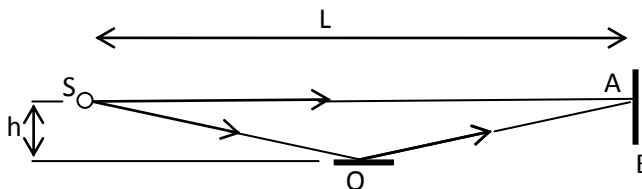


23. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (2. април 2016.)

III РАЗРЕД

1. О зиду виси метални штап, дужине $l = 1\text{ m}$ и масе $m_1 = 4\text{ kg}$, на чијем се доњем крају налази лопта масе $m_2 = 1\text{ kg}$. Колики је период осциловања овог система ако се лопта сматра материјалном тачком? Момент инерције штапа у односу на осу која пролази кроз центар штапа је $ml^2/12$. Сматрати да је убрзање слободног падања $g = 9,81\text{ m/s}^2$.
2. У тачку А на екрану Е падају два кохерентна монохроматска снопа свјетлости таласне дужине $\lambda = 500\text{ nm}$. Ако је $h = 1\text{ mm}$, установити да ли ће у тачки А настати интерференциони максимум или минимум. Удаљеност светлосног извора S од екрана износи $SA = l = 1\text{ m}$. Огледало O је постављено паралелно свјетлосном снопу SA на половини растојања између свјетлосног извора и зида.



3. У вертикалном цилиндричном суду, испуњеном ваздухом налази се у равнотежи два једнака танка тешка клипа. Растојање између клипова и растојање доњег клипа од дна суда су једнака и износе 10 cm . Притисак ваздуха између клипова је $2 \cdot p_0$ гдје је p_0 атмосферски притисак ваздуха ван суда. На горњи клип дјелује се силом и он се поставља на мјесто на коме се, у почетку, налазио доњи клип. На ком растојању од дна суда ће тада бити доњи клип? Температура ваздуха је константна. Трење је занемарљиво.
4. Низ стрму раван чији је нагиб 30° крећу се санке на којима сједи човјек. Он држи опружну вагу (динамометар) на којој виси тијело. Вага је непрекидно у вертикалном положају. При преласку санки на хоризонталну раван, вага остаје и даље у вертикалном положају. Колика је релативна промјена тежине неког тијела коју показује ова вага при преласку санки са стрме на хоризонталну раван? Трење је занемарљиво.
5. У акцелератору се креће уски снап протона по кругу полупречника r у магнетном пољу нормалном на раван тог круга. Јачина струје протона у почетном тренутку је I_0 , а укупан број протона у комори акцелератора је n_0 . Магнетни флуks кроз површину контуре мијења се равномјерно током времена по закону: $\phi = k \cdot t$, гдје је k дата константа. Наћи јачину струје протона послје једног обртаја. Протони се у акцелератору убрзавају али је све време њихова брзина много мања од брзине простирања светлости. Маса протона је m а његово наелектрисање је e .

Задатке припремио: Милко Бабић

Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА III РАЗРЕД

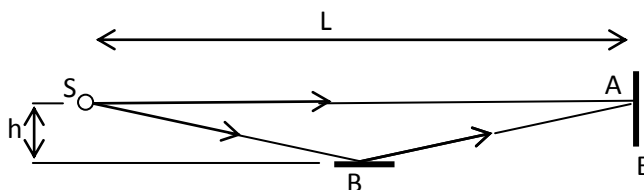
1. $T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgs}}$, гдје је $I = I_s + I_l = \frac{m_1 l^2}{3} + m_2 l^2$, а $m = m_1 + m_2$, док је растојање центра

месе система до тачке вешања $s = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m_i} = \frac{m_1 \frac{l}{2} + m_2 l}{m_1 + m_2} = \frac{l}{2} \frac{m_1 + 2m_2}{m_1 + m_2} = 0,6m$, па је

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{2l(m_1 + 3m_2)}{3g(m_1 + 2m_2)}}$$

$$T = 1,77 \text{ s.}$$

2. Први зрак пређе пут $s_1 = SA = L$ док је ефективна вриједност пређеног пута другог зрака $s_2 = SB + BA + \lambda/2$, с обзиром на скок фазе таласа од π радијана (што одговара путној разлици од $\lambda/2$) при рефлексији од огледала у тачки В.



Разлика пређених путева ова два снопа је: $s = s_2 - s_1 = SB + BA + \frac{\lambda}{2} - SA$

$s = 2SB - SA + \frac{\lambda}{2}$. Како је $SB = \sqrt{\left(\frac{L}{2}\right)^2 + h^2}$, а $SA = L$, добија се да је:

$$\Delta s = L \left[\sqrt{1 + \left(\frac{2h}{L}\right)^2} - 1 \right] + \frac{\lambda}{2}, \quad \Delta s = 2,25 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

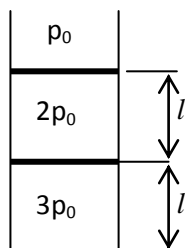
Како је $\Delta s = k\lambda$, следи $\frac{\Delta s}{\lambda} = k$, што

након замене бројних вредности даје: $k = 4,5 = \frac{9}{2}$. Пошто је путна разлика 4,5

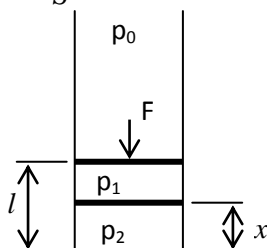
таласних дужина свјетлости или $9 \cdot \frac{\lambda}{2}$, на екрану ће бити интерференциони минимум.

3. а) Почетно стање система приказано је на слици. Услов равнотеже горњег клипа је: $2 \cdot p_0 = p_0 + \frac{m \cdot g}{S}$, гдје је m маса клипа. Следи да је $\frac{m \cdot g}{S} = p_0$. Услов равнотеже

доњег клипа је: $p = 2 \cdot p_0 + \frac{m \cdot g}{S}$, односно $p = 3 \cdot p_0$.



а) Почетно стање система



б) Крајње стање система

б) Услови равнотеже клипова у крајњем стању су: $p_1 = p_0 + \frac{m \cdot g}{S} + \frac{F}{S} = 2 \cdot p_0 + \frac{F}{S}$,

односно: $p_2 = p_1 + \frac{m \cdot g}{S} = 3 \cdot p_0 + \frac{F}{S}$. На основу једначине гасног стања важи:

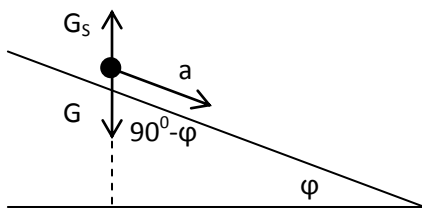
$2 \cdot p_0 \cdot l = p_1 \cdot (l - x)$, односно: $2 \cdot p_0 \cdot l = \left(2 \cdot p_0 + \frac{F}{S}\right) \cdot (l - x)$ (1). Исто тако је:

$3 \cdot p_0 \cdot l = p_2 \cdot x$, односно: $3 \cdot p_0 \cdot l = \left(3 \cdot p_0 + \frac{F}{S}\right) \cdot x$ (2). Рјешавањем система (1) и (2)

добива се квадратна једначина, $x^2 - 6l \cdot x + 3l^2 = 0$. Физички смисао има рјешење $x = (3 - \sqrt{6})l \approx 0,55 \cdot l$.

3. $\varphi = 30^\circ$, $\frac{\Delta G}{G_s} = ?$

Опругна вага (врста динамометра) показује силу којом тело на њу дејствује у вертикалном правцу. Према III Њутновом закону вага дјелује на тијело силом истог интензитета G_s која је усмјерена вертикално навише. Поред ове силе на тело делује и сила теже $G = mg$, те II Њутнов закон примењен на вертикалну компоненту кретања тијела по стрмој равни гласи: $ma_v = G - G_s$ гдје је a_v – компонента убрзања тијела у вертикалном правцу.



Убрзање тијела које се креће без трења низ стрму раван је $a = g \sin \varphi$. Верикална компонента овог убрзања је: $a_v = a \cos(90^\circ - \varphi) = a \sin \varphi$, односно $a_v = g \sin^2 \varphi$. Према томе, $mg \sin^2 \varphi = G - G_s$, или $G_s = G(1 - \sin^2 \varphi)$, јер је $mg = G$. Апсолутна промена тежине тијела при преласку са стрме на хоризонталну раван је $\Delta G = G - G_s = G \sin^2 \varphi$, јер је G једнако тежини тела на хоризонталној равни. Релативна промена тежине тијела је $\frac{\Delta G}{G_s} = \frac{\sin^2 \varphi}{1 - \sin^2 \varphi}$ или $\frac{\Delta G}{G_s} = \tan^2 30^\circ$, односно $\frac{\Delta G}{G_s} = \frac{1}{3}$. Значи при преласку са стрме на хоризонталну раван тежина тијела се повећа за 33,3%.

4. Због промјене магнетног флукса у контури се индукује е.м.с. $\varepsilon_1 = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = k$, односно, јавља се електрично поље (вртложно) које врши рад убрзавајући протоне. Укупан рад који поље изврши на протону при једном његовом обрту је: $A = e \cdot k$ и једнак је прираштају кинетичке енергије протона: $\frac{1}{2} m \cdot v^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 = e \cdot k$ (1). Јачина струје

протона је: $I = n \cdot e \cdot S \cdot v$, гдје је $n = \frac{n_0}{V} = \frac{n_0}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot S}$ односно $I = n_0 \frac{e \cdot v}{2 \cdot \pi \cdot r}$ (2). Из

једначине (1) слиједи $v = \sqrt{v_0^2 + \frac{2e \cdot k}{m}}$ (3). Уврштавањем (3) у (2) добијамо

$$I = n_0 \frac{e}{2 \cdot \pi \cdot r} \sqrt{v_0^2 + \frac{2e \cdot k}{m}}, \text{ или коначно: } I = \sqrt{\frac{I_0^2}{2} + \frac{n_0^2 \cdot e^3 \cdot k}{2 \cdot \pi^2 \cdot r^2 \cdot m}}.$$