ӘОЖ 681.3 (045)

ФИЗИКАЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ШЫҒАРУДА КОМПЬЮТЕРДІҢ ГРАФИКАЛЫҚ МҮМКІНДІКТЕРІН ПАЙДАЛАНУ

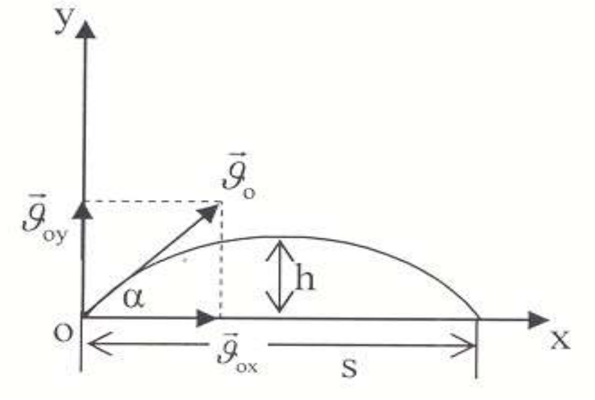
Байталасова А., Түркменбаев Ә.Б.,

В данной статье изложены графические возможности использования компьютера при решении физических задач.

In given article are stated graphic possibilities of the use the computer at decision of the physical problems.

Жалпыға бірдей білім беретін мектепте жаратылыстану пәндерін оқыту үрдісіне жаңа ақпараттық педагогикалық технология элементтерін, соның ішінде компьютерлерді пайдалану қазіргі күн талаптарынан туындап отыр. Әсіресе, бұл жаратылыстану пәндерінің ішіндегі физикаға тікелей қатысты. Физиканы оқыту үрдісін компьютерлендіруді түрлі жолдармен жүзеге асыруға болады. Соның бірі қазіргі буынғы компьютерлердің графикалық мүмкіндіктерін есептер шығаруда кеңінен пайдалану.

Бір денені горизонтқа бұрыш жасай лақтырайық. Бұл дененің қозғалысын бақылағанымызда, оның әуелі қисық сызықтың бойымен жоғары көтерілгендігін, сонан кейін тағы қисық сызықтың бойымен төмен түсетіндігін көреміз (1-сурет).



1-сурет.

1-суреттен ауырлық күші траекторияның ең жоғарғы c нүктесінің сол жағынан алынған кез-келген нүктеде, мысалы a нүктесінде, жылдамдықпен доғал бұрыш жасап бағытталатындығы көрінеді. Траекторияның осы бөлігінде дене жоғары қарай баяулап қозғалады, денеге әсер ететін ауырлық күші дененің жылдамдығын шамасы жағынан кемітіп, бағыты жағынан өзгертеді.

Ал траекторияның c нүктесінің оң жағынан алынған бөлігінде, мысалы b нүктесінде, ауырлық күшінің бағыты жылдамдық бағытымен сүйір бұрыш жасайды. Бұл бөлікте дене үдей қозғалады, ауырлық күші дененің жылдамдығын шамасы жағынан арттырып, бағыты жағынан өзгертеді.

Горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалыс теңдеуі төмендегідей формулалармен анықталады [1]:

$$\vartheta_x = \vartheta_0 \cdot \cos\alpha, \quad \vartheta_y = \vartheta_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t, \qquad x = \vartheta_0 \cdot \cos\alpha \cdot t,$$

$$y = \vartheta_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{g \cdot t}{2}, \qquad h = \frac{(\vartheta_0^2 \cdot \sin^2\alpha)}{2 \cdot g}.$$

Енді осы теориялық материалды бекіту үшін оқушыларға төмендегідей есептерді шығаруды ұсынамыз.

1-есеп.

Денені горизонтқа α бұрыш жасай ϑ_0 жылдамдықпен лақтырған. Дененің ең жоғарғы көтерілу нүктесіндегі және жерге түсу мезетіндегі жылдамдығын табу керек [2].

$Бер:$

ϑ_0

α

$Т/к: \vartheta_A, \vartheta_B;$

Шығарылуы: Таңдап алынған координаталар жүйесінде дене қозғалысының траекториясын салайық.

Траекторияның кез-келген нүктесіндегі дене жылдамдығын

$$\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2}$$

формуласымен есептеуге болады, мұндағы $\vartheta_x = \vartheta_{ox} = \vartheta_0 \cos\alpha$ және $\vartheta_y = \vartheta_{0y} - gt = \vartheta_0 \sin\alpha$ - gt жылдамдықтың берілген нүктесіндегі горизонталь және вертикаль құраушылары. Дененің ең жоғарғы көтерілу нүктесінде $\vartheta_x = \vartheta_{ox} = \vartheta_0 \cos\alpha$; $\vartheta_y = 0$

онда дененің A нүктесіндегі жылдамдығы

$$\vartheta_A = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2} = \sqrt{\vartheta_x^2} = \vartheta_x = \vartheta_0 \cos\alpha$$

А нүктесіндегі дене жылдамдығы горизонталь бағытталғандығын көрдік.

Жерге түсу мезетіндегі B нүктесіндегі жылдамдығын да осылайша анықтаймыз.

$$\vartheta_x = \vartheta_{ox} = \vartheta_0 \cos\alpha, \qquad \vartheta_y = \vartheta_{0y} - gt_B \tag{1}$$

мұндағы t_B дененің қайтадан жерге түсу уақытын табу үшін қозғалыс теңдеуін жазамыз.

$$y = \vartheta_{0y} t - \frac{gt^2}{2} \qquad (\ t = t_B,\ \ y = 0,\ \ \vartheta_{0y} = \vartheta_0 \sin\alpha)$$

мәндерін орындарына қойып В нүктесіндегі түсу уақытын тапсақ

$$t_B = \frac{2\vartheta_{oy}}{g} = \frac{2\vartheta_0 \sin\alpha}{g} \tag{2}$$

(2) теңдеуді (1) теңдеуге қойып және $\vartheta_{0y} = \vartheta_0 \sin\alpha$ ескеріп

$$\vartheta_y = \vartheta_0 \sin\alpha - g\,\frac{2\vartheta_0 \sin\alpha}{g} = -\vartheta_0 \sin\alpha$$

В нүктесіндегі дененің толық жылдамдығы мынаған тең болады:

$$\vartheta_B = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2} = \sqrt{\vartheta_0^2 \cos^2\alpha + \vartheta_0^2 \sin^2\alpha} = \vartheta_0$$

В нүктесіндегі дененің жылдамдығының бағытын анықтау үшін 1-суретте көрініп тұрғандай

$$tg\alpha_1 = \frac{\vartheta_y}{\vartheta_x} = -\frac{\vartheta_0 \sin\alpha}{\vartheta_0 \cos\alpha} = -tg\alpha$$

бұдан B нүктесіндегі жылдамдықтың горизонтпен бағытының шамасы лақтырған кездегі $\alpha-$ға тең де, бағыты қарама-қарсы екенін көруге болады.

2-есеп.

Горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу биіктігі 10 м де, оның ең үлкен көтерілу биіктігіндегі траекторияның қисықтық радиусы 20 м. Дененің бастапқы жылдамдығын, траекторияның қисықтық радиусын, лақтырғаннан кейінгі 1с өткен кездегі нормальдық және тангенциалдық үдеулерін, ұшу уақытын және ұшу қашықтығын анықтаңыз. Траекторияның теңдеуін жазыңыз. Ауаның кедергісі еске алынбасын [2].

$Бер:$

$y_{\max} = 10\ м$

$R = 20\ м$

$t = 1\ с$

$Т/к:\ V_0 = ?\ \ V = ?\ \ a_n = ?$

$a_\tau = ?\ t = ?\ x = ?\ y = ?$

Шығарылуы: Горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын екі қозғалыстан тұрады деп қарау керек. Оның бірі - горизонталь бет бойымен қозғалыс (кедергі ескерілмейді), екіншісі - тұрақты $\vec{g}$ үдеумен вертикаль бағыттағы қозғалыс. 1-суретте көрсетілгендей координата жүйесін таңдап алайық. Дененің қозғалысы төмендегідей теңдеулер жүйесімен сипатталады:

$$X = \vartheta_{0x}\cdot t = \vartheta_0\cdot t\cdot\cos\alpha \qquad (1)$$

$$y = \vartheta_{0y}\cdot t + \frac{a_y\cdot t^2}{2} = \vartheta_0\cdot t\cdot\sin\alpha - \frac{g\cdot t^2}{2} \qquad (2)$$

Дененің координаталарынан уақыт бойынша туынды алып Х,У өстері бойымен, кез-келген уақыт кезеңіндегі жылдамдықтың құраушыларын анықтаймыз:

$$\vartheta_x = \frac{dx}{dt} = \vartheta_0\cdot\cos\alpha \qquad (3)$$

$$\vartheta_y = \frac{dy}{dt} = \vartheta_0\cdot\sin\alpha - g\cdot t \qquad (4)$$

Қандай уақыт кезеңінде дененің көтерілу биіктігі максимал болатынын білу үшін (4) өрнекті нөлге теңейміз:

$$\vartheta_0\cdot\sin\alpha - g\cdot t = 0$$

Осыдан $t = \dfrac{\vartheta_0 \cdot \sin\alpha}{g}$ (5)

(5) өрнекті (2)-ге қойсақ

$$y_{\max} = \frac{\vartheta_0^2 \cdot \sin 2\alpha}{g} \qquad (6)$$

Денені ең жоғарғы көтерілу биіктігіндегі нормаль жылдамдық былай жазылады:

$$a_n = \frac{\vartheta_x^2}{R} = \frac{\vartheta_0^2 \cdot \cos^2\alpha}{R} \qquad (7)$$

(6) және (7) теңдеулерді салыстырып және $a_n = g$ екенін ескеріп, біз бастапқы жылдамдық V_0-ді табамыз:

$$\vartheta_0 = \sqrt{g(2y_{\max} + R)} \qquad (8)$$

Осыдан V_0-дің сан мәнін есептесек

$$\vartheta_0 = \sqrt{9{,}8 м/с^2(2 \cdot 10 м + 20 м)} = 19{,}8 \text{ м/с.}$$

Дене уақыт $t = 1c$ болған мезгілде A нүктесінде болсын. Жоғарыда жазылған (3) және (4) теңдіктерге сәйкесті, сол сияқты (6) және (7) өрнектерді еске алып дененің жылдамдығының құраушыларын жазамыз:

$$\vartheta_x = \tau_0 \cdot \cos\alpha = \sqrt{g \cdot R}\,, \quad \vartheta_y = \vartheta_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t = \sqrt{2 \cdot g \cdot y_{\max}} - g \cdot t$$

Ендеше дененің қарастырылып отырған нүктедегі толық жылдамдығының модулі $\vartheta = \sqrt{\vartheta_x^2 + \vartheta_y^2} = \sqrt{\mathrm{g} \cdot \mathrm{R} + (\sqrt{2 \cdot \mathrm{g} \cdot \mathrm{y}_{\max}} - g \cdot t)^2}\,.$ (9)

Сан мәндерін қойғанда, толық жылдамдық

$$\vartheta = \sqrt{9{,}8 м/с^2 \cdot 20 м + (\sqrt{2 \cdot 9{,}8 м/с^2 \cdot 10 м} - 9{,}8 м/с^2 \cdot 1с)^2} = 14{,}6 \text{ м/с}$$

А нүктесіндегі нормаль және тангенсиалдық үдеулер

$$a_n = g\cdot\sin\beta, \qquad a_\tau = g\cdot\cos\beta \qquad (10)$$

болғандықтан жоғарыда келтірілген $\vartheta_x = \vartheta\cdot\sin\beta$, $\vartheta_y = \vartheta\cdot\cos\beta$ теңдеулерін ескеріп $a_n = \dfrac{1}{\vartheta}\sqrt{g^3\cdot R}$, $\qquad a_\tau = \dfrac{1}{\vartheta}(\sqrt{2\cdot g^3\cdot y_{\max}} - g^2\cdot t)$ (11)

теңдіктерін аламыз.

Уақыт кезеңі $t = 1c$ болғанда

$$a_n = \frac{1}{14{,}6}\sqrt{(9{,}8м/c^2)^3\cdot 20м} = 9{,}4\ мм/^2,$$
$$a_\tau = [\frac{1}{14{,}6}(\sqrt{2\cdot(9{,}8м/c^2)^3\cdot 10м} - (9{,}8м/c^2)^2\cdot 1c)] = 2{,}83\ мм/^2$$

Дененің ауада қозғалу уақытын (2) теңдіктен, оның жерге түсу кезінде, $y = 0$ деп алып анықтаймыз.

$$\vartheta_{0y} - \frac{1}{2}g\cdot t^2 = \sqrt{2\cdot g\cdot y_{\max}}\cdot t - \frac{1}{2}g\cdot t^2 = 0$$

Бұдан $\quad t = 2\sqrt{\dfrac{2\cdot y_{\max}}{g}}$ $\qquad$ (12) немесе $\quad t = 2\sqrt{\dfrac{2\cdot 10м}{9{,}8м/c^2}} = 2{,}86\,c.$

(12) өрнектегі ұшу уақытын (1) теңдікке қойып, дененің ұшу қашықтығын табамыз

$$X = \vartheta_{0x}\cdot t = \sqrt{g\cdot R}\cdot \mathrm{t} = \sqrt{\mathrm{g}\cdot\mathrm{R}}\cdot 2\sqrt{\frac{2\cdot \mathrm{y}_{\max}}{\mathrm{g}}} = 2\sqrt{2\cdot y_{\max}\cdot R} \qquad (13)$$

немесе $X = 2\sqrt{2\cdot 10м\cdot 20м} = 40\ м$

Енді траекторияның теңдеуін анықтайық. (1) және (2) теңдіктер негізінде сол сияқты (6) және (7) теңдеулерді еске алып

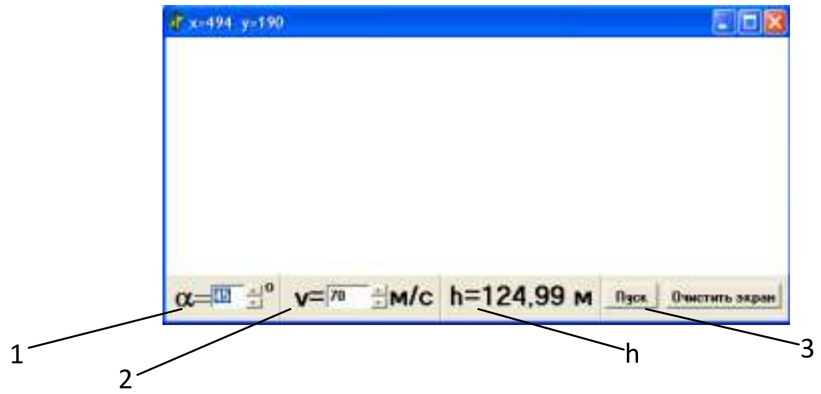
$X = \sqrt{g\cdot R}\cdot \mathrm{t}, \qquad \mathrm{y} = \sqrt{2\cdot \mathrm{g}\cdot \mathrm{y}_{\max}}\cdot \mathrm{t} - \dfrac{1}{2}\cdot g\cdot t^2$ теңдеулерін аламыз.

Траектория теңдеулерінен уақытты шығарып тастаймыз, сонда

$$y = \sqrt{\frac{2\cdot H}{R}}\cdot X - \frac{1}{2\cdot R}\cdot x^2 \qquad (14)$$

мұндағы $H = y_{\max}$.

Есептерді сынып тақтасына шығарып, нәтижесін алғаннан кейін оқушыларға осы есептерді біздің Delphi ортасында жасаған бағдарламамызды пайдаланып компьютерде шығаруды ұсынамыз [3]. Бұл есептердің мазмұнын терең түсіну үшін 2-суретте көрсетілген компьютер экранында кескінделген сұлбаны пайдаланамыз.

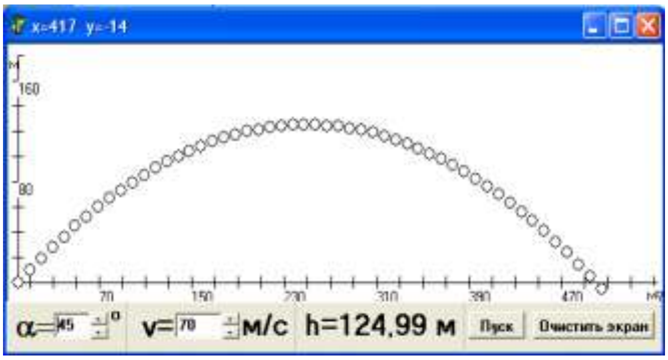


2-сурет

мұндағы: 1-ші батырма α бұрышының мәні. Ол 0^0-тан 90^0-қа дейін өзгере алады; 2-ші батырма дененің қозғалыс жылдамдығының мәні; h – горизонтпен α бұрыш жасай лақтырылған дененің траекториясының ең жоғарғы нүктесі. Бұл h шаманы 1-ші және 2-ші батырмалерді басу арқылы, яғни, α бұрышының және дененің қозғалыс жылдамдығының мәнін өзгерткенде компьютер өзі автоматты түрде есептейді; 3-ші батырма – іске қосу; 4-ші батырма – экранды тазалау.

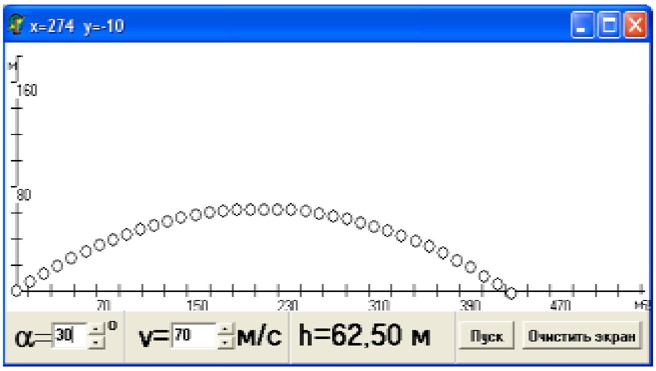
Осы бағдарламаны пайдаланып оқушыларға бірнеше тапсырмаларды орындауды ұсынамыз.

1-тапсырма. α бұрышының мәні - 45^0, дененің қозғалыс жылдамдығының мәні – 70 м/с болғанда горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу h биіктігін және s түсу ара қашықтығының ұзындығын табу. Сонда оқушылар 1-ші батырмані басып, α бұрышының мәнін 45^0-қа, 2-ші батырмані басып, дененің қозғалыс жылдамдығының мәнін 70 м/с-қа келтіреді. Осыдан кейін 3-ші батырмані басып бағдарламаны іске қосады. Сол кезде компьютер өзі автоматты түрде горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу h биіктігін және s түсу ара қашықтығының ұзындығын есептейді (3-сурет).



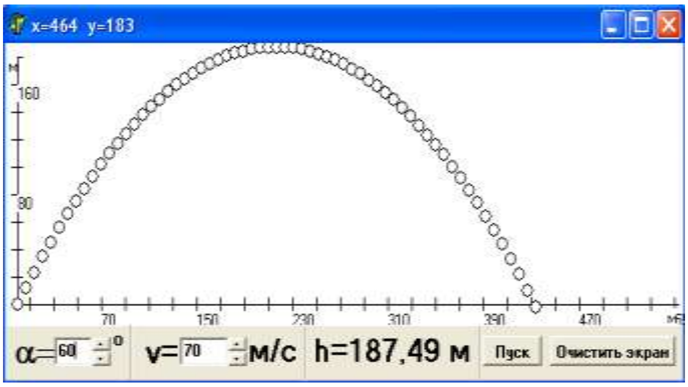
3-сурет.

2-тапсырма. α бұрышының мәні - 30^0, дененің қозғалыс жылдамдығының мәні – 70 м/с болғанда горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу h биіктігін және s түсу ара қашықтығының ұзындығын табу. Сонда оқушылар 1-ші батырмані басып, α бұрышының мәнін 30^0-қа, 2-ші батырмані басып, дененің қозғалыс жылдамдығының мәнін 70 м/с-қа келтіреді. Осыдан кейін 3-ші батырмані басып бағдарламаны іске қосады. Сол кезде компьютер өзі автоматты түрде горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу h биіктігін және s түсу ара қашықтығының ұзындығын есептейді (4-сурет).



4-сурет.

3-тапсырма. α бұрышының мәні - 60^0, дененің қозғалыс жылдамдығының мәні – 70 м/с болғанда горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу h биіктігін және s түсу ара қашықтығының ұзындығын табу. Сонда оқушылар 1-ші батырмані басып, α бұрышының мәнін 60^0-қа, 2-ші батырмані басып, дененің қозғалыс жылдамдығының мәнін 70 м/с-қа келтіреді. Осыдан кейін 3-ші батырмані басып бағдарламаны іске қосады. Сол кезде компьютер өзі автоматты түрде горизонтқа α бұрыш жасай лақтырылған дененің көтерілу h биіктігін және s түсу ара қашықтығының ұзындығын есептейді (5-сурет).



5-сурет.

Оқушылар жоғарыдағы тапсырмаларды орындағаннан кейін өздері мынадай қорытындыға келеді: денені горизонтқа 0^0-тан 45^0-қа дейін бұрыш жасай лақтырғанда дененің қозғалысы, α бұрышының шамасы үлкейген сайын лақтырылған дененің көтерілу h биіктігі және s түсу ара қашықтығының ұзындығы артады; ал 45^0-тан 90^0-қа дейін бұрыш жасай лақтырғанда дененің қозғалысы, α бұрышының шамасы үлкейген сайын лақтырылған дененің көтерілу h биіктігі артып, s түсу ара қашықтығының ұзындығы кемиді.

Қорыта айтқанда, есептеу процесін және график құруды анағұрлым жылдамдатушы компьютер физикадан графикалық есептерді қолданудың дәстүрлі аясын кеңейтуге мүмкіндік береді. Олар – формулалар шығару, заңдар мен заңдылықтарды шығару, олардың ғылыми талдауы, өз динамикасында алғашқы шамалардың (параметрлердің) вариациясымен (түрімен) графиктер алу, графиктер жүйесінің талдауы және т.б.

Әдебиеттер:

1. Башарұлы Р., Қазақбаева Д. Физика және астрономия: Жалпы білім беретін мектептің 9-сыныбына арналған оқулық. – Алматы: Мектеп, 2005. – 248 б.
2. Рымкевич А.П. Орта мектептің 9-11 кластарына арналған физика есептерінің жинағы. – Алматы: Рауан, 1992. – 224 б.
3. Бурсиан Э.В. Задачи по физике для компьютера. М.: Просвещение, 1991, 256 с.