

La Thermodynamique

• échell microscopique → échell Macroscopique.

étudier les énergies échange

explique le comportement des éléments ⇒ tout ce qui est visuel. ;

réactifs → dégageement d'énergie → produits
réaction chimique.

interaction ⇒ crée ⇒ travail
d'énergie échange donner des produits

Chaque sys fournit un travail → Energie centre état (produits)
éléments interaction → Energie

$PV = \text{Mayer}$
 $P = \text{Pascal}$
 $\frac{V}{T} = \text{Charles}$
 $PV = \text{Mayer}$
 $\frac{P}{T} = \text{Lussac}$
 $\frac{V}{T} = \text{Charles}$

Thermodynamique
↓ mouvement

tout facteur énergétique

⇒ les mov. des éléments :
(Cohésion, interaction)

travail
↑ ↓ dégage par une énergie
dans les deux sens : forme travail Energie + prod
travail consomme
système = l'ampli.

éléments : étudiants

faire un travail : consomme l'énergie interne.

propriétés d'un changement d'état

Le volume ne se conserve pas + masse volumique.
conservation de la masse.

$$R = C_p - C_v$$

étude d'un gaz parfait (idéal).

- 1) uniformité des molécules.
- 2) les interactions négligeables.
(Energies = 0).

→ mole. supposées rigides, indépendantes l'une avec l'autre

$$p \cdot V = nRT$$

seul loi.

→ la cohésion de ses particules lors de

y'a pas d'échange de matière.

y'a pas d'échange d'énergie
(y'a pas de réaction)

→ conservation
matière : composants de la matière
état

→ toutes les particules possèdent les mêmes caractères physicochimiques.
(Origine de la même matière).

(y'a pas de changement à l'intérieur du gaz)

mais : l'état physique du sys peut changer.

≠ gaz réel (conditionner par des interactions facteurs).
→ y'a un changement d'énergie ; des produits.

thermodynamique ; thermochimique

pour les gaz parfaits

interaction des molécules différentes
Ox/Red.
A/B...



gaz rr

V (Vitesse Moyenne)
E (Energie cinétique Moyenne)

$$E = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V^2$$

T (K) \propto E

température absolue. } avec interactions
⇒ changement de la temp.

→ Tjr on utilise T en K, Kelvin.

La pression

$$(Pa) P = \frac{F(N)}{S(m^2)}$$

dépend de

Le volume de récipient
temp
Nbr des moléc.

$$dw = \textcircled{F} \cdot dx$$

donne.

$$dw = \textcircled{P \cdot S} dx = P \cdot dV.$$

→ sys. reçoit une travail

compression ≠ détente

فقدان ← ضغط
زيادة ← ضغط

$$\text{Total } w = - \int P \cdot dV.$$

$$W = - \int \textcircled{P} dV.$$

de $P = \frac{nRT}{V}$

$$W = - \int \frac{nRT}{V} dV.$$

$$W = -nRT \cdot \int \left(\frac{dV}{V} \right) \quad ?$$

$$W = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$\frac{P_1 V_1}{n_1} = \frac{P_2 V_2}{n_2} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$$

$$W = -nRT \ln \frac{P_1}{P_2}$$

$$P \cdot V = nRT$$

$$P; V; T$$

3 conditions

d'état

prolonge.

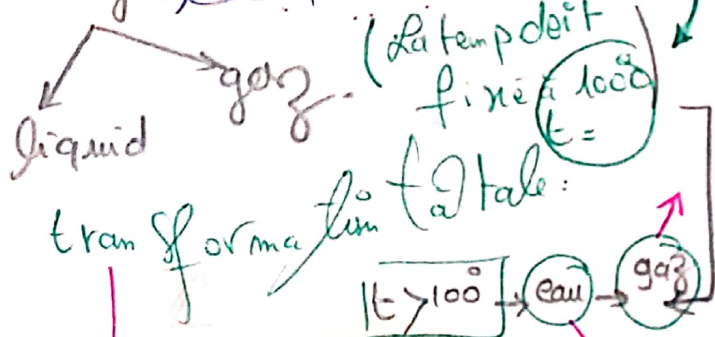
V, n variables \rightarrow ext. et sub. \rightarrow لا تغير
on voit \rightarrow non ressemblent pas \rightarrow لا يشبه

$$P; T$$

On peut pas le voir \rightarrow on les regent. $\Rightarrow V$ \rightarrow ext. et sub.

phase: état de la matière

100°C = phase de transformation
المزج (Liquid-gaz) \rightarrow طور التحويل
مixture \rightarrow خليط \rightarrow لا يشبه \rightarrow لا يشبه



$$n(\text{eau}) = n(\text{gaz})$$

↑
transf. tot.

liq \rightarrow solid
à 0°C: début de solid.
liquid solid.
 $t < 0^\circ\text{C}$: Etransf tot

énergie interne d'un sys. etc.

→ Le but de la thermodynamique.

↳ Calculer le DU (énergie interne)

→ toute transformation arrive à un état d'équilibre.

1^{er} principe de l'ht

État initial → état final

l'énergie échangée = cte

$\Delta U = \Delta Q + \Delta W$ indépendante de la voie de transformation d'état

La fonction d'état de U → On peut pas calculer lors d'un transformation d'état

thermodynamique

→ s'intéresse d'étudier :

l'échange de l'énergie entre sys milieu ext.

calculer ΔU

changement d'état du sys.

état ① → état ②

sys subit de travail W dégage Q chaleur

ABSORBE Q donne travail W

U du sys.

(Perme) : conservation de la matière

échange uniquement de l'arg
Chaleur Q Travail W

U compense ne reproduit pas

Thermodynamique

variation d'échange de chaleur

travail

Produit par

Reaction chimique

Reaction enthalpie

différents types

d : variation élémentaire du travail

P : cte : On considère que

$P_{interne} = P_{externe}$

=> pas de variation de P.

Sys (gaz)

entre un sys / milieu ext.

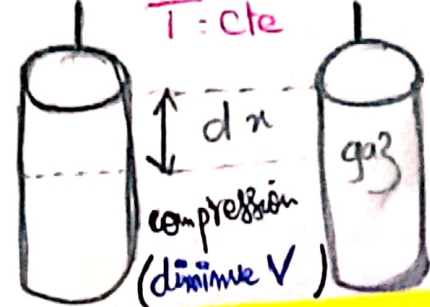
état Normal : La réaction

état idéal (gaz p f) = " réversible

Suppose : transformation lente

Exp. introduire un produit dans le sang lentement.

gaz parfait $P_{int} = P_{ext}$ $dw = -P \cdot dV$



$$dw = -P \cdot dV$$

diminution Sys subi une travail fourni

* le sys. change tj r son état physique.

* la chaleur n'a pas une valeur cte.

(ca calculer la variation de chaleur lors de transformation d'état)

Sys : partie de la matière

de limiter au frontiere

milieu ext par une

Sys [matière] Turinge.

réel ou imaginaire

ouvert

isolé

fermé

échange d'énergie uniquement de l'énergie

échange

matière

المخلات المحرقة (التزيت القوي)

énergie

تزوو

الإنسان (بأدوات) مع الوسع الخارجي

Loi de Gay-Lussac

Charges
 \rightarrow masse de gaz $\left. \begin{array}{l} n = \text{cte} \\ p = \text{cte} \end{array} \right\}$

donc $V \propto T$

$$\frac{V}{T} = R_2$$

Loi de Boyle Mariotte

masse de gaz $\left. \begin{array}{l} T = \text{cte} \\ n = \text{cte} \end{array} \right\}$

\downarrow pression
 V_{gaz}

$$V = R_1 \cdot \frac{1}{P}$$

étude d'état d'un sys

change \rightarrow fine variable

$$p \cdot V = nRT$$

① $V = \text{cte}$; p, T : transformation

isocorps

② $T = \text{cte}$; p, V : transformation

③ $p = \text{cte}$; T, V : transformation

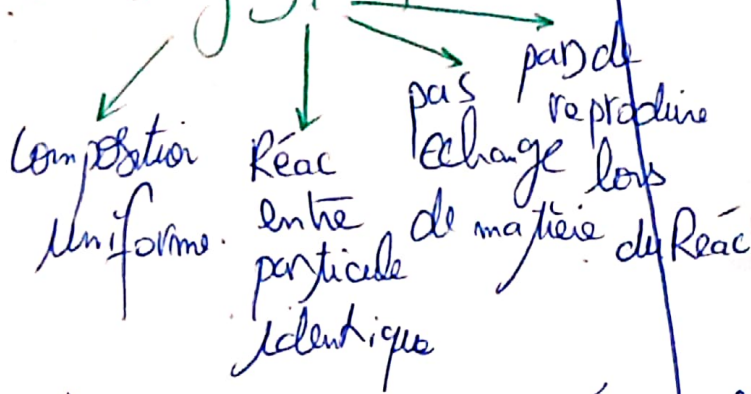
Loi d'Avogadro

étudier l'état la transformation d'état lorsqu'il change le Nbr des mole.

La valeur de R change selon l'unité de p
 \rightarrow pour 8,31
 \rightarrow calorie 2

parce que le phénomène de transformation d'état de gaz perf se fait sur un sys Bidimensionnel.

Les gaz par fait \Rightarrow modèle de thermodynamique Classique



Thr. Classique

Sys de gaz perf : fermé

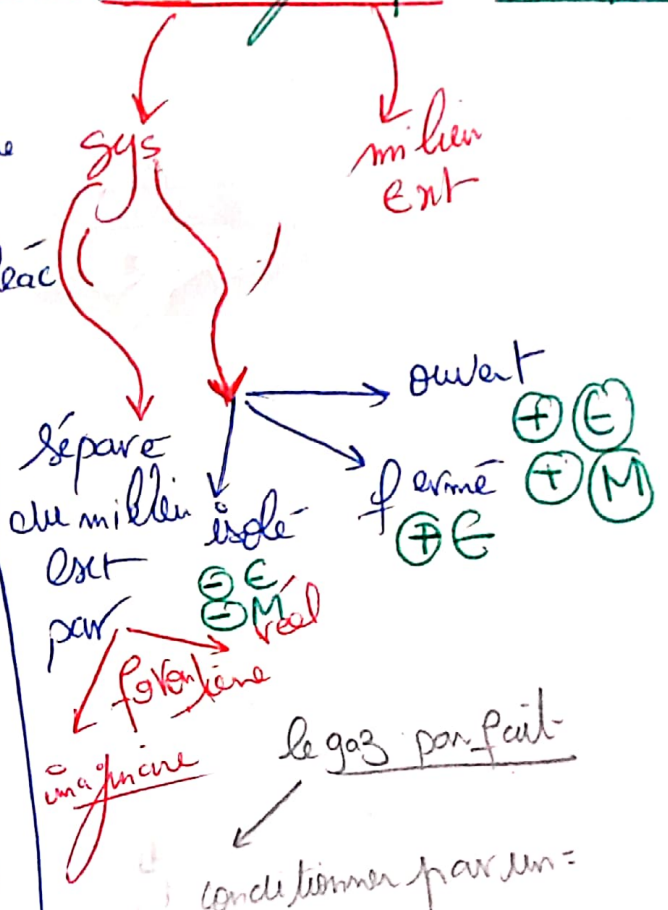
les constituants n'est change pas avec le ml. Ext



w et ϕ : équation d'état

U : fnt d'état

p, v, T, n : variables d'état



équation état:

$$p \cdot v = n \cdot R \cdot T$$

* Thermodynamique

Chaleur. Echanges, mouvements

étude des gaz parfait.

entre **Sys.** milieu ext

ouvert

Enrg. +
matière +

fermé

- mat.
+ Enrg

isolé

- enrg
- mat

Energie Echange

travail

chaleur

mécanique Magnétique électrique

peut céder + reçoit => convertibles

définie par des variables d'état

extensive

dépendant de dimensions

* V, m, n, U

varie autant que qu'on ajoute

intensive

indépendant de dimension

* P, T, c

ne varie pas autant que ce qu'on ajoute

2. U. Inconnu

Les valeurs des grandeurs intensives - Extensives

reliés défini l'état d'un Sys. par une relation = équation d'état

$$PV = n \cdot R \cdot T$$

int ext ext ext

l'état d'équilibre



$$[A]; [B]; [C]; [D] = \text{cst}$$

vr d'état = cst avec le temps. aucun échange avec l'en

réversible irréversible

réaction: peut inverser le sens d'évolution de la réaction avec une variation minuscule d'un variable d'état.

ex: dégonfle un ballon tout doucement

réaction irréversible: inversion de sens de réaction pas possible.

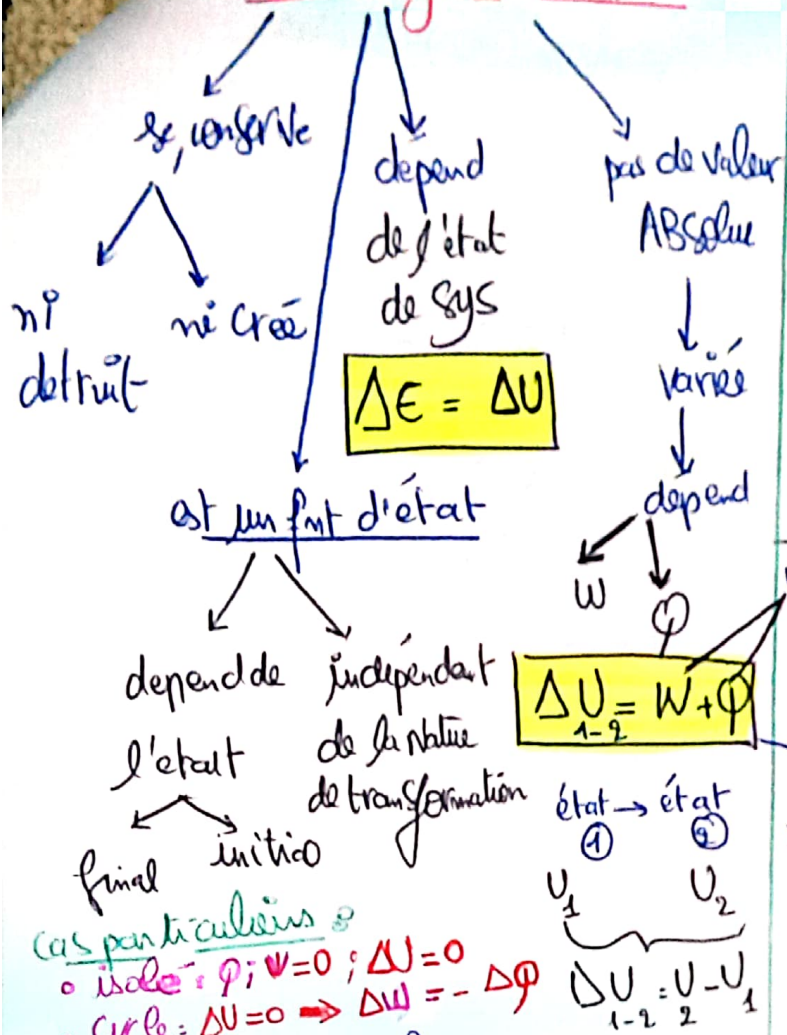
ex: toutes les transformations naturelles
corps chaud -> corps froid
La chaleur

La fonction d'état

dépend que de variable d'état. (P, T, V, n, c)

indépendant du chemin suivi.

→ L'énergie interne



est transformée

→ valeur algébrique



→ fournie par le milieu ext reçu par le sys.

Cas particuliers

- isolé: $Q=0; W=0; \Delta U=0$
- cycle: $\Delta U=0 \Rightarrow \Delta W = -\Delta Q$

état 1 → état 2
 $U_1 \quad U_2$
 $\Delta U_{1-2} = U_2 - U_1$

1er principe de la Thermodynamique

lors d'une transformation. (état initial → état final) $U \rightarrow$ cst.

$\Delta U = W + Q$

→ indépendante de la transformation

→ Travail élémentaire

δW : travail reçu par un fluide par le milieu ext.

$\delta W = -F \cdot dx$
 $P_{ext} \cdot \Delta V$

$\delta W = -P_{ext} \cdot dV$

* transformation isochore $\Rightarrow V=0 \Rightarrow dV=0 \Rightarrow W=0$

Isobare $T: T_0 \rightarrow \text{cst}$

Isobare $V: V_0 \rightarrow \text{cst}$

Isobare $P: P_0 \rightarrow \text{cst}$

Isobare $Q: Q_0 \rightarrow \text{cst}$