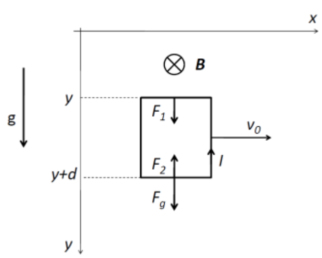
Prirodno-matematički fakultet
Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

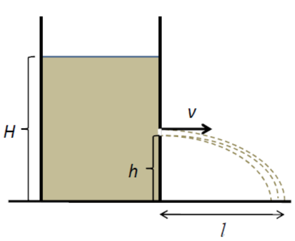
OLIMPIJADA ZNANJA 2017

Rješenja zadataka iz fizike
za IV razred srednje škole

1. Neka je r rastojanje kuglica prije i posle dodirivanja, q_1 i q_2 apsolutne vrijednosti naelektrisanja kuglica prije dodira i q naelektrisanje svake kuglice nakon razdvajanja (pošto su kuglice identične). Iz odnosa sila između kuglica prije ($F_1=kq_1q_2/r$) i posle dodirivanja i razdvajanja ($F_2=kq^2/r$) slijedi da je $q^2 = 4/3q_1q_2$ (*). Razmotrimo slučajeve:
a) Ako su naelektrisanja q_1 i q_2 istog znaka tada je zbog konzervacije naelektrisanja $2q = q_1 + q_2$. Uvrštavanjem $q = (q_1 + q_2)/2$ u (*) i kvadriranjem lijeve i desne strane, dobija se kvadratna jednačina po q_1 preko q_2 (i obratno): $3q_1^2 -10q_2q_1+3q_2^2 = 0$ čijim rješavanjem se dobija da je $q_1 = 3q_2$ tj. $q_1 = q_2/3$.
b) Ako su naelektrisanja q_1 i q_2 različitog znaka, tada je $2q = q_1 - q_2$. Uvrštavanjem $q = (q_1 - q_2)/2$ u (*) i kvadriranjem lijeve i desne strane, dobija se kvadratna jednačina po q_1 preko q_2 (i obratno):
$3q_1^2 -22q_2q_1+3q_2^2 = 0$ čijim rješavanjem se dobija da je $q_1 = (11+4\sqrt{7})q_2/3$ tj. $q_1 = (11-4\sqrt{7})q_2/3$.
Oba slučaja su moguća. Dakle, na osnovu datih podataka nije moguće odrediti da li su naelektrisanja istog ili različitog znaka.



2. Pošto se indukcija u vertikalnom pravcu mijenja onda se indukuje elektromotorna sila tj. kroz ram će proticati struja promjenljivog intenziteta sa smjerom kao na slici. Sile koja djeluje na lijevu i desnu stranicu rama su jednakog intenziteta i suprotnog smjera, tako da je ukupna sila u horizontalnom pravcu jednaka nuli što znači da se brzina v_0 ne mijenja. U vertikalnom pravcu djeluje sila teže, vertikalno naniže, ali i rezultujuća magnetna sila jer sile koje djeluju na gornju i donju stranicu rama nisu jednake, $F_1 = Id[B_0 + ky]$ i $F_2 = Id[B_0 + k(y + d)]$. U vertikalnom pravcu biće: $ma = mg + Id[B_0 + ky] - Id[B_0 + k(y + d)]$ tj. $ma = mg – Id^2k$. Konstantna brzina biće za $a = 0$ tj. kad je $I = mg/kd^2$ (**). Po Omovom zakonu je: $I = \varepsilon_i/R = S\Delta B/R\Delta t=d^2k\Delta y/R\Delta t$. Odnos $\Delta y/\Delta t$ je vertikalna komponenta brzine rama v_y, pa se uvrštavanjem ovog izraza u jednačinu (**) dobija da je, $v_y = mgR/k^2d^4$. Konstantna brzina koja se postiže je:
$v = \sqrt{v_0^2 + v_y^2} = \sqrt{v_0^2 + (\mathrm{mgR/k}^2 d^4)^2}$.



3. Korišćenjem Bernulijeve jednačine i zanemarivanjem brzine spuštanja nivoa u sudu dobija se da je brzina isticanja kroz mali otvor $v = \sqrt{2g(H-h)}$. Kretanje mlaza nakon izlaska kroz mali otvor može se razložiti na kretanje u vertikalnom i horizontalnom pravcu. U horizontalnom pravcu brzina se ne mijenja i voda se kreće stalnom brzinom v i domet tj. rastojanje na koje pada djelić vode posle vremena t je $l = vt$. Za ovo vrieme taj djelići tečnosti u vertikalnom pravcu pređe rastojanje h, $h = gt^2/2$ odakle je
$t = \sqrt{2h/g}$, $l = vt = \sqrt{2g(H-h)} \cdot \sqrt{2h/g} = 2\sqrt{h(H-h)}$. Vidimo da će na isto mjesto da padne i mlaz sa visine $h' = H – h$, $l' = 2\sqrt{h'(H-h')} = 2\sqrt{h(H-h)} = l$.

4. a)

$$E_k = E - E_0 = \frac{m_0c^2}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - E_0 = E_0\left(\frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} - 1\right) \rightarrow 1-\frac{v^2}{c^2} = \left(\frac{E_0}{E_k+E_0}\right)^2 \rightarrow v = c\sqrt{1-\left(\frac{E_0}{E_k+E_0}\right)^2} = 0.41c = 1.2\cdot 10^8\,\frac{m}{s}$$

b) $$\lambda = \frac{h}{p};\ p = \frac{1}{c}\sqrt{E^2 - E_0^2} = \frac{1}{c}\sqrt{(E_k+E_0)^2 - E_0^2} = \frac{1}{c}\sqrt{E_k(E_k+2E_0)} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{\sqrt{E_k(E_k+2E_0)}} = 5.3\cdot 10^{-12}\,m;$$

Ako je b rastojanje između dva proreza, uslov za difrakcioni maksimum biće: $b\sin\alpha_k = k\lambda$, pa je za maksimum nultog reda (k = 0), α_0 = 0°. Za minimum prvog reda uslov je $b\sin\alpha_{1,\min} = \lambda/2$, a pošto je minimum prvog reda za $\alpha_{1,\min}$=0.3'' onda je $b = \frac{\lambda}{2\sin\alpha_{1,\min}} = 1.8\cdot 10^{-6}\,m.$

c) Ako označimo sa L rastojanje od proreza do zaklona na kojem se registruje difrakciona slika, onda je udaljenost k-tog interferencionog maksimuma od centralnog određena sa $x_k = L\mathrm{tg}\alpha_k$, pa je udaljenost dva susjedna maksimuma: $\Delta x = x_{k+1} - x_k = L(\mathrm{tg}\alpha_{k+1} - \mathrm{tg}\alpha_k) \approx L(\sin\alpha_{k+1} - \sin\alpha_k) = L((k+1)\lambda/b - k\lambda/b) = L\lambda/b$. Rastojanje između maksimuma se povećava povećavanjem talasne dužine tj. smanjenjem energije elektrona i smanjenjem rastojanja između proreza.