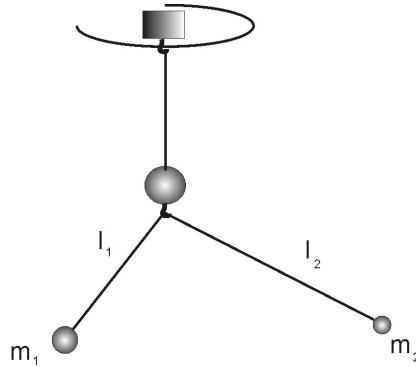


РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ 16.4.2011. год.
IV разред

1. Два тега масе $m_1 = 10g$ и $m_2 = 5g$ везани су за конце дужина $l_1 = 28\text{ cm}$ и $l_2 = 30\text{ cm}$. Други крајеви конаца везани су за трећи тег који је објешен о куку. Кука се може обртати око вертикалне осе као што је приказано на слици. До које фреквенције се два тегу могу окретати, а да канап изнад трећег тегу остане вертикалан? **[30 бодова]**



2. Три мола идеалног гаса налазе се на температури $T_0 = 273\text{ K}$. Након што се изотермно прошири 5 пута, гас се изохорно загрије тако да му је у коначном стању притисак једнак почетном. У току цијелог процеса гасу је доведено 80 kJ топлоте. Наћи вриједност његове адијабатске константе. ($R = 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}}$) **[20 бодова]**
3. Да би се измјерио угао φ између компоненти двојне звијезде, испред телескопа се поставља заслон са двије пукотине чији се размак d може мијењати. Промјеном размака уочено је да се први дифракциони минимум јавља за $d = 0,95m$. Уз претпоставку да је таласна дужине $\lambda = 550nm$, наћи φ . **[15 бодова]**
4. Радиоактивни изотоп једног елемента има атомску масу $m_A = 40,975305$. Електронским захватом он прелази у стабилни елемент атомске масе $m_B = 40,974836$. Ако претпоставимо да је језгро првог елемента мировало, одредити енергију узмака језгре другог елемента и енергију неутрина који прати ову реакцију. Претпоставити да су маса мировања неутрина и енергија емитованог фотона занемариви. ($m_e = 9,1091 \cdot 10^{-31}\text{ kg}$, $N_{av} = 6,002252 \cdot 10^{23}\text{ mol}^{-1}$ $c = 2,9979 \cdot 10^8\text{ m/s}$) **[20 бодова]**
5. Брзина стварања једног изотопа је $10^{13}\text{ atoma m}^{-3}\text{ s}^{-1}$. За које вријеме ће активност овог изотопа бити $3,7 \cdot 10^8\text{ Bq/kg}$ ако му је вријеме полураспада $3,3h$, а густина $\rho = 11650\text{ kg/m}^3$? **[15 бодова]**

Задатке приредио:
Сретен Лекић

Рјешења 4. разред

1.

Тегови се крећу истом угаоном брзином један наспрам другог и због различитих маса и различитих дужина конца, нагибзатегнутих нити је под углом α и углом β . Конац изнад трећег тега је у равнотежен зато што су компоненте центрипеталне силе хоризонталне и једнаке по инензитету а супротне по смјеру. Са повећањем брзине ротације допринос центрипеталних сила знатно брже расте од компоненти тежине, па за довољно брзу ротацију није за исти ω добити реално рјешење.

$$F_{c1} = m_1 \omega^2 r_1 = m_2 \omega^2 r_2 = F_{c2}, \quad r_1 = l_1 \sin \alpha, \quad r_2 = l_2 \sin \beta \quad [5 \text{ бодова}]$$

$$m_1 \omega^2 l_1 \sin \alpha = m_2 \omega^2 l_2 \sin \beta \quad \text{За угао силе напетости конца вриједи } \frac{F_c}{m_1 g} = \tan \alpha \text{ и } \frac{F_c}{m_2 g} = \tan \beta \quad [5 \text{ бодова}]$$

$$\text{Из } \frac{m_1 \omega^2 l_1 \sin \alpha}{m_1 g} = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \text{ и } \frac{m_2 \omega^2 l_2 \sin \beta}{m_2 g} = \frac{\sin \beta}{\cos \beta} \quad [5 \text{ бодова}]. \text{ Из } \frac{\omega^2 l_1}{g} = \frac{1}{\cos \alpha} \text{ и } \frac{\omega^2 l_2}{g} = \frac{1}{\cos \beta} \quad [5$$

$$\text{бодова]} (\cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha}, \cos \beta = \sqrt{1 - \sin^2 \beta}) \text{ слиједи } m_1 l_1 \sqrt{1 - \frac{g^2}{\omega^4 l_1^2}} = m_2 l_2 \sqrt{1 - \frac{g^2}{\omega^4 l_2^2}} \quad [5 \text{ бодова}] \text{ и}$$

$$\text{коначно } v = \frac{1}{2\pi} \frac{\sqrt[4]{g^2 (m_1^2 - m_2^2) (m_1^2 l_1^2 - m_2^2 l_2^2)^3}}{m_1^2 l_1^2 - m_2^2 l_2^2} = 0,267 \quad [5 \text{ бодова}]$$

2.

изотермни процес

$$n = 3$$

$$T_0 = 273K \quad T = const. \quad V/V_0 = 5$$

изохорни процес

$$V = const, \text{ процес завршава са } P_0, \quad Q = 80000J, \quad \kappa = ?$$

Рјешење

$$A = PV \ln \frac{V}{V_0} = PV \ln 5, \quad \kappa = \frac{c_p}{c_v} = 1 - \frac{R}{c_v}, [5 \text{ бодова}] \text{ затим } A_1 = \Delta A_1 = n c_v T_0 (T - T_0) [3 \text{ бода}]$$

$$P_0 V_0 = nRT_0, \text{ а } P_0 V = nRT, \text{ па је } \frac{V_0}{V} = \frac{T_0}{T}, \quad T = 5T_0 [2 \text{ бода}]$$

$$\text{Рад је } A_1 = n c_v (T - T_0) = n c_v T_0 (5 - 1), \text{ Примљена топлота је } Q = A - A_1 = nRT_0 \ln 5 + n c_v T_0 (1 - 5) [5 \text{ бодова}]$$

$$c_v = \frac{Q - nRT_0 \ln 5}{nT_0 (1 - 5)}, \text{ а } \kappa = 1 - \frac{R}{c_v} = 1 - \left(\frac{nRT_0 (1 - 5)}{Q - nRT_0 \ln 5} \right) = 1,4 [5 \text{ бодова}]$$

3.

Дифракциона слика обе звијезде даје у фокусној равни низ максимума и минимума, гдје је угаона удаљеност између два нулта максимума појединачних звијезда φ . [5 бодова] Смањивање растојања између пукотина повећава ширину максимума, а тиме и угаоно растојање \mathcal{G} између сусједних максимума једне дифракционе слике. [3 бода] Када се \mathcal{G} прошири тако да је једнако 2φ , [2 бода] максимума једне слике сепоклапају са

минимумима друге и долази до затамњења. [2 бодова] Из $\mathcal{G} = 2\varphi$ и $\sin \mathcal{G} = \frac{\lambda}{d}$ добије се да је

$$\varphi \approx \frac{\lambda}{2d} = 0,06'' \quad (\sin \mathcal{G} \approx \mathcal{G} \text{ за } \mathcal{G} \ll 1) [3 \text{ бода}]$$

4.

$$m_A + m_e = m_B + m_\nu + \frac{E_\nu + E_f + E_B}{c^2} \approx m_B + \frac{E_\nu + E_B}{c^2} \text{ [2 бода]}. \text{ Биланс маса за електронски захват даје}$$

$$Q_{EY} = (m_A - m_B)c^2 = E_\nu + E_B = 6,986224 \cdot 10^{-14} J (436,639 keV) \text{ [3 бода]}$$

Одржање количине кретања чини једнаким импулс неутрина и елемента m_B :

$$p_\nu = \frac{E_\nu}{c} = p_B = \sqrt{2m_B E_B} = \sqrt{2m_B (Q_{EZ} - E_\nu)} \text{ [5 бодова]} \text{ Након квадрирања ове једначине } (E_\nu > 0)$$

$$\text{добије се } E_\nu = m_B c^2 \left(\sqrt{1 + \frac{2Q_{EZ}}{m_B c^2}} - 1 \right) = 6,986183104 \cdot 10^{-14} J (436,63644 keV) \text{ [5 бодова]}$$

Енергија узмака стабилног атома је

$$E_\nu = m_B c^2 \left(1 + \frac{Q_{EZ}}{m_B c^2} - \sqrt{1 + \frac{2Q_{EZ}}{m_B c^2}} - 1 \right) = 4,0896 \cdot 10^{-17} J (2,556 eV) \text{ [5 бодова]}$$

5.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N + q \text{ [5 бодова]} \quad N(t) = \frac{q}{\lambda} (1 - e^{-\lambda t}), \text{ [5 бодова]} \quad t = \frac{T}{\ln 2} \left(\frac{1}{1 - \frac{\rho R}{q}} \right) = 2,685 h \text{ [5 бодова]}$$