

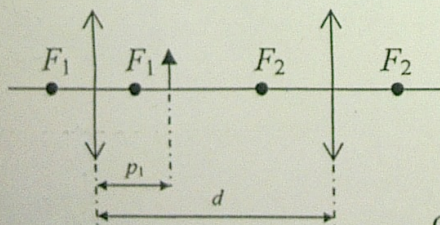


IV РАЗРЕД

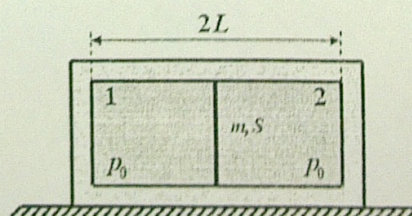
ШКОЛСКЕ 2013/2014. ГОДИНЕ Друштво Физичара Србије Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ЗАДАЦИ

ОПШТИНСКИ НИВО
23.02.2014.

1. Ракета А се креће брзином $v_A = 0,3 \text{ c}$, док се иза ње креће ракета С брзином $v_C = 0,7 \text{ c}$. Између ракете А и С, креће се ракета В одређеном брзином v_B . Ракете се крећу дуж истог правца, у истим смеровима, а брзине су дате у односу на непокретни систем референције. Колика треба да буде брзина ракете В (v_B), тако да се са становишта референтног система везаног за њу, ракете А и С приближавају ракети В једнаким брзинама. Колике су те брзине?
2. Два сабирна сочива жижних даљина $f_1 = 10 \text{ cm}$ и $f_2 = 16 \text{ cm}$ постављена су на растојању $d = 40 \text{ cm}$. На ком растојању p_1 од првог сочива треба поставити предмет између сочива и њихових жижа (слика 1), тако да ликови предмета које дају оба сочива имају једнаку величину?
3. Суд дужине $2L = 20 \text{ cm}$ испуњен је идеалним гасом и подељен је на два дела помоћу танког клипа масе $m = 100 \text{ g}$ и површине $S = 4 \text{ cm}^2$. У стању равнотеже притисак гаса у обе преграде има једнаку вредност и износи $p_0 = 101 \text{ kPa}$, а клип се налази на средини суда (слика 2). Одредити фреквенцију малих осцилација клипа око равнотежног положаја, након што се клип изведе из равнотежног положаја за мало растојање x ($x \ll L$) у хоризонталном правцу и затим пусти. Промене стања гаса у оба дела су изотермске. Трење између клипа и зида суда је занемарљиво. Суд је непокретан и налази се у хоризонталном положају. Користити апроксимацију $(1+a)^n \approx 1+na$, за $a \ll 1$.
4. Одредити енергију зрачења која са Сунца пада на Земљу у јединици времена ако Сунце зрачи као апсолутно црно тело температуре $T = 6000 \text{ K}$. Средње растојање између Сунца и Земље износи $r = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, док су полупречници Сунца и Земље редом $r_s = 6,95 \cdot 10^8 \text{ m}$ и $r_z = 6400 \text{ km}$. Штефан-Болцманова константа износи $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$.
5. Метална плоча се налази у електричном пољу чије су линије силе нормалне на површину плоче и усмерене од ње. Јачина поља мења се по закону $E = kx$, где је k константа, а x растојање од плоче. Електрон је избачен са површине плоче светлосћу таласне дужине λ , и креће се као линеарни хармонијски осцилатор. Одредити време и пређени пут електрона до првог заустављања. Излазни рад за дати метал је A_1 . Сматрати да је електрон излетео из плоче у правцу нормале и да је поље саме плоче занемарљиво. Утицај гравитације занемарити. Маса електрона m и елементарно наелектрисање e су познати. (Млади физичар бр. 54)



Слика 1.



Слика 2.

Сваки задатак носи 20 поена.

Задатке припремили: Владимир Марковић и Владимир Чубровић

Рецензенти: Владимир Марковић и Владимир Чубровић

Председник комисије: Проф. др Мићо Митровић, Физички факултет, Београд

Свим такмичарима желимо успешан рад!



Друштво Физичара Србије
Министарство просвете, науке и технолошког
развоја Републике Србије
РЕШЕЊА

ОПШТИНСКИ НИВО

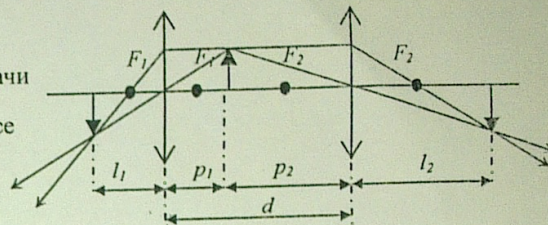
23.02.2014.

IV
РАЗРЕД

1. Нека је u релативна брзина којом се ракети В приближавају остале две ракете. По релативистичком закону слагања брзина имамо $(v_C - v_B) / \left(1 - \frac{v_C v_B}{c^2}\right) = u$ [7п] и $(v_B - v_A) / \left(1 - \frac{v_A v_B}{c^2}\right) = u$ [7п]. Ако изједначимо претходне две релације добијамо квадратну једначину по непознатој v_B , и након замене бројних вредности добијамо $v_B^2 - 2,42c + c^2 = 0$ [3п] и решење $v_B \approx 0,53 c$ [1п]. Ако вратимо добијену вредност брзине v_B у једну од полазних релација добијамо да је $u \approx 0,27 c$ [2п].

2. Уколико ликови оба сочива од истог предмета имају исту величину то значи да је увећање оба сочива исто, $U_1 = U_2$ [2п], тј. $\frac{l_1}{p_1} = \frac{l_2}{p_2}$ (1) [1п]. Могу се написати једначине сочива, $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1}$ [5п] (2) и $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{l_2}$ [5п] (3).

Такође са слике 1 можемо видети да је $p_1 + p_2 = d$ [1п] (4).



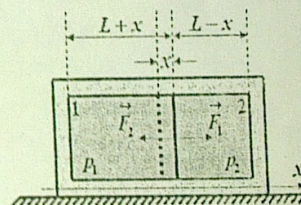
Слика 1.

Добијен је систем од 4 једначине са 4 непознате, одакле се може наћи да је $p_1 = \frac{f_1}{f_1 + f_2} d \approx 15,4 \text{ cm}$ [5+1п].

3. Узмимо да се клип помери у десну страну за мало растојање x ($x \ll L$), сила која делује на клип је једнака $F = F_1 - F_2 = (p_1 - p_2)S$ [3п] (1) (слика 2). Запремина гаса у првом делу тада износи $V_1 = (L+x)S$ [1п], а у другом $V_2 = (L-x)S$ [1п]. Како су процеси изотермски важе следеће релације $p_0 V_0 = p_1 V_1$ [2п] и $p_0 V_0 = p_2 V_2$ [2п], где је $V_0 = L \cdot S$ [1п]. Из претходних једначина добијамо да је притисак гаса у првом делу једнак $p_1 = (1 + x/L)^{-1} p_0$ [1п], а у другом $p_2 = (1 - x/L)^{-1} p_0$ [1п]. Ако искористимо апроксимацију $(1+a)^n \approx 1 + na$, $a \ll 1$, добијамо $p_1 \approx (1 - x/L) p_0$ [2п] (2) и $p_2 \approx (1 + x/L) p_0$ [2п] (3). Када релације (2) и (3)

вратимо у релацију (1) добијамо $F = -\frac{2Sp_0}{L} \cdot x$ [2п], што представља силу која враћа клип у равнотежни положај. Из претходног следи да је фреквенција малих осцилација клипа једнака

$$\nu = \left(\sqrt{2Sp_0 / mL} \right) / 2\pi \approx 14,3 \text{ Hz} [1+1п].$$



Слика 2.

4. Емисиона моћ АЦТ представља енергију коју АЦТ израчи са јединичне површине у јединици времена $R_T = \sigma T^4$ [2п]. Енергија која се израчи са Сунца у јединици времена износи $P_S = \frac{E}{t} = R_T S = \sigma T^4 4\pi r_S^2$ [5п]. На растојању r на којем је удаљена Земља, снага са Сунчеве површине се расподелила по сфери радијуса r . Снага по јединици површине на растојању r износи $\frac{P_S}{4\pi r^2} = \frac{\sigma T^4 r_S^2}{r^2}$ [6п]. Од укупне снаге на растојању r од Сунца на Земљу

ће доспети она количина снаге P_Z која падне на површину попречног пресека Земље $r_Z^2 \pi$, што износи $P_Z = \frac{\sigma T^4 r_S^2}{r^2} r_Z^2 \pi \approx 2,03 \cdot 10^{17} \text{ W}$ [6+1п].

5. Када електрон напусти плочу, на њега, ка плочи делује сила $F = eE = ekx$ [2п]. Једначина кретања електрона је $ma = -ek \cdot x$ и има исти облик као једначина линеарног хармонијског осцилатора са кружном фреквенцијом $\omega = \sqrt{ke/m}$ [4п]. Кинетичка енергија избаченог електрона је $E_k = hc / \lambda - A_1$ [3п]. Брзина коју поседује електрон кад напусти плочу одговара брзини коју би имао осцилатор када пролази кроз равнотежни положај, а пут који пређе електрон до првог заустављања једнак је амплитуди одговарајућег осцилатора. Дакле, $x_0 = v_0 / \omega$ [4п] $\Rightarrow x_0 = \sqrt{2E_k / m} \cdot \sqrt{m / ke}$ [1п] $\Rightarrow x_0 = \sqrt{2(hc - \lambda A_1) / k\lambda e}$ [2п]. Време заустављања једнако је

$$\text{четвртину периода осцилатора } t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{m}{ke}} [4п].$$