

Mol. fyz. a termodynamika

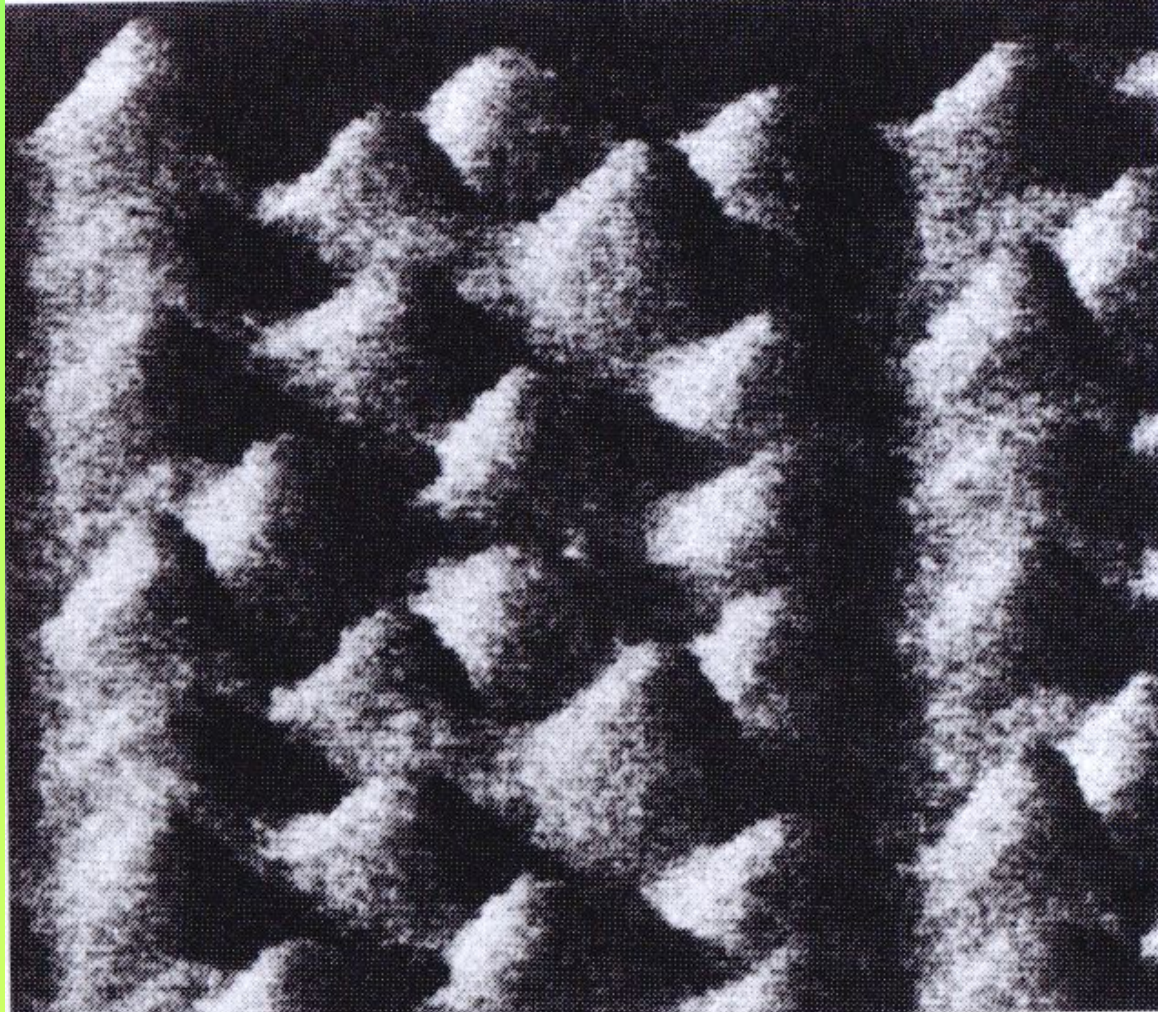
- Molekulová fyzika - pracuje na základě kinetické teorie látek a statistiky
- Termodynamika - zkoumání tepelných jevů a strojů - nezajímají nás jednotlivé částice

Mol. fyz. a termodynamika

- Molekulová fyzika - základem jsou:
- Látka kteréhokoli skupenství se skládá z atomů, molekul nebo iontů
- Molekuly, atomy a ionty se neustále a chaoticky pohybují - tepelný pohyb
- Libovolné částice látky na sebe navzájem působí odpudivými a přitažlivými silami

Mol. fyz. a termodynamika

- Povrch krystalu křemíku

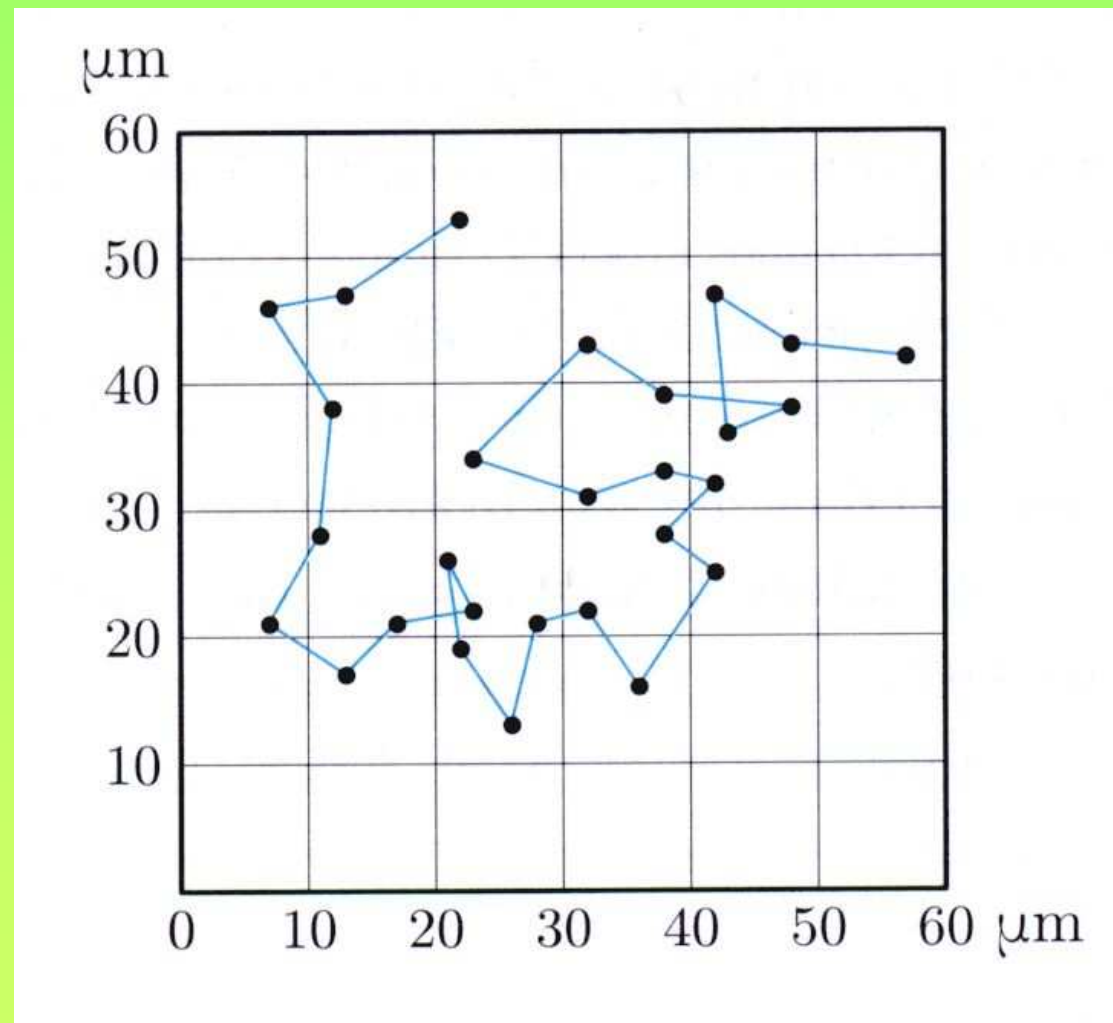


Mol. fyz. a termodynamika

- Difuze - samovolné pronikání částic jedné látky mezi částice látky druhé téhož skupenství
- Tranfuze - difuze dvou různých plynů pórovitými stěnami nebo blánami
- Osmóza - difuze kapalin přes polopropustnou přepážku

Mol. fyz. a termodynamika

- Brownův pohyb



Mol. fyz. a termodynamika

- Skupenství látek

- Pevná fáze
- Kapalná fáze
- Plynná fáze
- Plazma

Mol. fyz. a termodynamika

THE PERIODIC TABLE

1 <i>IA</i>	H 1 1.008 Hydrogen	2 <i>IIA</i>																		18 <i>VIIIA</i>	He 2 4.00 Helium
2	Li 3 6.94 Lithium	Be 4 9.01 Beryllium											B 5 10.81 Boron	C 6 12.01 Carbon	N 7 14.01 Nitrogen	O 8 16.00 Oxygen	F 9 19.00 Fluorine	Ne 10 20.18 Neon			
3	Na 11 22.99 Sodium	Mg 12 24.31 Magnesium	3 <i>IIIB</i>	4 <i>IVB</i>	5 <i>VB</i>	6 <i>VIB</i>	7 <i>VII B</i>	8 <i>VIIIB</i>	9	10	11 <i>IB</i>	12 <i>IIB</i>	Al 13 26.98 Aluminum	Si 14 28.09 Silicon	P 15 30.97 Phosphorus	S 16 32.07 Sulfur	Cl 17 35.45 Chlorine	Ar 18 39.95 Argon			
4	K 19 39.10 Potassium	Ca 20 40.08 Calcium	Sc 21 44.96 Scandium	Ti 22 47.88 Titanium	V 23 50.94 Vanadium	Cr 24 52.00 Chromium	Mn 25 54.94 Manganese	Fe 26 55.85 Iron	Co 27 58.93 Cobalt	Ni 28 58.69 Nickel	Cu 29 63.55 Copper	Zn 30 65.39 Zinc	Ga 31 69.72 Gallium	Ge 32 72.61 Germanium	As 33 74.92 Arsenic	Se 34 78.96 Selenium	Br 35 79.90 Bromine	Kr 36 83.80 Krypton			
5	Rb 37 85.47 Rubidium	Sr 38 87.62 Strontium	Y 39 88.91 Yttrium	Zr 40 91.22 Zirconium	Nb 41 92.91 Niobium	Mo 42 95.94 Molybdenum	Tc 43 (97.9) Technetium	Ru 44 101.07 Ruthenium	Rh 45 102.91 Rhodium	Pd 46 106.42 Palladium	Ag 47 107.87 Silver	Cd 48 112.41 Cadmium	In 49 114.82 Indium	Sn 50 118.71 Tin	Sb 51 121.76 Antimony	Te 52 127.60 Tellurium	I 53 126.90 Iodine	Xe 54 131.29 Xenon			
6	Cs 55 132.91 Cesium	Ba 56 137.33 Barium	La 57 138.91 Lanthanum	Hf 72 178.49 Hafnium	Ta 73 180.95 Tantalum	W 74 183.85 Tungsten	Re 75 186.21 Rhenium	Os 76 190.2 Osmium	Ir 77 192.22 Iridium	Pt 78 195.08 Platinum	Au 79 196.97 Gold	Hg 80 200.59 Mercury	Tl 81 204.38 Thallium	Pb 82 207.2 Lead	Bi 83 208.98 Bismuth	Po 84 (209) Polonium	At 85 (210) Astatine	Rn 86 (222) Radon			
7	Fr 87 223.02 Francium	Ra 88 226.03 Radium	Ac 89 227.03 Actinium	Rf 104 (261) Rutherfordium	Db 105 (262) Dubnium	Sg 106 (263) Seaborgium	Bh 107 (262) Bohrium	Hs 108 (265) Hassium	Mt 109 (266) Meitnerium	Unnamed Discovery 110 Nov. 1994	Unnamed Discovery 111 Nov. 1994	Unnamed Discovery 112 1996		Unnamed Discovery 114 1999		Unnamed Discovery 116 1999		Unnamed Discovery 118 1999			

ALKALI METALS **ALKALI EARTH METALS** **HALOGENS** **NOBLE GASES**

LANTHANIDES	Ce 58 140.12 Cerium	Pr 59 140.91 Praseodymium	Nd 60 144.24 Neodymium	Pm 61 (145) Promethium	Sm 62 150.36 Samarium	Eu 63 152.97 Europium	Gd 64 157.25 Gadolinium	Tb 65 158.93 Terbium	Dy 66 162.50 Dysprosium	Ho 67 164.93 Holmium	Er 68 167.26 Erbium	Tm 69 168.93 Thulium	Yb 70 173.04 Ytterbium	Lu 71 174.97 Lutetium
ACTINIDES	Th 90 232.04 Thorium	Pa 91 231.04 Protactinium	U 92 238.03 Uranium	Np 93 237.05 Neptunium	Pu 94 (240) Plutonium	Am 95 243.06 Americium	Cm 96 (247) Curium	Bk 97 (248) Berkelium	Cf 98 (251) Californium	Es 99 252.08 Einsteinium	Fm 100 257.10 Fermium	Md 101 (257) Mendelevium	No 102 259.10 Nobelium	Lr 103 262.11 Lawrencium



www.hmpublishing.com

© Hayden-McNeil Specialty Products

Mol. fyz. a termodynamika

- Veličiny popisují soustavu částic

- Relativní (atomová) hmotnost A_r

$$A_r = \frac{m_a}{m_u}$$

- m_u je atomová hmotnostní konstanta

$$m_u \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

Mol. fyz. a termodynamika

- m_u je definována jako $\frac{1}{12}$ klidové hmotnosti nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$

- Relativní (poměrná) molekulová hmotnost M_r

$$M_r = \frac{m_m}{m_u}$$

- m_m je klidová hmotnost molekuly

Mol. fyz. a termodynamika

- Avogadrova konstanta - N_A
- A) udává počet atomů v nuklidu uhlíku $^{12}_6\text{C}$ o hmotnosti $0,012\text{kg}$ (přesně)
- B) udává počet částic (atomů, molekul, iontů) v chemicky stejnorodé látce o látkovém množství jeden mol

$$N_A \approx 6,02217 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

Mol. fyz. a termodynamika

- Číselná hodnota hmotnosti jednoho molu látky vyjádřená v gramech je rovna relativní molekulové či atomové hmotnosti látky

- Látkové množství $n = \frac{N}{N_A} \quad [mol]$

- N je celkový počet částic

Mol. fyz. a termodynamika

- Molární hmotnost $M_m = \frac{m}{n}$

- Molární objem $V_m = \frac{V}{n}$

- Za normálních fyzikálních podmínek je molární objem u plynů stejný

$$t = 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad p = 101,325 \text{ kPa}$$

$$V_m = 22,414 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Mol. fyz. a termodynamika

- Pevné látky - krystalické a amorfní
- Kryystalová mřížka - pravidelné uspořádání atomů látky
- Plynná látka - částice jsou vzájemně velmi vzdáleny - neexistují mezimolekulové síly
- Kapalná látka - přechod mezi pevnou a plynnou fází

Mol. fyz. a termodynamika

Poznámka

- Kladné částice - kationty
- Záporné částice - anionty

- Kladná elektroda - anoda
- Záporná elektroda - katoda

Mol. fyz. a termodynamika

- Teplota a její měření
- Teplota souvisí s pohybem částic
- Teplotu měříme pomocí teploměrů
 - Kapalinových
 - Bimetalických
 - Digitálních - polovodiče

Mol. fyz. a termodynamika

- Teplotní stupnice
- Celsiova - např. $t = 18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Termodynamická teplota - např. $T = 13\text{ K}$
- Nejnižší možnou teplotou je $T = 0\text{ K}$
- Pro převod mezi t a T platí:

Mol. fyz. a termodynamika

- Termodynamika
- Rovnovážný děj a rovnovážný stav
- Termodynamická soustava
 - Izolovaná
 - Neizolovaná
 - Uzavřená
 - Neuzavřená
 - Adiabaticky izolovaná

Mol. fyz. a termodynamika

- Soustava přechází z počátečního stavu do výsledného stavu
- Rovnovážný stav
- Každá soustava, která je od určitého okamžiku v neměnných vnějších podmínkách, přejde samovolně po určité době do rovnovážného stavu. V tomto stavu setrvává, pokud zůstanou tyto podmínky zachovány.

Mol. fyz. a termodynamika

- Probíhá-li děj tak, že se mění jeden rovnovážný stav za druhý, nastává rovnovážný děj.
- Skutečné děje jsou nerovnovážné.
- Vratný děj
- Nevratný děj

Mol. fyz. a termodynamika

- Vnitřní energie
- Celková energie soustavy je tvořena

$$E = E_k + E_p + U$$

- U je vnitřní energie soustavy
- U je součtem vnitřní kinetické energie tepelného pohybu částic, vzájemného působení částic, energie elektronů a energie jader

Mol. fyz. a termodynamika

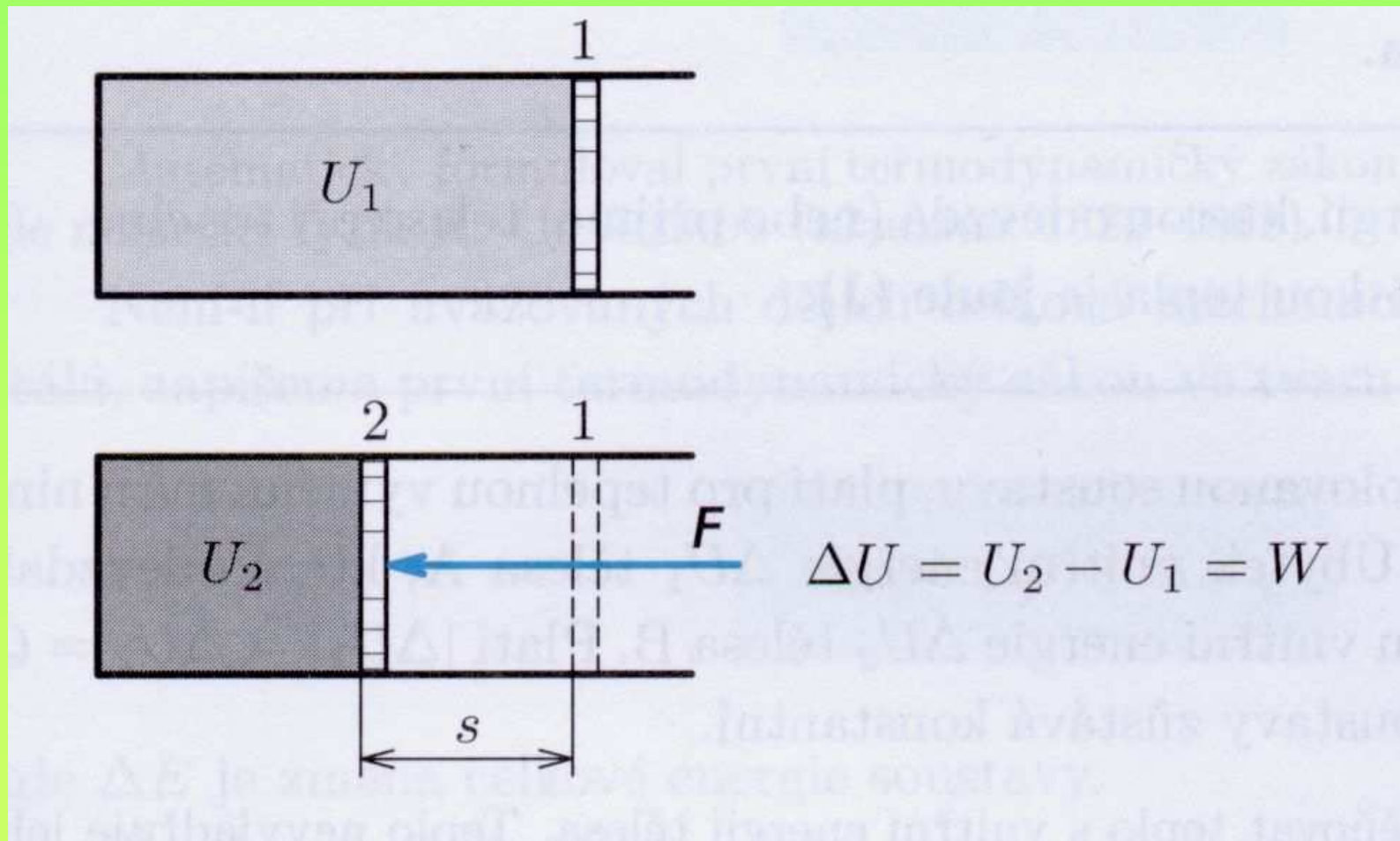
- Změna vnitřní energie

$$\Delta U = U_2 - U_1$$

- Konáním práce
- Tepelnou výměnou
- Současným konáním práce a tepelné výměny

Mol. fyz. a termodynamika

- Konáním práce



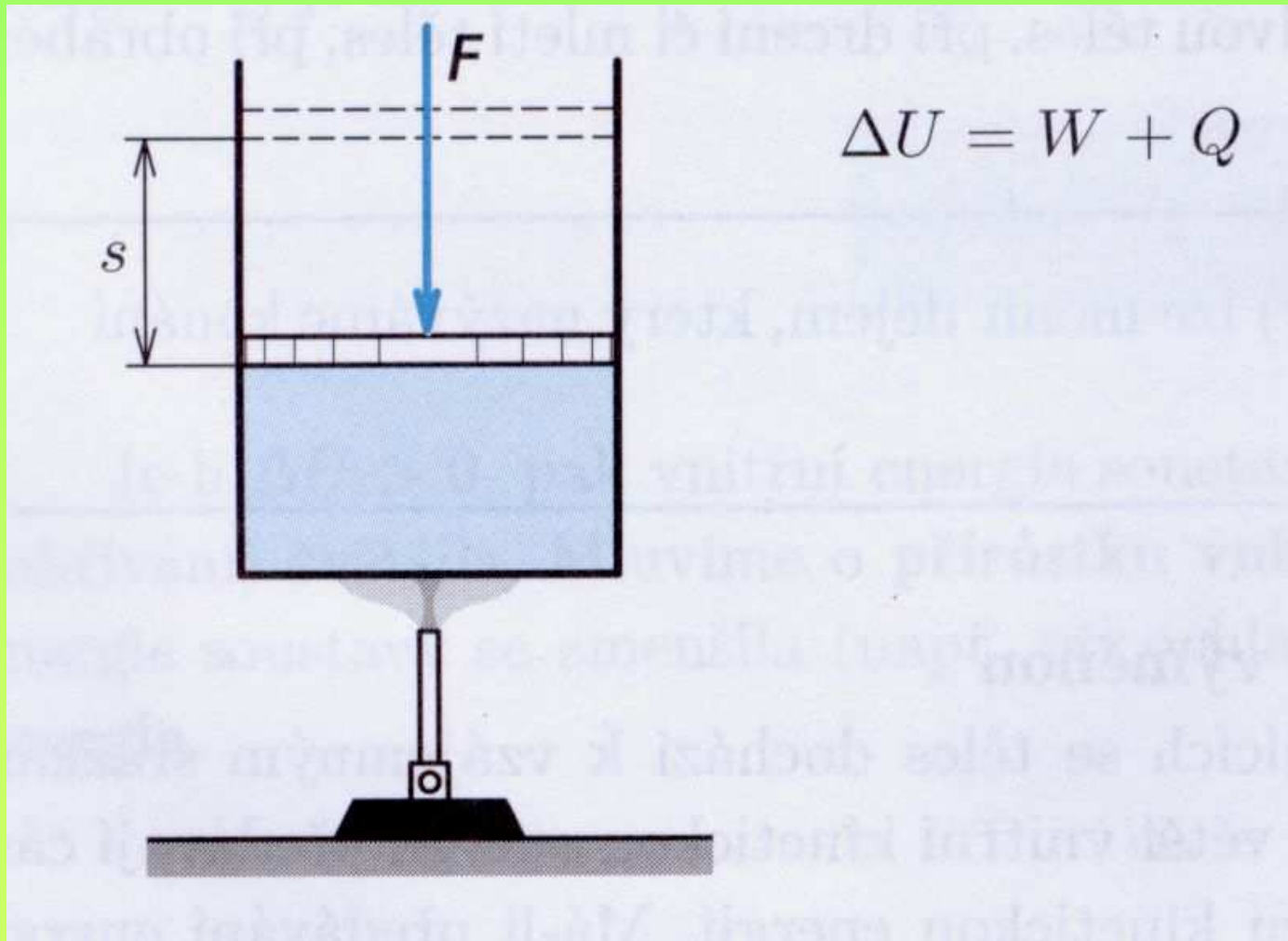
Mol. fyz. a termodynamika

- Tepelnou výměnou
- Odevzdáním tepla
- Přijetím tepla

- Popisována veličinou Q - teplo

Mol. fyz. a termodynamika

- 1. termodynamický zákon



Mol. fyz. a termodynamika

- 1. Termodynamický zákon

$$\Delta U = W + Q$$

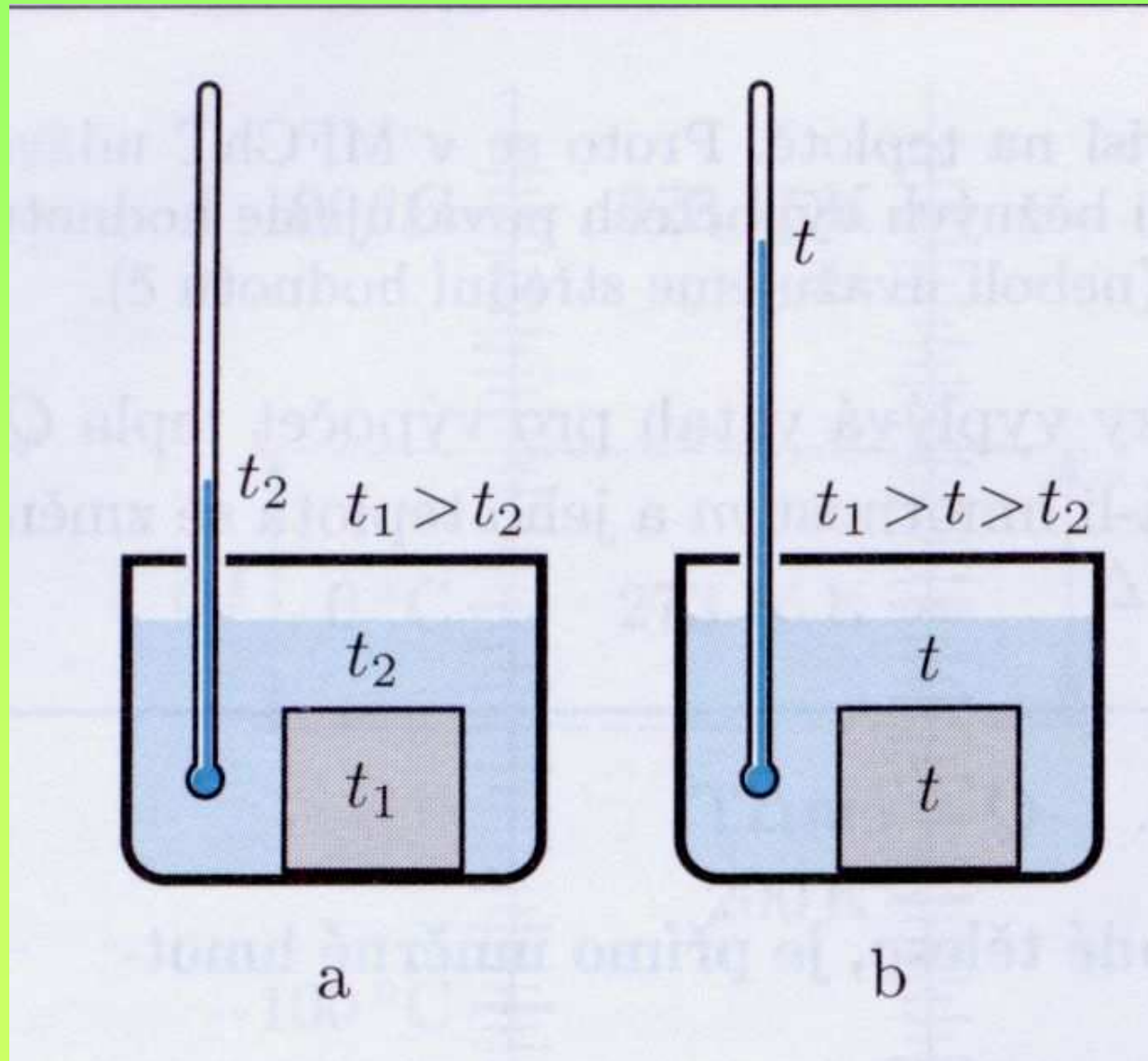
- Pokud proběhne děj takový, že se soustava dostane do původního stavu (kruhový děj) je $\Delta U = 0$
- a $Q = -W$
- Nelze sestrojít perpetuum mobile prvního druhu

Mol. fyz. a termodynamika

- Kalorimetrická rovnice
- Udává vztah mezi Q a C (c)
- Měrná tepelná kapacita - c

$$Q = c m (t_2 - t_1) \equiv c m (\Delta t)$$

Mol. fyz. a termodynamika



Mol. fyz. a termodynamika

- Kalorimetrická rovnice

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

- Tato rovnice platí, pokud neuvažujeme tepelnou kapacitu kalorimetru

Mol. fyz. a termodynamika

- Práce ideálního plynu

Mol. fyz. a termodynamika

- Stavové veličiny

- p, V, T, N, n

- Stavová rovnice id. plynu

$$pV = NkT$$

$$pV = nRT$$

$$n = \frac{N}{N_A}$$

$$\frac{pV}{T} = \textit{konst.}$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

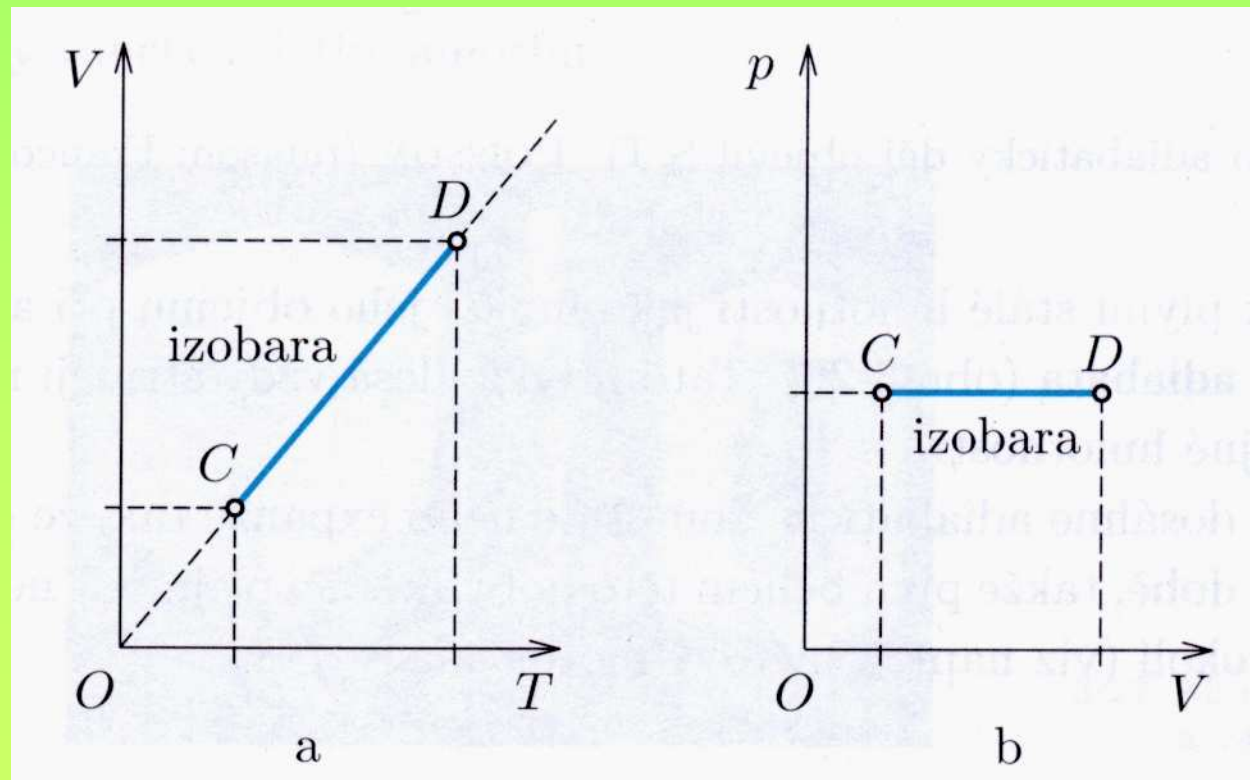
Mol. fyz. a termodynamika

- Jednoduché děje v plynech
 - Izobarický děj
 - Izochorický děj
 - Izotermický děj
 - Adiabatický děj

Mol. fyz. a termodynamika

- Izobarický děj
- p je konstantní

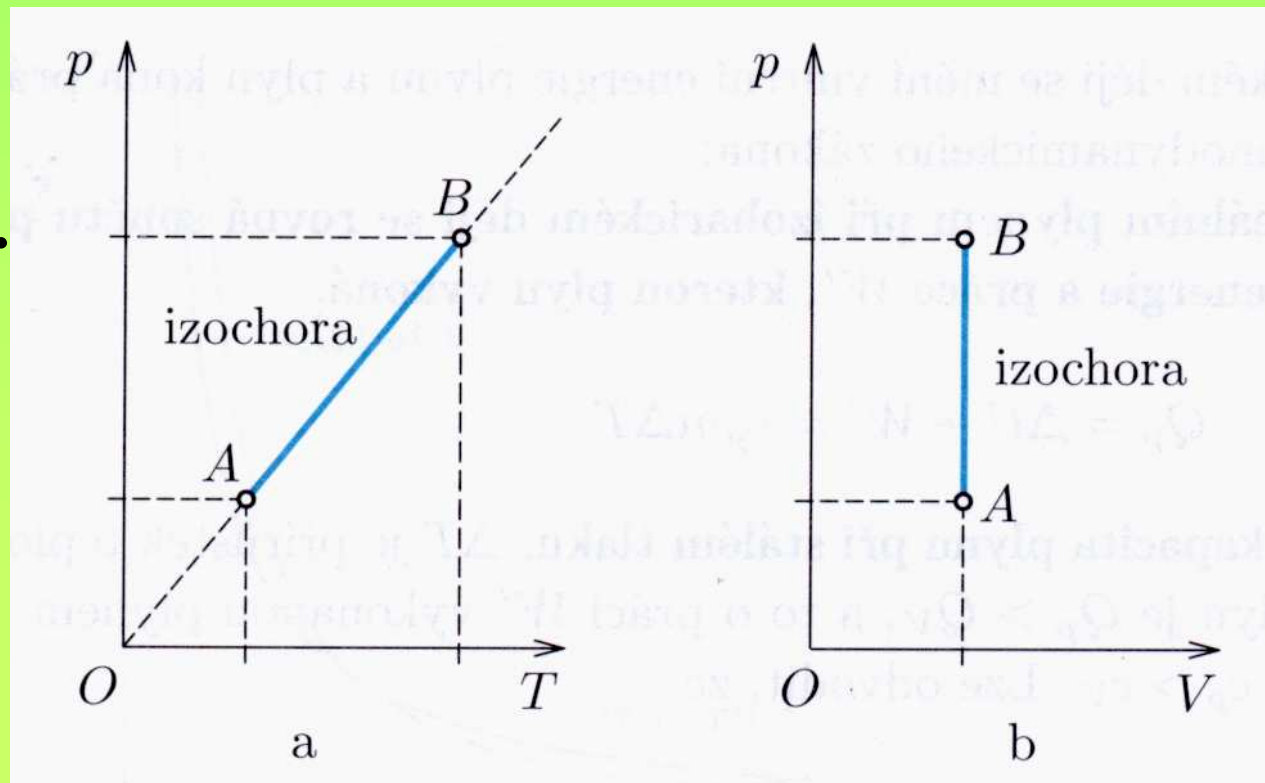
$$\frac{V}{T} = \textit{konst.}$$



Mol. fyz. a termodynamika

- Izochorický děj
- V je konstantní

$$\frac{p}{T} = \textit{konst.}$$

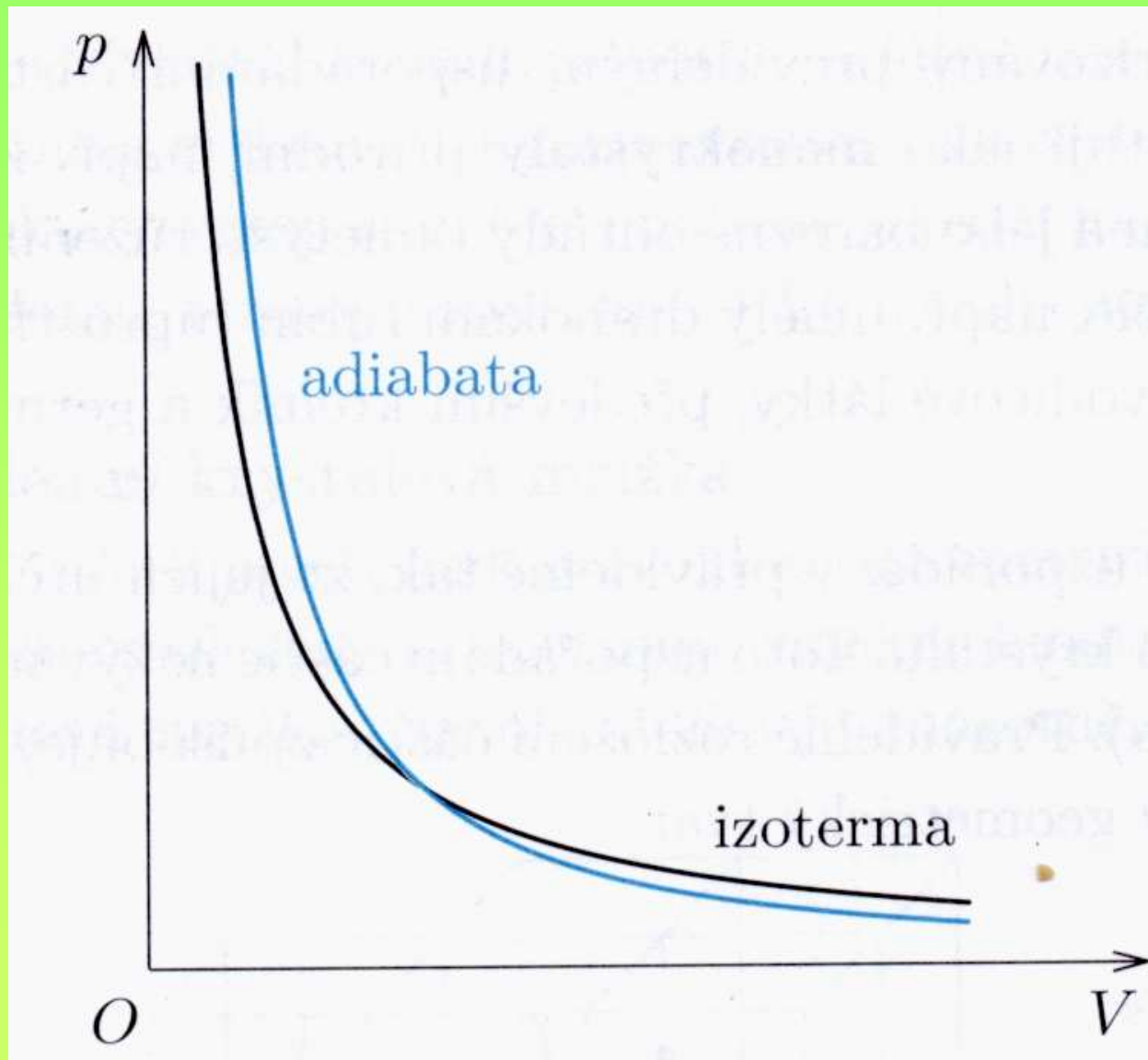


Mol. fyz. a termodynamika

- Izotermický děj
- T je konstantní

$$pV = \textit{konst.}$$

Mol. fyz. a termodynamika



Mol. fyz. a termodynamika

- Adiabatický děj

$$Q = 0 \quad \Delta U = W$$

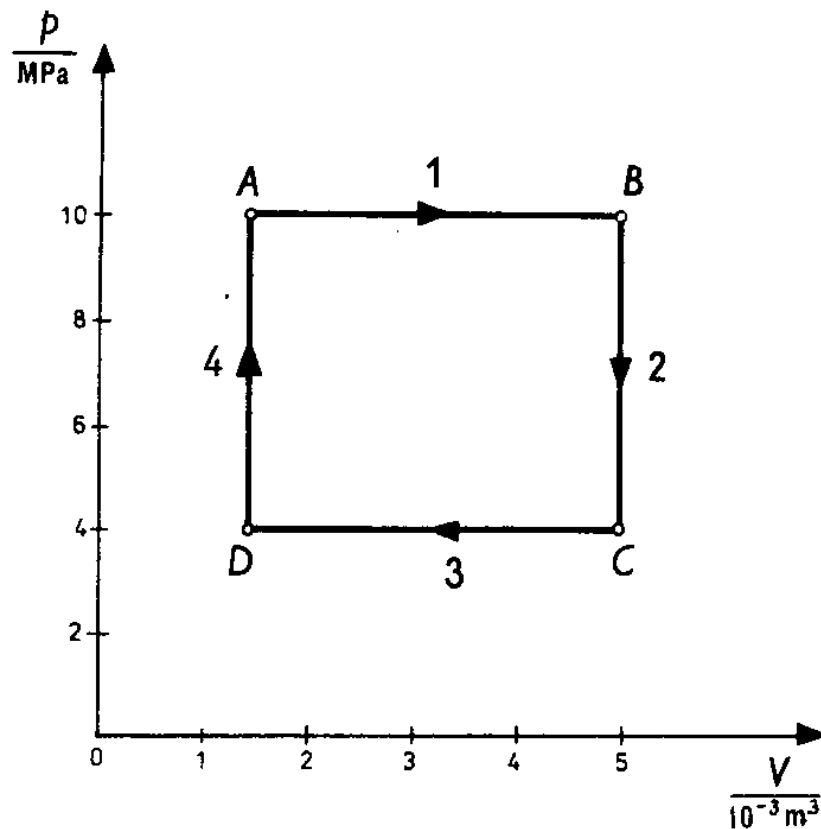
$$pV^\kappa = \textit{konst.}$$

$$\kappa = \frac{c_p}{c_v}$$

Mol. fyz. a termodynamika

- Práce plynu při kruhovém ději

$$\Delta U = 0 \quad Q_1 - Q_2 = -W$$



Mol. fyz. a termodynamika

- Účinnost kruhového děje je vždy menší než 1
- 2. zákon termodynamiky

Nelze sestrojít cyklicky pracující tepelný stroj, který by jen přijímal teplo od určitého tělesa a vykonával stejně velkou práci

Mol. fyz. a termodynamika

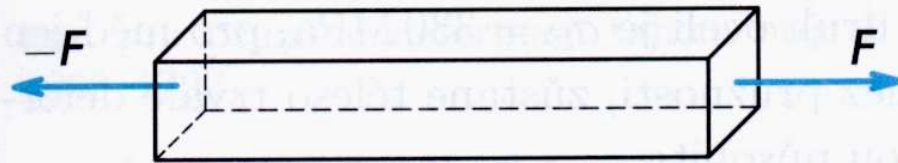
- Struktura pevných látek
- Krystalické
- Amorfní
- Ideální krystalová mřížka -
geometrické uspořádání částic
krystalické látky

Mol. fyz. a termodynamika

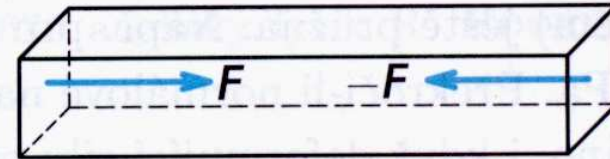
- Deformace pevného tělesa

- Tahem
- Tlakem
- Ohybem
- Krutem
- Smykem

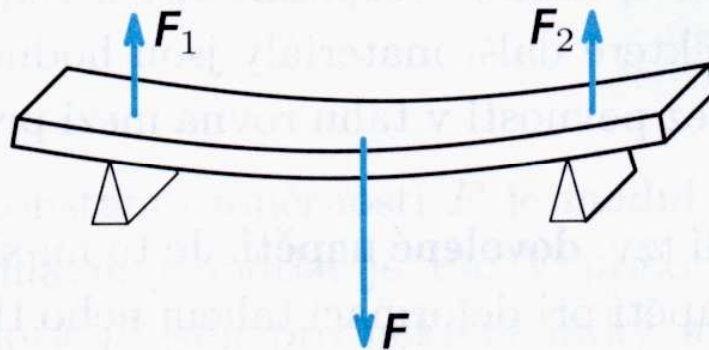
Mol. fyz. a termodynamika



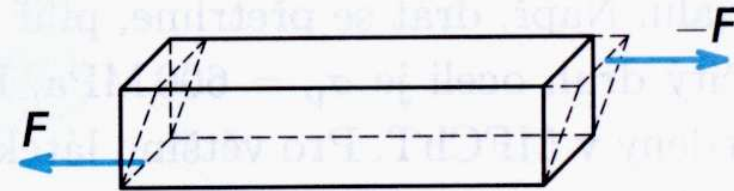
deformace tahem



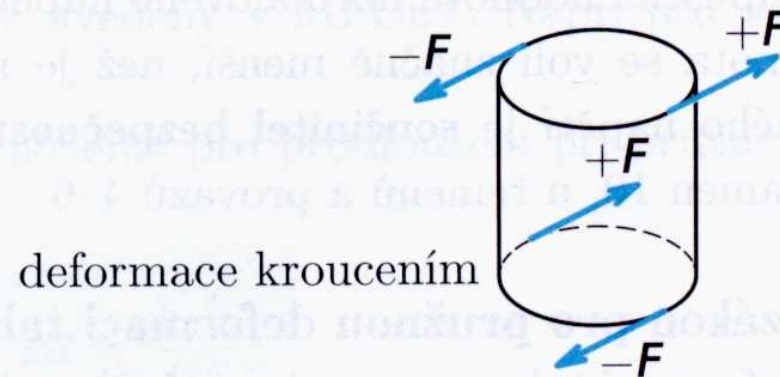
deformace tlakem



deformace ohybem



deformace smykem



deformace kroucením

Mol. fyz. a termodynamika

- Teplotní roztažnost pevných látek

- Délková $\Delta l = \alpha l \Delta T$

- α je koeficient délkové roztažnosti

- Objemová $\Delta V = \beta V \Delta T$

- β je koeficient objemové roztažnosti

$$\beta \approx 3\alpha$$

Mol. fyz. a termodynamika

- Skupenské změny látky
- Pevná - kapalná = tání
- Pevná - plynná = sublimace
- Kapalná - plynná = vypařování (i var)
- Kapalná - pevná = tuhnutí
- Plynná - kapalná = kondenzace
- Plynná - pevná = desublimace

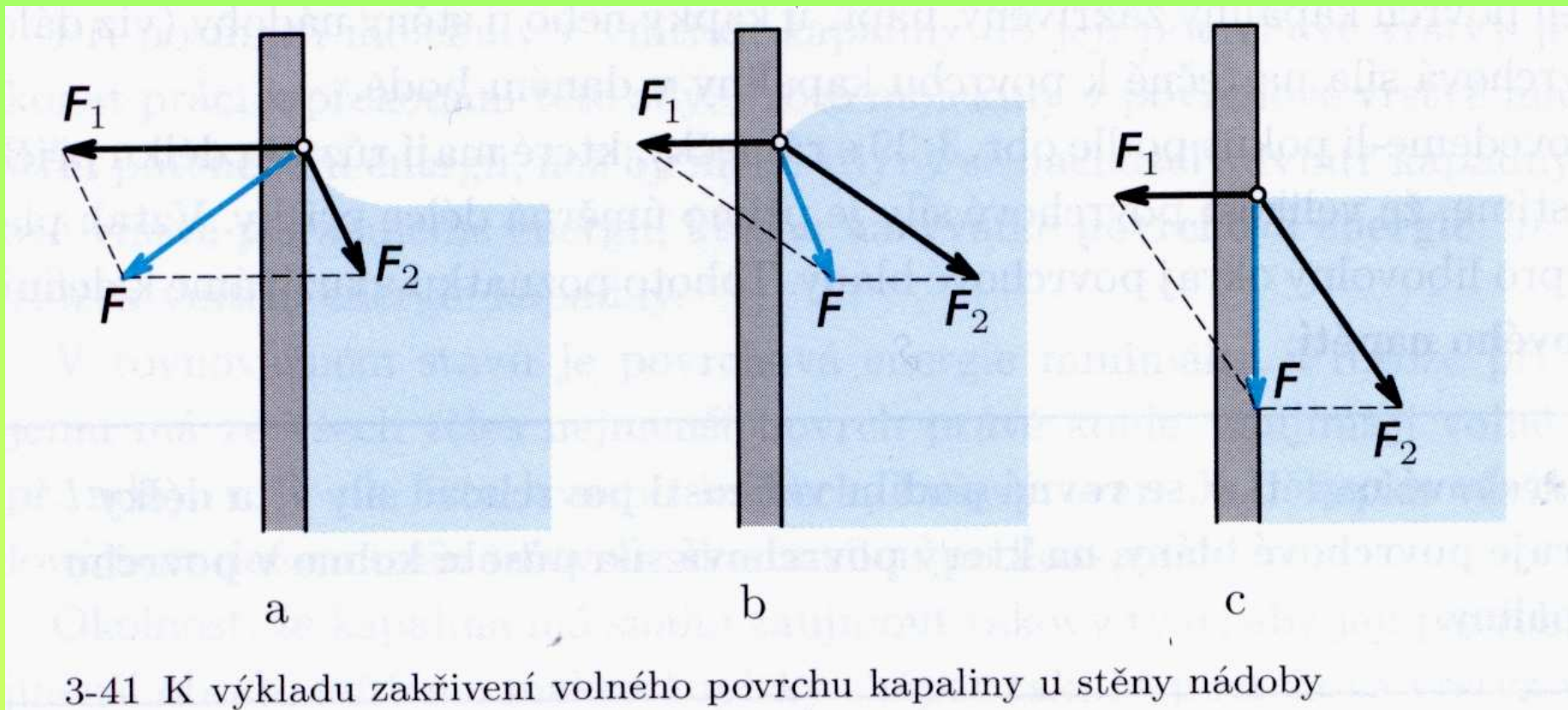
Mol. fyz. a termodynamika

- Povrchové napětí kapalin
- Povrchová vrstva kapalného tělesa má větší potenciální energii než uvnitř kapalného tělesa
- Energie povrchové vrstvy je součástí vnitřní energie tělesa

$$\sigma = \frac{F}{l}$$

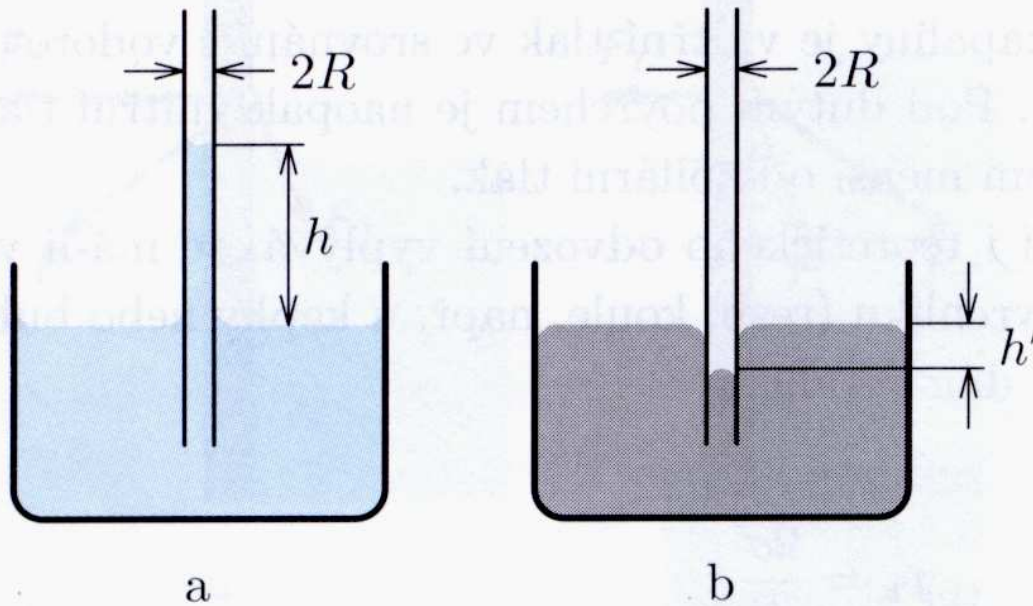
Mol. fyz. a termodynamika

- Kapaliny - smáčivé a nesmáčivé



Mol. fyz. a termodynamika

- Kapilární elevace a deprese



3-44 Kapilární elevace (a)
a kapilární deprese (b)