

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ИНСПЕКТОРАТ ПО ОБРАЗОВАНИЕТО-БУРГАС

Гр. Бургас-8000

Ул. "Гладстон" №150

тел. 813 249, 813 252

факс 813 259

ТЕМА

ЗА ОБЩИНСКИ КРЪГ НА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

21.02. 2004г.

За ученици, обучаващи се по учебни програми X, XI и XII КЛАСОВЕ

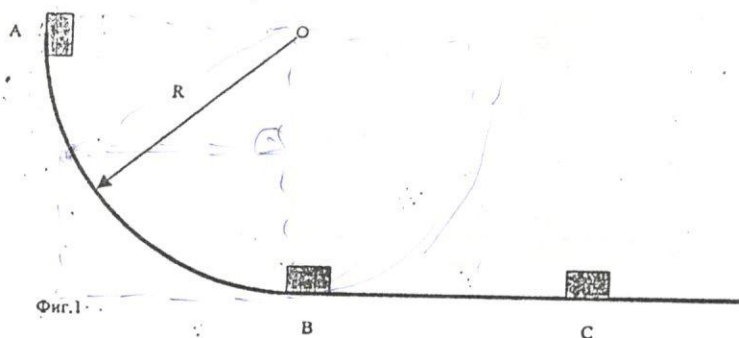
Уважаеми ученици,

от предложените пет на брой задачи в темата е необходимо да изберете три от тях, по които ще работите. Времето Ви за работа е четири астрономически часа! **УСПЕХ!**

ЗАДАЧА 1: Трупче с маса 1 kg е задържано в точка А от пътечка с формата на $1/4$ от окръжност с радиус 1.2 m и преминаваща в хоризонтална равнина (Фиг.1). При освобождаването на трупчето, то се хлъзга надолу по траекторията и достига края на дъговидния участък от в т.В със скорост 4 m/s , след което продължава да се хлъзга по хоризонталния участък, изминавайки по него разстояние 1.88 m , и спира в т.С. Определете:

А). Коефициента на триене при хлъзгане на трупчето по хоризонталния участък от пътечката;

Б). Работата, извършена за преодоляване на силата на триене при движението на трупчето в участъка АВ от пътечката. 10 точки



ЗАДАЧА 2.

Към лисица, бягаща праволинейно и равномерно със скорост $\vec{v}_1$, тича куче със скорост $\vec{v}_2$, постоянна по големина и насочена във всеки момент към лисицата. В момента, когато $\vec{v}_2 \perp \vec{v}_1$, разстоянието между лисицата и кучето е l_1 . Определете ускорението $\vec{a}_2$ на кучето. (Приемете, че $\lg \Delta \varphi \approx \Delta \varphi$, когато $\Delta \varphi$ е много малък) 10 точки

ЗАДАЧА 3: Определете радиуса на орбитата на изкуствен спътник на Земята, ако той се върти от запад на изток в равнината на земния екватор и наблюдател от Земята изглежда неподвижен.

Радиусът на Земята R , периодът на околоосното въртене на Земята T , земното ускорение g при повърхността на Земята и гравитационната константа да се считат дадени. 10 точки

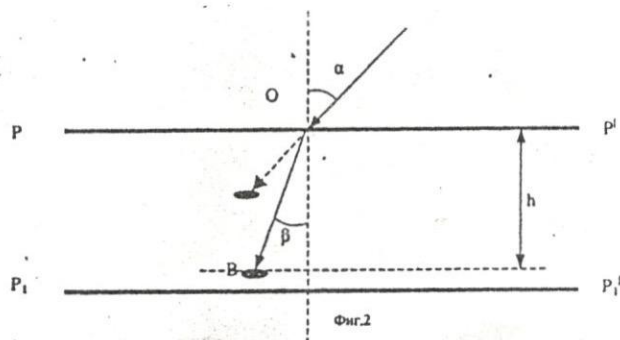
ЗАДАЧА 4: Лъч светлина пада през въздуха към плоско-паралелна пластинка от лед под ъгъл от $\alpha=45^\circ$ и се пречупва под ъгъл $\beta=30^\circ$ (фиг.2). Определете:

А/. Показателя на пречупване на леда;

Б/. Граничния ъгъл на леда.

Прашинка от въглен е замръзнала на дълбочина $h=1,41\text{ cm}$ под повърхността на леда.

В/. На каква дълбочина изглежда, че се намира под повърхността на леда пращинката, ако лъчът по направление на зрителното възприятие (зрителният лъч) е перпендикулярен спрямо тази повърхност? 10 точки



ЗАДАЧА 5:

Човешкото око възприема светлина с дължина на вълната 500 nm , ако светлинните вълни, попадащи в окото, притежават енергия не по-малка от 130 eV за секунда. Какво количество кванти попадат в окото всяка секунда. 10 точки

Константи: $h=6,63 \cdot 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$; $c=3 \cdot 10^8\text{ m/s}$

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Гр. Бургас-8000

тел. 813 249, 52

Ул. "Гладстон" №150

Факс 813 259

ПРИМЕРНИ РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ

ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ЗАДАЧИТЕ ОТ ОБЩИНСКИ КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА ЗА X, XI И XII КЛАС - 21.02.2004 ГОД.

ЗАДАЧА 1:

Дадено: $m = 1 \text{ kg}$, $v_B = 4 \text{ m/s}$, $R = 1.2 \text{ m}$, $S = 1.88 \text{ m}$ Търси се: $A_{\text{к}} = ?$, $B_{\text{к}} = ?$, $A_{\text{AB}} = ?$

Решение: А/ В хоризонталния участък от траекторията при спирането на трупчето от т.В до т.С (фиг.1), изменението на кинетичната енергия се извършва под действие на силата на триене:

$$(1) A_{\text{тс}} = \Delta E_{\text{к}}; \quad (2) kmgS = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow$$

$$(3) k = \frac{v_B^2}{2gS}; \quad (4) k = \frac{4^2}{2 \cdot 9.8 \cdot 1.88} = 0.43 \dots \dots \dots 3 \text{ т.}$$

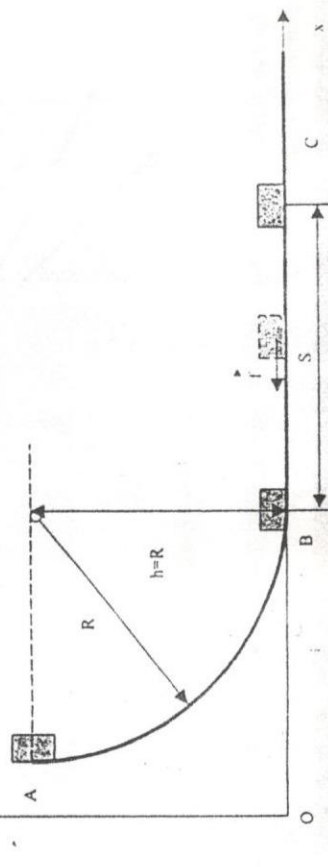
Б/. Ако трупчето се движеше по дъгата АВ без триене, то съгласно закона за запазване на пълната механична енергия потенциалната му енергия в т.А следва да бъде равна на кинетичната му енергия в т.В. В случая движението на трупчето по криволинейния участък се извършва при наличие на триене. Работата на силата на триене е равна на изменението на пълната механична енергия на тялото:

$$(5) A_{\text{AB}} = \Delta E_{\text{к}} + \Delta E_{\text{п}} = \left(\frac{mv_B^2}{2} - 0 \right) + (0 - mgR) = \frac{mv_B^2}{2} - mgR;$$

$$(6) A_{\text{AB}} = \frac{mv_B^2}{2} - mgR = \frac{1.4^2}{2} - 1.98 \cdot 12 = -3.8 \text{ J};$$

Работата на силите, движещи трупчето и преодоляващи триенето в участъка АВ е равна на работата на силата на триене, но с противоположен знак:

$$(7) A'_{\text{AB}} = -A_{\text{AB}} = 3.8 \text{ J}$$



Фиг.1

7 т.

Максимално 10 точки.

ЗАДАЧА 2:

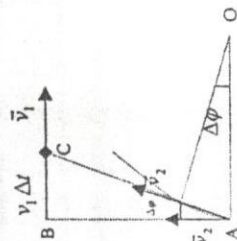
Дадено:

$\vec{v}_1$

$\vec{v}_2$

1

Решение:



В момента $t = 0$ $\vec{v}_2 \perp \vec{v}_1$, след време Δt лисцата е изминала път $BC = v_2 \Delta t$, а вектор $\vec{v}_2$ ще се завърти на ъгъл $\Delta \varphi$, така че $\vec{v}_2$ ще остане насочена към $\vec{v}_1$.

Тъй като $\vec{v}_2 = \text{const} \Rightarrow$ на кучето действа само нормално ускорение $a_2 = \frac{v_2^2}{R}$ (1), където R е радиусът на окръжността, чиято дъга е траекторията на кучето за време Δt .

$$v_2 = \omega R \text{ и } \omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} \Rightarrow v_2 = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} R \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{v_2 \Delta t}{R} \quad (2)$$

От $\triangle ABC \rightarrow \text{tg} \Delta \varphi = \frac{v_2 \Delta t}{l}$; Тъй като $\Delta \varphi$ е много малък $\Rightarrow \text{tg} \Delta \varphi \approx \Delta \varphi \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{v_2 \Delta t}{l} \quad (3)$

$$\text{От (2) и (3)} \Rightarrow \frac{v_2 \Delta t}{R} = \frac{v_2 \Delta t}{l} \Rightarrow R = \frac{v_2}{v_1} l \quad (4)$$

$$\text{Заместваме (4) в (1)} \Rightarrow a_2 = \frac{v_1 v_2}{l}$$

Оценяване:

За правилно определяне компонентите на ускорението, т.е. че $a_2 = a$.

За направен чертеж

- 2 точки

Завярно написани формули

за

$a_2(a_2, v_1, \omega)$

- 3 точки

За получен краен резултат

- 3 точки

Максимално 10 точки.

ЗАДАЧА 4:

Някои условно приети означения: a/α_1 – ъгъл на падане; β/β_1 – ъгъл на пречупване; α_0 – граничен ъгъл; h – действителна дълбочина на местоположението на пращинката въглен; h_1 – видима дълбочина на пращинката; n – показател на пречупване на леда.

Дадено: $\alpha = 45^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $h = 1,41$ cm;

Търси се: $A/\ n = ?$; $B/\ \alpha_0 = ?$; $C/\ h_1 = ?$

Решение: $A/\$. Показателят на пречупване на светлината на леда се определя от закона на Снелиус:

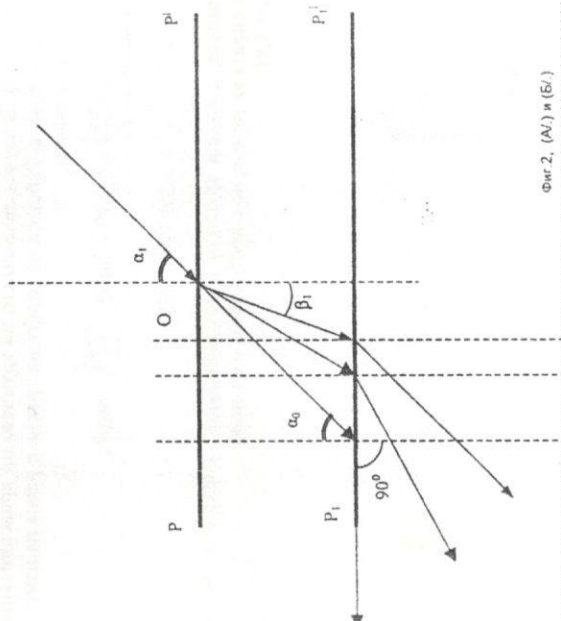
$$(1) \sin \alpha = n_2 \Rightarrow (2) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow (3) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n, \text{ доколкото } n_1 \approx 1 \text{ (за въздух)}.$$

$$\text{Тогава (4) } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{0,7071}{0,5000} = 1,41 \dots \dots \dots 2\text{т.}$$

$B/\$. Граничният ъгъл на пълно вътрешно отражение за леда се определя от закона на Снелиус:

$$(5) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_2 \Rightarrow (6) \frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n} \Rightarrow (7) \frac{\sin \alpha_0}{1} = \frac{1}{n} \Rightarrow (8) \sin \alpha_0 = \frac{1}{1,41} \approx 0,70.$$

$$\text{Тогава: (9) } \alpha_0 \approx 45^\circ.$$



Фиг. 2. (A/) и (Б/)

3т.

$B/\$. На фиг. 2 (В) е изобразен ходът на лъч, падащ под произволен ъгъл α_1 по направление свързващо око на наблюдател с точката на падане (т.О) върху повърхността на леда. Падащият лъч се пречупва под ъгъл β_1 и попада в пращинката въглен (т.В). Око на наблюдателя не вижда пращинката, а нейният образ в т.В' на търсеното разстояние от повърхността на леда h_1 . Определянето на h_1 е свързано с разглеждане на $\triangle BCO$ и $\triangle BCO$.

ЗАДАЧА 3: Разглеждаме спътника като материална точка с маса m . В случая центростремителната сила F_c е гравитационната сила, с която Земята привлича спътника.

От формулата за центростремителна сила и закона на Нютон за гравитацията получаваме: $m\omega^2 r = \frac{\gamma m M}{r^2} \dots \dots \dots 1\text{т.}$

$$\text{но } m\omega^2 r = \frac{mV^2}{r} \text{ и } V = \frac{2\pi r}{T}, \text{ следователно}$$

$$\frac{mM}{r^3} = \frac{m4\pi^2 r}{T^2} \dots \dots \dots 2\text{т.}$$

$$r^3 = \gamma \frac{MT^2}{4\pi^2} \text{ и } r = \sqrt[3]{\gamma \frac{MT^2}{4\pi^2}} \dots \dots \dots 2\text{т.}$$

$$\text{За наблюдателя на Земята: } \gamma \frac{mM}{R^2} = mg \dots \dots \dots 1\text{т.}$$

Оттук определяме масата на Земята: $M = \frac{R^2 g}{\gamma}$ и заместваме, за да

$$\text{определим радиуса на орбитата на спътника: } r = \sqrt[3]{\frac{gR^2 T^2}{4\pi^2}} \dots \dots \dots 2\text{т.}$$

Максимално 10 точки

ЗАДАЧА 5: Енергията на кванта е: $E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \dots \dots \dots 2\text{т.}$

Количеството кванти попадащи всяка секунда в окото е: $N = \frac{E_1 \lambda}{E} \dots \dots \dots 3\text{т.}$

$$\text{Превръщане на единици: } N = \frac{20,8 \cdot 10^{-18} \cdot 0,5 \cdot 10^{-6}}{6,63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8} = 53 \dots \dots \dots 2\text{т.}$$

$$\text{Максимално 10 точки.}$$

$$(10) \frac{B'C'}{h_1} = \operatorname{tg} \alpha_1 \Rightarrow (11) h_1 = \frac{B'C'}{\operatorname{tg} \alpha_1};$$

$$(12) \frac{BC}{h} = \operatorname{tg} \beta_1 \Rightarrow (13) h = \frac{BC}{\operatorname{tg} \beta_1}. \quad \text{Но } BC = B'C'.$$

Тогава от съвместното решаване на (11) и (13) следва:

$$(14) \frac{h_1}{h} = \frac{\operatorname{tg} \beta_1}{\operatorname{tg} \alpha_1} = \frac{\frac{\sin \beta_1}{\cos \beta_1}}{\frac{\sin \alpha_1}{\cos \alpha_1}} = \frac{\sin \beta_1 \cos \alpha_1}{\cos \beta_1 \sin \alpha_1}.$$

В последния израз от закона на Снелиус може да се замени отношението

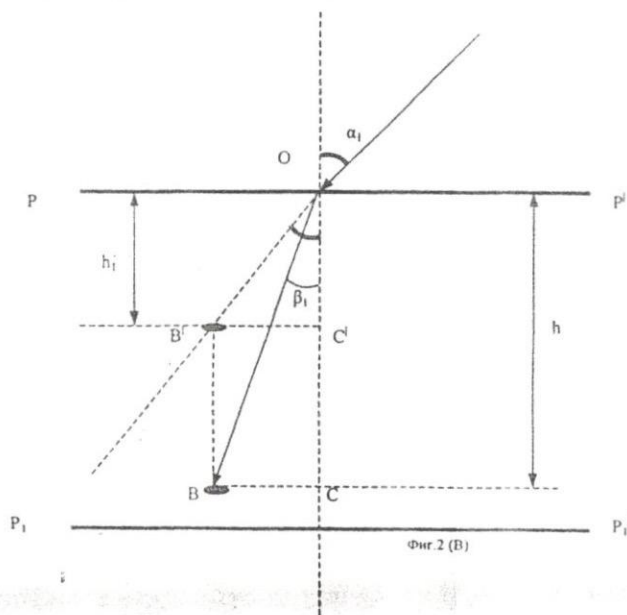
$$(15) \frac{\sin \beta_1}{\sin \alpha_1} = \frac{1}{n}.$$

Тогава:

$$(16) \frac{h_1}{h} = \frac{1 \cos \alpha_1}{n \cos \beta_1} = \frac{1 \sqrt{1 - \sin^2 \alpha_1}}{n \sqrt{1 - \sin^2 \beta_1}}.$$

Този резултат характеризира произволно зададено направление на зрителния лъч. По условие направлението на зрителното възприятие е перпендикулярно на повърхността на плоско – паралелната ледена пластинка, т. е. $\alpha_1 = 0^\circ$, следователно и $\beta_1 = 0^\circ$. Но $\sin 0^\circ = 0$, тогава:

$$(17) \frac{h_1}{h} = \frac{1 \sqrt{1}}{n \sqrt{1}} \Rightarrow (18) h_1 = \frac{h}{n} = \frac{1,41 \text{ cm}}{1,41} = 1 \text{ cm}.$$



Фиг. 2 (В)

Максимално 10 точки.

5т.