

# Vježbe

Energija, rad, snaga

$$dE = F ds$$

$$\frac{dE}{ds} = F$$

npr.  $E_{pot} = mgh$

$$\frac{dE}{dh} = mg - \text{sila teže}$$

kinetička energija

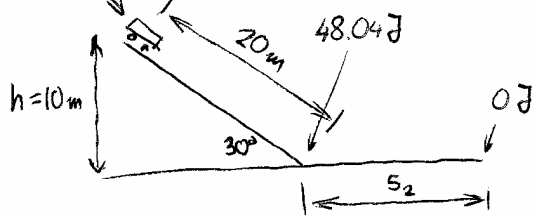
$$dE = F ds = ma ds = m \frac{dv}{dt} ds = m \frac{ds}{dt} dv = m v dv$$

$$\frac{dE}{dv} = m v \Rightarrow E = \frac{1}{2} m v^2$$

u gravitacijskom polju

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad E = -G \frac{m_1 m_2}{r} \quad \left( \frac{dE}{dr} = F \right)$$

- (28) Kolica (mase 1 kg) se nalaze na kosini nagiba  $30^\circ$ , udaljena 20 m od podnožja kosine. Koef. trenja kolica s podlogom iznosi 0.3, 100 J na kosini i na vodoravnoj podlozi. Koliki će put kolica prevaliti do zaustavljanja?



$$s = s_1 + s_2 = 36.013 \text{ m}$$

kinematičko rješenje:

$$s_1 = 20 \text{ m}$$

$$a_1 = g \sin 30^\circ - \mu g \cos 30^\circ = 2.402 \text{ m/s}^2$$

$$v^2 = 2a_1 s_1 = 96.08 \text{ m/s}^2$$

na vodoravnoj podlozi  $a_2 = -\mu g = -3 \text{ m/s}^2$

$$s_2 = \frac{v^2}{2|a_2|} = 16.013 \text{ m}$$

- (29) Izračunajte rad potreban da se masa 1 kg podigne sa površine Zemlje na visinu

- a) 100 m  
b) 80 km  
c) 10 000 km

uz  $W = \Delta E_{pot} = m g \Delta h$

a)  $W = 1000 \text{ J}$  (✓)

b)  $W = 800 000 \text{ J}$  (≈)!

c)  $W = 10^8 \text{ J}$  (x)

dinamičko rješenje:

$$E_0 = mgh = 1 \cdot 10 \cdot 10 = 100 \text{ J}$$

$$F_{tr} = \mu mg \cos \alpha = 2.598 \text{ N}, s_1 = 20 \text{ m}$$

$$\Delta E = F_{tr} s_1 = 51.96 \text{ J} \Rightarrow E_1 = 48.04 \text{ J}$$

$$F_{tr} = 3 \text{ N}$$

$$E_1 = F_2 \Delta s_2 \Rightarrow \Delta s_2 = \frac{48.04 \text{ J}}{3 \text{ N}} = 16.013 \text{ m}$$

uz  $g \neq \text{konst}$

$$\Delta E = E(R+h) - E(R) = -G m m_z \left( \frac{1}{R+h} - \frac{1}{R} \right)$$

$$= -G m m_z \frac{R - R - h}{R(R+h)}$$

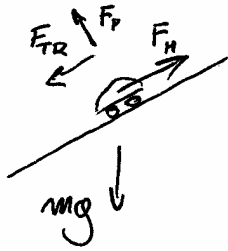
$$= +G \frac{m m_z}{R^2} \cdot \frac{Rh}{R+h} = mgh \left( \frac{R}{R+h} \right)$$

a)  $W = 1000 \text{ J} \cdot \frac{6371 \text{ km}}{6371.1 \text{ km}} = 999.9843 \text{ J}$

b)  $W = 800 000 \cdot \frac{6371}{6451} = 790 079 \text{ J}$

c)  $W = 10^8 \cdot \frac{6371}{16371} = 3.89 \cdot 10^7 \text{ J}$

30) Kojom se maksimalnom brzinom kreće automobil mase 900 kg na uzbrdici nagiba  $16^\circ$ , ako je koef. trenja kotrljanja kotača s podlogom 0.08, a snaga motora 60 kW? Otpor zraka zanemarite. Navedite sve sile koje djeluju na automobil



$$\begin{aligned}
 F_{\text{MOTORA}} &= F_{\text{TR}} + F_{\text{KOSINE}} \\
 &= \mu mg \cos \alpha + mg \sin \alpha \\
 &= 692.1 \text{ N} + 2480.7 \text{ N} = 3172.8 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$60000 = 3172.8 \cdot v \quad v = 18.91 \text{ m/s} = 68.1 \text{ km/h}$$

31) Tijelo mase 1.2 kg padne na tlo s visine 1.55 m. Brzina udara o tlo iznosi 5.1 m/s. Odredite postotak energije utrošen na savladavanje sile otpora zraka. Koliki je iznos te sile?

Dinamički:

$$E_0 = mgh = 18.6 \text{ J}$$

$$E_1 = \frac{1}{2}mv^2 = 15.606 \text{ J}$$

$$\Delta E = 2.994 \text{ J}$$

$$\frac{\Delta E}{E} = 0.161 = 16.1\%$$

$$F_0 = \frac{\Delta E}{\Delta s} = 1.932 \text{ N}$$

Kinematički:  $v^2 = 2as \Rightarrow a = \frac{v^2}{2s} = 8.39 \text{ m/s}^2$

$$F = mg - F_0$$

$$a = g - a_0 \Rightarrow a_0 = g - a = 1.61 \text{ m/s}^2$$

$$F_0 = 1.932 \text{ N} (m \cdot a_0)$$

$$\frac{\Delta E}{E} = \frac{a_0}{g} = 0.161 = 16.1\%$$

# Harmonijski oscilator

njihalo:

$$ma = -mg \sin \theta, \quad \sin \theta \approx \frac{x}{l}$$

$$a = -\frac{g}{l} x$$



- Njihalo
- Uteg na opruzi

Torziona vaga

Brod na vodi

LC strujni krug

Izvori i detektori valova

uteg na opruzi:

$$ma = -kx$$

$$a = -\frac{k}{m} x$$

općenito  $a = -\omega^2 x$

$$x = A \cdot \sin(\omega t + \varphi)$$

$$v = \frac{dx}{dt} = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$$

$$a = \frac{d^2x}{dt^2} = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi) = -\omega^2 x$$

A - amplituda

$\omega$  - kutna frekvencija

$\varphi$  - fazni kut

$$T = 2\pi \cdot \frac{1}{\omega}, \quad v_{\max} = A\omega$$

npr.  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$  nj.

$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$  op.

(32) Na opruzu konstante elastičnosti 450 N/m objesimo uteg mase 1.3 kg. Odredite

a) Period titranja  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0.33771 \text{ s}$

b) Amplitudu titranja za maksimalnu brzinu 40 cm/s

$$A = \frac{v_{\max}}{\omega} = 2.15 \text{ cm}$$

c) Energiju titranja za (b)

$$E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2 = 0.104 \text{ J}$$

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = 0.104 \text{ J}$$

$$E = E_k + E_p = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$$

e) Period titranja ako masu povećamo 7.5%

$$m' = 1.3 \cdot 1.075 = 1.3975 \text{ kg}$$

$$T' = 2\pi \sqrt{\frac{m'}{k}} = 0.35015 \text{ s}$$

d) Maksimalno ubrzanje za (b)

$$a_m = \omega^2 A = 7.4423 \text{ m/s}^2$$

33) Njihalo duljine 1.2m otklonimo  $8^\circ$  iz položaja ravnoteže i pustimo bez početne brzine. Odredite brzinu kroz ravnotežni položaj:

a) Iz jednačbi harmonijskog oscilatora

$$v_{\max} = A\omega, \quad \omega^2 = \frac{g}{l} \quad \omega = 2.88675 \text{ rad/s}$$

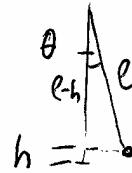
$$v_{\max} = 0.48209 \text{ m/s} \quad A = l \sin \theta = 0.167 \text{ m}$$

b) Iz očuvanja energije

$$\frac{1}{2} m v_{\max}^2 = mgh \quad h = 0.0116783 \text{ m}$$

$$v_{\max}^2 = 2gh = 0.233566$$

$$v_{\max} = 0.48329 \text{ m/s}$$



$$\frac{l-h}{l} = \cos \theta$$

$$h = l(1 - \cos \theta)$$

c) Odredite relativnu pogrešku (u %)

$$\delta = \frac{v_b - v_a}{v_b} = 1 - \frac{v_a}{v_b} = 1 - \frac{0.48209}{0.48329} = 0.002483 \quad (= 0.2483\%)$$

34) Uteg mase 0.6 kg titra na opruzi tako da je energija titranja 0.36 J uz amplitudu 2.4 cm. Odredite period titranja i brzinu utega u trenutku kada otklon iznosi 60% amplitude

$$E = \frac{1}{2} m v_{\max}^2$$

$$0.36 = \frac{1}{2} \cdot 0.6 \cdot v_{\max}^2$$

$$v_{\max} = \sqrt{1.2} = 1.095445 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{1}{2} k A^2$$

$$0.36 = \frac{1}{2} k \cdot 0.024^2$$

$$k = 1250 \text{ N/m}$$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$$

$$0.36 = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k \cdot (0.6A)^2$$

$$0.36 - 0.1296 = \frac{1}{2} \cdot 0.6 \cdot v^2 \rightarrow v = 0.87636 \text{ m/s}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 0.13766 \text{ s}$$

1.44 cm

35) Odredite masu utega matem. njihala ako je period njihanja 1.19s, a maksimalno ubrzanje  $0.33 \text{ m/s}^2$  pri energiji njihanja 0.0012 J.

$$T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = 5.28 \text{ rad/s}$$

$$\omega^2 A = a_m, \quad A = 0.01184 \text{ m}$$

$$\omega A = v_m, \quad v_m = 0.06251 \text{ m/s}$$

$$E = \frac{1}{2} m v_m^2 \Rightarrow m = \frac{2E}{v_m^2} = 0.614 \text{ kg}$$

# Vrtinja krutog tijela



Translacija	Rotacija
$s$	$\varphi$ kut
$v$	$\omega$ kutna brzina
$a$	$\alpha$ kutno ubrzanje
$t, E, P$	$t, E, P$ vrijeme, energija, snaga
$m$	$I$ moment tromosti
$F$	$M$ moment sile ( $\tau$ )
$p$	$L$ moment impulsa, zamah

## Moment tromosti

- štap kroz težište  $I_0 = \frac{1}{12} m l^2$

- kugla kroz središte  $I_0 = \frac{2}{5} m R^2$

- štap kroz kraj  $I = \frac{1}{3} m l^2$

površak o paralelnim osima  $I = I_0 + m d^2$

$$E = \frac{1}{2} m v^2 \rightarrow E = \frac{1}{2} I \omega^2$$

$$F = m \cdot a \rightarrow M = I \alpha$$

$$s = \frac{a}{2} t^2 \rightarrow \varphi = \frac{\alpha}{2} t^2$$

$$v^2 = 2as \rightarrow \omega^2 = 2\alpha\varphi$$

$$P = F \cdot v \rightarrow P = M \omega$$

Homogeni

(36) Štap duljine 90 cm ima masu 2 kg. Odredite moment tromosti s obzirom na os vrtinje:

a) kroz težište

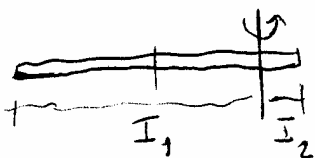
b) kroz kraj štapa

c) kroz točku na štapu udaljenu 10 cm od kraja

a)  $I = \frac{1}{12} m l^2 = 0.135 \text{ kg m}^2$

b)  $I = \frac{1}{3} m l^2 = 0.54 \text{ kg m}^2$

c)  $I = I_1 + I_2 = \frac{1}{3} m_1 l_1^2 + \frac{1}{3} m_2 l_2^2 = 0.379 \text{ kg m}^2 + 0.00740 \text{ kg m}^2 = 0.380 \text{ kg m}^2$



$$l_1 = 80 \text{ cm}$$

$$l_2 = 10 \text{ cm}$$

$$m_2 = 0.22 \text{ kg}$$

$$m_1 = 1.77 \text{ kg}$$

$$I_0 + m d^2, d = 0.35 \text{ m}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad = 0.135 + 0.245 = 0.38 \text{ kg m}^2$$

- 37) Štap mase 0.48 kg duljine 90cm rotira oko osi kroz težište početnom kutnom brzinom od 7.5 rad/s. Rotacija se jednoliko usporava, tako da se štap zaustavi nakon 15 sekundi. Odredite moment sile koji je djelovao na štap, i broj okretaja štapa do zaustavljanja.

$$\alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{-7.5 \text{ rad/s}}{15 \text{ s}} = -0.5 \text{ rad/s}^2$$

$$I = \frac{1}{12} m l^2 = \frac{0.48}{12} \cdot 0.9^2 = 0.0324 \text{ kg m}^2$$

$$M = I\alpha = 0.0162 \text{ Nm}$$

$$\varphi = \omega_0 t - \frac{\alpha}{2} t^2 = 112.5 - 56.25 = 56.25 \text{ rad} = 8.952 \text{ okr.}$$

- 38) Period vrtnje Zemlje iznosio je 23 sata pred 60 milijuna godina. Odredite kinetičku <sup>energiju</sup> rotacije Zemlje tada i danas. Koliki je prosječni moment sile zaustavljao rotaciju? Kolika je snaga te sile?

$$R_z = 6371 \text{ km}, m = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$E_{\text{rot}} = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{5} m R^2 \omega^2 = \frac{1}{5} m v_0^2$$

$$v_0 = \frac{2R_z \pi}{T} \text{ - obodna brzina}$$

$$v_0 = \frac{11119.5}{\text{br. sati}}$$

$$E_{\text{rot}}(23\text{h}) = 2.8047588 \cdot 10^{29} \text{ J}$$

$$E_{\text{rot}}(24\text{h}) = 2.5758983 \cdot 10^{29} \text{ J}$$

$$\Delta E = 2.2886 \cdot 10^{28} \text{ J}$$

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} = 1.2095 \cdot 10^{13} \text{ W}$$

$$v_0(24\text{h}) = 463.3122 \text{ m/s}$$

$$v_0(23\text{h}) = 483.4562 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 1.89216 \cdot 10^{15} \text{ s}$$

$$I = \frac{2}{5} m R^2 = 9.7415 \cdot 10^{37} \text{ kg m}^2$$

$$\alpha = \frac{20.144 \text{ m/s}}{1.205495 \cdot 10^{22} \text{ m}\cdot\text{s}} = 1.6710146 \cdot 10^{-21} \text{ rad/s}^2 \quad \alpha = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} = \frac{v_0(23\text{h}) - v_0(24\text{h})}{R \Delta t}$$

$$M = I \cdot \alpha = 1.6278 \cdot 10^{17} \text{ Nm}$$

- 39) Odredite masu i duljinu štapa ako znamo da je pri rotaciji oko težišta obodna brzina 0.9 m/s za energiju rotacije 0.324 J. Linijska gustoća štapa je 1.3 kg/m.

$$E = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{12} m l^2 \omega^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{3} m \cdot \left(\frac{l}{2}\right)^2 \omega^2 = \frac{1}{6} m v^2 \Rightarrow m = \frac{6E}{v^2} = 2.4 \text{ kg}$$

$$l = \frac{m}{\lambda} = 1.846 \text{ m}$$

# Vježbe 18.1.2021.

Očuvanje impulsa  
očuvanje energije

$$\vec{p} = m\vec{v}$$
$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

→ primjena na sudare  $\left\{ \begin{array}{l} \text{centralni} \\ \text{necentralni} \end{array} \right. \begin{array}{l} \text{elastični} \\ \text{neelastični} \end{array}$

40) Kugla mase  $m_1$  i brzine  $v_1$  sudara se centralno i elastično s kuglom mase  $m_2$  koja miruje. Izrazite brzine obje kugle poslije sudara ( $u_1, u_2$ ) pomoću  $m_1, m_2$  i  $v_1$ . ( $v_2=0$ )

očuvanje impulsa  
očuvanje energije

$$m_1 v_1 + 0 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$
$$\frac{1}{2} m_1 v_1^2 + 0 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

specijalni slučajevi:

$$m_1 = m_2 \rightarrow u_1 = 0, u_2 = v_1$$

$$m_1 \ll m_2 \rightarrow u_1 = -v_1, u_2 = 0$$

$$m_1 \gg m_2 \rightarrow u_1 = v_1, u_2 = 2v_1$$

$$m_1 (v_1 - u_1) = m_2 u_2$$

$$m_1 (v_1^2 - u_1^2) = m_2 u_2^2$$

$$v_1 + u_1 = u_2$$

$$\Rightarrow m_1 v_1 = m_1 u_1 + m_2 v_1 + m_2 u_1$$

$$\Rightarrow u_1 = v_1 \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2}$$

$$u_2 = v_1 + v_1 \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = v_1 \cdot \frac{2m_1}{m_1 + m_2}$$

41) Kugla mase 0.12 kg udara centralno i elastično u kuglu mase  $m_2$  koja miruje. Brzina prve kugle je 0.8 m/s prije sudara i -0.6 m/s poslije sudara (suprotni smjer!) Odredite masu druge kugle i brzinu poslije sudara.

$$v_1 = 0.8 \text{ m/s}$$
$$u_1 = -0.6 \text{ m/s}$$

$$u_2 = 0.2 \text{ m/s}$$

→

$$u_2 = v_1 \cdot \frac{2m_1}{m_1 + m_2}$$

$$0.2 = 0.8 \cdot \frac{0.24}{0.12 + m_2}$$

$$0.024 + 0.2m_2 = 0.192$$

$$m_2 = 0.84 \text{ kg}$$

provjera:

$$u_1 = v_1 \cdot \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = 0.8 \cdot \frac{-0.12}{0.96} = -0.6$$

42) Kugla mase 0.51 kg udara centralno i elastično u drugu kuglu koja je dotad mirovala. Pri sudaru se 72.5% impulsa prenijelo na drugu kuglu. Odredite masu druge kugle. Koliki se postotak kinetičke energije prenio na drugu kuglu?

$$p = m_1 v_1 = 0.51 v_1$$

$$\Delta p = p_2' = 0.725 p_1 = 0.36975 v_1 = m_2 u_2$$

$$v_1 + u_1 = u_2$$

$$p_1' = 0.275 p_1 = 0.14025 v_1 = 0.51 u_1$$

$$\Rightarrow v_1 + \frac{0.14025}{0.51} v_1 = \frac{0.36975 v_1}{m_2} \quad /: v_1$$

$$1 + 0.275 = \frac{0.36975}{m_2} \quad m_2 = 0.29 \text{ kg}$$

$$\frac{E_2'}{E_1} = \frac{m_2 u_2^2}{m_1 v_1^2} = \frac{0.29 \cdot (v_1 \cdot 1.275)^2}{0.51 v_1^2} = 0.924375 = 92.4375\%$$

43) Kuglica mase 450 grama sudara se brzinom 2 m/s centralno i elastično s dotad mirnom kuglicom mase 1.2 kg. Odredite koliko je količinu gibanja (impuls) prva kuglica prenijela na drugu u sudaru. Koliki je postotak kinetičke energije ostao prvoj kuglici?



$$u_1 = v_1 \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} = 2 \cdot \frac{-0.75}{1.65} = -0.909 \text{ m/s}$$

$$p_1' = m_1 u_1 = -0.409 \text{ kg m/s}$$

$$p_1 = m_1 v_1 = 0.9 \text{ kg m/s}$$

$$\Rightarrow \Delta p = p_1 - p_1' = 1.309 \text{ kg m/s}$$

$$u_2 = v_1 \frac{2m_1}{m_1 + m_2} = \frac{4 \cdot 0.45}{1.65}$$

$$u_2 = 1.09 \text{ m/s}$$

$$p_2' = m_2 u_2 = \Delta p = 1.309 \text{ kg m/s}$$

$$E_2' = \frac{1}{2} m_2 u_2^2 = 0.714 \text{ J}$$

$$E_1 = \frac{1}{2} m_1 v_1^2 = 0.9 \text{ J}$$

$$E_1' = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 = 0.186 \text{ J}$$

$$\frac{E_1'}{E_1} = 0.2066 = 20.66\%$$



# Vježbe 24.1.2022.

Uzgon, statički tlak, gustoća fluida, brzina istjecanja

- (44) (z23) Odredite gustoću i volumen tijela koje u zraku ima težinu 400 N, a u vodi 260 N. Gustoća vode je  $1000 \text{ kg/m}^3$ , a gustoća zraka je zanemarljiva.

$$mg = 400 \text{ N} \Rightarrow m = 40 \text{ kg}$$

$$mg - F_0 = 260 \text{ N} \Rightarrow F_0 = 140 \text{ N} = \rho_{\text{vode}} V_{\text{tijela}} g \quad (\text{Arhimedov zakon})$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \boxed{2857 \text{ kg/m}^3} \Rightarrow V_{\text{tijela}} = \frac{140}{10000} = \boxed{0.014 \text{ m}^3}$$

- (45) (z24) Kolika je ukupna sila na ronioca u moru i koji je smjer te sile, ako je masa ronioca 70 kg, a obujam  $65 \text{ dm}^3$ . Gustoća morske vode je  $1.03 \text{ g/cm}^3$

$$m = 70 \text{ kg} \Rightarrow F_T = 700 \text{ N}$$

$$F_0 = \rho_{\text{vode}} \cdot V \cdot g = 1030 \cdot 0.065 \cdot 10 = 669.5 \text{ N}$$

$$F = F_T - F_0 = 30.5 \text{ N}$$

prema dolje

- (46) (z25) Na 1 kg drveta gustoće  $850 \text{ kg/m}^3$  pričvršćen je olovni uteg. Kolika je najveća masa utega a da dobiveni sklop ne potone u morskoj vodi gustoće  $1030 \text{ kg/m}^3$ ? Gustoća olova je  $11340 \text{ kg/m}^3$

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

$$V_D = \frac{m_D}{\rho_D} = \frac{1}{850} \text{ m}^3$$

$$V_0 = \frac{m_0}{11340}$$

$$1030 = \frac{1 + m_0}{\frac{1}{850} + \frac{m_0}{11340}}$$

$$1.21176 + m_0 \cdot 0.09083 = 1 + m_0$$

$$0.90917 m_0 = 0.21176$$

$$m_0 = \boxed{0.23292 \text{ kg}}$$

- (47) Gustoća kisika pri laboratorijskim uvjetima iznosi  $1.28 \text{ kg/m}^3$ . Pri istim uvjetima, gustoća helija je  $0.16 \text{ kg/m}^3$ , a argona  $1.6 \text{ kg/m}^3$ . Odredite gustoću mješavine 50% kisika, 25% helija i 25% argona (volumni%)

$$\left. \begin{array}{l} 1 \text{ m}^3 \quad 0.5 \text{ m}^3 \text{ O}_2 \quad - \quad 0.64 \text{ kg} \\ \quad \quad 0.25 \text{ m}^3 \text{ He} \quad - \quad 0.04 \text{ kg} \\ \quad \quad 0.25 \text{ m}^3 \text{ Ar} \quad - \quad 0.4 \text{ kg} \end{array} \right\} m = 1.08 \text{ kg} \Rightarrow \rho = 1.08 \text{ kg/m}^3$$

- (48) U nepoznatoj tekućini tlak raste  $7200 \text{ Pa}$  po metru dubine. Odredite gustoću tekućine i brzinu istjecanja na  $3 \text{ m}$  dubine.

$$\Delta F = \Delta mg$$

$$\Delta p = \rho g \Delta h$$

$$\frac{\Delta p}{\Delta h} = \rho g = 7200 \frac{\text{Pa}}{\text{m}} \Rightarrow \rho = 720 \text{ kg/m}^3$$

$$\frac{1}{2} \rho v^2 = \rho g h \Rightarrow v = \sqrt{2gh} = \sqrt{60} = 7.746 \text{ m/s}$$