

ДЕНЕНІҢ БІРТЕКТІ ГРАВИТАЦИЯЛЫҚ ӨРІСТЕГІ ҚОЗҒАЛЫСЫН КОМПЬЮТЕРЛІК ЭКСПЕРИМЕНТТЕР КӨМЕГІМЕН ЗЕРТТЕУ

Мукушев Б.А.

*С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,
Нұр-Сұлтан қ., Қазақстан
(E-mail: mba-55@mail.ru)*

Аннотация

Мақалада біртекті гравитациялық өрістегі параболалық қозғалыстағы дененің траекториясын зерттеуге арналған компьютерлік эксперименттер ұсынылған. Компьютерлік эксперименттер MathCAD қолданбалы пакеті көмегімен іске асқан. Біртекті гравитациялық өрістегі денеге тек ауырлық күші ғана әсер еткен кездегі қозғалысына теориялық талдау жасалды және математикалық әдістер арқылы зерттелді. Дене бұл жағдайда параболалық траекториямен қозғалатыны есептелді.

Кілт сөздер: гравитациялық өріс, дененің параболалық қозғалысы, компьютерлік эксперимент, MathCAD бағдарламасы.

Кіріспе.

Кеңістіктің кез-келген нүктесінің гравитациялық өрісі-ғаламды құрайтын аспан денелері өрістерінің суперпозициясының нәтижесі. Аспан денелерінің өзара әрекеттесуі тартылыс өрісі арқылы жүзеге асырылады. [1-2].

Аспан денесінің бетіне жақын аймақта гравитациялық өріс біртекті күш өрісі ретінде қарастырылады. Егер өріс кернеулігі кеңістіктің барлық нүктесінде бірдей болса, ондай гравитациялық өріс біртекті деп аталады. Біртекті гравитациялық өрістегі дене қозғалысының заңдылықтары аспан денелерінің центрлік күштері өрісіндегі дене

қозғалысының заңдылықтарынан өзгеше болады. Центрлік күштердің мынандай қасиеттері бар: өріс кернеуліктері әрқашан бір нүктеде тоғысады.

Жер бетіне жақын аймақта горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын қарастырамыз. Мұндай дене материалдық нүкте деп саналады және ол қозғалатын кеңістіктегі гравитациялық өріс біртекті деп есептеледі. Осы дененің қозғалысының теңдеуін жазамыз:

$$y = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha} = x \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2} (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha) \quad (1)$$

(1) теңдеу бастапқы жылдамдық (v_0) және горизонтпен жасайтын бұрыш(α) шамаларына тәуелді болатын көптеген параболалық траекторияларды сипаттайды. Дененің осы жағдайдағы параболалық қозғалысын талдау

үшін төмендегі мысалды қарастырамыз.

Материалдар және зерттеу әдістері

Зерттеудің негізгі нысаны ретінде нәтижелерін қарастырамыз. Баллистикалық пистолет шариктерді барлық мүмкін болатын бағыттарда ата алады. Шариктің бастапқы жылдамдығы $v_0 = 5$ м/с. Осы пистолеттің шариктері жететін аймақтың шекарасын табу керек. Барлық бағытта

мынандай табиғи эксперименттің атылған шариктердің траекторияларының төбелері орналасқан бетті табу керек. Ауаның кедергісін ескермейміз.

Пистолеттің атыс аймағына кіретін облыстың шекарасы белгілі. Іздеп отырған шекараның теңдеуі:

$$y = \frac{v_0^2}{2g} - \frac{gx^2}{2v_0^2} \quad (2)$$

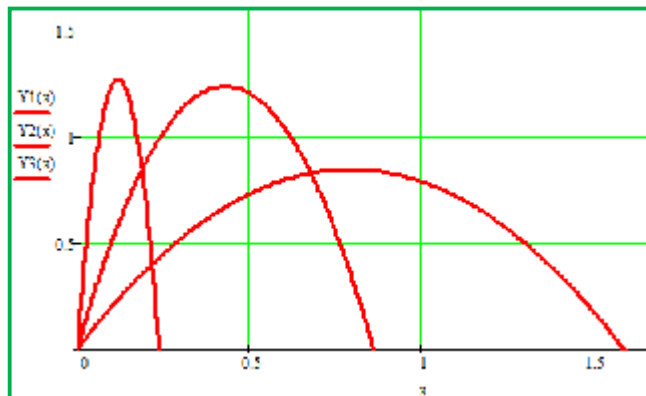
Бұл төбесінің координаталары $x=0$, $y=v_0^2/2g$ болатын параболаның теңдеуі. Оның тармақтары төмен қараған және абсцисса өсін $x=\pm v_0^2/g$ нүктелерінде қиып өтеді.

Зерттеу нәтижелері

MathCAD бағдарламасы ортасындағы компьютерлік эксперименттер. MathCAD ортасында бірнеше эксперименттер жасаймыз[3-6].

1 эксперимент. Алдымен (1) теңдеуді MathCAD бағдарламасы тіліне көшіреміз:

$$Y(x) := -g \cdot \frac{x^2}{2 \cdot (v_0)^2 \cdot (\cos(\alpha))^2} + \tan(\alpha) \cdot x$$
, мұндағы α радиан түрінде жазылады. 1 суретте $v_0 = 5$ м/с және $\alpha_1 = 1,131$ рад, $\alpha_2 = 1,398$ рад, $\alpha_3 = 1,524$ рад. жағдайындағы компьютерлік эксперименттер нәтижелері кескінделген.



Сурет 1

2 эксперимент. 3 суретте $v_0 = 5 \text{ м/с}$ жылдамдықпен әр бағытта лақтырылған дене қозғалысын зерттеуге арналған эксперимент нәтижесі берілген.

1) Біз іздеп отырған шекара (2) теңдеудің ордината өсін айналуынан пайда болған параболоид. MathCAD пакеті көмегімен 2 суретте көрсетілген графикті сызамыз.

2) Егер шарикті $\alpha = \pi/2$ бұрышпен атса, ол параболоидтың төбесіне дейін жетеді, ал басқа траекториялар параболоидпен тек бүйір жағымен ғана жанасады.

3) Енді барлық бағытта атылған шариктердің траекторияларының төбелері орналасқан бетті табамыз. Бастапқы жылдамдығы v_0 , бұрышы α болған жағдайдағы траекторияның төбесінің координаталары:

$$x = \frac{v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} \quad y = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

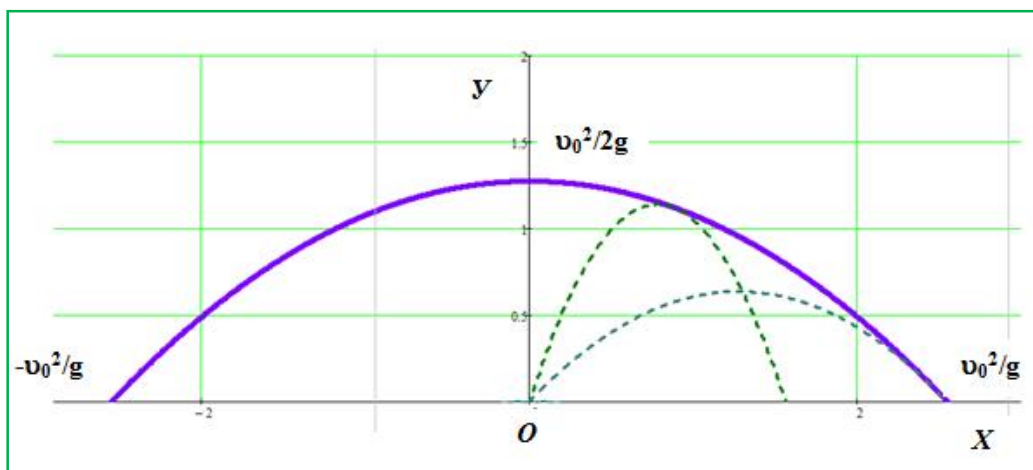
Бұл теңдеуден ашамасы жоқ төмендегідей теңдеуді жазамыз:

$$Y^2 + x^2/4 - (v_0^2/2g)y = 0 \quad (3)$$

(3) –нші теңдеуді төмендегідей түрде жазамыз:

$$\left(\frac{y - \frac{v_0^2}{4g}}{\frac{v_0^2}{4g}} \right)^2 + \left(\frac{x}{\frac{v_0^2}{2g}} \right)^2 = 1$$

Бұл өрнек центрі $(0, \frac{v_0^2}{4g})$ нүктесінде орналасқан кіші жарты өсі $\frac{v_0^2}{4g}$, үлкен жарты өсі $\frac{v_0^2}{2g}$ болатын эллипстің теңдеуі. Іздеп отырған бет осы эллипстің айналуынан шыққан эллипсоид.

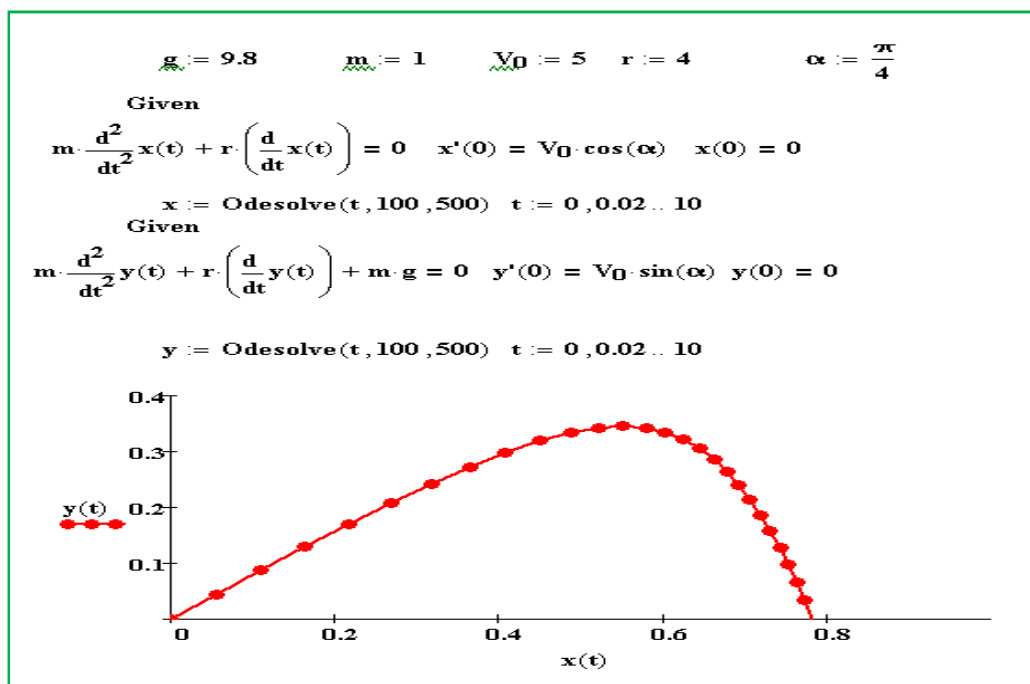


Сурет 3

3 эксперимент. Ауа кедергісі бар жағдайдағы массасы 1 кг дене горизонтқа 45° бұрыш жасай 5 м/с жылдамдықпен лақтырылды. Дене қозғалысын MathCAD пакетін пайдалана отырып зерттеу керек. Ауа кедергісінің теңдеуі $F = -rv$, мұндағы $r = 4$ кг/с, ортаның кедергі коэффициенті.

4 суретте компьютерлік эксперименттің бағдарламасы және нәтижелері көрсетілген. Жасалған

компьютерлік эксперимент нәтижелерін талдай отырып мынандай қорытынды жасаймыз: 1) лақтырылған денеге ауырлық күші және ауаның тұтқыр кедергі күші әсер етеді; 2) Дене қозғалысының траекториясы парабола түрінде болмайды; 3) тең уақыт аралығындағы лақтырылған дененің жүретін жол шамасы уақыт өткен сайын азая береді.



Сурет 4

Зерттеу нәтижелерін талқылау және қорытынды

Компьютерлік эксперименттер негізінде Жер бетіне жақын аймақта горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған дененің қозғалысын зерттей отырып төмендегі нәтижелер алынды:

1. Ауаның тұтқыр кедергісі болмаған кезде дененің біртекті гравитациялық өрісте

қозғалысының негізгі шарттары зерттелді.

2. Барлық горизонтқа бұрыш жасай лақтырылған денелердің қозғалу аймағының (параболоид) графикалық модельдері мен теңдеулері табылды.

3. Жер бетіне жақын кеңістікте ауаның тұтқыр кедергі күшін ескерген жағдайдағы дене қозғалысы сандық әдіс көмегімен зерттелді. Бұл жағдайда дене қозғалысының траекториясы парабола болмайтыны дәлелденді.

Әдебиеттер тізімі

1. Лукьянов, Л.Г. Лекции по небесной механике [Текст] / Л.Г. Лукьянов, Г.И. Ширмин; - Алматы: - 2009. - 227 с.
2. Nelson F. Using mathcad to simplify uncertainty computations in a laboratory course // **Computer Applications in Engineering Education**. - 6 January 2014.- Volume 23, Issue 2.- Pages 250-257.
3. Майер Р.В. Решение физических задач с помощью пакета MathCAD. - [Текст] / Р.В. Майер; - Глазов: ГГПИ, 2006. - 37 с.
4. Очков, В. MathCAD 14 для студентов, инженеров и конструкторов [Текст] / В. Очков; - Санкт-Петербург: 2007.- 370 с.
5. Mukushev B.A., Zheldybaeva B.S., Musatayeva I.S., Mukushev B.A., Kariev K.U., Turdina A.B. Formation of the scientific worldview in schoolchildren based on the inclusion of synergetic ideas in the content of education // Integratsiya obrazovaniya = Integration of education. 2018. T.22, No. 4. Pp. 632-646.) DOI: 10.15507 / 1991-9468.093.022.201804.632-647.
6. Mukushev B.A., Beresnev M., Bondar O. V. Comparison of Tribological Characteristics of Nanostructured TiN, MoN, and TiN/MoN Arc-PVD Coatings // Journal of Friction and Wear, 2014, Vol. 35, No. 5, pp. 374–382. © Allerton Press, Inc., 2014. (Impact-factor - 0,75)

References

1. Lukyanov, L.G. Lekcii po nebesnoj mekhanike [Lectures on celestial mechanics] / L.G. Lukyanov, G.I. Shirmin; - Almaty: - 2009. - 227 p. [in Russian]
2. Nelson F. Using mathcad to simplify uncertainty computations in a laboratory course // **Computer Applications in Engineering Education**. - 6 January 2014.- Volume 23, Issue 2.- Pages 250-257.

3. Majer R.V. Resheniefizicheskikh zadach s pomoshh'jupaketa MathCAD. Jelektronnyj resurs [Solving physical problems using the mathcad package. Electronic resource] (Glazov: GGPI, 2006, 37 p.). [in Russian]

4. Oshkov B. MathCAD 14 dlyastudentov, inzhenerov i konstruktorov [MathCAD 14 for students, engineers and design-ers] (Saint-Petersburg: «BHV-Petersburg», 2007, 370 p.). [in Russian]

5. Mukushev B.A., Zheldybaeva B.S., Musatayeva I.S., Mukushev B.A., Kariev K.U., Turdina A.B. Formation of the scientific worldview in schoolchildren based on the inclusion of synergetic ideas in the content of education // Integratsiya obrazovaniya = Integration of education. 2018. T.22, No. 4. Pp. 632-646. DOI: 10.15507/1991-9468.093.022.201804.632-647.

6. Mukushev B.A., Beresnev M., Bondar O. V. Comparison of Tribological Characteristics of Nanostructured TiN, MoN, and TiN/MoN Arc-PVD Coatings // Journal of Friction and Wear, 2014, Vol. 35, No. 5, pp. 374–382. © Allerton Press, Inc., 2014. (Impact-factor - 0,75)

ИЗУЧЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА В ОДНОРОДНОМ ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ ПОСРЕДСТВОМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Мукушев Б.А.

*Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
г. Нур-Султан, Казахстан
(E-mail: mba-55@mail.ru)*

Аннотация

В статье представлены компьютерные эксперименты, предназначенные для изучения закономерностей параболического движения тела в однородном гравитационном поле. Эти эксперименты реализованы посредством ППП MathCAD. Проведен теоретический анализ законов движения тела в гравитационном поле вблизи Земли, когда на тело действует только сила тяжести. Изучены законы движения тела на основе математических моделей и установлен параболический характер его движения.

Ключевые слова: гравитационное поле, параболическое движение тела, компьютерный эксперимент, ППП MathCAD.

STUDY OF THE MOTION OF A BODY IN A UNIFORM GRAVITATIONAL FIELD BY MEANS OF COMPUTER EXPERIMENTS

Mukushev B.A.

S.Seifullin Kazakh Agrotechnical University

Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan

(E-mail:mba-55@mail.ru)

Abstract

The article presents computer experiments. They are designed to study the laws of parabolic motion of a body in a homogeneous gravitational field. These experiments are implemented using the MathCAD. A theoretical analysis of the laws of motion of a body in a gravitational field near the Earth, when only gravity acts on the body, is carried out. The laws of motion of the body are studied on the basis of mathematical models and the parabolic nature of its movement is established.

Keywords: gravitational field, parabolic motion of a body, computer experiment, MathCAD.