



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

<i>Předmět:</i>	<i>Ročník:</i>	<i>Vytvořil:</i>	<i>Datum:</i>
FYZIKA	PRVNÍ	MGR. JÜTTNEROVÁ	23. 2. 2014
<i>Název zpracovaného celku:</i>			
MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMKA			

MOLEKULOVÁ FYZIKA A TERMIKA

Studuje tělesa na základě jejich částicové struktury.

KINETICKÁ TEORIE LÁTEK

Tato teorie vznikla koncem 19. století. Jejím základem jsou tři experimentálně ověřené poznatky:

- Látky jakéhokoli skupenství se skládají z částic** (molekul, atomů, iontů)
 - mezi částicemi jsou mezery
 - rozměry částic jsou řádově 10^{-10} m
- Částice se v látkách neustále pohybují**
 - pohyb je nepřetržitý a neuspořádaný
 - částice se pohybují různými rychlostmi
 - jde o tzv. **tepelný pohyb**
 - důkazy nepřetržitému a neuspořádanému pohybu částic:
 - difúze** - samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice jiné látky téhož skupenství; tělesa jsou ve vzájemném styku
 - Brownův pohyb** – tepelného pohybu částic v tekutině
- Částice na sebe navzájem působí přitažlivými a současně odpuzivými silami**

ROVNOVÁŽNÝ STAV SOUSTAVY

- Tělesa, jejichž stav sledujeme, nazýváme termodynamickou soustavou.
- Stav soustavy charakterizují stavové veličiny, například:
 - tlak
 - teplota
 - objem
 - počet částic
 - energie
- Stav soustavy můžeme měnit například zahříváním, ochlazováním, stlačováním. Po určité době přejde soustava do tzv. rovnovážného stavu a její stavové veličiny se už nemění. Pokud je soustava v rovnovážném stavu, je teplota všech těles v soustavě stejná. Např. soustava tvořená vodou a ledem (za normálního tlaku) má v rovnovážném stavu teplotu $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

TEPLOTA A JEJÍ MĚŘENÍ

Teplotu měříme teploměrem. Po vyrovnání teplot obou těles je teplota tělesa rovna teplotě teploměru.

Teplotní stupnice:

Celsiova teplotní stupnice

- Má dvě základní teploty:
 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$... teplota rovnovážného stavu vody a ledu za normálního tlaku
 $100\text{ }^{\circ}\text{C}$... teplota rovnovážného stavu vody a její syté páry za normálního tlaku
- Mezi těmito dvěma teplotami je stupnice rozdělena na 100 stejných dílků, jeden dílek odpovídá jednomu Celsiovu stupni.
- Teplotu ve stupních Celsia značíme t .

Termodynamická teplotní stupnice

- Má jednu základní teplotu: **trojný bod vody** T_r
 T_r ... teplota rovnovážného stavu soustavy led + voda + sytá vodní pára
 $T_r = 273,16\text{ K}$ (kelvinů)
- Termodynamickou teplotu značíme T .
- Vztah mezi Celsiovou a termodynamickou teplotou:

$$t = (\{T\} - 273,15)\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T = (\{t\} + 273,15)\text{ K}$$
- Teplota 0 K ... **absolutní nula** ... teplota, při níž by ustal veškerý pohyb
 $0\text{ K} = -273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$
V její blízkosti se značně mění vlastnosti látek, například elektrická vodivost.

Fahrenheitova teplotní stupnice

- Používá se například v USA.
- Vztah mezi Celsiovou teplotou t a Fahrenheitovou teplotou t_f :

$$t_f = \left(\frac{9}{5} \{t\} + 32 \right) ^{\circ}\text{F}$$

$$0\text{ }^{\circ}\text{C} = 32\text{ }^{\circ}\text{F}$$

$$100\text{ }^{\circ}\text{C} = 212\text{ }^{\circ}\text{F}$$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Druhy teploměrů

Kapalinové teploměry:

Využívají teplotní roztažnosti kapaliny.

- Lihové – pro měření nízkých teplot ($-110\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $70\text{ }^{\circ}\text{C}$)



Zdroj obr: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/teplomery/t312.jpg>

- Rtuťové – pro měření teplot ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $300\text{ }^{\circ}\text{C}$)



Zdroje obr: <http://www.regiony24.cz/73-58032-klasicky-teplomer-zakazali--lekari-to-nechapou>
<http://www.naseinfo.cz/clanky/tehotenstvi-a-deti/zdravi-deti/druhy-teplomeru-a-jejich-pouziti>

- Pro měření nízkých teplot se kapalinové teploměry plní:
 - ✚ toluenem – měří teploty v rozmezí od $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✚ alkoholem – měří teploty v rozmezí od $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $70\text{ }^{\circ}\text{C}$
 - ✚ pentanem – měří teploty v rozmezí od $-190\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $10\text{ }^{\circ}\text{C}$

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Odporové teploměry:

- Využívají závislosti elektrického odporu vodiče (polovodiče) na teplotě.
- Používají se pro měření velmi vysokých teplot.



Zdroj obr: <http://www.omegaeng.cz/ppt/pptsc.asp?ref=HH370&Nav=teml041>

Pyrometry (radiální teploměry):

- Založeny na poznatku - dvě tělesa zahřátá na stejnou teplotu vydávají záření stejné barvy.
- Používají se pro měření velmi vysokých teplot.



Zdroj obr: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/teplomery/t021-01.jpg>

Bimetalové teploměry:

- Základem je bimetalový pásek složený ze dvou kovů s různými součiniteli teplotní délkové roztažnosti.
- Při změně teploty se pásek ohýbá a tento pohyb se přenáší na ručičku přístroje.



Zdroj obr: http://cs.wikipedia.org/wiki/Bimetalov%C3%BD_tplom%C4%9Br

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

VNITŘNÍ ENERGIE

- Je součet celkové kinetické energie neuspořádaně se pohybujících částic soustavy a celkové potenciální energie těchto částic.
- Změna vnitřní energie může nastat:
 - 1) konáním práce
 - 2) tepelnou výměnou

Změna vnitřní energie konáním práce:

- při tření těles
- při stlačení plynu ve válci
- při prudkém míchání kapaliny
- při vrtání



Zdroje obr: <http://www.kovoobrabeni-chotebor.cz/?vrtani.23>
<http://www.techoil.cz/obrabeni-kovu.html>

Vysvětlení: Částice, které leží na styčných plochách, se vzájemnými nárazy rozkmitávají a předávají část své energie dalším částicím $\Rightarrow$ zvětšuje se teplota těles a tím i vnitřní energie na úkor vykonané práce.

Změna vnitřní energie: $\Delta U = W$

Změna vnitřní energie tepelnou výměnou:

- k tepelné výměně dochází, stýkají-li se dvě tělesa o různých teplotách



Zdroje obr: <http://www.mvp.cufo.cz/materialy/7a3.jpg>, <http://www.mvp.cufo.cz/materialy/7a1.jpg>

- k tepelné výměně dochází i mezi dvěma tělesy, která se vzájemně nedotýkají $\Rightarrow$ tepelným zářením

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysvětlení: Neuspořádaně pohybující se částice jednoho tělesa narážejí na neuspořádaně pohybující se částice druhého tělesa a vyměňují si energii.

Změna vnitřní energie: $\Delta U = Q$

Q ... fyzikální veličina, která se nazývá teplo

Jestliže se vnitřní energie zvětšila $\Rightarrow$ těleso přijalo teplo.

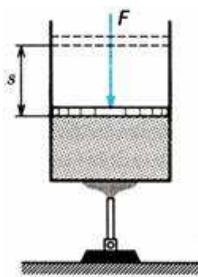
Jestliže se vnitřní energie zmenšila $\Rightarrow$ těleso teplo odevzdalo.

Úloha:

Uveďte příklady tepelné výměny probíhající mezi dvěma tělesy, která se vzájemně dotýkají:

První termodynamický zákon:

- budeme uvažovat změnu vnitřní energie plynu současně konáním práce a tepelnou výměnou
- například plyn v nádobě budeme stlačovat pístem a současně zahřívát plamenem $\Rightarrow$ zvětšuje se vnitřní energie plynu a nádoby



Zdroj obr: <http://mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap204.htm>

$\Delta U = W + Q$... matematické vyjádření zákona

W ... práce vykonaná silami, kterými okolní tělesa působí na soustavu

Q ... teplo, které okolní tělesa soustavě odevzdají

Přírůstek vnitřní energie soustavy se rovná součtu práce, kterou vykonají okolní tělesa a tepla odevzdaného okolními tělesy soustavě.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

a) $W > 0$ a $Q > 0 \Rightarrow$

soustava přijímá energii



b) $W < 0$ a $Q < 0 \Rightarrow$

soustava odevzdává energii



Zdroj obr: http://kvinta-html.wz.cz/fyzika/termodynamika/vnitni_energie prace_a_teplo/prvni_termodynamicky_zakon.htm

Jiný tvar 1. termodynamického zákona: $Q = \Delta U + W'$

Teplo, které je dodané soustavě, se rovná součtu přírůstku její vnitřní energie a práce, kterou soustava vykoná.

TEPELNÁ KAPACITA

- Udává, jaké teplo musí přijmout těleso, aby se jeho teplota zvýšila o 1°C .

$$C = \frac{Q}{\Delta t}$$

- Značka: C
- Jednotka: $[C] = \frac{J}{K}$

MĚRNÁ TEPELNÁ KAPACITA

- Udává, jaké teplo musí přijmout 1 kg tělesa, aby se jeho teplota zvýšila o 1°C .
- Značka: c

▪ Vztah: $c = \frac{C}{m}$, po úpravě: $c = \frac{Q}{m \cdot \Delta t}$

▪ Jednotka: $[c] = \frac{J}{\text{kg} \cdot K} = J \cdot \text{kg}^{-1} \cdot K^{-1}$

- Je to konstanta, pro různé látky a různá skupenství má různou hodnotu:
měrná tepelná kapacita vody: $c \approx 4200 J \cdot \text{kg}^{-1} \cdot K^{-1}$
měrná tepelná kapacita ledu: $c \approx 2100 J \cdot \text{kg}^{-1} \cdot K^{-1}$
- Hodnoty uvedeny v MFCHT.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Z běžně známých látek má voda největší měrnou tepelnou kapacitu $\Rightarrow$ používá se:
 1. jako chladicí kapalina (například do automobilů)
 2. k přenosu energie, například v ústředním topení, v jaderných elektrárnách
- Kovy mají poměrně malou měrnou tepelnou kapacitu $\Rightarrow$ snadno se tepelně zpracovávají.

TEPLO

- Je změna vnitřní energie při tepelné výměně.
- Jestliže teplejší těleso odevzdalo chladnějšímu tělesu tepelnou výměnou energii, říkáme, že mu odevzdalo teplo.
Jestliže chladnější těleso přijalo od teplejšího tělesa tepelnou výměnou energii, říkáme, že chladnější těleso přijalo od teplejšího tělesa teplo.
- Výpočet tepla: $Q = m \cdot c \cdot \Delta t$
Teplo, které těleso přijme, je přímo-úměrné hmotnosti tělesa a přírůstku teploty.
- Jednotka: J ... joule



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

TEPLOTA, TEPLLO, TEPELNÁ KAPACITA

Příklad 1:

Převeďte na kelviny:

- a) $130\text{ }^{\circ}\text{C} =$
- b) $20\text{ }^{\circ}\text{C} =$
- c) $-15\text{ }^{\circ}\text{C} =$
- d) $-4,5\text{ }^{\circ}\text{C} =$

Příklad 2:

Převeďte na stupně Celsia:

- a) $200\text{ K} =$
- b) $1320\text{ K} =$
- c) $5\text{ K} =$
- d) $32,25\text{ K} =$

Příklad 3:

Čím se liší zápisy $T = 200\text{ K}$ a $\Delta T = 200\text{ K}$? Vyjádřete oba zápisy ve stupních Celsia.

Příklad 4:

Určete tepelnou kapacitu železného závaží o hmotnosti 5 kg , je-li měrná tepelná kapacita železa $452\text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$



evropský
sociální
fond v ČR



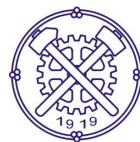
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

TEPLOTA, TEPLLO, TEPELNÁ KAPACITA

Příklad 5:

Kolik tepla přijalo 5 litrů vody při jejím zahřívání, jestliže se teplota vody zvýšila z $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $80\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Příklad 6:

Určete hmotnost vody, která při ochlazení z $63\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ odevzdala 600 kJ tepla.

Příklad 7:

V ohřívači vody o objemu 10 litrů je topné těleso, které má příkon 800 W . Vypočítejte, za jak dlouho se voda v ohřívači ohřeje z $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

VNITŘNÍ ENERGIE A JEJÍ ZMĚNY

Úloha 1:

Vysvětlete, k jakým přeměnám energie dochází při brzdění vlaku po vodorovné trati.

Úloha 2:

Uveďte příklady tepelné výměny mezi dvěma nebo více tělesy.

Příklad 1:

Těleso o hmotnosti 4 kg padá ve vzduchu z výšky 20 m do písku. Vypočítejte, jak se změní po dopadu vnitřní energie tělesa a písku. Odpor vzduchu zanedbejte.

Příklad 2:

Auto o hmotnosti 2 tuny se pohybuje po vodorovné silnici rychlostí 36 km/h a pak náhle zabrzdí. Vypočítejte, jak se změní vnitřní energie auta a silnice po zastavení.



evropský
sociální
fond v ČR



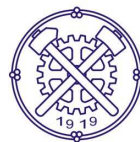
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

VNITŘNÍ ENERGIE A JEJÍ ZMĚNY

Příklad 3:

Výtah o hmotnosti 600 kg byl rovnoměrně tažen do výšky 15 m silou 6800 N. Určete, jaká část energie se při tomto ději přemění v místech tření v energii vnitřní.

Příklad 4:

Kolik tepla je třeba na zahřátí vzduchu v místnosti, která má rozměry 3 m, 4 m a 2,4 m z teploty 10 °C na teplotu 22 °C? Hustota vzduchu je 1,27 kg·m⁻³ a měrná tepelná kapacita vzduchu je 1,006 kJ·kg⁻¹·K⁻¹

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

KALORIMETRICKÁ ROVNICE

Vložíme-li do tepelně izolované nádoby s kapalinou těleso o teplotě vyšší než je teplota kapaliny, dojde mezi tělesem a kapalinou k tepelné výměně. Tepelná výměna probíhá tak dlouho, dokud se teploty nevyrovnají.

chladnější látka

$$m_1$$

$$t_1$$

$$c_1$$

teplejší látka

$$m_2$$

$$t_2 \quad t_2 > t_1$$

$$c_2$$

$$t_1 < t < t_2$$

t ... výsledná teplota

Teplejší těleso odevzdá kapalině teplo $Q_2 = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t)$

Kapalina přijme teplo $Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1)$

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t) \quad \dots \text{kalorimetrická rovnice}$$

$$t_2 > t_1$$

K experimentálnímu potvrzení kalorimetrické rovnice nebo k měření měrné tepelné kapacity se používají kalorimetry.

Směšovací kalorimetr ... tepelně izolovaná nádoba s míchačkou a teploměrem.

Jestliže probíhá v kalorimetru tepelná výměna mezi teplejším tělesem a chladnější kapalinou, pak platí: $m_1 \cdot c_1 \cdot (t - t_1) + C_k \cdot (t - t_1) = m_2 \cdot c_2 \cdot (t_2 - t) \quad t_2 > t_1$

C_k ... tepelná kapacita kalorimetru

$C_k \cdot (t - t_1)$... teplo přijaté kalorimetrem a jeho příslušenstvím při přírůstku

teploty $\Delta t = t - t_1$



evropský
sociální
fond v ČR



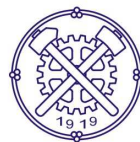
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

KALORIMETRICKÁ ROVNICE

Příklad 1:

Ocelový předmět o hmotnosti 0,5 kg byl vložen do vody o objemu 2 litry a teplotě 15 °C. Po dosažení rovnovážného stavu byla výsledná teplota soustavy 28 °C. Jakou teplotu měl ocelový předmět před vložením do vody, pokud předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi ocelovým předmětem a vodou? Měrná tepelná kapacita olova je $0,45 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

Příklad 2:

Určete hmotnost vařící vody, kterou je třeba přilít do vody o objemu 5 litrů a teplotě 9 °C, aby výsledná teplota vody byla 30 °C. Předpokládáme, že tepelná výměna nastala jen mezi teplejší a chladnější vodou.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

KALORIMETRICKÁ ROVNICE

Příklad 3:

V kalorimetru s tepelnou kapacitou $0,10 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1}$ je voda o hmotnosti 470 g a teplotě $14 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Vložíme-li do kalorimetru mosazné těleso o hmotnosti 400 g ohřáté na teplotu $100 \text{ }^{\circ}\text{C}$, ustálí se v kalorimetru teplota $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Určete měrnou tepelnou kapacitu mosazi.

Příklad 4:

V kalorimetru je voda o hmotnosti 300 g a teplotě $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Tepelná kapacita kalorimetru je $100 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$. Do vody ponoříme těleso z mědi o hmotnosti 100 g , které vyjmeme z vroucí vody za normálního tlaku. Vypočítejte výslednou teplotu tepelně izolované soustavy po dosažení rovnovážného stavu. Měrná tepelná kapacita mědi je $383 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PLYNY

Reálné plyny pro zjednodušení úvah nahrazujeme modelem ideálního plynu.

Ideální plyn:

- 1) Rozměry molekul jsou zanedbatelně malé ve srovnání s jejich střední vzdáleností.
- 2) Molekuly (kromě vzájemných srážek) na sebe silově nepůsobí.
- 3) Vzájemné srážky molekul a srážky molekul se stěnami nádoby jsou dokonale pružné.

Poznámka:

Skutečné plyny se ideálnímu plynu přibližují $\Leftrightarrow$ mají dostatečně vysokou teplotu a nízký tlak ... splněno například při podmínkách, které se moc neliší od tzv. normálních podmínek ($t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, $p \approx 10^5\text{ Pa}$).

Rychlosti částic:

- jsou různé, částice se pohybují chaoticky všemi směry
- skutečné rychlosti částic nahrazujeme „průměrnou“ rychlostí

Střední kinetická energie 1 částice:

$$E_k = \frac{E_{k1} + E_{k2} + \dots + E_{kN}}{N} = \frac{1}{2} m_0 \cdot v_k^2$$

N ... počet částic, m_0 ... hmotnost částice, v_k ... střední kvadratická rychlost částice

S rostoucí teplotou se rychlost částic zvětšuje $\Rightarrow$ střední kinetická energie částice je přímo-
úměrná termodynamické teplotě:

$$E_k = \frac{3}{2} kT \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-1} \text{ je Boltzmannova konstanta}$$

$$\frac{1}{2} m_0 \cdot v_k^2 = \frac{3}{2} kT \rightarrow \text{vyjádříme rychlost}$$

$$v_k = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}} \quad \dots \text{střední kvadratická rychlost částice}$$

Střední kvadratická rychlost molekul plynu závisí na termodynamické teplotě T .

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Tlak plynu:

- je vyvolán neustálými nárazy částic plynu na stěny nádoby
- tlak plynu není konstantní, ale kolísá kolem střední hodnoty
- s rostoucí teplotou plynu působí částice plynu na stěny nádoby větší tlakovou silou
- tlak závisí na střední kvadratické rychlosti plynu v_k

Pro střední hodnotu tlaku plynu lze odvodit **základní rovnici pro tlak ideálního plynu:**

$$p = \frac{1}{3} \frac{N}{V} m_0 v_k^2$$

Tlak plynu je přímo-úměrný hustotě molekul, hmotnosti molekuly m_0 a druhé mocnině střední kvadratické rychlosti v_k .

N je počet molekul plynu v nádobě o objemu V

$\frac{N}{V} = N_V$ je hustota molekul, jednotkou je m^{-3}

Stavová rovnice ideálního plynu stálé hmotnosti:

- plyn v rovnovážném stavu můžeme charakterizovat stavovými veličinami:
termodynamickou teplotou T
tlakem p
objemem V
- stavová rovnice vyjadřuje vztah mezi těmito veličinami
- jestliže plyn přejde z počátečního stavu charakterizovaného veličinami p_1, V_1, T_1 do konečného stavu charakterizovaného veličinami $p_2, V_2, T_2 \Rightarrow$ stavová rovnice

ideálního plynu stálé hmotnosti má tvar: $\frac{p_1 \cdot V_1}{T_1} = \frac{p_2 \cdot V_2}{T_2}$

nebo-li: $\frac{p \cdot V}{T} = konst.$

 **při probíhajícím ději ideálního plynu stálé hmotnosti, je výraz $\frac{p \cdot V}{T}$ konstantní.**

Poznámka:

Pro skutečné plyny platí přibližně stavová rovnice jen při vyšších teplotách a nižších tlacích ($T = 273 \text{ K}$, $p \approx 10^5 \text{ Pa}$).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

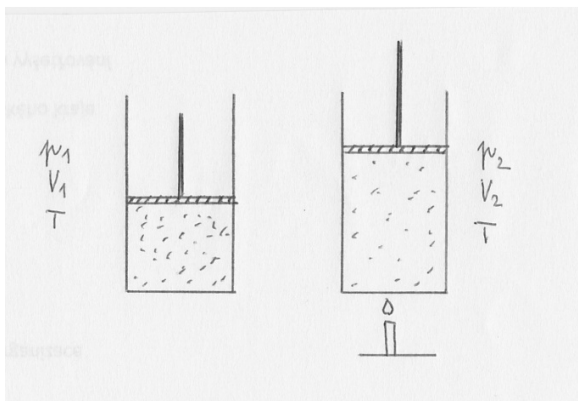
Děje v plynech:

- Budeme uvažovat **ideální plyn stálé hmotnosti**.
- Jsou to děje, při nichž plyn přejde z jednoho stavu do jiného, přičemž se změní jeho stavové veličiny.
- Počáteční stav plynu je určen stavovými veličinami p_1, V_1, T_1 ,
konečný stav je charakterizovaný veličinami p_2, V_2, T_2 .
- Příčinou stavových změn mohou být následující děje:

- 1) **Izobarický děj**
- 2) **Izochorický děj**
- 3) **Izotermický děj**
- 4) **Adiabatický děj**

Izotermický děj

- Děj, při němž je teplota plynu stálá, mění se objem a tlak.



- Jestliže do stavové rovnice dosadíme $T_1 = T_2 = T$, pak dostaneme:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2 \text{ nebo-li } p \cdot V = \text{konst.}$$

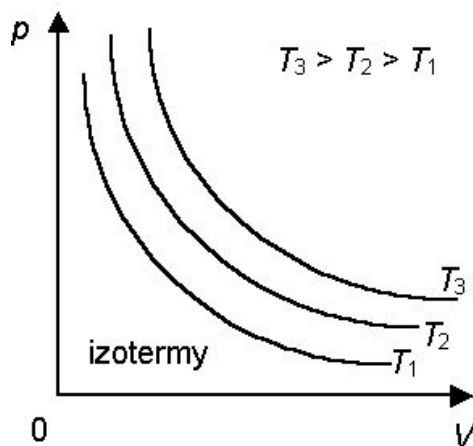
Boylův – Mariottův zákon:

Součin tlaku a objemu plynu je konstantní.

Tlak plynu je nepřímo úměrný jeho objemu.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- Grafem závislosti tlaku na objemu je izoterma:



Zdroj obr.: http://sciaga.onet.pl/20150_1_sciaga_druk.html

- Nedochází ke změně vnitřní energie plynu: $\Delta U = 0$

Z 1. termodynamického zákona plyne $W' = Q$

Teplo přijaté plynem je rovno práci, kterou plyn při tomto ději vykonal.

Animace: <http://profesorparticular68.wordpress.com/ley-de-boyle/>

Poznámka:

Zákon objevil anglický chemik Robert Boyle v roce 1661 a nezávisle na něm Francouz Edme Mariotte.

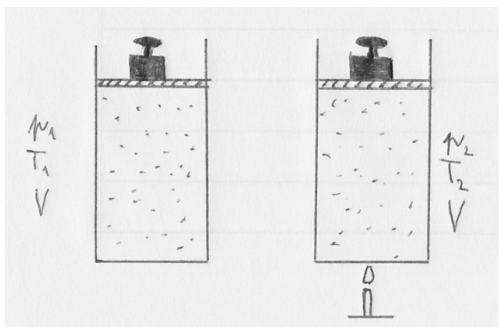


Zdroj obr.: <http://birthday.wz.cz/index01.htm>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Izochorický děj

- Děj, při němž je objem plynu stálý, mění se teplota a tlak.



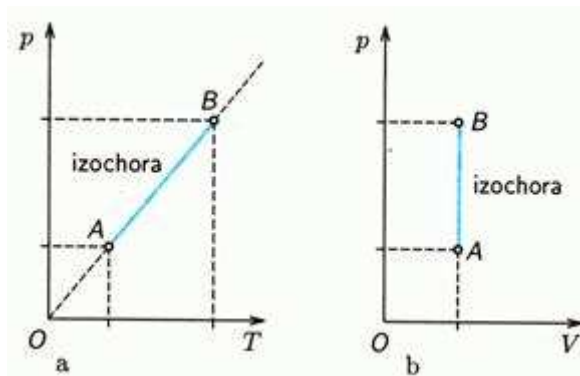
- Jestliže do stavové rovnice dosadíme $V_1 = V_2 = V$, pak dostaneme:

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ nebo-li } \frac{p}{T} = \text{konst.}$$

Charlesův zákon:

Tlak plynu je přímo úměrný jeho termodynamické teplotě.

- Grafem závislosti tlaku na teplotě (tlaku na objemu) je **izochora**:



Zdroj obr.: <http://www.mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap208.htm>

- Plyn práci nekoná: $W = 0$
Z 1. termodynamického zákona plyne $Q = \Delta U$
Přijaté (odevzdané) teplo je rovno přírůstku (úbytku) vnitřní energie plynu.

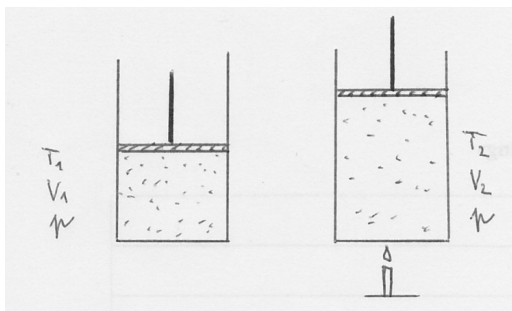
Animace:

[file:///C:/Users/jut/AppData/Local/Temp/Rar\\$EX10.712/termika_a_mol_fyzika/source/dum_11.html](file:///C:/Users/jut/AppData/Local/Temp/Rar$EX10.712/termika_a_mol_fyzika/source/dum_11.html)

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Izobarický děj

- Děj, při němž je tlak plynu stálý, mění se teplota a objem.



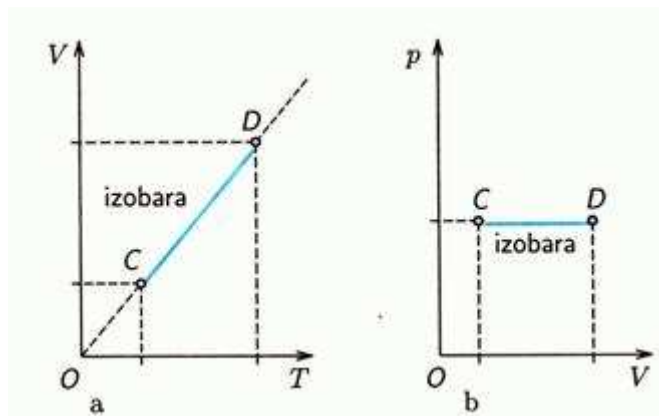
- Jestliže do stavové rovnice dosadíme $p_1 = p_2 = p$, pak dostaneme:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \text{ nebo-li } \frac{V}{T} = \text{konst.}$$

Gay – Lussacův zákon:

Objem plynu je přímo úměrný jeho termodynamické teplotě.

- Grafem závislosti objemu na teplotě (tlaku na objemu) je **izobara**:



Zdroj obr.: <http://www.mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap208.htm>

- Z 1. termodynamického zákona plyne $Q = \Delta U + W$
Teplo přijaté plynem je rovno přírůstku jeho vnitřní energie a práce vykonané plynem.

Animace:

<http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/aglussac.html>

http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/gaslaw/charles_law.html

<http://profesorparticular68.wordpress.com/ley-de-charles/>

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Adiabatický děj

- Děj, při němž nedochází k tepelné výměně mezi plynem a okolím.
- Pro tento děj platí Poissonův zákon:

$$p_1 V_1^\kappa = p_2 V_2^\kappa \quad T_1 V_1^{\kappa-1} = T_2 V_2^{\kappa-1}$$

κ ... Poissonova konstanta; $\kappa > 1$

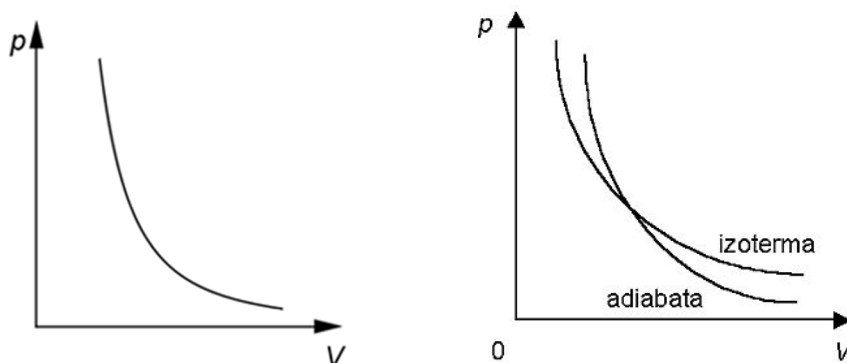
✚ závisí na druhu plynu

✚ pro ideální plyn s jednoatomovými molekulami $\kappa = \frac{5}{3}$

pro ideální plyn s dvouatomovými molekulami $\kappa = \frac{7}{5}$

✚ pro reálné plyny jsou hodnoty Poissonovy konstanty uvedeny v MFCHT

- Grafem závislosti tlaku plynu na jeho objemu je **adiabata**:



Zdroj obr.: http://sciaga.onet.pl/20150,1,sciaga_druk.html

Adiabata klesá strměji než izoterma téhož plynu stejné hmotnosti.

- Neprobíhá tepelná výměna mezi plynem a okolím $\Rightarrow Q = 0$

Změna vnitřní energie je rovna dodané nebo vykonané práci: $\Delta U = W$

- **Adiabatická komprese:**

✚ adiabatické zmenšování objemu plynu (působením vnější síly na píst)
✚ teplota plynu se zvyšuje
✚ zvýšení teploty se využívá ke vznícení pohonných látek ve válcích vznětových motorů

- **Adiabatická expanze:**

✚ adiabatické zvětšování objemu plynu
✚ plyn koná práci
✚ teplota plynu se zmenšuje
✚ ochlazení plynu se využívá k získání nízkých teplot

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Uskutečnění adiabatické komprese a expanze v praxi:

Děje proběhnou ve velmi krátké době, během které plyn nepřijme ani neodevzdá teplo svému okolí.

Teplotní roztažnost a rozpínavost plynu:

Pokud jsou zákony pro izobarický a izochorický děj vyjádřeny v Celsiově teplotě $\Rightarrow$ pro objem a tlak plynu při teplotě t platí:

- pro teplotní roztažnost plynu: $V_t = V_0(1 + \gamma \cdot t)$

V_0 je objem plynu při teplotě 0°C

- pro rozpínavost plynu: $p_t = p_0(1 + \gamma \cdot t)$

p_0 je tlak plynu při teplotě 0°C

- γ je teplotní součinitel objemové roztažnosti (rozpínavosti) ideálního plynu

$$\gamma = \frac{1}{273,15\text{ K}} \approx 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ K}^{-1}$$

Poznámka:

Nezávisle na sobě tuto konstantu změřili Dalton a Gay – Lussac v r. 1802.

Izobarický děj je důkazem roztažnosti, izochorický děj důkazem rozpínavosti ideálního plynu.

Úloha 1:

Uveďte příklady izotermického děje v praxi:

Úloha 2:

Uveďte příklady izobarického děje v praxi:



evropský
sociální
fond v ČR



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Úloha 3:

Uveďte příklady izochorického děje v praxi:

Úloha 4:

Uveďte příklady adiabatického děje v praxi:

Úloha 5:

Uveďte, jak se mění hustota plynu při následujících dějích:

Izotermický děj:

Izobarický děj:

Izochorický děj:



evropský
sociální
fond v ČR



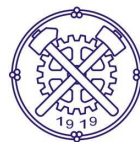
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

DĚJE V PLYNECH

Příklad 1:

Ideální plyn má při teplotě 0°C tlak $1,02\text{ kPa}$. Určete tlak plynu, jestliže se teplota zvýší o 100 K při stálém objemu.

Příklad 2:

Tlak plynu při teplotě 20°C je 107 kPa . Určete, jaký bude tlak plynu, jestliže se teplota plynu při konstantním objemu:

a) zvýší o 130°C

b) sníží na -23°C

Příklad 3:

Teplota kyslíku dané hmotnosti se zvětšuje za stálého tlaku z počáteční teploty -20°C . Určete, při jaké teplotě má kyslík $1,5$ krát větší objem než při počáteční teplotě.



evropský
sociální
fond v ČR



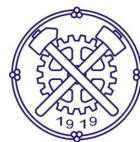
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

DĚJE V PLYNECH

Příklad 4:

Žárovka se při výrobě plní dusíkem pod tlakem 50,6 kPa při teplotě 18 °C. Určete, jakou teplotu má dusík v rozsvícené žárovce, jestliže se jeho tlak zvětší na 118 kPa.

Příklad 5:

Teplota plynu se při stálém tlaku zvětšila z 27 °C na 39 °C. Určete, o kolik procent se při tom zvětšil jeho objem.

Příklad 6:

Objem bubliny vzduchu, která se uvolnila u dna jezera, se na jeho povrchu zvětšil třikrát. Vypočtete, jaká je hloubka jezera. Atmosférický tlak je 10^5 Pa, hustota vody je 10^3 kg/m³. Teplotu vzduchu v bublině považujte za stálou.



evropský
sociální
fond v ČR



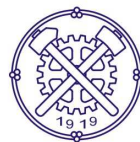
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 3

DĚJE V PLYNECH

Příklad 7:

Při adiabatické kompresi vzduchu se jeho objem zmenšil na $1/10$ původního objemu. Určete tlak vzduchu po ukončení adiabatické komprese. Počáteční tlak vzduchu je 10^5 Pa, Poissonova konstanta pro vzduch je 1,40.

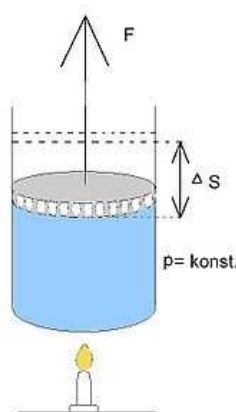
Příklad 8:

Při adiabatické expanzi ideálního plynu se jeho objem zvětšil čtyřikrát. Určete teplotu plynu po ukončení adiabatické expanze. Počáteční teplota plynu je 27°C , Poissonova konstanta je 1,50.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRÁCE IDEÁLNÍHO PLYNU

Na obrázku je plyn uzavřený v nádobě s pohyblivým pístem. Pokud má plyn pod pístem dostatečný tlak, píst se pohybuje a plyn koná práci.



Zdroj obr:

http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d6f6c656b756c6f76e12066797a696b61h&key=338

Práce plynu při izobarickém ději:

Tlak plynu je stálý $\Rightarrow$ stálá je i tlaková síla F , která působí na píst o obsahu S :

$$F = p \cdot S$$

Posune-li se píst o délku Δs , plyn vykoná práci

$$W = F \cdot \Delta s$$

$$W = pS\Delta s$$



$W = p \cdot \Delta V$, kde $\Delta V = V_2 - V_1$ je změna objemu plynu.

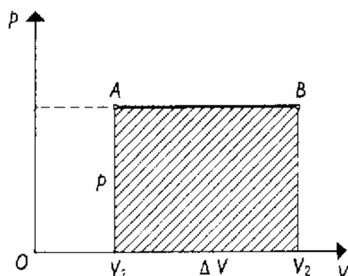
Práce plynu je rovna součinu tlaku plynu a přírůstku jeho objemu.

- 1) Plyn svůj objem zvětšuje $\Rightarrow \Delta V > 0$... práce, kterou plyn vykoná, je kladná.
- 2) Plyn svůj objem zmenšuje $\Rightarrow \Delta V < 0$... práce, kterou plyn vykoná, je záporná.
Při zmenšování objemu působí na píst vnější tlaková síla

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pracovní diagram pro izobarický děj:

Práce vykonaná plynem při izobarickém ději, při kterém přejde plyn ze stavu A do stavu B, je graficky znázorněna **obsahem vyšrafovaného obdélníku**.



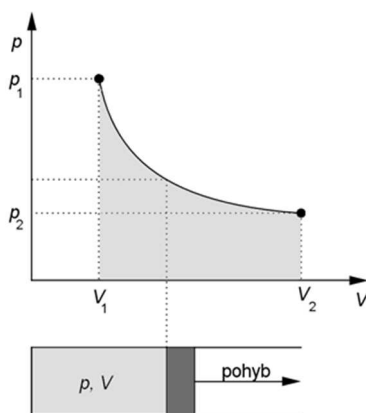
Zdroj obr:

http://kvintahtml.wz.cz/fyzika/termodynamika/kruhovy_dej_s_ideálním_plynem/prace_vykonana_plynem_při_stálem_a_proměnném_tlaku.htm

Práce plynu při izotermickém ději:

Tlak plynu se mění $\Rightarrow$ tlaková síla F působící na píst není konstantní.

Graf závislost tlaku plynu na jeho objemu:



Zdroj obr:

http://www.techmania.cz/edutorium/art_exponaty.php?xkat=fyzika&xser=4d6f6c656b756c6f76e12066797a696b61h&key=338

Práce, kterou plyn vykoná při zvětšení jeho objemu, je graficky znázorněna **obsahem plochy pod příslušným úsekem grafu**.

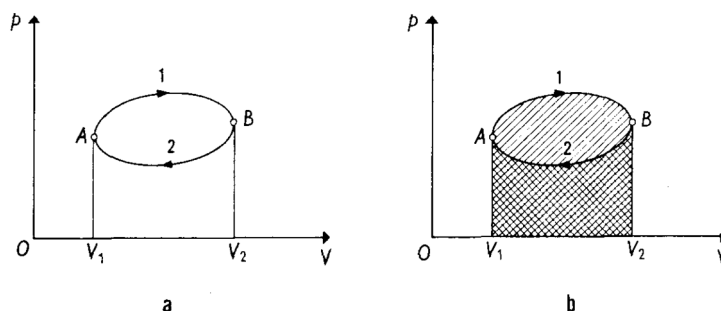
U motoru automobilu se ve válci zapálí výbušná směs benzínových par se vzduchem $\Rightarrow$ směs se rozpíná a uvádí do pohybu píst spojený s mechanismem motoru $\Rightarrow$ plyn koná práci.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

KRUHOVÝ DĚJ

- Na jeho principu pracuje tepelný stroj (motor, chladicí stroj), v němž se kruhový děj opakuje.
- Ve válci s pohyblivým pístem je uzavřená **pracovní látka** (plyn nebo pára).
- Objem plynu se nemůže neustále zvyšovat, protože rozměry pracovního válce jsou konečné
⇒ tepelný stroj může trvale pracovat jenom tehdy, když se po ukončení expanze vrátí do původního stavu.
- Je to děj, při němž je konečný stav soustavy totožný se stavem počátečním.
Kruhový děj (cyklus) se může mnohokrát opakovat ⇒ tepelný stroj může trvale vykonávat práci.
- Graf, který vyjadřuje závislost tlaku plynu na jeho objemu, nazýváme p-V diagram neboli pracovní diagram. Grafem je vždy uzavřená křivka.

Pracovní diagram (p-V diagram):



Zdroj obr: http://kvinta-html.wz.cz/fyzika/termodynamika/kruhovy_dej_s_ideálním_plynem/kruhovy_dej.htm

Ze stavu A do stavu B (viz obr.):

- ✚ pracovní látka (plyn nebo pára) zvětšuje svůj objem
- ✚ plyn koná práci, kterou lze znázornit v pracovním diagramu jako obsah plochy pod křivkou A1B

Ze stavu B do stavu A:

- ✚ objem plynu se zmenšuje působením vnějších sil
- ✚ okolní tělesa konají práci, kterou lze znázornit v pracovním diagramu obsahem plochy pod křivkou B2A

Celková práce, kterou vykoná plyn při jednom cyklu kruhového děje:

- ✚ je rovna rozdílu práce, kterou vykoná v první části cyklu plyn, a práce, kterou vykonala okolní tělesa v druhé části cyklu
- ✚ výslednou práci, kterou vykoná plyn nebo pára během jednoho cyklu, lze znázornit v pracovním diagramu jako obsah plochy uvnitř křivky A1B2A
- ✚ cyklus se může mnohokrát opakovat ⇒ tepelný stroj, v němž se cyklus opakuje, může trvale konat práci

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Těleso, od něhož pracovní látka přijme během jednoho cyklu teplo Q_1 , se nazývá **ohřívač**.

Těleso, kterému pracovní látka předá teplo $Q_2 < Q_1$, se nazývá **chladič**.

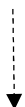
Celkové teplo, které pracovní látka během jednoho cyklu přijme, je $Q = Q_1 - Q_2$

Počáteční a koncový stav soustavy jsou totožné $\Rightarrow$ po ukončení jednoho kruhového děje je celková změna vnitřní energie pracovní látky nulová: $\Delta U = 0$.

Dosadíme $\Delta U = 0$ do 1. termodynamického zákona:

$$Q = \Delta U + W'$$

$$Q = W'$$



$$W' = Q$$

Celková práce W' , kterou pracovní látka během jednoho cyklu kruhového děje vykoná, je rovna celkovému teple $Q = Q_1 - Q_2$, které během tohoto cyklu přijme od okolí.

ÚČINNOST TEPELNÉHO MOTORU

T_1 ... termodynamická teplota ohřívače

T_2 ... termodynamická teplota chladiče, $T_2 < T_1$

Q_1 ... teplo, které přijme pracovní látka od ohřívače

Q_2 ... teplo, které pracovní látka předá chladiči

Pracovní látka přijme od ohřívače teplo a vykoná práci (dojde k expanzi). Při kompresi pracovní látka předá teplo ohřívači.

Účinnost tepelného motoru:

$$\eta = \frac{W'}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$$

Účinnost tepelného motoru $\eta < 1 \Rightarrow \eta < 100\%$

Horní hranice účinnosti kruhového děje:

Tímto problémem se zabýval francouzský inženýr Carnot, zakladatel teorie tepelných strojů. Dokázal, že

pro horní hranici účinnosti tepelného stroje platí: $\eta_{\max} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Účinnost tepelného stroje je tím větší, čím větší je teplota ohřívače (například u parních motorů teplota páry) a čím nižší je teplota chladiče (například teplota páry, která vychází z parního motoru).

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Skutečná účinnost kruhového děje je vždy mnohem menší než horní hranice účinnosti (důvod - tepelné ztráty). Například parní turbína pracuje v rozmezí teplot 800 K a 320 K, takže má maximální účinnost kolem 60 %, skutečná je však mezi 25 a 35 %.

Tabulka účinnosti tepelných strojů:

Tepelný motor	$\frac{T_1}{K}$	$\frac{T_2}{K}$	$\eta_{\max}$	η
parní stroj lokomotivy	600	390	0,35	0,09 – 0,15
parní turbína	800	320	0,60	0,25 – 0,35
plynová turbína	1 100	500	0,55	0,22 – 0,37
čtyřdobý zážehový motor	2 800	970	0,65	0,20 – 0,33
vznětový motor	2 900	770	0,73	0,30 – 0,42
raketový motor	4 000	1 000	0,75	0,50

Zdroj obr: http://kvinta-html.wz.cz/fyzika/termodynamika/kruhovy_dej_s_ideálním_plynem/tepelné_motory.htm

DRUHÝ TERMODYNAMICKÝ ZÁKON

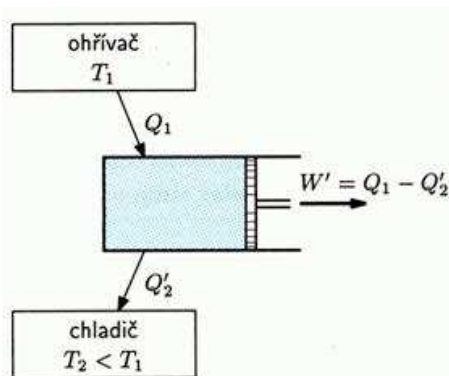
Pracovní látka během kruhového děje přijme od ohříváče teplo, ale jenom jeho část se využije ke konání práce. Zbytek tepla pracovní látka odevzdá chladiči.

Dvě formulace zákona:

Není možné sestavit periodicky pracující tepelný stroj, který by jen přijímal teplo od ohříváče a vykonával stejně velkou práci (perpetuum mobile druhého druhu).

Těleso o vyšší teplotě nemůže samovolně při tepelné výměně přijímat teplo od tělesa o nižší teplotě.

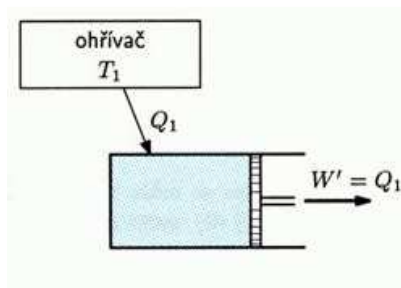
Schéma činnosti cyklicky pracujícího tepelného stroje:



Zdroj obr: <http://mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap211.htm>

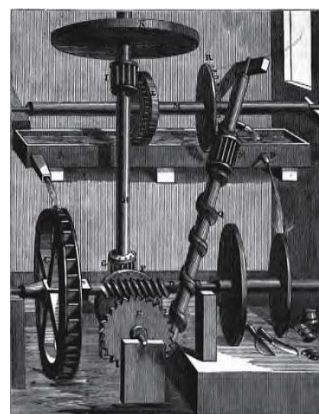
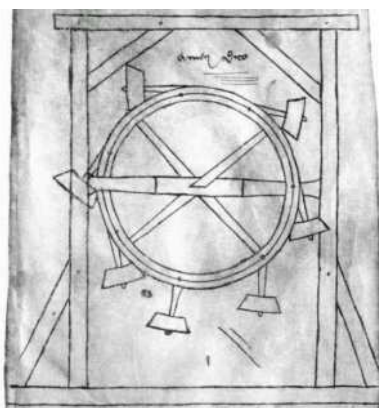
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Schéma činnosti perpetua mobile druhého druhu:



Zdroj obr: <http://mog.wz.cz/fyzika/2rocnik/kap211.htm>

„Návrhy“ perpetua mobile:



Zdroje obr: http://cs.wikipedia.org/wiki/Perpetuum_mobile
http://kvinta.html.wz.cz/fyzika/termodynamika/kruhovy_dej_s_idealnim_plynem/tepelne_motory.htm



Zdroje obr: <http://www.darkove-sklo.com/sada-houpaci-cap#lightbox>
<http://www.aktuality.sk/clanok/243692/revolucia-vo-fyzike-slovak-tvrdi-ze-objavil-perpetuum-mobile/>



evropský
sociální
fond v ČR



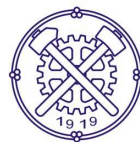
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST

PRÁCE PLYNU

Příklad 1:

Plyn uzavřený v nádobě s pohyblivý pístem zvýšil při stálém tlaku 4 MPa svůj objem o 100 cm³. Určete, jakou práci vykonal.

Příklad 2:

Ideální plyn při stálém tlaku 8 MPa zvětšil svůj objem o 500 dm³ a přijal přitom teplo 6 MJ. Určete změnu jeho vnitřní energie.

Příklad 3:

Vypočtěte, jakou práci vykoná plyn při stálém tlaku 0,5 MPa, jestliže se jeho původní objem ztrojnásobí.



evropský
sociální
fond v ČR



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 1

KRUHOVÝ DĚJ

Příklad 1:

Pracovní látka během jednoho cyklu přijala teplo 7,5 MJ a předala chladiči teplo 3,2 MJ. Vypočítejte účinnost tohoto cyklu.

Příklad 2:

Tepelný motor pracuje s účinností 28 %. Teplota ohřívače (hořící palivo) je 927 °C, teplota chladiče (výfukové plyny) je 447 °C.

- a) Určete účinnost ideálního tepelného stroje, který pracuje se stejnými teplotami ohřívače a chladiče.

- b) O kolik procent je účinnost tohoto stroje větší než účinnost daného tepelného motoru?

Příklad 3:

Tepelný motor, který pracuje s ohřívačem o teplotě 200 °C a s chladičem o teplotě 0 °C, zvedá závaží o hmotnosti 400 kg. Vypočítejte, do jaké maximální výšky může toto závaží vyzvednout, jestliže přijme od ohřívače teplo 80 kJ.



evropský
sociální
fond v ČR



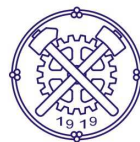
EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PRACOVNÍ LIST 2

KRUHOVÝ DĚJ

Příklad 4:

Teplota chladiče tepelného motoru je 27°C . Motor pracuje s účinností 30 %, která je 2,3 krát menší než je horní hranice účinnosti. Jaká je teplota ohříváče?

Příklad 5:

Pára vody přijala během jednoho kruhového děje od ohříváče teplo 11 MJ a chladiči předala teplo 5 MJ.

- Jakou práci přitom vykonala?
- Jaká je účinnost tohoto děje?
- Určete teplotu chladiče, jestliže teplota ohříváče byla 770 K.

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

PŘÍKLADY NA PROCVIČENÍ

- 1) Vodu o objemu 1 litr nalijeme do železného hrnce o hmotnosti 500 g. Jaké teplo přijme hrnec s vodou, zvýší-li se jejich teplota z 15°C na 100°C?
- 2) Jaké teplo přijme voda, která vyplňuje krytý bazén o délce 100 m, šířce 6 m a hloubce 2 m, zvýší-li se teplota vody v bazénu z 10°C na 25°C?
- 3) Do tavicí pece byla vložena platinová koule o hmotnosti 100 g. Po vytažení byla koule ponořena do vody o hmotnosti 1 kg a teplotě 10 °C. Teplota vody stoupla na 14 °C. Jaká byla teplota v peci? Měrná tepelná kapacita platiny je 133 J.kg⁻¹.K⁻¹. Tepelné ztráty neuvažujte.
- 4) Hliníkový předmět o hmotnosti 0,80 kg a teplotě 25 °C byl vložen do vody o hmotnosti 1,5 kg a teplotě 15 °C. Určete, jaká je teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu. Předpokládejte, že teplotní výměna nastala jen mezi hliníkem a vodou.
- 5) V kalorimetru o tepelné kapacitě 63 J.K⁻¹ je olej o hmotnosti 250 g a teplotě 12 °C. Do oleje ponoříme měděné závaží o hmotnosti 500 g a teplotě 100 °C. Měrná tepelná kapacita mědi je 383 J.kg⁻¹.K⁻¹. Výsledná teplota soustavy po dosažení rovnovážného stavu je 33 °C. Určete měrnou tepelnou kapacitu použitého oleje.
- 6) Vlak o hmotnosti 1000 tun brzdil se zrychlením 0,2 m.s⁻² a zastavil za 100 s. Vypočítejte změnu vnitřní energie kolejnic a vlaku.
- 7) Vypočítejte hmotnost závaží, které bychom zvedli do výšky 10 m, aby se jeho tíhová potenciální energie rovnala teplu, které potřebujeme k ohřátí 1 kg vody o 100 °C.
- 8) Vzduchoplavecký balon, který byl naplněný héliem, vystoupil z místa, kde byla teplota $T_1 = 290$ K a tlak $p_1 = 98,5$ kPa do výšky o teplotě $T_2 = 260$ K a tlaku $p_2 = 86,5$ kPa. Vypočítejte objem balonu v dané výšce, jestliže na počátku byl objem 950 m³.
- 9) Jak se změní tlak ideálního plynu, jestliže se jeho termodynamická teplota zvětší 2,8 krát a jeho objem vzroste o 40 % původního objemu?
- 10) Plyn při tlaku 0,60 MPa a teplotě 20 °C má objem 586 litrů. Vypočítejte, jaký objem zaujímá tentýž plyn při teplotě - 25 °C a tlaku 0, 40 MP.
- 11) Tři litry plynu mají v uzavřené nádobě při teplotě 0 °C tlak 2.10⁵ Pa. Při jaké teplotě bude mít tento plyn objem 4 l a tlak 5.10⁵ Pa?
- 12) Ideální plyn má při teplotě 0 °C tlak 1,02 kPa. Určete tlak plynu, jestliže se teplota zvýší o 100 K při stálém objemu.
- 13) Teplota dusíku dané hmotnosti se za stálého tlaku zvětšuje z počáteční hodnoty 20 °C. Určete, při jaké teplotě má dusík dvojnásobný objem než při počáteční teplotě.
- 14) V nádobě o vnitřním objemu 10 litrů je uzavřen plyn při tlaku 10 MPa. Určete, jaký bude jeho objem, poklesne-li izotermicky tlak na 6,5 MPa.
- 15) Manometr u bomby se stlačeným plynem ukazoval při teplotě 18 °C tlak 84.10⁵ Pa. Jaký tlak bude mít plyn, sníží-li se teplota na - 23 °C?. Změnu objemu bomby zanedbejte.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

- 16) Určete, na jakou teplotu je třeba při konstantním tlaku ohřát plyn stálé hmotnosti, aby se jeho objem v porovnání s objemem při teplotě $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ zvětšil dvakrát.
- 17) Určete, jakou práci vykoná plyn při stálém tlaku $0,15\text{ MPa}$, jestliže se jeho objem zvýší o 2 litry .
- 18) Plyn uzavřený v nádobě s pohyblivým pístem zvětšil při stálém tlaku 4 MPa svůj objem o 100 cm^3 . Vypočtěte, jakou práci vykonal.
- 19) Pára přicházející do parní turbíny má teplotu $500\text{ }^{\circ}\text{C}$. Určete, jakou teplotu má pára vycházející z turbíny při účinnosti $30\text{ }\%$.
- 20) Tepelný stroj pracuje s účinností $25\text{ }\%$. Určete teplo, jaké motor předává do chladiče, jestliže od ohříváče přijme teplo 1 kJ .
- 21) Ideální tepelný stroj, který pracuje s horní hranicí účinnosti, vykonal během jednoho cyklu kruhového děje práci $7,4 \cdot 10^4\text{ J}$. Teplota ohříváče je 373 K , teplota chladiče je 273 K . Určete množství tepla, které pracovní látka získala od ohříváče během jednoho cyklu a teplo, které během jednoho cyklu předala chladiči.
- 22) V ideálním tepelném stroji předal plyn chladiči $67\text{ }\%$ tepla, které získal od ohříváče. Určete teplotu chladiče, je-li teplota ohříváče 430 K .



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Seznam použité literatury a internetových zdrojů:

- E. SVOBODA, F. BARTÁK, M. ŠIROKÁ: Fyzika pro technické obory. SPN, 1989.
O. LEPIL, M. BEDNAŘÍK, R. HÝBLOVÁ R: Fyzika I pro SŠ. Prometheus 2003.
K. BARTUŠKA K: Sbirka řešených úloh z fyziky II. Prometheus 1997.
M. BEDNAŘÍK, E. SVOBODA, V. KUNZOVÁ: Fyzika II pro studijní obory SOU, SPN, 1988
K. BARTUŠKA K, E. SVOBODA: Fyzika pro gymnázia Molekulová fyzika a termika. Prometheus 2004
V. KOHOUT: Fyzika zásobník úloh pro SŠ. Scientia, spol.s r.o., 2006

<http://www.regiony24.cz>
<http://www.naseinfo.cz>
<http://www.e-pristroje.cz>
<http://www.omegaeng.cz>
<http://www.e-pristroje.cz>
<http://cs.wikipedia.org>
<http://www.kovoobrabeni-chotebor.cz>
<http://www.techoil.cz>
<http://www.mvp.cufo.cz>
<http://mog.wz.cz>
<http://kvintahtml.wz.cz>
<http://www.techmania.cz>
<http://profesorparticular68.wordpress.com/ley-de-boyle/>
<http://birthday.wz.cz/index01.htm>
[file:///C:/Users/jut/AppData/Local/Temp/Rar\\$EX10.712/termika_a_mol_fyzika/source/dum_11.html](file:///C:/Users/jut/AppData/Local/Temp/Rar$EX10.712/termika_a_mol_fyzika/source/dum_11.html)
<http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/aglussac.html>
http://group.chem.iastate.edu/Greenbowe/sections/projectfolder/flashfiles/gaslaw/charles_law.html
http://sciaga.onet.pl/20150,1,sciaga_druk.html
<http://profesorparticular68.wordpress.com/ley-de-charles/>
<http://www.darkove-sklo.com/sada-houpaci-cap#lightbox>
<http://www.aktuality.sk/clanok/243692/revolucia-vo-fyzike-slovak-tvrdi-ze-objavil-perpetuum-mobile/>