27. ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (12. март 2022)

VIII РАЗРЕД

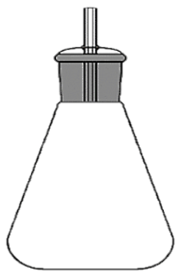
1. Пикнометар је стаклена посуда са тачно дефинисаном запремином намјењена мјерењу густине течности. Пикнометар има уско грло које се затвара стакленим чепом, а чеп по средини има узак канал кроз који, при затварању, истиче вишак течности (слика 1). На тај начин је запремина течности у пикнометру иста без обзира о којој течности је ријеч. При експерименту одређивања густине непознате течности измјерени су следећи подаци: маса празног пикнометра $m_{\mathrm{p}} = 30{,}1\ \mathrm{g}$, маса пикнометра са водом $m_{\mathrm{p+v}} = 81{,}5\ \mathrm{g}$, маса пикнометра са непознатом течношћу $m_{\mathrm{p+t}} = 70{,}7\ \mathrm{g}$, густина воде $\rho_0 = 999{,}5\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m^3}}$. Колико износи густина непознате течности?

2. *Rimac Nevera* је електрични аутомобил који има највеће убрзање на свијету, од $0\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ до $v = 300\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$ стиже за невјероватних $t_{\mathrm{acc}} = 9{,}3\ \mathrm{s}$. Поред тога, посједује и напредну технологију кочења која му омогућава заустављање са константним успорењем од $a_{\mathrm{stop}} = 1{,}2g$. На тестној стази *Nevera* пролази тест на коме полазећи из стања мировања убрзава до брзине v, а одмах потом кочи све до заустављања. Одредити (а) укупно вријеме кретања *Nevere* на тесту t, (б) укупан пут који пређе s и (в) средњу брзину кретања v_{sr}.

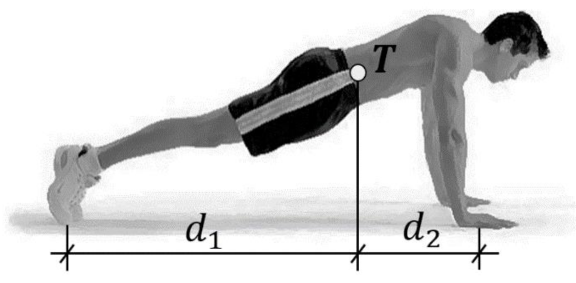
3. Дрон се подиже вертикално увис константном брзином $v = 5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$. У тренутку када се нашао на висини $h = 30{,}5\ \mathrm{m}$ због квара на батерији изненада му се заустављају погонски мотори. Одредити вријеме t које дрон проведе у ваздуху након квара прије него што падне на земљу.

4. Петар ради склек и одлучио је да направи паузу у положају приказаном на слици 2. Он се на подлогу ослања длановима обе руке и врховима прстију оба стопала. Лијева и десна рука, као и лијева и десна нога су му симетрично постављене у односу на осу симетрије људског тијела. Петрова маса износи $m = 85\ \mathrm{kg}$, а са T је на слици означена тачка тежишта његовог тијела. Приказана растојања d_1 и d_2 су позната и имају вриједности: $d_1 = 98\ \mathrm{cm}$ и $d_2 = 42\ \mathrm{cm}$. Израчунати силу којом подлога дјелује (а) на сваки Петров длан и (б) прсте сваког Петровог стопала.

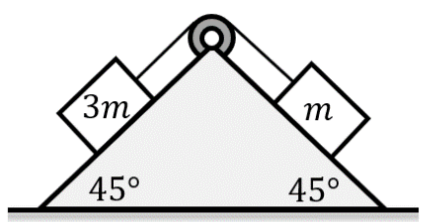
5. Два мала блока масе $3m$ и m су везана лаком и неистегљивом нити преко котура занемарљиве масе. Блокови су постављени на непокретну тространу призму као што је приказано на слици 3. Коефицијент трења између блокова и подлоге је μ. (а) Извести израз за убрзање блокова a. (б) Одредити максималан коефицијент трења $\mu = \mu_{\max}$ при којем је кретање блокова још увијек могуће. (в) Ако коефицијент трења може да узме вриједност из интервала $0{,}25 \leq \mu \leq \mu_{\max}$ одредити максимално убрзање блокова $a_{\max}$.



Слика 1.



Слика 2.



Слика 3.

Напомена: у рјешавању задатака користити да је убрзање Земљине теже $g = 9{,}81\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s^2}}$

Задатке припремио: *Борис Баришић*, Електротехнички факултет у Београду
Рецензент: Академик. проф. др *Јован Шетрајчић*, дипл. физ.

27. ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (12. март 2022)

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА VIII РАЗРЕД

1. $m_{\mathrm{p}} = 30{,}1\ \mathrm{g}, m_{\mathrm{p+v}} = 81{,}5\ \mathrm{g}, m_{\mathrm{p+t}} = 70{,}7\ \mathrm{g}, \rho_0 = 999{,}5\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}, \rho = ?$
Како је запремина течности у пикнометру увијек иста, важи да је $V_{\mathrm{v}} = V_{\mathrm{t}}$ (1). Маса воде у пикнометру је $m_{\mathrm{v}} = m_{\mathrm{p+v}} - m_{\mathrm{p}}$ (2), па је њена запремина $V_{\mathrm{v}} = \frac{m_{\mathrm{v}}}{\rho_0}$ (3). Аналогно претходном маса непознате течности у пикнометру ће бити $m_{\mathrm{t}} = m_{\mathrm{p+t}} - m_{\mathrm{p}}$ (4), а њена запремина $V_{\mathrm{t}} = \frac{m_{\mathrm{t}}}{\rho}$ (5). Замјеном израза (2) у (3) и (4) у (5) те на основу (1) слиједи да је густина непознате течности $\rho = \frac{m_{\mathrm{p+t}} - m_{\mathrm{p}}}{m_{\mathrm{p+v}} - m_{\mathrm{p}}}\rho_0$ односно $\rho = 789{,}5\ \frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3}$.

2. $v = 300\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}} = 83{,}34\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, t_{\mathrm{acc}} = 9{,}3\ \mathrm{s}, a_{\mathrm{stop}} = 1{,}2g = 11{,}77\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}, t = ?, s = ?, v_{\mathrm{sr}} = ?$
Кретање *Nevere* можемо подијелити на два дијела: равномјерно убрзано, од брзине $v_0 = 0$ до брзине v, и равномјерно успорено од брзине v до заустављања.
(а) Први дио пута *Nevera* прелази за вријеме t_{acc}. На другом дијелу пута успорава успорењем интензитета: $a_{\mathrm{stop}} = \frac{|\Delta v|}{\Delta t} = \frac{v}{t_{\mathrm{stop}}}$, одакле добијамо да је: $t_{\mathrm{stop}} = \frac{v}{a_{\mathrm{stop}}}$, односно $t_{\mathrm{stop}} = 7{,}08\ \mathrm{s}$. Укупно вријеме кретања *Nevere* на тесту је: $t = t_{\mathrm{acc}} + t_{\mathrm{stop}}$, или замјеном бројних вриједности $t = 16{,}38\ \mathrm{s}$.
(б) Убрзање *Nevere* на првом дијелу пута износи: $a_{\mathrm{acc}} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v}{t_{\mathrm{acc}}}$ (1), а пут који пређе је: $s_{\mathrm{acc}} = \frac{1}{2}a_{\mathrm{acc}}t_{\mathrm{acc}}^2$ (2). Замјеном (1) у (2) добијамо: $s_{\mathrm{acc}} = \frac{1}{2}vt_{\mathrm{acc}}$, односно $s_{\mathrm{acc}} = 387{,}53\ \mathrm{m}$. Пут који *Nevera* прелази на другом дијелу пута је: $s_{\mathrm{stop}} = vt_{\mathrm{stop}} - \frac{1}{2}a_{\mathrm{stop}}t_{\mathrm{stop}}^2$, односно замјеном бројних вриједности: $s_{\mathrm{stop}} = 295\ \mathrm{m}$. Укупан пут који пређе *Nevere* на тесту је: $s = s_{\mathrm{acc}} + s_{\mathrm{stop}}$, тј. замјеном бројних вриједности $s = 682{,}53\ \mathrm{m}$.
(в) Средња брзина кретања *Nevere* је $v_{\mathrm{sr}} = \frac{s}{t}$ односно $v_{\mathrm{sr}} = 41{,}67\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} = 150\ \frac{\mathrm{km}}{\mathrm{h}}$.

3. $v = 5\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}, h = 30{,}5\ \mathrm{m}, t = ?$
Укупно вријеме које дрон проведе у ваздуху је збир времена подизања од висине h па до неке висине H на којој се дрон зауставља и времена слободног пада са висине H. Вријеме које протекне током подизања дрона је: $t_1 = \frac{v}{g}$, односно: $t_1 = 0{,}51\ \mathrm{s}$. Максимална висина у односу на почетну h на коју дрон доспије је: $h_{\max} = \frac{v^2}{2g}$, односно: $h_{\max} = 1{,}27\ \mathrm{m}$. Након што дрон достигне највишу тачку своје путање он сободно пада са висине: $H = h + h_{\max}$. Вријеме трајања слободног пада је $t_2 = \sqrt{\frac{2H}{g}}$, односно $t_2 = \sqrt{\frac{2(h+h_{\max})}{g}}$, или замјеном бројних вриједности: $t_2 = 2{,}54\ \mathrm{s}$. Укупно вријеме које дрон проведе у ваздуху након квара на батерији, а непосредно прије него што падне на земљу је: $t = t_1 + t_2$, одакле добијамо: $t = 3{,}05\ \mathrm{s}$.

4. $m = 85\ \mathrm{kg},\ d_1 = 98\ \mathrm{cm} = 0{,}98\ \mathrm{m}, d_2 = 42\ \mathrm{cm} = 0{,}42\ \mathrm{m}, F_{\mathrm{dlan}} = ?, F_{\mathrm{stoplao}} = ?$
Када се Петар нађе у положају за склек његова тежина, $Q = mg$ (1), се равномјерно распоређује на његову лијеву и десну руку, односно лијеву и десну ногу тако да важи: $2F_{\mathrm{dlan}} + 2F_{\mathrm{stopalo}} = Q$ (2). Услов равнотеже момената у односу на тачку ослонца у прстима стопала гласи: $Qd_1 = 2F_{dlan}(d_1 + d_2)$ (3).
(а) Замјеном (1) у (3) добијамо силу којом подлога дјелује на Петрове дланове као: $F_{\mathrm{dlan}} = \frac{mgd_1}{2(d_1+d_2)}$ (4) односно: $F_{\mathrm{dlan}} = 291{,}85\ \mathrm{N} \approx 290\ \mathrm{N}$.
(б) Замјеном (4) у (2) добијамо силу којом подлога дјелује на прсте Петровог стопала као: $F_{\mathrm{stopalo}} = \frac{mgd_2}{2(d_1+d_2)}$ односно: $F_{\mathrm{stopalo}} = 125{,}08\ \mathrm{N} \approx 125\ \mathrm{N}$.

5. $3m, m, \mu, g, a = ?\,, \mu_{\max} = ?\,, a_{\max} = ?$

(а) Уколико кретање блокова постоји, блок масе $3m$ ће се кретати низ стрму раван, а блок масе m ће се кретати уз стрму раван. Други Њутнов закон за блок масе $3m$ гласи: $3ma_{3m} = F_{\mathrm{a}}^{(3m)} - \mu F_{\mathrm{n}}^{(3m)} - T$ (1) , а за блок масе m: $ma_m = T - F_{\mathrm{a}}^{(m)} - \mu F_{\mathrm{n}}^{(m)}$ (2). Како је нит којом су блокови везани неистегљива важи: $a_{3m} = a_m = a$ (3). Нагибни угао обе стрме равни је једнак и износи $45°$ па важи: $F_{\mathrm{a}}^{(3m)} = F_{\mathrm{n}}^{(3m)} = \frac{3mg\sqrt{2}}{2}$ (4), и $F_{\mathrm{a}}^{(m)} = F_{\mathrm{n}}^{(m)} = \frac{mg\sqrt{2}}{2}$ (5). Замјеном (4) и (5) у (1) и (2), сабирањем добијених једнакости и на основу (3) добијамо $4ma = \frac{2mg\sqrt{2}}{2} - \frac{4mg\mu\sqrt{2}}{2}$ односно сређивањем $a = \frac{g\sqrt{2}}{4}(1 - 2\mu)$ (6).

(б) На основу претходног можемо закључити да је кретање блокова могуће само уколико важи $a > 0$ односно: $1 - 2\mu > 0$ (7). Из неједнакости (7) можемо одредити и максималан коефицијент трења при којем је кретање блокова још увијек могуће као: $1 - 2\mu = 0$, односно: $\mu_{\max} = 0{,}5$.

(в) Из једнакости (6) видимо да што је коефицијент трења μ већи, то је убрзање система мање. Уколико желимо да убрзање система буде максимално онда коефицијент трења треба да узме минималну могућу вриједност, односно: $\mu = 0{,}25$ (8). Замјеном (8) у (6) добијамо: $a_{\max} = \frac{g\sqrt{2}}{8}$.