ӘОК 372.853

ФИЗИКАДАН ҰБТ ТАПСЫРУШЫЛАРҒА КҮРДЕЛІ ЕСЕПТЕР ҚҰРАСТЫРУ ЖӘНЕ ШЕШУ ӘДІСТЕРІ

Әнес Балғабек
Anes.balgabek@mail.ru
Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ магистранты, Нұр-Сұлтан, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Нурахметов Т.

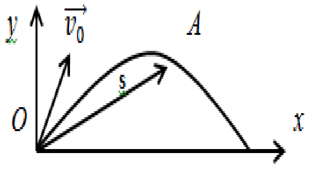
ҰБТ тапсырушыларға физика пәнінен ең басты қиналатын мәселесі - есеп шығару. Бұл теориялық материалдың физикалық мәніне түсінбей, оны механикалық түрде есте сақтап қалуынан болады. Ал ондай білімнің күнделікті тұрмыста кездесетін кейбір физикалық құбылыстардың мәнін түсіндіруге, физикалық есептерді шығаруға ешбір көмегі тимейді. Физиканың логикалық есептерін шығару математикалық есептерді шығаруға қарағанда қиынырақ, себебі мұнда үнемі математикалық түрлендірулерді қолданып, есептің шешімін таба алмайсың. Бұл есептер үшін басты шарт – құбылыстың физикалық мәнін түсіну, сол арқылы логикалық теңдеу құру. Сонда ғана есептің ақиқат шешімін табуға болады. Жоғарыда айтылған шарттар осы «Физикадан ҰБТ тапсырушыларға күрделі есептерді құрастыру және шешу әдістері» тақырыбын зерттеуге себеп болды. Бұл зеріттеуде физика әнінің Механика бөлімінің Кинематика тарауы бойынша теориялық материалдарға қатысты күрделі есептер құрастырылып және қалай шешудің әдіс- тәсілдері келтірілген.

Кинематика негіздерін түрліше тәсілдермен сипаттауға болады [2]:

Координаталық тәсіл. Материялдық нүктенің қозғалысы координаталардың уақытқа тәуелділігін білдіретін функциялармен беріледі: $x = f(t), y = g(t), z = h(t).$

Координаталардың уақытқа мұндай тәуелділіктері қозғалыс заңы деп аталады. Түзусызықты бірқалыпты қозғалыс жағдайында ол мына түрде $x = x_0 + \vartheta t$ беріледі, ал түзусызықты бірқалыпты үдемелі қозғалыс жағдайында: $x = x_0 + \vartheta_{0x} t + \frac{a_x t^2}{2}$.

Векторлық тәсіл. Нүктенің кеңестіктегі орын координаталардың бас нүктесінен жүргізілген және қозғалыстағы нүктеге «ілесіп» отратын радиус-векторымен анықталады. Мұндай тәсіл теориялық физикада кеңінен қолданылады. Мысал ретінде, көкжиекке бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын алуға болады (1-сурет)



1-сурет – Көкжиекке бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысы

$$\vec{S} = \vec{\vartheta}_0 t + \frac{g t^2}{2} \qquad (1)$$

Қисықсызықты координаталар әдісі. Берілген траекторияда (мысалы, поездың, автомобильдің қозғалысы) дененің координатасын емес, оның жүріп өткен жолын есептеген ыңғайлы, осылайша оның координатасы да анықталады. Дененің кеңістіктегі орнын осындай тәсілмен анықтау қисықсызықты координаталар әдісі деп аталады. Ол траектория берілген кезде (релістер, жол, туристік маршрут және т.б.) жиі қолданылады. Материялдық нүкте қозғалысын сипаттаудың үш тәсілі де өзара тең баламалы, олар қозғалыс теңдеулерінің ықшамдылығымен, қозғалысты сипаттаудың көрнекілігімен анықталады. Физика ғылымы бойынша жазылған әдебиеттерде орын ауыстыру векторы мен жолды белгілеу әр түрлі болуы мүмкін. Мысалы, орын ауыстыру векторын көбіне $\vec{s}, \vec{r}, \vec{R}$ ал жолды s, ℓ, r деп белгілейді. Біз мына белгілеуді аламыз: орын ауыстыру векторы - $\vec{s}$, жолдың ұзындығы - s, сонда , $|\vec{s}| = \sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2 + (\Delta z)^2}$ яғни қозғалысты сипаттаудың координаталық тәсілі әмбебап болады. Сонымен қатар механиканың негізгі мақсаты дененің кеңістіктегі қозғалысын уақытқа тәуелді анықтау, яғни $x = f(t), y = g(t), z = h(t)$. функцияларын анықтап, осылардан жылдамдықтарды жеңіл есептеуге болады: $x' = \vartheta_x$, $y' = \vartheta_y$, $z' = \vartheta_z$ және үдеулерді анықтауға мүмкіндік туады: $x'' = a_x$, $y'' = a_y$, $z'' = a_z$.

Физикалық есептерді жүйелі шығарудың мынадай жылпы есептеу жолдары бар:

1. Есептің берілген шартымен талабын түсініп танысу. Есептің шартын мұқият түсініп оқып, әрбір мәселені ашып, берілген физикалық шамалармен қойылған сұрақтарды анықтап шығу керек. Кейбір жаңа терминдердің, түсініксіз сөздердің, кейбір шамалардың мағынасын түсіндіре кету керек. Есептің шартын тұжырымдай келе оны қысқаша жазу керек.

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

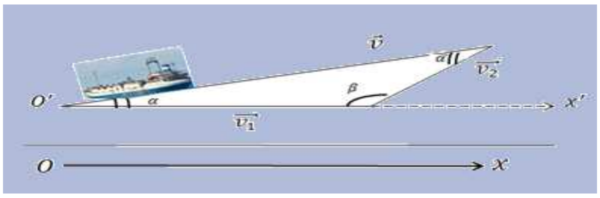
3. Есептің шығару жолдарын қарастыру. Есептің сұрауына жауап беретін физикалық құбылыстардың тізбегін анықтау. Мұны сұраққа жауап беретін қарапайым формуладан бастап, әрі қарай оның құрамындағы шамаларды есептің шартымен байланыстыру, сөйтіп қорытынды формуланы алу. Мүмкіндігі болса, бұл формуланы алгебралық түрде тауып, тек содан кейін есептің сан мәндерін қою керек.

4. Есептің шешімін табу және жауабын тексеру. Есептегі шамаларды формулаға қоюдан бұрын халхаралық бірліктер жүйесіне келтіреміз. Есептеуде шамалардың дәлдік мәндерін ескеру керек. Есептің жауабы шындыққа ұқсас болуы керек. Тек содан кейін оны жауабымен салыстыруға, тексеруге болады. Осы талаптарға сай төмендегі келтірілген мысалдарды талдап қарастырайық[1].

Мысал1: Тынық көл бетінде күн шығыстан батысқа қарай кеме жүзіп барады, кенет оңтүстіктен батысқа қарай жылдамдығы 7,2 м/с болатын жел пайда болып соға бастады. Егер кеменің бастапқы жылдамдығы 36 км/сағ болса, онда кеменің жағаға қарағандағы жел тұрғаннан кейінгі жаңа бағыты a мен қортқы v жылдамдығын табыңыз.

$$\vartheta_1 = 36\frac{км}{сає} = \frac{10м}{с}; \vartheta_2 = 7{,}2\frac{м}{с}.\ \ \vartheta = ?;\ a = ?$$

Талдау жасау: координаталар жүйесінде бас нүктесі ретінде жағадағы кез келген нүктені алып(мысалы, 2-суреттен О нүктесін), ал х өсінің оң бағыты ретінде кеменің жүзіп келе жатқан бағытын алайық. кемеге оңтүстіктен батысқа қарай бағытталған жел соққандықтан кеменің жағаға қарағандағы қортқы жылдамдығы екі жылдамдықтың векторлық қосындысына тең болады, яғни: $\vec{\vartheta} = \vec{\vartheta}_1 + \vec{\vartheta}_2$. Скалярлық формада оның қорытқы жылдамдығының модулын косинустар теоремасын қолданып табамыз, сонда: $\vartheta^2 = {\vartheta_1}^2 + {\vartheta_2}^2 + 2\vartheta_1\vartheta_2\cos\beta$, β=135^0, себебі жел оңтүстіктен батысқа қарай соққандықтан шығыстан батысқа келе жатқан кememен оңтүстік батысқа қарай соққан желдің векторлары 135^0 бұрыш жасайды. кемеге жел әсер еткеннен кейінгі жаңа бағытын табу үшін х өсінің бас нүктесі О нүктесін O' нүктесіне апарып орналастырамыз, яғни координаталар жүйесін өзіне-өзін параллель етіп көшіреміз, көшірілгеннен кейінгі абсцисса өсін O'x деп белгілейміз, сонда жаға менкеменің жаңа бағытының арасындағы бұрышын (а-ны) табу үшін геометриядан белгілі үшбұрыштардың қабырғалары мен бұрыштары арасындағы қатыстарды пайдаланамыз (2-сурет):



2-сурет – Үшбұрыштардың қабырғалары мен бұрыштары арасындағы қатыстар

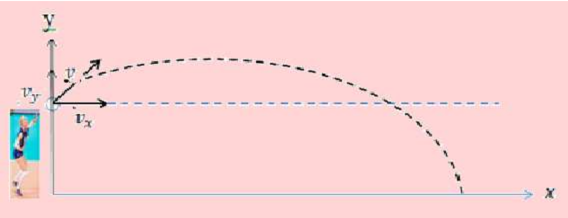
$$\frac{\vartheta}{\sin\beta}=\frac{\vartheta_1}{\sin\gamma}=\frac{\vartheta_2}{\sin a} \qquad (2)$$

Шешуі: $\sin a=\dfrac{\vartheta_2\sin\beta}{\vartheta}$

$\vartheta^2=\vartheta_1{}^2+\vartheta_2{}^2+2\vartheta_1\vartheta_2\cos\beta=(10\ \frac{м}{с})^2+(7{,}2\ \frac{м}{с})^2+2\cdot 10\frac{м}{с}\cdot 7{,}2\frac{м}{с}\cdot 0{,}7=252{,}64\ (\frac{м}{с})^2.$

$\vartheta=\sqrt{252{,}64\left(\frac{м}{с}\right)^2}\approx 16\ \frac{м}{с}.$ $\sin a=\dfrac{7{,}2м/с\cdot 0{,}7}{16м/с}$; $a=18^0 12'$

Мысал 2: Волейболшы допты горизонтқа 60^0 бұрыш жасай лақтырды. Доп (горизонталь бойынша) лақтрылған нүктеден 60 м жерге түсті. Доптың бастапқы жылдамдығы ϑ_0 –ді, ұшу уақыты τ -ні және доптың ең жоғарғы биіктігі Н-ті табыңдар. Ең жоғарғы нүктедегі және жерге түсер жердегі доптың траекториясының қисықтық радиусын табыңдар. Ойыншының бойының ұзындығы 1,95 м-ге тең (3-сурет). Ауа кедергісін есептемеңдер [3].



3-сурет – Доптың траекториясы

Берілгені: h=1,95 м; а=60^0; s=60 м. H=? τ =? ϑ_0=? R_2=?

Талдау жасау: Доптың қозғалысы бұл жағдайда әуелі қисық сызықтың бойымен жоғары көтеріледі, сонымен қатар сондай қисық сызықтың бойымен төмен түседі. ХОУ координаталары жүйесінің бас нүктесі етіп жердің бетін алайық та, осы жүйеде қозғалыс заңдылығын анықтайық. Доптың қозғалысын күрделі қозғалыс деп қарастыру керек, себебі допты лақтрған уақытта ол жоғары көтерілумен қатар горизонталь бағытта лақтырылған нүктесінен алыстай түседі, сондықтан оның жылдамдығын да күрделі жылдамдық деп қарастырып екі құраушы жылдамдыққа жіктейміз вертикаль құраушы және горизонталь құраушы (3-сурет). Суретке және есептің шартына қарай отырып доптың жылдамдығының х өсіне проекциясын жазайық:

$$\vartheta_x=\vartheta_0\cos a \qquad (3)$$

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

$x = \vartheta_x t = \vartheta_0 \cos a \cdot t = s$; t= τ;

$$s= \vartheta_0 \cos a \cdot \tau \qquad (4)$$

Доп қозғалысы жылдамдығының вертикаль құраушысы бір қалыпты кемімелі қозғалыс, сондықтан доптың жылдамдығы нольге тең болғанға дейін жоғары көтеріледі, сонан соң кері бағытта бір қалыпты үдемелі қозғалыспен жерге қарай түсе бастайды, олай болса бұл қозғалыстың үдеуі еркін түсу үдеуі болып табылады. v_0 – жылдамдығының y өсіне проекциясын жазайық:

$$\vartheta_y = \vartheta_0 \sin a - gt; \qquad (5)$$

$$t= \tau;\ \vartheta_y = \vartheta_0 \sin a - g\tau. \qquad (6)$$

Доптың y өсі бойынша көтерілгенге дейінгі қозғалысы бір қалыпты кемімелі қозғалыс болғандықтан:

$$y = \vartheta_y t - \frac{gt^2}{2}; \qquad (7)$$

$$t = \tau; y = h_{\max}; h_{\max} = \vartheta_0 \sin a \cdot \tau - \frac{g\tau^2}{2} \qquad (8)$$

Теңдеулер жүйесін біріктіре шешіп, τ-ды ϑ_0-ді анықтаймыз.

Ал доптың ең жоғары көтерілген биіктігі төмендегі теңдеумен анықталады:

$$H=h_1+h_{\max}, \qquad (9)$$

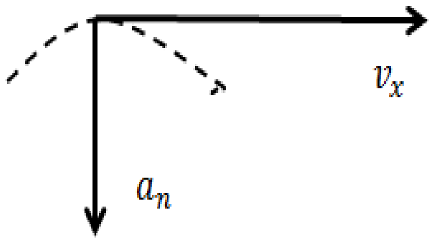
h_1 – Волейболшының бойының биіктігі, яғни доптың тұрған нүктесінен жер бетіне дейінгі ара қашықтық. Доптың жоғарыға көтерілуге кеткен уақытын t десек, және ең жоғары нүктеде доптың жылдамдығының y өсі бойынша құраушысы нольге тең болғандықтан: v_y=0; t= t_1; y=$y_{\max}$.Жоғарыдан мәндерді (2) теңдеуге қойып t_1-ді табамыз:

$$t_1= \frac{\vartheta_0 \sin a}{g}. \qquad (10)$$

$\tau = t_1$-ді (4) теңдеуге қойсақ:

$$y_{\max} = \vartheta_0 \frac{2\sin^2 a}{2g} \qquad (11)$$

Енді доптың ең жоғары көтерілу нүктесіндегі толық үдеуін, жылдамдығын, нормаль және тангенциал үдеулерінің бағытын табайық. Доптың траекториясының ең жоғарғы нүктесіне y өсі бойынша жылдамдықтың құраушысы нөлге тең, яғни v_y=0 сондықтан толық жылдамдық осы нүктеде x өсінің құраушы жылдамдығына тең болып қалады, v=v_x , олай болса үдеу вектор мен жылдамдық векторы осы нүктеде өзара перпендикуляр 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 (4-сурет), яғни:



4-сурет – Жылдамдық пен үдеу қатынасы

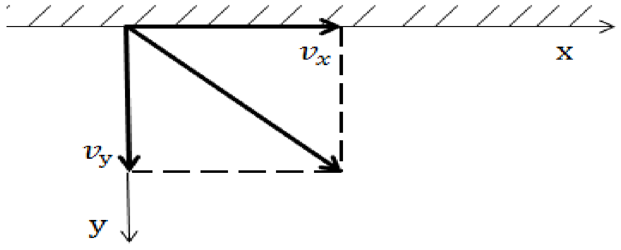
$$R_1 = \frac{\vartheta^2}{a_n} = \frac{\vartheta_0^{\ 2}\cos^2 a}{g} \tag{12}$$

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

$$a_n = gsin\beta; a_\tau = gcos\beta;\ \mathrm{R}_2 = \frac{{v_y}^2}{gsin\beta} = \frac{v^3}{gv_x}. \tag{13}$$

Доптың жерге жанасу нүктесіндегі жылдамдық векторымен үдеу векторларының арасындағы бұрышы төмендегі өрнектен табылады (5-сурет):

$$sin\beta = \frac{v_x}{v_y}. \tag{14}$$



5-сурет – Доптың жерге жанасу нүктесіндегі жылдамдық

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

$$v = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2} = \sqrt{{v_0}^2cos^2a + (vsina - g\tau)^2}. \tag{15}$$

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

$\tau = \sqrt{\frac{2(h+s\cdot tga)}{g}} = \sqrt{\frac{2(1{,}95m+60m\cdot tg60°)}{9{,}8\frac{m}{c^2}}} = 4{,}6\ c.\ \ v_0 = \frac{s}{\tau cosa} = \frac{60m}{4{,}6c\cdot 0{,}5} = 26\frac{m}{c}.$

8-теңдеуден:

$y_{max} = {v_0}^2\frac{sin^2a}{2g} = \frac{\left(26\frac{m}{c}\right)^2\cdot(0{,}86)^2}{2\cdot 9{,}8\frac{m}{c^2}} = 25{,}5\ m;$H=h$_1$+$y_{max} = 1{,}95\ m + 25{,}5\ m = 27{,}45\ m.$

9-теңдеуден:

$$R_1 = \frac{v^2}{a_n} = \frac{{v_0}^2 cos^2 a}{g} = \frac{\left(26\frac{m}{c}\right)^2 \cdot (0,5)^2}{9,8\frac{m}{c^2}} = 17,2 \text{ м} \qquad (16)$$

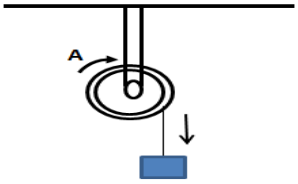
13-теңдеуден:

$$v = \sqrt{{v_0}^2 cos^2 a + (vsina - g\tau)^2} = \sqrt{\left(26\frac{m}{c}\right)^2 \cdot (0,5)^2 + \left(26\frac{m}{c} \cdot 0,86 - 9,8\frac{m}{c^2} \cdot 4,6\right)^2} = 26\frac{m}{c}.$$

Доптың жерге жанасу нүктесіндегі қисықтық радиусы:

$$R_2 = \frac{v^3}{v_x \cdot g} = \frac{(26\, m/c)^3}{26\frac{m}{c} \cdot 9,8\, m/c^2} = 68,97 \text{ м} \qquad (17)$$

Мысал 3: Радиусы 25 см шығырға жіп оранған. Жүк байланған жіп біртіндеп төмен түскенде шкив айналмалы қозғалыс жасайды. Жүк байланған жіп 4,5 см/с^2 үдеумен қозғалып төмен түсе бастайды. Жүк 200 см төмен түскендегі шығырдың бойындағы А нүктесінің үдеуінің бағыты мен шамасын табыңдар [4] (6-сурет).



6-сурет - Жүк байланған жіп

Берілгені: R=25 cm; s=200 cm; a=4,5 m/c^2 . $a_{тол}$ =?

Талдау жасау: Жіпке байланған жүк төмен қарай үдей қозғалады және ол өзімен бірге шығырды да бір қалыпты үдемелі айналмалы қозғалысқа келтіреді. Жүк 200 см төмен түскендегі олардың сызықтық жылдамдығының шамасы бір қалыпты үдемелі қозғалыстың үшінші теңдеуінен тауып алуға болады: $v = \sqrt{2as}$.. Бұрышытқ жылдамдық пен сызықтық жылдамдықтың арасындағы байланысты пайдаланып ($v = \omega R$), шығырдың бұрыштық жылдамдығын тауып алуға болады: $\omega = \frac{v}{R}$.. Өз осінен айнылып тұрған шығырдың үдеуін күрделі үдеу деп қарастырамыз, себебі дене қисық сызық бойымен қозғалғанда оның үдеуі шама жағынан да бағыт жағынан да өзгереді, сондықтан А нүктесіндегі толық үдеудің модулын мына формуламен табуға болады, яғни:

$$a_{тол} = \sqrt{{a_\tau}^2 + {a_n}^2} = \sqrt{(R\frac{\Delta\omega}{\Delta t})^2 + (\frac{\omega\Delta R}{\Delta R})^2} = \sqrt{(\varepsilon R)^2 + (\frac{v^2}{R})^2} = \sqrt{a^2 + (\frac{2as}{R})^2} = \frac{a}{R}\sqrt{(R^2 + 4s^2)}.$$

Шешуі: $\omega = \frac{2\sqrt{as}}{R} = \frac{\sqrt{2 \cdot 4,5\frac{cm}{c^2} \cdot 200m}}{25\ cm} = 1,69\ c^{-1};$

$a_{тол} = \frac{4,5\ cm/c^2}{25\ cm} \cdot \sqrt{625cm^2 + 160000\ cm^2} = 72,1\ cm/c^2.$

Қорыта келгенде физикалық есептерді шешуде алдымен есептің шартын оқудан бұрын есепті қай тақырыпқа шығаратынымызды айқындап алу керек. Сонда есепке қажетті формуланы оңай табатын болады..

Қолданылған әдебиеттер тізімі

1.Абдуаев Ж.,.Асқаров П., «Физика курысы»,-Алматы 2004ж.

2.Кронгарт Б., Кем В., Қойшыбаев Н., «Физика 10-сынып», 2003ж.

3.Анарбаева А.Т, Бишимов Е.Б, «Физикадан есептер шығару тәсілдері» Механика,-Алматы 1983ж

4.Түркменбаев Ә.Б. «Механикадан есептер шғаруға арналған әдістемелік оқу құралы» Кинематика, Ақтау 2009ж