

Molekulová fyzika a termika



Fyzika 1. ročník

Vzdělávání pro konkurenceschopnost

Inovace výuky oboru Informační technologie



Obsah témat v kapitole Molekulová fyzika a termika

Částicová stavba látek

Tepelná roztažnost

Vnitřní energie tělesa

Teplo

Tepelná výměna

Změny skupenství

Tepelné motory



Částicová stavba látek

Látky jsou tvořeny částicemi. Nejmenší částicí dané látky je **molekula**.

Ta je tvořena menšími částicemi hmoty – atomy a ty mají svoji další stavbu.

Molekuly se v látce pohybují a vzájemně na sebe silově působí. Tyto jejich vlastnosti závisí na **skupenství** a na **teplotě**.

- **pevné látky** - pevná vazba – malá vzdálenost mezi částicemi – většinou krystalická mřížka – malý pohyb

- **kapalné látky** - vazba málo pevná – malá vzdálenost- pohyb po celém objemu (důkazem je difuze či Brownův pohyb)

- **plynné látky** - vzájemná vazba minimální, kontakt pouze při srážkách velký pohyb po celém prostoru (rozpínání)

Základní informaci o stavu částic uvnitř látky nám zprostředkovává fyzikální veličina **teplota**.

Užíváme pro ni t a jednotku $^{\circ}\text{C}$ - stupeň Celsia nebo T a jednotku K – kelvin.

Pro jednotky platí velikost $1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$, stupnice je posunuta $t = 0^{\circ}\text{C} \approx 273,15 \text{ K}$

0 K je **absolutní nula**, záporná teplota v K neexistuje ($-273,15^{\circ}\text{C}$)

K měření teploty používáme **teploměry**. Jejich principem bývá závislost objemu kapaliny či pevné látky na teplotě. (lze i elektrické vlastnosti na teplotě)



Příklady 173/1,2,3

1. Převeďte uvedené teploty na termodynamickou teplotu

$27\text{ }^{\circ}\text{C} =$

$-62\text{ }^{\circ}\text{C} =$

$93\text{ }^{\circ}\text{C} =$

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

$36\text{ }^{\circ}\text{C} =$

2. Převeďte uvedené teploty na Celsiovu teplotu

$200\text{ K} =$

$330\text{ K} =$

$87\text{ K} =$

$330\text{ K} =$

$87\text{ K} =$

3. Jaký je teplotní rozdíl mezi teplotami 100 K a 100 $^{\circ}\text{C}$?



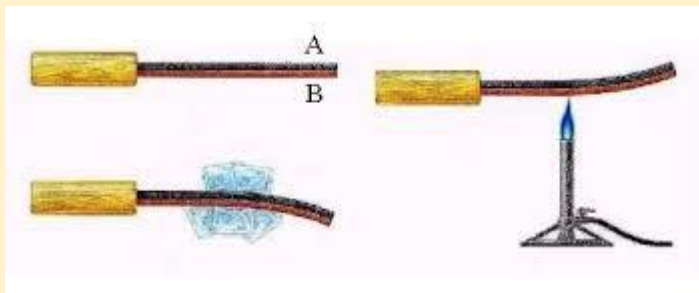
Tepelná roztažnost

Se závislostí objemu pevných a kapalných látek na teplotě je třeba počítat i v praxi, kdy je třeba brát zřetel na **délkovou** či **objemovou roztažnost**.

Nejčastějším případem bývá délková roztažnost pevných těles tvaru tyče (převládá délka nad ostatními rozměry). Délka závisí na **součiniteli délkové roztažnosti α** a změně teplot Δt .

$$l = l_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Tepelné roztažnosti využívá bimetalový teploměr, je s ní třeba počítat při konstrukci zařízení a staveb.



Příklady 177/5, 6,3



1. Měděný drát má při teplotě 30 °C délku 150,0 m. Zjistěte na internetu hodnotu koeficientu délkové roztažnosti mědi a určete jeho délku při teplotě 80 °C.
2. Deska ze smrkového dřeva má při teplotě 30 °C délku 2 500 mm. Určete prodloužení desky při zahřátí na teplotu 90 °C je-li $\alpha = 3,15 \cdot 10^{-6} K^{-1}$.



Vnitřní energie tělesa

Každé těleso je složeno z částic, které mají svoji kinetickou a potenciální energii. Součet pohybové energie částic a vzájemné polohové energie se nazývá **vnitřní energie tělesa**. Značkou je **U** a jednotkou **joule**.

Vnitřní energie tělesa lze měnit:

konáním práce

nebo

tepelnou výměnou

Pokud na těleso působí vnější síly a konají práci, zvýší se vnitřní energie, pokud práci koná těleso, vnitřní energie se sníží.

Pokud těleso přijme teplo od teplejšího tělesa, vnitřní energie se zvýší, pokud teplo předá tělesu chladnějšimu, vnitřní energie se sníží.

Pro izolovanou soustavu těles a celkovou vnitřní energii **U** platí zákon zachování energie ve tvaru:

$$\Delta U = W + Q$$

Tento vztah se nazývá **první termodynamický zákon** a lze jej vyjádřit tak, že přírůstek vnitřní energie tělesa je roven součtu práce vnějších sil působících na těleso a tepla, které těleso přijalo při tepelné výměně.



Teplo

Mezi dvěma tělesy, která mají různé teploty, dochází k předávání části jejich vnitřní energie ve formě **tepla**. Teplo přechází vždy z tělesa o **vyšší teplotě** na těleso o teplotě **nižší**. K výpočtu tepla Q je potřebná měrná tepelná kapacita látky c , hmotnost tělesa m a teplota t_0 na počátku a teplota t na konci výměny.

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

(Jednotkou tepla je joule, teplotu udáváme v jednotkách kelvin nebo stupeň Celsia, hodnoty c jsou uvedeny v tabulkách.)

Přístroj sloužící k výměně tepla mezi tělesy se nazývá **kalorimetr**. Dochází-li k tepelné výměně mezi dvěma tělesy v izolované soustavě, platí **kalorimetrická rovnice**. Teplo Q_1 přijaté chladnějším tělesem je rovno teple Q_2 odevzdanému tělesem teplejším. Teploty obou těles se vyrovnají.

$$Q_1 = Q_2$$

$$c_1 \cdot m_1 \cdot (t - t_1) = c_2 \cdot m_2 \cdot (t_2 - t)$$

Příklady uč. str.193



Příklady:

1. Smícháme stejné objemy vody o 18°C a 24°C . Jaká bude výsledná teplota?
2. Koupací vana je naplněna 40 l vody o teplotě 60°C . Kolik vody o teplotě 10°C musíme do vany přilít, aby výsledná teplota byla 40°C ?
3. Do vědra s 10 l vody o teplotě 15°C vložil kovář železnou podkovu o hmotnosti 1 kg. Jakou měla teplotu, pokud výsledná teplota vody byla 24°C ? ($c_{vody} = 4,2 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$, $c_{Fe} = 0,45 \text{ kJ/kg}^{\circ}\text{C}$)
4. V ohřívači vody o objemu 10 l je topné těleso, které má příkon 800 W. Za jak dlouho se ohřeje voda v ohřívači z 10°C na 50°C ? Předpokládejte 100% účinnost ohřívače.

Tepelná výměna

Předávání tepelné energie mezi tělesy se nazývá tepelná výměna. Může k ní docházet za různých podmínek.

Předávání tepla ze **zdroje** probíhá v přírodě vždy z tělesa o vyšší teplotě na těleso o teplotě nižší. **Druhy tepelné výměny:**

Vedením – tělesa jsou v přímém kontaktu, rychlost výměny závisí na tepelné vodivosti látek, některé jsou tepelné vodiče, jiné izolanty.

Prouděním - probíhá u kapalin a plynů – míchání látek o různé teplotě a tím také hustotě.

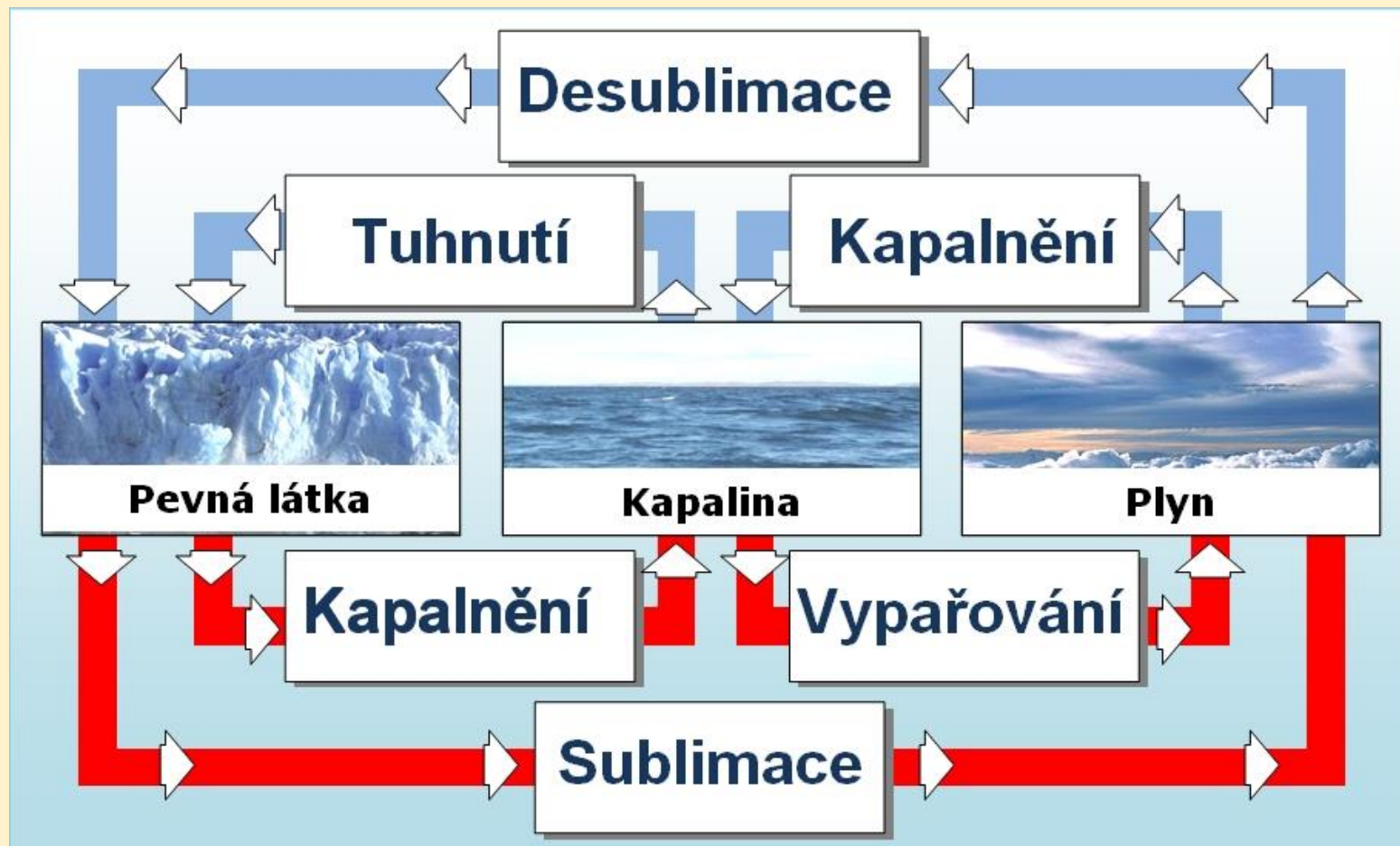
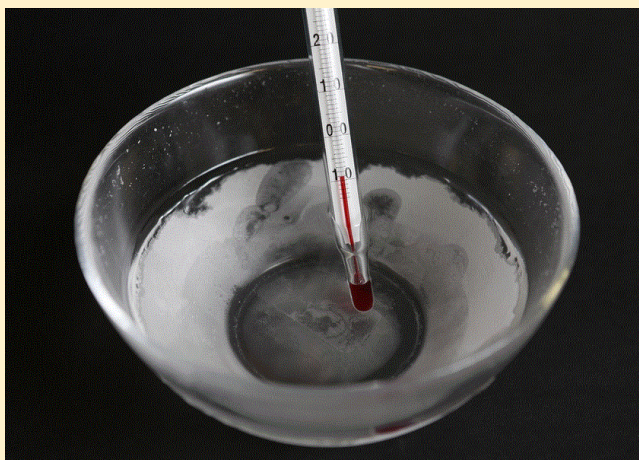
Zářením - výměna probíhá na dálku formou tepelného záření, je ovlivněna barvou a kvalitou povrchu těles.



Otázky k tématu uč. str. 198

Změny skupenství látek

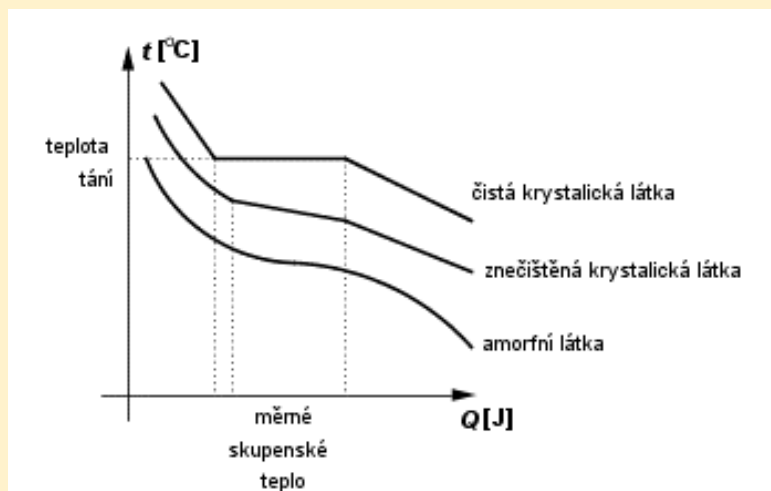
Látky se za běžných podmínek vyskytují ve třech skupenstvích. Mezi jednotlivými skupenstvími se mohou přeměňovat. Podmínky a jevy doprovázející změny skupenství mají velký praktický význam.





Tání

Dosáhne-li krystalická látka teploty tání mění se v kapalinu. Jev se nazývá tání. Teplota tání je různá pro různé látky. Teplota tání závisí na **tlaku**, udává se v tabulkách **normální teplota tání**, tj. teplota tání za normálního tlaku. Teplotu tání dané látky můžeme snížit přidáním příměsi, příkladem je přidání soli v zimě na zmrzlý led na chodníku. Tím se sníží jeho teplota tání a při okolní teplotě nižší než 0 °C začne led tát. Látky amorfnní a směsi přecházejí při zahřívání v kapalinu postupným měknutím. Nemají tedy určitou teplotu tání. Stálá hodnota teploty tání je dobrou kontrolou chemické čistoty látky.



Teplu potřebné k tomu, aby se pevné těleso o hmotnosti m zahřáté na teplotu tání přeměnilo v kapalinu téže hmotnosti a teploty, je **skupenské teplo tání L_t** .

Po vydělení skupenského tepla tání hmotností tělesa máme

měrné skupenské teplo tání.

$$l_t = \frac{L_t}{m}$$

Jednotkou této veličiny je J kg^{-1} . Je to energie potřebná na rozrušení molekulových vazeb pevného skupenství. Poměrně vysokou hodnotu měrného skupenského tepla tání má led. Důsledkem je pak pomalé tání ledu a sněhu na jaře.



Přijímá -li krystalická látka teplo, vzrůstá střední kinetická energie kmitavého pohybu částic. Částice zvětšují rozkmity, a tím se zvětšuje i střední vzdálenost mezi nimi. Tyto látky také při tání zvyšují svůj **objem** a při tuhnutí ho zmenšují.



Některé látky, např. led, antimon, bismut a některé slitiny, naopak táním objem zmenšují a rostoucím tlakem snižují teplotu tání. Díky tenké čepeli brusle působíme na led velkým tlakem, který snižuje teplotu tání ledu např. na $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pod bruslí se vytvoří tenká vrstvička roztáté vody, po které snadno kloužeme.

Tuhnutí

Ochlazujeme – li kapalinu vzniklou táním krystalické látky, mění se při teplotě tuhnutí (u krystalických látek rovné teplotě tání) v pevné těleso. Při tuhnutí odevzdává těleso do okolí skupenskou teplotu tuhnutí rovnou skupenskému teplotě tání. Tento jev můžeme pozorovat např. jako oteplení pár minut před sněžením.



Sublimace a desublimace

Přeměna pevného tělesa v plyn se nazývá **sublimace**. Za normálního tlaku sublimuje např. jód, naftalen, pevný oxid uhličitý, led nebo sníh, také všechny vonící nebo páchnoucí pevné látky. Měrné skupenské teplo sublimace l_s

je definováno vztahem

$$l_s = \frac{L_s}{m}$$

kde L_s je skupenské teplo sublimace přijaté pevným tělesem o hmotnosti m při sublimaci za dané teploty. Měrné skupenské teplo sublimace závisí na teplotě, při které pevná látka sublimuje - pro led při teplotě 0 °C je $l_s = 2,8\text{ MJ kg}^{-1}$. Je-li sublimující látka dostatečné hmotnosti v uzavřené nádobě, sublimuje tak dlouho, až se vytvoří rovnovážný stav mezi pevným skupenstvím a vzniklou párou. Objemy pevné látky a páry se dále nemění, konstantní zůstává tlak páry a teplota soustavy. Např. uhlík v podobě tuhy nebo diamantu za běžných tlaků vůbec nekapalní. Při ohřívání se pevné skupenství rovnou mění v plyn.

Opačný děj k sublimaci se nazývá **desublimace**. Příkladem je vznik drobných krystalků jódu z jódových par nebo vytváření jinovatky z vodní páry za teplot pod 0 °C .



Suchý led sublimující na vzduchu:



Vypařování a kapalnění

Těsně nad povrchem kapaliny se utvoří vrstvička **nasycených par**, které difúzí přecházejí do okolního vzduchu. Na jejich místo vychází z kapaliny nové nasycené páry. Celý jev se nazývá **vypařování**. Kapalina se vypařuje jen na volném povrchu při kterékoliv teplotě. Protože difuze par do volného prostoru postupuje různou rychlostí, vypařují se různé kapaliny při téže teplotě různě rychle. Při **vyšší teplotě**, při větším povrchu kapaliny nebo když **odstraňujeme páry**, pak probíhá děj rychleji. Proces vypařování je doprovázen **ochlazováním**, protože molekuly opouštějící kapalinu zmenšují její celkovou vnitřní energii, což má za následek pokles teploty. Teplota vypařující se kapaliny je proto vždy poněkud nižší než je teplota okolí. Chceme-li, aby teplota vypařující se kapaliny neklesala, je nutné zajistit přívod tepla z vnějšku. Dodané teplo nezvyšuje teplotu kapaliny, ale spotřebuje se na udržení původní teploty. Tato energie se nazývá **skupenské teplo vypařování** L_v .

$$l_v = \frac{L_v}{m}$$

Veličina je měrné skupenské teplo vypařování. Jednotkou je J kg^{-1} . S rostoucí teplotou kapaliny skupenské teplo vypařování klesá. Obrácený děj k vypařování je **kapalnění** (kondenzace). Při tomto ději odevzdává látka svému okolí

skupenské **teplo kondenzační**,

které je stejné jako skupenské teplo vypařování L_v .



Nasyčená pára

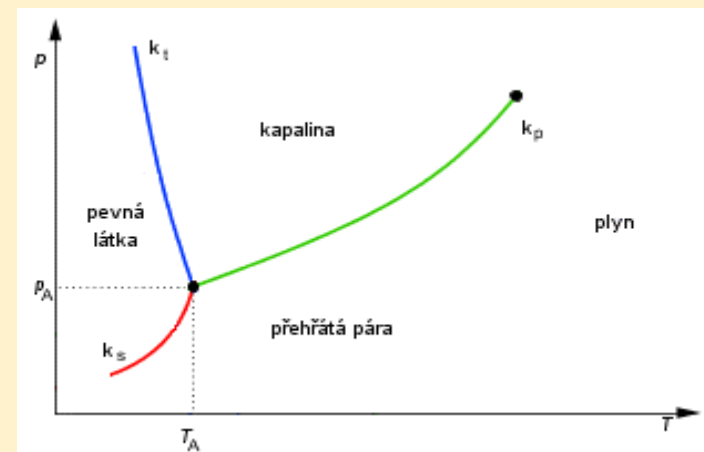
Jestliže nalijeme kapalinu do **uzavřené nádoby**, je počet molekul opouštějících povrch kapaliny větší než počet molekul, které se za stejnou dobu vracejí zpět do kapaliny. Objem kapaliny se proto zmenšuje a současně se zvětšuje hustota a tlak páry nad kapalinou. Po určité době nastane **rovnovážný stav**, při kterém počet molekul vracejících se do kapaliny je roven počtu molekul kapalinu opouštějících. Objem kapaliny a páry se nemění, konstantní také zůstává tlak páry a teplota soustavy. Pára, která je v rovnovážném stavu se svou kapalinou, se nazývá nasyčená pára. Jestliže sytou páru zahříváme nebo izotermicky zvětšujeme její objem bez přítomnosti kapaliny, vznikne **přehřátá pára**. Přehřátá pára je pára, která má vždy nižší tlak a hustotu než sytá pára téže teploty.

Var

Vypařování probíhá tak dlouho, až se tlak sytých par vyrovná tlaku atmosférickému. V tuto chvíli syté páry mohou unikat díky vyššímu tlaku a vypařování probíhá rychleji. Jsou-li v kapalině malé bublinky vzduchu, vznikají nasyčené páry vzduchu i uvnitř kapaliny. Bublinky vzduchu vzniknou při stěnách nádoby hned při nalití kapaliny, nebo vznikají při ohřívání kapaliny z plynů v kapalině absorbovaných. Bublinky se s klokotem tlačí nahoru, říkáme, že **nastal var**. Vzniká jen při určité teplotě, kterou nazývá **teplota (bod) varu**. Teplota varu výrazně závisí na atmosférickém tlaku. Se vzrůstajícím atmosférickým tlakem se teplota varu zvyšuje a naopak. Ke zvýšení teploty varu vody při tlaku vyšším, než je tlak normální, se využívá Papinova hrnce. Pokud kapalina vře, má stálou teplotu a veškerá dodaná energie se spotřebovává na přeměnu kapaliny v páru.

Fázový diagram

Rovnovážné stavy dané látky mezi různými skupenstvími můžeme znázornit do tzv. fázového diagramu. Fázový diagram se skládá ze tří křivek: k_p – křivka syté páry znázorňuje rovnovážné stavy mezi kapalinou a její sytou párou; k_t – křivka tání znázorňuje rovnovážný stav mezi pevným a kapalným tělesem téže látky, křivka není ukončena; k_s – křivka sublimační znázorňuje rovnovážný stav mezi pevným tělesem a sytou párou z téže látky.



Všechny tři křivky se stýkají v jednom bodě A, který nazýváme **trojný bod**. Znázorňuje rovnovážný stav soustavy pevné těleso + kapalina + sytá pára.

Tepelné motory



Parní stroj

palivo – dřevo, uhlí, plyn,
+ náplň vody

užití - stacionární stroje,
lodě, vlaky

účinnost – 10%

-průmyslová revoluce



Dvoudobý zážehový motor

palivo – benzín s olejem

užití – pohon malých strojů
- pily, sekačky, mopedy

účinnost – 20%

jednoduchost a malá
hmotnost



Čtyřdobý zážehový motor

palivo – benzín, etanol,
LPG, CNG

užití – motocykly a osobní
automobily

účinnost – 35%

malá hmotnost proti
vznětovému



Vznětový motor

palivo – nafta

užití – osobní a nákladní
automobily, vlaky, lodě

účinnost – 45%

větší hmotnost, lepší
ekonomika provozu

Tepelné motory jsou stroje, které přeměňují **vnitřní energii** spalovaného paliva na **mechanickou práci**. Účinnost těchto motorů je poměrně nízká.



Proudový motor

palivo – letecké palivo +
okysličování vzduchem

užití - letadla

účinnost -50%

k pohonu použit princip
akce a reakce



Raketový motor

palivo- kapalné palivo,
ropné, vodík +

kapalné okysličovadlo –
kyslík, fluór, kyselina

dusičná

užití – raketová technika

účinnost -50%

Účinnost všech spalovacích motorů je poměrně nízká, protože plyny, které z motorů unikají, mají ještě značnou teplotu. Rozdíl mezi přijatým a odevzdaným teplem je tedy malý. Z toho vyplývá i malá práce, která se získá z vnitřní energie plynu. Nízká účinnost tepelných motorů vyplývá z jejich podstaty a nedá se konstrukčními zásahy pronikavě zlepšit.

Tato část učiva je vhodná pro doplnění podrobnostmi pomocí referátů.



Zdroje

Knihy:

Lepil, Bednařík a Hýblová. *Fyzika pro střední školy I* Praha: Prometheus,
1993 ISBN 80-7196-184-1

Lepil, Bednařík a Hýblová. *Fyzika pro střední školy II* Praha: Prometheus,
2002 ISBN 80-7196-185-X

Elektronické zdroje:

www.google.com

www.edunet.souepl.cz

www.newsroom.intel.com

www.fyzika.jreichl.com

www.cez.cz

www.didaktik.cz/fyzika

www.techmania.cz

KONEC