

OSNOVNA ŠKOLA "TURNIĆ"
Damir Čović, prof.

FIZIKA 7
(vježbe)

Rijeka, 2010./2011.

1. TIJELA I TVARI

Svoistva – vježba 1.

Zadatak 1.

Svi znamo izmjeriti duljinu olovke. Uzmemo ravnalo s milimetarskom podjelom i izmjerimo duljinu. Postavlja se pitanje preciznosti našeg mjerenja.

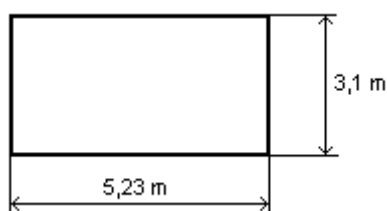
Izmjerali smo duljinu od 13,5 cm ili 135 mm, ali može biti i 13,6 cm ili 136 mm. Očito je točna duljina negdje između pa možemo **procijeniti** drugu decimalnu znamenku u cm ili prvu decimalnu znamenku u mm i napisati:

$$l = 13,55 \text{ cm} = 135,5 \text{ mm}$$

Ovaj izmjereni podatak ima četiri pouzdane znamenke, od kojih su prve tri odčitane znamenke, a posljednja (samo jedna) je procijenjena znamenka.

Zadatak 2.

Izračunajmo površinu pravokutnika kojemu smo izmjerili duljine stranica:



Površina: $S = 5,23 \text{ m} \cdot 3,1 \text{ m} = 16,213 \text{ m}^2$

Mjereći dimenzije pravokutnika izmjerili smo jednu njegovu dimenziju koja ima tri pouzdane znamenke i drugu njegovu dimenziju koja ima dvije pouzdane znamenke. Računajući površinu dobili smo čak pet znamenki. Rezultat izgleda "jako" točan. Znamo da je tolika točnost nemoguća, jer su kod mjerenja duljine zadnje znamenke procijenjene. Zato postoji pravilo da je kod množenja, točnost rezultata određena onim množiteljem koji ima najmanji broj pouzdanih znamenaka. Koristeći ovo pravilo vidimo da je površina pravokutnika određena sa dvije pouzdane znamenke: $S = 5,23 \text{ m} \cdot 3,1 \text{ m} = 16 \text{ m}^2$, a može se eventualno pisati da je $S = 5,23 \text{ m} \cdot 3,1 \text{ m} = 16,2 \text{ m}^2$ na osnovu procjene.

Zadatak 3.

U fizici je veoma važno znati pretvarati veće jedinice u manje i obratno manje u veće. Postoji jedno jednostavno pravilo:

"kad se veća mjerna jedinica pretvara u manju onda množimo, a kad se manja mjerna jedinica pretvara u veću onda dijelimo"

Pretvori:	1.	17,56 m	? km
	2.	123,41 cm	? mm
	3.	12,35 m ²	? cm ²
	4.	123,5 dm ²	? m ²

Rješenja:	1.	$17,56 \cdot 1/1000 = 17,56 \cdot 0,001 = 0,01756 \text{ km}$
	2.	$123,41 \cdot 10 = 1234,1 \text{ mm}$
	3.	$12,35 \cdot 100^2 = 12,35 \cdot 10000 = 123500 \text{ cm}^2$
	4.	$123,5 \cdot 1/10^2 = 123,5 \cdot 1/100 = 123,5 \cdot 0,01 = 1,235 \text{ m}^2$

DZ

Pretvori:	1.	5,3 km	? m	? dm
	2.	1056,2 mm	? m	? cm
	3.	52432,6 cm ²	? m ²	? dm ²
	4.	323415,72 mm ²	? m ²	? cm ²

Obavezno pisati postupak da se vidi s čime se dijeli ili množi!

Svoistva – vježba 2.

Zadatak 4.

Izmjerali smo duljinu pravokutnika $l=1,23$ m i širinu pravokutnika $b=70$ cm. Izračunaj površinu pravokutnika u dm^2 ?

$$l=1,23 \text{ m} = 1,23 \cdot 10 = 12,3 \text{ dm}$$

$$b=70 \text{ cm} = 70 \cdot 1/10 = 70 \cdot 0,1 = 7 \text{ dm}$$

$$S = \text{dm}^2$$

$$S = l \cdot b = 12,3 \cdot 7 = 86,1 \text{ dm}^2$$

Rezultat ima dvije pouzdane znamenke, ostalo je greška.

Zadatak 5.

Pravokutnik ima površinu $S=0,1768$ dm^2 . Izmjerali smo širinu $b=3,4$ cm. Kolika je duljina pravokutnika u mm ?

Rj. $l=52$ mm

Zadatak 6.

Pretvori:

1.	323321 cm^3	? m^3
2.	1,456 m^3	? dm^3

Rješenja:

1. $323321 \cdot 1/100^3 = 323321 \cdot 1/1000000 = 323321 \cdot 0.000001 = 0,323321 \text{ m}^3$

2. $1,456 \cdot 10^3 = 1,456 \cdot 1000 = 1456 \text{ dm}^3$

Zadatak 7.

Izmjerali smo stranice kvadra. Duljina je 25 cm, širina 10 cm i visina 28 cm. Izračunaj obujam kvadra u cm^3 i m^3 ?

$$l=25 \text{ cm}$$

$$V = l \cdot b \cdot h = 25 \cdot 10 \cdot 28 = 7000 \text{ cm}^3$$

$$b=10 \text{ cm}$$

$$h=28 \text{ cm}$$

$$V = 7000 \cdot 1/100000 = 0,007 \text{ m}^3$$

$$V = ? \text{ cm}^3 \quad ? \text{ m}^3$$

DZ

Pretvori:

1.	412,45 dm^3	? m^3	? cm^3
----	----------------------	----------------	-----------------

2. Dimenzije bazena u obliku kvadra su 4,2m X 2,4 m X 6,8 m. Izračunaj obujam bazena?
(Rj. 68 m^3 ako uzmemo dvije pouzdane znamenke)

Svoistva – vježba 3.

Zadatak 8.

Pretvori:

1.	528 ml	? cm ³
2.	2825 ml	? m ³
3.	356 ml	? l

Rješenja:

1.	528 ml = 528 cm ³	jer je: 1 cm ³ = 1 ml
2.	2825 cm ³ / 100 ³ = 0,002825 m ³	
3.	356 cm ³ ? dm ³ 356/1000 = 0,356 l	

Zadatak 8.

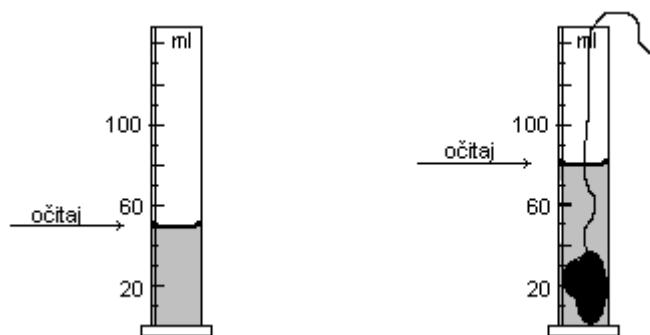
Velike brojeve prikazujemo pomoću potencija broja 10. Npr.

$300 = 3 \cdot 100 = 3 \cdot 10^2$
 $765000 = 765 \cdot 1000 = 765 \cdot 10^3$
 $0,0045 = 45 \cdot 0,0001 = 45 \cdot 10^{-4}$
 $0,0235 = 235 \cdot 10^{-4}$
 $0,72 = 72 \cdot 10^{-2}$
 $2 \cdot 10^5 = 200000$
 $4 \cdot 10^6 = 4000000$
 $6,7 \cdot 10^{-3} = 6,7 \cdot 0,001 = 0,0067$
 $42 \cdot 10^{-4} = 42 \cdot 0,0001 = 0,0042$
 $123,3 \cdot 10^{-2} = 1,233$

Zadatak 9.

Kako možemo izmjeriti obujam nepravilnog tijela? Pomoću menzure.

Gledajući menzure na slici odredi obujam tijela koje je uronjeno?



Očitamo: $V_1 = 50$ ml

Očitamo: $V_2 = 80$ ml

Razlika volumena $\Delta V = V_2 - V_1 = 80 - 50 = 30$ ml = 30 cm³ je obujam nepoznatog uronjenog tijela.

Δ - čitaj delta (grčko slovo), udomaćeno za prikazivanje razlike.

DZ

1. Posuda ima dno u obliku kvadrata čije su stranice 5 cm. U posudi se nalazi voda do visine od 8 cm. Kad u vodu uronimo predmet razina vode se povisi na 12 cm. Koliki je obujam predmeta?

Rj. 100 cm³

2. U menzuri je 300 cm³ vode. Vodu iz menzure ulijemo u pravokutnu posudu čije dno ima dimenzije 10 X 5 cm. Kolika će biti visina vode u toj pravokutnoj posudi?

Rj. 6 cm

Svoistva - vježba 4.

Zadatak 10.

Pretvori:

1.	13,35 kg	? dag
2.	345,7 dag	? kg
3.	42333,56 g	? dag

Rješenja:

1.	$13,35 * 100 = 1335 \text{ dag}$
2.	$345,7 * 1/100 = 3,457 \text{ kg}$
3.	$42333,56 * 1/10 = 4233,356$

Zadatak 11.

Kipar želi iz mramora isklesati kip i naručio je komad mramora dug 40 cm, širok 30 cm i visok 20 cm. Kolika je masa komada mramora ako je gustoća mramora 2800 kg/m^3 ?

$$l = 40 \text{ cm} = 0,4 \text{ m}$$

$$b = 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m}$$

$$h = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$$

$$\rho = 2800 \text{ kg/m}^3$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$V = l * b * h = 0,4 * 0,3 * 0,2 = 0,024 \text{ m}^3$$

$$\rho = m/V \dots m = \rho * V = 2800 * 0,024 = 67,2 \text{ kg}$$

Zadatak 12.

Koliku gustoću ima tijelo volumena 20 dm^3 i mase 226 kg? Koji je to materijal?

$$V = 20 \text{ dm}^3 = 20/1000 = 0,020 \text{ m}^3$$

$$m = 226 \text{ kg}$$

$$\rho = ? \text{ kg/m}^3$$

$$\rho = m/V = 226/0,020 = 11300 \text{ kg/m}^3$$

radi se o olovu!

Zadatak 13.

Koliki je obujam u cm^3 i dl željeznog utega mase 1 kg? Gustoća željeza je 7800 kg/m^3 .

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

$$V = ? \text{ cm}^3$$

$$V = m/\rho = 1/7800 = 0,0001282 \text{ m}^3$$

$$V = 0,1282 \text{ dm}^3 = 0,128 \text{ l} = 1,28 \text{ dl}$$

DZ

1. Kolika je masa zraka u sobi dimenzija $5 \times 4 \times 2,5 \text{ m}$? Gustoća zraka je $1,293 \text{ kg/m}^3$.
Rj. $m = 65 \text{ kg}$

2. Koliki je obujam bakrenog novčića ako je njegova masa 15 g. Gustoća bakra je 8890 kg/m^3 .
Rj. $V = 1,68 \text{ cm}^3$

Svoistva – vježba 5.

Zadatak 14.

Aluminijski valjak ima masu 300 g i obujam 150 cm³. Je li šupalj ili pun?

$$\begin{array}{l} m=300 \text{ g} \\ V=150 \text{ cm}^3 \\ \hline \end{array}$$

$$\rho = ? \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = m/V = 300/150 = 2 \text{ g/cm}^3$$

Gustoća aluminijske je 2,7 g/cm³ pa je valjak ŠUPALJ!

Zadatak 15.

Kolika je masa kapljice žive obujma 0,25 cm³. Gustoća žive je 13600 kg/m³.

$$\begin{array}{l} V=0,25 \text{ cm}^3 \\ \rho=13,6 \text{ g/cm}^3 \\ \hline \end{array}$$

$$m = ? \text{ g}$$

$$m = \rho * V = 13,6 * 0,25 = 3,4 \text{ g}$$

Zadatak 16.

Ako tijelo ima gustoću 700 kg/m³ i obujam od 5 l kolika mu je masa?

$$\begin{array}{l} \rho=700 \text{ kg/m}^3 \\ V=5 \text{ l} = 0,005 \text{ m}^3 \\ \hline \end{array}$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$m = \rho * V = 700 * 0,005 = 3,5 \text{ kg}$$

radi se o benzinu!

Zadatak 17.

Tijelo gustoće 19.3 g/cm³ ima masu od 1 kg. Koliki volumen zauzima tijelo? Kolike bi bile dimenzije kocke s tim volumenom?

$$\begin{array}{l} \rho=19,3 \text{ g/cm}^3 \\ m=1 \text{ kg} = 1000 \text{ g} \\ \hline \end{array}$$

$$V = ? \text{ cm}^3$$

$$V = m/\rho = 1000/19,3 = 51,81 \text{ cm}^3$$

Radi se o zlatu!

$$v = a * a * a = a^3 = 64 = 4 * 4 * 4$$

Zadatak 18.

Koliki je obujam zraka u litrama ako je njegova masa 200 g ? gustoća zraka je 1,3 kg/m³.

$$\begin{array}{l} m=200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg} \\ \rho=1,3 \text{ kg/m}^3 \\ \hline \end{array}$$

$$V = ? \text{ l}$$

$$V = m/\rho = 0,2/1,3 = 0,1538 \text{ m}^3$$

$$V = 0,1538 * 1000 = 153,8 \text{ l}$$

Zadatak 19.

Kruna mase 1,7 kg kad se uroni u vodu istisne iz posude obujam od 161,9 cm³ vode. Iz kojeg materijala je napravljena kruna?

$$\begin{array}{l} m=1,7 \text{ kg} = 1700 \text{ g} \\ V=161,9 \text{ cm}^3 \\ \hline \end{array}$$

$$\rho = ? \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = m/V = 1700/161,9 = 10,5 \text{ g/cm}^3$$

kruna je od srebra (tablica)

Zadatak 20.

Koliki obujam vode bi istisnula zlatna kruna mase 1,7 kg (jednake mase kao i srebrna iz predhodnog primjera) ? Gustoća zlata je 19300 kg/m³.

$$\text{Rj. } V = 88 \text{ cm}^3$$

Svoistva 6. - priprema za test znanja

Zadatak 21.

U bazenu dugom 40 m, širokom 30 m i visokom 2 m nalazi se 18000 hl vode. Kolika je visina vode u bazenu?

$$\begin{aligned}l &= 40 \text{ m} \\ b &= 30 \text{ m} \\ h &= 2 \text{ m} \\ V &= 18000 \text{ hl} = 1800000 \text{ l} = 1800000 \text{ dm}^3 = 1800 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$H = ? \text{ m}$$

$$V = l * b * H \quad \dots \quad H = V / l * b = 1800 / 40 * 30 = 1,5 \text{ m}$$

Zadatak 22.

U kutiju šibica čije su dimenzije $l=5,2 \text{ cm}$, $b=3,5 \text{ cm}$, $h=1,5 \text{ cm}$ nalazi se nepoznati materijal mase 2,2 dag. O kojem se materijalu radi?

$$\begin{aligned}l &= 5,2 \text{ cm} \\ b &= 3,5 \text{ cm} \\ h &= 1,5 \text{ cm} \\ m &= 2,2 \text{ dag} = 22 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\rho = ?$$

$$V = l * b * h = 5,2 * 3,5 * 1,5 = 27,3 \text{ cm}^3$$

$$\rho = m / V = 22 / 27,3 = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

radi se o suhom drvetu

Zadatak 23.

Tijelo od nepoznatog materijala mase 50 g uroni se u menzuru sa 30 ml vode. Voda se pritom podigla na razinu od 50 ml. Kolika je gustoća nepoznatog tijela?

$$\begin{aligned}V_1 &= 30 \text{ ml} = 30 \text{ cm}^3 \\ V_2 &= 50 \text{ ml} = 50 \text{ cm}^3 \\ m &= 50 \text{ g}\end{aligned}$$

$$\rho = ?$$

$$\Delta V = V_2 - V_1 = 50 - 30 = 20 \text{ cm}^3$$

$$\rho = m / V = 50 / 20 = 2,5 \text{ g/cm}^3 = 2500 \text{ kg/m}^3 \quad \dots \dots \text{ staklo}$$

Zadatak 24.

Prvo tijelo gustoće $11,3 \text{ g/cm}^3$ ima volumen od 10 cm^3 , drugo tijelo gustoće $2,7 \text{ g/cm}^3$ ima četiri puta veći volumen od prvog tijela. Koje tijelo ima veću masu i za koliko?

$$\begin{aligned}\rho_1 &= 11,3 \text{ g/cm}^3 \\ V_1 &= 10 \text{ cm}^3\end{aligned}$$

$$m_1 = ? \text{ g}$$

$$\begin{aligned}\rho_2 &= 2,7 \text{ g/cm}^3 \\ V_2 &= 4 * V_1\end{aligned}$$

$$m_2 = ? \text{ g}$$

$$m_1 = \rho_1 * V_1 = 11,3 * 10 = 113 \text{ g}$$

$$m_2 = \rho_2 * V_2 = 2,7 * 40 = 108 \text{ g}$$

$$\Delta m = m_1 - m_2 = 113 - 108 = 5 \text{ g}$$

Zadatak 25.

Pretvori:	a)	$43256 * 10^{-2} \text{ dm}$? m
	b)	$10,2 * 10^3 \text{ cm}^2$? dm ²
	c)	$7,6 \text{ m}^3$? dm ³

Rješenja:	a)	43,256 m
	b)	102 dm ²
	c)	7600 dm ³

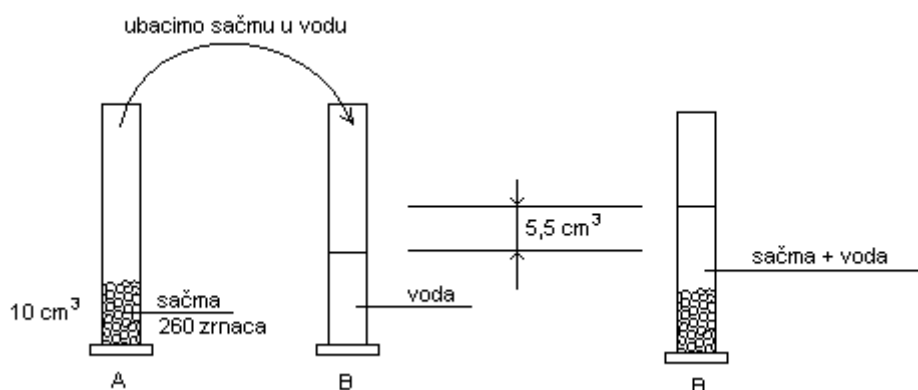
Svoistva 7. - priprema za test znanja

Zadatak 26.

260 zrnaca sačme uspemo u menzuru A, u njoj sačma zauzme obujam od 10 cm^3 . Zatim tu sačmu presipamo u menzuru B u kojoj se nalazi voda. Zrnca sačme potonu a razina vode u menzuri se podigne za $5,5 \text{ cm}^3$.

- Koliki je obujam jednog zrna sačme?
- Koliki je bio ukupni obujam međuprostora između zrnaca sačme na početku u menzuri A ?
- Koliko bismo vode trebali naliti u menzuru A da ona upravo prekrije zrnca sačme?

Skica:



- logično je zaključiti, razina vode povisila se za $5,5 \text{ cm}^3$ na račun 260 zrnaca, njihov obujam je zapravo toliki.

$$V_{\text{zrna}} = V_{\text{istis.}} / 260 = 0,0211 \text{ cm}^3 = 21,1 \text{ mm}^3$$

- Ako je ukupni volumen zrna u menzuri 10 cm^3 , a volumen koji su zrna istisnula je $5,5 \text{ cm}^3$, onda je volumen međuprostora:

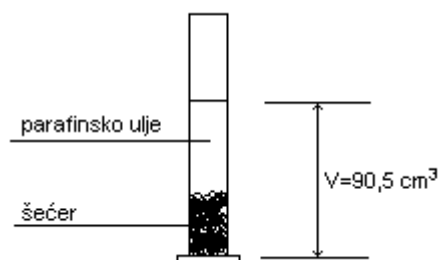
$$V_{\text{međupr.}} = 10 - 5,5 = 4,5 \text{ cm}^3$$

- Kad bismo u menzuru A ulili točno $4,5 \text{ cm}^3$ vode, voda bi upravo prekrila sva zrna.

Zadatak 27.

Na slici je prikazana menzura u kojoj se nalazi parafinsko ulje ($m=56,4 \text{ g}$, $\rho=0,8 \text{ g/cm}^3$) i šećer koji se ne topi mase 32 g . Ukupni volumen tvari u menzuri je $V=90,5 \text{ cm}^3$. Odredi volumen parafinskog ulja, volumen šećera i gustoću šećera?

skica:



$$m_{\text{ulja}} = 56,4 \text{ g}$$

$$\rho_{\text{ulja}} = 0,8 \text{ g/cm}^3$$

$$m_{\text{šećera}} = 32 \text{ g}$$

$$V = 90,5 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{ulja}} = ?$$

$$V_{\text{šećera}} = ?$$

$$\rho_{\text{šećera}} = ?$$

$$\text{Volumen ulja: } V_{\text{ulja}} = m_{\text{ulja}} / \rho_{\text{ulja}} = 56,4 / 0,8 = 70,5 \text{ cm}^3$$

$$\text{Volumen šećera: } V_{\text{šećera}} = V - V_{\text{ulja}} = 90,5 - 70,5 = 20 \text{ cm}^3$$

$$\text{Gustoća šećera: } \rho_{\text{šećera}} = m_{\text{šećera}} / V_{\text{šećera}} = 32 / 20 = 1,6 \text{ g/cm}^3$$

Zadatak 28.

U menzuru ulijemo 16 cm³ vode. U menzuru s vodom stavimo 20 metalnih kuglica. Voda se podigne do oznake 28 cm³. Koliki je obujam jedne kuglice?

$$V_1 = 16 \text{ cm}^3$$

$$V_2 = 28 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{kuglice}} = ?$$

$$V_{\text{ukupno}} = V_2 - V_1 = 28 - 16 = 12 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{kuglice}} = V_{\text{ukupno}} / 20 = 0,6 \text{ cm}^3$$

Zadatak 29.

Kvadrat ima stranicu duljine 8 m. Koliku ima ploštinu u dm²?

$$l = 8 \text{ m}$$

$$S = l * l = l^2 = 8^2 = 64 \text{ m}^2 = 64 * 100 = 6400 \text{ dm}^2$$

$$S = ? \text{ dm}^2$$

Zadatak 30.

Kocka ima brid od 0,3 dm, a kvadar ima bridove 40 mm, 2 cm i 0,3 dm. Koje tijelo ima veći obujam?

$$l = 0,3 \text{ dm} = 3 \text{ cm}$$

$$l = 4 \text{ cm}$$

$$b = 2 \text{ cm}$$

$$h = 3 \text{ cm}$$

$$V_{\text{kocke}} = ?$$

$$V_{\text{kvadra}} = ?$$

$$V_{\text{kocke}} = l * l * l = 3^3 = 27 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{kvadra}} = l * b * h = 4 * 2 * 3 = 24 \text{ cm}^3$$

Kocka ima veći obujam

Zadatak 31.

Dno kade ima površinu od 3 m². Ako u nju ulijemo 1,2 hl vode do koje visine u cm će se voda podići?

$$S = 3 \text{ m}^2 = 3 * 100 = 300 \text{ dm}^2$$

$$V = 1,2 \text{ hl} = 1,2 * 100 = 120 \text{ l} = 120 \text{ dm}^3$$

$$h = V / S = 120 / 300 = 0,4 \text{ dm} = 4 \text{ cm}$$

$$h = ? \text{ cm}$$

Zadatak 32.

Može li se 112 hl vode staviti u kvadratnu posudu duljine 20 dm, širine 150 cm, visine 4000 mm?

$$V_{\text{tekućine}} = 112 \text{ hl}$$

$$l = 20 \text{ dm}$$

$$b = 150 \text{ cm} = 15 \text{ dm}$$

$$h = 4000 \text{ mm} = 40 \text{ dm}$$

$$V = ?$$

$$V = l * b * h = 20 * 15 * 40 = 12000 \text{ dm}^3$$

$$V = 12000 \text{ l} = 120 \text{ hl}$$

MOŽE jer je 123 hl > 120 hl

Zadatak 33.

Iskopali smo jamu u zemlji i njezina duljina je 40 dm, širina je 200 cm, a dubina je 1500 mm. Koliko zemlje u m³ smo pritom iskopali?

$$l = 40 \text{ dm}$$

$$b = 200 \text{ cm} = 20 \text{ dm}$$

$$h = 1500 \text{ mm} = 15 \text{ dm}$$

$$V = ? \text{ m}^3$$

$$V = l * b * h = 40 * 20 * 15 = 12000 \text{ dm}^3$$

$$V = 12000 / 1000 = 12 \text{ m}^3$$

Svoistva 8. - test znanja

grupa A

- Z1. Duljina pravokutnika je 1,23 metra, a širina mu je 70 centimetara. Kolika mu je ploština u četvornim decimetrima?
- Z2. Koliko kubnih metara zemlje smo iskopali iz jame duljine 2 metra, širine 30 decimetara i dubine 150 centimetara?
- Z3. Koliku masu u tonama ima tijelo čiji volumen iznosi 2 kubna metra, a gustoća 2,8 grama po kubnom centimetru?
- Z4. Bijela kuglica ima gustoću 11,3 grama po kubnom centimetru i obujam od 10 kubnih centimetara. Crna kuglica ima gustoću 2,7 grama po kubnom centimetru i četiri puta veći obujam od bijele kuglice. Koja kuglica ima veću masu i za koliko?
- Z5. Pretvori mjerne jedinice:
- | | | |
|----------------------------------|---|-------------------|
| $100 \cdot 10^{-2} \text{ m} =$ | ? | dm |
| $1234 \cdot 10^3 \text{ cm}^2 =$ | ? | m ² |
| $1,456 \text{ m}^3 =$ | ? | cm ³ |
| $345,7 \text{ dag} =$ | ? | g |
| $0,001293 \text{ g/cm}^3 =$ | ? | kg/m ³ |

grupa B

- Z1. Kvadar ima stranice duljine 25 centimetara, širine 0,1 metar i visine 2,8 decimetara. Izračunaj mu obujam u kubnim milimetrima?
- Z2. Kocka leda ima stranicu duljine 20 centimetara. Koliko litara vode ćemo dobiti ako kocku otopimo?
- Z3. Koliki volumen u litrama ima tijelo gustoće 0,9 grama po kubnom centimetru i mase 270 kilograma?
- Z4. Bijela kuglica ima gustoću 11,3 grama po kubnom centimetru i masu od 10 grama. Crna kuglica ima gustoću 2,7 grama po kubnom centimetru i četiri puta manju masu od bijele kuglice. Koje kuglica ima veći volumen i za koliko?
- Z5. Pretvori mjerne jedinice:
- | | | |
|-----------------------------------|---|-------------------|
| $1000 \cdot 10^{-2} \text{ dm} =$ | ? | m |
| $0,058 \cdot 10^3 \text{ m}^2 =$ | ? | dm ² |
| $25 \text{ dm}^3 =$ | ? | cm ³ |
| $128,5 \text{ kg} =$ | ? | dag |
| $2,70 \text{ g/cm}^3 =$ | ? | kg/m ³ |

grupa F

Z1. Bazen ima dno čija ploština iznosi 600 četvornih metara. Visina bazena je 200 centimetara. Koliko litara vode može stati u bazen?

Z2. Kocka ima brid duljine 0,3 decimetra. Kvadar ima bridove duljine 4 centimetra, širine 2 centimetra i visine 3 centimetra. Koje tijelo ima veći obujam i za koliko?

Z3. Koliki je obujam zraka u litrama ako mu je masa 30 dekagrama i gustoća 1,3 kilograma po kubnom metru?

Z4. Bijela kuglica ima gustoću 11,3 grama po kubnom centimetru i masu od 10 grama. Crna kuglica ima gustoću 2,7 grama po kubnom centimetru i četiri puta manju masu od bijele kuglice. Koja kuglica ima veći volumen i za koliko?

Z5. Pretvori mjerne jedinice:

$43256 \cdot 10^{-2} \text{ dm}$	=	?	m
$10,2 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$	=	?	dm^2
$7,6 \text{ m}^3$	=	?	dm^3
$128,563 \text{ dag}$	=	?	kg
450 kg/m^3	=	?	g/cm^3

grupa C

Z1. Pravokutnik ima ploštinu 0,1768 četvornih decimetara. Dulja stranica mu iznosi 5,2 centimetra. Koliko mu iznosi kraća stranica?

Z2. Akvarij ima dno ploštine 0,5 kvadratnih metara. Ako u njega ulijemo 15 litara vode do koje visine u decimetrima će se podići voda?

Z3. Novčić ima masu 1,575 dekagrama i volumen 1,5 kubnih centimetara. Kolika je gustoća novčića?

Z4. U menzuri se nalazi voda i kamen čiji ukupni obujam iznosi 0,4 litre. Kada izvadimo kamen voda se spusti do razine od 350 kubnih centimetara. Masa kamena je 0,12 kilograma. Kolika je gustoća kamena?

Z5. Pretvori mjerne jedinice:

$23434 \cdot 10^{-2} \text{ cm}$	=	?	m
$56,53 \cdot 10^3 \text{ dm}^2$	=	?	m^2
$23,45 \text{ m}^3$	=	?	dm^3
$5,6734 \text{ kg}$	=	?	dag
$0,154 \text{ g/cm}^3$	=	?	kg/m^3

grupa D

Z1. Koliki je obujam kvadra u kubnim decimetrima ako ima duljinu 0,08 metara, širinu 50 centimetara i visinu 300 milimetara?

Z2. Koliko kubnih metara pijeska možemo usuti u sanduk duljine 6 decimetara, širine 40 centimetara i visine 300 milimetara?

Z3. Kapljica žive ima volumen 0,3 kubna centimetra i gustoću 13600 kilograma po kubnom metru. Koliku masu u dekagramima ima kapljica žive?

Z4. U menzuri imamo 0,35 litara vode. Ako kamen mase 0,36 kilograma i gustoće 2,4 grama po kubnom centimetru uronimo u menzuru do koje će se razine podići voda u menzuri?

Z5. Pretvori mjerne jedinice:

$105623 \cdot 10^{-2} \text{ mm}$	=	?	m
$52,4326 \cdot 10^3 \text{ cm}^2$	=	?	m^2
7 dm^3	=	?	m^3
123 dag	=	?	kg
$0,24 \text{ g/cm}^3$	=	?	kg/m^3

grupa E

Z1. Koliki obujam u kubnim metrima ima kocka kojoj stranica ima duljinu 4,2 decimetra?

Z2. Može li 100 hektolitara vode stati u kvadratnu posudu duljine 20 decimetara, širine 150 centimetara i visine 4000 milimetara?

Z3. Aluminijski uteg ima masu 1000 grama i gustoću 2700 kilograma po kubnom metru. Koliki je volumen utega u kubnim centimetrima?

Z4. Bijela kuglica ima gustoću 11,3 grama po kubnom centimetru i obujam od 10 kubnih centimetara. Crna kuglica ima gustoću 2,7 grama po kubnom centimetru i četiri puta veći obujam od bijele kuglice. Koja kuglica ima veću masu i za koliko?

Z5. Pretvori mjerne jedinice:

$1553 \cdot 10^{-2} \text{ dm}$	=	?	m
$25 \cdot 10^3 \text{ dm}^2$	=	?	m^2
750 cm^3	=	?	dm^3
$345,7 \text{ dag}$	=	?	kg
$1,293 \text{ kg/m}^3$	=	?	g/cm^3

Svoistva 9. – ispravak testa znanja

Rješenja:

A

1. $l=1,23 \text{ m}$ $S=l*b=1,23*0,7=0,861 \text{ m}^2$
 $b=70 \text{ cm}=0,7 \text{ m}$ -----
 $S=? \text{ dm}^2$ $S=0,861*100=86,1 \text{ dm}^2$
2. $l=2 \text{ m}$ $V=l*b*h=2*3*1,5=9 \text{ m}^3$
 $b=30 \text{ dm}=3 \text{ m}$
 $h=150 \text{ cm}=1,5 \text{ m}$

 $V=? \text{ m}^3$
3. $V=2 \text{ m}^3$
 $\rho=2,8 \text{ g/cm}^2=2,8*1000=2800 \text{ kg/m}^3$ $m=\rho*V=2800*2=5600 \text{ kg}=5,6 \text{ t}$

 $m=? \text{ t}$
4. $\rho_1=11,3 \text{ g/cm}^3$
 $V_1=10 \text{ cm}^3$ $m_1=\rho_1*V_1=11,3*10=113 \text{ g/cm}^3$

 $\rho_2=2,7 \text{ g/cm}^3$
 $V_2=4*V_1=4*10=40 \text{ cm}^3$ $m_2=\rho_2*V_2=2,7*40=108 \text{ g/cm}^3$

 $m_1=?$ $m_1>m_2$ veću masu ima bijela kuglica za 5 g.
 $m_2=?$
5. 10 dm, 123,4 m², 1456000 cm³, 3457 g, 1,293 kg/m³

B

1. $l=25 \text{ cm}$ $V=l*b*h=25*10*28=700 \text{ cm}^3$
 $b=0,1 \text{ m}=10 \text{ cm}$
 $h=2,8 \text{ dm}=28 \text{ cm}$ $V=7000*1000=7000000 \text{ mm}^3=7*10^6 \text{ mm}^3$

 $V=? \text{ mm}^3$
2. $l=20 \text{ cm}=2 \text{ dm}$ $V=l*l*l=2*2*2=8 \text{ l}=8 \text{ dm}^3$

 $V=? \text{ l}$
3. $m=270 \text{ kg}$
 $\rho=0,9 \text{ g/cm}^2=0,9*1000=900 \text{ kg/m}^3$ $V=m/\rho=270/900=0,3 \text{ m}^3=0,3*1000=300 \text{ dm}^3$

 $m=? \text{ t}$ $V=300 \text{ l}$
4. $\rho_1=11,3 \text{ g/cm}^3$
 $m_1=10 \text{ g}$ $V_1=m_1/\rho_1=10/11,3=0,884 \text{ cm}^3$

 $\rho_2=2,7 \text{ g/cm}^3$
 $m_2=m_1/4=10/4=2,5 \text{ g}$ $V_2=m_2/\rho_2=2,5/2,7=0,925 \text{ cm}^3$

 $m_1=?$ $V_2>V_1$ veći obujam ima crna kugla.
 $m_2=?$ $\Delta V=V_2-V_1=0,925-0,884=0,041 \text{ cm}^3$
6. 1 m, 5800 dm², 25000 cm³, 12850 dag, 2700 kg/m³

E

- $V=1200000 \text{ l}$
- $V_1=27 \text{ cm}^3$ $V_2=24 \text{ cm}^3$ $\Delta V=3 \text{ cm}^3$
- $V=230769 \text{ cm}^3 = 230 \text{ l}$
- $V_1=0,884 \text{ cm}^3$ $V_2=0,884 \text{ cm}^3$ $\Delta V=0,041 \text{ cm}^3$
- 43,256 m 102 dm² 7600 dm³ 1,28563 kg 0,450 g/cm³

C

- $b=0,34 \text{ dm}=3,4 \text{ cm}$
 - $h=3 \text{ cm}$
 - $\rho=10,5 \text{ g/cm}^3$
 - $V_{\text{kamena}}=V_2-V_1=400-350=50 \text{ cm}^3$ $\rho=2,4 \text{ g/cm}^3$
 - 2,3434 m 565,30 m² 23450 dm³ 567,34 dag 154 kg/m³
-

D

- $V=12 \text{ dm}^3$
- $V=0,072 \text{ m}^3$
- $m=0,4 \text{ dag}$
- $V=150 \text{ cm}^3$ $V_2=V_1+V=500 \text{ cm}^3$ $V_1=350 \text{ cm}^3$
- 1,05632 m 5,24326 m² 0,007 m³ 1,23 kg 240 kg/m³

E

- $V=0,074 \text{ m}^3$
 - $V_2=12000 \text{ dm}^3$ MOŽE..... $V_1 < V_2$
 - $V=370 \text{ cm}^3$
 - $m_1=113 \text{ g}$ $m_2=108 \text{ g}$ masa CRNE je manja za 5 g
 - 1,553 m 250 m² 0,75 dm³ 3,457 kg 0,001293 g/cm³
-

Napomena!

Ocjene:

Svaki zadatak koji ima grešku ili nema postupak je netočan.
To se odnosi i na zadatak br. 5, ako je jedna pretvorba netočna – zadatak je netočan.

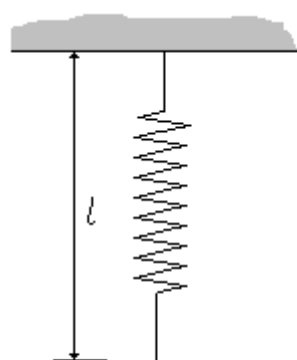
Iznimka se može učiniti jedino ukoliko se treba dati pozitivna ocjena (2), a još neki drugi zadaci su riješeni djelomično (ali su u cjelini netočni).

- | | |
|-------------------------------|------------|
| 1 točan zadatak uz postupak | - ocjena 1 |
| 2 točna zadatka uz postupak | - ocjena 2 |
| 3 točna zadatka uz postupak | - ocjena 3 |
| 4 točna zadatka uz postupak | - ocjena 4 |
| 5 točnih zadataka uz postupak | - ocjena 5 |

Naglasak je srtavljen na pravilno korištenje formula i jedinica te na točno računanje.

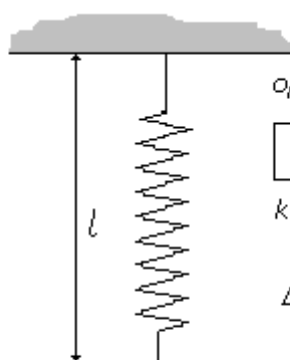
2. SILE

Sile – vježba 1.



neopterećena
zavojnica (opruga)

l - duljina zavojnice



opterećena zavojnica

$$F = k \cdot \Delta l$$

k - konstanta zavojnice
(opruga) u N/m

Δl - produljenje

uteg miruje jer je
u ravnoteži $F = G$

Produljenje opruge (Δl) proporcionalno je veličini sile (F) koja djeluje na oprugu. Dva puta veća sila izaziva dva puta veće produljenje. Četiri puta veća sila izaziva četiri puta veće produljenje. Dinamometar je sprava za mjerenje sile. Sastoji se od elastične opruge na koju je pričvršćena mjerna ljestvica baždarena u Njutnima (N).

Zadatak 1.

Odredi konstantu opruge (konstantu elastičnosti) ako znamo da će se opruga produljiti za 5 mm kad na nju djelujemo silom od 2 N (objesimo uteg)?

$$G = F = 2 \text{ N}$$

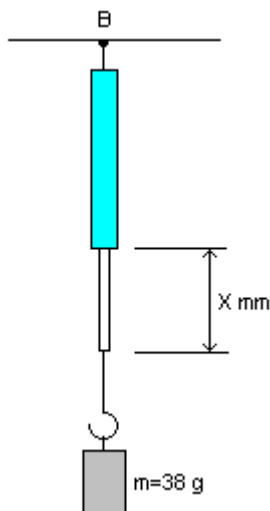
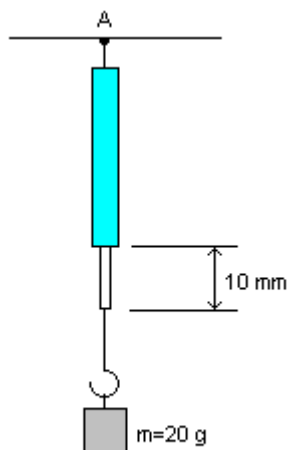
$$\Delta l = 5 \text{ mm} = 0,005 \text{ m}$$

$$k = F / \Delta l = 2 / 0,005 = 400 \text{ N/m}$$

$$k = ? \text{ N/m}$$

Zadatak 2.

Na slici su prikazana dva jednaka dinamometra (A i B) na koje su obješeni uteci različite mase. Koliko je istegnut dinamometar obilježen slovom B?



Postavimo odnose (pravilo križanja):

$$m = 20 \text{ g} \rightarrow 10 \text{ mm}$$

$$m = 38 \text{ g} \rightarrow x \text{ mm}$$

množimo u križ:

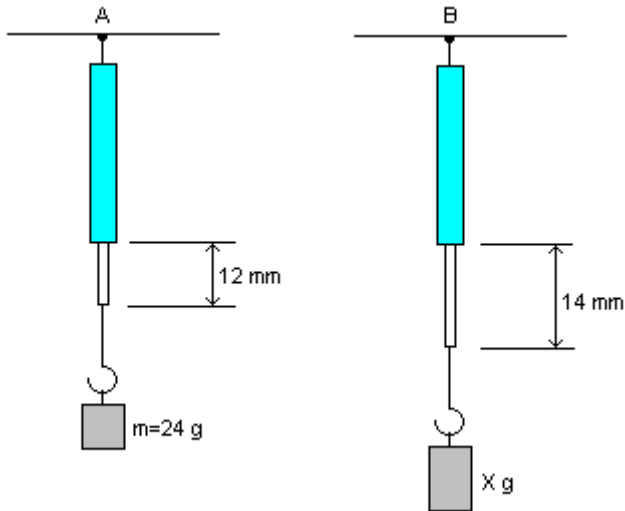
$$20 \cdot x = 38 \cdot 10$$

$$x = 38 \cdot 10 / 20 = 19 \text{ mm}$$

Dinamometar B istegnut je 19 mm. To smo mogli i napamet izračunati jer se lako može zaključiti da masa utega od jednog grama produlji oprugu za 0,5 mm ($10/20=0,5$) te da onda 38 grama množeno sa 0,5 daje 19 mm.

Zadatak 3.

Na slici su prikazana dva jednaka dinamometra (A i B) na koja su obješeni utezi različite mase. Kolika je masa obješena na dinamometar B?



$$24 \text{ g} \rightarrow 12 \text{ mm}$$

$$X \text{ g} \rightarrow 14 \text{ mm}$$

$$24 \cdot 12 = 12 \cdot x$$

$$x = 24 \cdot 14 / 12 = 28 \text{ g}$$

Uteg obješen na dinamometar B ima masu od 28 g.

Zadatak 4.

Pretvori:	1 kN	?	N
	5,6 kN	?	N
	350 N	?	kN
	$2,3 \cdot 10^3 \text{ N}$?	kN
	0,5 kN	?	N

Rješenja:	$1 \cdot 1000 = 1000 \text{ N}$
	$5,6 \cdot 1000 = 5600 \text{ N}$
	$350 / 1000 = 0,350 \text{ kN}$
	$2,3 \cdot 1000 / 1000 = 2,3 \text{ kN}$
	$0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ N}$

DZ

1. Opruga se produlji za 3 mm kada ju rastežemo silom od 3 N. Ako se opruga produlji za 7 mm kolikom silom smo djelovali na oprugu? Rj. 7N

2. Opruga se produlji za 3 mm ako ju opteretimo masom od 15 dag. Za koliko će se opruga produljiti ako ju opteretimo sa 200g? Rj. 4 mm

*3. Ako oprugu opteretimo silom 5 N njezina je duljina 20 cm, a ako je opteretimo silom od 3 N duljina je opruge 16 cm. Koliko je duga neopterećena opruga? Odredi k? (Zadatak iz vježbenice – Buljubašić)

Rj.	$F_1 = k \cdot \Delta l_1$	$l_1 = l + \Delta l_1$
	$F_2 = k \cdot \Delta l_2$	$l_2 = l + \Delta l_2$
	-----	-----
	$F_1 / \Delta l_1 = F_2 / \Delta l_2$	$l_1 - \Delta l_1 = l_2 - \Delta l_2$
	$F_1 \cdot \Delta l_2 = F_2 \cdot \Delta l_1$	
	$\Delta l_2 = F_2 \cdot \Delta l_1 / F_1$	uvrstimo u jednadžbu
		$l_1 - \Delta l_1 = l_2 - F_2 \cdot \Delta l_1 / F_1$

		$-F_1 \cdot \Delta l_1 = F_1 \cdot l_2 - F_1 \cdot l_1 - F_2 \cdot \Delta l_1$
		$-F_1 \cdot \Delta l_1 + F_2 \cdot \Delta l_1 = F_1 \cdot l_2 - F_1 \cdot l_1$
		$\Delta l_1 = (F_1 \cdot l_2 - F_1 \cdot l_1) / (F_2 - F_1)$
		$\Delta l_1 = (5 \cdot 16 - 3 \cdot 20) / (3 - 5) = (80 - 60) / -2 = 10 \text{ cm} = \underline{0,1 \text{ m}}$

$$l = l_1 - \Delta l_1 = 20 - 10 = \underline{10 \text{ cm}}$$

$$\Delta l_2 = l_2 - l = 16 - 10 = 6 \text{ cm} = \underline{0,06 \text{ m}} \dots\dots \text{odredimo} \dots\dots k = F_1 / \Delta l_1 = F_2 / \Delta l_2 = 5 / 0,1 = 3 / 0,06 = \underline{50 \text{ N/m}}$$

Sile – vježba 2.

Provjerimo zadatke za zadaću s prethodnih vježbi. Bitno je uočiti ima li neko tko je riješio treći zadatak. Zatim taj zadatak riješiti na ploči. Ovdje možemo odmah vidjeti učenike koji imaju smisla.

Zadatak 5.

Knjiga ima masu od 150 dag. Kolika je težina knjige?

$$\begin{array}{l} m=150 \text{ dag}=1,5 \text{ kg} \\ g=10 \text{ N/kg} \\ \hline G = ? \text{ N} \end{array} \qquad G=m \cdot g=1,5 \cdot 10=15 \text{ N}$$

Zadatak 6.

Kamen ima težinu od 40 N. Kolika je masa kamena u gramima?

$$\begin{array}{l} G=40 \text{ N} \\ g=10 \text{ N/kg} \\ \hline m = ? \text{ g} \end{array} \qquad \begin{array}{l} m=G/g=40/10=4 \text{ kg} \\ \\ m=4000 \text{ g} \end{array}$$

Zadatak 7.

Koliku težinu ima tijelo mase 50 kg na Zemlji, a koliku na Mjesecu i Marsu? Usporedi težine?

$$\begin{array}{l} m=50 \text{ kg} \\ g_{\text{Zemlja}}=10 \text{ N/kg} \\ g_{\text{Mjesec}}=1,63 \text{ N/kg} \\ g_{\text{Mars}}=3,21 \text{ N/kg} \\ \hline G_{\text{Zemlja}} = ? \text{ N} \\ G_{\text{Mjesec}} = ? \text{ N} \\ G_{\text{Mars}} = ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} G_{\text{Zemlja}}=m \cdot g=50 \cdot 10=500 \text{ N} \\ G_{\text{Mjesec}}=m \cdot g_{\text{Mjesec}}=50 \cdot 1,63=81,5 \text{ N} \\ G_{\text{Mars}}=m \cdot g_{\text{Mars}}=50 \cdot 3,21=160,5 \text{ N} \end{array}$$

Na Zemlji smo teži nego na Marsu ili Mjesecu i to:

$$G_{\text{Zemlja}} / G_{\text{Mjesec}}=500/81,5=6,13 \text{ puta smo lakši na Mjesecu}$$
$$G_{\text{Zemlja}} / G_{\text{Mars}}=500/160,5=3,11 \text{ puta smo lakši na Marsu}$$

Zadatak 8.

Koliki je koeficijent težine za Sunce ako na njemu tijelo mase 50 kg ima težinu od 14 kN ?

$$\begin{array}{l} m=50 \text{ kg} \\ G=14 \text{ kN}=14000 \text{ N} \\ \hline g_{\text{Sunca}} = ? \text{ N/kg} \end{array} \qquad \begin{array}{l} g=G/m=14000/50=280 \text{ N/kg} \\ \\ \text{vidimo da je 28 puta veći nego na Zemlji!} \end{array}$$

Zadatak 9.

Koliku težinu ima tijelo volumena 125 cm³ i gustoće 7,8 g/cm³ ?

$$\begin{array}{l} V=125 \text{ cm}^3=0,000125 \text{ m}^3 \\ \rho=7,8 \text{ g/cm}^3=7800 \text{ kg/m}^3 \\ \hline G = ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} m=\rho \cdot V=7800 \cdot 0,000125=0,975 \text{ kg} \\ G=m \cdot g=0,975 \cdot 10=9,75 \text{ N} \end{array}$$

Zadatak 10.

Koliku težinu ima 3 litre maslinova ulja? Gustoća maslinova ulja je 0,92 g/cm³ .

$$\begin{array}{l} V=3 \text{ l}=3 \text{ dm}^3=0,003 \text{ m}^3 \\ \rho=0,92 \text{ g/cm}^3=920 \text{ kg/m}^3 \\ \hline G = ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} m=\rho \cdot V=920 \cdot 0,003=2,76 \text{ kg} \\ G=m \cdot g=2,76 \cdot 10=27,6 \text{ N} \end{array}$$

Sile – vježba 3.

Zadatak 11.

Težina tijela na Mjesecu iznosi 0,8 kN, koeficijent težine g za Mjesec iznosi 1,63 N/kg. Koliku masu ima tijelo? Koliku težinu ima tijelo na Zemlji?

$$G_{\text{Mjesec}} = 0,8 \text{ kN} = 800 \text{ N}$$

$$g_{\text{Mjesec}} = 1,63 \text{ N/kg}$$

$$m = ? \text{ kg}$$

$$G_{\text{Zemlja}} = ? \text{ N}$$

$$m = G_{\text{Mjesec}} / g_{\text{Mjesec}} = 800 / 1,63 = 490 \text{ kg}$$

$$G_{\text{Zemlja}} = m * g_{\text{Zemlja}} = 490 * 10 = 4900 \text{ N} = 4,9 \text{ kN}$$

Zadatak 12.

Kad bi astronauti pronašli na površini Mjeseca ($g_{\text{Mjeseca}} = 1,63 \text{ N/kg}$) komad bakra koji bi tamo težio 123,45 N. Koliki bi volumen u cm^3 imao taj komad bakra? Gustoća bakra je 8890 kg/m^3 .

$$G_{\text{Mjesec}} = 123,45 \text{ N}$$

$$\rho = 8890 \text{ kg/m}^3$$

$$g_{\text{Mjeseca}} = 1,63 \text{ N/kg}$$

$$V = ? \text{ cm}^3$$

$$m = G_{\text{Mjeseca}} / g_{\text{Mjeseca}} = 123,45 / 1,63 = 75,7 \text{ kg}$$

$$V = m / \rho = 75,7 / 8890 = 0,00851 \text{ m}^3 = 8510 \text{ cm}^3$$

Zadatak 13.

Koliku silu stvaraju mišići ruke kad uzmemo posudu s pola litre vode ako je masa posude 20 dag?

$$V = 0,5 \text{ l} = 0,5 \text{ dm}^3 = 0,0005 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$m_{\text{posude}} = 20 \text{ dag} = 0,2 \text{ kg}$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$m_{\text{vode}} = \rho * V = 1000 * 0,0005 = 0,5 \text{ kg}$$

$$m = m_{\text{vode}} + m_{\text{posude}} = 0,5 + 0,2 = 0,7 \text{ kg}$$

$$F = m * g = 0,7 * 10 = 7 \text{ N}$$

Zadatak 14.

Na užetu visi sanduk mase 10 kg. Sanduk ima unutarnji obujam od 50 dm^3 i napunjen je pijeskom gustoće 1600 kg/m^3 . Kolika ukupna sila nateže užu?

$$m_{\text{sanduka}} = 10 \text{ kg}$$

$$V_{\text{pijeska}} = 50 \text{ dm}^3 = 0,05 \text{ m}^3$$

$$\rho_{\text{pijeska}} = 1600 \text{ kg/m}^3$$

$$F = ? \text{ N}$$

$$m = m_{\text{sanduka}} + m_{\text{pijeska}}$$

$$m = 10 + \rho_{\text{pijeska}} * V_{\text{pijeska}}$$

$$m = 10 + 1600 * 0,05 = 90 \text{ kg}$$

$$F = m * g = 90 * 10 = 900 \text{ N}$$

DZ

1. Astronaut je šetajući površinom Marsa pronašao komad zlata, uzeo je dinamometar i izmjerio težinu od 20 N. Gustoća zlata je 19300 kg/m^3 . Koliku masu i volumen ima pronađeni komad zlata? Koliku težinu će imati taj komad zlata kad se astronaut vrati na Zemlju?

$$Rj. \quad m = 6,23 \text{ kg}$$

$$V = 0,000322 \text{ m}^3 = 0,32 \text{ dm}^3$$

$$G_{\text{Zemlja}} = 62,3 \text{ N}$$

Za naprednei natjecanje (treba znati računati površinu i opseg kruga)

2. Na valjak s promjerom 10 cm namotano je 200 namotaja bakrene žice s promjerom 0,4 mm. Kolika je težina žice? Gustoća bakra je $8,9 \text{ g/cm}^3$.

$$Rj. \quad d = 10 \text{ cm}$$

$$n = 200 \text{ namotaja}$$

$$d_{\text{žice}} = 0,4 \text{ mm} = 0,04 \text{ cm}$$

$$\rho = 8,9 \text{ g/cm}^3$$

$$g = 10 \text{ N/kg}$$

$$G = ? \text{ N}$$

$$\text{opseg namotaja } O = 2 * r * 3,14 = d * 3,14 = 10 * 3,14 = 31,4 \text{ cm}$$

$$\text{duljina žice } l = n * O = 200 * 31,4 = 6280 \text{ cm}$$

$$\text{obujam žice } V = l * r^2 * 3,14 = 6280 * 0,04^2 * 3,14 = 31,55 \text{ cm}^3$$

$$\text{masa žice } m = \rho * V = 8,9 * 31,55 = 280 \text{ g}$$

$$m = 0,28 \text{ kg}$$

$$\text{težina žice } G = m * g = 0,28 * 10 = \underline{2,8 \text{ N}}$$

Sile – vježba 4.

Zadatak 15.

Dječak mase 47 kg kliže s klizaljka po ledu. Klizanju se suprotstavlja sila trenja od 12,5 N. Koliko u tom slučaju iznosi koeficijent trenja klizanja ?

$$\begin{array}{l} m=47 \text{ kg} \\ F_T=12,5 \text{ N} \\ \text{-----} \\ \mu= ? \end{array} \qquad \begin{array}{l} G=m \cdot g=47 \cdot 10=470 \text{ N} \\ F_T=\mu \cdot F_{\text{pritiska}}=\mu \cdot G \rightarrow \mu=F_T/G=12,5/470=0,026 \\ \mu=2,6\% \end{array}$$

Zadatak 16.

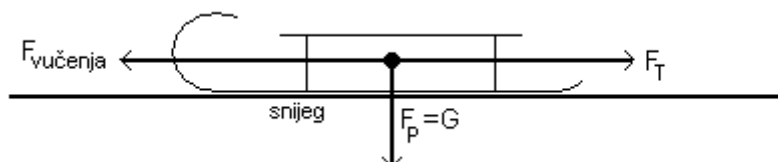
Kolkom silom lokomotiva vuče vagon težine $18 \cdot 10^4$ N ako je koeficijent trenja 0,7% ?

$$\begin{array}{l} G=18 \cdot 10^4 \text{ N}=180000 \text{ N} \\ \mu=0,7\%=0,007 \\ \text{-----} \\ F_T= ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} F_T=\mu \cdot F_P \\ F_P=G \\ F_T=\mu \cdot G=0,007 \cdot 180000=1260 \text{ N} \end{array}$$

Zadatak 17.

Kojom silom dječak vuče saonice po snijegu ako je koeficijent trenja 0,05, a težina saonice je 100N ? U kojem smjeru djeluje sila trenja? Skiciraj sile i saonice?

Skica:



$$\begin{array}{l} \mu=0,05 \\ G=100 \text{ N} \\ \text{-----} \\ F_T= ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} F_T=\mu \cdot G=0,05 \cdot 100=5 \text{ N} \\ \text{Dječak vuče saonice silom suprotnoj od sile trenja.} \end{array}$$

Zadatak 18.

Kojom silom konj vuče kola teška 9000 N po horizontalnoj cesti? Koeficijent trenja između gumenih kotača kola i asfaltirane ceste je 0,01.

$$\begin{array}{l} G=F_P=9000 \text{ N} \\ \mu=0,01 \\ \text{-----} \\ F_T= ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} F_T=\mu \cdot F_P=0,01 \cdot 9000=90 \text{ N} \\ F_{\text{vučenja}}=F_T=90 \text{ N} \\ \text{Sila vučenja je suprotnog smjera i jednakog iznosa kao sila trenja.} \end{array}$$

DZ

1. Vlak sastavljen od lokomotive teške 400 kN i 5 vagona, svaki od po 200 kN kreće se po tračnicama. Koeficijent trenja između tračnica i kotača je 0,005. Kolika sila vuče vlak?

Rj. Sila trenja je 7kN, znači sila vučenja je također 7 kN.

2. Na saonicama čija je težina 220 N po vodoravnom putu vučemo jednu osobu. Koeficijent trenja je 0,02, a sila trenja koju moramo savladavati je 20 N. Kolika je težina osobe koju vučemo?

$$\begin{array}{l} \text{Rj.} \\ G_{\text{saonica}}=220 \text{ N} \\ \mu=0,02 \\ F_T=20 \text{ N} \\ \text{-----} \\ G_{\text{osobe}}= ? \text{ N} \end{array} \qquad \begin{array}{l} F_P=G_{\text{saonica}}+G_{\text{osobe}} \\ F_P=F_T/\mu=20/0,02=1000 \text{ N} \\ G_{\text{osobe}}=F_P-G_{\text{saonica}}=1000-220=780 \text{ N} \\ m=G_{\text{osobe}}/g=780/10=78 \text{ kg} \end{array}$$

Sile – vježba 5.

Zadatak 19.

Kad klizač klizi po horizontalnoj površini leda javlja se trenje od 9,1 N. Koliki je koeficijent trenja (u postocima) između čeličnih klizaljki i leda ako je masa klizača 65 kg ?

$$F_T = 9,1 \text{ N}$$

$$m = 65 \text{ kg}$$

$$\mu = ? \%$$

$$G = m \cdot g = 65 \cdot 10 = 650 \text{ N}$$

$$\mu = F_T / G = 9,1 / 650 = 0,014 \dots \mu = 0,014 \cdot 100 = 1,4 \%$$

Zadatak 20.

Kolku masu kola vuče konj po horizontalnom željeznom mostu ako je vučna sila konja 500N, a koeficijent trenja između kotača kola i mosta je 0,05 ?

$$F = F_T = 500 \text{ N}$$

$$\mu = 0,05$$

$$G = ? \text{ N}$$

$$G = F_T / \mu = 500 / 0,05 = 10000 \text{ N}$$

$$m = G / g = 10000 / 10 = 1000 \text{ kg} = 1 \text{ t}$$

Zadatak 21.

Čovjek vuče mramornu kocku sa stranicom od 0,5 m ($\rho = 2,8 \text{ g/cm}^3$) na saonicama po pijesku. Masu saonica zanemarimo. Koeficijent trenja iznosi 0,3. Kojom najmanjom silom čovjek može vući teret?

$$l = 0,5 \text{ m} \quad m = 50 \text{ cm}$$

$$\rho = 2,8 \text{ g/cm}^3$$

$$\mu = 0,3$$

$$F_V = F_T = ? \text{ N}$$

$$V = l \cdot l \cdot l = 50 \cdot 50 \cdot 50 = 125000 \text{ cm}^3$$

$$m = \rho \cdot V = 2,8 \cdot 125000 = 350 \text{ kg}$$

$$F_P = m \cdot g = 350 \cdot 10 = 3500 \text{ N}$$

$$F_T = \mu \cdot F_P = 0,3 \cdot 3500 = 1050 \text{ N}$$

Zadatak 22.

Čovjek vuče kamenu kvadar ($\rho = 2,6 \text{ g/cm}^3$) čije su stranice duljine 20 cm, širine 30 cm, visine 25 cm na saonicama po betonu. Koeficijent trenja je 0,15. Kojom najmanjom silom čovjek vuče teret?

$$l = 20 \text{ cm}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 25 \text{ cm}$$

$$\rho = 2,6 \text{ g/cm}^3$$

$$\mu = 0,15$$

$$F_T = ? \text{ N}$$

$$V = l \cdot b \cdot h = 20 \cdot 30 \cdot 25 = 15000 \text{ cm}^3$$

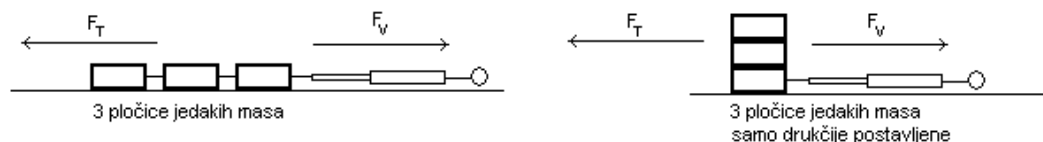
$$m = \rho \cdot V = 2,6 \cdot 15000 = 39000 \text{ g} = 39 \text{ kg}$$

$$F_P = m \cdot g = 39 \cdot 10 = 390 \text{ N}$$

$$F_V = F_T = \mu \cdot F_P = 0,15 \cdot 390 = 58,5 \text{ N}$$

Zadatak 23.

Jesu li sile u oba slučaja jednake? Obrazloži odgovor.



Da, sile koje pokazuje dinamometar su jednake. Trenje ovisi isključivo o težini i koeficijentu trenja, a ne o površini. Težina se u oba slučaja nije promjenila, a i podloga je ostala ista.

DZ

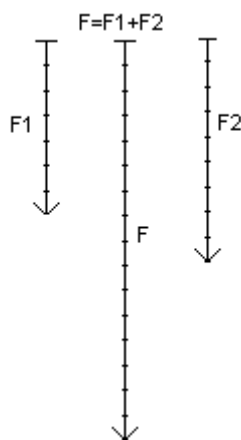
- Radnici moraju pomaknuti betonski blok duljine 1 m, širine 1 m i visine 0,5 m. (zbirka Babić)
 - Kolikom silom moraju djelovati radnici ako je koeficijent trenja između betonskog bloka i tla 40% ?
 - Koliko je radnika potrebno za pomicanje betonskog bloka ako je prosječna sila kojom može djelovati jedan radnik 2000 N ? (gustoća betona je 2500 kg/m^3)

$$\text{Rj.} \quad V = 0,5 \text{ m}^3 \quad m = 1250 \text{ kg} \quad G = 12500 \text{ N} \quad F_T = 5000 \text{ N}$$
$$5000 / 2000 = 2,5 \rightarrow \text{potrebna su 3 radnika}$$

Sile – vježba 6.

Zadatak 24.

Ako čovjek u jednoj ruci nosi težinu od 70 N, a u drugoj nosi težinu od 90 N, koju rezultirajuću silu moraju savladati njegovi mišići? Prikaži to grafički u mjerilu 10 N – 1 cm.



$$F=F_1+F_2=70+90=160 \text{ N}$$

Zadatak 25.

Na stolicu s četiri noge stavimo uteg mase 100 kg. Kolika sila djeluje na svaku nogu stolice?

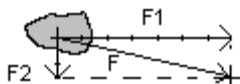
$$F=m \cdot g=100 \cdot 10=1000 \text{ N}$$

Sila F je rezultirajuća sila (ponekad se označuje i s velikim slovom R) i ona se dijeli na četiri dijela.

$$F_1=F_2=F_3=F_4=F/4=1000/4=250 \text{ N} \quad \dots \quad \text{Svaka noga stolice opterećena je s 250 N.}$$

Zadatak 26.

Dvije sile $F_1=70 \text{ N}$ i $F_2=15 \text{ N}$ djeluju na neko tijelo pod pravim kutom. Grafičkom metodom, crtanjem u mjerilu $10 \text{ N}=1 \text{ cm}$ odredi veličinu rezultirajuće sile i njezin smijer?



Nacrtamo sile F_1 i F_2 pod pravim kutom, potom nacrtamo pravokutnik u kojemu dijagonala predstavlja veličinu rezultirajuće sile F , a smjer se vidi iz orijentacije sile.

Slični zadaci se mogu riješavati i za nalaženje rezultujuće sile kada dvije sile djeluju pod kutom od 30° ili 60° stupnjeva. Ovdje je samo malo teže konstruirati kut.

Zadatak 27.

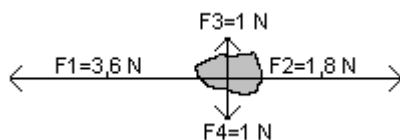
Pet sila djeluje na istom pravcu. Iznos sila je 600N, 250N, 750N, 100N, 300N. Može li njihova rezultujuća sila biti 1,2 kN, 100N, 0N ?

Može ako pretpostavimo da neke djeluju u suprotnim smjerovima:

$$\begin{aligned} 750+250+600-100-300 &= 1200 \text{ N} \\ 750+300-(600+250+100) &= 100 \text{ N} \\ 750+250 &= 600+100+300 \quad \dots \quad F=0 \text{ N} \end{aligned}$$

Zadatak 28.

Na tijelo sa slike djeluju četiri sile. Odredi rezultirajuću silu?



$$F_3 \text{ i } F_4 \text{ se poništavaju, } F=F_1-F_2=3,6-1,8=1,8 \text{ N}$$

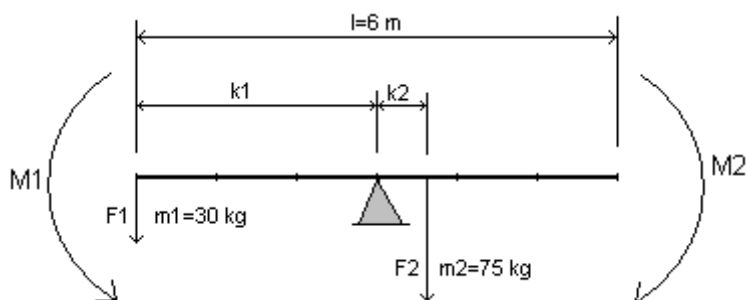
Sile – vježba 7.

Zadatak 29.

Dječak mase 30 kg sjedi na jednom kraju 3 metra dugačke daske koja je poduprta u sredini. Gdje mora sjesti njegov otac mase 75 kg kako bi daska – ljuljačka bila u ravnoteži?

$$\begin{aligned} m_1 &= 30 \text{ kg} & F_1 &= m_1 \cdot g = 30 \cdot 10 = 300 \text{ N} \\ m_2 &= 75 \text{ kg} & F_2 &= m_2 \cdot g = 75 \cdot 10 = 750 \text{ N} \\ l &= 3 \text{ m} \\ k_1 &= l/2 = 1,5 \text{ m} \\ \text{-----} \\ k_2 &= ? \text{ m} \end{aligned}$$

skica:



$\Sigma M = 0$ Uvjet ravnoteže: suma svih momenata jednaka je nuli
Momenti u smjeru kretanja kazaljke na satu su pozitivni, a suprotno od smjera kazaljke na satu su negativni.

$$\begin{aligned} -M_1 + M_2 &= 0 \\ -F_1 \cdot k_1 + F_2 \cdot k_2 &= 0 \\ F_2 \cdot k_2 &= F_1 \cdot k_1 \end{aligned}$$

$$k_2 = F_1 \cdot k_1 / F_2 = 300 \cdot 1,5 / 750 = 0,6 \text{ m} = 60 \text{ cm}$$

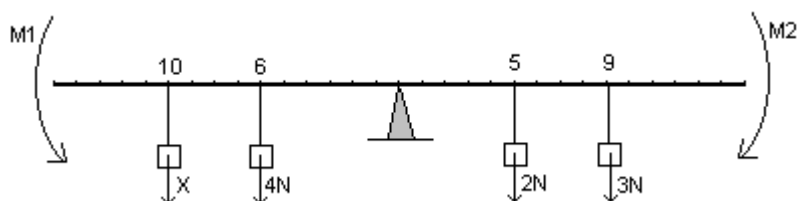
Zadatak 30.

Pomoću poluge duge 1,5 m želimo podići ormar mase 180 kg. Motku smo podbočili tako da je krak tereta 30 cm. S kolikom silom ćemo podizati ormar?

$$\begin{aligned} m &= 180 \text{ kg} & F_1 &= m \cdot g = 180 \cdot 10 = 1800 \text{ N} \\ k_1 &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\ l &= 1,5 \text{ m} & k_2 &= l - k_1 = 1,5 - 0,3 = 1,2 \text{ m} \\ \text{-----} \\ F_2 &= ? \text{ N} & M_1 &= M_2 \\ & & F_1 \cdot k_1 &= F_2 \cdot k_2 \\ & & F_2 &= F_1 \cdot k_1 / k_2 = 1800 \cdot 0,3 / 1,2 = 450 \text{ N} \end{aligned}$$

Zadatak 31.

Kolikü težinu ima uteg označen slovom X ako je poluga u ravnoteži (miruje) ?



$$\begin{aligned} M_1 &= M_2 \\ X \cdot 10 + 4 \cdot 6 &= 2 \cdot 5 + 3 \cdot 9 \\ X &= 1,3 \text{ N} \end{aligned}$$

Zadatak 32.

Koliki bi morao biti krak sile na dvokrakoj poluzi pomoću koje bismo silom od 250 N podigli automobil težak 10 kN, ako je krak tereta dug 3 m ?

$$F_2 = 250 \text{ N}$$

$$F_1 = G = 10 \text{ kN} = 10000 \text{ N}$$

$$k_1 = 3 \text{ m}$$

$$k_2 = ? \text{ m}$$

$$F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$$

$$k_2 = F_1 \cdot k_1 / F_2 = 10000 \cdot 3 / 250 = 120 \text{ m}$$

DZ

1. Dječak i djevojčica ljuļaju se na klackalici (dasci koja je poduprta u sredini). Dječak je težak 400 N i udaljen je od oslonca 1,2 m, a djevojčica 1,5 m. Koliku masu ima djevojčica?

Rj. $m_2 = 32 \text{ kg}$, je masa djevojčice

2. Kolika je potrebna sila da bi se pomoću poluge podignuo teret od 500 N, ako je poluga duga 2,5 m, a na krak tereta otpada petina njezine duljine?

Rj. $F_1 = 500 \text{ N}$

$$l = 2,5 \text{ m} \quad \dots \quad k_1 = l/5 = 2,5/5 = 0,5 \text{ m}$$

$$k_2 = l - k_1 = 2 \text{ m}$$

$$F_2 = ? \text{ N}$$

$$F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$$

$$F_2 = F_1 \cdot k_1 / k_2 = 500 \cdot 0,5 / 2 =$$

$$F_2 = 125 \text{ N}$$

Sile – vježba 8.

Zadatak 33.

Ako dvokrakom polugom podižemo teret od 5000N i ako je krak sile 10 puta veći od kraka tereta koliko ćemo silu morati upotrijebiti?

$$G=F_1=5000\text{N}$$

$$k_1=1$$

$$k_2=10$$

$$F_2 = ? \text{ N}$$

$$G_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$$

$$F_2 = G \cdot k_1 / k_2 = 5000 \cdot 1 / 10 = 500\text{N}$$

Ništa se ne bi promjenilo da smo uzeli i druge brojke za duljinu krakova (npr 0,5 i 5), bitan je odnos (1:10)

Zadatak 34.

Blagajna ima težinu 20 kN. Štap koji služi kao motka dugačak je 1,3 m. Motka je poduprta na mjestu koje je 5 cm udaljeno od kraja motke. Kojom silom moramo djelovati na drugom kraju motke da podignemo blagajnu?

$$F_1 = G = 20\text{kN}$$

$$k_1 = 5\text{cm} = 0,05\text{m}$$

$$k_2 = 1,3 - 0,05 = 1,25\text{m}$$

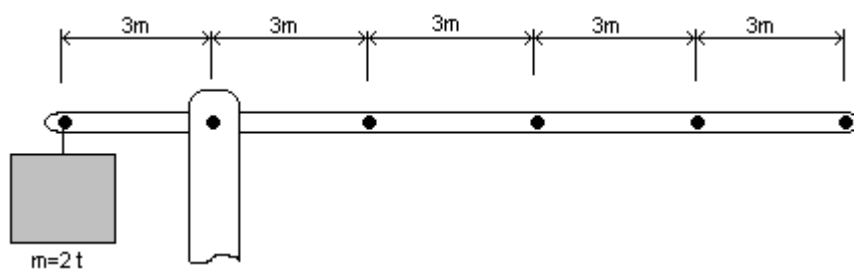
$$F_2 = ? \text{ N}$$

$$F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$$

$$F_2 = F_1 \cdot k_1 / k_2 = 20000 \cdot 0,05 / 1,25 = 800\text{N}$$

Zadatak 35.

Do koje krajnje udaljenosti od oslonca dizalice možemo objesiti tijelo mase 6,54 kN da ne dođe do prevrtanja dizalice?



$$m = 2\text{t} = 2000\text{kg}$$

$$F = 6,54 \text{ kN}$$

$$X = ? \text{ m}$$

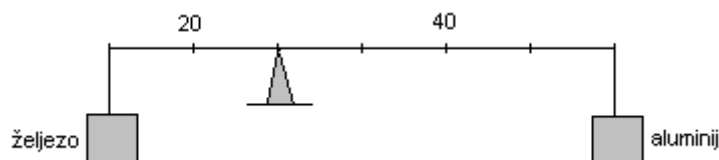
$$G = m \cdot g = 2000 \cdot 10 = 20000\text{N} = 2\text{kN}$$

$$G \cdot 3 = X \cdot 6,54$$

$$X = G \cdot 3 / 6,54 = 2 \cdot 3 / 6,54 = 9\text{m}$$

Zadatak 36.

Na krajevima dvokrake vage vise predmeti A i B. Krak predmeta A je 20 cm, krak predmeta B je 40 cm. Predmet A je željezni i ima obujam od 10 dm³ ($\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$), a predmet B je od aluminija i ima obujam također od 10 dm³ ($\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$). Koja strana će prtegnut? Dokaži.



A – željezo

$$V = 10 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$$

$$k_1 = 20\text{cm} = 0,2\text{m}$$

B – aluminij

$$V = 10 \text{ dm}^3$$

$$\rho = 2,7 \text{ g/cm}^3$$

$$k_2 = 40\text{cm} = 0,4\text{m}$$

$$m_1 = \rho \cdot V = 7,8 \cdot 10000 = 78000\text{g} = 78\text{kg}$$

$$m_2 = \rho \cdot V = 2,7 \cdot 10000 = 27000\text{g} = 27\text{kg}$$

$$F_1 = 780\text{N}$$

$$F_2 = 270\text{N}$$

$$M_1 = F_1 \cdot k_1 = 780 \cdot 0,2 = 156 \text{ Nm}$$

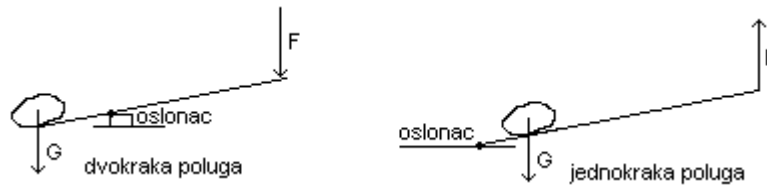
$$M_2 = F_2 \cdot k_2 = 270 \cdot 0,4 = 108 \text{ Nm}$$

Pretegnut će strana sa željezom, manji krak ima veći moment sile.

Sile – vježba 9.

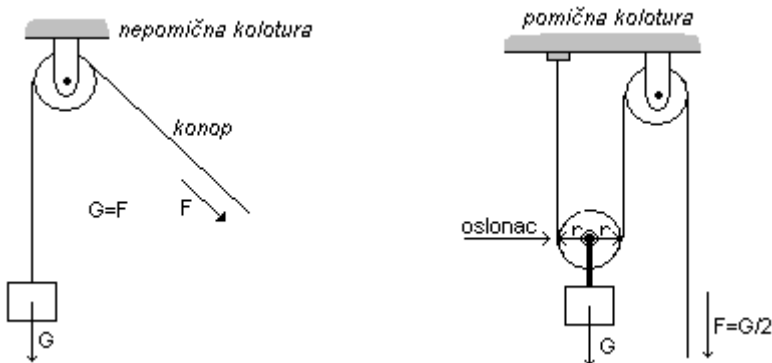
Postoje dva tipa poluga:

1. Dvokraka
2. Jednokraka



Postoje dva tipa kolotura:

1. Nepomična (mijenja se samo smjer djelovanja sile, lakše je vući nego dizati, dvokraka poluga)
2. Pomična (s manjom silom dižemo teret, kao kod jednokrake poluge)



Uočimo polugu koja djeluje na oslonac:

$$\mathbf{G \cdot r = F \cdot 2r}$$

$$\mathbf{F = G \cdot r / 2r = G / 2}$$

Teret dižemo s duplo manjom silom.

Zadatak 37.

Čovjek podiže teret mase 50 kg. Kolikom silom mora djelovati ako teret podiže pomoću nepomične koloture, a kolikom ako teret podiže pomoću pomične koloture?

$$m = 50 \text{ kg}$$

$$G = m \cdot g = 50 \cdot 10 = 500 \text{ N}$$

$$F_{\text{nepomične}} = ? \text{ N}$$

$$F_{\text{nepomične}} = G = 500 \text{ N} \quad \dots \text{ mijenja se samo smjer djelovanja sile}$$

$$F_{\text{pomične}} = ? \text{ N}$$

$$F_{\text{pomične}} = G / 2 = 500 / 2 = 250 \text{ N} \quad \dots \text{ duplo manjom silom.}$$

Pitanje!

Jesmo li bili potpuno točni kad smo izračunali silu kojom djelujemo na teret?

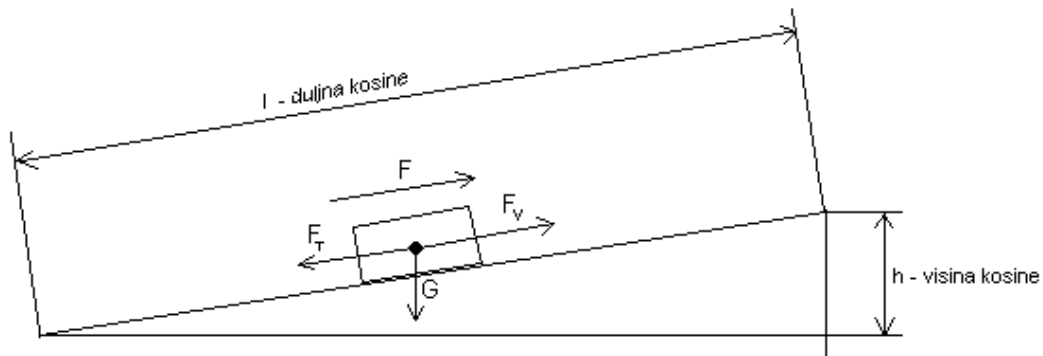
Ne.

Zašto?

Zato što smo zanemarili (kod pomične koloture) masu pomične koloture. Skupa s teretom podiže se i pomična kolotura.

Sile – vježba 10.

Iz istih razloga zbog kojih koristimo polugu i koloturu koristimo i kosinu. S malom silom, pomoću poluge, koloture ili kosine možemo savladati veću silu (npr. promijeniti položaj teretu veće težine).



Ako želimo tijelo vući uz kosinu, sila vučenja F_v , osim kosine mora savladati i silu trenja F_T . To je realna situacija. U idealnom slučaju se trenje zanemaruje.

Možemo napisati "zakon kosine":

$$G \cdot h = F \cdot l$$

U idealnom slučaju kada trenje zanemarujemo sila F kojom tijelo vučemo uz kosinu jvišestruko je manja od težine G . Znači s manjom silom F na kosini savladavamo veću silu G .

Ako se trenje ne zanemaruje moramo uvećati tu silu za silu trenja: $F_v = F + F_T$

Tako je u realnom slučaju "zakon kosine":

$$G \cdot h = F_v \cdot l$$

Ponovimo: $F_T = \mu \cdot G = \mu \cdot m \cdot g$ (više o kosini kad se bude obradio RAD!)

Zadatak 38.

Pomoću kosine visoke 5 m i duge 10 m podižemo teret težine 800 N.

- Kolikom silom vučemo teret ako zanemarimo trnje?
- kolikom silom vučemo teret ako je trenje 50 N ?

Rj. $h=5\text{m}$
 $l=10\text{m}$
 $G=800\text{N}$

- $F = ? \text{ N}$
- $F_v = ? \text{ N}$ ako je $F_T = 50\text{N}$

a) $G \cdot h = F \cdot l$
 $F = G \cdot h / l = 800 \cdot 5 / 10 = 400\text{N}$ to je idealna sila s kojom savladavamo kosinu

b) $F_v = F + F_T = 400 + 50 = 450\text{N}$ to je realna sila koja uzima u obzir trenje na kosini

DZ

- Čovjek gura kolica sa sandukom mase 50 kg po kosini duljine 15 m na visinu od 3 m. Silu trenja i težinu kolica zanemarimo. S kolikom idealnom silom čovjek gura sanduk po kosinu?

Rj. $m=50 \text{ kg}$ $F \cdot l = G \cdot h$
 $l=15 \text{ m}$
 $h=3\text{m}$ $F = G \cdot h / l = 500 \cdot 3 / 15 = 100\text{N}$

 $F = ? \text{ N}$ Koristimo 5 puta manju silu.

Sile – vježba 11.

Zadatak 39.

Na stolici težine 50 N sjedi čovjek težine 750 N. Koliki je tlak na pod ako stolica ima četiri noge kojima je presjek kvadrat sa stranicom od 2 cm ?

$$\begin{aligned} G_1 &= 50\text{N} & G &= G_1 + G_2 = 50 + 750 = 800\text{N} \\ G_2 &= 750\text{N} & S &= 4 * l^2 = 4 * 2^2 = 16\text{cm}^2 = 0,0016\text{m}^2 \\ l &= 2\text{cm} & p &= G/S = 800/0,0016 = 500000\text{Pa} = 500\text{kPa} = 0,5\text{MPa} \end{aligned}$$

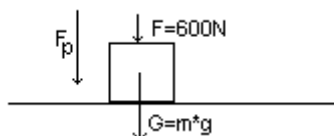
 $p = ? \text{ Pa}$

Zadatak 40.

Na olovno tijelo ($\rho = 11400 \text{ kg/m}^3$) volumena 3 m^3 djeluje sila od 600 N vertikalno prema dolje. Kolika je ukupna površina na koju se prenosi djelovanje sile ako je tlak 800 kPa ?

$$\begin{aligned} \rho &= 11400 \text{ kg/m}^3 & m &= \rho * V = 11400 * 3 = 34200 \text{ kg} \\ V &= 3 \text{ m}^3 & G &= m * g = 34200 * 10 = 342000\text{N} = 342\text{kN} \\ F &= 600 \text{ N} & F_p &= F + G = 600 + 342000 = 342600\text{N} \\ p &= 800 \text{ kPa} & S &= ? \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Skica:



$$S = F_p / p = 342600 / 800000 = 0,42 \text{ m}^2$$

Zadatak 41.

Plesna dvorana može primiti 50 parova plesača. Kolika je rezultatna sila na pod dvorane ako je prosječna površina jednog stopala plesača 150 cm^2 i tlak koji stvara 20000 Pa ?

$$\begin{aligned} S_1 &= 150\text{cm}^2 = 0,015\text{m}^2 & F_R &= S * p = S_1 * n * p = 0,015 * 200 * 20 = 60\text{kN} = 60000\text{N} \\ n &= 200 \text{ (50x2x2) broj nogu} \\ p &= 20000\text{Pa} = 20\text{kPa} \end{aligned}$$

 $F_R = ? \text{ N}$

Zadatak 42.

Neko tijelo s površinom dna od 60 cm^2 vrši tlak na tlo od 200 kPa. Koliki je koeficijent trenja između tijela i podloge ako ga možemo pomaknuti pomoću sile od 300 N ?

$$\begin{aligned} S &= 60 \text{ cm}^2 & F_p &= p * S = 200000 * 0,006 = 1200\text{N} \\ p &= 200 \text{ kPa} = 200000\text{Pa} & \text{to je ujedno i težina tijela G} \\ F_T &= 300 \text{ N} & \mu &= F_T / F_p = 300 / 1200 = 0,25 \end{aligned}$$

DZ

1. Poljodjelac mase 100kg ima cipele s površinom dna od 100 cm^2 . Njegov traktor ima masu 4000kg i površinu gusjenica od 1m^2 koja dodiruje tlo. Tko će više propasti u tlo poljodjelac ili traktor?

RJ. poljodjelac, $p_1 = 50\text{kN}$ traktor, $p_2 = 40\text{kN}$ više će propasti poljodjelac

2. Pretvori: 1025 hPa ? bar (Rj. 1,025)
 $1,03 * 10^5 \text{ Pa}$? mbar (Rj. 1030)
 1013 mbar ? kPa (Rj. 101,3 kPa)
 20 kPa ? bar (Rj. 0,2 bar)

3. U zatvorenoj posudi nalazi se plin pod tlakom od 10 kPa. Kolika sila djeluje na poklopac posude čija je površina $0,25 \text{ m}^2$?

Rj. $F = 2500 \text{ N}$

Sile – vježba 12.

Aerostatski tlak

$p = \rho * g * h$ [Pa] s visinom h tlak zraka opada jer je gustoća ρ sve manja.
Tlak zraka djeluje jednako na sve strane tijela.
Najveći tlak zraka je na površini mora.
 $\rho_{zraka} = 1,3 \text{ kg/m}^3$

Hidrostatski tlak

$p = \rho * g * h$ [Pa] s dubinom h tlak vode raste.
 $\rho_{vode} = 1000 \text{ kg/m}^3$

Zadatak 43.

Voda u bazenu dugom 40 m i širokom 30 m djeluje na dno tlakom od 15 kPa. koliko vode ima u bazenu i kolika joj je dubina?

$l = 40 \text{ m}$	Površina dna	$S = l * b = 40 * 30 = 1200 \text{ m}^2$
$b = 30 \text{ m}$	Tlak na dno	$p = F/S$
$p = 15 \text{ kPa}$	Sila koja djeluje na dno jednaka je težini vode	$G = p * S = 15 * 1200 = 18000 \text{ kN}$

$V = ?$	masa vode	$m = G/g = 18000000/10 = 1800000 \text{ kg}$
$h = ?$	obujam vode	$V = m/\rho = 1800000/1000 = 1800 \text{ m}^3$
	visina vode	$h = V/S = 1800/1200 = 1,5 \text{ m}$
	-----	-----

Može se sve izračunati i jednostavnije koristeći gore navedene formule:

$m = \rho * V$
 $V = S * h$

 $m = \rho * S * h$
 $G = m * g$

 $G = \rho * S * h * g$ $h = G/\rho * S * g = 18000000/1000 * 1200 * 10 = 1,5 \text{ m}$

Zadatak 44.

U kvadratnu posudu čije su stranice duljine 20 cm ulijemo vodu do visine 10 cm. Koliki je tlak posude s vodom na stol ako je težina posude 0,5 N ?

$l = 20 \text{ cm} = 0,2 \text{ m}$	$V = S * h = l^2 * h = 0,2^2 * 0,1 = 0,004 \text{ m}^3$
$h_{vode} = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}$	$m = \rho * V = 1000 * 0,004 = 4 \text{ kg}$
$G_{posude} = 0,5 \text{ N}$	$G_{vode} = m * g = 4 * 10 = 40 \text{ N}$

$p = ? \text{ Pa}$	$F_{pritiska} = G_{posude} + G_{vode} = 0,5 + 40 = 40,5 \text{ N}$
	$p = F_{pritiska}/S = 40,5/0,04 = 1012,5 \text{ Pa}$

Na drugi način koristeći formulu $p = \rho * g * h = 1000 * 10 * 0,1 = 1000 \text{ Pa}$
dobili samo tlak koji stvara voda.
Uzmemo još samo tlak prazne posude $p = G/S = G/l^2 = 0,5/0,2^2 = 0,5/0,04 = 12,5 \text{ Pa}$
Ukupni tlak vode i posude je $p = 1000 + 12,5 = 1012,5 \text{ Pa}$

DZ

1. U posudu ulijemo jednake težine vode ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$) i žive ($\rho = 13600 \text{ kg/m}^3$). Ukupna visina obaju slojeva tekućina iznosi 29,2 cm. Koliko iznosi ukupni tlak tekućina na dno posude?

Rj. $p_1 = p_2$ $p = p_1 + p_2 = 2 * p_1$

$p_1 = p_2$
 $\rho_1 * g * h_1 = \rho_2 * g * h_2$ $h = h_1 + h_2$ $h_1 = 29,2 - h_2$
 $h_2 = 2 \text{ cm} = 0,02 \text{ m}$

$p_2 = \rho_2 * g * h_2 = 2720 \text{ Pa}$ je tlak žive ukupni tlak $p = 2 * p_1 = \underline{5440 \text{ Pa}}$

Sile 13. - priprema za test znanja

Zadatak 45.

Ako na oprugu duljine 88 mm djelujemo silom od 120 N njena duljina će biti 120 mm. Kolika će biti duljina opruge ako je istegnemo silom od 90 N ?

$l=88\text{mm}$
 $l_1=120\text{mm}$
 $F_1=120\text{N}$

 $l_2= ?$ za $F_2=88\text{N}$

produljenje $\Delta l=l_1-l=120-88=32\text{ mm}$ za silu od $F_1=120\text{N}$

$32/120=0,266\text{ mm}$ – toliko 1N produlji oprugu

produljenje za 90N je: $l_2=90*0,266=24\text{mm}$

na drugi način:

32mm → 120N

X mm → 90N

 $120*X=32*90$

$X=90*32/120=24\text{ mm}$

Zadatak 46.

Na sanjke mase 12 kg smješten je teret mase 38 kg. Kolikom silom u horizontalnom smjeru moramo upotrijebiti kako bismo saonice vukli po glatkoj horizontalnoj površini leda ako je koeficijent trenja željeza po ledu 0,02 ?

$m_1=12\text{ kg}$
 $m_2=38\text{ kg}$
 $\mu=0,02$

 $F_T= ? \text{ N}$

$G_1=m_1*g=12*10=120\text{N}$

$G_2=m_2*g=38*10=380\text{N}$

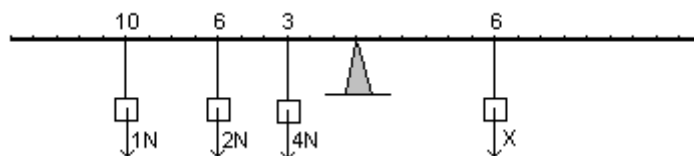
$F_P=G_1+G_2=120+380=500\text{N}$

$F_T=\mu*F_P=0,02*500=10\text{N}$

$F_{\text{vučenja}}=F_T=10\text{N}$ u suprotnom smjeru od sile trenja

Zadatak 47.

Kolikom masu u gramima ima uteg označen slovom X ako je poluga u ravnoteži ?



$$M_1+M_2+M_3=M_x$$

$$F_1*10+G_2*6+F_3*4=F_x*6$$

$$F_x=(10+12+12)/6=5,66\text{ N}$$

$$m=F_x/g=5,66/10=0,566\text{kg}=566\text{g}$$

Zadatak 48.

Koliki tlak na podlogu vrši olovni valjak ($\rho=11,3\text{ g/cm}^3$) koji leži na stranici (bazi) površine $0,02\text{ m}^2$? Visina valjka je 15 cm.

$S=0,02\text{ m}^2$
 $\rho=11,3\text{ g/cm}^3=11300\text{ kg/m}^3$
 $h=15\text{ cm}=0,15\text{ m}$

 $p= ? \text{ Pa}$

$$V=S*h=0,02*0,15=0,003\text{ m}^3$$

$$m=\rho*V=11300*0,003=33,9\text{ kg}$$

$$F=m*g=33,9*10=339\text{ N}$$

 $p=F/S=339/0,02=17000\text{ Pa}=17\text{ kPa}$

možemo izračunati i na drugi način:

$$p=F/S=m*g/S=\rho*V*g/S=\rho*S*h*g/g=\rho*g*h=11300*10*0,15=17000\text{ Pa}$$

Sile 14. - priprema za test znanja

Zadatak 49.

Egipćani su prenosili kamene blokove koje su pomoću saonica vukli po pijesku. Kojom najmanjom silom je trebalo vući kameni blok mase 2,4 tone ako je koeficijent trenja 0,25 ?

$$m=2,4 \text{ t}=2400 \text{ kg}$$
$$\mu=0,25$$

 $F_T = ? \text{ N}$

$$F_p = G = m \cdot g = 2400 \cdot 10 = 24000 \text{ N}$$

$$F_v = F_T = \mu \cdot G = 0,25 \cdot 24000 = 6000 \text{ N} = 6 \text{ kN}$$

Zadatak 50.

Težina tijela na Mjesecu iznosi 40 N ($g_{\text{Mjeseca}} = 1,63 \text{ N/kg}$). Koliku masu ima tijelo? Kolika je težina tijela na Zemlji?

Mjesec

$$G = 40 \text{ N}$$

$$g = 1,63 \text{ N/kg}$$

 $m = ? \text{ kg}$

$$m = G/g = 40/1,63 = 24,54 \text{ kg}$$

$$\text{težina na Zemlji: } G_{\text{Zemlja}} = m \cdot g = 24,54 \cdot 10 = 245,4 \text{ N}$$

Zadatak 51.

Pomoću poluge duge 300 cm želimo podići masu kamena od 200 kg. Poluga je podbočena tako da joj je krak tereta 300 mm. kolikom silom ćemo podići kamen ?

$$l = 300 \text{ mm} = 3 \text{ m}$$

$$m_1 = 200 \text{ kg}$$

$$k_1 = 300 \text{ mm} = 0,3 \text{ m}$$

 $F_2 = ? \text{ N}$

$$F_1 = m \cdot g = 200 \cdot 10 = 2000 \text{ N}$$

$$k_2 = l - k_1 = 3 - 0,3 = 2,7 \text{ m}$$

$$F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2 \dots\dots\dots F_2 = F_1 \cdot k_1 / k_2 = 2000 \cdot 0,3 / 2,7 = 222 \text{ N}$$

Zadatak 52.

Koliki tlak na podlogu vrši željezna kocka ($\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$) čije su stranice duge 50 cm ?

$$l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$\rho = 7800 \text{ kg/m}^3$$

 $p = ? \text{ Pa}$

$$V = l^3 = l \cdot l \cdot l = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,125 \text{ m}^3$$

$$m = \rho \cdot V = 7800 \cdot 0,125 = 975 \text{ kg}$$

$$S = l^2 = l \cdot l = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$$

$$p = F/S = m \cdot g / S = 975 \cdot 10 / 0,25 = 39000 \text{ Pa} = 39 \text{ kPa}$$

Napomena!

Kontrolni rad ima 5 zadataka:

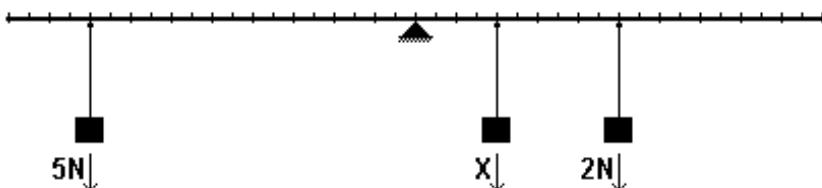
- opruga
- težina
- trenje
- poluga
- tlak

Svaki zadatak ako je potpuno točan nosi 1 bod (zadatak se mora postaviti i riješiti koristeći formule tako da se vidi postupak), 5 bodova za 5, iznimka je za 2, tu se mogu dodijeliti polovični bodovi.

Sile 15. - test znanja

grupa A

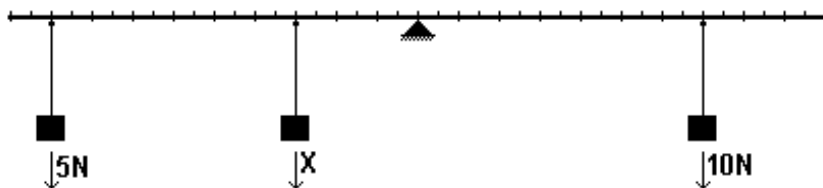
1. Kad na oprugu objesimo uteg mase 200 g, ona se istegne za 30 mm. Koliku dodatnu masu moramo objesiti na oprugu ako želimo da se produlji još za 1,5 cm?
2. Masa nekog tijela na Mjesecu iznosi 40 dag, a koeficijent težine g za Mjesec iznosi 1,63 N/kg. Koliku težinu ima tijelo na Mjesecu, a koliku na Zemlji ?
3. Psi vuku saonice po snijegu. Kojom najmanjom silom trebaju vući saonice mase 0,4 tone ako koeficijent trenja iznosi 6 % ?
4. Koliku masu ima uteg označen slovom X, ako poluga miruje?



5. Koliki tlak na podlogu vrši željezna kocka ($\rho = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), ako ima stranice duljine 30cm?

grupa B

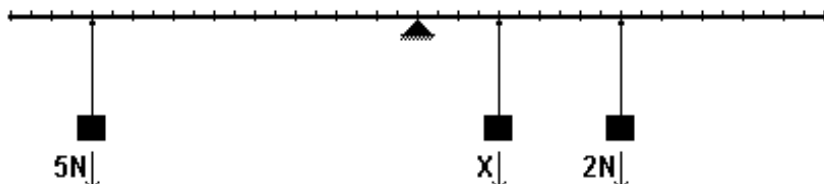
1. Opruga na vratima produlji se za 0,15 m kad je istežemo silom od 5 N. Koliko se produlji kad je istežemo silom čiji je iznos manji za 1,5 N ?
2. Težina nekog tijela na Marsu iznosi 20 N. Koeficijent težine g za Mars iznosi 3,21 N/kg. Koliku masu u deagramima ima tijelo? Kolika mu je težina na Zemlji ?
3. Konj vuče kola mase 400 kg na kojima sjedi kočijaš mase 6000 dag. Kolikom silom konj vuče kola ako koeficijent trenja između kotača kola i asfalta iznosi 7,5 % ?
4. Koliku masu ima uteg označen slovom X, ako poluga miruje?



5. Koliki tlak na podlogu vrši olovni kvadar ($\rho = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) koji leži na bazi površine 0,02m² ?
Visina kvadra je 10 cm.

grupa C

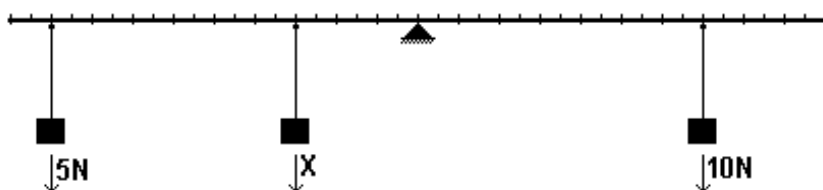
1. Opruga se produlji za 4,5 cm ako je opteretimo masom od 700 g. Ako toj masi dodamo još 20 dag koliko će biti ukupno produljenje opruge ?
2. Masa nekog tijela iznosi 4000 dag. Koliku težinu tijelo ima na Marsu? Koliku težinu ima na Zemlji? Za koji iznos je veća težina na Zemlji? (koeficijent težine g za Mars iznosi 3,21 N/kg)
3. Radnici guraju rudarska kolica čija je masa 30 kg, u kolicima se nalazi ruda mase 300 kg. Kojom silom radnici guraju kolica s rudom ako je koeficijent trenja između kotača kolica i tračnica 2,5 % ?
4. Koliku masu ima uteg označen slovom X, ako poluga miruje?



5. Koliki tlak na podlogu vrši olovna kocka ($\rho = 11,3 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), ako ima stranice duljine 5dm?

grupa D

1. Rukom istežemo oprugu silom od 7,5 N i pritom se ona produlji za 12 mm. S kolikom ukupnom silom moramo istežati oprugu ako želimo da se produlji za još 0,8 mm ?
2. Masa nekog tijela iznosi 45 kg. Koliku težinu ima na Marsu i na Mjesecu? Koliko puta tijelo ima veću težinu na Marsu u odnosu na težinu na Mjesecu? (koeficijent težine g za Mars iznosi 3,21 N/kg , a za Mjesec 1,63 N/kg)
3. Čistač gura kolica s kantom mase 7 kg napunjenu s otpadom mase 30 kg. Koeficijent trenja između kotača kolica i asfalta iznosi 2,5% . Kojom silom čistač gura kolica s kantom po ravnoj cesti?
4. Koliku masu ima uteg označen slovom X, ako poluga miruje?



5. Koliki tlak na podlogu vrši željezni kvadar ($\rho = 7,8 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$) koji leži na bazi površine 200dm² ? Visina kvadra je 15cm.

Sile 16. – ispravak testa znanja

grupa A

1. $m_1=200\text{ g}$
 $\Delta l_1=30\text{ mm}$
 $\Delta l_2=\Delta l_1+1,5=4,5\text{ cm}=45\text{ mm}$

 $m_2=?\text{ g}$
 $\Delta m=m_2-m_1=300-200=100\text{ g}$, trebamo dodati masu od 100 g.
2. $m=40\text{ dag}=0,4\text{ kg}$
 $g=1,63\text{ N/kg}$ za Mjesec
 $g=10\text{ N/kg}$ za Zemlju

 $G=?$ na mjesecu i na Zemlji
3. $m=0,4\text{ t}=400\text{ kg}$
 $\mu=6\%=0,06$

 $F_V=F_T=?\text{ N}$
4. $M_1=M_2$
 $5*16=4*X+2*10$
 $4*X=80-20$
 $X=60/4=15\text{ N}$
5. $l=30\text{ cm}=0,3\text{ m}$
 $\rho=7,8\text{ g/cm}^3=7800\text{ kg/m}^3$

 $\rho=?\text{ Pa}$
- $m_1=200\text{g} \rightarrow \Delta l_1=30\text{ mm}$
 $m_2=X\text{ g} \rightarrow \Delta l_2=45\text{ mm}$

 $m_1*\Delta l_2=m_2*\Delta l_1$
 $m_2=m_1*\Delta l_2/\Delta l_1$
 $m_2=200*45/30$
 $m_2=300\text{ g}$
- $G_{\text{mjesec}}=m*g=0,4*1,63=0,652\text{ N}$
 $G_{\text{zemlja}}=m*g=0,4*10=4\text{ N}$
- $G=m*g=400*10=4000\text{ N}$
 $F_T=\mu*G=0,06*4000=240\text{ N}$
- $m=G_x/g=15/10=1,5\text{ kg}$
- $S=l*l=0,3*0,3=0,09\text{ m}^2$
 $V=l*l*l=0,3*0,3*0,3=0,027\text{ m}^3$
 $m=\rho*V=7800*0,027=210,6\text{ kg}$
 $G=m*g=210,6*10=2106\text{ N}$
 $p=G/S=2106/0,09=23400\text{ Pa}=23,4\text{ kPa}$

grupa B

1. $\Delta l_1=0,15\text{ m}$
 $F_1=5\text{ N}$
 $F_2=F_1-1,5=5-1,5=3,5\text{ N}$

 $\Delta l_2=?\text{ m}$
2. $G=20\text{ N}$ na Marsu
 $g=3,21\text{ N/kg}$ za Mars

 $m=?\text{ dag}$
 $G_z=?\text{ N}$ na Zemlji
3. $m_1=400\text{ kg}$
 $m_2=6000\text{ dag}=60\text{ kg}$
 $\mu=6\%=0,06$

 $F_V=F_T=?\text{ N}$
4. $M_1+M_x=M_2$
 $5*18+6*F_x=10*14$
 $F_x=(10*14+5*18)/6=(140+90)/6=230/6=38,33\text{ N}$
5. $S=0,02\text{ m}^2$
 $h=10\text{ cm}=0,1\text{ m}$
 $\rho=11,3\text{ g/cm}^3=11300\text{ kg/m}^3$

 $p=?\text{ Pa}$
- $F_1=5\text{N} \rightarrow \Delta l_1=0,15\text{ m}$
 $F_2=3,5\text{N} \rightarrow \Delta l_2=?\text{ m}$

 $F_1*\Delta l_2=F_2*\Delta l_1$
 $\Delta l_2=F_2*\Delta l_1/F_1$
 $\Delta l_2=3,5*0,15/5=0,105\text{ m}$
- $m=G/g=20/3,21=6,23\text{ kg}=624\text{ dag}$
 $G_z=m*g=6,23*10=62,3\text{ N}$
- $m=m_1+m_2=400+60=460\text{ kg}$
 $G=m*g=460*10=4600\text{ N}$
 $F_T=\mu*G=0,06*4600=276\text{ N}$
- Konj vuče silom koja je suprotna od sile trenja, a po veličini je jednaka sili trenja.
- $m=F_x/g=38,33/10=3,833\text{ kg}$
- $m=\rho*V=\rho*S*h=11300*0,02*0,1=22,6\text{ kg}$
 $G=m*g=22,6*10=226\text{ N}$
 $p=F/S=G/S=226/0,02=11300\text{ Pa}=11,3\text{ kPa}$

grupa C

1. $\Delta l_1 = 4,5 \text{ cm}$
 $m_1 = 700 \text{ g}$
 $m_2 = m_1 + 20 \text{ dag} = 70 + 20 = 90 \text{ dag}$

 $\Delta l_2 = ? \text{ cm}$

$\Delta l_1 = 4,5 \text{ cm} \rightarrow m_1 = 70 \text{ dag}$
 $\Delta l_2 = x \text{ cm} \rightarrow m_2 = 90 \text{ dag}$

 $70 \cdot x = 90 \cdot 4,5$
 $x = 90 \cdot 4,5 / 70 = 5,78 \text{ cm}$

2. $m = 4000 \text{ dag} = 40 \text{ kg}$
 $g_{\text{Mars}} = 3,21 \text{ N/kg}$

 $G_{\text{Mars}} = ? \text{ N}$
 $G_{\text{Zemlja}} = ? \text{ N}$
 $\Delta G = ? \text{ N}$

$G_{\text{Mars}} = m \cdot g_{\text{Mars}} = 40 \cdot 3,21 = 128,4 \text{ N}$
 $G_{\text{Zemlja}} = m \cdot g = 40 \cdot 10 = 400 \text{ N}$
 $\Delta G = G_{\text{Zemlja}} - G_{\text{Mars}} = 400 - 128,4 = 271,6 \text{ N}$

3. $m_1 = 30 \text{ kg}$
 $m_2 = 300 \text{ kg}$
 $\mu = 2,5\% = 0,025$

 $F = ? \text{ N}$

$G_1 = m_1 \cdot g = 30 \cdot 10 = 300 \text{ N}$
 $G_2 = m_2 \cdot g = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ N}$
 $G = G_1 + G_2 = 300 + 3000 = 3300 \text{ N}$
 $F = F_T = \mu \cdot G = 0,025 \cdot 3300 = 82,5 \text{ N}$

Sila guranja F jednaka je sili trenja F_T samo je suprotnog smijera.

4. $M_1 = M_2$
 $5 \cdot 16 = 4 \cdot X + 2 \cdot 10$
 $4 \cdot X = 80 - 20$
 $X = 60 / 4 = 15 \text{ N}$

$m = G_x / g = 15 / 10 = 1,5 \text{ kg}$

5. $l = 5 \text{ dm} = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$
 $\rho = 11,3 \text{ g/cm}^3$

 $p = ? \text{ Pa}$

$V = l \cdot l \cdot l = 50 \cdot 50 \cdot 50 = 125000 \text{ cm}^3$
 $m = \rho \cdot V = 11,3 \cdot 125000 = 1412500 \text{ g} = 1412,5 \text{ kg}$
 $G = m \cdot g = 1412,5 \cdot 10 = 14125 \text{ N}$
 $S = l \cdot l = 0,5 \cdot 0,5 = 0,25 \text{ m}^2$
 $p = G / S = 14125 / 0,25 = 56500 \text{ Pa}$

grupa D

1. $F_1 = 7,5 \text{ N}$
 $\Delta l_1 = 12 \text{ mm}$
 $\Delta l_2 = \Delta l_1 + 0,8 \text{ mm} = 12 + 8 = 20 \text{ mm}$

 $F_2 = ? \text{ N}$

$F_1 = 7,5 \text{ N} \rightarrow \Delta l_1 = 12 \text{ mm}$
 $F_2 = x \text{ N} \rightarrow \Delta l_2 = 20 \text{ mm}$

 $12 \cdot x = 20 \cdot 7,5$
 $x = 20 \cdot 7,5 / 12 = 12,5 \text{ N}$

2. $m = 45 \text{ kg}$
 $g_{\text{Mars}} = 3,21 \text{ N/kg}$
 $g_{\text{Mjesec}} = 1,63 \text{ N/kg}$

 $G_{\text{Mars}} = ? \text{ N}$
 $G_{\text{Mjesec}} = ? \text{ N}$

$G_{\text{Mars}} = m \cdot g = 45 \cdot 3,21 = 144,45 \text{ N}$
 $G_{\text{Mjesec}} = m \cdot g = 45 \cdot 1,63 = 73,35 \text{ N}$
 $G_{\text{Mars}} / G_{\text{Mjesec}} = 144,45 / 73,35 = 1,97 \text{ puta}$

Približno 2 puta je veća težina na Marsu u odnosu na Mjesec

3. $m_1 = 7 \text{ kg}$
 $m_2 = 30 \text{ kg}$
 $\mu = 2,5\% = 0,025$

 $F = F_T = ? \text{ N}$

$m = m_1 + m_2 = 7 + 30 = 37 \text{ kg}$
 $G = m \cdot g = 37 \cdot 10 = 370 \text{ N}$
 $F_T = \mu \cdot G = 0,025 \cdot 370 = 9,25 \text{ N}$

Sila guranja je suprotna i po veličini jednaka sili trenja.

4. $M_1 + M_x = M_2$
 $5 \cdot 18 + 6 \cdot F_x = 10 \cdot 14$
 $F_x = (10 \cdot 14 + 5 \cdot 18) / 6 = (140 + 90) / 6 = 230 / 6 = 38,33 \text{ N}$

$m = F_x / g = 38,33 / 10 = 3,833 \text{ kg}$

5. $S = 200 \text{ dm}^2 = 20000 \text{ cm}^2 = 2 \text{ m}^2$
 $h = 15 \text{ cm}$
 $\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$

 $P = ? \text{ Pa}$

$V = S \cdot h = 20000 \cdot 15 = 300000 \text{ cm}^3$
 $m = \rho \cdot V = 7,8 \cdot 300000 = 2340000 \text{ g}$
 $m = 2340 \text{ kg}$
 $G = m \cdot g = 2340 \cdot 10 = 23400 \text{ N}$
 $p = G / S = 23400 / 2 = 11700 \text{ Pa} = 11,7 \text{ kPa}$

3. ENERGIJA

Energija – vježba 1.

Zadatak 1.

Na kojoj visini od površine tla se nalazi tijelo težine 1 N ako ima potencijalnu energiju 1000 J ?

$$\begin{aligned} G &= 1 \text{ N} \\ E_p &= 1000 \text{ J} \\ \text{-----} \\ h &= ? \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= G/g = 1/10 = 0,1 \text{ kg} \\ E_p &= m \cdot g \cdot h \dots\dots\dots h = E_p/m \cdot g = 1000/0,1 \cdot 10 = 1000 \text{ m} \end{aligned}$$

Zadatak 2.

Koliku potencijalnu energiju ima tijelo mase 6 kg koje se od površine tla podigne 10 m visoko ?

$$\begin{aligned} m &= 6 \text{ kg} \\ h &= 10 \text{ m} \\ \text{-----} \\ E_p &= ? \text{ J} \end{aligned}$$

$$E_p = G \cdot h = m \cdot g \cdot h = 6 \cdot 10 \cdot 10 = 600 \text{ J} = 0,6 \text{ kJ}$$

Zadatak 3.

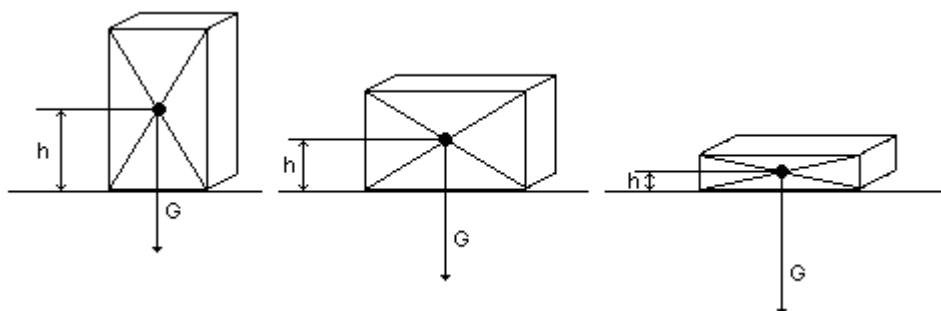
Dječak mase 50 kg popeo se pomoću 30 stuba na brdo. Svaka stuba je visoka 30 cm. Koliku potencijalnu energiju ima dječak na vrhu brda?

$$\begin{aligned} m &= 50 \text{ kg} \\ n &= 30 \\ h_1 &= 30 \text{ cm} = 0,3 \text{ m} \\ \text{-----} \\ E_p &= ? \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= n \cdot h_1 = 30 \cdot 0,3 = 9 \text{ m} \\ E_p &= m \cdot g \cdot h = 50 \cdot 10 \cdot 9 = 4500 \text{ J} = 4,5 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Zadatak 4.

Kvadrat položimo na različite stranice:



U kojem slučaju će kvadrat imati najmanju potencijalnu energiju? Zašto?

Rj. Kad je kvadrat položen na svoju najveću plohu ima najmanju potencijalnu energiju. Težište se tada nalazi na najmanjoj visini. Težina djeluje u težištu.

DZ

1. Na kojoj visini se nalazi tijelo mase 0,5 kg ako mu je potencijalna energija 500 J ?
Rj. $h = 100 \text{ m}$
2. Koliku potencijalnu enrgiju ima tijelo mase 70 kg kada se popne na visinu od 50 m ?
Rj. $E_p = 35000 \text{ J} = 35 \text{ kJ}$

Energija – vježba 2.

Zadatak 5.

Kolikomu masu ima kamen koji se nalazi na visini od 10 m ako mu je potencijalna energija 1000 J ?

$$h=10 \text{ m}$$
$$E_p=1000 \text{ J} \qquad m=E_p/g*h=1000/10*10=10 \text{ kg}$$

 $m = ? \text{ kg}$

Zadatak 6.

Na visini od 10 m nalazi se željezno i aluminijsko tijelo jednakih volumena iznosa 125 cm^3 . Koje tijelo ima veću potencijalnu energiju i za koliko ?

$$h_1=h_2=h=10 \text{ m} \qquad m_1=\rho_1*V=7,8*125=975 \text{ g}$$
$$V_1=V_2=V=125 \text{ cm}^3 \qquad \qquad \qquad =0,975 \text{ kg}$$
$$\rho_1=7,8 \text{ g/cm}^3 - \text{željezo} \qquad m_2=\rho_2*V=2,7*125=337,5 \text{ g}$$
$$\rho_2=2,7 \text{ g/cm}^3 - \text{aluminij} \qquad \qquad \qquad =0,3375 \text{ kg}$$

$$E_1 = ? \text{ J} \qquad E_1 = m_1 * g * h = 0,975 * 10 * 10 = 97,5 \text{ J}$$
$$E_2 = ? \text{ J} \qquad E_2 = m_2 * g * h = 0,3375 * 10 * 10 = 33,75 \text{ J}$$
$$\Delta E = ? \text{ J} \qquad \Delta E = E_1 - E_2 = 97,5 - 33,75 = 63,75 \text{ J}$$

Željezno tijelo jednakog obujma kao i aluminijsko na istoj visini ima veću potencijalnu energiju.

Zadatak 7.

Koliki mora biti obujam bakrene kocke u cm^3 da bi na visini od 2 metra imala potencijalnu energiju duplo veću od potencijalne energije zlatne kocke sa stranicom duljine 2 cm na istoj visini?

$$\text{zlato} \dots \rho_1=19,3 \text{ g/cm}^3$$
$$\text{bakar} \dots \rho_2= 8,96 \text{ g/cm}^3$$
$$h=2 \text{ m} \qquad V_1=l^3=2*2*2=8 \text{ cm}^3$$
$$l_1=2 \text{ cm} \qquad m_1=\rho_1*V_1=19,3*8=154,4 \text{ g}=0,1544 \text{ kg}$$
$$E_2=2*E_1 \qquad E_1=m_1*g*h=0,1544*10*2=3,088 \text{ J}$$

$$E_1 = ? \text{ J} \qquad E_2=2*E_1=2*3,088=6,176 \text{ J}$$
$$V_2 = ? \text{ cm}^3 \qquad m_2=E_2/g*h=6,176/10*2=0,3088 \text{ kg}=308,8 \text{ g}$$
$$V_2=m_2/\rho_2=308,8/8,96=34,46 \text{ cm}^3$$

-----Zakon očuvanja energije-----

Zadatak 8.

Ako tijelo ima potencijalnu energiju od 15 J i kinetičku energiju od 10 J, kolika je ukupna energija tijela ?

$$E_k=10 \text{ J}$$
$$E_p=15 \text{ J} \qquad E=E_k+E_p=10+15=25 \text{ J}$$

 $E = ? \text{ J} \qquad \text{Ako se potencijalna energija smanji za 5 J kolika će biti kinetička? (} E_k=20 \text{ J)}$

Zadatak 9.

Tijelo ima kinetičku energiju od 100 J, a ukupna energija mu iznosi 300 J. Ako tijelo ima masu od 20 dag na kojoj visini se ono nalazi ?

$$E_k=100 \text{ J} \qquad E=E_k+E_p \dots \dots \dots E_p=E-E_k=300-100=200 \text{ J}$$
$$E=300 \text{ J}$$
$$m=20 \text{ dag}=0,2 \text{ kg} \qquad E_p=m*g*h \dots \dots \dots h=E_p/m*g=200/0,2*10=100 \text{ m}$$

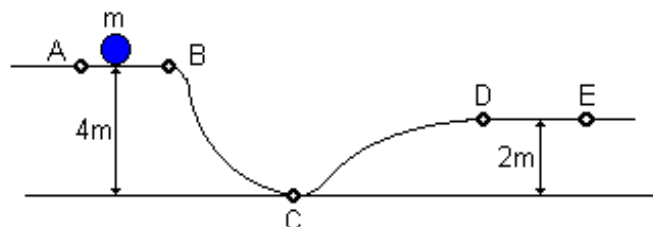
 $h = ? \text{ m}$

Energija – vježba 3.

Zadatak 10.

Tijelu mase 1kg predana je u točki A energija od 5J. Na putu do točke D giba se bez trenja. Izračunaj:

- Kolika je ukupna energija u točki B ?
- Kolika je kinetička i potencijalna energija u točki C ?
- Kolika je kinetička energija u točki D ?
- Kolika je ukupna energija u točki E ?



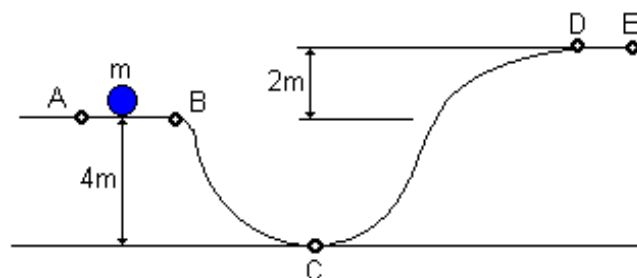
$m=1 \text{ kg}$
 $E_{KA}=5 \text{ J}$

- $E_{PB}=m \cdot g \cdot h=1 \cdot 10 \cdot 4=40 \text{ J}$
 $E_{UB}=E_{PB}+E_{KA}=40+5=45 \text{ J}$
 $E_{KA}=E_{KB}$ jer nema trenja
- $E_{PC}=0 \text{ J}$
 $E_{KC}=45 \text{ J}$
 $E_{KC}=E_{UB}$
- $E_{PD}=m \cdot g \cdot h=1 \cdot 10 \cdot 2=20 \text{ J}$
 $E_{KD}=E_{KC}-E_{PD}=45-20=25 \text{ J}$
- $E_{UE}=E_{KD}+E_{PD}=25+20=45 \text{ J}$

Zadatak 11.

Tijelu mase 2kg predana je u točki A energija od 50 J. Na putu do točke D giba se bez trenja. Izračunaj:

- Kolika je ukupna energija u točki B ?
- Kolika je kinetička i potencijalna energija u točki C ?
- Kolika je kinetička energija u točki D ?
- Kolika je ukupna energija u točki E ?



$m=2 \text{ kg}$
 $E_{KA}=50 \text{ J}$

- $E_{PB}=m \cdot g \cdot h=2 \cdot 10 \cdot 4=80 \text{ J}$
 $E_{UB}=E_{PB}+E_{KA}=80+50=130 \text{ J}$
- $E_{PC}=0 \text{ J}$
 $E_{KC}=130 \text{ J}$
 $E_{KC}=E_{UB}=130 \text{ J}$
- $E_{PD}=m \cdot g \cdot h=2 \cdot 10 \cdot 6=120 \text{ J}$
 $E_{KD}=E_{KC}-E_{PD}=130-120=10 \text{ J}$
- $E_{UE}=E_{KD}+E_{PD}=10+120=130 \text{ J}$

Zadatak 12.

Ako staklenu kuglu ($\rho=2,5 \text{ g/cm}^3$) obujma 25 cm^3 pustimo da padne s visine od 400 cm koliku će kinetičku energiju imati neposredno prije udara u tlo?

$$\rho=2,5 \text{ g/cm}^3$$

$$V=25 \text{ cm}^3$$

$$h=400 \text{ cm}$$

$E_k = ?$ prije udara u tlo

Na vrhu: $E = E_p + E_k \dots\dots E_k = 0$

$$E_p = m \cdot g \cdot h = 0,0625 \cdot 10 \cdot 4 = 2,5 \text{ J}$$

$$E = E_p = 2,5 \text{ J}$$

Na dnu: $E = E_p + E_k \dots\dots E_p = 0$

$$E = E_k = 2,5 \text{ J}$$

Što se desi s kinetičkom energijom u trenutku udara? Pretvori se u druge oblike energije?

DZ

1. Uteg mase 2 kg nalazi se na stolu visine 8 dm .
 - a) Koliku potencijalnu energiju ima uteg?
 - b) Koliku bi kinetičku energiju imao neposredno prije pada ako ga gurnemo sa stola?

Rj. a) 16 J b) 16 J
2. Željezna i aluminijska kugla imaju jednake obujme. Na kojoj visini se mora nalaziti željezna kugla da bi imala jednaku potencijalnu energiju kao i aluminijska kugla koja se nalazi na visini od 4 m ?

Rj. $h = 1,28 \text{ m}$
3. Dvije kocke jednakih obujama nalaze se na istoj visini. Jedna kocka je od željeza ($7,5 \text{ g/cm}^3$) a druga je od stakla ($2,5 \text{ g/cm}^3$). Koja kocka ima veću potencijalnu energiju?

Rj. Željezna kocka ima tri puta veću energiju

(Napomena! Zadaci za DZ uzeti su iz zbirke Babić i ...)

Energija – vježba 4.

Zadatak 13.

Koliki rad smo obavili ako smo tijelu promijenili potencijalnu energiju sa 20 J na 40 J ?

$$\begin{aligned} E_1 &= 20 \text{ J} \\ E_2 &= 40 \text{ J} \\ \text{-----} \\ W &= ? \text{ J} \end{aligned} \qquad W = E_2 - E_1 = 40 - 20 = 20 \text{ J}$$

Zadatak 14.

Ako neka kolica guramo silom od 10 N i ono prijeđe put od pola metra. Koliki smo rad obavili ?

$$\begin{aligned} F &= 10 \text{ N} \\ s &= 0,5 \text{ m} \\ \text{-----} \\ W &= ? \text{ J} \end{aligned} \qquad W = F \cdot s = 10 \cdot 0,5 = 5 \text{ J}$$

Zadatak 15.

Koliki rad izvrši izalica kad podigne teret 2 tone na visinu od 120 cm ?

$$\begin{aligned} m &= 2 \text{ t} = 2000 \text{ kg} \\ h &= 120 \text{ cm} \\ \text{-----} \\ W &= ? \text{ J} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} G &= m \cdot g = 2000 \cdot 10 = 20000 \text{ N} \\ W &= F \cdot s = G \cdot h = 20000 \cdot 1,2 = 24000 \text{ J} = 24 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Zadatak 16.

Tijelo mase 100 kg vučemo na putu od 1 km. Koliki rad smo obavili ako je koeficijent trenja 0,1 ?

$$\begin{aligned} m &= 100 \text{ kg} \\ s &= 1 \text{ km} = 1000 \text{ m} \\ \mu &= 0,1 \\ \text{-----} \\ W &= ? \text{ J} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} G &= m \cdot g = 100 \cdot 10 = 1000 \text{ N} \\ F &= F_T = \mu \cdot G = 0,1 \cdot 1000 = 100 \text{ N} \\ W &= F \cdot s = 100 \cdot 1000 = 100000 \text{ J} = 100 \text{ kJ} = 0,1 \text{ MJ} \end{aligned}$$

Koliki bi rad obavili da smo tijelo nosili umjesto što smo ga gurali?

$$W = G \cdot s = 1000 \cdot 1000 = 1000000 \text{ J} = 1 \text{ MJ} \dots\dots 10 \text{ puta veći rad bi obavili}$$

Zadatak 17.

Kolikom silom smo dijelovali na tijelo na putu od 2 m ako smo obavili rad od 30 J ?

$$\begin{aligned} W &= 30 \text{ J} \\ s &= 2 \text{ m} \\ \text{-----} \\ F &= ? \text{ N} \end{aligned} \qquad \begin{aligned} F &= W/s = 30/2 = 15 \text{ N} \\ \text{-----} \\ \text{Ovo se može provjeriti pokusom ako trenje zanemarimo.} \end{aligned}$$

DZ

1. Čovjek gura natovarena kolica stalnom silom od 30 N na udaljenost od 20 m. Koliki je rad obavio?
Rj. $W = 0,6 \text{ kJ}$
2. Dizač utega podigne uteg mase 150 kg na visinu od 2 m. Koliki je rad obavio ?
Rj. $W = 3 \text{ kJ}$
3. Ako dizač utega s podignutim utegom mase 80 kg miruje 30 sekundi, obavlja li za to vrijeme dizač neki rad?
Rj. Dok dizač drži uteg ne vrši rad jer je put koji uteg prevaljuje jednak nuli (0), ali u fiziološkom smislu dizač osjeća stanoviti napor i subjektivno to osjeća kao "rad". To nije rad u fizikalnom smislu jer se radi o mirovanju.

Energija – vježba 5.

Zadatak 18.

Konj vuče kola silom od 600 N i prtom izvrši rad od 108000 J. Koliki put je prevalio konj s kolima?

$$F=600 \text{ N} \\ W=108000 \text{ J} \qquad S=W/t=108000/600=180 \text{ m}$$

W= ? J

Zadatak 19.

Na koju je visinu podignuto 9 kutija praška za pranje ako je svaka teška 30 N i ako se je pritom izvršio ukupni rad od 5400 J ?

$$G_1=30 \text{ N} \\ n=9 \text{ kutija} \qquad G=n \cdot G_1=9 \cdot 30=270 \text{ N}$$

$$W=5400 \text{ J} \\ \text{-----} \qquad h=W/G=5400/270=20 \text{ m}$$

h= ? m

Zadatak 20.

Radnik vozi na kolicima 50 komada betonskih blokova svaki težak 50 N na putu od 1800 metara. Koliki rad pritom izvrši radnik? Trenje se uzima u obzir i koeficijent trenja je 0,1.

$$G_1=50 \text{ N} \\ n=50 \text{ blokova} \qquad G=n \cdot G_1=50 \cdot 50=2500 \text{ N}$$

$$s=1800 \text{ m} \\ \mu=0,1 \qquad F_T=\mu \cdot G=0,1 \cdot 2500=250 \text{ N}$$

W= ? J \qquad W=F \cdot s=250 \cdot 1800=450000 \text{ J}

Zadatak 21.

Na koju visinu je podignuto 5 vreća cementa težine 330 N ako je pritom izvršen rad od 0,7 kJ ?

$$G_1=330 \text{ N} \qquad G=n \cdot G_1=5 \cdot 330=1650 \text{ N}$$

$$W=0,7 \text{ kJ}=700 \text{ J} \\ n=5 \text{ vreća} \qquad h=W/g=700/1650=0,42 \text{ m}=42 \text{ cm}$$

h= ? m

Zadatak 22.

Koji rad obavi čovjek koji ima masu 70 kg i nosi teret mase 10 kg kada se popne na 120 stuba od kojih je svaka visoka 10 cm?

$$m_1=70 \text{ kg} \qquad m=m_1+m_2=70+10=80 \text{ kg}$$

$$m_2=10 \text{ kg} \qquad G=m \cdot g=80 \cdot 10=800 \text{ N}$$

$$n=120 \\ h_1=10 \text{ cm}=0,1 \text{ m} \qquad h=n \cdot h_1=120 \cdot 0,1=12 \text{ m}$$

W= ? J \qquad W=G \cdot h=800 \cdot 12=9600 \text{ J}

DZ

1. Željezni kvadar duljine 40 cm, širine 30 cm, visine 30 cm, guramo po drvenom podu 4 m. Koliki smo rad izvršili i koliko smo energije utrošili ako je koeficijent trenja kvadra i poda 0,2 ?

Rj. \qquad W=2246,4 \text{ J}

2. Na gradilištu dizalica podigne betonski blok duljine 2 m, širine 1 m, debljine 10 cm na visinu od 8 m. Koliki rad izvrši dizalica ($\rho=2200 \text{ kg/m}^3$)

Rj. \qquad 45200 \text{ J}

(Napomena! DZ je zadana iz zbirke Babić i)

Energija – vježba 6.

Zadatak 23.

Koliki rad obavi motor snage 100 kW za pola sata ?

$$P=100 \text{ kW}=100000 \text{ W} \qquad W=P*t=100000*1800=180000000 \text{ J}=180 \text{ MJ}$$
$$t=0,5 \text{ h}=0,5*3600=1800 \text{ s} \qquad W=0,18 \text{ GJ}$$

 $W = ? \text{ J} \quad ? \text{ MJ} \quad ? \text{ GJ}$

Zadatak 24.

Koliki teret može podići za 2 min dizalica snage 4 kW na visinu od 10 m ?

$$P=4000 \text{ W} \qquad P=W/t=G*h/t$$
$$h=10 \text{ m}$$
$$t=2 \text{ min}=120 \text{ s} \qquad G=P*t/h$$

 $G = ? \text{ N} \qquad G=4000*120/10=48000 \text{ N}=48 \text{ kN}$

Zadatak 25.

Koliko je vremena potrebno dizalici od 18 kW da savlada visinu od 15 m ako je težina tereta 12000 N?

$$P=18000 \text{ W} \qquad t=G*h/P$$
$$h=15 \text{ m}$$
$$G=12000 \text{ N} \qquad t=12000*15/18000=10 \text{ s}$$

 $t = ? \text{ s}$

Zadatak 26.

Kolika je snaga dječaka koji pri hodanju za dva sata učini 10000 koraka, a pri svakom koraku obavi rad od 40 J ?

$$W_1=40 \text{ J za jedan korak} \qquad W=n*W_1=10000*40=400000 \text{ J}$$
$$n=40000 \text{ koraka}$$
$$t=2 \text{ h}=7200 \text{ s} \qquad P=W/t=400000/7200=55,55 \text{ W}$$

 $P = ? \text{ W}$

Zadatak 27.

Parna lokomotiva ima snagu od 3000 kW. Za koje će vrijeme lokomotiva prijeći udaljenost od 10,8 km ako je njezina vučna sila 240 kN ?

$$P=3000 \text{ kW}=3000000 \text{ W} \qquad P=W/t \qquad W=F*s$$
$$s=10,8 \text{ km}=10800 \text{ m} \qquad \text{izjednačimo po radu} \qquad P*t=F*s$$
$$F=240000 \text{ N} \qquad t=F*s/P=240000*10800/3000000=864 \text{ s}$$

 $t = ? \text{ s}$

DZ

1. Vozilo snage 58,86 kW prijeđe 30 metara za 1 minutu. Kolika je vučna sila vozila i koliki rad izvrši na putu od 10 kilometara ?

RJ.

$$W=P*t=58860*60=3531600 \text{ J}$$
$$F=W/s=3531600/30=117720 \text{ N}$$
$$W_{10}=F*s=117720*10000=1177200000 \text{ J}=1,1772 \text{ GJ}$$

Energija – vježba 7.

Zadatak 28.

Dizalica podigne 20 m³ pijeska na visinu od 6 m za 1 sat. Odredite snagu koju mora imati motor dizalice da bi mogao obaviti taj rad? Gustoća pijeska je 1500 kg/m³.

$$V=20 \text{ m}^3$$

$$h=6 \text{ m}$$

$$t=1 \text{ h}=3600 \text{ s}$$

$$\rho=1500 \text{ kg/m}^3$$

$$P= ? \text{ W}$$

$$m=\rho \cdot V=1500 \cdot 20=30000 \text{ kg}$$

$$W=G \cdot h=m \cdot g \cdot h=30000 \cdot 10 \cdot 6=1800000 \text{ J}$$

$$P=W/t=1800000/3600=500 \text{ W}$$

Zadatak 29.

Olovni komad dug 10 dm, širok 5 dm, visok 2 dm, treba podići 15 m visoko. Koliku snagu u kW mora imati dizalica ako vrijeme podizanja traje 10 s ? ($\rho=11300 \text{ kg/m}^3$)

$$l=10 \text{ dm}$$

$$h=2 \text{ dm}$$

$$b=5 \text{ dm}$$

$$s=15 \text{ m}$$

$$t=10 \text{ s}$$

$$\rho=11300 \text{ kg/m}^3$$

$$P= ? \text{ kW}$$

$$V=l \cdot b \cdot h=1 \cdot 0,2 \cdot 0,5=0,1 \text{ m}^3$$

$$m=\rho \cdot V=11300 \cdot 0,1=1130 \text{ kg}$$

$$P=W/t=G \cdot s/t=m \cdot g \cdot s/t=1130 \cdot 10 \cdot 15/10=16950 \text{ W}=16,95 \text{ W}$$

Zadatak 30.

Tijelo teško 981 N treba povući po vodoravnoj podlozi 30 m daleko. Kolika se radnja obavi i koliku snagu ima čovjek ako taj posao obavi za 6 minuta uz koeficijent trenja 0,3 ?

$$G=981 \text{ N}$$

$$s=30 \text{ m}$$

$$t=6 \text{ min}=360 \text{ s}$$

$$\mu=0,3$$

$$W= ? \text{ J}$$

$$P= ? \text{ W}$$

$$F_T=\mu \cdot G=0,3 \cdot 981=294,3 \text{ N}$$

$$W=F_T \cdot s=294,3 \cdot 30=8829 \text{ J}$$

$$P=W/t=8829/360=24,52 \text{ W}$$

Zadatak 31.

Vodna turbina radi sa snagom od 52,5 kW ako na njezine lopatice svake sekunde padne 1,5 m³ vode. S koje visine voda pada na lopatice ?

$$P=52,5 \text{ kW}$$

$$V=1,5 \text{ m}^3$$

$$t=1 \text{ s}$$

$$h= ? \text{ m}$$

$$m=\rho \cdot V=1000 \cdot 1,5=1500 \text{ kg}$$

$$G=m \cdot g=1500 \cdot 10=15000 \text{ N}$$

$$h=P \cdot t/G=52500 \cdot 1/15000=3,5 \text{ m}$$

DZ

1. Motorna crpka podiže vodu iz bunara dubokog 20 metara. Koliku snagu ima crpka ako za 7 sati rada podigne 3800 hl vode ?

Rj.

$$V=380 \text{ m}^3 \quad \dots \quad m=\rho \cdot V=1000 \cdot 380=380000 \text{ kg}$$

$$W=m \cdot g \cdot h=380000 \cdot 10 \cdot 20=76000000 \text{ J}$$

$$t=25200 \text{ s}$$

$$P=W/t=76000000/25200=3015,8 \text{ W}=3,0158 \text{ kW}$$

$$\underline{P=3000 \text{ W}}$$

Energija – vježba 8.

Korisnost: $\eta = P_K / P_U$ kad idemo preko snage,
(η) $\eta = W_K / W_U$ kad idemo preko rada.

Zadatak 32.

Dizalica na gradilištu treba 8 sati za podizanje građevinskog materijala mase $3 \cdot 10^6$ kg na visinu od 9 m. Koliku snagu ima dizalica ako je njena korisnost 80 % ?

$t = 8 \text{ h} = 28800 \text{ s}$
 $m = 3000000 \text{ kg}$
 $h = 9 \text{ m}$
 $\eta = 80 \% = 0,8$

 $P_U = ? \text{ W} \quad ? \text{ kW}$

$P_K = W/t = G \cdot h/t = m \cdot g \cdot h/t = 3000000 \cdot 10 \cdot 9 / 28800 = 9375 \text{ W}$
 $P_U = P_K / \eta = 9375 / 0,8 = 11718,75 \text{ W} = 11,71 \text{ kW}$

Zadatak 33.

S visine od 5 m u svakoj sekundi pada 360 dm^3 vode na kolo turbine. Kolika je korisna snaga turbine ako je korisnost 90 % ?

$h = 5 \text{ m}$
 $t = 1 \text{ s}$
 $V = 360 \text{ dm}^3 = 0,36 \text{ m}^3$
 $\eta = 0,9$

 $P_K = ? \text{ W}$

$m = \rho \cdot V = 1000 \cdot 0,36 = 360 \text{ kg}$
 $W_U = G \cdot h = m \cdot g \cdot h = 360 \cdot 10 \cdot 5 = 18000 \text{ J}$
 $P_U = W_U / t = 18000 / 1 = 18000 \text{ W}$
 $P_K = \eta \cdot P_U = 0,9 \cdot 18000 = 16200 \text{ W} = 16,2 \text{ kW}$

Zadatak 34.

Na kamion visok 1,2 m radnici podižu sanduk mase 280 kg pomoću kosine duge 3,5 m. Odredi korisnost kosine ako je trenje 350 N ?

$h = 1,2 \text{ m}$
 $m = 280 \text{ kg}$
 $s = 3,5 \text{ m}$
 $F_T = 350 \text{ N}$

 $\eta = ? \%$

$W_K = m \cdot g \cdot h = 280 \cdot 10 \cdot 1,2 = 3360 \text{ J}$
 $F \cdot s = G \cdot h \dots\dots F = G \cdot h / s = m \cdot g \cdot h / s = 280 \cdot 10 \cdot 1,2 / 3,5 = 960 \text{ N}$
 $W_U = W_{\text{kosine}} + W_{\text{trenja}} = F \cdot s + F_T \cdot s = 960 \cdot 3,5 + 350 \cdot 3,5 =$
 $W_U = 3360 + 1225 = 4585 \text{ W}$
 $\eta = W_K / W_U = 3360 / 4585 = 0,73$
 $\eta = 73 \%$

DZ

1. Teret mase 180 kg radnici vuku jednoliko uz kosinu dugu 9 m i visoku 3 m pritom upotrebljavaju silu od 1000 N.
 - a) Koliko je trenje?
 - b) Kolika je korisnost?

Rj. a) $W_U = F \cdot s = 1000 \cdot 9 = 9000 \text{ J}$, $W_K = m \cdot g \cdot h = 180 \cdot 10 \cdot 3 = 5400 \text{ J}$
 $\Delta W = W_U - W_K = 9000 - 5400 = 3600 \text{ J} \dots\dots F_T = \Delta W / s = 3600 / 9 = 400 \text{ J}$
c) $\eta = W_K / W_U = 5400 / 9000 = 0,6 \dots\dots 60\%$
2. Koliko se vode može podići motornom crpkom snage 4950 W iz bunara dubokog 20 m u 1 satu ako je korisnost 70 % ?
Rj. $m = P_K \cdot t / g \cdot h = \eta \cdot P_U \cdot t / g \cdot h = 0,7 \cdot 4950 \cdot 3600 / 10 \cdot 20 = 62370 \text{ kg} \dots\dots V = 62370 \text{ l}$
3. Mehanička lopata ima motor snage 6 kW. Za koje će vrijeme lopata jednoliko podići pijesak mase 10^5 kg na visinu 3 m ako je njezina korisnost 70 % ?
Rj. $t = 625 \text{ s}$ (Napomena! Za DZ primjeri su iz zbirku Šindler i

Energija – vježba 9.

Zadatak 35.

Čovjek gura teret silom 1000 N i pritom vrši rad od 50 kJ. Na koju udaljenost je odgurno teret? Kolika je snaga čovjeka ako mu je za taj posao trebalo 5 minuta ?

$$F=1000 \text{ N} \qquad s=W/F=50000/1000=50 \text{ m}$$

$$W=50000 \text{ J}$$

$$t=5 \text{ min}=300 \text{ s}$$

$$P=W/t=50000/300=166 \text{ W}$$

 $s = ? \text{ m}$

$$P = ? \text{ W}$$

Zadatak 36.

Koliku snagu ima čovjek koji pri trčanju za 10 sekundi učini 40 koraka, a pri svakom koraku obavi rad od 2000 J ?

$$W_1=2000 \text{ J}$$

$$t=10 \text{ s}$$

$$n=40 \text{ koraka}$$

 $P = ? \text{ W}$

$$W=n*W_1=40*2000=80000 \text{ J}=80 \text{ kJ}$$

$$P=W/t=80000/10=8000 \text{ W}$$

Zadatak 37.

Dizalica podiže teret na visinu od 25 m. Kolika mora biti minimalna snaga dizalice ako za 1 minutu mora podići teret mase 500 kg ?

$$m=500 \text{ kg}$$

$$h=25 \text{ m}$$

$$t=1 \text{ min}=60 \text{ s}$$

 $P = ? \text{ W}$

$$F=G=m*g=500*10=5000 \text{ N}$$

$$W=G*h=5000*25=125000 \text{ J}=125 \text{ kJ}$$

$$P=W/t=125000/60=2083 \text{ W}$$

Zadatak 38.

Parna lokomotiva ima snagu od 5 MW, i vučnu silu od 300 kN. Za koje vrijeme će lokomotiva prijeći udaljenost od 20 km ? Koliku udaljenost će prijeći za 1 sat ?

$$P=5 \text{ MW}=5000000 \text{ W}$$

$$F=300 \text{ kN}=300000 \text{ N}$$

$$s=20 \text{ km}=20000 \text{ m}$$

 $t = ? \text{ s}$

$$t=F*s/P=300000*20000/5000000=1200 \text{ s}$$

$$t=20 \text{ min}$$

$$\text{Za } 60 \text{ minuta prijeći će } 60 \text{ km } (3*20 \text{ km})$$

DZ

1. Uz kosinu dugu 0,8 m i visoku 20 cm učenik vuče jednoliko pomoću dinamometra uteg mase 1,2 kg. Sila kojom učenik vuče uteg paralelna je s kosinom i iznosi 5,4 N. Što je učenik pročitao na dinamometru? Koju je vrijednost učenik dobio za trenje između utega i kosine ?

Rj. $F*s=G*h$ $F*s=m*g*h$ $F=m*g*h/s$ je idealna sila vučenja (bez trenja)

$$F=1,2*10*0,2/0,8=3 \text{ N}$$

$$F_{\text{vučenja}}=F+F_{\text{trenja}}$$

$$F_{\text{T}}=F_{\text{V}}-F=5,4-3=2,4 \text{ N}$$

2. Klizač je nakon zaleta prošao po glatkoj površini leda 80 m. Kolika je bila energija klizača na kraju zaleta ako je masa klizača 64 kg, a koeficijent trenja 0,015 ?

Rj. $E_k=W=F_{\text{T}}*s=\mu*G*s=\mu*m*g*s=0,015*64*10*80=768 \text{ J}$

Klizač je nakon zaleta (na početku kretanja) dobio kinetičku energiju koja se je pretvorila u rad potreban za savladavanje trenja prilikom klizanja po ledu 80 m.

(Napomena! Za DZ primjeri su iz zbirke Šindler i)

Energija – vježba 10.

Zadatak 38.

Koliko će se povećati potencijalna energija utega čija je masa 1 kg ako ga podignemo 1 m visoko? Koliki smo rad pritom obavili ?

$$m=1 \text{ kg}$$
$$h=1 \text{ m}$$

$$\Delta E_p = W = m \cdot g \cdot h = 1 \cdot 10 \cdot 1 = 10 \text{ J}$$

 $\Delta E_p = ? \text{ J}$ $W = ? \text{ J}$

Zadatak 39.

Koliko visoko treba podići uteg mase 1 kg da bi se njegova potencijalna energija povećala za 1 J ? Rj. $h = 10 \text{ m}$

Zadatak 40.

Neki čovjek mase 60 kg unio je u organizam hrane od 1500 kJ. Koliko visoko bi se mogao popeti na račun te energije kad bi se ona u cijelosti pretvorila u povećanje njegove potencijalne energije?

Rj. $h = 2500 \text{ m}$

Zadatak 41.

Energetska vrijednost čokolade iznosi 2280 kJ. Koliki put bi čovjek mase 80 kg mogao prijeći kada bi se sva ta energija pretvorila u rad?

$$E = W = 2280 \text{ kJ}$$
$$m = 80 \text{ kg}$$

$$G = m \cdot g = 80 \cdot 10 = 800 \text{ N}$$

 $s = ? \text{ m}$? km

$$s = W/F = 2280000/800 = 2850 \text{ m} = 2,85 \text{ km}$$

Zadatak 42.

Auto mase 1,5 t vozi uz uspon duljine 20 m, visinske razlike 5 m. Sila trenja između kotača i ceste je 250 N. Kolika je korisnost uspona ?

$$m = 1,5 \text{ t} = 1500 \text{ kg}$$
$$l = 20 \text{ m}$$
$$h = 5 \text{ m}$$
$$F_T = 250 \text{ N}$$

Idealna sila

$$F \cdot l = G \cdot h$$

$$F = G \cdot h / l = 15000 \cdot 5 / 20 = 3750 \text{ N}$$

Realna sila vučenja

$$F_V = F + F_T = 3750 + 250 = 4000 \text{ N}$$

 $\eta = ? \%$

Korisnost

$$\eta = W_K / W_U = F \cdot l / F_V \cdot l = 3750 / 4000 = 0,93$$

$$\eta = 93 \%$$

Zadatak 43.

Kolika je snaga dizalice koja za 10 sekundi podigne na 10 m visine željezni blok ($\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$) duljine 10 dm, širine 5 dm i visine 2 dm ? Korisnost dizalice je 60 % .

$$t = 10 \text{ s}$$
$$h = 10 \text{ m}$$
$$a = 10 \text{ dm}$$
$$b = 5 \text{ dm}$$
$$c = 2 \text{ dm}$$
$$\rho = 7,8 \text{ g/cm}^3$$
$$\eta = 60\% = 0,6$$

$$m = \rho \cdot V = 7800 \cdot 100 \cdot 10^{-3} = 780000 \cdot 0,001 = 780 \text{ kg}$$

$$P_K = W/t = G \cdot h / t = m \cdot g \cdot h / t = 780 \cdot 10 \cdot 10 / 10 = 7800 \text{ W}$$

$$P_U = P_K / \eta = 7800 / 0,6 = 13000 \text{ W}$$

 $P_U = ? \text{ W}$

Energija 10. - test znanja

grupa A

1. Radnik gura sanduk mase 80 kg duž kosine visoke 3 m silom od 500 N. Sila trenja između sanduka i kosine iznosi 50 N. Koliko je dugačka kosina?
2. Na koju je visinu podignuto 10 vreća cementa svaka od 33 kg, ako je pritom izvršen rad od 1,7 kJ?
3. Motorna crpka podiže vodu iz bunara s dubine od 15 m. Koliku snagu ima crpka ako za 5 sati podigne 2500 hektolitara vode, a ima korisnost od 75 % ?
4. Koliko vremena treba dizalici od 8 kW da savlada visinu od 40 m ako je težina tereta 10000 N ?
5. Parna lokomotiva ima snagu od 5 MW, vučnu silu od 300 kN. Za koje vrijeme u satima i minutama će lokomotiva prijeći udaljenost od 200 km ?

grupa B

1. Na visinu od 2 m radnici podižu teret mase 300 kg pomoću kosine duge 5 m. Odredi korisnost kosine ako je trenje 500 N ?
2. Betonski kvadar ($\rho=2,2 \text{ g/cm}^3$) dužine 5 dm, širine 4 dm, visine 3 dm, radnici guraju po drvenom podu 10 m. Koliki rad su pritom izvršili ako je koeficijent trenja 30% ?
3. Alpinista mase 8000 dag popeo se užetom uz stijenu visine 150 m. Na leđima je nosio opremu mase 2000 dag. Koliki je rad alpinist izvršio pri penjanju?
4. Električno dizalo ima težinu 2 kN i može dizati teret ukupne težine 6 kN. Visina svakog kata iznosi 30 dm. Koliki rad izvrši dizalo dok se popne na šesti kat? Kolika mora biti snaga motora dizala da se za 30 sekundi podigne na šesti kat?
5. Jedna dizalica podigne teret mase 8 tona na visinu od 300 cm za 30 sekundi, a druga podigne teret mase 5 tona za 15 sekundi na istu visinu. Koja dizalica ima veću snagu?

grupa C

1. Teret težine 0,5 kN vučemo duž kosine silom od 80 N. Kosina je duga 5 metara, a visoka 5 decimetara. Kolika je sila trenja?
2. Koji rad obavi čovjek koji ima masu 70 kg i nosi teret mase 500 dag kada se popne na 120 stuba od kojih je svaka visoka 10 cm?
3. Dijete gura teret silom od 1 kN i pritom vrši rad od 50 kJ. Na koliku udaljenost je odgurao teret? Koliku ima snagu ako mu je za to trebalo 2 minute?
4. Vodna turbina radi sa snagom od 50 kW ako na njezine lopatice svake sekunde padne $0,5 \text{ m}^3$ vode. S koje visine voda pada na lopatice ($\rho=1000 \text{ kg/m}^3$) ?
5. Automobil snage 18kW ima vučnu silu od 1,2 kN. Koliku udaljenost će prijeći za 40 minuta ?

grupa D

1. Dva tijela jednakih obujama nalaze se na istoj visini. Jedno tijelo je od željeza ($7,5 \text{ g/cm}^3$) a drugo od stakla ($2,5 \text{ g/cm}^3$). Koje tijelo ima veću potencijalnu energiju ? Za koliko puta je veća?
2. Dizalica podigne betonski blok ($\rho=2,5 \text{ g/cm}^3$) dužine 25 dm, širine 50 cm, debljine 15 dm na visinu od 7200 cm. Koliki je rad izvršila dizalica?
3. Sanduk težine 0,3 kN treba pomaknuti po vodoravnoj podlozi 850 dm daleko. Koliki rad će se pri tome izvršiti ako je koeficijent trenja između sanduka i poda 3%?
4. Radnik gura sanduk mase 56500 dag duž kosine visine 300 cm silom od 800 N. Sila trenja između sanduka i kosine je 300 N. Koliko je dugačka kosina?
5. Električno dizalo težine 800 N može dizati teret ukupne težine 3,6 kN. Visina svakog kata iznosi 350 cm. Kolika mora biti snaga motora dizala da se za 1,5 minutu podigne na osmi kat ako je korisnost motora 80 % ?

Energija 11. – ispravak testa znanja

Grupa A

1. $m=80 \text{ kg}$ $F_{\text{Guranja}}=F+F_{\text{Trenja}} \dots\dots F=F_{\text{Guranja}}-F_{\text{Trenja}}$
 $h=3 \text{ m}$ $F=500-50=450 \text{ N}$
 $F_{\text{Guranja}}=500 \text{ N}$
 $F_{\text{Trenja}}=50 \text{ N}$

 $F*s=G*h \dots\dots\dots s=m*g*h/F=80*10*3/450$
 $s= ? \text{ m}$ $s=5,33 \text{ m}$
2. $m1=33 \text{ kg}$ $m=n*m1=10*33=330 \text{ kg}$
 $n= 10$
 $W=1,7 \text{ kJ}$ $h=W/m*g=1700/330*10=0,515 \text{ m}$

 $h= ? \text{ m}$
3. $h=15 \text{ m}$ $m=\rho*V=1000*250=250000 \text{ kg}$
 $t=5 \text{ h}=18000 \text{ s}$ $P_k=W/t=m*g*h/t=250000*10*15/18000=2083 \text{ W}$
 $V=2500 \text{ hl}=250000 \text{ l}=250 \text{ m}^3$ $P_U=P_k/\eta=2083/0,75=2777 \text{ W}=2,777 \text{ kW}$

 $P_U= ? \text{ W}$
4. $P=8000 \text{ W}$ $t=W/P=G*h/P=10000*40/8000=50 \text{ s}$
 $h=40 \text{ m}$
 $G=10000 \text{ N}$

 $t= ? \text{ s}$
5. $P=5*10^6 \text{ W}$ $W=5000000 \text{ W}$ $t=W/P=F*s/P=300000*200000/5000000=12000 \text{ s}$
 $F=300000 \text{ N}$ $t=200 \text{ min}=3,33 \text{ h}$
 $s=20000 \text{ m}$

 $t= ? \text{ min } ? \text{ h}$
-

Grupa B

1. $h=2 \text{ m}$ $W_k=m*g*h=300*10*2=6000 \text{ J}$
 $m=300 \text{ kg}$ $F*s=G*h \dots\dots\dots F=G*h/s=m*g*h/s=300*10*2/5=1200 \text{ N}$
 $s=5 \text{ m}$ $W_U=W_{\text{kosine}}+W_{\text{trenja}}=F*s+F_T*s=1200*5+500*5$
 $F_T=500 \text{ N}$ $W_U=6000+2500=8500 \text{ W}$

 $\eta= ? \%$ $\eta=W_k/W_U=6000/8500=0,7 \dots\dots\dots \eta=70 \%$
2. $\rho=2,2 \text{ g/cm}^3$ $V=a*b*c=5*4*3=60 \text{ dm}^3=60000 \text{ cm}^3$
 $a=5 \text{ dm}$ $m=\rho*V=2,2*60000=132000 \text{ g}=132 \text{ kg}$
 $b=4 \text{ dm}$ $F_T=\mu*G=\mu*m*g=0,3*132*10=396 \text{ N}$
 $c=3 \text{ dm}$ $W=F_T*s=396*10=3960 \text{ J}$
 $s=10 \text{ m}$

 $\mu=30\%=0,3$ $W= ? \text{ J}$
3. $m1=8000 \text{ dag}$ $m=m1+m2=80+20=100 \text{ kg}$
 $m2=2000 \text{ dag}$ $G=m*g=100*10=1000 \text{ N}$
 $h=150 \text{ m}$ $W=G*h=1000*150=150000 \text{ J}$

 $W= ? \text{ J}$
4. $G1=2 \text{ kN}=2000 \text{ N}$ $G=G1+G2=2+6=8 \text{ kN}=8000 \text{ N}$
 $G2=6 \text{ kN}=6000 \text{ N}$ $h=n*h1=6*3=18 \text{ m}$
 $h1=30 \text{ dm}=3 \text{ m}$ $W=G*h=8000*18=144000 \text{ J}$
 $n=6$ $P=W/t=144000/30=4800 \text{ W}$
 $t=30 \text{ s}$

 $W= ? \text{ J}$
 $P= ? \text{ W}$
5. $m1=8000 \text{ kg}$, $h=3 \text{ m}$, $t=30 \text{ s}$ ----- $P1=m1*g*h/t=8000*10*3/30=8000 \text{ W}$
 $m2=5000 \text{ kg}$, $h=3 \text{ m}$, $t=30 \text{ s}$ ----- $P2=m2*g*h/t=5000*10*3/15=10000 \text{ W}$
 $P1 < P2$

Grupa C

1. $G=0,5 \text{ kN}=500 \text{ N}$
 $F_V=80 \text{ N}$
 $s=5 \text{ m}$
 $h=5 \text{ dm}$

 $F_T = ? \text{ N}$
- $F*s=G*h \dots\dots F=G*h/s=500*0,5/5=50 \text{ N}$
 $F_V=F+F_T$
 $F_T=F_V-F=80-50=30 \text{ N}$
2. $m_1=70 \text{ kg}$
 $m_2=500 \text{ dag}=5 \text{ kg}$
 $n=120 \text{ stuba}$
 $h_1=10 \text{ cm}$

 $W = ? \text{ J}$
- $m=m_1*m_2=70+5=75 \text{ kg} \dots\dots G=m*g=75*10=750 \text{ N}$
 $h=n*h_1=120*10=1200 \text{ cm}=12 \text{ m}$
 $W=G*h=750*12=9000 \text{ J}$
3. $F=1 \text{ kN}=1000 \text{ N}$
 $W=50 \text{ kJ}=50000 \text{ J}$
 $t=2 \text{ min}=120 \text{ s}$

 $s = ? \text{ m} , P = ? \text{ W}$
- $s=W/F=50000/1000=50 \text{ m}$
 $P=W/t=50000/120=416,66 \text{ W}$
4. $P=50 \text{ kW}$
 $V=0,5 \text{ m}^3$
 $t=1 \text{ s}$

 $h = ? \text{ m}$
- $m=\rho*V=1000*0,5=500 \text{ kg}$
 $G=m*g=500*10=5000 \text{ N}$
 $h=P*t/G=50000*1/5000=10 \text{ m}$
4. $P=18 \text{ kW}=18000 \text{ W}$
 $F=1,2 \text{ kN}=12000 \text{ N}$

 $s = ? \text{ m za } t=40 \text{ min}=2400 \text{ s}$
- $s=P*t/F=18000*2400/12000=3600 \text{ m}$

Grupa D

1. $V_1=V_2=V$
 $h_1=h_2=h$
 $\rho_1=7,5 \text{ g/cm}^3$
 $\rho_2=2,5 \text{ g/cm}^3$

 $E_1 = ? \text{ J}$
 $E_2 = ? \text{ J}$
 $E_1/E_2 = ?$
- $E_1=\rho_1*V*g*h$
 $E_2=\rho_2*V*g*h$

 $V*g*h=V*g*h$
 $E_1/\rho_1=E_2/\rho_2$
 $E_1/E_2=\rho_1/\rho_2=7,5/2,5=3$ puta ima veću potencijalnu energiju željezno tijelo.
2. $\rho=2,5 \text{ g/cm}^3$
 $a=25 \text{ dm}=250 \text{ cm}$
 $b=50 \text{ cm}$
 $c=15 \text{ dm}=150 \text{ cm}$
 $h=7200 \text{ cm}=7,2 \text{ m}$

 $W = ? \text{ J}$
- $V=a*b*c=250*50*150=1875000 \text{ cm}^3$
 $m=\rho*V=2,5*1875000=4687500 \text{ g}=4687,5 \text{ kg}$
 $G=m*g=4687,5*10=46875 \text{ N}$
 $W=G*h=46875*7,2=337500 \text{ J}=337,5 \text{ kJ}$
3. $G=0,3 \text{ kN}=300 \text{ N}$
 $s=850 \text{ dm}=8,5 \text{ m}$
 $\mu=3 \% =0,03$

 $W = ? \text{ J}$
- $F_T=\mu*G=0,03*300=9 \text{ N}$
 $W=F_T*s=9*8,5=76,5 \text{ J}$
4. $m=56500 \text{ dag}=56,5 \text{ kg}$
 $h=300 \text{ cm}=3 \text{ m}$
 $F_{\text{Guranja}}=800 \text{ N}$
 $F_T=300 \text{ N}$

 $s = ? \text{ m}$
- $G=m*g=56,5*10=565 \text{ N}$
 $F=F_{\text{Guranja}}-F_T=800-300=500 \text{ N}$
 $s=G*h/F=565*3/500=3,39 \text{ m}$
5. $G_1=800 \text{ N}$
 $G_2=3,6 \text{ kN}=3600 \text{ N}$
 $h_1=350 \text{ cm}=3,5 \text{ m}$
 $t=1,5 \text{ min}=90 \text{ s}$
 $n=8 \text{ katova}$
 $\eta=80\%=0,8$

 $P_U = ? \text{ W}$
- $G=G_1+G_2=800+3600=4400 \text{ N}$
 $h=n*h_1=8*3,5=28 \text{ m}$
 $W_k=G*h=4400*28=123200 \text{ J}$
 $P_k=W_k/t=123200/90=1368,88 \text{ W}$
 $P_U=P_k/\eta=1368,88/0,8=1711,11 \text{ W}$

4. TOPLINA

Toplina – vježba 1.

T – temperatura u K
t – temperatura u °C

Zadatak 1.

- a) 20°C koliko ima stupnjeva K ?
- b) -15°C koliko ima stupnjeva K ?
- c) -273°C koliko ima stupnjeva K ?
- d) 20 K koliko ima °C ?
- e) 350 K koliko ima °C ?
- f) -40 K koliko ima °C ?

Rj.:

- a) $T=t+273=20+273=293$ K
- b) $T=t+273=-15+273=258$ K
- c) $T=t+273=-273+273=0$ K apsolutna nula
- d) $t=T-273=20-273=-253$ °C
- e) $t=T-273=350-273=77$ °C
- f) $t=T-273=-40-273=-313$ °C nemoguć rezultat – temperatura ispod apsolutne nule.

Zadatak 2.

Koliko je porasla temperatura tijela u K i u °C ako je na početku izmjerena temperatura od 280 K a na kraju temperatura od 45 °C ?

$$T_1=290 \text{ K} \quad \dots\dots t_1=T_1-273=290-273=17 \text{ °C}$$

$$t_2=45 \text{ °C} \quad \dots\dots T_2=t_2+273=45+273=318 \text{ K}$$

$$\Delta T = ? \text{ K} \quad \dots\dots \Delta T = T_2 - T_1 = 318 - 290 = 28 \text{ K}$$

$$\Delta t = ? \text{ °C} \quad \dots\dots \Delta t = t_2 - t_1 = 45 - 17 = 28 \text{ °C}$$

Što možemo zaključiti? Da je veličina stupnja na Celzijevoj i Kelvinovoj ljestvici jednaka

Zadatak 3.

Ako se neko tijelo zagrijalo za 20 K, a na kraju mu je izmjerena temperatura od 36 °C. Koliku je temperaturu u stupnjevima K i °C tijelo imalo prije nego se počelo zagrijavati ?

$$t_2=36 \text{ °C} \quad T_2=t_2+273=36+273=309 \text{ K}$$

$$\Delta T=20 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad \dots\dots -T_1 = \Delta T - T_2$$

$$T_1 = ? \text{ K}$$

$$T_1 = T_2 - \Delta T = 309 - 20 = 289 \text{ K}$$

$$t = T - 273 = 289 - 273 = 16 \text{ °C}$$

Zadatak 4.

Koliko stupnjeva je pala temperatura ako je na početku mjerenja izmjereno -8 °C a na kraju -56 °C ?

$$t_1 = -8 \text{ °C}$$

$$t_2 = -56 \text{ °C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = -56 - (-8) = -56 + 8 = -48 \text{ °C}$$

$$-\Delta t = 48 \text{ °C}$$

$$\Delta t = ? \text{ °C}$$

predznak minus znači da se radi o hlađenju za 48 °C.

DZ

1. Pretvori:
- a) 0°C ? K
 - b) 305 K ? °C
 - c) -27°C ? K
 - d) 132 K ? °C

- Rj.
- a) 273 K
 - b) 32 °C
 - c) 246 K
 - d) -141 °C

Toplina – vježba 2.

Poznato je da se tijela pri zagrijavanju šire, a pri hlađenju skupljaju. Npr. tračnice se prilikom zagrijavanja šire, ali kako je kod njih produljenje duljine najizraženije govorimo o linearnom produljenju tračnica.

Postoji formula pomoću koje možemo odrediti linearno produljenje nekog materijala: $\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$

Gdje je: Δl – linearno produljenje materijala u m

l_0 – duljina pri početnoj temperaturi t_1 (obično 0 °C)

α – koeficijent linearnog rastezanja koji se nađe u tablici i ovisi od materijala

Δt – razlika ili promjena temperature ($t_2 - t_1$), t_2 – konačna temperatura

Zadatak 5.

Čelični most ($\alpha = 0,000012 \text{ K}^{-1}$) ima duljinu 200 m na temperaturi od 0 °C. Kolika će biti duljina mosta na temperaturi od 40 °C ?

$$l_0 = 200 \text{ m}$$

$$t_1 = 0 \text{ °C}$$

$$t_2 = 40 \text{ °C}$$

$$\alpha = 0,000012 \text{ 1/K}$$

$$\Delta l = ? \text{ m}$$

$$l = ? \text{ m}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 40 - 0 = 40 \text{ °C}$$

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t = 200 \cdot 0,000012 \cdot 40 = 0,096 \text{ m} = 9,6 \text{ cm}$$

Produljenje nije zanemarivo, i o njemu se mora voditi računa.

$$l = l_0 + \Delta l = 200 + 0,096 = 200,096 \text{ m}$$

Zanimljivost!

Zbog širenja i skupljanja materijala u starim kućama postoje duhovi. Čuje se razno škripanje ormara, i sl. Strašljiv čovjek bujne mašte tada može i vidjeti duhove.

Osim linearnog širenja ponekad je važno uočiti prostorno širenje tijela. O prostornom širenju govorimo onda kad su sve dimenzije tijela približno jednake. Često je to primjenjivije na tekućine i plinove. Ako u nekoj boci imamo tekućinu natočenu do vrha čepa može doći do istjecanja tekućine izbijanjem čepa usljed širenja tekućine. Širenjem tijela mijenja se njihova gustoća (postaje manja). Masa ostaje ista.

Prostorne tri dimenzije svode se na linearno rastezanje svake pojedine dimenzije.

Zadatak 6.

Koliko će se promijeniti obujam aluminijske kocke sa stranicom od 25 cm kad se kocka zagrije sa 0 °C na 200 °C ? Koliko je obujam zagrijane kocke ?

$$l_0 = 25 \text{ cm} = 0,25 \text{ m}$$

$$t_1 = 0 \text{ °C}$$

$$t_2 = 200 \text{ °C}$$

$$\alpha = 0,0000141 \text{ 1/K}$$

$$\Delta V = ? \text{ cm}^3$$

$$V_{200} = ? \text{ cm}^3$$

Produljenje jedne dimenzije:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$$

$$\Delta l = 0,25 \cdot 0,0000141 \cdot (200 - 0)$$

$$\Delta l = 0,000705 \text{ m} = 0,0705 \text{ cm}$$

Obujam tijela pri 0 °C

$$V = l_0^3 = l_0 \cdot l_0 \cdot l_0 = 0,25 \cdot 0,25 \cdot 0,25 =$$

$$V = 0,015625 \text{ m}^3$$

$$V = 15625 \text{ cm}^3$$

Povećana stranice kocke

$$l = l_0 + \Delta l = 25 + 0,07 = 25,07 \text{ cm}$$

Obujam kocke pri 200 °C

$$V_{200} = l \cdot l \cdot l = 25,07 \cdot 25,07 \cdot 25,07 = 15756$$

Promjena obujma kocke

$$\Delta V = V_{200} - V_0 = 15756 - 15625 = 131,6 \text{ cm}^3$$

Obujam je porastao za 130 ml, veličina male bočice za parfem.

DZ

1. Objasni anomaliju vode.
2. Eiffelov toranj u Parizu visok je 300 m. Napravljen je od željeza. Koliko je visina tornja veća ljeti pri temperaturi od 30 °C u odnosu na zimu pri 0 °C ?
Rj. 1 metar željeza se pri povišenju temperature za 1 °C produlji za 0,012 mm, a to znači da će se 300 m produljiti $300 \times 0,012 \text{ mm} = 3,6 \text{ mm}$, a pri porastu temperature za 30 °C produljiti će se 30 puta više nego za 1 °C, tj. $30 \times 3,6 \text{ mm} = 108 \text{ mm}$, je približno 11 cm. Eiffelov toranj će ljeti biti za oko 11 cm viši nego zimi.

Toplina – vježba 3.

Zadatak 7.

Koliko je topline potrebno da se 50 litara vode zagrije sa 13 °C na 23 °C ?

$$V=50 \text{ l} \dots m=50 \text{ kg}$$

$$t_1=13 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2=23 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c=4200 \text{ J/kgK}$$

$$Q = ? \text{ J}$$

$$T_1=t_1+273=13+273=286 \text{ K}$$

$$T_2=t_2+273=23+273=296 \text{ K}$$

$$\Delta T=\Delta t=T_2-T_1=296-286=10 \text{ K}$$

$$Q=m \cdot c \cdot \Delta T=50 \cdot 4200 \cdot 10=2100000 \text{ J}=2100 \text{ kJ}=2,1 \text{ MJ}$$

Zadatak 8.

Kad se komad zagrijanog srebra mase 120 g ohladi sa 66 °C na 16 °C okolini se preda energija u obliku topline od 1,5 kJ. Koliki je specifični toplinski kapacitet srebra ?

$$m=120 \text{ g}=0,12 \text{ kg}$$

$$t_1=16 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2=66 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q=1,5 \text{ kJ}=1500 \text{ J}$$

$$c = ? \text{ J/kgK}$$

$$\Delta t=t_2-t_1=66-16=50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c=Q/m \cdot \Delta t=1500/0,12 \cdot 50=250 \text{ J/kgK}$$

Zadatak 9.

Koliko toplinu preda okolini vreća voda obujma 500 cm³ kad se ohladi na temperaturu od 20 °C ?

$$V=500 \text{ cm}^3$$

$$t_2=100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_1=20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c=4200 \text{ J/kgK}$$

$$Q = ? \text{ J}$$

$$m=\rho \cdot V=1000 \cdot 500/1000000=0,5 \text{ kg}$$

$$Q=m \cdot c \cdot \Delta t=0,5 \cdot 4200 \cdot (100-20)=168000 \text{ J}=168 \text{ kJ}$$

Zadatak 10.

Električni bojler sadrži 80 l vode. Vodu treba zagrijati od 12 °C na 80 °C. Koliko je energije potrebno za zagrijavanje vode? Koliku snagu mora imati bojler ako želimo da se voda u njemu zagrije za 1 sat, a korisnost bojlera je 95 % ?

$$V=80 \text{ l} \dots m=80 \text{ kg}$$

$$t_1=12 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2=80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c=4200 \text{ J/kgK}$$

$$t=1 \text{ h}=3600 \text{ s}$$

$$\eta=95 \text{ } \%=0,95$$

$$Q = ? \text{ J}$$

$$P_k = ? \text{ W}$$

$$P_u = ? \text{ W}$$

$$Q=m \cdot c \cdot \Delta t=m \cdot c \cdot (t_2-t_1)$$

$$Q=80 \cdot 4200 \cdot (80-12)=22848000 \text{ J}=22,848 \text{ MJ}$$

$$P_k=W/t=22848000/3600=6346 \text{ W}=6,5 \text{ kW}$$

$$\eta=P_k/P_u \dots P_u=P_k/\eta=6346/0,95=6680 \text{ W}$$

I kod bojlera na grijaču postoje neki gubici topline, npr. zbog kamenca.

DZ

1. Za koliko će se povećati unutarnja energija vode mase 2 kg ako joj se temperatura povisi za 30 K ?
Rj. $Q=252 \text{ kJ}$
2. Za vrijeme bušenja čelično svrdlo mase 50 g zagrijalo se za 60 K. Koliko topline je svrdlo predalo okolini kad se je ohladilo na temperaturu prije bušenja ?
Rj. $Q=1260 \text{ J}$

Toplina – vježba 4.

Zadatak 11.

Koliko je topline potrebno da se 1 kg vode zagrije za 80 °C ako znamo da je za 1 °C potrebno 4200 J ?

$$\Delta t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 4200 \text{ J} \dots \text{ toplina potrebna da se vodi temperatura povisi za } 1 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q_{80} = ? \text{ J}$$

$$Q_{80} = 80 * Q_1 = 80 * 4200 = 336000 \text{ J} = 336 \text{ kJ}$$

Zadatak 12.

Ako imamo grijač (ronilo) snage 600 W koliko bi nam vremena trebalo za zagrijavanje 1 litre vode za 80 °C ?

$$P = 600 \text{ W}$$

$$V = 1 \text{ l} \dots m = 1 \text{ kg}$$

$$\Delta t = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c = 4200 \text{ J/kgK}$$

$$Q = m * c * \Delta t = 1 * 4200 * 80 = 336000 \text{ J}$$

$$P = W/t \dots t = W/P = 336000/600 = 560 \text{ s} = 9 \text{ min } 20 \text{ s}$$

$$Q = ? \text{ J}$$

$$t = ? \text{ s}$$

Zadatak 13.

Električni grijač snage 1 kW može za 1 min zagrijati 1500 g nepoznate tekućine od 20 °C na 100 °C. Koliki je specifični toplinski kapacitet tekućine ?

$$P = 1000 \text{ W}$$

$$m = 1500 \text{ g} = 1,5 \text{ kg}$$

$$t_1 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t = 60 \text{ s}$$

$$Q = P * t = 1000 * 60 = 60000 \text{ J}$$

$$Q = m * c * (t_2 - t_1) \dots c = Q/m * (t_2 - t_1) = 60000/1,5 * (100 - 20)$$

$$c = 500 \text{ J/kgK}$$

$$c = ? \text{ J/kgK}$$

Zadatak 14.

Koliku je temperaturu imao komad olova ($c = 126 \text{ J/kgK}$) mase 64 g ako je pri hlađenju do 15 °C predao okolini 634 J topline ?

$$m = 64 \text{ g} = 0,064 \text{ kg}$$

$$t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q = 634 \text{ J}$$

$$c = 126 \text{ J/kgK}$$

$$\Delta t = Q/m * c = 634/0,064 * 126 = 643/0,064 = 79,73 \text{ }^\circ\text{C} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \dots t_2 = \Delta t + t_1 = 80 + 15 = 95 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$t_2 = ? \text{ }^\circ\text{C}$$

DZ

1. Bazen duljine 25 m, širine 10 m napunjen je vodom do visine 1,5 m. Koliku količinu topline trebamo dovesti ako želimo da se voda zagrije od 18 °C do 28 °C ?

$$\text{Rj. } Q = m * c * \Delta t = \rho * V * c * \Delta t = \rho * l * b * h * c * \Delta t = 1000 * 25 * 10 * 1,5 * 4200 * 10 = 1575000000 \text{ J} = 15,75 \text{ MJ}$$

2. Komad bakra mase 100 kg padne s visine od 5 m. Koliko je porasla temperatura tijela ako pretpostavimo da nije bilo gubitaka – pretvorbi, u druge oblike energije .

$$\text{Rj. } E = m * g * h = 100 * 10 * 5 = 5000 \text{ J} \dots \Delta t = Q/m * c = 5000/100 * 389 = 0,128 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{ili } m * g * h = m * c * \Delta t \dots \Delta t = g * h / c = 10 * 5 / 389 = 0,128 \text{ }^\circ\text{C} \dots \text{ možda ljepše rješenje, masa je nebitna?}$$

Napomena! Zadaci za DZ su iz zbirke Babić i Šindler...

Toplina – vježba 5.

Zadatak 15.

Odredi temperaturu smjese koja je nastala miješanjem vode mase 250 g temperature 48 °C s vodom mase 300 g temperature 70 °C ?

$$\begin{aligned} m_1 &= 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg} \\ m_2 &= 300 \text{ g} = 0,35 \text{ kg} \\ t_1 &= 48 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_2 &= 70 \text{ }^\circ\text{C} \\ c &= 4200 \text{ J/kgK} \\ \tau &= ? \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned} \quad \begin{aligned} \tau &= (m_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot t_1) / (m_1 + m_2) \\ \tau &= (0,3 \cdot 70 + 0,25 \cdot 48) / (0,25 + 0,3) \\ \tau &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Zadatak 16.

pomiješamo 300 g vode temperature 68 °C sa 500 g vode temperature 100 °C. Temperatura smjese je 88 °C. koliko je toplinu primila hladna voda? Koliko je toplinu vruća voda izgubila ?

$$\begin{aligned} m_1 &= 300 \text{ g} \\ t_1 &= 68 \text{ }^\circ\text{C} \\ Q_1 &= m_1 \cdot c \cdot (\tau - t_1) = 0,3 \cdot 4200 \cdot (88 - 68) = 25200 \text{ J} \\ \\ m_2 &= 500 \text{ g} \\ t_2 &= 100 \text{ }^\circ\text{C} \\ Q_2 &= m_2 \cdot c \cdot (t_2 - \tau) = 0,5 \cdot 4200 \cdot (100 - 88) = 25200 \text{ J} \\ \\ \tau &= 88 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{Koliko je topline vruća voda izgubila toliko je hladna dobila.} \\ Q_1 &= ? \text{ J} \\ Q_2 &= ? \text{ J} \\ Q_1 &= Q_2 \end{aligned}$$

Kad pomiješamo dvije različite tekućine, različitih temperatura, dobijemo smjesu čiju temperaturu računamo pomoću Richmanovog pravila, u stvari pomoću formule koju ćemo izvesti:

$$\begin{aligned} Q_1 &= Q_2 \quad \text{-----} \quad Q_{\text{PRIMLJENA}} = Q_{\text{PREDANA}} \\ m_1 \cdot c_1 \cdot (\tau - t_1) &= m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - \tau) \\ m_1 \cdot c_1 \cdot \tau - m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 &= m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 - m_2 \cdot c_2 \cdot \tau \\ m_1 \cdot c_1 \cdot \tau + m_2 \cdot c_2 \cdot \tau &= m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 \\ \tau \cdot (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) &= m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 \\ \tau &= (m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1) / (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) \end{aligned}$$

Zadatak 17.

Pomiješajmo $m_1=500$ g alkohola temperature $t_1=15$ °C ($c_1=2500$ J/kgK) i $m_2=250$ g vode temperature $t_2=30$ °C ($c_2=4200$ J/kgK) i pomoću Richmanovog pravila odredimo temperaturu novonastale smjese ?

$$\begin{aligned} \tau &= (m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 + m_1 \cdot c_1 \cdot t_1) / (m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_2) \\ \tau &= (0,25 \cdot 4200 \cdot 30 + 0,5 \cdot 2500 \cdot 15) / (0,5 \cdot 2500 + 0,25 \cdot 4200) \\ \tau &= (31500 + 18750) / (1250 + 1050) \\ \tau &= 50250 / 2300 \\ \tau &= 21,8 \text{ }^\circ\text{C} \text{ je temperatura smjese.} \end{aligned}$$

DZ

1. Odredi temperaturu smjese od 0,5 kg vode temperature 100 °C i 0,5 kg strojnog ulja ($c=1900$ J/kgK) temperature 40 °C ?

$$\begin{aligned} \text{Rj.} \quad m_1 \cdot c_1 \cdot (\tau - t_1) &= m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - \tau) \\ 0,5 \cdot 1900 \cdot (\tau - 40) &= 0,5 \cdot 4200 \cdot (100 - \tau) \\ 950 \cdot \tau - 38000 &= 210000 - 2100 \cdot \tau \\ 3050 \cdot \tau &= 248000 \\ \tau &= 81,31 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Toplina – vježba 6.

Prvi zakon termodinamike

$$\Delta U = Q - W$$

ΔU je promjena unutarnje energije (zbroj kinetičke i potencijalne energije čestica tijela) i može se ostvariti na dva načina :

dovođenjem topline (zagrijavanje tijela) - uzima se da je dovedena toplina Q pozitivna

ili odvođenjem topline (hlađenje tijela) - tada se za Q uzima da je negativna .

obavljanjem mehaničkog rada na tijelu – uzima se da je dovedeni (uloženi) rad W negativan

ili tako da tijelo obavlja mehanički rad – tada je obavljeni rad W pozitivan.

Kada je Q ili W pozitivna ili negativna ovisi o dogovorenom pravilu.

Do sada smo se uglavnom bavili slučajevima u kojima je dovedeni ili obavljeni rad tijela bio jednak 0 (nuli) pa je promjena unutarnje energije (a time i temperature tijela) ovisila isključivo o količini dovedene topline (zagrijavanjem) ili količini odvedene topline (hlađenjem):

$$\Delta U = Q - W = Q - 0 = Q \dots\dots \Delta U = Q \dots\dots \text{zagrijavanje } \Delta U = Q \dots\dots \text{hlađenje } \Delta U = -Q \text{ (} -\Delta U = Q \text{)}$$

Zadatak 17.

Kolika je promjena unutarnje energije tijela kojem predamo 1600 J topline i istodobno na njemu obavimo rad (npr udaranjem čekićem po njemu) od 800 J ?

$Q = 1600 \text{ J}$ po dogovoru je toplina pozitivna ako se dovodi tijelu!

$W = -800 \text{ J}$ po dogovoru je rad pozitivan ako se obavlja na tijelu!

 $\Delta U = ? \text{ J}$

$$\Delta U = Q - W$$

$$\Delta U = 1600 - (-800) = 1600 + 800 = 2400 \text{ J}$$

Znači sva dovedena toplina i obavljeni mehanički rad potrošili su se na povećanje unutarnje energije tijela, tj. na povećanje kinetičke i potencijalne energije čestica tijela ($\Delta U = E_k + E_p$). Čestice od kojih se sastoji tijelo sada se brže kreću (kinetička energija) i razmak među njima je manji (potencijalna energija). U osnovi radi se o zakonu očuvanja energije, energija nije nestala ona je promijenila oblike.

Zadatak 18.

Tijelo (neki plin) je povećalo svoju unutarnju energiju za 800 J i obavilo rad od 1600 J, koliko topline je tijelo primilo izvana ?

$$\Delta U = 800 \text{ J}$$

$W = 1600 \text{ J}$ po dogovoru rad je pozitivan jer je tijelo obavilo rad

$$Q = ? \text{ J}$$

$$\Delta U = Q - W \dots\dots Q = \Delta U + W = 800 + 1600 = 2400 \text{ J}$$

Vidimo da se je tijelu dovelo 2400 J topline kako bi mu se povisila temperatura i kako bi izvršio rad.

Druzi zakon termodinamike

$$\eta = W/Q$$

η - korisnost u % (zapravo je to poznati izraz: $\eta = W_{\text{DOBIVENO}}/W_{\text{ULOŽENO}}$ gdje je $Q = W_{\text{ULOŽENO}}$)

Ovaj zakon dovodi u vezu rad i toplinu i odnosi se na rad toplinskih strojeva. Uložena energija (toplina) ne pretvara se za vrijeme rada stroja sva u rad (što bi bilo idealno) već se dio troši za povećanje unutarnje energije tijela (što smo razmatrali). Taj dio koji se kod strojeva troši na unutarnju energiju smatramo gubicima energije (što je i logično jer niko ne želi da mu se stroj grije, ali to se ne može u potpunosti izbjeći). Nastojimo da ti gubici budu što manji. Gubici još mogu nastajati i zbog nepotpunog izgaranja goriva.

Zadatak 19.

Koliku korisnost ima stroj (automobilski motor) koji obavi rad od 3500 J , a za to mu je potrebna toplina od 10000 J ?

$$W = 3500 \text{ J}$$

$$\eta = W/Q = 3500/10000 = 0,35 \dots\dots \eta = 35 \%$$

$$Q = 10000 \text{ J}$$

$$\eta = ? \%$$

Automobilski motor ima velike gubitke, mnogo toplinske energije troši se na povećanje unutarnje energije samog motora (zato se zagrijava i trebamo ga hladiti).

Toplina 7. - priprema za test znanja

Zadatak 20.

Bazen dug 5 m, širok 2,5 m i visok 1 m napunjen je vodom do 4/5 visine. Koliku toplinu treba dovesti ako želimo temperaturu vode povisiti sa 10 °C na 30 °C. Zanimarimo gubitak topline.

$$\begin{aligned} l &= 5 \text{ m} \\ b &= 2,5 \text{ m} \\ h &= 1 \text{ m} & h_1 &= 4/5 * h = 4/5 * 1 = 4/5 = 0,8 \text{ m} \\ t_1 &= 10 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_2 &= 30 \text{ }^\circ\text{C} & V &= l * b * h_1 = 5 * 2,5 * 0,8 = 10 \text{ m}^3 \\ c &= 4200 \text{ J/kgK} \\ \rho &= 1000 \text{ kg/m}^3 & m &= \rho * v = 1000 * 10 = 10000 \text{ kg} \\ \text{-----} & & Q &= m * c * \Delta t = m * c * (t_2 - t_1) = 10000 * 4200 * (20 - 10) \\ Q &= ? \text{ J} & Q &= 840000000 \text{ J} = 840 \text{ MJ} \end{aligned}$$

Zadatak 21.

Koliku temperaturu ima komad kamena mase 10 kg kad mu se doda 11,5 kJ topline? Temperatura kamena prije zagrijavanja bila je 15 °C, a specifični toplinski kapacitet mu je 840 J/kgK.

$$\begin{aligned} m &= 10 \text{ kg} \\ Q &= 11,5 \text{ kJ} = 11500 \text{ J} & Q &= m * c * \Delta t \\ t_1 &= 15 \text{ }^\circ\text{C} \\ c &= 840 \text{ J/kgK} & \Delta t &= Q / m * c = 11500 / 10 * 840 = 1,36 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{-----} & & \Delta t &= t_2 - t_1 \text{ } t_2 = \Delta t + t_1 = 1,36 + 15 = 16,36 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_2 &= ? \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Zadatak 22.

Koliku temperaturu ima mješavina vode ako se pomiješa voda mase 120 g temperature 25 °C i voda mase 50 g temperature 42 °C ?

$$\begin{aligned} m_1 &= 120 \text{ g} \\ t_1 &= 25 \text{ }^\circ\text{C} \\ m_2 &= 50 \text{ g} \\ t_2 &= 42 \text{ }^\circ\text{C} \\ c &= 4200 \text{ J/kgK} \\ \text{-----} & & Q_1 &= Q_2 \\ \tau &= ? \text{ }^\circ\text{C} & m_1 * c * \Delta t &= m_2 * c * \Delta t \\ & & \tau &= (m_2 * t_2 + m_1 * t_1) / (m_1 + m_2) \\ & & \tau &= (0,05 * 42 + 0,12 * 25) / (0,12 + 0,05) \\ & & \tau &= 30 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Zadatak 23.

U 0,6 kg vode temperature 25 °C ulijemo 0,4 kg žive (c=100 J/kgK) temperature 60 °C. Kolika je temperatura smjese ?

$$\begin{aligned} m_1 &= 0,6 \text{ kg} \\ m_2 &= 0,4 \text{ kg} \\ c_1 &= 4200 \text{ J/kgK} \\ c_2 &= 100 \text{ J/kgK} \\ t_1 &= 25 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_2 &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{-----} & & Q_1 &= Q_2 \\ \tau &= ? \text{ }^\circ\text{C} & m_1 * c_1 * t_1 &= m_2 * c * t_2 \\ & & \tau &= (m_2 * c_2 * t_2 + m_1 * c_1 * t_1) / (m_1 * c_1 + m_2 * c_2) \\ & & \tau &= (0,4 * 100 * 60 + 0,6 * 4200 * 25) / (0,6 * 4200 + 0,4 * 100) \\ & & \tau &= 25,54 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Zadatak 24.

U kadu smo ulili 40 litara vode temperature 60 °C. Koliko hladne vode temperature 20 °C moramo uliti u kadu da dobijemo vodu ugodnu za kupanje od 30 °C ?

$$\begin{aligned} V_1 &= 40 \text{ l } m_1 = 40 \text{ kg} \\ t_1 &= 60 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_2 &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \\ \tau &= 30 \text{ }^\circ\text{C} \\ \text{-----} & & Q_1 &= Q_2 \\ m_2 &= ? \text{ kg} & m_1 * c * \Delta t_1 &= m_2 * c * \Delta t_2 \\ & & m_1 * (\tau - t_1) &= m_2 * (t_2 - \tau) \\ & & 40 * (30 - 60) &= m_2 * (20 - 30) \\ & & -1200 &= -10 * m_2 \\ & & m_2 &= 120 \text{ kg } V_2 = 120 \text{ l} \end{aligned}$$

Toplina 8. - priprema za test znanja

Zadatak 25.

Koliko je topline potrebno stvoriti u toplinskom motoru dizalice koji ima korisnost 20% da bi se njome digao teret od 400 kg na visinu od 12 m ?

$$\begin{aligned} m &= 400 \text{ kg} & W &= m \cdot g \cdot h = 400 \cdot 10 \cdot 12 = 48000 \text{ J} \\ h &= 12 \text{ m} & \eta &= W/Q \dots Q = W/\eta = 48000/0,2 = 240000 \text{ J} = 240 \text{ kJ} = 0,24 \text{ MJ} \\ \eta &= 20 \% = 0,2 & & \\ \hline Q &= ? & & \end{aligned}$$

Zadatak 26.

Kamena stijena ($c=1004 \text{ J/kgK}$) padne s 5 metara visine. Za koliko će se povisiti njezina temperatura ako se cjelokupna kinetička energija pretvori u unutarnju energiju ?

$$\begin{aligned} h &= 5 \text{ m} & E_p &= m \cdot g \cdot h \dots\dots E_p \rightarrow E_k \dots\dots Q = m \cdot c \cdot \Delta t \\ c &= 1004 \text{ J/kgK} & & \\ \hline \Delta t &= ? \text{ } ^\circ\text{C} & m \cdot g \cdot h &= m \cdot c \cdot \Delta t \\ & & \Delta t &= g \cdot h / c \\ & & \Delta t &= 10 \cdot 5 / 1004 = 0,0049 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Zadatak 27.

Niz slap visine 50 m padne svake sekunde 100 l vode. Za koliko je stupnjeva temperatura vode na dnu slapa veća od one na vrhu ?

$$\begin{aligned} h &= 50 \text{ m} & E_p &= m \cdot g \cdot h = 100 \cdot 10 \cdot 50 = 50000 \text{ J} \\ V &= 100 \text{ l} \dots m = 100 \text{ kg} & E_p &= E_k = Q = m \cdot c \cdot \Delta t \dots\dots \Delta t = Q/m \cdot c = 50000/100 \cdot 4200 \\ t &= 1 \text{ s} & & \\ \hline \Delta t &= ? \text{ } ^\circ\text{C} & \Delta t &= 0,119 \text{ } ^\circ\text{C} \\ & & \text{može i ovako: } \Delta t &= g \cdot h / c = 10 \cdot 50 / 4200 = 0,119 \text{ } ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Zadatak 28.

Parni stroj korisnosti 12 % ima korisnu snagu 22,3 kW. Koliko topline je potrebno parnom stroju za jedan sat rada ?

$$\begin{aligned} \eta &= 12 \% = 0,12 & W_k &= P_k \cdot t = 22300 \cdot 3600 = 60280000 \text{ J} \\ P_k &= 22,3 \text{ kW} = 22300 \text{ W} & \eta &= W_k/Q \dots\dots Q = W_k/\eta = 60280000/0,12 = 669000000 \text{ J} \\ t &= 1 \text{ h} = 3600 \text{ s} & & \\ \hline Q &= ? & Q &= 669 \text{ MJ} = 0,669 \text{ GJ} \end{aligned}$$

Zadatak 29.

U jednoj minuti potrebno je 20 l vode zagrijati od $12 \text{ } ^\circ\text{C}$ do $80 \text{ } ^\circ\text{C}$. Kolika je potrebna snaga grijača ako gubitke topline zanemarimo? Kolika je potrebna snaga grijača ako je njegova korisnost 60 % ?

$$\begin{aligned} V &= 20 \text{ l vode} \dots m = 20 \text{ kg} & P &= W/t = Q/t = m \cdot c \cdot \Delta t / t = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1) / t \\ t_1 &= 12 \text{ } ^\circ\text{C} & P &= 20 \cdot 4200 \cdot (80 - 12) / 60 = 95200 \text{ W} = 95,2 \text{ kW} \\ t_2 &= 80 \text{ } ^\circ\text{C} & \eta &= P_k/P_u \dots\dots P_u = P_k/\eta = 95,2/0,6 = 158,7 \text{ kW} \\ c &= 4200 \text{ J/kgK} & & \\ t &= 1 \text{ min} = 60 \text{ s} & & \\ \hline P &= ? \text{ za } \eta = 100\% & & \\ P_u &= ? \text{ za } \eta = 60 \% = 0,6 & & \end{aligned}$$

DZ

1. U akvariju širine 30 cm, duljine 10 dm i visine 0,5 m potrebno je promijeniti vodu. Temperatura hladne vode je 285 K što je prehladno za ribice pa je vodu potrebno zagrijati na 298 K . Koliko topline treba dovesti vodi u akvariju ? Kolika mora biti snaga grijača koji zagrijava vodu u akvariju ako želimo da se voda zagrije za 20 minuta ?

$$\text{Rj. } m = 150 \text{ kg} \quad , \quad Q = 8190 \text{ kJ} \quad , \quad P = 6825$$

Toplina 9. - test znanja

grupa A

1. Koliku je temperaturu imao komad srebra ($c=250 \text{ J/kgK}$) mase 50 dag ako je pri hlađenju do $18 \text{ }^\circ\text{C}$ oslobodio $6,5 \text{ kJ}$ topline?
2. Bazen koji ima površinu dna 20 m^2 i visinu 150 cm napunjen je vodom temperature $15 \text{ }^\circ\text{C}$ do $2/3$ visine. Koliko topline moramo dovesti vodi ako želimo da se zagrije na $22 \text{ }^\circ\text{C}$? Koliko vremena će nam za to trebati ako je u bazen ugrađeno 10 grijača svaki snage 1000 W ?
3. Niz slap visine 150 m padne svake sekunde 100 l vode. Za koliko je stupnjeva temperatura vode na dnu slapa veća od one na vrhu?
4. Komad stakla mase 300 g ($c=840 \text{ J/kgK}$) temperature 361 K ubaci se u 200 cm^3 vode temperature 285 K . Za koliko će se povećati temperatura vode? Za koliko će se sniziti temperatura stakla? Koliko topline će voda pritom dobiti od stakla?
5. Ako komad bakra mase 20 dag temperature 373 K uronimo u 65 cm^3 vode temperature 283 K povisi se temperatura vode na 303 K . Koliki je specifični toplinski kapacitet bakra?

grupa B

1. Koliku će temperaturu imati komad olova ($c=130 \text{ J/kgK}$) mase 250 g i temperature 293 K ako mu se pri zagrijavanju dovede $5,4 \text{ kJ}$ topline?
2. Koliko je topline potrebno stvoriti u toplinskom motoru dizalice koji ima korisnost 25% da bi se njome digao teret od 500 kg na visinu od 10 m ?
3. Koliko ulja temperature 293 K treba uliti u veliku posudu u kojoj se već nalazi 3 dm^3 istog ulja temperature 353 K da bi temperatura smjese bila $50 \text{ }^\circ\text{C}$ (za ulje $c=2200 \text{ J/kgK}$; $\rho=0,9 \text{ g/cm}^3$)?
4. Komad željeza ($c=460 \text{ J/kgK}$) mase 20 dag zagrijemo na $800 \text{ }^\circ\text{C}$. Zatim ga uronimo u veliku posudu s 10 litara vode temperature 300 K . Za koliko će se povećati temperatura vode? Za koliko će se sniziti temperatura željeza? Koliko topline će željezo pritom predati vodi?
5. Hladna voda ima temperaturu $10 \text{ }^\circ\text{C}$ a topla $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Koliko treba pomiješati hladne i tople vode da se dobije 50 litara vode temperature $45 \text{ }^\circ\text{C}$?

Toplina 10. – ispravak testa znanja

A

1. $c=250 \text{ J/kgK}$ $Q=m*c*\Delta t$ $\Delta t=Q/m*c=6500/0,5*250=52 \text{ }^\circ\text{C}$
 $m=50 \text{ dag}=0,5 \text{ kg}$
 $t_1=18 \text{ }^\circ\text{C}$
 $Q=6,6 \text{ kJ}=6500 \text{ J}$ $t_2=t_1+\Delta t=18+52=70 \text{ }^\circ\text{C}$

 $t_2= ? \text{ }^\circ\text{C}$
2. $S=20 \text{ m}^2$ $Q=m*c*\Delta t=20000*4200*7=$
 $h=150 \text{ cm}=1,5 \text{ m}$ $Q=588000000 \text{ J}$
 $t_1=15 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t_2=22 \text{ }^\circ\text{C}$
 $H=2/3*h=2/3*1,5=1 \text{ m}$ $t=Q/P=588000000/10000=58800 \text{ s}$
----- $t=980 \text{ min}=16,33 \text{ h}$
 $Q= ? \text{ J}$
 $t= ? \text{ s}$ za grijače $P=10*1000 \text{ W}=10000 \text{ W}$
3. $h=150 \text{ m}$ $E_p=m*g*h=100*10*150=150000 \text{ J}$
 $V=100 \text{ l}$ $m=100 \text{ kg}$
 $t=1 \text{ s}$ $E_p=E_k=Q=m*c*\Delta t$ $\Delta t=Q/m*c=150000/100*4200$
----- $\Delta t=0,357 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta t= ? \text{ }^\circ\text{C}$

može i ovako: $\Delta t=g*h/c=10*150/4200=0,357 \text{ }^\circ\text{C}$
4. $m_2=300 \text{ g}=0,3 \text{ kg}$ $m_1=\rho*V_1=1*200=200 \text{ g}=0,2 \text{ kg}$
 $c_2=840 \text{ J/kgK}$
 $t_2=361 \text{ K}=88 \text{ }^\circ\text{C}$ $t=(m_1*c_1*t_1+m_2*c_2*t_2)/(m_1*c_1+m_2*c_2)$
 $V_1=200 \text{ cm}^3$
 $t_1=285 \text{ K}=12 \text{ }^\circ\text{C}$ $t=(0,2*4200*12+0,3*840*88)/(0,2*4200+0,3*840)$
----- $t=29,53 \text{ }^\circ\text{C}$ približno $30 \text{ }^\circ\text{C}$
 $t= ? \text{ }^\circ\text{C}$

povećanje temperature vode je $\Delta t_1=30-12=18 \text{ }^\circ\text{C}$
sniženje temperature stakla je $\Delta t_2=88-30=58 \text{ }^\circ\text{C}$

 $Q_2=m_2*c_2*\Delta t_2=0,3*840*58=14616 \text{ J}$ približno 15000 J
 $Q_1=m_1*c_1*\Delta t_1=0,2*4200*18=15120 \text{ J}$ približno 15000 J
5. $m_1=20 \text{ dag}=0,2 \text{ kg}$ $Q_1=Q_2$
 $t_1=373 \text{ K}$ $m_1*c_1*\Delta t_1=m_2*c_2*\Delta t_2$
 $c_2=4200 \text{ J/kgK}$ $m_1*c_1*(t_1-\tau)=m_2*c_2*(\tau-t_2)$
 $V_2=65 \text{ cm}^3$
 $\rho=1 \text{ g/cm}^3$ $m_2=\rho*V_2=1*65=65 \text{ g}=0,065 \text{ kg}$
 $t_2=283 \text{ K}$
 $\tau=303 \text{ K}$
----- $c_1=[m_2*c_2*(\tau-t_2)]/[m_1*(t_1-\tau)]$
 $c_1= ? \text{ J/kgK}$ $c_1=[0,065*4200*(303-283)]/[0,2*(373-303)]$
 $c_1=5460/14=390 \text{ J/kgK}$

B

1. $m=250 \text{ g}=0,25 \text{ kg}$ $Q=m*c*\Delta t$
 $t_1=293 \text{ K}$
 $Q=5,4 \text{ kJ}=5400 \text{ J}$ $\Delta t=Q/m*c=5400/0,23*130$
 $c=130 \text{ J/kgK}$ $\Delta t=166 \text{ }^\circ\text{C}$

 $t_2= ? \text{ }^\circ\text{C}$ $t_2=t_1+\Delta t=20+166=186 \text{ }^\circ\text{C}$
2. $m=500 \text{ kg}$ $W=m*g*h=500*10*10=50000 \text{ J}=50 \text{ kJ}$
 $h=10 \text{ m}$
 $\eta=25 \% =0,25$ $\eta=W/Q \dots Q=W/\eta=50000/0,25=200000 \text{ J}=200 \text{ kJ}=0,2 \text{ MJ}$

 $Q= ? \text{ J}$
3. $t_1=293 \text{ K}=20 \text{ }^\circ\text{C}$ $m_2=\rho*V_2=0,9*3000$
 $V_2=3 \text{ dm}^3=3 \text{ l}=3000 \text{ cm}^3$ $m_2=2700 \text{ g}=2,7 \text{ kg}$
 $t_2=353 \text{ K}=80 \text{ }^\circ\text{C}$ $\tau=(m_1*t_1+m_2*t_2)/(m_1+m_2)$
 $\tau=50 \text{ }^\circ\text{C}$ $50=(m_1*20+2,7*80)/(m_1+2,7)$
 $c=2200 \text{ J/kgK}$ $50*m_1+135=20*m_1+216$
 $\rho=0,9 \text{ g/cm}^3$ $m_1=81/30=2,7 \text{ kg}$

 $V_1= ? \text{ l}$ $V_1=m_1/\rho=2700/0,9=3000 \text{ cm}^3=3 \text{ l}$
4. $c_2=460 \text{ J/kgK}$ $\tau=(m_1*c_1*t_1+m_2*c_2*t_2)/(m_1*c_1+m_2*c_2)$
 $m_2=20 \text{ dag}=0,2 \text{ kg}$ $\tau=(10*4200*27+0,2*460*800)/(10*4200+0,2*460)$
 $t_2=800 \text{ }^\circ\text{C}$ $\tau=28,68 \text{ }^\circ\text{C}$ približno $29 \text{ }^\circ\text{C}$
 $V_1=10 \text{ l} \dots m_1=10 \text{ kg}$
 $t_1=300 \text{ K}=27 \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta t_1=\tau-t_1=29,68-27=1,68 \text{ }^\circ\text{C}$

 $\tau= ? \text{ }^\circ\text{C}$ $\Delta t_2=t_2-\tau=800-28,68=771,31 \text{ }^\circ\text{C}$
 $\Delta t_1= ? \text{ }^\circ\text{C}$ $Q_1=m_1*c_1*\Delta t_1=10*4200*1,68=70560 \text{ J}$
 $\Delta t_2= ? \text{ }^\circ\text{C}$ $Q_2=m_2*c_2*\Delta t_2=0,2*460*771,31=70960 \text{ J}$
 $Q= ? \text{ J}$ $Q=Q_1=Q_2$
5. $V=50 \text{ l} \dots m=50 \text{ kg}$ $Q_1=Q_2$
 $t_2=80 \text{ }^\circ\text{C}$ $m_1*c*\Delta t_1=m_2*c*\Delta t_2$
 $t_1=10 \text{ }^\circ\text{C}$ $m_1*(\tau-t_1)=m_2*(t_2-\tau)$
 $\tau=45 \text{ }^\circ\text{C}$ $m=m_1+m_2 \dots m_2=m-m_1=50-m_1$

 $m_1= ? \text{ kg}$ $m_1*(\tau-t_1)=(50-m_1)*(t_2-\tau)$
 $m_2= ? \text{ kg}$ $m_1*(45-10)=(50-m_1)*(80-45)$
 $35*m_1=35*(50-m_1)$
 $35*m_1=1750-35*m_1$
 $70*m_1=1750$
 $m_1=1750/70=25 \text{ kg}$
 $m_2=50-25=25 \text{ kg}$