

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

РЕГИОНАЛЕН ИНСПЕКТОРАТ ПО ОБРАЗОВАНИЕТО - БУРГАС

Гр. Бургас-8000

Ул. "Гладстон" №150

тел. 813 249, 813 252

факс 813 259

Т Е М А

ЗА ОБЩИНСКИ КРЪГ НА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

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

18. 02. 2007 г.

Уважаеми ученици,

от предложените пет на брой задачи в темата е необходимо да изберете три от тях, по които ще работите.

ЗАДАЧА 1:

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 $\operatorname{tg} \Delta \varphi \approx \Delta \varphi$, когато $\Delta \varphi$ е много малък).



$$a_2 = \frac{v_2^2}{R}$$

$$v_2 = \Delta t \cdot \omega = \frac{\Delta l \cdot v_1}{R}$$

ЗАДАЧА 2.

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.

ЗАДАЧА 3:

От хълм с дължина $L = 40 \text{ m}$ и височина $h = 10 \text{ m}$ се спуска шейна. Каква е продължителността на спускане, ако коефициента на триене е $\kappa = 0,05$.



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). Определете:

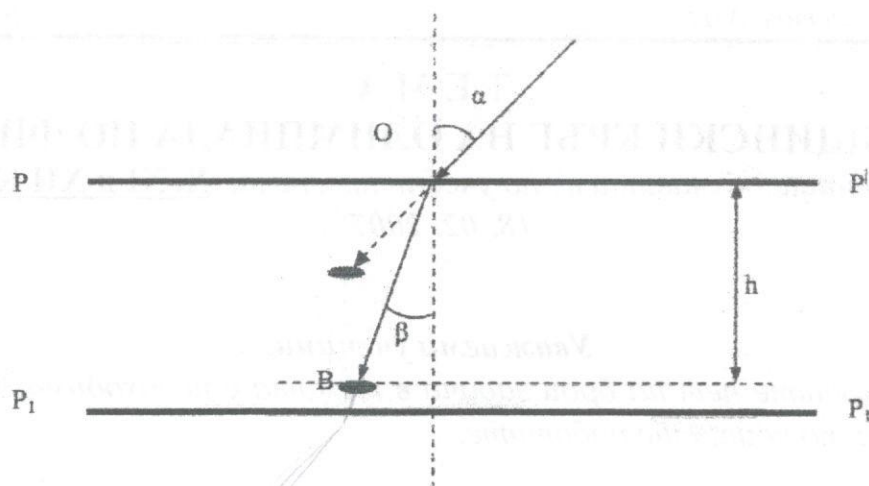
А/. Показателя на пречупване на леда;

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 прашинката, ако лъчът по направление на зрителното възприятие (зрителният лъч) е перпендикулярен спрямо тази повърхност?

$$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = 0.7071; \sin 30^\circ = 0.5000; \cos 30^\circ = 0.8660;$$



ЗАДАЧА 5:

Непрозрачен диск с радиус r плава на повърхността на прозрачна течност. Върху оста на диска на дълбочина $h = 4r/3$ в течността е поставен точков източник на светлина. При какъв минимален показател на пречупване на течността светлината не прониква над нейната повърхност.

Време за работа: 4 астрономически часа.

Всяка задача се оценява с 10 точки.

Желаем Ви успех!

Яш/яш

$$\frac{n_1}{n} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$n = \frac{\sin \beta \cdot n_1}{\sin \alpha}$$

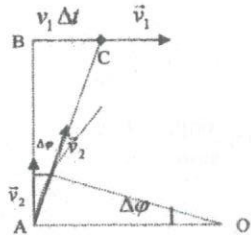
$$n_1 = 1$$

$$\sin \alpha = \frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}}$$

$$\frac{r}{\sqrt{h^2 + r^2}} = \frac{r}{h}$$

ПРИМЕРНИ РЕШЕНИЯ И УКАЗАНИЯ
ЗА ОЦЕНЯВАНЕ НА ЗАДАЧИТЕ ОТ ОБЩИНСКИ КРЪГ НА ОЛИМПИАДАТА ПО ФИЗИКА ЗА X, XI И XII КЛАС – 18.02.2007 ГОД.

ЗАДАЧА 1: 10 точки.



В момента $t = 0$ $\vec{v}_2 \perp \vec{v}_1$, след време Δt дъската е изменила път $BC = v_1 \Delta t$, 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 .

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

$$\text{От } \Delta ABC \rightarrow \text{tg } \Delta \varphi = \frac{v_1 \Delta t}{l}; \text{ тъй като } \Delta \varphi \text{ е много малък } \Rightarrow \text{tg } \Delta \varphi \approx \Delta \varphi \Rightarrow \Delta \varphi = \frac{v_1 \Delta t}{l} \quad (3);$$

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

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

ЗАДАЧА 2: 10 точки Разглеждаме спътника като материална точка с маса m . В случая центробежната сила $F_{ц}$ е гравитационната сила, с която Земята привлича спътника.

От формулата за центробежна сила и закона на Нютон за гравитацията получаваме: $m \omega^2 r = \frac{mM}{r^2}$,

$$\text{но } m \omega^2 r = \frac{m V^2}{r} \text{ и } V = \frac{2\pi r}{T}, \text{ следователно } \gamma \frac{mM}{r^2} = \frac{m 4\pi^2 r}{T^2} \quad r^3 = \gamma \frac{MT^2}{4\pi^2} \text{ и } r = \sqrt[3]{\gamma \frac{MT^2}{4\pi^2}}.$$

За наблюдателя на Земята: $\gamma \frac{mM}{R^2} = mg$. Оттук определяме масата на Земята: $M = \frac{R^2 g}{\gamma}$ и заместваме, за

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

ЗАДАЧА 3: 10 точки За верен чертеж
 $G_x + f = ma_x$; $N + G_y = ma_y$; $a_y = 0$; $N = G_y$.
 $G_y = G \cos \alpha$; $G_y = mg \cos \alpha$; $N = mg \cos \alpha$;
 $f = kN = kG_y = kmg \cos \alpha$;
 $G_x - kG_y = ma$; $G_x = G \sin \alpha = mg \sin \alpha$;
 $a = g \sin \alpha - k g \cos \alpha$; $a = 2.02 \text{ m/s}^2$

$$S = L = at^2/2; \quad t^2 = \frac{2L}{a}; \quad t = 6.7 \text{ s}$$

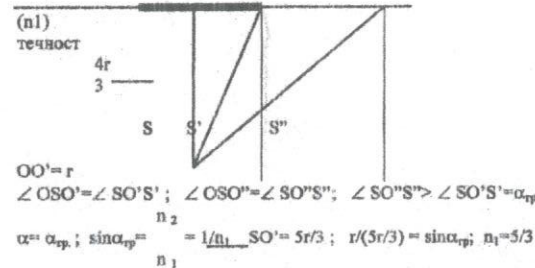
ЗАДАЧА 5: 10

Непрозрачна плоча с радиус r плава на повърхността на прозрачна течност. Върху оста на диска на дълбочина $h = 4r/3$ в течността е точков източник на светлина. При какъв минимален показател на пречупване на течността светлината не оняква над нейната повърхност.

за чертеж

(п2)

въздух



пълно вътрешно отражение ще се наблюдава още при $\alpha_{кр} = \angle OSO'$ равен на ъгъла на падане в т.О.

ЗАДАЧА 4: 10 точки

Някои условно приети означения: α/α_1 – ъгъл на падане; β/β_1 – ъгъл на пречупване; α_0 – граничен ъгъл; n – действителна дълбочина на местоположението на правинката въглен; h_1 – видими дълбочина на правинката; n – показател на пречупване на леда.

Дадено: $\alpha = 45^\circ$; $\beta = 30^\circ$; $h = 1.41 \text{ cm}$;

Търси се: А/. $n = ?$; Б/. $\alpha_0 = ?$; В/. $h_1 = ?$

Решение: А/. Показателят на пречупване на светлината на леда се определя от закона на Снелиус:

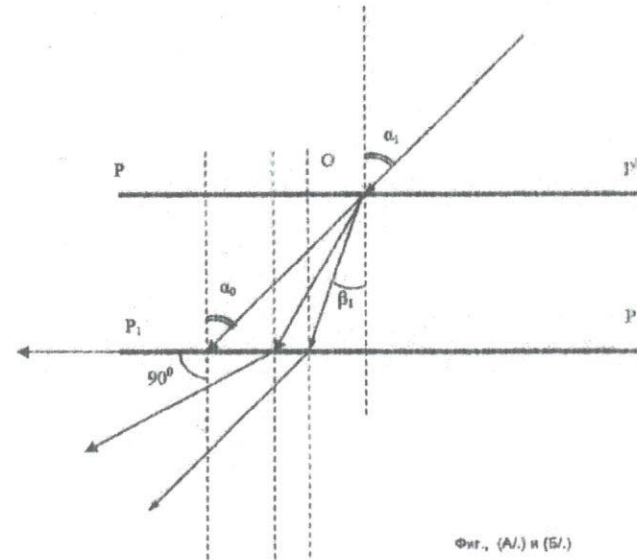
$$(1) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} \Rightarrow (2) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow (3) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n, \text{ доколкото } n_1 \approx 1 \text{ (за въздух)}.$$

$$\text{Тогава (4) } n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{0.7071}{0.5000} = 1.41$$

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

$$(5) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{21} \Rightarrow (6) \frac{\sin \alpha_0}{\sin 90^\circ} = \frac{1}{n} \Rightarrow (7) \frac{\sin \alpha_0}{1} = \frac{1}{n} \Rightarrow (8) \sin \alpha_0 = \frac{1}{1.41} \approx 0.70.$$

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



Фиг. (А/) и (Б/.)

В. На фиг.2 (В) β_1 е ъгълът на лъч, падащ под произволен ъгъл α_1 , но по направление свързващо окото на наблюдател с точката на падане (т.О) върху повърхността на леда. Падащият лъч се пречува под ъгъл β_1 и попада в пращинката въглен (т.В). Окото на наблюдателя не вижда пращинката, а нейния образ в т.В' на търсеното разстояние от повърхността на леда h_1 .

Определянето на h_1 е свързано с разглеждане на ΔB^1C^1O и ΔBCO :

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

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

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

Torana: (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 зрелищния път. По условие направлението на зрелищното 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:

$$(17) \frac{h_1}{h} = \frac{1 \sqrt{1}}{n \sqrt{1}} \Rightarrow (18) h_1 = \frac{h}{n} = \frac{1.41 \text{ cm}}{1.41} = 1 \text{ cm}.$$

