Az ideális gázmodell

A molekulái elhanyagolhatóan kicsi térfogatúak, kölcsönhatások szintén elhanyagolható, tökéletesen rugalmasan ütköznek egymással és az edény falával is. Állapotegyenlete: P*V= n* R* T

Kinetikus modellje:

1. A gáz nagyszámú azonos tömegpontból áll.
2. A részecskék különböző sebességű, véletlenszerű mozgást végeznek, tökéletesen rugalmasan ütköznek egymással és a fallal.
3. ütközés során semmilyen más erő nem hat, csak ütközés az ütközés kölcsönhatásából származó. Az ütközés elhanyagolható ideig tart.

Az átlagos kinetikus energia és hőmérséklet (egyatomos) ideális gáz esetén:

$$\frac{3}{2}kT = \frac{1}{2}mv^2$$

Steiner-tétel

A tehetetlenségi nyomaték definíció szerint függ a tengely megválasztásától. A szimmetriatengellyel egybeeső forgástengelyek ismeretében az ezzel párhuzamos tengelyekre vonatkoztatott tehetetlenségi nyomatékok közötti összefüggést a Steiner tétel adja meg.

$$\theta_d = \theta_{\mathrm{tkp}} + \mathrm{md}^2$$

amely úgy jön ki, hogy:

$$\theta = \int l^2 \ dm = \int (x-d)^2 + y^2 \ dm = \int x^2 + y^2 \ dm + d^2 \int dm - 2d \int x \ dm \ =$$

$$\theta = \theta_{\mathrm{tkp}} + \mathrm{md}^2$$

θ_d : tömegközépponton átmenő tengellyel párhuzamos, attól d távolságra lévő forgástengelyre vonatkozó forgató nyomaték
θ_{tkp} : tömegközépponton átmenő tehetetlenségi nyomaték
m: test össztömege
d: párhuzamos tengelyek távolsága

Állandó nyomáson mért fajhő, annak levezetése

Ha a hőcsere állandó nyomáson történik, akkor hőmérsékletnövekedéshez több hőmennyiségre van szükség, mint állandó térfogaton , mert a gáz által végzett térfogati munkát is fedezni kell.

Tehát:

$$Q = \Delta E_b - W = \Delta E_b + p\,\Delta V$$

$$C_p = \frac{\Delta E_b - \ W}{m\,\Delta T} = \frac{\Delta E_b + \ p\,\Delta V}{m\,\Delta T}$$

Vagy tovább módosítható, ha használjuk a $P\,\Delta V = \frac{m}{M}\,R\,T$ képletet, így $c_p = \frac{R}{M}\left(\frac{f}{2} + \ 1\right)$.

Állandó térfogaton mért fajhő, annak levezetése

Ha a hőcsere állandó térfogaton történik, akkor

- nincs munkavégzés,
- a hőcsere mértéke megegyezik a belső energia megváltozásával.

$$\mathbf{\Delta E_B = Q + W}\text{, de W=0, ezért} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{Q = \Delta E_B}$$

Állandó térfogaton mért fajhő:

$$c_v = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{\Delta E_b}{m \cdot \Delta T} = \frac{\frac{f}{2} \cdot \frac{m}{M} \cdot R \cdot \Delta T}{m \cdot \Delta T} = \frac{f}{2} \cdot \frac{R}{M}$$

Carnot körfolyamat és annak hatásfokának kifejtése

A Carnot körfolyamat a lehető legjobb hatásfokú körfolyamat, mely egy adott mennyiségű hőenergiát mechanikai munkává alakít, illetve egy adott mennyiségű mechanikai munkát hűtési célokra alakít hőenergiává. Bármely körfolyamat, megy T_H és T_C hőmérséklet között zajlik le, nem haladja meg a Carnot körfolyamat hatásfokát.

Carnot –tétele a következő: Egyetlen hőerőgép (mely 2 tartály között üzemel) sem tud elérni jobb hatásfokot, mint az a Carnot- hőerőgép, mely ugyanezen 2 hő tartály között működik. Ennek a következménye, hogy ugyanazon két hő tartály között működő reverzibilis hőerőgépek hatásfoka megegyezik.

$$\eta = \frac{L}{Q_H} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$$

T_C: hideg hőtartály

T_H: meleg hőtartály

Carnot körfolyamat, mint hőerőgép:

1. gáz reverzibilis izoterm tágulása, nagyobb hőmérsékleten. A táguló gáz munkát végez a dugattyún
2. Izentrópikus tágulás: nem kap és nem veszít hőt a rendszer, a gáz tovább tágul, munkát végezve környezetén, a gáz hidegebb hőmérsékletre hűl (adiabatikus)
3. Reverzibilis, izotermikus összenyomódás
4. Gáz izentrópikus összenyomódása (adiabatikus)

Ferde hajítás emelkedési magassága és hajítási távolság levezetése

Ferde hajítás emelkedési magassága és hajítási távolság levezetése:

$t = 0, v = v_0, x = 0, z = 0$

$v_x = v_0 \cdot \cos\alpha \Rightarrow x = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot t$

$v_y = v_0 \cdot \sin\alpha \Rightarrow z = v_0 \cdot \sin\alpha \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$

$v_z = v_0 \cdot \sin\alpha - (g \cdot t) \Rightarrow y \longleftarrow$ Gravitáció húzza le

$a_x = 0, a_z = g$

Emelkedés magassága, távolság:

$v_0 \cdot \sin\alpha - g \cdot t_e = 0 \Rightarrow t_e = \frac{v_e \cdot \sin\alpha}{g}$

$z_e = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{g} - \frac{1}{2} \cdot v_0^2 \cdot \sin^2\alpha = \frac{v_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{2g} \longleftarrow$ emelkedési magasság

$x_h = v_0 \cdot \cos\alpha \cdot 2 \cdot v_0 \cdot \sin\frac{\alpha}{g} = v_0^2 \cdot 2\sin\alpha \cdot \cos\frac{\alpha}{g} \longleftarrow$ hajítási távolság (45° esetén maximális)

Tömegközéppont tétele N db részecskéből álló tömegpontrendszer esetén

Tömegközéppont tétele N db részecskéből álló tömegpontrendszer esetén:

$$\sum_{k=1}^{N} m_k \cdot \ddot{r_k} = \sum_{k=1}^{N} F_k + \sum_{k=1}^{N} \sum_{i=1}^{N} F_{\vec{ik}}$$

$$\Updownarrow$$

$$\left(\sum_{k=1}^{N} m_i\right) \cdot \ddot{r_t} = F_{\vec{osszeskulso}} + 0$$

mert összes külső erő összege 1 pontba összetolva 0, mert $F_{12}+F_{21}=0$.

Tömegközéppont úgy mozog, mintha a rendszer teljes tömege egyetlen pontban lenne egyesítve és az összes külső erő erre az egy pontra hatna.

Forgózsámoly kísérlet

A kísérlet segítségével az impulzusmegmaradást lehet szemléltetni.

A kísérletet végző személy súlyokkal (2-5 kg) a kezében, behajtott kezekkel egy forgó zsámolyon ül .

A kísérletet segítő személy pörgetni kezdi a zsámolyt, majd magára hagyja azt. Amint pörgés közben a kísérletet végző személy kinyújtja karjait lassulni kezd a zsámoly forgása.

Az esemény a perdületmegmaradással magyarázható. Behajtott kézzel ϖ_1 szögsebességgel forog és Q_1 tehetetlenségi nyomatéka van. Amint kinyújtja a kezét növekedni kezd a tehetetlenségi nyomatéka (Q_2) és a megmaradás értelmében így csökkenni kezd a szögsebessége ϖ_2. Mivel a rendszerre nem hat külső forgatónyomaték, ezért a perdület nem változik.

$Q_1\varpi_1=Q_2\varpi_2$, $Q_1 < Q_2$, $\varpi_1 > \varpi_2$

Adja meg izobár állapotváltozás esetén a ΔU, ΔQ, ΔW számítását ideális gáz esetén

$\Delta U = n * Cv * \Delta T$

$W = p * \Delta V$

$Q = n * Cp * \Delta T$ izobárnál

Termodinamika II. főtétele:
Kelvin-Planck féle megfogalmazás: Lehetetlen olyan periódikusan működő gépet készíteni, ami 100%-os hatásfokkal alakít át termikus energiát munkává.
Clausius-féle megfogalmazás: Lehetetlen olyan periodikusan működőgépet készíteni, ami termikus energiát a hideg testről forró testre visz át anélkül, hogy a környezet munkát végezne rajta.

Pontrendszerek perdület tétele:
Ha egy pontrendszerben a külső forgatónyomatékok eredője nulla, akkor $dN_R / dt = 0$ --> N_R = állandó, vagyis a perdület nem változik.

Entrópia fogalma és fizikai jelentése:
A termodinamikában az entrópia (szimbóluma: S) egy extenzív állapotjelző, amelynek megváltozása a test két állapota között reverzibilis folyamat során felvett redukált hőmennyiségek előjeles összegével egyenlő.
Egy zárt termodinamikai rendszer a különböző állapotait meghatározott valószínűséggel veszi fel. A lehetséges állapotok összességét jellezmi az **állapothalmaz**: $S=\{x_1, x_2, x_3, ...\}$.
Az állapotok termodinamikai valószínűsége OMEGA = {$KisOMEGA_1$, $KisOMEGA_2$, ...}.
A rendszer entrópiája az x_i állapotban $S_i = -k * \ln KisOMEGA_i$,ahol k a Boltzmann-állandó.

Doppler hatás frekvencia képletei:

A forrás és a detektor relatív mozgása hatással van az időegység alatt felfogott rezgésszámra (észlelt frekvenciára)

A) $v_F=0$; $v_M \neq 0$ (a hullám terjedésének közegéhez viszonyított)
$\lambda = T_0 * c$ ($f_0 = \frac{1}{T_0}$; c: hullámterjedési sebesség)

$$\frac{1}{T} = f = \frac{c+v_M}{\lambda} = \frac{c+v_M}{c * T} = f_0 * \left(1+\frac{v_M}{c}\right) \rightarrow \underline{f = f_0\left(1+\frac{v_M}{c}\right)}$$

v_M előjeles!

B) $v_M=0$; $v_F \neq 0$

$\lambda_0 = T_0 * c$; $\lambda = T * c$; $\lambda = \lambda_0 - T_0 * v_F$

$$\frac{1}{T} = f = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_0 - T_0 * v_F} = \frac{c}{T_0 * c - T_0 * v_F} = f_0 * \frac{c}{c - v_F} \rightarrow f = \frac{f_0}{1-\frac{v_F}{c}}$$

v_F előjeles!

C) $v_M \neq 0$; $v_F \neq 0$ v_F párhuzamos v_M-el

$$f = \frac{1+\frac{v_M}{c}}{1-\frac{v_F}{c}} = f_0 * \frac{c+v_M}{c-v_F}$$

D) v_F nem párhuzamos v_M-el

FM egyenesébe eső sebességkomponenseket kell figyelembe venni -> c) eset

Előjelszabály: v_F , v_M >0, ha közeledik a másik jel felé

Ideális gázok esetén vezesse le az adiabatikus folyamatokra jellemző PV^K összefüggést!

$\Delta U=-W$ -> $U_V-U_K=-W$

Adiabatikus folyamat során végzett munka: $\partial W=-n\, C_V\, dT$

Ezt integrálva azt kapjuk, hogy:

$W=\int_{v1}^{v2} p\, dV = p_1V_1 - \frac{p_2V_2}{K-1}$ $\quad K = C_p/C_v$

PV= nRdT egyenletből kiindulva:

p dV+ V dp = n R dT

$\frac{dp}{p}+\frac{Cp}{Cv}\frac{dV}{V}=0$ ezt integrálva és K-t behelyettesítve kapjuk, hogy:

ln p + K ln V = konstans, amiből:

$p_1V_1^K=p_2V_2^K$

és $T_1V_1^{K-1}= T_2V_2^{K-1}$