Prirodno-matematički fakultet

OLIMPIJADA ZNANJA 2023

Takmičenje iz FIZIKE
za II razred srednje škole

REŠENJA

1. Ovo je energetski dijagram u ravni. Na ordinate su nanesene potencijalna, kinetička i ukupna mehanička energija, a na apscisu rastojanje posmatranog tijela od stacionarnog izvora polja sile**.**

Potencijalna energija za hitac u vis u blizini površine Zemlje je *U(h)=mgh*, gdje je *h* visina u odnosu na površinu Zemlje. Odgovarajući energetski dijagram za potencijalnu energiju dat je pravom linijom koeficijenta pravca *k=mg***.**

(5 bodova)

Ukoliko je početna brzina tijela na površini Zemlje jednaka v_0, odnosno kinetička energija $T_0 = \frac{m{v_0}^2}{2}$, zakon održanja mehaničke energije zahtijeva da tokom kretanja zbir kinetičke i potencijalne energije ostane konstantan i jednak T_0, jer je na površini Zemlje *U(0)=0*. Veličina T_0 nanesena je na ordinatu u tački sa apscisom *h=0*. Pošto je mehanička energija tijela *E* na svakoj visini jednaka T_0,ovu energiju predstavljamo pravom linijom paralelnom apscisi. Kinetička energija je prava linija: $T(h) = E - U(h) = T_0 - mgh$. Sa porastom visine kinetička energija se smanjuje, a potencijalna raste. Na visini h_0, kinetička energija je jednaka nuli, a potencijalna $U(h_0) = mgh_0 = E = T_0$, pošto je brzina jednaka nuli u ovoj tački, ovo je maksimalna visina do koje tijelo može da se popne sa početnom energijom T_0.

(10 bodova)

Funkcija koja prikazuje potencijalnu energiju na ovom i drugim energetskim dijagramima, predstavlja granicu između kinematski dozvoljene i kinematski zabranjene oblasti, ona definiše potencijalnu barijeru. S jedne strane potencijalne barijere je svijet realnih dozvoljenih procesa, a sa druge svijet besmislenih i fizički nepojmljivih pojava.

(5 bodova)

Ukoliko uvećamo početnu kinetičku eneriju za ΔT , tijelo dospijeva do nove veće visine $h_0 + \Delta h$. Na ovoj visini tijelo takođe udara u potencijalnu barijeru i od nje se odbija, a to znači da počinje iz mira da pada nazad prema Zemlji.

(5 bodova)

2.

$$\boldsymbol{V = 20l = 20 * 10^{-3} m^3}$$

$$\boldsymbol{V_1 = V_2 = \frac{V}{2} = 10 * 10^{-3} m^3}$$

$$\boldsymbol{m(O_2) = 32g}$$

$$\boldsymbol{m(H_2) = 4g}$$

$t = 27℃ \leftrightarrow T = 300K$

$\underline{p_1 = ?\ p_2 = ?}$ **(5 bodova)**

$n(O_2) = 1mol$

$n(H_2) = 2mol$

Pošto oba suda imaju jednake zapremine u svakom će broj molova vodonika biti isti:

$n_1(H_2) = n_2(H_2) = 1mol$ **(5 bodova)**

$p_1 V_1 = n_1(H_2)RT$

$$p_1 = \frac{n_1(H_2)RT}{V_1}$$

$\underline{p_1 = 249\ kPa}$ **(5 bodova)**

$p_2 = p^l + p^{ll}$

$p^l = p_1 = 249\ kPa$ **(5 bodova)**

$$p^{ll} = \frac{n(O_2)RT}{V_2}$$

$p^{ll} = 249\ kPa$

$\underline{p_2 = 498\ kPa}$ **(5 bodova)**

3. Pri približavanju kugli pojačava se elektrostatička sila a time i sila zatezanja niti pa je moguće da dođe do kidanja niti. Pretpostavimo da se to dešava pri rastojanju *x* između centara kugli. Tada je:

$F_e = F_z$

$$\frac{k * q^2}{x^2} = F_z$$

$x = q * \sqrt{\frac{k}{F_z}}$ (Do kidanja konca može doći samo prije dodira kugli, tada *x* ne može biti manje od *2r*)

$q * \sqrt{\frac{k}{F_z}} \geq 2r$ **(8 bodova)**

Nakon kidanja niti počinje da se kreće i druga kugla. Ako je v_1 brzina prve kuglice u trenutku kidanja niti, a *v* brzina kugli poslije njihovog apsolutno neelastičnog sudara, iz zakona održanja impulsa i energije dobijamo jednačinu:

$mv_1 = (m + m)v \ \rightarrow\ v_1 = 2v$

$$-\frac{kq^2}{10r} = -\frac{kq^2}{x} + \frac{mv_1{}^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2q}{m}\sqrt{kF_z} - \frac{kq^2}{5mr}}$$

i

$$v = \frac{v_1}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2q}{m}\sqrt{kF_z} - \frac{kq^2}{5mr}}$$

(9 bodova)

Ako dođe do dodira kugli, doći će i do njihovog sudara. Nit se neće prekinuti i tada je *x* manje od *2r.*

$$-\frac{kq^2}{10r} = -\frac{kq^2}{2r} + \frac{mv_1{}^2}{2}$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{4kq^2}{5mr}}$$

$$v = \frac{v_1}{2} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{4kq^2}{5mr}} = \sqrt{\frac{kq^2}{5mr}}$$

(8 bodova)

4.

a) Primjenom Bernulijeve jednačine i proglašavanjem tačke C za nulti nivo potencijalne energije dobijamo:

$$p_d = p_c$$

$$p_{0d} + \rho g(d + h_2) + \frac{\rho v_d{}^2}{2} = p_{0c} + \rho g h_c + \frac{\rho v_c{}^2}{2}$$

Kako je:

$h_c = 0$

$p_{0d} = p_{0c} = p_0$ i

$S_d \gg S_c \rightarrow v_d \approx 0\,\frac{m}{s}$ dobijamo:

$$\rho g(d + h_2) = \frac{\rho v_c{}^2}{2}$$

$$g(d + h_2) = \frac{v_c{}^2}{2}$$

$$v_c = \sqrt{2g(d + h_2)}$$

$$v_c = 3,46\ \frac{m}{s}$$

(10 bodova)

b) $p_b = p_c$

$$p_{0b} + \rho g(d + h_1 + h_2) + \frac{\rho v_b{}^2}{2} = p_{0c} + \rho g h_c + \frac{\rho v_c{}^2}{2}$$

Kako je:

$\boldsymbol{h_c = 0}$

$\boldsymbol{p_{0c} = p_0}$ i

$\boldsymbol{v_{0c} = v_{0b}}$ dobijamo:

$\boldsymbol{p_{0b} + \rho g(d + h_1 + h_2) = p_0}$

$\boldsymbol{p_{0b} = -\rho g(d + h_1 + h_2) + p_0}$

$\boldsymbol{p_{0b} = 9{,}2 * 10^4\ Pa}$

(7 bodova)

c) Da bi sifon mogao da izvlači vodu pritisak u tački B mora biti veći ili jednak nuli.

$\boldsymbol{p_{0b} \geq 0}$

$\boldsymbol{-\rho g(d + h_1 + h_2) + p_0 \geq 0}$

$\boldsymbol{\rho g(d + h_1 + h_2) \leq p_0}$

$\boldsymbol{h_1 \leq \frac{p_0}{\rho g} - d - h_2}$

$\boldsymbol{h_{1max} = \frac{p_0}{\rho g} - d - h_2 = 9{,}4m}$

(8 bodova)