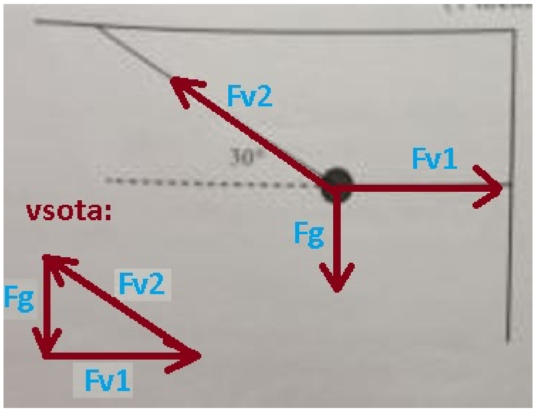
Vaje - Gimnazija, 1. letnik, različna snov

1. naloga

Krogla z maso 1 kg je pritrjena na dve vrvici, kakor kaže slika. Poševna vrvica oklepa z vodoravnico kot 30°. Izračunaj s kolikšnima silama sta napeti vrvici!



Sile z rdečo barvo smo narisali že kot rešitev naloge. Ker kroglica miruje, mora biti vsota sil enaka nič. Zato se vektorji sil F_g, F_{v1} in F_{v2} morajo sešteti kakor je narisano na sliki. Eno od sil poznamo: $F_g = m\,g = 10\,\mathrm{N}$. Ker poznamo kote v trikotniku sil, sledi

$$F_g = \frac{1}{2}\,F_{v2}\ ,$$

$$F_{v2} = 2\,F_g = 20\,\mathrm{N}\ .$$

Upoštevali smo, da je kot med silama F_g in F_{v2} enak 60° in je potem velikost F_g pol stranice enakostraničnega trikotnika.

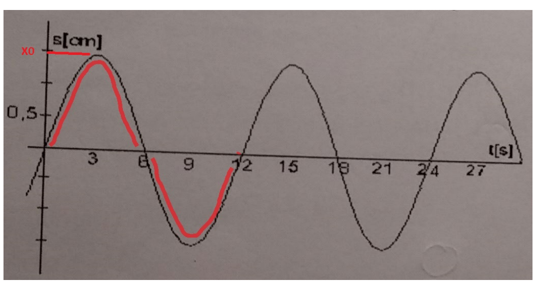
Velikost sile F_{v1} izračunamo tako, d aupoštevamo, da je njena velikost enaka višini narisane (polovice!) enakostraničnega trikotnika s stranico F_{v2}.

Zato

$$F_{v1} = \frac{\sqrt{3}}{2}\,F_{v2} = 17{,}3\,\mathrm{N}\ .$$

2. naloga

Graf prikazuje harmonično nihanje nitnega nihala.



Določi nihajni čas in izračunaj frekvenco nihala!

Nihajni čas odčitamo iz grafa. En nihaj smo označili z dodatno rdečo črto. Vidimo, da je nihajni čas $t_0 = 12\,\mathrm{s}$.
Frekvena nihala je

$$\nu = \frac{1}{t_0} = \frac{1}{12\,\mathrm{s}} = 0{,}0833\,\mathrm{s}^{-1}\ .$$

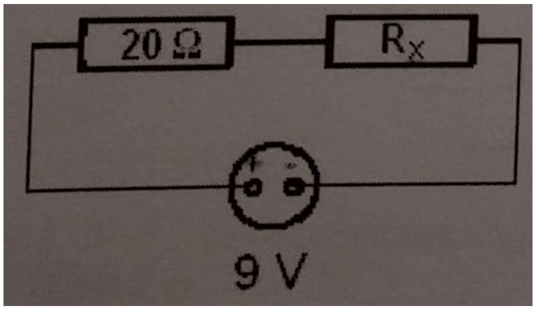
Izračunaj maksimalno hitrost nihala!

Najprej iz grafa odčitamo amplitudo nihanja, $x_0 = 1{,}5\,\mathrm{cm}$. Največjo hitrost dobimo iz zveze

$$v_0 = x_0\,\omega_0 = x_0\,2\pi\,\nu = 1{,}5\,\mathrm{cm}\cdot 2\cdot\pi\cdot 0{,}0833\,\mathrm{s}^{-1} = 0{,}79\,\mathrm{cm/s}\ .$$

3. naloga

V vezju so zaporedno vezani vir napetosti z gonilno napetostjo 9 V, upornik z $20\,\Omega$ in neznani upor R_x. Skozi prvi upor steče vsako sekundo $0{,}2\,\mathrm{As}$ električnega naboja. Kolikšen je upor R_x?



Ker sta upornika vezana zaporedno, steče enak naboj vsako sekundo tudi skozi upor R_x. Lahko rečemo, da po vezju teče tok

$$I = \frac{e}{t} = \frac{0{,}2\,\mathrm{As}}{1\,\mathrm{s}} = 0{,}2\,\mathrm{A}\ .$$

Na uporniku z uporom $20\,\Omega$ je potem padec napetosti

$$U_1 = I\,R = 0{,}2\,\mathrm{A}\cdot 20\,\Omega = 4\,\mathrm{V}\ .$$

Vsota padcev napetosti na upornikih mora biti v zaključenem tokokrogu enaka vsoti gonilnih napetosti, zato je padec napetosti na neznanem uporniku R_x enak

$$U_x = 9\,\mathrm{V} - 4\,\mathrm{V} = 5\,V\ .$$

Zdaj vemo, da skozi upor R_x teče tok $0{,}2\,\mathrm{A}$ in je na njemu padec napetosti $5\,\mathrm{V}$. Potem je upor

$$R_x = \frac{U_x}{I} = \frac{5\,\mathrm{V}}{0{,}2\,\mathrm{A}} = 25\,\Omega\ .$$

4. naloga

20 m dolg vodnik s presekom $2{,}5\,\mathrm{mm}^2$ zvijemo v tuljavo, ki ima 100 ovojev in dolžino 30 cm. Tuljavo priključimo na vir napetosti 5,0 V in z zanemarljivim notranjim uporom. Tok v ovojih tuljave je 3,0 A.

a) Kolikšen je specifični upor vodnika?

Upor vodnika je $R = \frac{\zeta\,l}{S}$, kjer je ζ specifični upor snovi, l dolžina vodnika in S presek vodnika. Pri danih podatkih vemo, da je pri napetosti $5\,\mathrm{V}$ tok skozi tuljavo (= zvit vodnik) enak $3\,\mathrm{A}$. Zato lahko izračunamo upor vodnika, ki tvori tuljavo

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5\,\mathrm{V}}{3\,\mathrm{A}} = 1{,}67\,\Omega\ .$$

Zdaj iz enačbe za upor vodnika izrazimo specifični upor

$$\zeta = \frac{R\,S}{l} = \frac{1{,}67\,\Omega\cdot 2{,}5\,\mathrm{mm}^2}{20\,\mathrm{m}} = 0{,}21\,\frac{\Omega\,\mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}} = 0{,}21\cdot 10^{-6}\,\Omega\,\mathrm{m}\ .$$

b) Kolikšna je gostota magnetnega polja v tuljavi?

V učbeniku (npr. I. Kuščer in ostali, Fizika za srednje šole, III del, stran 113) najdemo izraz za gostoto magnetnega polja v dolgi tuljavi:

$$B = \frac{\mu_0\, N\, I}{l} = \frac{4\,\pi\, 10^{-7}\frac{\mathrm{V\,s}}{\mathrm{A\,m}} \cdot 100 \cdot 3\,\mathrm{A}}{0{,}3\,\mathrm{m}} = 1{,}26 \cdot 10^{-3}\,\frac{\mathrm{V\,s}}{\mathrm{m}^2} = 1{,}26\,\mathrm{mT}\ .$$

Konstanta μ_0 je indukcijska konstanta. Za dolžino tuljave l smo morali vstaviti dolžino tuljave, ne dolžino žice, iz katere je navita tuljava. Na koncu smo za enoto napisali militesla.

c) Kolikšen je magnetni pretok skozi tuljavo?

V istem učbeniku na str. 116 najdemo izraz za računanje magnetnega pretoka skozi tuljavo:

$$\Phi = B\, N\, S = 1{,}26 \cdot 10^{-3}\,\frac{\mathrm{V\,s}}{\mathrm{m}^2} \cdot 100 \cdot 2{,}5 \cdot 10^{-6}\,\mathrm{m}^2 = 3{,}14 \cdot 10^{-7}\,\mathrm{V\,s}\ .$$

5. naloga

Drsalec na ledu z maso $m = 60\,\mathrm{kg}$ se ustavi na poti $x_{ust} = 20\,\mathrm{m}$ zaradi sile trenja, ki znaša eno stotino njegove sile teže. Izračunaj začetno hitrost tega drsalca!

Sila teže drsalca je $F_g = m\, g = 600\,\mathrm{N}$. Sila trenja je potem $F_t = \frac{1}{100}\, 600\,\mathrm{N} = 6\,\mathrm{N}$.

Kakor piše v tekstu, smemo sklepati, da je to edina sila, ki zaustavlja drsalca. Zato se drsalec giblje pojemajoče s pojemkom:

$$a = \frac{F_t}{m} = \frac{6\,\mathrm{N}}{60\,\mathrm{kg}} = 0{,}1\,\mathrm{m/s^2}\ .$$

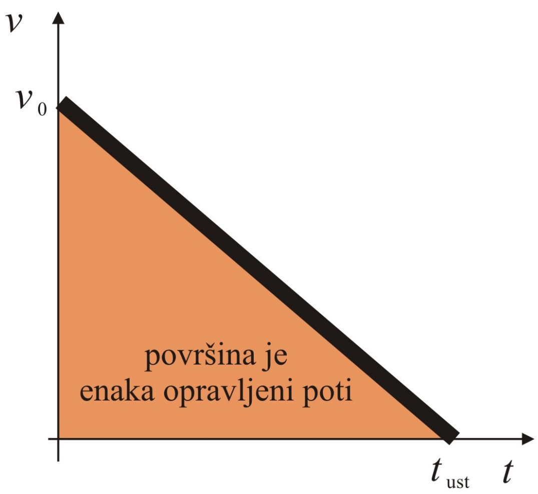
Preostanek reševanja naloge nima več nič opraviti s silami. Poznamo pojemek a in pot ustavljanja x_{ust}. Do začetne hitrosti najhitreje pridemo, če poznamo enačbo pri enakomerno pojemajočem gibanju

$$v^2 = v_0^2 - 2\, a\, x \tag{1}$$

iz katere sledi ob upoštevanju, da je pri $x = x_{ust}$ hitrost $v = 0$:

$$v_0 = \sqrt{2\, a\, x_{ust}} = \sqrt{2 \cdot 0{,}1\,\mathrm{m/s^2} \cdot 20\,\mathrm{m}} = 2\,\mathrm{m/s}\ . \tag{2}$$

Če enačbe (1) ne poznamo, si pomagamo z narisanim grafom hitrosti od časa.



Ker je gibanje enakomerno pojemajoče, se hitrost v odvisnosti od časa enakomerno zmanjšuje od začetne v_0 proti 0. Hitrost 0 doseže, ko je čas t enak t_{ust}. Na podlagi znanja o enakomerno pojemajočem gibanju vemo:

$$t_{ust} = \frac{v_0}{a} \ .$$

Označena površina pod grafom $v(t)$ je enaka opravljeni poti. Torej:

$$x_{ust} = \frac{v_0\, t_{ust}}{2} = \frac{v_0\, \frac{v_0}{a}}{2} = \frac{v_0^2}{2\, a} \ .$$

Iz zadnje enačbe izrazimo v_0 in dobimo izraz, ki je enak enačbi (2).

6. naloga

Na dolgo žico obesimo železno kroglo, jo odmaknemo iz ravnovesne lege za 4,5 cm in spustimo. Krogla niha z nihajnim časom 10,0 s.

Izračunaj dolžino žice tega nihala!

V knjigi (npr. I. Kuščer in ostali, Fizika za srednje šole, II del, stran 129) najdemo izraz za izračun nihajnega časa matematičnega (= nitnega) nihala

$$t_0 = 2\,\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

iz katerega izrazimo dolžino nihala l:

$$l = \frac{t_0^2\, g}{4\,\pi^2} = \frac{10{,}0^2\,\mathrm{s}^2 \cdot 9{,}8\,\mathrm{m/s}^2}{4\,\pi^2} = 24{,}8\,\mathrm{m} \ .$$

Izračunaj maksimalni pospešek nihala in zapiši v kateri legi ga nihalo doseže!

V I. Kuščer in ostali, Fizika za srednje šole, II del, stran 125 in 126, kjer je rešen tudi podoben primer, najdemo

$$a_{max} = x_0\, \omega_0^2 = x_0\, \frac{2\,\pi}{t_0} = 0{,}045\,\mathrm{m} \left(\frac{2\,\pi}{10{,}0\,\mathrm{s}}\right)^2 = 0{,}0178\,\mathrm{m/s}^2 \ .$$

Največji pospešek doseže nihalo v skrajni legi.

7. naloga

Po bakreni žici s presekom $S = 4\,\mathrm{mm}^2$ pošljemo tok $I = 20\,\mathrm{A}$, ki traja samo $t = 2\,\mathrm{s}$. Za koliko se žica segreje? Gostota bakra je $\rho = 8{,}9\,g/\mathrm{cm}^3$, specifična toplota $c_p = 380\,\mathrm{J/(kg\,K)}$, specifični upor pa $\zeta = 0{,}017\,\Omega\,\mathrm{mm}^2\,\mathrm{m}^{-1}$.

Enaka naloga (le žica ima drugačen presek, tok in čas sta pol manjša) je v knjigi **I. Kuščer in ostali, Fizika za srednje šole, III del, stran 64** in rešena v ustrezni zbirki nalog z rešitvami: **T. Kranjc in ostali, Fizika za srednje šole, 3. del, Rešitve nalog, stran 62**.

Zato tukaj na kratko:
Upor te žice je

$$R = \frac{\zeta\, l}{S} \ ,$$

kjer smo z l označili dolžino žice. Te dolžine nimamo podane, razultat – pri danem toku I – ni odvisen od dolžine l.

Masa žice je

$$m = \rho\, S\, l \ .$$

Žica v času t prejme električno delo $A = R\, I^2$, ki se porabi za gretje žice $A = m\, c_p\, \Delta T$. Ko izenačimo izraza za delo A, se dolžina žice l pokrajša. Dobimo:

$$\Delta T = \frac{R\, I^2\, t}{m\, c_p} = \frac{\zeta\, I^2\, t}{\rho\, c_p\, S^2} = 0{,}25\,\mathrm{K} \ .$$

8. naloga

Kondenzator z razdaljo med ploščama $d = 4\,\mathrm{dm}$ in površino plošč $S = 400\,\mathrm{cm}^2$ priključimo na napetost $U = 2000\,\mathrm{V}$.

a) Kolikšna je kapaciteta?

Podatke vstavimo v formulo

$$C = \frac{\epsilon_0\, S}{l} = 8{,}9 \cdot 10^{-13}\,\mathrm{F} \ ,$$

ki jo najdemo v I. Kuščer in ostali, Fizika za srednje šole, III del, stran 90.
Konstanta $e_0 = 8{,}9 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{A\,s}}{\mathrm{V\,m}}$ je indukcijska konstanta.

b) Kolikšen naboj se nabere na ploščah?

Naboj je

$$e = C\, U = 1{,}8 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{A\,s} \ .$$

c) Kolikšna je jakost polja v kondenzatorju?

Jakost električnega polja v kondenzatorju je

$$E = \frac{U}{d} = 5000\,\mathrm{V/m} \ .$$

Vse napisane formule v zvezi s kondenzatorjem veljajo le za takoimenovani "ploščati kondenzator". To je takšen, kjer je razdalja med ploščama veliko manjša od velikosti plošč. Le takrat namreč električno polje "ostane" le znotraj kondenzatorja in so upravičeni zgornji izrazi. Geometrijski podatki o tem kondenzatorju (razmik med ploščama 40 cm, površina plošč pa npr. kvadrat $20 \times 20\,\mathrm{cm}^2$) ne zadoščajo pogojem, da bi smeli uporabiti formule za kapaciteo kondenzatorja, ki smo jih uporabili. Verjamem, da je avtor nalog želel, naj računamo kakor smo napisali (sicer je to naloga za študente Fakultete za elektrotehniko), a je to narobe. Če bi pri danih geometrijskih podatkih in napetosti pomerili kapaciteto in naboj na kondenzatorju, bi dobili precej drugačne vrednosti od izračunanih.