

# Prirodno-matematički fakultet

## Društvo matematičara i fizičara Crne Gore

### OLIMPIJADA ZNANJA 2019

#### Rješenja zadataka iz fizike za IV razred srednje škole

1. Kuglica je poluprečnika:  $r = (r_2 - r_1)/2$ . Kuglica vrši složeno kretanje (slika 1) rotirajući oko centra šina i oko svoje ose (koja je paralelna sa osom šina). Centar kuglice opisuje kružnicu poluprečnika:  $R = (r_1 + r_2)/2$ . Pošto se radi o kotrljanju bez klizanja, brzina tačke A na kuglici mora biti jednaka nuli tako da kuglica rotira oko svoje ose u smjeru suprotnom od smjera kazaljke na satu. Ako je ugaona brzina rotacije kuglice oko svoje ose  $\omega_1$ , onda zbog uslova da je  $v_A = 0$ , slijedi da je  $v_A = v - r\omega_1 = 0$  tj,  $v = r\omega_1$ . Brzina tačke B mora biti jednaka linijskoj brzini unutrašnje šine u toj tački tj.  $v_B = v + r\omega_1 = r_1\omega$ . Iz prethodnog se dobija da je  $r_1\omega = 2v$  tj.  $v = r_1\omega/2$ . Ugaona brzina rotacije kuglice oko svoje ose je:  $\omega_1 = v/r = r_1\omega/2r = r_1\omega/(r_2 - r_1)$ .

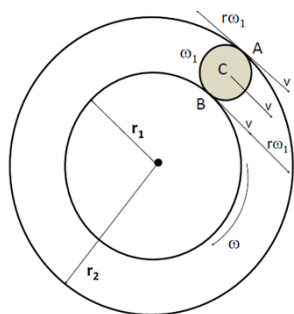
2. Maksimalna količina tečnosti biće u situaciji prikazanoj na slici 2. Rezultujuća sila na slobodnu površinu tečnosti tj. na bilo koji njen djelić mase  $\Delta m$  djeluje pod pravim uglom i jednaka je zbiru sile teže ( $mg$ ) i inercijalne sile ( $ma$ ) kao što je prikazano na slici 2. Iz sličnosti trouglova slijedi da je:  $\Delta ma/\Delta mg = y/x$  pa je  $a = gy/x$ . Sila kojom se vuku kolica je:  $F = (M + m)a$  gdje je  $m$  masa vode u sudu oblika prizme čija je osnova pravougli trougao prikazan na slici, a visina je druga dimenzija suda tj.  $h = S/l$ . Zapremina vode je:  $V = \frac{1}{2} xyS/l$ ,  $m = \rho V$  i  $F = (M + \rho xyS/2l)gy/x$ .

3. Iz zakona održanja energije slijedi veza između brzine kuglice u najnižoj ( $v_0$ ) i najvišoj tački putanje ( $v$ ):  $mv_0^2/2 = mv^2/2 + 2mgl$  (\*) tj. minimalna brzina u najnižoj tački je povezana sa minimalnom brzinom u najvišoj tački koja se može dobiti iz drugog Njutnovog zakona za kuglicu koja opisuje kružnu putanju. Na kuglicu djeluju sila teže ( $mg$ ), sila zatezanja ( $F_Z$ ) i Lorencova sila ( $F_L$ ),  $mv^2/l = mg + F_Z - F_L = mg + F_Z - qvB$  kao što se vidi sa slike 3. Najmanja brzina će biti kad je  $F_Z = 0$ . Rješavajući kvadratnu jednačinu po  $v$  i odbacujući negativno rješenje (što bi značilo da se kuglica kreće u suprotnom smjeru od naznačenog) dobija se:

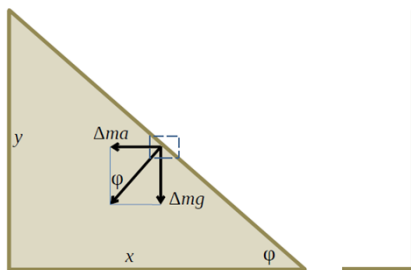
$$v = \frac{-qBl + \sqrt{q^2l^2B^2 + 4m^2gl}}{2m} = \frac{qBl(\sqrt{1 + 4m^2g/q^2lB^2} - 1)}{2m}. \text{ Primjenjujući jednačinu (*) elementarnim matematičkim}$$

$$\text{operacijama dobija se tražena brzina: } v_0 = \sqrt{5gl - \frac{q^2l^2B^2(\sqrt{1 + 4m^2g/q^2lB^2} - 1)}{2m^2}}.$$

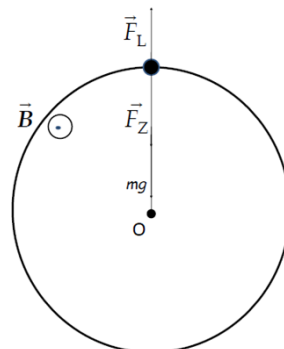
4. U procesu fotoelektričnog efekta, elektroni napuštaju kuglicu i ona postaje pozitivno naelektrisana. Pozitivno naelektrisanje se povećava sve dok je energija fotona veća od zbira izlaznog rada,  $A$ , i energije interakcije elektrona i kuglice,  $W = e\phi$ , gdje su  $e$  i  $\phi$  naelektrisanje elektrona i potencijal na površini kuglice:  $h\nu = hc/\lambda = A + W = A + e\phi = A + e \cdot q/4\pi\epsilon_0 r$ . Odavde je:  $q = (hc/\lambda - A)4\pi\epsilon_0 r/e$ .



Slika 1



Slika 2



Slika 3