

Téma : Úvodní hodina, bezpečnost práce

Informace :

sešit A5 tlustý bez linek 1x
trhací blok A5 1x
kalkulačka

Známky :

Desetiminutovky
Zkoušení
Práce v hodině

Bezpečnost v učebně :

- Při vstupu do učebny je přítomen vyučující
- Žáci sedí podle zasedacího pořádku, každý udržuje svoje místo v čistotě
- Dbát příkazů vyučujícího
- Jakoukoli závadu neprodleně nahlásit
- Bez dovolení vyučujícího nemanipulovat s učebními pomůckami
- V případě úrazu ihned hlásit
- Svévolně poškozené pomůcky opraví žák na vlastní náklady
- Je zakázáno jíst a pít
- Po skončení žák zkontroluje stav pracoviště
- Nemanipulovat se zatemněním
- Prostudovat řád učebny

Je zejména zakázáno – přibližovat se s hořlavinou k otevřenému ohni, provádět pokusy s jedy a jinak nebezpečnými látkami, ochutnávat chemikálie.....

Seznámení se žáky

Informace o studijním plánu

V závěru hodiny opakování formou dialogu z minulého roku kapitoly ‚Jednotky, síla‘.

Opakování formou dialogu

- Atom
- Obal, jádro, částice, jejich elektrický náboj
- Ionty
- Prvky, sloučeniny

Jednotky :

Základní jednotky SI : metr, kilogram, sekunda, ampér, kelvin, mol , kandela

Jednotky odvozené ze základních

Jednotky násobné

Kilo	k
Mega	M
Giga	G
Tera	T

mili	m
mikro	μ
nano	n
piko	p

Jednotky vedlejší (litr, hodina....)

Síla :

Opakování definice síly, Jednotky, gravitační síla, skládání sil.

Téma : Opakování – Síla, pohyb

DÚ : V závěru hodiny – skládání sil

Zopakovat :

Síla :

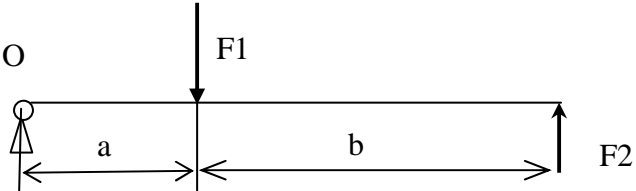
- Definice síly, jednotka
- Výslednic sil
- Skládání sil
- Gravitační síla
- Působení síly (tlak, posunutí, rotace)
- Rovnováha sil (momentů)
- Zákon setrvačnosti
- Zákon síly
- Zákon akce a reakce
- Odporové síly

Pohyb :

- Pohyb rovnoměrný a nerovnoměrný
- Okamžitá rychlost a průměrná rychlost
- Převody ($1\text{ m/s} = 3,6\text{ km/h}$)

Téma : Kapaliny a plyny
 Dů : Příklad v závěru hodiny

Opakování :

Skupina A	Skupina B
1) Jak velkým tlakem působí krychle o straně 2m na podložku. Hmotnost krychle je 50 Kg 2) Kdy vznikne rovnováha sil ? 3) Vypočtěte F_2 , která působí na páku pro rovnováhu sil dle obrázku. $a = 2\text{m}$ $b = 3\text{m}$ $F_1 = 30\text{N}$	1) Nádrž je uzavřena čtvercovým víkem o straně 2m. Jak velká síla na víko působí, jestliže tlak v nádobě je 20 KPa ? 2) Co je to výslednice sil ? 3) Vypočtěte vzdálenost b pro rovnováhu sil dle obrázku. $a = 2\text{m}$ $F_1 = 20\text{N}$ $F_2 = 5\text{N}$
 <p>The diagram shows a horizontal lever with a fulcrum labeled 'O' on the left. A downward force vector labeled 'F1' is applied at a distance 'a' from the fulcrum. An upward force vector labeled 'F2' is applied at a distance 'b' from the fulcrum. Dimension lines with arrows indicate the distances 'a' and 'b'.</p>	
4) Automobil se pohyboval nejprve 30 min. rychlostí 40 km/h a potom 2 hodiny rychlostí 60 km/h. Vypočtěte průměrnou rychlost v km/h.	4) Automobil nejprve ujel 60 km rychlostí 30 km/h a potom pokračoval rychlostí 50km/h po dobu 30 minut. Vypočtěte průměrnou rychlost.

Opakování kapalin

- Tak v kapalině (od vnější síly-Pascalův zákon, od gravitační síly)
- Vztlková síla – Archimédův zákon
- Potápění, plavání (stoupání), vznášení se, hustota

Plyny

- Atmosférický tlak a jeho měření (Torricelliho pokus)
- Tlakoměry (rtuťový, aneroid, barograf)
- Normální tlak ($p_n = 101\,325\text{Pa}$) a jeho změny
- Vztlková síla
- Tlak v uzavřené nádobě (přetlak, podtlak, manometr)

Téma : Světlo

DÚ : zopakovat vznik fází Měsíce a zatmění Slunce a Měsíce

Světelný zdroj – těleso, ve kterém světlo vzniká. Bílé a lesklé předměty světlo odrážejí, tmavé světlo pohlcují.

Prostředí :

- Průhledná
- Průsvitná
- Neprůhledná

Rychlost se šíří nejrychleji ve vakuu rychlostí 300 000 km/s.

Ve stejnorodém prostředí se světlo šíří přímočaře.

Odraz a lom světla

Úhel odrazu se rovná úhlu dopadu. Odražený paprsek leží v rovině dopadu. Při odrazu na povrchu, který není přesně rovinný se každý paprsek odrazí jiným směrem, vzniká rozptyl světla.

Na rozhraní dvou optických prostředí vzniká lom světla a to :

- ke kolmici , jestliže paprsek světla postupuje do prostředí, kde se šíří pomaleji.
- Od kolmice , jestliže paprsek proniká do prostředí, kde se šíří rychleji.

Rozklad světla

Sluneční světlo je složeno ze všech spektrálních barev. Při průchodu skleněným hranolem se rozkládá na jednotlivé barevné složky, vzniká spojitě hranolové spektrum.

Čiré prostředí propouští všechna barevná světla. Barevné průhledné prostředí propouští jen některé barvy. Barva neprůhledného tělesa je dána tím, jakou barvu světla těleso odráží nebo rozptyluje a jakou pohlcuje.

Zrcadla

Obraz v rovinném zrcadle je zdánlivý, stejně veliký jako předmět a je stranově převrácený.

Obraz v dutém kulovém zrcadle závisí na vzdálenosti předmětu od zrcadla.

Ve vypuklém zrcadle je obraz zdánlivý, přímý a zmenšený.

Téma : Práce

DÚ :---

Práci, ve smyslu jak ji chápeme ve fyzice, **konáme tehdy, působíme-li silou F po dráze s.**
Při výpočtu práce počítáme jen tu složku síly, která má s dráhou shodný směr.

Zřejmě plat, že čím větší silou působíme, tím větší bude také vykonaná práce. Čím delší bude dráha, tím větší bude vykonaná práce. Mezi prací, silou a dráhou platí tedy vztah přímé úměrnosti :

$$W = F \cdot s$$

F.....síla (N)

s.....dráha (m)

W.....práce (J)

Jak je patrné z výše uvedeného vzorce, bylo by možné jednotku práce stanovit jako N.m a nebo dokonce při dalším rozkladu ještě $\frac{kgm^2}{s^2}$. Vzhledem k jednotce používané pro moment síly a pro složitost jednotky druhé používáme pro práci jednotku **joule (J)**.

Poznámka :

Uvědomme si, že jednotka 1J musí rozměrově (co do velikosti) odpovídat oběma uvedeným.

Př. 1

Jak velkou práci vykonáme při zvedání tělesa o hmotnosti 20 kg do výše 10m

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

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

$$W = F \cdot s$$

$$F = G = m \cdot g$$

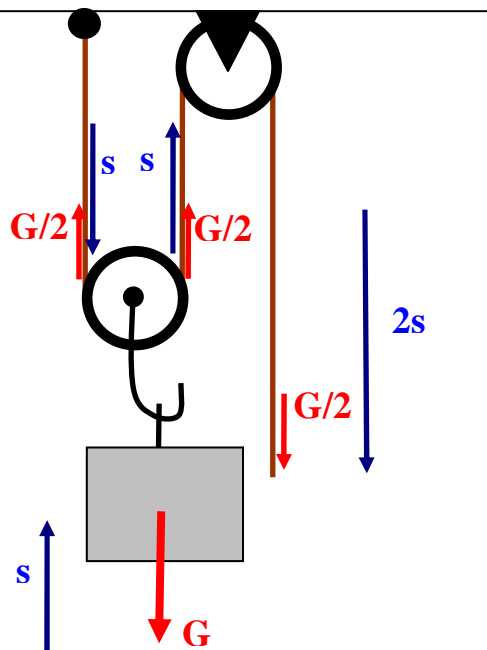
$$W = m \cdot g \cdot s$$

$$W = 20 \cdot 9,81 \cdot 10$$

$$W = 1962 \text{ J} = 1,962 \text{ KJ}$$

Př. 2

Jak velkou práci spotřebujeme, zvedáme-li tentýž předmět jednoduchým kladkostrojem.



$$G = m \cdot g$$

$$G = 20 \cdot 9,81 = 196,2N$$

$$W = \frac{G}{2} \cdot 2s$$

$$W = \frac{196,2}{2} \cdot 2 \cdot 10 = 1962J$$

Závěr :

Při zvedání tělesa pomocí kladkostroje (také kladky) se vykonaná práce nesníží.

Použitím kladkostroje pouze docílíme toho, že můžeme působit menší silou ovšem za cenu prodloužení dráhy.

Písemné opakování – příklad

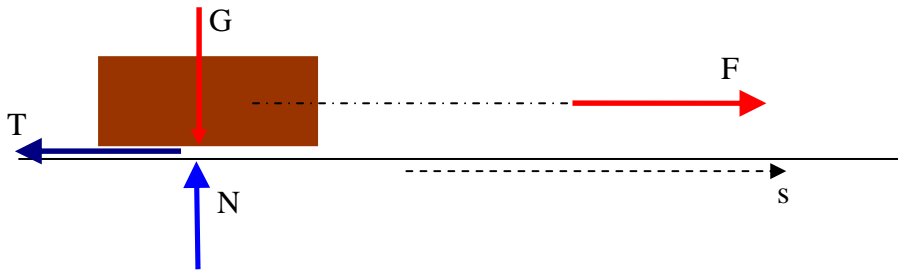
Jaké závaží je nutno přidat k rybářskému splávku o objemu 5 cm^3 , tak aby byl ve vodě vyvážený. (pohyboval se stále ve stejné hloubce). Vlastní hmotnost splávku zanedbejte.

$$\left(\rho = 1 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right).$$

Téma : Výkon

DÚ : učebnice str. 25 / cv. 6 a 7

Př. Jak velkou práci vykonáme, pokud táhneme bednu o hmotnosti $m = 80 \text{ kg}$ na vzdálenost 10 m . (součinitel smykového tření $f = 0,2$). ?



$m = 80\text{kg}$
$f = 0,2$
$s = 10\text{m}$
$G = m \cdot g$
$T = f \cdot N$
$N = G$
$F = T$
$W = F \cdot s$
$W = f \cdot N \cdot s$
$W = f \cdot m \cdot g \cdot s$
$W = 0,2 \cdot 80 \cdot 9,81 \cdot 10 = 1569,6\text{J}$

Výkon

Kromě velikosti vykonané práce nás často musí nutně zajímat, jak rychle byla práce vykonána. V takovém případě bude vhodné vypočítat množství vykonané práce za jednu hodinu. Tuto fyzikální veličinu nazýváme výkon a značíme P (performance).

$$P = \frac{W}{t} \quad \text{nebo} \quad P = W : t$$

Pokud se zamyslíme nad způsobem výpočtu výkonu vidíme, že jednotkou by mohl být J/s , pro zjednodušení byla jednotkou výkonu stanovena jednotka jeden **watt**.

P[W]

Poznámka :

James Watt (1736 – 1819) byl skotský technik a vynálezce. Významnými objevy se podílel na využití parního stroje v průmyslu a dopravě.

Pokud se nad vzorcem pro výkon znovu zamyslíme, všimněme si :

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$$

$$\mathbf{P = F \cdot v}$$

F[N]

v[m / s]

Proveďme rozměrovou kontrolu vzorce :

$$F \cdot v = [N] \cdot [m / s] = [J] / [s] = W$$

Př. Motor výtahu vytáhl břemeno o hmotnosti 100 kg do výše 12 metrů za 2 minuty. Jaký byl jeho výkon ? (Použijte oba způsoby výpočtu).

$$m = 100 \text{ kg}$$

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

$$t = 2 \text{ minuty} = 120 \text{ s}$$

$$\text{a) } P = W / t$$

$$F = G = m \cdot g$$

$$W = F \cdot s$$

$$P = \frac{m \cdot g \cdot s}{t}$$

$$P = \frac{100 \cdot 9,81 \cdot 12}{120} = 98,1 \text{ W}$$

$$\text{b) } v = s / t \qquad v = 12 / 120 = 0,1 \text{ m/s}$$

$$P = F \cdot v \qquad P = 100 \cdot 9,81 \cdot 0,1 = 98,1 \text{ W}$$

Téma : Příkon a účinnost

DÚ : ----

Př. 1

Jak velkou práci vykonal motor o výkonu $P = 5 \text{ kW}$, jestliže pracoval po dobu 20 minut ?

Z minulé hodiny: $P = \frac{W}{t}$, odtud zřejmě platí: $W = P \cdot t$

$$W = 5000 \cdot 60 \cdot 20 = 6000000 \text{ J} = 6 \text{ MJ}$$

Př. 2

Břemeno o hmotnosti 100 kg zvedáme do výšky pomocí pevné kladky. Jak rychlé bude zvedání, jestliže výkon zvedacího stroje je $P = 1 \text{ kW}$? Jakou práci stroj vykoná za 5 sekund zvedání ?

$$m = 100 \text{ kg}$$

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

$$P = 1 \text{ kW}$$

$$P = F \cdot v$$

$$W = P \cdot t$$

$$P = m \cdot g \cdot v$$

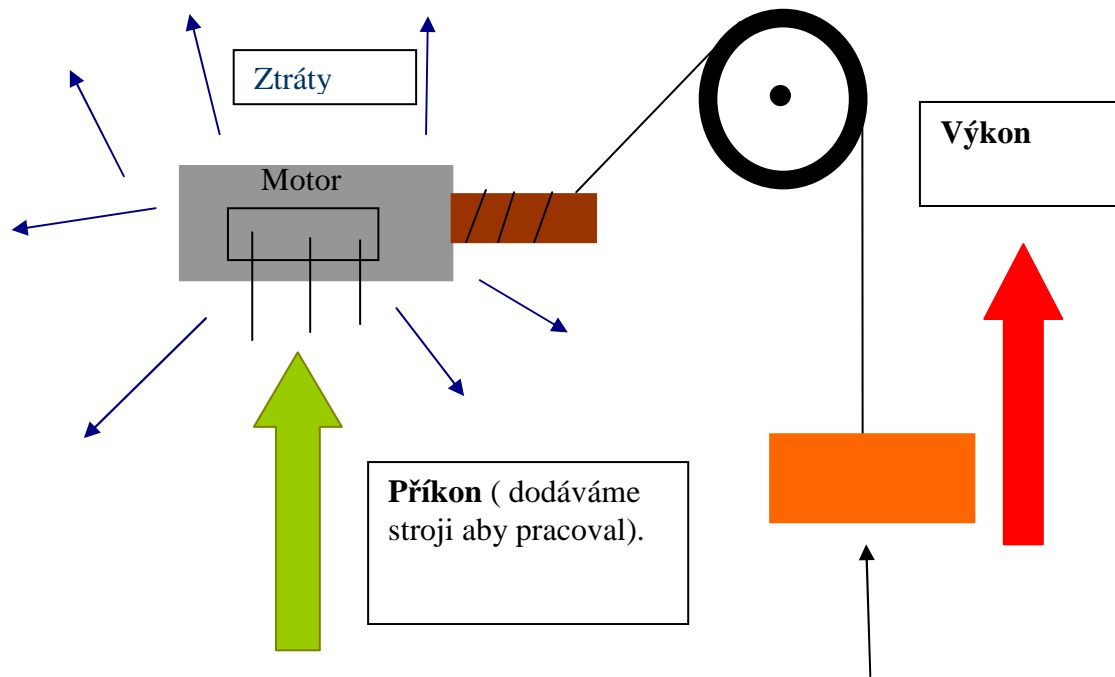
$$1000 = 1000 \cdot v$$

$$v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$W = 1000 \cdot 5 = 5000 \text{ J}$$

(Druhý způsob výpočtu lze ze zvednuté výšky a síly zvedání)

Příkon a účinnost



K tomu, aby stroj dodával výkon (tedy konal práci), musíme mu dodat energii ve formě **příkonu**. Nenajdeme žádný stroj, který začne konat práci bez vnějšího dodání energie.

Na obrázku vidíme motor, kterému dodáváme příkon ve formě elektrické energie a motor dodává výkon formou zvedání břemene. Zvedání břemene je pro nás užitečná práce, kterou jsme chtěli skutečně vykonat, zároveň však dochází k zahřívání vodičů, tření a podobně. I tato pro nás neužitečná práce se vykoná z dodané energie a představuje tak **ztráty**.

Pokud označíme výkon jak P a příkon P_o (také ve W), potom zřejmě platí :

$$P_o = P + \text{ztráty}$$

Při dodávání příkonu nás jistě bude zajímat, jak velký díl se využije skutečně na užitečnou práci, tuto veličinu označujeme jako účinnost :

$$\eta = \frac{P}{P_o} \quad , \quad \text{v tomto tvaru se jedná o bezrozměrnou veličinu, často počítáme účinnost v}$$

% a vzorec tak pozměníme :

$$\eta = \frac{P}{P_o} \cdot 100$$

Téma : Práce, výkon, účinnost – příklady

DÚ : v závěru hodiny

Písemka :

A) Pomocí pevné kladky zvedáme břemeno o hmotnosti 20 kg do výšky 2m. Vypočtete práci, kterou vykonáme.

B) Motor výtahu zvedá výtahovou kabinu o hmotnosti 300 kg do výšky 8m. Vypočtete práci, kterou motor vykoná.

Společně řešené příklady na výkon a účinnost :

Učebnice str. 24 / cv. 2 , 3, 4 , 5 , 6 , 7

Učebnice str. 28 / cv. 3, 5, 6

$$2) P = W : t \quad P = 2 W : t \quad \text{změní se } 2x$$

$$3) a) W = 4 \cdot 45 \cdot 9,81 = 1765,8 \text{ J}$$

$$b) J : \quad P = W : t \quad P = 1765,8 : 8 = 220,725 \text{ W}$$

$$E : \quad P = 1765,8 : 16 = 110,3625 \text{ W}$$

$$4) P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = \frac{50 \cdot 9,81 \cdot 1,5}{7,5} = 98,1 \text{ W}$$

$$5) P = \frac{W}{t} = \frac{30 \cdot 500 \cdot 9,81 \cdot 6}{3600} = 245,25 \text{ W}$$

$$6) P = \frac{7,2 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10}{8 \cdot 60} = 1471,5 \text{ W}$$

$$7) P = F \cdot v = 14500 \cdot 5,2 : 3,6 = 20944,44 \text{ W}$$

$$3) P = F \cdot v \quad F = \frac{P}{v} = \frac{36000}{54 : 3,6} = 2400 \text{ N}$$

$$5) P = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ kW} \quad W = P \cdot t = 24000 \cdot 60 = 1440 \text{ kJ}$$

$$P = \frac{3000 \cdot 9,81 \cdot 18}{30} = 17658 \text{ W}$$

$$6) P_o = \frac{17658}{0,75} = 23544 \text{ W}$$

Téma : Pohybová energie

DÚ :-----

Probrání slovních spojení s názvem energie

Energie (J) je schopnost tělesa konat práci.

Může pohybující se těleso konat práci ?

Může konat práci těleso, které se nepohybuje ?

Pohybová energie E_K (mluvíme jako o kinetické) závisí na pohybu tělesa.

Představme si dva bruslaře, kteří se srazí na ledě, který dodá do srážky více energie ?

Velikost kinetické energie závisí na hmotnosti a rychlosti tělesa.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

Př. 1

Vypočtete pohybovou energii tělesa o hmotnosti 20 kg, které se pohybuje rychlostí 10 m/s.

Př.2

Pokud zatlukáme kůl do země tak, že těsně před úderem má buchar (kladivo) rychlost 5 m/s a hmotnost 15 kg, jak velkou energii má buchar před dopadem ? Pokud se takto veškerá energie přemění v práci, jak hluboko se zasekne kůl do země při odporové síle 1 KN.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W = F \cdot s$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 15 \cdot 5^2$$

$$187,5 = 1000 \cdot s$$

$$E_k = 187,5J$$

$$s = 0,1875m$$

Téma : Polohová energie

DÚ : -----

Dokončení příkladů z minulé hodiny

Z minulé hodiny víme, že těleso je schopno konat práci, mít tedy energii, ve chvíli, kdy se pohybuje. Najdeme ale nějaký příklad, kdy jsme tělesu dali možnost vykonat práci i když je nyní v klidu ?

Čím je nebezpečný pád rampouchu ze střechy domu ?

Proč si bránící se strana vybrala obvykle vyvýšené místo ?

Proč směr toku vody je směrem dolů ?

Zřejmě existuje takový druh energie, který není závislý na rychlosti tělesa, ale na jeho poloze. Tomuto druhu energie říkáme polohová, nebo také potenciální, energie. Obvykle značíme E_p .

Velikost potenciální (polohové) energie E_p závisí na poloze a hmotnosti tělesa.

Vzhledem k faktu, že se tělesa nacházejí v gravitačním poli Země, je otázka polohy vnímána často jako výška nad povrchem Země. V samotné definici polohové energie však nelze nalézt vyjádření, od kterého místa energii měřit. To je dán tím, že zvedneme-li skleničku nad stůl a pustíme, je pro velikost vykonané práce důležitá vzdálenost od desky stolu, nikoli stolu od země.

Samotnou velikost polohové energie lze tedy vypočítat s uvažováním faktu, že závisí na hmotnosti, gravitačním poli Země a výšce následovně :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

E_p potenciální energie v J

mhmotnost v kg

ggravitační zrychlení v N/kg

hvýška v m

Také potenciální energie je schopnost tělesa konat práci, zde se podívejme na zajímavý vztah :

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = F_G \cdot h = W$$

Př. Těleso o hmotnosti $m = 20$ kg vytáhneme do výšky 5m. Vypočítejte jeho potenciální energii. Narýsujte graf, jak se jeho potenciální energie mění při pohybu směrem k zemi. Jakou práci při tomto pohybu těleso vykoná ?

Téma : Polohová a pohybová energie

DÚ : -----

Př. 1

Vypočtete pohybovou energii tělesa o hmotnosti 30 kg a rychlost 36 km /h.

$$v = 36 : 3,6 = 10 \frac{m}{s}$$

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 30 \cdot 100 = 1500J$$

Př. 2

Vypočtete polohovou energii tělesa, které visí na laně ve výšce 2 m nad zemí. Hmotnost tělesa je 10 kg.

$$E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$E_p = 10 \cdot 9,81 \cdot 2 = 196,2J$$

Př. 3

Buchar o hmotnosti 20 kg zvedneme do výšky 1,5 m. Jak hluboko zarazíme do země kolík, jestliže odporová síla proti zaražení je 1KN. Předpokládejme, že využijeme veškerou energii bucharu.

$$E_p = mgh$$

$$E_p = 20 \cdot 9,81 \cdot 1,5 = 294,3J$$

$$F \cdot s = E_p$$

$$s = \frac{294,3}{1000} = 0,2943m = 29,43cm$$

Př.4

Koule o hmotnosti 0,3 kg narazí rychlostí 0,5 m/s do krabíčky o hmotnosti 0,5 kg. Jak daleko krabíčku posune, jestliže součinitel smykového tření mezi krabíčkou a podložkou je $f=0,1$. Tření koule zanedbejte. Předpokládejme, že krabíčka se od koule odrazí a koule předá svojí veškerou energii.

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$W = F \cdot s$$

$$W = Mgs$$

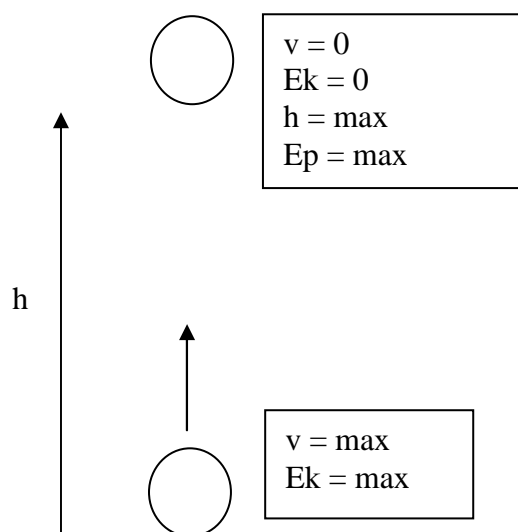
$$\frac{1}{2}mv^2 = Mgs$$

$$s = \frac{mv^2}{2Mg} = \frac{0,3 \cdot 0,5^2}{2 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \cdot 0,1} = 0,0765m = 7,65cm$$

Téma : Vzájemná přeměna energie

DÚ : př. 1

Zamysleme se nad změnou energie při vyhození míče směrem vzhůru rychlostí v .



Všimněme si, že na začátku letu byla maximální rychlost a tím i maximální kinetická energie, postupně však těleso svojí rychlost ztrácí a tím snižuje i kinetickou energii. Na druhé straně se však zvětšuje výška a stoupá tak energie potenciální.

Na začátku jsme tedy tělesu dodali kinetickou energii, ta se postupně měnila v potenciální až v nejvyšším bodě obratu se opět začne měnit v kinetickou. Je důležité všimnout si, že dochází skutečně k **proměně jedné energie v druhou**. **Celková mechanická energie této soustavy je však stále stejná.**

$$\mathbf{E = E_k + E_p = konst.}$$

Tento fakt se obvykle nazývá **ZÁKON ZOCHOVÁNÍ MECHANICKÉ ENERGIE**.

Př. 1

Jak vysoko vyletí míč o hmotnosti 0,3 kg, jestliže jej vyhodíme počáteční rychlostí 5m/s. Dokážete nakreslit graf, jak bude rychlost klesat ? **DÚ**

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh$$

$$\frac{1}{2}v^2 = gh$$

$$h = \frac{v^2}{2g}$$

$$h = 1,27m$$

Př. 2

Jakou rychlostí dopadne na zem kolíček na prádlo o hmotnosti 6g vyhozený z výšky 10m ?

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$v = 14m / s(50,4)$$

Př. 3

Jakou rychlostí letěla střela hmotnosti 10g, jestliže pytel s pískem o hmotnosti 100 kg vychýlila o výšku 0,2m a v něm se zastavila.

$$Ek = \frac{1}{2}mv^2$$

$$Ep = (m + M)gh$$

$$\frac{1}{2}mv^2 = (m + M)gh$$

$$v = \sqrt{\frac{(m + M)2gh}{m}}$$

$$v = 198m / s$$

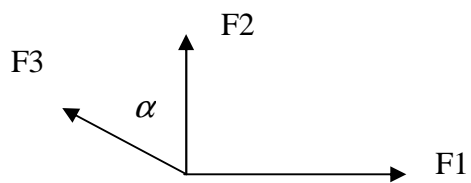
Téma : Přeměny energie

DÚ :-----

Písemné opakování :

Př. 1

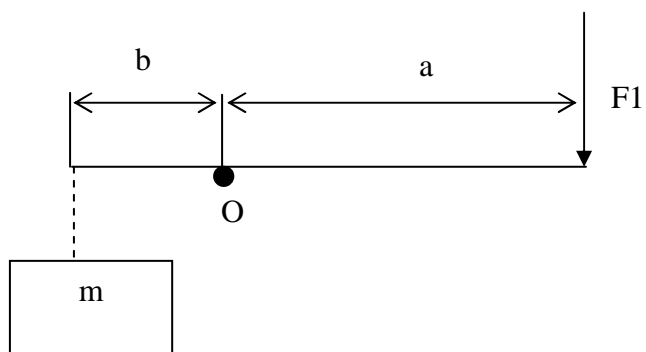
Zjistěte výslednici sil, podle obrázku (graficky)



(Velikost jednotlivých sil bude zadán podle skupiny)

Př 2

Jak velká musí být síla F_1 , pro rovnováhu sil na páce podle obrázku.



Přeměny energie :

Dokončení příkladu z minulé hodiny

Př 1 :

Jakou velkou energii předal fotbalista míči, jestliže jej dokázal vykopnout do výše 3m. Hmotnost míče byla 0,2 kg.

(5,9 J)

Př. 2 :

Pokud řidič nabourá čelně do stromu v rychlosti 50 km/h. Jak vysoko by muselo být jeho automobil vytažen a shozen dolů, aby energie nárazu byla stejná ?

(9,85 m)

Př. 3 :

Nepřipoutaný spolujezdec o hmotnosti 60 kg po havárii v rychlosti 90 km/h narazí do sedadla před sebou. Z jaké výšky by musel skočit, aby energie při nárazu byla stejná.

(31,2m)

Rozšiřující příklad

Oběžné kolo vodního čerpadla dokáže částici vody udělit rychlost 2 m/s. Jak vysoko dokáže vodu vyčerpat ?

(0,2 m)

Téma : Vnitřní energie

DÚ : -----

Diskuse :

- Proč při přípravě čaje vodu ohřejeme ?
- Proč se třením těleso zahřeje ?
- Jak se stane, že zahříváme-li kovový předmět na jedné straně, postupně se zvýší teplota na konci druhém ?
- Zvýší se teplota deformací ?
- Proč zvýší teplotu elektrické svařování ?

Pokud se zvýší rychlost pohybu částic, zvýší se tím energie tělesa ?

Celková pohybová energie všech částic v tělese je součástí vnitřní energie tělesa.
Například třením, nebo deformací, **obecněji konáním práce se vnitřní energie zvětšuje a tím se zvětšuje i teplota – těleso se zahřívá.**

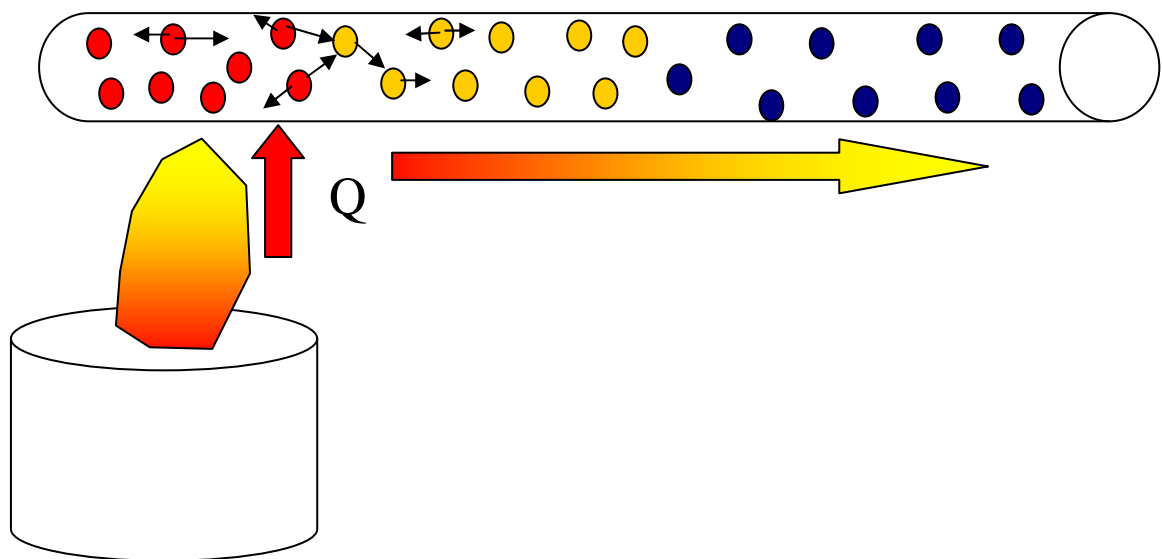
Téma : Vedení tepla

DÚ : ---

Jaký je rozdíl, mezi teplem a teplotou ?

Proč dodání tepla znamená zvýšení teploty ?

Vedení tepla



Tepló je formou energie. Dodání této energie tělesu se projevuje navenek zvýšením teploty a uvnitř tělesa zvýšením jeho vnitřní energie, tedy pohybu částic. Vedení tepla probíhá tak, že v místě s vyšší vnitřní energií (teplotou) částice tělesa narážejí do okolních a postupně tak dochází k zvyšování vnitřní energie i v místech, která přímo zahřívána nejsou.

Tepelný vodič

Látky, které snadno vedou teplo. Např. kov.

Tepelný izolant

Látky u kterých vedení tepla probíhá pomalu. (Vzduch, suché dřevo, polystyren, vata, peří...).

Písemka :

- 1) Jak velká síla působí na čtvercové okno ponorky o straně 0,5m, jestliže ponorka je ponořena 500m pod hladinou vody o hustotě 1000 kg/m^3 .
- 2) Jak velkou silou musíme působit na míč o objemu 1m^3 , jestliže jej chceme ponořit celý pod vodu, vlastní hmotnost míče zanedbejte.
- 3) Vysvětlete, proč některá tělesa na hladině vody plavou a jiná se potopí. Jak zdůvodníte plavbu ocelové lodi ?

Téma : Teplo

DÚ :-----

Teplo je formou energie, značíme Q, počítáme v J.

V případě , že látka teplo (energii) přijímá, její teplota se zvětšuje. V případě , že látce teplo odebíráme, teplota se snižuje. Teplota je určitý stav, ve kterém se látka nachází.

Pro jednotlivé lýtka byla postupně naměřena měrná tepelná kapacita, značíme c.

Měrná tepelná kapacita je množství tepla, které musíme látce o hmotnosti 1kg dodat, aby se teplota zvýšila o 1° (C) .

Př. 1

Kolik tepla je nutné dodat vodě o hmotnosti 10 kg, aby se její teplota zvýšila o 5 °C.
Měrná tepelná kapacita vody je $c = 4,2 \text{ KJ} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$.

Budeme postupovat přesně podle definice pro měrnou tepelnou kapacitu :

$$\text{Tepl}o \ Q = 4,2 \text{ (pro jeden kg a } ^\circ\text{C) } \cdot 10 \text{ (kg) } \cdot 5 \text{ (} ^\circ\text{C) } = 210 \text{ KJ}$$

Na základě předchozího příkladu je možné zapsat vzorec :

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

Qteplo (pozor na jednotku, dle dosazené c)

c.....měrná tepelná kapacita

m.....hmotnost (kg)

Δtrozdíl teplot $^\circ\text{C}$, K

Téma : Výpočty tepla

DÚ :-----

Př. 1

Kolik energie musíme dodat na ohřátí 20 litrů vody z teploty 20°C na teplotu 70°C.

Př. 2

Jaké množství tepla odebereme vodě, jestliže 2 litry ochladíme z teploty 35°C na teplotu 22°C.

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

$$\Delta t = 13^\circ\text{C}$$

$$c = 4,2\text{KJ}$$

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

$$Q = 4,2 \cdot 2 \cdot 13 = 109,2\text{KJ}$$

Př. 3

Jaké množství energie dodá Slunce, jestliže dokáže změnit teplotu 10 kg ledu z hodnoty -5°C na teplotu 0°C. Měrná tepelná kapacita ledu je 2 KJ/kg°C.

$$Q = 2 \cdot 10 \cdot 5 = 100\text{KJ}$$

Př.4

Jak dlouho bude trvat ohřátí 1litru vody v rychlovarné konvici s výkonem 1000 W.

$W = E = Q$ práce je rovna dodané energii v podobě tepla (pokud zanedbáme účinnost)

$$P = \frac{W}{t}$$

Dodané teplo $Q = P \cdot t$

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

$$Q = 4,2 \cdot 1 \cdot 80 = 336\text{KJ}$$

$$t = \frac{Q}{P}$$

$$t = \frac{336000}{1000} = 336\text{s}$$

$$t = 5,6\text{min}$$

Téma : Teplo, teplota

DÚ :

Opakování :

1) Jak velkou polohovou energii bude mít kámen, který vytáhneme 2 m nad zem. Kolik práce jsme při tomto vytahování spotřebovali, jestliže jsme použili pevnou kladku. Hmotnost kamene je 5kg.

2) Co je to energie ?

3) Co říká zákon zachování mechanické energie ?

4) Těleso dopadlo na zem rychlostí 10 m/s , z jaké výšky padalo ?

Hodina

Zhodnocení domácího úkolu

Př. 1

Sestrojte graf závislosti teploty na dodané teple při zahřívání 1kg vody ($c = 4,2 \text{ KJ} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$) a 1 kg oleje ($c = 1,8 \text{ KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$)

Př. 2

Sestrojte graf závislosti 1 kg teploty vody na čase při zahřívání zdrojem o výkonu 1000 W. Vodu zahříváme z 0°C do 100°C .

Téma : Tepelná výměna prouděním

DÚ : ----

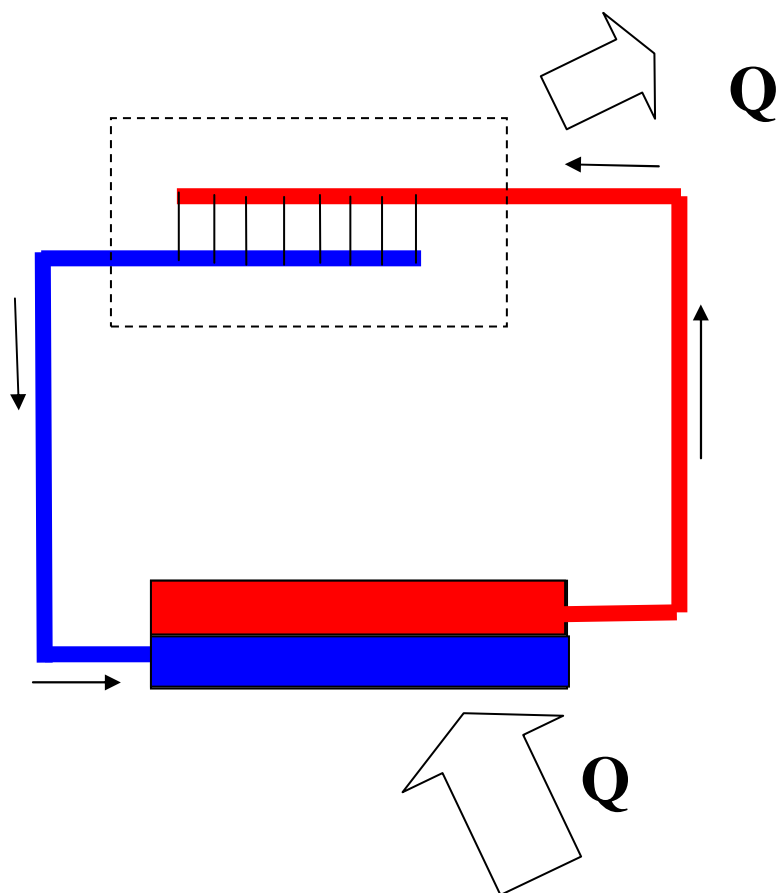
Hustota látek se obvykle mění tak, že teplejší má menší hustotu než studená.

Připomenout princip teplotní roztažnosti s tím, že : $\rho = \frac{m}{V}$.

S výjimkou platí tento princip i pro vodu – POZOR, anomálie vody.

Zahříváme-li vodu, teplá stoupá vzhůru (lehčí) a studená naopak klesá ke dnu.
Lze tohoto principu využít ?

Tepelná výměna prouděním



Téma : Tepelné záření a jeho využití

DÚ : -----

Ze zkušenosti víme, že tepelné záření lze vysílat i na větší vzdálenosti než, které by nám zajistilo tepelné proudění. (např. teplo ze Slunce).

Tepelnou energii lze přenášet také zářením, kdy jedno těleso teplo vysílá a druhé jej pohlcuje.

Těleso, které tepelné záření pohlcuje, zvyšuje svojí teplotu. Zvýšení teploty závisí na vzdálenosti od zdroje tepla, na teplotě zdroje a na barvě a úpravě povrchu tělesa. Je známý fakt, že lesklá a světlá tělesa pohlcují méně tepla, než tělesa tmavá.

Využití slunečního záření u kolektoru.

Téma : Skupenství látek

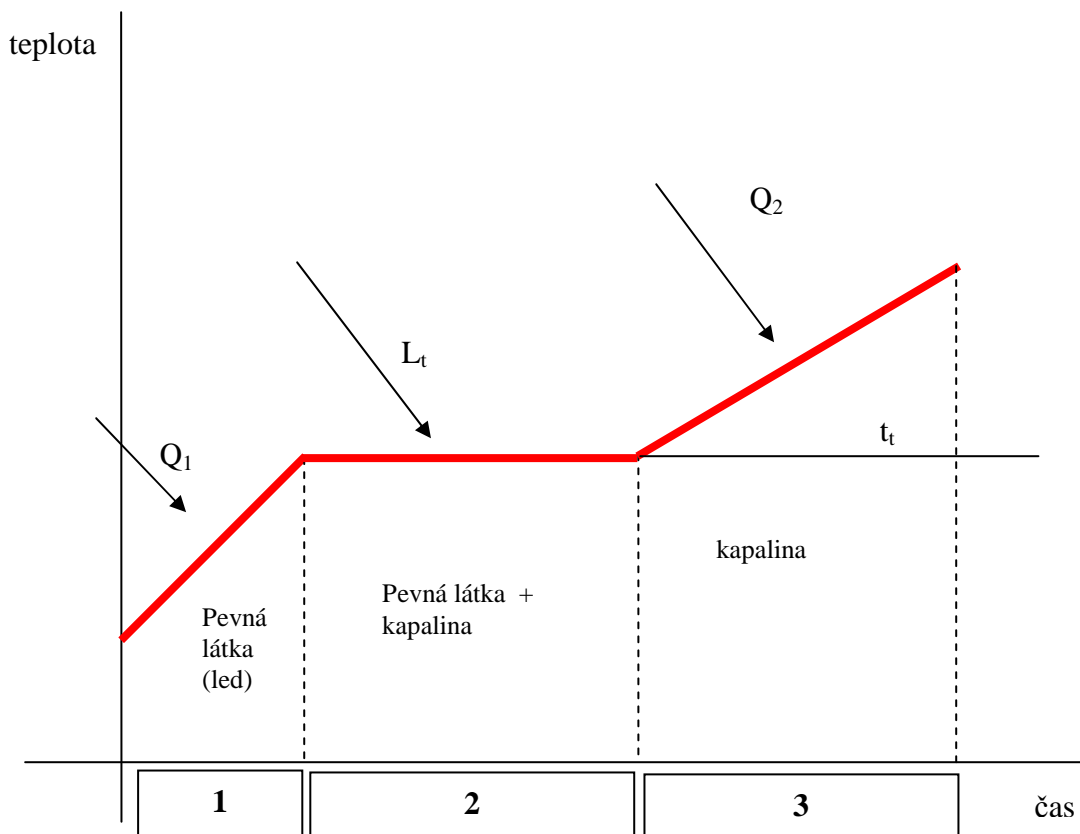
Skupenství :

- Pevné
- Kapalně
- Plynně

Pevné skupenství se vyznačuje pevnými vazbami jednotlivých částic. Dodáváním tepla se zvyšuje vnitřní energie tělesa, vazby se postupně rozrušují a pevné skupenství přechází v kapalně. Při dalším dodávání tepla postupně ve skupenství plynně. Na tomto místě je nutné podotknout, že k vypařování dochází při každé teplotě.

Téma : Tání a tuhnutí

DÚ : -----



Úsek 1 : Látka se vyskytuje v pevném skupenství. Při dodávání tepla Q_1 se zvyšuje teplota až do teploty tání (t_t).

Úsek 2 :

Teplota se přestane zvyšovat, dodáváme **skupenské teplo tání**. Veškeré dodané teplo látka spotřebuje na přeměnu skupenství. Dodané teplo počítáme z **měrného skupenského tepla tání (l_t)**, což je teplo potřebné na změnu skupenství 1 kg látky.

Úsek 3 :

Veškerá látka změnila svoje skupenství na kapalné a teplota se dále zvyšuje až k bodu varu.

Téma : Skupenské změny – příklady

DÚ : -----

Př. 1

Kolik tepla musíme dodat 2 kg ledu při teplotě 0°C , aby se všechno roztál ?

$$l_t = 340 \text{ KJ / Kg}$$

$$L_t = m \cdot l_t$$

$$L_t = 2 \cdot 340 = 680 \text{ KJ}$$

Př. 2

Vypočtete, jaké množství tepla je potřeba pro zahřátí vody (ledu) z teploty -5°C na teplotu 20°C. Hmotnost vody je 10 kg.

$$c - \text{vody} = 4,2 \text{ KJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$c - \text{ledu} = 2,09 \text{ KJ} / (\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$$

$$l_t = 340 \text{ KJ} / \text{kg}$$

$$\underline{-5^\circ\text{C} \dots\dots 0^\circ\text{C}}$$

$$Q = 2,09 \cdot 10 \cdot 5 = 104,5 \text{ KJ}$$

Roztátí 10kg ledu :

$$L_t = 340 \cdot 10 = 3400 \text{ KJ}$$

$$\underline{0^\circ\text{C} \dots\dots\dots 20^\circ\text{C}}$$

$$Q = 4,2 \cdot 10 \cdot 20 = 840 \text{ KJ}$$

Celkové množství tepla : 4344,5 KJ

Př.3

Na poli o výměře 1 ha je 10cm vrstva sněhu a ledu (počítejte hodnoty pro led) o teplotě -15°C. Kolik tepla je potřeba na roztátí z celého pole a kolik litrů vody se takto získá ?

$$\text{Hustota vody} \dots\dots\dots 998 \text{ kg} / \text{m}^3$$

$$\text{Hustota ledu} \dots\dots\dots 917 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Téma : Vypařování, var

DÚ :

- Kapalina se vypařuje z povrchu při každé teplotě
- Čím větší bude povrch kapaliny, tím více se vypaří.
- Rychlost vypařování se zrychluje při zvyšování teploty, tato závislost je však u každého druhu kapaliny rozdílná a tak i rychlost vypařování kapalin je rozdílná.
- Po čase se páry nad povrchem kapaliny nasytí a další kapalinu přestávají přijímat, vypařování se zpomaluje. Pokud však z povrchu kapaliny páry odvádíme, vypařování se opět zrychlí.
- Vypařování si lze představit tak, že energie částic na povrchu kapaliny stoupne do té míry, že se tyto částice dokážou uvolnit ze svých vazeb. Na toto uvolnění však musí část energie spotřebovat – dochází k odvodu tepla z okolí. Pozorujeme, že Vypařováním se snižuje teplota v okolí.
- Při zvyšující se teplotě se nejen zvětšuje množství vypařené kapaliny, ale ta se postupně začíná vypařovat nejen z povrchu, ale z celého svého objemu – dochází k varu.

Téma : Var

DÚ : -----

Písemné opakování

Var – kapalina se vypařuje z celého svého objemu.

- Var probíhá při teplotě varu a dodáváme skupenské teplo varu. Odvodte na základě minulé kapitoly, jak souvisí **měrné skupenské teplo varu se skupenským teplem varu.** (L_v , l_v)
- Teplota, při které k varu dochází se nazývá teplota varu a je pro látky rozdílná. Nebezpečné látky s velmi nízkou teplotou varu se nazývají **těkavé látky**. Jejich teplota varu se blíží pokojové teplotě, dochází k silnému vypařování a jsou obvykle hořlavé (nebezpečí nadýchání, požáru atd.)
- Teplota varu závisí nejen na druhu látky, ale také na tlaku nad povrchem kapaliny. Pokud zvýšíme tlak, zvýší se i teplota varu.

Téma : Kapalnění , pístové spalovací motory – úvod
DÚ : -----

Kapalnění

- Kapalnění, rovnovážný stav
- Nasycení, závislost na teplotě
- Kondenzace kapaliny

Sublimace a desublimace

- Vysvětlení pojmu
- Sněhové vločky, jinovatka

Př. Vysvětlete zamrznutí oken automobilu uvnitř zamčeného vozu.

Spalovací motory – úvod

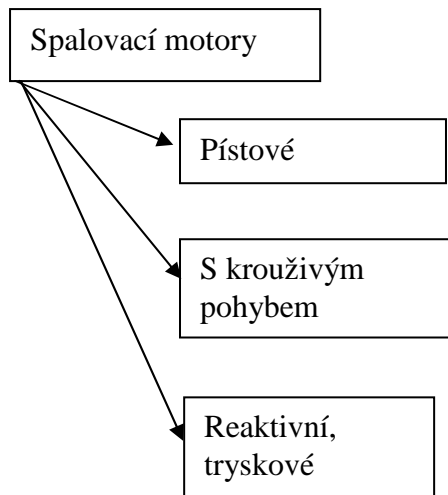
Historický úvod od vynálezů s přetlakem , dělo, parní stroj až ke spalovacím motorům.

Téma : Spalovací motory

DÚ : ----

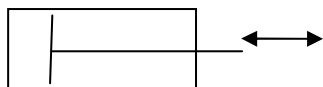
Rozdělení tepelných motorů

Motor – mění tepelnou energii na energii mechanickou.



Pístové spalovací motory

Jak získat uzavřený pracovní cyklus dle schématu ?



První zdvih : Sání

Druhý zdvih : Stlačování

Třetí zdvih : Expanze

Čtvrtý zdvih : Výfuk

Téma : Zážehový dvoudobý motor
DÚ : -----

- 1) Sání + stlačování
- 2) Rozpínání + výfuk

Překreslení obrázku viz učebnice fyziky

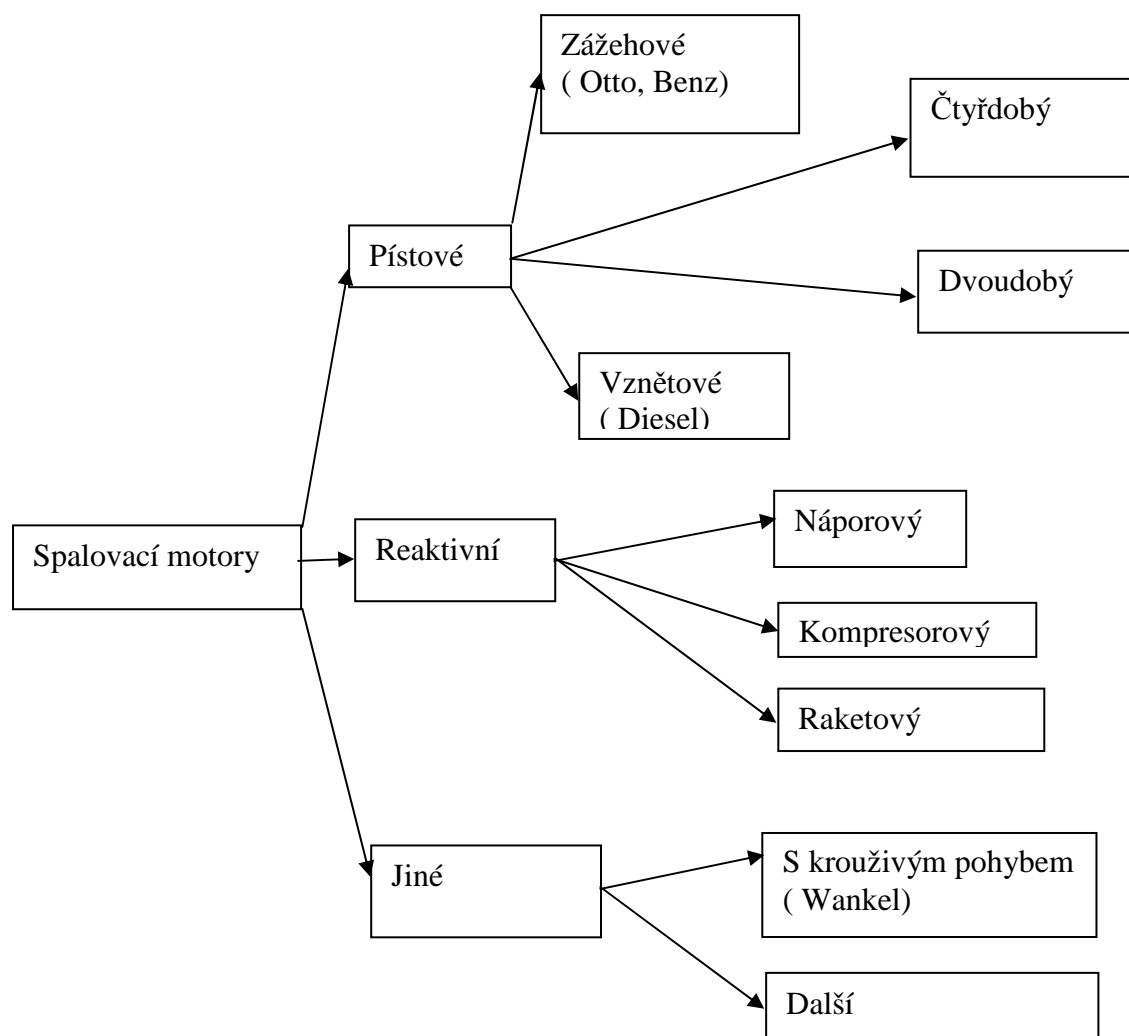
Téma : Spalovací motory – shrnutí

DÚ : ---

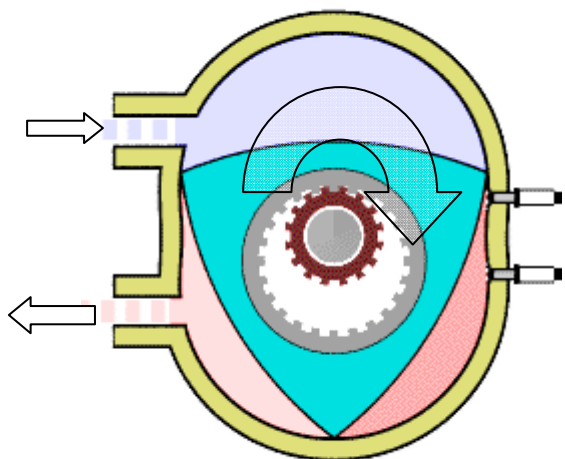
Tepelný stroj – přeměňuje tepelnou energii na energii mechanickou.

- Parní stroj

Spalovací motory – spalováním paliva získávají tepelnou energii a z ní potom energii mechanickou.



Kontrola popisku obr. v učebnici na str. 91



<http://www.bomba.cz/video/wankeluv-motor-princip-cinnosti/>

Téma : Elektrický náboj

DÚ : -----

Opakování z 6. ročníku ZŠ

- Nositelé elektrického náboje (protony , elektrony)
- Stavba atomu
- Elementární náboj e^- (náboj elektronu)
- Vznik iontu
- Přitažlivé a odpudivé síly mezi náboji
- Zelektrování látky

Upozornění na kapitoly z chemie

- Valenční vrstva
- Protonové číslo
- Nukleonové číslo

V případě nepřítomnosti ve škole doporučuji :

http://www.zslado.cz/vyuka_fyzika/e_kurz/8/elektrickevlastnostilatek/el_vlast_6.htm

Téma : Elektrický náboj, Elektroskop

DÚ : -----

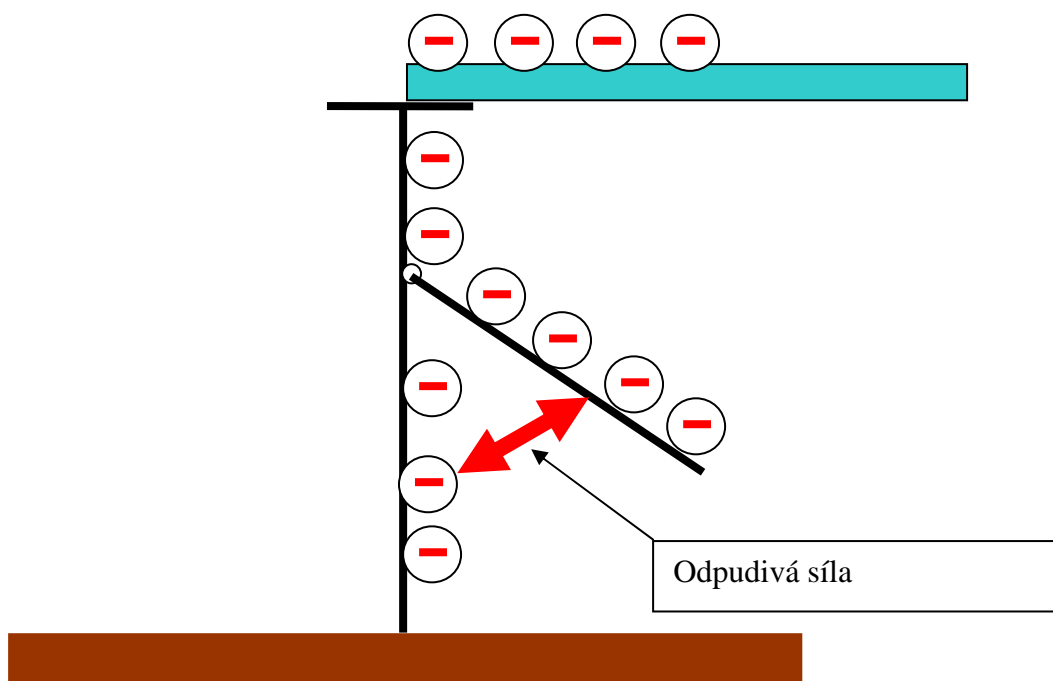
Za elementární elektrický náboj lze považovat náboj elektronu – e. Elektron je tedy jeho nositelem. Pro běžné výpočty a měření by tato jednotka byla příliš malá, používáme tedy jednotku vzniklou jako násobek elementárních nábojů.

Jednotkou elektrického náboje je jeden coulomb, značíme 1C. Vztah mezi elementárním nábojem a velikostí jednoho coulombu je :

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Přítomnost elektrického náboje lze zjistit na přístroji, který nazýváme **elektroskop**.

Elektroskop pracuje na principu odpudivé síly mezi souhlasnými náboji.



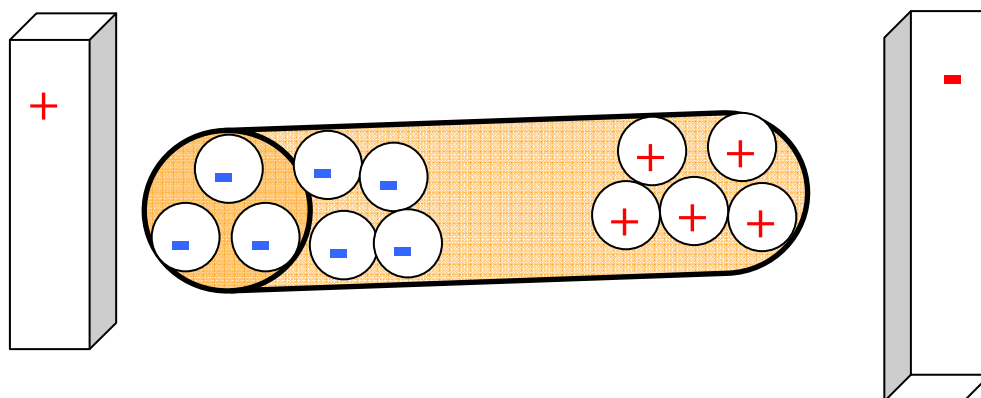
Čím větší náboj, tím větší bude také odpudivá síla, která má za následek vychýlení pohyblivého ramene elektroskopu od ramene pevného.

Náboj na elektroskopu redukuje jeho uzemnění (spojíme elektroskop se zemí).

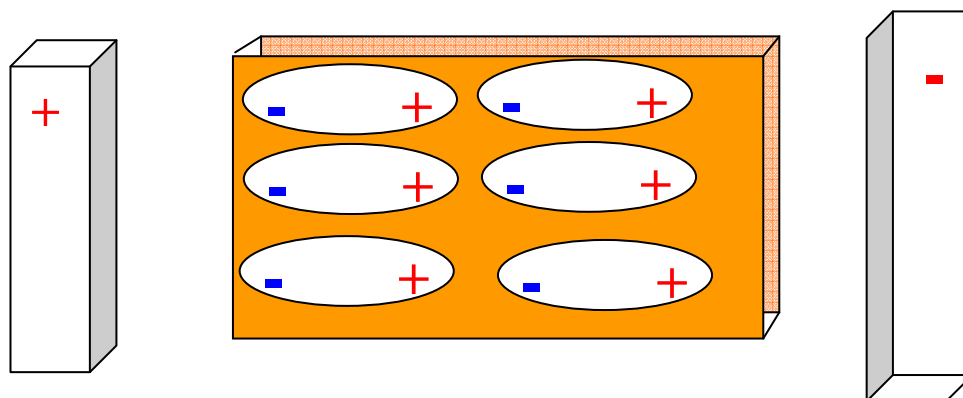
Téma : Vodič izolant v elektrickém poli

DÚ : -----

Vodič – obsahuje dostatek volných nábojů. Pokud tedy vodič vložíme do elektrického pole, přesunou se volné náboje tak, že na jednom konci převládá záporný a na druhém kladný elektrický náboj. Tento jev se nazývá **elektrostatická indukce**.



Izolant – izolant nemá dostatek volných nábojů. V elektrickém poli je však možné natočení původně neuspořádaných částic tak, že na jednom konci se projevuje kladný a na druhém záporný elektrický náboj. Tomuto jevu se říká **polarizace izolantu**.

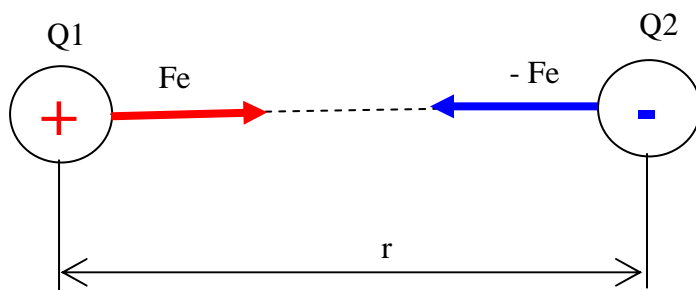


Téma : Elektrické pole

DÚ : -----

Již víme, že dvě elektricky nabitá tělesa na sebe navzájem působí silou a to buď odpudivou, pokud jsou nabita souhlasným nábojem, nebo přitažlivou, pokud jsou nabita nesouhlasným nábojem.

Budeme-li nyní brát v úvahu pouze dva bodové náboje, lze sílu, kterou na sebe působí vypočítat ze vztahu :



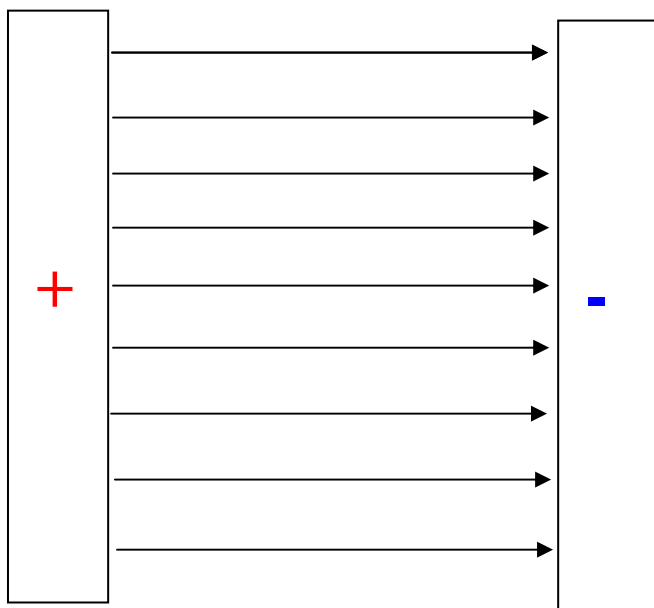
$$F_e = k \cdot \frac{|Q_1 \cdot Q_2|}{r^2}$$

k.....konstanta úměrnosti, ve vakuu a vzduchu přibližně $9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

Stejně jako magnetické, tak i elektrické pole lze popsat pomocí siločar. Platí, že dohodnutý směr siločáry je shodný se směrem síly působící na kladný elektrický náboj. Znamená to tedy, že siločáry působí od kladně nabitého tělesa k záporně nabitému tělesu.



Kolem bodového elektrického náboje vzniká **radiální elektrické pole**.

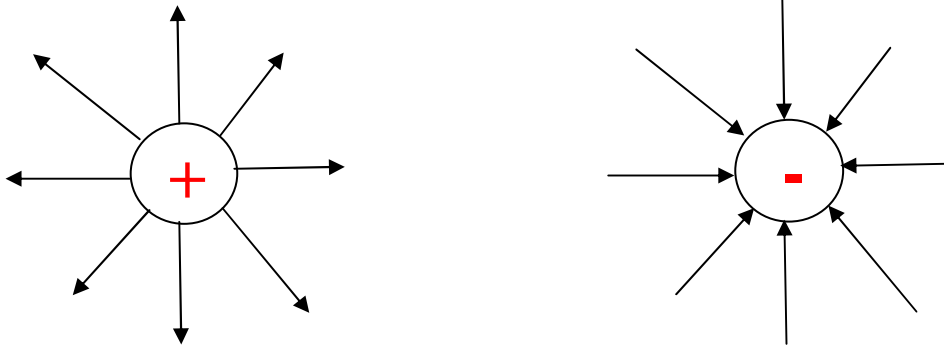


Elektrické pole, které vzniká mezi dostatečně velkými rovnoběžnými deskami se nazývá **stejnorodé (homogenní) elektrické pole**. Siločáry jsou rovnoběžky, mají všude stejný směr i velikost.

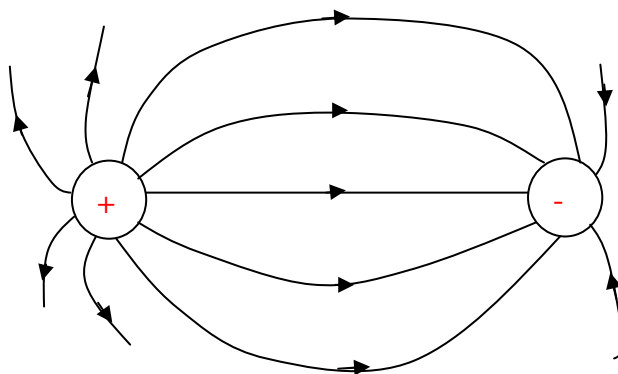
Téma : Znázornění elektrického pole

DÚ : -----

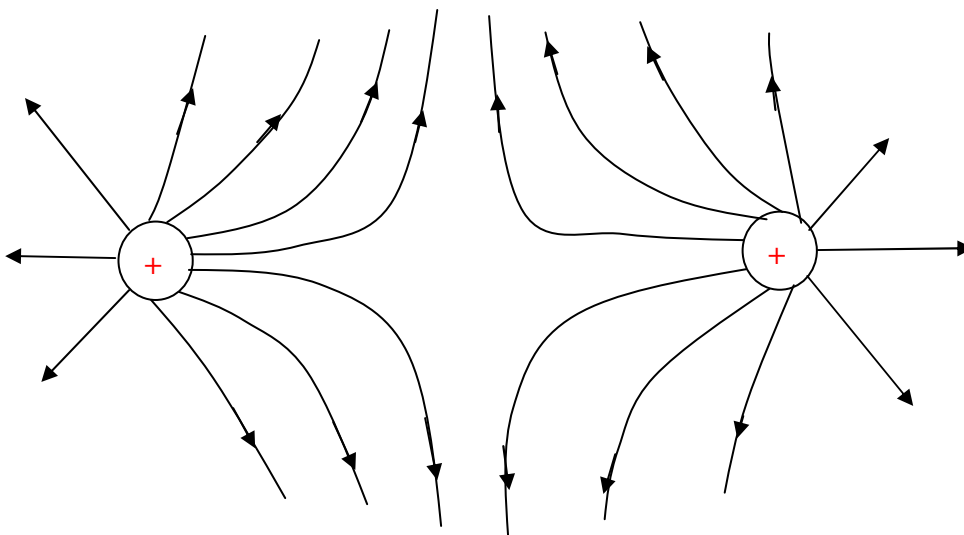
Znázornění elektrického pole v okolí bodového náboje



Znázornění elektrického pole kolem nesouhlasných nábojů



Znázornění elektrického pole souhlasných nábojů



Téma : Prvky elektrického obvodu

DÚ : ----

Aby uzavřeným elektrickým obvodem protékal elektrický proud, musíme připojit **zdroj elektrického napětí**.

Elektrickým proudem myslíme usměrněný pohyb elektricky nabitých částic. Např. elektrický proud v kovech tvoří volné elektrony.

Uzavřený elektrický obvod vznikne tehdy, když pomocí jednotlivých prvků obvodu (vodiče, spotřebiče, zdroje) vytvoříme takovou vodivou cestu, že proud protéká od jedné svorky zdroje ke druhé. V opačném případě proud obvodem neprotéká.

Jednotlivé prvky obvodu včetně schématických značek viz učebnice str. 118 (nakreslit)

Příklady, která z žárovek v daném obvodu bude svítit.

(příklady ve škole)

Jednotlivé části obvodu z hlediska uspořádání spotřebičů :

Rozvětvený a nerozvětvený elektrický obvod

Uzel

Větve

Sériové spojení

Paralelní spojení

(učebnice str. 118)

Téma : Elektrický obvod

DÚ :-----

Obvodem může protékat elektrický proud ve vodičích.

Vodič

Vodičem může být látka, které dobře vede elektrický proud. Obsahuje tedy volné náboje – nositele elektrického proudu.

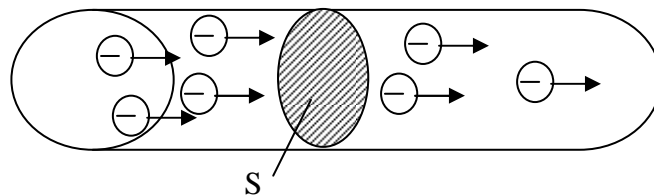
K vodičům tedy patří :

- Kovy – obsahují dostatek volných elektronů pro vedení elektrického proudu.
- Roztoky elektrolytů – kapaliny, které obsahují volné kladné a záporné ionty. Mezi elektrolyty tedy patří např. vodné roztoky solí (NaCl), kyselin (H₂SO₄) i zásad (KOH).
- Ionizované plyny – elektrický proud je tvořen kladnými a zápornými ionty a elektrony. Plyny se stávají elektricky vodivými ionizací, tedy dějem, kdy se z molekuly plynu uvolňují elektrony a zbytek molekuly se pak stává kladným iontem.

Protože elektrický proud, který značíme I je tvořen usměrněným tokem jak kladně, tak i záporně nabitých částic a není tak možné stanovit jednoznačný směr proudu pro všechny případy, byla vytvořena dohoda :

Směr proudu značíme od kladného pólu zdroje napětí k zápornému pólu.

Pokud vodičem proudí konstantní (stále stejně velký) elektrický proud, pak jeho velikost vypočteme podle množství náboje, které projde daným průřezem za čas t .



$$I = \frac{Q}{t}$$

Jednotkou elektrického proudu je jeden ampér – značíme A.

Izolant

Izolantem je látka, která nemá dostatek volných nábojů pro vedené elektrického proudu. Izolantů využíváme např. k ochraně zdraví při „izolování“ vodičů od okolí.

Spotřebič

Spotřebičem jsou takové prvky elektrického obvodu, které spotřebovávají elektrickou energii (žárovky, topení, zvonek, lednička, televize.....). V jistém slova smyslu lze za spotřebič považovat i vodič samotný, **průchodem elektrického proudu se vodič zahřívá**, a dochází ke spotřebě elektrické energie.

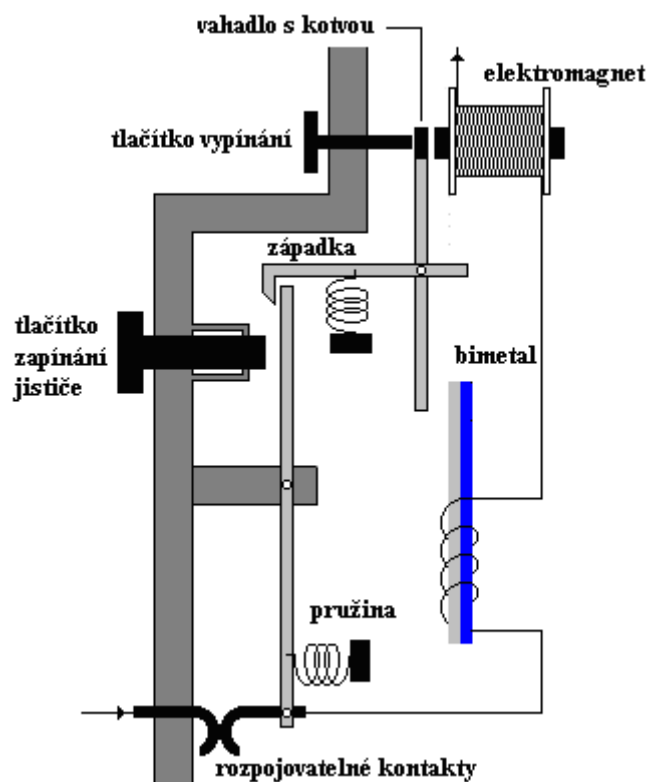
Pokud do uzavřeného elektrického obvodu nezařadíme spotřebič, vodiče se budou zahřívát až do chvíle, kdy dojde k poruše, požáru, vyčerpání zdroje apod. Takovému stavu říkáme **zkrat**. Před účinky nechtěného zkratu nás chrání jistící prvky obvodu, tedy pojistky a jističe.

Vysvětlení funkce tavné pojistky.

Téma : Další prvky elektrického obvodu

DÚ : ----

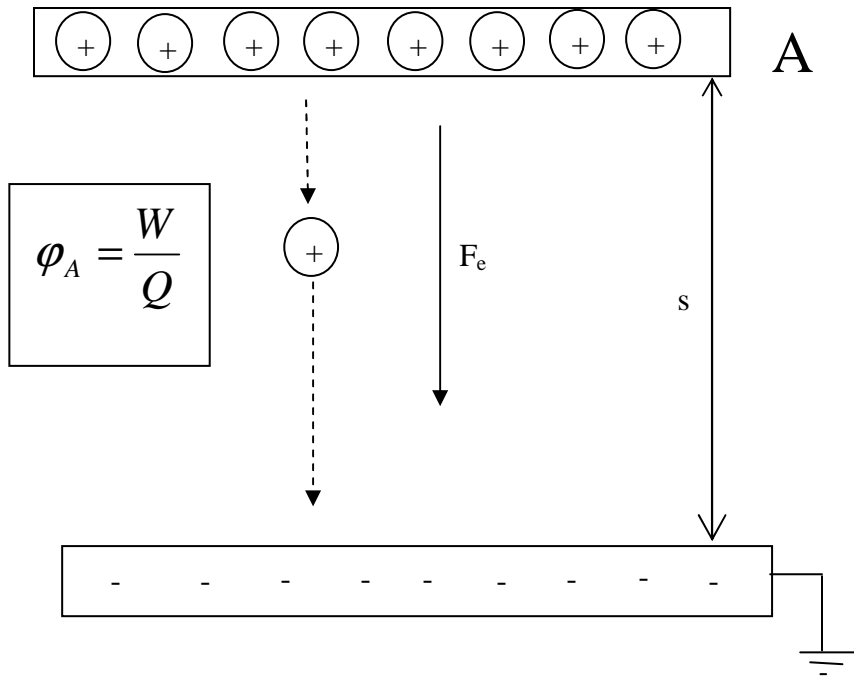
- Spotřebiče
- Zkrat, vznik zkratu, jeho důsledky
- Vysvětlení funkce tavné pojistky
- Vysvětlení funkce jističe



Téma : Elektrický potenciál, elektrické napětí, zdroje napětí

DÚ : -----

Další důležitou veličinou, která charakterizuje elektrické pole je elektrický potenciál. Představme si podle obrázku desku, kde nahromadíme elektrické náboje a druhou, kterou spojíme se zemí..



Na přemístění bodového náboje z místa A na zem síly elektrického pole vykonají práci.

Elektrický potenciál φ_A v bodě A definujeme jako podíl práce W , kterou vykonají síly elektrického pole při přemístování kladného bodového náboje Q z místa A na zem, a tohoto náboje. Jednotkou elektrického potenciálu je **volt (V)**.

Elektrické napětí

Elektrické napětí definujeme jako rozdíl elektrických potenciálů mezi dvěma body elektrického pole :

$$U = \varphi_A - \varphi_B$$

Jednotkou elektrického napětí je 1 volt.

Zdroje elektrického napětí

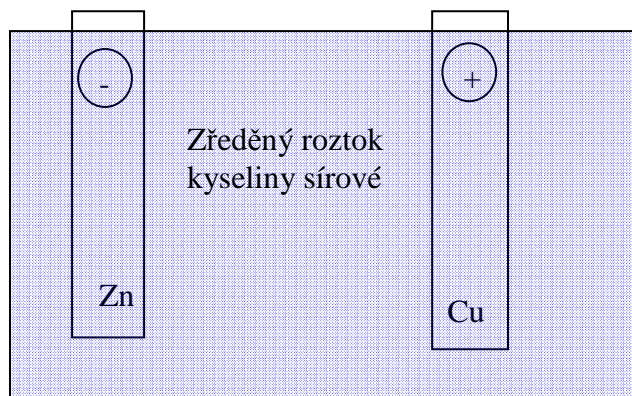
- Elektromagnetická indukce – mechanicky v elektrárnách
- Chemické zdroje – využíváme chemické reakce

Chemické zdroje elektrického napětí

Obecně :

Pro některé kovy ponořené do elektrolytu platí, že vlivem chemických reakcí uvolňují kladné, či záporné částice. Mezi povrchem kovu a obklopujícím elektrolytem vzniká elektrolytický potenciál. Různou kombinací elektrod a elektrolytů vznikají zdroje napětí – **galvanické články**.

Nejstarší je Voltův článek



Elektrolytický potenciál pro měď a elektrolyt0,34 V
Elektrolytický potenciál pro zinek a elektrolyt-0,74 V
Napětí mezi elektrodami1,1 V

Téma : Zdroje elektrického napětí

DÚ : -----

Danielův článek

Složený ze zinkové elektrody ponořený do vodného roztoku $ZnSO_4$ a měděné elektrody ponořené do vodného roztoku $CuSO_4$. Elektrolyty jsou od sebe odděleny stěnou tak, že se vzájemně nemísí, ale ionty projdou. Napětí získané tímto článkem je 1,1 V

Suchý článek

Elektrodami článku jsou zinková nádoba tvaru válečku a uhlíková tyčinka (s mosaznou čepičkou) obklopená směsí burelu MnO_2 . a koks. Jako elektrolyt slouží roztok salmiaku NH_4Cl zahuštěný škrobem a dalšími přísadami. Shora je článek zalit asfaltem. Napětí získané článkem je 1,5 V. Během reakce se však elektroda postupně znehodnocuje.

Akumulátor

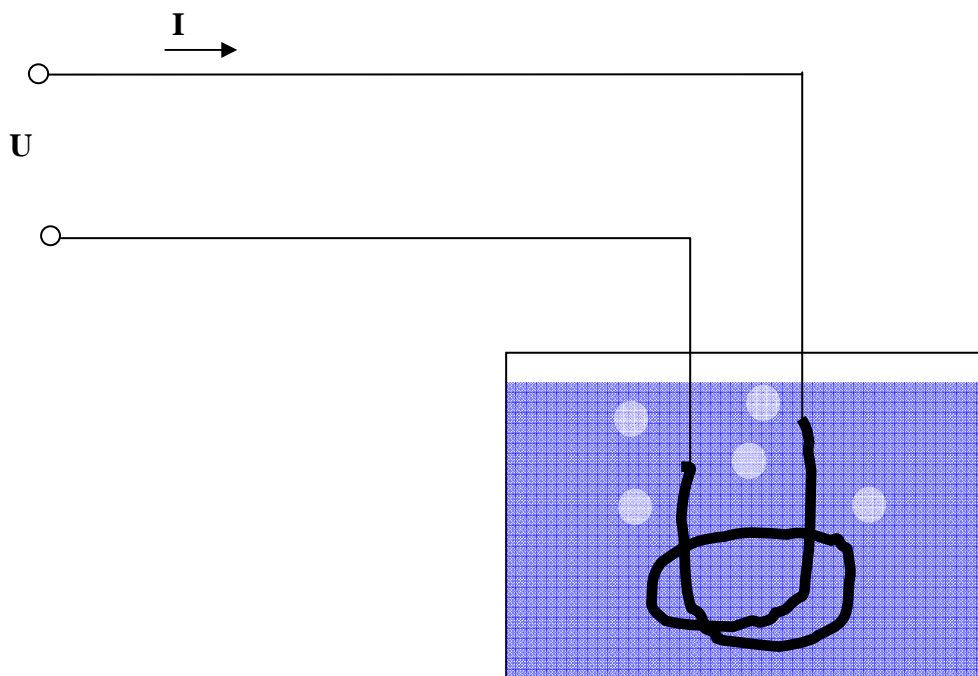
Umožňují proces nabíjení akumulátoru. Chemickým procesem dochází k akumulaci náboje a jejímu pozdějšímu vybíjení. Pro olověný akumulátor platí maximální napětí 2,75V, to však rychle klesne na provozní hodnotu 2,1V. Při hodnotě 1,85 V musíme akumulátor znovu nabít. Olověný akumulátor spojujeme do článků a dostáváme hodnoty 6V, 12V, 24 V.

V dnešní době se setkáváme s :

- Oceloniklovým akumulátorem (NiFe) , kdy katodou je ocelová elektroda. Anodou hydroxid niklitý. Elektrolytem je roztok KOH. Napětí 1,45 V
- Niklokadmiový (NiCd) , napětí 1,2V. Vyrábí se jako knoflíkový.
- Stříbrozinkový a stříbrokadmiový akumulátor s napětím 1,3V

Téma : Ohmův zákon, rezistor
DÚ : -----

Elektrický proud v kovovém vodiči bude přímo úměrný napětí U mezi jeho konci.



Z přímé úměrnosti tedy musí platit : $I = k \cdot U$

Konstantou úměrnosti v tomto vztahu je veličina nazývaná elektrická vodivost značená G . Její jednotkou je siemens (S). V takovém případě by bylo možné napsat **Ohmův zákon** ve tvaru :

Elektrický proud procházející kovovým vodičem je přímo úměrný elektrickému napětí U mezi konci tohoto vodiče. Konstantou úměrnosti je elektrická vodivost G .

$$I = G \cdot U$$

Častěji však vyjadřujeme tuto závislost v jiném tvaru. Jestliže lze zjednodušeně říct, že elektrická vodivost vyjadřuje schopnost vodiče vést elektrický proud, potom elektrický odpor je její převrácenou hodnotou. Elektrický odpor značíme R a jeho jednotkou je ohm.

$$R = \frac{1}{G}$$

Ohmův zákon pak lze napsat ve tvaru :

$$I = \frac{U}{R}$$

Nebo :
$$U = R \cdot I$$

Téma : Závislost elektrického odporu na vlastnostech vodiče
Jistící prvky elektrického obvodu

DÚ : -----

Průchodem elektrického proudu se vlivem elektrického odporu kovový vodič zahřívá. Zahřátí může být nebezpečné zvláště při zkratu, kdy dochází k nekontrolovatelnému zvýšení teploty a tím k riziku úrazu a nebo např. požáru.

Takové situaci se snažíme zabránit tím, že do obvodu zařazujeme jistící prvky, těmi mohou být pojistky a jističe. Pojistky využívají právě zvýšení teploty vodiče tím, že při poruše dojde k tak vysokému zahřátí vodiče, uvnitř obvykle keramického obalu pojistky, že vodič se přetaví, celý elektrický obvod se přeruší a proud přestane protékat.

(Schéma pojistky, schématická značka)

Druhou možností, jak čelit nebezpečí zkratu je zařazení jističe do elektrického obvodu. Jistič má podobnou funkci jako pojistka s tím, že je po odstranění závady v obvodu znovu použitelný. Při větším zkratu, kdy dojde k vysokému zkratovému elektrickému proudu se využívá toho faktu, že se kolem vodiče, kterým prochází elektrický proud vytvoří magnetické pole. Jistič na toto magnetické pole reaguje na principu elektromagnetu. Při slabé poruše, kdy elektromagnet není schopen reagovat dochází k pomalému zahřívání dvojkovu a jeho deformaci. Při určité velikosti deformace dojde k vypnutí elektrického obvodu.

(Schéma principu činnosti jističe)

Elektrický odpor vodiče

Bylo řečeno, že zahřátí obvodu závisí na velikosti odporu vodiče. Vztah mezi napětím, proudem a elektrickým odporem je znám z ohmova zákona. Ten ale nijak neodpovídá na otázku, jak závisí elektrický odpor na samotných vlastnostech vodiče.

Jinak řečeno, pomocí ohmova zákona dokážeme hodnotu elektrického odporu vodiče vypočítat, nedokážeme ji ale změnit a ani nevíme jakým způsobem.

Jak změnit velikost elektrického odporu kovového vodiče ?

Elektrický odpor drátu závisí na :

- Délce
- Průřezu
- Materiálu

Zřejmě platí, že **čím delší drát, tím větší elektrický odpor.**

Pro průřez však platí zcela opačná závislost, čím větší průřez zvolíme, tím lépe umožníme tok elektrického proudu a tedy : **Čím větší průřez drátu, tím menší elektrický odpor.**

Závislost na materiálu lze vystihnout jen nějakou konstantou, která bude pro daný materiál platit, mluvíme tak o **měrném elektrickém odporu, značíme ρ a jednotkou je $\Omega.m$.**

Pro výpočet elektrického odporu kovového vodiče bude platit :

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

Poznámka : Elektrický odpor vodiče je závislý také na teplotě, kdy s narůstající teplotou roste. Přesnější vztah však bude probrán ve vyšším ročníku.

Téma : Sériové spojení rezistorů
DÚ : ----

- Sériový elektrický obvod
- Měření proudu a napětí
- Výpočet proudu a napětí
(viz učebnice)

Téma : Spojení rezistorů vedle sebe

DÚ : ---

- Spojení rezistorů vedle sebe (paralelní spojení)
- Výsledný elektrická odpor, proud a napětí

Viz učebnice (str. 150)

Téma : Kombinovaný elektrický obvod

DÚ : ---

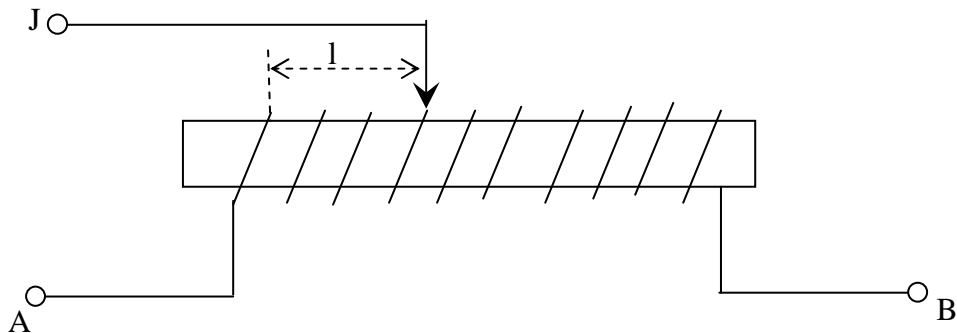
- Spojení rezistorů vedle sebe (paralelní spojení)
- Výsledný elektrická odpor, proud a napětí

Viz učebnice (str. 153. obr. 2.62)

Téma : Reostat

DÚ : ----

Reostat je rezistor, jehož odpor lze měnit.



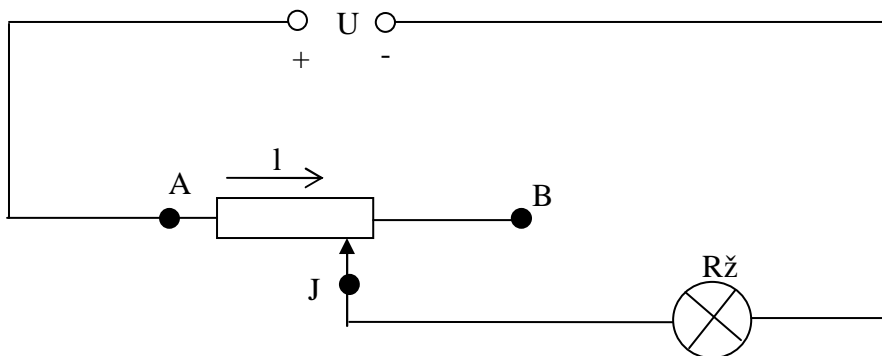
Reostat se skládá z

- pevné části – vodiče navinutém na keramickém válci (nebo jiném izolantu) a vstupní svorky A a výstupná svorky B.
- pohyblivé části – jezdec, který se pohybuje po navinutém vodiči a je připojen na svorku J

Z vlastností elektrického odporu víme, že čím větší bude délka vodiče (při stejném průřezu), tím větší bude jeho elektrický odpor. Pokud r_1 označíme velikost odporu vodiče na jednotku délky, potom platí pro celkový odpor reostatu :

$$R_r = r_1 * l$$

Užití reostatu ke změně elektrického proudu

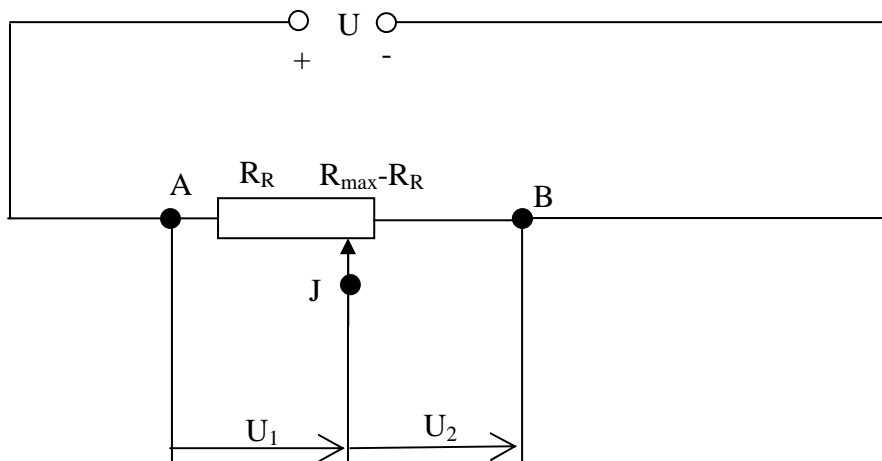


Celkový odpor obvodu $R = R_r + R_{ž}$

$$R = r_1 * l + R_{ž}$$

Celkový proud $I = \frac{U}{r_1 * l + R_{ž}}$ posunem jezdcu regulujeme velikost el. proudu.

Užití reostatu ke změně el. napětí – dělič napětí (potenciometr)



Obvodem protéká všude stejný proud I :

$$\frac{U_1}{R_R} = \frac{U_2}{R_{\max} - R_R}$$

$$\frac{U_1}{R_R} = \frac{U - U_1}{R_{\max} - R_R}$$

$$U_1 * R_{\max} - U_1 * R_R = U * R_R - U_1 * R_R$$

$$U_1 = U * \frac{R_R}{R_{\max}}$$

Posouváním jezdce regulujeme poměr, v jakém se dělí napětí na části U_1 a U_2 .

Téma : Měření proudu a napětí

DÚ : -----

Přístroj pro měření elektrického prouduampérmetr

Elektrického napětívoltmetr

Rozsah přístroje R...maximální hodnota ,kterou lze přístrojem při daném nastavení měřit.

Maximální počet dílků na dané stupnici přístrojeD

Počet dílků, kolik ukazuje ručka přístrojed

Př.

Voltmetr je přepnutý na rozsah 250 V a ručka voltmetru ukazuje hodnotu 30 dílků. Kolik voltů jsme přístrojem naměřili, jestliže maximální počet dílků stupnice je 100.

$$\text{Konstanta přístroje : } k = \frac{R}{D}$$

Hodnotu, kterou přístrojem měříme zjistíme tak, že konstantu přístroje násobíme počtem dílků, které ukazuje ručka.

$$k = \frac{220}{100} = 2,2 \frac{V}{\text{dílek}}$$

$$U = k * d = 2,2 * 30 = 66 V$$

Př.

Naměřte jednotlivé hodnoty podle tabulky a vypočtěte hodnotu neznámého odporu Rx.

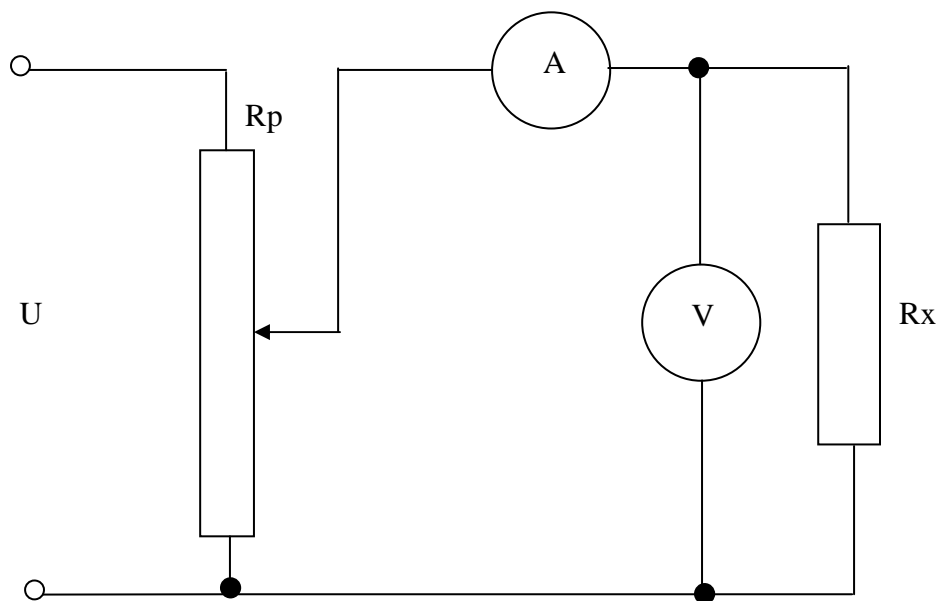
Sestrojte graf závislosti $I = f(U)$.

Naměřené hodnoty i tvar grafu zdůvodněte.

Zapamatujte si :

Ampérmetr se do obvodu zapojuje sériově tak, aby jím protékal měřený elektrický proud. Voltmetr zapojujeme paralelně mezi body, elektrické napětí měříme.

Schéma zapojení :



U(V)					
I(A)					
R(ohm)					

Téma : Práce a výkon elektrického proudu

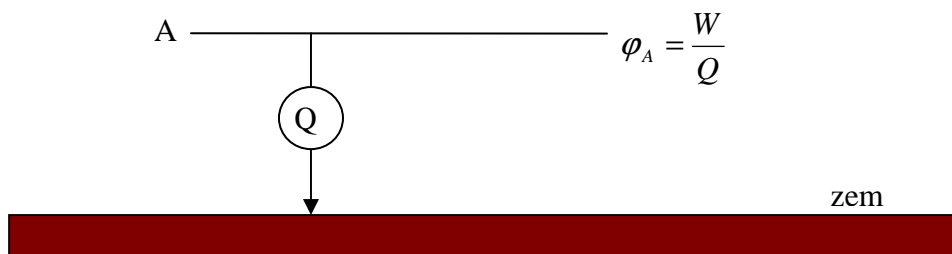
DÚ : -----

Připomenutí z minulých hodin :

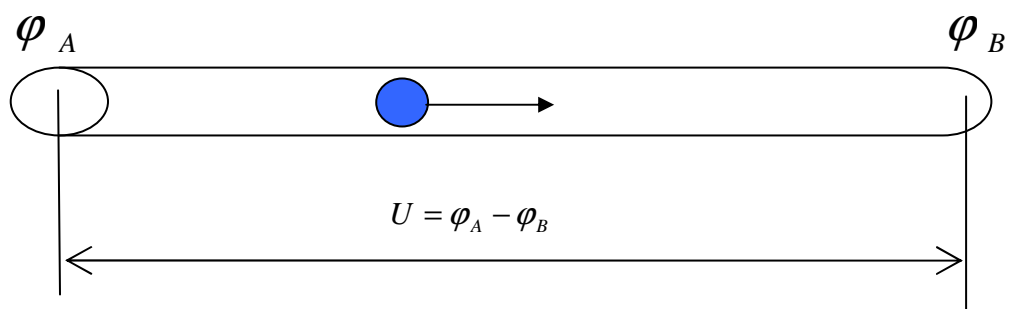
- Napětí je rozdíl potenciálů
- Elektrický potenciál je podíl práce na náboj, která je nutná pro přemístování náboje na zem.

Jinak řečeno :

Pokud chceme bodový elektrický náboj přenést z místa A na zem, musíme vykonat práci. Podíl této práce připadající na bodový náboj se nazývá potenciál v místě A.



Pokud vezmeme v úvahu, že elektrické napětí je dáno rozdílem potenciálů, dokážeme vypočítat, jak velkou práci potřebujeme na přenesení nábojů ve vodiči z jedné svorky zdroje na svorku opačnou.



$$U \cdot Q = W$$

Při znalosti vztahu pro elektrický proud $I = \frac{Q}{t}$ a tedy $Q = I \cdot t$ je možné psát výsledný vzorec pro výpočet práce elektrického proudu :

$$W = U \cdot I \cdot t$$

Jednotkou je Joule (J).

Jak je patrné z předchozího vzorce, elektrická práce závisí na čase. Na rozdíl od výkonu, která byl definován jako podíl práce za časovou jednotku, tedy platí :

$$P = \frac{W}{t} \Rightarrow P = \frac{U \cdot I \cdot t}{t}$$

Pro výkon elektrického proudu tedy platí :

$$P = U * I$$

Pozor :

Musíme si uvědomit, že elektrickou energii obvykle dodáváme ze sítě , pro spotřebič, který převádí elektrickou práci na jinou formu (světlo, pohyb , teplo....). V takovém případě, je výše uvedený vzorec příkonem spotřebiče a výkon je závislý na účinnosti zařízení.

$$\eta = \frac{P}{P_0} \quad [-] \quad \text{nebo} \quad \eta = \frac{P}{P_0} * 100 \quad [\%]$$

Jednotkou výkonu i příkonu je Watt (W)

Př.

Na rychlovarné konvici bylo změřeno napětí $U = 230 \text{ V}$ a proud $I = 4 \text{ A}$. Vypočtete příkon a výkon konvice, jestliže účinnost $\eta = 60\%$

$$\text{Příkon} \quad P_0 = U * I \qquad P_0 = 230 * 4 = 920 \text{ W}$$

$$\text{Výkon} \quad P = P_0 * \frac{\eta_{\%}}{100} \qquad P = 920 * \frac{60}{100} = 552 \text{ W}$$

Téma : Práce a výkon elektrického proudu – příklady

DÚ : ----

Př. 1

Jak velký proud teče do rychlovarné konvice s příkonem 1KW, jestliže je připojena na napětí 220 V ?

$$P = U * I$$

$$I = \frac{P}{U}$$

$$I = \frac{1000}{220} = 4,55A$$

Př. 2

Jak velký elektrický proud teče obvodem, jestliže motorem zvedáme břemeno o hmotnosti 200kg do výše 2 m za dobu 30s. Motor je připojený k napětí 220 V a jeho účinnost je 60%.

$$W = F * s$$

$$W = m * g * s$$

$$W = 200 * 9,81 * 2 = 3924J$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{3924}{30} = 130,8W$$

$$\eta = \frac{P}{P_0} * 100$$

$$P_0 = \frac{P}{\eta} * 100$$

$$P_0 = \frac{130,8}{60} * 100 = 218W$$

$$I = \frac{P_0}{U}$$

$$I = \frac{218}{220} = 1A$$

Př. 3

Jak velký maximální proud smí procházet rezistorem o odporu $0,5 \text{ K}\Omega$, jestliže na jeho štítku je vyznačen příkon 12W ? Jak velké smí být maximální napětí, které na tento rezistor připojíme?

Z Ohmova zákona vyplývají vztahy

$$U = R * I \quad R = \frac{U}{I} \quad I = \frac{U}{R}$$

Pří znalosti vztahu pro příkon $P_0 = U * I$, lze dosadit a vyjádřit :

$$\begin{aligned} P_0 &= U * \frac{U}{R} & P_0 &= R * I * I \\ P_0 &= \frac{U^2}{R} & P_0 &= R * I^2 \\ U_{\max} &= \sqrt{P_0 * R} & I_{\max} &= \sqrt{\frac{P_0}{R}} \\ U_{\max} &= \sqrt{12 * 500} = 77\text{V} & I_{\max} &= \sqrt{\frac{12}{500}} = 0,15\text{A} \end{aligned}$$

Kontrola (přibližně po zaokrouhlování) :

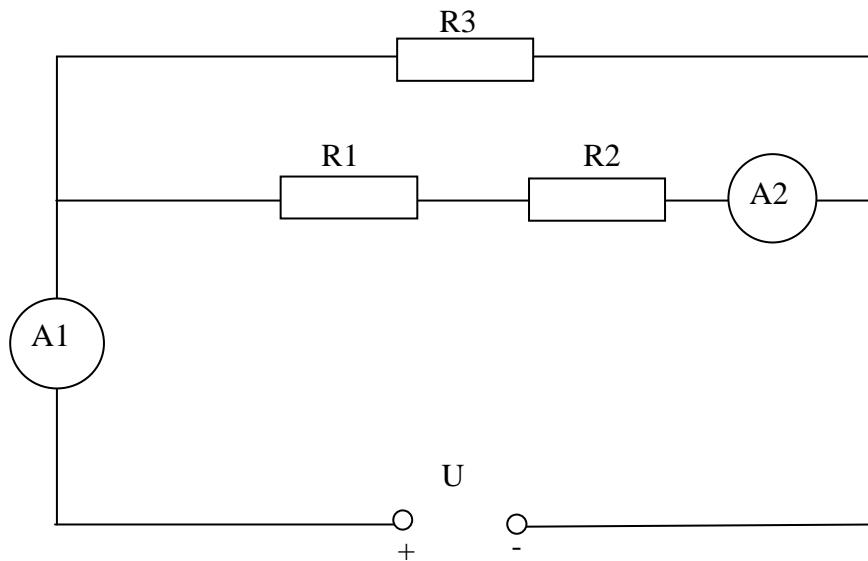
$$P_0 = 77 * 0,15 = 11,55\text{W} \quad (12\text{W})$$

Téma : Opakování – elektřina

DÚ : -----

- Písemka

Je dán elektrický obvod podle schématu :



A	B
1) Je dáno : $R_1 = 2K\Omega$, $R_2 = 3K\Omega$, $R_3 = 10K\Omega$, $U=100V$. Jak velký proud naměříme ampérmetrem A_1 a A_2 ?	1) Je dáno : $R_1 = 7K\Omega$, $R_2 = 3K\Omega$, $R_3 = 20K\Omega$, $U=200V$. Jak velký proud naměříme ampérmetrem A_1 a A_2 ?

- Dokončení řešených příkladů z minulé hodiny
- Ve zbytku času – Zdroj zvuku (nepravidelné a pravidelné kmitání)

Téma : Akustika, zvukové jevy
DÚ : -----

K vnímání zvuku je potřeba :

- Zdroj zvuku
- Prostředí, kterým se zvuk šíří
- Přijímač zvuku (v jednoduchém případě lidské ucho)

Zdroj zvuku

Zdrojem zvuku je chvění pružných těles. Toto chvění vyvolá v okolním prostředí zvukové vlnění.

Zvukem nazýváme každé mechanické vlnění v látkovém prostředí, které je schopno vyvolat v lidském uchu sluchový vjem.

Ne každé vlnění je schopno naše ucho identifikovat jako zvuk. Frekvence zvuku, který slyšíme leží v intervalu 16Hz – 16 kHz. (2 – 4 kHz... lidská řeč).

Menší než 16 Hzinfrazvuk

Větší než 16 kHzultrazvuk

Pokud zvuk vzniká periodickým (pravidelným) chvěním , zvuk vnímáme jako **tón**.

Pokud je kmitání nepravidelné vnímáme **hluk**.

Šíření zvuku

Ze zdroje se zvuk může šířit pouze pružným látkovým prostředím libovolného skupenství.

Důležitou charakteristikou prostředí, ve kterém se zvuk šíří je **rychlost zvuku**. Rychlost je závislá nejvíce na teplotě, **pro běžnou teplotu vzduchu budeme používat 340 m/s**.

(Např. pro vodu platí 1500 m/s)

Vzdálenost bouřky

$s = 300000000 * t_{blesk}$ vzdálenost, kterou urazí blesk m/s

$s = 340 * t_{zvuk}$ vzdálenost kterou urazí zvuk m/s

Rozdíl časů :

$t_{zvuk} - t_{blesk} = \frac{s}{340} - \frac{s}{300000000}$ naše počítání s

$t_{poc} = 0,00294 * s$

$s \doteq \frac{t_{poc}}{2,9}$ převáděno na km (počítáme v sekundách)

Téma : Odraz zvuku

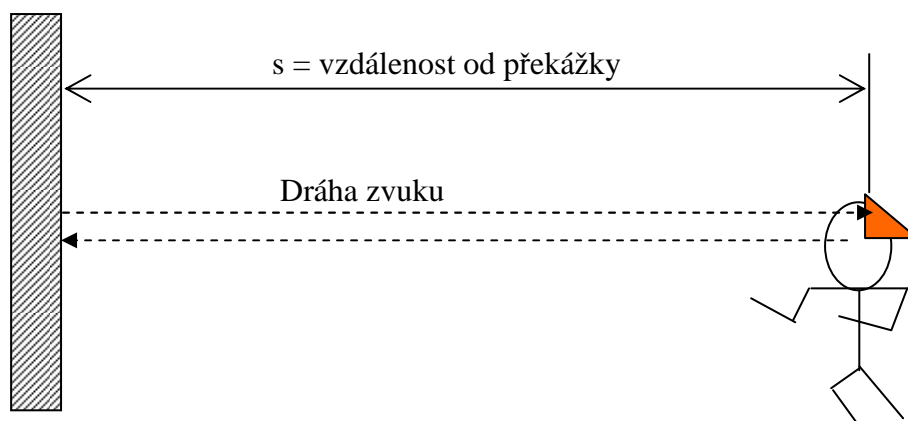
DÚ : -----

Na pevné překážce se část vzduchu pohltí a část odrazí.

Naše ucho je schopno rozlišit dva zvuky ve chvíli, kdy mezi nimi uplyne doba **0,1s**.

Ozvěna

Vnímáme tehdy, když se odražený zvuk do našeho ucha vrátí nejméně za 0,1s.



$$t \geq 0,1s$$

$$v = 340 \frac{m}{s}$$

$$2s \geq v \cdot t$$

$$s \geq \frac{v \cdot t}{2}$$

$$s \geq \frac{340 \cdot 0,1}{2}$$

$$s \geq 17m$$

Ozvěnu vnímáme tehdy, je-li vzdálenost překážky, od které se zvuk odráží, nejméně 17m

Dozvuk

Pokud bude vzdálenost od překážky menší než 17 m neuslyšíme odděleně dva zvuky, ale jeden protáhlý zvuk – **dozvuk**.

Př. 1

V jaké vzdálenosti je loď ode dna, jestliže zvuk vyslaný z paluby lodi se odrazí o dno a vrátí se zpět za 0,05s. (Vzdálenost přístroje od hladiny zanedbejte). Rychlost zvuku ve vodě je 1500 m/s.

$$2s = v.t$$

$$s = \frac{1500 \cdot 0,05}{2}$$

$$s = 37,5m$$

Př. 2

V jaké vzdálenosti ode dna se pohybuje ponorka pod lodí, jestliže odraz zvuku ode dna se vrátí za 0,06 s a od ponorky za 0,04 s

$$\text{Vzdálenost na dno} \dots\dots\dots s = \frac{1500 \cdot 0,06}{2} = 45m$$

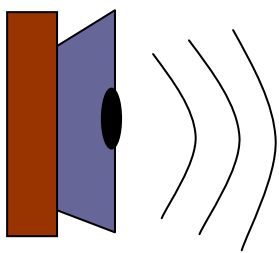
$$\text{Vzdálenost k ponorce} \dots\dots\dots s = \frac{1500 \cdot 0,04}{2} = 30m$$

Vzdálenost ponorky ode dna je 15m.

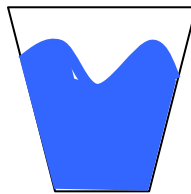
Téma : Nucené chvění , rezonance

DŮ : -----

Zřejmě ze zkušenosti známe dostatek případů, kdy jedno těleso dokáže rozechvívát těleso jiné. Vzniká tak nucené **chvění**.



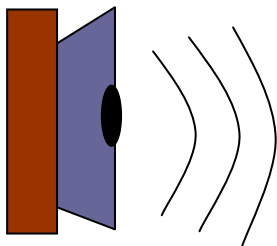
Zvukové vlnění



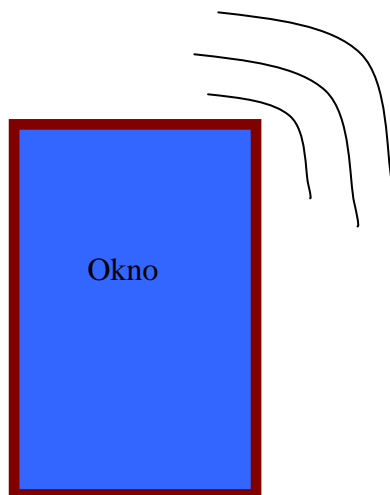
Nucené chvění hladiny vody

Je tedy možné „donutit“ kmitáním jednoho tělesa ke kmitání těleso jiné. To platí i pro zvukové vlnění šířící se ve vzduchu.

Zde si všimněme jednoho zajímavého jevu :



Zvukové vlnění



To, že zvuk dokáže chvět i okenní tabulkou, talířky a hrnečky, či skleničkami asi víme, ale záleží zde opravdu jen na síle zvuku ??

Co třeba případ, kdy určitý tón z televize dokázal slyšitelně rozechvít skleněnou výplň nábytku a jiný , stejně hlasitý tón, tuto schopnost neměl ? Cop se tedy stalo ?

Chvění tělesa, které kmitá a tělesa, které je ke kmitání nuceno se určitým způsobem sčítají. Při tomto sčítání nehraje zásadní roli amplituda kmitání (tedy síla zvuku), ale vzájemné sladění kmitočtů (frekvencí).

Při určité situaci se tak může stát, že dochází **rezonanci**. Tedy velkému zesílení původního chvění.

DÚ : Vysvětlete význam rezonance u hudebních nástrojů.

Pomůcka : Proč struna na houslích či kytáře dokáže silně zaznít, zatímco tatáž struna napnutá jinde tak silný tón nevydává.

Kromě základního tónu, který slyšíme nejsilněji jako tón nejnižšího kmitočtu vydává hudební nástroj ještě další **vyšší harmonické tóny**. Ty udávají **barvu zvuku**.

Téma : Ochrana před nadměrným hlukem
Meteorologie

Z minulé kapitoly víme, že zvukovým vlněním je možné pohybovat s předměty. Zvukové vlnění je tedy přenosem energie. Z tohoto faktu plyne skutečnost, že poměr přenesené energie zvuku za určitý čas je veličina nazývaná **akustický výkon P**.

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad [W]$$

O něco názornější veličinou (ve vztahu k lidskému uchu) je **intenzita zvuku I**. Jedná se o poměr přenesené energie za jednotku času (výkon) danou plochou kolmou ke směru , kterým se zvuk šíří.

$$I = \frac{\Delta P}{\Delta S} \quad \left[\frac{W}{m^2} \right]$$

Lidské ucho však nevnímá lineárně (čím větší výkon , tím větší zvukový vjem). Z toho důvodu stupnici akustického výkonu upravujeme tak, aby odpovídala intenzitě našeho vnímání zvuku. Získáváme jednotku bel (B) a od ní odvozenou používanou častěji **decibel (dB)**.

Překreslit z učebnice tabulku na str. 178

- Obrana před nadměrným hlukem
- Konstrukce sluchátek
- Nesmyslnost nadměrného zesilování zvuku.

Téma : Meteorologie

DÚ : ----

Meteorologie je věda, která se zabývá atmosférou. V ČR Český hydrometeorologický ústav (www.chmi.cz)

Okruhy, kterými se meteorologie zabývá :

- Složení a stavba atmosféry
- Oběh tepla
- Oběh vody
- Atmosférické pohyby
- Elektrické pole atmosféry
- Optické a akustické jevy v atmosféře

Meteorologie se tak zabývá nejvíce troposférou a stratosférou, vzhledem k důležitosti předpovědi počasí.

S meteorologií tak úzce souvisí :

- Hydrologie
- Ochrana čistoty ovzduší
- Klimatologie

Někdy řadíme tyto vědní obory přímo do meteorologie, ale např. klimatologie je přesněji věda geografická (zabývá se klimaty na Zemi), zatímco meteorologie je částí fyziky.

Složení atmosféry Země viz učebnice str. 184 – zapsat do tabulky

Název	Vzdálenost od povrchu Země	Charakteristika podle teploty	Charakteristika podle elektrických vlastností
Troposféra	Cca 0 km – 11 km (horní hranice je pohyblivá 8 -16 km)	Teplota klesá s výškou Zde jsou vodní páry, vítr, prach, vytváří se zde počasí.	Neutrosféra – vodivost je zde poměrně malá
Stratosféra	Cca 16 km - 50 km	Vzduch je zde velmi řídký. Světlo se zde nerozptyluje na molekulách plynů – barva fialová až černá. Málo vodní páry, netvoří se zde oblaky (téměř). V její dolní části velmi silný vítr.	

		Součástí je i ozonová vrstva O ₃ , která pohlcuje ultrafialové záření. Teplota se téměř nemění, v její horní části s výškou roste.	
Mezoféra	50 km – 80 km	Teplota s výškou klesá. Většina meteorů vzplane v této vrstvě.	Ionosféra – molekuly plynů vzduchu jsou štěpeny kosmickým zářením na kladné ionty a elektrony. Ionosféra je dobrým vodičem.
Termosféra	80 km – 500 km	Vzduch je ještě mnohem řidší než ve stratosféře, Teplota s výškou roste.	
Exosféra	500 km – 900 km	Nejřidší vrstva, plynule přechází do meziplanetárního prostoru. Převládá zde vodík, pozorujeme zde polární záře.	

Učebnice str. 185 – graf

Téma : Základní meteorologické jevy

DÚ : -----

Vlhkost vzduchu

Do okolního vzduchu se vypařuje voda. **Absolutní vlhkost vzduchu znamená, kolik vodní páry (hmotnost) je obsaženo ve vzduchu o objemu 1 m³.**

Z předchozích hodin ale víme, že vzduch přijímá vodní páru až do svého nasycení, kdy má největší možnou vlhkost. Bod, kdy je vzduch vodní parou nasycen je závislý na teplotě.

Z toho důvodu je pro praktické posouzení vlhkosti vzduchu výhodné použít **relativní vlhkost vzduchu, což je poměr absolutní vlhkosti vzduchu a největší absolutní vlhkosti vzduchu (při nasycení) při dané teplotě.**

Hodnota 100 % tedy znamená, že další vodní páru vzduch již nepřijímá. Jaký vliv bude mít takové prostředí na člověka ??

Relativní vlhkost vzduchu měříme pomocí vlhkoměrů, kdy používáme látku, která s vlhkostí mění svoje fyzikální vlastnosti. Např. principem vlasového vlhkoměru je svazek vlasů, který se vlivem vlhkosti prodlužuje. Prodloužení, či zkrácení pak měříme.

Vodní pára v ovzduší

Ve vyšších vrstvách atmosféry dochází k nasycení vzduchu vodní parou a vylučují se vodní kapičky.

Při teplotě kolem 0°C se začínají vytvářet malé krystalky ledu. Jednotlivě je nepozorujeme, ale ve větších skupinách ano, vytváří se oblačnost. Při spojování těchto krystalků a kapiček dochází k tomu, že již nejsou schopny se udržet v ovzduší a padají k zemi, vzniká déšť.

Srážky (déšť, sníh, kroupy) měříme srážkoměrem, což je nádoba o přesně definované velikosti vstupního průměru, ve které měříme množství srážek v dané oblasti.

Při rychlejší ochlazení ve vrstvách v blízkosti země se vlivem nasycení vzduchu uvolňují kapičky – rosa a při nižší teplotě jinovatka.

Tlak vzduchu

Izobary – křivky, které spojují místa se stejným atmosférickým tlakem.

Tlaková níže N – cyklóny

Tlaková výše V – anticyklóny

Vítr vzniká vyrovnáváním tlaku, jeho směr je však ovlivněn rotací Země a proudí přibližně podél izobar (30 °) Pokud nám tedy fouká do zad , máme po pravé ruce vyšší tlak.

Teplota vzduchu

- Teploměry
- Termografy

Obvykle ve vyšších vrstvách nad zemí je chladnější vzduch. V některých případech vzniká **teplotní inverze** , kdy chladnější vzduch se drží blíže u země. Při takovém počasí se škodliviny nepříznivě ovlivňující naše zdraví hromadí u země.

Téma : Meteorologické jevy, znečištění vzduchu

DÚ : ----

Teplota vzduchu

Měření teploty – teploměry.

Záznam teploty – termograf.

Předpovídání počasí

Ze Země – meteorologické stanice , radiosondy

Meteorologické družice

Znečištění atmosféry

viz tabulka na str. 197

- Pevné částice
- Sloučeniny síry
- Oxid uhelnatý
- Oxid uhličitý
- Uhlovodíky
- Sloučeniny dusíku

Ozon - přízemní (troposférický) - přebytek tohoto ozonu v atmosféře působí škodlivě

- stratosférický ozon - zeslabuje škodlivý vliv ultrafialového záření Slunce

Skleníkový efekt – viz obr. na str. 200

Skleníkové plyny – oxid uhličitý, methan, freony