## Colle 1 :

### 1) thermodynamique : question de cours.

Redémontrer la relation de Mayer pour les gazs parfaits.

Exprimer les grandeurs Cp et Cv en fonction de R et de $\gamma = \frac{Cp}{Cv}$

### 2) Polarisation d'une onde électromagnétique :

Écrire l'expression des champs électrique et magnétique qui constituent une onde électromagnétique plane progressive monochromatique se propageant selon l'axe $(Oz)$, sachant en outre que cette onde est polarisée rectilignement et que le plan de vibration $(\vec{E}, \vec{k})$ est à 45°du plan $Oyz$.

### 3) thermodynamique : mélange de gazs parfaits.

On mélange $n_1$ moles d'un gaz parfait dont le rapport $c_P/c_V$ vaut $\gamma_1$ avec $n_2$ moles d'un autre gaz parfait pour lequel ce rapport est $\gamma_2$.

Le mélange étant supposé idéal, calculer le rapport $\gamma$ du mélange.

# Colle 2 :

## 1) thermodynamique : transformation d'un gaz parfait.

On chauffe un récipient contenant 6 g d'hydrogène gazeux supposé parfait, et dont la température s'élève de 15 °C à 30 °C. Calculez :

a) la variation d'énergie interne $\Delta U$,

b) la quantité de chaleur reçue, si $W = 374{,}1$ J,

c) la variation d'enthalpie,

d) les valeurs de $C_p$, $C_V$, $c_p$, et $c_V$ si $\gamma = 1{,}4$ et $R = 8{,}3145\ \mathrm{J.K^{-1}.mol^{-1}}$,

e) la variation du volume de deux façons différentes si $p = p_0 = \mathrm{cte} = 10^5$ Pa.

## 2) onde plane progressive :

On étudie la propagation d'une onde électromagnétique dans le vide.

**1.** Rappeler l'équation aux dérivées partielles à laquelle satisfont les champs électrique $\overrightarrow{E}(M,t)$ et magnétique $\overrightarrow{B}(M,t)$.

**2.** On suppose que le champ électrique est de la forme : $\overrightarrow{E} = E_0 \cos(\omega t - kz)\overrightarrow{u_x}$.

**2.1.** A quelle équation doit satisfaire $k$ pour que ce champ soit solution de l'équation rappelée à la question 1 ?

**2.2.** Quels sont la direction, le sens et la vitesse de propagation de cette onde ?

**2.3.** Quel est l'état de polarisation de cette onde ?

**2.4.** Quelle est la structure de cette onde ?

**2.5.** Calculer le champ magnétique $\overrightarrow{B}$ associé à $\overrightarrow{E}$ ainsi que le vecteur de Poynting de l'onde.

**2.6.** La puissance moyenne rayonnée par cette onde à travers une surface $S = 4\ \mathrm{mm}^2$ orthogonale à sa direction de propagation est $P = 10$ W. Calculer les amplitudes de $E_0$ et $B_0$ des champs électrique et magnétique.

## Colle 3 :

### 1) question de cours : équations de Maxwell dans le vide .

à partir des équations de Maxwell dans le vide (sans charges ni courants), redémontrer l'équation de propagation vérifiée par E ou B.

### 2) thermodynamique : transformation d'une mole d'un gaz parfait.

Une mole de gaz parfait monoatomique subit un cycle représenté en coordonnées de Clapeyron par un rectangle ABCD. On donne : $V_A = V_B = 22{,}4$ L ; $V_C = V_D = 44{,}8$ L ;
$p_A = p_D = 1$ atm ; $p_B = p_C = 5$ atm.

1) Calculez $T_A$, $T_B$, $T_C$ et $T_D$.
2) Remplissez le tableau suivant :

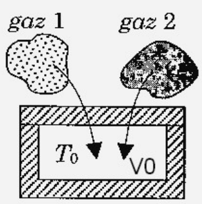
| | AB | BC | CD | DA | Total |
|---|---|---|---|---|---|
| W | | | | | |
| Q | | | | | |
| $\Delta U$ | | | | | |

### 3) thermodynamique : mélange de gaz parfaits.

**2.1.2. Mélange idéal de gaz parfaits**

On mélange un volume $V_1$ de gaz parfait 1 de température $T_1$ et de pression $P_1$, et un volume $V_2$ de gaz parfait 2 de température $T_2$ et de pression $P_2$ dans un récipient de volume $V_0$ à une température $T_0$.

On suppose que le mélange des deux gaz est *idéal*. Quelle est sa pression $P_0$ ? Quelle est la *pression partielle* de chaque gaz ?



## Colle 4 :

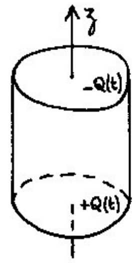
a) **Énergie électromagnétique :**

a) Rappeler les relations entre :

- l'énergie du condensateur We, la charge Q et la capacité du condensateur C.

Condensateur en régime variable — J8

On considère un condensateur plan dont les armatures sont des disques de rayon R. L'écartement des armatures est d. On suppose que la charge du condensateur est une fonction du temps $Q = Q(t)$.




- la charge Q, la capacité C et la tension U entre les deux armatures du condensateur.
- la capacité C et les grandeurs d et S (surface des armatures).
- la norme du champ électrique E, la tension U et la distance d.

En déduire la variation de l'énergie du condensateur : $\frac{dWe}{dt}$

En déduire que le champ électrique peut s'écrire : $\vec{E}=\frac{Q(t)}{\pi.\epsilon_0.R^2}.\vec{uz}$

b) De l'équation de Maxwell : $\vec{rot}(\vec{B})=\frac{1}{c^2}.\frac{d\vec{E}}{dt}$ , déduire l'expression de $\vec{B}$ .

Rappeler la relation entre $\vec{E}$ , $\vec{B}$ et le vecteur de Poynting : $\vec{\pi}$ .

c) Calculer le flux de ce vecteur à travers la surface délimitant le condensateur.

Comparer ce flux à $\frac{dWe}{dt}$ et conclure.

b) **Thermodynamique : détente isotherme d'un gaz parfait.**

1 $m^3$ d'air (supposé parfait) à la pression p1 = 10 bars subit une détente isotherme . La pression finale est p2 = 1 bar.

Déterminer le travail échangé par le gaz avec le milieu extérieur au cours de cette détente, ainsi que la quantité de chaleur.

# Colle 5 :

## 1) question de cours : premier principe .

Énoncer le premier principe de la thermodynamique.

## 2) Thermodynamique : bilan d'un cycle.

L'état initial d'une mole de gaz parfait est caractérisé par $p_0 = 2 \cdot 10^5$ pascals, $V_0 = 14$ litres. On fait subir successivement à ce gaz :

– une détente isobare, qui double son volume,

– une compression isotherme, qui le ramène à son volume initial,

– un refroidissement isochore, qui le ramène à l'état initial $(p_0, V_0)$.

**1.** À quelle température s'effectue la compression isotherme? En déduire la pression maximale atteinte. Représenter le cycle de transformation dans le diagramme $(p, V)$.

**2.** Calculer le travail et la quantité de chaleur échangés par le système au cours du cycle.

On donne : constante des gaz parfaits : $R = 8{,}32\ \mathrm{J{\cdot}K^{-1}}$.

## 3) Thermodynamique : travaux et chaleur échangés entre deux états.

On considère deux moles de dioxygène, gaz supposé parfait, que l'on peut faire passer réversiblement de l'état initial A ( $P_A$ , $V_A$ , $T_A$ ) à l'état final B ( $P_B = 3\ P_A$ , $V_B$ , $T_B = T_A$ ) par trois chemins distincts :

1. chemin A 1 B : transformation isotherme.
2. chemin A 2 B : transformation représentée par une droite dans le diagramme (P , V )
3. chemin A 3 B : transformation composée d'une isochore puis d'une isobare.

Représenter les trois chemins dans le diagramme de Watt.
Calculer dans chaque cas les travaux mis en jeu en fonction de $T_A$ .

A.N. : $T_A = 300$ K .

**Exercice n°1 : Chaleurs et travaux échangés avec l'extérieur.**

On effectue de 3 manières différentes une compression qui amène un mélange air - essence de l'état 1 à l'état 2 avec :

$$\text{état 1 : } \begin{cases} P_1 = 1 \text{ bar} \\ V_1 = 3 \text{ litres} \end{cases} \qquad \text{état 2 : } \begin{cases} P_2 = 3 \text{ bars} \\ V_2 = 1 \text{ litres} \end{cases}$$

La première évolution est isochore puis isobare, la deuxième est isobare puis isochore, la troisième est isotherme ($P.V = C^{te}$)

1. ***Représentez les 3 transformations en coordonnées de Clapeyron.***
2. ***Sachant que l'on a $\Delta U = C_V.\Delta T$ pour ce gaz ([10]), calculez $\Delta U$ (variation d'énergie interne entre les états 1 et 2).***
3. ***Calculez les travaux dans les 3 cas. Déduisez - en les chaleurs échangées : sont - elles reçues ou évacuées ?***

**exo gaz parfait :**

Un pneu de voiture est gonflé à 27 degrés Celcius à 2 bars.
Après que la voiture a roulé, la pression du pneu est de 2,2 bars.
En supposant le volume du pneu constant, et en approximant l'air du pneu par un gaz parfait, calculer la température à l'intérieur du pneu.

## 2 Second exercice : Mélange idéal

Soient deux ballons $B_1$ et $B_2$. $B_1$ a un volume $V_1$ et contient du dioxide de carbone ($CO_2$) sous la pression $P_1$. $B_2$ a un volume $V_2$ et contient du dioxygène ($O_2$) sous la pression $P_2$. La température dans chaque ballon a la même valeur $T = 300$ K. On relie $B_1$ et $B_2$ par un tube très fin (de volume négligeable). L'équilibre étant établi, la température finale est toujours $T$.

(a) Dans tout l'exercice les deux gaz sont considérés comme parfaits et le mélange est idéal. Expliquer rapidement ce que cela signifie.

(b) Donner la valeur numérique de $n_1$ (nombre de moles de $CO_2$) et de $n_2$ (nombre de moles de $O_2$).

(c) Quelle est la masse volumique du mélange total ? Donner sa valeur numérique en g/$\ell$.

(d) Calculer la pression finale $P$ du mélange.

(e) On porte la température de l'ensemble de 300 K à 330 K. La dilatation des ballons étant négligeable, que deviennent la pression totale et la masse volumique du mélange ?

<u>Données numériques</u> : $V_1 = 3\,\ell$, $V_2 = 1\,\ell$, $P_1 = 4$ atm, $P_2 = 6$ atm. $\mathcal{M}_1 = 44$ g/mole et $\mathcal{M}_2 = 32$ g/mole sont les masses molaires respectives de $CO_2$ et de $O_2$. Choisissez vous-même la valeur de la constante $R$ des gaz parfaits (n'essayez pas d'être trop précis).