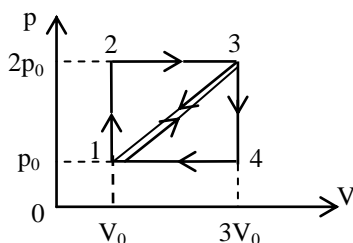


**23. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (12. март 2016)**

**IV РАЗРЕД**

1. Колика је разлика у фреквенцији ротације протона у циклотрону ако се узму у обзир класичне вриједности и релативистичке вриједности фреквенције. Брзина протона износи  $v = 0,6c$  ( $c$  – брзина свјетлости), а креће се у хомогеном магнетном пољу јачине  $B = 1T$ . Маса протона у миру је  $m_0 = 1,67 \cdot 10^{-27} kg$ , а његово наелектрисање је  $1,6 \cdot 10^{-19} C$ .
2. За колико треба повећати почетну температуру ( $T_1 = 3500K$ ) цилиндричне шипке полупречника  $r = 2cm$  и дужине  $L = 0,2m$  да би се развијена снага (укупна изречена енергија у јединици времена) повећала за  $\Delta P = 500 W$ ? Ако се занемаре остали губици топлоте шипка се може сматрати апсолутно црним тијелом. ( $\sigma = 5.67 \cdot 10^8 \frac{W}{m^2 K^4}$ )
3. Водоников атом у основном стању апсорбује фотон таласне дужине  $102,5nm$ . Колику енергију ће имати у ексцитованом стању? Које су могуће вриједности орбиталног момента имспулса електрона у том стању? ( $h = 6.62 \cdot 10^{-34} Js$ ,  $R = 10973731,6m^{-1}$ )
4. На слици су приказана два циклуса: 1-2-3-1 и 1-3-4-1 на истом једноатомском гасу. Који циклус има већи степен корисног дејства и колико пута? Моларна топлотни капацитет гаса при сталној запремини је  $3 \cdot R/2$ .



5. Пластична лопта пада са висине  $h = 1m$  и неколико пута одскочи од пода до заустављања. Колики је коефицијент губљења кинетичке енергије лопте при удару о под ако од тренутка када тијело почне да пада са висине  $h$  до другог удара о под прође  $T = 1.3s$ ,  $g = 9,81 m/s^2$ .

Задатке припремио: Милко Бабић

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

## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IV РАЗРЕД

1.

Пошто се протони се крећу по кружници полупречника  $r$ , онда је Лоренцова сила по интензитету једнака центрипеталној сили:  $eBv = \frac{mv^2}{r}$ . Одавде је полупречник кружне путање

$$\text{протона: } r = \frac{mv}{eB} \quad (1).$$

Период ротације протона износи:  $T = \frac{2\pi r}{v}$ , или, после замене  $r$  из (1)  $T = \frac{2\pi m}{eB}$ .

Према томе, за фреквенцију ротације протона имамо  $v = \frac{1}{T} = \frac{eB}{2\pi m}$  (2).

Из (2) за класичну и релативистичку вриједност фреквенције, добијамо:

$$v^{klas} = \frac{eB}{2\pi m_0}, \quad (3) \quad v^{rol} = \frac{eB}{2\pi m_0 / (1 - v^2 / c^2)^{1/2}} = \frac{eB}{2\pi m_0} \cdot (1 - v^2 / c^2)^{1/2} \quad (4).$$

На основу (3) и (4), за тражену разлику фреквенција ротације протона у циклотрону

$$\text{налазимо: } \Delta v = v^{klas.} - v^{rol} = \frac{eB}{2\pi m_0} \cdot \left[ 1 - (1 - v^2 / c^2)^{1/2} \right], \text{ односно } \Delta v = 3,05 \cdot 10^6 \text{ Hz}.$$

2.

Снага  $P$  коју израчи АЦТ са своје површине  $S$  одрђује се помоћу Штефан – Болцмановог закона:  $P = \sigma \cdot S \cdot T^4$ , па је  $P_1 = \sigma \cdot 2r\pi(r+L)T_1^4$  а  $P_2 = \sigma \cdot 2r\pi(r+L)T_2^4$ .

$$\text{Диобом израза за } P_1 \text{ и } P_2 \text{ добијамо: } \frac{P_2}{P_1} = \left( \frac{T_2}{T_1} \right)^4.$$

Узимајући у обзир да су:  $P_2 = P_1 + \Delta P$ ,  $T_2 = T_1 + \Delta T$ ,

$$\text{налазимо израз за повећање температуре: } \Delta T = T_1 \left[ \sqrt[4]{1 + \frac{\Delta P}{\sigma 2\pi r(r+L)T_1^4}} - 1 \right].$$

За дате податке  $\Delta T$  износи 1,86 К.

3.

Апсорбовањем фотона електрон прелази у стање са главним квантним бројем  $n$  који се

може одредити из  $\frac{1}{\lambda} = R \left( 1 - \frac{1}{n^2} \right)$ , одавде следи  $n = \sqrt{\frac{\lambda R}{\lambda R - 1}} = 3$ . Дакле, енергија електрона

биће  $E_3 = -\frac{1}{9} \cdot 13,6eV = -1,51eV$ . За  $n = 3$  могуће вриједности орбиталног квантног броја су

0,1 и 2, па су могуће вриједности орбиталног момента импулса:  $L = 0$ ;  $(h/2\pi)\sqrt{2}$ ;  $(h/2\pi)\sqrt{6}$ , тј.  $L = 0$ ;  $1,48 \cdot 10^{-34} \text{ kgm}^2 / \text{s}$ ;  $2,57 \cdot 10^{-34} \text{ kgm}^2 / \text{s}$ .

4.

У циклусу 1-2-3-1 гас прима топлоту у процесу 1-2-3

$$Q_1 = A_{2,3} + \Delta U_{1,3} = 4 \cdot p_0 \cdot V_0 + \frac{3}{2} \cdot n \cdot R \cdot (T_3 - T_1), \quad Q_1 = 4 \cdot p_0 \cdot V_0 + \frac{3}{2} \cdot (2 \cdot p_0 \cdot 3 \cdot V_0 - p_0 \cdot V_0),$$

$$Q_1 = \frac{23}{2} \cdot p_0 V_0.$$

У циклусу 1-3-4-1 гас прима топлоту у процесу 1-3:

$$Q_2 = A_{1,3} + \Delta U_{1,3} = 2p_0 \cdot V_0 + \frac{p_0 \cdot 2V_0}{2} + \frac{15}{2} \cdot p_0 \cdot V_0, \quad Q_2 = \frac{21}{2} \cdot p_0 \cdot V_0$$

Извршени рад у оба циклуса је једнак (јер су површине два троугла на слици једнаке). Дакле:

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\frac{A}{Q_1}}{\frac{A}{Q_2}} = \frac{Q_2}{Q_1}, \quad \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{21}{23} \quad \text{односно, већи степен корисног дејства има други циклус.}$$

5.

Лопта падајући са висине  $h$  удара о под брзином  $v_1 = \sqrt{2gh}$ , а одскочи бзином  $v_2$  до висине  $h_1$ . Из закона одржања енерг

ије слиједи:  $mgh = \frac{mv_1^2}{2}$  и

$$mgh_1 = \frac{mv_2^2}{2}. \quad (1) \quad \text{Коефицијетн губљења кинетичке енергије је: } k = \frac{\frac{mv_2^2}{2}}{\frac{mv_1^2}{2}} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 = \frac{mgh_1}{mgh} = \frac{h_1}{h}.$$

(2)

Вријеме које протекне од тренутка када тијело почне да пада са висине  $h$  до другог удара износи:  $T = t_1 + 2t_2$  (3) гдје је  $t_1$  вријеме протекло до пада са висине  $h$  а  $t_2$  вријеме пада са висине  $h_1$  (вријеме пењања до  $h_1$  је једнако времену падања са исте висине). Ова времена се

из кинематичких разматрања могу израчунати и износе:  $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ ,  $t_2 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}}$

Користећи једначину (3) и (2) добија се:  $T = \sqrt{\frac{2h}{g}} + 2\sqrt{\frac{2kh}{g}} = \sqrt{\frac{2h}{g}}(1 + 2\sqrt{k})$ , одакле је

$$k = \frac{1}{4} \left( \sqrt{\frac{g}{2h}} \cdot T - 1 \right)^2. \quad \text{Замјеном бројних вредности добијамо: } k = 0,88.$$