \right| \begin{array}{l} P = 2000 \text{ кг} \cdot 10 \text{ м/с}^2 = 20 \text{ 000 Н}; \\ r = \frac{1}{2} \text{ м} = 0,5 \text{ м}; \\ F_{c(f)} = 0,002 \text{ м} \cdot \frac{20 \text{ 000 Н}}{0,5 \text{ м}} = 80 \text{ Н}. \end{array}$$

Ёфтан лозим:
 $F_{c(f)} = ?$

Ҷавоб: $F_{c(f)} = 80 \text{ Н}.$



Мафҳумҳои таҷриба: соиши лағжиш, қувваи соиши лағжиш, коэффитсиенти соиши лағжиш, соиши ғелиш, қувваи соиши ғелиш, коэффитсиенти соиши ғелиш.



1. Қувваи соиши ғелишро фаҳмонда диҳед. Формулаи он чӣ гуна ифода карда мешавад?
2. Ба соиши лағжиҳ ва соиши ғелиши дар гирду атрофатон дучоршаванда мисол оред.



1. Ба сатҳи тахтаи чӯбини ҳолаташ уфуқӣ тахтачаи массааш 5 килограмми аз чӯб сохташуда ҳамвор мелағжад. Дар ин ҳолат қувваи соиши лағжиши ҳосилшударо ёбед. (Дар ин ва масъалаҳои минбаъда қимати коэффитсиенти соиш $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта, аз чадвал ва матни мавзӯӣ гиред).
2. Ба сатҳи пӯлоди ҳолаташ уфуқӣ қисми аз пӯлод сохташудаи массааш 10 кг дар самти уфуқӣ бо қувва ҳамвор кашида лағжонда мешавад. Дар ин ҳолат қисм бо кадом қувва кашида мешавад?
3. Ба сатҳи пӯлоди ҳолаташ уфуқӣ диски пӯлоди массааш 3 кг, радиусаш 10 см ҳамвор ғелон карда мешавад. Дар ин ҳолат қувваи соиши ғелиши ҳосилшударо ёбед.
4. Диски дар масъалаи 3 овардашуда бо тарафи паҳлу ба болои пӯлоди ҳолаташ уфуқӣ ҳамвор лағжонда мешавад. Қувваи соиши лағжишро ёбед. Онро бо қувваи соиши ғелиши масъалаи 3 муқоиса карда, хулоса бароред.

§ 34. МУАЙЯН КАРДАНИ КОЭФФИТСИЕНТИ СОИШИ ЛАҒЖИШ

(қори лаборатории 3)

Мақсади қор: бо ёрии муайян кардани коэффитсиенти соиши тахтачаи лағжандаи рӯйи хаткашаки чӯбин донишқоро оид ба соиши лағжиш мустақкам қардан.

Қиҳозқои қарқорӣ: хаткашаки қарози чӯбин, тахтачаи қангақдор, динамометр, тарозу, сангқои тарозу.

Тартиби иқрои қор

1. Массаи тахтақаро қар тарозу барқашида, ба қадвали 4 нависед.
2. Аз формулаи $P = mg$ истиқода бурда, вазни тахтақаро ёбед.
3. Ба тахтача динамометрро овехта, онро ба қарозии хаткашак ҳамвор лаўжонед ва нишонқоди динамометрро ба қувваи соиши лағжиши $F_{c(n)}$ баробар гуфта қирифта, онро ба қадвал нависед.
4. Аз формулаи сақифаи 121 истиқода бурда, коэффитсиенти соиши лағжишро ҳисоб қунед.
5. Ба болои тахтача аввал сангқои тарозуи 100 граммӣ, баъд 200 граммиро гузошта, тақрибаро тақрор қунед. Барои онқо низ қувваи соиши лағчишро ёбед. Натичаро ба қадвал нависед.

6. Аз формулаи $\mu_{\text{миё}} = (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3)/3$ истифода бурда, қимати миёнаи коэффитсиенти соиши лағжишро ҳисоб кунед ва натиҷаро ба ҷадвал нависед.

Ҷадвали 4

№	m , кг	P , Н	$F_{\text{с(л)}}$, Н	μ	$\mu_{\text{миё}}$
1.					
2.					
3.					

7. Ҳатогиҳои мутлақ ва нисбиро ёбед.

8. Натиҷаи кори лабораториро таҳлил карда, хулоса бароред.

§ 35. СОИШ ДАР ТАБИАТ ВА ТЕХНИКА, АҲАМИЯТИ СОИШ

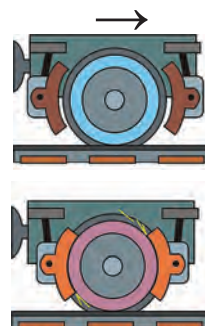
Аҳамияти соиш

Соиш дар табиат ва техника аҳамияти калон дорад. Соиш метавонад фоидаовар ё зарарнок бошад. Ҳангоми фоидаовар шудани соиш ба зиёд кардани он, ҳангоми зарарнок будан бошад, ба кам кардани он ҳаракат мекунамд.

Ҳангоми набудани соиш чӣ ҳолат рух доданаширо тасаввур карда бинем. Агар соиш намебуд, одамҳо ҳам, ҳайвонҳо ҳам дар замин гашта наметавонистанд. Ҳангоми роҳ рафтани бо пойҳоямон аз замин канда мешавем (пешпо мехӯрем). Дар рӯйи яхи соиш камбуда душвории роҳгардиро медонед. Агар соиш намебуд, ашёҳо аз дастамон лағҷида меафтанд.

Барои аз гардиш нигоҳ доштани чархи вагон аз қувваи соиш истифода мебаранд (расми 114). Ҳангоми ба автомобил тормоз додан, қувваи соиш онро нигоҳ медорад. Бидуни соиши оромиш он ҳаракат карда наметавонист, чархҳо чарх задан мегирифтанд, автомобил бошад, дар ҷояш истодан мегирифт. Барои зиёд кардани соиш сатҳи шина (қасқони резинии чарх) барҷаста коркард мешавад (расми 115).

Қувваи соиши ҳолати оромиш мизу курсӣ ва ҷевонҳои дар фарши хона бударо нигоҳ дошта меистад, меҳи дар тахта задаро даст мегирад,



Расми 114. Тормоздиҳии чархи вагон



Расми 115. Сатҳи
шинаи
автомобил

барои кушода шудани ресмони басташударо имкон намедиҳад.

Органҳои гуногун дар растаниҳо ва ҳайвонот ба туфайли соиш вазифаи нигоҳдориро иҷро мекунанд. Масалан, зарпечаки растаниҳо, хартуми фил, думи ҳайвонҳои часпида бароянда сатҳи ғадар-будур ҳосил мекунад.

Соиши зиённок ва коҳиш додани он



(a)



(б)

Расми 116.
Подшипникҳои
саққодор (a) ва
(б) роликдор

Соишҳои сатҳҳои ба болои ҳамдигар ҳаракаткунанда ҳосилшаванда дар аксар ҳолат зарарнок аст. Дар ин гуна ҳолатҳо воситаҳои гуногуни коҳишдиҳандаи соиш корбаст мегардад. Масалан, ба туфайли соиш дар мошина ва дастгоҳҳо қисмҳои ҳаракаткунанда гарм шуда, хӯрда мегарданд. Барои коҳиш додани соиш сатҳҳои ба ҳамдигар расанда суфта гардида, байни онҳо рағған молида мешавад.

Бо мақсади коҳиш додани соиш ба валҳои чархзанандаи автомобил, велосипед ва дастгоҳҳо подшипник печонда мешавад. Қисми бевосита ба вал расандаи подшипник аз пӯлоди вкладиш, чӯян ё бронза сохта мешавад. Ба сатҳи дохилии вкладиш хӯлаҳои гуногуни сурб ё қалай истифода бурда, рағған карда мешавад. Вал ҳангоми чарх задан ба болои вкладиш мелағжад. Ин гуна подшипникҳоро подшипники лағжиш меноманд.

Подшипники лағжиш барои коҳиш додани қувваи соиши лағжиши байни вал ва вкладиш хизмат мекунад.

Аз қувваи соиши лағжиш хеле кам будани қувваи соиши ғелиш дар техника мувофиқ меояд. Истифодаи подшипникҳои саққоча ва ғилдиракчадор ба кам будани қувваи соиши ғелиш асоснок карда шудааст. Вали дар ин гуна подшипникҳо чархзананда дар вкладиши беҳаракати подшипник нолағжида, балки дар болои саққоча ва ғилдиракчаҳои пӯлодӣ меғелад (расми 116).

Ҳалқаи дохилии аз пӯлоди саҳт тайёршудаи подшипник ба вал (навард) насб карда мешавад. Ҳалқаи берунии он бошад, ба баданаи (корпуси) мошин маҳкам карда шудааст. Ҳангоми чарх задани навард (вал) ҳалқаи дохилӣ дар саққоча ё ғилдиракҳо ғелон мешавад. Саққоча ва ғилдиракҳо дар байни ҳалқаҳо ҷойгир мешаванд. Ҳангоми истифодаи подшипникҳои саққочадор ё ғилдиракнок қувваи соиши онҳо нисбат ба подшипникҳои лағжон 20-30 маротиба кам мешавад.

Педали велосипеди аз нишебӣ афтанда тоб дода нашавад ҳам, ғилдираки он бемалол тоб хӯрдан мегирад. Зеро ба наварди (вали) ғилдираки велосипед подшипники саққочадор ё роликдор пӯшонда шудааст. Агар подшипник намебуд, ба ҳаракат даровардани велосипед душвор мешуд.

Дар қисмҳои чархзанандаи автомобил, дастгоҳ, муҳаррики электрӣ ва ғайраҳо подшипникҳои саққочадор ва роликдор истифода мегарданд. Саноат ва нақлиёти замони имрӯзаро бидуни ин гуна подшипникҳо тасаввур карда намешавад. Дар замони рушди зиёди илму техника истеҳсоли подшипникҳои қувваи соишашон ниҳоят камбуда ба роҳ монда шудааст. Подшипникҳои ғадар-будурҳояш ҳамвор карда, ба дараҷаи атом ва молекулаҳо суфтагардида бо боз ҳам кам будани соиш фарқ карда меистанд. Бо мақсади коҳиш додани қувваи муқобили ҳаво ё моеъ ҷисмҳои бо суръати баланд ҳаракаткунанда дар шакли овал сохта мешаванд. Дар самолёт ва киштиҳои зериобии ба ҳамин шакл сохташуда аз ҳисоби камшавии қувваи муқобилият ба суръати баланд ноил гардида, сарфи сӯзишворӣ хеле коҳиш меёбад. Сабаби ба шакли овал будани паррандаҳои ба осмон парвозкунанда ва ҷонварҳои дар об зиндагикунанда ҳам дар ҳамин аст. Барои пешгирии пешпо хӯрда афтидани одамон ва нигоҳ дошта натавониста ба садама дучор шудани автомашинаҳо дар ҷойҳои барф ва ях ба роҳҳо қум, намак ё хок пошида, қувваи соиш зиёд карда мешавад. Лекин барои бо лижа ё чана ҳаракат кардан қисми зери онҳо ҳамвор кунанда, бо равшанҳои махсус равшан мекунанд.

Ёдовар мешавем, қувваи соиш дар натиҷаи бевосита ба ҳам бархӯрдани ҷисмҳо пайдо мешавад ва ҳамеша саросари сатҳи нуқтаи тамос (уриниш) равона карда мешавад. Қувваи соиш бо ҳамин хосияти худ аз қувваи чандирии амудӣ ба сатҳи равонагардида фарқ мекунад.

Дар ҳаракати таҳти таъсири қувваи соиши ҷисм ин қувва ҳамеша ба муқобили вектори самти ҳаракат равона карда мешавад. Аз ин мебарояд, ки қувваи соиш қимати ададии суръати ҷисмро коҳиш медиҳад ва ба ҷисм фақат қувваи соиш таъсир расонад, ҷисм оҳиста-оҳиста рафта меистад.

Яке аз ҳолати зиёд дучоршаванда, масалан, аз пеши автомобили ҳаракаткунанда монетае пайдо шавад, ронанда ба ғилдиракҳо таъсири маторро канда, тормозро ба кор меандозад. Автомобил танҳо таҳти таъсири қувваи соиш роҳи масофаи тормоздиҳӣ номидашавандаро гузашта, меистад. Ҳисобу китобҳо ба квадрати суръати ибтидоӣ мутаносиби роста, ба қувваи соиш бошад, мутаносиби чаппа будани ин масофаро нишон дод.



Мафхумҳои таъягоҳӣ: подшипник, вкладиш, подшипники лағжиш, подшипникҳои саққочадор ва роликдор.



1. Дар табиат ва атрофамон қувваи соиш нест гуфта тасаввур кунед ва мулоҳизаҳоятонро гуфта диҳед.
2. Кадом соишҳои зарароварро медонед?
3. Дар кадом қисми чархи автомобил соиш ғоидаовар аст, дар кадом қисмаш зарарнок?
4. Чаро тракторҳо, шиббаҳои ғелони тахт кардани роҳ ва аробачаи кӯдакон ба шакли овал кор намекунад?

ХУЛОСАҲОИ БОБИ V

- ◆ Қонуни ҷозибай умумичаҳонӣ: қувваи таъсири байниҳамдигарии ду ҷисм ба ҳосили зарби массаи онҳо мутаносиби роста ва ба квадрати масофаи байни онҳо мутаносиби чаппа, яъне:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}.$$

- ◆ Қувваи вазнинӣ – қувваи ба Замин кашиши ҷисмҳо. Формулаи он: $F_{миғ.} = mg$.
- ◆ Вазни ҷисм – ба туфайли ҷозибай Замин қувваи ба таъягоҳ ё овеза таъсиррасонии ҷисм. Вазни ҷисми дар ҳолати ором буда: $P = mg$. Вазни ҷисми бо суръати a ба поён ба таври амудӣ ҳаракаткунанда: $P = m(g-a)$. Дар $a = g$ ҳолати бевазний мушоҳида мешавад.
- ◆ Бевазний – ҳаракати озоди ҷисм фақат бо таъсири қувваҳои гравитатсионӣ.
- ◆ Суръати якуми кайҳонӣ – суръати зарур барои бо таъсири қувваи ҷозибай Замин дар атрофи Замин саросари доира ҳаракат кардани ҷисм. Қимати он: $v_1 = 7,9$ км/с.
- ◆ Ҳамроҳи сунъии Замин – ракета, киштии кайҳонии аз ҷониби инсон офарида шуда, ба фазо парвоз кунанда ва ба ҳамроҳи Замин табдил дода шудааст.
- ◆ Барои ба сатҳи ҷисми дигар озод ҳаракат кардани ҷисм қувваи соиш муқобилият нишон медиҳад. Қувваи соиш ба ҳаракати ҷисм муқобил равона карда мешавад.

- ◆ Соиши ҷисмҳоро ба се навъ – соиши оромиш, соиши лағжиш ва соиши ғелиш ҷудо кардан мумкин аст.
- ◆ Қувваи соиши оромиш ҷисмро дар як ҷо нигоҳ дошта мегардад ва барои аз ҷояш ҷунбидан муқобилият нишон медиҳад.
- ◆ Қувваи лағжиш ҳангоми ба болои ҷисм ҷисми дигар лағжидан намоён мегардад. Қувваи соиши лағжиш ба қувваи фишори ҷисм мутаносиб аст: $F_{c(n)} = \mu N$.
- ◆ Ҷисм ба болои ҷисми дигар ғелон шавад, соиши ғелиш намоён мегардад. Қувваи соиши ғелиш ба вазни ҷисми ғеланда мутаносиби роста, ба радиусаш мутаносиби чаппа мебошад:

МАШҚҲОИ ИЛОВАҒӢ ОИД БА БОБИ V

1. Таҷрибаи зеринро иҷро карда бинед. Қалами корнофармударо гирифта, ба болои ду ангушти ишорат гузоред. Акнун қаламро дар ҳолати уфуқӣ дошта истода, ангуштҳоятонро ба тарафи ҳамдигар ба оҳистагӣ наздик биёред. Дар ин ҳол қалам аввал ба як ангуштатон, баъд ба ангушти дигаратон ва ҳоказо тела дода шуданашро гувоҳ мегардед. Агар таҷрибаро бо ҷӯби дарозтари суфта такрор кунед, боз ҳам бештар такроршавии ин ҳолатро мушоҳида мекунед. Сабаби ин гуна ҳодиса дар чист?

2. Чаро аз ҷояш ҷунбондани вағони ором истода нисбат ба бо суръати якхела ҳаракат кунондани он душвор аст?

3. Дар порти баҳрӣ дуто заврақи калон аз ҳамдигар дар масофаи 100 м истодааст. Агар массаи ҳар як заврақ 1000 т бошад, онҳо ба ҳамдигар бо чӣ гуна қувва кашиш меҳӯранд?

4. Массаатон, массаи Замин ва радиуси онро дониста, ба Замин бо кадом қувва кашида шуданатонро ҳисоб кунед. Масофаи байни худ ва Заминро ба радиуси Замин баробар гуфта гиред.

5. Суръати гардиши Заминро дар атрофи Офтоб $v = 30$ км/с, радиуси орбитаи Заминро $R = 1,5 \cdot 10^{11}$ м гуфта гирифта, массаи Офтобро ҳисоб карда ёбед.

6. Суръати ракетаи кайҳонии аз сатҳи Замин парвозкунанда ба 30 м/с² баробар буда, массаи парвозкунандаи он 90 кг бошад, дар кабина чӣ қадар шудани вазни ӯро ёбед.

7. Барои ба баландии амудӣ бо суръати 2 м/с^2 бардоштани ҷисми массааш 10 кг чӣ қадар қувва лозим аст?

8. Дар самти уфуқӣ ғосилаи парвози ҷисм, ки дар самти уфуқӣ бо суръати $v = 10 \text{ м/с}$ партофта шудааст, ба баландии партофтан баробар аст. Ҷисм чӣ гуна аз баландии h партофта шудааст?

9. Агар ягон ҷисм дар самти уфуқӣ бо шитоб ҳаракат кунад, вазни он тағйир меёбад? Ҷавобатонро асоснок карда диҳед.

10. Бачаи массааш 50 кг буда бо чана аз боло лағжида афтада, дар роҳи уфуқӣ 20 м масофаро дар давоми 10 с тай карда истод. Қувваи соиш ва коэффитсиенти соишро ёбед.

11. Чаро шамоли беқувват қисми хеле калони ях – айсбергро аз ҷояш ҷунбондана мумкин, аммо тӯфони бошиддат фақат порчаи хурди яхи дар соҳил бударо ба номе мечунбонад?

12. Суръати ҷараён дар чуқурии дарё бошиддат аст ё дар сатҳаш? Ҷавобатонро асоснок карда диҳед.

13. Ба сатҳи тахтаи ҷӯбини дар ҳолати уфуқӣ буда тахтачаи аз ҷӯб сохташудаи массааш 1 кг ҳамвор мелағжад. Дар ин ҳолат қувваи соиши лағжиши ҳосилшударо ёбед. $\mu = 0,4$ гуфта гиред.

14. Ҳангоми трактор ядак (притсеп)-ро бо қувваи 10 кН кашидан, ба он $0,5 \text{ м/с}^2$ шитоб медиҳад. Трактори дигари қувваи кашишаш 30 кН буда ба ин ядак чӣ гуна шитоб медиҳад?

15. Қувваи соиши ғелиши якҷояи чархи автомобили массааш 1200 кг -ро, ки дар роҳи мумфарш мунтазам ҳаракат дорад, ёбед. Радиуси чархро 30 см . $\mu_d = 0,1$ см гуфта гиред.

16. Ба болои брусоки массааш $0,5 \text{ кг}$ буда 7 кг бор гузошта, ба сатҳи уфуқӣ ба воситаи пружина мекашад. Коэффитсиенти соиши ба сатҳи уфуқии тахта ба $0,2$, дурушти пружина ба 150 Н/м баробар бошад, пружина чӣ қадар меёзад?

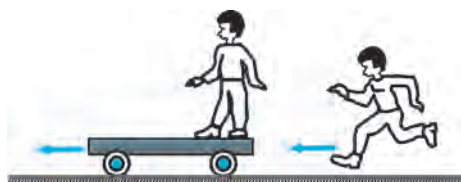
17. Барои тоб додани мошини дар роҳи уфуқӣ бо суръати 36 км/соат ҳаракаткунанда радиуси хурдтарин камонро ёбед. Коэффитсиенти соиши лағжиши чархҳо ба роҳ ба $0,25$ баробар аст.

ҚОНУҲОИ БАҚО

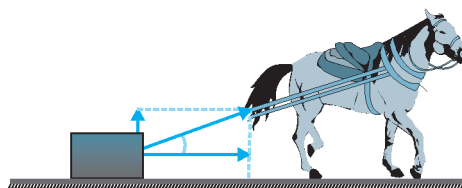
Агар қувваҳои ба ҷисм гузошташуда маълум бошад, қонунҳои Нютон барои ҳалли масъалаҳои механика имкон медиҳад. Лекин барои он ки дар бисёр маврид ин қувваҳо номаълуманд, қонунҳои Нютонро бевосита истифода бурдан намешавад. Масалан, ҳангоми бархӯрди ду ҷисм деформатсияшавии ба вучудоянда хеле мураккаб буда, ба ҳисоб гирифтани қувваҳои чандирӣ дуруст меояд. Вақти таъсиррасонии қувваҳо ҳам хеле кӯтоҳ мешавад. Дар натиҷа муайян кардани қимати қувваҳои дар ҷараёни мушоҳида намоёншаванда хеле мушкил аст. Дар ин гуна ҳолатҳо барои ҳалли масъала натиҷаҳои аз қонунҳои Нютон бароянда, хусусан, аз бузургҳои нави физикӣ – бузургҳои импульс ва энергия истифода бурда мешавад. Дар шароитҳои маълум тағйирнаёбии дар давоми ҷараёне, ки ин бузургҳо дида мешаванд, барои таҳлили бисёр ҳодисаҳо созгорӣ ба вучуд меорад. Бинобар ин истифода аз хосиятҳои бақои энергия ва импульс барои ба намуди нисбатан содда овардани масъалаҳои мураккаб ёрдам медиҳад.

Қонунҳои бақои импульс ва энергия ба ҳамаи бахшҳои физика дахлдор буда, муҳимтарин қонунҳои табиат мебошанд.

Боби VI. ҚОНУНИ БАҚОИ ИМПУЛС



Боби VII. ҚОР ВА ЭНЕРГИЯ. ҚОНУНИ БАҚОИ ЭНЕРГИЯ

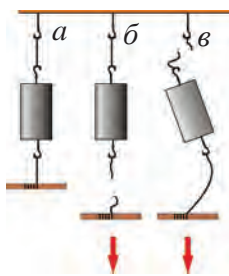




Боби VI. ҚОНУНИ БАҚОИ ИМПУЛС

§ 36. ИМПУЛС

Импулси қувва

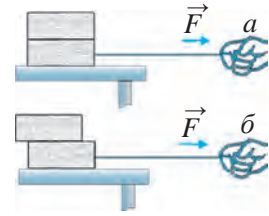


Расми 117. Ҳангоми риштаро бошиддат (*б*) ва оҳиста-оҳиста (*в*) кашидан кандашавии он

Барои ба суръати муайян ба ҳаракат даровардани аробачаи ором истода онро аробачаи бо суръати баланд омадаистода бояд тела диҳад. Ё ки онро оҳиста-оҳиста кашид, бо ёрии таъсири қувваи хурд ҳам ба суръати даркорӣ расондан мумкин. Лекин барои он дар давоми вақти зиёд таъсир расонда истодан лозим меояд. Бо ин ду усул ароба бо суръати якхела ба ҳаракат меояд: ба яке бо таъсири қувваи калон дар давоми вақти кӯтоҳ, ба дуюмияш, бо таъсири қувваи хурд дар давоми вақти зиёд. Аз ин мекбарояд, ки бо таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо натиҷа берун аз миқдори қувва, ба давомияти вақти таъсиррасонӣ низ вобаста будааст. Барои ба ин боварӣ ҳосил кардан таҷрибаҳои зеринро гузаронда мебинем.

Таҷрибаи 1. Ба ду риштаи якхела ҷисми аз ду тарафаш басташударо мисли дар расми 117-а нишондода овезон карда мегузorem. Аввал риштаро тез, яъне бошиддат ба поён мекашем (расми 117 б). Дар ин ҳолат ба кандашавии риштаи зери ҷисм гувоҳ мешавем. Чунки ҳангоми бошиддат кашидан бар асоси қонуни якуми Нютон ҷисм барои нигоҳ доштани ҳолати оромии худ ҳаракат мекунад ва ба риштаи болои ҷисм қувва таъсир расондан наметавонад. Дар натиҷа ба риштаи зери ҷисм нисбат ба риштаи болои ҷисм бештар қувва таъсир расонда, он ҷада мешавад. Баъд риштаи ба зери ҷисм басташударо оҳиста ба поён мекашем. Дар ин ҳолат риштаи ҷисмро бо тақягоҳи болоӣ пайвастанда ҷада мешавад (расми 117, в). Зеро ба қувваи ба поён кашидани мо вазни ҷисм низ ҳамроҳ мешавад. Аз сабаби он ки ҷисм нисбат ба риштаи зер ба риштаи боло бештар таъсир мерасонад, риштаи болоӣ ҷада мешавад.

Таҷрибаи 2. Ду тахтачаи сатҳхояш суфтaro ба болои миз болои ҳам мегузорем. Ба тахтачаи поёнӣ ришта бастагӣ бошад (расми 118). Дар ҳолати аввал (а) тахтачаи зеринро ба оҳистагӣ мекашем. Дар ин ҳолат тахтачаи поён ва боло нисбат ба ҳамдигар налагжида, ба болои миз мелағжад. Дар ҳолати дуввум (б) тахтачаи поёнро тез, яъне, бошиддат мекашем. Дар ин ҳолат тахтачаи болоӣ ба болои тахтачаи поёнӣ лағжида, қафотар мемонад ё мумкин аст афтода равад.



Расми 118. Вазъияти такагоҳи болоӣ хангоми сусту бошиддат (а) кандашавии ришта (б)

Аз таҷрибаҳо чунин хулоса баровардан мумкин аст: натиҷаи таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо фақат ба миқдори қувва не, балки ба давомнокии вақти таъсири он низ вобаста аст. Бинобар ин, бузургии бо номи импульси қувва дохил шудааст. Импульс аз латинии *impulsus* гирифта шуда, маънои тела доданро медиҳад



Импульси қувва ба ҳосили зарби вақти таъсиррасонии қувваи ба ҷисм таъсиргузор баробар аст.

яъне

$$\vec{I} = \vec{F} \cdot t. \quad (1)$$

Дар низоми воҳидҳои байналхалқӣ воҳиди импульси қувва – $I \rightarrow$ Нютон · сония (Н·с) аст. Импульси дорои 1 Н·с – ин импульси қувваи 1 Н, ки дар давоми 1 с таъсир мекунад.

Импульси қувва бузургии векторӣ буда, самти он бо самти қувваҳо як хел мешавад.

Импульси ҷисм

Барои шикастани чормағз бо санги калон ба он оҳиста зарба додан кифоя аст, он мешиканад. Лекин саҳт зананд, чормағз майда шуда меравад. Агар санг хурдак бошад, барои шикастани чормағз ба оҳистагӣ задан кифоя нест. Сангро ба чормағз бо суръати баланд задан лозим аст.

Аз ин мебарояд, ки зарби ҷисми ҳаракаткунанда ба масса ва суръати ҳамин ҷисм вобаста аст.

Барои ба тахтаи чӯбин мех кӯфтани болғаро бо суръати баланд ё паст задан мумкин. Зарби болғаи бо суръати баланд зада аз болғаи бо суръати паст задан калонтар мешавад. Болға якто аст, массаи он дигар нашуд, фақат суръати он тағйир ёфт. Аз ин мебарояд, ки агар мас-

саи ҷисми таъсиргуздор як ҳел мебуд, суръат ҳар қадар қалон бошад, импульс ҳам ҳамон қадар бузург мешавад.

Ақнун ду болғаи бузургияш гуногунро гирифта, бо суръати якхела зарба дода мебинем. Дар ин ҳолат зарби болғаи массааш бузург қалон буданаш дақиқ аст. Аз ин мебарояд, ки агар суръати ду ҷисм як ҳел бошад, массаи ҷисме, ки бузург аст, импульси ҳамон ҷисм бузург мешавад.

Зарби ба девор задани ҷисми массааш 10 г, ки бо суръати 10 м/с ҳаракат дорад, аз зарби бархӯрдани ҷисми массааш 100 г, ки бо чунин суръат ҳаракат дорад, 10 маротиба хурд мешавад.

Фарз кунем, ҳангоми милтиқ паррондан тири массааш 10 г бо суръати 600 м/с ҳаракат мекунад. Тир бо чунин суръат тахтаи тунукро сӯроҳ карда мегузарад. Чунки зарби задани тири массааш 10 г ки бо суръати баланд ҳаракат дорад, аз зарби ҷисми массааш чунин, ки бо суръати 10 м/с ҳаракат мекунад, 60 маротиба бузург аст.

Аз мисолҳои болоӣ ҳулосаҳои зерин ба миён омаданд:



1. **Массаи яке аз ҷисмҳои бо суръати якхела ҳаракаткунанда ҳар қадар бузург бошад, зарби задани он ҳамон қадар бузург мешавад.**
2. **Суръати ҷисми ҳаракаткунанда ҳар қадар бузург бошад, зарби задани он ҳамон қадар бузург мешавад.**

Аз ин мебарояд, ки барои тасвир кардани ҳаракати ҷисм масса ва суръати ҷисмро дар алоҳидагӣ не, балки ба онҳо дар якҷоягӣ нигоҳ кардан лозим. Бо чунин мақсад бузургии физикии импульси ҷисм дохил гардидааст.



Бузургии ба масса ва ҳосили зарби суръати ҷисм баробар импульси қувва (ё миқдори ҳаракат) номида мешавад.

яъне
$$\vec{p} = m\vec{v}. \quad (2)$$

Дар низоми воҳидҳои байналхалқӣ воҳиди импульси ҷисм $\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Импульси дорои $1 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$ – ин импульси ҷисми массааш 1 кг будаи бо суръати ҳаракаткунанда мебошад.

Ба сабаби бузургии векторӣ будани суръат импульси ҷисм ҳам бузургии векторист. Самти он бо самти суръат як ҳел мешавад.

Муносибати байни импульси қувва ва импульси ҷисм

Ҷисми бо суръати ибтидоии \vec{v}_0 , ҳаракаткунанда дар давоми вақти t дар натиҷаи таъсиргузори ба ҷисми дигар суръати он тағйир ёфта, ба \vec{v} . баробар шуда монад, дар ин ҳолат ҷисм ҳаракати собитшитоб мекунад. Шитоби гирифтаи ҷисм чунин ифода карда мешавад:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad (3)$$

Агар массаи ҷисм m , қувваи таъсиррасонии он ба ҷисми дигар F бошад, он гоҳ бинобар Қонуни дуҷуми Нютон формулаи зерини шитобӣ-ҳам мавқеъ дорад

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \quad (4)$$

Ҳар ду формулаи шитобро байни ҳам баробар кардан мумкин аст:

$$\frac{\vec{F}}{m} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} \quad \text{ёки} \quad \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0 \quad (5)$$

Дар ин формула $\vec{F}t$ – импульси қувва, $m\vec{v}_0$ – импульси ҷисм то таъсири байниҳамдигарӣ, $m\vec{v}$ – импульси ҷисм баъди таъсири байниҳамдигарӣ буданаширо ба ҳисоб гирем, тарафи ростии формула тағйирёбии импульси ҷисмро исфода мекунад, яъне,

$$m\vec{v} - m\vec{v}_0 = \vec{p} - \vec{p}_0 = \Delta\vec{p} \quad (6)$$

Аз формулаҳои (5) ва (6): Ба

$$F = \frac{\Delta p}{t} \quad \text{ё ки} \quad \Delta p = F \cdot t \quad (7)$$



Тағйирёбии импульси қувва дар доҳили воҳиди вақт ба қувваи ба ин ҷисм таъсиррасон баробар аст.

Аз ин чунин хулоса мебарояд:



Тағйирёбии вектори импульси ҷисм бо таъсири қувваи доимӣ ба ҳосили зарби ба он таъсир расондани ҳамин қувва баробар аст.

Савол пайдо мешавад, ки барои ба ҳаракат даровардани ҷисм мағлуб кардани “инерсия”-и он зарур аст? Ҳангоми ба ҷисм таъсир кардани қувва барои ба ҳаракат омадани худ муқобилият нишон намедихад. Формулаи

(5)-ро дар ҳолати бидуни суръати ибтидоӣ ($v_0 = 0$) дида мебароем: :

$$\vec{F}t = m\vec{v}.$$

Дар ин формула ҳангоми вақт $v = 0$ будан, суръат $t = 0$, мешавад. Зеро массаи ҳар гуна ҷисм ба сифр баробар нест. Аз ин мебарояд, ки барои қувва таъсир расонда, ҷисмро ба ҳаракат овардан як вақти маълум лозим меояд. Массаи ҷисм ҳар қадар, ки бузург бошад, барои ба ҳаракат даровардани он ҳамон қадар зиёд вақт талаб карда мешавад. Бинобар ин, дар мо чунин эҳсос мешавад, ки қувва инерсияи ҷисмро мағлуб мекунад.

Барои он ки дар ҳаракати ростхаттаи мунтазам самти қувва ва суръатҳо мувофиқ меоянд, формуларо дар намуди скалярӣ навиштан мумкин аст:

$$Ft = mv - mv_0.$$

Аз ин мебарояд, ки ду усули бо миқдори якхела тағйир додани импульси ҷисм мавҷуд будааст: дар натиҷаи дар давоми вақти қўтоҳ таъсиррасонии қувваи калон ва дар давоми вақти дароз таъсиррасонии қувваи хурд. Ин ду усулро дар амалиёт бисёр рўбарў меоем. Масалан, барои кафондани харсанги қўҳ дар давоми вақти қўтоҳ қувваи бузург сарф шавад, қатраҳои оби дар муддати дароз чакидаистода низ мумкин аст сангро сўроҳ кунад. Формулаи (5) ифодаи намуди умумии Қонуни дуҷуми Нютон мебошад.

Намунаи ҳалли масъала

Импульси велосипед ва автомашинаи суръаташ 27 км/соат-ро ёбед. Масаи велосипедро 100 кг (дар якҷоягӣ бо ронанда), массаи автомашинаро 1200 кг гуфта гиред.

<i>Дода шудааст:</i>	<i>Формула:</i>	<i>Ҳал:</i>
$m_b = 100 \text{ кг};$	$p_b = m_b v_b;$	$p_b = 100 \text{ кг} \cdot 7,5 \frac{\text{М}}{\text{с}} = 750 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$
$m_a = 1200 \text{ кг};$		$p_a = m_a v_a.$
$v_b = v_a = 27 \frac{\text{КМ}}{\text{СОАТ}} = 7,5 \frac{\text{М}}{\text{с}}.$		

Ёфтан лозим:

$$p_b = ? \quad p_a = ?$$

Ҷавоб: $p_b = 750 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}; \quad p_a = 9\,000 \frac{\text{КГ} \cdot \text{М}}{\text{с}}.$



Мафҳумҳои таҷриба: импульс, импульси қувва, импульси ҷисм.



1. Ба импульси қувва ва импульси ҷисм мисолҳо оред.
2. Барои ба ҷисм таъсир расондани қувва ҷисм дорои импульс мебошад, гуфтан мумкин аст?

М
24

1. Риштаи ба чисми ба такягоҳ овезон басташударо аввал ба паст нигаронда дар давоми 2 с бо қувваи 10 Н кашида истоданд. Баъд бо ҳамин гуна қувва дар давоми 0,1 с силтав дода кашиданд. Барои ҳар ду ҳолат импульси қувваи ба чисм таъсир расондаро ёбед.
2. Чисми массааш 2 кг бо суръати 5 м/с ба девор зад ва суръаташро куллан гум кард. Импульси қувваи таъсири чисмро ёбед.
3. Саққои массааш 100 г дар сатҳи уфуқӣ бо суръати 0,5 м/с ба саққои дуюм зад ва бо суръати 0,2 м/с ҳаракати худро дар самти аввал идома дод. Импульси саққо ҳангоми бархӯрд чӣ қадар тағйир ёфтааст.

§ 37. ҚОНУНИ БАҚОИ ИМПУЛС

Системаи пӯшида

Гурӯҳи чисмҳоеро, ки дар физика таҳлил карда мешаванд, системаи чисмҳо меноманд.

Ба таъсири қувваҳои байниҳамдигарии чисмҳои ба система воридшаванда қувваҳои дохилӣ, ба қувваҳои дар натиҷаи таъсири байниҳамдигарии чисмҳои система бо чисмҳои аз система берун бошад, қувваҳои берунӣ мегӯянд.



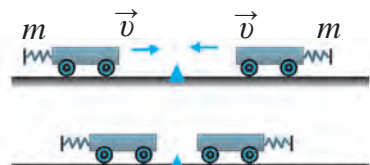
Чисмҳои система фақат байни ҳамдигар таъсир расонанд ва таъсири қувваҳои берунии ба система таъсиргузор дар мувозинати байниҳамдигарӣ бошанд, системаи ин гуна чисмҳо системаи пӯшида номида мешавад.

Ҳангоми ба фазо фиристодани киштии кайҳонӣ Замин ва киштии кайҳонӣ дар якҷоягӣ ҳамчун системаи пӯшида эътибор доранд. Зеро таъсири Офтоб, Моҳ ва чисмҳои дигари осмониро ба ҳисоб нагирифтани ҳам мумкин аст.

Дар сатҳи уфуқӣ якчанд саққо бигзор, ба ҳамдигар бархӯрда, таъсир расонанд. Агар ба сатҳ соишхӯрии саққочаҳо ба дараҷаи ба ҳисоб гирифтанишаванда хурд бошад, ин сатҳи саққодорро системаи пӯшида гуфта эътироф кардан мумкин.

Масса ва бархӯрди чисмҳои суръаташон якхела

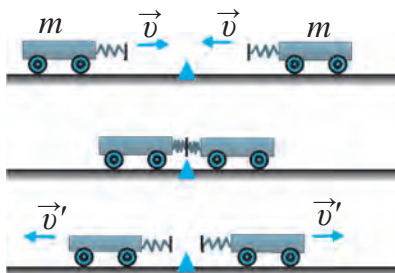
Тачрибаи 1. Дуто аробачаи якхелаи массаашон m -ро, ки аз як тараф ба буфери пружинадор маҳкам карда шудаанд, ба релси уфуқӣ мисли дар расми 119 буда



Расми 119. Ба сифр баробарии импульсҳои ҳар як аробача

мегузорем. Қувваи вазнинии ба аробачаҳо таъсиррасон ва қувваи реаксияи релс дар мувозинати байниҳамдигарӣ мешаванд. Бинобар ин, системаи ҷисмҳои дидашавандаро системаи пӯшида гуфта гирифтани мумкин аст. Барои он ки аробачаҳо ҳангоми бархӯрд истанд, ба яке аз онҳо пластилин часпонда шудааст. Аробачаҳо бо суръати якхелаи v ҳаракат диҳем, импульси аробачаи якум ба mv баробар мешавад. Суръати аробачаи дуюм ба суръати аробачаи якум баробар аст, лекин барои он ки муқобили ҳамдигар равона шудаанд, импульси аробачаи якум ба $-mv$ баробар мешавад. Дар он ҳолат суммаи импульсҳои ҳар ду аробача

$$mv + (-mv) = mv - mv = 0$$



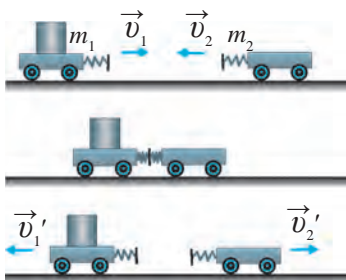
Расми 120. Импульси бархӯрди аробачаҳои ҳар яке ба сифр баробар

аввал дар ин ҳолат ҳам суммаи импульсҳои пеш аз бархӯрди аробачаҳо ба сифр баробар аст. Лекин баъди бархӯрди аробачаҳо импульси ҳар яке ба сифр баробар намешавад. Чунки онҳо баъди бархӯрд бо суръати якхелаи v' , аз якдигар дур мешаванд. Суммаи импульсҳои онҳо:

$$m(-v') + mv' = -mv' + mv' = 0$$

мешавад. Аз ин мебарояд, ки мисли таҷрибаи 1 суммаи импульсҳои аробачаҳо пеш аз бархӯрд ҳам, баъд аз бархӯрд ҳам ба сифр баробар аст.

Импульси масса ва ҷисмҳои суръаташон ҳархела



Расми 121. Бархӯрди аробачаҳои массаашон гуногун

мешавад. Ҳангоми бархӯрди аробачаҳо онҳо ба воситаи пластилин ба ҳамдигар часпида, манъ мешаванд. Барои он ки суръат $v = 0$ аст, импульси ҳар як аробача ба сифр баробар мешавад.

Таҷрибаи 2. Акнун буферҳои пружинадори аробачаҳо мисли дар расми 120 ба ҳамдигар рӯбарӯ истанд. Ба ҳар ду аробача суръати v медиҳем, ки бузургиаш якхела буда, самташ муқобил аст. Мисли дафъаи

аввал дар ин ҳолат ҳам суммаи импульсҳои пеш аз бархӯрди аробачаҳо ба сифр баробар аст. Лекин баъди бархӯрди аробачаҳо импульси ҳар яке ба сифр баробар намешавад. Чунки онҳо баъди бархӯрд бо суръати

Таҷрибаи 3. Бигзор, массаи аробачаҳо гуногун $- m_1$ ва m_2 . бошад. Онҳоро ба релс мисли дар расми 121 насб карда, ба якеаш v_1 , ба дуюмияш дар самти муқобил суръати v_2 медиҳем. Аробачаҳо баъди бархӯрдан ба равиши мувофиқ бо суръатҳои v_1' ва v_2' . барои ба қафо баргаштан шурӯъ мекунанд. Дар натиҷа қувваҳои ба ҳар як аробача таъсиргуздор ба ҳамдигар баробар, лекин ба

тарафи муқобил равона карда мешаванд. Бинобар ин, барои аробачаи дуҷум қувва бояд бо ишораи манфӣ гирифта шавад. Чӣ гуна тағйир ёфтани импульсҳои ҳар ду аробачаро ҳисоб мекунем:

$$\vec{F}t = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1.$$

Тағйирёбии импульси аробачаи якум:

$$-\vec{F}t = m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2.$$

Тағйирёбии импульси аробачаи дуҷум:

$$0 = m_1\vec{v}_1' - m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2' - m_2\vec{v}_2$$

$$\text{Ё} \quad \boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_1' + m_2\vec{v}_2'}. \quad (1)$$

Тарафи чапи ин баробарӣ суммаи импульсҳои пеш аз бархӯрди аробачаҳо, тарафи росташ бошад, баъд аз бархӯрди онҳоро ифода мекунад. Аз ин мебарояд, ки ҳангоми ба ҳамдигар бархӯрдани аробачаҳо суммаи импульсҳои онҳо дар давоми гузашти вақт тағйир намеёбад, яъне, суммаи импульсҳо нигоҳ дошта мешавад.

Таърифи қонуни бақои импульс

Дар системаи пӯшида дар натиҷаи таъсири байниҳамдигарии ду ҷисм бақои импульсҳои онҳоро дар боло дидем. Агар дар системаи пӯшида ҷисмҳо зиёд бошанд ҳам, суммаи импульсҳои ҷисмҳои ба ҳамдигар таъсиргузор тағйир намеёбад, яъне, ҳифз карда мешавад:

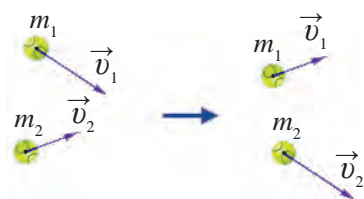
$$\boxed{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = \text{const.}} \quad (2)$$

Дар ҳолати умумӣ қонуни бақои импульс ба таври зерин таъриф карда мешавад.



Дар системаи пӯшида суммаи вектори импульсҳои ҷисмҳо қатъи назар аз таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо ва гузашти вақт тағйир намеёбад.

Ёдовар мешавем, ин қонун танҳо дар ҳолати ба система таъсир нарасондани қувваҳои беруни мавқеъ дорад. Қонуни бақои импульс яке аз қонунҳои асосии физика мебошад. Ин қонун фақат барои таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳои макроскопӣ не, балки барои таъсири байниҳамдигарии заррачаҳои молекула, атом ва элементҳои микроскопӣ низ мавқеъ дорад. Масалан, тири аз тӯб баромада ба пеш pariда ра-



Расми 122. Импулси заррачаҳои бархӯранда

вад, ба кафи «чаҳидан»-и худӣ тӯбро дар кинофилмҳо бисёр дидаем (расми 122).

Агар системаи пӯшида аз якто ҷисми ягона иборат бошад, яъне қувваи ба ҷисм таъсиррасон набошад, импулси ҷисм тағйир намеёбад. Ин бошад, қонуни инерсия, яъне тағйир наёфтани суръати ҷисмро мефаҳмонад.

Донистани механикаи ҷисмҳои таъсиргузор – ин донистани ҷӣ гуна будани ҳаракатҳои баъд аз бархӯрди онҳо мебошад. Бархӯрди суръати натиҷавӣ ба чандирӣ ё ғайричандирӣ будани он вобаста аст. Баъди ба бархӯрди ғайричандирӣ бархӯрд қардан дуто ҷисм якҷоя ҳаракат қарда, суръати якхелаи v мегиранд. Бинобар ин, импулси системаи ҷисмҳои баъди бархӯрд ба таври зерин ифода қарда мешаванд:

$$(m_1 + m_2)v.$$

Мувофиқ ба қонуни бақои импулс импулсҳои то бархӯрд ва баъди бархӯрдро баробар мекунем:

$$m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)v. \quad (3)$$

Аз формулаи (3) v -ро меёбем:

$$v = \frac{m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2}{m_1 + m_2}. \quad (4)$$

Агар самти суръати v_1 самти мусбат ҳисоб кунем, ишораи мусбати пеши суръати v ҳаракат қарданро дар самти v_1 , баъди бархӯрди ҷисмҳо, ишораи манфӣ бошад, дар самти муқобили онҳо мефаҳмонад. Масалан, ҷисми массааш 3 кг ва суръаташ 8 м/с ба ҷисми дуҷои массааш 2 кг ва суръаташ 10 м/с ғайричандирӣ рафта занад, ҳар яке аз онҳо суръати зеринро молик мегарданд:

$$v = \frac{3 \cdot 8 + 2 \cdot 10}{3 + 2} \frac{\text{м}}{\text{с}} = 8,8 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Дар бархӯрди чандирӣ ҷисмҳо бо ҳар қадом суръате, ки ба ҳамдигар наздик шуда бошанд, баъди бархӯрд онҳо бо ҳамин гуна суръат дур мешаванд. То бархӯрди суръати ба ҳамдигар наздикшавии ҷисмҳо ба $v_2 - v_1$, $v_2' - v_1'$ баробар аст. Суръати аз ҳамдигар дуршавии ҷисмҳо баъди бархӯрд бошад: $v_2 - v_1 = v_2' - v_1'$. Дар бархӯрди чандирӣ бошад, ин тафриқаҳо ба ҳамдигар баробаранд.

Мо дар ҳолати худудии бархӯрдҳои ҷисмҳо, яъне, бархӯрдҳои чандирии мутлақ ва ғайричандирии мутлақро дида баромадем. Дар табиат бисёртар бархӯрдҳои пурра чандирӣ набуда, яъне баъди бархӯрд ҷисмҳо ҳолати худро

нигоҳ доштан ҳолаташонро пурра нигоҳ доштан натавонистан, вомехӯрад. Иҷрои қонуни бақои импульсро дар техника васеъ истифода мебарем. Масалан, дар ҳаракати реактивӣ татбиқи қонуни мазкур баръало намоён мешавад. Ҳангоми ба нақша гирифтани парвози кайҳонии ракетаҳо барои ёфтани ҳисоби сарфи сӯзишворӣ аз қонуни бақои импульс истифода мебаранд.

Дар сайрҳои халқӣ тамошои аҷиб нишон дода мешавад. Ба болои паҳлавони дар замин хобида порчаи оҳан гузошта мешавад ва ба ин оҳан бо болқа мезананд. Тамошобинон чӣ гуна ба зарби болқа тоқат кардани паҳлавонро дида, дар ҳайрат меафтанд. Аслан бинобар формулаи (4) массаи порчаи оҳан аз массаи болқа чанд маротиба калон бошад, суръати гирифтаи порчаи оҳан аз суръати болқа ҳамон қадар хурд аст. Бинобар ин, порчаи оҳани калони паҳлавонро пахшнакунанда интиҳоб карда мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Вағони роҳи оҳани массааш 50 т бо суръати 8 м/с ба вағони массааш 30 т будаи ором омада пайваст шуд. Суръати вағонҳоро баъди пайвастшавӣ ёбед:

Дода шудааст:

$$\begin{aligned} m_1 &= 50 \text{ т;} \\ m_2 &= 30 \text{ т;} \\ v_1 &= 8 \text{ км/соат;} \\ v_2 &= 0, v_1' = v_2'. \end{aligned}$$

Формулааш:

$$\begin{aligned} m_1 v_1 + m_2 v_2 &= m_1 v_1' + m_2 v_2'; \\ m_1 v_1 &= (m_1 + m_2) v_1'; \\ v_1' &= \frac{m_1 v_1}{m_1 + m_2}. \end{aligned}$$

Ҳалл:

$$v_1' = \frac{50 \cdot 8}{50 + 30} \frac{\text{км}}{\text{соат}} = 5 \text{ км/соат}$$

Ёфтан лозим:

$$v_1' = v_2' = ?$$

Ҷавоб: $v_1' = v_2' = 5 \text{ км/соат}$.



Мафҳумҳои таъриҳӣ: системаи пӯшида, қонуни бақои импульс.



1. Ба системаи пӯшида таъриф диҳед ва онро бо мисолҳо фаҳмонед.
2. Суммаи импульси пеш аз бархӯрди ҷисмҳои масса ва суръаташон якхела, ки дар самти муқобил ба дарозии хати рост ҳаракат мекунанд, ба чӣ баробар мешавад?
3. Суммаи импульсҳои баъд аз бархӯрди ҷисмҳои дар саволи 2 овардашуда ба чӣ баробар аст?



1. Вағони роҳи оҳани массааш 30 т, ки бо суръати 2 м/с меояд, ба вағони ором истода пайваст шуд. Вағонҳои пайвастшуда бо суръати 1 м/с ба ҳаракат шурӯъ карданд. Массаи вағони дуюмро ёбед.
2. Бачаи массааш 50 кг, ки бо суръати 6 м/с давида меояд, ба аробачаи массааш 30 кг будаи бо суръати 2 м/с ҳаракаткунанда расид ва ба болои он баромад. Суръати бо бача якҷояи аробача чӣ қадар аст?

3. Массай аробачаҳои дар таҷрибайи 3-юм овардашуда ба равиши мувофиқ 1 кг ва 0,5 кг, суръатҳои то бархӯрдан бошад, 2 м/с ва 3 м/с буда, аробачаи якум баъди бархӯрд 1,5 м/с суръат гирифта бошад, аробачаи дуюм бо кадом суръат ба ҳаракат шурӯъ мекунад.

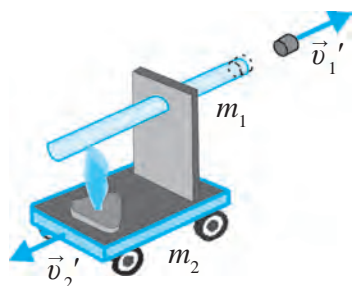
§ 38. ҲАРАКАТИ РЕАКТИВӢ

Мафҳум дар бораи ҳаракати реактивӣ

Даҳони пуфаки дамдодаро набаста сар диҳем, пуффак бинобар траекторияи аҷиб парвоз карданаширо мушоҳида кардаем. Дар ин ҳолат қонуни бақои импульси иҷро гардида, ҳаво бо суръати баланд аз даҳони пуфак ба як тараф, ҳуди пуфак бошад, ба тарафи муқобил ҳаракат мекунад. Ин ҳодиса ба ҳаракати реактивӣ мисол шуда метавонад.



Як қисми системаи пӯшида бо ягон суръат ҳаракат кунад, қисми боқимондаи система ба самти муқобили он ба ҳаракат меояд. Ин гуна ҳаракати ба вучудодада ҳаракати реактивӣ номида мешавад.



Расми 123. Ҳаракати реактивии ба самти муқобили ҳаракати пӯка ҳосилшуда

Барои тасаввур кардани ҳаракати реактивӣ таҷрибайи зеринро мегузаронем.

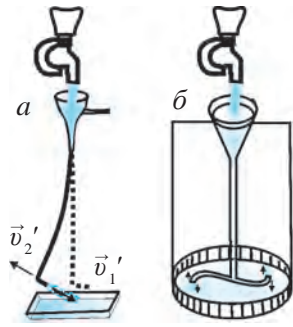
То нисфи пробирка об андохта, бо пӯка (даҳонбанд) маҳкам карда, мисли дар расми 123 ба аробача насб кунем. Дар алангаи сӯзишвории хушк оби пробиркаро гарм кунем. Ҳангоми ба дараҷаи ҷӯшиш наздик омадани об пӯка бо суръати баланд парида меравад, аробача бошад, ба муқобили самти пӯка ҳаракат мекунад. Дар ин ҳолат қувваи реактивии ба қувваи фишори буғи аз пробирка беруномада муқобил пайдо мешавад. Бо таъсири қувваи реактивӣ аробача дар самти муқобили ҳаракати пӯка ҳаракат мекунад.

Масалан, массай пӯка $m_1 = 10$ г, массай аробача (дар якҷоягӣ бо сӯзишвории хушк ва пробирка) $m_2 = 500$ г, суръати пӯка ва пеш аз пӯкаро ҳаво додани аробача $v_1 = v_2 = 0$, суръати ҳаводихии пӯка ба $v_1' = 10$ м/с баробар аст, гӯем, ҳангоми аз қонуни бақои импульси истифода бурда, пӯка ҳаво дода шудан суръати реактивии аробача гирифта v_2' , ро ҳисоб мекунем.

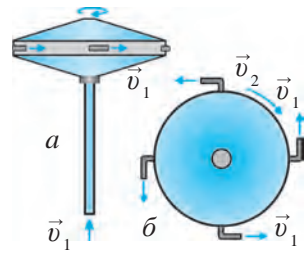
Ҳамин тавр баробарии $m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$ ба сифр баробар аст: $0 = m_1 v_1' + m_2 v_2'$. Дар ин ҳолат $v_2' = -m_1 v_1'/m_2$ ё худ $v_2' = -0,2$ м/с. Барои фаҳмидани ҳаракати реактивӣ таҷрибаҳои дигарро низ гузарондан мумкин аст. Дар таҷрибаи дар расми 124-а нишондода об бо суръати v_1 ба як тараф дамида барояд, ҳуди най ба тарафи муқобил бо суръати реактивии v_2 ҳаракат мекунад. Дар таҷрибаи расми 124-б бошад, аз ду нуғи найи шишаи хамшуда об фаввора зада мебарояд. Дар ин ҳолат аз ҳисоби ҳаракати реактивии дар самти ба ҳаракати об муқобил ба вучудомада найи шиша тоб меҳӯрад. Ин система паррақҳои Сегнер номида мешавад.

Бо ёрии ҳаво низ ҳаракати реактивӣ ҳосил кардан мумкин аст. Дар расми 125 қисми асосии ҳамин гуна механизм тасвир шудааст. Дар ин ҳолат диски тобхӯранда ба найи ночунбон ба воситаи подшипник насб шудааст. Ҳавои фишурдашуда ба воситаи най ба диск мебарояд. Ҳавои зери фишор ба воситаи чор найчаи ба гӯшаҳои диск насбшуда ба тарзи хати тамос ба берун фаввора зада мебарояд. Ин бошад, ҳаракати реактивии дискро ба самти муқобил тобдиханда ҳосил мекунад.

Ба сифати қисми ёрдамчии механизм аз чангкашаки ҳавои фишурдашударо ҳосилкунанда истифода бурдан мумкин. Бо ёрии шланг ҳавои фишораш баланди фишурда аз чангкашак фиристода шавад, аз ҳисоби ҳаракати реактивӣ диск бо суръати баланд чарх мезанад. Ба ҷойи қисми ёрдамрасон аз саққои ҳавои пуфшуда ҳам истифода бурдан мумкин аст.



Расми 124. Ҳаракати реактивие, ки дар самти муқобили мавҷи об ҳосил мегардад



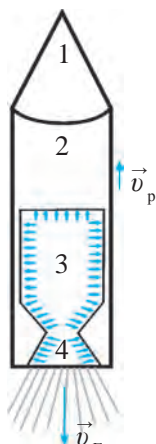
Расми 125. Дастгоҳи бо ёрии ҳаво ҳосил кардани ҳаракати реактивӣ: а) намудаш аз паҳлӯ; б) намудаш аз боло.

Соخت ва ҳаракати ракета

Дар давоми 50-60 соли охир ба фазо бисёр киштиҳои кайҳонӣ, ҳамроҳи сунъии Замин фиристода шуд. Онҳоро аз Замин ба орбита ракетаҳо мебароранд.



Системаҳои парвози кайҳоние, ки бо таъсири қувваҳои реактивӣ ҳаракат мекунанд, ракета номида мешавад.



Расми 126. Сохти ракета

Ҳаракати ракета ба ҳаракати реактивӣ асоснок карда шудааст. Сохтори он ба равиши схематикӣ дар расми 126 тасвир шудааст. Ракета асосан, аз чор қисм иборат аст.

Дар қисми якум киштии кайҳонӣ ё ҳамроҳи сунъии ба орбитаи атрофи Замин гузошташаванда ҷойгир гардидааст. Қисми дуюми ракетаро сӯзишворӣ ва ҷиҳозҳои аз Замин парвоздиҳанда ташкил медиҳад. Дар қисми сеюм камераи сӯзишвории даргиронӣ ҷой гирифта, дар ин ҷо дар натиҷаи дар гирифтани сӯзишворӣ ҳарорати баланд ва гази фишордор ҷамъ мешавад. Ин гуна газ ба воситаи солои реактивӣ (қисми 4) бо суръати ниҳоят баланди v_G ба берун бароварда мешавад. Гази фишораш баланди ба камераи даргирӣ ба воситаи соплои хурдҳаҷм бароянда ба суръати ниҳоят баланд мерасад. Дар натиҷаи он бинобар қонуни бақои им-

пулс дар самти муқобили ҷараёни газ қувваи реактивӣ ба вучуд меояд. Бо таъсири ин қувва ракета ба ҳаракат меояд ва суръати реактиви vR мегирад (расми 127).

Массаи гази аз сопло (нӯги конусшакли найчае барои мунтазамкунии ҷараёни моеъ ё газ)-и ракета бароянда mG , суръаташ vG , массаи ракета mR , суръати реактивии гирифташуда vR бошад. Аз қонуни бақои импульс истифода бурда, баробарии зеринро навиштан мумкин аст:

$$m_r \vec{v}_r + m_p \vec{v}_p = 0 \quad \text{ёки} \quad \vec{v}_p = - \frac{m_r \vec{v}_r}{m_p}.$$



127. рис. Парвози ракета

Аз формула маълум мешавад, ки массаи ракета ҳар қадар кам бошад, суръати реактиви он ҳамон қадар бузург мешавад. Дар ҳақиқат, қисми калони массаи ракета ба массаи сӯзишворӣ мувофиқ меояд. Дар ҷараёни дар гирифтани сӯзишворӣ миқдори он ва массаи ракета коҳиш меёбад. Ин бошад, ба зиёд шудани суръати ракета оварда мерасонад. То ба баландии муайяншуда баромадани ракета қисмҳои аз сӯзишворӣ холишудаи он навбат ба навбат ҷудо шуда, ба ҳаво сӯхта меравад. Як қисми хурди ракета – киштии кайҳонӣ (ҳамроҳи сунъии Замин) ба парвоз идома медиҳад. Ҳаракати реактиви дар асоси қонуни бақои импульс ҳосилшаванда асоси кайҳоннавардӣ ба шумор меравад. Дар офаридани ракета ва киштиҳои кайҳонӣ аз олимони К. Э. Циолковский (1852-1935), С. П. Королёв (1906-1966), М.В.Келдиш (1911-1978), В. Бра-

ун (1912-1976), Г.Оберт (1894-1989) ва дигар саҳми калон гузоштаанд. Айни замон соҳаи кайҳоннавардӣ ба дараҷаи баланд рушд меёбад.



Мафҳумҳои таҷриба: ҳаракати реактивӣ, ракета, кайҳоннавардӣ.



1. Чиро ҳаракати реактивӣ мегӯянд? Дар асоси қонуни бақои импульс ҳаракати реактивиро фаҳмонед.
2. Таҷрибаҳои дар расмҳои 123-124 тасвиршударо фаҳмонда диҳед.
3. Сохти ракетаро гуфта диҳед.
4. Чӣ гуна ба ҳаракат омадани ракетаро гӯед.

МАШҚҲОИ ИЛОВАҒИ ОИД БА БОБИ VI

1. Чаро хишти дар дастамон бударо бо болға занем, дастамон дарди шадидро ҳис намекунад?
2. Барои он ки кайҳоннавард дар кайҳони кушод ба ракета баргашта дарояд, бидуни ёрдами дигарҳо чӣ гуна ҳаракатро бояд анҷом диҳад?
3. Дар соҳил истода заврақро тела диҳем, он мечунбад. Чаро дар заврақ истода, онро тела диҳем, он намечунбад?
4. Ҳангоми риштаи ба қисм басташуда дар давоми 0,5 с силтав дода, бо 20 Н кашида шудан, қисм аз ҷояш намечунбад. Баъд ҳангоми ришта бо ҳамин қувва дар давоми 2 с кашида истодан қисм аз ҷояш ҳаракат кард. Барои ҳар як ҳолат импульси қувваро ёбед ва онҳоро муқоиса кунед.
5. Санги массааш 20 г бо суръати 15 м/с омада занад, оинаи тиреза намешиканад. Лекин ҳангоми санги 100 г бо чунин суръат занад оина мешиканад. Ҳангоми санги 20 г бо суръати 60 м/с задан ҳам оина мешиканад. Барои ҳар се ҳолат ҳам импульсҳои қисмро ҳисоб кунед ва онҳоро муқоиса намоед. Чаро дар ҳолати аввал оина намешиканад?
6. Санги массааш 100 г бо суръати 5 м/с уфуқӣ ҳаво дода шуд. Ҳангоми ҳаво додан импульси санг чӣ қадар будааст?
7. Ду автомобили массаҳояшон 1200 кг бо роҳ дар самти муқобил омада, ба якдигар бархӯрданд. Агар суръати онҳо ба равиши мувофиқ 90 км/соат ва 120 км/соат бошад, онҳо ба ҳамдигар бо импульси чӣ гуна бузургӣ бархӯрдаанд? Агар суръати ҳамин

САВОЛҲОИ ИЛОВАҒӢ

1. Бачаи аз ду заврақи якхела ба яке гузашта заврақи дуҷумро бо ресмон кашад, ду заврақ оё як хел мечунбанд? Агар ҷавоб манфӣ бошад, кадом заврақ бештар мечунбад?

2. Дар осмон тӯдаи турнаҳо парвоз доранд. Дар бораи ҳаракати онҳо нисбат ба якдигар чӣ гуфтан мумкин аст?

3. Чаро кӯчиш ба масофаи тайшуда баробар ё хурд шуданаш мумкин аст, аммо калон шуда наметавонад?

4. Аз оинаи қатора (поезд) нигоҳ кунед, дарахт ва хонаҳои берун аз назди оина тез-тез мегузаранд. Дар ин ҳолат суръати предметҳои назди оина аз суръати предметҳои аз оина дур баланд мешавад? Аз чӣ сабаб?

5. Ба шахсе, ки аз оинаи автомобил мушоҳида мекунад, ҳаракати чархи автомобили дигар чӣ гуна менамояд?

6. Чархҳои рост ва чапи автомобил дар гардиш оё роҳи якхеларо тай мекунанд?

7. Одами дар Замин ба дарозии 5,6 м ҷаҳида дар Моҳ ё Марс ба дарозии чанд метр ҷаҳида метавонад? Агар массаи Замин ба мисли Офтоб калон бошад, ин дарозӣ оё тағйир меёбад?

8. Велосипедрон ҳангоми тоб хӯрдан чаро ба тарафи тобхӯранда моил мешавад?

9. Фишори атмосфераи муътадил оё дар ҷама шаҳр як хел аст? Як хел набошад, барои чӣ?

10. Дар даруни киштии кайҳонии саросари орбитаи Замин ҳаракаткунанда гӯгирд задан мумкин аст?

11. Арраи истифодашавандаро бо кадом мақсад равшан карда меистанд?

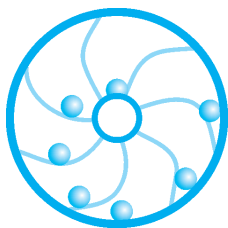
12. Чаро ҳангоми дар болои ях лағжидан ба қафо меафтем?

13. Чаро одами бо парашют худро партофта ба замин нисбат ба одами бе парашют оҳиста мефурояд?

14. Агар соатҳои минодор, регнок ва тобдиханда дар Моҳ кор кунанд, мисли дар Замин кор карда метавонанд? Чаро?

15. Дар гузашта дар кишвари мо аробаҳои машхуре бо номи “Аробаи кӯқандӣ” истифода шудаанд. Чархҳои онҳо аз қади асп ҳам баланд сохта шудаанд. Сабаби он дар чист?

16. Одатан, чархҳои қафои аробаҳои аспӣ нисбат ба аробаҳои пешина калонтар сохта шудаанд. Барои чӣ?

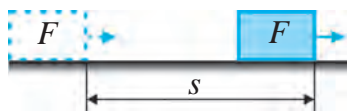


БОБИ VII. КОР ВА ЭНЕРГИЯ. ҚОНУНИ БАҚОИ ЭНЕРГИЯ

Дар табиат энергияҳое мисли механикӣ, гармӣ, электрӣ, равшанӣ, ядро, кимиёвӣ ва ғайра мавҷуд аст. Ин энергияҳо ба ҳамдигар табдил ёфта меистанд. Масалан, энергияи механикӣ ба энергияи гармӣ, энергияи электрӣ ба энергияи механикӣ табдил ётанаш мумкин. Дар ин ҳолат энергия аз ҷиҳати намуд аз ҳамдигар фарқ кунад ҳам, аз ҷиҳати миқдор нигоҳ дошта мешавад, яъне, энергия аз ҳаст нест, аз нест ҳаст намешавад. Ба ин сабаб ҳодиса ва ҷараёнҳои гуногуни табиӣ ба воситаи энергия ба ҳамдигар вобастаанд. Дар ин боб кори дар ҳаракати механикии ҷисм иҷрошаванда, энергияи кинетикӣ ва потенциалӣ, ба ҳамдигар табдилёбии ин энергияҳо, бақо ва қуввати энергияи механикии мукамалро меомӯзем.

§ 39. КОРИ МЕХАНИКӢ

Кори механикӣ ва вохидҳои он



Расми 128. Кўчиши ҷисм ба масофаи s таҳти таъсири қувваи F

Дар ҳаёти рӯзмарра кор гуфта меҳнати фиданоки коргар, муҳандис ва олимонро мефаҳмем. Лекин чи қадар кор кардани олимро чен карда намешавад. Бинобар ин, дар физика фақат бузургии ченшаванда – кори механикӣ омӯхта мешавад. Ароба бо таъсири қувваи кашии аспӣ ба он васлшуда ба масофаи маълум роҳ тай кард.

Шишаи обноки даҳонаш бо пӯка басташуда ҳангоми гармшавӣ дар натиҷаи зиёдшавии қувваи фишори дохили он пӯка парίδα баромада, ба масофаи маълум рафта меафтад, яъне, кори механикӣ иҷро карда мешавад.

Дар ҳолатҳои бо таъсири қувва камшавии ҷисм (масалан, қувваи соиш) ҳам кор иҷро мегардад. Агар бо ягон қувваамон барои ҷунбондани ҷевон ҳаракат кунем, он бошад, дар ҷойи худ истодан гирад, ҳеҷ гуна кори механикӣ иҷро намешавад. Ҷоисм бо энержияи худ бо суръати доимӣ ҳаракат накарда, ба он қувва таъсир нарасонад, он ҳеҷ гуна кори механикиро иҷро намекунад.

Аз ин мебарояд, ки барои иҷрошавии кори механикӣ ба ҷисм бояд қувва таъсир расонад ва бо таъсири ин қувва ҷисм ба масофаи маълум бояд ҳаракат кунад. Масалан, ҳангоми ба ҷисми дар сатҳи ҳамовр ором истода таъсир расондани қувваи F он дар самти ҳамин қувва ба дарозии хати рост ба масофаи s кӯчад. Дар ин ҳолат кори механикии A иҷро мешавад (расми 128):

$$A = F \cdot s . \quad (1)$$



Кори механикӣ ба қувва ва ба ҳосили зарби роҳи дар самти ҳамин қувва тайкардаи ҷисм баробар аст.

Ба ҷисм ҳар қадар, ки қувваи калон таъсир кунад ва таҳти таъсири ин қувва ҷисм ҳар қадар масофаи калонро тай кунад, кори иҷрошаванда ҳам ҳамон қадар зиёд мешавад.

Кори механикӣ ба қувваи гузошташуда ва роҳи тайшуда мутаносиби роста аст.

Дар системаи воҳидҳои байналхалқӣ воҳиди кор – **Ҷоул (Ҷ)** аст. Номи ин воҳид ба шарафи олими физики англис **Ҷеймс Ҷоул** гузошта шудааст.



1 Ҷ – ин ба кори ҳангоми ба масофаи 1 м таҳти таъсири 1 Н қувва кӯчондани ҷисм баробар аст.

Дар амал воҳидҳои дигари кор – килоҷоул (кҶ), мегаҷоул (МҶ), миллиҷоул (мҶ) ҳам истифода мешавад. Дар байни ин воҳидҳои кор ва воҳиди асосӣ муносибати зерин мавҷуд аст:

$$1 \text{ кҶ} = 10^3 \text{ Ҷ}; 1 \text{ МҶ} = 10^6 \text{ Ҷ}; 1 \text{ мҶ} = 10^{-3} \text{ Ҷ}.$$

Барои он ки кори механикӣ бо таъсири қувва иҷро мешавад, онро кори қувва ҳам мегӯянд.

Кори механикӣ бузургии скалярӣ аст:

Кори механикии қувваи таъсир

Формулаи (1) кори механикӣ барои ҳолати дар як самт будани қувваи ба ҷисм таъсиррасон ва кӯчиши ҷисм мавқеъ дорад. Масалан, ҷисм бо таъсири қувваи $F = 5$ дар самти ҳамин қувва ба масофаи $s = 20$ см. кӯчад. Дар он ҳолат кори иҷрокардаи ин қувва ба $A = 5 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 1 \text{ Ҷ}$ баробар мешавад (расми 129-а). Агар самти қувва бо самти ҳаракати ҷисм

як хел бошад, ин қувва кори мусбӣ анҷомдода ба ҳисоб меравад. Аммо агар самти қувва муқобили самти ҳаракати ҷисм бошад (масалан, хангоми лағзиш ё соиш), ин қувваи кори манфӣ иҷрокарда ба шумор меравад:

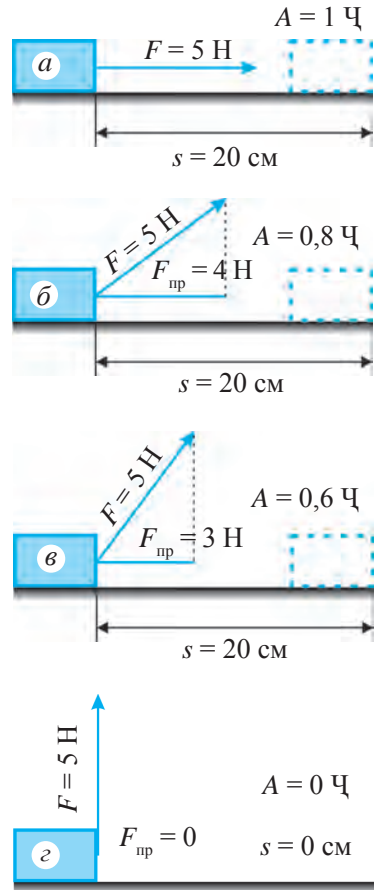
$$A = -Fs.$$

Агар самти ҳаракати ҷисм дар самти ҳаракати ҷисм бошад, қимати кори механикӣ чӣ гуна муайян карда мешавад?

Қувваи ба ҷисм таъсиррасон бо самти кӯчиши ҷисм кунҷи маълумро ташкил кунад, проексия – ташкилқунандаи қувваи таъсиррасон ба самти кӯчиш гирифта мешавад. Масалан, ба ҷисм қувваи бузургияш $F = 5$ Н, чунонки дар расми 129-б нишон дода шудааст, ба зери кунҷ таъсир расонда, ҷисм бо таъсири ҳамин қувва ба масофаи 20 см кӯчад. Аз расм маълум мешавад, ки проексияи ин қувва дар самти кӯчиш $F_{\text{пр}} = 4$ Н-ро ташкил медиҳад. Дар он ҳолат кори иҷрокардаи ин қувва ба $A = 4 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 0,8$ Ҷ баробар аст.

Бо зиёд шудани кунҷи байни самти қувваи ба ҷисм таъсиргузор ва самти кӯчиш проексияи $F_{\text{пр}}$ қувваи F коҳиш меёбад. Ин бошад, коҳиш ёфтани кори иҷрокардаи қувваро ҳам нишон медиҳад. Масалан, барои он ки кунҷи байни самти қувваи $F = 5$ Н ба ҷисм таъсиррасон бо кӯчиш аз дар расми 129-б калонтар аст, проексияи он хурд, яъне $F_{\text{пр}} = 3$ Н. ро ташкил медиҳад. Дар ин ҳолат кори иҷрокардаи қувва ба $A = 3 \text{ Н} \cdot 0,2 \text{ м} = 0,6$ Ҷ баробар мешавад.

Агар кунҷи байни самти қувваи ба ҷисм таъсиррасон ва самти кӯчиш минбаъд зиёд шавад, проексияи қувва ва дар натиҷаи он кори иҷрокардаи қувва ба сифр наздик шудан мегирад. Самти қувва бо самти кӯчиш 90° -ро ташкил кунад, проексияи қувва дар самти кӯчиш нуқта, яъне, сифрро ташкил медиҳад (расми 129-е). Ин бошад, қувваи ба ҷисм таъсирқунанда ба самти кӯчиш перпендикуляр равона карда шуда бошад, иҷро нашудани корро нишон медиҳад.



Расми 129. Вобастагии кори иҷрошуда ба самти қувва

Намунаи ҳалли масъала

Автомобил бо таъсири муҳаррики қуввааш 5 кН 3 км масофаро тай кард. Муҳаррики автомобил чӣ қадар кор иҷро кардааст?

Дода шудааст:
 $F = 5 \text{ кН} = 5\,000 \text{ Н};$
 $s = 3 \text{ км} = 3\,000 \text{ м}.$

Ёфтан лозим:
 $A = ?$

Формулаи:
 $A = Fs.$

Ҳалли он:
 $A = 5\,000 \text{ Н} \cdot 3\,000 \text{ м} =$
 $= 15\,000\,000 \text{ Ҷ} = 15 \text{ МҶ}.$

Ҷавоб: $A = 15 \text{ МҶ}.$



Мафҳумҳои тақиягоҳӣ: кори механикӣ, кори механикии қувваи таъсир, проексияи қувва.



1. Вазнабардор штангаро ба боло бардошт. Дар байни кори бо қувва эластикӣ иҷрокардаи мушакҳои \bar{u} ва кори қувваи вазнинӣ чӣ гуна фарқ дида мешавад?
2. Қувваи ба ҷисми ҳаракаткунанда гузошташуда дар кадом ҳолат иҷро намегардад?



1. Ба бори дар замин истода бо қувваи 250 Н таъсир расонда, он бо самти ҳамин қувва ба масофаи 8 м кашола карда бурда шуд. Дар ин ҳолат чӣ қадар қувва иҷро шудааст?
2. Ба аробача дар зери як кунҷи маълум қувва таъсир расонда, он ба масофаи 15 м бурда шуд. Проексияи қувваи ба аробача таъсиркунанда ба самти ҳаракат 42 Н бошад, дар ин ҷо чӣ қадар кор иҷро шудааст?
3. Автомобили дар роҳ вайроншударо 3 қас тела дода, ба устохонаи масофааш 480 м бурданд. Агар яке аз онҳо ба автомобил бо қувваи 150 Н, дуюмӣ бо 200 Н сеюмӣ бошад, бо 250 Н таъсир расонад, ҳар яке аз онҳо чӣ қадар кор иҷро кардаанд? Ҳар сеи онҳо дар яқоягӣ чӣ қадар кор иҷро кардаанд?
4. Электровоз ҳангоми вагонҳои роҳи оҳанро ба масофаи 2 км кашида бурдан 240 мҶ кор иҷро кард. Электровоз вагонҳоро бо кадом қувва кашида бурдааст?
5. Ҷисм ба боло амудӣ ҳаво дода шуд. Дар ҳолатҳои зерин ишораи кори қувваи вазнинӣ чӣ гуна мешавад?
 - а) ҳангоми ба боло бардошта шудани ҷисм;
 - б) ҳангоми ба поён фаромадани ҷисм.
6. Одами массааш 75 кг даромади ба бино то қабати 6-ум ҳангоми бо зина баромадан чӣ гуна кор иҷро кард? Баландии ҳар як қабат 3 м аст.
6. Ҳамроҳ дар атрофи Замин саросари орбита давр мезанад. Ҳамроҳ бо ёрии муҳаррики ракета ба орбитаи дигар гузаронда шуд. Энергияи механикии ҳамроҳ тағйир ёфт?

§ 40. ҲАНГОМИ БАРДОШТАНИ ҶИСМ ВА ОНРО БА ИН МАСОФА УҒУҚӢ КӢЧОНДАН КОРИ ИҶРОШУДАРО ҲИСОБ КАРДАН

(Кори лаборатории 4)

Мақсади кор: Ҳангоми ба саросари роҳи амудиву уғуқӣ кӢчондани ҷисм кори иҷрошударо ба равиши мустақил ҳисоб кардан.

Ҷиҳозҳои даркорӣ: трибометри лаборатория, динамометри қувва, тасмаи ченкунии молики қисмҳои сантиметрдор, бори масшаси 100 г 2 дона дутогӣ дастакдор, брусӯк, ҷадвал.

Тартиби иҷрои кор

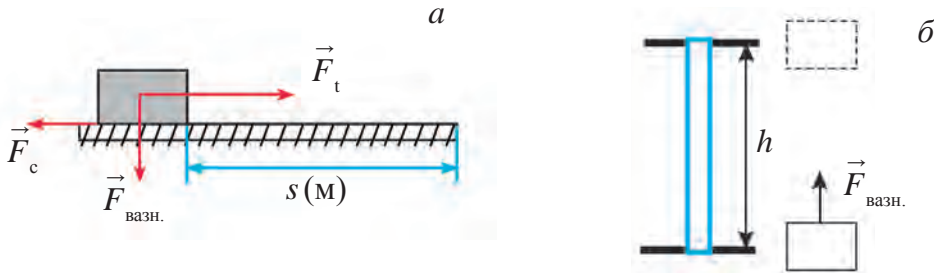
1. Аз ҷиҳозҳо дастгоҳи дар расми 130 нишондодаро ҷамъ оваред.
2. Бо ёрии динамометр вазни брусӯкро чен кунед. Баъд брусӯкоро ба боло мунтазам ҳаракат кунонда, аз пеш бо ёрии тасма ба баландии ҷадвали трибометри ченгардида бардоред. Бузургии кори иҷрошударо бо формулаи зерин ҳисоб кунед $A = F_t \cdot h$.
3. Таҷрибаро се маротиба такрор кунед. Дар ҳар як таҷриба ба брусӯк 0,81 Н; 1,81 Н; 2,81 Н борҳоро овезон кунед ва қайд кунед, ки ин кори иҷрошуда барои рафъ кардани қувваи вазнинӣ сарф шудааст.
4. Натиҷаҳои ёфтшударо ба ҷадвали 5 нависед.
5. Ҷадвалро ба рӯйи миз гузошта, бо ёрии динамометр брусӯкро ба дарозии ҷадвал ба масофаи ҳолати яқум мурағтаб рӯбардор кунед. Дар ин ҳолат қувваи ҷозибавӣ ҳосилшударо аз нишондоди динамометр F_t муайян кунед.
6. Корро минбаъд мувофиқи қувваи ҷозибавӣ ва роҳ ҳисоб кунед: $A = F_t s$, Таваҷҷӯҳи худро ба ин қувваи вазнинии кор не, балки барои мағлуб кардани иҷрошавии қувваи соиш нигаронед. Баъд ба брусӯк борҳои 0,81 Н; 1,81 Н; 2,81 Н-ро овезон карда, таҷрибаро се маротиба такрор кунед ва ҳар сафар кори иҷрокардаи қувваи ҷозибавӣ ҳисоб кунед. Натиҷаҳои ёфтшударо ба ҷадвал нависед.

Ҷадвали 5

№	m , кг	h , м	$F_{\text{вазн}}$, Н	s , м	$F_{\text{кор}}$, Н	$A_{\text{в}}$, Ҷ	$A_{\text{тек}}$, Ҷ
1							
2							
3							

Баъб ба брусок борҳои 1 Н, 2 Н, 3 Н-ро бор карда (расми 130), таҷрибаро боз 2-3 маротиба такрор кунед ва ҳар дафъа кори иҷрокардаи қувваи ҷозибаро ҳисоб кунед.

Натиҷаҳои гирифташударо муқоиса карда, ҳама вақт бузургӣ ё хурдии кори ҳангоми борро ба боло бардоштан иҷрошуда аз кори онро барои ба чунин масофа ба дарозии роҳи уфуқӣ рӯбардор кардан иҷрошуда муайян кунед.



Расми 130. Дастгоҳи ченкунии кори иҷрошуда ҳангоми бардоштани ҷисм (а) ва ба ҳамин масофа уфуқӣ рӯбардор кардан (б)

§ 41. ЭНЕРГИЯИ ПОТЕНСИАЛӢ

Баъзан ҷисмҳо корро дар як лаҳза анҷом надода, мумкин аст дар давоми муддати дароз иҷро кунанд. Онҳо қобилияти қоранҷомдиҳии худро муддати дароз нигоҳ дошта метавонанд. Масалан, сангҳои махсуси соатҳои овезонро ба боло бардошта, мо қор иҷро мекунем (расми 131). Дар нтиҷа механизми соат то ба поён фурумадани сангҳо ба қобилияти иҷрои қор молик мегарданд. Сангҳои ба оҳистагӣ таҳти таъсири қувваи вазнинӣ ба поён фуруянда маятник, чархӣ ва ақрабаки соатро ба гардиш меоранд. Бо ба поён фурумадани сангҳо қобилияти қорини онҳо қоҳиш меёбад. Сангҳои ба поён афтодаро бардошта, қобилияти қоранҷомдиҳии онҳоро боз барқарор кардан мумкин аст. Ҳангоми сангҳоро бардоштан қобилияти қоранҷомдиҳии онҳо меафзояд, бо ба поён фурумадан қоҳиш меёбад ва ҳангоми ба фарши хона ё замин расида омадан қуллан тамом мешаванд. Фақат бо бардоштан не, балки бо ёрии паҳш ё тоб додани пружина ҳам қобилияти қоранҷомдиҳиро ҳосил кардан мумкин аст. Соатҳои печдор ва бозичаҳо бо ҳамин усул қор мекунанд. Ҳамчунин, ҷисмро ба суръати маълум ҳаракат диҳем, дар он ҳолат захираи қоранҷомдиҳиро пайдо мекунем. Масалан, ҳангоми бо табар қафонда шудани ҳезум қор анҷом дода мешавад. Барои ин ба табар бояд суръати баланд диҳем. Дар ҳамаи мисолҳои дидашуда вазъияти ҷисм



Расми 131. Соатҳои деворӣ

тағйир ёфта, кор иҷро мешавад (борро фуруварда, пружинаи фишурдаро ёзонда, ҳаракати ҷисми суръатро нигоҳ дошта).

То ин тағйиротҳо содир нашавад, ҷисм қобилияти қоранҷомдиҳии худро нигоҳ медорад.



Кори дар натиҷаи вазъияти худро дигаргун кардани ҷисм иҷрояш имконпазир кори энергия номида мешавад.

Калимаи “Энергия” дар юнонӣ маънои “фаъоли”-ро ифода мекунад. Тағйирёбии энергия бо кори барои ҳамин дигаргуниҳоро содир кардан сарфшуда чен карда мешавад. Бинобар ин, энергияро мисли кор бо воҳидҳо чен кардан лозим аст. Воҳиди асосии он – ҷоул (Ҷ). Энергияи механикӣ ба энергияи кинетикӣ ва потенциалӣ ҷудо мешавад.

Фарз кунем, ҷисми массааш m аз баландии h озод меафтад (расми 132). Дар ин ҳолат ҷисм фақат бо қувваи ҷозибаи Замин, яъне, бо таъсири қувваи вазнинии $F_{\text{вазн}} = mg$ ҳаракат мекунад. Аз баландии h то ба замин афтодани ҷисм кори қувваи вазнинӣ иҷрокунанда чунин ифода карда мешавад:

$$A = F \cdot s = F_T \cdot h \text{ ё ки } A = mgh. \quad (1)$$

Ин кори иҷрояш имконпазир ба **энергияи потенциалӣ** ҳамин ҷисм баробар аст. Аз ин мебарояд, ки кори иҷрояш имконпазири ҷисми массааш m , ки дар баландии h истодааст, яъне, энергияи потенциалаш чунин ифода карда мешавад:

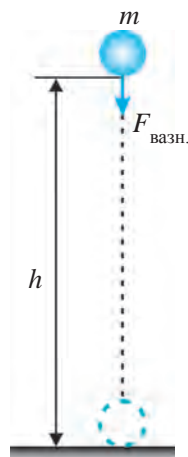
$$E_n = mgh. \quad (2)$$

Энергияи потенциалӣ дар формулаи (2) ифодашуда ба ду ҷисм – ба вазъияти нисбати ҳамдигарии саққо ва Замин вобаста аст.



Энергияи ба вазъияти ҷисмҳои байни ҳамдигар таъсиркунанда ё нисбати якдигари қисмҳои ҷисм вобаста энергияи потенциалӣ номида мешавад.

Акнун ҳангоми ба h_2 тағйир ёфтани вазъияти ҷисми массааш m дар баландии h_1 истода кори иҷрошударо меёбем (расми 1330). Кори аз роҳи тайкардаи ҷисм $h = h_1 - h_2$, будан иҷрошударо ба таври зерин ифода кардан мумкин аст:



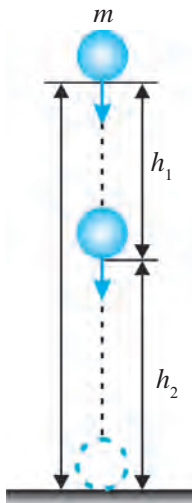
Расми 132.

Иҷрошавии кор таҳти таъсири қувваи вазнинӣ

$$A = mgh = mg(h_1 - h_2) \text{ ё ки } \boxed{A = mgh_1 - mgh_2}, \quad (3)$$

$mgh_1 = E_{п1}$ – энергияи потенциалии ҷисм дар баландии h_1 ; $mgh_2 = E_{п2}$ – энергияи потенциал будани ҷисм дар баландии h_2 .

$$A = E_{п1} - E_{п2} \text{ ё ки } \boxed{A = -(E_{п2} - E_{п1})}; \quad (4)$$



Расми 133.

Дигаргуншавии энергияи потенциалии ҷисм

Дар ин ҳолат ишораи «-» ҳангоми вазъияти ҷисм аз баландии h_1 ба баландии h_2 тағйир ёфтани камшавии энергияи потенциалии ҷисмро нишон медиҳад.

Аз ин мебарояд, ки:

Дигаргуншавии энергияи потенциалии ҷисм ба кори иҷрошуда баробар аст.

Ҳангоми аз боло ба поён фурумадани ҷисм барои он ки $E_{п2} < E_{п1}$, $A > 0$. мешавад. Дар ин ҳолат қувваи вазнинӣ кори мусбат иҷро мекунад. Ҳангоми ба боло бардоштани ҷисм бошад, барои он ки $E_{п2} > E_{п1}$, аст $A < 0$ мешавад. Дар ин ҳолат барои мағлуб кардани қувваи вазнинӣ кори манфӣ иҷро карда мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Энергияи потенциалии ҷисми массааш 1 кг ҳангоми баландиҳои 25 м ва 15 м чӣ қадар мешавад? Ҳангоми аз як баландӣ ба баландии дигар афтодани фурумадани ҷисм чӣ қадар қувваи вазнинӣ сарф карда мешавад? $g = 10 \text{ м/с}^2$. гуфта гирифта шавад.

Дода шудааст:	Формулааш:	Ҳалли он:
$m = 1 \text{ кг}; h_1 = 25 \text{ м};$	$E_{п1} = mgh_1;$	$E_{п1} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Ҷ} = 250 \text{ Ҷ};$
$h_2 = 15 \text{ м}; g = 10 \text{ м/с}^2.$	$E_{п2} = mgh_2;$	$E_{п2} = 1 \cdot 10 \cdot 15 \text{ Ҷ} = 150 \text{ Ҷ};$
Ёфтани даркор:	$A = -(E_{п2} - E_{п1}).$	$A = -(150 - 250) \text{ Ҷ} = 100 \text{ Ҷ}.$

$E_{п1} = ? E_{п2} = ? A = ?$ Ҷавоб: $E_{п1} = 250 \text{ Ҷ}; E_{п2} = 150 \text{ Ҷ}; A = 100 \text{ Ҷ}.$



Мафҳумҳои таъягоҳӣ: кори иҷрокардаи қувваи вазнинӣ, энергияи потенциалӣ.



1. Ҳангоми аз баландии h ба замин афтодани ҷисм чӣ гуна кор иҷро мешавад?
2. Энергияи потенциалии ҷисм дар баландии h чӣ гуна ифода мегардад?
3. Энергияи потенциалӣ гуфта чиро мегӯянд?

4. Ҳангоми ҷисм аз баландии h_1 ба баландии h_2 афтодан кори иҷрокардаи қувваи вазнинӣ чӣ гуна ифода карда мешавад?

M
27

1. Энергияи потенциалии ҷисми массааш 200 г дар баландии 40 м чӣ қадар мешавад? Ҷисм ҳангоми аз ин баландӣ ба замин афтодан қувваи вазнинӣ чӣ қадар кор иҷро мекунад? Дар ин ва масъалаҳои минбаъда $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.
2. 2 кг бор аз баландии 5 м ба баландии 12 м бароварда шуд. Дар ин баландиҳои энергияи потенциалии ҷисм чӣ қадар мешавад? Барои ба боло баровардани ҷисм чӣ қадар кор иҷро мешавад?
3. Энергияи потенциалии бачаи массааш 40 кг, ки дар қабати 9-уми бино истодааст, нисбат ба замин чӣ қадар мешавад? Баландии ҳар як 2 қабатро 3 м гуфта гиред.
4. Соати девории печдори пружинӣ аз ҳисоби кадом энергияи кор мекунад?

§ 42. ЭНЕРГИЯИ КИНЕТИКӢ

Кори ҳангоми тағйири суръати ҷисм иҷрошуда

Ҷисми массааш m дар рӯи миз истода бо таъсири қувваи F бидуни соиш ҳаракат карда, шитоби a гирад (расми 134). Суръати дар давоми вақти t ноилшудаи ҷисм:

$$v = at. \quad (1)$$

Дар давоми ҳамин вақт роҳи тайкардаи ҷисм ба таври зерин ифода карда мешавад:

$$s = \frac{at^2}{2}. \quad (2)$$

Формулаи (1) дар шакли $t = v/a$ навишта шуда, онро ба ҷойи вақти t , дар формулаи (2) мегузорем ва ифодаи зерини роҳи тайкардаи ҷисмро ҳосил мекунем:

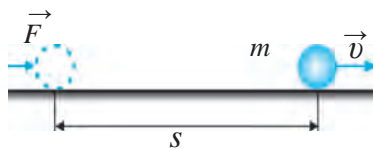
$$s = \frac{v^2}{2a}. \quad (3)$$

Бинобар Қонуни дуҷуми Нютон қувваи ба ҷисм таъсиркунанда:

$$F = ma. \quad (4)$$

Аз формулаҳои (3) ва (4) истифода бурда, кори иҷрошударо меёбем:

$$A = Fs = ma \frac{v^2}{2a} \text{ ё ки } A = \frac{mv^2}{2}. \quad (5)$$



Расми 134. Энергияи кинетикии сакқои ба суръати v ноилшуда

Ин формула кори иҷрошударо барои ба суръати v ноил шудани ҷисми ороми массааш m ифода мекунад.

Агар суръати ибтидоии ҷисми массааш m v_1 бошад, кори иҷрошавандаи суръати онро ба v_2 зиёд кардан:

$$A = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}. \quad (6)$$

Тағйирёбии энергияи кинетикӣ

Формулаи (5) ҳамчунин, энергияи кинетикии ҷисми массааш m -ро ҳам, ки бо суръат ҳаракат дорад, ифода мекунад, яъне.

$$E_k = \frac{mv^2}{2}. \quad (7)$$



Энергияи ба туфайли ҳаракати худ молик гардидани ҷисм ё система энергияи кинетикӣ номида мешавад. Энергияи кинетикии ҷисм ба нисфи масса ва ҳосили зарби квадрати суръати он баробар аст.

Дар формулаи (6) $mv_1^2/2 = E_{k1}$ қабул $mv_2^2/2 = E_{k2}$, гуфта гирифта шавад, ҳангоми суръати ҷисм аз v_1 ба v_2 тағйир ёфтани кори иҷрошударо ба таври зерин ифода кардан мумкин аст:

$$A = E_{k2} - E_{k1}, \quad (8)$$

дар ин ҳолат E_{k1} – ҳангоми суръати ибтидоӣ v_1 будан энергияи кинетикии ҷисм; E_{k2} – ҳангоми суръаташ ба v_2 тағйир ёфтани энергияи кинетикии ҷисм. Дар он ҳолат формулаи (8)-ро ин гуна таъриф кардан мумкин аст:



Тағйирёбии энергияи кинетикии ҷисм ба кори иҷрошуда баробар аст.

Намунаи ҳалли масъала

Ҳангоми суръати ибтидоӣ 36 км/соат будани автомобили массааш 2 т энергияи кинетикиаш чӣ қадар мешавад? Ҳангоми суръати он ба 90 км/соат расидан чӣ? Барои ин гуна тағйир ёфтани суръати автомобил муҳаррики он чӣ қадар кор иҷро кардааст?

Дода шудааст: Формулааш: Ҳалли он:

$$\begin{array}{l}
 m = 2 \text{ т} = 2000 \text{ кг}; \\
 v_1 = 36 \text{ км/соат} = 10 \text{ м/с}; \\
 v_2 = 90 \text{ км/соат} = 25 \text{ м/с}.
 \end{array}
 \left| \begin{array}{l}
 E_{k1} = \frac{mv_1^2}{2}; \\
 E_{k2} = \frac{mv_2^2}{2}.
 \end{array} \right.
 \begin{array}{l}
 E_{k1} = \frac{2000 \cdot 10^2}{2} \text{ Ҷ} = 100\,000 \text{ Ҷ} = 100 \text{ кҶ}. \\
 E_{k2} = \frac{2000 \cdot 25^2}{2} \text{ Ҷ} = 625\,000 \text{ Ҷ} = 625 \text{ кҶ}.
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Ёфтани лозим:} \\ E_{к1} = ? \quad E_{к2} = ? \quad A = ? \end{array} \left| \begin{array}{l} A = E_{к2} - E_{к1} \\ \text{Ҷавоб: } E_{к1} = 100 \text{ кҶ; } E_{к2} = 625 \text{ кҶ; } A = 525 \text{ кҶ.} \end{array} \right. \quad A = (625 - 100) \text{ кҶ} = 525 \text{ кҶ.}$$



Мафҳумҳои таъриҳӣ: энергияи механикӣ, энергияи кинетикӣ.



1. Энергияи механикӣ гуфта чиро меғӯянд? Он бо кадом воҳидҳо чен карда мешавад?
2. Формулаи (5)-ро ҳосил карда, таъриф диҳед.
3. Ҳангоми аз як қимат ба қимати дигар гузаштани қисми массааш додашуда кори иҷрошуда ба чӣ баробар аст?



1. Ҳангоми ба шайбаи хоккеи болои ях, ки массааш 40 г мебошад, бо зарб задан он ба 25 м/с суръат расид. Шайба ба чӣ гуна энергияи кинетикӣ ноил шудааст?
2. Барои нигоҳ доштани автомобили массааш 1,2 т, ки бо суръати 72 км/соат ҳаракат карда меояд, чӣ қадар кор иҷро кардан лозим аст?
3. Барои то 20 м/с зиёд кардани суръати велосипеди, ки бо суръати 10 м/с меояд, чӣ гуна кор иҷро кардан лозим? Массайи велосипед (дар якҷоягӣ бо ронанда) ба 100 кг баробар аст.
4. То 144 км/соат зиёд кардани суръати поездеи массааш 200 т, ки бо суръати 72 км/соат меояд, электровоз чӣ қадар кор бояд иҷро кунад?
5. Ҳамроҳи сунъии Замин, ки бо суръати 7,7 км/соат парвоз дорад, молики 40 000 МҶ энергияи кинетикӣ аст. Массайи ҳамроҳи сунъиро ёбед.

§ 43. ҚОНУНИ БАҚОИ ЭНЕРГИЯИ МЕХАНИКӢ

Ҳангоми аз баландии $h_1 = 45$ м партофтани қисми массааш кг чӣ гуна тағйир ёфтани энергияҳои потенциалии ва кинетикӣ онро мебинем (расми 135). Дар ин ҳолат шитоби афтишаш озод $g = 10$ м/с².

Ҳолати 1. Дар баландии $h_1 = 45$ м энергияҳои потенциалии энергетикӣ қисм ба таври зерин мешавад:

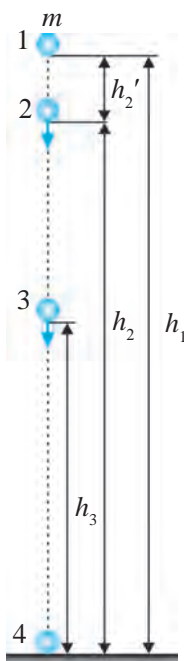
$$E_{п1} = mgh_1; E_{п1} = 1 \cdot 10 \cdot 45 \text{ Ҷ} = 450 \text{ Ҷ};$$

$$E_{к1} = \frac{mv_1^2}{2}; E_{к1} = \frac{1 \cdot 0^2}{2} \text{ Ҷ} = 0.$$



Дар баландии маълум аз Замин энергияи потенциалии қисми ором ба қимати максималии, энергияи кинетикӣ бошад, ба сифр баробар аст.

Ҳолати 2. Қисми аз баландӣ партофташуда ҳангоми афтиши озод



Расми 135.
Табдил ёфтани
энергия ҳангоми
афтиши озоди
ҷисм

дар $t = 1$ с масофаи $h_2' = gt^2/2 = 10 \cdot 12/2 \text{ м} = 5 \text{ м}$ -ро тай мекунад. Бинобар ин, дар ин вақт ҷисм аз замин дар баландии $h_2 = h - h_2' = 45 \text{ м} - 5 \text{ м} = 40 \text{ м}$ мешавад. Дар ин вақт суръати ҷисм ба қимати $v_2 = gt = 10 \cdot 1 \text{ м/с} = 10 \text{ м/с}$ мерасад. Дар он ҳолат энергияҳои потнесиаливу кинетикии ҷисми аз баландии $h = 45 \text{ м}$ афтанда дар баландии $h_2 = 40 \text{ м}$ чунин мешавад:

$$E_{п2} = mgh_2; E_{п2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Ҷ} = 400 \text{ Ҷ};$$

$$E_{к2} = \frac{mv_2^2}{2}; E_{к2} = \frac{1 \cdot 10^2}{2} \text{ Ҷ} = 50 \text{ Ҷ}.$$

Ҳолати 3. Ҷисми аз баландии $h_1 = 45 \text{ м}$ партофташуда дар давоми 2 с 20 м масофаро тай мекунад. Дар ин ҳолат аз замин баландии ҷисм ба $h_3 = 25 \text{ м}$, суръаташ бошад, ба $v_3 = 20 \text{ м/с}$ баробар мешавад. Дар ин вақт энергияҳои потенсиалӣ ва кинетикии ҷисм чунин мешавад:

$$E_{п3} = mgh_3; E_{п3} = 1 \cdot 10 \cdot 25 \text{ Ҷ} = 250 \text{ Ҷ};$$

$$E_{к3} = \frac{mv_3^2}{2}; E_{к3} = \frac{1 \cdot 20^2}{2} \text{ Ҷ} = 200 \text{ Ҷ}.$$



Ҳангоми аз баландӣ озод афтидан энергияи потенсиалии ҷисм кам гардида, энергияи кинетикии он бошад, зиёд мегардад, яъне, энергияи потенсиалии ҷисм ба энергияи кинетикии он табдил меёбад.

Ҳолати 4. Ҷисми аз баландии $h_1 = 45 \text{ м}$ партофташуда дар 3 с ба замин расида меояд, яъне, баландии ҷисм аз замин ба $h_4 = 0$ баробар аст. Ҷисм дар ин вақт ба замин бо суръати $v_4 = 30 \text{ м/с}$ мезанад. Энергияҳои потенсиалӣ ва кинетикии ҷисм ҳангоми ба замин задан чунин мешавад:

$$E_{п4} = mgh_4; E_{п4} = 1 \cdot 10 \cdot 0 \text{ Ҷ} = 0;$$

$$E_{к4} = \frac{mv_4^2}{2}; E_{к4} = \frac{1 \cdot 30^2}{2} \text{ Ҷ} = 450 \text{ Ҷ}.$$



Энергияи потенсиалии ҷисми аз баландӣ ба замин афтанда ҳангоми ба замин задан ба сифр, энергияи кинетикиаш бошад, ба қимати максималӣ баробар аст.

Ҳангоми ба боло амудӣ ҳаво додани ҷисм ҷараёни баракс мушоҳида мешавад. Дар ин ҳолат ҳар қадар ҷисм ба боло бардошта шавад, энергияи кинетикии он аз қимати максималӣ то сифр кам мешавад. Энергияи потенциалии ҷисм бошад, аз сифр то ба қимати максималӣ зиёд мегардад. Тағйирёбии энергияи потенциалӣ фақат дар ҳаракати потенциалии ҷисм не, ҳангоми траекторияи ҳаракат ихтиёрӣ будан ҳам намоён мешавад. Масалан, дар қабати 7-уми бино ҷисми массааш 2 кг истода бошад. Агар байни ҳар як қабати биноро 3 м гуфта гирем, энергияи потенциалии ҷисми дар қабати 7 истода нисбат ба замин, яъне, ба қабати 1 ба 360 Ҷ баробар аст. Ин ҷисм ба қабати 3 аз зина фароварда шавад ҳам, ҳангоми ба лифт овардан, энергияи потенциалии он ба 120 Ҷ баробар мешавад.

Дар ҳар яке аз 4 ҳолати дар давоми аз баландии $h = 45$ m фурумадани ҷисми дар расми 135 тасвиршуда суммаи энрегияҳои кинетикӣ ва потенциалӣ чӣ гуна мешавад:

$$\text{Дар ҳолати 1-м: } E_{п1} + E_{к1} = 450 \text{ Ҷ} + 0 = 450 \text{ Ҷ};$$

$$\text{Дар ҳолати 2-м: } E_{п2} + E_{к2} = 400 \text{ Ҷ} + 50 \text{ Ҷ} = 450 \text{ Ҷ};$$

$$\text{Дар ҳолати 3-м: } E_{п3} + E_{к3} = 250 \text{ Ҷ} + 200 \text{ Ҷ} = 450 \text{ Ҷ};$$

$$\text{Дар ҳолати 4-м: } E_{п4} + E_{к4} = 0 + 450 \text{ Ҷ} = 450 \text{ Ҷ}.$$



Суммаи энрегияҳои кинетикӣ ва потенциалии ҷисми аз баландӣ озод афтанда, яъне, энергияи механикии пурраи ҷисм тағйир намеёбад.

Ин хулоса барои ҳолатҳои ҷисмро ба боло ба равиши амудӣ ҳаво додан ҳам мавқеъ дорад. Аз ин мебарояд, ки энергияи кинетикии максималии ҷисм ба энергияи потенциалии максималии он баробар аст.

Маълум аст, тағйирёбии энергияи кинетикии ҷисм ба кори иҷрошуда баробар аст. Агар энергияи кинетикии ҷисми аз боло афтанда дар ҳолати $E_{к1}$, 2-го дар ҳолати $E_{к2}$, бошад, кори иҷрошуда ба таври зерин мешавад:

$$A = E_{к2} - E_{к1}. \quad (1)$$

Барои ин ду ҳолат тағйирёбии энергияи потенциалии ҷисм ҳам ба кори ҳамин тавр иҷрошуда баробар аст, яъне.:

$$A = -(E_{п2} - E_{п1}). \quad (2)$$

Барои он ки тарафҳои чапи ифодаҳои (1) ва (2) бузургии якхеларо ифода мекунанд, тарафҳои ростишро баробар кардан мумкин аст:

$$E_{к2} - E_{к1} = -(E_{п2} - E_{п1}). \quad (3)$$

Дар натиҷаи таърифи байниҳамдигарӣ ва ҳаракати ҷисмҳо энергияи кинетикӣ ва энергияи потенциалӣ ҳамин тавр тағйир меёбад, ки зиёдшавии яке ба камшавии дигараш баробар аст. Яке аз онҳо ҳар қадар кам шавад, дуомиаш ҳамон қадар зиёд мегардад.

Баробариро (3) дар шакли зерин навиштан мумкин аст:

$$E_{к1} + E_{п1} = E_{к2} + E_{п2}. \quad (4)$$

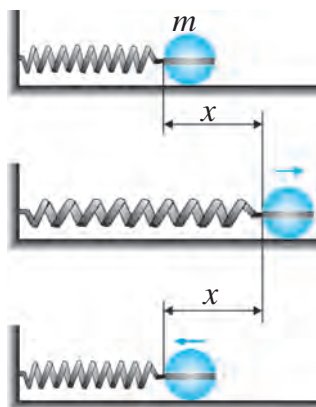
Тарафи чапи ин баробарӣ дар ҳолати 1, тарафи росташ дар ҳолати 2 энергияи пурраи механикиро акс мекунонад. Ин баробарӣ қонуни бақои энергияи механикиро ифода месозад.

Пас, як навъи энергия ба навъи дигар гузаштанаш мумкин, лекин дар ин ҳолат миқдори энергия тағйир намеёбад.

Қонуни бақои энергия ин тавр таъриф дода мешавад:



Энергияи механикии пурраи системаи пӯшида дар ҳар гуна ҳаракати қисмҳои система тағйир намеёбад.



Расми. 136. Дар системаи пӯшида аз пружина ва ҷисм иборат нигоҳдошташавии энергияи механикӣ

То ин вақт таҳти таъсири қувваи ҷозибаи Замин ҳаракати ҷисм, яъне, ҳаракати механикиро дар системаи пӯшида, ки аз Замин ва ҷисм иборат аст, дидем. Қонуни бақои энергияи механикӣ барои системаҳои пӯшидаи дигар ҳам мавқеъ дорад. Масалан, системаи пӯшидаи аз таҷағоҳ, пружина ва ҷисм иборатро мебинем. Ба пружинаи ба таҷағоҳ устуворшуда ҷисми массааш m -ро маҳкам намуда, онро ба масофаи x кашида меистем (расми 136). Дар ин ҳолат энергияи кинетикӣ ҷисм $E_{к1} = mv_1^2/2 = 0$, энергияи потенциалӣ бошад $E_{п1} = kx^2/2$, k – мешавад. Дар ин ҷо k – сахтии пружина. Ҷисмро сардихем, он ба тӯфайли қувваи эластикӣ пружина суръат мегирад. Ҷисм ҳангоми аз ҳолати мувозинат гузаштан, яъне, дар масофаи $x = 0$ суръати он ба қимати бузургтарин мерасад. Мувофиқ ба он энергияи кинетикӣ $E_{к2} = mv_2^2/2$ ҳам дар қимати максималӣ мешавад.

Барои ин гуна системаи пӯшидаи аз пружина ва ҷисм иборат низ формулаи (4), яъне, қонуни бақои энергияи механикӣ мавқеънок аст.

Дар боло дар ҳаракати ҷисм таҳти таъсири қувваи ҷандирии пружина ҷисм дар сатҳи таҷағоҳ бидуни соиш ҳаракат мекунад, гуфта гирифта шуд.

Намунаи ҳалли масъала

Қисми массааш 200 г бо суръати 15 м/с ба боло ба равиши амудӣ ҳаво дода шуд. Пас аз 1 соат энергияи кинетикии ҷисм ва энергияи потенциалии он нисбат ба нуқтаи ҳаво додашуда чӣ қадар мешавад? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.

Дода шудааст:

$$m = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг};$$

$$v_0 = 15 \text{ м/с};$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтан лозим:

$$E_{\text{к}} = ? \quad E_{\text{п}} = ?$$

Формулааш:

$$v = v_0 - at;$$

$$E_{\text{к}} = \frac{mv^2}{2};$$

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2};$$

$$E_{\text{п}} = mgh.$$

Ҳалли он:

$$v = 15 \text{ м/с} - 10 \cdot 1 \text{ м/с} = 5 \text{ м/с};$$

$$h = 15 \cdot 1 - \frac{10 \cdot 1^2}{2} \text{ м} = 10 \text{ м};$$

$$E_{\text{к}} = \frac{0,2 \cdot 5^2}{2} \text{ Ҷ} = 2,5 \text{ Ҷ};$$

$$E_{\text{п}} = 0,2 \cdot 10 \cdot 10 \text{ Ҷ} = 20 \text{ Ҷ}.$$

Ҷавоб: $E_{\text{к}} = 2,5 \text{ Ҷ}; \quad E_{\text{п}} = 20 \text{ Ҷ};$

Агар соишдор ҳаракат карда шавад, як қисми энергияи механикии пурраи ҷисм ба энергияи гармӣ табдил меёбад. Дар ин ҳолат гарм шудани ҷисмро ҳис кардан мумкин. Масалан, бо як порча болғаи оҳанӣ занем, энергияи потенциалии болғаи ба боло бардошташуда дар давоми ба поён фаромадан суръат гирифта, ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад. Баъди ба оҳан зада истодани болқа энергияи кинетикӣ ба сифр баробар шуда мемунад. Дар ин ҳолат энергияи пурра барои тағйир додани шакли порчаи оҳанин, яъне, барои деформатсиякунонӣ ва гармсозии он сарф карда мешавад.

Намунаи ҳалли масъала: Қисми массааш 1 кг аз баландии 80 м озод афтанда хангоми нисфи баландиро гузаштан энергияҳои кинетикӣ ва потенциалии он ба чӣ баробар аст $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.

Додо шудааст:

$$h_1 = 80 \text{ м};$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2};$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтан лозим:

$$E_{\text{п}2} = ? \quad E_{\text{к}2} = ?$$

Формулааш:

$$E_{\text{п}1} = mgh_1;$$

$$E_{\text{п}2} = mgh_2;$$

дар баробари

$$E_{\text{к}1} + E_{\text{п}1} = E_{\text{к}2} + E_{\text{п}2}$$

$$E_{\text{к}2} = E_{\text{п}1} - E_{\text{п}2}.$$

$$E_{\text{к}1} = 0;$$

Ҳаллаш:

$$E_{\text{п}1} = 1 \cdot 10 \cdot 80 \text{ Ҷ} = 800 \text{ Ҷ};$$

$$h_2 = \frac{80}{2} \text{ м} = 40 \text{ м};$$

$$E_{\text{п}2} = 1 \cdot 10 \cdot 40 \text{ Ҷ} = 400 \text{ Ҷ};$$

$$E_{\text{к}2} = 800 \text{ Ҷ} - 400 \text{ Ҷ} = 400 \text{ Ҷ}.$$

Ҷавоб: $E_{\text{п}2} = 400 \text{ Ҷ}; \quad E_{\text{к}2} = 400 \text{ Ҷ}.$



Мафҳумҳои таҷағоҳӣ: табдилёбии энергияҳои потенциалӣ ва кинетикии ҷисм, энергияи механикии пурра, қонуни бақои энергияи механикӣ.



1. Баъди 1 с, 2 с, 3 с вақт гузаштан аз сар додани қисми дар расми 135 тасвиршуда дар қадом баландӣ шудани ро ҳосил карда, фаҳмонда диҳед. Қисми массааш 200 г дар баландии 125 м истода сар дода шуд. Энергияҳои потенсиалӣ ва кинетикии ҳаракати қисм дар охири сони сеюм ва панҷум чӣ қадар мешавад? Дар ин ва масъалаҳои минбаъда? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.



1. Қисми массааш 100 г ба баландии амудӣ ба суръати 30 м/с ҳаво дода шуд. Баъд аз 2 с энергияҳои потенсиалӣ ва кинетикии он чӣ қадар мешавад? Дар баландии аз ҳама боло қисм ба чӣ гуна энергияи потенсиалӣ молик мегардад?
2. Болғаи чӯбини копёр ҳангоми аз баландии 6 м афтада, якмехро задан ба 18 кҶ энергияи кинетикӣ молик мегардад. Дар чунин баландӣ энергияи потенсиалии болға нисбат ба якмех чӣ қадар мешавад? Энергияи кинетикиаш чӣ? Массай болғаи чӯбин чӣ қадар аст?
3. Қисми массааш 200 г ба баландии амудӣ бо суръати 30 м/с ҳаво дода шуд. Ҳангоми ба нуқтаи аз ҳама баландтарин бардошта шудан энергияи потенсиалии қисм чӣ қадар мешавад?
4. Энергияи механикии пурраи қисми массааш 500 г аз баландӣ сар додашуда ба 200 Ҷ баробар аст. Қисм аз чӣ гуна баландӣ сар дода шудааст? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.
5. Массай қисми дар расми 136 тасвиршуда 50 г, ҳангоми пружинаро ба 10 см ёзонда сар додан суръати аз ҳама баланд ноилшуда 10 м/с бошад, энергияи механикии пурраи системаи пӯшида чӣ қадар мешавад? Ин гуна пружина соҳиби чӣ гуна баландӣ аст?

§ 44. МУАЙЯН КАРДАНИ ВОБАСТАГИИ ЭНЕРГИЯИ КИНЕТИКИИ ҚИСМ БА СУРЪАТ ВА МАССАИ ОН (Қори лабораторияи 5)

Мақсади қор: суръати саққоҳои массаашон гуногунро тағйир дода, бо ёрии мушоҳидаи мағлубияти қувваи соиши энергияи кинетикӣ донишхоро оид ба энергия мустаҳкам қардан.

Қиҳозҳои лозимӣ: 2-то саққои пӯлодии массааш гуногун, нови металлӣ, брусӯк, тасмаи ченкунӣ, сониясанҷ, поя.

Тартиби иҷрои қор

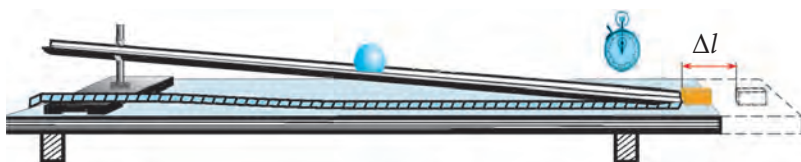
1. Чунонки дар расми 137 тасвир шудааст, бо ёрии поя новро дар ҳолати нишеб насб кунед. Ба нӯги поёнии нов брусӯкро тақя кунонда монед.

2. Ба қисми миёнаи нов саққои массааш хурдро гузӯред ва онро сар дода, чӣ гуна ба дарозии нов ғелидан, чӯб ба брусӯк омада задан, қувваи соишро мағлуб қардан ва ба масофаи маълум ғечондани брусӯкро мушоҳида кунед.

3. Масофаи Δl -и брусек ғечидаро чен кунед.
4. Саққоро аз нӯги болои нов сар дода, таҷрибаро такрор кунед.
5. Саққои массааш бузургро аз қисми миёни нов сар дода, ғечидани брусоро аз нав чен кунед.

6. Мисли кори лаборатории 1 масофа ва вақтро чен карда, шитоби гирифтаи саққоро ёбед. Аз шитоб ва нишондодҳои вақт истифода бурда, суръати саққоро дар вақти ба брусек задан муайян кунед ва аз формулаи $E_k = \frac{mv^2}{2}$ энергияи кинетикиро ёбед.

7. Натиҷаҳои кори ҳангоми ҷунбондани брусек ва вобастагии байни энергияи кинетикиро таҳлил кунед ва хулоса бароред.



Расми 137. Дастгоҳ барои мушоҳидаи вобастагии энергияи кинетикии ҷисм ба суръат ва массаи он

§ 45. ТАВОНОӢ

Тавоноӣ ва воҳидҳои он

Кори механикии якхеларо бо мошинаҳои гуногун дар вақтҳои гуногун иҷро кардан мумкин. Масалан, крани калон 10 т хишти дар замин истодаро мумкин аст ба баландии 30 м дар давоми 1 дақиқа барорад. Крани хурд бошад, ҳамин қадар хиштро 2 т-гӣ 5 маротиба бардошта, ба боло баровардана мумкин. Дар ин ҳолат ҳар ду кран кори якхеларо анҷом доданд, лекин барои иҷрои он вақтҳои гуногун сарф карда шуд.

Барои муқоиса кардани имконияти коричрокунии машина, муҳаррик ва механизмҳои гуногуни тавоноӣ ном бузургии физикӣ дохил карда шудааст. Кадоме аз мошинаҳое, ки кори якхеларо иҷро мекунанд, ин корро дар муддати кӯтоҳтар анҷом диҳад, ҳамон тавонотар мебошад. Тавоноии механизм бо кори бо воҳиди вақти N иҷрошуда ифода карда мешавад:

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



Нисбат ба вақти барои анҷом додани ҳамин кор сарфшуда тавоноӣ номида мешавад.

Дар системаи воҳидҳои байналхалқӣ ба сифати воҳиди асосии тавоноӣ ватт (Вт) гирифта шудааст. Ҳангоми 1 Вт гуфтан тавоноии меха-

низми дар давоми 1 с 1 Ҷ қор иҷроқунанда фаҳмида мешавад. Номи воҳиди тавоноӣ ба шарафи номи ихтироъгари мошинаи буғӣ, олими англис Ҷеймс Уатт (Watt) гузошта шудааст. Дар амал воҳидҳои дигари тавоноӣ – милливатт (мВт), гектоватт (г Вт), киловатт (кВт), мегаватт (МВт) ҳам истифода мешаванд. Муносибати байни воҳидҳои асосӣ ва дигари тавоноӣ чунин аст:

$$\begin{array}{l} 1 \text{ мВт} = 0,001 \text{ Вт} = 10^{-3} \text{ Вт}; \\ 1 \text{ кВт} = 1\,000 \text{ Вт} = 10^3 \text{ Вт}; \end{array} \quad \left| \quad \begin{array}{l} 1 \text{ гВт} = 100 \text{ Вт} = 10^2 \text{ Вт}; \\ 1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт} = 10^6 \text{ Вт}. \end{array} \right.$$

Тавоноӣ мисли қор ва вақт бузургии скалярӣ аст:

$$A = Nt. \tag{2}$$

Ин формула барои даровардани боз як воҳиди энергия ва қор имкон медиҳад. Воҳиди қори механикӣ ба қори механизми дорои тавоноии 1 Вт дар давоми 1 с иҷрошуда баробар аст. Ин воҳид ватт-сония (Вт · с) номида мешавад. Тавоноиро суръати иҷрои қор номидан мумкин аст. Тавоноии воситаҳои нақлиёт бо воҳиди махсусе таҳти унвони қувваи асп чен карда мешавад. Тахминан дастгоҳи тавоноияш 730 Вт ба 1 қувваи асп баробар аст.

Муносибатҳои байни тавоноӣ, қувва ва суръат

Воситаҳои нақлиёт бештар бо суръати тағйирнаёбанда ҳаракат меқунанд. Автомобили ҳаракаташ ростхаттаи мунтазам бо суръати v дар давоми вақти t масофаи $s = vt$ ро тай меқунанд. Барои он ки автомобил бо суръати тағйирнаёбанда ҳаракат кунад, қувваи F муҳаррики онро ба ҳаракат оваранда бояд таъсир расонда истад. Ин қувва ба қувваи (ба қувваҳои гуногуни соиш) ҳаракати автомобил муқобилият нишондиҳанда аз ҷиҳати миқдор баробар ва муқобил равона карда шудааст. Бинобар ин, автомобил ҳангоми масофаи s -ро тай кардан, қори иҷрокардаи муҳаррики он ба $A = Fs = Fvt$ буданаширо ба ҳисоб гирем, формулаи зерини тавоноӣ ҳосил мегардад: $A = Nt$;

$$N = Fv. \tag{3}$$

Аз ин формула маълум мешавад, ки тавоноии муҳаррик ҳар қадар қалон бошад, суръати автомобил ҳам ҳамон қадар баланд мешавад. Бинобар ин, ба самолёт, поезд, автомобилҳои бо суръати баланд ҳаракатқунанда муҳаррикҳои тавоноияшон бузург насб карда мешавад. Аз формулаи болоӣ боз ҳаминро дарқ кардан мумкин, ки ҳангоми тағйирнаёбанда будани

тавоноии муҳаррик суръат ҳар қадар баланд бошад, қувва ҳамон қадар хурд мешавад. Бинобар ин, мувофиқи нишебӣ ба баландӣ баромадан ба-рои зиёд кардани қувваи кашиши автомобил суръат кам карда мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Крани калон 10 т хиштро, крани хурд бошад, 2 т хиштро ба баландии 30 м дар 1 дақиқа баровард. Қисми фоиданоки тавоноии ҳар кранро ёбед. $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

Дода шудааст:

Формулааш:

Ҳалли он:

$m_1 = 10 \text{ т} = 10\,000 \text{ кг};$ $m_2 = 2 \text{ т} = 2\,000 \text{ кг};$ $h = 30 \text{ м};$ $t = 1 \text{ дақ} = 60 \text{ с};$ $g = 10 \text{ м/с}^2.$	$A_1 = m_1 gh;$ $A_2 = m_2 gh;$ $N_1 = \frac{A_1}{t};$ $N_2 = \frac{A_2}{t}.$	$A_1 = (10\,000 \cdot 10 \cdot 30) \text{ Ҷ} = 3\,000\,000 \text{ Ҷ};$ $A_2 = (2\,000 \cdot 10 \cdot 30) \text{ Ҷ} = 600\,000 \text{ Ҷ};$ $N_1 = \frac{3\,000\,000}{60} \text{ Вт} = 50\,000 \text{ Вт} = 50 \text{ кВт};$ $N_2 = \frac{600\,000}{60} \text{ Вт} = 10\,000 \text{ Вт} = 10 \text{ кВт}.$
---	--	---

Ёфтан лозим:

$N_1 = ? N_2 = ?$

Ҷавоб: $N_1 = 50 \text{ кВт}; N_2 = 10 \text{ кВт}.$



Мафҳуми таҷягоҳӣ: тавоноӣ.



1. Тавоноӣ чист? Он бо кадом воҳидҳо ифода карда мешавад?
2. Муносибати байни тавоноӣ, қувва ва суръат чӣ гуна ифода карда мешавад?
3. Кор ва энергия ба ғайр аз ҷоул (Ҷ) боз бо кадом воҳид чен карда мешавад?
4. Ронанда ҳангоми ба баландӣ баромадани автомобил барои зиёд кардани қувваи кашиш бояд чӣ кор кунад?



1. Агар бача дар 1 соат 360 кҶ кор иҷро карда бошад, қисми фоиданоки тавоноии бачаро ёбед.
2. Қисми массааш 4 кг бо таъсири қувва ба сатҳи уфуқӣ дар давоми 5 с ба масофаи 15 м мунтазам ҳаракат карда рафт. Коеффитсиенти соиши сатҳҳои лағжанда ба 0,2 баробар бошад, қисми фоиданоки тавоноии ҷисмро дар ҳаракаткунӣ ёбед. Дар ин ва масъалаҳои минбаъда $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.
3. Асп аробаи массааш 1 т бударо ба 1 км масофа дар 10 дақиқа бурд. Агар коеффитсиенти ба ҳаракати ароба муқобил ба 0,06 баробар бошад, қисми фоиданоки тавоноии аспро ёбед.
4. Самолёт бо суръати 900 км/соат парвоз дорад. Тавоноии фоиданоки муҳаррик 1,8 М w бошад, қувваи кашиши он чӣ қадар аст?

§ 46. БАҚОИ ЭНЕРГИЯ ДАР ТАБИАТ. КОЭФФИТСИЕНТИ КОРИ ФОИДАНОК

Табдил ва бақои энергия дар табиат

Қонуни бақои энергия фақат дар доираи ҳодисаҳои механикӣ не, балки ба ҳамаи ҳодисаҳои физикии дигар ҳам мавқеъ дорад. Дар ин ҳодисаҳо мумкин аст энергия аз як навъ ба навъи дигар табдил ёбад. Масалан, як қисми энергияи механикии ҷисми бо таъсири қувваи соиш ҳаракаткунанда ба гармӣ табдил меёбад.

Энергияи рӯшании Офтоб рӯйи Замиро гарм мекунад, ба туфайли гармӣ бухорҳои оби ҳавзҳо ва заминҳои намнок ба атмосфера мебарояд, аз абрҳои ҳосилшуда барфу борон меборад, ин боришот оби дарёҳоро ҳосил мекунад, энергияи потенциалии оби дарё хангоми аз дарёоти баланд фуromaдан ба энергияи кинетикӣ табдил меёбад, энергияи кинетикии об дар гидроэлектростансияҳо трубинаро ба гардиш меорад ва энергияи барқӣ ҳосил мешавад, энергияи барқ бошад, ба воситаи чирӯғҳои электрикии хонаводаҳо ба энергияи рӯшани табдил меёбад ва ғайра. Ба ҳамин тариқ дар табиат энергия нест шуда намеравад, он фақат аз як навъ ба навъи дигар табдил меёбад. Ин қонуни бақои энергия аст. Қонуни бақои энергия дар табиат ба таври зерин таъриф карда мешавад:



Энергия дар табиат ягон вақт аз ҳаст нест ва аз нест ҳаст намешавад, он фақат аз як навъ ба навъи дигар ё аз як ҷисм ба ҷисми дигар гузашта, аз ҷиҳати миқдор бетағйир мемонад.

Коэффитсиенти кори фоиданоки механизмҳо

Кори фоиданоки ҳар кадом машина ё муҳаррик аз энергияи пурра сарфшуда хурд мешавад. Зеро дар ҳамаи механизмҳо қувваҳои соиш мавҷуд буда, дар натиҷаи ин қувваҳо қисмҳои гуногуни дастгоҳҳо метафсад. Як қисми энергияи пурра сарфшуда ба гармӣ табдил ёфта, исроф мешавад, қисми боқимондааш кори фоиданок иҷро мекунад. Бузургии кори фоиданок додани чанд қисми энергияи машина ва муҳаррикҳо сарфкунандаро нишондиҳанда – коэффитсиенти кори фоиданок (ихтисоран ККФ) ворид карда шудааст.



Бузургии кори фоиданокро ба нисбати кори сарфшуда ченкунанда коэффитсиенти кори фоиданок номида мешавад ва бо ҳарфи η ишора мегардад.

Коеффитсиенти кори фоиданокӣ ҳар гуна механизро бо ҳисоби фоида ифода кардан мумкин аст. Агар кори фоиданокро бо A_r кори пурра сарфшударо бо A_t ишора кунем, дар он ҳолат формулаи *ККФ* чунин навишта мешавад:

$$\eta = \frac{A_{\text{фоид.}}}{A_{\text{сарф.}}} \cdot 100 \%$$

ККФ аз як ё аз 100 % калон шуда наметавонад. Ба туфайли кори қувваҳои соиш дар машина ва муҳаррикҳо як қисми энергияи пурра исроф мешавад ва ба ин сабаб ККФ ҳар доим аз як хурд мешавад.

Намунаи ҳалли масъала

Ба ғарғараи борбардор муҳаррики тавоноияш 10 кВт насб карда шудааст. Кран бори массааш 5000 кг-ро дар давоми 3 дақиқа ба баландии 24 м мебардорад. *ККФ*-и кранро ёбед. $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

Дода шудааст:

$$N_{\text{дв}} = 10 \text{ кВт} = 10\,000 \text{ Вт};$$

$$m = 5000 \text{ кг}; h = 27 \text{ м};$$

$$t = 3 \text{ дақ} = 180 \text{ с};$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2.$$

Ёфтан лозим:

$$\eta = ?$$

Формулааш:

$$A_t = Nt;$$

$$A_r = mgh;$$

$$\eta = \frac{A_{Ft.}}{A_t} \cdot 100\%.$$

Ҳалли он:

$$A_{\text{сарф.}} = (10000 \cdot 180) \text{ Ҷ} = 1\,800\,000 \text{ Ҷ}.$$

$$A_{\text{фоид.}} = (5000 \cdot 10 \cdot 27) \text{ Ҷ} = 1\,350\,000 \text{ Ҷ}.$$

$$\eta = \frac{1\,350\,000}{1\,800\,000} \cdot 100\% = 75\%.$$

Ҷавоб: $\eta = 75\%$.



Мафҳумҳои таҷриба: таҷрибаҳои энергия дар табиат, бақои энергия дар табиат, энергияи рӯшании Офтоб, гидроэлектростансия, коеффитсиенти кори фоиданок.



1. Таҷрибаҳои энергияро дар табиат фаҳмонед.
2. Ҳангоми “Энергия ҳеҷ вақт аз ҳаёт нест намешавад, аз нест ҳаёт намешавад” гуфтан чиро мефаҳмед?
3. Коеффитсиенти кори фоиданок гуфта чӣ гуна бузургиро мегуянд ва он чӣ тавр ифода карда мешавад?
4. Аз чӣ сабаб ККФ аз як (аз 100 %) калон шуда наметавонад?



1. Дар автомобил муҳаррики тавоноияш 100 кв насб гардидааст. Он дар 1 дақиқа 2,4 МҶ кори фоиданок иҷро кард. ККФ автомобилро ёбед.
2. Ғарғараи борбардор бо муҳаррики тавоноияш 10 кв кор мекунад. ККФ-и муҳаррик ба 80 % баробар бошад, бори массааш 2 т ба баландии 40 м дар чӣ қадар вақт бароварда мешавад? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

3. Самолёт ба дарозии хати рост бо суръати 900 км/соат мунтазам парвоз мекунад. Тавоноии муҳаррикҳо 1,8 МВт ва ККФ 70 % бошад, қувваи кашиш чӣ қадар аст?
4. Аз садди оби баландияш 25 м будаи гидростансия дар ҳар соња 200 т об мерезад. Тавоноии стансияи электрӣ 10 МВт аст. ККФ энергияи механикии оби аз садди оби рехта истода ба энергияи электрикӣ табдил ёфтани чӣ қадар аст? $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гиред.

МАШҚҲОИ ИЛОВАГӢ ОИД БА БОБИ VII

1. Қувваи вазнинии қисми массааш 1 кг ҳангоми аз баландии 50 м ба баландии 20 м афтодан чӣ қадар кор иҷро мекунад? Дар ин ва машқҳои минбаъдаи дахлдор $g = 10 \text{ м/с}^2$ гуфта гирифта шавад.
2. Пружинаи сахтияш 10 000 Н/м аз ҳолати мувозанат ба масофаи 8 м ёзид. Дар ин ҳолат энергияи потенциалии пружина ба чӣ баробар аст?
3. Барои 5 мм ёзондани пружина 3 кҶ корро иҷро кардан лозим. Барои 1,2 см ёзондани пружинаи мазкур чӣ қадар кор иҷро кардан даркор аст?
4. Қисми массааш 1 кг аз баландии 180 м озод меафтад. Энергияҳои кинетикӣ ва потенциалии ҳаракати қисм дар охири соњияи шашум чӣ қадар мешавад?
5. Барои штангаи массааш 180 кг-ро ба баландии 2 м бардоштани штангбардор чӣ қадар кор иҷро мешавад?
6. Ҳангоми ғӯлаи пӯлодии дарозияш 7 м ва буришаш 75 см²-ро аз вазъияти уфуқӣ ба баландии 60 м бардоштани кран чӣ қадар сарф шудани вақтро ёбед. Зичии пӯлод $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ аст.
7. Суръати қисми массааш 250 г афтишаш озод дар роҳи маълум аз 1 м/с то 9 м/с зиёд шуд. Кори қувваи вазнинӣ дар ин роҳ иҷрокардари ёбед.
8. Импулси қисми бо суръати маълум ҳаракаткунанда 10 кг · м/с, энергияи кинетикияш 50 Ҷ аст. Суръат ва массаи қисмро ёбед.
9. Сутуни дарозияш 3 м ва массааш 40 кг дар замин мехобад. Барои онро ба тарзи амудӣ гузоштан чӣ қадар кор бояд иҷро карда шавад?
10. Аз сатҳи замин энергияи потенциалӣ ва кинетикии дар баландии 20 м будаи қисми массааш 0,5 кг аз баландии 60 м озод афтандари ёбед.

11. Санг ба боло бо суръати 20 м/с ҳаво дода шуд. Дар чӣ гуна баландӣ энергияҳои кинетикӣ ва потенциалии санг байни ҳамдигар баробар мешаванд?
12. Дар сатҳи уфуқӣ ҷисм бо таъсири қувваи 100 Н мунтазам ҳаракат мекунад. Баъди манъ шудани таъсири қувваи берунӣ ҷисм ба масофаи 2 м лағжида рафта истод. Кори қувваи соишро ёбед.
13. Агар бача дар 0,5 соат 180 кҶ кор иҷро карда бошад, тавоноии ғоиданоки онро ёбед.
14. Ба автомобил муҳарриқи тавоноияш 250 кВт насб гардидааст. Он дар 1 соат 360 МҶ кори ғоиданок иҷро кард. ККҶ авто-мобилро ёбед.

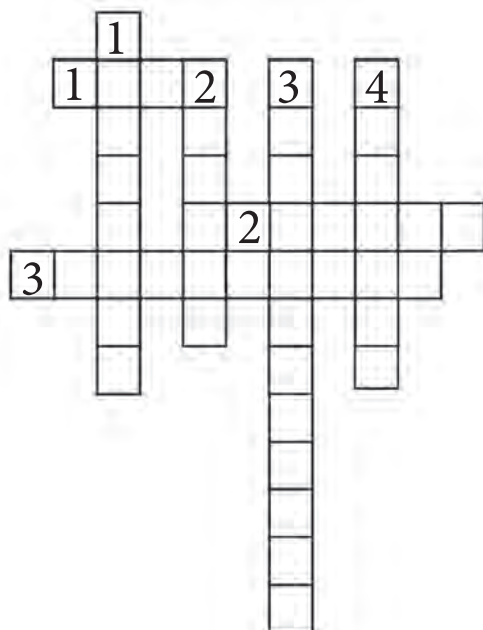
Кроссворд

Ба бар:

1. Воҳиди ҷенак.
2. Яке аз ҳамватанонамон, ки ба рушди фанни физика ҳиссаи калон гузоштааст.
3. Олиме, ки калимаи физикаро ба фан дохил кардааст.
4. Бузургии физикие, ки маънои тақонро мефаҳмонад.

Ба баландӣ:

1. Яке аз бахшҳои физика.
2. Нақлиёти кайҳоннавардон.
3. Навъи энергия.



ҲИСОБ ҚАРДАНИ ХАТОГИҲОИ ЧЕНКУНИЙ ДАР ҚОРҲОИ ЛАБОРАТОРИЙ

Дар машғулиятҳои лаборатория чен қардани бузургиҳои физикӣ бевосита ва бавосита иҷро қарда мешавад. Ҳангоми ченкунии бевосита асбоб қимати бузургии сустҷӯшавндаро нишон медиҳад.

Ҳамаи бузургиҳои физикиро бевосита чен қарда намешавад. Бинобар ин, бузургии физикии сустҷӯшаванда ба воситаи бузургиҳои бо ченкунӣ ёфтшуда ҳисоб қардида, дарёфт мешавад. Ин гуна муайянкунии бузургии физикӣ ченкунии бавосита номида мешавад. Дар ченкунии бавосита хатогиҳои мутлақ ва нисбиро ба ҳисоб қарифтан лозим аст.

Ҳангоми чен қардани бузургии физикӣ қиматҳои дар шароити яқхела ченшуда: $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$ қарифта мешавад. Қимати арифметикунии миёнаи онҳо аз ифодаҳои дарёфт қарда мешавад.

Қиматҳои ҳангоми ченкунӣ ёфтшуда аз ҳамдигар фарқ қарда, фарқи онҳо аз қимати миёна хатогии мутлақ баъзе ченкуниҳо номида мешавад.

Хатогии мутлақ ҳангоми ченкунии аввал дар ифодаи $\Delta a_1 = |a_{\text{миёна}} - a_1|$, дар ченкунии дуюм $\Delta a_2 = |a_{\text{миёна}} - a_2|$, ҳангоми ченкунии сеюм $\Delta a_3 = |a_{\text{миёна}} - a_3|$, ҳангоми ченкунии тақрорӣ $n - \Delta a_n = |a_{\text{миёна}} - a_n|$, n -ум ёфта мешавад. Баъд қимати миёнаи хатогии мутлақ аз ифодаи $\Delta a_{\text{миёна}} = (\Delta a_1 + \Delta a_2 + \dots + \Delta a_n) / n$ муайян қарда мешавад.

Қимати ҳақиқии бузургии физикӣ аз қимати миёнаи ёфтшуда то \pm миёна фарқ мекунад, яъне, $\pm a_{\text{миёна}}$, $a = a_{\text{миёна}} + \Delta a_{\text{миёна}}$. Ҳамчунин, нисбати қимати миёнаи хатогии мутлақ ба қимати миёнаи бузургии ченшаванда хатогии нисбӣ номида мешавад ва он ба ҳисоби фоиз қарифта хоҳад шуд, яъне $\varepsilon = (\Delta a_{\text{миёна}} / a_{\text{миёна}}) \cdot 100 \%$.

ҶАВОБҲОИ МАШҚҲО

Машқи 2. 1. $v = 1,5 \text{ м/с}$. 2. $v = 5 \text{ м/с}$. 3. $v = 80 \text{ км/соат}$. **Машқи 3.** 1. $s = 60 \text{ м}$. 2. $s = 30 \text{ км}$. 3. $t = 10 \text{ дақ}$. 4. $t = 0,5 \text{ соат}$. **Машқи 4.** 1. $v_{\text{миё}} = 0,5 \text{ м/с}$. 2. $v_{\text{миё}} = 90 \text{ км/с}$. 3. $v = 1,5 \text{ м/с}$. 4. В 7 ч 40 дақ. **Машқи 5.** 1. $a = 2,5 \text{ м/с}^2$. 2. $t = 30 \text{ с}$. 3. $a_1 = 0,5 \text{ м/с}^2$; $a_2 = -1,0 \text{ м/с}^2$. 4. $a = 0,5 \text{ м/с}^2$. 5. $t = 50 \text{ с}$. **Машқи 6.** 1. $v = 12 \text{ м/с}$. 2. $v = 15 \text{ м/с}$. 3. $v = 24 \text{ км/соат}$; $v_{\text{миё}} = 42 \text{ км/с}$. 4. $v_0 = 5 \text{ м/с}$. **Машқи 7.** 1. $s = 15 \text{ м}$. 2. $s = 1,4 \text{ км}$. **Машқи 8.** 1. $v = 60 \text{ м/с}$; $h = 180 \text{ м}$. 2. $t = 4 \text{ с}$; $h = 80 \text{ м}$. 3. $v = 45 \text{ м/с}$; $h = 45 \text{ м}$. **Машқи 9.** 1. $v = 5 \text{ м/с}$; $h = 30 \text{ м}$. 2. $h = 90 \text{ м}$; $t = 6 \text{ с}$. 3. $v = -10 \text{ м/с}$; $h = 75 \text{ м}$. 4. $v = 60 \text{ м/с}$. 5. $h = 45 \text{ м}$; $v_0 = 30 \text{ м/с}$. **Машқи 10.** 1. $v_1 = 0,5 \text{ м/с}$; $v_2 = 1 \text{ м/с}$; $v_3 = 1,5 \text{ м/с}$; $\omega = 10 \text{ рад/с}$. 2. $v = 10 \text{ м/с}$. 3. $v = 0,05 \text{ м/с}$; $\Delta\varphi = 1 \text{ рад}$; $\omega \approx 0,0017 \text{ рад/с}$. 5. $v \approx 21 \text{ см/с}$; $\omega \approx 0,00105 \text{ рад/с}$. **Машқи 11.** 1. $v \approx 0,21 \text{ м/с}$; $\omega \approx 0,21 \text{ рад/с}$. 2. $T \approx 0,19 \text{ с}$; $v \approx 5,3 \text{ л/с}$; $\omega \approx 33,3 \text{ рад/с}$. 3. $v \approx 465 \text{ м/с}$; $\omega \approx 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с}$. **Машқи 12.** 1. $a = 100 \text{ м/с}^2$. 2. $a \approx 1786 \text{ м/с}^2$. 3. $a \approx 18,75 \text{ м/с}^2$. 4. $r = 57,6 \text{ см}$. 5. $T = 0,05 \text{ с}$; $v = 18,84 \text{ м/с}$; $\omega = 125 \text{ рад/с}$; $a \approx 2366 \text{ м/с}^2$. **Машқи 14.** 3. $a = 2 \text{ м/с}^2$; $m = 40 \text{ кг}$. 4. $F = 20 \text{ Н}$. **Машқи 15.** 1. $v = 7,85 \text{ м/с}$; $F \approx 4,9 \text{ Н}$. 2. А. $v = 7,85 \text{ м/с}$; $F \approx 9,8 \text{ Н}$. Б. $v = 15,7 \text{ м/с}$; $F \approx 9,8 \text{ Н}$. В. $v = 3,925 \text{ м/с}$; $F \approx 1,2 \text{ Н}$. **Машқи 16.** 1. $k = 80 \text{ Н/м}$. 2. $\Delta l = 2 \text{ см}$. 3. $F_1 = 40 \text{ Н}$. 4. $\Delta l = 1 \text{ см}$. 5. $k = 4 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$. 6. $k_2 = 500 \text{ Н/м}$. **Машқи 17.** 1. $F \approx 2 \cdot 10^{20} \text{ Н}$. 2. $F \approx 1,7 \cdot 10^{-7} \text{ Н}$. 3. $F = 8,17 \cdot 10^{-8} \text{ Н}$. **Машқи 18.** 1. $F = F_T = 2 \text{ кН}$. 3. $m = 2 \text{ т}$. **Машқи 19.** 1. $P = 0,5 \text{ Н}$. 2. $P = 0,8 \text{ Н}$. 3. $P = F_{\text{Машқ}} = 2 \text{ Н}$. **Машқи 20.** 1. $P = 6 \text{ Н}$. 3. $a = 3 \text{ м/с}^2$. **Машқи 21.** 1. $h = 45 \text{ м}$; $s = 4 \text{ м}$. 2. $t = 5 \text{ с}$; $h = 125 \text{ м}$. 3. $v_1/v_a = 355,5$; $v_1/v_c = 31,6$. **Машқи 22.** 1. $F = 3,84 \cdot 10^{-6} \text{ Н}$. 2. $F = 0,67 \text{ Н}$. 3. $F = 3,5 \cdot 10^{-22} \text{ Н}$. 4. $F = P = 1000 \text{ кН}$. 5. $m = 10 \text{ т}$. 6. $F = 9,8 \text{ Н}$; 7. $P = 666 \text{ Н}$. 8. $P = 657 \text{ Н}$. 9. 4716 км . **Машқи 23.** 1. $F_{\text{тр.с}} = 20 \text{ Н}$. 2. $F = 12 \text{ Н}$. 3. $F_{\text{тр.к}} = 0,06 \text{ Н}$. 4. $F_{\text{тр.к}} = 3,6 \text{ Н}$. **Машқи 24.** 1. $I_1 = 20 \text{ Н} \cdot \text{с}$; $I_2 = 1 \text{ Н} \cdot \text{с}$. 2. $I = 10 \text{ Н} \cdot \text{с}$. 3. $\Delta p = -0,3 \text{ Н} \cdot \text{с}$. **Машқи 25.** 1. $m = 30 \text{ т}$. 2. $v = 4,5 \text{ м/с}$. 3. $v = 4,5 \text{ м/с}$. **Машқи 26.** 1. А = 2 кҶ. 2. А = 630 Ҷ. 3. А₁ = 72 кҶ; А₂ = 96 кҶ; А₃ = 120 кҶ; А_{умум} = 283 кҶ. 4. F = 120 кН. 5. а) манфӣ; б) мусбӣ. 6. А = 12,25 Ҷ. **Машқи 27.** 1. E_п = 80 Ҷ. 2. E_{п1} = 100 Ҷ; E_{п2} = 240 Ҷ; A = -140 Ҷ. 3. A = 9,6 кҶ. **Машқи 28.** 1. E_к = 12,5 Ҷ; 2. A = 240 кҶ; 3. A = 10 кҶ; 4. A = 80 кҶ. 5. m = 1349 кг. **Машқи 29.** 1. E_к = 5 Ҷ; E_п = 40 Ҷ. E_{макс} = 45 Ҷ. 2. E_{п2} = 18 кҶ; E_{к2} = 0; m = 300 кг. 3. E_п = 90 Ҷ. 4. h = 40 м. **Машқи 30.** 1. N = 100 Вт. 2. N = 24 Вт. 3. N = 1 кВт. 4. F = 7,2 кН. **Машқи 31.** 1. η = 40%. 2. t = 1 дақ 40 с. 3. F = 5040 Н. 4. η = 20%.

ҶАВОБИ МАШҚҲОИ ИЛОВАҒӢ

Боби II. 1. $v = 5$ м/с; $v = 18$ км/с. 2. $S = 60$ км. 3. $t = 12$ дақ. 4. а) 25 м/с; б) 15 м/с. 5. $l_1 = 270$ м; $l_2 = 360$ м. 6. $t_{\text{пр.т}} = 2 t_{\text{пот.}}$. 7. $v_{\text{миё.}} = 72$ км/с. 8. $t_2 = 20$ с. 9. $S_2 = 72$ см. 10. $S = 38,75$ м. 11. $S = 40$ м; $v = 90$ м/с. 12. $S = 25$ м. 13. $t = 8$ с. 14. $v = 55$ м/с. 15. $h = 720$ м; $v = 120$ м/с. 16. $v_{\text{миё.}} = 45$ км/с.

Боби III. 1. $v = 0,6$ 1/с; $T = 1,67$ с; $v = 1,88$ м/с; $\omega = 3,76$ рад/с. 2. $T = 0,05$ с; $v = 20$ 1/с; $\omega = 125,6$ рад/с. 3. $v = 4,2 \cdot 10^{-7}$ 1/с; $v = 1$ км/с. 4. $v = 3,2 \cdot 10^{-8}$ 1/с; $v = 30$ км/с. 5. $v = 1,2 \cdot 10^{-5}$ 1/с; $a = 0,034$ м/с². 6. $v = 2,65$ 1/с. 7. $a = 0,225$ м/с². 8. $a = 1570$ м/с². 9. $v_2/v_1 = 1/20$. 10. 4 маротиба.

Боби IV. 1. $F = 20$ Н. 2. $F = 0,1$ Н. 3. $m = 20$ т. 4. $F = 0,8$ Н. 5. $a = 0,5$ м/с². 6. $a = 3$ м/с². 7. а) 2 м/с; б) 3 м/с. 8. $F = 1,6$ кН. 9. $v = 2$ м/с. 10. $a = 1,5$ м/с². 11. $a = 1,5$ м/с². 12. $F = 800$ Н. 13. $F = 4$ Н; $a = 40$ м/с². 14. $F_2 = 4F_1$; $a_2 = 4a_1$. 15. $m = 250$ г. 16. $F = 1$ Н. 17. $m = 200$ кг; $a = 12,5$ м/с². 18. $k = 20$ Н/м. 19. $k = 125$ Н/м. 20. $m = 300$ г. 21. $\Delta l = 6$ см. 22. $k_2 = 160$ Н/м. 23. $\Delta x = 14$ см.

Боби V. 3. $F = 6,67 \cdot 10^{-3}$ Н. 5. $M_c = 2 \cdot 10^{30}$ кг. 6. $P = 3,58$ кН. 7. $P = 118$ Н. 8. $h = 20$ м. 10. $F_{\text{тр.}} = 20$ Н; $\mu = 0,04$. 13. $R = 40$ м.

Боби VI. 4. $I_1 = 1$ Н·с; $I_2 = 40$ Н·с. 5. $p_1 = 0,3$ кг·м/с; $p_2 = 1,5$ кг·м/с; $p_3 = 1,2$ кг·м/с. 6. $p = 0,5$ кг·м/с. 7. $p_1 = 30000$ кг·м/с; $p_2 = 40000$ кг·м/с; $p_1^1 = 12000$ кг·м/с; $p_2^1 = 18000$ кг·м/с. 8. $\Delta p = -0,24$ кг·м/с. 9. $v = 1,8$ м/с. 10. $v = 3$ м/с. 12. $x = 1$ м. 13. $\Delta p = -0,03$ Н/с.

Боби VII. 1. $A = 300$ Ҷ. 2. $E_{\text{н}} = 32$ Ҷ. 3. $A_2 = 17$ кҶ. 4. $E_{\text{к}} = 1800$ Ҷ; $E_{\text{н}} = 0$ Ҷ. 5. $A = 3600$ Ҷ. 6. $A = 246$ кҶ. 7. $A = 10$ Ҷ. 8. $v = 10$ м/с; $m = 1$ кг. 9. $A = 600$ Ҷ. 10. $E_{\text{к}} = 200$ Ҷ; $E_{\text{н}} = 100$ Ҷ. 11. $h = 10$ м. 12. $A = 200$ Ҷ. 13. $N = 100$ Вт. 14. $\eta = 40$ %.

МУНДАРИҶА

Муқаддима	3
-----------------	---

АСОСҶОИ КИНЕМАТИКА

Боби I. Маълумотҳои умумӣ оид ба ҳаракати механикӣ

§ 1. Ҳаракати ҷисмҳо	8
§ 2. Фаза ва вақт	11
§ 3. Мафҳумҳои умумии кинематика	14
§ 4. Бузургҳои скалярӣ ва векторӣ ва амалҳои болои онҳо	18

Боби II. Ҳаракати ростхатта

§ 5. Мафҳум дар бораи ҳаракати ростхаттаи мунтазам	26
§ 6. Суръати ҳаракати ростхаттаи мунтазам	28
§ 7. Тасвири графии ҳаракати ростхаттаи мунтазам	32
§ 8. Суръат дар ҳаракати номунтазам	34
§ 9. Шитоб дар ҳаракати собитшитоб	37
§ 10. Суръати ҳаракати собитшитоб	40
§ 11. Роҳи тайшуда дар ҳаракати собитшитоб	44
§ 12. Муайян кардани шитоби ҷисм дар ҳаракати собитшитоб (Кори лаборатории 1)	47
§ 13. Афтиши озоди ҷисмҳо	48
§ 14. Ҳаракати ҷисми ба боло амудӣ партофташуда	50

Боби III. Ҳаракати гирдхаттаи мунтазам

§ 15. Ҳаракати гирдхаттаи мунтазами ҷисм	56
§ 16. Муносибатҳои байни бузургҳои тавсифкунандаи ҳаракати гирдхатта	59
§ 17. Шитоби марказрав	62

АСОСҶОИ ДИНАМИКА

Боби IV. Қонуни ҳаракат

§ 18. Таъсири байниҳамдигарии ҷисмҳо. Қувва	69
§ 19. Қонуни якуми Нютон – қонуни инерсия	72
§ 20. Массайи ҷисм	76
§ 21. Қонуни дуюми Нютон	78
§ 22. Қонуни сеюми Нютон	82
§ 23. Татбиқи қонунҳои ҳаракат дар ҳаракати гирдхатта	86
§ 24. Қувваи чандирӣ	88
§ 25. Муайян кардани саҳтии пружина (Кори лаборатории 2)	93

Боби V. Ҳаракати ҷисмҳо бо таъсири қувваҳои берунӣ

§ 26. Қонуни ҷозибаи умумичаҳонӣ	97
§ 27. Қувваи вазнинӣ	100

§ 28. Вазни ҷисмҳо.....	102
§ 29. Зиёдавазнӣ ва бевазнӣ	105
§ 30. Ҳаракати ҷисмҳо дар зери таъсири қувваи ҷозибаи Замин	108
§ 31. Радиҳои маснӯи Замин.....	112
§ 32. Қувваи соиш. Соиши оромиш	115
§ 33. Соиши лағзиш. Соиши ғелиш.....	118
§ 34. Муайян кардани коэффитсиенти соиши лағзиш (Кори лаборатории 3)	122
§ 35. Соиш дар табиат ва техника	123

ҚОНУНҲОИ БАҚО

Боби VI. Қонуни бақои импульс

§ 36. Импульс	130
§ 37. Қонуни бақои импульс	135
§ 38. Ҳаракати реактивӣ	140

Боби VII. Қор ва энергия. Қонуни бақои энергия

§ 39. Қори механикӣ.....	147
§ 40. Ҳисоб кардани қори иҷрошуда ҳангоми бардоштан ва ба ин масофа уфукӣ кӯчондани ҷисм (Кори лаборатории 4)	151
§ 41. Энергияи потенциалӣ	152
§ 42. Энергияи кинетикӣ	155
§ 43. Қонуни бақои энергияи механикӣ	157
§ 44. Муайян кардани вобастагии суръат ва массаи энергияи кинетикии ҷисм ба он (Кори лаборатории 5)	162
§ 45. Таваҷҷуҳ	163
§ 46. Бақои энергия дар табиат. Коэффитсиенти қори ғоиданок.....	166
Илова. Ҳисоб кардани ҳамоҷиҳои ҷенкунӣ дар қорҳои лабораторӣ	171
Ҷавоби машқҳо.....	172

Ҳабибуллоев, Пӯлод Қирғизбоевич.

Физика: китоби дарсӣ барои донишомӯзони синфи 7-уми мактабҳои таълими миёнаи умумӣ / П.Қ. Ҳабибуллоев, А. Бойдедаев, А.Д. Баҳромов, С.О. Бурҳонов.– Нашри сеюми аз нав коркарда. – Т.: Нашриёти давлатии илмии «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi», 2017, – 176 сах.

КБК 22.3я72

O‘quv nashri

HABIBULLAYEV PO‘LAT QIRG‘IZBOYEVICH,
BOYDEDAYEV AHMADJON,
BAHROMOV AKBAR DALABOYEVICH,
BURXONOV SATTOR OSIMOVICH

F I Z I K A

Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining
7-sinfi uchun darslik
(Tojik tilida)

Qayta ishlangan va to‘ldirilgan to‘rtinchi nashri

«O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»
Davlat ilmiy nashriyoti
Toshkent–2017

Мутарчим Х. Саъдуллоҳ
Муҳаррир Ш. Турдиқулов
Рассоми бадеӣ А. Ёқубҷонов
Саҳифабанди компютери Ҷ. Бадалов

Литцензияи нашриёт АИ № 160, 14.08.2009.

Ба чопаш 10.11.2017 рухсат дода шуд. Андозаи 70x100 ¹/₁₆.

Гарнитурани «Times», кегли 11,5. Бо усули офсет дар
коғази офсет чоп шудааст. Ҷузъи шартии чопи 14,19.

Ҷузъи нашриву ҳисобӣ 12,00. Адади нашр 6 619 нусха. Супориши № 4793.

Нашриёти давлатии илмии «O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi»
100011, ш. Тошканд, кўчаи Навоӣ, 30.

Дар Ҷамъияти саҳҳомии табуи нашри «Шарқ» чоп шудааст.
100000, ш. Тошканд, кўчаи Буюк Турон, 41.

Чадвали ҳолати китоби ба ичора додашуда

№	Ному насаби донишомӯз	Соли хониш	Ҳолати китоб хангоми гирифтани	Имзои раҳбари синф	Ҳолати китоб хангоми супоридан	Имзои раҳбари синф
1.						
2.						
3.						
4.						
5.						
6.						

Чадвали болоӣ хангоми ба ичора дода шудан ва дар охири соли хониш баргардонида гирифтани китоб аз тарафи раҳбари синф аз рӯйи меъёрҳои зерин баҳо гузошта мешавад:

Нав	Ҳолати китоб хангоми бори аввал супоридан
Хуб	Муқовааш яклухт, аз қисми асосии китоб чудо нашудааст. Ҳамаи варақҳои ҳаст, надаридааст, чудо нашудааст, дар саҳифаҳо навишт ва хатҳо нест.
Қаноатбахш	Муқова қач шудааст, канорҳои қоҳида, якҷанд хатҳо қашида шудаанд, ҳолати аз қисми асосӣ чудошавӣ дорад, аз тарафи истифодабаранда қаноатбахш таъмир шудааст. Варақҳои чудошудааш аз нав таъмир гаштааст, дар баъзе саҳифаҳо хат қашида шудаанд.
Ғайри-қаноатбахш	Муқова хат қашида шудааст, даридааст, аз қисми асосӣ чудо гаштааст ё ки умуман нест, ғайриқаноатбахш таъмир шудааст. Китобро барқарор кардан аз имкон берун аст.