24. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ
УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (11. мај 2019)

VIII РАЗРЕД

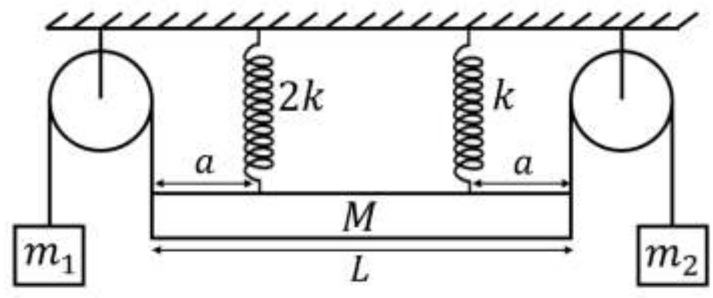
1. По правом хоризонталном путу се крећу два возила. Возило A, дужине $a = 4\,m$, креће се константном брзином $v_{A0} = 72\ \frac{km}{h}$, а возило B, дужине $b = 6\,m$, креће се константном брзином $v_B = 54\ \frac{km}{h}$. У тренутку када се возило A нађе на растојању $l = 20\,m$ иза возила B оно почиње да га претиче. За вријеме претицања возило B не мијења своју брзину, а возило A убрзава константним убрзањем. Ако брзина возила A, након што претекне возило B, износи $v_A = 108\ \frac{km}{h}$, одредити колико времена је било потребно возилу A да претекне возило B. Положаји оба возила на почетку и на крају претицања су приказани на слици 1. Слика није нацртана у одговарајућој размјери.

Слика 1.

2. У хомогеном тијелу од алуминијума које има облик сфере и чија је запремина $V_1 = 900\,cm^3$ (слика 2.а) направљене су четири једнаке сферне шупљине свака запремине $V_2 = 40\,cm^3$ (попречни пресјек тијела јеприказан на слици 2.б). Шупљине су затим испуњене бакром, а тијело је убачено у воду и пуштено да се слободно креће. Густина воде је $\rho_0 = 1000\ \frac{kg}{m^3}$, густина алуминијума је $\rho_A = 2700\ \frac{kg}{m^3}$, а густина бакра је $\rho_B = 8900\ \frac{kg}{m^3}$. Тијело може да се креће само по вертикалном правцу, а шупљине су направљене симетрично тако да тијело не ротира при кретању.
   (а) Одредити израз за масу тијела.
   (б) При кретању тијела кроз воду на њега, поред осталих сила, дјелује и сила отпора средине чији је интензитет $F_{otp} = kv^2$, гдје је $k = 0{,}99\ \frac{kg}{m}$, а v брзина кретања тијела. Одредити брзину кретања тијела кроз воду, ако је та брзина константна. Убрзање Земљине теже је $g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}$.

Слика 2а

Слика 2б

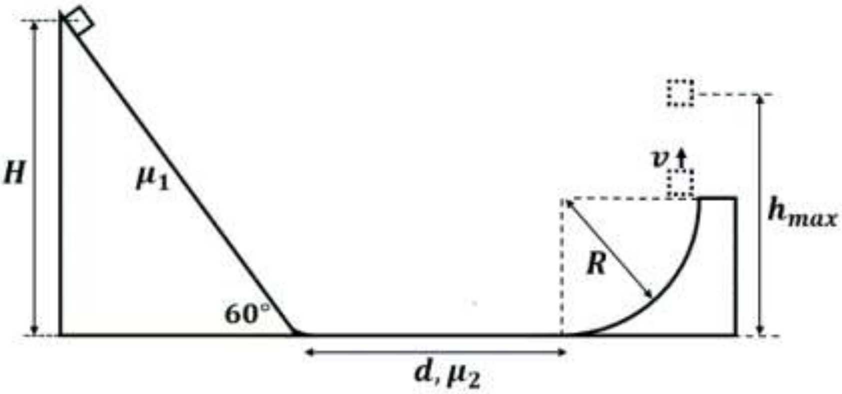


Слика 3

3. На слици 3. је приказан систем који чине два лака котура, лаке и неистегљиве нити, хомогена греда масе M и дужине $L = 180\,cm$, два мала тијела чије су масе $m_1 = 4\,kg$ и $m_2 = 5\,kg$ и двије лаке опруге коефицијената елстичности $2k$ и k. Опруге су симетрично повезане за греду на растојању $a = 45\,cm$ од лијевог, односно десног краја греде. Систем се налази у равнотежи, греда је у хоризонталном положају, а истезања обје опруге су једнака.
   (а) Одредити масу греде M.

(б) Да ли се греда налази у положају стабилне или лабилне равнотеже? Зашто?

4. Мало тијело се пусти са врха непокретне стрме равни нагибног угла $60°$ и висине H да се слободно креће. Након што се спусти низ стрму раван тијело прелази пут $d = 80\ cm$ по хоризонталној подлози, а затим се помоћу кружног лука полупречника $R = 50\ cm$ усмјерава вертикално навише. Максимална висина до које се тијело попне прије него што се заустави је $h_{max} = 90\ cm$. Коефицијент трења између тијела и стрме равни је $\mu_1 = \frac{1}{2\sqrt{3}}$, између тијела и хоризонталне подлоге је $\mu_2 = 0{,}25$ док између тијела и кружног лука трење не постоји. Познато је да тијело не губи контакт са подлогом све до тренутка одвајања од врха кружног лука.Убрзање Земљине теже је $g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}$.
(а) Одредити висину H стрме рави са које је тијело пуштено да се креће.
(б) Одредити брзину тијела v у тренутку када се тијело одваја од подлоге.



Слика 4.

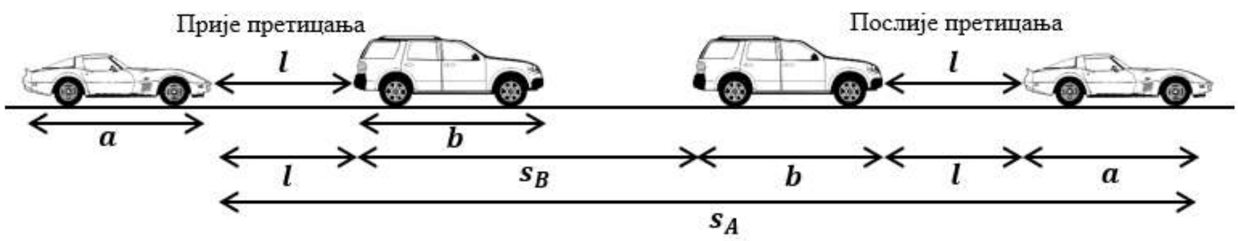
5. *Оброк спреман за јело* је оброк пакет који неки војници добијају када се налазе у теренским условима гдје им организовани објекти за исхрану нису доступни. Уз паковање са храном долази и тако звани *гријач без пламена*, односно магнезијумска плочица која у додиру са водом изазива хемијску реакцију у којој се ослобађа велика количина топлоте. Сматраћемо да се топлота у реакцији ослобађа константном брзином од $80\frac{J}{s}$ (*џул у секунди*). Војник је у пластичну кесу ставио магнезијумску плочицу, пакетић са храном масе $230\ g$ који је направљен од посебне врсте танког материјала занемарљиве масе и који савршено добро проводи топлоту, сипао $35\ ml$ воде и херметички затворио кесу. Кеса је направљена од пластике која не проводи топлоту тако да можемо сматрати да је систем изолован од околине. Хемијска реакција започиње чим магнезијум дође у контакт са водом, а почетна температура хране и воде је једнака и износи $15\ °C$. Вријеме потребно за загријавање хране је $10\ min$.
(а) Израчунати количину топлоте која се ослободи у овој хемијској реакцији за вријеме док се загрије храна.
(б) До које температуре се загријала храна?
Енергија коју човјек троши при свом кретању се надокнађује уносом хране, а свака намирница коју човјек поједе у његов организам уноси одређену количину енергије која се изражава у *килокалоријама* ($kcal$). Енергетска вриједност $100\ g$ војниковог оброка је $197\ kcal$ ($1\ kcal = 4{,}196\ kJ$), а енергија коју човјек изгуби при сваком кораку је $76\ J$.
(в) Израчунати колики пут може да препјешачи војник ако поједе свих $230\ g$ свог оброка. Дужина војниковог корака је $60\ cm$.
Густина воде је $\rho_0 = 1000\ \frac{kg}{m^3}$, специфични топлотни капацитет воде је $c_0 = 4200\ \frac{J}{kg\cdot°C}$ а специфични топлотни капацитет војникове хране је $c = 4450\ \frac{J}{kg\cdot°C}$.

Задатке припремили: Борис Баришић и Милко Бабић
Рецензент: др Ненад Сакан

24. РЕПУБЛИЧКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ
УЧЕНИКА ОСНОВНИХ ШКОЛА РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (11. мај2019**)**

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА VIII РАЗРЕД

1. $a = 4\ m, v_{A0} = 72\ \frac{km}{h} = 20\ \frac{m}{s}, b = 6m, v_B = 54\ \frac{km}{h} = 15\ \frac{m}{s}, l = 20\ m, v_A = 108\ \frac{km}{h} = 30\ \frac{m}{s},$
$t = ?$
Како се аутомобили не сматрају материјалним тачкама тада је пут који аутомобил пређе за неко вријеме једнак путу који пређе било која фиксна тачка са аутомобила.Ако са аутомобила A одаберемо почетну, а са аутомобила B крајњу тачку тада на основу слике 1. добијамо да за њихове пређене путеве важи $s_A = l + s_B + b + l + a$, одакле је $s_A - s_B = a + b + 2l$ (1). Аутомобил A за вријеме претицања равномјерно убрзава од брзине v_{A0} до брзине v_A убрзањем $a_A = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_A - v_{A0}}{t}$ (2) . За истото вријеме аутомобил A пређе пут
$s_A = v_{A0}t + \frac{1}{2}a_A t^2$ (3) , а аутомобил B пређе пут $s_B = v_B t$ (4) . Замјеном (3) и (4) у (1) и на основу (2) добијамо $t = \frac{2(a+b+2l)}{v_{A0}+v_A-2v_B}$, односно замјеном бројних вриједности $t = 5\ s$.



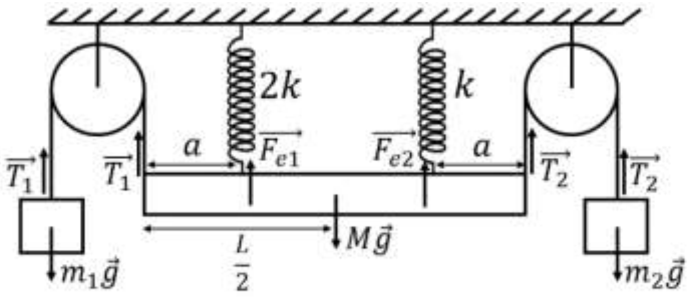
Слика 1.

2. $V_1 = 900\ cm^3, V_2 = 40\ cm^3, \rho_0 = 1000\ \frac{kg}{m^3}, \rho_A = 2700\ \frac{kg}{m^3}, \rho_B = 8900\ \frac{kg}{m^3}, k = 0{,}99\ \frac{kg}{m},$
$g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}, \quad m = ?, \quad v = ?$
(а) Како је тијело нехомогено, састоји се од дијелова различите густине, његова маса је једнака збиру маса појединих дијелова тј. $m = m_A + m_B = \rho_A V_A + \rho_B V_B$ (1) . Запремина алуминијумског дијела тијела је $V_A = V_1 - 4V_2$ (2) , а дијела од бакра $V_B = 4V_2$ (3). Замјеном (2) и (3) у (1) слиједи да је израз за масу тијела $m = \rho_A(V_1 - 4V_2) + 4\rho_B V_2$.
(б) Сила потиска која дјелује на тијело је $F_p = \rho_0 V_1 g$ (4), јер је укупна запремина тијела уроњеног у воду остала и даље V_1. Како се тијело кроз воду креће константном брзином важи да је $a = 0$, односно $\sum F = 0$. Све силе које дјелују на тијело имају само вертикалне компоненте те је на основу претхоног $mg = F_p + F_{otp}$ (5) . Замјеном (4) у (5) и на основу дијела под (а) лако се добија да је брзина тијела $v = \sqrt{\frac{(V_1(\rho_1-\rho_0)+4V_2(\rho_2-\rho_1))g}{k}}$, а замјеном бројних вриједности $v = 5\ \frac{m}{s}$.

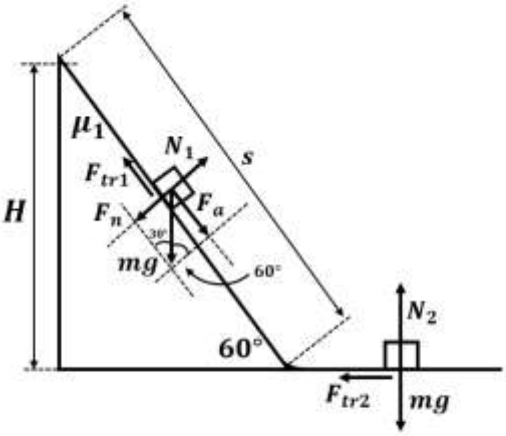
3. $L = 180\ cm, m_1 = 4\ kg, m_2 = 5\ kg, 2k, k, a = 45\ cm, M = ?$
(а) Силе које дјелују на греду су приказане на слици 2. Да би се греда налазила у стању равнотеже услови сила које дјелују на греду и момената у односу на њен центар масе који морају да буду задовољени су: $T_1 + F_{e1} + F_{e2} + T_2 = Mg$ (1) и

$T_1 \frac{L}{2} + F_{e1}\left(\frac{L}{2} - a\right) = T_2 \frac{L}{2} + F_{e2}\left(\frac{L}{2} - a\right)$ (2) . Како су нити лаке и неистегљиве важи да је $T_1 = m_1 g$ (3) и $T_2 = m_2 g$ (4) , а како је греда хоризонтална и како су истезања опруга једнака важи да је $F_{e1} = 2kx$ (5) и $F_{e2} = kx$ (6) . На основу (5) и (6) лако је закључити да је $F_{e1} = 2F_{e2}$ (7). Замјеном (7) у (1) и (2), а затим замјеном (1) у (2) или (2) у (1) и на основу (3) и (4) добијамо $M = \frac{2[m_2(2L-a)-m_1(L+a)]}{L-2a}$ односно замјеном бројних вриједности $M = 15\ kg.$

(б) Греда се налази у положају стабилне равнотеже јер ако се мало помјери из равнотежног положаја под утицајем еластичних сила опруге она се поново враћа у почетни положај.



Слика 2.



Слика 3.

4. $d = 80\ cm, R = 50\ cm, h_{max} = 90\ cm, \mu_1 = \frac{1}{2\sqrt{3}}, \mu_2 = 0{,}25, H = ?, v = ?$

(а) Силе које дјелују на тијело при његовом кретању по стрмој равни и хоризонталној подлози су приказане на слици 3. Механичка енергија тијела у почетном положају је $E_0 = mgH$ (1) , а када се нађе на максималној висини до које може да се попне $E = mgh_{max}$ (2) . Дио почетне енергије тијела се утроши на рад потребан за савладавање сила трења, односно $E_0 - E = A_{Ftr1} + A_{Ftr2}$ (3). С друге стране важи $A_{Ftr1} = F_{tr1}s$ (4) (гдје је $F_{tr1} = \frac{1}{2}mg\mu_1$ (5) сила трења дуж стрме равни, а $s = \frac{2H\sqrt{3}}{3}$ (6) дужина стрме равни) и $A_{Ftr2} = F_{tr2}d$ (7) (гдје је $F_{tr2} = mg\mu_2$(8) сила трења дуж хоризонталне подлоге).Замјеном (4) и (7) у (3) и на основу (5), (6) и (8) добијамо да је $E_0 - E = \frac{mg\mu_1 H\sqrt{3}}{3} + mg\mu_2 d$ одакле уз релације (1) и (2) добијамо тражену висину стрме равни

$H = \frac{3(\mu_2 d + h_{max})}{3-\mu_1\sqrt{3}}$, односно $H = 132\ cm$.

(б) У тренутку када се тијело одваја од кружног лука његова механичка енергија је $E_1 = mgR + \frac{1}{2}mv^2$ (9) , а када се нађе на максималној висини до које може да се попне $E_2 = E = mgh_{max}$ (10). Како нема сила отпора средине, куглица не губи енергију, односно важи $E_1 = E_2$ (11) . Замјеном (9) и (10) у (11) добијамо да је брзина тијела $v = \sqrt{2g(h_{max} - R)}$ односно $v = 2{,}8\ \frac{m}{s}$.

5. $P = 80\ \frac{J}{s}, m = 230\ g, V_0 = 35\ ml, t_0 = 15\ °C, \tau = 10\ min, \rho_0 = 1000\ \frac{kg}{m^3}, c_0 = 4200\ \frac{J}{kg\cdot °C},$
$c = 4450\ \frac{J}{kg \cdot °C}$, $\Delta E = 76\ J, d = 60\ cm, Q = ?, t = ?, s = ?$

(а) Количина топлоте која се ослободи у овој хемијској реакцији је $Q = P\tau$ (1) односно замјеном бројних вриједности $Q = 48\ kJ$.

(б) Како је систем изолован од околине, а паковање за храну савршено добро проводи топлоту сва топлота која се ослободи у овој хемијској реакцији се утроши на загријавање хране масе m и воде масеm_0 гдје је$m_0 = \rho_0 V_0 (2)$. На основу једначине топлотне равнотеже важи да је $Q = m_0 c_0 (t - t_0) + mc(t - t_0) (3)$. Замјеном (1) и (2) у (3) добијамо да је температура до које се храна загрије $t = \frac{P\tau}{\rho_0 V_0 c_0 + mc} + t_0$ односно $t = 56\ °C$.

(в) Ако је енергетска вриједност $100\ g$војниковог оброка$197\ kcal$, тада ће енергетска вриједност $230\ g$ истог оброка бити 2,3 пута већа, односно $E = 2{,}3 \cdot 197 \cdot 4{,}196\ kJ$тј. $E = 1901{,}21\ kJ$ (4) . Да би војник препјешачио пут s потребно је да направи $n = \frac{s}{d}$ (5) корака. При сваком кораку његова енергија се смањује за ΔE, одакле слиједи да је $n = \frac{E}{\Delta E}$ (6) . Изједначавањем (5) и (6) и на основу (4) добијамо да је пут који војник може да препјешачи $s = \frac{Ed}{\Delta E}$ односно $s = 15\ km$.