

Решения на темата за 10. клас

б) За да има пълно вътрешно отражение ъгълът на падане $\varphi \geq \varphi_{\text{пво}}$ [0.5 т.], или $\sin \varphi \geq \sin \varphi_{\text{пво}} = \frac{1}{n} = \frac{2}{3}$. [1 т.] Следователно $\varphi \geq 41.8^\circ$.

Отклонението от равновесие може да се изрази като $x = l \sin \alpha$ (виж Фиг.3). От общия вид на квазиеластичната сила $F = -kx$ определяме коефициента $k = \frac{qU}{ld}$. За периода на малки трептения около равновесното положение получаваме

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \sqrt{\frac{mdl}{qU}} \text{ [4 т.]}$$

запавза [1 т.]. Нека $C = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ е капацитетът на кондензатора, където S е площта на плочите му, а ε_0 - диелектричната прониксаемост на вакуума. Следователно $U = \frac{Q}{C} = \frac{Qd}{\varepsilon_0 S}$ и за периодът получаваме $T = 2\pi \sqrt{\frac{mdl\varepsilon_0 S}{qQd}} = 2\pi \sqrt{\frac{ml\varepsilon_0 S}{qQ}}$, което показва че той не зависи от d и няма да се промени в този случай [3 т.].

в) При постоянно свързан кондензатор към батерията, напрежението върху него остава постоянно. Като отчетем, че $T = 2\pi \sqrt{\frac{mdl}{qU}}$, при двойно увеличение на d той ще се увеличи $\sqrt{2}$ пъти [2 т].

Задача 3. Лидар

а) До момента на отразяването си от обекта светлинният импулс се е движил време:

$$t_1 = \frac{t}{2} \quad [1 \text{ т}]$$

и се е върнал до приемника за същото време. Следователно в момента на отразяване на импулса обектът се е намирал на разстояние:

$$L_1 = \frac{ct}{2}. \quad [1 \text{ т}]$$

Докато отразеният сигнал достигне приемника, обектът изминава разстояние:

$$s = \frac{vt}{2}. \quad [1 \text{ т}]$$

Следователно, в момента на приемане на сигнала обектът се намира на разстояние:

$$L = L_1 - s = \frac{(c-v)t}{2}. \quad [1 \text{ т}]$$

б) Избираме като начален ($t = 0$) момента на излъчване на първия импулс. В момента t_1 на приемане на първия импулс обектът се намира на разстояние:

$$L_1 = \frac{(c-v)t_1}{2}. \quad [1 \text{ т}]$$

Ако втория импулс е приет в момента t_2 , реалното му време на движение е $t_2 - \Delta t_0$, защото е излъчен с време Δt_0 по-късно. Следователно в момента на приемане на втория импулс обектът се намира на разстояние:

$$L_2 = \frac{(c-v)(t_2 - \Delta t_0)}{2}. \quad [1 \text{ т}]$$

От друга страна, преместването на обекта за интервала $\Delta t = t_2 - t_1$ е:

$$s = L_1 - L_2 = v\Delta t. \quad [1 \text{ т}]$$

Така получаваме уравнението:

$$v\Delta t = \frac{(c-v)(\Delta t_0 - \Delta t)}{2},$$

от което определяме:

$$\Delta t = \frac{(c-v)}{(c+v)} \Delta t_0. \quad [1 \text{ т}]$$

в) От получения в т. б резултат намираме скоростта на космическия кораб:

$$v = c \frac{(\Delta t_0 - \Delta t)}{(\Delta t_0 + \Delta t)} = \frac{c}{9}. \quad [0.5 \text{ т}]$$

В момента на приемане на първия отразен импулс корабът се намира на разстояние:

$$L = \frac{(c-v)t}{2} = \frac{4}{9}ct \quad [0.5 \text{ т}]$$

от Земята и ще я достигне след време:

$$t_1 = \frac{L}{v} = 4t = 20 \text{ min}. \quad [1 \text{ т}]$$