FORMULARIO

La temperatura

La dilatazione termica lineare

$\Delta l = l_0 \lambda \Delta t°$ $\quad \lambda = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta t°} = \frac{m}{m K} = \frac{1}{K} = K^{-1}$

$l_f = l_0 (1 + \lambda \Delta t°)$ $\quad \Delta l° = l_f - l_0$

La dilatazione volumica o cubica (termica di solidi e liquidi)

$\Delta V = V_0 K \Delta t°$ $\quad K \cong 3\lambda$

$V_f = V_0 (1 + K \Delta t°)$ $\quad \Delta V = V_f - V_0$

La dilatazione termica dei gas

$\Delta V = V_0 \alpha \Delta t°$ $\quad \alpha = \frac{1}{273} °C^{-1}$ *

$V_f = V_0 (1 + \alpha \Delta t)$ $\quad \Delta V = V_f - V_0$

* a pressione atmosferica (101300 Pa)

λ = lambda = coeff. di dilataz. lineare

$K \cong 3\lambda$ = " " " cubica

$0°C = 273{,}15\ K$ | $0°C \rightarrow 32°F$ $\quad 1°C = \frac{5}{9} °F$

$100°C = 373{,}15\ K$ | $100°C \rightarrow 212°F$

$°C + 273 = K$

$K - 273 = °C$

FORMULARIO

Il gas perfetto

La legge di Boyle e le leggi di Gay Lussac

- Legge di Boyle (T cost, isoterma)

$$p = \frac{(\text{costante})}{V} \qquad pV = p_0 V_0 = \text{cost.}$$

- Prima legge di Gay-Lussac (P cost, isobara)

$$\Delta V = V_0 \alpha \Delta t^\circ \qquad V_f = V_0(1+\alpha \Delta t^\circ) \qquad \alpha = \frac{1}{273} K^{-1}$$

- Seconda legge di Gay-Lussac (V cost, isocora)

$$\Delta P = P_0 \alpha \Delta t^\circ \qquad P_f = P_0(1+\alpha \Delta t^\circ)$$

La temperatura assoluta del gas perfetto

- Una nuova espressione per la prima legge di Gay Lussac

$$\frac{V_f}{V_0} = \frac{T}{T_0} \qquad V_f = \frac{V_0}{T_0} T \Rightarrow \text{in } K$$

- Il termometro a gas perfetto (2^a l. Gay Lussac)

$$\frac{P_f}{P_0} = \frac{T}{T_0} \qquad P_f = \frac{P_0}{T_0} T \Rightarrow \text{in } K$$

L'equazione di stato del gas perfetto

$$V = \left(\frac{P_0 V_0}{T_0}\right)\frac{T}{P} \qquad pV = \left(\frac{P_0 V_0}{T_0}\right) T \qquad \left(\frac{P_0 V_0}{T_0}\right) \text{ dipende solo dal numero di moli}$$

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \underset{\uparrow \text{ numero di moli}}{n} \cdot \overset{\text{costante del gas perfetto}}{R} \qquad \boxed{PV = nRT_K} \qquad n = \frac{P_g}{P_{mol}} \; g = \text{pesi}$$

$$R = 8{,}3143 \frac{J}{mol \cdot K}$$

Unità di misura della pressione

$1\ bar = 10^5\ Pa$ bar

$1\ mmHg = 1,33 \times 10^2\ Pa$ millimetro di mercurio, torr*

$1\ atm = 1,01 \times 10^5\ Pa$ atmosfera

$$P = \frac{F}{S} \quad \begin{matrix} \leftarrow \text{forza peso} \\ \leftarrow \text{superficie} \end{matrix}$$

* $1\ torr = 133,24\ Pa$

P = pressione

La temperatura

$t^0 = T_K - 273°C$

$T_K = t^0 + 273°C$

La costante dei gas perfetto

$$\frac{p_0 V_0}{T_0} = n \cdot R \quad R = \frac{p_0 V_0}{n T_0} = \frac{\frac{N}{m^2} \cdot m^3}{mol\ K} \quad N \cdot m = J \Rightarrow R = \frac{J}{mol\ K}$$

La legge di Avogadro

1 mole di gas

$p_0 = 1,01 \times 10^5\ Pa$

$V_0 = 22,4 \times 10^{-3}\ m^3$

Volumi uguali di gas diversi, nelle stesse condizione di temperatura e di pressione contengono lo stesso numero di molecole

In condizioni normali di temperatura e pressione ($t = 0°C$ e $P = 1\ atm$) le moli di qualsiasi sostanza allo stato di gas occupa un volume fisso di 22,4 litri da assume perciò il nome di volume molare

FORMULARIO

La teoria cinetica dei gas

L'energia interna

$d < 10^{-9}$ m forza repulsiva

10^{-9} m $< d < 10^{-7}$ m forza attrattiva

$d > 10^{-7}$ le forze si annullano $(U=0)$

$U = E_P$ = energia potenziale (negativa)

$K = E_C$ = energia cinetica (positiva)

$U + K$ = energia interna del gas

se $|K| > |U| \Rightarrow$ energia int gas > 0

La pressione del gas perfetto

$$(Pa)\, P = \frac{F\,(N)}{S\,(m^2)} \qquad P = \frac{2 N K_{media}}{3V} \left(= \frac{N m\, v^2_{media}}{3V} \right)$$

L'energia cinetica media di una molecola

$$K_{media} = \frac{3}{2} \frac{pV}{N}$$

Il significato della temperatura assoluta

$$K_{media} = \frac{3}{2} K_B T \qquad K_B = 1{,}381 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K}$$

K_B costante di Boltzmann

x gas biatomico $\Rightarrow K_{media} = \frac{5}{2} K_B T$

(energia cinetica di traslaz $= \frac{3}{2} K_B T$)

La velocità quadratica media

$$\langle v \rangle = \sqrt{(v^2)_{media}} \qquad K_{media} = \frac{1}{2} m (v^2)_{media}$$

$$\langle v \rangle^2 = (v^2)_{medio} \qquad \langle v \rangle = \sqrt{3 \frac{K_B T}{m}}$$

di 1 mole ↓ del gas

$m_{(g)} = m\ mol \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27}$ $\quad$ $n\ moli = \frac{P_{grammi}}{P_{mole}}$

$d = \frac{m}{V} \quad P = \frac{F}{S}$

$1\,atm = 101\,263\,Pa$

FORMULARIO

La capacità termica e il calore spec.

$C = \frac{\Delta E}{\Delta T^0}$ $C = c \cdot m$ $c \left(\frac{J}{Kg \cdot K} \right)$ C = capac ter

c = cal spec

$\Delta E = c m \Delta T^0$

La temperatura di equilibrio

$$T = \frac{c_1 m_1 T_1 + c_2 m_2 T_2}{c_1 m_1 + c_2 m_2}$$

La caloria

1 cal = 4,186 J

1 Kcal = 4186 J

il potere calorifico

Pc = potere calorifico $= \frac{Q_2}{m}$

$$Pc = \frac{\Delta E}{m} = \frac{Q}{m} \quad (J/Kg)$$

FORMULARIO

Il primo principio della termodinamica

– Il lavoro meccanico compiuto da un sis. termodin.

- Il lavoro compiuto in una trasf. isobara

$W = F \cdot spostam = F \cdot h = p \cdot S \cdot h = p \cdot \Delta V$

$p = \frac{F}{S} \qquad S \cdot h = \Delta V$

- Il lavoro comp. in una trasf quasis qualun

è uguale all'area del grafico

- Il lavoro comp. in una trasf ciclica

$W_C = W_1 + W_2$

– Il primo principio della termodinamica

$\Delta U = Q_{TOT}\ W_{TOT}$

– Applicazione del 1° principio

- La trasf isocora In una prat

$W = p \cdot \Delta V = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$

- La trasf isobara

$p \cdot \Delta V + \Delta U = Q$

- La trasf adiabatica

$\Delta U = -W \quad (Q = 0)$

- La trasf ciclica

$\Delta U = 0 \Rightarrow Q_{TOT} = W_{TOT}$

$W = p \cdot \Delta V = n R \Delta T$

$\Delta U = \Delta T$

FORMULARIO

Il secondo principio della termodinamica

La macchina termica

$Q_{tot} = W_{tot}$ ← trasf ciclica $T_2 > T_1$ Q_2 ~~[illegible]~~ Q_1 ~~[illegible]~~

$W_{tot} = Q_2 - |Q_1|$ T_2 sorg calda T_1 sorg fredda

Il rendimento di una macchina termica

$\eta = \frac{W_{TOT}}{Q_2}$ adimensionale $\frac{J}{J}$ ⇄ Scala

$\eta = \frac{Q_2 - |Q_1|}{Q_2} = 1 - \frac{|Q_1|}{Q_2}$ x mac ter tra 2 sorg di calore

$0 \leq \eta < 1$

Il teorema di Carnot

$\eta_R \geq \eta_S$ η_R mac reversibile (di Carnot)

η_S mac qualunque

Il rendimento delle macchine termiche che lavorano tra due temperature

$\eta_C = 1 - \frac{|Q_1|}{Q_2}$ $\eta_S = 1 - \frac{|Q_1'|}{Q_2'}$ $\underset{\text{Carnot}}{\eta_C} = \underset{\text{Stirling}}{\eta_S} = 1 - \frac{T_1}{T_2}$

$\eta_{REALE} < 1 - \frac{T_1}{T_2}$

Altre formule utili

$\text{POTENZA} = \frac{W}{\Delta t}$ $\left(\text{Watt} = \frac{\text{Joule}}{s}\right)$ $P_C = \frac{Q}{m}$

$\text{PORTATA} = \frac{V}{\Delta t}$ $\left(\frac{m^3}{s}\right)$ $\Delta E = m \cdot c \cdot \Delta t^0$

(Joule = N · m)