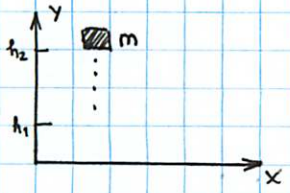
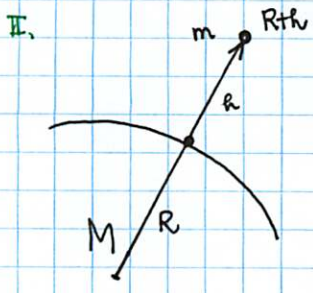


POTENCIALNA ENERGIJA II



I. $W_p = mgh$



zdeli se ne smeta sprckrivati, sicer ne veja

$$mg(r) = F_g = G \frac{mM}{r^2} = mg(r)$$

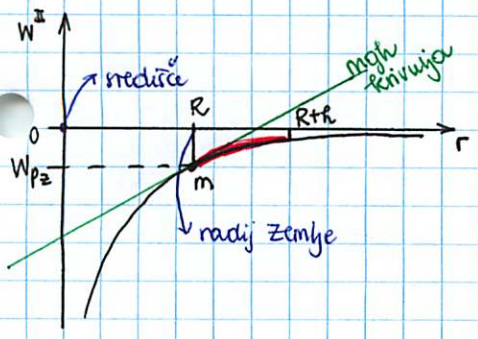
$$r = R + h$$

$$g(r) = \frac{GM}{r^2}; \quad g(R) = g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$g(r) = g_0 \frac{R^2}{r^2}$$

$$A = \int_{r_1}^{r_2} mg(r) dr = \int_{r_1}^{r_2} mg_0 R^2 \frac{1}{r^2} dr = mg_0 R^2 \left(-\frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_1} \right)$$

Definicija: $W_p^I = -G \frac{mM}{r} = W_p(r) = -mg_0 \frac{R^2}{r}$



$$\Delta W_p^I = -mg_0 R^2 \left(\frac{1}{R+h} - \frac{1}{R} \right) = W_p^I$$

$$W_p^I = mg_0 R^2 \left(\frac{R+h-R}{R(R+h)} \right) = mg_0 R^2 \cdot \frac{h}{R(R+h)}$$

če zanemarimo (ko je zelo majhno) dobimo formulo $W_p = mgh$

$g(r)$ (= si lahko predstavljamo kot funkcijo razdalje ali funkcijo kraja)

$g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$



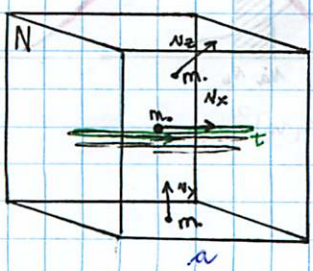
- na ekvatorju je g manjši, ker centrifugalna sila vleče navzven
- na severnem in južnem polu je g največji

$$g = g_0 - \omega^2 R$$

$$\omega = \frac{2\pi}{24 \cdot 3600 \text{ s}}$$

$$R = 6400 \text{ 000 m}$$

TOPLOTA



V kocki se nahajajo kroglice, ki predstavljajo N točkastih teles. Kroglice imajo tudi hitrosti, ki so po velikosti vse enako dolge.

$$N_x = \frac{N}{3} = N_y = N_z; \quad t = 2 \frac{a}{v_x}$$

$N \rightarrow \infty$ ozi. termodinamska limita

šla, s katero kroglice delujejo na steno, je sila curka.

$$F_x = 2 \phi_m v_x = \frac{2m \omega v_x}{\tau} \cdot N_x = \frac{2m \omega v_x N_x \cdot v_x}{2a} = \frac{m \omega N_x}{a} \cdot v_x^2$$

$$F_x = \frac{m \omega N_x}{a} v_x^2$$

Plak: $p = \frac{F_x}{S} = \frac{m \omega N_x \cdot v_x^2}{a \cdot S} = \frac{m \omega N_x v_x^2}{a^3}; \quad v_x = v = v_y = v_z$

$$pV = \frac{1}{3} m \omega N \cdot 2 \cdot \frac{v^2}{2} = \frac{2}{3} m \omega \frac{v^2}{2} = \frac{2}{3} W_k$$

$$pV = \frac{2}{3} W_k$$

Eksperimenti:

(a)

→ tlat (= giblje se brez trenja)

trije kroglice (= molekuli) so parabole

idealni plin (= trki so le med stenami posode in molekulami, ne pa med molekulami)

kolo s katerim kroglice spravimo v gibanje (različne frekvence)

Kdaj se plin utekočini?
 1 m^3 plina (= npr. zraka) ... 1 kg
 ... 1 l

(1)

(2)

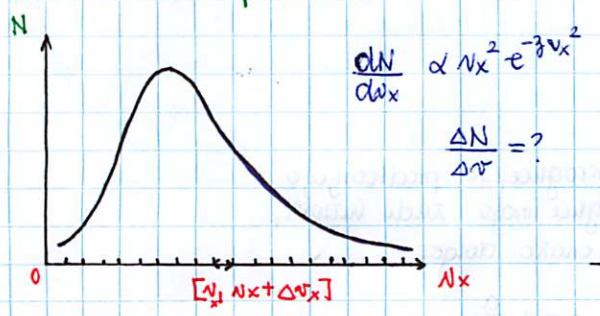
Plin se utekočini, ko se molekule plina, če plin stiskamo in hladimo, zbljujejo (veliko trkov med molekulami, ki jih ticer NI = idealni plin).

- (1) posoda pri normalnem tlaku
- (2) posoda pri povečanem tlaku

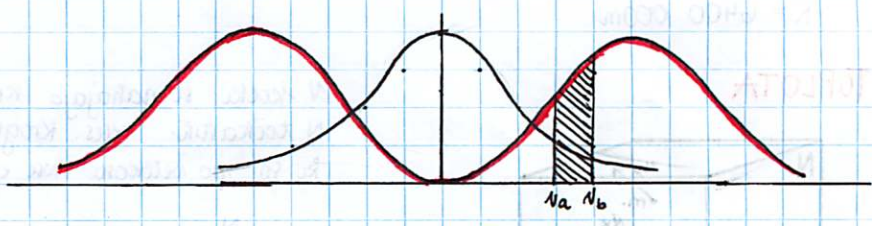
(b) = idealni plin

neka frekvenca (nihanje spravi kroglice v gibanje)

(c) Maxwellova porazdelitev



$x^2 \cdot e^{-x^2}$ — Maxwellova porazdelitev

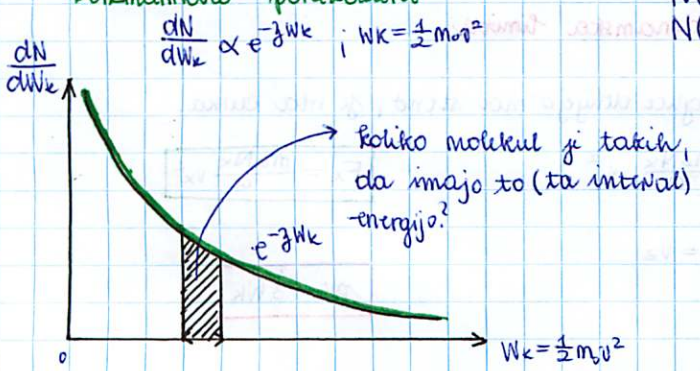


Koliko delcev je na intervalu $[v_a, v_b]$?

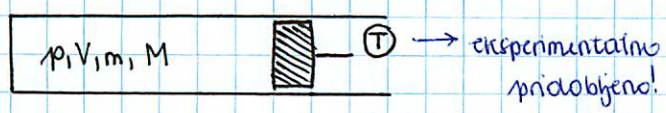
$N(v_a, v_b) = ?$

$N(v_a, v_b) = \int_{v_a}^{v_b} \frac{dN}{dv} dv$

Boltzmannova porazdelitev —



(d) plinska enačba
Dana je posoda s plinom.

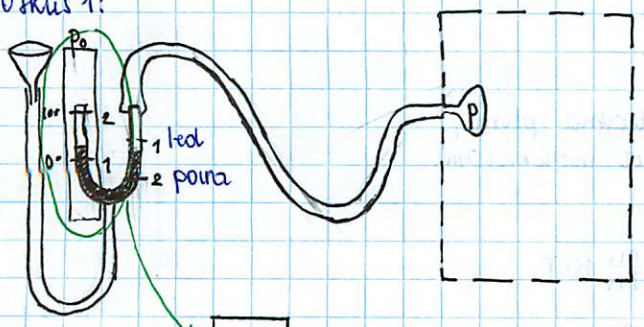


M... masa 1 kmol [kg]
1 kmol = $6,02214 \cdot 10^{26}$ EN oz. N_A ali Avogadrovo število

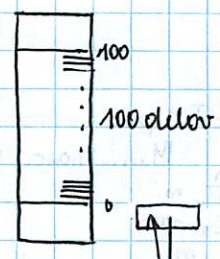
$p \cdot V = \frac{m}{M} \cdot R \cdot T$ [$^{\circ}C, K, ^{\circ}F, \dots$]
 $R = 8314 \frac{J}{kmol \cdot K}$... iz leta 1811

TEMPERATURA (= energija molekul)

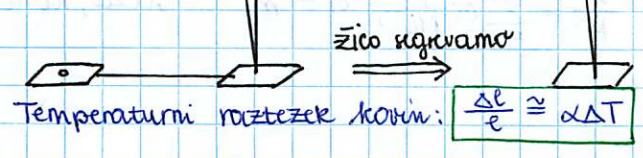
Poskus 1:



$1^{\circ}C \sim \frac{1}{100} \Delta T$ $0^{\circ}F \leftrightarrow -32^{\circ}C$
 $1^{\circ}C \cdot \frac{9}{5} = 1^{\circ}F$ $(T(F) - 32^{\circ}) \cdot \frac{5}{9} = \tilde{T}(C)$



Poskus 2:

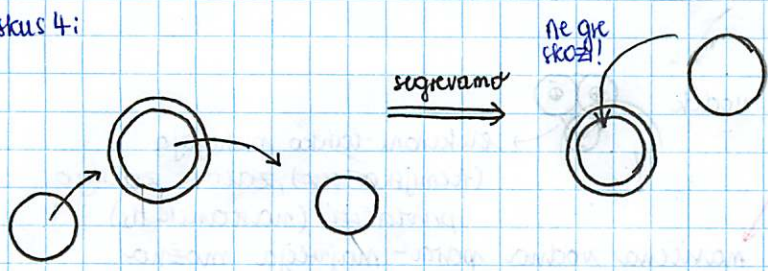


Poskus 3:

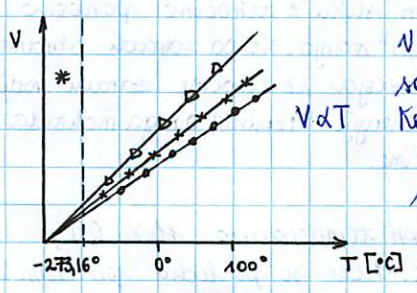
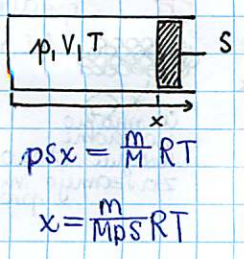


Dve različni kovini \Rightarrow potem dva RAZLIČNA temperaturna raztezka

Poskus 4:



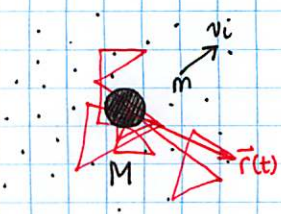
Plinski termometer



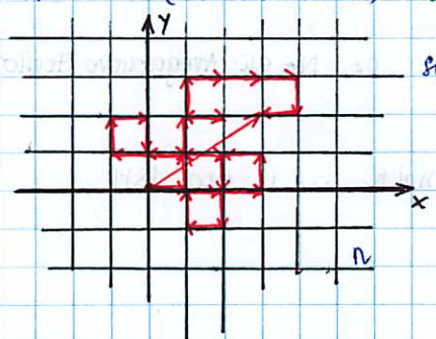
$V \propto T$
 $V \neq$ nimamo več idealnih plinov, samo še rodit.
Kelvinova skala: $0^{\circ} = 273,16 K$
 $\Delta T = 1 K = 1^{\circ}C$
 $p \cdot V = \frac{1}{3} m_0 N v^2 = \frac{2}{3} W_k$
 $p \propto \overline{W_k}$ (točen izraz)
 $p \propto \overline{W_m}$ (mehanika)
 $\Rightarrow T \propto W_n$

BROWNOVO GIBANJE

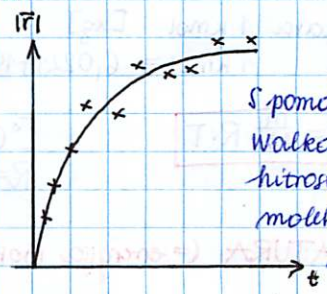
Damo imamo N kroglic z maso m , ki se gibanje izotropno (enakomerno) in se z prostimi trki zlitavajo v kroglico z maso M .



$N \rightarrow \infty$
 $|\vec{r}(t)| \propto \sqrt{t}$ (= sorazmerno) **random walk**



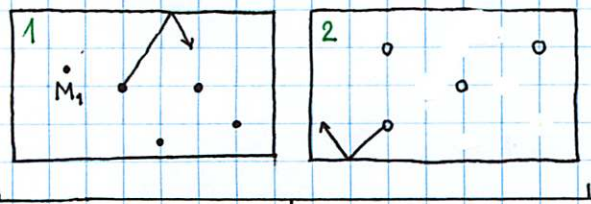
sorazmerno \approx :
 $r \propto \sqrt{n}$



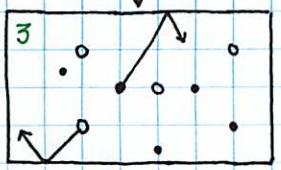
S pomočjo random walka so izračunal hitrosti delcev in molekul, ki jih ne vidimo.

MEŠANICA PLINOV

Damo imamo enaki posodi, v katerih imamo istočina plina, t.j. molekule se odbijajo le od posode, trkov med molekulami praktično ni. Tlaka v posodah sta različna.



1 $p_1 V = \frac{m_1}{M_1} R \cdot T$
 2 $p_2 V = \frac{m_2}{M_2} R \cdot T$



$p = p_1 + p_2$
 $m = m_1 + m_2$

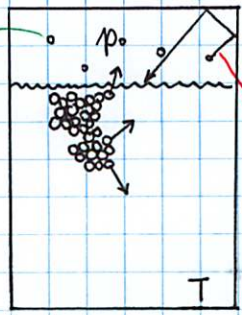
3 $(p_1 + p_2) V = (\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}) R \cdot T = p \cdot V$
 $p V = \frac{m}{M} R T$ M, \dots masa kmola mešanice
 $\frac{m}{M} = \frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2} \dots = \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{M_i}$
 $\frac{1}{M} = \sum_{i=1}^n c_i \frac{1}{M_i}$; $c_i = \frac{m_i}{m}$... teža, koncentracije

$M_{\text{zrak}} \approx 29 \text{ kg}$	$O_2 \dots 32 \text{ kg/kmol}$
$C_{O_2} = 0,21 \pm \dots$	$N_2 \dots 28 \text{ kg/kmol}$
$C_{N_2} = 0,78 \pm \dots$	$CO_2 \dots 44 \text{ kg/kmol}$
$C_{CO_2} = \dots$	$H_2O \dots 18 \text{ kg/kmol}$
$C_{H_2O} = \dots$	

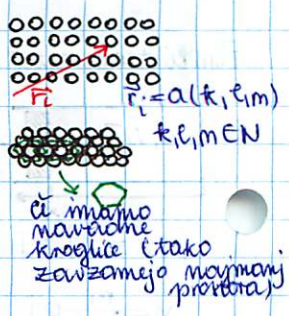
Če je vode veliko v zraku, potem je zrak lahke in tlak nizke.

Ekspeniment:

molekule nad tekočino ne izhlapijo zaradi zaprte posode (imajo neko kinetično energijo)



nodik elektroni lahko prehajajo (kemijska vez), zato se začnejo privlačiti (molekul H₂)
 nasičena vodna para - največja možna količina vode v plinastem agreg. stanju - para. Ta ima kin. energije in pri stiku z tekočino ponovno "zakipi" vonjjo. Te pa zaradi ohranitve ravnovesja iz tekočine zaradi velike kin. energije "izpuh" oluga molekula tekočine.



Poznamo približno 20 faz ledu, $\pm 10^\circ C - 0^\circ C$

zaradi molekul vode
 Anomalije vode je, da je led redkejši in da plava na gladini. Dremo pa lahko le pri temperatura blizu $0^\circ C$, ker se med ledom in zrakom mudi plavit vode. Ticer se po ledu pri npr. $20^\circ C$ ne morimo obrati.