

Modélisation des transformations chimiques - Bilan de la matière

I-Modélisation des transformations chimiques d'un système:

1) L'état initial et l'état finale d'un système chimique:

Au cours d'une transformation chimique certaines espèces chimiques disparaissent alors que d'autres apparaissent. Les espèces chimiques qui disparaissent totalement ou partiellement sont appelées **les réactifs**.

Les espèces chimiques qui apparaissent sont **les produits** de la transformation.

Toute transformation chimique évolue d'un état initial à un état final tout en se déroulant sous une pression et une température données.

On appelle état initial l'état sous lequel se trouve le système au début de la transformation et état final l'état sous lequel il se trouve à la fin de la transformation.

Pour définir l'état d'un système on doit déterminer:

- Les paramètres physiques qui précèdent les conditions d'état comme la pression et la température.
- La quantité de matière ainsi que l'état physique de chaque espèce chimique : liquide, solide, gaz ou bien aqueux.

2) Modélisation des transformations chimiques:

On modélise toute transformation chimique par un modèle simple qu'on appelle **réaction chimique** qui peut décrire cette transformation et qu'on représente par une **équation chimique** dans laquelle les réactifs et les produits sont représentés par leurs formules.

Dans une équation chimique les réactifs sont placés à gauche d'une flèche qui désigne le sens de la réaction et les produits à sa droite.



Au cours d'une transformation chimique, il y a conservation des éléments chimiques et de la charge électrique, l'équation doit donc être équilibrée par des nombres appelés **coefficients stœchiométriques**.

Généralisation : l'équation de la réaction peut être modélisée d'une manière générale de la façon suivante:



A et B les réactifs

C et D les produits de la réaction

α, β, γ et δ les coefficients stœchiométriques

La flèche \rightarrow indique le sens de la réaction

Exemples : ■ L'équation de combustion du carbone : $\underset{(s)}{C} + \underset{(g)}{O_2} \rightarrow \underset{(g)}{CO_2}$, les coefficients stœchiométriques de cette réaction sont 1,1,1.

■ L'équation de combustion du butane : $2\underset{(g)}{C_4H_{10}} + 13\underset{(g)}{O_2} \rightarrow 8\underset{(g)}{CO_2} + 10\underset{(g)}{H_2O}$
les coefficients stœchiométriques de cette réaction sont 2, 13, 8, 10.

■ L'équation de la réaction d'oxydation du zinc par une solution acide : $\underset{(s)}{Zn} + 2\underset{(aq)}{H^+} \rightarrow \underset{(aq)}{Zn^{2+}} + \underset{(g)}{H_2}$
les coefficients stœchiométriques de cette réaction sont 1, 2, 1, 1.

3) Relation entre quantité de la matière et coefficients stœchiométriques:

Les quantités de matière des réactifs entrant dans la réaction et celles des produits qui en résultent sont proportionnelles aux coefficients stœchiométriques

$$\frac{n(A)}{\alpha} = \frac{n(B)}{\beta} = \frac{n(C)}{\gamma} = \frac{n(D)}{\delta}$$

II-Bilan de la matière:

1) Avancement de la réaction:

Pour suivre l'évolution de la quantité de matière des espèces chimiques qui participent dans une réaction chimique on utilise l'avancement de la réaction noté x exprimé en moles et qui prend une valeur maximale x_{max} à la fin de la réaction.

2) Tableau d'avancement de la réaction:

Le suivi de l'évolution d'une réaction chimique nécessite l'intérêt à trois états :

- L'état initial : la réaction n'a pas encore commencé, l'avancement x est nul.
- L'état intermédiaire : il correspond à un état quelconque au cours de la réaction, l'avancement vaut alors une certaine valeur, notée x .
- L'état final : correspond à la fin de la réaction. L'avancement x_f correspond alors à une valeur finale.

Le tableau d'avancement :

Equation de la réaction		$\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$			
états	avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$n_p(A)$	$n_p(B)$	0	0
Etat de transformation	x	$n_p(A) - \alpha x$	$n_p(B) - \beta x$	γx	δx
Etat final	x_f	$n_p(A) - \alpha x_f$	$n_p(B) - \beta x_f$	γx_f	δx_f

L'avancement de la réaction permet de déterminer la composition du système à un instant donné ou à l'état final. Connaissant sa composition initiale, c'est ce qu'on appelle bilan de la matière.

3) Le réactif limitant :

On appelle réactif limitant le réactif dont la disparition totale empêche la poursuite de la réaction chimique. (Donc le réactif limitant est entièrement consommé à la fin de la réaction).

Pour déterminer le réactif limitant dans le cas d'une réaction générale de type :



on pose deux hypothèses :

- Si $x_{1max} < x_{2max}$ alors $x_{max} = x_1$ dans ce cas c'est le réactif A qui est limitant.
 - Si $x_{2max} < x_{1max}$ alors $x_{max} = x_2$ dans ce cas c'est le réactif B qui est limitant.
- C'est à dire que des deux valeurs possibles l'avancement maximal correspond à la plus petite.

4) Exemples : On réalise la combustion du méthane CH_4 dans le dioxygène O_2 en introduisant initialement 1 mol de méthane à l'état gazeux et 4 moles de O_2 .

- 1) Sachant que les produits de la réaction sont le dioxyde de carbone et l'eau. Ecrire l'équation de la réaction en déterminant les coefficients stoechiométriques.
- 2) Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
- 3) Déterminer l'avancement maximale de la réaction et en déduire le réactif limitant.
- 4) Donner le bilan de la réaction (c'est-à-dire déterminer la composition finale du mélange).

1) L'équation de la réaction : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ les coefficients stoechiométriques sont 1,2,1,2.

2) Le tableau d'avancement de la réaction :

Equation de la réaction		$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$			
états	avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	1	4	0	0
Etat de transformation	x	$1 - x$	$4 - x$	x	$2x$
Etat final	x_{max}	$1 - x_{max}$	$4 - x_{max}$	x_{max}	$2x_{max}$

3) On suppose que CH_4 est limitant : donc $n_f(CH_4) = 0$ c'est à dire : $1 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{1max} = 1 \text{ mol}$

On suppose que O_2 est limitant : donc $n_f(O_2) = 0$ c'est à dire : $4 - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{2max} = 4 \text{ mol}$

on a : $x_{1max} < x_{2max}$ donc l'avancement maximale de la réaction est : $x_{max} = 1 \text{ mol}$ et CH_4 est le réactif limitant.

4) le bilan de la réaction :

$$n_f(CH_4) = 1 - x_{max} = 1 - 1 = 0$$

$$n_f(O_2) = 4 - x_{max} = 4 - 1 = 3 \text{ mol}$$

$$n_f(CO_2) = x_{max} = 1 \text{ mol}$$

$$n_f(H_2O) = 2x_{max} = 2 \text{ mol}$$

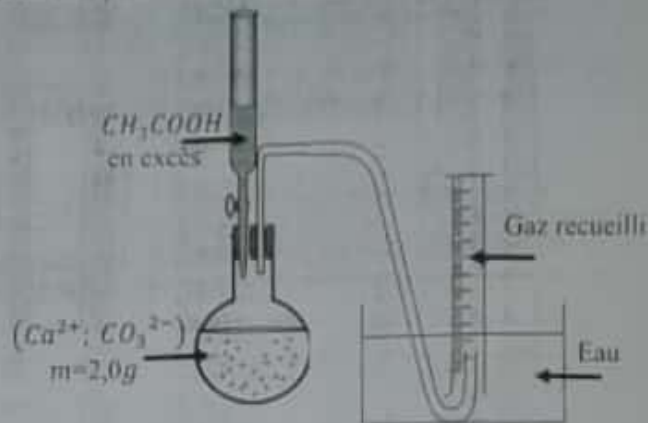
Equation de la réaction		$CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$			
bilan		0	3 mol	1 mol	2 mol

Exercice 01 : (04,00 pts)



Le vinaigre blanc est une solution aqueuse d'acide éthanóique CH_3COOH , il peut être utilisé comme produit ménager en particulier pour détartre, c-à-d éliminer le calcaire (carbonate de calcium $CaCO_3$).

Pour mettre en évidence cette propriété, on réalise le protocole expérimental suivant à la température $\theta = 20^\circ C$ et sous une pression $P = 10^5 Pa$.



On donne :

$$R = 8,314 \text{ (S.I)} ; M(Ca) = 40,0 \text{ g.mol}^{-1} ; M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1} ; M(H) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$$

1^{re} étape : Réaction de l'acide éthanóique avec les ions carbonate CO_3^{2-} en solution

- 1 - 1 - Donner la formule de la base conjuguée de l'acide éthanóique
..... 0,25
- 1 - 2 - Ecrire le couple acide / base correspondant
..... 0,25
- 2 - 1 - Donner la formule de l'acide conjugué de l'ion carbonate
..... 0,25
- 2 - 2 - Ecrire le couple acide / base correspondant
..... 0,25
- 3 - 1 - Ecrire l'équation de la réaction totale des ions carbonate avec l'acide éthanóique
..... 0,50
- 3 - 2 - Calculer la quantité de matière de l'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- produit
..... 0,50

2^{de} étape : Réaction entre l'ion hydrogénocarbonate produit et l'acide éthanóique

L'ion hydrogénocarbonate HCO_3^- ainsi produit est la base conjuguée de l'entité : $CO_2; H_2O$, il réagit à son tour avec l'acide éthanóique (en excès).

1/2

- ① - 1- Qu'appelle-t-on l'espèce HCO_3^- ? 0,50
- ① - 2- Ecrire le couple acide / base correspondant 0,25
- ② - 1- Ecrire l'équation de la réaction totale des ions hydrogencarbonate avec l'acide éthanoïque 0,25
- ② - 2- Comment on peut identifier le gaz recueilli dans l'éprouvette graduée ? 0,25
- ③ - 3- Calculer V le volume du gaz recueilli dans l'éprouvette graduée à la fin de la réaction 0,75

Exercice 02 : (03,00 pts)

Les ions cyanure CN^- doivent être éliminés après utilisation industrielle en raison de leur forte toxicité. Cette élimination se manipule en milieu basique en présence des ions hypochlorites ClO^- qui se réduisent en ions Cl^- et les ions CN^- s'oxydent en CO_3^{2-} et $\text{N}_2(\text{g})$

- ① - 1- Déterminer les deux couples Ox/Red qui ont interagi 1,00
- ① - 2- Montrer que l'équation bilan de la réaction qui se produit s'écrit :
- $$5. \text{ClO}^- + 2. \text{CN}^- + 2. \text{HO}^- \rightarrow 5. \text{Cl}^- + 2. \text{CO}_3^{2-} + \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- $\frac{1}{2}$ èq. de la réaction d'oxydation: 0,50
- $\frac{1}{2}$ èq. de la réaction de réduction: 0,50

- ② - Quel volume de la solution d'ions hypochlorites ClO^- à $0,50 \text{ mol. L}^{-1}$ faut-il utiliser pour oxyder totalement $0,0010$ moles d'ions CN^- ?
- 1,00

2/2

Chimie

Les deux paragraphes 1 et 2 sont indépendantes

Paragraphe 1 Détermination d'un pourcentage massique dans une substance chimique.

Pour éliminer la mousse, on utilise une substance commerciale solide qui contient essentiellement le sulfate de fer hydraté de formule $(\text{FeSO}_{4(x)}, 7\text{H}_2\text{O}_{(l)})$. Pour connaître le pourcentage massique

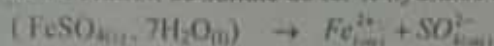
$p = \frac{m_1}{m}$ de sulfate de fer II hydraté dans la substance commerciale, on réalise deux expériences.

- Les données :
- * m_1 : la masse de $(\text{FeSO}_{4(x)}, 7\text{H}_2\text{O}_{(l)})$ dans la substance commerciale
 - * m : la masse de la substance commerciale
 - * la masse molaire de sulfate de fer II hydraté : $M(\text{FeSO}_{4(x)}, 7\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = 278 \text{ (g.mol}^{-1}\text{)}$

1: Expérience 1

On prépare le volume $V_1 = 100\text{ml}$ d'une solution (S_1) de sulfate de fer II, on dissolvant la masse $m = 1\text{g}$ de la substance commerciale dans 100ml d'eau distillée.

L'équation de la dissolution de sulfate de fer II hydraté dans l'eau s'écrit:



1-1 : Déterminer la concentration $[\text{Fe}^{2+}]$ des ions de fer II dans la solution (S_1) , en fonction de : V_1 , m_1 et M .

2: Expérience 2

On prend le volume $V_{\text{tot}} = V = 20\text{ml}$ de la solution (S_1) et le dose avec une solution (S_2) de permanganate de potassium $(\text{K}_{(aq)}^+ + \text{MnO}_{4(aq)}^-)$ acidifiée, de concentration $C_{\text{ox}} = 10^{-2} \text{ (mol.l}^{-1}\text{)}$. On atteint l'équivalence si on ajoute le volume $V_{\text{ox}} = 10\text{ml}$ de solution (S_2) .

- 2-1 : Dessiner un schéma simplifié de l'expérience, en précisant les noms des matériaux utilisés.
2-2 : Monter qualitativement, comment peut-on savoir qu'on a atteint l'équivalence au cours du dosage.
2-3 : Les deux couples ox / réd qui réagissent sont : $\text{Fe}_{(aq)}^{3+} / \text{Fe}_{(aq)}^{2+}$ et $\text{MnO}_{4(aq)}^- / \text{Mn}_{(aq)}^{2+}$

- a) : Écrire la demi-equation électronique d'oxydation et la demi-equation électronique de réduction.
b) : Écrire l'équation globale de la réaction d'oxydo-réduction.
c) : Dresser le tableau d'avancement de la réaction, on considérant l'état initial et l'état à l'équivalence.
d) : Montrer que l'expression de la concentration $C_r = [\text{Fe}^{2+}]$ des ions $\text{Fe}_{(aq)}^{2+}$ dans la solution (S_1)

s'écrit : $[\text{Fe}^{2+}] = \frac{5C_{\text{ox}}V_{\text{ox}}}{V_{\text{tot}}}$, puis calculer $[\text{Fe}^{2+}]$.

3: Calculer la valeur de la masse m_1 de $(\text{FeSO}_{4(x)}, 7\text{H}_2\text{O}_{(l)})$ dans la masse commerciale.

4: Calculer la valeur du pourcentage massique $p = \frac{m_1}{m}$ de sulfate de fer II hydraté dans la substance commerciale.

Paragraphe 2 : Argenture d'une bague de cuivre

Pour argenter une bague de cuivre $\text{Cu}_{(s)}$, on immerge cette bague dans une solution aqueuse de nitrate d'argent $(\text{Ag}_{(aq)}^+ + \text{NO}_{3(aq)}^-)$ de $V = 25\text{ml}$ et de concentration $C = [\text{Ag}^+] = 0,2 \text{ (mol.l}^{-1}\text{)}$; après une durée Δt , on observe que la bague de cuivre se recouvre d'une couche d'argent $\text{Ag}_{(s)}$ et la solution prend une couleur bleuâtre caractérisant la présence des ions cuivre II $(\text{Cu}^{2+}_{(aq)})$.

On donne les deux couples Ox / réd qui interagissent : $\text{Cu}_{(aq)}^{2+} / \text{Cu}_{(s)}$ et $\text{Ag}_{(aq)}^+ / \text{Ag}_{(s)}$

- 1 : Comment identifier les ions $\text{Cu}^{2+}_{(aq)}$ dans la solution à la fin de la réaction.
2 : Déterminer le réactif oxydant et le réactif réducteur.
3 : Écrire les deux demi-equations électroniques pour les deux couples ox/réd.
4 : En déduire l'équation globale de la réaction d'oxydo-réduction.
5 : Donner l'expression de la quantité de matière initiale $n_i(\text{Ag}^+)$ des ions $\text{Ag}^+_{(aq)}$ en fonction de C et V , puis calculer $n_i(\text{Ag}^+)$.
6 : On considère que les ions d'argent $\text{Ag}^+_{(aq)}$ sont consommés totalement au cours de la réaction.
6-1 : Dresser le tableau d'avancement de la réaction et déterminer la relation entre $n_f(\text{Ag})$ et $n_i(\text{Ag}^+)$.
6-2 : Calculer la valeur de la masse d'argent $m(\text{Ag})$ déposée sur la bague de cuivre.

On donne : La masse molaire d'argent : $M(\text{Ag}) = 108 \text{ g.mol}^{-1}$.

AS

ACTIVITE DE CHIMIE (12pts)

On prépare une solution S_1 de permanganate de potassium ($K^+_{(aq)} + MnO_4^-_{(aq)}$) de coloration violette en dissolvant une masse m de $KMnO_4$ dans un volume $V=100mL$ d'eau, (acidifiée par quelques gouttes d'acide sulfurique)
Pour déterminer la concentration de la solution S_1 , on prélève à l'aide d'une pipette un volume $V_1=10ml$ de cette solution qu'on introduit dans un bécher et on lui ajoute progressivement une solution S_2 d'acide oxalique $H_2C_2O_4$ de concentration $C_2=0,4mol/L$.

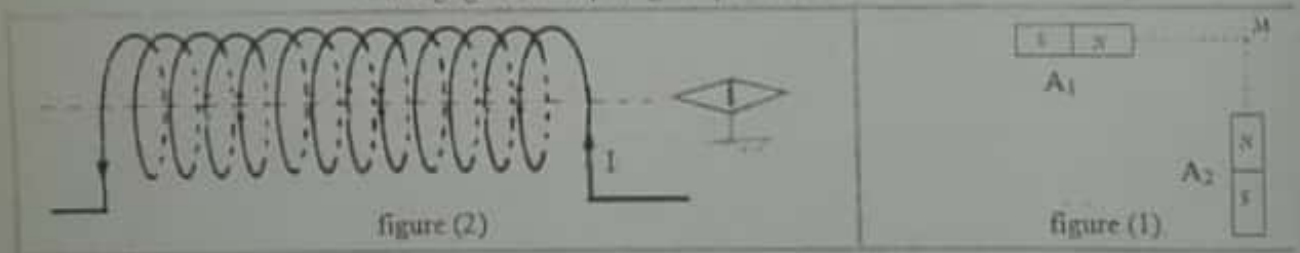
- 1) Comment s'appelle cette étude expérimentale qui a pour objet la détermination de la concentration de la solution S_1 ? (1pt)
- 2) Donner le schéma du dispositif expérimental utilisé dans cette étude en nommant ses différents constituants. (1pt)
- 3) Comment s'appelle la solution dont on doit déterminer la concentration? et comment s'appelle la solution ajoutée? (1pt)
- 4) Ecrire l'équation de la réaction qui se produit durant cette étude sachant que:
l'acide oxalique est réducteur du couple $CO_2/H_2C_2O_4$ et l'ion permanganate est oxydant du couple MnO_4^-/Mn^{2+} . (1pt)
- 5) Construire le tableau d'avancement de cette réaction et en déduire la relation d'équivalence. (1pt)
- 6) Comment repérer l'équivalence dans cette étude? (0,5pt)
- 7) Quel est le réactif limitant avant l'équivalence et quel est celui limitant après l'équivalence? (0,5pt)
- 8) Sachant que le volume ajouté à l'équivalence est: $V_{2eq}=12,5mL$, déterminer la concentration C_1 de la solution S_1 . (1pt)
- 9) Déterminer la masse m utilisée pour préparer la solution S_1 . (1pt)
- 10) Pour diluer la solution S_1 , quel volume d'eau doit-on ajouter à 90mL de la solution S_1 pour que sa concentration devienne $C' = 0,1mol/L$? (0,5pt)

on donne $g=10N/kg$; $M(K)=39,1g/mol$; $M(Mn)=54,9g/mol$; $M(O)=16g/mol$

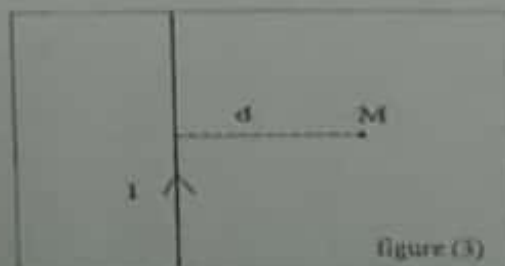
Premier exercice de physique (8pts)

- 1) a) On considère deux barreaux aimantés A_1 et A_2 posés sur le même alignement avec un point M comme l'indique la figure (1).
Sachant que les intensités des champs magnétiques créés par A_1 et A_2 au point M sont : $B_1=20mT$ et $B_2=30mT$.
b) Représenter les vecteurs champ magnétique en utilisant l'échelle suivante : $1cm \rightarrow 10mT$. Puis représenter le vecteur champ magnétique globale au point M . (1pt)
- c) Déterminer graphiquement puis par calcul l'intensité du champ magnétique \vec{B} global au point M , puis déterminer l'angle que forme \vec{B} avec le plan horizontal. (1pt)

On néglige le champ magnétique terrestre.



- 1) On considère une bobine de rayon $R=2,5cm$ et de longueur $L=60cm$ composée de $N=600$ spires et parcourue par un courant électrique d'intensité $I=239mA$ comme l'indique la figure (2).
a) Donner la définition d'un solénoïde. (0,5pt)
b) Montrer la bobine précédente peut être considérée comme un solénoïde. (0,5pt)
c) Déterminer l'intensité du champ magnétique créée par ce solénoïde. (0,5pt)
d) Préciser la nature de chacune des faces du solénoïde. (0,5pt)
e) Préciser les pôles de l'aiguille aimantée. (0,5pt)
f) Déterminer le sens et la direction du champ magnétique \vec{B} créé par le solénoïde à son intérieur (0,5pt)
g) Représenter le spectre du champ magnétique créé par le solénoïde (0,5pt)
h) Sachant que le diamètre du fil enroulé $d=2mm$, quelle est le nombre de couches enroulées sur le cylindre formant le solénoïde? (1pt)
- 2) On considère un long conducteur rectiligne parcouru par un courant électrique d'intensité $I=12A$ comme l'indique la figure (3).

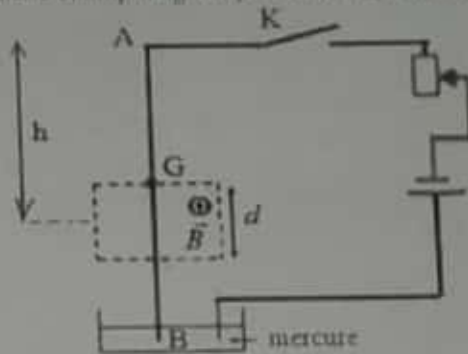


1/2

- a) Donner l'expression du champ magnétique créé par le conducteur au point M. (0,5pt)
 b) Donner le nom de la constante suivante $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ (0,5pt)
 c) Représenter en utilisant l'un des symboles suivant (\otimes ou \odot) Le vecteur champ magnétique créé par le conducteur au point M. (0,5pt)
 d) Calculer l'intensité du champ magnétique créé par le conducteur au point M on donne $d=2\text{mm}$. (0,5pt)

Deuxième exercice de physique (5pts)

On considère le montage expérimental représenté dans ci-dessous dans lequel AB est une tige homogène de longueur $L=20\text{cm}$ et de masse $m=12\text{mg}$, capable de tourner sans frottement autour d'un axe fixe (S) horizontal passant le point A. La tige passe dans l'entrefer d'un aimant en U créant un champ magnétique uniforme qui s'étend sur une largeur d (comme l'indique la figure ci-dessous). L'axe de symétrie de la région où règne le champ magnétique se trouve à une distance h du point A (voir figure).



Lorsqu'on ferme le circuit, un courant électrique continu d'intensité $I=10\text{A}$ passe dans la tige du point B au point A. Elle s'incline d'un angle $\alpha = 40^\circ$ puis elle se stabilise.

- 1) Quelle est la cause de l'inclinaison de la tige ? Justifier votre réponse. (0,5pt)
- 2) Soit le point C = point d'application de la force qui a provoqué l'inclinaison de la tige. Indiquer sur la figure la position de ce point en justifiant votre réponse, puis représenter cette force dans la position verticale de la tige. (0,5pt)
- 3) Faire le bilan des forces qui s'appliquent sur la tige à l'équilibre puis représenter ces forces sur une figure dans la position d'équilibre. (1pt)
- 4) Donner l'expression de la force qui a provoqué l'inclinaison de la tige et préciser son sens et sa direction. (0,5pt)
- 5) Donner l'expression l'intensité de la force qui a provoqué l'inclinaison de la tige en fonction de I , B et L . (0,5pt)
- 6) Le point G étant le centre d'inertie de la tige. Exprimer la distance h en fonction de L .
- 7) En appliquant le théorème des moments, montrer que l'intensité de la force qui a provoqué l'inclinaison de la tige $F = \frac{4}{5} m \cdot g \cdot \sin \alpha$ est : (1,25pt)
- 8) En déduire l'expression de l'intensité du champ magnétique en fonction de m , g , L et α puis calculer sa valeur. (0,75)
 On donne $g=10\text{N/kg}$

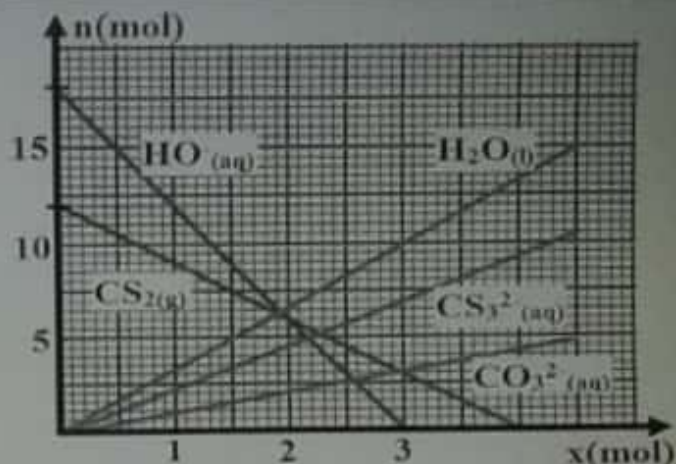
2/2

● Exercice 8: (courbes de l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques)

Le diagramme représente les courbes de l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques au cours de la transformation chimique.

La quantité de matière initiale d'eau (solvant) n'a pas été prise en considération dans le diagramme.

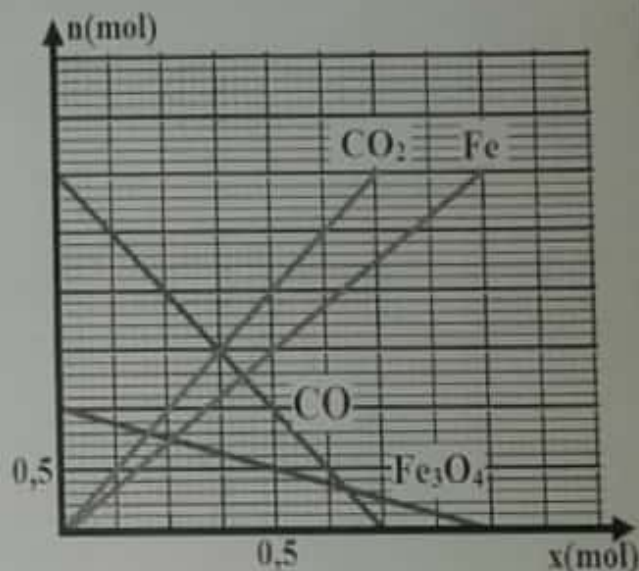
- 1) Identifier les réactifs et les produits de cette transformation.
- 2) Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs.
- 3) Déterminer le réactif limitant et la valeur de x_{max} .
- 4) Donner le bilan de matière du système à l'état final.



● Exercice 9: (exploitation du graphe de l'évolution $n = f(x)$)

Le graphe de côté représente l'évolution en fonction de l'avancement de la réaction x , des quantités de matière des réactifs et des produits d'une réaction se produisant dans le haut fourneau. Les réactifs sont la magnétite Fe_3O_4 , le monoxyde de carbone, et les produits sont le fer et le dioxyde de carbone.

- 1) Ecrire l'équation de cette réaction en utilisant les nombres stœchiométriques entiers les plus petits possibles.
- 2) Comparer le nombre stœchiométrique de chaque espèce et le coefficient directeur de la droite correspondante.
- 3) A partir du graphe déterminer: l'avancement maximal de la réaction et le réactif limitant.
- 4) Déterminer la composition en (mol) de l'état initial et de l'état final.



● Exercice 10: (Les cloches en alliage de cuivre et d'étain)

Lors de la réaction entre l'étain $Sn_{(s)}$ et une solution d'acide chlorhydrique, il se produit un dégagement de dihydrogène et des ions étain $Sn^{2+}_{(aq)}$ apparaissent. Dans les mêmes le cuivre ne réagit pas.

Les cloches sont constituées de bronze, alliage de cuivre et d'étain. Un échantillon de ce bronze de masse $m_0 = 5,4g$ est plongé dans une solution d'acide chlorhydriques. On recueille un volume V de dihydrogène égal à 250 ml.

- 1) écrire l'équation de la réaction entre l'étain et les ions $H^+_{(aq)}$.
- 2) A l'aide d'un tableau d'avancement et en supposant que les ions $H^+_{(aq)}$ sont en excès, déterminer l'avancement final.
- 3) En déduire la quantité et la masse d'étain présent dans l'échantillon.
- 4) Calculer le pourcentage en masse d'étain dans le bronze.

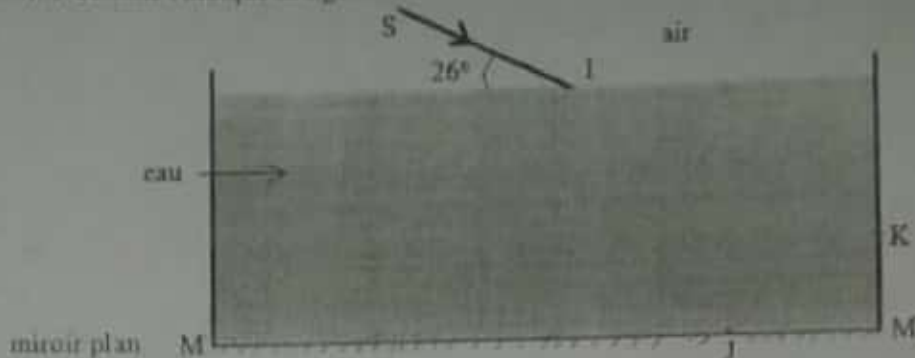
Données:

- Le volume molaire dans les conditions de l'expérience $V_m = 24 L/mol$.



remier exercice de physique (5pts)

un rayon lumineux (SI) arrive au point I sur la surface libre de l'eau contenue dans un cristallin au fond duquel est placé un miroir plan MM' comme l'indique la figure suivante.



On donne l'indice de réfraction de l'eau $n_{\text{eau}}=1,33$ celui de l'air est $n_{\text{air}}=1$.

- 1) Déterminer l'angle d'incidence i_1 du rayon (SI) sur la surface de l'eau au point I. (0,5pt)
- 2) En appliquant la loi de réfraction de la lumière déterminer la valeur de l'angle de réfraction r_1 au point I. (1pt)
- 3) Déterminer la valeur de l'angle d'incidence i du rayon lumineux sur le miroir plan MM' au point J. (0,5pt)
- 4) En appliquant la loi de réflexion de la lumière déterminer la valeur de l'angle de réflexion r de la lumière au point J. (0,5pt)
- 5) Tracer la marche du rayon lumineux puis déterminer graphiquement la valeur de l'angle d'incidence i_2 au point K. (1pt)
- 6) En appliquant la loi de réfraction de la lumière déterminer la valeur de l'angle de réfraction r_2 au point K. (1pt)
- 7) Déterminer l'angle de déviation D que forme le rayon incident (SI) et le rayon lumineux émergent (KR). (1pt)

Deuxième exercice de physique (8pts)

1) Définir la lentille mince convergente et donner la relation de conjugaison et celle de grandissement. (0,75pt)

On considère un objet AB de longueur 5cm placé devant une lentille convergente dans l'espace objet et à une distance 15cm de son centre optique O.

Sachant que l'image A'B' se forme derrière la lentille dans l'espace image à une distance 30cm de son centre optique O.

- 2) Quelle est la nature de l'objet? (0,25pt)
- 3) En utilisant la relation de grandissement déterminer:
 - a) Le grandissement de la lentille. (1pt)
 - b) La nature de l'image, justifier votre réponse. (1pt)
 - c) la longueur de l'image. (1pt)
- 4) En utilisant la relation de conjugaison déterminer la distance focale image de la lentille. (1,5pt) $\overline{OF'}$
- 5) Déterminer la vergence de la lentille. (1pt)
- 6) Faire la représentation graphique de l'image obtenue par la lentille tout en s'assurant de l'exactitude des valeurs trouvées précédemment, en utilisant l'échelle: 1/4 (c'est-à-dire 1 petit carreau représente 2cm) (2pts)

Exercice de chimie (7pts)

- 1-1- Donner la définition des alcanes et donner leur formule brute générale. (0,5pt)
- 1-2- Donner la définition des alcènes et donner leur formule brute générale. (0,5pt)
- 1-3- Donner la définition des cyclo alcanes et donner leur formule brute générale. (0,5pt)
- 1-4- Donner le groupement fonctionnel des alcools et comment s'appelle ce groupement? (0,5pt)
- 1-5- Donner le groupement fonctionnel des acides carboxyliques et comment s'appelle ce groupement? (0,5pt)
- 1-6- Définir l'isomérisation c'est-à-dire les molécules isomères. (0,5pt)

2) On considère un alcène A de masse molaire $M_{(A)}=56\text{g/mol}$.

- a) Déterminer la formule brute de cet alcène. (1pt)
- b) Déterminer tous les isomères de cet alcène. (1pt)

On donne la masse molaire atomique du carbone: $M(C)=12\text{g/mol}$ et celle de l'hydrogène: $M(H)=1\text{g/mol}$.

3) On considère un alcool B de formule brute $C_xH_yO_z$ et de masse molaire $M_{(B)}=74\text{g/mol}$ (x, y et z sont des entiers non nuls) sachant que le pourcentage massique du carbone dans B est: $\%C=64,9\%$ celui de l'oxygène est: $\%O=21,63\%$

$\%H=13,52\%$ alors que le pourcentage massique de l'hydrogène dans B est:

- 3-1- Déterminer la formule brute de cet alcool. (1pt)
- 3-2- Donnez tous les isomères de l'alcool B. (1pt)

1/1

Physique 2 : (8 points)

On considère un corps solide (S) , de masse $m = 0,4 \text{ Kg}$ qui peut glisser sur une raille ABC , constituée de deux parties (schéma 2).

- Une partie rectiligne AB de longueur $AB = L = 1 \text{ m}$, inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ ($\alpha = \frac{\pi}{6} \text{ (rad)}$) par rapport au plan horizontal passant par le point C.

- Une partie circulaire BC de rayon $r = \frac{AB}{5}$ et de longueur $\widehat{BC} = r \cdot \alpha$ avec $\alpha = \frac{\pi}{6} \text{ (rad)}$.

On choisit le plan passant par le point C ($z_C = 0$) , comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur $E_{\text{pot}}(C) = 0 \text{ J}$. On donne $g = 10 \text{ (N.Kg}^{-1}\text{)}$.

On lâche le corps (S) du point A sans vitesse initiale $v_A = 0 \text{ m.s}^{-1}$.

1 : On considère que le corps (S) se déplace sans frottement sur la partie ABC.

1-1 : Donner l'expression de l'énergie mécanique $E_m(A)$ au position A en fonction de : m , g et z_A .

1-2 : On donne $z_A = h_1 + h_2$, montre que $z_A = AB \cdot \sin \alpha + r \cdot (1 - \cos \alpha)$.

1-3 : Montrer que $E_m(A) = m \cdot g \cdot r \cdot (1 + 5 \cdot \sin \alpha - \cos \alpha)$, puis la valeur de $E_m(A)$.

1-4 : Montrer que l'expression de l'énergie potentielle $E_{\text{pot}}(B)$ au position B s'écrit : $E_{\text{pot}}(B) = m \cdot r \cdot g \cdot (1 - \cos \alpha)$.

1-5 : Appliquer le principe de conservation de l'énergie mécanique entre les deux positions A et C et montrer que la vitesse au point C s'écrit : $v_C = \sqrt{2 \cdot g \cdot r \cdot (1 + 5 \cdot \sin \alpha - \cos \alpha)}$, puis calculer la valeur de v_C .

2 : Expérimentalement la valeur de la vitesse au position C est $v'_C = 3 \text{ m.s}^{-1}$.

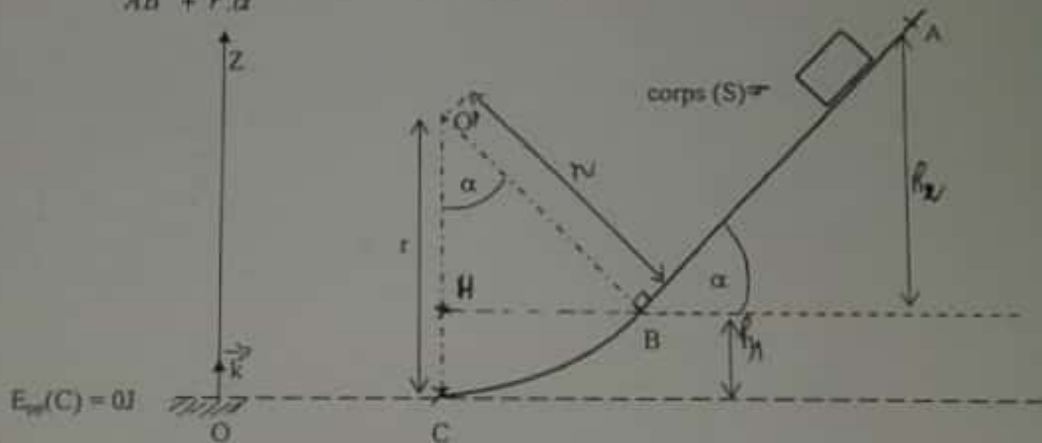
2-1 : Calculer dans ce cas, la variation de l'énergie mécanique ΔE_m du corps (S) entre les deux positions A et C.

2-2 : En déduire la quantité d'énergie thermique libérée Q , au cours du mouvement de (S) entre A et C.

2-3 : Montrer que l'intensité f de la force de frottement, considérée constante, sur le parcours ABC s'écrit :

$$f = - \frac{\Delta E_m}{AB + r \cdot \alpha} ; \text{ puis calculer la valeur de } f.$$

schéma (2)



Exercice 2 :

La réaction entre le fer (Fe) et le gaz de dioxygène (O_2) donne l'oxyde magnétique (Fe_3O_4).

1- Ecrire l'équation de la réaction. (1pt)

On réalise la réaction entre une masse de $m_{Fe} = 3,36\text{ g}$ de fer en poudre et le volume $V = 1,44\text{ L}$ du gaz de dioxygène.

2- Calculer la quantité de matière des réactifs dans l'état initial. (1pt)

3- Compléter le tableau d'avancement ci-dessous : (1pt)

Equation de la réaction	 + →			
Etat du système	Avancement	Quantité de matière en (mol)			
Etat initial	0			-----	
Etat intermédiaire	x			-----	
Etat final	x_{max}			-----	

4- Déterminer l'avancement maximal x_{max} et le réactif en excès. (1pt)

5- Déterminer la masse de produit (Fe_3O_4) et la masse de réactif restant à l'état final. (2pts)

6- Représenter graphiquement les quantités de matière des réactifs et de produit en fonction de l'avancement x en utilisant le graphe ci-dessous. (2pts)

7- On veut obtenir une quantité $n(Fe_3O_4) = 0,05\text{ mol}$ de l'oxyde magnétique. Déterminer $m(Fe)$ la masse de fer et $V(O_2)$ le volume de dioxygène utilisés pour avoir un mélange stœchiométrique. (2pts)

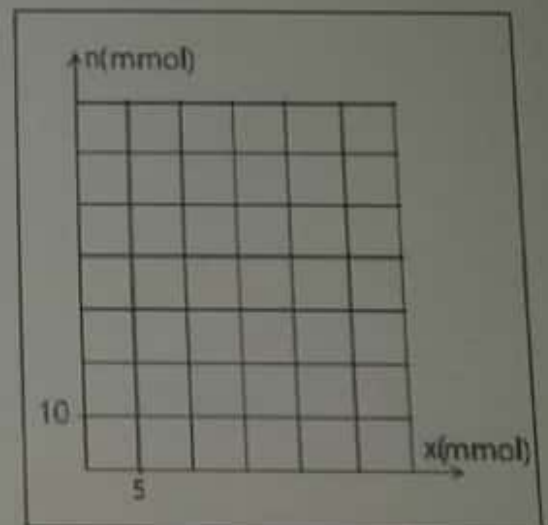
Données :

Les masses molaires atomiques :

$$M(Fe) = 56\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1} \quad , \quad M(O) = 16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$$

Le volume molaire dans les conditions de l'expérience :

$$V_m = 24\text{ L}\cdot\text{mol}^{-1}$$



« Il n'y a qu'une façon d'échouer, c'est d'abandonner avant d'avoir réussi »