

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ
МИНИСТРЛІГІ Ш.Е.ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК
ТЕХНОЛОГИЯЛАР ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ**

ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ИНСТИТУТЫ

ФИЗИКА ЖӘНЕ ИНФОРМАТИКА КАФЕДРАСЫ

БИҒОЖА О.Д

**МЕХАНИКАНЫҢ КИНЕМАТИКА ТАРАУЫ БОЙЫНША ЕСЕП
ШЫҒАРУ ЖОЛДАРЫ**

АҚТАУ 2011

ӘОЖ 378146

Құрастырған: Биғожа О.Д. Механиканың кинематика тарауы бойынша есеп шығару жолдары. Оқу әдістемелік құрал. Ақтау: КМИЖТУ, 2011. 63бет

Пікір жазған: т.ғ.к., доцент А.Р.Қабылова
п.ғ.к., доцент Ә.Б.Түркменбаев

Оқу әдістемелік құралда механиканың кинематика тарауы бойынша есеп шығару жолдары қарастырылған. Құрал жас оқытушылар мен студенттерге арналған.

Баспаға Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ оқу-әдістемелік кеңесінің шешімімен ұсынылған.

©Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ, 2011

Кіріспе

Физика есептерін шығару – физиканы оқытудың негізгі бір бөлігі болып саналады. Физика есептерін шығаруда оқушылар теориялық мәселелерді қайталайды, сол арқылы оның мағынасын тереңірек түсініп, оларға өздігінен қорытынды жасауға үйретеді. Әрине, физика есептерін шығаруда оқушы математиканы саналы түрде қолданатын болады. Физика есебін шығаруда оқушының алдына ұсақ – түйек болса да, проблемалық мәселе қойылады, оқушылар жаңа ұғымдармен танысады. Теорияны тұрмыстағы нақтылы жағдайларға қолданады, сол арқылы политехникалық білімін кеңейтеді.

Теорияны іс жүзінде қолдана білу, яғни есептер шығара білу, теориялық білімнің тереңдігін көрсетеді. Бірақ, оқушылар өздігінен, бірден практикалық мәселелерді шешуді білмейді. Демек, физика есептерін шығарудың жолдарын, тәсілдерін оларға үйрету керек. Осылайша қарапайым мәселелерді шешуге үйренген жастарымыз әрі қарай күрделі мәселелерді шешетін, ойлай білетін мамандар болып шығады.

Жұмыстың мақсаты – «Кинематика» тарауына арналған есептерді шығару әдістемесін баяндап, талқылау.

Есептің түріне, мазмұнына қарай ізделіп отырған мәселеге байланысты, қойылған сұрауларға қарай оны шығарудың жолдары әр түрлі болуы мүмкін. Дегенмен, әдістемелік тұрғыдан, физика есептерін шығарудың белгілі бір ортақ тәсілдері бар.

1. Есептің шартымен танысу. Бұл мәселеге ерекше көңіл бөлу керек. Себебі сыныптың саналы, нәтижелі жұмыс істеуі, осы мәселеге байланысты. Есептің шартын тәптіштеп оқып, әрбір мәселені айқындап, қойған сұрақтарды анықтап шығу керек.

Мұнда кейбір жаңа терминдердің, түсініксіз сөздердің, кейбір шамалардың мағынасын түсіндіре кету керек. Есептің шартын тұжырымдай келе, оны қысқаша жазу керек.

2. Есептің мазмұнын талқылау. Есептің шарты бойынша келтірілген құбылыстардың, шамалардың физикалық мағынасын, заңдарын, бір – бірімен байланыстылығын анықтау. Мұнда қосымша суреттер, графиктер сызу керек. Кейбір елемей кетуге болатын жағдайларды анықтау – есептің шартын жеңілдетеді. (Мысалы, үйкеліс күші аз, оны бұл жерде ескермейміз деген сияқты.)

3. Есепті шығару. Есептің сұрауына жауап берудің жолдарын іздестіру. Былайша айтқанда, есептің сұрауына жауап беретін физикалық құбылыстардың тізбегін анықтау. Мұны сұраққа жауап беретін қарапайым формулалардан бастап, әрі қарай оның құрамындағы шамаларды есептің шартымен байланыстыру, сөйтіп қорытынды формуланы алу. Мүмкіндігі болса, бұл формуланы алгебралық түрде тауып, тек содан кейін есептің сан мәндерін қойған жөн.

4. Есептеу. Есептегі шамаларды формулаға қоюдан бұрын бір жүйеге келтіріп алған жөн. Бірақ кейбір жағдайда қорытынды формулаға есептің

мәндерін әр түрлі жүйеге қойып шығаруға болады. Мысалы, бөлшектің алымындағы және бөліміндегі ұқсас шамаларды кез келген жүйеде жаза беруге болады.

Есептеу жұмысын логарифмдік сызғыштың көмегімен жүргізген жөн. Есептеуде шамалардың дәлдік мәндерін де ұмытпау керек. Жалпы барлық сандардың дәлдігі шамалас болу керек.

5. Есептің жауабын тексеру. Біріншіден, есептің жауабы шындыққа сәйкес болу керек. Тек содан кейін оны жауабымен салыстыруға, тексеруге болады. Есептің шартын оқудан бұрын оқушыларға есепті қай тақырыпқа шығаратынымызды айтуымыз керек. Сонда оқушылар есепке қажетті формуланы оңай табатын болады.

Есепті талқылауда, оқушылар құбылыстарды көз алдарына елестете алатындай жағдай туғызу керек. Бұл үшін түрлі көрнекі құралдарды, қарапайым тәжірибелерді пайдалануға болады. Осы оқиғалардың динамикасын беретін схемалық суреттер пайдаланған дұрыс.

1. ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ШАРТТАР.

1.1. Физикалық есептердің маңызы және классификациясы

Есеп шығару физиканы оқыту процесінің ұдайы бөлінбес құрамды бөлігі болып саналады, өйткені ол физика сабақтарының түгелдей барлық түрлері мен кезеңдерінде және кластан тыс жұмыстарында кездеседі. Есеп шығару, физиканы оқытудың әдістері, тәсілдері, амалдары ретінде әр жақты мағынада қолданылады. Әр сабақтың өзінде де физикалық есептерді шығарудың мынадай маңызы бар: 1) оқушылардың логикалық және физикалық ойлауын дамытады, математикалық амалдар мен түрлендірулерді орындауға жаттықтырады, физикалық заңдар мен эксперименттің сандық және сапалық мағыналарын ашады; 2) физикалық құбылыстар мен заңдылықтардың практикалық маңызына және өмірмен байланыстылығына көз жеткізеді; 3) мектеп оқушыларын тапқырлыққа, өз бетінше жұмыс істеуге, еңбек сүйгіштікке, қиындықты жеңу төзімділігіне үйретеді, олардың ерік – жігерін қарайды; 4) физикалық ұғымдарды, жастардың практикалық ебдейліктері мен дағдыларын, шығармашылық қабілеттерін қалыптастырады; 5) оқушылардың алған білімдерінің тереңдігі мен беріктігін тексереді; 6) сабақта проблемалық ситуация қойып, оны шешуге жәрдемдеседі; 7) физикалық құбылыстар мен заңдарды және теорияларды талдауға қорытындылауға, олардың арасындағы өзара байланыстарды анықтауға жәрдемдеседі; 8) оқушылардың білімдерін, ебдейліктерін, дағдыларын жүйеге келтіріп, оларды дамытады және тереңдетеді; 9) пән аралық байланысты (математика, химия, астрономия, сызу, биология, география) күшейтуге ықпал жасайды; 10) оқушылардың физикаға деген қызығушылығын және емтихан талаптары бойынша міндетті түрде қолданылатын оқыту әдістерінің негізгілерінің біріне саналады.

Физикалық есептерді шығару арқылы мұғалім сабақта оқушылардың білімі мен дағдыларын тексеріп бағалайды, жаңа материалды түсіндіреді және оны бекітеді, проблема қойып оны зерттейді, сын жұмысын өткізеді, эксперимент орындатады, үйде өз бетінше жұмыс істейді, олимпиада мен конкурстарды ұйымдастырады, т.т.

Физикалық есептер негізінен мазмұны, дидактикалық мақсаты және шығару тәсілдері бойынша классификацияланады.

Физика есептері мазмұнына қатысты физиканың жеке тарауларына (механика, оптика, т.т.) қарай және де тарихи, политехникалық мазмұнды, қызықты, шығармашылықты, экспериментті, кешенді болып бөлінеді.

Эксперименттік есептер мына типтес болып та келеді:

1) «Пружинаны белгілі масштабпен теңдей өлшем бірліктеріне бөліп (градуировка), оның ұзаруы мен оған түсірілген күштің байланыстылығын көрсететін формуланы өрнектеңіз».

2) «Берілген сұйықтың тығыздығын ареометрдің жәрдемімен анықтаңыз».

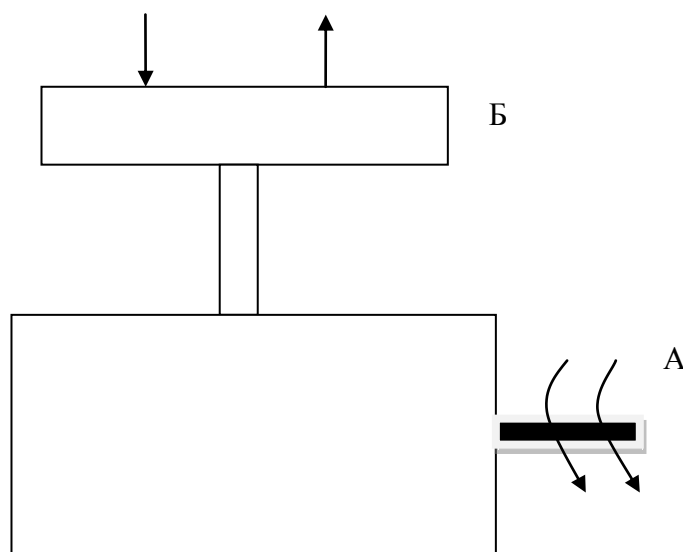
3) «Физика кабинетіндегі электр қоныраудың істейтін моделі гальваникалық элемент, кілт, сымдар берілген. Электрқонырау бір ақ рет шылдырауы үшін электр тізбекті қалай қосу керек? Оның схемасын сызып көрсетіңіз»

Қызықты физикалық есептер көп кездеспейді. Оған мынадай есеп мысал бола алады:

«Болат стерженнің екі ұшын да бірдей магниттік полюске магниттеуге болады ма? Егер болса, қалай? Егер болмаса, неге?»

Шығармашылық есептердің ерекшелігі зерттеушілік («Неге?» деген сұраққа жауап беретін) және конструкторлық («Қалай істеу керек?» деген сұраққа жауап іздейтін) есептер болып екі түрге бөлінеді.

Шығармашылық есепке, олимпиадада берілген мынадай бір есеп мысал бола алады:



1- сурет

«А білікті (вал) айналдыру арқылы Б стол жай ғана жоғары көтеріліп, төмен түсетін болуы үшін қандай тетікті ойлап табасыз?»

Өндірістік – техникалық (политехникалық) мазмұнды есептер физика сабақтарында көп шығарылады. Бір мысал:

«Шахтаға массасы 280 кг лифт бірқалыпты үдемелі қозғалыспен түсірілді. Ол 10 с ішінде 35 м тереңдікке түседі. Лифт қанатының керілуін табыңыз.»

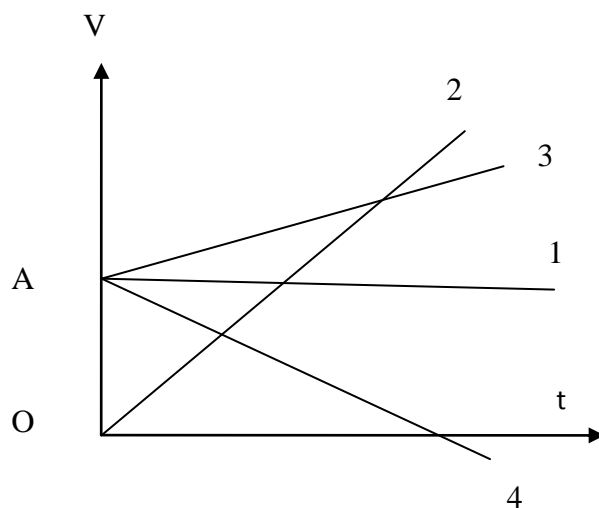
Бұл есептердің 2-3 түрі бір есепте бірігіп келсе, оны аралас (біріктірілген) **кешенді есеп** деп атайды, олар көп кездеседі.

Барлық физикалық есептер берілу шарты бойынша тексттік, эксперименттік, графиктік, сурет – есеп сияқты салаларға бөлінеді. Дидактикалық мақсатта олар қарапайым, жаттығу, күрделі (біріктірілген) есептер болып саналады. **Қарапайым (оңай) есептер** 1 – 2 формула мен заңдылықтарды, жеңіл экспериментті пайдалану арқылы шығарылады. **Жаттығу есептері** көбінесе жаңа материалды бекітуде сұрақ ретінде шешіндер: N күш әсер еткенде дене $0,2 \text{ м/с}^2$ үдеу алады. Дененің массасын анықтаңыз. Ал

«қиын» (күрделі) есептерді шығаруда бірнеше бөлімдердің заңдары мен формулалары, қорытындылары мен эксперименттік дағдылары пайдаланылады.

Шығару әдістеріне қарай сандық, сапалық графикалық, эксперименттік есептер деп бөлінеді.

Математикалық түрлендірулер мен есептеулердің жәрдемімен шешілетін есептер сандық есептер деп аталады. Ал мәні ғана ашылады («массалары бірдей мыс және алюминий кубиктер суға батырылған. Оларға әсер ететін итеруші күш бірдей болады ма?»).



2- сурет

Есепті шығаруға қажетті мәліметтерді графикті талдаудан алатын болсақ, ондай есептерді графикалық есептер деп атаймыз. Мысалы: «Графиктеріне қарап қозғалыс түрлерін анықта».

1.2. Физика есептерін шығарудың педагогикалық шарттары.

Физикалық есептерді шығару тәсілдерінің мынадай түрлері кездеседі:

1. **Арифметикалық** тәсілде есептер математикалық теңдеулер құрылмай, арифметикалық амалдардың жәрдемімен, сұрақтар қою арқылы шығарылады. Бұл тәсіл, мысалы, жылу мөлшерін анықтауда көп қолданылады.

2. **Алгебралық** тәсіл физикалық формулалардың негізінде математикалық теңдеулер құру арқылы есептер шығарғанда қолданылады. Мұндай есептер физиканың әр тарауында көп – ақ. Күрделі, қиын есептердің көбісі осы тәсілмен шығарылады.

3. **Геометриялық** тәсіл физикалық есептерді шығаруда фигуралардың геометриялық және тригонометриялық қасиеттерін қолдану қажет болған жағдайда пайдаланылады. Мұндай тәсіл кинематика, статика, электростатика, фотометрия, геометриялық оптика тарауларына есептер шығаруда көп қолданылады.

1. Графиктік тәсіл арқылы есептер шығарылғанда, олардың жауаптары, түрлі графиктерді талдау негізінде алынады.

2. Эксперименттік тәсіл бойынша есептер эксперимент жүргізудің негізінде шешіледі.

3. Аналитикалық тәсілде есептің мазмұны жеке қарапайым элементтерге жүктеліп, жан – жақты талданып, соның негізінде табуға қажетті шаманы бірден анықтаудың заңдылықтары қарастырылады (жалпыдан жекеге көшу). Бұл «өгізді тікелей мүйізден ұстаумен» бара – бар тіке төте жол. Яғни есептің жауабына қатысты формуланы бірден тауып аламыз да, ол арқылы есепті басқа теріс жолдарға бұлтаңдатпай, оған берілген мәндерді қойып есептейміз. Бізді бірден есептің мақсатына жетелейді. Мұндай тәсілді кластағы оқушылардың білім дәрежесі (логикалық ойлауы мен математикалық ебдейлігі) жоғары болған жағдайда қолдану тиімді, әйтпесе, күрделі физикалық құбылыстарды дұрыс талдап, оған қатысты формулаларды түрлендіріп, керекті ең соңғы теңдеуді шығарып алу балаларға қиынға соғады.

4. Синтетикалық тәсілмен (жекеден жалпыға көшу) шығарғанда, есептің берілгендері бойынша қандай шамаларды алдымен табуға болса, соны ретімен анықтап, ең ақырында ғана есептің шешуіне жетеміз. Бұл тәсілдің әдістемелік қолайлылығы, берілген сан мәндері арқылы алғашында мүмкін болған шамалардың оңай анықтап, есептің жауабына бірте – бірте келеміз, яғни ғылымдағы «кателесу және байқап көру» әдісіне ұқсас. Бірақ, бұл жол бізді әрқашан қажетті ақырғы формулаға алып келе бермей, кейде тіпті оқушыларды басқа теңдеулерге «алып қашып» кетуі де мүмкін. Сондықтан да, аналитикалық тәсілді жоғары, ал синтетикалық амалды төменгі кластарда пайдаланған әдістемелік жағынан тиімді деп есептелінеді.

Политехникалық есеп мысалы ретінде алынған, аналитикалық және синтетикалық тәсілдермен шығарып көрсетейік (бес есепті бір тәсілмен шығарғанша, бір есепті бес тәсілмен шығарған пайдалы екендігі де есіңізде болсын):

Берілгені:

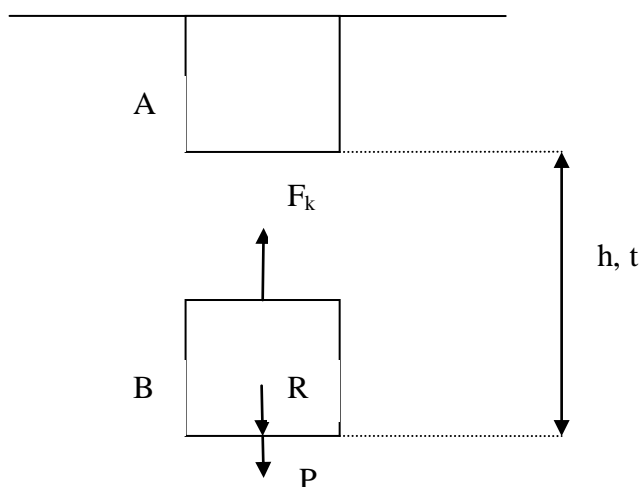
$$m = 280 \text{ кг}$$

$$t = 10 \text{ с}$$

$$h = 35 \text{ м}$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F_k = ?$$



3- сурет

Аналитикалық тәсіл
Шешуі: → → →

Қорытқы күш $R = P - F_k,$
→ → → →
 $P = mg, R = ma;$
→ → → → →
 $F_k = O - R = mg - ma;$
 $h = at^2 / 2 \rightarrow a = 2h / t^2;$
 $F_k = mg - m2h / t^2;$
 $F_k = 2500 \text{ H}$

Логикалық талдау схемасы:

→ → →
 $mg - F_k = ma$

↓
→ → →
 $F_k = mg - ma$
↓
 $a = 2h / t^2$
 $F_k = m(g - 2h / t^2)$

Синтетикалық тәсіл
Шешуі:

$h = at^2 / 2 \rightarrow a = 2h / t^2;$
→ → → →
 $P = mg, R = ma;$
→ → →
 $R = P - F_k$
→ → → → →
 $F_k = P - R = mg - ma;$
 $F_k = 2500 \text{ H}$

Логикалық талдау схемасы:

→ → → →
 $P - R = mg - ma,$
↓ ↓ ↓
 $a = 2h / t^2;$
 $R = m2h / t^2$
→ → →
 $P - R = F_k$
↓ ↓ ↓
 $mg - m2h / t^2 = F_k$
 $F_k = m(g - 2h / t^2)$

8. Көп жағдайда физикалық есептер біріккен түрде **аналитикалық** – **синтетикалық** тәсілмен де шығарылады, ал кейде 4-5 тәсілдер араласып – қосылып, **кешенді** формада да шешіледі.

Физика есептерін шығаруда анықтамалық кестелер, логарифмдік сызғыш, микрокалькулятор, ЭЕМ, перфокарта, тексеру – оқыту машиналары, арнаулы дидактикалық тапсырмалар мен программаланған сын жұмыстары жайлы оқу құралдар кең қолданылуы керек.

Жалпы алғанда, физика есептерін шығарудың әдістемесі мынадай негізгі кезеңдерден (мұғалімнің не оқушының қызметінен) тұрады:

1) есептің текстің оқу және талдау, терминдер мен шамалардың мәндерін түсіндір.

Тексті кітаптан 1 – 2 рет оқу. Талдауды мынадай сұрақтарға жауап алу арқылы жүргізуге болады: Лифт қалай қозғалып барады? Ол қандай

қозғалыста? 10 секундте қанша тереңдікке түскен? Нені табуды сұрайды? Канаттың керілу күші F_k қалай бағытталған?

2) есептің шартын жазу, тиісті сурет – схемаларды салуды есептің шығарылуынан көріңіз;

3) физикалық мағынасын ашу мақсатында есептің мазмұнын (құбылыстарды, процестерді) талдау, есепті шығаруға қажетті ұғымдар мен заңдарды қайталап, еске түсіру;

Есепте бірқалыпты үдемелі қозғалыс қарастырылады ($v_0=0$). Демек,
 $a=2h/t^2$.

Лифтінің салмағы $\vec{P} = \vec{mg}$, Ньютонның екінші заңы бойынша $\vec{P} = \vec{ma}$.

Ал канаттың керілу күші $\vec{F}_k = \vec{P} - \vec{R}$.

4) есепті шығарудың (эксперимент жасаудың) жоспарын жасау, физикалық константа мен кесте мәліметтерін пайдалану, график – суретті талдау (мысалы, синтетикалық тәсіл үшін); физикалық константа $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ (кестеден алынады). Бірқалыпты үдемелі қозғалыс үшін $a = 2h/t^2$ және \vec{P} мен \vec{R} күштерді табу арқылы, соңғы формуланы ($\vec{F}_k = \vec{P} - \vec{R}$) жазуға болады. Суретте көрсетілгендей, лифт 10 с ішінде А нүктесінен В нүктесіне барады.

5) физикалық шамалардың мәндерін бірдей SI системасына келтіру
($g = 9,8 \text{ м/с}^2$);

б) берілген және табуға керекті шамалардың байланыстарын көрсететін заңдылықтарды анықтау, тиісті формулаларды табу;
бірқалыпты үдемелі қозғалыс, Ньютонның екінші заңы:

$$a = 2h/t^2, \quad \vec{P} = \vec{mg}, \quad \vec{R} = \vec{ma}, \quad \vec{F}_k = \vec{P} - \vec{R}.$$

7) тендеулер системасын шешу (эксперименттің приборларын дайындау)

$$F_k = m(g - 2h/t^2);$$

8) табуға керекті шаманы есептеп шығару және талқылау (эксперименттің нәтижелерін талдау, жазу);

9) есепті шығарудың басқа да тәсілдерін қарастыру (мысалы, аналитикалық тәсіл), олардың ең тиімдісін таңдап алу (класс оқушыларының орташа дайындық жағдайында, синтетикалық тәсіл тиімді деп санаймыз).

2. ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

2.1. Физика есептерін алгоритмдік амалмен және компьютердің көмегімен шығару.

Физика есептерін шығарудың қазіргі кездегі жетілдірілген тәсілдерінің бірі – алгоритмдік тәсіл мен компьютерді пайдалану.

Мысал үшін жылу балансы теңдеуіне қатысты есептерді шығарудың мынадай алгоритмі қолданылып келетіні белгілі.

1. Есептің берілгенін оқып, не берілген және нені табу керек екендігін анықтау.

2. Есептің берілген шартын жазу.

1. Жылу алмасу процесіне қатысатын денелерді жылу беретін (ішкі энергиясы азаятын) және жылу алатын (ішкі энергиясы артатын) денелер деп екі топқа бөлу.

2. Жылу алмасу процесінде әр дененің күйі қалай өзгеретінін айқындау.

3. Жылу балансы теңдеуінің жалпы түрін жазу: а) егер шығын жоқ болса ($\eta = 1$), онда $Q_6 = Q_a$ немесе б) П.Ә.К. берілген ($\eta < 1$) болса, онда $Q_6 > Q_a$

4. Есептің берілген сан мәндерін процестерге қатысты теңдеудің формулаларына қойып есептеу: $Q_{\text{әуә}} = mc(t_2^0 - t_1^0)$; $Q_{\text{ааәә}} = m\lambda$;

$Q_{\text{аоә}} = mL$; $Q_{\text{әдіо}} = mg$.

5. Белгісіз шамаға қатысты теңдеуді шешу.

6. Есептің дұрыс шешілгендігін тексеру.

Шығару жолы қиын және күрделі болса, ондай есептердің алгоритмін түзеп, программасын құрып ЭЕМ арқылы шешу тиімді. Ол үшін алдымен, есеп бірнеше бөліктерге бөлініп, олардың қандай тізбектеп шешілетіндігі анықталады. Одан кейін формула түрінде жазылатын оның математикалық нобайы (моделі) жасалады. Есепті шығару кезінде оның математикалық нобайы зерттеліп, программаларды (яғни схемалар машина тіліне аударылады, операцияларды орындау тізбегі қадағаланып, тексерілді). Программалау процесінде блок – схема құрылады және программа ЭЕМ тілінде жазылатын болады. Сонан соң алгоритмдеу процесі (есепті шығару тәсілдерінің тізбегі) арқылы математикалық нобайдың жәрдемімен есептің жауабы табылатын тәсілдер тағайындалады. Алгоритмдеуден кейін программа жасалады, яғни алгоритмді белгілі ереже бойынша есептің шығарылу жолы машина тіліне аударылды. Программа жасау процесі арнаулы бланкаларға жазылған команда (нұсқау, бұйрық) арқылы орындалады. ЭЕМ тапсырма алғаннан кейін есепті автоматты түрде өзі шешеді.

Есеп шығарудың алгоритмін және блок – схемасын түзу жолдарын нақты мына бір есептің негізінде көрсетуге болады.

Есеп: $m = 1600$ кг-ға тең автомобиль қисықтық радиусы 83 м-ге тең дөңес көпірдің үстімен $v = 40$ км/сағ тұрақты жылдамдықпен келе жатыр. Көпірдің ең биік нүктесінде автомобиль көпірге қандай қысыммен әсер етеді?

Бұл есепті шығару алгоритмі мынадай 8 қадамдардан тұрады.

1 – қадам. Есептің аргументтерін (m, v, r), нәтижесін (Q), керекті формулаларын, шығару тәсілдерін анықтаймыз.

2 – қадам. Берілген шамалардың өлшем бірліктерін халықаралық жүйеге көшіреміз: $m = 1600$ кг; $v = 40$ км/сағ = 11 м/с; $r = 83$ м.

3 – қадам. Автомобильге әсер ететін күштерді талдай отырып, олардың векторлық теңдеуін жазамыз, сонда автомобильге горизонталь бағытта кедергі күші мен двигательдің тарту күші әсер етеді де, вертикаль бойымен салмақ күші мен көпірдің реакция күші әсер етеді. Дөңес көпірді шеңбердің бір доғасы ретінде қарастыруға болады, онда автомобиль тұрақты жылдамдықпен шеңбер бойымен қозғалады деп айта аламыз.

$v = const$ болғандықтан, Ньютонның 3 – ші заңы бойынша кедергі күші мен двигательдің тарту күші шама жағынан бір – біріне тең, ал бағыт жағынан қарама – қарсы болады.

Автомобиль дөңес көпірдің үстімен келе жатқандықтан, оның салмақ күші мен көпірдің реакция күші тең болмайды, олай болса осы күштердің тең әсерлі күші центрге қарай бағыттталып, центрге тартқыш үдеу туғызады:

$$\vec{F}_{\delta,\delta} = \vec{m}a_r.$$

Салмақ күшінің бағытын оң бағыт деп есептеп, Ньютонның 3-ші заңын қолданып, келесі теңдеуді жазамыз:

$$\vec{P} + \vec{Q} = \vec{F}_{\delta,\delta} \quad (1)$$

Автомобильдің көпірге түсіретін қысым күшін, көпірдің автомобильге түсіретін реакция күші арқылы тауып аламыз, өйткені, Ньютонның 3 – ші заңы бойынша бұл күштер шама жағынан бір – біріне тең, бағыт жағынан қарама – қарсы: $\vec{Q} = -\vec{N}$.

4 – қадам. Жоғарыдағы векторлық теңдеулерді, координат жүйесін таңдап алып, оның сол осьтегі проекциясын тауып, скалярлық түрде жазамыз:

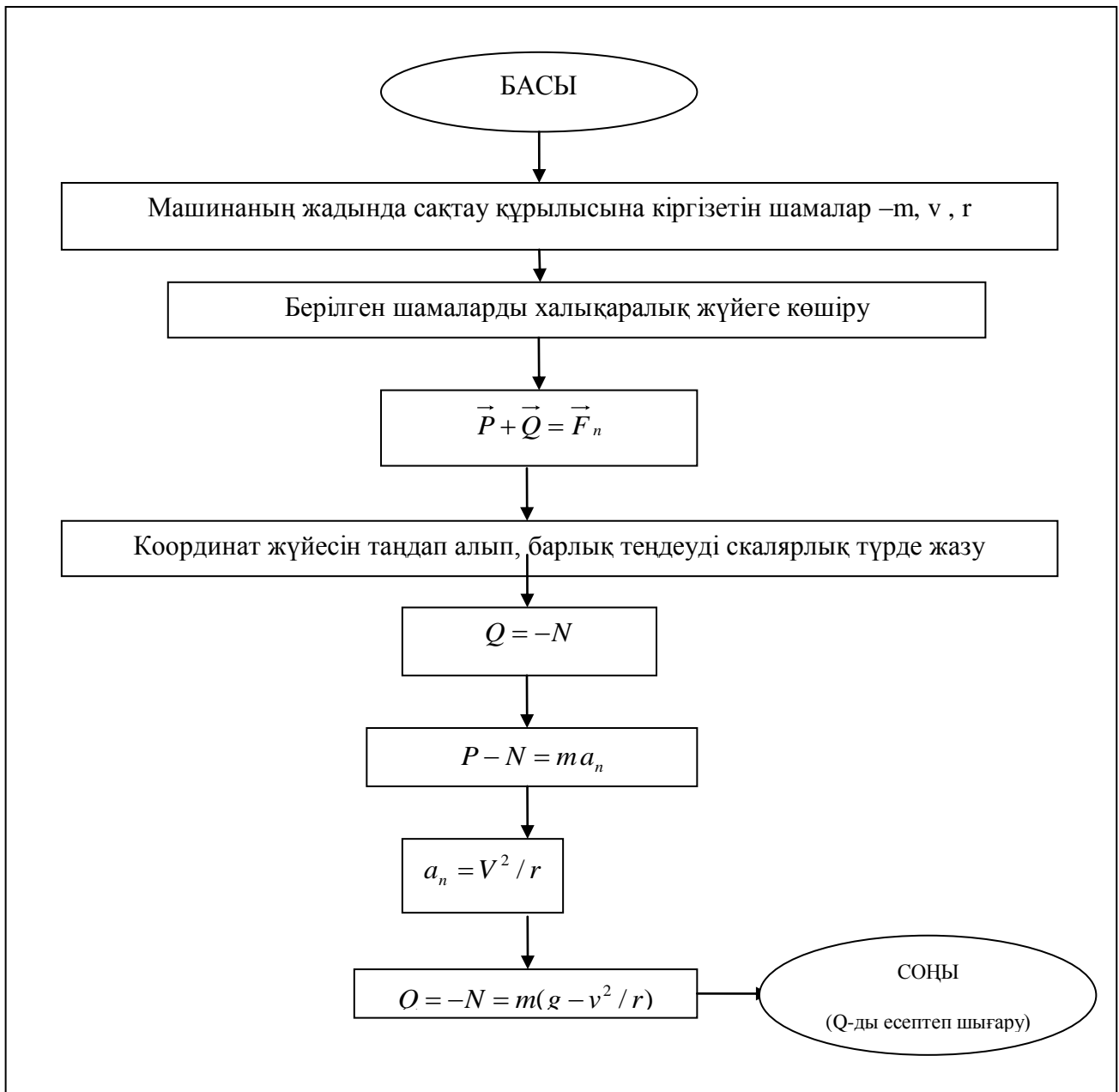
$$P - N = ma_r; a_r = v^2 / r; Q = -N = m(g - v^2 / r).$$

5 – қадам. Бұл есептің блок – схемасы мынадай түрде құрылады:

6 – қадам. Есепті шығару программасы алгоритмдік тілде жазылады.

7 – қадам. Алгоритмдік тілде жазылған программа Паскаль, Бейсик сияқты машинаға лайықты программалау тілдерінің біріне келтіріледі.

8 – қадам. Бұл программаны ЭЕМ – ге енгізіп, есептің жауабын аламыз.



2.2. 10 - сынып физикасының кинематика тарауынан есеп шығарудың жолдары, талдаулары және әдістемесі

Қозғалысты тудыратын себептерін қарастырмай, тек қозғалыстарды санақ системасы мен уақытқа байланысты зерттейтін физиканың бөлімі кинематика деп аталады. Кинематиканың негізгі есептері кез келген уақыт мезетіндегі кеңістіктегі дененің орнын табу болып табылады. Бұл есептерді шешу ерекше «тізбек» бойынша орындалады; нүктенің координатасын табу үшін оның кеңістіктегі орын ауыстыру заңын, ал орын ауыстыруды есептеу үшін қозғалыс жылдамдығын білуіміз керек. Кинематикада берілген дененің берілген уақыттағы кеңістіктегі қозғалысын анықтау үшін тік бұрышты ХОУ координаталар системасын аламыз, сонда дененің кеңістіктегі орны оның x , y координатысымен анықталады.

Дененің қозғалыс заңы, яғни оның қозғалыс теңдеуі деп сол дененің үдеуі, оның кеңістіктегі орнын анықтайтын координаталары мен жылдамдығының арасындағы тәуелділікпен көрсетілген теңдеуді айтады. Қозғалыстың бізге бірнеше түрі белгілі: бір қалыпты қозғалыс, бір қалыпты айнымалы қозғалыс.

Дененің жылдамдығы кез келген уақыт бірлігінде үнемі тұрақты болса, яғни дене уақыт бірлігінде бірдей шамаға орын ауыстырып отырса, онда ондай қозғалыс бір қалыпты қозғалыс деп аталады.

Дененің орын ауыстыруы деп дененің бастапқы орнын оның келесі орнымен қосатын түзудің бағытталған кесіндісін айтады.

Қозғалыстың сипаты оның тек жылдамдығының шамасымен ғана анықталмайды, сонымен қатар, жылдамдықтың бағытын да білу керек, сондықтан физикада барлық шамалар векторлық және скалярлық шама болып екіге бөлінеді. Кеңістікте тек сан мәні ғана емес, бағыты да көрсетіліп берілетін физикалық шамалар-күш, жылдамдық, орын ауыстыру, үдеу, салмақ, қозғалыс мөлшері т.б. векторлық шамалар деп аталады да, ал бағыты жоқ, тек сан мәнімен ғана анықталатын физикалық шамалар – жұмыс, энергия, масса, қуат, уақыт, температура, т.б. скалярлық шамалар деп аталады.

Векторларды геометрия жолымен қосу, азайту және көбейту мектеп программасынан белгілі.

Дененің жылдамдығы кез келген тең уақыт бірлігінде белгілі бір тұрақты шамаға өзгеріп отыратын қозғалысты түзу сызықты бір қалыпты айнымалы қозғалыс деп атайды. Бір қалыпты айнымалы және бір қалыпты қозғалыстарды сипаттайтын негізгі шамалар – жылдамдық пен үдеу.

Дененің жылдамдығы деп орын ауыстырудың сол орын ауыстыру болып өткен уақыт аралығына қатысына тең шаманы айтады:

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

Дененің үдеуі деп дененің жылдамдығының өзгеруінің сол өзгеріс болған уақыт аралығына қатысына тең шаманы айтады:

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}.$$

Уақыт бірлігіндегі дененің орын ауыстыруы әр түрлі болып келетін қозғалысты, яғни айнымалы қозғалыстарды қарастырғанда лездік жылдамдық түсінігі енгізіледі. Лездік жылдамдық дегеніміз дененің берілген уақыт мезетіндегі берілген нүктедегі жылдамдығы.

Айнымалы қозғалыста дененің орташа жылдамдығын тек қана оның екі нүкте аралығын жүріп өтуге кеткен уақыты белгілі болса ғана табуға болады:

$$\vec{v}_{\text{ор}} = \frac{\vec{s}}{t}.$$

мұндағы \vec{s} -дененің орын ауыстыру векторы, t –сол орын ауыстыруға кеткен уақыт.

Бір қалыпты үдемелі қозғалыс кезіндегі орташа жылдамдық бастапқы және соңғы жылдамдықтардың қосындысының жартысына тең:

$$\vec{v}_{\text{ор}} = \frac{\vec{v}_1 + \vec{v}_2}{2}.$$

Бір қалыпты айнымалы қозғалыс бір қалыпты үдемелі, бір қалыпты кемімелі қозғалыс болып бөлінеді. Бір қалыпты үдемелі қозғалыстың жылдамдығы уақыт бірлігінде тұрақты шамаға артып отырады, ал бір қалыпты кемімелі қозғалыстың жылдамдығы уақыт бірлігінде тұрақты шамаға кеміп отырады. Бір қалыпты айнымалы қозғалыстарды дененің орын ауыстыру векторын анықтау үшін оның тікелей шамасы мен бағыты көрсетіледі немесе оның координаталар осіне түсірілген проекциялары берілуі керек. Егер есеп жазықтықта болып тік бұрышты координаталар системасын пайдаланған болсақ, онда орын ауыстыру векторы өздерінің координаталар осіне түсірілген s_x және s_y проекциялары арқылы анықталады. Кез келген уақыт мезетіндегі x және y координаталарын есептеу үшін мынадай формулалар пайдаланамыз (орта мектеп оқу құралдарын қара):

$$x = x_0 + v_x \cdot t;$$

$$x - x_0 = s_x;$$

$$x_{\vec{v}} = v_x \cdot t;$$

$$y = y_0 + v_y \cdot t;$$

$$y - y_0 = s_y;$$

$$s_y = v_y \cdot t;$$

$$s = \sqrt{s_x^2 + s_y^2}.$$

Бір қалыпты айнымалы қозғалыста дененің координаталары төмендегі формулалармен анықталады: $x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2};$ $x - x_0 = v_0 t + \frac{at^2}{2};$

$s_x = v_0 t + \frac{at^2}{2};$ $s_x = x - x_0$ орын ауыстыру векторының x осіне проекциясы, дәл сол сияқты біз орын ауыстыру векторының y осіне де проекциясын жаза аламыз, сонда дененің орын ауыстыру векторы төмендегі формуламен өрнектеледі:

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

Дененің кез келген уақыт мезетіндегі жылдамдығы төмендегі формуламен анықталады:

$$\vec{v} = \vec{v}_0 \pm \vec{a}t; \quad (3)$$

$$v_0 = 0 \text{ болғанда, } \vec{v} = \pm\sqrt{2\vec{a}s} \quad (4)$$

Ауасыз кеңістікте ауырлық күшінің әсерінен болатын қозғалыс еркін түсу деп аталады, зерттеулер еркін түсудің бір қалыпты үдемелі қозғалыс екендігін және массаға байланыссыз барлық денелер бірдей үдеумен түсетіндігін дәлелдеді. Еркін түсу үдеуін g деп белгілесек, еркін түсудің қозғалыс заңы төмендегі теңдеулермен анықталады:

$$\vec{s} = \vec{v}_0 t \pm \frac{\vec{g}t^2}{2}; \quad (2')$$

$$\vec{v} = \vec{v}_0 \pm \vec{g} \cdot t; \quad (3')$$

$$v_0 = 0 \text{ болғанда, } \vec{v} = \pm\sqrt{2\vec{g}h} \quad (4')$$

Қозғалыс заңдарына есептер шығарғанда берілген дененің уақытқа байланысты кеңістіктегі орнын табу керек, жоғарыдағы берілген теңдеулердің бәрінде де физикалық шамалар векторлық түрде жазылған, сондықтан олардың координаталар осіне проекциясын дұрыс тауып жаза білу керек. Ол үшін координаталар системасын есептің шығару жолы жеңіл болатындай етіп таңдап алу қолайлы. Мысалы, горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын қарастырғанда x осі – горизонталь, y осі – вертикаль бағытталғаны жөн, ал дененің жазық беттегі қозғалысын қарастырғанда тек қана x осін алып, басқа осьтерді ескермесе де болады, себебі дене берілген жазықтыққа параллель қозғалады. Дене көлбеу жазықтықтың бетімен қозғалғанда x осін горизонталь жазықтыққа параллель, y осін горизонталь жазықтыққа перпендикуляр алған дұрыс. Дене шеңбер бойымен қозғалғанда қозғалғанда оның толық үдеуін екі құраушы үдеуге жіктеуге болады. Бірінші құраушысы – жылдамдықтың бағыты жағынан өзгеруін сипаттайтын нормаль үдеу, екіншісі – жылдамдықтың шама жағынан өзгеруін сипаттайтын тангенциал үдеу. Нормаль үдеу центрге бағытталады және центрге тартқыш үдеу деп аталады. Тангенциал үдеудің бағыты сызықтық жылдамдықпен бағыттас болады, яғни траекторияның берілген нүктесіне жанама бойымен бағытталады. Егер дене шеңбер бойымен бір қалыпты қозғалса, яғни $(\omega - const)$ болса, тангенциал үдеу нольге тең болады да, толық үдеу центрге тартқыш үдеуге тең болып қалады. Шеңбер бойымен қозғалған дененің қозғалысы төмендегі шамалармен: ω – бұрыштық жылдамдық, φ – бұрыштық ығысу, T – айналу периоды, ε – бұрыштық үдеу және ν – айналу жиілігімен сипатталады, және бұл жағдайда да қозғалыстар бір қалыпты қозғалыс, бір қалыпты айнымалы (бір қалыпты үдемелі, бір қалыпты кемімелі қозғалыс) қозғалыс болып екіге бөлінеді. Осы қозғалыстардың әрқайсысына жеке – жеке тоқталып өтелік: 1. Дене шеңбер бойымен бір қалыпты қозғалғанда, оның

бұрыштық жылдамдығы тұрақты болып, ал қозғалыс теңдеуі төмендегідей болады:

$$\varphi = \omega_0 t. \quad (5)$$

2. Дене шеңбер бойымен бір қалыпты айнымалы қозғалғанда оның бұрыштық жылдамдығы тұрақты шамаға артып немесе кеміп отырады және оның қозғалыс теңдеуі төмендегідей болады:

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad (6)$$

$$\varphi = \omega_0 \pm \varepsilon t. \quad (7)$$

Шеңбер бойымен қозғалған дененің толық үдеуі тангенциал үдеу мен нормаль үдеудің векторлық қосындысына тең болады, ал қорытқы үдеудің модулы, яғни сан мәні төмендегі шамаға тең болады:

$$a = \sqrt{a_r^2 + a_n^2},$$

a_n – дененің берілген нүктедегі нормаль үдеуі немесе центрге тартқыш үдеу.

a_r – жанама бойымен бағытталған жанамалық үдеу немесе тангенциал үдеу.

1 – есеп

Бір көшенің бойында орналасқан екі станциядан, яғни автовокзал мен автостанциядан бірдей уақытта екі автобус бір бағытта қозғалды. Автовокзалдан шыққан автобустың жылдамдығы 80 км/сағ, ал автостанциядан шыққан автобустың жылдамдығы 16,2 м/с. Екі станцияның арасы 3 км және көшені түзу сызық бойымен орналасқан деп алып автовокзалдан шыққан автобусты қанша уақытта қуып жететінін табындар. Әр автобус қалай орын ауыстырады? Есептің аналитикалық және графикалық шеуін көрсетіңдер.

Берілгені:

$$x_{02} = 3 \text{ км} = 3000 \text{ м}; v_1 = 80 \text{ км/сағ} = 22.2 \text{ м/с}; v_2 = 16.2 \text{ м/с}.$$

$$\vec{s}_1 = ? \quad \vec{s}_2 = ? \quad t = ?$$

Аналитикалық талдау тәсілі:

Кеңістіктегі дененің орнын табу үшін, координата әдісін қолданамыз. Қозғалыс жазық бетке параллель болғандықтан бізге тек координаталар системасының x осі ғана жеткілікті. Бұл жағдайда орын ауыстыру векторы x – координата осіне параллель, сондықтан вектордың проекциясы мен вектордың өзінің абсолют мәні тең болады, демек, бұл жағдайда вектор проекциясын жазғанда оларды индекс арқылы белгілеудің қажеті жоқ, олай болса қозғалыс теңдеуі автовокзалдан шыққан автобус үшін төмендегідей болады:

$$x_1 = x_{01} + v_1 \cdot t_1; \quad x_{01} = 0;$$

$$x_1 = v_1 \cdot t_1 \quad (1)$$

Автостанциядан шыққан автобустың қозғалыс теңдеуі төмендегідей болады:

$$x_2 = x_{02} + v_2 t_2. \quad (2)$$

(1) және (2) формуладағы x_1 – бірінші, x_2 – екінші автобустың орнының координаталары. Екі автобус бірдей уақытта қозғалғандықтан $t_1 = t_2 = t$. Автовокзалдан шыққан автобус автостанциядан шыққан автобусты қуып жеткенде екі автобустың (координаталар басынан, яғни 0 нүктесінен есептегендегі) координаталары бірдей болады, (координаталар басын автовокзалдың тұрған жеріне орналастырып, x осінің бағытын автобустың қозғалыс бағытымен бағыттас етіп алсақ), яғни $x_1 = x_2$. Сонда (1), (2), теңдеулерді қосып шешсек:

$$v_1 t_1 = x_{02} + v_2 t_2; \quad t_1 = t_2 = t.$$

Осыдан t -ні, яғни екі автобустың кездескен уақытын табамыз:

$$t = \frac{x_{02}}{v_1 - v_2} = \frac{3000 \text{ м}}{6,0 \text{ м/с} - 16,2 \text{ м/с}} = 500 \text{ с}.$$

Автовокзалдан шыққан автобустың орын ауыстыруы төмендегі өрнекпен анықталады:

$$s_1 = x_1 - x_{01} = v_1 t;$$

$$s_1 = 22,2 \text{ м/с} \cdot 500 \text{ с} = 11100 \text{ м} \approx 11,1 \text{ км}.$$

Автостанциядан шыққан автобустың орын ауыстыруы t -мендегідей болады?

$$s_2 = x_2 - x_{02} = v_2 t = 16,2 \text{ м/с} \cdot 500 \text{ с} = 8100 \text{ м} \approx 8,1 \text{ км}.$$

График арқылы шығару тәсілі.

Қозғалысты графиктің көмегімен сипаттауға болады. Горизонталь оське уақытты, ал вертикаль оське әрбір уақытқа сәйкес келетін дене координаталарының мәндерін (x_1 және x_2) салатын болсақ, дене координаталарының уақытқа байланысты өзгерісін табамыз, яғни қозғалыс графигін аламыз. Екі автобустың координатасының теңдеуі:

$$x_1 = v_1 t;$$

$$x_2 = x_{02} + v_2 t.$$

Қозғалыс графигін салу үшін, мысалы, автовокзалдан шыққан автобус үшін қозғалыс теңдеуін жазып, уақыттың бірнеше мәндеріндегі дененің координатасын тауып таблица толтырамыз. Таблицадағы координаталар мәнін хот координата системасына салып, қозғалыс графигін сызамыз.

2 – есеп

Бір –бірінен x_{02} м ара қашықтықта тұрған екі «Москвич» бір уақытта біреуі төбеден, төмен қарай, екіншісі төбенің етегінен жоғары қарай қозғалады. Жоғарыдан төмен қарай қозғалған «Москвичтің» бастапқы жылдамдығы v_{01} м/с болып, a м/с² үдеумен бір қалыпты үдемелі қозғалыспен жүрді, ал төменнен жоғарыға қарай қозғалған «Москвичтің» бастапқы жылдамдығы v_{01} м/с болады және ол a м/с² үдеумен бір қалыпты кемімелі қозғалды. Екі «Москвич» қанша уақыттан кейін ұшырасты және олардың кездескен нүктесінде әрқайсысы қандай шамаға орын ауыстырады?

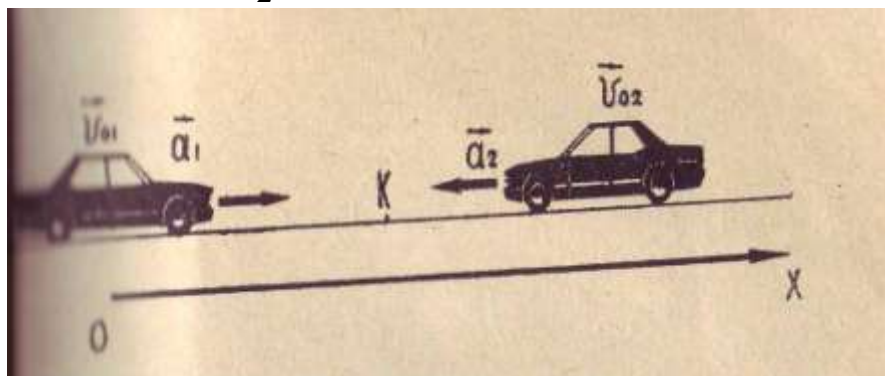
Берілгені:

$$\frac{x_{02}; v_{01}; a; v_{02}}{t - ? s_1 - ? s_2 - ?}$$

Талдауы. Координаталар осінің бас нүктесі ретінде төбенің басында тұрған «Москвичтің» тұрған орнын алып, ал x осінің оң бағыты ретінде оның қозғалыс бағытын аламыз.

Төбенің басында тұрған «Москвичтің» координатасының теңдеуі:

$$x_1 = v_{01}t + \frac{at^2}{2} \quad (1)$$



4- сурет

Төбенің етегінде тұрған «Москвичтің» координатасының теңдеуі:

$$x_2 = x_{02} - v_{02}t - \frac{at^2}{2}, \quad (2)$$

x_{02} – екі «Москвич» қозғалмай тұрғанда, екінші «Москвичтің» бірінші «Москвичке» қарағандағы ара қашықтығы. Төбенің етегіндегі тұрған «Москвичтің» қозғалысы таңдап алған координаталар системасының бағытына қарама – қарсы болғандықтан, қозғалыс бір қалыпты кемімелі болғанмен да теңдеу плюс арқылы жазылады. Сонда:

$$x_2 = x_{02} + v_{02}t + \frac{at^2}{2}. \quad (2^1)$$

Олар кездескен мезетте координаталар системасының бас нүктесінен, яғни 0 нүктесінен, екеуі бірдей қашықтықта болады: $x_1 = x_2$; (3). (3) теңдеуге (1) және (2) теңдеулердің мәндерін қойсақ:

$$v_{01}t + \frac{at^2}{2} = x_{02} + v_{02}t + \frac{at^2}{2}.$$

Сонда:

$$t = \frac{x_{02}}{v_{01} - v_{02}};$$

Төбенің басында тұрған «Москвичтің» кездескенге дейінгі орын ауыстыруы:

$$\vec{s}_1 = x_1 - x_{01} = \vec{v}_{01}t + \frac{\vec{a}t^2}{2}.$$

Төбенің етегінде тұрған «Москвичтің» кездескенге дейінгі орын ауыстыруы:

$$\bar{S}_2 = |x_2 - x_{02}| = v_{02}t - \frac{at^2}{2}.$$

Шешуі:

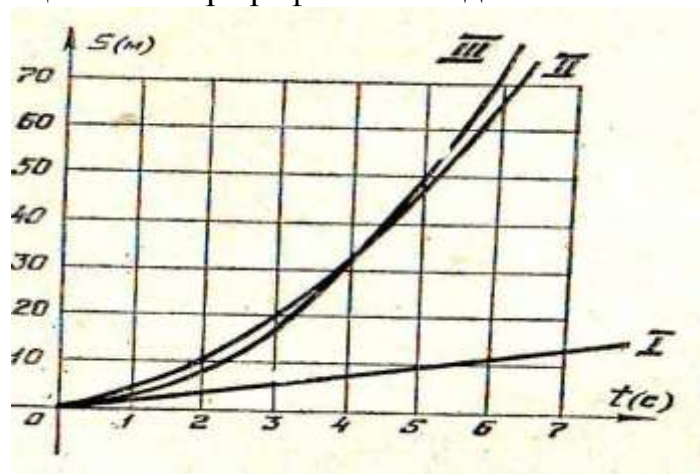
$$t = \frac{x_{02}}{v_{02} + v_{01}};$$

$$\bar{S}_1 = x_1 - x_{01} = \bar{v}_{01}t + \frac{\bar{a}t^2}{2};$$

$$\bar{S}_2 = |x_2 - x_{02}| = \bar{v}_{02}t - \frac{\bar{a}t^2}{2}.$$

3 – есеп.

5 – суретте қандай қозғалыстар графигі кескінделген?



5- сурет

Қозғалысы I графикпен кескінделген дененің бір секундтағы орташа жылдамдығын анықтаңдар.

Қозғалысы II – III графиктермен кескінделген денелердің 5- ші және 3- ші секундтағы орташа жылдамдығын анықтаңдар.

Талдауы. Егер дене бір бағытта қозғалса, оның орын ауыстыруын графигінен анықтауға болады.

Дене бір қалыпты қозғалғанда оның орын ауыстыруы уақытқа пропорционал өзгереді ($s = vt$), сондықтан координаталар системасының оның графигі түзу сызықты болады, ал дене бір қалыпты үдемелі қозғалғанда оның орын ауыстыруы уақыттың квадратына пропорционал болады $\left(s = v_0t + \frac{at^2}{2}\right)$, сондықтан координаталар системасында олардың графигі

парабола болып келеді. Дененің орташа жылдамдығын табу үшін дененің белгілі бір уақыт аралығында қандай шамаға орын ауыстыратынын білуіміз керек, ол үшін қарастырылып отырған уақыт осіндегі кез келген нүктеден функция графигіне перпендикуляр түсіреміз, содан кейін сол қиылысқан нүктеден жол осіне тағы перпендикуляр тұрғызамыз.

Мысалы: 1-дененің кез келген $\Delta t = t_2 - t_1$ уақыт аралығындағы оның қандай шамаға орын ауыстыратынын анықтайыз. Егер біз $t_2 = 4c$; $t_1 = 3c$ деп алсақ, онда

осы $\Delta t = 1c$ уақыт аралығындағы 1 – дене (графигін кара) $\Delta s = s_2 - s_1 = 8i - 6i = 2i - \tilde{a}\tilde{a}$ тең орын ауыстырады, оның орташа жылдамдығы:
$$v_{\text{ор}} = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{2i}{1\tilde{n}} = 2i / \tilde{n} - \text{дененің уақыт бірлігіндегі орташа жылдамдығын қалай өзгертетінін тереңірек зерттеу үшін тағы бір } \Delta t \text{ уақыт аралығын алып осы уақыт аралығындағы оның орташа жылдамдығын табайық.}$$

Мысалы: $t_2 = 5\tilde{n}$; $t_1 = 4c$ деп алсақ, 1 дене $\Delta t = t_2 - t_1 = 1c$ уақыт аралығында $\Delta s = s_2 - s_1 = 10i - 8i = 2i$ шамаға орын ауыстырып отыр, осы уақыт аралығындағы 1 – дененің орташа жылдамдығы $v_{\text{ор}} = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 2i / c$ болған, яғни бірінші дененің орташа жылдамдығы кез келген тең уақыт аралығында тұрақты шамаға тең болып отыр.

Олай болса оның қозғалысы бір қалыпты қозғалысқа жатады. Бір қалыпты қозғалыста орын ауыстыру мен уақыт арасындағы байланыс түзу сызықты болып келеді және айта кететін бір жай координатасы бірдей болады, яғни $x = s$. II-III денелердің қозғалысын кескіндейтін олардың графигінде қозғалыс заңы парабола қисығын берген, осыдан бұл денелердің қозғалысы бір қалыпты үдемелі екендігі көрінеді.

Бұл қозғалыстың орташа жылдамдығын анықтайық: II –дененің алғашқы $t_1 = 1c$ мен $t_2 = 2c$ уақыт аралығындағы $\Delta s = 10i - 3,5i = 6,5i$ шамасына орын ауыстыратынын көру қиын емес, яғни берілген Δs аралығын II – дене $v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = 6,5i / \tilde{n}$ орташа жылдамдықпен қозғалған, келесі бір секундтық уақыттар аралығында, яғни $t_1 = 2\tilde{n}$, $t_3 = 3c$ аралығында $\Delta s = 19,5i - 10i = 9,5i$ тең екенін және $t_1 = 3\tilde{n}$; $t_2 = 4c$ аралығында $\Delta s = 32i - 19,5i = 12,5i$ болғанын оның графигінен оңай байқаймыз.

Жоғарыда талданған мысалдан дененің орташа жылдамдығының әрбір уақыт бірлігінде тұрақты шамаға $\frac{v_2 - v_1}{t} = 3i / \tilde{n}$ өсіп отырғанын көреміз, олай болса қарастырылған мысалдағы дененің қозғалысы бір қалыпты үдемелі қозғалысқа жатады, және оның үдеуі 3 м/с^2 екен. III дененің де қозғалысын талдап, оның бір қалыпты үдемелі екенін көреміз және оның жылдамдығы әрбір уақыт бірлігінде 4 м/с тұрақты шамаға артып отырған.

Шешуі.

1. I дененің қозғалысы бір қалыпты қозғалысқа жатады.
2. I дене бірінші секундта $v = 2i / \tilde{n}$ жылдамдықпен қозғалған және ол жылдамдық қозғалыстың барлық уақытында тұрақты болып қалған.
3. II және III денелердің қозғалысы бір қалыпты үдемелі қозғалысқа жатады.
4. II дененің бастапқы жылдамдығы $4i / \tilde{n}$ – қа тең, ал 3-ші секундтағы орташа жылдамдығы $v_{\text{ор}} = \frac{v_3 + v_2}{2} = 8i / \tilde{n}$ болып, 5-ші секундта оның орташа жылдамдығы 14 м/с болған.
5. III дененің бастапқы жылдамдығы нольге тең, ал оның 3-ші секундтағы орташа жылдамдығы $v_{\text{ор}} = 8i / \tilde{n}$ болып, ал 5-ші секундта орташа

жылдамдығы $v_{\text{ид}} = 18 \text{ м/с}$ болған.

4 – есеп.

Адам қайықпен А нүктесінен шығып өзенді жүзіп өтті. Егер ол өзен жағасына перпендикуляр бағытта қозғалып отырса, онда ол 12 минуттан кейін өзеннің қарама – қарсысындағы В нүктесінен 160 м төмен С нүктесінде болар еді. Ал егер ол А нүктесінен АВ түзуіне α бұрыш жасай (АВ түзуі өзен жағасына перпендикуляр) өзен ағысына қарсы қозғалса, онда 16,5 минуттан кейін В нүктесінде болады.

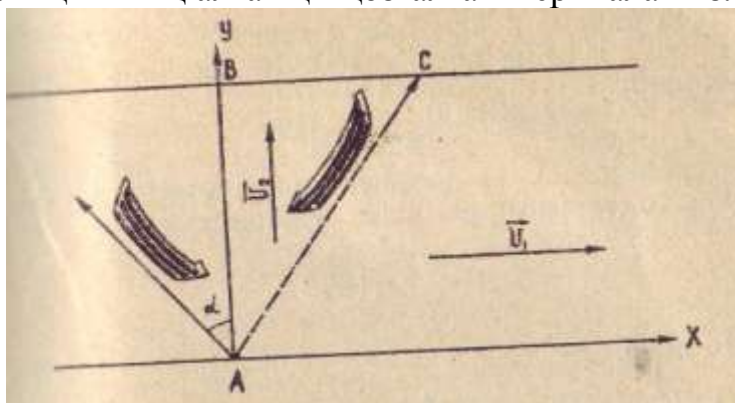
Өзеннің v_1 енін, өзенге қарғандағы, v_2 қайықтың жылдамдығын, өзеннің ағысының v_3 жылдамдығын және α бұрышын табындар.

Берілгені:

$$\frac{t_1 = 12 \text{ мін} = 720 \text{ с}; t_2 = 16,5 \text{ мін} = 990 \text{ с}; s = 160 \text{ м}}{l - ? \quad v_1 - ? \quad v_2 - ? \quad \alpha - ?}$$

Талдауы. Қайықшының қозғалысын екі құраушы қозғалысқа жіктеп қарастыруға болады: біріншісі оның тұрақты жылдамдықпен, өзен ағысы бағытымен қозғалысы (жағаға параллель), екіншісі ескектің көмегімен өзенге перпендикуляр қозғалысы, ал оның қорытқы қозғалысын осы екі қозғалыстың векторлық қосындысына тең деп қарауға болады. Бірінші жағдайда қайықшының қорытқы қозғалысы АС бойымен бағытталған болса, екінші жағдайда АВ бойымен бағытталған.

Берілген есепке арнап қозғалыс теңдеуін жазу үшін координаталар осін төмендегіше бағыттаймыз: x – осін өзеннің ағысы бойымен, y -осін өзен ағысына перпендикуляр етіп аламыз да, координаталар бас нүктесі ретінде А нүктесін, яғни қайықшының алғашқы қозғалған жерін аламыз.



6- сурет

Қайықшының бірінші жағдайдағы қозғалыс теңдеуін координаталар осін оның жылдамдығының проекциялары арқылы жазайық; x осін жылдамдықтардың проекциясы:

$$\begin{aligned} x &= x_{01} + v_1 t; \\ x_{01} &= 0; \quad t = t_1; \quad x = s; \quad s = v_1 t_1. \end{aligned} \quad (1)$$

y осіне жылдамдықтарды проекциясы:

$$\begin{aligned}
y &= y_0 + v_2 t; \\
y_0 &= 0; \quad t = t_1; \quad y = l; \\
l &= v_2 t_1.
\end{aligned}
\tag{2}$$

Қайықшының екінші жағдайдағы, яғни оның өзенді перпендикуляр қиып өткендегі қозғалысының теңдеуін, оның жылдамдығының проекциялары арқылы жазғанда төмендегі теңдеуді аламыз:

$$\begin{aligned}
y &= y_2 \cdot \cos \alpha \cdot t; \\
t &= t_2; \quad y = l; \\
l &= v_2 \cdot \cos \alpha \cdot t_2.
\end{aligned}
\tag{3}$$

Екінші жағдайда жылдамдықтардың қосындысының x осіне проекциясы нольге тең деп қарау керек, себебі қайықшы өзенді перпендикуляр қиып өткенде x осі бойынша қайық қозғалмайды деп қарауға болады, олай болса, X осіне арнайы теңдеу құрудың керекті жоқ. Қайық АВ түзуі бойымен жазу үшін, яғни өзенді перпендикуляр қиып өту үшін өзеннің ағысының жылдамдығы мен қайықтың ағысқа қарсы жүрген жылдамдығы шама жағынан тең, бағыт жағынан қарама – қарсы болуы керек, немесе осы жылдамдықтардың x осіне проекциясы қосындысы нольге болуы шарт:

$$v_1 = v_2 \cdot \sin \alpha,$$

v_1 – өзен ағысы, $v_2 \sin \alpha$ қайықшының ағысқа қарсы жүрген жылдамдықтарының x осіне проекциясы. (1) теңдеуден:

$$v_1 = \frac{s}{t_1}.$$

Шешуі.

(1), (2), (3) және (4)- теңдеулерді шешіп, төмендегі шамаларды табамыз.

$$v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{160 \text{ м}}{720 \text{ с}} = 0,22 \text{ м/с}.$$

(2) мен (3) теңдеулерден

$$\cos \alpha = \frac{t_1}{t_2} = \frac{720 \text{ с}}{990 \text{ с}} = 0,72;$$

$$\alpha = 43^\circ 40';$$

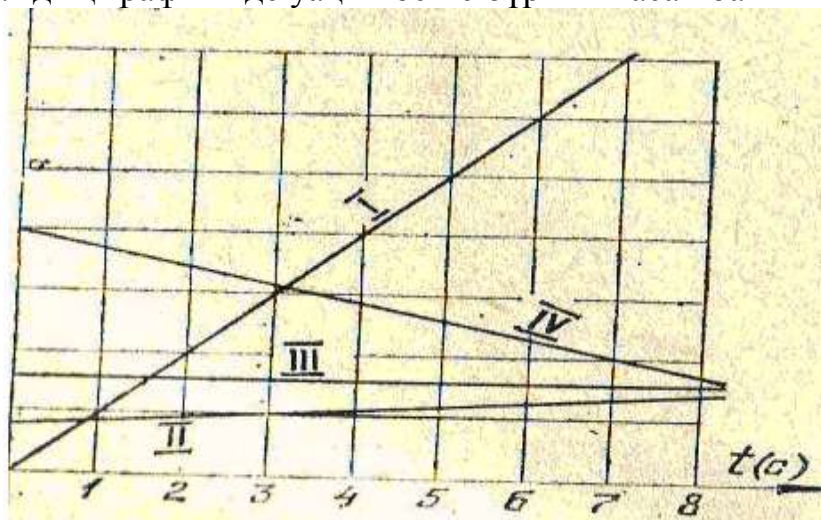
$$v_2 = \frac{v_1}{\sin \alpha} = \frac{0,22 \text{ м/с}}{0,6905} = 0,31 \text{ м/с};$$

$$l = \frac{v_1 t_1}{\sin \alpha} = \frac{0,22 \text{ м/с} \cdot 720 \text{ с}}{0,6905} = 229,4 \text{ м}.$$

5 – есеп

7 – суреттегі I – II – III – IV қозғалыс сызықтарының әрқайсысының қандай қозғалысты анықтайтынын табыңдар. Графиктен I – IV денелердің үдеуінің мәндерін тауып және жылдамдықтарының теңдеуін жазып беріңдер.

Талдауы. Бір қалыпты қозғалыста жылдамдық оның графигі жылдамдық графигінде уақыт осіне параллель болады. Бір қалыпты үдемелі қозғалыстың графигі жылдамдық графигінде уақыт осіне бұрыш жасай бағытталады.



7- сурет

Берілген денелердің үдеуін анықтайық. Үдеу дегеніміз жылдамдықтың уақыт бірлігіндегі өзгеру шамасы, ал бір қалыпты үдемелі қозғалыста үдеу тұрақты болады, яғни жылдамдық уақыт бірлігінде тұрақты шамаға өсіп отырады. I дененің үдеуін табу үшін кез келген уақыт аралығын алып, дененің уақыт бірлігіндегі жылдамдығының өзгеру шамасын табамыз. I дененің $t_1 = 1c$ пен $t_2 = 2c$ аралығындағы қозғалысын қарастырсақ, оның жылдамдығы осы аралықта (графигін қара) $v_1 = 2,5 м/с$ –тан $v_2 = 5 м/с$ –қа дейін өскен,

$$\text{олай болса оның үдеуі } \alpha = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2,5 м/с}{1c} = 2,5 м/с^2$$

болған. Енді жоғарыдағы I – дене үшін басқа бір уақыт аралығын, яғни $t = 6 c$ және $t = 7 c$ алып, осы аралық үшін оның қозғалыс заңдылығын қарастырсақ оның жылдамдығының $v_1 = 15,0 м/с$ -тан $v_2 = 17,5 м/с$ –қа дейін өскенін оның графигінен көреміз (графикті қара), ал үдеуі

$$\alpha = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2,5 м/с}{1c} = 2,5 м/с^2 \text{ екен. Жоғарыдағы мысалды талдай}$$

отырып мындай қорытындыға келуге болады: I дененің жылдамдығы әрбір уақыт бірлігінде тұрақты шамаға артып отырған, яғни оның үдеуі $2,5 м/с^2$ –қа тең. Айтылған әдіспен қалған үш дененің де үдеуін анықтауға болады.

Шешуі.

1. Бірінші дененің қозғалысы бастапқы жылдамдығы нольге тең $v_0 = 0$ бір қалыпты үдемелі қозғалысқа жатады, себебі оның графигінде жылдамдық уақытқа пропорционал артады. II дененің қозғалысы бір қалыпты үдемелі қозғалыс және оның бастапқы жылдамдығы $2 м/с$ болған. III дененің қозғалысы бір қалыпты қозғалыс, (жылдамдығы $4 м/с$) себебі оның графигінде жылдамдық қозғалыс уақытына байланысты өзгермей тұрақты шама болып қалған, IV –

дененің қозғалысы бір қалыпты кемімелі қозғалыс, себебі оның графигінде жылдамдық уақыт бірлігінде бірдей шамаға кеміп отырып, бастапқы 10 м/с жылдамдықтан 4,4 м/с жылдамдыққа жетіп тоқтаған.

2. I дененің үдеуі $2,5 \text{ м/с}^2$, екінші дененің үдеуі $0,2 \text{ м/с}^2$, III дененің үдеуі жоқ, нольге тең. IV дененің үдеуі $-0,7 \text{ м/с}^2$ –қа тең екендігін олардың графигінен анықтау қиын емес.

3. I дененің жылдамдығының теңдеуі: $v = 2,5t; (v_0 = 0; \alpha = 2.5 \text{ м/с}^2)$

II дененің жылдамдығының теңдеуі: $v_2 = 2 + 0,2t; (v_0 = 2 \text{ м/с}; \alpha = 0,2 \text{ м/с}^2)$

III дененің жылдамдығының теңдеуі: $v_3 = 4.0 \text{ м/с}; (v_0 = 4,0 \text{ м/с}; \alpha = 0)$

IV дененің жылдамдығының теңдеуі:

$v_4 = 10 - 0,7t; (v_0 = 10 \text{ м/с}; \alpha = -0,7 \text{ м/с}^2)$

6 – есеп.

Екі самолет бір аэропорттан бір уақытта өзара перпендикуляр бағытта ұшырылады. Біріншісінің жылдамдығы 650 км/сағ, ал екіншісінің жылдамдығы 400 км/сағ болды. Екі сағаттан кейінгі самолеттің орын ауыстыру векторының модулы мен жолын табыңдар.

Берілгені:

$$v_1 = 650 \text{ км/сағ};$$

$$v_2 = 400 \text{ км/сағ}$$

$$s - ? \quad s - ?$$

Талдауы. Екі самолет бір –біріне перпендикуляр бағытта ұшқандықтан олардың орын ауыстыруы осы екі орын ауыстыру векторының векторлық қосындысына тең болады. Егер уақыт бірлігінде бірінші самолет $s_1 = v_1 \cdot t$ шамаға орын ауыстырса, екінші самолет $s_2 = v_2 \cdot t$ шамасына орын ауыстырады, сонда олар әрбір уақыт бірлігінде бір – біріне екі вектордың векторлық қосындысына тең шамаға алыстай түседі. Координаталар системасының бас нүктесі етіп самолеттердің бастапқы тұрған орнын алып x осін бірінші самолеттің ұшу бағытымен, ал y осін екінші самолеттің ұшу бағытымен бағыттайық, сонда тік бұрышты XOY координаталар системасында қозғалысты сипаттай аламыз.

X осінің бойына бірінші самолеттің орын ауыстыру векторының шамасын салып оны s_1 деп белгілеп, екінші самолеттің орын ауыстыру векторын y осінің бойына салып оны s_2 деп белгілейік. Бір – біріне перпендикуляр екі векторды қосқанда оларды тік бұрышты төртбұрыштың қабырғалары ретінде қарастыруға болады, олай болса төртбұрыштың диагоналы бізге екі вектордың векторлық қосындысын береді (орта мектеп геометриясын қара). s - қорытқы вектордың модулы (суретте s әрпі вектормен белгіленіп көрсетілген), s -ті табу үшін Пифагор теоремасын пайдаланамыз:

$$s^2 = s_1^2 + s_2^2,$$

осыдан: $|S| = \sqrt{s_1^2 + s_2^2} = \sqrt{v_1^2 t^2 + v_2^2 t^2} = t \sqrt{v_1^2 + v_2^2}.$

Бірінші самолет 1300 км жерге 2 сағатта ұшып барады. Осы уақыт аралығында екінші самолет бастапқы орнынан 800 км алыстайды, олай болса есептің шешуі самолеттердің 2 сағат уақыт өткеннен кейінгі олардың орын ауыстыру векторын анықтауға әкеп соғады.

Бұл орын ауыстыру шамасын, жоғарыдағы қарастырып өткен векторлар қасиеті бойынша айтылған тұжырымды пайдаланып табу оңай, яғни ол шама сол екі орын ауыстыру векторларының қорытқы векторының модулын төмендегі формуламен анықтауға болады:

$$s = \sqrt{c_1^2 + s_2^2} = \sqrt{(v_1 t_1)^2 + (v_2 t_1)^2} = t_1 \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = 2 \text{сағ},$$

$$\sqrt{(650 \text{ км/сағ})^2 + (400 \text{ км/сағ})^2} = 1526,4 \text{ км}.$$

Екі самолеттің жүрген жолы әр самолеттің жүрген жолының арифметикалық қосындысына тең, яғни:

$$s = s_1 + s_2.$$

Екі самолеттің екі сағаттан кейінгі жүрген қорытқы жолы:

$$s = s_1 + s_2 = 1300 \text{ км} + 800 \text{ км} = 2100 \text{ км}.$$

7 – есеп

Моторлы қайық ағып жатқан өзенді перпендикуляр бағытта 2 м/с жылдамдықпен қиып өтпекші болды. Судың ағу жылдамдығы 1 м/с. Қайықтың толық жылдамдығы мен оның жақындап бара жатқан жағаға қарағандағы қозғалыс бағытын анықтаңдар.

Берілгені:

$$\frac{v_1 = 2 \text{ м/с}; v_2 = 1 \text{ м/с}}{v - ? \quad \alpha - ?}$$

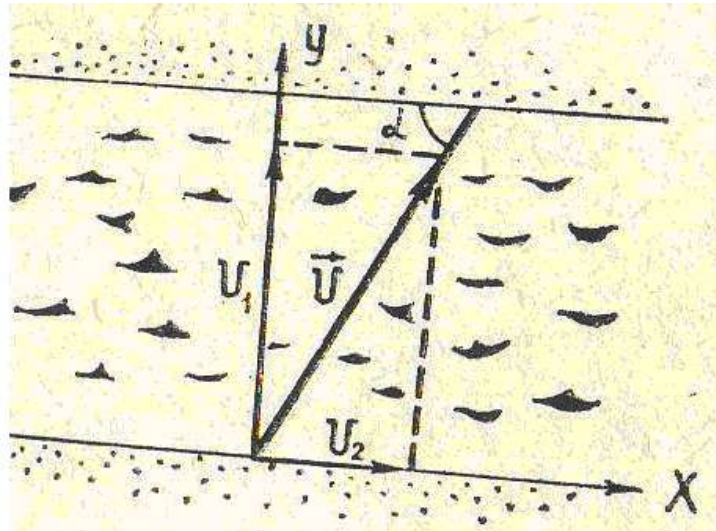
Талдауы: Механикалық қозғалыс дегеніміз жай орын ауыстыру, ал бір дене басқа материалдық денелермен салыстырғанда ғана орын ауыстыра алады. Сондықтан бір дененің қозғалысын сипаттау үшін алдымен қандай денемен салыстырғанда берілген дененің орын ауыстыратынын келісіп алуымыз керек, сол дене санақ системасы болып табылады. Түрлі жағдайларда санақ системасын түрліше тәсілмен таңдап алуға болады, бірақ санақ системасын тиянақты етіп сайлап алғаннан соң ғана, біз берілген қозғалысты анық сипаттай аламыз.

Бұл есепті шешу үшін санақ системасының бас нүктесі етіп жағаның кез келген бір нүктесін алуға болады. Сол нүкте ретінде қайықтың бастапқы тұрған орнын алып, x осінің бағытын өзеннің ұзындығына қарай, y осінің бағытын өзеннің еніне қарай бағыттасак, осындай координаталар системасында суда қалқитын заттардың барлығы жағаға қарағанда күрделі жылдамдықпен қозғалады деп санауға болады. Ал дененің өзі де суға қарағанда қозғалыс жасаса (есептің шартында қайық мотордың көмегімен жылжығандықтан) таңдап алынған санақ системасы үшін қайықтың жылдамдығы төмендегіше анықталады:

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

Қарастырып отырған жағдайымызда \vec{v}_1 және \vec{v}_2 векторлары өзара перпендикуляр, олай болса екі перпендикуляр векторларды қосу үшін \vec{v}_1 -дің ұшына \vec{v}_2 векторын орналастырып, \vec{v}_1 векторының басы мен \vec{v}_2 векторының ұшын қоссақ, қорытқы \vec{v} векторын табуға болады, ал оның абсолют мәні төмендегі формуламен табылады.

$$v = \sqrt{v_1^2 + v_2^2}.$$



8- сурет

Бұл вектор жақындап бара жатқан жағамен α - бұрышын жасайды, яғни:

$$\sin \alpha = \frac{v_1}{v}.$$

Шешуі:

$$v = \sqrt{(1\text{ м/с})^2 + 2(\text{м/с})^2} = \sqrt{5\text{ м}^2/\text{с}^2} = 2,2\text{ м/с};$$

$$\sin \alpha = \frac{2\text{ м/с}}{2,2\text{ м/с}} = 0,9. \quad \alpha \approx 63^\circ$$

8 – есеп

Берілген санақ системасында материялық нүктенің қозғалысы мынадай теңдеулермен сипатталады: $x = 2 + t$; $y = 1 + 2t$;

- 1) Қозғалыс траекториясының теңдеуін табыңдар.
- 2) ХОУ жазықтығына қозғалыс траекториясын кескіндеңдер.
- 3) $t = 0$ бағандағы нүктенің орнын, қозғалыстың бағытын және жылдамдығын көрсетіңдер.

Берілгені:

$$\frac{x = 2 + t; \quad y = 1 + 2t;}{v = ?}$$

Талдауы. Есептің шарты бойынша қозғалыс ХОУ жазықтығында және x пен y координаталары уақыт бойынша сызықтық заңдылықпен өзгеріп отыр,

олай болса x , y осі бойынша қозғалыс бір қалыпты, және оның графигі түзу сызықты болады.

Дененің траекториясын салу үшін y -ті x -тің функциясы ретінде анықтап алу керек, сонда $y(x)$ нүктенің қозғалысының траекториясының теңдеуін береді, яғни: $y=2x-3$.

Осы қозғалыс теңдеудегі x –ке мән бере отырып y –тің бірнеше мәндерін тауып алып, оны ХОУ жазықтығына салуға болады. Дененің қорытқы жылдамдығы (жылдамдық векторлық шама) осы x және y осіндегі құраушы жылдамдықтардың векторлық қосындысына тең, яғни қорытқы жылдамдықтың модулы:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$$

x осінде дененің қозғалысын сипаттайтын теңдеуден біз v_x , ал y осіндегі қозғалысты сипаттайтын теңдеуден v_y -ті табамыз, сонда:

$$v_x = \frac{x}{t} = \frac{2}{t} + 1;$$

$$v_y = \frac{y}{t} = \frac{1}{t} + 2.$$

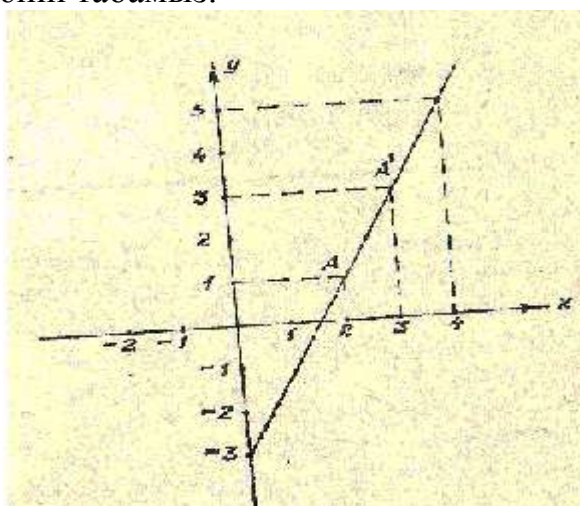
Шешуі:

$$y = 1 + 2t; \quad x = 2 + t; \quad t = x - 2;$$

$$y = 1 + 2(x - 2) = 2x - 3.$$

x –ке нақтылы мәндер беріп, y – тің мәнін табамыз:

x	y
0	-3
1	-1
2	1
3	3
4	5
5	7



9- сурет

Берілген ось бойындағы жылдамдық осы ось бойымен дененің орын ауыстыру шамасының сол орын ауыстыруға кеткен уақытқа қатынасығ яғни:

$$v_x = \frac{x}{t} = \frac{2}{t} + 1;$$

y осі бойынша жылдамдық:

$$v_y = \frac{y}{t} = \frac{1}{t} + 2;$$

$t = 0$ болғанда $v_x = 1$, $v_y = 2$; қорытқы жылдамдық

$v = \sqrt{1m^2/c^2 + 4m^2/c^2} = \sqrt{5m^2/c^2}$ болады. $t = 0$ болғандағы дененің орнын А (х,у) табу үшін, олардың қозғалыс теңдеуіне $t = 0$ мәнін қою керек. Сонда $t = 2 + t$; $t = 0$; $x = 2$; $y = 1 + 2t$; $t = 0$; $y = 1$; А(2;1) болады. А нүктесіндегі дененің жылдамдығының бағытын анықтау үшін t-ге тағы да бір мән беру керек: мысалы $t=1$ десек ($t=-1$ мәнін бере алмаймыз, себебі уақыттың теріс мәні болмайды), онда $x = 3$, $y = 3$: А' нүктесімен дененің $t=1$ болғандағы орнын белгілесек, дененің А нүктесіндегі жылдамдығының бағыты AA' бойымен бағытталған дененің жылдамдығының бағытымен бірдей болады.

9 – есеп

Поездың жылдамдығы 30 секунд ішінде 30 км/сағ-тан 60 км / сағ-қа артады да, одан кейінгі 5 минут бойы бір қалыпты қозғалады. Поездың жолдың әр бөлігіндегі жүрген жолын және барлық жолдағы орташа жылдамдығын анықтаңдар.

Берілгені:

$$\Delta t_1 = 30 \text{ с}; \quad \Delta t_2 = 5 \text{ мин} = 300 \text{ с}; \quad v_1 = 30 \text{ км/сағ} = 8,3 \text{ м/с};$$

$$v_2 = 60 \text{ км/сағ} = 16,7 \text{ м/с}.$$

$$s_1 - ? \quad s_2 - ? \quad v_{op} - ?$$

Талдауы. Поездың бастапқы тұрған орнын координаталардың бас нүктесі етіп алып, ал х осінің бағытын поездың қозғалысымен бағыттас аламыз. Қозғалыс х осіне параллель болғандықтан, орын ауыстыру векторының проекциясы шама жағынан поездың координатасына тең болады. Поезд 30 с ішінде бір қалыпты үдемелі қозғалғандықтан және осы жүрген жолға кеткен уақыт аралығы беріліп отырғандықтан, оның жүрген жолын орташа жылдамдық арқылы табуға болады. Бір қалыпты үдемелі қозғалыстың орташа жылдамдығы орташа арифметикалық жылдамдыққа тең. Ал қалған жолды поезд бір қалыпты қозғалады, сондықтан ол арада жылдамдық тұрақты болады. Осы екі қозғалысты бір қалыпты айнымалы қозғалыс деп қарауға болады, сондықтан оның орташа жылдамдығы барлық жүрген жолды осы жүрген жолға кеткен уақытқа бөлу арқылы табуға болады.

Шешуі:

$$s_1 = v_{opm} \cdot \Delta t_1; \quad v_{opm} = \frac{v_1 + v_2}{2};$$

$$s_2 = v_2 \cdot \Delta t_2; \quad s_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot \Delta t_1.$$

Барлық жүрген жолдағы орташа жылдамдық:

$$v_{opm} = \frac{s}{\Delta t}; \quad \Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2.$$

Толық жүрген жолы:

$$s = s_1 + s_2 = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t_1 + v_2 \cdot \Delta t_2;$$

$$s_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t_1 = \frac{8,3 \text{ м/с} + 16,6 \text{ м/с}}{2} \cdot 30 \text{ с} = 375 \text{ м};$$

$$s_2 = v_2 \cdot \Delta t_2 = 16,7 \text{ м/с} \cdot 300 \text{ с} = 5010 \text{ м};$$

$$v_{opt} = \frac{s}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = \frac{5385 \text{ м}}{30 \text{ с} + 300 \text{ с}} = 16,3 \text{ м/с}.$$

10 – есеп

Ағынсыз көл бетінде шығыстан батысқа қарай баржа жүзіп келе жатқан еді, кенет оңтүстіктен батысқа қарай бағытталған жел пайда болып 6,5 м/с жылдамдықпен үрлеп соға бастады. Егер баржаның бастапқы жылдамдығы 20 км/сағ болса, онда баржаның жағаға қарағандағы жел тұрғаннан кейінгі жаңа бағыты мен қорытқы жылдамдығын анықтаңдар.

$$\frac{v_1 = 20 \text{ км/сағ} \approx 5,5 \text{ м/сағ}; \quad v_2 = 6,5 \text{ м/с}}{v - ? \quad \alpha - ?}$$

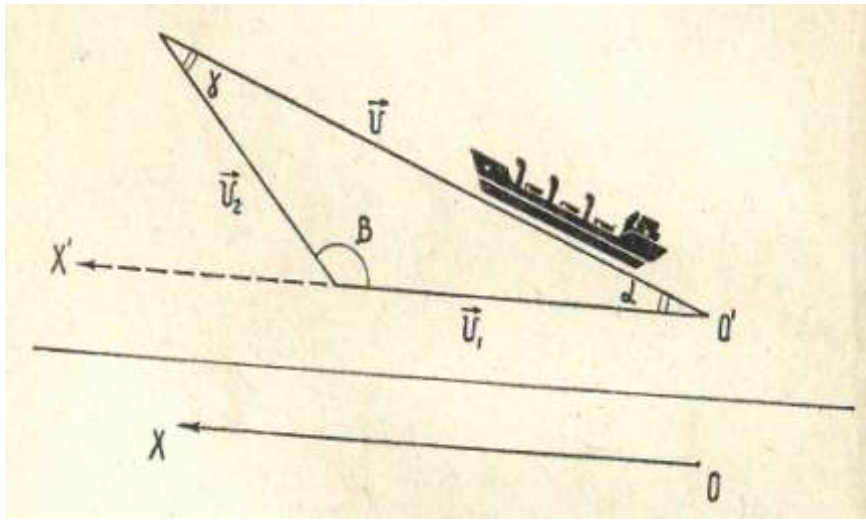
Талдауы. Координаталар системасының бас нүктесі ретінде жағадағы кез келген нүктені алып (мысалы, 9- суреттен О нүктесін) ал х осінің оң бағыты ретінде баржаның жүзіп келе жатқан бағытын алайық. Баржаға оңтүстіктен бастысқа қарай бағытталған жел соққандықтан баржаның жағаға қарағандағы қорытқы жылдамдығы екі жылдамдықтың (баржаның өзінің жылдамдығы және желдің жылдамдығы) векторлық қосындысына тең болады, яғни:

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

Скалярлық формада оның қорытқы жылдамдығының модулын косинустар теоремасын қолданып табамыз, сонда:

$$v^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1 \cdot v_2 \cos \beta;$$

$\beta = 135^\circ$, себебі жел оңтүстіктен батысқа қарай соққандықтан шығыстан батысқа қарай жүзіп келе жатқан баржамен оңтүстіктен батысқа қарай соққан желдің векторлары 135° бұрыш жасайды. Баржаға жел әсер еткеннен кейінгі жаңа бағытын табу үшін х осінің бас нүктесі О нүктесін O^1 нүктесіне апарып орналастырамыз, яғни координаталар системасын өзіне - өзі параллель етіп көшіреміз, көшірілгеннен кейінгі абсцисса осін O^1X деп белгілейміз, сонда жаға мен баржаның жаңа бағытының арасындағы бұрышын (α -ны) табу үшін геометриядан белгілі үшбұрыштардың қабырғалары мен бұрыштары арасындағы қатыстарды пайдаланамыз:



10- сурет

$$\frac{v}{\sin \beta} = \frac{v_1}{\sin \gamma} = \frac{v_2}{\sin \alpha}.$$

Шешуі:

$$\sin \alpha = \frac{v_2 \sin \beta}{v};$$

$$v^2 = v_1^2 + v_2^2 + 2v_1v_2 \cos \beta = (5,5 \text{ м/с})^2 + (6,5 \text{ м/с})^2 + 2 \cdot 5,5 \text{ м/с} \cdot 6,5 \text{ м/с} \cdot 0,7 = 122,5 \text{ м}^2 / \text{с}^2.$$

$$v = \sqrt{122,5 \text{ м}^2 / \text{с}^2} \approx 11,1 \text{ м/с};$$

$$\sin \alpha = \frac{6,5 \text{ м/с} \cdot 0,7}{11,1 \text{ м/с}} \approx 0,41;$$

$$\alpha = 24^{\circ}12'.$$

11 – есеп

Автомобиль жолдың үштен бір бөлігін v_1 жылдамдықпен, ал қалған жолды 65 км/сағ жылдамдықпен жүрді. Барлық жолдағы орташа жылдамдық 45 км/сағ. Автомобиль жолдың бірінші бөлігінде қандай орташа жылдамдықпен жүрген?

Берілгені:

$$s_1 = \frac{1}{3} s; \quad s_2 = \frac{2}{3} s; \quad v_2 = 65 \text{ км/сағ} = 18 \text{ м/с}; \quad v_{\text{орт}} = 45 \text{ км/сағ} = 12,5 \text{ м/с}.$$

$$v_1 = ?$$

Талдауы. Координаталар системасының бас нүктесін автомобильдің бастапқы тұрған орны деп қарап, ал x осінің оң бағытын автомобильдің бағытымен бағыттас етіп аламыз. Автомобиль x осі жатқан жазықтыққа параллель қозғалғандықтан және жылдамдықтың x осіне проекциясы өзгеріссіз қалатындықтан оларды индекссіз жазуға болады. Автомобильдің қозғалысы бір қалыпты айнымалы қозғалыс болғандықтан, бұл мысалдағы орташа

жылдамдықты табу үшін барлық жүрілген жолды жүруге кеткен уақытқа бөлу керек:

$$v_{opt} = \frac{s}{t}, \quad (1)$$

мұндағы t – бірінші және екінші жол бөлігін жүруге кеткен уақыттар болғандықтан оны толық уақыт деп қарау керек, яғни:

$$t = t_1 + t_2. \quad (2)$$

Сонда (1) теңдеуден t табайық: $t = \frac{s}{v_{opt}}; t_1 = \frac{s_1}{v_1}; t_2 = \frac{s_2}{v_2}.$

Жоғарыдағы табылған t_1 және t_2 шамаларын (2) теңдеуге қойсақ:

$$\frac{s}{v_{opt}} = \frac{1}{3} \frac{s}{v_1} + \frac{2}{3} \frac{s}{v_2} = \frac{s}{3v_1} + \frac{2s}{3v_2}.$$

Шешуі:

$$v_1 = \frac{v_{opt} \cdot v_2}{3v_2 - 2v_{opt}} = \frac{12,5 \text{ м/с} \cdot 18 \text{ м/с}}{3 \cdot 18 \text{ м/с} - 2 \cdot 12,5 \text{ м/с}} = 7,7 \text{ м/с}.$$

12 – есеп

Егер қозғалыс басталғаннан кейін 20 секунд өткенде автобустың жылдамдығы 45 км/сағ болса, ол қандай үдеумен қозғалған?

Берілгені:

$$\frac{v_1 = 45 \text{ км/сағ} = 12,5 \text{ м/с}}{a - ?}$$

Талдауы. Автобустың қозғалысы бір қалыпты үдемелі қозғалыс болғандықтан, оның үдеуін кинематиканың қозғалыс теңдеулерін пайдаланып табамыз. Автобустың 20 с ішінде жүрген жолын табу үшін оның барлық жолдағы орташа жылдамдығын анықтауымыз керек (координата системасын таңдап алуды 11- есептен қара).

$$v_{opt} = \frac{v_0 + v_1}{2}.$$

Автобустың бастапқы жылдамдығы нольге тең, олай болса төмендегідей қатысты жаза аламыз:

$$v_0 = 0; \quad v_{opt} = \frac{v_1}{2}.$$

Осыдан:

$$s = v_{opt} \cdot t.$$

Кинематиканың бір қалыпты үдемелі қозғалысының (3) теңдеуін қолданып біз автобустың қандай үдеумен қозғалғанын тауып ала аламыз:

$$v = \sqrt{2as}; \quad v^2 = 2as; \quad a = \frac{v^2}{2s}.$$

Шешуі:

$$v_{opt} = \frac{12,5 \text{ м/с}}{2} = 6,2 \text{ м/с};$$

$$s = v_{opt} \cdot t = 6,2 \text{ м/с} \cdot 20 \text{ с} = 124 \text{ м};$$

$$a = \frac{v^2}{2s} = \frac{(12,5 \text{ м/с})^2}{2 \cdot 124 \text{ м}} = 0,6 \text{ м/с}^2$$

13 – есеп

«Қазақстан» қонақ үйіндегі лифт кабинасы бір қалыпты үдемелі қозғала отырып, 6 с ішінде жылдамдығы 5 м/с болды. Осы жылдамдықпен лифт 8 с көтерілді, сол бағытта соңғы 4 с-та, бір қалыпты кемімелі қозғалыспен жылжып отырып біртіндеп тоқтады. Лифтінің көтерілген биіктігін анықтаңдар.

Берілгені:

$$\frac{\Delta t_1 = 6 \text{ с}; \quad \Delta t_2 = 8 \text{ с}; \quad t_3 = 4 \text{ с}; \quad v_2 = 5 \text{ м/с}.}{h - ?}$$

Талдауы. Лифтінің жүрген жолын үш бөлікке бөліп қарау керек. Бірінші бөлікте лифт бір қалыпты үдемелі қозғалып h_1 биіктікке көтерілді, сондықтан:

$$h_1 = v_{opt1} \cdot \Delta t_1. \quad (1)$$

Ал оның бір қалыпты үдемелі қозғалғандағы орташа жылдамдығы:

$$v_{opt1} = \frac{v_1 + v_2}{2}; \quad h_1 = \frac{v_1 + v_2}{2} \Delta t_1. \quad (1')$$

Келесі бөлікте лифт бір қалыпты қозғалғандықтан бұл бөліктегі оның жылдамдығы тұрақты шама, олай болса оның көтерілген биіктігін (h_2) төмендегі қатынас арқылы табуға болады:

$$h_2 = v_2 \cdot \Delta t_2. \quad (2)$$

Үшінші учаскеде лифт бір қалыпты кемімелі қозғалды, сондықтан оның орташа жылдамдығы:

$$v_{opt3} = \frac{v_2 + v_3}{2}; \quad h_3 = v_{opt3} \cdot \Delta t_3. \quad (3)$$

Сонымен лифтінің көтерілу биіктігі h : $h = h_1 + h_2 + h_3$; (4) (1), (2) және (3) формуладағы h_1 , h_2 , h_3 шамаларын (4) формулаға қойсақ;

$$h = v_{opt1} \cdot \Delta t_1 + v_2 \cdot \Delta t_2 + v_{opt3} \cdot \Delta t_3.$$

Шешуі:

$$v_{opt1} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{0 + v_2}{2} = \frac{v_2}{2};$$

$$v_{opt3} = \frac{v_2 + v_3}{2} = \frac{v_2 + 0}{2} = \frac{v_2}{2};$$

$$h = \frac{v_2}{2} \Delta t_1 + v_2 \cdot \Delta t_2 + \frac{v_2}{2} \Delta t_3;$$

$$h = \frac{5 \text{ м/с} (6 \text{ с} + 2 \cdot 8 \text{ с} + 4 \text{ с})}{2} = 65 \text{ м.}$$

14 – есеп

$H=500$ м биіктіктегі аэростаттан жерге жүк тасталды.

Сонда:

- 1) аэростат бір орында қозғалмай тұрғанда тасталған жүк жерге қанша уақытта түседі?
- 2) аэростат 5 м/с жылдамдықпен төмен қарай түсіп келе жатқанда тасталған жүк жерге қанша уақытта түседі?
- 3) аэростат 8 м/с жылдамдықпен жоғары қарай көтеріліп бара жатқанда тасталған жүк жерге қанша уақытта түседі?

Берілгені:

$$H = 500 \text{ м}; v_3 = 8 \text{ м/с}; g = 9.8 \text{ м/с}^2; v_2 = 5 \text{ м/с}; v_0 = 0.$$

$$t_0 - ? \quad t_1 - ? \quad t_2 - ?$$

Талдауы (бірінші жағдай). Аэростат бір орында қозғалмай тұрған жағдайды қарастырайық. Бұл жағдайда тасталған жүк өз салмағының әсерінен бір қалыпты үдемелі қозғалады, сондықтан түсіп келе жатқан жүктің үдеуін еркін түсу үдеуі деп қарастыруға болады. Егер аэростат тұрған нүктеден координаталар системасындағы y осін төмен қарай бағытасақ (x осін алмаймыз, себебі x осінің бойымен, яғни горизонталь бағытта қозғалыс жоқ, жылдамдықтың x осіне проекциясы нольге тең болады), онда жылдамдық та, үдеу де оң шама болады, себебі y осінің бағыты мен жүктің қозғалу бағыты бағыттас болады. Қозғалыс y осі жатқан жазықтыққа параллель болғандықтан және жылдамдықтың y осіне проекциясы өзгеріссіз қалатындықтан, оларды индекссіз жазсақ та болады. Біз координаталар системасындағы y осін төменнен жоғарыға қарай алсақ та болар еді, онда жылдамдық пен үдеудің мәні теріс шама болады, себебі y осінің бағытымен жылдамдық пен үдеудің бағыты қарама – қарсы бағытталады. Біздер y осінің бас нүктесі ретінде аэростаттың тұрған жерін алайық, онда y осінің бағыты жоғарыдан төмен қарай бағытталған болады. Қозғалыстың теңдеуін жоғарыдағы сайлап алынған координаталар системасында жазсақ:

$$y = y_0 + v_0 t + \frac{g t^2}{2}. \quad (1)$$

Бірінші жағдайда дене өзінің ауырлық күшінің әсерінен қозғалады, бұл жағдайды:

$$y_0 = 0; \quad v_0 = 0; \quad a = g; \quad t = t_0; \quad H = \frac{gt_0}{2};$$

$$y = H; \tag{2}$$

$$t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}}, \tag{3}$$

t_0 – аэростат бір орында қозғалмай тұрғанда тасталған жүктің жерге түскен уақыты.

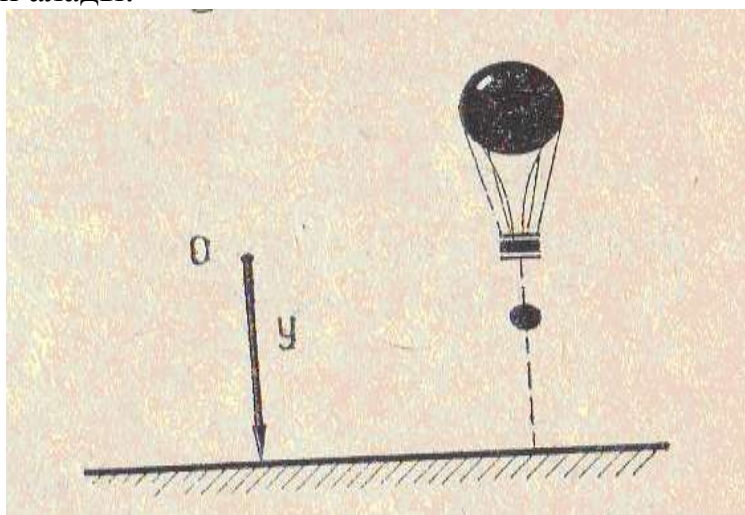
Екінші жағдай аэростаттан жүк тасталмай тұрғанда аэростаттың өзі 5 м/с жылдамдықпен төмен түсіп келе жатқандықтан, жоғарыдағы жазылған теңеу төмендегідей түрге келеді:

$$y_0 = 0; \quad v_0 = v_1; \quad a = g; \quad t = t_1; \quad y = H;$$

$$H = v_1 t_1 + \frac{gt_1^2}{2}; \tag{4}$$

$$gt_1^2 + 2v_1 t_1 - 2H = 0; \quad t_{1(1,2)} = \frac{-2v_1 \pm \sqrt{4v_1^2 + 8gH}}{2g}, \tag{5}$$

t_1 – аэростат 5 м/с жылдамдықпен төмен түсіп келе жатқандағы жүктің жерге түскен уақыты. (5) теңдеуді шешкенде t_1 – дің теріс мәнін алмаймыз, себебі уақыттың теріс физикалық мәні жоқ, яғни уақыт теріс болмайды. Үшінші жағдайда аэростаттан жүк тасталмай тұрғаннан бұрын аэростаттың өзі 8 м/с жылдамдықпен жоғары көтеріліп бара жатқандықтан (1) теңдеудегі шамалар төмендегідей мән алады:



11- сурет

$$y_0 = 0; v_0 = -v_2; a_2 = g; t = t_2; y = H; H = -v_2 t_2 + \frac{gt^2}{2};$$

$$gt_2^2 - 2v_2 t_2 - 2H = 0;$$

$$t_{2(1,2)} = \frac{v}{g} \pm \sqrt{\frac{v_2^2}{g^2} + \frac{2H}{g}} = \frac{v_2}{g} \pm \sqrt{\frac{v_2^2 + 2gH}{g^2}}.$$

Шешуі:

$$t_0 = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 500 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 10,1 \text{ с};$$

$$t_{1(1,2)} = \frac{-2v_1 \pm \sqrt{4v_1^2 + 8gH}}{2g} = \frac{-10 \text{ м/с} \pm 198,2 \text{ м/с}}{19,6 \text{ м/с}^2}; t_1 = 9,6 \text{ с};$$

$$t_{2(1,2)} = \frac{v_2}{g} \pm \sqrt{\frac{v_2^2 + 2gH}{g^2}} = 0,8 \pm 10,1 \text{ с}; t_2 = 10,9 \text{ с}.$$

15 – есеп

Вертикаль жоғары лақтырылған дененің:

1) бастапқы лақтыру жылдамдығы 60 м/с болса, оның жерге қайта түскендегі соңғы жылдамдығының осыған тең болатындығын және

2) көтерілу уақыты мен түсу уақытының тең болатындығын дәлелдендер.

Дененің жоғары көтерілген биіктігі 182,3 м-ге тең. Ауакедергісін ескермеңдер.

Берілгені:

$$v_0 = 60 \text{ м/с}; g = 9,8 \text{ м/с}^2; h = 182,3 \text{ м}.$$

$$t_1 - t_2 = ? \quad v_0 - v_t = ?$$

Талдауы. 1. Вертикаль жоғары лақтырылған дененің қозғалысы бір қалыпты баяу қозғалыстың мысалы бола алады. Вертикаль жоғары лақтырылған дене, оның жылдамдығы ноль болғанға дейін бір қалыпты баяу қозғалады, оның жылдамдығы нольге тең болған кезде дене өзінің ең жоғарғы биіктігіне жетеді, содан соң дене кері жерге қарай еркін қозғалады. Координаталар системасында осін төменнен жоғары қарай бағыттасақ, онда осы координаталар системасында дененің қозғалыс теңдеуі төмендегідей түрде жазылады:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}, \quad (1)$$

$$v_t = v_0 - gt; \quad (2)$$

мұндағы h -дененің ең жоғары көтерілген биіктігі, t -дененің сол биіктікке көтерілуге кеткен уақыты, v_0 -жоғарыға лақтырылған дененің бастапқы жылдамдығы. Дененің ең жоғарғы биіктігінде $v_t = 0$ болғандықтан жоғарыға көтерілген уақытты (2) теңдеуден табамыз.

$$0 = v_0 - gt; \quad t = \frac{v_0}{g}.$$

t–нің мәнін (1) теңдеуге қойып h-ты табамыз:

$$h = \frac{v_0^2}{g} - \frac{v_0^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g}, \quad (3)$$

$$v_0 = \sqrt{2gh}. \quad (3')$$

Енді дене h биіктіктен жерге қандай жылдамдықпен түсетінін анықтайық. Дененің бір қалыпты үдемелі қозғалыспен түскен биіктігін орташа жылдамдық арқылы табамыз:

$$h = v_{\text{ср}} \cdot t. \quad (1'')$$

Бір қалыпты үдемелі қозғалыста орташа жылдамдық бастапқы және соңғы жылдамдықтардың қосындысының жартысына тең болғандықтан:

$$v_{\text{ср}} = \frac{v_0 + v_t}{2}.$$

Жоғарыдағы табылған $v_{\text{ср}}$ мәнін (1'') теңдеуге қойсақ:

$$h = \frac{v_0 + v_t}{2} \cdot t_0. \quad (2'')$$

Ал екінші жағынан бір қалыпты үдемелі қозғалыста соңғы жылдамдық төмендегі теңдеумен анықталады:

$$v_t = v_0 + gt.$$

Осы формуладан t-ні тапсақ:

$$t = \frac{v_t - v_0}{g}. \quad (3'')$$

(2'') теңдеуге (3'') теңдеудің мәнін қойсақ:

$$h = \frac{v_t + v_0}{2} \cdot \frac{v_t - v_0}{g} = \frac{v_t^2 - v_0^2}{2g};$$

$$v_t^2 = v_0^2 + 2gh, \quad v_0 = 0,$$

мұндағы v_0 деп отырғанымыз дененің h биіктіктегі бастапқы жылдамдығы.

$$v_t = \sqrt{2gh}. \quad (4'')$$

(3'') теңдеу мен (4'') теңдеуді салыстырып мынадай қорытындыға келеміз: вертикаль жоғары лақтырылған дененің бастапқы жылдамдығы оның жерге қайта түскендегі соңғы жылдамдығына тең болады.

2. Жоғары лақтырылған дененің қозғалысы бір қалыпты кемімелі қозғалыс, сондықтан дененің ең жоғарғы нүктесіне дейінгі қозғалған уақытын жылдамдықтар теңдеуінен тауып алуға болады. Ең жоғарғы нүктеде жылдамдық нольге тең, одан әрі қарай дене жоғары қарай қозғалысын тоқтатып, төмен түсе бастайды, сондықтан:

$$h = v_0 t - \frac{gt^2}{2}; \quad (1)$$

$$v_t = 0$$

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

$$v_t = v_0 - gt; \quad (2)$$

$$v_0 = gt, \quad h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}. \quad (3)$$

Бастапқы жылдамдығы нольге тең, жоғарыдан төмен қарай түскен дене бір қалыпты үдей қозғалады; оның теңдеуі:

$$h = v_0 t + \frac{gt^2}{2};$$

$$h = \frac{gt^2}{2}; \quad t = \sqrt{\frac{2h}{g}}.$$

(3), (3'), формулалардан біз уақыттардың өзара тең екендігін көреміз.

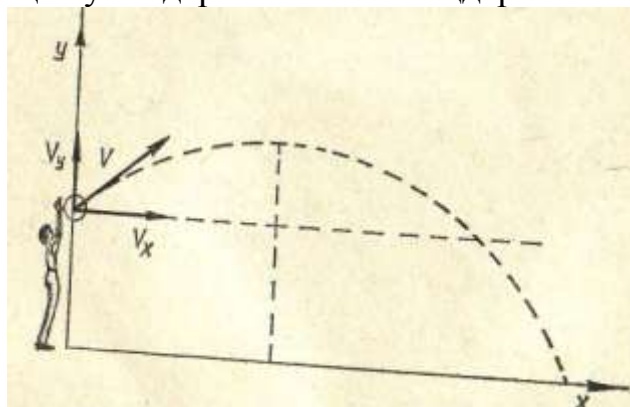
Шешуі:

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 182,3 \text{ м}}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 6,1 \text{ с};$$

$$v_1 = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 182,3 \text{ м}} = 59,7 \text{ м/с} \approx 60 \text{ м/с}.$$

16 – есеп

Ойыншы допты горизонтқа 45° бұрыш жасай лақтырды. Доп (горизонталь бойынша) лақтырылған нүктеден 50 м жерге түсті. Доптың бастапқы жылдамдығы v_0 – ді ұшу уақыты τ – ды және доптың ең жоғарғы биіктігі H – ты табыңдар. Ең жоғарғы нүктедегі және жерге түсер жердегі доптың траекториясының қисықтық радиусын табыңдар. Ойыншының бойының ұзындығы 1,8 м-ге тең. Ауа кедергісін есептемеңдер.



12- сурет

Берілгені:

$$\frac{h = 1,8 \text{ м}; \alpha = 45^\circ; s = 50 \text{ м}}{H - ? \quad \tau - ? \quad v_0 - ? \quad r - ? \quad R_2 - ?}$$

Талдауы. Доптың қозғалысы бұл жағдайда әуелі қисық сызықтың бойымен жоғары көтеріледі, сонымен қатар ондай қисық сызықтың бойымен төмен түседі. ХОУ координаталар системасының бас нүктесі етіп жердің бетін лайық та, осы системада қозғалыс заңдылығын анықтайық.

Доптың қозғалысын күрделі қозғалыс деп қарастыру керек, себебі допты лақтырған уақытта ол жоғары көтерілуімен қатар горизонталь бағытта лақтырылған нүктесінен алыстай түседі, сондықтан оның жылдамдығын да күрделі жылдамдық деп қарастырып екі құраушы жылдамдыққа жүктейміз (вертикаль құраушы және горизонталь құраушы,) суретке және есептің шартына қарай отырып доптың жылдамдығының x осіне проекциясын жазайық:

$$v_x = v_0 \cos \alpha. \quad (1)$$

Ал x осі бойынша, яғни горизонталь бағыттағы доптың орын ауыстыруы сол ось бойынша жылдамдық пен уақыттың көбейтіндісіне тең болады.

$$x = v_x \cdot t = v_0 \cos \alpha \cdot t;$$

$$x = s; \quad t = \tau;$$

$$s = v_0 \cos \alpha \cdot \tau. \quad (1')$$

Доп қозғалысын жылдамдығының вертикаль құраушысы бір қалыпты кемімелі қозғалыс, сондықтан доптың жылдамдығы нольге тең болғанға дейін қалыпты үдемелі қозғалыспен жерге қарай түсе бастайды, олай болса бұл қозғалыстың үдеуі еркін түсу үдеуі болып табылады. v_0 - жылдамдығының y осіне проекциясын жазайық:

$$v_y = v_0 \cdot \sin \alpha - gt \quad (2)$$

$$t = \tau; \quad v_y = v_0 \sin \alpha - g\tau \quad (3)$$

Доптың y осі бойымен көтерілгенге дейінгі қозғалысы бір қалыпты кемімелі қозғалыс болғандықтан:

$$y = v_y \cdot t - \frac{gt^2}{2}; \quad (4)$$

$$t = \tau; \quad y = h_{\max}; \quad h_{\max} = v_0 \sin \alpha \cdot \tau - \frac{g\tau^2}{2}. \quad (5)$$

(1), (2), (3) теңдеулер системасын біріктіре шешіп, τ - ды v_0 - ді анықтаймыз.

Ал доптың ең жоғары көтерілген биіктігі төмендегі теңдеумен анықталады:

$$H = h_1 + h_{\max}, \quad (6)$$

h_1 – ойыншының бойының ұзындығы, яғни доптың тұрған нүктесінен жер бетіне дейінгі ара қашықтық.

Доптың жоғарыға көтерілуге кеткен уақытын t десек, және ең жоғары нүктеде доптың жылдамдығының y осі бойынша құраушысы нольге тең болғандықтан:

$$v_y = 0; \quad t = t_1; \quad y = y_{\max}.$$

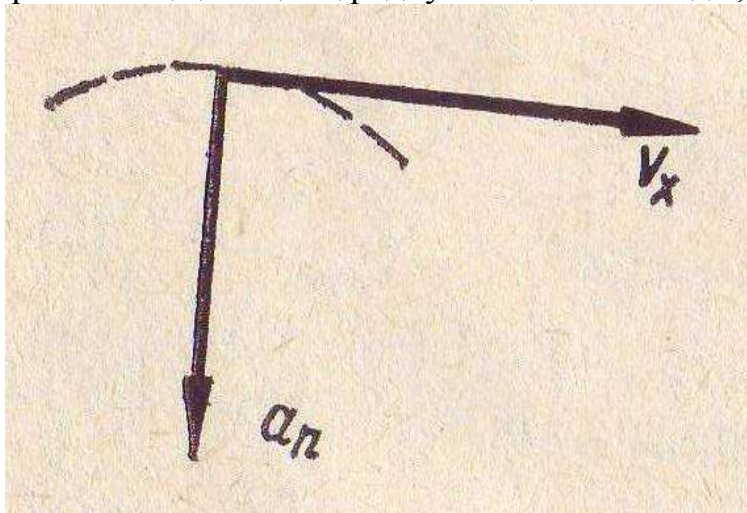
Жоғарыдағы мәндерді (2) теңдеуге қойып t_1 –табамыз:

$$t_1 = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}.$$

$\tau = t_1$ – ді (4) теңдеуге қойсақ:

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}.$$

Енді доптың ең жоғары көтерілу нүктесіндегі толық үдеуін, жылдамдығын, нормаль және тангенциал үдеулерінің бағытын табайық. Доптың траекториясының ең жоғарғы нүктесінде y осі бойынша жылдамдықтың құраушысы нольге тең, яғни $v_y = 0$ сондықтан толық жылдамдық осы нүктеде x осінің құраушы жылдамдығына тең болып қалады, сонымен $v = v_x$, олай болса үдеу векторы мен жылдамдық векторы осы нүктеде өзара перпендикуляр ($v_x - a_n$) болады. Доптың қозғалысы қисық сызықты қозғалыс болғандықтан, оның үдеуін де екі құраушы үдеуге жіктеуге болады және ең жоғарғы нүктеде жанама бойымен бағытталған үдеу нольге тең болғандықтан, толық үдеу нормаль үдеуге немесе центрге тартқыш үдеуге тең болып қалады және ол ең жоғарғы нүктеде вертикаль төмен бағытталып шама жағынан еркін түсу үдеуіне тең болады, яғни $a_n = g$. Жылдамдық пен үдеуді тапқаннан кейін, қозғалыс траекториясының қисықтық радиусы оңай табылады, яғни:



13- сурет

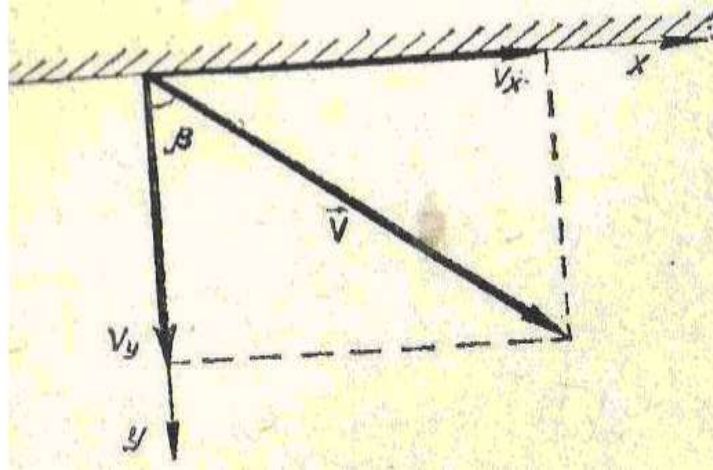
$$R_1 = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g}.$$

Толық үдеуді тангенциал және нормаль үдеуге жіктеп, доптың жерге түсу нүктесіндегі қисықтық радиусын тауып алуымызға болады.

$$a_n = g \sin \beta; \quad a_\tau = g \cos \beta;$$

$$R_2 = \frac{v_y^2}{g \sin \beta} = \frac{v^3}{g v_x}. \quad (10)$$

Доптың жерге жанасу нүктесіндегі жылдамдық векторымен үдеу векторының арасындағы бұрышы төмендегі өрнектен табылады:



14- сурет

$$\sin \beta = \frac{v_x}{v_y}. \quad (11)$$

Екі құраушы жылдамдық белгілі болғандықтан доптың жерге жанасу нүктесіндегі толық жылдамдығының модулы осы екі құраушы жылдамдықтарының квадраттарының қосындысының түбіріне тең болады:

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0 \cos^2 \alpha + (v \sin \alpha - g\tau)^2}.$$

Шешуі:

(1) – (4) теңдеулер системасын біріктіре шешіп τ -ды, v_0 -ді тауып аламыз:

$$\tau = \sqrt{\frac{2(h + s \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{g}} = \sqrt{\frac{2(1,8 \text{ м} + 50 \text{ м} \cdot \operatorname{tg} 45^\circ)}{9,8 \text{ м/с}^2}} = 3,2 \tilde{\text{н}}.$$

$$v_0 = \frac{s}{\tau \cos \alpha} = \frac{50 \text{ м}}{3,2 \tilde{\text{н}} \cdot 0,7} = 22,3 \text{ м/с} / \tilde{\text{н}}.$$

8 – теңдеуден:

$$y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g} = \frac{(22,3 \text{ м/с} / \tilde{\text{н}})^2 \cdot (0,7)^2}{2 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} = 12,4 \text{ м};$$

$$H = h_1 + y_{\max} = 1,8 \text{ м} + 12,4 \text{ м} = 14,2 \text{ м}.$$

9 – теңдеуден:

$$R_1 = \frac{v^2}{a_n} = \frac{v_0^2 \cos^2 \alpha}{g} = \frac{(22,3 \text{ м/с} / \tilde{n})^2 \cdot (0,7)^2}{9,8 \text{ м/с}^2 / \tilde{n}^2} = 24,8 \text{ м}.$$

13 – теңдеуден:

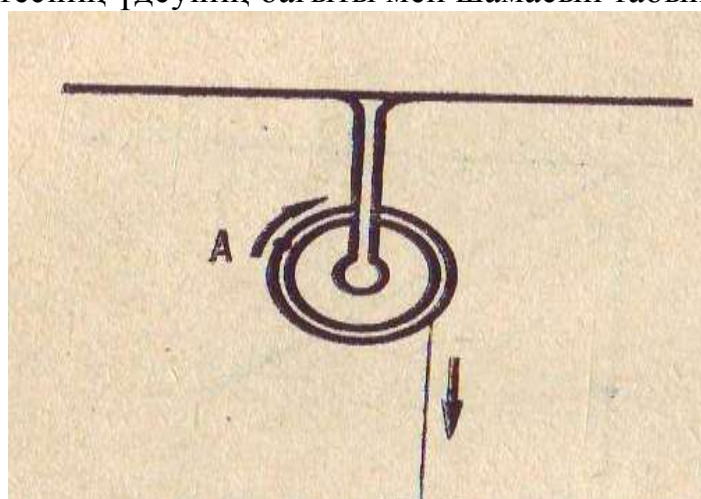
$$v = \sqrt{v_0^2 \cos^2 \alpha + (v_0 \sin \alpha - g\tau)^2} = \sqrt{(22,3 \text{ м/с})^2 \cdot (0,7)^2 + (22,3 \text{ м/с} \cdot 0,7 - 9,8 \text{ м/с}^2 \cdot 3,2)^2} \\ = 22,2 \text{ м/с}.$$

Доптың жерге жанасу нүктесіндегі қисықтық радиусы:

$$R^2_2 = \frac{v^3}{v_x \cdot g} = \frac{(22,2 \text{ м/с})^3}{22,3 \text{ м/с} \cdot 0,7 \cdot 9,8 \text{ м/с}^2} = 71,5 \text{ м}.$$

17 – есеп

Радиусы 23 см шкивке жіп оралған. Жүк байланған жіп біртіндеп төмен түскенде шкив айналмалы қозғалыс жасайды. Жүкбайланған жіп $3,5 \text{ см/с}^2$ үдеумен қозғалып төмен түсе бастайды. Жүк 150 см төмен түскендегі шкивтің бойындағы А нүктесінің үдеуінің бағыты мен шамасын табыңдар.



15- сурет

Берілгені:

$$\underline{R = 23 \text{ см}; s = 150 \text{ см}; a = 3,5 \text{ см/с}^2.}$$

$$a_{\text{тол}} - ?$$

Талдауы. Жіпке байланған жүк төмен қарай үдей қозғалады және ол өзімен бірге шкивті де бір қалыпты үдемелі айналмалы қозғалысқа келтіреді. Жүк 150 см төмен түскендегі олардың сызықтық жылдамдығының шамасын бір қалыпты үдемелі қозғалыстың үшінші теңдеуінен тауып алуға болады:

$$v = \sqrt{2as}.$$

Бұрыштық жылдамдық пен сызықтық жылдамдықтың арасындағы байланысты пайдаланып ($v = \omega R$), шкивті бұрыштық жылдамдығын тауып алуға болады:

$$\omega = \frac{v}{R}.$$

Өз осінен айналып тұрған шкивтің үдеуін күрделі үдеу деп қарастырамыз, себебі дене қисық бойымен қозғалғанда оның үдеуі шама жағынан да бағыт жағынан да өзгереді, сондықтан А нүктесіндегі толық үдеудің модулын мына формуламен табуға болады, яғни:

$$\begin{aligned} a_{\text{дië}} h \sqrt{a_{\tau}^2 + a_n^2} &= \sqrt{\left(R \frac{\Delta\omega}{\Delta t}\right)^2 + \left(\frac{\omega \Delta R}{\Delta\omega}\right)^2} = \sqrt{(\varepsilon R)^2 + \left(\frac{v^2}{R}\right)^2} = \\ &= \sqrt{a^2 + \left(\frac{2as}{R}\right)^2} = \frac{a}{R} \sqrt{(R^2 + 4s^2)}. \end{aligned}$$

Шешуі:

$$\omega = \frac{2\sqrt{as}}{R} = \frac{\sqrt{2 \cdot 3,5 \tilde{n}i / \tilde{n}^2 \cdot 150 \tilde{n}i}}{23 \tilde{n}i} = 1,4 \tilde{n}^{-1};$$

$$a_{\text{дië}} = \frac{3,5 \tilde{n}i / \tilde{n}^2}{23 \tilde{n}i} \cdot \sqrt{529 \tilde{n}i^2 + 90000 \tilde{n}i^2} = 45,7 \tilde{n}i / \tilde{n}^2.$$

18 – есеп

Мына аталғандардың бұрыштық жылдамдықтарын табыңдар.

1. Жердің тәуліктік айналысының;
2. Сағаттың сағаттық тілінің айналысының;
3. Сағаттың минуттық тілінің айналысының;
4. Айналу периоды $T=88$ мин болып дөңгелек орбитамен қозғалып жүрген Жердің жасанды спутнигінің қозғалысының.

Берілгені:

$$T_1 = 24 \text{ сағ} = 86400 \text{ с};$$

$$T_3 = 1 \text{ саа} = 3600 \text{ с};$$

$$T_2 = 12 \text{ сағ} = 43200 \text{ с};$$

$$T_4 = 88 \text{ мин} = 5280 \text{ с};$$

$$H = 200 \text{ км} = 200000 \text{ м}.$$

$$\omega_1 - ? \quad \omega_2 - ? \quad \omega_3 - ? \quad \omega_4 - ?$$

Талдауы. Бұрыштық жылдамдық белгілі формуламен, яғни $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$ анықталады. Жер шары және сағаттың тілі өз осінен айналғанда, Жер спутнигі, Жердің айналасынан бір қалыпты қозғалғандықтан тангенциал үдеу нольге тең болады. Дене $\Delta t = T$ уақыттың ішінде өз осінен толық бір айналғанда $\Delta\varphi$ бұрышы 2π рад-ға артады, сонда: $\Delta\varphi = 2\pi$ рад болады, сондықтан бұрыштық жылдамдық:

$$\omega = \frac{2\pi}{T}. \quad (1)$$

(1) – формуланы пайдаланып Жер шарының, сағат тілінің және Жер спутнигінің бұрыштық жылдамдығын тауып алуға болады.

Шешуі:

$$\omega_1 = \frac{2\pi}{T_1} = \frac{2 \cdot 3,14 \text{ рад}}{24 \text{ сағ}} = \frac{6,28 \text{ рад}}{86400 \text{ с}} = 7,26 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{2\pi}{T_2} = \frac{6,28}{12 \text{ сағ}} = \frac{6,28 \text{ рад}}{43200 \text{ с}} = 14,5 \cdot 10^{-5} \text{ рад/с};$$

$$\omega_3 = \frac{6,28 \text{ рад}}{3600 \text{ с}} = 1,74 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с};$$

$$\omega_4 = \frac{6,28 \text{ рад}}{5280 \text{ с}} = 1,19 \cdot 10^{-3} \text{ рад/с}.$$

19 – есеп.

Қызылорда ендігі (45°) тұсындағы Жер бетіндегі нүктені Жердің тәуліктік айналысы кезіндегі сызықтық жылдамдығы қандай болатындығын анықтаңдар. Жердің радиусы 6400 км.

Берілгені:

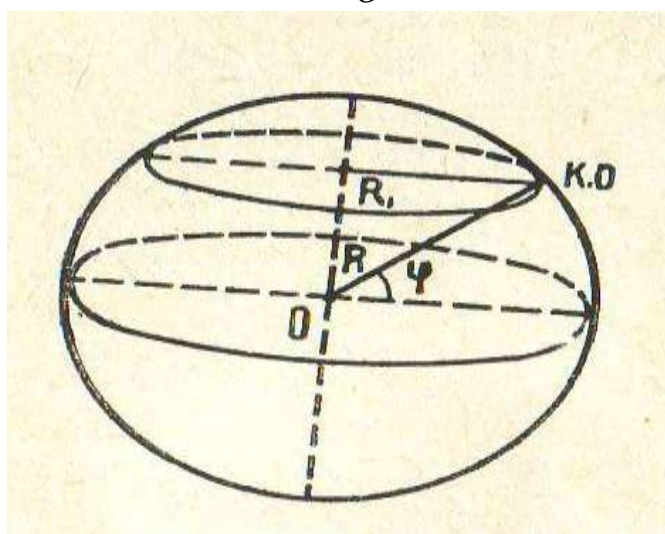
$$\varphi = 45^\circ; T = 24 \text{ сағ} = 86400 \text{ с}; R = 6400 \text{ км} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ м}.$$

$v - ?$

Талдауы. Бұрыштық жылдамдық белгілі формуламен яғни $\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$

анықталады. Жер шары өзінің осінен қалыпты айналғандықтан оның тангенциал үдеуі нольге тең болып, толық үдеу нормаль үдеуге тең болып қалады. Дене $\Delta t = \Delta T$ уақыттың ішінде толық бір айналғанда φ – бұрышы 2π л рад-ға тең болады, сонда: $\Delta\varphi = 2\pi$ рад.

$$\omega = \frac{2\pi}{\Delta t}.$$



16- сурет

Нүктенің сызықтық жылдамдығы:

$$v = \omega R_1.$$

R_1 - Жер осінен берілген ендікке дейінгі ара қашықтық. Бұл шаманы біз Жердің радиусы арқылы жазсақ: $R_1 = R \cos \varphi$ болады.

Шешуі:

$$v = \omega R_1 = \omega R \cos \varphi = \frac{2\pi}{T} R \cos \varphi = \frac{6,28 \text{ с}^{-1}}{86400 \text{ с}} \times 6,4 \cdot 10^6 \text{ м} \cdot 0,7 = 325,6 \text{ м/с}.$$

20 – есеп

Бір –бірінен 0,5 м-ге орналасқан осьтің екі дискісі минутына $\nu = 1600$ жиілікпен айналым жасайды. Ось бойымен ұшқан оқ екі дискіні де тесіп өтті, бірақ екінші дискіден оқтың орны бірінші дискідегіден 12° бұрышқа ығысқан болып шықты. Оқтың жылдамдығын табыңдар.

Берілгені:

$$\frac{\varphi = 12^\circ; \nu = 1600 \text{ айн/мин} = 26,7 \text{ Гц}}{\nu - ?}.$$

Талдауы. (жоғарғы есепті қара). Есептің шарты бойынша оқ екінші дискіге жеткенше дискі 12° бұрышқа бұрылып үлгерді. Оқтың екінші дискіге жеткенге дейінгі уақытын білу үшін бұрылу бұрышын дискілердің бұрыштық жылдамдығына бөлу керек, яғни:

$$t = \frac{\varphi}{\omega} = \frac{\varphi}{2\pi\nu}.$$

Ал оқтың жылдамдығы оның жүрген жолының сол жүрген жолға кеткен уақытқа қатынасына тең шама:

Шешуі:

$$v = \frac{s}{t}.$$
$$v = \frac{s \cdot 2\pi\nu}{\varphi} = \frac{0,5 \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 26,7}{12 \cdot 0,017} \approx 411 \text{ м/с}.$$

21 – есеп

Тыныштық күйде тұрған маховик қозғалысқа келтіреді. Оның 1 мин өткеннен кейінгі жиілігі 720 айн/мин болды. Маховиктің бұрыштық үдеуін және осы уақыт ішіндегі оның жасаған айналым санын табыңдар.

Берілгені:

$$\frac{\nu = 720 \text{ айн/мин} = 12 \text{ Гц}; t = 1 \text{ мин} = 60 \text{ с}}{N - ? \quad \varepsilon - ?}.$$

Талдауы. Қисық сызықты қозғалыста түзу сызықты қозғалыс сияқты бір қалыпты және айнымалы қозғалыс болып бөлінеді. Бір қалыпты қисық сызықты қозғалыс деп бұрыштық жылдамдығы тұрақты қозғалысты айтады және оның бұрылу бұрышы төмендегі теңдеу арқылы өрнектеледі:

$$\varphi = \omega t; \quad \omega = \text{const}.$$

Айналым бір қалыпты болмаған жағдайда бұрыштық жылдамдық уақытқа байланысты өзгеріп отырады да қозғалыс бір қалыпты үдемелі және бір қалыпты кемімелі болып бөлінеді. Мұндай қозғалыстардың бұрылу бұрышы мен бұрыштық жылдамдықтарының теңдеуі төменгі формуламен анықталады:

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}, \quad (1)$$

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t, \quad (2)$$

ω_0 - бастапқы бұрыштық жылдамдық, ε - бұрыштық үдеу. Есептің шартында маховик доңғалағының қозғалысы бір қалыпты үдемелі қозғалыс болғандықтан (1), (2) теңдеулерді қолданамыз. Есептің шарты бойынша бастапқы жылдамдық нольге тең, сондықтан (1), (2) формуланы былай жазуға болады,

$$\varphi = \frac{\varepsilon t^2}{2};$$

$$\omega = \varepsilon t.$$

Екіншіден $\omega = 2\pi\nu$ екені белгілі, олай болғанда, ω –ның осы мәнін (2') формулаға қойсақ: $2\pi\nu = \varepsilon t$ қатынасы шығарады. Осы теңдеуден маховик доңғалағы қозғалысының үдеуін табамыз:

$$\varepsilon = \frac{2\pi\nu}{t}.$$

$\varphi = 2\pi N$ формуладағы φ –дің мәнін (1') формулаға қойсақ: $2\pi N = \frac{\varepsilon t^2}{2}$

болады.

Осы теңдеуден маховиктің бір минуттағы айналым санын анықтаймыз, яғни:

$$N = \frac{\varepsilon t^2}{4\pi}.$$

Шешуі:

$$\varepsilon = \frac{2\pi\nu}{t} = \frac{6,28 \cdot 12 \text{ айн}}{60 \text{ с}} = 1,256 \text{ айн} / \text{с}^2;$$

$$N = \frac{\varepsilon t^2}{4\pi} = \frac{1,256 \text{ айн} / \text{с}^2 \cdot (60 \text{ с})^2}{4 \cdot 3,14} = 360 \text{ айн}.$$

22 – есеп

Желдеткіш жиілігі 900 айн/ мин жылдамдықпен айналады. Желдеткішті токтан ажыратқаннан кейін 75 айналым жасап барып тоқтады. Желдеткіш толық тоқтағанға дейін қанша уақыт өтті?

Берілгені:

$$\frac{\nu_0 = 900 \text{ айн} / \text{мин} = 15 \text{ Гц}; \quad N = 75 \text{ айн.}}{t - ?}$$

Талдауы. Желдеткіштің қозғалысы бір қалыпты кемімелі айналмалы қозғалыс болғандықтан, іздеп отырған шамаларды табу үшін бір қалыпты кемімелі айналмалы қозғалыстың теңдеулерін қолданамыз:

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2}; \quad (1)$$

$$\omega = \omega_0 - \varepsilon t. \quad (2)$$

(Бір қалыпты үдемелі және бір қалыпты кемімелі айналмалы қозғалыстың толық анықтамасын 21 – есептеңе қара).

$$\omega_0 = \varepsilon t; \quad 2\pi\nu = \varepsilon t; \quad \omega_0 = 2\pi\nu_0;$$

$$\omega = \frac{2\pi\nu_0}{t}. \quad (3)$$

(3) теңдеудегі үдеудің мәнін (1) теңдеуге қойып желдеткіштің қанша уақытта толық тоқтайтынын табуға болады:

$$\varphi = 2\pi N;$$

$$2\pi N = 2\pi\nu_0 t - \frac{\varepsilon t^2}{2},$$

$$\varepsilon t^2 - 4\pi\nu_0 t + 4\pi N = 0;$$

$$2\pi\nu_0 t - 4\pi\nu_0 t + 4\pi N = 0; \quad t = \frac{2N}{\nu_0},$$

Шешуі:

$$t = \frac{2N}{\nu_0} = \frac{2 \cdot 75 \text{ айн.}}{15 \text{ айн./с}} = 10 \text{ с.}$$

3 ЖАТТЫҒУ ЕСЕПТЕРІ

3.1 Бірқалыпсыз түзусызықты қозғалыс

Денелердің түзусызықты бірқалыпты үдемелі қозғалысы

1 – есеп

Автокөлік жолдың бірінші жартысын 72 км/сағ жылдамдықпен, екінші жартысын 30 м/с жылдамдықпен жүріп өтті. Автокөліктің барлық жол бойындағы орташа жылдамдығын анықтандар.

2 – есеп

Пойыз жолдың төрттен бір бөлігін 16,7 м/с жылдамдықпен жүріп өтті. Барлық жол бойындағы орташа жылдамдық 40 км/сағ болса, онда жолдың қалған бөліктерін пойыз қандай жылдамдықпен жүріп өтеді?

3 – есеп

Автокөлік жолдың жартысын $v_1 = 60$ км/сағ, қалған бөлігінің бірінші жартысын $v_2 = 15$ км/сағ, ал екінші жартысын $v_3 = 45$ км/сағ жылдамдықпен жүріп өтті. Барлық жол бойындағы автокөліктің орташа жылдамдығын анықтандар.

4 – есеп

Пойыз жолдың бірінші жартысын екінші жартысына қарағанда $n = 1,5$ есе артық жылдамдықпен жүріп өтті. Барлық жол бойындағы орташа жылдамдық $v_{\text{орт}} = 43,2$ км/сағ. Жолдың бірінші және екінші жартысындағы пойыздың v_1 мен v_2 жылдамдықтары қандай?

5 – есеп

Мәшине жолдың бірінші жартысын 40 км/сағ жылдамдықпен жүріп өтеді. Содан соң ол өзінің бастапқы бағытына 180° (30°) бұрыш жасай отырып, 60 км/сағ жылдамдықпен қозғалады. Мәшине қозғалысының орташа жылдамдығы мен орын ауыстыруының орташа жылдамдығы неге тең?

6 – есеп

Өзен ағысы бойымен қозғалған қайық қарсы бағытпен жүзуге қарағанда $n = 3$ есе кем уақыт жұмсады. Барлық жол бойындағы орташа жылдамдық $v = 3$ км/сағ болса, қайық жағалауға қатысты қандай жылдамдықпен қозғалған?

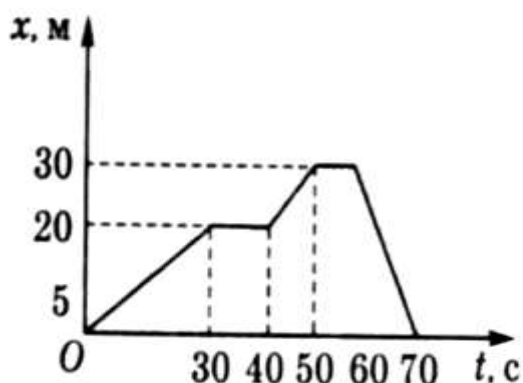
7 – есеп

Дене берілген бағытқа $\alpha_1 = 30^\circ$ бұрышпен жолдың бірінші жартысын $v_1 = 30$ км/сағ жылдамдықпен, ал екінші жартысын берілген бағытпен $\alpha_2 = 120^\circ$ бұрыш жасап, $v_2 = 40$ м/с жылдамдықпен жүріп өтті. Орын ауыстырудың орташа жылдамдығын табыңдар. Дене $t = 4$ с уақытта қандай жол жүреді?

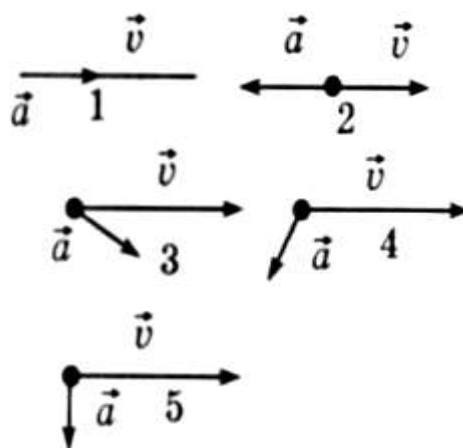
8 – есеп

Жүк вертикаль бойымен орын ауыстырады. Осы орын ауыстырудың графигін пайдаланып, жүктің көтерілу және түсу жылдамдығы мен 70 с уақыт ішінде жүріп өткен жолын анықтандар (1.13-сурет). Жүк қозғалысының орташа жылдамдығы неге тең? Жүк жылдамдығының уақытқа тәуелділік графигін сызыңдар.

1.14-суретте көрсетілген материялық нүкте қозғалысының сипаты қандай болады? Барлық жағдайда $\vec{a} = \text{const}$.



1.13-сурет



1.14-сурет

9 – есеп

Троллейбустың жылдамдығы 4 с ішінде 6 м/с-тан 8 м/с-қа дейін артты. Троллейбус қандай үдеумен қозғалады?

10 – есеп

Қозғалыс басталғаннан соң 20 с уақыт өткеннен кейін автобус 36 км/сағ жылдамдық алды. Автобус қандай үдеумен қозғалады?

11 – есеп

Парашют ашылғаннан кейін 1,1 с ішінде парашютшінің түсу жылдамдығы 60 м/с-тан 5 м/с-ке дейін кемиді. Осы уақыттағы оның үдеуі неге тең?

12 – есеп

1.15-суретте үдемелі қозғалыстағы төрт дененің сызбасы көрсетілген. Осы денелер қалай қозғалады?

13 – есеп

Пойыз аялдамадан қозғалғаннан кейін 10 с уақыт өткенде 0,6 м/с жылдамдық алады. Қанша уақыттан кейін пойыздың жылдамдығы 3 м/с болады?

14 – есеп

Автокөлік $0,4 \text{ м/с}^2$ үдеумен қозғалса, қанша уақыттан кейін өзінің жылдамдығын 12 м/с-тан 20 м/с-қа дейін жеткізеді?

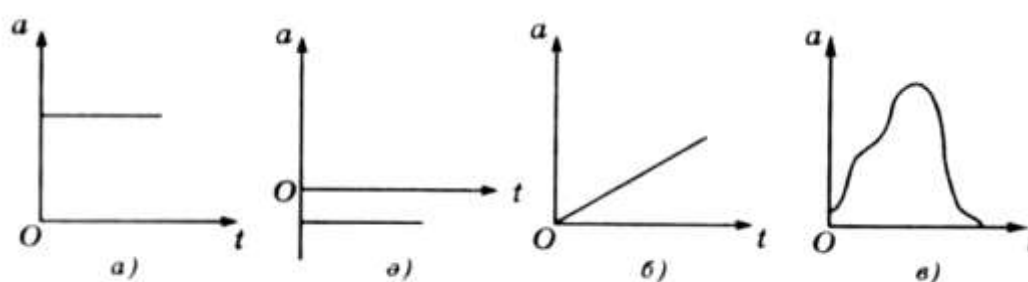
15 – есеп

Аялдамадан шыққан автобус 10 с уақыттан кейін өзінің жылдамдығын 10 м/с-қа жеткізді. Автобустың үдеуін анықтаңдар.

Автобустың аялдама жанынан 15 м/с жылдамдықпен бірқалыпты қозғалып бара жатқан автокөлікпен байланысты санақ жүйесіндегі үдеуі қандай болады?

16 – есеп

Материялық нүкте жылдамдығының проекциясы $v_x=10 + 2t$ заңдылығы



1.15-сурет

бойынша өзгереді. SI жүйесіндегі өлшем бірлігінде: а) нүкте қозғалысының сипатын анықтаңдар; ә) бастапқы жылдамдықтың модулі мен бағытын анықтаңдар; б) үдеу проекциясын, үдеуді және оның бағытын табыңдар; в) бастапқы қозғалыстан 5 с және 10 с өткеннен кейінгі нүктенің жылдамдығын есептеңдер; г) $v_x(t)$ тәуелділігінің графигін сызыңдар; д) үдеу проекциясының уақытқа тәуелділік $v_x(t)$ графигін салыңдар.

17 – есеп

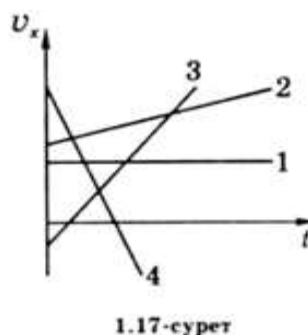
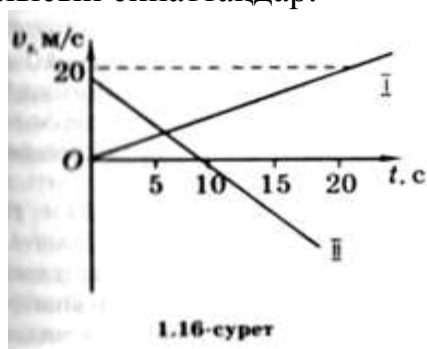
Дененің жылдамдығының проекциясы $v_x = 10 - 2t$ заңдылығымен өзгереді. SI жүйесіндегі өлшем бірлігінде: а) дене қозғалысының сипатын анықтаңдар; ә) бастапқы жылдамдықтың проекциясын, бастапқы жылдамдық векторының модулі мен бағытын анықтаңдар; б) үдеу проекциясын және үдеу векторының модулі мен бағытын анықтаңдар. Үдеу векторы бастапқы жылдамдық векторына қатысты қалай бағытталған? в) үдеу проекциясының уақытқа тәуелділік теңдеуін жазыңдар; г) $v_x(t)$ және $a_x(t)$ тәуелділігінің графигін салыңдар; д) қозғалыс басталғаннан кейін 2 с және 8 с өткендегі дененің графигтік және аналитикалық түрде жылдамдықтарын табыңдар. Нәтижесін түсіндіріңдер. Графиктің уақыт өсімен қиылысу нүктесінің физикалық мағынасы қандай?

18 – есеп

1.16-суретте екі дененің $v_x(t)$ тәуелділігінің графигі көрсетілген. Әр график бойынша денелер қозғалысының сипатын, бастапқы жылдамдық проекциясын, бастапқы жылдамдық векторының модулін және бағытын анықтаңдар. Үдеу векторының проекциясын, модулін және бағытын табыңдар. Әр дене үшін $v(t)$ тәуелділігінің теңдеуін жазыңдар. Графиктегі қиылысу нүктелерінің физикалық мағынасы қандай?

19 – есеп

1.17-суретте келтірілген жылдамдықтардың графигері бойынша дене қозғалысын сипаттаңдар.

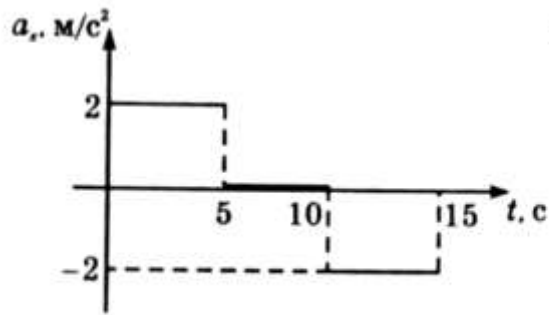


20 – есеп

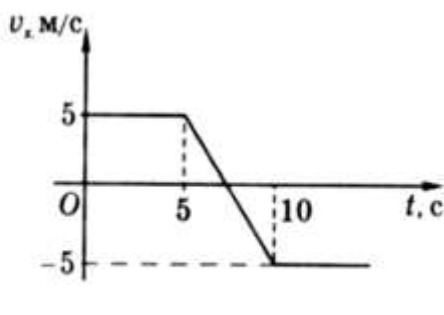
1.18-суретте қандай да бір дененің алған үдеуінің проекциясының уақытқа тәуелділік графигі көрсетілген. Бастапқы жылдамдықтың проекциясын 10 м/с деп алып, $v_x(t)$ тәуелділігінің теңдеуін жазыңдар және оның графигін салыңдар.

21 – есеп

Қандай да бір дененің жылдамдығының проекциясы 1.19-суретте көрсетілгендей өзгереді. Осы дененің әртүрлі уақыт аралығындағы қозғалысының сипатын түсіндіріңдер. Үдеу векторының бағытын және



1.18-сурет



1.19-сурет

модулін анықтаңдар, осы уақыт аралықтарындағы жылдамдық проекцияларының уақытқа тәуелділік теңдеулерін жазыңдар және үдеу проекцияларының уақытқа тәуелділік графиктерін салыңдар.

22 – есеп

Автокөлік тыныштық күйден бірқалыпты үдемелі қозғалып, 10 с уақытта қандай жылдамдық алады? Ол 5 с уақыт ішінде 25 м жол жүреді.

23 – есеп

Трамвай 15 м/с жылдамдықпен бірқалыпты қозғалып келе жатып, тежеле бастады. Егер ол 10 с уақыттан кейін тоқтаса, онда трамвайдың тежелу жолы неге тең?

24 – есеп

Трамвай аялдамадан қозғалып, 10 с ішінде 30 м жол жүреді. Осы жолдың соңында трамвай қандай жылдамдық алады?

25 – есеп

Цирк артисі торға 9 м/с жылдамдықпен секірді. Артист толық тоқтағанша тор 1,5 м-ге дейін созылды. Тежелу үдеуі қандай?

26 – есеп

Дене $a=0,5 \text{ м/с}^2$ үдеумен түзусызықты қозғалады. Бастапқы жылдамдығы $v_0=-5 \text{ м/с}$, бастапқы координатасы $x_0 = 2 \text{ м}$. Дененің қозғалыс жылдамдығының уақытқа тәуелділік теңдеуін жазыңдар. Дененің аялдамаға дейінгі жүрген жолына және қозғалыс уақытын анықтаңдар.

27 – есеп

Мотоциклші тыныштық күйден қозғалып, 5 с ішінде 2 м/с^2 үдеу алады, содан соң ол 5 мин бірқалыпты қозғалады да, тағы 10 с өткенде өзінің жылдамдығын 15 м/с-қа арттырады. Мотоциклші қозғалысының орташа жылдамдығын анықтаңдар. Жылдамдық проекциясының уақытқа тәуелділік графигін салыңдар және мотоциклшінің жүріп өткен жолын анықтаңдар.

28 – есеп

Материялық нүкте координатасының теңдеуі $20+5t+t^2$ түрінде берілген. SI жүйесіндегі өлшем бірлігінде: а) нүктенің қозғалысын сипаттаңдар; ә) бастапқы координатаны, бастапқы жылдамдықтың модулін және бағытын, үдеудің модулін және бағытын анықтаңдар; б) қозғалыстың жылдамдық проекциясының уақытқа тәуелділік теңдеуін жазыңдар; в) үдеу проекциясының уақытқа тәуелділік теңдеуін жазыңдар; г) 3 с өткендегі дененің координатасын;

ғ) 3 с уақыт ішіндегі дененің орын ауыстыруын; д) 3 с уақыт ішіндегі дененің жүрген жолына табыңдар.

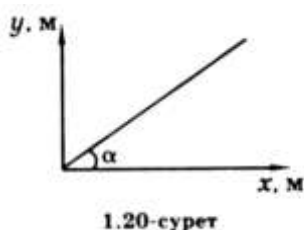
29 – есеп

Дене $x=2-12t+2t^2$ заңы бойынша қозғалады (x метрмен, t секундпен берілген). Қозғалыс жылдамдығының, үдеуінің және координатасының уақытқа тәуелділік графигін салыңдар.

30 – есеп

Нүктенің түзусызықты қозғалысы $x=1+3t-2t^2$ (өлшем бірліктері SI жүйесінде алынған) теңдеуімен өрнектеледі. Бастапқы уақыт мезетінде дене қайда орналасқан? Жылдамдық уақыт бойынша қалай өзгереді? Нүкте қай кезде координаталар басында болады?

31 – есеп



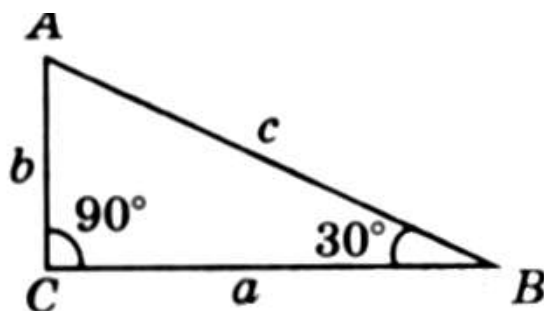
Дененің қозғалыс траекториясы 1.20-суретте көрсетілген. y осі бойынша дене қозғалысының теңдеуі мына түрде жазылады: $y = \frac{a_y t^2}{2}$, мұндағы $a_y=2$ м/с².

32 – есеп

Бұрыш $\alpha=30^\circ$. Дененің үдеуін анықтаңдар. Қозғалыс басталғаннан кейін $t=5$ с уақыт ішінде дене қандай жылдамдық алады, осы уақыт мезетінде оның координатасы қандай болады?

33 – есеп

Дене C нүктесінен CA түзуі бойымен $v=2,5$ м/с жылдамдықпен қозғалып барады (1.21 -сурет). Осы уақытта B нүктесінен BA түзуі бойымен II дене бастапқы жылдамдықсыз үдемелі қозғалып келеді. Егер денелер A нүктесінде кездессе, II дене қандай үдеумен қозғалған? Осы денелердің орташа жылдамдықтарының өзгешелігі қандай? Денелер қанша уақыттан кейін кездеседі? AC=10 м.



1.21-сурет

34 – есеп

Екі автокөліктің қозғалысы $x_1=2t+0,2t^2$, $x_2=80-4t$ теңдеулерімен берілген. Шамалардың өлшем бірліктері SI жүйесінде алынған. Әр автокөлік қозғалысының түрін анықтап, олардың қозғалыс жылдамдықтарының уақытқа

тәуелділік графиктерін салындар. Автокөліктер қайда және қашан кездеседі? Олардың арақашықтығы уақытқа байланысты қандай заңдылықпен өзгереді? Қозғалыс басталғаннан 10 с өткенде, олардың арақашықтығы қандай болады? Осы уақыт ішінде әр автокөлік қандай орын ауыстырады?

35 – есеп

Ұзындықтары бірдей екі пойыз бір-біріне қарама-қарсы параллель жолдармен 36 км/сағ жылдамдықпен қозғалып келе жатыр. Олардың бас вагондары қатарласқанда, пойыздардың біреуі тежеле бастайды ал соңғы вагондары қатарласқанда, ол пойыз тоқтайды. Егер тежелу уақыты 1 мин-қа созылса, онда пойыздардың ұзындығы қандай?

36 – есеп

Тыныштық күйден бірқалыпты үдемелі қозғалып келе жатқан автокөліктің $t=10$ с уақыттан кейінгі жылдамдығы $v=36$ км/сағ-қа тең. Автокөліктің қозғалыс үдеуін табындар. Ол қантпа жол жүрді және соңғы секундта жүрген жолы қандай?

37 – есеп

Егер қозғалыс басталғаннан кейін 8 с-та дене $s = 30$ м жол жүрсе, онда ол қандай үдеумен қозғалған? 15 с-тағы жолды табындар.

38 – есеп

Автокөлік 1 с-та 1 м, 2 с-та 2 м, 3 с-та 3 м және т.с.с. жол жүрді. Осы қозғалысты бірқалыпты үдемелі деп санауға бола ма?

39 – есеп

Нүкте бірқалыпты кемімелі қозғалысының 5 с-ында 5 см жол жүріп барып тоқтады. Қозғалыстың 3 с-ында дене қандай жол жүреді?

40 – есеп

Материялық нүкте a үдеумен қозғалады. Нүктенің бірдей t уақыт аралығындағы қатар жүрген екі жолының айырымын анықтаңдар.

41 – есеп

Нүкте бірқалыпты қозғалыс кезінде алғашқы екі бірдей $t = 4$ с уақыт аралығында $s_1 = 24$ м және $s_2 = 64$ м жол жүреді. Жолдың бірінші және екінші жартысында нүктенің орташа жылдамдығы қандай?

42 – есеп

Тасжолдың бұзылған бөлігінде бір қатардағы әрбір автокөліктің жылдамдықтары v_1 -ден v_2 -ге дейін кемиді. Автокөліктер бір-бірімен соқтығысып қалмауы үшін олардың арақашықтығы қандай болуы керек? Әр автокөліктің ұзындығы l .

43 – есеп

Автобус 20 с бойы аялдамаға дейін түзусызықты қозғалып, 310 м жол жүреді. Оның бастапқы жылдамдығы 15 м/с. Автобус үдеуі бағытының өзгертетінін дәлелдендер.

44 – есеп

Дене А нүктесінен қозғала бастайды. Ол алғашқы t_0 уақытта бірқалыпты үдемелі, содан кейін модулі сондай үдеумен бірқалыпты кемімелі қозғалған. Қанша уақыттан кейін дене бастапқы А нүктесіне қайтып келеді?

45 – есеп

Трамвай жолындағы екі аялдаманың арақашықтығы 400 м. Осы қашықтықтың басында және соңында трамвай вагоны тұрақты $0,5 \text{ м/с}^2$ үдеумен қозғалады деп есептесек, вагон бұл арақашықтықты 1 мин 20 с-та жүріп өтеді. Вагонның ең үлкен жылдамдығын анықтаңдар.

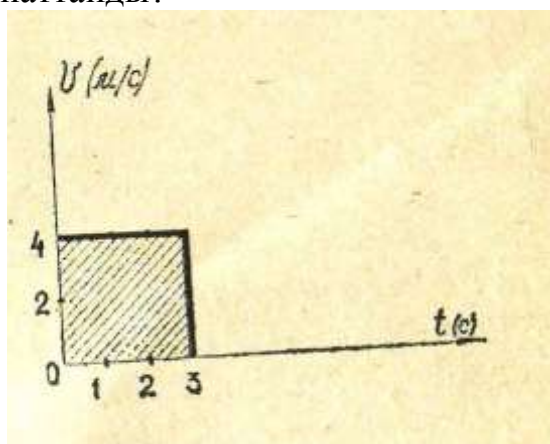
46 – есеп

Доп екі метр биіктіктен еденге түсіп, одан ыршып 1 м биіктікке көтерілгенде, оны қағып алды. Доптың жолын және орын ауыстыруын табыңдар.

47- есеп

Кескінделген жылдамдықтың графигі қозғалыстың қай түріне сәйкес келеді?

1) 3 – ші секундта дене қанша жол жүрді? 2) Штрихталған аудан қандай физикалық шаманы сипаттайды?



17- сурет

48 – есеп

Жолының бірінші жартысын автомобиль 80 км/сағ жылдамдықпен жүрсе, екінші жартысын 40 км/сағ жылдамдықпен жүрді. Орташа жылдамдықты табыңдар. Жылдамдықтың графигін салыңдар?

49 – есеп

Автомобильдің жылдамдығы 20 с ішінде 20 м/с – тан 10 м/с -қа кеміді. Автомобиль қозғалысының үдеуі қандай?

50- есеп

Жазық жермен 36 км/сағ жылдамдықпен келе жатқан поездың жылдамдығы 595 м жер жүргеннен кейін 15 км/сағ -қа дейін кеміді. Поездың бір қалыпты баяу қозғалысының уақытын және үдеуін анықтаңдар.

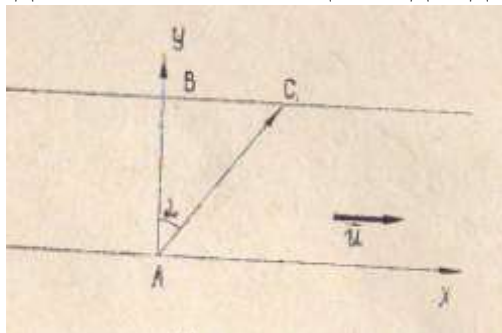
51 – есеп

Поезд екі станцияның аралығын 20 мин ішінде орташа 72 км/сағ жылдамдықпен жүріп өтті. Үдеу алу және тежелу 4 минутқа созылды, ал басқа уақытта поезд бір қалыпты қозғалды. Бір қалыпты қозғалыстағы поездың жылдамдығы қандай болады?

52 – есеп

А нүктесінен С нүктесіне тіке өтіп шығу үшін жүзгіш қандай α бұрышпен жүзуі керек?

Жүзгіштің жылдамдығы және ағыстың жылдамдығы берілген.



18- сурет

53 – есеп

Жүріп келе жатқан мотоциклші 20 с бойы $1,5 \text{ м/с}^2$ үдеумен қозғалды, сонан соң 2 мин бойы бір қалыпты қозғалады, 15 с бойы мотоциклін бір қалыпты тежей отырып тоқтады. Мотоциклшінің максимал жылдамдығын, тежегеннен кейінгі үдеуін және оның орын ауыстыруын график түрінде кескіндеңдер.

54 – есеп

Дене 19,6 м биіктіктен еркін құлады. Осы дененің бірінші 0,1 секундағы жүрген жолын табыңдар.

Ауаның кедергісін ескермейді.

55 – есеп

А денесі тұрған орыннан 2 м/с бастапқы жылдамдықпен қозғалып әрі қарай тұрақты үдеумен қозғалып жүріп отырды. А денесі 10 с жүргеннен кейін оның алғашқы қозғалған нүктесінен 12 м/с жылдамдықпен В денесі шықты. А денесін қуып жету үшін В денесінің жылдамдығының үлкен мәні қандай болуы керек?

56 – есеп

1000 м биіктікте тұрған дене еркін түсті. Дене қозғалысының ең соңғы секундында қанша жер жүрді?

Ақырғы 100 м биіктікті дене қанша уақытта өтеді? Жермен жанасқандағы дененің жылдамдығы қандай?

57 – есеп

20 м/с жылдамдықпен вертикаль жоғары қарай лақтырылған дене жерге қайта түсті. Дене қандай биіктікке көтерілді? Жерге дене қанша уақыттан кейін келіп түсті?

58 – есеп

Биіктігі 25 м мұнарадан 15 м/с жылдамдықпен горизонталь бағытта тас лақтырылды. 1) Тас қанша уақыт қозғалыста болды? 2) Мұнарадан бастап есептегенде тас қандай қашықтыққа барып түсті (s_x). 3) Тастың траекториясының жерге түскен нүктесіндегі горизонтпен жасайтын бұрышын табыңдар (ауаның кедергісі ескерілмейді).

3.2 Нүктенің шеңбер бойымен қозғалысы

59 – есеп

Вагонның жоғарғы сөресінен бір дене құлап түсті. Вагонға және жерге қатысты дененің қозғалысы қандай сипатта болады?

60 – есеп

Велосипедпен келе жатқан адамның үстіне доңғалақтан неге балшық шашырайды? Неліктен балшық велосипедшіні қуып жетеді?

61 – есеп

Жел қозғалтқышының айналу периоды 0,5 с, ал электр қозғалтқышының айналу периоды 0,04 с. Олардың айналу жиіліктері қандай?

62 – есеп

Сағаттың секундтың тілі 1 мин-та толық бір айналым жасайды. Секундтық тілдің ұзындығы 10 см. Осы тілдің ұшының бұрыштық жылдамдығын, сызықтық жылдамдығын, айналу жиілігін және центрге тартқыш үдеуін анықтаңдар. Осы шамалардың векторлары қалай бағытталған?

1) Жердің тәуліктік; 2) сағаттағы сағаттық тілдің; 3) сағаттағы минуттық тілдің; 4) айналу периоды $T = 88$ мин болатын дөңгелек орбита бойымен қозғалатын Жер серігінің бұрыштық жылдамдықтарын табыңдар; 5) орбитасы Жер бетінен 200 км қашықтықтағы Жер серігінің сызықтық жылдамдығы қандай?

63 – есеп

Жер бетіндегі 60° ендікте орналасқан нүктенің сызықтық жылдамдығын табыңдар.

64 – есеп

Жүк көтергіш шығыр барабанының диаметрі 16 см және жүкті көтеру жылдамдығы 0,4 м/с болса, барабанның айналу жиілігі қандай?

65 – есеп

Жер бетінен 1200 км қашықтықтағы Жердің жасанды серігінің айналу периоды 105 мин болса, оның орташа орбиталдық қозғалыс жылдамдығы қандай?

66 – есеп

Жер бетіндегі 45° ендікте орналасқан нүктенің бұрыштық және сызықтық жылдамдығын анықтаңдар.

67 – есеп

Жердің жасанды серігінің дөңгелек орбитасының радиусын 4 есе арттырғанда, оның айналу периоды 8 есеге артады. Жасанды серіктің орбита бойымен қозғалыс жылдамдығы неше есе өзгереді?

68 – есеп

Автокөлік доңғалағы нүктесінің центрге тартқыш үдеуін атықтаңдар. Автокөлік 72 км/сағ жылдамдықпен қозғалып келеді және оның доңғалағының айналу жиілігі 8 с^{-1} .

69 – есеп

Күн өз өсінен айналғанда, оның экваторындағы нүкте 2 км/сағ жылдамдықпен қозғалады. Күннің өз осінен айналу периодын және экватор нүктесінің центрге тартқыш үдеуін анықтаңдар.

70 – есеп

Радиусы $R=0,5$ м доңғалақ горизонталь жолмен сырғанамай $v=1$ м/с жылдамдықпен дөңгелеп келеді. Вертикаль және горизонталь диаметрдің ұштарында орналасқан нүктелердің үдеуін және жылдамдығын табыңдар.

71 – есеп

Егер велосипедтің доңғалағының диаметрі 50 см, жетекші тісті доңғалақтың 48 тісі, ал жетеленушісінің 15 тісі бар тепкішегінің (педаль) айналу жиілігі 1 айн/с болса, велосипедші қандай жылдамдықпен қозғалады?

72 – есеп

Әуе жолаушыларына аспандағы Күн қозғалмайтындай болып көріну үшін ұшақ экваторда шығыстан батысқа қарай қандай жылдамдықпен қозғалуы тиіс?

73 – есеп

Доңғалақ құрсауындағы шеткі нүктенің сызықтық жылдамдығы дөңгелектің осіне 5 см жақын жатқан нүктенің жылдамдығынан 2,5 есе артық болса, онда оның радиусы неге тең?

74 – есеп

Белдік тыныштың күйден айнала бастайды және алғашқы 10 с ішінде $N = 50$ айналым жасайды. Белдіктің айналуын бірқалыпты үдемелі деп есептен, оның бұрыштық үдеуін табыңдар.

75 – есеп

Бірқалыпты үдемелі айналатын доңғалақ тыныштық күшнен бастап 10 айналым жасап, бұрыштық жылдамдығын $\omega=20$ рад/с-ке жеткізеді. Доңғалақтың бұрыштық үдеуін табыңдар.

76 – есеп

Айналу жиілігі 2 с^{-1} дөңгелек 1,5 мин уақыт өткенде тоқтайды. Қозғалысты бірқалыпты кемімелі деп, дөңгелектің толық тоқтағанға дейін қашна айналым жасайтынын және оның бұрыштық үдеуін анықтаңдар.

77 – есеп

Бірқалыпты кемімелі айналатын дөңгелектің тежелуі кезінде оның 1 мин ішіндегі жиілігі 300 айн/мин-тан 180 айн/мин-қа дейін кемиді. Осы уақыт мезетінде дөңгелектің бұрыштың үдеуі және айналу саны қандай?

78 – есеп

Желдеткіш 15 с^{-1} жиілікпен айналады. Желдеткіш желіден ажыратылғаннан кейін бірқалыпты кемімелі айнала отырып, тоқтағанға дейін 75 айналым жасады. Ажыратылғаннан кейін желдеткіш қанша уақытта толық тоқтайды?

79 – есеп

Радиусы $R = 10$ см шеңбер бойымен нүкте тұрақты a_t тангенциал үдеумен қозғалады. Қозғала бастағаннан кейін 5 айналым жасағаннан соң нүктенің жылдамдығы $79,2$ см/с болса, оның a_t үдеуі неге тең?

80 – есеп

Радиусы $R = 20$ см шеңбер бойымен нүкте тұрақты $a_t = 5 \text{ см/с}^2$ тангенциал үдеумен қозғалады. Қозғала бастағаннан қанша уақыт өткенен кейін a_n нормаль үдеуі 1) тангенциал үдеуге тең; 2) тангенциал үдеуден екі есе үлкен болады?

81 – есеп

Радиусы $R = 0,1$ м дөңгелек тұрақты $\varepsilon = 3,14 \text{ рад/с}^2$ бұрыштың үдеумен айналады. Қозғалыс басталғаннан соң 1 с өткенде дөңгелектің жиегінде орналасқан нүкте үшін 1) бұрыштық жылдамдықты; 2) сызықтық жылдамдықты; 3) тангенциал үдеуді; 4) нормаль үдеуді; 5) толық үдеуді; 6) толық үдеу бағыты мен дөңгелектің радиусы арасындағы бұрышты табыңдар.

82 – есеп

Дөңгелек тұрақты 2 рад/с^2 бұрыштың үдеумен айналады. Қозғалыс басталғаннан соң $0,5$ с өткенде дөңгелектің үдеуі $13,6 \text{ см/с}^2$ болды. Дөңгелек радиусын табыңдар.

83 – есеп

Радиусы R шеңбер бойымен дене уақытқа тәуелді сызықты түрде өзгертін $v = \omega R$ жылдамдықпен қозғалады. Дененің толық үдеуінің уақытқа тәуелділігін анықтаңдар.

84 – есеп

Радиусы $R = 1,5$ м ұшақ пропеллері $n = 2 \cdot 10^3 \text{ мин}^{-1}$ жиілікпен айналады. Әр ұшақтың Жерге қатысты қону жылдамдығы $v = 161 \text{ км/сағ}$. Пропеллердің шеткі нүктесінің жылдамдығы және қозғалыс траекториясы қандай?

85 – есеп

Бір қалыпты баяу қозғалыспен айналып тұрған дөңгелек 1 минутта өзінің жылдамдығын 300 айн/мин –тан 180 айн/мин-қа азайтты. Дөңгелектің бұрыштық үдеуін және айналым санын табыңдар.

86 – есеп

Нүкте радиусы 10 см – ге тең дөңгелекті тұрақты тангенциал a_t үдеумен айналып жүр. Нүктенің бесінші айналымының ақырындағы сызықтық жылдамдығы 10 м/с болса, 20 секундтан кейінгі оның нормаль үдеуі a_n қандай болады?

Қорытынды

Физиканың механика, молекулалық физика, оптика, электромагнетизм салаларынан орталық баспалардан өз бетінше білімін көтергісі келгендер үшін, жоғары класс оқушыларына, жоғары оқу орнына түсем деушілерге қосымша әдебиеттер, анықтамалар жарық көруде. Көптеген оқулықтардағы мысал есептер оқушы есепті негізгі теория бөліміндегі формулаларды тікелей пайдаланып шығаруға негізделген.

Көпшілік есептерді тек қана формуланы пайдаланып шығару мүмкін емес, яғни оларды алдын ала логикалық талдау арқылы, қосымша элементар амалдар жүргізу арқылы оқулықтағы формулаларды тікелей пайдалана алатын түрге келтіру керек. Бірталай жылғы жұмыс тәжірибесі орта мектеп бітіріп келген оқушылардың көпшілігінің әсіресе, физика есептерін шығаруда дайындық дәрежесі төмен екенін көрсетті. Орталық баспалардан шыққан бұл әдебиеттер оларға жетпейді, бірен – саран жеткен күнде қазақ мектебінде оқитын оқушылар байыбына бара алмайды.

Бұл жұмыстың мақсаты – 10 сыныптағы физика курсының кинематика бөлімі бойынша есеп шығарудың тәсілдерін көрсетіп, сол арқылы физика есептерін шығаруды үйрету.

Осы дипломдық жұмыста айтылған оқулықтың орнын толықтыру үшін 10 сынып физика сының «Кинематика» тарауы бойынша есептер шығарудың жолдары, талдаулары және әдістемесі жан – жақты, біршама қарастырылды. Жаратылыстану – математика бағытындағы сынып болғандықтан тереңдетілген есептердің шығарылу тәсілдеріне баса назар аударылды.

Пайдаланылған әдебиеттер

1. Савельев Г.В. Курс общей физики, изд-во «Наука», М., 1970 г.
2. Волькенштейн В.С. «Сборник задач по общему курсу физики» изд-во «Наука», М., 1973 г.
3. Козел С.М., Рашба Э.И. «Сборник задач по физике» 1965.
4. Ландау Л.Д. и Лифшиц Е.М. «Механика» изд-во «Наука», М., 1965.
5. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. «Курс общей физики» изд-во «Наука», М., 1979 г.
6. Рымкевич А.П., Рымкевич П.А. «Физика есептерінің жинағы», изд-во «Мектеп», Алматы 1982 ж.
7. Иродов И.Е. Савельев И.В., Замша С.М. «Сборник задач по общей физики» 1972, изд-во «Наука», М., 1972 г.
8. Иродов И.Е. «Основные законы механики» изд-во «Высшая школа», М., 1978 г.
9. Фриш С.Э., Тиморева А.В. «Жалпы физика курсы» 1971 ж. изд-во «Мектеп», Алматы.
10. Стрелков С.П. «Механика», изд-во «Наука», М., 1975 г.
11. Рейф Ф. «Берклевский курс физики», (Механика), изд-во «Наука», М., 1977 г.
12. Кудайкулов М. «Орта мектепте физиканы оқыту әдістемесі» 1998 ж Алматы, «Рауан».
13. Тұяқбаев ж.б. «Физика есептер жинағы» 10-сынып.

Мазмұны

КІРІСПЕ.....	3
1 ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІҢ КЛАССИФИКАЦИЯСЫ ЖӘНЕ ОЛАРҒА ҚОЙЫЛАТЫН ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ШАРТТАР.....	5
1.1. Физикалық есептердің маңызы және классификациясы.....	5
1.2. Физика есептерін шығарудың педагогикалық шарттары.....	7
2. ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ.....	10
2.1. Физика есептерін алгоритмдік амалмен және компьютердің көмегімен шығару.....	10
2.2. 10 сынып физикасының кинематика тарауынан есеп шығарудың жолдары, талдаулары және әдістемесі.....	14
3 ЖАТТЫҒУ ЕСЕПТЕРІ.....	47
3.1 Бірқалыпсыз тұзусызықты қозғалыс. Денелердің тұзусызықты бірқалыпты үдемелі қозғалысы.....	47
3.2 Нүктенің шеңбер бойымен қозғалысы.....	56
ҚОРЫТЫНДЫ.....	59
ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР.....	60

Пішімі 60x84 1/12
Көлемі 63 бет 5,25 шартты баспа табағы
Таралымы 20 дана.
Ш.Есенов атындағы КМТЖИУ
Редакциялық - баспа бөлімінде басылды.
Ақтау қаласы, 32 ш/а.