



ispitni centar

**PRAVA
MJERA
ZNAJJA**

DRŽAVNO TAKMIČENJE 2017.

ŠIFRA UČENIKA

SREDNJA ŠKOLA FIZIKA

UKUPAN BROJ OSVOJENIH BODOVA

Test pregledala/pregledao

Podgorica, 20..... godine

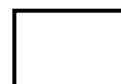
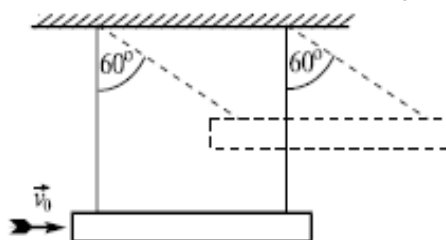
UPUTSTVO UČENICIMA

Redni broj zadatka	Broj bodova
1	20
2	20
3	20
4	20
5	20
Ukupno	100

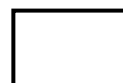
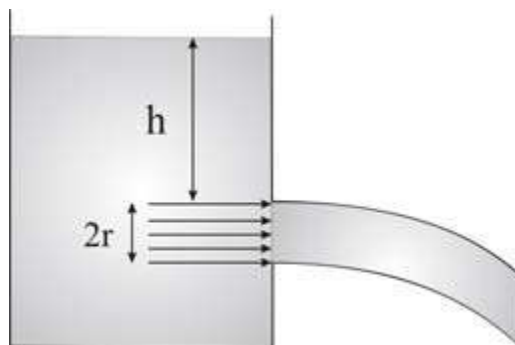
Vrijeme za rad: **180 min**

Pribor za rad: kalkulator, geometrijski pribor i hemijska olovka.

1. Zrno mase m koje leti horizontalno, udara i zaustavlja se u tijelu mase M , koje je obješeno o dvije jednake mite dužine l i ostaje u njoj. Posle udara niti su se otklonile za ugao θ . Naći:
- Brzinu zrna prije udara u tijelo;
 - Relativan iznos prvobitne kinetičke energije zrna koji se pretvara u unutrašnju energiju, uz pretpostavku da je $m \ll M$.



- 2.** Na bočnoj strani posude napunjene tečnošću indeksa prelamanja n , napravljen je mali otvor poluprečnika r . Iz posude se duž ose otvora usmjerava snop svjetlosti. Odrediti maksimalnu visinu nivoa h iznad otvora pri kojoj svjetlost počinje da napušta mlaz.



- 3.** Dva mala tijela, vezana neistegljivom izolatorskom niti dužine l , miruju na horizontalnoj podlozi. Naelektrisanje svakog tijela je q , a masa m . Kada nit pregori tijela počinju da se kreću po podlozi. Koliku maksimalnu brzinu će tijela dostići, ako je koeficijent trenja μ ?



- 4.** Po horizontalnim, paralelnim šinama između kojih je rastojanje 50 cm, može da klizi bez trenja provodna šipka mase 100 g. Šine su na jednom kraju spojene otpornikom od $5\ \Omega$ i postavljene u vertikalno homogeno magnetno polje indukcije 2 T. Šipki je saopštena početna brzina od 0.5 m/s. Odrediti put koji šipka pređe do zaustavljanja.



5. U elektronskom mikroskopu se posmatranja vrše uz pomoć snopa elektrona ubrzanih ubrzavajućim potencijalom U . Moć razlaganja mikroskopa je minimalno rastojanje d između dva predmeta koje mikroskop može da razdvoji i iznosi $d \geq \lambda/2A$, gdje je λ talasna dužina elektrona, a A konstanta mikroskopa. Kolika je moć razlaganja mikroskopa konstante $A = 0.15$ pri ubrzavajućem potencijalu od $U = 100$ keV. Energija mirovanja elektrona je 511 keV, naelektrisanje elektrona je $1.6 \cdot 10^{-19}$ C, a Plankova konstanta je $6.626 \cdot 10^{-34}$ Js.



Rješenja:

1. a) Pošto udar zrna u tijelo traje kratko, na sudar se može primijeniti zakon održanja impulsa:

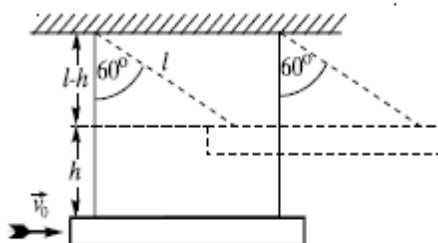
$$mv_0 = (m + M)v - \text{gdje je } v \text{ brzina sistema zrno-tijelo posle sudara... (2p)}$$

Pri kretanju ovog sistema posle sudara, kinetička energija prelazi u potencijalnu, pa prema zakonu održanja energije dobija se:

$$(m + M)gh = \frac{m+M}{2} v^2 \Rightarrow v^2 = 2gh - \text{gdje je } h \text{ promjena visine...}$$

(4p)

Sa slike se može odrediti visina h :



(1p)

$$\cos\theta = \frac{l-h}{l} \Rightarrow h = l - l\cos\theta = l(1 - \cos\theta) \quad \textbf{(1p)}$$

Iz navedenog dobija se da je početna brzina zrna jednaka:

$$v_0 = \frac{m+M}{m} v = \frac{m+M}{m} \sqrt{2gh} = \frac{m+M}{m} \sqrt{gl} \quad \textbf{(2p)}$$

- b) Relativni gubitak kinetičke energije je:

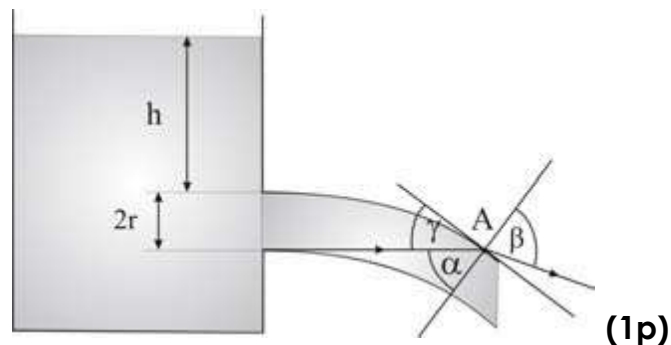
$$\eta = \frac{\Delta E_k}{E_k} = \frac{m \frac{v_0^2}{2} - (m + M) \frac{v^2}{2}}{m \frac{v_0^2}{2}} = \dots \quad \textbf{(5p)}$$

$$\eta = \frac{\frac{m(m+M)^2}{2} v^2 - (m+M) \frac{v^2}{2}}{\frac{m(m+M)^2}{2} v^2} \approx 1 - \frac{m}{M} \dots \textbf{(5p)}$$

- 2.** Tangenta na mlaz u tački A gradi sa horizontalom ugao $\gamma = 90^\circ - \alpha$.
 Kako je prema zakonu prelamanja $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{1}{n}$, za granični ugao totalne refleksije dobijamo $\sin \alpha_g = \frac{1}{n}$ **(3p)**

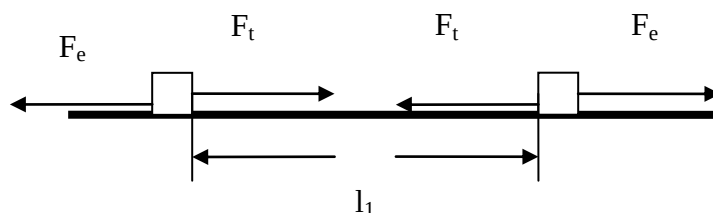
Za slučaj tražene maksimalne visine h , u tački A mora biti ispunjen uslov $\alpha = \alpha_g$, jer tada dio snopa uspijeva da napusti mlaz, jedino u toj tački. Kako je u pitanju mali otvor, na osnovu Bernulijeve jednačine slijedi $v_x = \sqrt{2gh}$. **(4p)**

Vrijednost y – komponente brzine djelića tečnosti u tački A je $v_y = \sqrt{2gs} = \sqrt{4gr}$. **(4p)**
 Kako je $\tan \alpha = \frac{v_x}{v_y}$ **(3p)**, a veza između sinusa i tangensa ugla $\sin \alpha = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{1 + \tan^2 \alpha}}$, za traženu visinu dobijamo $h = \frac{2r}{(n^2 - 1)}$ **(5p)**



3. Posle pregorijevanja niti tijela počinju da se kreću pod dejstvom elektrostatičke odbojne sile F_e . Istovremeno, na oba tijela djeluje i sila trenja, pa će jednačin kretanja imati oblik:

$$ma = F_e - F_t \dots (3p)$$



(3p)

Sila F_e se smanjuje sa povećanjem rastojanja, dok je sila F_t konstantnog intenziteta, što znači da ubrzanje tijela opada i kada dostigne nulu brzina tijela je maksimalna. Posle toga, ubrzanje mijenja smjer i brzina se smanjuje. Brzina je maksimalna prilikom prolaska tijela kroz ravnotežne položaje, tj. kada je:

$$F_e = F_t$$

$$k \frac{q^2}{l_1^2} = \mu mg \Rightarrow l_1 = q \sqrt{\frac{k}{\mu mg}} \dots (5p)$$

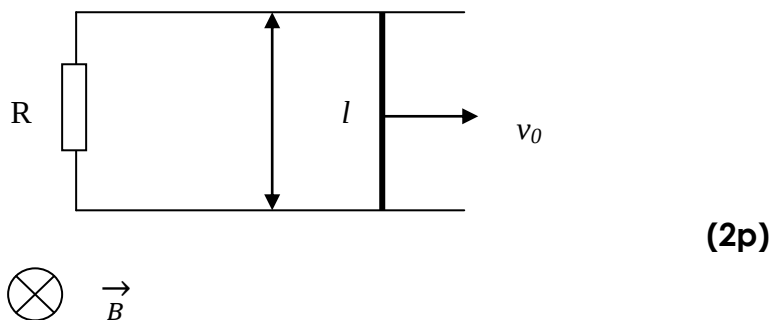
Promjena energije tijela jednaka je radu izvršenom protiv sile trenja:

$$F_t(l_1 - l) = k \frac{q^2}{l} - 2 \frac{mv^2}{2} - k \frac{q^2}{l_1} \Rightarrow \dots (5p)$$

$$v = \sqrt{\frac{kq^2}{m} \left(\frac{1}{l} - \frac{1}{l_1} \right) - \mu g(l_1 - l)} = \sqrt{\frac{kq^2}{ml} - 2q \sqrt{\frac{k\mu g}{m}} + \mu gl} =$$

$$q \sqrt{\frac{k}{ml}} - \sqrt{\mu gl} \dots (4p)$$

4.



(2p)

Zbog pomjeranja provodnika mijenja se magnetni fluks kroz površinu oivičenu konturom, što izaziva stvaranje indukovane EMS i indukovane struje.

Kako magnetno polje djeluje na šipku kroz koju protiče struja, šipka se kreće usporeno do zaustavljanja. Brzina šipke u nekom trenutku je v . U malom intervalu vremena Δt ona se pomjeri za $\Delta x = v\Delta t$, **(1p)** pri čemu se fluks promijeni za $\Delta\Phi = Blv\Delta t$ **(1p)**. Tada je indukovana EMS, $\varepsilon_i = -Blv$ **(1p)**, pa kroz šipku protiče struja $I = \frac{\varepsilon_i}{R}$ **(1p)**.

Sila kojom magnetno polje djeluje na šipku je $F = IBl = -B^2l^2\frac{v}{R}$ **(2p)** i ta sila usporava šipku.

Jednačina kretanja pri pomjeranju za Δx je: $ma = F = -B^2l^2\frac{v}{R} = -\frac{B^2l^2}{R}\frac{\Delta x}{\Delta t}$ **(3p)**

Kako je $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Rightarrow m\Delta v = -\frac{B^2l^2\Delta x}{R}$ **(3p)**

Promjena brzine i promjena koordinate, tj. pređeni put su linearno zavisni.

Ukupna promjena brzine je $\Delta v_u = -v_0$, a promjena koordinate $\Delta x = s$. **(2p)**

Zamjenom u prethodnu jednačinu dobija se: $-v_0m = -\frac{B^2l^2s}{R} \Rightarrow$ **(2p)**

$s = \frac{mRv_0}{B^2l^2} = 0.25m$ **(2p)**

5. Kinetička energija elektrona je $T = 100 \text{ keV}$ **(2p)**, a impuls elektrona je $p = \frac{1}{c} \sqrt{T(T + 2m_0c^2)} = 1.786 * 10^{-22} \frac{\text{kgm}}{\text{s}}$ **(7p)**

De Broljeva talasna dužina ovih elektrona je $\lambda = \frac{h}{p} = 3.709 * 10^{-12} \text{ m}$ **(7p)**, pa je moć razlaganja $d \geq \frac{\lambda}{0.3} = 1.24 * 10^{-11} \text{ m}$ **(4p)**