

VÝSLEDKY ÚLOH FYZIKA 1: (uváděné názvy jsou pro orientaci názvy předchozích odstavců)

ZÁZNAM POHYBU

1. sedadlo ve vagonu, sousední vagon, cestující sedící ve vagonu, ...
2. řidič jedoucího automobilu, chodec jdoucí ulicí, ...
3. přímočarý, křivočarý, přímočarý, křivočarý, přímočarý

OKAMŽITÁ RYCHLOST

1. 15 m/s, 54 km/h
2. (9 m/s, 30 km/h; 150 m/s, 550 km/h; 7 700 m/s, 28 000 km/h)

3. $v = \frac{s}{t} = \frac{6 \cdot 2,2 \text{ m}}{1 \text{ s}} = 13,2 \text{ m/s}$

4. $v = \frac{s}{t} = \frac{(4,5 - 4,2) \text{ m}}{0,01 \text{ s}} = 30 \text{ m/s} \approx 110 \text{ km/h}$

5. $v_p = \frac{30 \text{ km} + 10 \text{ km}}{\frac{30}{100} \text{ h} + \frac{10}{80} \text{ h}} = \frac{40 \text{ km}}{0,425 \text{ h}} \approx 94 \text{ km/h}$

Důležité upozornění! **Průměrnou rychlost nelze počítat jako aritmetický průměr rychlostí!!**

Chybný je tedy výpočet $v_p = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{100 \text{ km/h} + 80 \text{ km/h}}{2} = 90 \text{ km/h}$

- 6.
- a) rovnoměrně, klid, rovnoměrně
 - b) 10 m/s, 0 m/s, 15 m/s
 - c) 5 m/s, 8,3 m/s, 12,5 m/s, 10 m/s
 - d) O trajektorii graf nevypovídá.
 - e) V čase $t = 6 \text{ s}$ bylo těleso vzdáleno 50 m od startu.

- 7.
- a) Automobil graf **b**, traktor graf **a**.
 - b) Obě vozidla stejnou dobu 2 hodiny.
 - c) Automobil 120 km, traktor 60 km.
 - d) Automobil 60 km/h, traktor 30 km/h.
 - e) Automobil předjel traktor za 1 h 60 km od startu.
 - f) Automobil byl na startu, traktor 30 km před ním.

ZRYCHLENÍ

1.
 - a) $v_{\text{AUTO}} = v_{\text{CYKLISTA}} = 20 \text{ km/h}$, $v_{\text{CHODEC}} = 5 \text{ km/h}$
 - b) Cyklista mýjel stojící auto po 2 hodinách své jízdy.
 - c)



2. $\Delta s = 4 \text{ km} = 4000 \text{ m}$ $\Delta t = \frac{2}{6}h + \frac{2}{4}h = \frac{10}{12}h = 50 \text{ min} = 3000 \text{ s}$
 $v_p = 4,8 \text{ km/h}$ $v_p = 4,8 \text{ km/h} \approx 1,3 \text{ m/s}$

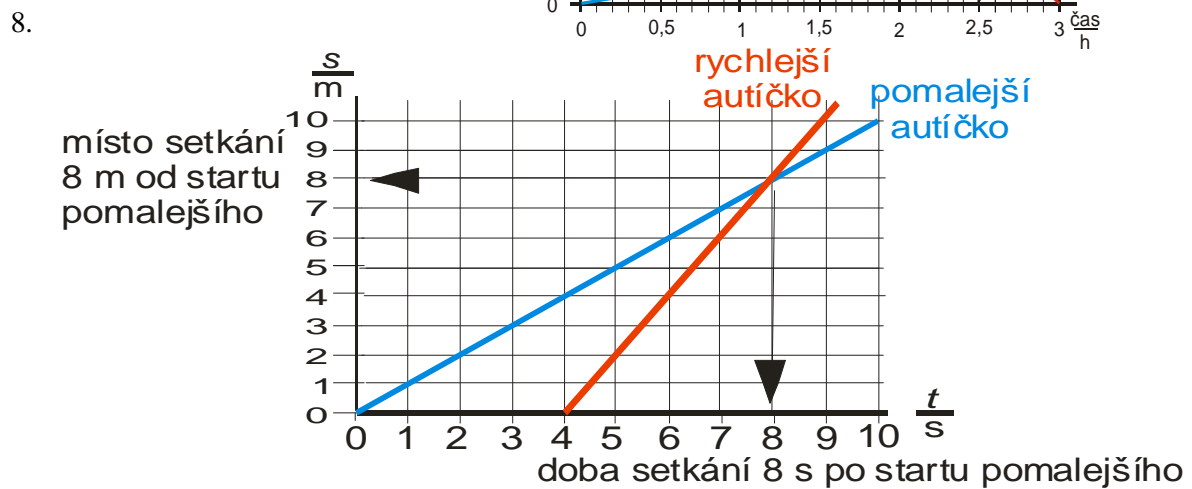
3.
 Od 0. do 3. sekundy jel vozík rovnoměrně rychlostí 2 m/s.
 Od 3. do 6. sekundy stál vozík na místě.

4.
 Od 0. do 3. sekundy se kulička koulela zrychleně tak, že na konci 3. s měla rychlost 6 m/s.
 Zrychlení v tomto úseku bylo $6 \text{ m/s} : 3 \text{ s} = 2 \text{ m/s}^2$.
 Za tyto 3 s urazila dráhu $s = 0,5 \cdot 6 \cdot 3 \text{ m} = 9 \text{ m}$.
 Od 3. do 6. sekundy se koulela rovnoměrně rychlostí 6 m/s a urazila dráhu $s = 6 \cdot 3 \text{ m} = 18 \text{ m}$

5. $s = v \cdot t$ $t = \frac{s}{v}$

- 6.
- a) 20 m vpravo od počátku P
 - b) $s_1 = 30 \text{ m}$
 - c) $v_1 = 10 \text{ m/s}$
 - d) $s_2 = 0 \text{ m}$ (těleso stálo 3 s na místě 50 m od počátku)
 - e) $v_2 = 2,5 \text{ m/s}$
 - f) $v_p = 40 \text{ m} / 10 \text{ s} = 4 \text{ m/s}$

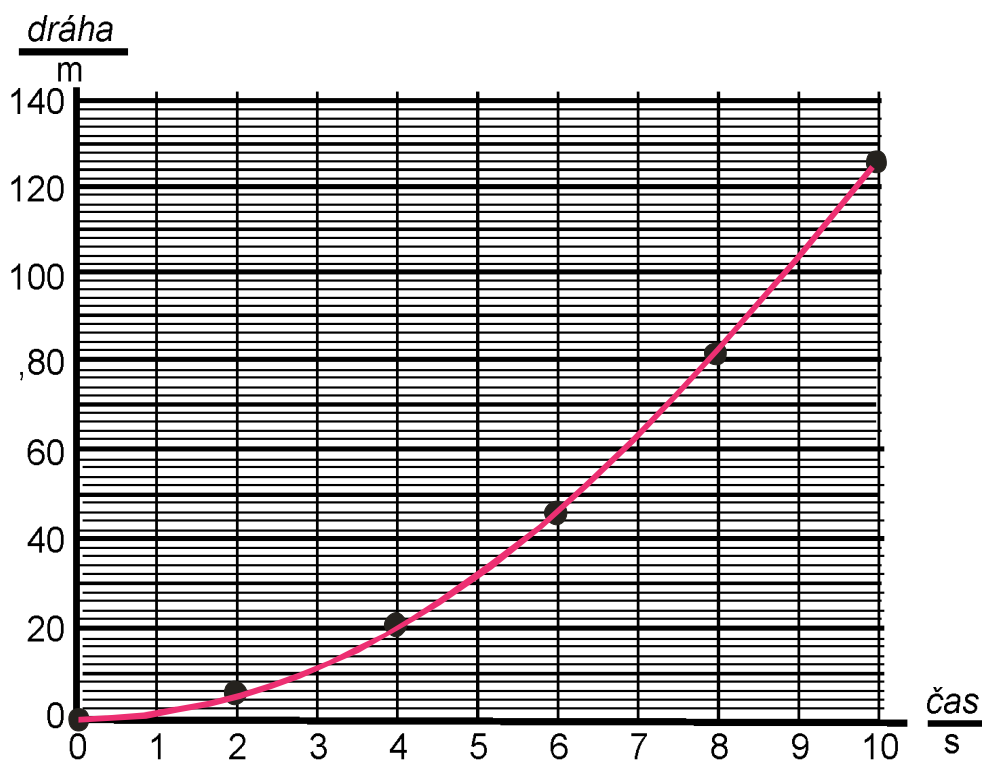
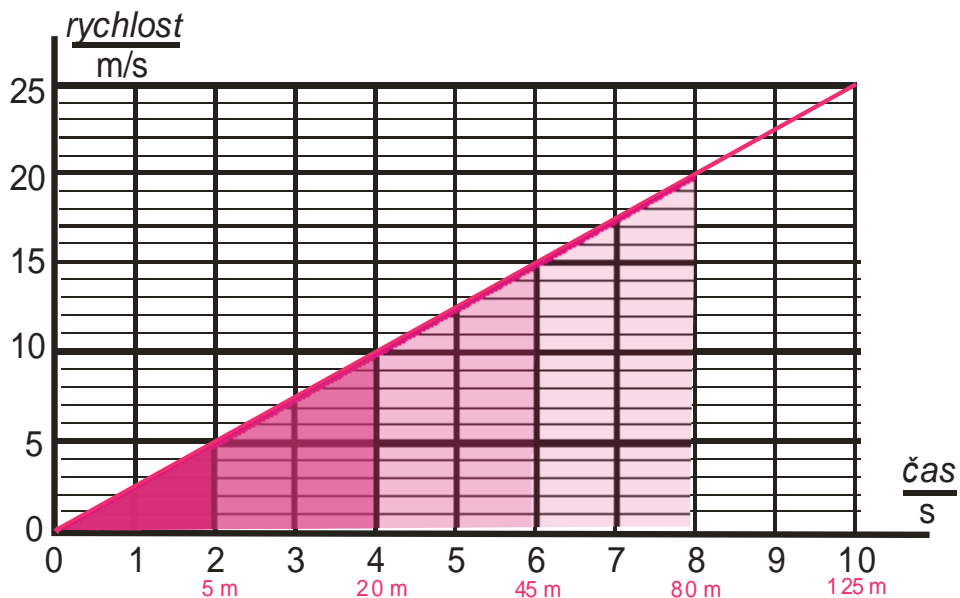
- 7.
- b) doba setkání 2,5 h od startu
 - c) místo setkání 10 km od Prahy



9. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{90 \text{ km/h}}{10 \text{ s}} = \frac{90 \cdot 1000 \text{ m} / 3600 \text{ s}}{10 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}^2$

10.

čas (s)	0	2	4	6	8	10
rychlost (m/s)	0	5	10	15	20	25
dráha (m)	0	5	20	45	80	125



11.

- Klid ($v = 0 \text{ m/s}$) v časech 0 s, 8 s, 12 s.
- Rychlost stálá (10 m/s) v časovém úseku (4 s až 6 s).
- Dráha v časovém úseku (4 s až 6 s) = $10 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} = 20 \text{ m}$ směrem vpravo (rychlost kladná, ploška obdélníka nad osou času)
- Maximální rychlost (10 m/s) v časovém úseku (4 s až 6 s).
- Zrychlení po startu (0 s až 4 s) $a_1 = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s}}{4 \text{ s}} = 2,5 \text{ m/s}^2$.
- Dráha v časovém úseku (0 s až 4 s) $s_1 = 0,5 \cdot 10 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s} = 20 \text{ m}$ směrem vpravo (rychlost kladná, ploška trojúhelníka nad osou času).
- Zpomaleně směrem doprava, rychlost klesala z 10 m/s na 0 m/s.
- Zrychleně směrem vlevo, rychlost se měnila z 0 m/s na -2 m/s.
- Zpomaleně směrem vlevo, rychlost se měnila z -2 m/s na 0 m/s.
- $t_{\text{MAX}} = 8 \text{ s}$ uražená dráha 50 m
(těleso se do 8. s pohybovalo stále vpravo, od 8. sekundy do 12. s se vracelo k počátku).
- Na konci 12. s bylo 46 m vpravo od počátku (50 m doprava – 4 m doleva).
- Celková uražená dráha 54 m [těleso urazilo do 8. s dráhu (20 m + 20 m + 10 m) vpravo, pak od 8. s do 12. s (2 m + 2 m) zpět vlevo tj. celkem 54 m].
- Průměrná rychlost pohybu v_p (m/s) od startu do 8. s $v_p = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{(20 + 20 + 10) \text{ m}}{8 \text{ s}} = 6,25 \text{ m/s}$

MĚŘENÍ SÍLY

1. 7 N, 4,5 N, 0,75 N, 25 N, 70 N

2. $m_1 = 0,7 \text{ kg} = 700 \text{ g}$ $m_2 = 0,45 \text{ kg} = 450 \text{ g}$
 $m_3 = 0,075 \text{ kg} = 75 \text{ g}$ $m_4 = 2,5 \text{ kg} = 2\,500 \text{ g}$ $m_5 = 7 \text{ kg} = 7\,000 \text{ g}$

3. $F_1 = 4,2 \text{ mN} = 0,004\,2 \text{ N}$ $F_2 = 8,4 \mu\text{N} = 0,000\,008\,4 \text{ N}$ $F_3 = 10,6 \text{ mN} = 0,010\,6 \text{ N}$

4. $F_1 = 12\,000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 120\,000 \text{ N} = 120 \text{ kN} = 0,12 \text{ MN}$
 $F_2 = 20\,000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 200\,000 \text{ N} = 200 \text{ kN} = 0,2 \text{ MN}$
 $F_3 = 350 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 3\,500 \text{ N} = 3,5 \text{ kN}$
 $F_4 = 0,4 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 4 \text{ N}$
 $F_5 = 0,055 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 0,55 \text{ N} = 550 \text{ mN}$
 $F_6 = 0,000\,650 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 0,006\,50 \text{ N} = 6,5 \text{ mN}$
 $F_6 = 0,000\,008 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 0,000\,08 \text{ N} = 0,8 \text{ mN} = 800 \mu\text{N}$

5. 6 N

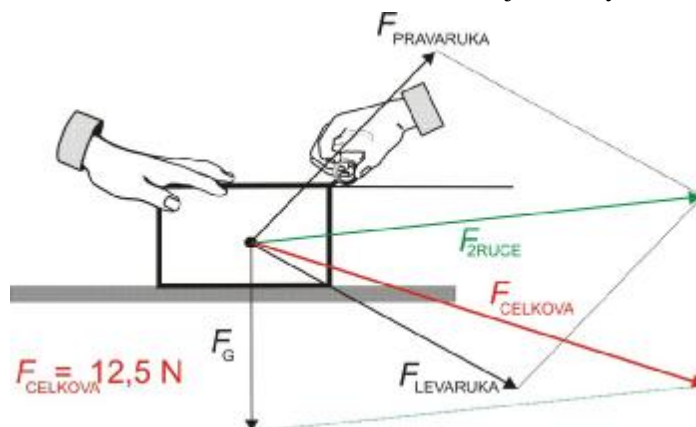
ROZKLAD SÍLY VE SLOŽKY

1. $F_{\text{VYSLEDNA}} = 4 \text{ kN}$

2. $F_{\text{VYSLEDNA}} = 0 \text{ N}$

3. $F_{\text{VYSLEDNA}} = 50 \text{ N} - 10 \text{ N} = 40 \text{ N}$, ve směru největší síly. Ostatní síly se ruší.

4.



5. $F_{\text{POHYB}} = 40 \text{ N}$

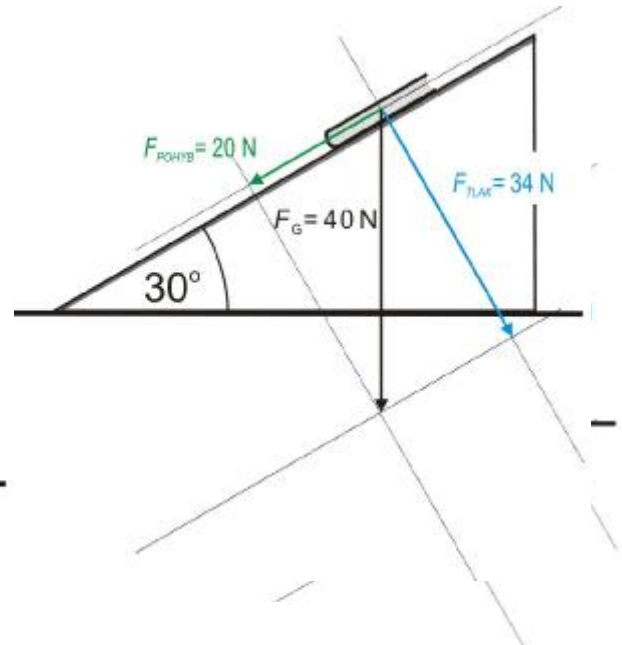
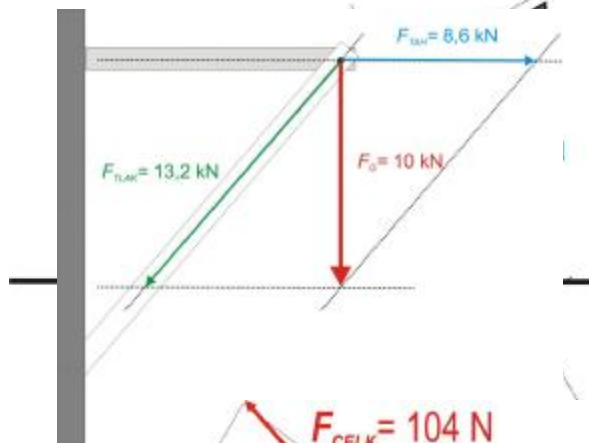
$F_{\text{NADLEHCOCACI}} = 30 \text{ N}$

6. $F_{\text{POHYB}} = 40 \text{ N}$

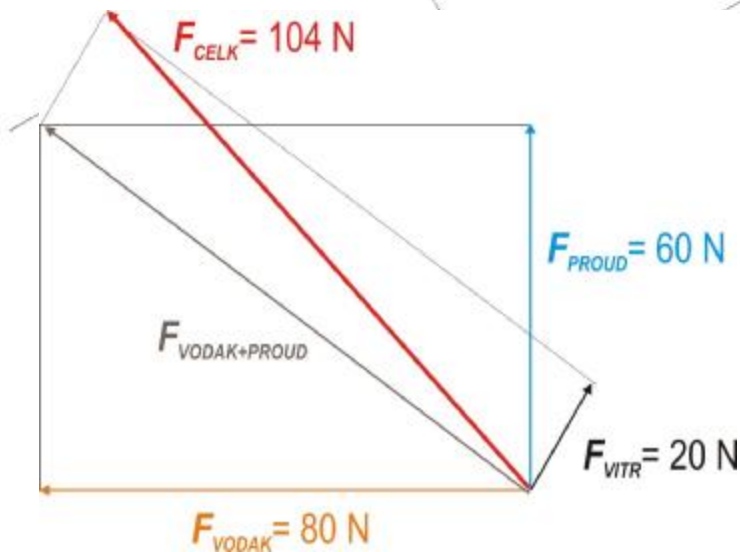
$F_{\text{TLAKOVA}} = 30 \text{ N}$

Výhodnější je sánky táhnout, je menší tření.

7.



9.



10. $F_{1POHYB} = 47 \text{ N}$ $F_{2POHYB} = 49 \text{ N}$ $F_{ITLAK} = 10 \text{ N}$ (dolů) $F_{2TLAK} = 9 \text{ N}$ (nadlehčení)

NEWTONŮV GRAVITAČNÍ ZÁKON

1. $F_A = 4 \times 720 \text{ nN} = 2\,880 \text{ nN}$, $F_C = 2\,880 \text{ nN} : 9 = 320 \text{ nN}$, $F_D = 2\,880 \text{ nN} : 16 = 180 \text{ nN}$

2. Křivka, jejíž hodnoty klesají s druhou mocninou r . [$1 \rightarrow 36$, $2 \rightarrow 36 : 4 = 9$, $3 \rightarrow 36 : 9 = 4$ (B)]

TŘENÍ

1.

a) Olejování ložisek, „žehlení“ ledu při hokeji, tvarování karoserií aut ...

b) Posyp chodníků při náledí, kalafunování smyčce, zimní pneumatiky ...

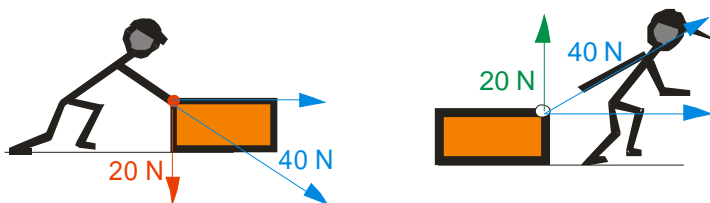
2.

a) $F_{TRENI} = f \cdot F_{PRITLAK} = 0,25 \cdot 100 \text{ N} = 25 \text{ N}$ (síla \rightarrow nemění přítlak samotné bedny)

b) $F_{TRENI} = 0,25 \cdot (100 \text{ N} + 20 \text{ N}) = 30 \text{ N}$ (složka \downarrow zvětšuje o 20 N přítlak samotné bedny)

c) $F_{TRENI} = 0,25 \cdot (100 \text{ N} - 20 \text{ N}) = 20 \text{ N}$ (složka \uparrow zmenšuje o 20 N přítlak samotné bedny)

Přírůstky ke gravitační síle jsme určili rozkladem síly dělníka na vodorovnou a svislou složku



3. $F_{POHYB} = 24 \text{ N}$ $F_{TLAK} = 55 \text{ N}$ $F_{TRENI} = 2 \text{ N}$ $F_{ZRYCHLENÍ} = 22 \text{ N}$

MOMENT SÍLY

1. $M = F \cdot a = 100 \text{ N} \cdot 0,41 \text{ m} = 41 \text{ N} \cdot \text{m}$

2.

	$M_A/\text{N} \cdot \text{m}$	$M_B/\text{N} \cdot \text{m}$	$M_C/\text{N} \cdot \text{m}$	$M_D/\text{N} \cdot \text{m}$	$M_{\text{CELK}}/\text{N} \cdot \text{m}$
kotouč č. 1	12	12			24
kotouč č. 2	-8	-8			-16
kotouč č. 3	-10	-5			-15
kotouč č. 4	-12	-1,2			-24
kotouč č. 5	9	5	-8	8	14
kotouč č. 6	15	-9	-8	2	0
kotouč č. 7	9	-5	-8	6	1
kotouč č. 8	9	0	-4	4	9

3.

$$M_{\text{UZAVĚR}} = M_{\text{RUKA}} \Rightarrow F_{\text{UZAVĚR}} = F_{\text{RUKA}} \cdot a_{\text{RUKA}} / a_{\text{uzavĚr}} \quad F_{\text{UZAVĚR}} = 20 \cdot 0,09 / 0,015 \text{ N} = 120 \text{ N}$$

4. $M_{\text{DELNIK}} = M_{\text{ZEMINA}} \Rightarrow F_{\text{DELNIK}} \cdot a_{\text{DELNIK}} = F_{\text{ZEMINA}} \cdot a_{\text{ZEMINA}}$

$$F_{\text{DELNIK}} = F_{\text{ZEMINA}} \cdot (a_{\text{ZEMINA}} / a_{\text{DELNIK}})$$

$$F_{\text{DELNIK}} = 1000 \text{ N} \cdot (1/4) = 250 \text{ N}$$

5.

$$\text{moment dlanĚ} = \text{moment ěelisti} \Rightarrow F_{\text{ĚELISTI}} \cdot a_{\text{ĚELISTI}} = F_{\text{DLAN}} \cdot a_{\text{DLAN}}$$

$$F_{\text{ĚELISTI}} = (F_{\text{DLAN}} \cdot a_{\text{DLAN}}) : a_{\text{ĚELISTI}} = (60 \cdot 0,14) : 0,03 = 280 \text{ N}$$

6. rovnováha : 1, 2, 4, 6

TÍHA A BEZTÍŽNÝ STAV

1.
TŘETÍ

$$F_{\text{GPOVRCH}} = m \cdot g = 1000 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 10\,000 \text{ N}$$

$$F_{\text{G400}} = k \cdot \frac{m_{\text{ZEME}} \cdot m_{\text{DRUŽICE}}}{(r_{\text{ZEME}} + h)^2} = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot \frac{5,98 \cdot 10^{24} \cdot 1000}{(6378000 + 400000)^2} \text{ N} = 8700 \text{ N}$$

$$F_{\text{G400}} : F_{\text{GPOVRCH}} = 8\,700 \text{ N} : 10\,000 \text{ N} = 0,87 \text{ (87\%)}$$

NEWTONŮV POHYBOVÝ ZÁKON

1. Rovnoměrně se pohybuje těleso (C), na které se působící síly ruší.

2. Třetí síla musí vyrušit výslednici dvou vyobrazených sil.

3.

$$m = 250\,000\,000 \text{ kg}$$

$$F = 10\,000\,000 \text{ N}$$

$$a = \frac{F}{m} = 10\,000\,000 \text{ N} : 250\,000\,000 \text{ kg} = 0,04 \text{ m/s}^2$$

4.

$$m = 250\,000\,000 \text{ kg}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 18 \text{ m/s} : 60 \text{ s} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$F = m \cdot a = 250\,000\,000 \text{ kg} \cdot 0,3 \text{ m/s}^2 = 75\,000\,000 \text{ N} = 75 \text{ MN}$$

5.

$$F = 24 \text{ N}$$

$$a = 600 \text{ m/s}^2$$

$$m = \frac{F}{a} = 24 \text{ N} : 600 \text{ m/s}^2 = 0,24 \text{ kg} = 40 \text{ g}$$

6.

$$m = 0,2 \text{ kg}$$

$$F = 420 \text{ N}$$

$$\Delta t = 0,01 \text{ s}$$

$$a = \frac{F}{m} = 420 \text{ N} : 0,2 \text{ kg} = 2100 \text{ m/s}^2$$

$$a = \frac{F}{m} = \frac{420 \text{ N}}{0,2 \text{ kg}} = 2100 \text{ m/s}^2$$

$$v = a \cdot \Delta t = 2100 \text{ m/s}^2 \cdot 0,01 \text{ s} = 21 \text{ m/s}$$

7. Zákon akce a reakce (D)

8. Zákon akce a reakce (D)

ÚČINNOST

1. $W = F \cdot s$ (1 J, 1 000 J, 25 J, 0,5 J, 10 000 J)

2.

$$m = 18 \text{ kg}$$

$$F = m \cdot g = 18 \cdot 10 \text{ N} = 180 \text{ N}$$

$$W = 162 \text{ J}$$

$$s \dots ?$$

$$W = F \cdot s \Rightarrow \frac{W}{F} = s \quad s = \frac{162 \text{ J}}{180 \text{ N}} = 0,9 \text{ m}$$

3.

$$s = 12 \text{ m}$$

$$W = 18 000 \text{ J}$$

$$F \dots ?$$

$$W = F \cdot s \Rightarrow \frac{W}{s} = F \quad F = \frac{18000}{12} \text{ N}$$

4. $W = 90 \text{ N} \cdot 20 \text{ m} = 1,8 \text{ kJ} \quad P = \frac{W}{t} = 1800 \text{ J} : 20 \text{ s} = 60 \text{ W}$

5.

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

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

$$f = 0,035$$

$$F \dots ? \quad W \dots ?$$

$$F = m \cdot g \cdot f = 2000 \cdot 10 \cdot 0,035 \text{ N} = 700 \text{ N}$$

$$W = F \cdot s = (m \cdot g \cdot f) \cdot s \quad W = 2000 \cdot 10 \cdot 0,035 \cdot 50 \text{ J} = 35 000 \text{ J} = 35 \text{ kJ}$$

6.

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

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

$$F \dots ? \quad W \dots ? \quad \eta \text{ ?}$$

$$W = m \cdot g \cdot h = 1500 \cdot 10 \cdot 20 \text{ J} = 300 000 \text{ J} \quad P = W / t = 1000 \text{ W}$$

$$h = \frac{P}{P_0} = \frac{1000 \text{ W}}{3500 \text{ W}} \approx 30 \%$$

TLAK KAPALIN
Příklad v textu

kapalina	výška m	hustota kg/m ³	tlak u dna Pa	plocha dna m ²	síla na dno N
voda	0,20	1000	2000	0,01	20
olej	0,40	950	3800	0,01	38
benzín	0,30	770	2300	0,01	23
glycerol	0,15	1260	1900	0,01	19
rtuť	0,02	13 500	2700	0,01	27

HYDROSTATICKÉ PARADOXON

1.

$$h_{\text{voda}} = 40 \text{ cm}$$

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

$$h_{\text{olej}} = 50 \text{ cm}$$

$$\rho_{\text{olej}} \dots ?$$

tlak vody na rozhraní = tlak oleje na rozhraní

$$h_{\text{voda}} \cdot \rho_{\text{voda}} \cdot g = h_{\text{olej}} \cdot \rho_{\text{olej}} \cdot g$$

$$\frac{h_{\text{voda}} \cdot \rho_{\text{voda}} \cdot g}{h_{\text{olej}} \cdot g} = \rho_{\text{olej}}$$

$$\rho_{\text{olej}} = \frac{h_{\text{voda}} \cdot \rho_{\text{voda}}}{h_{\text{olej}}} = \frac{40 \text{ cm} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3}{50 \text{ cm}} = 800 \text{ kg/m}^3$$

2.

$$\rho_{\text{RTUT}} = 13\,700 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{\text{VODA}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$h_{\text{RTUT}} = 762 \text{ mm} = 0,76 \text{ m}$$

$$h_{\text{VODA}} = 40 \text{ cm} = 0,40 \text{ m},$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$p \dots ?$$

Tlak pod vodní hladinou je dán součtem hydrostatického tlaku vody v dané hloubce a atmosférického tlaku působícího na hladinu, jež je udán tlakem rtuťového sloupce.

$$p = h_{\text{VODA}} \cdot \rho_{\text{VODA}} \cdot g + h_{\text{RTUT}} \cdot \rho_{\text{RTUT}} \cdot g = 4\,000 \text{ Pa} + 104\,000 \text{ Pa} = 108\,000 \text{ Pa}$$

3.

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

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$p = 1000 \text{ Pa}$$

$$S = 1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$$

$$h \dots ? \quad F \dots ? \quad V \dots ?$$

$$a) \quad p = h \cdot \rho \cdot g \Rightarrow \frac{p}{\rho \cdot g} = h \quad h = \frac{1000}{1000 \cdot 10} \text{ m} = 0,1 \text{ m}$$

$$b) \quad F = S \cdot p = 0,01 \cdot 1000 \text{ N} = 10 \text{ N}$$

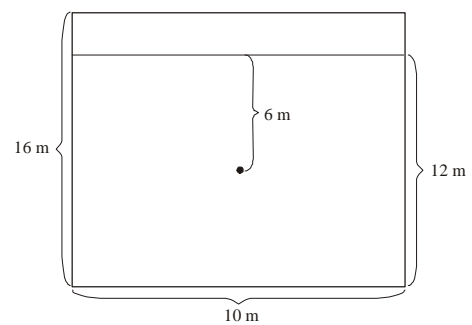
$$c) \quad V = S \cdot h = 0,01 \cdot 0,1 \text{ m}^3 = 0,001 \text{ m}^3 = 1 \text{ liter}$$

4.

Vypočteme tlak uprostřed ponořené plochy a plochu na niž tlak působí.

$$p = h \cdot \rho \cdot g = 6 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 60 \text{ MPa}$$

$$F = S_{\text{PONOŘENA PLOCHA VRAT}} \cdot p = 7\,200\,000 \text{ N} = 7,2 \text{ MN}$$



ARCHIMÉDŮV ZÁKON

1.

$$m = 35 \text{ kg}$$

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

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$V_{\text{ARCH}} \dots ?$$

Při plavání platí:

gravitační síla působící na sud = vztlaková síla na sud

podle Archimédova zákona: *gravitační síla na sud = gravitační síla na Archimédův sud*

$$m \cdot g = V_{\text{ARCH}} \cdot \rho_{\text{VODA}} \cdot g \Rightarrow \frac{m}{r_{\text{VODA}}} = V_{\text{ARCH}}$$

$$V_{\text{ARCH}} = 35 \text{ kg} / 1000 \text{ kg/m}^3 = 0,0035 \text{ m}^3 = 35 \text{ l.}$$

2.

Poleno plave \Rightarrow vztlaková síla působící na poleno = gravitační síla působící na poleno

$$F_{\text{ARCHIMÉDOVA}} = m \cdot g = 5 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 50 \text{ N}$$

3.

Když kostka plave tak platí: *gravitační síla působící na kostku = $F_{\text{ARCHIMÉDOVA}}$ na kostku*

\Rightarrow *gravitační síla působící na kostku = gravitační síla na Archimédovu kostku*

$$V_{\text{K}} \cdot \rho_{\text{K}} \cdot g = 0,80 V_{\text{VODA}} \cdot \rho_{\text{VODA}} \cdot g$$

$$\rho_{\text{K}} = \frac{0,80 V_{\text{K}} \cdot \rho_{\text{VODA}}}{V_{\text{K}}} = 0,80 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 800 \text{ kg/m}^3$$

4. Nejdříve vypočítáme objem těla V_{CLOVEK} o hmotnosti $m = 80 \text{ kg}$

$$\text{Ze vztahu pro hustotu } r_{\text{CLOVEK}} = \frac{m_{\text{CLOVEK}}}{V_{\text{CLOVEK}}} \Rightarrow V_{\text{CLOVEK}} = \frac{m_{\text{CLOVEK}}}{r_{\text{CLOVEK}}} = \frac{80}{1020} \text{ m}^3 = 0,078 \text{ m}^3.$$

Podle zákona akce a reakce: síla kterou působí voda na člověka = síla kterou působí člověk na vodu

$$\Delta F_{\text{TLAKOVA SILA NA DNO}} = F_{\text{ARCHIMÉDOVA}}$$

$$\Delta F_{\text{TLAKOVA SILA NA DNO}} = V_{\text{CLOVEK}} \cdot \rho_{\text{VODA}} \cdot g = 0,078 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 780 \text{ N}$$

5.

$$\text{a) } m_{\text{VOR}} = V_{\text{VOR}} \cdot \rho_{\text{VOR}} = 5 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} \cdot 0,25 \text{ m} \cdot 20 \text{ kg/m}^3 = 100 \text{ kg}$$

b) podmínka plavání: *Archimédova vztlaková síla = gravitační síla na vor*

$$5 \text{ m} \cdot 4 \text{ m} \cdot h \cdot \rho_{\text{VODA}} \cdot g = m_{\text{VOR}} \cdot g$$

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

c) *celková gravitační síla na vor = Archimédova síla při maximálním ponoru*

$$m_{\text{CELK}} \cdot g = V_{\text{ARCH}} \cdot \rho_{\text{VODA}} \cdot g \quad \mathbf{P}$$

$$m_{\text{CELK}} = V_{\text{ARCH}} \cdot \rho_{\text{VODA}} = 5 \text{ m}^3 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 = 5000 \text{ kg}$$

$$\text{maximální hmotnost nákladu } m_{\text{NAKLAD}} = m_{\text{CELK}} - m_{\text{VOR}} = 4900 \text{ kg}$$

Pozn. Jednodušší řešení: při ponoru 5 mm \rightarrow zatížení 100 kg

při ponoru 250 mm \rightarrow m_{MAX}

$$m_{\text{MAX}} = 250 \cdot 20 \text{ kg} \approx 5000 \text{ kg}$$

Z toho připadá 100 kg na hmotnost voru, na náklad zbývá 4900 kg.

6.

gravitační síla působící na balon = vztlaková Archimédova síla

$$m \cdot g + V \cdot \rho_t \cdot g = V \cdot \rho_a \cdot g \quad \Rightarrow$$

$$m + V \cdot \rho_t = V \cdot \rho_a \quad \Rightarrow$$

$$V \cdot \rho_t = V \cdot \rho_a - m \quad \Rightarrow \quad r_t = \frac{V \cdot r_a - m}{V}$$

$$r_t = \frac{2000 \text{ m}^3 \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 - 480 \text{ kg}}{2000 \text{ m}^3} = 0,96 \text{ kg/m}^3$$

Z grafu přečteme že hustoty $r_t = 0,96 \text{ kg/m}^3$ dosahuje vzduch při teplotě $t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

HRAJEME SI S TLAKEM VZDUCHU

1.

$$r = 0,05 \text{ m}$$

$$p_A = 100\,000 \text{ Pa}$$

$F \dots ?$

$$S = \pi \cdot r^2 = 0,0025 \text{ m}^2 \quad F = p \cdot S = 100\,000 \text{ Pa} \cdot 0,0025 \text{ m}^2 = 250 \text{ N}$$

2.

Archimédův zákon $F = V \cdot \rho \cdot g$ hustotu vzduchu v nadmořských výškách čteme z grafu.

$$F_a = 40 \text{ m}^3 \cdot 1,25 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ m/s}^2$$

$$\text{a) } F_a \approx 500 \text{ N} \quad \text{b) } F_b \approx 160 \text{ N} \quad \text{c) } F_c \approx 40 \text{ N}$$

VÝVĚVY – ČERPADLA NA VZDUCH

1. tlak sloupce glycerolu = tlak vzduchu

$$p_{GLY} = p_{ATM}$$

$$h_{GLY} \cdot \rho_{GLY} \cdot g = p_{ATM}$$

$$h_{GLY} = \frac{p_{ATM}}{\rho_{GLY} \cdot g} = \frac{100000}{1260 \cdot 10} \text{ m} = 8 \text{ m}$$

2. Tlakové síly atmosféry se vzájemně ruší. $F = 0 \text{ N}$

3. Ve vakuové komoře osobu nebude nadlehčovat Archimédova vztlaková síla. To se projeví zvýšeným údajem vah.

$$F_{ARCH} = V_{TELO} \cdot \rho_{VZDUCH} \cdot g = \frac{m_{TELO}}{\rho_{TELO}} \cdot \rho_{VZDUCH} \cdot g = \frac{80}{1000} \cdot 1,25 \cdot 10 \text{ N} = 1 \text{ N} \Rightarrow \Delta m = +0,1 \text{ kg}$$

SPLNĚNÝ LIDSKÝ SEN

1. Větší hloubka \Rightarrow větší tlakové síly, výsledná síla míří vzhůru, hmotnost a tedy gravitační síla působící na balónky je různá.

2.

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

$$\rho_{KŘEMÍK} = 2\,328 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{VODA} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{VZDUCH} = 1,3 \text{ kg/m}^3$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$V_{VÁLEC} = \frac{m_{VÁLEC}}{\rho_{KŘEMÍK}} = 1 : 2328 \text{ m}^3 = 0,00043 \text{ m}^3$$

$V_{VÁLEC} \dots ?$

$F_{ARCHVODA} \dots ?$

$F_{ARCHVZDUCH} \dots ?$

$$F_{ARCHVODA} = m_{ARCHVODA} \cdot g = V_{VÁLEC} \cdot \rho_{VODA} \cdot g = \frac{m_{VÁLEC}}{\rho_{KŘEMÍK}} \cdot \rho_{VODA} \cdot g = \frac{1}{2328} \cdot 1000 \cdot 10 \text{ N} = 4,3 \text{ N}$$

Vztlaková síla na křemíkový válec ve vodě má velikost 4,3 N

$$F_{ARCHVZDUCH} = m_{ARCHVZDUCH} \cdot g = V_{VÁLEC} \cdot \rho_{VZDUCH} \cdot g = \frac{m_{VÁLEC}}{\rho_{KŘEMÍK}} \cdot \rho_{VZDUCH} \cdot g = 0,0056 \text{ N}$$

Vztlaková síla na křemíkový válec ve vzduchu má velikost 0,0056 N

TLAK VYVOLANÝ STLAČENÍM KAPALINY VNĚJŠÍ SILOU

1. Podle Pascalova zákona :

$$\frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2} \Rightarrow F_1 = \frac{F_2 \cdot S_1}{S_2} = \frac{F_2 \cdot p \cdot r_1^2}{p \cdot r_2^2} = \frac{F_2 \cdot r_1^2}{r_2^2} = \frac{45000 \text{ N} \cdot 0,0001 \text{ m}^2}{0,01 \text{ m}^2} \text{ N} = 450 \text{ N}$$

2.

objem kapaliny posunutý malým pístem = objem kapaliny posunutý velkým pístem

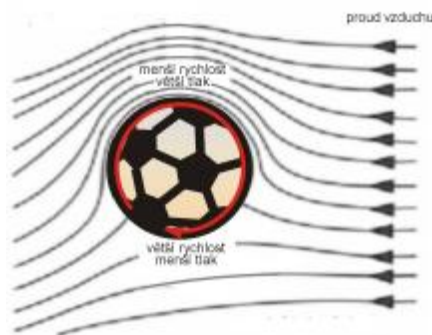
$$S_1 \cdot s_1 = S_2 \cdot s_2 \Rightarrow S_1 = \frac{p \cdot r_2^2 \cdot s_2}{p \cdot r_1^2} = \frac{0,01 \text{ m}^2 \cdot 0,5 \text{ m}}{0,0001 \text{ m}^2} = 50 \text{ m}$$

Z výsledku je zřejmé, že malý píst musí být součástí čerpadla, vhánějící do zvedáku kapalinu ze zásobníku. Současně výsledek ukazuje, že práce malého pístu $450 \text{ N} \cdot 50 \text{ m}$ je stejná jako práce velkého pístu $45\,000 \text{ N} \cdot 0,5 \text{ m}$.

TLAK V PROUDÍCÍCH KAPALINÁCH

1.

Míč zatáčí vpravo



2.

V místě H vzduch proudí \Rightarrow menší tlak vzduchu

U hladiny kapaliny v nádobě je vzduch v klidu \Rightarrow větší tlak vzduchu

Větší spodní tlak vytlačuje vodu z trubičky a proud vzduchu z úst ji rozprašuje.

ZÁŘÍCÍ ATOMY

1. těžký vodík, helium, lithium

2. Převládá voda (H_2O) \Rightarrow vodík

3. $(82 + 125) : (2 + 2) \approx 52$

4. I. Newtonův pohybový zákon setrvačnosti: nulová síly \Rightarrow rovnoměrný přímočarý pohyb

OBJEMOVÁ TEPLOTNÍ ROZTAŽNOST

1. $\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t \approx -1 \text{ m} \Rightarrow l_{-273} \approx 323 \text{ m}$

2. $\alpha_{\text{Al}} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

3. $1000 \text{ cm}^3, 0,011 \text{ cm}, 1003,3 \text{ cm}^3, 3,3 \text{ cm}^3, \beta = 33 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C} = 3\alpha$.

4. $0,001 l_0 = \alpha_{\text{Zn}} \cdot l_0 \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 0,001 / \alpha_{\text{Zn}} \approx 34,5 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

5. d)

TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

1. $45 \text{ } ^{\circ}\text{C}, 116 \text{ } ^{\circ}\text{C}, 22 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

2. $38,8 \text{ } ^{\circ}\text{C}$

3. Rtuť je už tuhá, teplota tání rtuti je $-39 \text{ } ^{\circ}\text{C}$.

TEPLOTNÍ STUPNICE

1. $5 + 13 = 18 \Rightarrow$ b)

2. c)

3. $t = -20 \text{ } ^{\circ}\text{C} \Rightarrow T = 253 \text{ K}, T = 200 \text{ K} \Rightarrow t = -73 \text{ } ^{\circ}\text{C}$.

$$4. \Delta t = 53 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow \Delta T = 53 \text{ K}$$

5. $T = 100 \text{ K}$ je údaj o teplotě ($-173 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

$\Delta T = 100 \text{ K}$ je údaj o změně teploty např. o vzrůstu z 77 K na 177 K .

$$T = 100 \text{ K} \Rightarrow t = -173 \text{ }^{\circ}\text{C}, \quad \Delta T = 100 \text{ K} \Rightarrow \Delta t = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

TEPLO

$$1. Q = c \cdot m \cdot \Delta t = 8.4 \text{ MJ}$$

2. hmotnost kapaliny, její měrná tepelná kapacita, přírůstek teploty

$$3. a) Q = P \cdot t = 2000 \text{ W} \cdot 300 \text{ s} = 600\,000 \text{ J} \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$b) Q = m \cdot g \cdot h \Rightarrow h = 40 \text{ m}$$

4. úbytek polohové gravitační energie = teplo na zahřátí vody

$$m \cdot g \cdot \Delta h = c \cdot m \cdot \Delta t \Rightarrow \Delta t = 0,17 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$5. Q = c \cdot m \cdot \Delta t, \text{ z grafu čteme } Q = 24\,000 \text{ J}, m = 0,2 \text{ kg}, \Delta t = 50 \text{ }^{\circ}\text{C} \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t} = 2,4 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

6.

$$V = 35 \text{ m}^3 \quad m = V \cdot \rho \quad m = 35 \text{ m}^3 \cdot 1,28 \text{ kg/m}^3 = 44,8 \text{ kg}$$

$$\rho = 1,28 \text{ kg/m}^3 \quad Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

$$\Delta t = 5 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad Q = 44,8 \text{ kg} \cdot 1005 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}} \cdot 5 \text{ }^{\circ}\text{C} \approx 225 \text{ kJ}$$

$m \dots ?$

$Q \dots ?$

VÝMĚNA TEPLA MEZI TĚLESY – KALORIMETRICKÁ ROVNICE

1.

$$a) m_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)}{c_1 \cdot (t_1 - t)} \quad b) c_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2)}{m_1 \cdot (t_1 - t)} \quad c) m_2 = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t)}{c_2 \cdot (t - t_2)} \quad d) c_2 = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t)}{m_2 \cdot (t - t_2)}$$

$$e) t_1 = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot (t - t_2) + m_1 \cdot c_1 \cdot t}{c_1 \cdot m_1} \quad f) t_2 = \frac{m_2 \cdot c_2 \cdot t - m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t)}{c_2 \cdot m_2} \quad g) t = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2}{c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2}$$

2. Podle kalorimetrické rovnice: $m_{\text{VODA}} \cdot c_{\text{VODA}} \cdot (t_1 - t) = m_{\text{MOSAZ}} \cdot c_{\text{MOSAZ}} \cdot (t - t_2) \Rightarrow$

$$c_{\text{MOSAZ}} = \frac{m_{\text{VODA}} \cdot c_{\text{VODA}} \cdot (t_1 - t)}{m_{\text{MOSAZ}} \cdot (t - t_2)} = 370 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

3. Podle kalorimetrické rovnice:

$$m_{\text{TEPLY}} \cdot c_{\text{VODA}} \cdot (t_1 - t) = m_{\text{STUDENY}} \cdot c_{\text{VODA}} \cdot (t - t_2) \Rightarrow m_{\text{STUDENY}} = \frac{m_{\text{TEPLY}} \cdot (t_1 - t)}{(t - t_2)} = 0,35 \text{ kg}$$

SKUPENSKÉ PŘEMĚNY

1.

hmotnost vody $m = 5 \text{ kg}$.

$$\text{měrná tepelná kapacita vody } c_{\text{VODA}} = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

teplota horké vody $t_1 = 100 \text{ }^{\circ}\text{C}$

$$\text{měrné skupenské teplo varu vody } l_{\text{VARU}} = 2\,600 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^{\circ}\text{C}}$$

$$\text{měrná tepelná kapacita páry } c_{\text{PARA}} = 1\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$$

výsledná teplota páry $t_2 = 120\,^\circ\text{C}$

$Q \dots?$

Pro předané teplo Q platí:

$Q = \text{teplo na ohřev vody z } 0\,^\circ\text{C na } 100\,^\circ\text{C} + \text{teplo na vyvaření vody} + \text{teplo na ohřev páry z } 100\,^\circ\text{C na } 120\,^\circ\text{C}$

$$Q = m \cdot c_{\text{VODA}} \cdot (t_1 - 0) + m \cdot l_{\text{VARU}} + m \cdot c_{\text{PARA}} \cdot (t_2 - t_1)$$

$$Q = 5 \cdot 4200 \cdot 100 \text{ J} + 5 \cdot 2\,260\,000 \text{ J} + 5 \cdot 1900 \cdot 20 \text{ J} = 13,6 \text{ MJ} \approx 14 \text{ MJ}$$

2.

hmotnost horké vody $m_1 = 2 \text{ kg}$.

hmotnost ledu $m_2 = 0,5 \text{ kg}$

teplota horké vody $t_1 = 100\,^\circ\text{C}$

teplota ledu $t_2 = -10\,^\circ\text{C}$

měrné skupenské teplo tání ledu $l_{\text{TANI}} = 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

měrná tepelná kapacita vody $c_1 = 4\,200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

měrná tepelná kapacita ledu $c_2 = 2\,100 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$

výsledná teplota $t \dots?$

Pro předané teplo platí:

$\text{teplo předané vroucí vodou} = \text{teplo na zahřátí ledu} + \text{teplo na tavení ledu} + \text{teplo na zahřátí roztáté vody}$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t_1 - t) = m_2 \cdot c_2 \cdot (0 - t_2) + m_2 \cdot l_{\text{TANI}} + m_2 \cdot c_1 \cdot (t - 0)$$

$$t = \frac{m_1 \cdot c_1 \cdot t_1 + m_2 \cdot c_2 \cdot t_2 - m_2 \cdot l_{\text{TANI}}}{m_1 \cdot c_1 + m_2 \cdot c_1} = \frac{2 \cdot 4200 \cdot 100 + 0,5 \cdot 210 \cdot (-10) - 0,5 \cdot 330\,000}{2 \cdot 4200 + 0,5 \cdot 4200} \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{664\,500}{10\,500} \text{ } ^\circ\text{C} = 63 \text{ } ^\circ\text{C}$$

3. a) $113\,^\circ\text{C}$, $44\,^\circ\text{C}$ b) $720 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$, $730 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}$ c) $38 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$, $82 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$

4. př. Mont Blanc 4810 nm., tlak $\approx 55 \text{ kPa}$, teplota varu vody $\approx 83\,^\circ\text{C}$