

# FYZIKA 8

## pracovní sešit



EVROPSKÁ UNIE

**TVOŘIVÁ ŠKOLA**



činnostní učení













Projekt byl podpořen z Evropského sociálního fondu  
„Praha & EU: Investujeme do vaší budoucnosti”

Tato publikace byla vytvořena v souladu s RVP ZV v rámci projektu Tvořivá škola – učitel činnostního učení v Praze, který je spolufinancován Evropským sociálním fondem a rozpočtem hl. m. Prahy.

**Autoři:** Mgr. Arnošt Míček, Mgr. Roman Kroupa

**Recenzent:** prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.

-  Činnosti
-  Otázky, úvahy  
Problémové otázky
-  Pokusy
-  Příklady
-  Úlohy
-  Pozorujte
-  Počítej s kalkulačkou
-  Vhodné  
k zapamatování
-  Tabulky
-  Pokusy z dílny malých  
debružárů

Obrázky nejsou číslo-  
vané, vždy si vyberete  
sami ten správný.

© Tvořivá škola, 2011

ISBN 978-80-87433-06-5



## Práce

Slovo práce, v naší řeči velmi často frekventované, označuje nejen fyzikální veličinu se značkou  $W$ .

U1 a) Napište alespoň tři věty, které obsahují slovo práce: .....

.....  
 .....

b) Rozhodněte, ve které z nich se jedná o práci ve fyzikálním smyslu tohoto pojmu.

Práci můžeme měřit nebo i vypočítat a vyjádřit ve vhodných jednotkách.

U2 Doplňte tabulku - jednotky práce (sloupek je jedna úloha). ↓

J	5 200	280 000				
kJ			54	190		
MJ					1,7	0,003

U3 Seřadte vzestupně uvedené hodnoty vykonané mechanické práce:

$$W_1 = 4\,500 \text{ J}, \quad W_2 = 4,6 \text{ kJ}, \quad W_3 = 0,004 \text{ MJ},$$

$$W_4 = 0,54 \text{ kJ}, \quad W_5 = 0,05 \text{ kJ}, \quad W_6 = 5\,400 \text{ J}.$$

.....  
 .....

U4 Doplňte tabulku:

Zvedneme-li těleso do určité výšky (např. vzhledem k zemi), vykonáme mechanickou práci. Síla potřebná ke zvedání rovnoměrným pohybem je rovna tíze zvedaného tělesa  $G$  i gravitační síle  $F_g$  na ně působící.

$m$	7 kg	85 kg	35 g			
$G$				540 N	0,9 kN	
$F_g$						25 N

Fyzikální veličina

PRÁCE –  $W$

Základní jednotka práce

1 joule –  $1 \text{ J}$

Gravitační síla  $F_g$  působící na těleso hmotnosti  $m$ :

$$F_g = m \cdot g$$

$$g = 9,81 \text{ N/kg}$$

$$\doteq 10 \text{ N/kg}$$

Při konání mechanické práce působí určitá síla  $F$ , po určité dráze  $s$ , na dané těleso.

U5 Zapište alespoň tři příklady situací, kdy práci vykoná: a) určité těleso:

1. ....
2. ....
3. ....

b) člověk:

1. ....
2. ....
3. ....

c) silové pole (magnetické atp.):

1. ....
2. ....
3. ....

Vykonanou práci dovedete vypočítat v těch případech, kdy působící síla  $F$  a dráha posunutí  $s$ , po které síla působí, mají shodný směr.

Př.1 Žák ( $m = 45 \text{ kg}$ ) vyšplhá po tyči do výše  $4 \text{ m}$ . Určete vykonanou práci.

$$m = 45 \text{ kg}$$

$$F = 450 \text{ N}$$

$$h = s = 4 \text{ m}$$

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

$$W = F \cdot s$$

$$W = (450 \cdot 4) \text{ J}$$

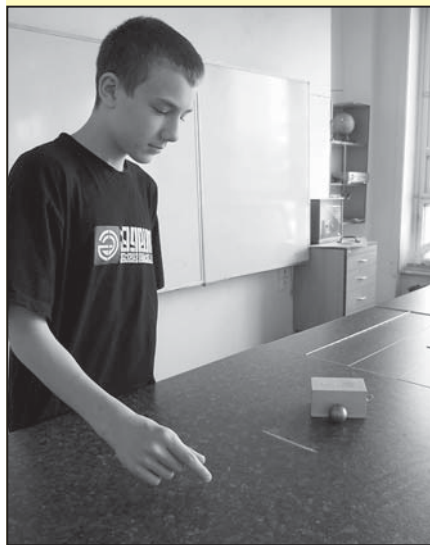
$$W = 1\,800 \text{ J} = 1,8 \text{ kJ}$$

U6 Doplňte v tabulkách chybějící údaje ve vhodných jednotkách:

$F$ (N)	5	250	0,4	300	
$s$ (m)	3	15	250		11
$W$ (J)				600	4 400

... a ještě jednou a pozor na jednotky:

$F$	50 N	0,4 kN	2,5 kN		100 N
$s$	50 cm	50 m	250 cm	2,4 m	
$W$				2,4 kJ	0,5 kJ



**U1** V jednotlivých případech určete vykonanou práci:

- Chlapec zvedl do výše 1,5 m 50 cihel. Každá cihla má hmotnost 5 kg.
- Vzpěrač drží nad hlavou činku o hmotnosti 120 kg po dobu 5 sekund.
- Na stole ve výšce 90 cm nad zemí leží krabice, na kterou působí gravitační síla 350 N.
- Nákladní auto přivezlo z pískovny, vzdálené 7,5 km, 6 m<sup>3</sup> suchého písku.

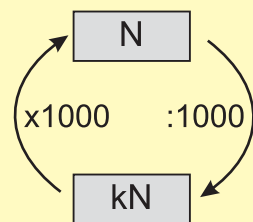
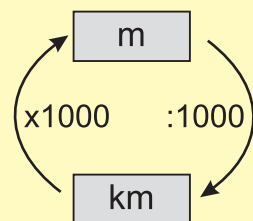
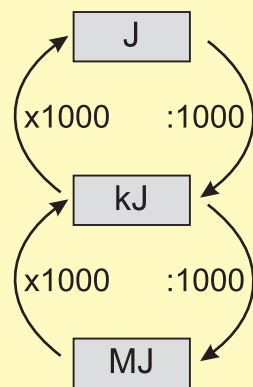
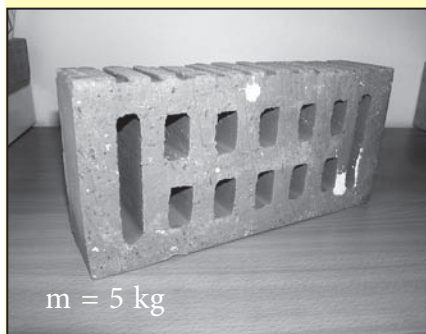
**Př.1** Lanovka vyveze turistu o hmotnosti 95 kg i s výstrojí na vrchol kopce do nadmořské výšky 1 600 m n. m. Dolní stanice lanovky leží v nadmořské výšce 920 m n. m. Jaká práce je spojena s dopravou turistu na vrchol? Lanovka je dlouhá 2,5 km.

$$\begin{array}{ll}
 m = 95 \text{ kg} & W = F \cdot s \\
 F_g = 950 \text{ N} & W = (950 \cdot 680) \text{ J} \\
 s = h = (1600 - 920) \text{ m} & W = 646\,000 \text{ J} \\
 W = ? \text{ J, kJ} & \underline{W \doteq 650 \text{ kJ}}
 \end{array}$$

Poznámka: Turista sice jede po trase 2,5 km, ale sílu k tomu potřebnou neznáme. Výsledný efekt je tedy ten, že lanovka turistu vyzvedla o 680 metrů výše a tomu odpovídá vykonaná práce 650 kJ.

**U2** Na opravu domu je třeba dopravit na lešení dva kbelíky s maltou (každý o hmotnosti 15 kg) a 10 cihel po 5 kg. Honza uvažoval, zda se mu vyplatí použít ke zvedání materiálu pevnou kladku a nebo mu dá méně práce materiál na lešení vynést po žebříku. Lešení je vysoké 2,5 metru. Počítejte a uvažujte s Honzou (ten sám má 80 kg).

**U3** Lenka jezdí na nákup na kole podél řeky. Cesta je prakticky vodorovná. Do obchodu je to 2,5 km. Tentokrát Lenka přivezla zpět na chatu 2 kg chleba, 2 litry mléka, 3 kg brambor a 1 kg uzeného masa. Jak velká mechanická práce je spojena s dopravou nákupu na chatu?

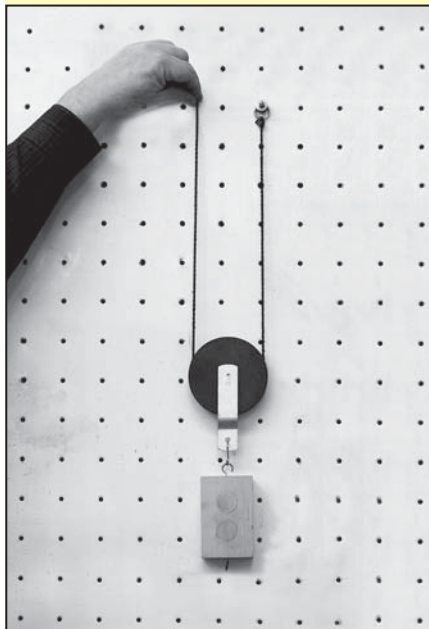
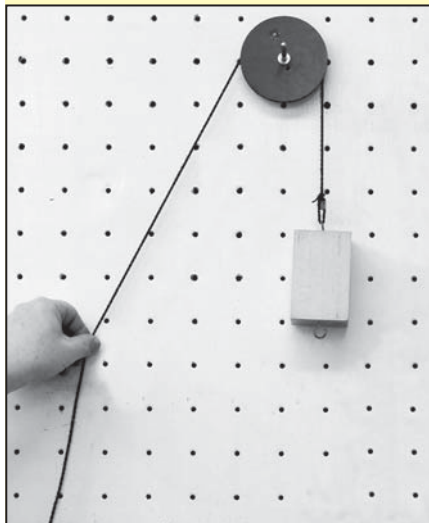


U4 Předmět o hmotnosti 40 kg má být vyzvednut do výše 540 cm. Zvedat můžeme pomocí pevné kladky, pomocí volné kladky (hmotnost 3 kg), pomocí kladkostroje o dvaceti kladkách (volné kladky mají hmotnost 12 kg). Vypočítejte vykonanou práci v jednotlivých případech:

a) Pevná kladka:

b) Volná kladka:

c) Kladkostroj



Odpověď:.....

## Výkon

V následujících úlohách označte písmenem P do připraveného rámečku ty, v nichž se jedná o výkon ve fyzikálním smyslu slova:

- U1 a) Výkon motoru automobilu je 85 kW.
- b) Jana zvítězila ve skoku dalekém výkonem 512 cm.
- c) Diváci v divadle tleskali hercům za jejich skvělý výkon.
- d) Výkon obyčejné „úsporné žárovky“ je 20 W.
- e) Ve sprintu na 60 m vyhrál Josef výkonem 7,1 s, který je rekordem školy.
- f) Vojta vykonal práci 12 kJ za 1 minutu, jeho výkon je větší než průměrný výkon člověka uvedený v Tabulkách.

Stejně důležité jako správné výpočty jsou i bezchybné převody jednotek. Ověřte si to:

U2

W	7 000	500		24 000	
kW			24		1 520
MW				1,5	

U3 Výpočty s hlavními jednotkami veličin:

$W$ (J)	800	2 500	750 000	1 000	
$t$ (s)	10	50	250		30
$P$ (W)				100	600

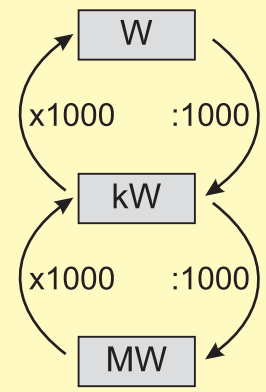
... a ještě jednou výpočty, ale pozor na jednotky!

$W$	6 kJ	1,8 MJ	60000 J		30 MJ
$t$	5 min	0,5 h	3 min	1,5 h	
$P$				100 W	50 kW

Pomocné výpočty můžete provádět z paměti, případně pomocí kalkulačky. Poznámky zapište do sloupce vpravo.

Fyzikální veličina  
VÝKON -  $P$

Hlavní jednotka  
1 watt -  $1 \text{ W}$



Výpočet výkonu:  
 $P = W : t$



## Výpočet práce z výkonu

V U3 jste ve dvou příkladech určovali velikost vykonané práce při známém výkonu a době práce. Při řešení jste si upravili vzorec (viz sloupek). Výslednou práci můžeme počítat v joulech (tj. ve wattsekundách), ale i ve watthodinách - Wh i kWh a MWh. V technické praxi se tyto jednotky používají často.

$$P = W : t \rightarrow W = P \cdot t$$

**Př.1** Ponorné čerpadlo na vodu pracuje s výkonem 600 W po dobu dvaceti minut. Kolik litrů vody přečerpá do výše 5 m.

$$\begin{aligned} P &= 600 \text{ W} = 0,6 \text{ kW} & W &= P \cdot t \\ t &= 20 \text{ min} = \frac{1}{3} \text{ h} & W &= (0,6 \cdot \frac{1}{3}) \text{ kWh} \\ W &= ? \text{ kWh} = ? \text{ J} & W &= 0,2 \text{ kWh} \\ & & W &= \underline{720\,000 \text{ J}} \end{aligned}$$

Vypočtená práce byla využita k čerpání vody. Jeden litr vody má hmotnost 1 kg.

$V$  - objem přečerpané vody v litrech

$$\begin{aligned} W &= 720\,000 \text{ J} & W &= V \cdot \rho \cdot g \cdot h \\ h &= 5 \text{ m} & V &= \frac{W}{1 \cdot 10 \cdot 5} \text{ litrů} \\ \rho &= 1 \text{ kg/dm}^3 & V &= (720\,000 : 50) \text{ litrů} \\ V &= ? \text{ litrů} & V &= 14\,400 \text{ litrů} \\ & & V &= \underline{14,4 \text{ m}^3} \end{aligned}$$

Za 20 minut přečerpá do požadované výšky čerpadlo 144 hl vody.

**U4** Jeden blok elektrárny pracuje s výkonem 500 MW. Jak velkou práci vykoná za 24 hodin?

**U5** Tabulky uvádějí průměrný výkon člověka 100 W. Kolik cihel o hmotnosti 5 kg by mohl člověk naložit na vůz do výšky 1,2 m, udržel-li si uvedený výkon po dobu 0,5 hodiny?

Poznámka: Uvědomte si, že zvedne-li 1 cihlu za určitou dobu, potřebuje nejméně stejnou dobu k uchopení cihly další.

## Účinnost

Tato veličina vyjadřuje porovnání vykonané práce a práce užitečné. Proto je vyjádřena hodnotou poměru.

Pro lepší pochopení bývá často udávána i v procentech.

**U1** Doplněte v tabulce chybějící údaje v každém sloupci:

$P_o$	250 W	1,5 kW	45 000 W	750 W	
$P$	200 W	500 W	30 kW		2 400 W
$\eta$				0,8	
$\eta \%$					75 %

Zde proveďte pomocné výpočty bez kalkulačky a hodnoty doplňte do tabulky.

**Př.1** Josef Ledajak není zrovna pořádný žák. Nosí ve své tašce stále všechny učebnice i sešity, které váží dohromady 14 kg. Josef vynese denně svoji tašku do druhého poschodí (výška asi 8 m) za určitou obvyklou dobu  $t$ . V úterý potřebuje učebnice a sešity o hmotnosti 8,5 kg. S jakou účinností ten den „pracoval“ při vynesení své tašky?

$$m_1 = 14 \text{ kg}$$

$$G_1 = 140 \text{ N}$$

$$m_2 = 8,5 \text{ kg}$$

$$G_2 = 85 \text{ N}$$

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

$$\eta = ?$$

Celková vykonaná práce za dobu výstupu  $t$  do 2. poschodí -  $W_1$ :

$$W_1 = G_1 \cdot h$$

$$W_1 = (140 \cdot 8) \text{ J} = 1 120 \text{ J} = 1,12 \text{ kJ}$$

Úžitečně vykonaná práce -  $W_2$

$$W_2 = (85 \cdot 8) \text{ J} = 680 \text{ J} = 0,68 \text{ kJ}$$

$$\eta = \frac{W_2}{t} : \frac{W_1}{t} \rightarrow \eta = \frac{W_2}{W_1}$$

$$\eta = 0,68 : 1,12 = 0,61 \rightarrow \eta = 61 \%$$

Účinnost Josefovy práce byla jen 61%.

$$\eta = P / P_o$$

$$0 < \eta < 1$$

Účinnost v procentech:

$$\eta = P / P_o \cdot 100 \%$$

$$1 \% = 0,01 \text{ základu } z$$

$$10 \% = 0,1 \cdot z$$

$$25 \% = \frac{1}{4} \cdot z$$

$$50 \% = \frac{1}{2} \cdot z$$

$$75 \% = \frac{3}{4} \cdot z$$

**U2:** Který z uvedených motorů má větší účinnost? O kolik?

Motor č 1:

příkon 1,75 kW

výkon 650 W,

hmotnost 25 kg

Motor č. 2:

výkon 750 W

příkon 2 kW

hmotnost 20 kg

## Testoviny - práce, výkon, účinnost

1. Práci koná:

- těleso působící silou po určité dráze na jiné těleso,
- silové pole, působí-li na určité těleso silou po určité dráze,
- zvíře, táhne-li těleso po dráze různé od nuly,
- síla působící na těleso.

2. Motor výtahu o výkonu 1,5 kW zvedne do výše 5 m tělesa o celkové hmotnosti 350 kg. Vykona tak práci:

- 17,5 kJ,
- 4,9 Wh,
- 17 500 J,
- 4,9 kWh.

3. Z diagramu (viz sloupek) určete užitečný výkon daného zařízení:

- 7,5 kW,
- 75 kW,
- 7 500 W,
- 0,75.

4. Ze stejného diagramu určete účinnost daného zařízení:

- $\eta = \frac{3}{4}$ ,
- $\eta = 7,5\%$ ,
- $\eta = 7\ 500$ ,
- $\eta = 75\%$ .

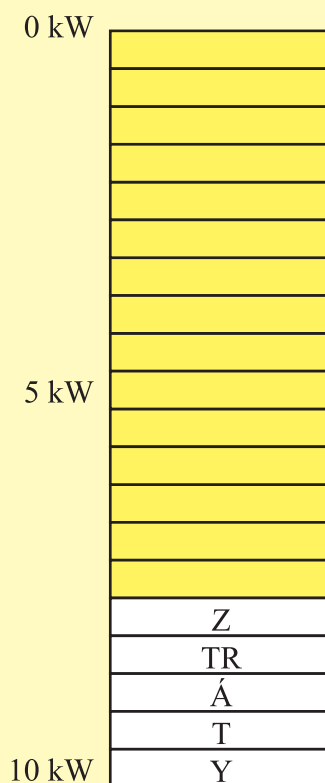
5. Rozhodněte, které z uvedených těles má největší mechanickou energii vzhledem k zemi:

- krabice o hmotnosti 4 500 g ležící na stole ve výšce 90 cm nad zemí,
- pomeranč ( $m = 400$  g) padající ze stromu z výšky 4,5 m (těsně nad zemí ještě před dopadem),
- činka o hmotnosti 0,05 t na stojanu ve výši 25 cm nad zemí,
- jeden litr vody, který dopadá právě na lopatky turbíny z výšky 40 m.

6. Rozhodněte, které z těles v úloze č. 5 má nejmenší mechanickou energii: a, b, c, d.

Případné výpočty nebo nákresy proveďte ve sloupci vpravo.

Diagram:



## Č Udělejte si vlastní model výtahu

Máte-li přemístit například 15 lidí do vzdálenosti dva kilometry, asi využijete autobus nebo nákladní auto s motorem o výkonu 170 kW. Jaký motor ale použít k přepravě těchto osob až do dvacátého poschodí výškového domu. Navíc jste omezeni výrazně nižším výkonem motoru, který má zajistit funkci výtahu (50 kW). V našem modelu poněkud zjednodušíme celý systém výtahu, ale princip zůstane zachován.

Co budete potřebovat (foto č. 1)?



- cívku od nití nebo vhodný válec z tuhého papíru (nahradí nám kladku),
- pevný provázek nebo motouzu,
- věšák - ramínko na šaty,
- dvě „kabiny“ výtahu, které si vyrobíte podle vlastních možností a dostupného materiálu.

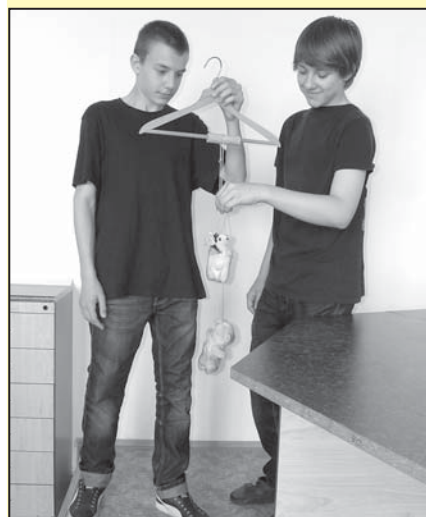
Celý systém využívá kabiny (umístíme zde zvedané „osoby“) a protizávaží o stejné hmotnosti. Proto na obou koncích motouzu vedeného přes „kladku“ umístíme obě vyrobené kabiny a vyvážíme je - použijeme např. písek, malé kamínky, broky apod. Celý výtah sestavíme podle obrázku - č. 2.

Snadno a rychle se přesvědčíte, že k pohybu jedné kabiny nahoru a druhé dolů je potřeba poměrně malá síla.

Umístíme-li v kabinách dopravované „osoby“, bude silou, kterou působí motor výtahu, zvedán jen rozdíl hmotností obou kabin - zvedané a klesající. K tomu postačí motor s mnohem menším výkonem, než by se na počátku zdálo.

Mají-li motory výtahu větší výkon a mohou působit větší silou, pak se může zrychlit pohyb kabin výtahu.

Náš model ovšem neřeší celou řadu bezpečnostních otázek výtahů.



## Č Energie v knoflíku - výroba hračky

K výrobě následujícího modelu - hračky nepotřebujete žádné náročné komponenty. Vystačíte s pěkným, raději větším knoflíkem se dvěma nebo čtyřmi dírkami a s tenkým motouzem o délce 1 až 1,5 metru - foto č. 1.



Víte, že každé pohybující se těleso má určitou kinetickou energii?

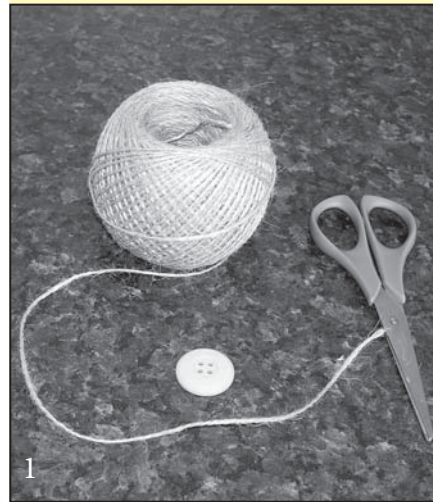
Provedení: Motouz provlékneme oběma (všemi čtyřmi) dírkami knoflíku, jak vidíte na obrázku.

V první fázi experimentu konce motouzu svážete a do vytvořených smyček na jednom konci vložíte prsty levé ruky a na druhém konci prsty pravé ruky. Ruce máte mírně od sebe. Roztočením zavěšeného knoflíku (asi 20 - 25 krát) motouz zamotáte - viz foto č. 2.

Obě ruce od sebe vzdálíme co nejvíce a díky zamotanému motouzu se knoflík začne otáčet opačným směrem. Pořádně obě ruce natáhněte aby se rychlost otáčení zvětšila. Knoflík má poměrně značnou pohybovou energii. Je tak velká, že se náš motouz zamotá znovu opačným směrem a celý děj se opakuje. Vhodným povolováním a napínáním motouzu oběma rukama můžete udržet knoflík v pohybu po dlouhou dobu.

Poznámka: Pokud si vyrobíte vlastní kotouč o větší hmotnosti než má váš použitý knoflík a provedete pokus s ním, využijete vlastně setrvačnicku. Znáte ho např. z některých dětských hraček.

Uvedené (i další) experimenty s velmi jednoduchými a dostupnými pomůckami pocházejí z dílny Klubu malých debrujařů (KMD).



## Teplo

Slovo teplo je dosti frekventované i v běžné řeči. Víte však, že tento pojem má i přesně definovaný fyzikální význam?

**U1** Následující uvedené věty rozřídíte. Vyberte ty, v nichž má slovo teplo fyzikální význam. Svoje rozhodnutí odůvodněte.

- Venku je zima, doma máme teplo.
- Slunce je významný zdroj tepla pro naši Zemi.
- Ústřední topení dopravuje teplo do obytných místností domu.
- Získá-li těleso teplo, zvýší se jeho teplota.
- Neber si na sebe kabát, bude ti teplo.
- V chladničce není teplo, ale chladno.
- Řešili obtížné úlohy z matematiky a bylo jim z toho pěkně teplo.

**U2** Z řady látek vyberte:

- dobré vodiče tepla a uveďte vždy alespoň jeden příklad jejich využití,
- dobré tepelné izolanty a zapište i příklady jejich využití v praxi nebo výskytu v přírodě.

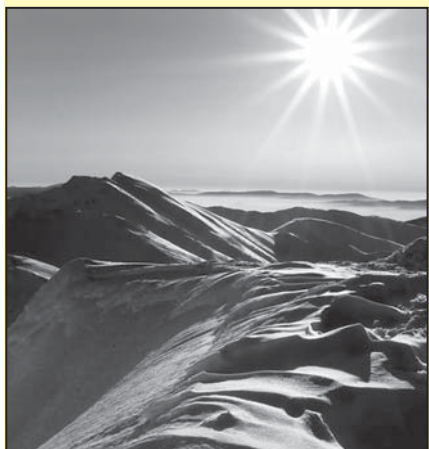
Řada látek: vzduch, železo, zemina, PVC - plast, měď, voda, sníh, peří, vakuum, alobal, uhlík.

**U3** Potřebujeme-li zateplit rodinný dům:

- opatříme jej vnějším izolačním pláštěm z dobrého izolantu (např. z polystyrénu) a kvalitní omítkou,
- opatříme si výkonnější systém vytápění (např. kotel ÚT s větším výkonem),
- vyměníme stará netěsnící okna za nová, nejlépe s trojitým sklem.

**Č** Vymyslete jednoduchý pokus, kterým dokážete, že peřina (příkrývka) nehrjeje.

Pokus proveďte a zdokumentujte jeho provedení i výsledek.



Č V Tabulkách zjistěte hodnotu měrné tepelné kapacity  $c$  následujících plynných látek. Zjištěné hodnoty uspořádejte vzestupně a narýsujte vhodný diagram (např. sloupkový).

látka	$c$ (kJ/kg .°C)
vzduch	
oxid uhličitý	
methan	
propan	
butan	

Místo pro diagram: (využijte celou šířku stránky)

U4 Vodu o dané hmotnosti  $m$  zahřejeme a její teplota se zvýší o  $\Delta t$ . Určete k tomu potřebné teplo  $Q$  a doplňte ho v tabulce:

$m$	1 kg	5 kg	500 g	50 kg	0,4 kg
$\Delta t$	1 °C	10 °C	1 °C	5 °C	40 °C
$Q$					

U5 Při výpočtech fyzikální veličiny teplo  $Q$  převádíte jeho jednotky - ověřte si to:

J	2 400	425 000					
kJ			4,8			0,004	
MJ				1,3	0,6		0,000 9

Voda:  
 $c = 4,2 \text{ kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$

**U1** Z uvedených zápisů podtrhněte vlnovkou ty, které jsou chybné. Např.:  $Q = 250 \text{ kg}$

- Zvýší-li se teplota vody o objemu 2 litry právě o  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ , tak voda přijala teplo přibližně 8,4 kJ.
- V chladničce se teplota jednoho litru vody snížila o  $5 \text{ }^\circ\text{C}$ , voda odevzdala teplo do okolí.
- Horký nápoj jsme nalili do sklenice, sklenice teplo přijala a horký nápoj teplo odevzdal.
- Těleso o hmotnosti  $m = 0,5 \text{ t}$  přijalo teplo  $85 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Měrná tepelná kapacita látek může být uvedena v jednotce  $\text{J/kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Č Ovcím není zima a kožich nehřeje**



Ovečky mají vlněný kožich. I my často bavlněné textilie používané v létě nahradíme v období zimy vlněnými. Proč?

Materiál k experimentování:

- dvě stejné nádoby s víčkem,
- vlněná ponožka,
- bavlněná ponožka (event. z umělé tkaniny),
- kus vlněné látky, kus bavlněné látky,
- větší nádoba s vodou,
- vhodný teploměr.

Proveďte dva nenáročné pokusy:

**P1** Obě nádoby naplníte vodou a dobře uzavřete. Jednu vložíte do vlněné a druhou do bavlněné ponožky. Obě umístíte asi na půl hodiny do chladničky. Po vyjmutí z chladničky zjistíte, že teplota vody je v nádobách rozdílná.

Proč vlněná ponožka udržela vodu teplejší?

**P2** Bavlněný hadr se ve vodě potopí, vlněný plave na hladině. Potopíte ho také a malé bublinky vzduchu unikající ke hladině objasňují „záhadu“. Vzduch je příčinou pozorovaného jevu. Vzduch zajišťuje tepelnou izolaci v ponožce i v kožichu.





## Výpočet tepla

Změní-li se teplota tělesa, změní se i jeho vnitřní energie. Přírůstek vnitřní energie (úbytek vnitřní energie) je tělesem přijaté (odevzdané) teplo  $Q$ . Počítáme ho pomocí kalorimetrické rovnice - vzorce pro výpočet tepla  $Q$ .

Hmotnost tělesa  $m$  změříme v kilogramech (nebo na kg převedeme), měrná tepelná kapacita  $c$  je pro běžné látky v Tabulkách uvedena v  $\text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ , přírůstek (úbytek) teploty  $\Delta t$  zjišťujeme měřením ve stupních Celsiových.

Vypočtené teplo  $Q$  získáme v kilojoulech kJ. Potřebujeme-li vypočítat teplo  $Q$  v joulech, dosadíme měrnou tepelnou kapacitu v  $\text{J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$  (toto číslo je 1000 krát větší než hodnota  $c$  uvedená v Tabulkách).

**U2** Porcelánový hrneček o hmotnosti 250 g se po nalití nápoje ohřál. Jeho teplota se zvýšila z  $20^\circ\text{C}$  na  $42^\circ\text{C}$ . Jak velké teplo přijal?

$$m = 0,25 \text{ kg} \qquad Q = m \cdot c \cdot (t_2 - t_1)$$
$$c = \quad \text{kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C}$$
$$t_2 = 42^\circ\text{C}$$
$$t_1 = 20^\circ\text{C}$$
$$\underline{Q = ? \text{ kJ}}$$

Odpověď:.....

**U3** Kovové odlitky (výkovky) se chladí ve vodě, to znamená, že odevzdávají vodě určité teplo  $Q$ . Určete toto teplo a doplňte hodnotu do připravené tabulky:



látka	železo	měď	hliník	mosaz
počáteční teplota	1000 °C	950 °C	610 °C	910 °C
konečná teplota	20 °C	25 °C	23 °C	21 °C
hmotnost	5 kg	1,4 kg	500 g	70 g
teplo				

Kalorimetrická rovnice:

$$Q = m \cdot c \cdot (t - t_0)$$

neboli

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t$$

Místo pro výpočty:

**U1** V nádobě z ocelového plechu o hmotnosti 850 g se voda o objemu 2 litry ohřeje ze 17 °C na teplotu 100 °C. Kolik tepla je k tomu potřeba dodat? Ztráty neuvažujte. Kolik tepla přijme nádoba a kolik kapalného tělesa uvnitř?

*Řešení i zápis úlohy dokončete a napište i odpověď.*

nádoba:  $Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1)$

$m_1 = 0,85 \text{ kg}$

$c_1 =$

$t_2 - t_1 =$

$Q_1 = ? \text{ kJ}$

voda:  $Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t_1)$

$m_2 = 2 \text{ kg}$

$c_2 =$

$Q_2 = ? \text{ kJ}$

Vyjádřete v procentech podíl  $p_1$  tepla  $Q_1$  potřebného k zahřátí nádoby a celkového dodaného tepla. Teploto  $Q_2$  přijme kapalného tělesa.

Procenta:  $Q_1 = p_1 \% \text{ z } (Q_1 + Q_2)$

$$p_1 = Q_1 : \frac{Q_1 + Q_2}{100} \%$$

$$p_1 = \frac{Q_1}{Q_1 + Q_2} \cdot 100 \%$$

Odpověď:.....  
 .....

**U2** Voda v bazénu o objemu 540 m<sup>3</sup> se přes noc ochladila z 24 °C na 18 °C. Vypočítejte velikost změny vnitřní energie tohoto kapalného tělesa. Určete, zda se jednalo o teplo kapalinou přijaté nebo odevzdané.

Počítáme s procenty:

z – základ

č – procentová část

p – počet %

$$z = 100 \cdot \frac{\check{c}}{p}$$

$$\check{c} = z \cdot \frac{p}{100}$$

$$p = 100 \cdot \frac{\check{c}}{z}$$



U3 Třída, o rozměrech 12 m x 8 m x 3,6 m je vyplněná vzduchem o teplotě 16 °C.

- Jaké teplo je potřeba k tomu, aby teplota vzduchu ve třídě byla 21 °C? K vypočítané hodnotě přidejte ještě 23 % (teplo potřebné k ohřátí vybavení učebny).
- Jakou teplotu bude nakonec mít vzduch ve třídě, jakou jednotlivé předměty v ní?
- Kolik vody v ústředním topení „dopraví“ požadované teplo do učebny? Počítejte, že teplota vody v topení je přibližně 75 °C a ve třídě se ochladí na 21 °C.

U4 K čemu je potřeba větší dodané teplo:

- k ohřátí 500 g vody o 15 °C,
- ke zvýšení teploty 500 g ledu z -20 °C na teplotu -5 °C?

Obě vypočítané hodnoty porovnejte rozdílem i poměrem.

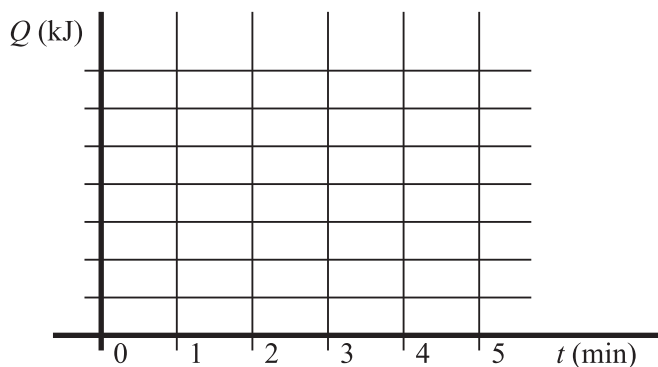
Porovnejte poměrem měrné tepelné kapacity vody a ledu.

U5 Malá varná konvice má výkon 500 W. Určete, kolik tepla dodává za každou minutu. Narýsujte graf závislosti dodaného tepla  $Q$  (kJ) na čase zapnutí konvice  $t$  (min).  $Q = f(t)$ .

$$P = 500 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ J} / \text{s}$$

Teplo  $Q$  dodané za 1 sekundu je 500 J.



Tepelné ztráty činí 25 %. Kolik tepla se skutečně využije na ohřívání vody v konvici za 3,5 min? Potřebné hodnoty přečtěte z grafu.

## Tepelná výměna - proudění

? Proč se při míchání horkého nápoje ve sklenici lžičkou nápoj rychleji ochladí?

- Při větrání místnosti (zejména v zimě) pozorujeme, že chladný vzduch se hromadí při zemi. Vysvětlete to.
- Chladicí zařízení v chladničce či mrazničce je umístěno v horní části chlazeného prostoru. Jaké to má opodstatnění?
- Uveďte příklady, kdy dochází k proudění tekutin: a) v přírodě,

- b) v technické praxi,
- c) v běžném životě každého z nás.



? Je libo čaj (kávu) s mlékem?

Č Tyto nápoje s oblibou pije mnoho lidí. Důležitá je jejich teplota při vlastní konzumaci. Kdy do horkého čaje nalít studené mléko, případně přidat i cukr? Hned při přípravě nebo je výhodnější učinit tak těsně před pitím? Je v tom vůbec nějaký rozdíl?

Na položené otázky vám odpoví výsledky experimentu.

P1 Dvě stejné vhodné nádoby naplníme přiměřeně horkou vodou (místo nápoje).

Do první přidáme 2 polévkové lžíce studeného mléka a lžičku krystalového cukru. Zamícháme krátce. Stejně ingredience a ve stejném množství přidáme po 10 minutách i do druhého nápoje. Opět zamícháme.

Vhodným teploměrem změříme teplotu obou nápojů. Kupodivu se liší. Také jste naměřili vyšší teplotu v nápoji č. 1?

Tepelná výměna mezi tělesy probíhá až do vyrovnání jejich teplot. Při větším rozdílu teplot je výměna intenzivnější.



## Tepelné záření

Zdrojem tepelného záření jsou obvykle tělesa s povrchovou teplotou vyšší než má jejich okolí.

**U1** Z řady uvedených těles vyberte a potrhňte ty, která považujete za zdroje tepelného záření.

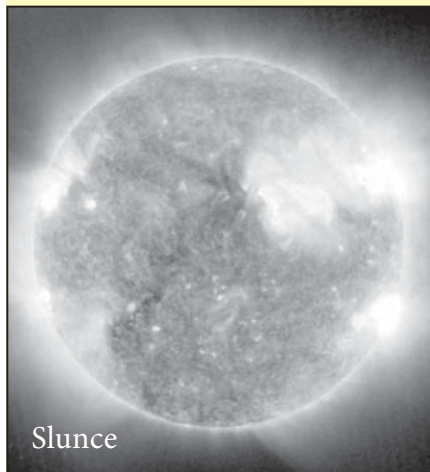
Řada: Měsíc, Slunce, stůl, kniha, radiátor ÚT, žehlička, tělo člověka, odporový drát s elektrickým proudem, Země.

**U2** Vysvětlete, zda dochází k významnému odrazu tepelného záření v následujících příkladech:

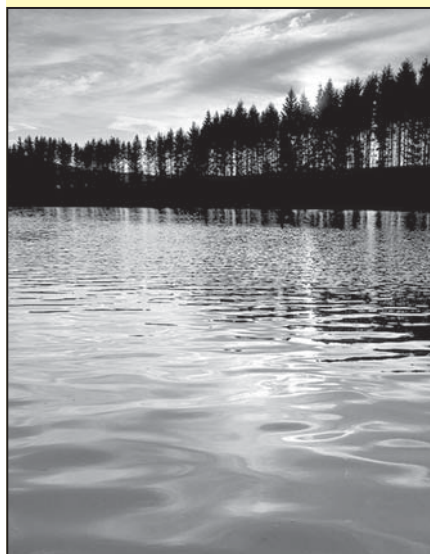
- na lesklém stříbřitém povrchu stíhacího letounu,
- na černém povrchu karosérie osobního auta,
- na ploše pokryté čerstvě napadaným sněhem,
- na špinavém povrchu starší sněhové vrstvy,
- na lesklém světlém povrchu cisterny pro dopravu mléka,
- na klidné hladině vody.

**?** Zahradníci i zahrádkáři natírají skleněné plochy svých skleníků bílou barvou, nejčastěji vápnem. Proč tuto zvláštní a zajímavou „ozdobu“ provádějí? Vedou je k tomu jejich zkušenosti a snaha po co nejlepších pěstitelských výsledcích. Pokuste se o vysvětlení.

**?** V jednom románu z venkovského prostředí se můžete dočíst, že hospodář sypal v únoru na sníh kolem stromů v sadu popel z kamen (topilo se převážně dřevem a uhlím). Má toto jednání vyplývající z letitých zkušeností i nějaké fyzikální vysvětlení?



Slunce



## Testoviny - teplo

1. V místnosti s teplotou vzduchu  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$  jsou, kromě jiných, tři sledovaná tělesa: porcelánová miska o hmotnosti  $1\ 250\text{ g}$ , skleněná váza ( $2,5\text{ kg}$ ), stříbrný podnos ( $450\text{ g}$ ). Díky vytápění ÚT se teplota v místnosti zvýší na  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- Jakou teplotu měla naše tři tělesa na začátku a jakou po zvýšení teploty v místnosti?
- Které z uvedených těles přijalo největší množství tepla a které naopak nejmenší teplo?
- Proč jsou hodnoty přijatého tepla rozdílné?

2. Proužek papíru jsme namotali na dřevěnou a na ocelovou tyčku. Konce obou umístíme v plameni kahanu. V čem bude situace obou tyček odlišná? Dovedete to vysvětlit?

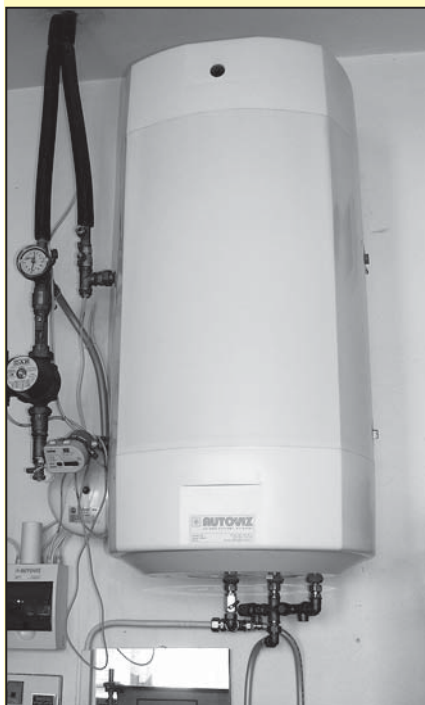
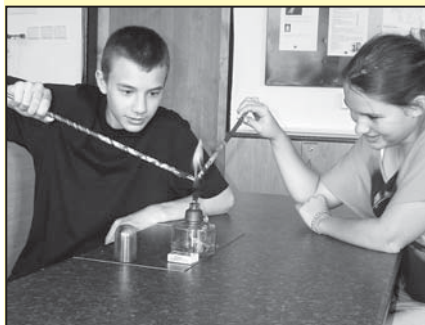
*\* Budete-li pokus provádět, pozor, pracujete s otevřeným ohněm!*

3. Do „misky“ z papíru, kterou jsme si sami složili, dáme malý objem vody a budeme ho zahřívat nad kahanem. Může se voda v papírové „nádobě“ i vařit?

*\* Ověřte svoje tvrzení pokusem a vysvětlete jej.*

4. Chceme-li zahřát  $45\text{ hl}$  vody a  $45\text{ m}^3$  vzduchu tak, že se jejich teplota zvýší o  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ , musíme oběma tělesům, plynnému i kapalnému, dodat teplo. Určete toto teplo ve vhodných jednotkách. *Rada: Můžete si nejdříve vyjádřit hmotnost obou těles.*

5. Na střeše budovy je umístěn panel, na kterém se v černém plastovém potrubí, díky dopadajícímu slunečnímu záření, ohřívá voda. Ta ve výměníku ohřívá vodu z vodovodu o teplotě přibližně  $16\text{ }^{\circ}\text{C}$  asi na  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Této teplé užitkové vody jsme spotřebovali  $2,5\text{ m}^3$ . Kolik zářivého tepla ze Slunce jsme využili? Ztráty neuvažujeme.



Místo pro pomocné výpočty a poznámky:

6. Měrná tepelná kapacita třtinového cukru je:
  - a) 166 kJ,
  - b) 1,66 kJ/kg · °C,
  - c) 56 kJ/kg,
  - d) 1660 J/kg · °C.
7. Dodané teplo  $Q = 315$  kJ postačí k ohřátí tří litrů vody o:
  - a) 25 °C,
  - b) 2,5 °C,
  - c) 15 °C,
  - d) 1,5 °C.
8. Teplota čaje ve sklenici se rychleji vyrovná v celém objemu nádoby, bude-li:
  - a) v čaji ponořená plastová lžička,
  - b) v čaji ponořená kovová lžička,
  - c) čaj ve sklenici lžičkou míchán,
  - d) sklenice s čajem přikryta např. porcelánovým talířkem.
9. Tři krychle stejného objemu ( $1 \text{ dm}^3$ ) z hliníku, mosazi a železa postupně jednotlivě vložíme do téže nádoby s vodou o teplotě 90 °C. Nejvíce se horká voda ochladí, bude-li v ní úplně ponořena:
  - a) krychle mosazná,
  - b) krychle hliníková,
  - c) železná krychle,
  - d) libovolná krychle, vždy je pokles teploty stejný.
10. Nejmenší ochlazení horké vody v úloze č.5 způsobí ponoření:
  - a) libovolné krychle, vždy bude pokles teploty stejný,
  - b) hliníkové krychle,
  - c) krychle z mosazi,
  - d) krychle železné.
11. Vzduch je dobrý tepelný izolant. Tato vlastnost vzduchu se uplatní:
  - a) v příkrývkách s dutými vlákny,
  - b) při ochraně drobných ptáků peřím při teplotách pod nulou,
  - c) jako ochrana kožešinové zvěře v zimě,
  - d) ve vakuovaných oknech domů.

## Změny skupenství - tání a tuhnutí

U1 Vyjmenujte takové změny skupenství, při kterých je třeba látkám teplo

a) dodávat: .....

.....

b) odebírat: .....

.....

Změnu skupenství pevného na kapalné u kovů označíme tavení kovů. Teplota tavení i tuhnutí je táž u většiny krystalických látek -  $t_f$ .

U2 Z uvedené řady látek vyberte kovy a seřaďte je podle jejich teploty tavení vzestupně (tj. od nejmenší po největší hodnotu této teploty).

Řada: železo, uhlík, měď, zlato, dusík, mosaz, síra, rtuť, křemík, dural, wolfram, nikl.

Uspořádání kovů: .....

.....

U3 Vyjmenuj alespoň 5 látek, jejichž teplota tání (tavení) je v Tabulkách uvedena záporným číslem: .....

.....

Uvedené látky se vyskytují za normální teploty (cca 18 °C) ve skupenství: .....

.....

U4 Jaké podmínky musí být splněny, aby při teplotě 0 °C a) voda ztuhla? .....

b) led tál? .....

? Je možné, aby nastaly v přírodě obě situace současně?

Pevné krystalické látky

- částice kmitají v krystalové mřížce.

Pevné amorfní (beztvaré) látky

- částice konají „pomalý“ pohyb v gravitačním poli.

Kapalné látky

- částice konají neuspořádaný, chaotický pohyb.

Plynné látky

- částice se pohybují neuspořádaně většími rychlostmi než u kapalin při téže teplotě.

Změna skupenství látek

- jejich částice získávají nebo ztrácejí energii.

**Poznámky k řešení:**



? V dějinách lidstva střídá dobu kamennou doba bronzová, pak následuje doba železná. Z těchto materiálů vyráběli lidé nástroje i zbraně.

Proč toto pořadí není náhodné?

U5 Bronz je slitinou mědi a cínu, železo je kovový prvek. Vyhledejte v Tabulkách teploty tavení těchto kovů a vysvětlete, jaký mají tyto hodnoty vliv na střídání epoch ve vývoji lidstva.

měď: .....

cín: .....

železo: .....

Porovnejte s uvedenými hodnotami teploty tavení zlata a stříbra.

zlato: .....

stříbro: .....

? Vypátrejte, kdy se objevily výrobky z těchto vzácných kovů v lidské společnosti v různých částech Země, často to byly šperky a ozdoby.

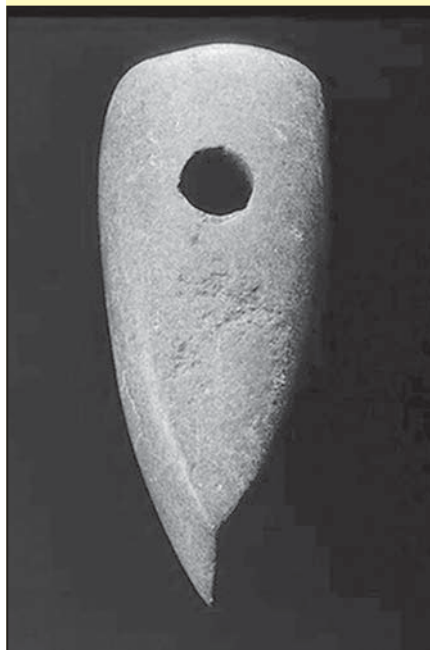
? Proč prakticky nelze roztavit na železné lžici kousíček niklu, ale kousky olova roztavíte takto snadno (např. nad plamenem kahanu).

Odpověď:

.....  
.....

? Parafín (podobně i vosk) snadno vlivem tepla mění své skupenství na kapalné (viz hořící svíčka). Přesto však v Tabulkách nenajdete teplotu tání ani pro parafín, ani pro vosk. Proč?

Poznámka: Do stejné skupiny látek patří asfalt, ale i sklo.



## Tání a tuhnutí - skupenské teplo

Proč neroztaje sníh a led okamžitě, jakmile se teplota vyšplhá nad nulu?

Nutnou podmínkou pro změnu skupenství je nejen dosažení teploty tání, ale i dodání potřebného množství tepla - tzv. skupenského tepla tání. To v případě sněhu a ledu v přírodě není zrovna malá hodnota.

Skupenské teplo tání  
(tuhnutí) -  $L_t$  kJ

Měrné skupenské teplo tání  
(tuhnutí) -  $l_t$  kJ/kg

$$L_t = m \cdot l_t$$

U1 Určete hmotnost kostky ledu (krychle o hraně přibližně 5 cm). Vypočítejte, kolik tepla je třeba dodat, aby kostka při teplotě 0 °C roztála.

U2 Při úpravě ledu o přestávce hokejového utkání vytvoří rolba na ploše vrstvičku vody. Ta mrzne (tuhne) v led. Jak velké skupenské teplo je třeba odebrat, aby se tato vrstva vody (teplota 0 °C, tloušťka asi 5 mm) přeměnila na led na celé ploše o rozměrech 60 m x 30 m?

U3 Porovnejte podílem skupenská tepla z úloh č. 1 a č. 2.

U4 Tři tělesa, každé o hmotnosti 1 kg, jsou vyrobená ze zinku, cínu a olova.  
a) Určete jejich objem.  
b) Určete, kolik skupenského tepla při teplotě tavení každé z nich přijme, jestliže se roztaví?

U5 V termosce je 0,5 kg vody o teplotě 50 °C. Led o hmotnosti 200 g a teplotě 0 °C vložíme do termosky.  
- Roztaje všechnen led?  
- Tepelné ztráty neuvažujte.  
- Jaká bude teplota vody po ukončení tepelné výměny - určete alespoň přibližně.

? Zůstane stříbrný drátek ve skupenství pevném, vložíte-li jej do roztaveného zlata?

## Tání a tuhnutí - změna objemu a hustoty

**T** Kostka ledu ve sklenici vody plove. Část objemu kostky je nad hladinou vody. Led má tedy menší hustotu než voda v kapalném skupenství (viz Tabulky).

Kousek pevného parafínu v „roztaveném“ parafínu klesá dolů. Pevný parafín má tedy větší hustotu než parafín kapalný.

Většina látek se chová jako parafín z našeho P4 na str. 49 v učebnici. Z toho vyplývá, že většina látek má větší hustotu ve skupenství pevném než v kapalném.

Voda je výjimkou a je tomu u ní právě naopak. Je to dáno vnitřním uspořádáním částic v pevném skupenství - v ledu.

**U1** Necháme roztát 1 kg ledu. Jakou hmotnost má voda z tohoto ledu?

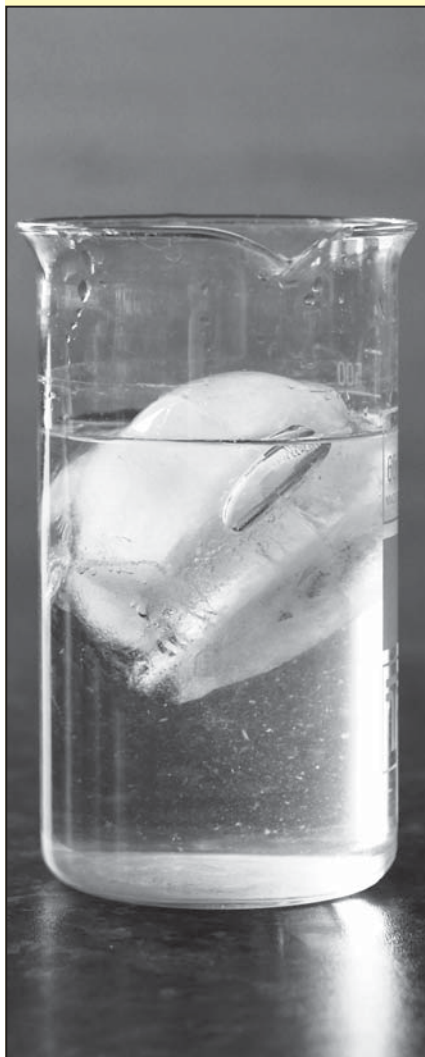
**U2** Maminka nechá roztát 250 g čokolády (na polevu) v kapalném skupenství. Jakou má tato kapalina hmotnost?

**U3** V mrazničce necháme zmrznout 1 litr, tj. 1 dm<sup>3</sup> vody na led. Na rovnoramenných vahách vyvážíme nádobu umístěnou na jedné misce. Poruší se rovnováha, umístíme-li na druhé misce náš led a do nádoby na první misce nalijeme 1 litr vody?

**P1** Správnost svého řešení U3 ověřte pokusem. Můžete použít např. 500 ml vody a led, který vznikl zmrazením stejného objemu vody.

**U4** Co má větší objem:

- 1 kg železa v roztaveném stavu nebo 1 kg železa v pevném skupenství,
- 250 ml vody nebo 0,25 kg ledu?



Výpočet objemu ledu k U4b:

$$\rho = m : V \rightarrow V = m : \rho$$

## Vypařování

Změna skupenství kapalného na skupenství plynné probíhá za každé teploty. Rychlost vypařování výrazně ovlivní:

- teplota kapaliny a jejího okolí,
- velikost odpařovací plochy,
- rychlost odstraňování par nad povrchem kapaliny.

Různé kapaliny se však za stejných podmínek vypařují rozdílně.

? Které z výše uvedených podmínek využíváme při sušení prádla?

U1 Je voda těkavá kapalina? Zapiš do sešitu názvy alespoň tří těkavých kapalin.

P1 Opatřete si list nebo několik listů, z určitého stromu, např. z javoru, kaštanu apod. Vhodným způsobem určete velikost odpařovací plochy, ze které se odpařuje voda, pokud je list na stromě.

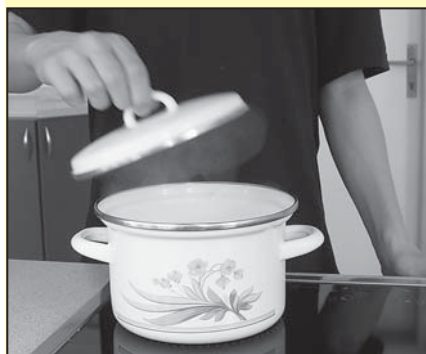
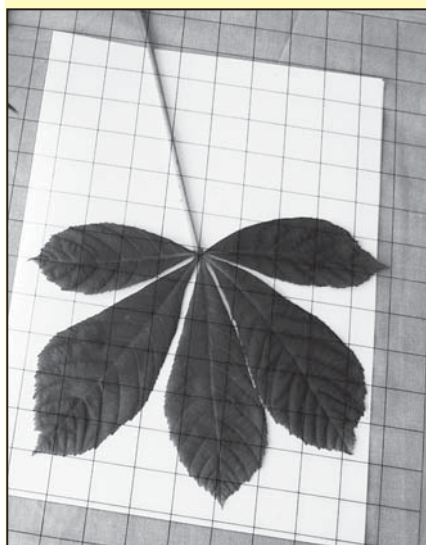
UVědomte si, jak velkou odpařovací plochu představuje listí na jednom jediném stromě.

Vypařující se kapaliny odebírá svému okolí teplo. Viz P4 na str. 51 v učebnici.

? Proč se po dešti obvykle citelně ochladí?

U2 Tři kamarádi jsou v létě na koupališti. Josef sedí na betonovém okraji bazénu, sluní se a je mu horko. Potí se. Honza plaval v bazénu (voda má teplotu asi 22 °C), vylezl a přisedl si k Josefovi. Klepe se zimou. Milan také vylezl z vody, oběhl tři kolečka kolem bazénu a přisedl ke kamarádům. Je mu fajn. Jak to můžete vysvětlit?

U3 Uveďte (a zapište i do sešitu) tři příklady, kdy doma v kuchyni potřebujete urychlit vypařování kapaliny. Vysvětlíte, jak to provádíte.



? Člověk se při namáhavé fyzické práci potí, pot se odpařuje z povrchu jeho těla a tak se ochlazuje. Pes přítel člověka tuto možnost nemá. Jak reguluje svoji tělesnou teplotu za horkých letních dnů?

U4 Navrhněte a nakreslete do svého sešitu co nejvhodnější tvar nádob (s uzávěrem) na uchování těkavých kapalin. Svoje návrhy odůvodněte.

P1 Změříte-li teplotu vody v otevřené nádobě a teplotu vzduchu v okolí, získáte odlišné hodnoty. Proč?

? Při úpravě ledu na zimních stadionech rolbou se používá teplá voda. Je pro to nějaké fyzikální vysvětlení? Najděte je a запиšte!

? Uvažujme o dvou tělesech: prvním je kapalně těleso z vody o teplotě  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  a hmotnosti  $0,5\text{ kg}$ , druhým plynné těleso z vodní páry o stejné hmotnosti. Které z nich má větší vnitřní energii a proč?

U5 Stará pranostika říká: Na jaře kýbl vody a lžíce bláta, na podzim lžíce vody a kýbl bláta.

(Kýbl - v nářečí kbelík).

Pokuste se vyjádřit v několika větách obsah této pranostiky a vysvětlit jej na základě svých vědomostí nejen o teple, vypařování vody, ale i na základě vlastních zkušeností.

? Máme letní problém. Který nápoj se lépe ochladí? První je v lahvi ponořený ve vodě u břehu jezera, kde se koupe řada lidí. Druhý ve stejné lahvi obalíte mokrou utěrkou a ponecháte ve stínu. Kterým z nich se po určité době lépe osvěžíte a proč?



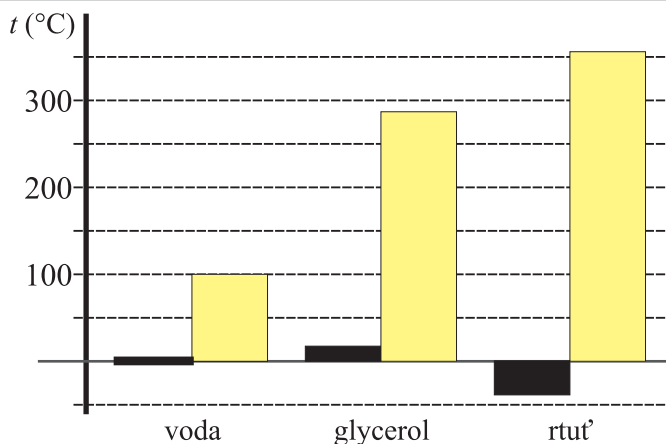
## Var kapalin

Kapaliny se vypařují na svém povrchu za každé teploty. Pokud se vypařují i uvnitř kapalného tělesa, označíme tento stav jako var kapaliny. Pro každou kapalinu je charakteristická teplota varu -  $t_v$ . V Tabulkách je uvedena její hodnota pro vybrané kapaliny za normálního tlaku.

Místo pro výpočty a poznámky:

$$L_v = l_v \cdot m$$

U1 Z následujícího diagramu určete a запиšte teploty tání (tavení) a teploty varu tří kapalin: vody, glycerolu, rtuť. Uspořádejte je vždy vzestupně.



U2 V tabulce doplňte chybějící údaje ve správných jednotkách:

látka	voda	diethylether	rtuť
hmotnost $m$	0,5 kg	200 g	0,05 kg
měrné skupenské teplo varu $l_v$			
skupenské teplo varu $L_v$			

U3 Z následujících vět podtrhněte vlnovkou ty, které jsou po fyzikální stránce správně.

- Lih se vaří za normálního tlaku při teplotě přibližně 78 °C.
- Brambory se lépe vaří pod pokličkou.
- Teplota varu vzduchu je -194,5 °C.

Poznámka: O vaření a varu se často hovoří v souvislosti s přípravou potravin. Maso ani těstoviny se však nevaří, pouze změkknou a stanou se požitelnými ve vařící se vodě. Přestože zmíněné slovní spojení není v pořádku, v běžné řeči je tolerujeme a používáme.

Poznámky:

U4 V nížině se voda vaří při teplotě 100 °C. V jaké nadmořské výšce byli horolezci, když jim voda v otevřené nádobě vřela už při teplotě 80 °C? Pomoc najdete ve fyzikálních tabulkách F12 a F9.

U5 Určete teplotu varu pro následující látky: olovo, aceton, metanol, síra, rtuť. Zjištěné hodnoty zapíšte. Které z uvedených látek patří mezi látky těkavé? Jaká je jejich teplota varu?

POZOR! Páry těkavých látek smísené se vzduchem mohou být výbušné!! Nebezpečné je v takovém prostředí zacházet s otevřeným ohněm!!

P1 Pokus na chodníku.

Na klidném místě, kde je minimální frekvence chodců, si vyhlédněte po dešti na chodníku kaluž. Křídou obkreslete její obvod a opakujte to v přiměřených stejných časových intervalech. Zajímavá je i fotodokumentace, případně video, z tohoto nenáročného pokusu ověřujícího rychlost vypařování.

P2 Dá se vypařování zastavit? Do dvou sklenic nalijte stejné množství vody a výšku hladiny označte viditelně fixem. Jednu nádobu však přikryjeme (např. „pokličkou“ z tuhého papíru - můžete ji i vhodně zatížit). V pravidelných intervalech označíte vždy výšku hladiny vody v obou sklenicích. A odpověď na položenou otázku se vám nabídne sama.



## Kondenzace - kapalnění

Orosená sklenice s ovocným nápojem chlazeným několika kostkami ledu, zamlžené brýle při vstupu do vyhřáté místnosti z chladného prostoru nebo vytváření oblaku na obloze. To všechno jsou známé příklady, kdy dochází ke kondenzaci par (plynů).

Kapalnění je změna skupenství plynného na kapalné. V chemii jste tento jev pozorovali např. při destilaci.

? Při kapalnění je nutné látce teplo dodávat nebo odebrat?

? V hrnci přikrytém pokličkou se vaří voda. Zvednete-li pokličku, zjistíte, že na její spodní straně jsou kapky vody. Vysvětlíte, proč se tam tyto kapky vytvořily.

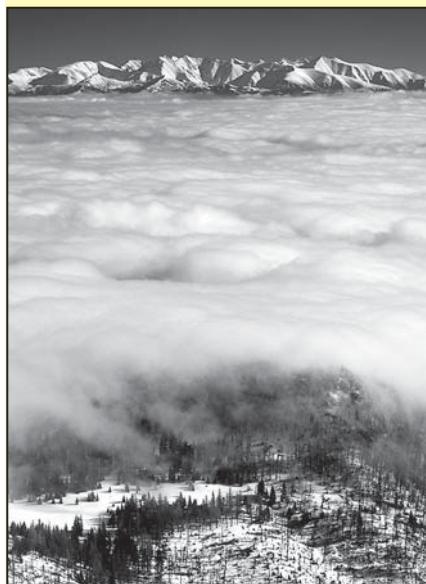
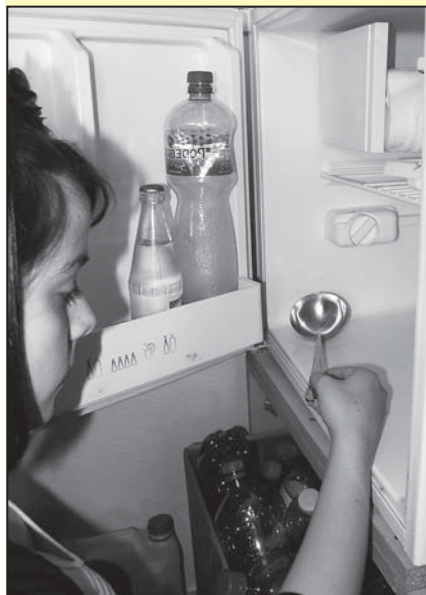
P1 Kovovou naběračku umístíte na krátkou dobu v prostoru chladničky. Potom obrácenou naběračku umístíte nad hrncem s vařící se vodou. Z naběračky odkapávají zpět do hrnce kapky vody - voda prší zpět do hrnce.

Vodní pára kondenzovala po kontaktu s chladným povrchem naběračky.

U1 Zapište příklady kondenzace par, které můžete pozorovat v přírodě. Popište, za jakých podmínek k těmto jevům dochází.

V oblastech se silně znečištěným vzduchem se často vyskytují mlhy. Příčinou je velké množství malých částic (polévatý prach apod.) ve vzduchu. Na nich právě kondenzuje při vhodných podmínkách vodní pára, která je ve vzduchu vždy - vzniká nepříjemná mlha.

? Na výletě do hor jste se dostali ve větší výšce do mraků (do oblak). Jaký si myslíte, že je rozdíl mezi mlhou a oblaky?





## Sublimace a desublimace

Změna skupenství pevného přímo na plynné při dodání potřebného tepla se nazývá sublimace pevné látky. Právě opačná změna při odebrání potřebného tepla je desublimace.

Celá řada pevných látek, např. kafr, naftalin apod., je cítit. Páry těchto látek, které se dostanou do vzduchu díky sublimaci, vnímá náš čich.

Nejznámějším jevem dokládajícím desublimaci v přírodě je vytváření jinovatky a námrazy. Vodní pára v ovzduší se při teplotách pod nulou mění přímo v krystalky ledu.

**U1** Složitější úloha na závěr.

V uzavřené nádobě je 2 500 g vody o teplotě 15 °C. Do vody zavedeme trubicí vodní páru o hmotnosti 100 g a počáteční teplotě 100 °C. Vodní pára ve vodě kondenzuje (kapalní). Jak se změní teplota vody v nádobě? Dokážete její výslednou hodnotu určit?

Rada: Celý děj si můžete rozdělit na jednotlivé fáze, jakoby se odehrávaly postupně.

1. fáze - Kondenzace 100 g vodní páry na 100 g vody o téže teplotě 100 °C. Uvolní se skupenské teplo  $L_k$ .
2. fáze - Ohřátí 2,5 kg původní kapaliny z teploty 15 °C na vyšší teplotu  $t_1$ . Využito je k tomu uvolněné teplo kondenzací vodní páry  $L_k$  (viz 1. fáze).
3. fáze - Určení výsledné teploty vody  $t_v$ . Smíchá se 2,5 kg vody o teplotě  $t_1$  a 100 g vody o teplotě 100 °C.

Výsledný efekt je stejný, i když ve skutečnosti probíhají všechny fáze současně. Pro jednodušší řešení neuvažujeme tepelné ztráty. Ostatně mohou se dobře eliminovat dobrou tepelnou izolací pokusných nádob.

Místo pro poznámky  
k řešení U1:

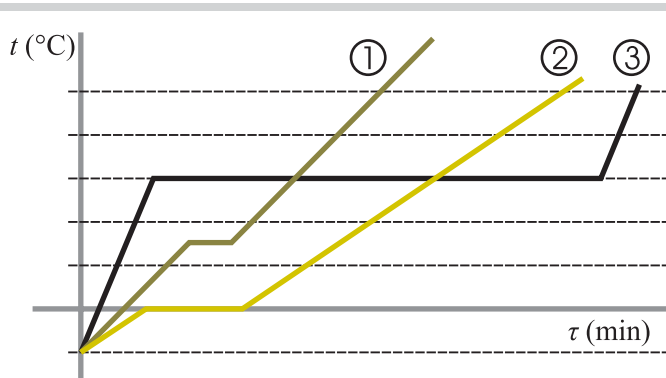
- Měrné skupenské teplo varu vody a také měrné skupenské teplo kondenzace vody  $l_v$  je uvedeno v Tabulkách.
- Po dosazení do příslušných vzorců řešte rovnice o jedné neznámé. Sledujte jednotky příslušných veličin.

## Testoviny - změny skupenství

Poznámky k řešení:

- U1 Objem formy pro odlévání hliníkových dílů je větší než požadovaný objem výsledné součástky. Vysvětlete proč?
- U2 Roztavená hmota skla ztuhla v kovové pánvi. Její povrch po ztuhnutí už není vodorovný. Je to náhoda? Odůvodněte své tvrzení.
- U3 Jaká část objemu ledové kry je pod hladinou vody a jaká je nad ní? Hustotu ledu uvažujte  $917 \text{ kg/m}^3$  a hustotu mořské vody  $1030 \text{ kg/m}^3$ . Oba objemy vyjádřete v procentech.
- U4 Ledová kra plove v porovnání s U3 ve sladké vodě o hustotě  $998 \text{ kg/m}^3$ . Jak se změní situace proti podmínkám v U3? Kolik procent objemu ledové kry je pod hladinou vody nyní?
- U5 Tři tělesa ze tří různých pevných látek mají shodnou počáteční teplotu a mají i stejnou hmotnost (např. 1 kg). Všechna tři jsou zahřívána tak, že jim dodáváme každou minutu shodné množství tepla - rovnoměrné zahřívání.

Prohlédněte si následující graf a určete:



- Která z daných látek má nejvyšší teplotu tání?
- Která látka má největší a která nejmenší hodnotu měrného skupenského tepla tání.

## Test - změny skupenství

Poznámky k řešení:

- Látka odevzdává teplo svému okolí, jestliže:
  - tuhne,
  - taje,
  - kondenzuje (kapalní),
  - se vypařuje.
- Kostka ledu o hmotnosti 0,5 kg roztaje:
  - při teplotě 0 °C,
  - dodáme-li teplo 167 kJ,
  - při teplotě 0 °C a dodávce 167 kJ tepla,
  - při teplotě +5 °C.
- Za každé teploty se vypařují:
  - jen těkavé kapaliny,
  - všechny kapaliny,
  - jen kapaliny ve varu,
  - jen voda a vodní pára.
- Stříbrný šperk můžeme tavit v nádobce:
  - ze železa,
  - z duralu,
  - ze zlata,
  - z hliníku.
- Pevnou látku můžeme cítit (vnímat čichem):
  - bude-li tát,
  - když sublimuje,
  - když desublimuje,
  - se vypařuje.
- Olovo o hmotnosti 350 g a teplotě 328 °C se zcela roztaví, dodáme-li mu teplo:
  - 8,05 kJ,
  - 805 J,
  - 5 kJ,
  - 8 100 J.
- Teplota varu vody se sníží, je-li nad její hladinou:
  - vyšší než normální atmosférický tlak
  - nižší než normální atmosférický tlak,
  - vakuum,
  - přetlak.
- Teplota tání ledu se sníží:
  - při vyšším tlaku,
  - při nižším tlaku,
  - při podtlaku nepatrně, je prakticky stejná,

## Proudění

Proudění různých tekutin pozorujete kolem sebe v přírodě, doma i při provádění některých pracovních postupů. Tekutinou je buď kapalina nebo plyn.

**U1** a) Zapište alespoň tři příklady tekutin, které mají výrazně malou hustotu:

.....  
.....

b) Zapište alespoň tři příklady tekutin s co největší hustotou: .....

.....  
.....

**U2** Uvedte příklady proudění tekutin, např.: Venku vane vítr.

a) v přírodě: .....

.....  
b) doma: .....

.....  
c) při sportu a rekreaci: .....

.....  
.....

**U3** Na nákresu jsou znázorněny nádoby s kapalinou. Ta vytéká vodorovnou trubicí. Svislé tenké trubice poslouží k měření tlaku kapaliny v daném místě. Doplňte výšku kapaliny v těchto svislých trubicích v nákresu A i B. Svá odůvodnění zapište:

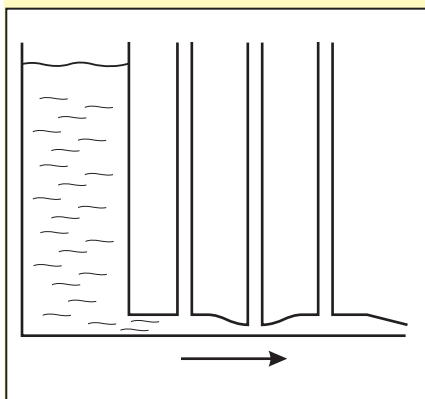
A: .....

.....  
B: .....

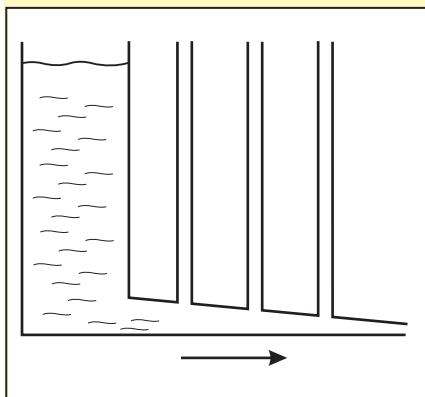
.....  
.....

U1:  
Hustoty tekutin - poznámky:

Nákres A:



Nákres B:



U4 Trubicí na obrázku C proudí voda a zcela zaplňuje její objem. V místě X má trubice průřez  $S_1 = 0,2 \text{ dm}^2$ , v místě Y je průřez  $S_2 = 10 \text{ cm}^2$  a v místě Z má trubice kolmý průřez o obsahu  $S_3 = 2,5 \text{ cm}^2$ . V profilu Y byla naměřena rychlost proudící vody  $v_2 = 2 \text{ m/s}$ .

a) Určete rychlost proudící vody v ostatních vyznačených místech:

b) Ve kterém z uvedených profilů je tlak proudící vody největší, kde je nejmenší:

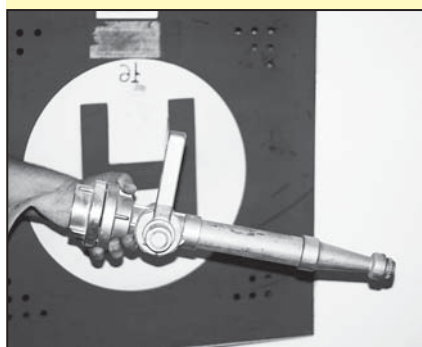
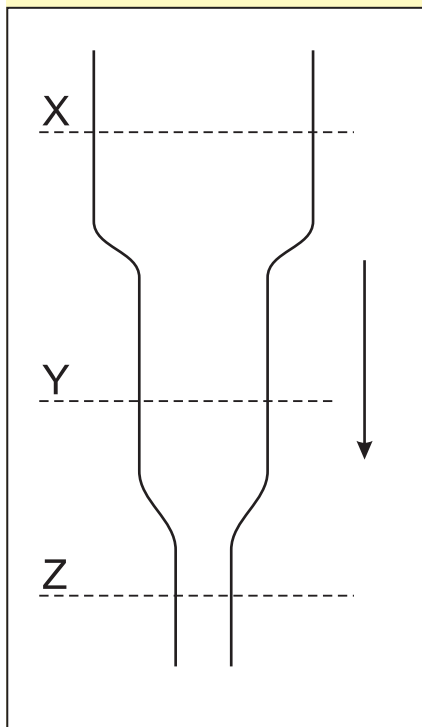
Odpověď:.....  
 .....

Č Vezměte dvě plastová brčka, upravte vhodně jejich délku a vyzkoušejte si funkci rozprašovače (viz foto F8, str 69). Budete ještě potřebovat nádobu s kapalinou.

U5 Na fotografii ve sloupku je hasičská proudnice. Je nasazená na konci hadice a využívá se jejího zúženého ústí. Vysvětlete, jaký má proudnice tvar a odůvodněte to z hlediska rychlosti vytékající vody při stříkání.

Č Najděte a zdokumentujte podobné příklady, kdy se rychlost proudící tekutiny mění tvarem a profilem příslušné pomůcky.

Nákres C - pohled shora:



## Proudění - pokračování

Většina pohybujících se těles se nachází v prostředí, které jejich pohyb obvykle brzdí.

? Existuje prostředí, kde tomu tak není? Kde?

U1 Vítr vane rychlostí 10 m/s. Cyklista jede po větru rychlostí 15 km/h. Vrací se zpět a chce rychlost jízdy dodržet. V čem jsou tyto dvě situace odlišné? Jak se to projeví na jízdě cyklisty?

U2 Zaznamenejte příklady vodních živočichů, jejichž tvar těla jim umožňuje ve vodě pohyb relativně velkou rychlostí.

Př.1:

Př.2:

Př.3:

P1 Proveďte pokus s naběračkou podle obrázku ve sloupku. Jako zdroj proudícího vzduchu poslouží např. fén.

Č slouží např. fén.

- a) Jak vysvětlíte odlišné vychýlení naběračky v obou zobrazených situacích? Její hmotnost ani rychlost proudícího vzduchu jste v průběhu experimentování neměnili.

Vysvětlení:

b) Jak se změni výsledky pokusů, přepneme-li fén na větší výkon, změníme-li vzdálenost fénu od naběračky?

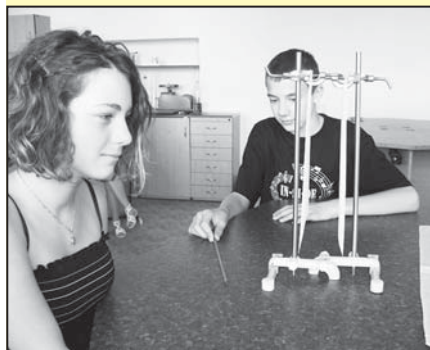


**P2** Dva listy papíru formátu A4 zavěšíme proti sobě v nevelké vzdálenosti jako na obrázku.

**Č** Trubičkou, např. brčkem mezi ně budeme foukat vzduch. Jak se celá situace změní?

Poznámka: Při vysvětlení uvažte tlak vzduchu mezi papíry a v jejich okolí.

Výsledek pokusu a jeho vysvětlení:



Profil křídla letadla, jeho nosné plochy, není přesně proudnicového (aerodynamického) tvaru. Je nesouměrný (vysvětlení F8, str. 72). Výsledkem je, že výslednice sil na křídlo působících má směr vzhůru.

**U3** Závodní automobily formule F1 mají jako součást své karoserie podobný prvek nosné ploše letadla. Označuje se jako spojler. Jakou má funkci a jak je jí dosaženo?

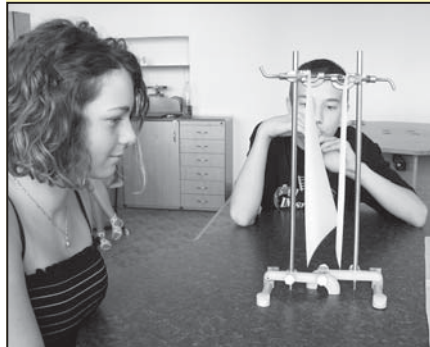
**P3** Ze dvou stejných čtverců papíru si poskládejte dvě stejné „vlastovky“. Na jejich nosných plochách proveďte změny podle obrázku. Ověřte, jak se to projeví na letu obou papírových letadel.

**Č** Dovedete to vysvětlit.

Pokus s oběma „vlastovkami“ několikrát po sobě zopakujte a tak si ověřte i svá vysvětlení.

**?** Nosná plocha nadzvukových letounů je vzhledem k jejich hmotnosti výrazně menší než plocha křídel u sportovních letadel. Ta létají mnohem menšími rychlostmi v relativně malých výškách nad zemí. Jak tyto zřetelné konstrukční rozdíly odůvodníte?

Odůvodnění: .....  
.....  
.....



## Elektrostatické jevy

Zelektrovat tělesa znamená získat na nich elektrický náboj. Říkáme, že tělesa jsou nabitá.

Atomy, částice hmoty, jsou elektricky neutrální.

- Těleso je nabito záporně - v jeho struktuře převládají částice se záporným nábojem.
- Těleso je nabito kladně - v jeho struktuře je nedostatek záporně nabitých částic, proto převládají náboje kladné.

Při elektrování těles třením dochází k přesunu záporně nabitých částic (elektronů) mezi zúčastněnými tělesy.

**P1** Třením zelektrujte skleněný válec a plastovou tyč. Mají obě tělesa - válec a tyč - souhlasný nebo opačný elektrický náboj? Jak to dokážete vhodným dokončením pokusu?

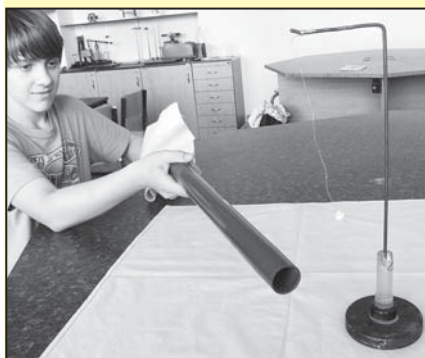
**U1** Dvě zelektrovaná tělesa se navzájem odpuzují. Odůvodněte, jaké mají elektrické náboje.

**U2** Plastová fólie a list papíru formátu A4, který jsme z ní vyjmuli, na sebe působí navzájem určitou silou. Jakého původu jsou tyto síly a jak působí?

**U3** Jana připravovala svazek kancelářských papírů do tiskárny počítače a zjistila, že jednotlivé listy se navzájem přitahují. Usoudila, že to není dobré. Jak to má vyřešit?

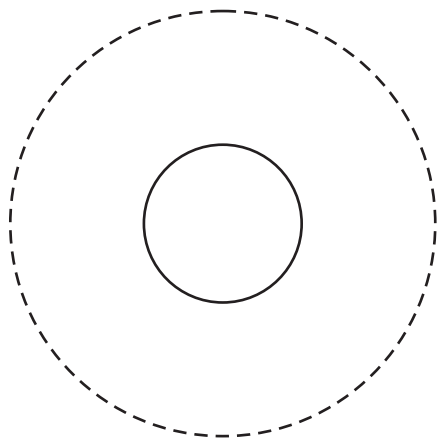
**U4** Uveďte několik příkladů z běžného života, kdy jste se setkali s tělesy s elektrostatickým nábojem: .....

.....  
.....  
.....



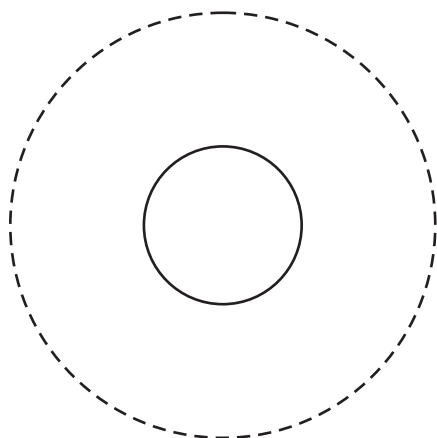


U5 Nakreslete schéma modelu atomu hélia He. V Tabulkách (Periodická soustava prvků - na desce knížky) najdete jeho pořadové číslo v této tabulce. To udává i počet protonů v jádru atomu hélia He.



U6 Z obalu atomu draslíku K byl odtržen jeden elektron. Nakreslete schéma modelu této částice draslíku a pojmenujte ji: .....

.....



U7 Jakými elektrickými silami by na sebe navzájem působily obě částice v dostatečně malé vzdálenosti od sebe?



## Elektrostatické náboje

Elektroskop nám umožní odhalit elektrický náboj na tělese. Postačí se dotknout elektroskopu, ten „převezme“ část náboje. Velikost výchylky je úměrná velikosti náboje.

Elektrický náboj je fyzikální veličina - značka  $Q$ .  
Jednotka el. náboje - 1 coulomb, značka 1 C.\*\*  
Zápis  $Q = 1,5 \text{ C}$  znamená: Elektrický náboj má velikost 1,5 coulombu.

Každý elektrický náboj je tvořen větším či menším počtem nábojů elementárních (kladných nebo záporných).

**Př.** Je-li  $Q = 1 \text{ C}$ , pak tento elektrický náboj tvoří  $6,24 \cdot 10^{18}$  nábojů elementárních  $p^+$  ( $e^-$ ).

$$Q = 0,002 \text{ C} = 2 \cdot 6,24 \cdot 10^{18} \cdot 10^{-3} e = 1,25 \cdot 10^{16} e.$$

V okolí nabitých těles pozorujeme působení elektrických sil (přitažlivých či odpuzivých). Tento prostor je označován jako elektrické pole.

Poznámka: Poznali jste už silová pole gravitační a magnetická.

**U2** Co mají zmíněná pole společného, v čem se liší?

Izolovaný vodič, tj. těleso z vodivého materiálu, které není uzemněno, se v elektrickém poli nabitěho tělesa také nabije indukovanými náboji.

**U3** Dokreslete v nákresu ve sloupku umístění indukovaných nábojů a porovnejte je.

Těleso z nevodivého materiálu se v elektrickém poli polarizuje - má kladný i záporný el. pól.

Tak se chovají např. zrnka krupice v našem pokusu (viz F8, str. 80).

**U4** Jakými póly se k sobě otočí polarizovaná zrnka krupice?

\*\* Viz historické poznámky ve F8, str. 112.

U1:

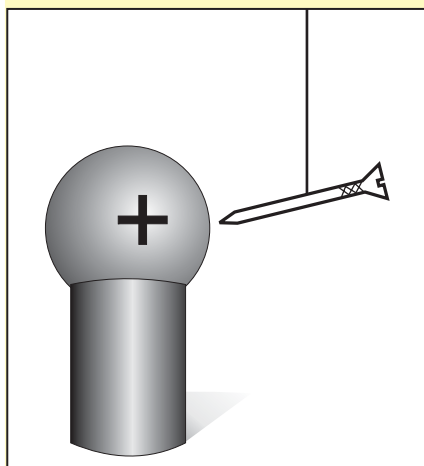
$$Q = 0,05 \text{ C} =$$

$$= \dots\dots\dots p^+$$

$$Q = -4 \text{ mC} = \dots\dots\dots e^-$$

$$Q = 0,8 \text{ mC} = \dots\dots\dots e$$

Elektroskop lístkový  
- vyrobený členy KMD:



Elektrické síly působící v elektrickém poli na polarizovaná zrnka krupice způsobí jejich uspořádání - vyznačí tvar **elektrických siločar**.

U5 Nakreslete siločáry el. pole v okolí terčíku se záporným nábojem:



U6 Zakreslete siločáry el. pole v okolí dvou terčíků s opačnými náboji:



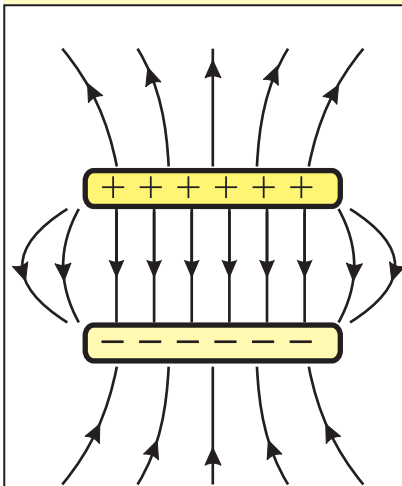
U7 Zakreslené siločáry v U6 porovnejte s tvarem magnetických indukčních čar (magnetických siločar) při znázornění magnetického pole trvalého tyčového magnetu.

Shodné znaky obou silových polí:

Rozdíly v obou situacích:

U8:  
V následujícím nákresu vyznačte alespoň přibližně hranice stejnorodého (homogenního) elektrického pole.

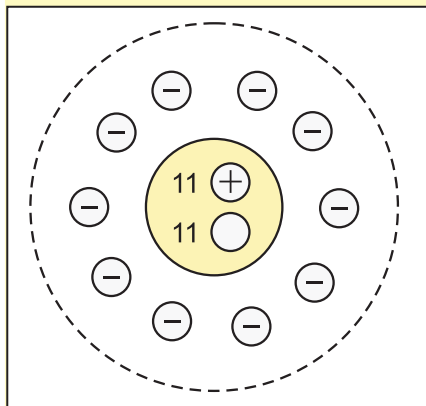
Nákres:



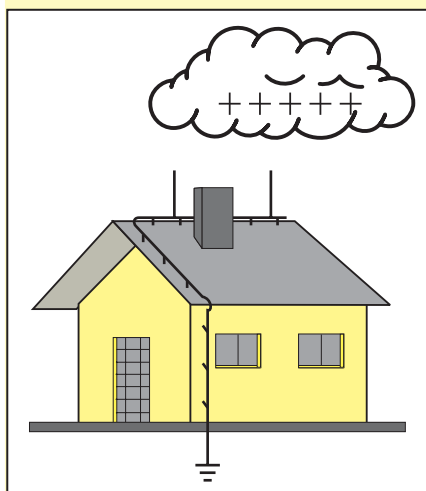
## Testoviny - elektrostatika

- V obrázku A je zakreslen model:
  - atomu sodíku, b) kladného iontu sodíku, c) záporného iontu sodíku, d) atomu uhlíku.
- Dvě polystyrénová kyvadélka se navzájem odpuzují z důvodu, že:
  - jsou velmi lehká,
  - jsou nabitá obě kladným nábojem,
  - mají opačné elektrické náboje,
  - jedno je nabité a druhé ne.
- Skleněný válec nabitý kladně (viz str. 42) je v blízkosti elektroskopu a ten je:
  - nabitý záporným el. nábojem,
  - bez el. náboje,
  - nabitý kladným el. nábojem,
  - v horní izolované kovové části nabitý záporně a na opačném jejím konci má náboj kladný.
- Střecha dřevěné chaty je pokryta měděným plechem. Před bouřkou je nad ní nabitý mrak. Nákres B - hřeben střechy:
  - má náboj záporný, b) má náboj také kladný, c) je bez náboje, d) je uzemněný.
- Siločáry elektrického pole mají směr:
  - od kladného náboje k zápornému,
  - od - náboje k + náboji,
  - libovolný,
  - od většího náboje k menšímu.
- Zrnka prachu a nečistot se „lepí“ na plastovou trubku i hubici vysavače proto, že:
  - třením se tyto části vysavače zelektrují a přitahují polarizovaná zrnka nečistot,
  - se hubice vysavače pohybuje po povrchu koberece a vzduch do ní proudí velmi rychle,
  - zrnka nečistot i hubice jsou nabitý souhlasnými elektrickými náboji,
  - zrnka nečistot i hubice jsou bez el. náboje.

Nákres A:



Nákres B:



## Přesvědčte se sami! Vyzkoušejte si!

Každý den strávíte jistý čas před umyvadlem. Všim-li jste si, že je to vlastně umyvadlo plné zajímavých otázek? Vyzkoušejte si to sami.

1. Trošku pootočte kohoutkem a do umyvadla teče tenký pramínek vody. Pustíte-li kohoutek o trošku víc, je zřetelně vidět, že se pramínek vody směrem dolů zužuje. Čím to je? Raději pokus zopakujte. Náhoda to zřejmě není.



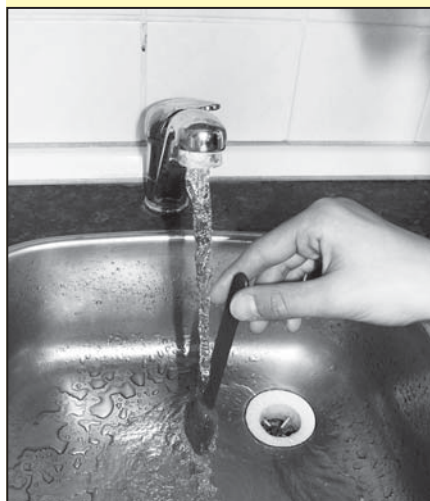
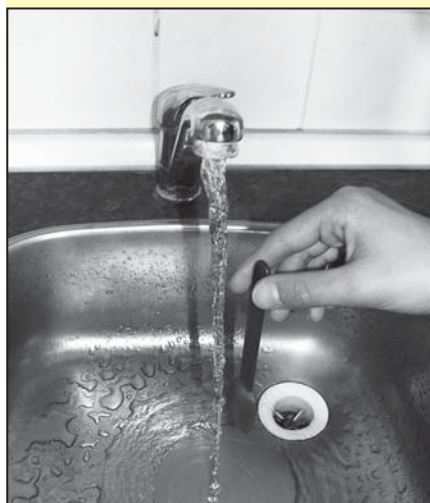
K druhému pozorování potřebujete ještě malou plastovou lžičku.

Opět si pusťte přiměřený pramínek vody. V jeho těsné blízkosti přiblížíte celkem volně mezi dvěma prsty zachycenou plastovou lžičku. Pramen vody se od ní nejen neodrazí, ale snadno zpozorujete lehký pohyb lžičky směrem k němu. Lžička jako by se k pramínku vody přilepila. Dokážete tento jev vysvětlit? Něco už o proudění tekutin přece víte.

Možné vysvětlení „umyvadlových problémů“:

ad1) Z kohoutku umyvadla vytéká za každou sekundu stejný objem vody. Rychlost proudící vody směrem dolů se však zvyšuje (jsme v gravitačním poli Země - voda padá dolů). Proudí-li tekutina větší rychlostí, má v tom místě menší průřez  $S$ . Viz F8, str. 68.

ad2) Plastová lžička je v blízkosti tekoucího pramínku vody. Vzduch mezi ní a pramínkem vody proudí rychleji, a proto má nižší tlak. Vzduch je strháván vodou. Viz F8, str. 69. Z druhé strany lžičky působí normální tlak vzduchu. Rozdíl tlaku vzduchu z obou stran lžičky je příčinou působení tlakové síly na ni směrem k vytékajícímu pramínku vody.



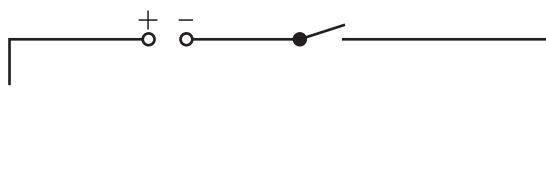
## Elektrický obvod - elektrický proud

Elektrické obvody znáte nejen ze školy. Vytváříme je všude tam, kde potřebujeme využít elektrické spotřebiče.

Zjednodušený náčrtek - schéma el. obvodu kreslíme s využitím elektrotechnických značek. Jejich nemalý přehled najdete v Tabulkách.

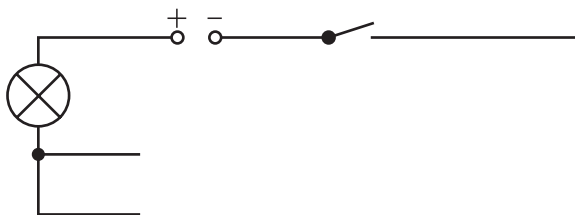
- Jednoduchý elektrický obvod může být použit při zapojení i velkého počtu spotřebičů. Má všechny základní části, jak jste je poznali ve fyzice už dříve. Vodivá cesta se však v celém obvodu nikde nedělí.

**U1** Dokončete schéma jednoduchého el. obvodu, v němž je zapojen rezistor, žárovka a stejnosměrný elektromotor.



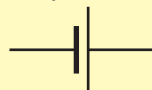
- Rozvětvený elektrický obvod má narozdíl od jednoduchého alespoň dva uzlové body (značíme je plnými malými kroužky). V nich se obvod dělí do jednotlivých větví obvodu.

**U2** Dokončete schéma rozvětveného obvodu, kde žárovka je v jeho nerozvětvené části, rezistor a elektromotor pak každý v jedné ze dvou větví.



## Elektrotechnické značky:

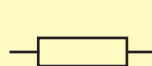
elektrický článek



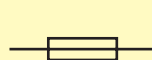
baterie el. článků



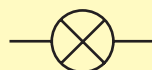
rezistor



tavná pojistka



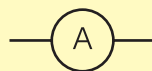
žárovka



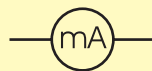
zapínací kontakt



ampérmetr



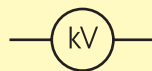
miliampérmetr



voltmetr



kilovoltmetr



Elektrický proud prochází pouze uzavřeným elektrickým obvodem. Vodivá cesta v obvodu není nikde přerušena. Každý obvod tak můžeme ovládat vypínačem. Často je použit vypínač i pro jednotlivé spotřebiče samostatně.

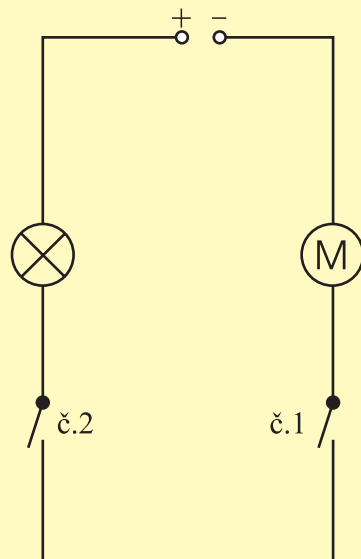
**U3** Prohlédněte si schéma A. U jednotlivých výroků označte křížkem v poli P, je-li pravdivý.

V opačném případě označte pole N.

P N

- Obvodem prochází el. proud vždy,
- je-li uzavřen vypínač č. 1.
- Žárovka se rozsvítí vždy při uzavření vypínače č. 2.
- Aby spotřebiče v obvodu fungovaly, musí být uzavřen vypínač č. 1 i č. 2.
- K ovládní celého obvodu by stačil jeden ze dvou uvedených vypínačů.

Schéma A:

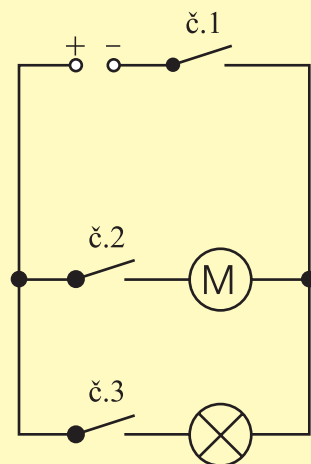


**U4** Stejným způsobem vyjádřete pravdivost či nepravdivost uvedených výroků, tentokrát podle schématu B.

P N

- Uzavřeme vypínač č. 1 a obvodem prochází el. proud.
- Má-li svítit žárovka, musí být uzavřen vypínač č. 1 a č. 3.
- Oba spotřebiče fungují při uzavření všech tří vypínačů.
- Uzavřeme-li vypínače č. 2 a č. 3, obvodem el. proud přesto neprochází.
- Vypneme-li vypínač č. 1, žárovka nesvítí, motor pracuje.

Schéma B:



**U5** Doplňte tabulku převodu jednotek elektrického proudu:



$\mu\text{A}$	2 400	425 000				
$\text{mA}$			4,8			0,004
A				1,3	0,6	

## Měření elektrického proudu

Fyzikální veličina: **elektrický proud**

označení :  $I$

základní jednotka: 1 ampér - 1 A

měřidlo: ampérmetr, miliampérmetr

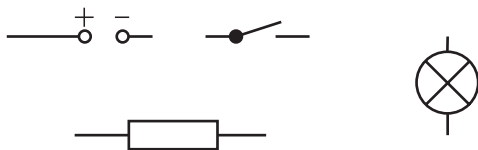
schématické značky: ampérmetr 

miliampérmetr 

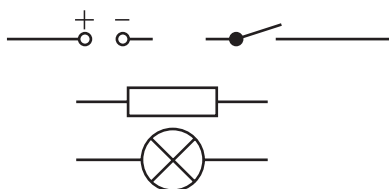
Zapojení ampérmetru v elektrickém obvodu:

- Vypneme spínač v el. obvodu,
- v místě měření přerušíme el. obvod - zde zapojíme vhodný ampérmetr s ohledem na polaritu zdroje napětí (+ a - pól),
- zvolíme vhodný rozsah,
- zapneme spínač v obvodu,
- po zapnutí spínače změříme hodnotu elektrického proudu, např.:  $I = 2,04 \text{ A}$ .

**U1** Ve schématu jednoduchého el. obvodu doplňte potřebné vodiče a ampérmetr, měřící el. proud procházející žárovkou.



**U2** Dokončete schématu rozvětveného el. obvodu. Rezistor a žárovka jsou v jednotlivých větvích. Ampérmetr měří el. proud procházející žárovkou.



**U3** Oba elektrické obvody sestavte podle zakresleného schéma a hodnoty elektrického proudu

**Č** změřte.



Hodnoty el. proudu z U3:



## Elektrické napětí - měření

Fyzikální veličina: **elektrické napětí**

označení -  $U$

hlavní jednotka: 1 volt - 1V

měřidlo: voltmetr, kilovoltmetr

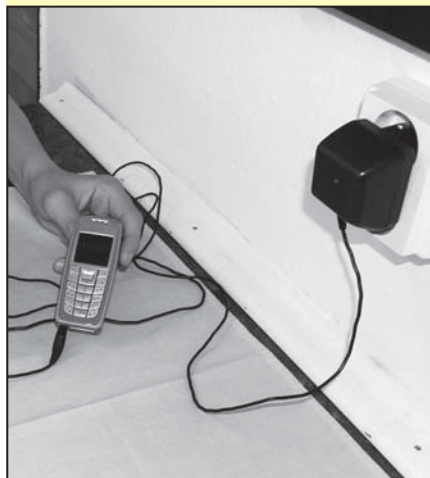
schématické značky: voltmetr



kilovoltmetr



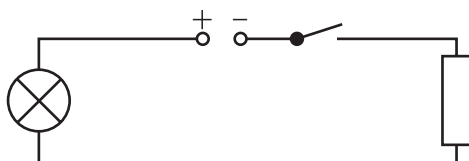
**U4** Zapište alespoň tři příklady zdrojů el. napětí:



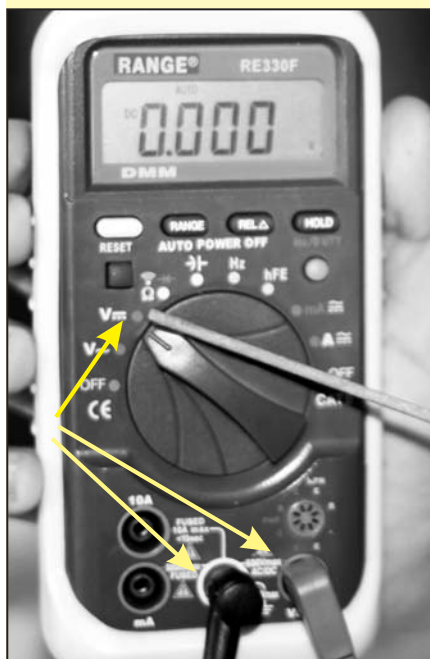
Zapojení voltmetru:

- Vypneme el. obvod - pomocí spínače,
- k části el. obvodu, kde měříme napětí (např. na zdroji) připojíme paralelně, tj. v nové větvi obvodu, voltmetr; zdroj napětí je mezi uzlovými body nové větve,
- nastavíme vhodný rozsah měřidla,
- zapneme spínač v obvodu a měříme,
- naměřenou hodnotu el. napětí zapíšeme, např.:  $U = 4,45 \text{ V}$ .

**U5** Ve schématu elektrického obvodu doplňte zapojení voltmetru  $V_1$ , který měří napětí na zdroji, voltmetru  $V_2$  měřícího napětí na žárovce, voltmetru  $V_3$  měřícího napětí mezi svorkami rezistoru.



**U6** Elektrický obvod z U5 sestavte a postupně podle schématu zapojte voltmetr a změřte uvedené tři hodnoty el. napětí. Porovnejte je a uvažte, jaký vztah mezi nimi platí.



**U6** - naměřené hodnoty el. napětí:

## Elektrický odpor

Měřitelné vlastnosti elektrických vodičů i spotřebičů popisuje fyzikální veličina: **elektrický odpor** označí:  $R$

hlavní jednotka: 1 ohm -  $1 \Omega$

měřidlo: ohmmetr

Znáte už tři veličiny, kterými můžete popisovat děje v elektrických obvodech: elektrické napětí  $U$ , elektrický proud  $I$  a el. odpor  $R$ .

Vztah mezi nimi vyjadřuje **Ohmův zákon**.

U1 Porovnejte matematický zápis tohoto zákona a rovnici známého vztahu z matematiky - přímé úměrnosti.

$$I = \frac{1}{R} \cdot U \quad y = k \cdot x$$

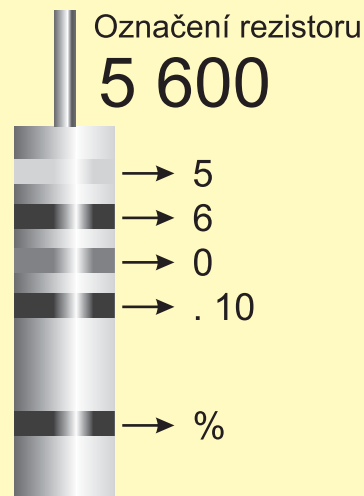
Velikost el. proudu ve vodiči je přímo úměrná elektrickému napětí mezi jeho konci. Konstantou přímé úměrnosti je tedy převrácená hodnota el. odporu vodiče, které říkáme vodivost.

U2 Doplněte tabulku převodů jednotek elektrického odporu:

odpor	1	2	3	4	5
$R (\Omega)$	500				1 500
$R (k\Omega)$		4,2		25,1	
$R (M\Omega)$			0,08		

U3 V tabulce je několik jednoduchých příkladů, které vyřešíte pomocí Ohmova zákona:

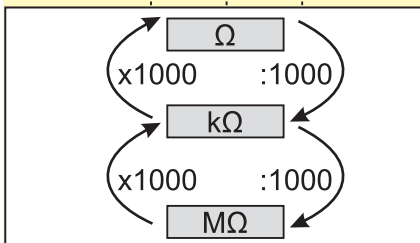
	1	2	3	4	5
$U$	10 V	24 V		4,5 V	12 V
$I$	0,1 A	0,3 A	250 mA	50 mA	
$R$			500 $\Omega$		100 $\Omega$



Označení rezistoru

5 600

	čísllice	násobitel	tolerance %
stříbrná		$10^{-2}$	$\pm 10$
zlatá		$10^{-1}$	$\pm 5$
černá	0	1	
hnědá	1	$10^1$	$\pm 1$
červená	2	$10^2$	$\pm 2$
oranžová	3	$10^3$	
žlutá	4	$10^4$	
zelená	5	$10^5$	$\pm 0,5$
modrá	6	$10^6$	$\pm 0,25$
fialová	7	$10^7$	
šedá	8	$10^8$	$\pm 0,1$
bílá	9	$10^9$	
žádná	0	0	$\pm 20$



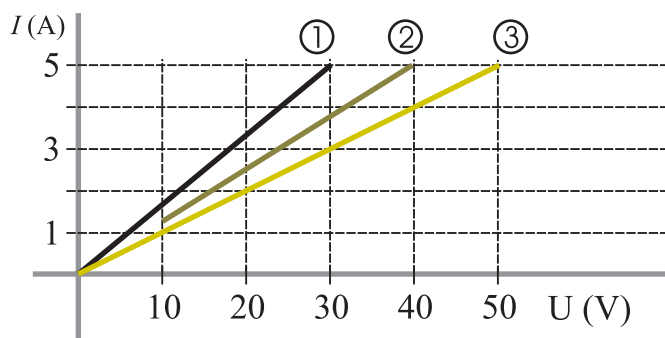
**U3** Vypočítejte odpor žárovky, kterou prochází elektrický proud 115 mA při napětí mezi svorkami žárovky o hodnotě 12 V.

**U4** V následujícím grafu je znázorněna závislost velikosti el. proudu na el. napětí pro tři různé rezistory.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

Hodnotu měrného el. odporu vybraných látek najdete v Tabulkách.

Poznámky k řešení U4:



Z grafu určete:

- Elektrický odpor každého ze tří rezistorů.
- Jak velký elektrický proud prochází každým z uvedených rezistorů při napětí 30 V?
- K jakému el. napětí je příslušný rezistor napojen, prochází-li jím elektrický proud o velikosti 3 A?

Odpovědi:

- .....
- .....
- .....

Výsledky zjištěné z grafu zkontrolujte výpočtem:

Závěr: .....

**U5:** Porovnejte poměrem elektrický odpor měděného a hliníkového vodiče. Oba mají shodnou délku 150 m i průřez 4 mm<sup>2</sup>.

**Zvažte:** Je nutné k řešení U5 počítat celkový odpor obou vodičů?

## Sériové zapojení rezistorů (spotřebičů)

**U1** Dokončete schéma el obvodu. Sériově v něm jsou zapojeny žárovka a rezistor.

Schéma:



**U2** Na obrázku je na panelu jednoduchý elektrický obvod. Viz sloupek.

a) Vypočítejte celkový elektrický odpor obvodu. Odpor spojovacích vodičů je zanedbatelně malý.

Řešení:

Odpověď: .....

b) Připojíte-li do obvodu miliampérmetr, naměříte v něm elektrický proud 40 mA. Jaké elektrické napětí je na zdroji?

Řešení:

Odpověď: .....

**U3** Děvčata zapojila do jednoduchého el. obvodu tři rezistory. První měl odpor 50 Ω, odpor druhého byl dvojnásobně velký a odpor třetího rezistoru byl dvojnásobkem odporu rezistoru druhého.

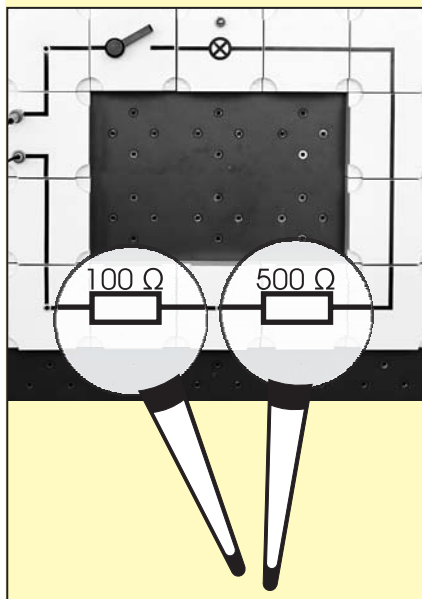
Výsledný odpor -  $R_v$

$$R_v = R_1 + R_2 + \dots$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots$$

$$I = I_1 = I_2 = \dots$$

Sériově může být v obvodu zapojeno dva i více spotřebičů.



U3 pokračování:

Jako zdroj elektrického napětí použila děvčata plochou baterii. Mají měřit velikost elektrického proudu v obvodu ampérmetrem nebo miliampérmetrem? Svoji odpověď odůvodněte vlastním výpočtem.

a) Nakreslete schéma uvedeného el. obvodu:

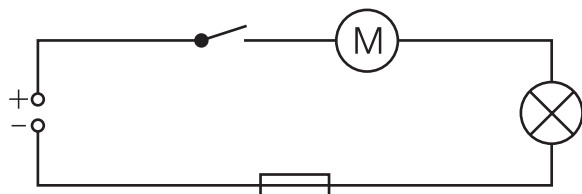
Řešení:

Odpověď i s odůvodněním: .....

.....

.....

U4 Popište jednotlivé části elektrického obvodu:



Co nastane, když se tavná pojistka „přepálí“?

Odpověď: .....

.....



Volba rozsahu má vliv i na použití zdírek použitého měřidla při jeho připojení!!



## Paralelní zapojení rezistorů

Jednoduchý elektrický obvod - jeho schéma nemá uzlové body.

Rozvětvený elektrický obvod - schéma obsahuje alespoň dva uzlové body (někdy i více).

**U1** Rozhodněte a odůvodněte, které schéma patří jednoduchému, které rozvětvenému elektrickému obvodu.

Schéma A:

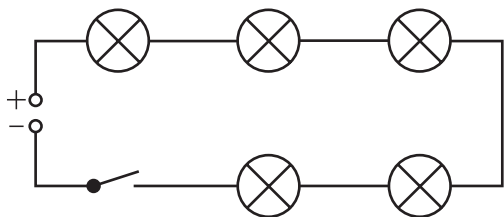


Schéma B:

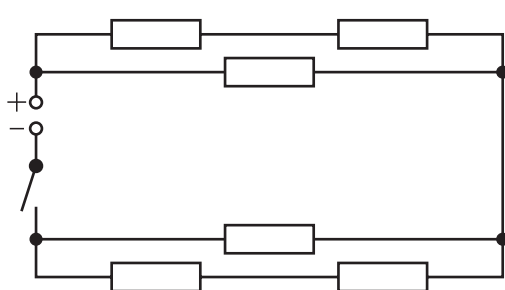


Schéma C:

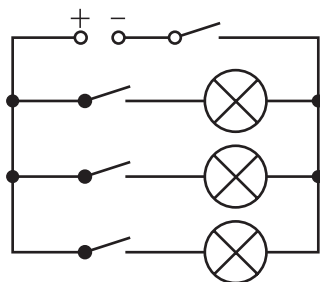
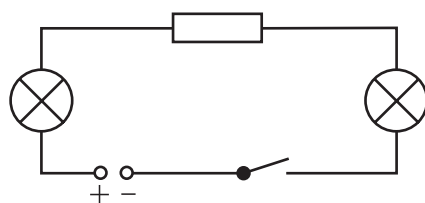


Schéma D:



**U2** Žárovky v el. obvodech (schéma A a C) jsou stejné, každá s el. odporem  $60 \Omega$ .

a) Jaký je jejich výsledný elektrický odpor v obvodu A?

Odpověď: .....

b) Určete jejich výsledný elektrický odpor v obvodu C.

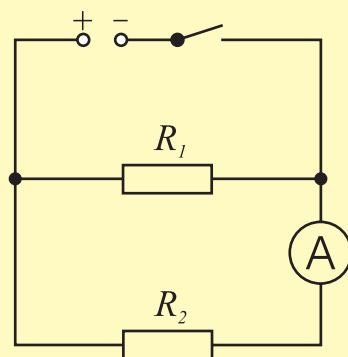
Odpověď: .....

U3 Ampérmetr v elektrickém obvodu (schéma E) naměřil hodnotu el. proudu  $I_2 = 120 \text{ mA}$ . Elektrický odpor obou rezistorů je shodný, tzn. že  $R_1 = R_2 = 50 \Omega$ .

- Určete el. napětí mezi svorkami rezistoru  $R_1$  a rezistoru  $R_2$ .
- Jaké elektrické napětí je na zdroji?
- Vypočtete velikost el. proudu v každé větvi obvodu i v nerozvětvené části.

Řešení:

Schéma E:



Odpověď: .....

.....

.....

U4: Výpočet výsledného el. odporu:

U4 V el. obvodu jsou paralelně (vedle sebe) zapojeny rezistory  $450 \Omega$  a  $75 \Omega$ . Odhadněte jejich výsledný odpor  $R_v$ :

- Může platit, že  $R_v$  je menší než  $75 \Omega$
- nebo je hodnota  $R_v$  větší než  $450 \Omega$
- nebo je pravdivý zápis  $75 \Omega < R_v < 450 \Omega$ ?
- Mohly by současně být pravdivé dvě nebo všechny tři uvedené odpovědi?

## Sériové a paralelní zapojení rezistorů – elektrický proud a napětí

**Sériové zapojení** (schéma A): Elektrický proud v celém obvodu je konstantní  $\rightarrow I = \text{konst.}$

Celkové el. napětí  $U$  se dělí mezi rezistory (spotřebiče) v poměru jejich odporů

$$\rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$$

**Paralelní zapojení** (schéma B): Elektrický proud  $I$  v nerozvětvené části obvodu se rozdělí do jednotlivých větví v poměru převráceném k poměru odporů rezistorů:

$$\rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

El. napětí na rezistorech je shodné s napětím mezi uzlovými body, např. M, N  $\rightarrow U_1 = U_2$

**U1** Rezistory  $R_1 = 450 \Omega$  a  $R_2 = 0,6 \text{ k}\Omega$  jsou zapojeny v sérii. Napětí zdroje je 21 V.

- Jaké el. napětí naměříte na svorkách jednotlivých zapojených rezistorů?
- Vyberte vhodný rozsah měření pro voltmetr, který použijete: 0-10 V, 0-50 V, 0-100 V.

**U2** V rozvětveném el. obvodu je v první větvi zapojen rezistor  $R_1 = 450 \Omega$  a v druhé větvi rezistor  $R_2 = 600 \Omega$ . V nerozvětvené části obvodu je hodnota el. proudu 280 mA. Určete:

- Jak velký el. proud prochází rezistory?
- Jaké velké el. napětí je mezi svorkami každého rezistoru v obvodu?

**U3** El. obvod (schéma C). El. proud  $I$  v nerozvětvené části obvodu je 360 mA. Zapojené rezistory:  $R_1 = 50 \Omega$ ,  $R_2 = 100 \Omega$ ,  $R_3 = 300 \Omega$ .

- Jak velký el. proud prochází každým z uvedených rezistorů?
- Určete el. napětí na každém rezistoru.

Schéma A:

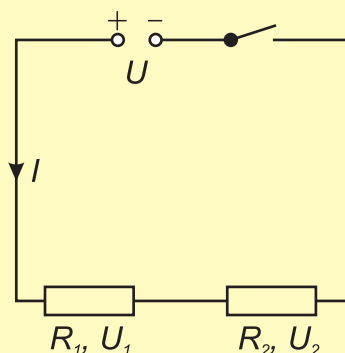


Schéma B:

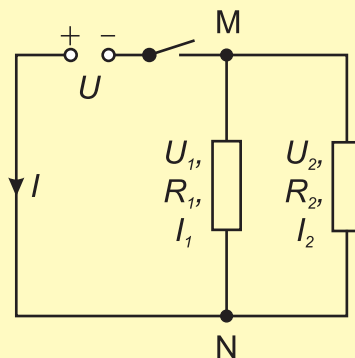
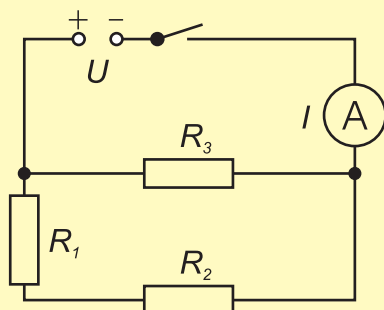


Schéma C:





## Reostat

Pohyblivý kontakt (jezdec) reostatu dělí jeho elektrický odpor na dvě části - dva odpory, které jsou vzhledem k sobě zapojeny sériově.

**U4** Rezistory zapojené sériově mají elektrické odpory  $R_1 = 250 \Omega$  a  $R_2 = 350 \Omega$ . El. napětí mezi svorkami X a Z (viz schéma D) má hodnotu  $U = 48 \text{ V}$ , měřeno zapojeným voltmetrem.

- Jak velké el. napětí bude na prvním rezistoru (měřeno mezi svorkami X a Y)?
- Jak velké el. napětí naměříte mezi svorkami Y a Z (napětí na druhém rezistoru)?

**U5** V elektrickém obvodu je zapojen reostat a žárovka, jejíž el. odpor  $R = 100 \Omega$ . Rozsah el. odporu reostatu je  $0\text{--}500 \Omega$ . Nakreslete schéma zapojení takového elektrického obvodu a na základě svých výpočtů určete:

- Jaký minimální a jaký maximální elektrický proud může uvedeným obvodem procházet? Napětí zdroje je  $24 \text{ V}$ .
- V jaké poloze bude pohyblivý kontakt reostatu (jezdce) při největší a naopak při nejmenší hodnotě el. proudu?
- Jak se bude v jednotlivých situacích měnit světlo žárovky?

**U6** Tři rezistory jsou zapojeny sériově. Celkové elektrické napětí má hodnotu  $18 \text{ V}$ . Na prvním rezistoru naměřili napětí  $U_1 = 3 \text{ V}$ , na třetím rezistoru  $U_3 = 10 \text{ V}$ . Elektrický odpor druhého rezistoru  $R_2 = 100 \Omega$ .

- Určete el. napětí na druhém rezistoru.
- Jaký el. odpor mají jednotlivé rezistory?

**U7** Reostat je zapojen jako dělič napětí ke zdroji  $U = 24 \text{ V}$ . Nakreslete schéma zapojení.

- V jaké situaci získáte na děliči elektrické napětí:
- $U = 12,5 \text{ V}$ ,
  - $U = 18,0 \text{ V}$ ,
  - $U = 25,5 \text{ V}$ ?

Schéma D:

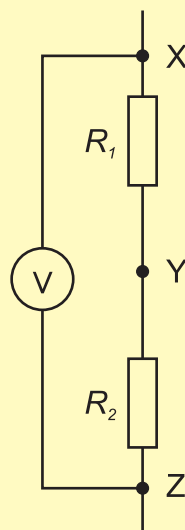


Schéma k U6:

Schéma k U7:

## Testoviny - el. obvody

- V elektrickém obvodu (schéma A) je vypínač č. 1 uzavřen a vypínač č. 2 neuzavřen. Žárovka:  
a) svítí jen č. I,      b) svítí jen č. II,  
c) č. I i č. II svítí,      d) nesvítí ani jedna.
- V el. obvodu (schéma A) jsou uzavřeny oba vypínače. Bude svítit žárovka:  
a) č. I,      b) č. II,  
c) č. I i č. II,      d) pouze č. II.
- V elektrickém obvodu (schéma B) měří ampérmetr elektrický proud:  
a) procházející rezistorem,  
b) procházející žárovkou,  
c) v celém obvodu, který je všude stejně velký,  
d) jen v nerozvětvené části obvodu.
- V el. obvodu (schéma B) měří voltmetr el. napětí:  
a) na zdroji,  
b) na svorkách rezistoru,  
c) na svorkách žárovky,  
d) celkové na žárovce a rezistoru dohromady.
- Do el. obvodu se zdrojem el. napětí  $U = 12\text{ V}$  zapojíme postupně vždy jen jeden ze tří rezistorů  $R_1 = 30\ \Omega$ ,  $R_2 = 50\ \Omega$ ,  $R_3 = 100\ \Omega$ . Největší el. proud prochází obvodem při zapojení:  
a) rezistoru  $R_1$ ,  
b) rezistoru  $R_2$ ,  
c) rezistoru  $R_3$ ,  
d) rezistoru  $R_1$  a to  $I_1 = 400\text{ mA}$ .
- Výsledný odpor sériově zapojených rezistorů  $R_1 = 500\ \Omega$ ,  $R_2 = 0,7\text{ k}\Omega$  má hodnotu:  
a) přibližně  $501\ \Omega$ ,      b)  $1\ 200\ \Omega$ ,  
c)  $570\ \Omega$ ,      d)  $1,2\text{ k}\Omega$ .
- Výsledný odpor paralelně zapojených rezistorů  $R_1 = 0,4\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 600\ \Omega$  má hodnotu:  
a)  $240\ \Omega$ ,      b)  $1000\ \Omega$ ,  
c)  $0,10\text{ k}\Omega$ ,      d)  $1\text{ k}\Omega$ .

Schéma A:

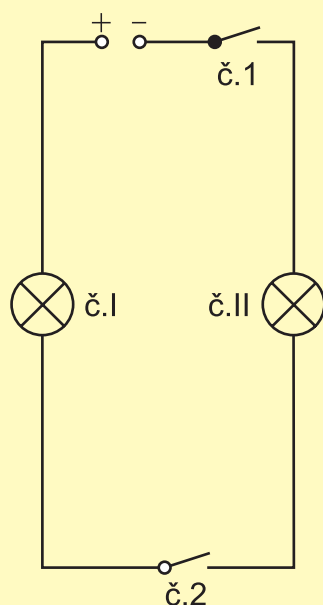
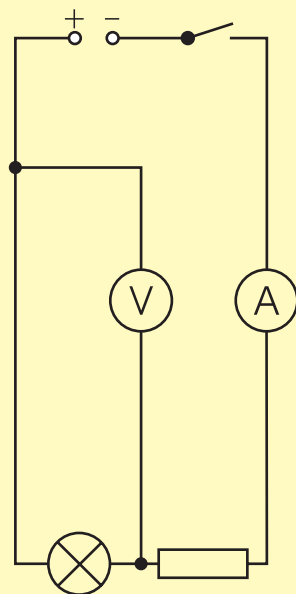
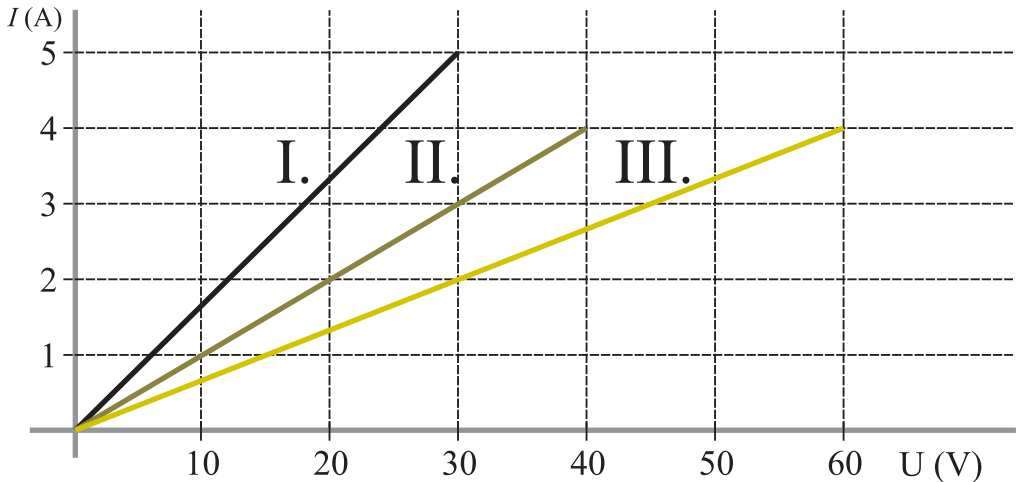


Schéma B:



Následující graf vyjadřuje závislost el. proudu  $I$  procházejícího rezistorem na el. napětí  $U$  mezi svorkami rezistoru.

$$I = f(U)$$



8. Z grafu určete hodnotu el. odporu jednotlivých rezistorů:

- a)  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $R_3 = 15 \Omega$ ,
- b)  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 10 \Omega$ ,  $R_3 = 15 \Omega$ ,
- c)  $R_1 = 6 \Omega$ ,  $R_2 = 10,0 \Omega$ ,  $R_3 = 15,0 \Omega$ ,
- d)  $R_1 = 5 \Omega$ ,  $R_2 = 4 \Omega$ ,  $R_3 = 12 \Omega$ .

9. Jak velký elektrický proud prochází jednotlivými rezistory I-III (viz graf) při el. napětí na jejich svorkách  $U = 30$  V?

- a)  $I_1 = 5$  A,  $I_2 = 3$  A,  $I_3 = 2$  A,
- b)  $I_1 = 5$  A,  $I_2 = 2$  A,  $I_3 = 3$  A,
- c)  $I_1 = 2$  A,  $I_2 = 3$  A,  $I_3 = 5$  A,
- d)  $I_1 = 5$  A,  $I_2 = 3,0$  A,  $I_3 = 2,0$  A.

10. Určete elektrické napětí na svorkách každého z rezistorů (viz graf), prochází-li jím elektrický proud 2 A:

- a)  $U_1 = 1,2$  V,  $U_2 = 2,0$  V,  $U_3 = 3$  V,
- b)  $U_1 = 12$  V,  $U_2 = 20$  V,  $U_3 = 30$  V,
- c)  $U_1 = 1,2$  V,  $U_2 = 2,0$  V,  $U_3 = 30$  V,
- d)  $U_1 = 12$  V,  $U_2 = 20$  V,  $U_3 = 3,0$  V.

Poznámky k řešení:

## Elektrická práce - elektrická energie

Lyžař jedoucí z kopce dolů využívá svoji polohovou energii v gravitačním poli. Přitom je vykonána určitá práce (lyžař se přemístí po určité dráze).

Ohříváme-li vodu ve varné konvici, využíváme elektrickou energii a také je vykonána určitá práce - elektrická práce.

Důležitými veličinami popisujícími děje v el. obvodu jsou el. napětí  $U$ , el. proud  $I$  a čas  $t$ . Tomu odpovídají i jednotky pro měření a výpočet elektrické práce.

Tedy 1 wattsekunda ( $1 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s}$ ), jinak řečeno 1 joule a jejich násobky Wh, kWh.\*\*

**U1** Určete elektrickou práci při žehlení po dobu 45 minut. Průměrný výkon žehličky je 1 500 W.

**U2** Jakou práci vykoná elektromotor za dobu 10 minut? Je připojen k napětí 230 V a přívodním kabelem prochází el. proud 6 A.

Elektrospotřebiče mění dodanou elektrickou energii na jinou požadovanou energii, ovšem s určitými ztrátami (nežádoucí přeměna energie).

**Př.** Žárovka svítí na úkor vykonané elektrické práce, nežádoucí je však vznik tepla (ztráty). Až na výjimky používáme žárovky ke svícení.

**U3** Uveďte další příklady elektrospotřebičů s obdobným vysvětlením jako v uvedeném příkladu.

.....  
.....  
.....  
.....

\*\*

$$1 \text{ V} \cdot \text{A} \cdot \text{s} = 1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$$

$$1 \text{ Wh} = 3\,600 \text{ Ws} = 3\,600 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3\,600\,000 \text{ J} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$$



U4 Doplněte v tabulce chybějící údaje. Pozorně sledujte jednotky veličin.

$U$	230 V	24 V	4,5 V	230 V
$I$	5 A	400 mA	110 mA	
$t$	8 h	5 min	0,1 h	0,5 h
$W$				230 Wh

U5 Mohou být současně zapnuty v koupelně následující spotřebiče: automatická pračka o příkonu 2 200 W, elektrický přímotop s příkonem 3 kW a osvětlení o příkonu 80 W? Domácnost je připojena k rozvodné síti o napětí 230 V. Obvody v koupelně jsou chráněny jističem 16 A.

Řešení:

1. Výpočet celkového příkonu spotřebičů:

2. Výpočet velikosti el. proudu v přívodním vedení do koupelny:

3. Vyhodnocení údajů a odpověď:

.....  
 .....

U6 Na displeji elektroměru byl v pondělí údaj 4 525 kWh. Za pět dní byla hodnota celkem spotřebované elektrické energie už 4 970 kWh.

- Určete spotřebu za uvedenou dobu .
- Vypočítejte průměrnou denní spotřebu.

$$W = P \cdot t$$

$$P = U \cdot I$$

$$E_e = U \cdot I \cdot t$$

Pomocné výpočty k U5 a U6:

## Testoviny - elektrická práce, energie

- Jednotky elektrické energie jsou (uvedeny jsou značky jednotek):
  - kWh a Wh,
  - kWh a Ws,
  - Wh a Ws,
  - W a kW.
- Vykonaná elektrická práce elektrospotřebičem závisí na:
  - příkonu  $P_0$  daného spotřebiče,
  - době činnosti (zapojení) spotřebiče,
  - na elektrickém napětí, k němuž je spotřebič připojen,
  - hmotnosti spotřebiče.
- Příkon el. spotřebiče udává:
  - dobu jeho zapojení v elektrickém obvodu,
  - elektrický proud za jednotku času,
  - vykonanou el. práci za jednotku času,
  - velikost el. napětí potřebného k připojení spotřebiče.
- Vzorec (návod) pro výpočet spotřebované práce spotřebičem má tvar:
  - $W = P_0 \cdot t$
  - $W = F \cdot s$
  - $W = U \cdot I \cdot t$
  - $I = U : R$
- Příkon elektrického spotřebiče je 2,2 kW, jeho účinnost je pouze 80 %. Výkon daného spotřebiče činí:
  - 2 200 W,
  - 1,76 kW
  - 0,8
  - 1 760 W.
- Zjištěný údaj na elektroměru dne 1. května byl 235 893 kWh. Dne 1. června téhož roku jsme na elektroměru přečetli hodnotu 236 370 kWh. Průměrná denní spotřeba byla stanovena na hodnotu:
  - 154 kWh,
  - 15,4 Wh,
  - 15,4 kWh
  - 1,54 Wh.
- Spotřebu za květen (úkol č. 6) určete a vyjádřete, kolik tato energie stojí podle platných současných cen.



Na několika místech jsme se v naší knížce setkali s pojmem pojistka nebo elektromagnetický jistič (o něm se ještě budeme učit později). Ukažme si s jednoduchými a dostupnými pomůckami, jak tavná pojistka chrání elektrický obvod a tak i celou naši domácnost před požárem.

Víte už, že elektrický proud může rozžhavit vodič, kterým prochází. Takové silně zahřáté vedení je velkým nebezpečím a hrozí to požárem.

Je dobře, že „vyletí“ pojistky (nebo je to vyrazí)?

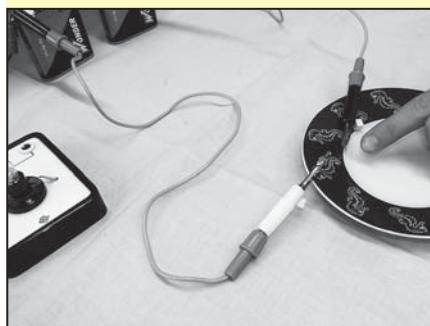
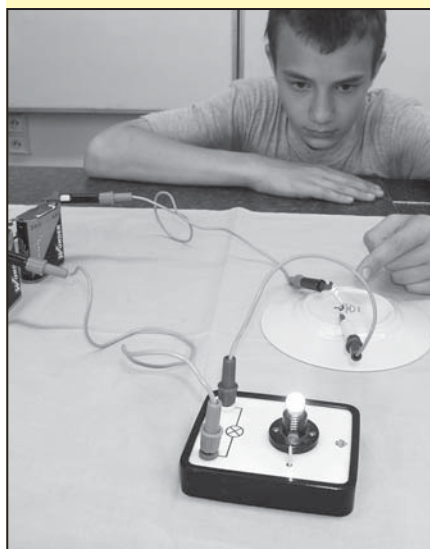
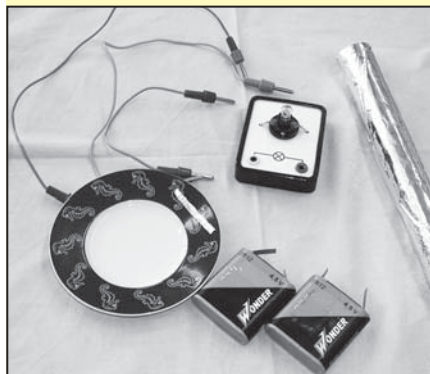
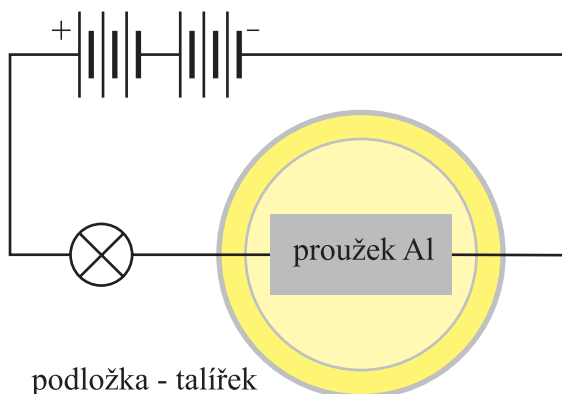
Potřebujete: - 6 V baterii, 6 V žárovku,

- alobal nebo hliníkový obal od čokolády,
- elektrické spojovací vodiče (dráty),
- krokosvorky nebo kovové sponky,
- porcelánový talířek.



Jako tavná pojistka nám poslouží právě proužek alobalu. Tento materiál se při zahřátí poměrně snadno roztaví.

1. fáze: Sestavte el. obvod podle schématu, proužek alobalu umístíte na talířek. Jako vypínač vám poslouží krokosvorka. Uzavřete-li elektrický obvod - žárovka svítí.
2. fáze: Z obvodu odstraníte žárovku a znovu jej uzavřete. Výsledek pokusu je okamžitý.



## Výsledky vybraných úloh:

## Obsah

str.			
6	U1: a) $W = 3,75 \text{ kJ}$ , b) $W = 0 \text{ J}$ , c) $W = 0 \text{ J}$ , d) nelze určit U2: $W = 2 \text{ kJ}$ jen vyzvednutí materiálu.	Práce	4
7	U3: $W = 0 \text{ J}$ U4: a) $W = 2 \text{ 160 J}$ , b) $W = 2 \text{ 322 J}$ , c) $W = 2 \text{ 810 J}$ .	Výkon	8
9	U4: $W = 12 \text{ 000 MWh}$ ; U5: 1 500 cihel.	Výpočet práce z výkonu	9
10	U2: $\eta_2 - \eta_1 = 1 \%$ .	Účinnost	10
14	U3: a, c.	Teplo	14
16	U1: a, d.	Tepelná výměna - proudění	20
17	U2: $Q = 6 \text{ kJ}$ , U3: $Q_{\text{Fe}} = 2 \text{ 210 kJ}$ , $Q_{\text{Cu}} = 495 \text{ kJ}$ , $Q_{\text{Al}} = 263 \text{ kJ}$ , $Q_{\text{ms}} = 23 \text{ kJ}$ .	Tepelné záření	21
18	U1: $Q_1 = 32 \text{ kJ}$ , $Q_2 = 694 \text{ kJ}$ , $p_1 = 4,5\%$ , $p_2 = 95,5 \%$ . U2: $Q = 13,5 \text{ GJ}$	Změny skupenství - tání a tuhnutí	24
19	U3: $Q = 2,8 \text{ MJ}$ , U4: $Q_v - Q_l = 16 \text{ kJ}$ $Q_v : Q_l = 2$ .	Tání a tuhnutí - skupenské teplo	26
26	U1: $L_t = 40 \text{ kJ}$ , U2: $L_t = 3 \text{ GJ}$ U4: zinek $V = 140 \text{ cm}^3$ , cín $V = 137 \text{ cm}^3$ , olovo $V = 88 \text{ cm}^3$ . U5: všechen led roztaje, $t_v = 12$ až $13 \text{ }^\circ\text{C}$ .	Tání a tuhnutí - změna objemu a hustoty	27
33	U1: $t_v = 42 \text{ }^\circ\text{C}$	Vypařování	28
34	U3: Pod hladinou mořské vody je 89 % objemu ledové kry. U4: Pod hladinou sladké vody je 92 % objemu ledové kry.	Var kapalin	30
51	U3: žárovka $R = 104 \text{ } \Omega$ .	Kondenzace - kapalnění	32
52	U3: miliampérmetr $I = 13 \text{ mA}$	Sublimace a desublimace	33
54	U2: a) $R_v = 300 \text{ } \Omega$ , b) $R_v = 20 \text{ } \Omega$ .	Proudění	36
		Elektrostatické jevy	40
		Elektrostatické náboje	42
		Elektrický obvod - elektrický proud	46



- str.
- 55 U3: a)  $U_1 = U_2 = 6 \text{ V}$ , b)  $U = 6 \text{ V}$ ,  
c)  $I_1 = I_2 = 120 \text{ mA}$ ,  $I = 0,24 \text{ A}$ .  
U4: a
- 56 U1: a)  $U_1 = 9 \text{ V}$ ,  $U_2 = 12 \text{ V}$ ; b) 0 - 50 V.  
U2: a)  $I_1 = 0,16 \text{ A}$ ,  $I_2 = 0,12 \text{ A}$ , b)  $U = 72 \text{ V}$ .  
U3: a)  $I_1 = I_2 = 0,24 \text{ A}$ ,  $I_3 = 0,12 \text{ A}$ ,  
b)  $U_1 = 12 \text{ V}$ ,  $U_2 = 24 \text{ V}$ ,  $U_3 = 36 \text{ V}$ .
- 57 U4: a)  $U_1 = 20 \text{ V}$ ,  $U_2 = 28 \text{ V}$ .  
U5: minimum  $I = 0,04 \text{ A}$ ,  
maximum  $I = 0,24 \text{ A}$ ,  $U = 24 \text{ V}$   
U6: a)  $U_2 = 5 \text{ V}$ , b)  $R_1 = 60 \Omega$ ,  $R_2 = 200 \Omega$ .  
U7: a) jezdec v  $1/2$ , b) jezdec ve  $3/4$ ,  
c) nelze získat
- 60 U1:  $W = 1,125 \text{ kWh}$   
U2:  $W = 0,23 \text{ kWh}$ ,
- 61 U5:  $P_0 = 5,28 \text{ kW}$ ,  $I = 23 \text{ A} \rightarrow \text{NE!}$   
U6: a) 445 kWh

## Testoviny - výsledky:

- str.
- 11 – práce: 1abc, 2ac, 3ac, 4ad, 5d, 6b.
- 22 a 23 – teplo:  
4. voda  $Q = 282 \text{ MJ}$ , vzduch  $Q = 880 \text{ kJ}$ ;  
5.  $E = 251 \text{ MJ}$ ; 6. bd; 7. a; 8. bc; 9. a; 10. b;  
11 abc.
- 35 – změny skupenství:  
1. ac; 2. c; 3. b; 4. ac; 5. b; 6. ad; 7. bc; 8. a.
- 44 – elektrostatika: 1. b; 2. b; 3. d; 4. ad; 5. a;  
6. a.
- 58 a 59 – elektrické obvody:  
1. d; 2. abc; 3. abc; 4. c; 5. ad; 6. bd; 7. a;  
8. bc; 9. ad; 10b.
- 62 – elektrická energie, práce:  
1. abc; 2. abc; 3. c; 4. ac; 5. bd; 6. c.

## Obsah

Měření elektrického proudu	48
Elektrické napětí - měření	49
Elektrický odpor	50
Sériové zapojení rezistorů	52
Paralelní zapojení rezistorů	54
Sériové a paralelní zapojení rezistorů - el. proud a napětí	56
Reostat	57
Elektrická práce - elektrická energie	60

## **Poznámky:**

Poděkování patří především panu prof. RNDr. Ivo Volfovi, CSc., za velmi cenné rady a připomínky při práci na učebnici fyziky.

V publikaci jsou také použity některé materiály a náměty debružárů z AMD ČR (Asociace malých debružárů ČR), která sdružuje zájemce z řad dětí a mládeže libovolného věku s pozitivním přístupem zejména k přírodním vědám ([www.debruar.cz](http://www.debruar.cz)).

V neposlední řadě děkujeme vedení ZŠ Bezručova v Hradci Králové za podporu autorů a za vytvoření zázemí pro práci na obrazové části této publikace.

Autoři

**Autoři:**

Mgr. Arnošt Míček, Mgr. Roman Kroupa

**Odborný poradce:**

prof. RNDr. Ivo Volf, CSc.

**FYZIKA 3 - pracovní sešit**

Pracovní sešit pro výuku fyziky v 8. ročníku  
při dvou vyučovacích hodinách týdně

**Sazba a grafické zpracování:**

Mgr. Roman Kroupa

**Návrh obálky:**

Mgr. Roman Kroupa

**Fotografie:**

Mgr. Roman Kroupa, Mgr. Arnošt Míček

**Vydala:**

Tvořivá škola, nám. SNP 9, 613 00 Brno  
tel./fax: 548 220 002, e-mail: info@tvorivaskola.cz

[www.tvorivaskola.cz](http://www.tvorivaskola.cz)

[www.cinnostni-uceni.cz](http://www.cinnostni-uceni.cz)

[www.vzdelavani-ucitelu.cz](http://www.vzdelavani-ucitelu.cz)

© Tvořivá škola, 2011

