

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА

Национално пролетно състезание по физика

13 март 2010 г.

Тема 10 клас

1. Във върховете на равностранен триъгълник със страна $a = 6$ cm са разположени заряди $q_1 = 6 \cdot 10^{-9}$ C, $q_2 = q_3 = -8 \cdot 10^{-9}$ C. Определете направлението и големината на силата действаща на заряд $q = 6,67 \cdot 10^{-9}$ C, намиращ се в центъра на триъгълника.

Коефициентът на пропорционалност в закона на Кулон е $k = 9 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$. Електричната

константа е $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \frac{C^2}{N \cdot m^2}$.

- а) Направете чертеж на който покажете силите действащи върху заряда q . Определете направлението на резултантната сила действаща върху заряда q . **(2 точки)**
б) Определете разстоянието между заряда q и останалите заряди **(1 точка)**
в) Определете големините на силите действащи върху заряда q . **(2 точки)**
г) Сравнете големините на силите $F_2 + F_3$ и F_2 . **(2 точки)**
д) Намерете големината на резултантната сила действаща върху заряда q **(3 точки)**

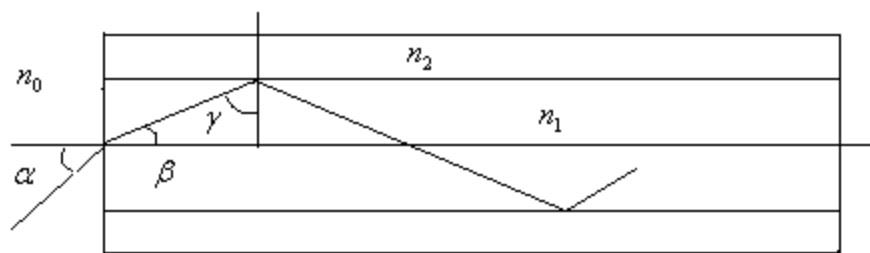
2. Кух съд има цилиндрична форма, маса $m = 10$ kg и площ на напречното сечение $S = 0,4$ m². Съдът плава (вертикално изправен) във вода със плътност $\rho = 1000$ kg/m³. Приемете земното ускорение за $g = 10$ m/s².

- а) Опишете, пресметнете и сравнете силите действащи на съда в равновесие. Приемете, че обема на потопената част на съда е V . **(3 точки)**

Нека в резултат на действащо вертикално надолу кратко във времето външно въздействие съда се потапя на дълбочина x , след което се освобождава. Възникват вертикални хармонични трептения.

- б) Определете посоката и големината на връщащата сила **(3 точки)**
в) Определете периода на възникналите вертикални хармонични трептения на съда. **(3 точки)**
г) Пресметнете честотата на хармоничните трептения. **(1 точка)**

3. Оптично влакно се състои от цилиндрична сърцевина с радиус a и показател на пречупване $n_1 = 1,500$ и обвивка с пръстеновидно напречно сечение с показател на пречупване $n_2 = 1,414$. Краищата на влакното са перпендикулярни спрямо оста му и граничат с въздух ($n_0 = 1$). В единия край (срез) на влакното (виж Фиг. 1), пада светлинен лъч под ъгъл α спрямо оста му.



Фиг. 1 схема на движението на лъча падащ върху оптичното влакно

- а) Определете синуса на ъгъла на пречупване β на падащия лъч в сърцевината на влакното. (1 точка)
- б) Пресметнете синуса на граничния ъгъл γ_0 на пълно вътрешно отражение за границата между сърцевината и обвивката на оптичното влакно. (1 точка)
- в) Напишете условието за ъгъла β (спрямо оста на влакното) разпространяването под който позволява реализирането на пълно вътрешно отражение на границата между сърцевината и обвивката на оптичното влакно. Изразете условието чрез показателите на пречупване на сърцевината и обвивката на оптичното влакно (1 точка)
- г) Напишете условието за максималния ъгъл α_{MAX} на падане на светлинен лъч върху сърцевината на влакното, позволяващо реализирането на пълно вътрешно отражение на границата между сърцевината и обвивката на оптичното влакно. Изразете условието чрез показателите на пречупване на сърцевината и обвивката на оптичното влакно. (2 точки)

Нека приемем, че условието позволяващо разпространението на оптичния лъч в сърцевината на влакното като резултат от последователно реализиращи се пълни вътрешни отражения е изпълнено, като ъгъла на падане на лъча върху обвивката е γ . Да приемем също така, че дължината на влакното е L .

- д) Пресметнете пътя S изминат от лъча преминавайки през влакното. (2 точки)
- е) Пресметнете времето t необходимо на лъча за да достигне другия край на влакното. Приемете, че скоростта на светлината във вакуум е c . (1 точка)

Нека разгледаме дисперсионното разширение на оптичен импулс разпространяващ се във влакното. Оптичният импулс можем да разглеждаме като съвкупност от оптични моди. Всяка от модите можем да представим с оптичен лъч, който се разпространява в сърцевината на влакното по зигзагообразна траектория поради многократните вътрешни отражения на границата между сърцевината и обвивката. Дисперсионното разширение на импулса при преминаване през влакното можем да оценим чрез разликата във времената на преминаване на най-бавната (оптичен лъч изминал най-дълъг път) и най-бързата (оптичен лъч изминал най-къс път) моди.

- ж) Получете оценка за дисперсионното разширение на импулса при преминаване през влакното. (2 точки)