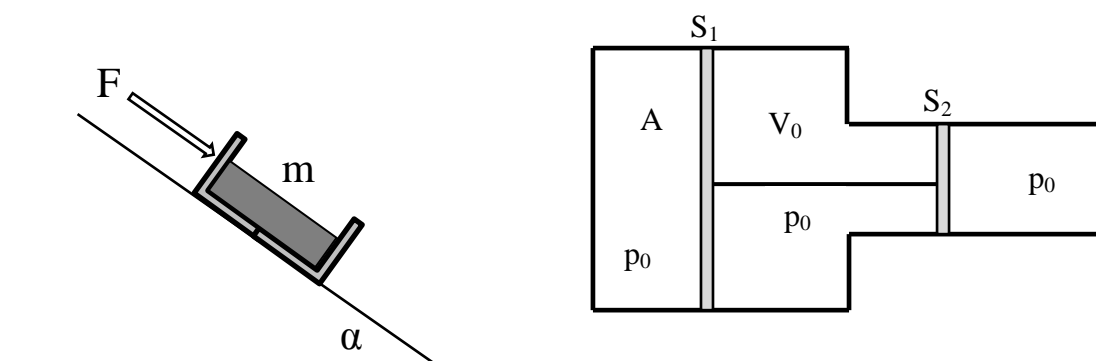


25. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА  
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (17. март 2018)

IV РАЗРЕД

1. У експерименту је мјерена зависност напона, који је потребан да се зауставе електрони ослобођени фотоэффектом са површине метала, од таласне дужине свјетлости којом је обасјан узорак. При таласној дужини  $\lambda_1 = 500nm$  потребан напон је износио  $U_1 = 0,25V$ , а при таласној дужини  $\lambda_2 = 375nm$  напон је био  $U_2 = 1,0V$ . На основу ових мјерења одредите однос Планкове константе и елементарног наелектрисања  $h/e$ . Колика је релативна грешка овако измјерене вриједности  $h/e$  у односу на тачну вриједност?
2. У систему  $S_1$  тијело масе  $m$  се креће таквом брзином да му је запремина једнака половини запремине мировања. У неком тренутку на њега почне да дјелује константна сила  $F$ , истог правца а супротног смјера од вектора брзине. Колико времена  $\Delta t$  треба да дјелује сила  $F$  да би се запремина смањила на  $1/3$  запремине мировања?
3. На дифракциону решетку константе  $5\mu m$ , у правцу нормале, пада свјетлост из гасне цијеви испуњене водоником у атомском стању. На екрану иза решетке види се (голим оком) дифракциона слика. Којем прелазу електрона у атому одговара линија чији се дифракциони максимум 5. реда добија под углом  $41^\circ$ ?
4. На глаткој стрмој равни нагибног угла  $\alpha$  се налази отворена посуда са водом. Укупна маса посуде и воде у њој је  $m$ . Посуда се гура наниже силом константног интензитета  $F$  у правцу нагиба стрме равни. Ако је  $g$  гравитационо убрзање, одредити интензитет силе при ком ће ниво воде бити паралелан стрмој равни.
5. У суду приказаном на слици налазе се два покретна клипа спојена крутим штапом. Између клипова и изван њих налази се ваздух на атмосферском притиску  $p_0$ . Површине клипова су  $S_1$  и  $S_2$ . Почетна запремина ваздуха између клипова је  $V_0$ . За колико ће се помјерити клипови ако се притисак ваздуха у комори  $A$  повећа до  $p$ ? Температура ваздуха је свуда иста и константна. Трење је занемарљиво.



Константе :

$$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}, \quad e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad R = 1,1 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}, \quad g = 9,81 \text{ m/s}^2$$

Напомена: Сва рјешења детаљно објаснити. Јасно дефинисати све ознаке које користите. Писати читко и уредно.

Желимо вам срећан и успјешан рад!

Задатке припремила: Вера Елез, проф.  
Рецензент: Проф. др Милан Пантић, ПМФ Нови Сад

## РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА IV РАЗРЕД

1.  $\lambda_1 = 500\text{nm}$ ,  $\lambda_2 = 375\text{nm}$ ,  $U_1 = 0,25\text{V}$ ,  $U_2 = 1,0\text{V}$ ;  $(h/e)_m = ?$   $\delta = ?$

Из Ајнштајнове релације за фотоефекат имамо  $hc/\lambda = A_i + T$ . Напон који је потребан да заустави електрон је повезан са  $T$  релацијом  $T = eU$  тако да можемо писати

$$hc/\lambda_1 = A_i + eU_1 \quad \text{односно} \quad hc/\lambda_2 = A_i + eU_2, \quad \text{одакле је} \quad (h/e)_m = \frac{U_1 - U_2}{c\left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}\right)}$$

бројних вриједности добија се  $(h/e)_m = 3,75 \cdot 10^{-15} \text{ J/A}$ . Релативна грешка је

$$\delta = \left| \frac{(h/e)_m - (h/e)}{(h/e)} \right| = 9,36\%$$

2.  $m$ ,  $V = V_0/2$ ,  $F$ ,  $t = ?$   $V = V_0/3$ .

Запремина тијела, за посматрача у односу на који се посматрано тијело креће, дата је са  $V = V_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ , односно  $l = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ . Из ове релације налазимо брзину на почетку и крају дјеловања силе, тј.  $(1/2)l_0 = l_0 \sqrt{1 - v^2/c^2}$ ,  $v_{1/2} = \sqrt{3}c/2$ , односно  $v_{1/3} = 2\sqrt{2}c/3$ . Како је  $v_{1/3} > v_{1/2}$  тијело се зауставило, а затим кренуло у супротном смјеру. Из  $F = \Delta p / \Delta t$  и  $p = mv / \sqrt{1 - v^2/c^2}$  слиједи:  $p_{1/2} = \sqrt{3}mc$ ,  $p_{1/3} = 2\sqrt{2}mc$ ,  $\Delta p = p_{1/2} + p_{1/3}$ ,  $\Delta t = \Delta p / F$ , одакле се коначно добија:

$$\Delta t = \frac{mc}{F} (\sqrt{3} + 2\sqrt{2})$$

3.  $d = 5\mu\text{m}$ ,  $k = 5$ ,  $\varphi = 41^\circ$ ,  $n = ?$

У водониковом спектру само четири линије из Балмерове серије су из видљивог дијела спектра. Према томе, дата таласна дужина одговара прелазу електрона са неког нивоа  $n$  на други ниво, па можемо писати:  $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$  (1).

Таласна дужина се може одредити из услова за добијање дифракционог максимума  $d \sin \varphi = 5\lambda$ ,  $\lambda = \frac{d \sin 41^\circ}{5}$ ; односно  $\lambda = 656\text{nm}$  (2). На основу (2) из једначине (1)

$$\text{налазимо } n = \sqrt{\frac{4\lambda R}{\lambda R - 4}}, \quad \text{односно } n = 3.$$

4.  $\alpha$ ,  $m$ ,  $g$ ,  $F = ?$

Како се посуда налази на стрмој равни нагибног угла  $\alpha$ , у правцу њеног кретања низ раван дјелују: паралелна компонента силе Земљине теже  $mg \sin \alpha$  и сила константног интензитета  $F$ . Према другом Њутновом закону убрзање посуде са водом низ стрму раван једнако  $a = \frac{F + mg \sin \alpha}{m}$ .

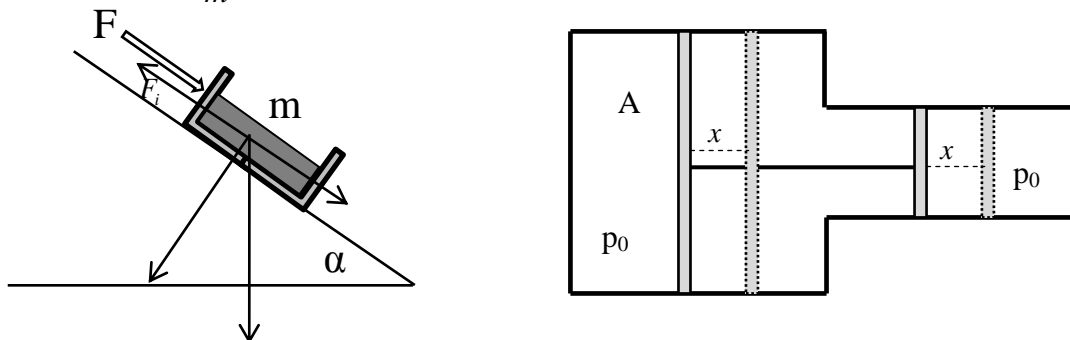
Вежимо референтни систем за посуду са водом, тако да се референтни систем креће убрзањем  $a$  низ стрму раван. Означимо са  $m_v$  масу воде у посуди, тада на воду, посматрано из датог референтног система, осим силе Земљине теже  $m_v g$ , дјелује и

инерцијална сила у правцу супротном од правца убрзања референтног система  $F_i = m_v a$ .

Да би површина воде остала паралелна стрмој равни, неопходно је да на воду дјелују само силе у правцу нормалном на стрму раван, а да укупна сила паралелна стрмој равни буде једнака нули.

Дакле, за укупну силу која дјелује на воду у правцу паралелном стрмој равни треба да важи:  $m_v g \sin \alpha - F_i = 0$ ,  $m_v g \sin \alpha - m_v a = 0$ ,  $g \sin \alpha = a$ , одакле следи

$$g \sin \alpha = \frac{F + m g \sin \alpha}{m}, \text{ одакле је } F = 0.$$



5.  $p_0, S_1, S_2, V_0, p, x = ?$

За почетну запремину можемо писати:  $V_{01} + V_{02} = V_0$ , где су  $V_{01}, V_{02}$  запремине гаса у ширем односно ужем дијелу суда прије дејства притиска. Након повећања притиска имамо:  $V_1 = V_{01} - S_1 x + V_{02} + S_2 x$ ,  $V_1 = V_0 - x(S_1 - S_2)$  (1) ( $V_1$  је запремина гаса у крајњем стању система). Како је  $T = const.$  имамо  $p_1 V_1 = p_0 V_0$  (2).

Равнотежа сила у коначном стању система је:  $p S_1 - p_1 S_1 + p_1 S_2 - p_0 S_2 = 0$ , одакле је

$$p S_1 - p_0 S_2 = p_1 S_1 - p_1 S_2, \quad p_1 = \frac{p S_1 - p_0 S_2}{S_1 - S_2} \quad (3). \quad \text{Заменом (1) и (3) у (2) имамо:}$$

$$\frac{p S_1 - p_0 S_2}{S_1 - S_2} [V_0 - x(S_1 - S_2)] = p_0 V_0. \quad \text{Даље можемо писати } V_0 - x(S_1 - S_2) = \frac{p_0 V_0 (S_1 - S_2)}{p S_1 - p_0 S_2},$$

$$\text{односно } x(S_1 - S_2) = V_0 - \frac{p_0 V_0 (S_1 - S_2)}{p S_1 - p_0 S_2}, \text{ или коначно: } x = \frac{V_0 S_1 (p - p_0)}{(S_1 - S_2)(p S_1 - p_0 S_2)}.$$