

Кут повороту площини поляризації буде визначатися за формулою:

$$\varphi = \alpha C l,$$

де  $\varphi$  – кут повороту площини поляризації в даному розчині при температурі  $t^\circ$ ,  $\alpha$  – питома постійна обертання (кут повороту на одиницю довжини при концентрації, що дорівнює одиниці),  $l$  – товщина обертаючого шару, виміряна в дециметрах,  $C$  – концентрація розчину, тобто кількість грамів активної речовини в 100 см<sup>3</sup> розчинника. В таблиці 2 дано значення питомого обертання площини поляризації для деяких речовин.

Таблиця 2

Активна речовина, розчинник, концентрація.	Довжина хвилі $\lambda$ мкм.	Кут повороту площини поляризації $\alpha$ град.	Активна речовина, розчинник, концентрація.	Довжина хвилі $\lambda$ мкм.	Кут повороту площини поляризації $\alpha$ град.
Глюкоза + вода $C = 5,5$ $t = 20^\circ \text{C}$	0,447	96,62	Винна кислота + вода $C = 28,62$ $t = 18^\circ \text{C}$	0,275	- 296,8
	0,479	83,88		0,300	- 166,0
	0,508	73,61		0,350	- 16,8
	0,535	65,35		0,400	- 6,0
	0,589	52,76		0,450	+ 6,6
	0,656	41,89		0,500	+ 7,5
Тростинний цукор + вода $C = 26$ $t = 20^\circ \text{C}$	0,4047	152,8	Камфора + етиловий спирт $C = 34,70$ $t = 19^\circ \text{C}$	0,550	+ 8,4
	0,4208	139,9		0,589	+ 9,82
	0,4358	128,8		0,334	612,5
	0,4678	109,9		0,350	378,3
	0,4800	103,05		0,400	158,6
	0,5086	91,43		0,450	109,8
	0,5209	86,80		0,500	81,7
	0,5161	78,334		0,550	62,0
	0,5780	69,36		0,589	52,4
	0,5893	66,52			
	0,6438	55,70			
	0,6708	50,45			

Для успішного проведення дослідів необхідно затемнити клас, щоб розсіяне світло було видно усьому класу.

УДК 37.026.9+681.3+37.01:007

І.О. Теплицький, С.О. Семеріков

Криворізький державний педагогічний університет

## КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РУХІВ ТІЛ В ЦЕНТРАЛЬНОМУ ПОЛІ ЗІ ЗМІННИМ ПОТЕНЦІАЛОМ

Стаття присвячена досвіду впровадження технології комп'ютерного моделювання у факультативному курсі «Основи комп'ютерного моделювання з фізики» для учнів 9-11 класів технічного та фізико-математичного профілю.

**Ключові слова:** творчі здібності, інформатика, комп'ютерне моделювання, електронні таблиці, методична система навчання.

**Постановка проблеми.** Доцільність ознайомлення школярів з технологією комп'ютерного моделювання при вивченні фізики сьогодні, нарешті, вже не потребує аргументації – актуальною є потреба в обговоренні змістового наповнення відповідного навчального курсу комп'ютерного моделювання. Нагадаємо лише провідну ідею: в тих випадках, коли експериментування з реальними об'єктами виявляється практично неприйнятним або принципово неможливим, експерименти проводять з математичними моделями цих об'єктів. Якщо при цьому використовують комп'ютер, то говорять про *комп'ютерне моделювання*, а відповідне дослідження називають *обчислювальним експериментом*.

Останні десять років автори регулярно публікують у педагогічних виданнях матеріали за цією тематикою ([4-8] та інші). Зокрема, в [7] йшлося про вивчення зі школярами рухів тіл під дією сили всесвітнього тяжіння, де були отримані такі результати: 1) розраховані й побудовані всі можливі траєкторії рухів; 2) для планет доведена відповідність їхніх рухів законам Кеплера; 3) для тіл із сумірними масами був реалізований перехід до системи відліку, пов'язаної зі спільним центром мас; 4) проілюстрована «всесвітність» закону тяжіння.

Пропонований нижче матеріал є логічним продовженням і завершенням [7]. В ньому йдеться про узагаль-

нення закону всесвітнього тяжіння на випадок довільного показника степеня  $k$  для відстані  $r$  між тілами:

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{r^k}. \quad (1)$$

Основною метою дослідження поставимо питання про можливі значення  $k$  та про вигляд можливих траєкторій і характер відповідних рухів.

Така постановка проблеми дослідження виходить за межі шкільних курсів фізики й математики і фактично є об'єктом курсу теоретичної фізики (наприклад, [2, с.48-49]). В такій ситуації дослідження комп'ютерних моделей виявляється єдиним методом, що дозволяє усунути ускладнення, пов'язані з обмеженням математичним апаратом школярів.

**Основна частина.** Як і в [7], спочатку розглянемо простий випадок, стосовно якого приймемо наступні припущення:

**Припущення 1.** Будемо вважати масу супутника набагато меншою за масу центрального тіла:  $m_{\text{супут}} \ll m_{\text{ц.т.}}$ . Це дозволить не розглядати рух центрального тіла.

**Припущення 2.** Будемо вважати, що відстань між центрами тіл значно перевищує їхні розміри, тобто вважа-

### Список використаних джерел:

1. *Демонстрационный эксперимент по физике в средней школе: Пос. для учителей* / В.А.Буров, Б.С.Зворыкин, А.П.Кузьмин и др.; Под ред. А.А.Покровского. – 3-е изд., перераб. – М.: Просвещение; 1979. – (Б-ка уч. физ.). – Ч. 2. Колебания и волны. Оптика. Физика атома. – 287 с.
2. *Лабораторный практикум по физике: Учеб. пособие для студентов вузов* / А.С.Ахматов, В.М.Андреевский, А.И.Кулаков и др.; Под ред. А.С.Ахматова. – М.: Высш. школа, 1980. – 360 с., ил.
3. *Савельев И.В.* Курс общей физики, том III. Оптика, атомная физика, физика атомного ядра и элементарных частиц. – М., Изд., "Наука". Глав. ред. физ.-мат. лит., 1973. – 527 с.
4. *Физический практикум: Руководство к практ. занятиям по физ.* / А.Г.Белянкин, Е.С.Четвертикова, И.А.Яковлев. Под ред. В.И.Ивероной. – 3-е изд. – М.: Изд. науч.-тех. лит., 1955. – 634 с.
5. *Физический практикум: Руководство к практ. занятиям по физ.* / В.Г.Корицкий, Е.С.Четвертикова, Е.С.Щепотьева. Под ред. А.П.Соколова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Науч.-тех. изд. НКТП СССР; 1938. – 463 с.
6. *Справочник по полупроводниковым диодам, транзисторам и интегральным схемам* / Под ред. Н.Н.Горюнова. Изд. 4-е, перераб. и доп. – М.: Энергия. 1996. – 744 с.

The method of conducting of demonstration and research experiment after research of rotation of plane of polarization of light in solution of optical-active matters is examined in the article. Method based on an effect Umova of the use of which at school was possible due to the presence of optical quantum generators.

**Key words:** an experiment, polarization of light, optically active matters, effect, is Umova.

Отримано: 3.05.2006.

тимемо тіла матеріальними точками. Це забезпечить умови застосовності закону всесвітнього тяжіння.

**Припущення 3.** Будемо нехтувати опором середовища, адже реально штучні супутники планет рухаються у надзвичайно розріджених шарах планетних атмосфер, а природні супутники – взагалі поза атмосферами.

**Припущення 4.** Будемо також нехтувати впливом інших тіл Сонячної системи на дані два тіла. У такому разі на тіло-супутник діятиме тільки одна сила всесвітнього тяжіння.

Нагадаємо, що рух супутника відбувається у площині, в якій лежать вектор  $\mathbf{v}$  швидкості супутника і центр планети. В цій самій площині лежить і вектор  $\mathbf{F}$  сили тяжіння. Опис такого руху здійснимо в прямокутній системі координат з початком у центральному тілі (рис. 1).

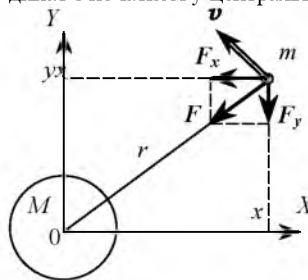


Рис. 1

Тут  $F_x$  і  $F_y$  – складові вектора сили тяжіння  $\mathbf{F}$ ;  $M$ ,  $m$  – відповідно маси центрального тіла й супутника;  $\mathbf{v}$  – вектор орбітальної швидкості супутника.

Положення супутника визначається двома координатами  $x$ ,  $y$ , при цьому знаки проекцій  $F_x$  і  $F_y$  протилежні знакам координат.

З подібності трикут-

ників маємо:  $\frac{F_x}{|F|} = -\frac{x}{r}$ ,  $\frac{F_y}{|F|} = -\frac{y}{r}$ , що разом з (1) дає

$$F_x = -GMm \cdot x/r^{k+1}; \quad F_y = -GMm \cdot y/r^{k+1}.$$

Для визначення проекцій прискорення скористаємось

ІІ законом Ньютона  $a = \frac{F}{m}$  і одержимо:

$$a_x = -GM \cdot x/r^{k+1}; \quad a_y = -GM \cdot y/r^{k+1}.$$

Відстань  $r$  між тілами визначатимемо за теоремою

Піфагора:  $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ .

$$\text{Тоді } a_x = GMx(x^2 + y^2)^{\frac{k+1}{2}}, \quad a_y = GM y(x^2 + y^2)^{\frac{k+1}{2}} \quad (2)$$

Система рівнянь (2) є математичною моделлю руху тіла-супутника.

Конкретизуємо задачу і дослідимо уявлований рух Землі навколо Сонця у відповідності до (1).

Учням відомо, що тіло стає супутником, якщо у початковий момент орбітального руху йому надати першої космічної швидкості  $v_{1к}$ , значення якої звичайно знаходять за умови, що сила тяжіння забезпечує необхідне доцентрове

(нормальне) прискорення:  $G \frac{M \cdot m}{r^k} = \frac{mv^2}{r}$ , звідки

$$v_{1к}(0) = v_{1к} = \sqrt{GM/r^{(k-1)}}. \quad (3)$$

Нехай цей момент відповідає точці перетину орбіти з віссю абсцис.

**Обчислювальний експеримент** здійснимо в середовищі електронних таблиць. Не повторюючи схему обчислень із [7], зазначимо тільки головне.

1. Обчислення координат  $x$ ,  $y$  точок орбіти виконуються за відомою циклічною схемою **прискорення** → **швидкість** → **координата**.

2. Для зберігання початкових значень змінних  $v_x(0)$ ,  $v_y(0)$ ,  $x(0)$  та  $y(0)$  виділяємо в таблиці окремі комірки, розташовані під умовою, причому значення  $v_y(0)$  обчислюватиметься автоматично за модифікованою формулою (3), яку необхідно буде створити у відповідній комірці.

Зазначимо вхідні дані та початкові умови для системи тіл Сонце–Земля:

$$M = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}, \quad m = 6 \cdot 10^{24} \text{ кг}, \quad r = 1,5 \cdot 10^8 \text{ м}.$$

Нехай у початковий момент ( $t = 0$ ) маємо:  $x_1(0)=0$ ,  $y_1(0) = 0$ ,  $x_2(0) = r$ ,  $y_2(0) = 0$ ,  $v_{1x}(0) = 0$ ,  $v_{1y}(0) = 0$ ,  $v_{2x}(0) = 0$ ,  $v_{2y}(0) = v_{1к}$ , де індекси 1 відносяться до центрального тіла (Сонця), а індекси 2 – до тіла-супутника (Землі).

Крок збільшення часу  $\Delta t$  будемо добирати експериментально.

Ключові комірки цієї таблиці мають такий уміст:

комірка	формули / числа	примітки
H7	=2	значення $k$
H8	=0	
H9	=(H2*H4/H6^(H7-1))^0,5	$v_{1к}$ – перша космічна
H10	=H6	
H11	=0	копіювати в A3 і A4
A2	=-SH\$2*SH\$4*E2/((КОРЕНЬ((E2)^2+(F2)^2))^(SH\$7+1))	копіювати в B3 і B4
B2	=-SH\$2*SH\$4*F2/((КОРЕНЬ((E2)^2+(F2)^2))^(SH\$7+1))	
C2	=SH\$7	
D2	=SH\$8	
E2	=SH\$9	
F2	=SH\$10	
C3	=C2+A2*SH\$3*0,5	
D3	=D2+B2*SH\$3*0,5	копіювати в E4
E3	=E2+C3*SH\$3	копіювати в F4
F3	=F2+D3*SH\$3	
C4	=C3+A3*SH\$3	
D4	=D3+B3*SH\$3	

**Порядок роботи:**

- Заповнити комірки H2–H7.
- Заповнити комірки згідно наведеної вище таблиці.
- Всі формули 4-го рядка (від A4 по F4) копіювати у наступні 200 рядків.
- За даними стовпців E та F будемо графік  $y = y(x)$  – (траєкторію руху)

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	$a_{2x}$	$a_{2y}$	$v_{2x}$	$v_{2y}$	$x_2$	$y_2$	Дано:	
2	-5931	0	0	943186	1,50E+08	0,00E+00	$G =$	6,67E-11
3	-5927	-205	-16309	943186	1,50E+08	5,19E+06	$\Delta t =$	5,5
4	-5916	-410	-48908	942058	1,50E+08	1,04E+07	$m_1 =$	2,0E+30
5	-5899	-614	-81449	939803	1,49E+08	1,55E+07	$m_2 =$	6,0E+24
6	-5874	-818	-113892	936424	1,49E+08	2,07E+07	$r =$	1,5E+08
7	-5842	-1021	-146199	931926	1,48E+08	2,58E+07	$k =$	2,0
8	-5803	-1222	-178331	926312	1,47E+08	3,09E+07	$v_{2x}(0) =$	0
9	-5758	-1422	-210249	919591	1,46E+08	3,60E+07	$v_{2y}(0) =$	9,43E+05
10	-5705	-1620	-241916	911770	1,44E+08	4,10E+07	$x_2(0) =$	1,5E+08
11	-5645	-1817	-273293	902859	1,43E+08	4,59E+07	$y_2(0) =$	0
...	...	...	...	...	...	...		

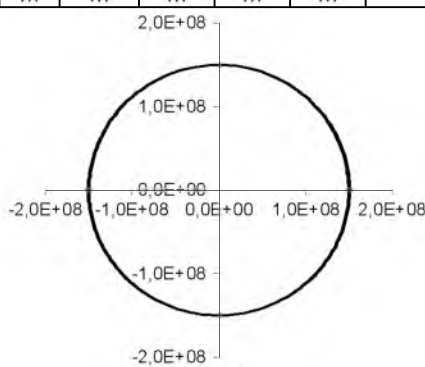


Рис. 2

Враховуючи, що в досліджуваній моделі формули для прискорень  $a_x$  і  $a_y$  та для першої космічної швидкості  $v_{1к}$  модифіковані, маємо розглядати рис. 2 як вдалий тест на перевірку нових формул при звичайному значенні  $k = 2,0$ .

Поклавши  $k = 1,5$  і  $\Delta t = 0,05$  с, отримуємо схожий результат.

Можна перекоонатися в тому, що **формально колова траєкторія існує для будь-яких значень  $k$** . Зокрема, при  $k = 1$  слід було б узяти  $\Delta t \approx 0,0005$ , а при  $k = 2,2$   $\Delta t \approx 50$  і т.д. Висновок про існування колових траєкторій є дійсно формальним: якщо простежити за тим, яких значень набуває  $v_{1к}$  в описаних експериментах (комірка H9), то виявляється, що в міру зменшення  $k$  відбувається швидке зростання

орбітальної швидкості аж до  $c = 3 \cdot 10^8$  м/с і більше, а це принципово неможливо. Таким чином, модель перестас адекватно описувати досліджуване явище. Такі занадто великі значення  $v_k$  слід сприймати всього лише як результати обчислень за наведеною формулою і ні в якому разі не приписувати об'єкту властивості неадекватної моделі.

Знов виконаємо тестування. Показник степеня залишимо з попереднім значенням  $k = 2$ , проте збільшимо орбітальну швидкість  $v_{y2}(0)$  тіла-супутника так, щоб задовольнялась умова замкнутої траєкторії  $v_k < v_y(0) < \sqrt{2} v_k$ . Орбіта має набути еліптичної форми. Нагадаємо, що тут  $\sqrt{2} v_k$  – друга космічна швидкість. То ж збільшимо попереднє значення  $v_y(0)$ , наприклад, в 1,25 рази. Для цього відредагуємо формулу в комірці Н9:  $=(H2*H4/H6*(H7-1))^{0.5}*1.25$ .

Результат показаний на рис. 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	$a_{2x}$	$a_{2y}$	$v_{2x}$	$v_{2y}$	$x_2$	$y_2$	Дано:	
2	-5931	0	0	1178983	1,50E+08	0,00E+00	$G =$	6,672E-11
3	-5806	-920	-59307	1178983	1,49E+08	2,36E+07	$\Delta t =$	20
4	-5451	-1755	-175418	1160585	1,45E+08	4,68E+07	$m_1 =$	2,00E+30
5	-4920	-2442	-284431	1125480	1,40E+08	6,93E+07	$m_2 =$	6,00E+24
6	-4283	-2948	-382824	1076641	1,32E+08	9,08E+07	$r =$	1,50E+08
7	-3609	-3273	-468482	1017680	1,23E+08	1,11E+08	$k =$	<b>2,00</b>
8	-2951	-3438	-540652	952223	1,12E+08	1,30E+08	$v_{2x}(0) =$	0
9	-2345	-3475	-599664	883468	9,98E+07	1,48E+08	$v_{2y}(0) =$	1,18E+06
10	-1809	-3419	-646555	813966	8,69E+07	1,64E+08	$x_2(0) =$	1,500E+08
11	-1349	-3300	-682729	745585	7,32E+07	1,79E+08	$y_2(0) =$	0
...	...	...	...	...	...	...		

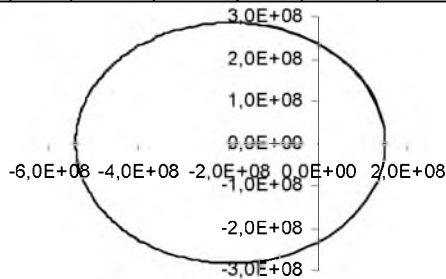


Рис. 3

Якщо початковій швидкості надати значення  $v_y(0) = \sqrt{2} v_k$ , тобто ввести до Н9 нового множника  $=(H2*H4/H6*(H7-1))^{0.5}*2^{0.5}$ , одержуємо параболічну траєкторію (рис. 4).

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	$a_{2x}$	$a_{2y}$	$v_{2x}$	$v_{2y}$	$x_2$	$y_2$	Дано:	
2	-5931	0	0	1330000	1,50E+08	0,00E+00	$G =$	6,672E-11
3	-5919	-263	-14827	1330000	1,50E+08	6,67E+06	$\Delta t =$	5
4	-5884	-523	-44422	1328687	1,50E+08	1,33E+07	$m_1 =$	2,00E+30
5	-5827	-777	-73844	1326075	1,49E+08	2,00E+07	$m_2 =$	6,00E+24
6	-5749	-1025	-102981	1322187	1,49E+08	2,66E+07	$r =$	1,50E+08
7	-5650	-1263	-131725	1317062	1,48E+08	3,32E+07	$k =$	<b>2,00</b>
8	-5533	-1490	-159975	1310747	1,47E+08	3,98E+07	$v_{2x}(0) =$	0
9	-5398	-1703	-187638	1303299	1,46E+08	4,63E+07	$v_{2y}(0) =$	1,33E+06
10	-5249	-1902	-214631	1294784	1,45E+08	5,28E+07	$x_2(0) =$	1,500E+08
11	-5087	-2086	-240877	1285275	1,44E+08	5,93E+07	$y_2(0) =$	0
...	...	...	...	...	...	...		

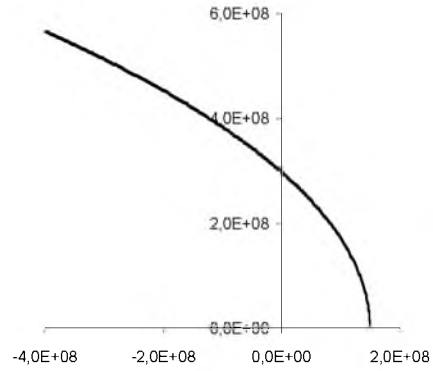


Рис. 4

Отже модель з модифікованими формулами (1)-(3) пройшла тестування, принаймні ці формули при  $k = 2$  проводять до відомих задалегідь результатів.

Перейдемо, нарешті, до експериментів з  $k \neq 2$ . Нехай  $k = 1,8$ ,  $v_y(0) = 1,25 v_k$ .

Результати моделювання разом з відповідними  $\Delta t$  подані на рис. 5 (а-г).

Саме за такими траєкторіями мали б рухатись планети навколо Сонця або штучні супутники навколо планет згідно закону тяжіння (1).

Рис. 5а показує, що тіло-супутник, виконавши один оберт уздовж еліпса, не потрапляє у початкову точку, оскільки велика вісь еліпса за цей час повертається на деякий кут  $\Delta\varphi$  відносно центрального тіла (точки 0; 0).

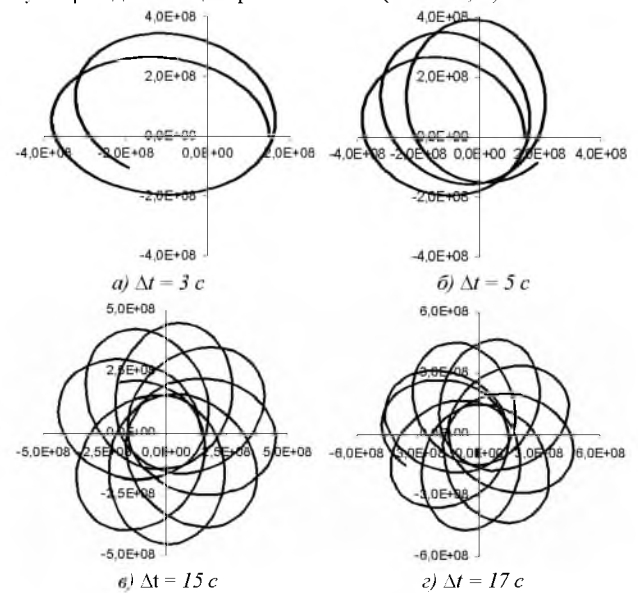


Рис. 5

Обговорюване питання розглядається в курсі теоретичної фізики [2, с.48-49], звідки запозичено рис. 6 і подальший коментар.

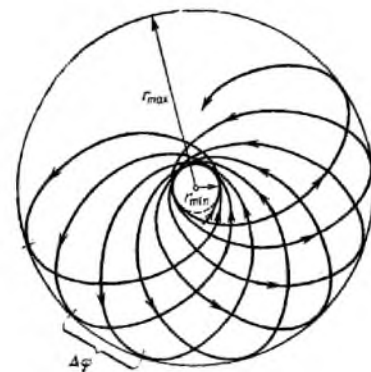


Рис. 6

Якщо область допустимої зміни  $r$  обмежена лише однією умовою  $r \geq r_{max}$  то траєкторія приходить із нескінченності і йде на нескінченність.

Якщо область зміни  $r$  має дві границі  $r_{min}$  і  $r_{max}$ , то траєкторія цілком лежить всередині кільця, обмеженого колами  $r = r_{max}$  і  $r = r_{min}$  (рухи вздовж таких траєкторій називають фінітними). Це, однак, не означає, що траєкторія неодмінно є замкнутою кривою. За час, протягом якого  $r$  змінюється від  $r_{max}$  до  $r_{min}$  і потім знову до  $r_{max}$ , радіус-вектор повернеться на кут  $\Delta\varphi$ . Умова замкнутості траєкторії полягає в тому, щоб цей кут дорівнював раціональній частині від  $2\pi$ , тобто мав вигляд  $\Delta\varphi = 2\pi m/n$ , де  $m, n$  – цілі числа. Тоді через  $n$  повторень цього періоду часу радіус-вектор точки, виконавши  $m$  повних обертів, співпаде зі своїм початковим значенням, тобто траєкторія замкнеться.

Однак такі випадки виняткові, і при довільному значенні кут  $\Delta\varphi$  не є раціональною частиною від  $2\pi$ . Тому в загальному випадку траєкторія фінітного руху не замкнута. Вона нескінчену кількість разів проходить через мінімальну і максимальну відстань (як, наприклад, на рис. б) і за нескінченний час заповнює все кільце між двома граничними колами.

Існують лише два типи центральних полів, у яких всі траєкторії фінітних рухів замкнені. Це поля, в яких потенціальна енергія частинки пропорційна  $1/r$  або  $r^2$ . Перший з цих випадків відповідає  $k = 2$  (світ, у якому ми живемо).

**Висновок.** Постановка проблеми дослідження не є традиційною і обов'язковою, вона виходить за межі шкільних курсів фізики й математики і фактично є об'єктом курсу теоретичної фізики. Єдиним методом, що іноді дозволяє виконати дослідження, усунувши ускладнення, пов'язані з обмеженим математичним апаратом школярів, виявляється *комп'ютерне моделювання* (обчислювальний експеримент). Втім предметом особливого піклування вчителя фізики має бути виховання поваги до суто математичних методів аналізу та до поєднання їх з можливостями обчислювального експерименту, як це роблять автори факультативних курсів фізики (наприклад, [1, с.81-90]), які вважають доцільним ознайомлення школярів з основами чисельного аналізу.

#### Список використаних джерел:

1. Кабардин О.Ф. и др. Факультативный курс физики, 8 кл.: Пособие для учащихся. – М.: Просвещение, 1973. – 206 с.

УДК 372.853

#### І.С. Чернецький

Кам'янець-Подільська спеціалізована ЗОШ №5 з поглибленим вивченням інформатики

### ВАЖЛИВІ АСПЕКТИ СУЧАСНОГО ПІДРУЧНИКА ФІЗИКИ

У статті наведено приклади важливих психологічних та методичних аспектів, необхідних при написанні нового підручника фізики.

**Ключові слова:** підручник фізики, медійні додатки до підручника, сприйняття інформації.

Перехід на стандарт 12-річної середньої освіти супроводжується різким зменшенням часу на викладання курсу в базовій і старшій школі. Ця тенденція ніяк не може позитивно позначитися на рівні базових знань майбутніх випускників середньої школи. Враховуючи перехід на тестову форму складання державної підсумкової атестації, яка проводиться після 12 класу, з врахуванням того, що у 12 класі вивчення курсу фізики взагалі не передбачається базовим планом, прогноз на підвищення рівня базових знань, умінь та навичок учнів явно невтішний. Профільність освіти, яка пропонується як панацея від перевантаження учнів, поки що не вписується у послаблений фундамент логічних знань недоотриманих дитиною на тому етапі, коли вони тільки починають формуватися. Виходячи з цього, питання про створення дійсно нового підручника з фізики який буде однією з підпорок для колоса профільної освіти, стає просто нагальним, оскільки вже з наступного року починається входження у цей виток дітей 7-х класів. Це питання вже вийшло за межі комерційних інтересів авторів підручників і переходить у стратегічне завдання для розвитку природничої освіти.

Що є проблемою сьогоднішніх, рекомендованих Міністерством освіти і науки, підручників, і що обов'язково необхідно врахувати при створенні нового. Сьогоднішній підручник, поряд зі своєю науковістю і виваженістю, перш

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: Учеб. пособие. – В 10-ти т.: Т. 1. Механика. – 4-е изд., испр. – М.: Наука, 1988. – 216 с.
3. Соловійов В.М., Семеріков С.О., Теліцький І.О. Інструментальне забезпечення курсу комп'ютерного моделювання // Комп'ютер у школі та сім'ї. – 2000. – №2. – С.28-32.
4. Теліцький І.О. Елементи комп'ютерного моделювання: Навч. посібник. – Кривий Ріг: КДПУ, 2005. – 208 с.
5. Теліцький І.О., Семеріков С.О. Факультативний курс "Основи комп'ютерного моделювання" // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. пед. ун-ту: Серія педагогічна. Вип. 8: Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, інф.-вид. від., 2002. – С.210-217.
6. Теліцький І.О., Семеріков С.О. Методика ознайомлення школярів з поняттям фазового простору в курсі фізики // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту: Серія педагогічна. Вип. 9: Методологічні принципи формування фізичних знань учнів і професійних якостей майбутніх учителів фізики та астрономії. – Кам'янець-Подільський: К-ПДПУ, інф.-вид. від., 2003. – С.163-165.
7. Теліцький І.О., Семеріков С.О. Комп'ютерне моделювання руху тіл під дією сили всесвітнього тяжіння // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту: Серія педагогічна. Випуск 10: Дидактики дисциплін фізико-математичної та технологічної освітніх галузей. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2004. – С.166-172.
8. Теліцький І.О., Семеріков С.О. Задача про політ паперового літачка // Зб. наук. праць Кам'янець-Подільського держ. ун-ту: Серія педагогічна. Вип. 11: Дидактика фізики в контексті орієнтирів Болонського процесу. – Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський державний університет, інформаційно-видавничий відділ, 2005. – С.264-272.

The article is devoted to methodic teaching of computer modeling in course «Elements of computer modeling in physics» for pupils of 9-11 forms with profound studying of technical, physical and mathematical disciplines.

**Key words:** creative capacities, information science, computer simulation, spreadsheets, methodical system of training.

Отримано: 7.0572006.

за все написаний мовою, зрозумілою дорослій, високоінтелектуальній людині. Сприйняття інформації дорослим і дитиною докорінно відрізняється. Невелике анкетне дослідження зацікавленості учнів школи, де працює автор та інших шкіл України, містило запитання: що вам подобається у вивченні курсу фізики? Одним із варіантів було: робота з підручником. Позитивну відповідь на це запитання дали лише 2-3% опитаних. Ще одне запитання стосувалося домашнього завдання. Розв'язування задач з підручника влаштує 10% опитаних. Цей результат мусить замислитись над проблемою самого підручника. Непікавий підручник стає невідомим вантажем та об'єктом для розмальовування. Результат – формування негативного ставлення у дитини до вивчення предмету в цілому і видалення його з власного гностичного поля.

Розглянемо деякі аспекти сприйняття матеріалу дитиною, яка взяла до рук підручник. Не секрет, що у ранньому віці діти захоплюються нескладним конструюванням. Саме цей момент необхідно по максимуму використати в базовому підручнику 7,8,9 класу. Найголовніше, щоб дитина розуміла те, що вона вивчає не тільки ті об'єкти, які існують у фізичному кабінеті у вигляді приладів, а й оточуючі її у повсякденному житті предмети. Переважна кількість підручників мають зображення саме фізичних приладів