

**22. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (18. април 2015)**

IV РАЗРЕД

1. Електрон почиње да се креће у хомогеном електричном пољу јачине $E = 10kV/cm$. После које времена ће кинетичка енергија овог електрона бити једнака m_0c^2 , гдје је m_0 маса мировања електрона.

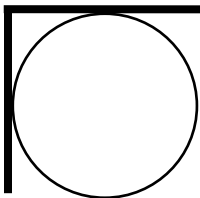
$$(m_0 = 9.1 \cdot 10^{-31} kg, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} C, \quad c = 3 \cdot 10^8 m/s)$$

2. Електрична струја око проводника ствара магнетно поље. Исти учинак постоји и у атомима. Поближе разматрање показује да при кретању око атомског језгра електрон формира магнетни дипол вриједности: $d = IS$, гдје је I јачина струје коју ствара електрон, а S површина коју ограничава електронска путања. Примјеном Борове теорије, израчунати магнетни дипол атома који се налази у стању са квантним бројем $n = 1$.

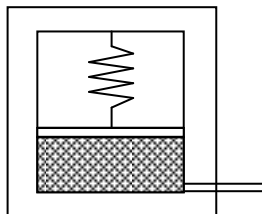
3. У затвореном цилиндричном суду налази се клип закачен на опрузи чији се положај равнотеже налази на дну цилиндра (слика 2). Затим се у цилиндар уводи нека количина ваздуха, тако да се клип подигне на висину $h_1 = 10cm$ при температури ваздуха $t_1 = 27^{\circ}C$. На колику висину ће се подићи клип ако се количина ваздуха испод њега увећа $n = 5$ пута, а температуру ваздуха повећамо до $t_2 = 37^{\circ}C$? Трење занемарити.

4. У Вилсоновој комори је уочено еластично расејавање алфа честица за угао 30° . Са којим језгром је дошло до судара, ако је одбијено језгро одлетјело под истим углом.

5. Хомогена метална плоча има дужину $4R$. Плоча је пресавијена на пола под правим углом и постављена на хоризонтални ваљак полупречника R као на слици 1. Ваљак је учвршћен (непокретан). Колики је минимални коефицијент статичког трења између плоче и ваљка који дозвољава да плоча мирује на ваљку?



слика 1



слика 2

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IV РАЗРЕД

1.

Израз за релативистичку кинетичку енергију је:

$$T = mc^2 - m_0c^2 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - m_0c^2 \quad \text{или} \quad T = m_0c^2 \left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1 \right).$$

Према услову задатка је $T = m_0c^2$, па из претходног израза добијамо $v = \frac{\sqrt{3}}{2}c$.

Вријеме за које ће тијело, полазећи из стања мировања под дејством константне силе F , постићи брзину $v = c \cdot \sqrt{3}/2$ добијамо из релативистичког израза за

II Њутнов закон: $\frac{d}{dt}(mv) = F$,

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{m_0v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \right) = F. \text{ Елементарном интеграцијом } \int_0^v d \left(\frac{m_0v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \right) = F \int_0^t dt, \text{ налазимо}$$

$$\frac{m_0v}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} = Ft, \text{ одакле је } t = \frac{1}{F} \frac{m_0v}{\sqrt{1-v^2/c^2}}. \text{ Замјеном израза за брзину, } v = \frac{\sqrt{3}}{2}c,$$

$$\text{добијамо: } t = \frac{\sqrt{3}m_0 \cdot c}{F} = \frac{\sqrt{3}m_0 \cdot c}{eE}$$

2.

Јачина електричне струје у атому коју ствара електрон кретањем око језгра једнака је количнику наелектрисања електрона e и периода кружења електрона T : $I = \frac{e}{T}$,

(1) гдје је $T = \frac{2\pi r}{v}$ (2). Уврштавањем (2) у (1), добијамо $I = \frac{ev}{2\pi r}$. (3) При

кретању по кружници електронска стаза омеђује површину: $S = r^2\pi$ (4).

Уврштавајући (3) и (4) у израз за магнетни дипол $d = IS$ добија се $d = \frac{ev}{2\pi r} r^2\pi$,

$$d = \frac{e}{2}vr(5). \text{ Из Боровог квантног услова за електрон } m_evr = n \frac{h}{2\pi} \quad n = 1,2,3,\dots$$

произилази да је: $vr = n \frac{h}{2\pi m_e}$. Уврштавањем овог израз у (5), за магнетни дипол се добија: $d = \frac{e}{2} \cdot n \cdot \frac{h}{2\pi m_e}$, односно $d = n \frac{eh}{4\pi m_e}$ (6) $n = 1, 2, 3, \dots$

Заменом бројних вриједности у (6), за атом у стању са квантним бројем $n = 1$, добијамо:

$$d_1 = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J s}}{4\pi \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}, \text{ или коначно } d_1 = 9,27 \cdot 10^{-24} \text{ J T}^{-1}.$$

3.

У оба положаја клипа у равнотежи су силе притиска са еластичним силама опруге:

$$p_1 S = kh \quad p_2 S = kh_2 \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{h_1}{h_2} \quad (1).$$

С друге стране, из једначине гасног стања имамо:

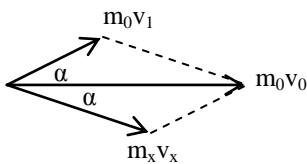
$$p_1 V_1 = n_m RT_1 \quad \text{и} \quad p_2 V_2 = n \cdot n_m RT_2, \quad \frac{p_1 V_1}{p_2 V_2} = \frac{n_m RT_1}{n \cdot n_m RT_2} \Rightarrow \frac{p_1 S h_1}{p_2 S h_2} = \frac{T_1}{n T_2},$$

$$\frac{p_1}{p_2} = \frac{h_2 T_1}{n h_1 T_2} \quad (2) \quad \text{Из једначина (1) и (2) слиједи: } \frac{h_1}{h_2} = \frac{h_2 T_1}{n h_1 T_2},$$

$$h_2 = h_1 \sqrt{\frac{n T_2}{T_1}} \approx 22,7 \text{ cm}.$$

4.

На основу закона одржања импулса у правцу x и y осе, можемо писати:



$$m_0 v_0 = m_0 v_1 \cos \alpha + m_x v_x \cos \alpha \quad (1)$$

$$m_0 v_1 \sin \alpha = m_x v_x \sin \alpha \quad (2) \quad m_0 v_1 = m_x v_x \quad (3)$$

Уврштавањем (3) у (1) $m_0 v_0 = 2m_0 v_1 \cos \alpha$, одакле

$$\text{је } v_1 = \frac{v_0}{2 \cos \alpha} \quad (4)$$

Из Закона одржања кинетичке енергије добијамо: $\frac{m_0 v_0^2}{2} = \frac{m_0 v_1^2}{2} + \frac{m_x v_x^2}{2}$ (5),

односно $m_x v_x^2 = m_0 v_0^2 - m_0 v_1^2$. Након уврштавања (4) у претходну једначину

$$m_x v_x^2 = m_0 v_0^2 \left(1 - \frac{1}{4 \cos^2 \alpha} \right) \quad (6). \text{ Из (3) је } v_x = \frac{m_0 v_1}{m_x}, \text{ а с обзиром на (4), имамо}$$

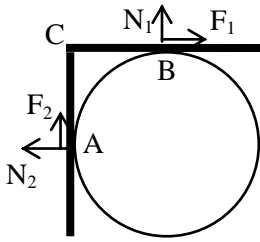
$$v_x = \frac{m_0 v_0}{2 m_x \cos \alpha} \quad (7). \text{ Уврштавањем (7) у (6), након сређивања израза, добијамо}$$

$$m_x = \frac{m_0}{4 \cos^2 \alpha - 1}. \text{ Након уврштавања угла добијамо: } m_x = \frac{m_0}{2}. \text{ Непознато}$$

језгро је језгро деутеријума.

5.

Силе које дјелују на металну плочу су приказане на слици. Узето је да је маса металне плоче $2m$.



Услов равнотеже сила даје: $N_1 + F_2 = 2mg$, (1)

$$F_1 = N_2$$

Из услова равнотеже момената $\Sigma M = 0$ за тачку С имамо: $N_1 R = mgR + N_2 R$ (3) (момент силе у односу на тачку С има само сила теже хоризонталног дијела плоче)

Ако се из (1) и (2) изрази N_1 и N_2 и то уврсти у (3), добија се $F_1 + F_2 = mg$. (4)

Такође је $F_1 \leq \mu N_1$; (5) $F_2 \leq \mu N_2$. (6) Из (2) и (6) слиједи: $F_2 \leq \mu F_1$. (7)

Уврштавајући N_1 из (3) у (5) добија се: $F_1 \leq \frac{\mu mg}{1 - \mu}$. (8)

За минимални коефицијент трења морамо једначине (4), (7) и (8) писати као једнакости:

$$F_1 + F_2 = mg, \quad (9)$$

$$F_2 = \mu F_1, \quad (10)$$

$$F_1 = \frac{\mu mg}{1 - \mu}. \quad (11)$$

Уврштавајући (10) и (11) у (9) и сређивањем добија се квадратна једначина:

$$\mu^2 + 2\mu - 1 = 0.$$

Физички смисао има рјешење $\mu = \sqrt{2} - 1 \approx 0,4$. Према томе, минимална вриједност коефицијента трења износи $\mu \approx 0,4$.