

2_	Mechanická práce	2
3.- 4._	Slovní úlohy	2
5_	Práce a kladky	4
6_	Výkon.....	4
7_	Výkon - příklady	5
8_	PL: MECHANICKÁ PRÁCE A VÝKON.....	6
9_	Výpočet práce z výkonu a času:	7
10_	Energie	8
	Energie pohybová - kinetická	8
11_	Energie polohová - potenciální	8
	Energie pružnosti – má ji protažená nebo stlačená pružina	8
12_	Přeměny energií	9
13_	Látky jsou složeny z částic	9
14_	Vnitřní energie tělesa	10
15_	Tepelná výměna vedením	10
16_	Teplo	11
17_	Měrná tepelná kapacita	12
18_	Teplo – příklady.....	13
20_	ŠÍŘENÍ TEPLA	16
	Tepelná výměna prouděním.....	16
21_	Tepelné záření.....	16
22_	Využití energie slunečního záření	17
23_	Změny skupenství	17
24_	Tání	17
26_	Anomálie vody	19
	Vypařování.....	20
28_	Kapalnění	20
29_	Jak určíme skupenství	22
30_	Tepelné motory:.....	23

2_ Mechanická práce

- je fyzikální veličina

značka: **W**

jednotka: **J** (džaul-joule)

GJ 1 000 **MJ** 1 000 **kJ** 1 000 **J**

Převody:

7 000 J	=	kJ
2,5 MJ	=	J
3,08 kJ	=	J
0,004 MJ	=	kJ

Výpočet: **$W = F \cdot s$**
 $W = F \cdot v \cdot t$

Práci konáme:

působíme-li na těleso stálou silou F ,
těleso se působením síly pohybuje po dráze s .



1 J je práce, kterou vykonáme, působíme-li na těleso silou 1N a to se posune ve směru síly o 1 m.

$$1J = 1N \cdot 1m$$

Práci nekonáme:

- a) nepůsobíme-li silou,
- b) působíme-li silou, ale těleso se nepohybuje
- c) je-li směr síly kolmý ke směru pohybu tělesa

3.- 4._ Slovní úlohy

Př.: 1 Kdo vykoná větší práci? Jana, která tlačí vozík silou 50 N po dráze 20 m nebo Josef, který táhne kárku silou 200 N po dráze 5 m.

Jana:	$F = 50 \text{ N}$	$W = F \cdot s = 50 \cdot 20 = 1000 \text{ J}$
	$s = 20 \text{ m}$	Jana vykonala práci 1 000 J.
	$W = ? \text{ [J]}$	

Josef: $F = 200 \text{ N}$
 $s = 5 \text{ m}$
 $W = ? \text{ [J]}$

$$W = F \cdot s = 200 \cdot 5 = 1000 \text{ J}$$

Josef vykonal práci 1 000 J.

Oba vykonali stejně velkou práci.

Př.: 2 Jakou práci vykoná motor výtahu, jestliže zdvihá prázdný výtah o hmotnosti 250 kg do výšky 20 m?

$m = 250 \text{ kg}$
 $s = 20 \text{ m}$
 $W = ? \text{ [J]}$

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

$$W = 250 \cdot 10 \cdot 20 = 50000 \text{ J} = 50 \text{ kJ}$$

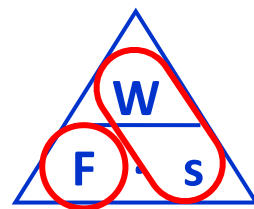
Motor výtahu vykoná práci 50 kJ.

Př.: 3 Jakou silou zvedal jeřáb těleso po svislé dráze 14 m rovnoměrným pohybem, jestliže vykonal práci 21 kJ?

$s = 14 \text{ m}$
 $W = 21 \text{ kJ} = 21\,000 \text{ J}$
 $F = ? \text{ [N]}$

$$F = \frac{W}{s} = \frac{21000}{14} = 1500 \text{ N}$$

Jeřáb zvedal těleso silou 1 500 N.

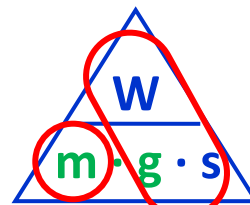
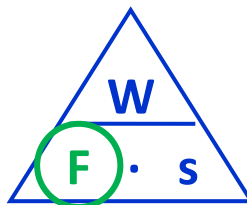


Př.: 4 Jakou hmotnost mělo těleso, k jehož zdvižení do výše 8 m bylo třeba vykonat práci 1,2 kJ?

$s = 8 \text{ m}$
 $W = 1,2 \text{ kJ} = 1\,200 \text{ J}$
 $m = ? \text{ [kg]}$

$$m = \frac{W}{g \cdot s} = \frac{1200}{10 \cdot 8} = 15 \text{ kg}$$

Těleso mělo hmotnost 15 kg.

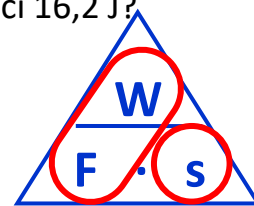


Př.: 5 Do jaké výšky zvedneš břemeno o hmotnosti 1,8 kg, vykonáš-li práci 16,2 J?

$m = 1,8 \text{ kg}$
 $W = 16,2 \text{ J}$
 $s = ? \text{ [m]}$

$$s = \frac{W}{F} = \frac{W}{m \cdot g} = \frac{16,2}{1,8 \cdot 10} = 0,9 \text{ m}$$

Břemeno zvednu do výšky 0,9 m.



Př.: 6 Do jaké výšky zvedl jeřáb svisle vzhůru betonový panel o objemu 2 m³, když vykonal práci 500 kJ? (hustota betonu je 2500 kg/m³)

$V = 2 \text{ m}^3$
 $W = 500 \text{ kJ}$
 $\rho = 2\,500 \text{ kg/m}^3$
 $s = ? \text{ [m]}$

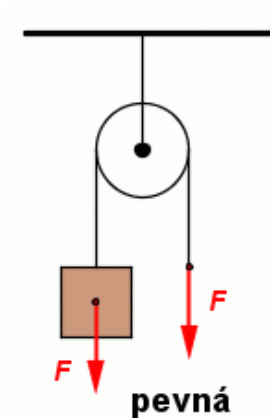
$$s = \frac{W}{F} = \frac{W}{m \cdot g} = \frac{W}{\rho \cdot V \cdot g} = \frac{500000}{2500 \cdot 2 \cdot 10} = 10 \text{ m}$$

Jeřáb zvedl betonový panel do výšky 10 m.

Dú: Jakou práci vykonal dělník, který zdvihl těleso o hmotnosti 20 kg do výšky 150 cm?

5_ Práce a kladky

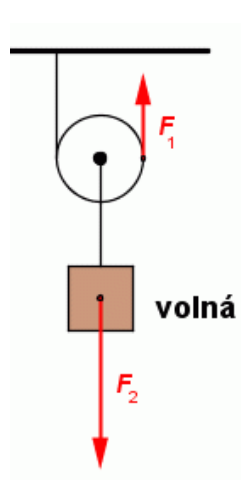
Kladka **pevná**



stejná síla,
stejná dráha

$$W = F \cdot s$$

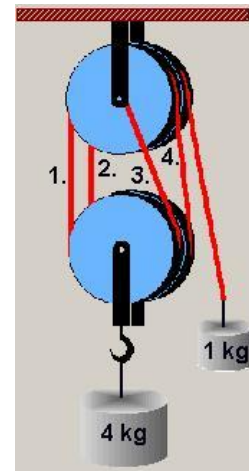
Kladka **volná**



poloviční síla,
dvojnásobná dráha

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

Kladkostroj
(obecný)



4-krát menší síla,
4-krát větší dráha

$$W = \frac{F}{4} \cdot 4 \cdot s = F \cdot s$$

Při použití kladek se **práce neušetří** (je stejná),
můžeme si ji však **ulehčit - menší síla** (dvojnásobek počtu volných kladek)

6._ Výkon

je veličina charakterizující, jak rychle byla práce vykonána

značka: **P**

jednotka: **W** (Watt), (dříve: 1 kůň = přibližně 3/4 kW)

výpočet: **$P = \frac{W}{t}$**

Výkon P vypočítáme, když práci W dělíme časem t, za který byla práce vykonána. **1W** - výkon, kdy byla vykonána práce 1J za 1s.

GW	1 000	MW	1 000	kW	1 000	W
gigawatt		megawatt		kilowatt		

Převody:

750 W	=	kW	0,4 MW	=	W
12 000 kW	=	MW	7,9 kW	=	W

Výkon závisí na: **práci** - přímo úměrně (čím větší práce, tím větší výkon)
čase - nepřímo úměrně (čím větší doba, tím menší výkon)

Při rovnoměrném pohybu tělesa rychlostí v , $P = F \cdot v$

Ize výkon stálé síly F určit ze vztahu:

7_ Výkon - příklady

Př.: 1 Těleso o hmotnosti 500 kg bylo zdviženo pomocí jeřábu svisle vzhůru po dráze 12 m rovnoměrným pohybem za 1 minutu. Urči průměrný výkon motoru jeřábu.

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

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

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

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

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

$$P = \frac{500 \cdot 10 \cdot 12}{60} = 1000 \text{ W}$$

Výkon motoru výtahu je 1000 W.

Př.: 2 Motor o výkonu 300 W vykonal práci 12 000 J. Kolik sekund na to potřeboval?

$$P = 300 \text{ W}$$

$$W = 12\,000 \text{ J}$$

$$t = ? [\text{s}]$$

$$t = \frac{W}{P} = \frac{12\,000}{300} = 40 \text{ s}$$

Stroj vykoná práci za 40 s.

Př.: 3 Automobil se pohybuje rychlostí 72 km/h, jeho tažná síla je 1200 N. Jaký výkon má motor automobilu?

$$v = 72 \text{ km/h} = 20 \text{ m/s}$$

$$F = 1200 \text{ N}$$

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

$$P = F \cdot v$$

$$P = 1200 \cdot 20 = 24\,000 \text{ W} = 24 \text{ kW}$$

Motor automobilu má výkon 24 kW.

Př.: 4 Jeřáb zvedá břemeno o hmotnosti 200 kg rychlostí 1 m/s. Urči průměrný výkon jeřábu.

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

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

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

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

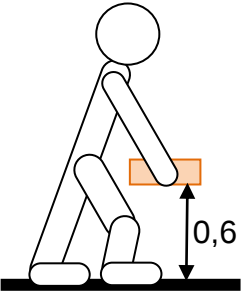
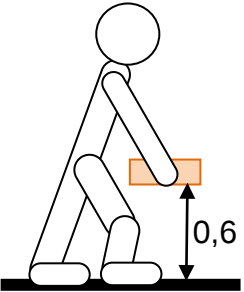
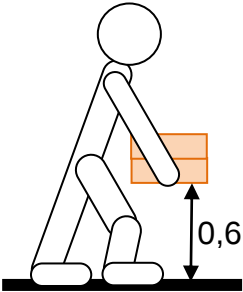
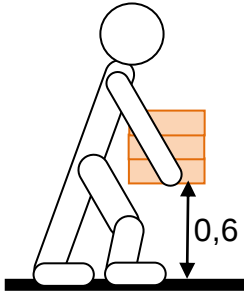
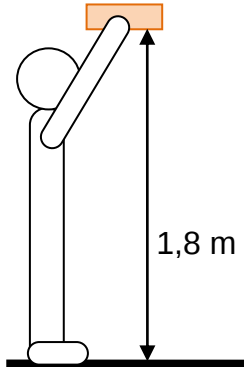
$$P = 200 \cdot 10 \cdot 1 = 2\,000 \text{ W}$$

Průměrný výkon jeřábu je 2000 W.

Př.:5. Motor pracuje s výkonem 0,6 kW po dobu 4 hodin. Jak velkou mechanickou práci vykoná?

8_PL: MECHANICKÁ PRÁCE A VÝKON

Doplň do tabulky údaje, vypočti velikost vykonané práce a velikost výkonu.

	Filip	Karel	Tomáš	Petr
 $m = 5 \text{ kg}$	za 0,5s 	za 1 s 	za 2 s 	za 1 s 
m	5 kg	10 kg	15 kg	5 kg
F	50 N	100 N	150 N	50 N
s	0,6 m	0,6 m	0,6 m	1,8 m

Jak vypočteš velikost vykonané mechanické práce?

$$W = F \cdot s$$

Jak vypočteš výkon?

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

W	30 J	60 J	90 J	90 J
t	0,5 s	1 s	2 s	1 s
P	60 W	60 W	45 W	90 W

Porovnej práci Filipa a Karla, zdůvodni.

Karel vykonal 2x větší práci než Filip, protože zvedal 2x těžší těleso.

Porovnej práci Tomáše a Petra, zdůvodni.

Oba vykonali stejnou práci, Petr zvedal těleso 3x lehčí, ale do 3x větší výšky.

Který z chlapců podal nejmenší výkon? Zdůvodni.

Tomáš: zvedal sice nejtěžší těleso, ale nejpomaleji

Který z chlapců podal největší výkon? Zdůvodni.

Petr: zvedal nejlehčí těleso, ale nejvýše a rychle

Porovnej výkony Tomáše a Petra, zdůvodni.

Tomáš i Petr vykonali stejnou práci, přesto byl výkon Tomáše poloviční, zvedal cihly 2x déle.

Porovnej výkony Filipa a Karla, zdůvodni.

Výkony obou jsou stejné, Karel vykonal dvojnásobnou práci za dvojnásobný čas.

9_ Výpočet práce z výkonu a času:

práci lze vypočítat jako součin výkonu a času

$$W = P \cdot t$$

jednotky práce: **J, kWh** (kilowatthodina)

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

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot 1 \text{ h} = 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 3600000 \text{ Ws} = 3600000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ}$$

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

Účinnost

značka: η (éta)

jednotka: bez jednotky, **v %**

hodnota: $0 < \eta \leq 1$ př.: $\eta = 0,6$ tj. $(0,6 \cdot 100) = 60 \%$

výpočet: $\eta = P : P_0$ (P výkon, P_0 příkon)

P výkon – užitečná práce vykonaná za 1 s

P_0 příkon – celková práce vykonaná za 1 s

Neuvažujeme-li ztráty je **účinnost 100% tj. 1**, a proto je **$P = P_0$**

Je-li účinnost	20%	jsou ztráty	80%
	35%		65%
	70%		30%

Př. 6 Elektrická lokomotiva s příkonem 2 000 kW pracuje se stálým výkonem 1 800 kW. Urči její účinnost.

$$P_0 = 2\,000 \text{ kW}$$

$$\eta = P : P_0$$

$$P = 1\,800 \text{ kW}$$

$$\eta = 1\,800 : 2\,000 = 0,9 \text{ tj. } 90\%$$

$$\eta = ?$$

Účinnost lokomotivy je 90%.

Př. 7 Příkon elektromotoru je 30 kW, účinnost je 80 %. Jakou práci vykoná motor za 1 minutu?

$$P_0 = 30 \text{ kW} = 30\,000 \text{ W}$$

$$W = P \cdot t$$

$$\eta = 80 \% \text{ tj. } 0,80$$

$$W = \eta \cdot P_0 \cdot t$$

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

$$W = (0,80 \cdot 30\,000 \cdot 60) \text{ J}$$

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

$$W = 1\,440\,000 \text{ J} = 1,44 \text{ MJ}$$

Motor vykoná práci 1,44 MJ.

Př. 8 Jaký příkon musí mít motor nákladního výtahu, který vyveze kabinu s nákladem o celkové hmotnosti 3 t do výšky 18 m za 30 s. Účinnost motoru je 75%.

$$m = 3 \text{ t} = 3\,000 \text{ kg}$$

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

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

$$\eta = 75 \% \text{ tj. } 0,75$$

$$P_0 = ? \text{ [W]}$$

$$P_0 = \frac{P}{\eta} = \frac{W}{\eta \cdot t} = \frac{F \cdot s}{\eta \cdot t} = \frac{m \cdot g \cdot s}{\eta \cdot t}$$

$$P_0 = \frac{3000 \cdot 10 \cdot 18}{0,75 \cdot 30} \text{ W}$$

$$P_0 = 24000 \text{ W} = 24 \text{ kW}$$

Příkon motoru je 24 kW.

.....

10_Energie

- ⊙ pohybová, polohová, pružnosti, tepelná, atd.
- ⊙ tělesa mající energii **mohou konat práci**

Energie pohybová - kinetická

- je energie spojená s **pohybem** tělesa
- těleso v klidu má nulovou pohybovou energii

Závisí na:

- ⊗ **hmotnosti tělesa** - přímo úměrně (kolikrát větší hmotnost, tolikrát větší energie)
- ⊗ **rychlosti** - s druhou mocninou (větší rychlost, větší energie)

značka: E_k výpočet: $E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$

jednotka: **J** (Joule) m hmotnost (kg)
v rychlost (m/s)

11_ Energie polohová - potenciální

- je spojena se **silovým polem** - magnetickým, elektrickým, nejčastěji ji však vztahujeme k Zemi - tedy **gravitačním polem**.

Závisí na:

- ⊙ **hmotnosti tělesa** - přímoúměrně (kolikrát větší hmotnost, tolikrát větší energie)
- ⊙ **výšce nad zemí** - přímoúměrně (kolikrát větší výška, tolikrát větší energie)

značka: **E_p** m hmotnost (kg)

jednotka: **J** g gravitační zrychlení (10 N/kg)

výpočet: $E_p = m \cdot g \cdot h$ h výška nad Zemí (m)

Přírůstek energie pohybové i polohové se dá vyjádřit jako **práce** vynaložená k tomuto nárůstu. (zvednutí tělesa do dané výšky, uvedení tělesa do daného pohybu) a naopak.

Př.: Jak se změní polohová energie kladiva o hmotnosti 4,5 kg, jestliže ho zvedneme do výšky 1,2 m?

$$m = 4,5 \text{ kg} \qquad E_p = m \cdot g \cdot h$$

$$h = 1,2 \text{ m} \qquad E_p = 4,5 \cdot 10 \cdot 1,2 \text{ J}$$

$$E_p = ? \text{ [J]} \qquad E_p = 54 \text{ J}$$

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

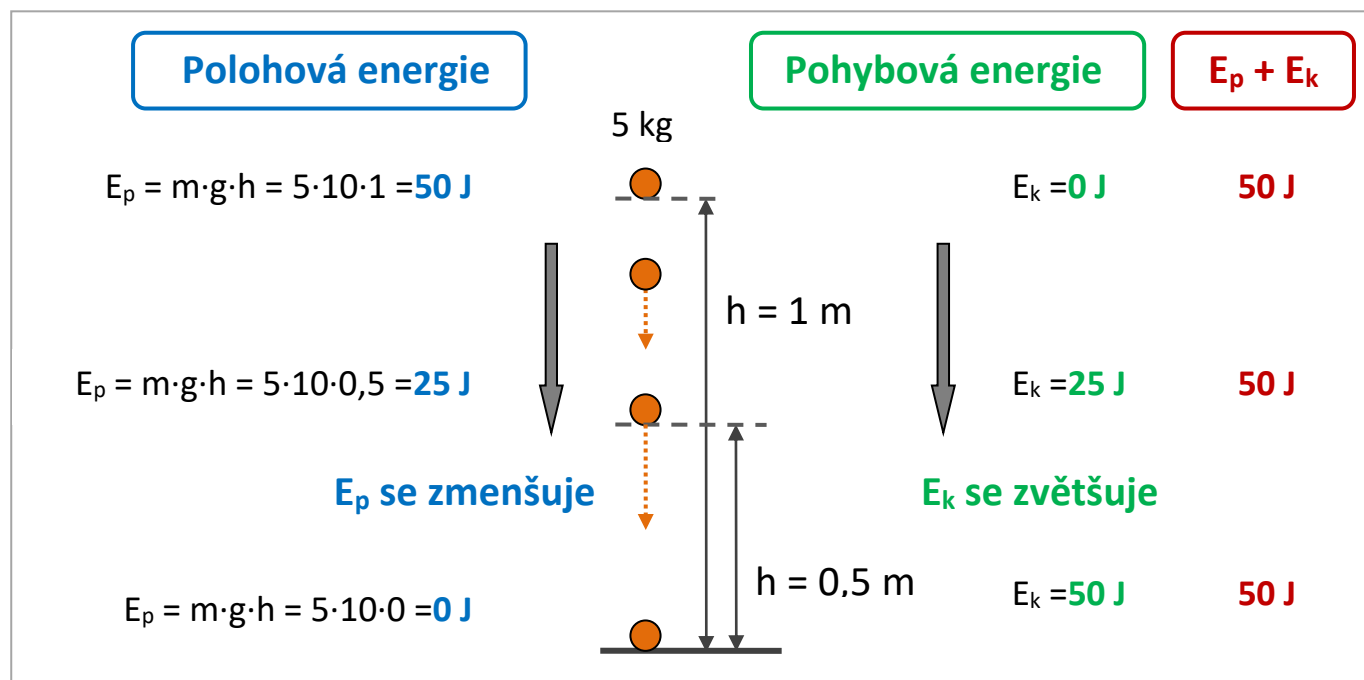
Polohová energie se zvýší o 54 J.

Energie pružnosti – má ji protažená nebo stlačená pružina

12_ Přeměny energií

Při volném pádu

- se přeměňuje **polohová energie na pohybovou energii**
- rychlost padající kuličky se zvětšuje



Při vrhu svisle vzhůru

- se přeměňuje **pohybová energie na polohovou energii**
- rychlost kuličky se zmenšuje

Při zanedbání tření a odporu vzduchu se **součet polohové a pohybové energie tělesa se nemění**.

Při přeměnách energie může také docházet k **přenosu energie na jiná tělesa**.

13_ Látky jsou složeny z částic

Všechny látky jsou složeny z částic nepatrných rozměrů (atomů a molekul).

Částice látek se neustále neuspořádaně pohybují.

O tom nepřímo svědčí: - **Brownův pohyb**
- **difuze**

V pevných krystalických látkách

- jsou částice **pravidelně uspořádány**, což se navenek projevuje vytvářením krystalů
- je pohyb částic omezen vzájemným silovým působením částic na kmitání kolem pravidelně uspořádaných poloh
- silové působení mezi částicemi **brání změně tvaru a objemu** pevných těles

V kapalinách

- ⊗ nejsou částice pravidelně **uspořádané**
- ⊗ se částice mohou vzájemně přemísťovat (kapaliny snadno **mění svůj tvar**, jsou tekuté)
- ⊗ jsou částice blízko sebe (jsou téměř **nestlačitelné**)

V plynech

- ⊗ se částice **pohybují volně a zcela neuspořádaně**
- ⊗ na sebe částice **působí jen zcela nepatrnými přitažlivými silami** (plyny jsou **rozpínavé a snadno stlačitelné**)

14_ Vnitřní energie tělesa

Součástí vnitřní energie tělesa je:

- ⊗ celková pohybová energie všech částic v tělese
- ⊗ celková polohová energie všech částic v tělese
- ⊗ energie částic uvnitř atomu

Při vyšší teplotě se částice látek pohybují rychleji než při nižší teplotě.

Při zvýšení teploty tělesa se jeho vnitřní energie zvětšuje.

Vykonáním práce, např. při tření, můžeme zvětšit vnitřní energii tělesa, což se projeví jeho zahřátím.

15_ Tepelná výměna vedením

- ⊗ dochází k ní **při dotyku dvou těles o různé teplotě**, částice tělesa o vyšší teplotě předají část své pohybové energie částicím tělesa o nižší teplotě, dokud se teplota obou těles nevyrovná



- ⊗ tepelná výměna vedením nastává **i uvnitř tělesa, jehož dvě části mají různou teplotu**

Tepelný vodič

- ⊗ látka, ve které se děje tepelná výměna vedením **rychle** (např. **kovy**).

Tepelný izolant

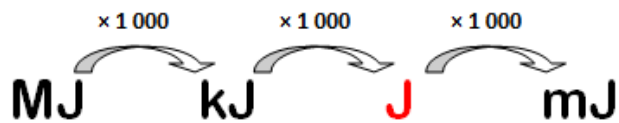
- ⊗ látka, ve které se děje tepelná výměna vedením za stejných podmínek **pomalů** (např. **vzduch**, materiály obsahující vzduch - **vata, peří, molitan, polystyren**).

16_ Teplo

- ☉ **teplo je rovno energii**, kterou při tepelné výměně přijme chladnější těleso od teplejšího (nebo které odevzdá teplejší těleso chladnějšímu)

značka: **Q**

jednotka: **J**



200 J	=	kJ	350 000 J	=	MJ
5,06 MJ	=	J	6 050 mJ	=	J
0,8 kJ	=	J	12 300 kJ	=	MJ
0,04 MJ	=	kJ	7 MJ	=	J
6 500 mJ	=	J	0,004 kJ	=	J

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

Q	-	teplo přijaté tělesem	[kJ]
m	-	hmotnost tělesa	[kg]
c	-	měrná tepelná kapacita látky	[kJ/kg°C]
t	-	konečná teplota látky	[°C]
t ₀	-	počáteční teplota látky	[°C]
t > t₀	(t - t ₀)	-	přírůstek teploty [°C]

Teplo přijaté tělesem při tepelné výměně závisí

- ☉ přímo úměrně na hmotnosti tělesa
- ☉ na měrné tepelné kapacitě materiálu, z něhož je těleso
- ☉ přímo úměrně na přírůstku teploty

17_ Měrná tepelná kapacita

- ☉ číselně se rovná **teplu**, které musíme dodat tělesu o hmotnosti 1 kg, aby se jeho teplota zvýšila o 1 °C.
- ☉ **$c_{\text{vody}} = 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$**
1 kg vody se ohřeje o 1°C, pokud voda přijme teplo 4,2 kJ
- ☉ rychle se zahřívají látky s malou měrnou tepelnou kapacitou (rtuť – teploměr)
- ☉ voda pojme hodně tepla, při ochlazení hodně tepla vydá (ústřední topení)

Nepsat: -----

Přijmou-li 2 stejně těžká tělesa z různých látek stejné teplo, více se zvýší teplota tělesu z látky s menší měrnou tepelnou kapacitou.

$$m_1 = m_2$$

$$c_1 < c_2$$

$$Q_1 = Q_2$$

$$\Delta t_1 > \Delta t_2$$

Tělesa ze železa a hliníku mají hmotnost 1 kg a počáteční teplotu 20°C. Každé těleso získá teplo 45 kJ. O kolik °C se zvýší jejich teplota? Jaká bude jejich konečná teplota?

$$Q = 45 \text{ kJ}$$

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

$$t = 20^\circ\text{C}$$

$$c = 0,45 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = ? [^\circ\text{C}]$$

$$t = ? [^\circ\text{C}]$$

železo



$$\Delta t = \frac{Q}{m \cdot c}$$

$$\Delta t = 100^\circ\text{C}$$

$$t = 120^\circ\text{C}$$

$$Q = 45 \text{ kJ}$$

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

$$t = 20^\circ\text{C}$$

$$c = 0,896 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = ? [^\circ\text{C}]$$

$$t = ? [^\circ\text{C}]$$

hliník



$$\Delta t = \frac{Q}{m \cdot c}$$

$$\Delta t = 50,2^\circ\text{C}$$

$$t = 70,2^\circ\text{C}$$

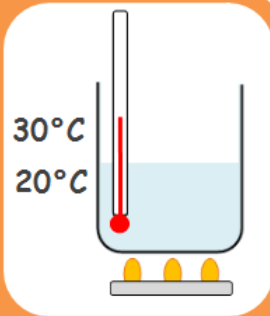
18_ Teplo – příklady

1. Jaké teplo přijme voda o hmotnosti 1 kg, zvýší-li se její teplota z 20°C na 30°C ?

$$\begin{aligned} m &= 1 \text{ kg} \\ t_0 &= 20^\circ\text{C} \\ t &= 30^\circ\text{C} \\ c &= 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\ Q &= ? \text{ [kJ]} \end{aligned}$$

$$Q = m \cdot c \cdot (t - t_0)$$
$$Q = 1 \cdot 4,2 \cdot (30 - 20) = 42 \text{ kJ}$$

Voda přijme teplo 42 kJ.



30°C
20°C

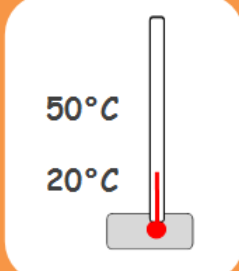
★ ★ ★
obr.

2. Jaké množství tepla se uvolní při vychladnutí 1 kg hliníku z 50°C na 20°C ?

$$\begin{aligned} m &= 1 \text{ kg} \\ t_0 &= 50^\circ\text{C} \\ t &= 20^\circ\text{C} \\ c &= 0,896 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\ Q &= ? \text{ [kJ]} \end{aligned}$$

$$Q = m \cdot c \cdot (t_0 - t)$$
$$Q = 1 \cdot 0,896 \cdot (50 - 20) = 26,9 \text{ kJ}$$

Hliník uvolní do okolí teplo 26,9 kJ.



50°C
20°C

★ ★ ★
obr.

3. V nádobě je voda o objemu 250 ml. Jaké teplo přijme, zvýší-li se její teplota o 60°C?

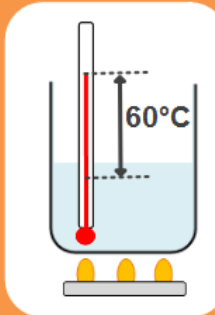
Zápis:

$$\begin{aligned} V &= 250 \text{ ml} \\ m &= 250 \text{ g} = 0,25 \text{ kg} \\ \Delta t &= (t - t_0) = 60^\circ\text{C} \\ c &= 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \\ Q &= ? \text{ [kJ]} \end{aligned}$$

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

Výpočet: $Q = 0,25 \cdot 4,2 \cdot 60 = 63 \text{ kJ}$

Odpověď: **Voda přijme teplo 63 kJ.**



60°C

★ ★ ★ ★
obr.

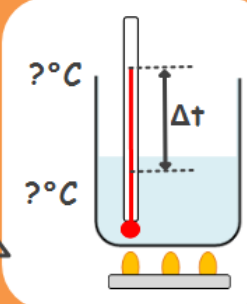
4. 500 gramů vody přijalo teplo 84 kJ. Jak se změnila teplota vody?

Zápis: $m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$
★ ★ ★ $Q = 84 \text{ kJ}$
★ ★ $c = 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
★ ★ $\Delta t = ? [^\circ\text{C}]$

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

Výpočet: $\Delta t = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{84}{0,5 \cdot 4,2} = 40^\circ\text{C}$

Odpověď: Teplota vody se zvýšila o 40°C .



★ ★ ★ ★
△ obr.

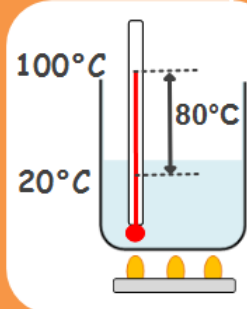
5. Kolik vody o teplotě 20°C lze ohřát k varu dodáním tepla 168 kJ?

Zápis: $t_0 = 20^\circ\text{C}$
★ ★ ★ $t = 100^\circ\text{C}$
★ ★ ★ $Q = 168 \text{ kJ}$
★ ★ $c = 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
★ ★ $m = ? [\text{kg}]$

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

Výpočet: $m = \frac{Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{168}{4,2 \cdot 80} = 0,5 \text{ kg}$

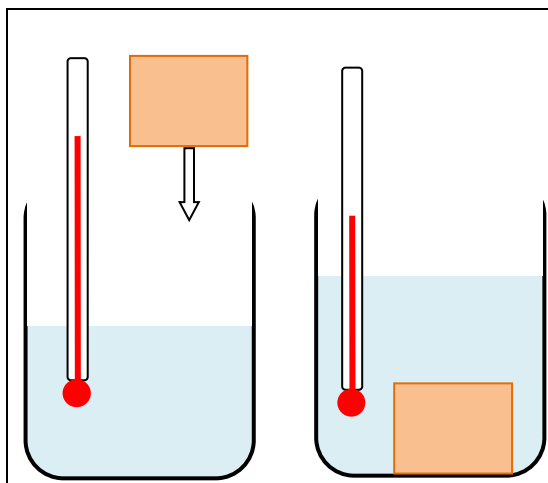
Odpověď: K varu lze ohřát 0,5 kg vody.



★ ★ ★ ★
△ obr.

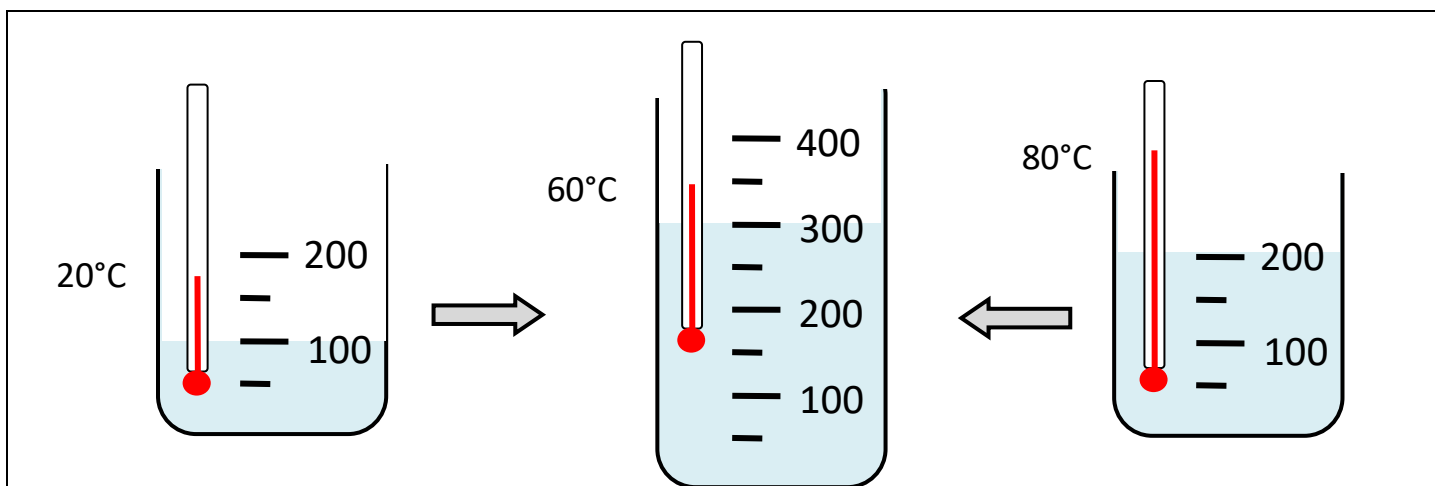
PL: TEPLO PŘIJATÉ A ODEVZDANÉ TĚLESEM - řešení

1. Doplň věty a odpovědi.



- Po ponoření tělesa do vody se teplota vody **snížila** a teplota tělesa se **zvýšila**.
- Tělesa si vyměnila **energii (teplo)**.
- Které těleso teplo přijalo? **kvádr**
- Které těleso teplo odevzdalo? **voda**
- Jakou teplotu má ponořené těleso po tepelné výměně? **stejnou jako voda**

2. Vypočti teplo přijaté studenou vodou a odevzdané teplou vodou při jejich smíchání.



$V_1 = 100 \text{ ml}$	$V = 300 \text{ ml}$	$V_2 = 200 \text{ ml}$
$m_1 = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$	$c = 4,2 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$	$m_2 = 200 \text{ g} = 0,2 \text{ kg}$
$t_1 = 20^\circ\text{C}$	$t = 60^\circ\text{C}$	$t_2 = 80^\circ\text{C}$
$\Delta t = (t - t_1) = 40^\circ\text{C}$		$\Delta t = (t_2 - t) = 20^\circ\text{C}$
Teplo přijaté		Teplo odevzdané
$Q_{př} = m_1 \cdot c \cdot \Delta t$ $Q_{př} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 40 \text{ kJ}$ $Q_{př} = 16,8 \text{ kJ}$		$Q_{od} = m_2 \cdot c \cdot \Delta t$ $Q_{od} = 0,2 \cdot 4,2 \cdot 20 \text{ kJ}$ $Q_{od} = 16,8 \text{ kJ}$
Neuvažujeme-li ztráty (ohřev nádoby a okolí), je teplo přijaté rovno teplu odevzdanému.		

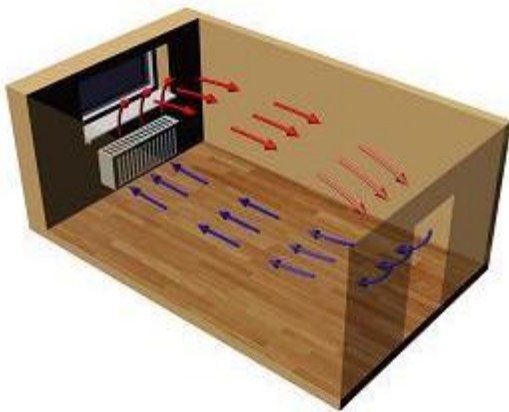
20_ ŠÍŘENÍ TEPLA

Teplo se může šířit:

- a) vedením
- b) prouděním
- c) sáláním (zářením)

Tepelná výměna prouděním

Nastává v kapalinách a v plynech. Teplejší části kapaliny nebo plynu mají menší hustotu, a proto stoupají, chladnější mají větší hustotu, a proto klesají. Dochází tedy k přenosu tepla a samovolnému promíchávání kapaliny nebo plynu.



21_ Tepelné záření

Zářením se může přenášet energie vakuem, vzduchem, sklem i jinými průhlednými látkami. Těleso, které pohlcuje tepelné záření, se zahřívá.

Zvýšení teploty tělesa závisí na:

- a) teplotě zdroje záření
- b) vzdálenosti od zdroje záření
- c) barvě a úpravě povrchu tělesa

Nejvíce se zahřívá těleso s matným a tmavým povrchem, nejméně se zahřívá těleso s lesklým a světlým povrchem.

Některá tělesa (prostředí)

- a) nepohlcují tepelné záření (vakuum)
- b) pohlcují záření jen velmi málo (tenká čirá skleněná deska)

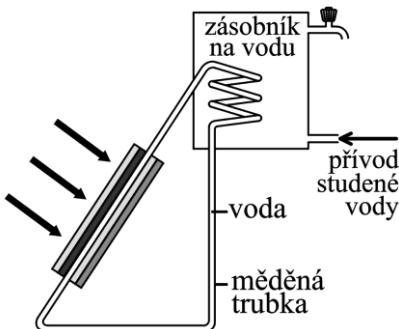
22_ Využití energie slunečního záření

zdroj záření: Slunce

rychlost šíření: $3 \cdot 10^8$ m/s = 300 000 km/s

minulost: rostliny, živočichové → fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn)

současnost: solární kolektor + obr.



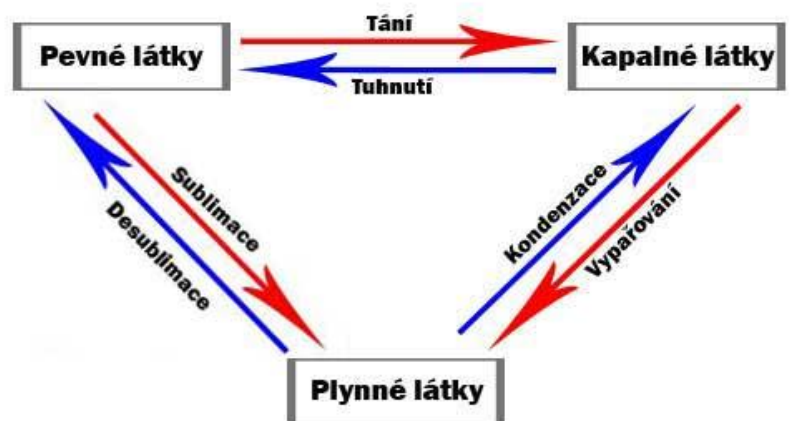
23_ Změny skupenství

Energii je nutno **dodávat** při:

- ☉ tání
- ☉ vypařování
- ☉ sublimaci

Energie se **uvolňuje** do okolí při:

- ☉ tuhnutí
- ☉ kapalnění (kondenzaci)
- ☉ desublimaci



24_ Tání

Zahříváním ledu roste jeho teplota až k teplotě tání $t_t = 0^\circ\text{C}$, při dalším zahřívání led taje. Různé látky mají různé teploty tání (tabulky).

Teplota tání těže látky je závislá na tlaku vzduchu.

Opakem tání je tuhnutí. **Látka taje a tuhne při stejné teplotě.**

Při tání látky:

- ☉ se mění její skupenství (pevné na kapalné) a objem tělesa
u většiny látek se **objem při tání zvětšuje**, při **tuhnutí zmenšuje**, **výjimkou je voda**
- ☉ **se nemění teplota látky** a hmotnost tělesa
- ☉ látka pohlcuje energii tzv. **skupenské teplo tání**

Led taje při teplotě menší než 0°C :

- ☉ je-li vnější tlak větší než tzv. normální tlak 101 kPa (bruslení)
- ☉ je-li v ní rozpuštěna sůl (silnice v zimě)

Skupenské teplo tání

Značka: L_t Jednotka: ***kJ*** Výpočet: $L_t = m \cdot l_t$

l_t – měrné skupenské teplo tání [***kJ/kg***]

– je teplo, jehož přijetím se 1 kg pevné látky s teplotou = teplotě tání, změní v kapalinu a **nezmění se teplota**

měrné skupenské teplo tání **vody**: $l_t = 334 \text{ kJ/kg}$

1. Jaké teplo musíte dodat 100 g ledu o teplotě 0°C , aby roztál?

$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$
 $t = 0^\circ\text{C} = \text{teplotě tání}$

led 0°C + $L_t \rightarrow 0^\circ\text{C}$ voda

$L_t = ? \text{ [kJ]}$ skupenské teplo tání
 $l_t = 334 \text{ kJ/kg}$ měrné skup. teplo tání

$L_t = m \cdot l_t$
 $L_t = 0,1 \cdot 334 = 33,4 \text{ kJ}$

K přeměně ledu na vodu potřebujeme teplo 33,4 kJ.

2. Jaké teplo musíte dodat 100 g ledu o teplotě -10°C , aby roztál?

$m = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$
 $t = -10^\circ\text{C} \neq \text{teplota tání ledu} = 0^\circ\text{C}$

led -10°C + $Q \rightarrow$ led 0°C + $L_t \rightarrow$ voda 0°C

$Q = ? \text{ [kJ]}$ $L_t = ? \text{ [kJ]}$
 $c_{\text{ledu}} = 2,1 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$ $l_t = 334 \text{ kJ/kg}$

$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 10 = 2,1 \text{ kJ}$
 $L_t = m \cdot l_t = 0,1 \cdot 334 = 33,4 \text{ kJ}$
 $Q_{\text{celkové}} = 2,1 + 33,4 = 35,5 \text{ kJ}$

K přeměně ledu na vodu potřebujeme teplo 35,5 kJ.

Dú. Jaké teplo musíme dodat 100 g cínu, jehož teplota je 22°C , aby roztál?

Řešení:

$m_{\text{Sn}} = 100 \text{ g} = 0,1 \text{ kg}$	$t_t = 232^\circ\text{C}$
$t = 22^\circ\text{C}$	$c_{\text{Sn}} = 0,227 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C}$
$Q_{\text{celkové}} = ? \text{ [kJ]}$	$l_t = 59,6 \text{ kJ/kg}$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 0,1 \cdot 0,227 \cdot 210 = 4,8 \text{ kJ}$$

$$L_t = m \cdot l_t = 0,1 \cdot 59,6 = 5,96 \text{ kJ}$$

$$Q_{\text{celkové}} = Q + L_t = 4,8 + 5,96 = 10,8 \text{ kJ}$$

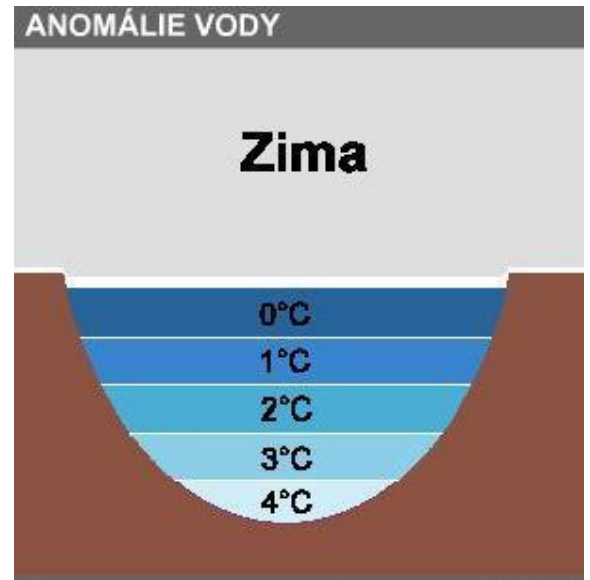
Cínu musíme dodat teplo 10,8 kJ

26_ Anomálie vody

Voda má největší hustotu při 4°C,
při dalším ochlazení se její
hustota zmenšuje $\Rightarrow$ objem se zvětšuje.

objem 1 kg ledu (0°C) > objem 1 kg vody (0°C)

V chladiči auta je nemrznoucí směs
(voda + Fridex) – hrozí roztržení chladiče,
neobývané budovy temperujeme nebo
vypustíme vodu z radiátorů



1. Jak velký objem má voda, která vznikne, roztaje-li led o hmotnosti 1 kg?

$$m_{\text{ledu}} = 1 \text{ kg}$$

hmotnost tělesa se při tání nemění

$$m_{\text{vody}} = 1 \text{ kg}$$

$$\rho_{\text{vody}} = 1000 \text{ kg/m}^3 \quad V = ? [\text{m}^3]$$

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{1}{1000} = 0,001 \text{ m}^3 = 1 \text{ dm}^3 = \mathbf{1 \text{ liter}}$$

Z 1 kg ledu získáme 1 litr vody.

2. Jak velký objem má voda, která vznikne roztaje-li led o objemu 1 dm³?

$$V_{\text{ledu}} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$$

$$V_{\text{vody}} = ? [\text{m}^3]$$

$$\rho_{\text{ledu}} = 920 \text{ kg/m}^3$$

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

$$m_l = m_v$$

hmotnost vody a ledu je stejná

$$\rho_l \cdot V_l = \rho_v \cdot V_v$$

$$V_v = \frac{\rho_l \cdot V_l}{\rho_v} = \frac{920 \cdot 0,001}{1000} = 0,00092 \text{ m}^3 = \mathbf{0,92 \text{ dm}^3 (\text{litrů})}$$

Z 1 dm³ ledu získáme 0,92 dm³ vody. Objem se zmenší.

Vypařování

- ☉ děj, při kterém se kapaliny mění v plynnou látku
- ☉ kapalina se vypařuje na svém povrchu při každé teplotě
- ☉ různé kapaliny se za stejných podmínek vypařují různě rychle s hořlavými těkavými látkami (aceton, toluen, atd.) nesmíme pracovat v blízkosti otevřeného ohně
- ☉ při vypařování se kapaliny ochlazují

Vypařování je rychlejší:

- při vyšší teplotě kapaliny
- za větru
- zvětšíme-li volný povrch kapaliny

Var

- ☉ při varu se kapalina vypařuje nejen z povrchu, ale z celého objemu
- ☉ var nastane při teplotě varu, která závisí na:
 - druhu kapaliny
 - tlaku (s rostoucím tlakem, teplota varu roste a naopak)
- ☉ kapalina vře, přijímá-li dostatečné **teplo** tzv. **skupenské teplo varu**

Skupenské teplo varu

Značka: L_v Jednotka: **kJ**

Výpočet: $L_v = m \cdot l_v$ měrné skupenské teplo varu [kJ/kg]

je teplo, jehož přijetím se 1kg kapalně látky s teplotou = teplotě varu, změní v plyn (**teplota se nemění**)

měrné skupenské teplo varu vody: $l_v = 2260 \text{ kJ/kg}$

28_ Kapalnění

- ☉ opak vypařování (plynná látka se mění na kapalnou)

V uzavřené soustavě voda, vodní pára, vzduch odpovídá každé teplotě

rovnovážný stav, při kterém je **vzduch nad povrchem vody párou nasycen**.

Při ochlazení dojde ke kapalnění vodní páry (rosa, mlha, oblaka, déšť).

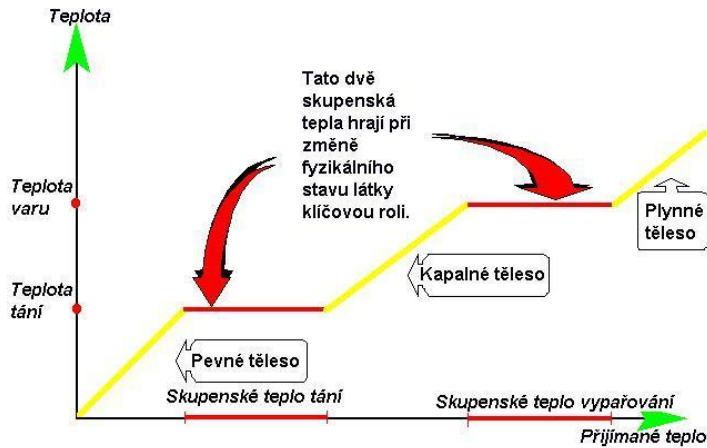
Při kapalnění odevzdává vodní pára teplo okolí.

Sublimace, desublimace

Při sublimaci se mění pevná látka na plynnou (př. jód, naftalen)

Při desublimaci se mění plynná látka na pevnou (vznik sněhové vločky nebo jinovatky)

Graf závislosti teploty tělesa na přijatém teple



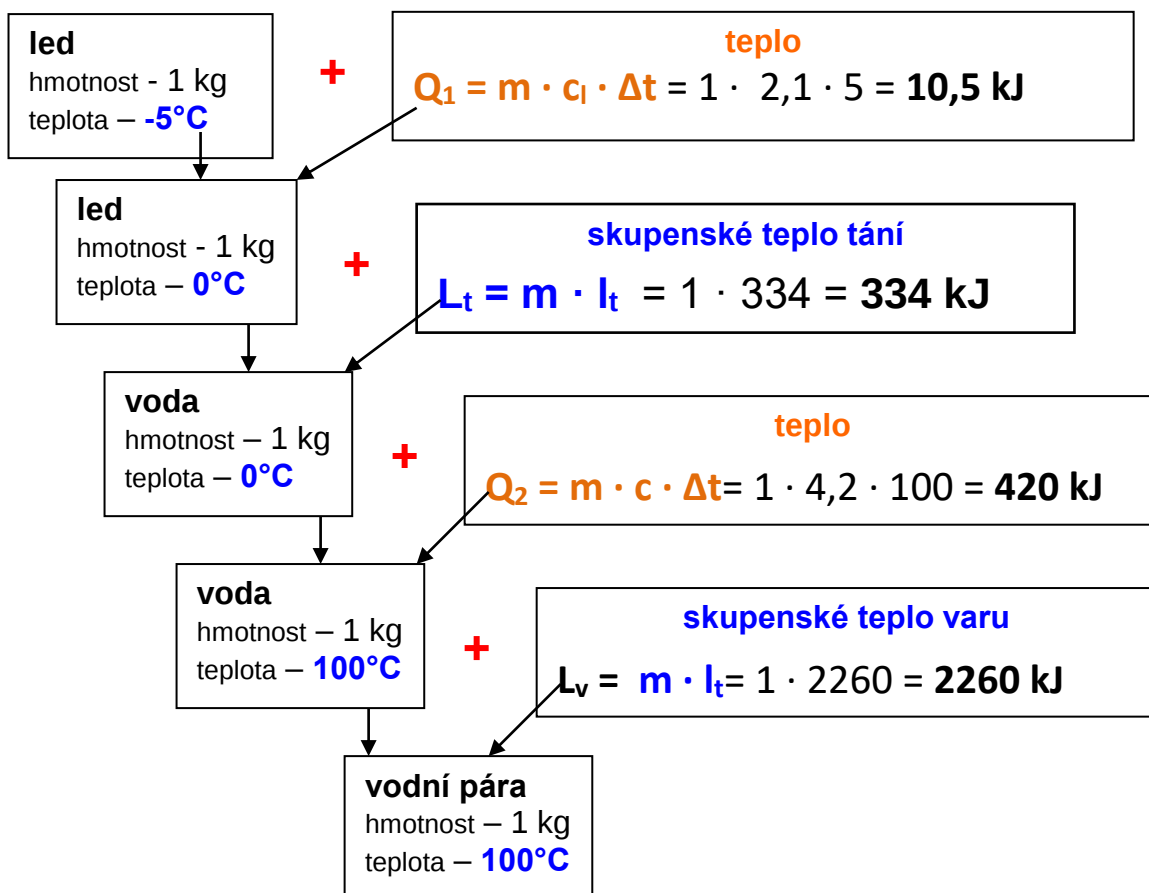
Nepsat: -----

Jaké teplo musíme dodat 1 kg ledu s počáteční teplotou -5°C , aby se přeměnil na páru o teplotě 100°C ?

$$Q = Q_1 + L_t + Q_2 + L_v$$

$$Q = (10,5 + 334 + 420 + 2260)\text{kJ}$$

$$Q = 3\,024,5\text{ kJ}$$



29_Jak určíme skupenství

1. V tabulce najdeme teplotu tání a teplotu varu
2. Porovnáme je s teplotou látky např. 20°C



Při 20°C je voda kapalina.

3. Je-li teplota
 - nižší než teplota tání jde o pevnou látku
 - vyšší než teplota tání a nižší než teplota varu jde o kapalinu
 - vyšší než teplota varu jde o plynou látku

30_Tepelné motory:

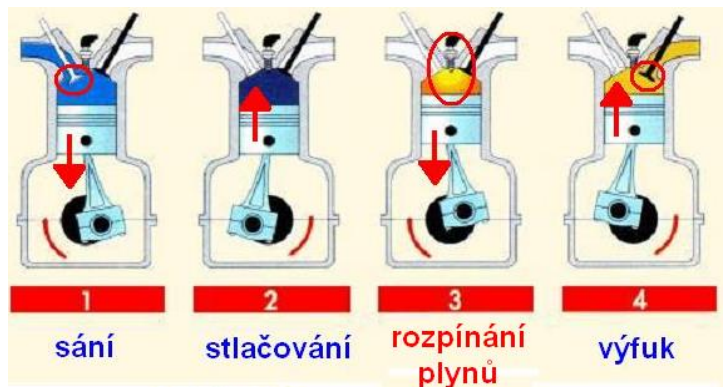
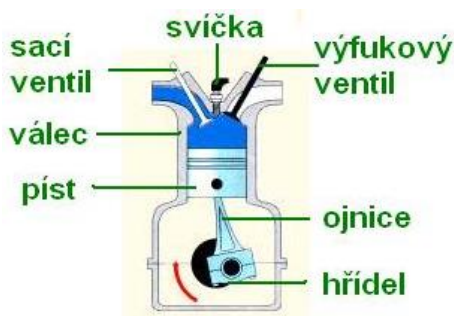
- ☉ parní stroj, parní turbína, spalovací motory, reaktivní motory

Čtyřdobý spalovací motor

- ☉ pístový motor, při hoření se část vnitřní energie paliva přeměňuje na pohybovou energii pístu
- ☉ palivem je směs **benzínu a vzduchu** (připravena v karburátoru)
- ☉ palivo je zapáleno elektrickou jiskrou
- ☉ ve srovnání s parním strojem byl menší, tišší a čistší.

Části zážehového motoru

Pracovní fáze zážehového motoru



http://www.spszr.cz/~blazicek/Projekt/klik_mech/klik/klik_mech.htm#prikl_pouziti

1. **sání** - píst (dolů), přes sací ventil je nasávána pohonná směs.
2. **stlačování** - píst (nahoru), ventily uzavřené, palivová směs zmenšuje svůj objem, zvětšuje tlak a teplotu,
3. **rozpínání** - ventily uzavřené, směs paliva a vzduchu zapálená elektrickou jiskrou shoří, **vznikající plyny stlačují píst dolů – konají práci.**
4. **výfuk** - píst (nahoru), výfukový ventil je otevřený, spaliny jsou vytlačovány do výfukového potrubí.

Vznětový motor (Diesselův)

- ☉ **nafta** se vstřikuje do horkého stlačeného vzduchu a vznítí se,
- ☉ má větší účinnost a tedy nižší spotřebu paliva
- ☉ větší výkon