

PROGRAMME DE COLLE DE PHYSIQUE

Semaine du 12/09 au 17/10

M4 - Oscillations libres

Tout exercice sur le sujet.

Quelques rappels de chimie (cours + exercices simples)

– Rappels sur la structure de la matière. Tableau d'avancement d'une réaction chimique ; notion de réactif limitant.

Capacités exigibles : effectuer un bilan de matière lors d'une réaction chimique.

Th 2 - Caractéristiques d'un corps pur monophasé (cours + exercices)

Outils mathématiques à maîtriser : Différentielle d'une fonction de plusieurs variables

- Équation d'état du gaz parfait. Mélange idéal de gaz parfaits. Pression partielle.
- Exemple d'équation d'état d'un gaz non parfait : l'équation d'état de van der Waals (l'équation n'est pas à connaître). Interprétation des coefficients a et b .
- Définition des coefficients de dilatation isobare α et de compressibilité isotherme χ_T . Équation d'état d'une phase condensée idéale (état solide ou liquide) : $V = cte = nV_m$ ($\alpha = 0$ et $\chi_T = 0$).
- Capacité thermique à volume constant. Cas particulier du gaz parfait et de la phase condensée idéale : dans les deux cas l'énergie interne ne dépend que de T . On peut écrire :

$$dU = C_V dT = nC_{V_m} dT = m_{\text{syst}} c_V dT$$

On se place dans un domaine de température où $C_V = cte$:

$$\Delta U = C_V \Delta T = nC_{V_m} \Delta T = m_{\text{syst}} c_V \Delta T$$

- Savoir que pour un gaz parfait monoatomique $C_{V_m} = \frac{3}{2}R$ et que pour un gaz parfait diatomique $C_{V_m} = \frac{5}{2}R$.
- pour une phase condensée idéale, on omet souvent l'indice V (car V est constant) et on parle uniquement de capacité thermique (notée $C = nC_m = m_{\text{syst}}c$).

Notions et contenus	Capacités exigibles
Modèle du gaz parfait	Calculer un paramètre avec l'équation d'état du gaz parfait Citer quelques limites du modèle
Énergie interne U d'un système Capacité thermique à volume constant dans le cas d'un gaz parfait Capacité thermique à volume constant d'une phase condensée indilatable et incompressible	Utiliser le fait que l'énergie interne ne dépend que de la température pour un gaz parfait. Utiliser le fait que l'énergie interne ne dépend que de la température pour une phase condensée incompressible et indilatable.

Th 3 - Changement de phase d'un corps pur (cours + exercices)

- Les différentes phases d'un corps pur
- titre en vapeur, titre en liquide d'un mélange diphasé
- diagramme (P,T) d'un corps pur : analyse.
- diagramme (P,V) de l'équilibre liquide vapeur, isothermes d'Andrews.

Connaissance exigible : détermination graphique de x_v et x_ℓ :

$$x_v = \frac{v_M - v_\ell}{v_v - v_\ell} \quad \text{graphiquement : } x_v = \frac{\overline{LM}}{\overline{LV}} \text{ si l'échelle horizontale est linéaire}$$

- expérience des tubes de Natterer
- lien entre diagramme (P,T) et diagramme (P,V).

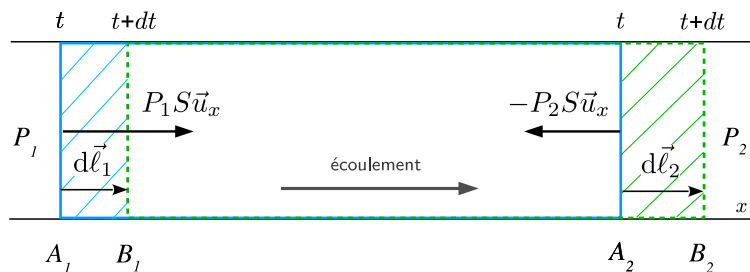
Th 4 - Transferts d'énergie (cours+exercices)

- connaître le vocabulaire des transformations : isochore, monobare, isobare, monotherme, isotherme. Transformation brutale, transformation quasistatique.
- les deux types de transfert d'énergie : travail W et transfert thermique Q
- Forces de pression : condition d'équilibre mécanique d'un piston
- Travail des forces de pression extérieure applicable au système { gaz+parois } pour une pression extérieure supposée uniforme sur toute la surface :

$$W = \int_{V_1}^{V_2} -P_{\text{ext}}dV$$

ce travail est transmis au système { gaz } si le déplacement du piston s'effectue sans frottement. cas particulier d'une transformation isochore ($W = 0$) et monobare ($W = -P_{\text{ext}}\Delta V$).

- Travail des forces de pression sur un fluide en écoulement



$$\delta W = P_1 dV_1 - P_2 dV_2$$

avec $dV_1 = Sd\ell_1$ le volume balayé par la surface amont et $dV_2 = Sd\ell_2$ le volume balayé par la surface aval.

- Travail des forces de pression pour une transformation mécaniquement réversible :

$$W = \int_{V_1}^{V_2} -PdV$$

cette formule s'applique dès que la pression du gaz est définie tout au long de de la transformation. Représentation dans le plan (P,V) : relier le travail à l'aire sous la courbe ($W < 0$ pour une détente, $W > 0$ pour une compression, $W_{\text{cycle}} > 0$ pour un cycle récepteur décrit dans le sens trigo, $W_{\text{cycle}} < 0$ pour un cycle moteur décrit dans le sens horaire).

Exemples de calculs à savoir refaire absolument : transformation isobare, transformation isotherme d'un gaz parfait.

- Travail électrique
- Transfert thermique Q : connaître les trois modes de transfert thermique.
- Savoir définir une transformation adiabatique et connaître ses deux modes de réalisation.
- Thermostat.
- Température d'équilibre d'un système muni de parois diathermes en contact avec un thermostat.

Th 5 - Premier principe de la thermodynamique : conservation de l'énergie (cours+exercices d'application directe du cours)

- Énoncé général du premier principe. Cas particulier d'un système macroscopiquement au repos.
- Bilan énergétiques ΔU :

- pour une transformation isochore : $\Delta U = Q_V$. Pour un GP : $Q_V = C_V \Delta T = n C_{V_m} \Delta T$ en supposant la capacité thermique à volume constant indépendante de la température dans le domaine d'étude.
- pour une transformation isotherme d'un GP : $\Delta U = 0 = W + Q$

- Enthalpie

On considère un système macroscopiquement au repos.

Pour une transformation

- soit **isobare**
- soit **monobare** avec **équilibre mécanique dans l'état initial et dans l'état final**,

pour laquelle il existe un travail W_u autre que celui des forces de pression :

$$\Delta H = Q_P + W_u$$

avec $H = U + PV$ fonction d'état enthalpie.

L'enthalpie d'un gaz parfait de dépend que de la température.

L'enthalpie d'une phase condensée idéale peut être confondue avec son énergie interne : $H \simeq U$

Capacité thermique à volume constant :

- définition générale
- cas particulier du gaz parfait : connaître la relation de Mayer, savoir exprimer C_{P_m} et C_{V_m} en fonction de R et γ .
- savoir exprimer ΔH pour un gaz parfait dans le cas où la capacité thermique à pression constante peut être considérée comme constante.

$$\Delta H = C_P \Delta T = n C_{P_m} \Delta T = n \frac{\gamma R}{\gamma - 1} \Delta T = m_{\text{sys}} c_P \Delta T$$

- pour une phase condensée idéale $C_P = C_V = C$ et

$$\Delta H = \Delta U = C \Delta T = n C_m \Delta T = m_{\text{sys}} c \Delta T$$

dans le cas où la capacité thermique peut être considérée comme constante dans le domaine de température étudié.

- transformation adiabatique quasistatique (ou adiabatique mécaniquement réversible) d'un gaz parfait : lois de Laplace. Comparaison des pentes d'une isotherme et d'une adiabatique quasistatique d'un GP dans le plan (P, V) .
- connaître l'expression générale du travail reçu par un gaz parfait au cours d'une transformation adiabatique :

$$W = \Delta U = n C_{V_m} \Delta T = \frac{nR(T_2 - T_1)}{\gamma - 1} = \frac{P_2 V_2 - P_1 V_1}{\gamma - 1}$$

- enthalpie de changement d'état : connaître sa définition et son interprétation.

Savoir refaire tous les exercices et les exemples traités en cours.