Cours - Activités - Exercices - Devoirs

Programme marocain

ÉLECTRON

PHYSIQUE-CHIMIE

1BAC Sc . M

Partie *I*

- Mécanique
- Chimie en solution

Réalisé par :

Cahier de l'élève

Se convaincre que tu en es capable, c'est déjà la moitié du chemin

Nom:

Prénom:

Classe:

Année scolaire:

Sommaire

- Mécanique 4
  - Mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un axe fixe 5
  - Travail et puissance d'une force 19
  - Travail et énergie cinétique 33
  - Travail et énergie potentielle - Énergie mécanique.....47
  - Travail et énergie interne.....64
  - Énergie thermique -Transfert thermique.....73
- Chimie en solution.....86
  - L'importance de la mesure en chimie 87
  - Les grandeurs liées à la quantité de matière 94
  - Solutions électrolytiques et concentration.....110
  - Suivi d'une transformation chimique.....123
  - Mesure de la conductance.....137
  - Réactions acidobasiques.....154
  - Réactions d'oxydoréduction.....166
  - Dosages directs.....179
- Devoirs.....195
- Bibliographies utilisées.....214

PARTIE *I* : Mécanique

1. Mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un axe fixe
2. Travail est puissance d'une force
3. Travail et énergie cinétique
4. Travail et énergie potentielle- Énergie mécanique
5. Travail et énergie interne
6. Énergie thermique -Transfert thermique

Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe

Situation-problème

Les hélices d'un hélicoptère sont des solides en rotation autour d'un axe fixe .

- Qu'est-ce qu'un mouvement de rotation ?
- Quelles sont les caractéristiques de ce mouvement ?
- Quelles sont les caractéristiques du mouvement de rotation uniforme ?

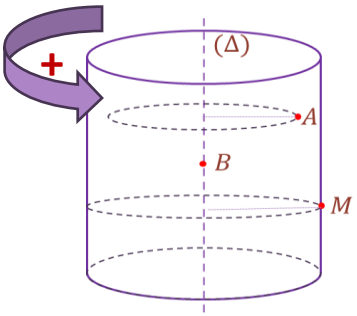
Objectifs

- Définir le mouvement de rotation d'un solide autour d'axe fixe .
- Savoir repérer un point d'un solide en rotation autour d'un axe fixe par son abscisse angulaire ou par son abscisse curviligne .
- Connaître et savoir déterminer la vitesse angulaire d'un solide en mouvement de rotation autour d'un axe fix .
- Définir le mouvement de rotation uniforme d'un corps solide autour d'axe fixe .
- Savoir déterminer l'équation horaire du mouvement d'un point en mouvement circulaire autour d'un axe fixe .
- Connaître la période et la fréquence du mouvement de rotation uniforme .

I Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe

① Activité: Mise en évidence le mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe

On considère un corps solide (S) de forme cylindrique en mouvement autour d'un axe fixe (Δ)
Soient A, B et M des points du solide (S)



Exploitation

❶ Identifier la nature du mouvement des points A , B , et M .
❷ Quelle est la nature du mouvement du solide (S) .

② Définition

.....
.....
.....
.....
.....

❖ Exemples

.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....

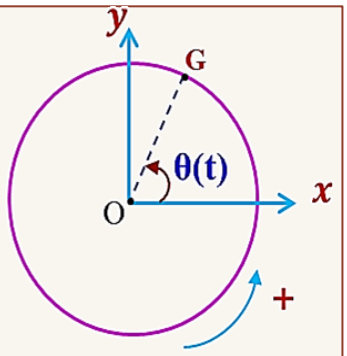
.....
.....
.....
.....

II Repérage d'un point d'un solide en rotation autour d'un axe fixe

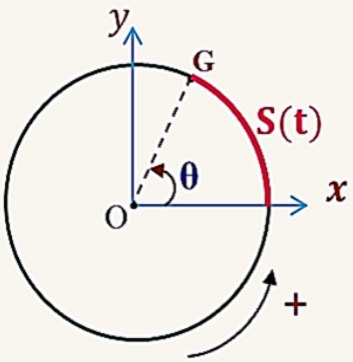
Pour repérer le mouvement d'un point G d'un corps solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe, on considère un repère $R(O,\vec{i},\vec{j})$ confondu avec le plan du mouvement .

On repère la position du point G par son abscisse angulaire ou par son abscisse curviligne

① Abscisse angulaire



② L'abscisse curviligne



③ La relation entre l'abscisse angulaire et l'abscisse curviligne

❖ Application

Un disque de diamètre $d = 50cm$ réalise un demi-tour pendant une durée Δt. Le point M se trouve initialement sur l'axe des abscisses.

❶ Déterminer l'abscisse angulaire d'un point M du périmètre du disque

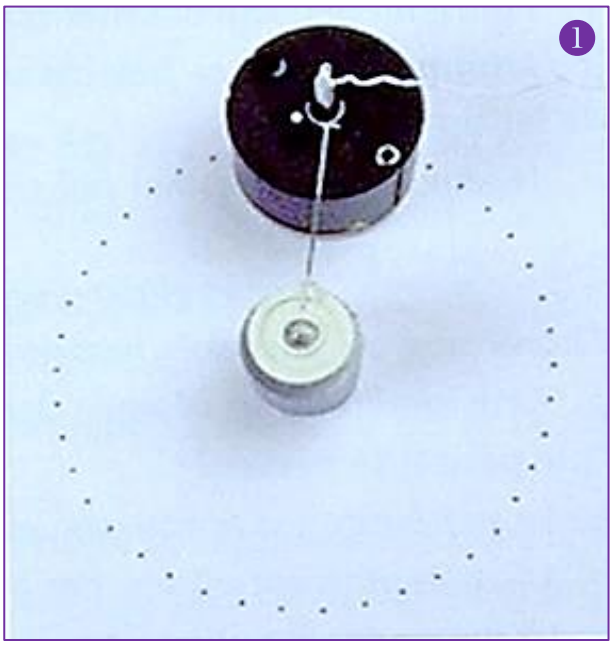
❷ Déduire la distance parcourue par ce point pendant la durée Δt .

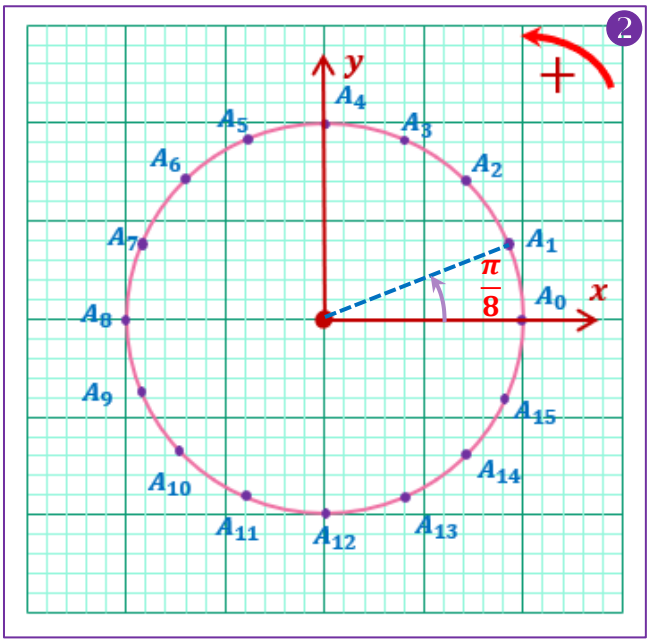
Notons que le point M se trouve initialement sur l'axe des abscisses ..

III La vitesse angulaire

① Activité

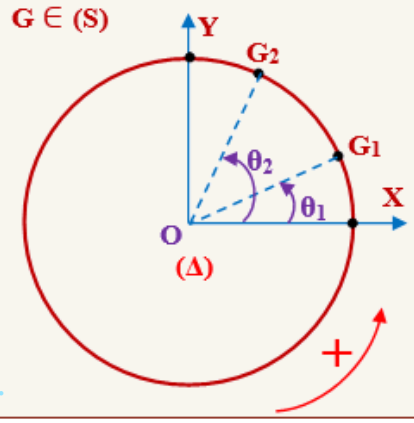
On considère un autoporteur qui peut tourner autour d'un axe fixe (Δ). On connecte l'autoporteur à un détonateur latéral A (la figure ❶) .
On lance l'autoporteur et on enregistre le mouvement du détonateur A pendant des périodes de temps égales et successives $\tau = 40ms$ (la figure ❷)



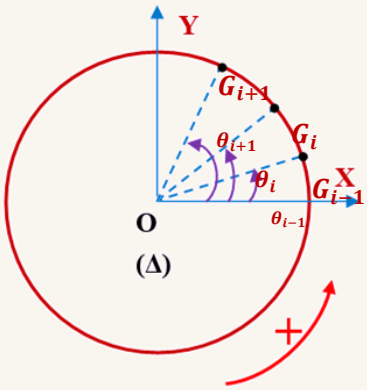


❶ Quelle est la nature de la trajectoire du détonateur A ?
❷ Calculer la vitesse instantanée du détonateur aux positions A_3 et A_5. Que concluez-vous ?
❸ Représenter le vecteur vitesse instantanée aux positions A_3 et A_5
❹ On définit la vitesse angulaire instantanée par la relation suivante : $\omega_i = \frac{\theta_{i+1}-\theta_{i-1}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$.
Calculer la vitesse angulaire instantanée du détonateur A aux positions A_3 et A_5 .
❺ Calculer la vitesse angulaire moyenne du détonateur A entre les positions A_1 et A_8 .que remarquez-vous ?
❻ Calculer le rapport $\frac{V_i}{\omega_i}$ et le comparer avec le rayon de la trajectoire du détonateur A . Que concluez-vous ?

② La vitesse angulaire moyenne



③ La vitesse angulaire instantanée

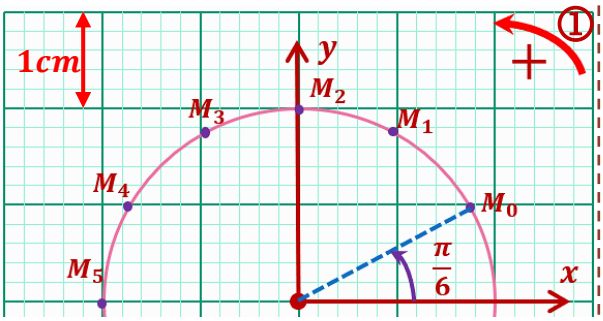


④ La vitesse linéaire instantanée

IV La rotation uniforme

① Activité

On enregistre les positions occupées par un point M d'un solide (S) en mouvement de rotation autour d'un axe fixe (Δ) sur une table à coussin d'air pendant des intervalles de temps égaux à $\tau = 20ms$, on obtient l'enregistrement de la figure ① . Le point M_0 est la position occupée par le point M à l'instant $t_0 = 0s$



❶ En exploitant l'enregistrement de la figure ① compléter le tableau ci-dessous .

Position	M_0	M_1	M_2	M_3	M_4
Date $t(ms)$	0	20	40	60	80
Abscisse angulaire $\theta(rad)$					

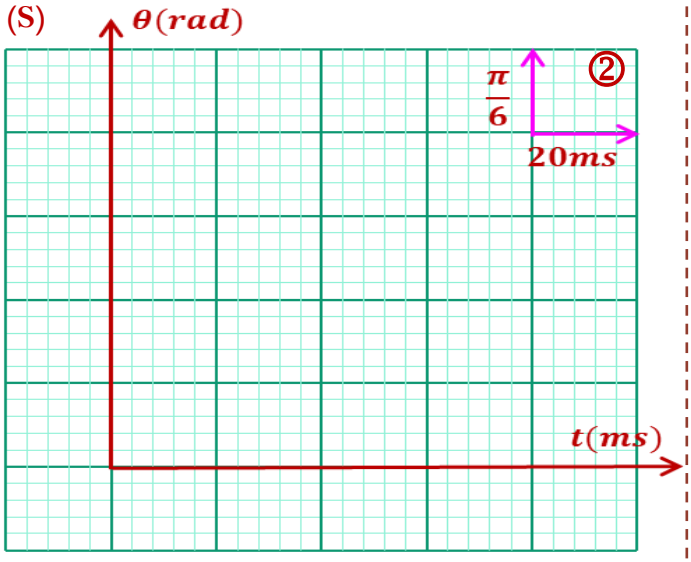
❷ Calculer la valeur de la vitesse angulaire instantanée du point M aux positions M_1 et M_4 et déduire la nature du mouvement du corps (S)

❸ Dresser sur la figure ② la courbe $\theta = f(t)$ qui représente l'évolution de l'abscisse angulaire en fonction de temps en déterminant sa nature .

❹ Déterminer la valeur du coefficient directeur de la courbe $\theta = f(t)$ et le comparer avec la valeur de la vitesse angulaire .

❺ Déduire l'équation modélisant l'évolution temporelle de l'abscisse curviligne de point M .

❻ Déterminer la période et la fréquence du mouvement du solide (S) .



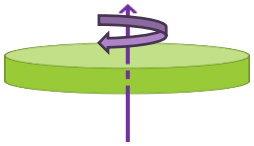
② **Définition**

Exercice 1

L'équation horaire vérifiée par l'abscisse angulaire d'une poulie en mouvement de rotation autour d'un axe fixe est : $\theta(t) = 4.t + 0,7$ avec $\theta(rad)$ et $t(s)$.

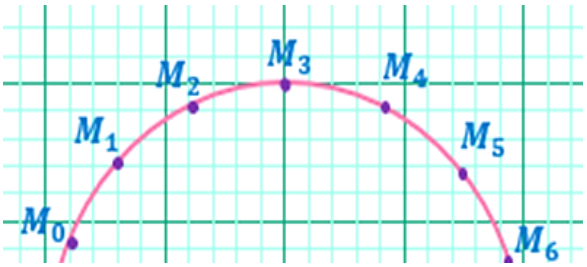
1. Déterminer la valeur de la vitesse angulaire ω , et celle de l'abscisse angulaire initial θ_0
2. Calculer la période et la fréquence du mouvement de la poulie .
3. Déterminer l'équation horaire vérifiée par l'abscisse curviligne d'un point M du périmètre de la poulie. sachant que le rayon de la poulie est : $R = 25cm$
4. Calculer la distance parcourue par le point M pendant une durée $\Delta t = 30s$
5. Calculer le nombre de tours effectués par la poulie pendant une durée $\Delta t = 30s$

Exercice 2



La figure ci-contre représente l'enregistrement du mouvement d'un point M du périmètre d'un disque en mouvement sur une table à coussin d'air

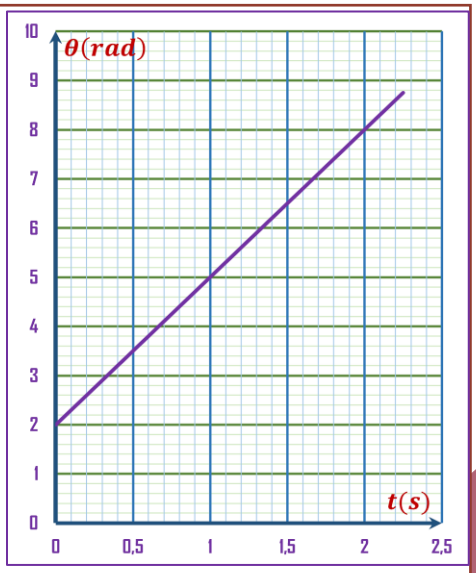
Données :
- La durée entre deux positions successives : $\tau = 40ms$
- La longueur de l'arc entre deux positions successives : $\widehat{M_iM_{i+1}} = 4cm$
- Le rayon de la trajectoire du point A : $R = 11,5cm$



1. Calculer la vitesse linéaire aux point M_1 et M_4
2. Représenter les vecteurs vitesses $\overrightarrow{V_1}$ et $\overrightarrow{V_4}$.
3. Calculer la vitesse angulaire du point M .
4. Calculer la période du mouvement du point M , et déduire sa fréquence .
5. Déterminer le nombre de tours effectués par le disque pendant 2min
6. Un point B du disque tel que $OB = 3cm$. O est le centre du disque
   - a – Calculer la vitesse linéaire du point B
   - b – Déduire la distance parcourue parle point B pendant 5min

Exercice 3

La figure ci-contre représente les variations de l'abscisse angulaire d'un cylindre de diamètre $D = 12cm$ en rotation autour d'un axe fixe (Δ) passant par son centre d'inertie



1. Quelle est la nature du mouvement du cylindre ?
2. Écrire l'équation horaire vérifiée par l'abscisse angulaire d'un point du cylindre .
3. Calculer la période et la fréquence du mouvement du cylindre .
4. Écrire l'équation horaire vérifiée par l'abscisse curviligne d'un point M du périmètre du cylindre .
5. Calculer la distance parcourue par le point M pendant une durée $\Delta t = 5min$
6. Calculer le nombre de tours effectués par le cylindre pendant une durée $\Delta t = 5min$

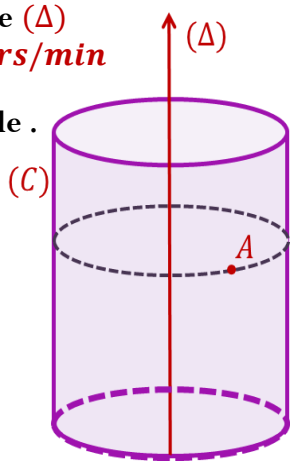
Exercice 4

L'équation horaire de l'abscisse curviligne d'un point M périmètre d'un cylindre en mouvement de rotation autour d'un axe fixe est : $S(t) = 3.t + 8$ avec $S(rad)$ et $t(s)$.

1. Quelle est la nature du mouvement du point M ?
2. Déterminer la vitesse linéaire du point M .
3. Déterminer l'équation horaire de l'abscisse angulaire du point M sachant que le rayon du cylindre est :$R = 25cm$ de cylindre de la poulie .
5. Calculer le nombre de tours effectués par le cylindre pendant une durée $\Delta t = 1,5h$

Exercice 5

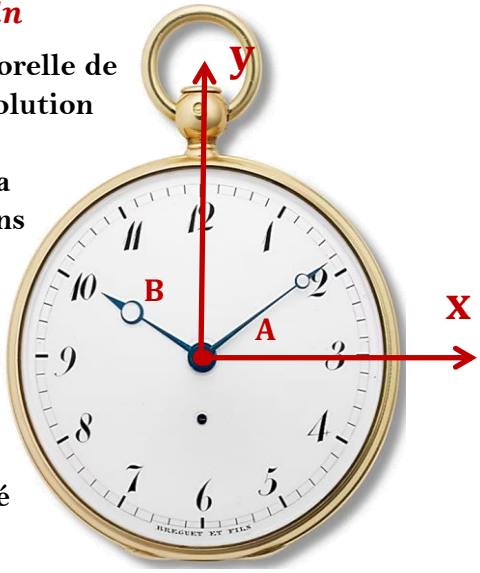
Un cylindre de rayon $R = 30cm$ est en rotation uniforme autour d'un axe (Δ) passant par son centre de gravité à une vitesse angulaire égale à $60tours/min$



1. Calculer la fréquence du mouvement du cylindre et déduire sa période .
2. Exprimer la vitesse angulaire du cylindre en rad/s
3. Calculer le nombre de tours effectués par le cylindre pendant une durée $\Delta t = 10\text{min}$
4. Soit A et un point de la surface latérale du cylindre .
   - $a -$ Calculer la vitesse linéaire du point A
   - $b -$ Calculer la distance parcourue par le point A pendant la durée $\Delta t = 10\text{min}$

Exercice 6

Les aiguilles d'une montre réalisent des mouvements de rotation autour d'un axe fixe (Δ) .
On choisit l'origine des dates le cas où la montre : $10h9min$



1. Déterminer l'équation horaire donnant l'évolution temporelle de l'abscisse angulaire de l'aiguille A, et celle donnant l'évolution temporelle de l'abscisse angulaire de l'aiguille B .
2. À quelle date les deux aiguilles se superposent-ils pour la première fois ? Quelle heure la monter indique-t-elle dans ce cas ?
3. Calculer la période et la fréquence du mouvement de chacune de deux aiguilles .
4. Pendant une heure, l'extrémité de l'aiguille A parcoure $6,03 \times 10^{1}m$ tandis que l'extrémité de l'aiguille B parcoure $7,54 \times 10^{-1}m$.
   - $a -$ Calculer la valeur de la vitesse linéaire de l'extrémité de l'aiguille A et celle de l'aiguille B
   - $b -$ Déterminer l'équation horaire donnant l'évolution temporelle de l'abscisse curviligne de chacune des deux l'aiguilles

Travail et Puissance d'une force

Situation-problème

La force appliquée par le câble de la grue permet de soulever le seau du sable vers le haut. Nous disons que cette force réalise un travail mécanique .

- Qu'est-ce que le travail mécanique ?
- Qu'est-ce que la puissance mécanique ?
- Quelle relation existe-t-elle entre ces deux grandeurs

Objectifs

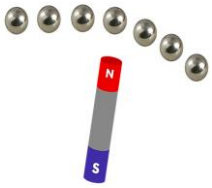
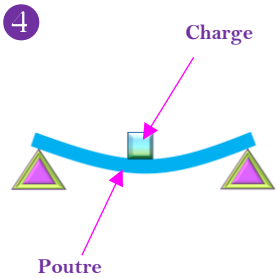
- Savoir les effets d'une force exercées sur un corps solide .
- Définir le travail mécanique et connaitre son unité .
- Savoir calculer le travail d'une force constante appliqué à un solide en translation .
- Savoir calculer le travail d'une force de moment constant appliquée à un solide en rotation autour d'un axe fixe .
- Définir la puissance mécanique moyenne et savoir la calculer .
- Définir la puissance mécanique instantané et savoir la calculer .

I Concept de travail d'une force

① Effets d'une force exercée sur un solide

❖ Activité

Identifier les effets ou les changements provoqués par la force pour chaque système.

1	2	3	4
			
.....	.....	.....	.....

❖ Conclusion

.....

.....

- .....
- .....
- .....

② Notion du travail

- .....

.....

.....

.....

- .....
- .....

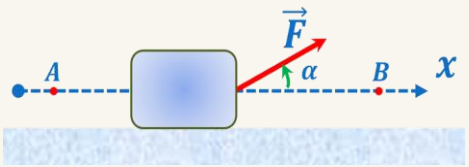
II Travail d'une force constante

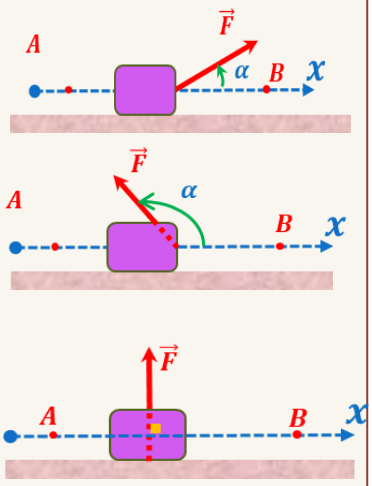
① Force constant

.....

② Travail d'une force constante appliquée à un solide en mouvement de translation rectiligne

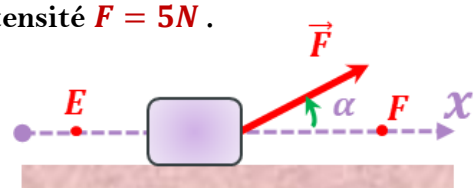
- .....
  - .....
  - .....
  - .....





❖ Application

Un corps solide se déplace sans frottement sur piste horizontale et soumis à une force constante $\vec{F}$ formant un angle $\alpha = 30°$ avec la piste et d'intensité $F = 5N$.

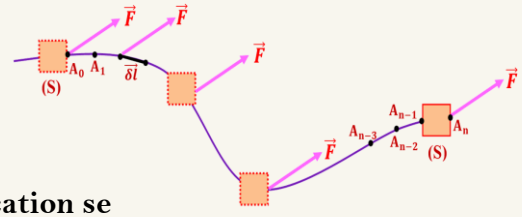


❶ Déterminer les forces exercées sur le solide .

❷ Calculer les travaux des forces extérieures exercées sur ce solide lorsqu'il se déplace d'un point E à un point F tel que : $EF = 15m$

③ Travail d'une force constante appliquée à un solide en mouvement de translation curviligne

On découpe la trajectoire en segments $\overrightarrow{\partial l}$ infiniment petits . On note par $\partial W_i(\vec{F})$ le travail élémentaire correspondant au déplacement $\overrightarrow{\partial l_i}$ tel que :



.....

Le travail total de la force $\vec{F}$ lorsque son point d'application se déplace d'un point A un point B est égal .....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Généralisation

.....

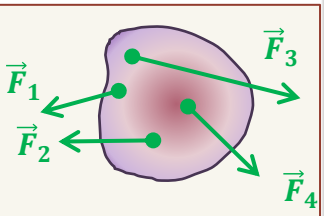
.....

.....

.....

④ Travail d'un ensemble de forces appliquées à un solide en translation

On considère un corps solide en translation et soumis à un ensemble de forces constantes tel que les points d'applications des forces subissent le même déplacement .



Le travail total de ces forces est :.....

.....

.....

.....

.....

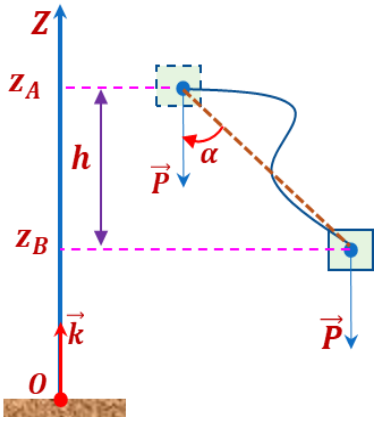
.....

.....

.....

⑤ Travail du poids d'un corps solide

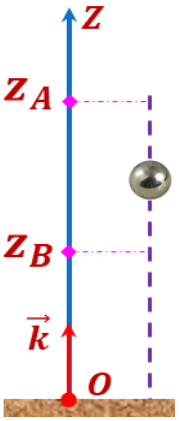
Près de la surface de la terre, le poids est considéré une force constante .
On considère un corps solide (S) de masse m se déplaçant d'un point A à un point B .



❖ Remarque

❖ Application

On considère une bille métallique on chute libre sous l'action de son poids .



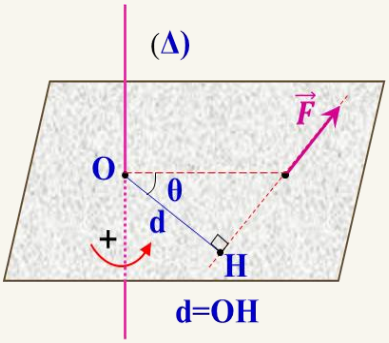
❶ **Calculer le travail du poids de la bille lorsque son centre d'inertie passe du point A de cote $z_A = 25m$ à un point B de cote $z_B = 10m$. Quelle est la nature de ce travail ?**

❷ **Calculer le travail du poids de la bille lors du passage de son centre d'inertie du point B à un point C de cote $z_C = 15m$. Quelle est la nature de ce travail ?**

III Travail d'une force de moment constant

① Le moment d'une force « rappel »

- Le moment d'une force $\vec{F}$ par rapport à un axe (Δ) perpendiculaire à sa direction est le produit de l'intensité F de la force par d la distance entre la direction de la force et l'axe (Δ) : .....
- L'unité du moment dans le (S.I) est :.....



② Travail d'une force de moment constant

.....

.....

.....

.....

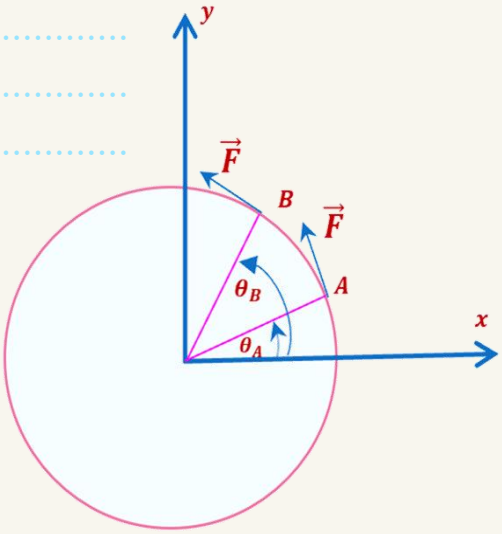
.....

.....

- .....

  .....
- .....
- .....

  .....

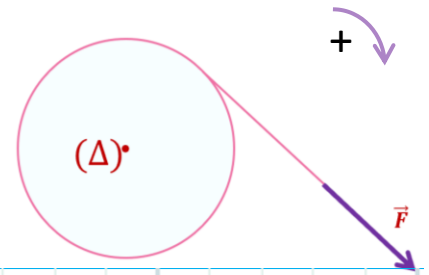


❖ Application

Un disque homogène de rayon $R = 10cm$, tourne autours d'un axe (Δ) passant par son centre , sous l'action d'une force $\vec{F}$ d'intensité $F = 10N$ (la figure ci-contre) .

❶ Calculer le moment de la force $\vec{F}$.

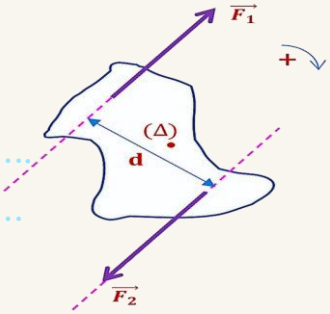
❷ Calculer le travail de la force $\vec{F}$ lorsque le disque effectue trois tours complets .



③ Travail d'un couple de moment constant

❖ Le moment d'un couple de deux forces « rappel »

- Deux forces $\vec{F_1}$ et $\vec{F_2}$ forment un couple $(\vec{F_1}, \vec{F_2})$ susceptible de tourner le solide dans le même sens si :
  - .....
  - .....



- Le moment du couple de deux forces par rapport à un axe (Δ) perpendiculaire au plan du couple est égale au produit de l'intensité commune F de deux forces et la distance d entre ses lignes d'action : .....

❖ Travail d'un couple de moment constant

.....

.....

.....

III La puissance mécanique

① Puissance moyenne

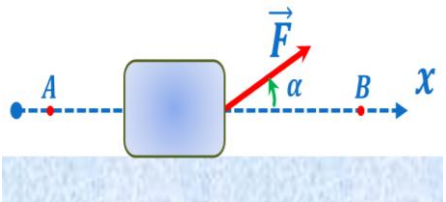
- .....
  .....
- .....
  .....
  .....

❖ Application

Un solide (S) parcoure une distance $AB = 10m$ sur une piste horizontale pendant une durée $\Delta t = 2min$. Le solide (S) est soumis entre les positions A et B à d'une force constante $\vec{F}$ d'intensité $F = 24N$ et forme un angle $\alpha = 60°$avec la piste .

❶ Calculer le travail de la force $\vec{F}$ entre les positions A et B .

❷ Déduire la puissance de la force



② Puissance instantanée d'une force constante exercée sur un solide en translation

③ Puissance instantanée d'une force de moment constant exercée sur un solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe

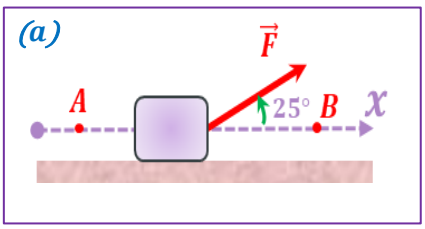
Exercice 1

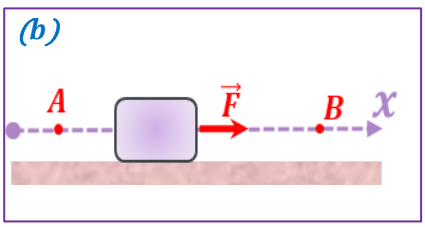
❶ Répondre par vrai ou faux .

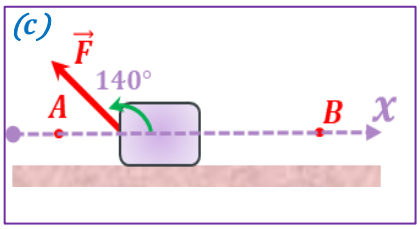
- ❑ Le travail d'une force est toujours positif .
- ❑ Le travail d'une force est un scalaire .
- ❑ La puissance mécanique s'exprime en joule .
- ❑ Lors d'un déplacement horizontal le poids du corps n'a pas de travail .
- ❑ Les frottements possèdent un travail résistant .
- ❑ Le travail d'une force de moment constant dépend de la position de l' action de rotation .
- ❑ Deux forces forment un couple capable de tourner le solide dans le même sens s'elles possèdent la même direction ,même sens et même intensité
- ❑ La réaction du plan n'a pas de travail si les frottements son nuls .

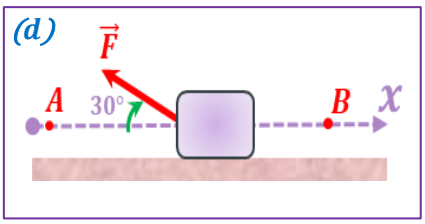
Exercice 2

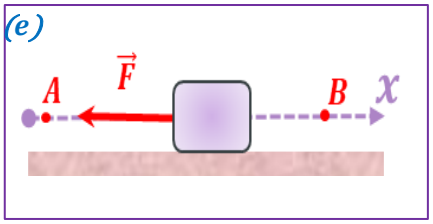
❶ Calculer le travail de la force $\vec{F}$ lors du déplacement AB dans chacun des cas suivants :

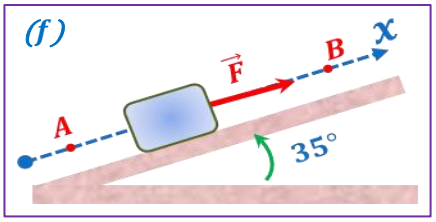








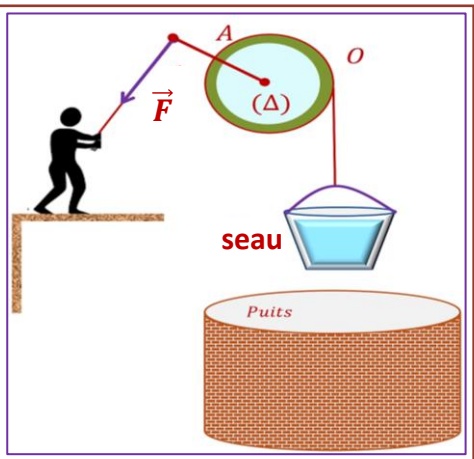




Données : $F = 20N$; $AB = 80cm$

Exercice 2

On soulève un seau d'eau du fond d'un puits en enroulant la corde qui le soutient autour d'un cylindre d'axe horizontal (Δ) et de rayon $R = 30cm$. Il suffit pour cela d'exercer à l'extrémité A de la manivelle, une force $\vec{F}$ perpendiculaire à OA et d'intensité constante $F = 23,5\ N$.



❶ Combien de tours la manivelle doit - elle effectuer par seconde pour que le seau d'eau se déplace à la vitesse $v = 2m.s^{-1}$?

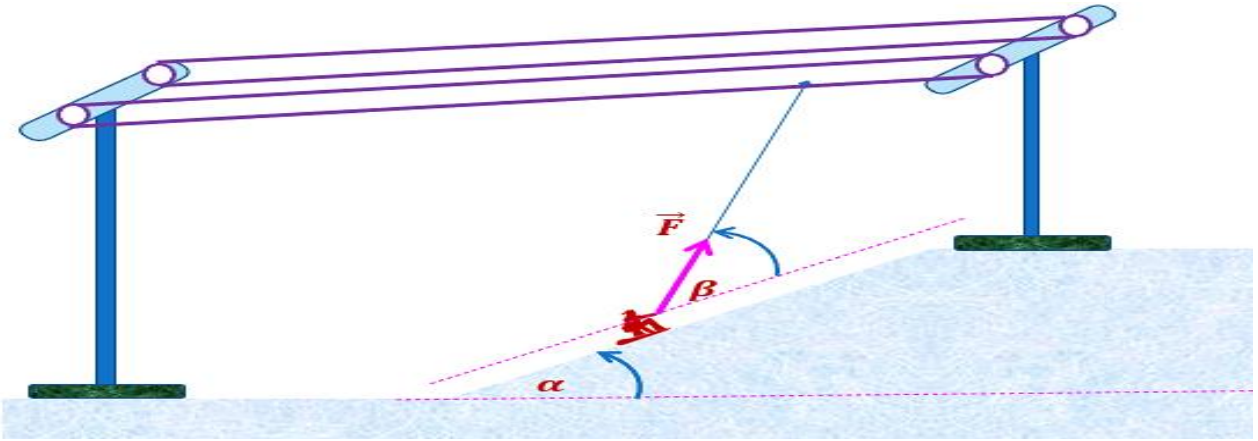
❷ Sachant que la longueur de la manivelle est $OA = 50\ cm$. Calculer le travail $W(\vec{F})$ que l'opérateur doit fournir pour remonter le seau de masse $m = 12\ kg$ du fond du puits, de profondeur $h = 40\ m$.

❸ Calculer la puissance mécanique P fournit par l'opérateur .

On donne : $g = 10N.Kg^{-1}$. Les frottements sont négligeables

Exercice 4

Un skieur et son équipement, de masse $m = 80\ kg$, remonte une pente rectiligne, inclinée d'un angle $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontal, grâce à un téléski. On modélise les frottements de la neige par une force constante d'intensité constant $f = 30N$.
Le téléski tire le skieur et son équipement à vitesse constante sur un distance $AB = 1500m$.

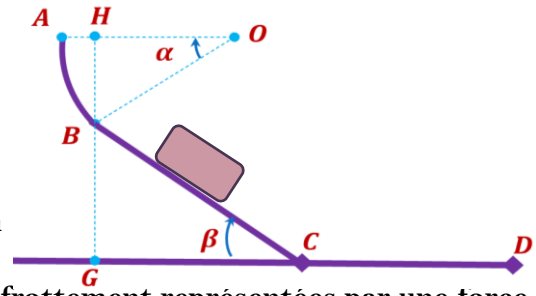


1. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au système {skieur + équipement} et les représenter sur le schéma sans souci d'échelle .
2. Déterminer le travail du poids du système lors de ce déplacement.
3. Déterminer le travail de la force de frottement lors de ce déplacement.
4. La tension du câble qui tire le système fait un angle $\beta = 60°$ avec la ligne de plus grande pente. Calculer la valeur du travail de la tension du câble et celle de sa puissance sachant que ce déplacement dure dix minutes

Exercice 5

Un corps solide de masse $m = 300g$ considéré comme ponctuel se déplace le long d'une glissière ABCD située dans un plan vertical. La piste ABCD comprend trois parties :

- Une partie circulaire AB de rayon $R = 40cm$ tel que $\alpha = 40°$
- Une partie BC rectiligne de longueur L inclinée d'un angle $\beta = 60°$ par rapport à l'horizontal .
- Une partie CD rectiligne et horizontale.



1. Calculer le travail du poids $\vec{P}$ du mobile pour chacun des déplacements AB, BC et CD.
2. Sur la piste BC, le mobile est soumis à des forces de frottement représentées par une force $\vec{f}$ parallèle au plan incliné et de sens contraire au déplacement et d'intensité f. Aussi la vitesse du mobile demeure constante et a pour valeur : $v = 7m.s^{-1}$

   $a -$ Calculer le travail et la puissance de la force de frottement sur la partie BC.

   $b -$Déterminer la valeur de l'intensité de $\vec{f}$ et celle de la réaction $\vec{R}$ du plan BC

Données : L'intensité de pesanteur : $g = 10N.Kg^{-1}$; La distance $HG = 1,4m$

Travail et énergie cinétique

Situation-problème

Durant son vol, l'avion possède une énergie appelée énergie cinétique, qui est liée à la vitesse et à la masse de cet avion.

- Qu'est-ce que l'énergie cinétique ? Et comment la calculer ?
- Quelle relation existe-t-elle entre la variation l'énergie cinétique et la somme des travaux des forces extérieures

Objectifs

- Définir l'énergie cinétique d'u corps .
- Savoir calculer l'énergie d'un corps solide en mouvement de translation .
- Savoir calculer l'énergie cinétique d'un corps solide en mouvement de rotation autour d'un axe fixe .
- Connaître le théorème de l'énergie cinétique.
- Savoir exploiter le théorème de l'énergie cinétique pour étudier le mouvement d'un corps solide en translation ou en rotation autour d'un axe fixe .

I Notion de l'énergie cinétique

- .....
  .....
  .....
- .....
  .....

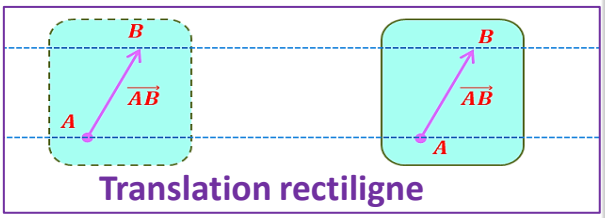
II L'énergie cinétique d'un corps solide en translation

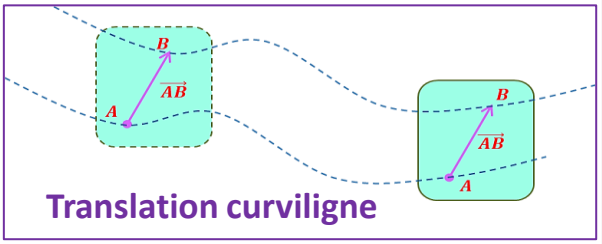
① Mouvement de translation « rappel »

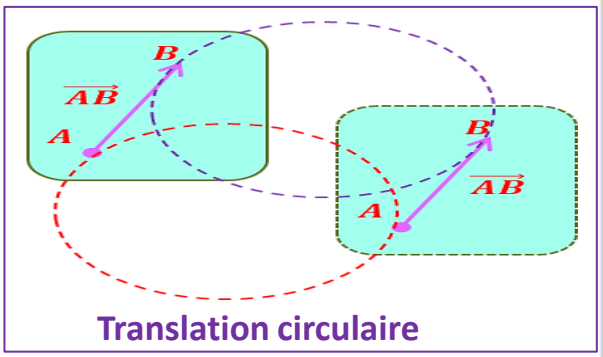
.....
.....
.....
.....
.....

On distingue trois types de mouvement de translation :

- .....
  .....
  .....
  .....
  .....
- .....
  .....
  .....
  .....
- .....
  .....
  .....
  .....
  .....







② L'énergie cinétique d'un corps solide en mouvement de translation

.....

.....

.....

- .....
- .....
- .....

❖ Application

On considère un corps solide (S) de masse $m = 2Kg$ en mouvement rectiligne uniforme de vitesse $v = 30m.s^{-1}$.

❶ Calculer l'énergie cinétique du corps (S)

❷ Quelle est la valeur de la vitesse du corps si son énergie cinétique est : $E_C = 1,7KJ$

II L'énergie cinétique d'un corps en mouvement de rotation

① Mouvement de rotation d'un solide autour d'un axe fixe « rappel »

.....

.....

.....

.....

.....

② L'énergie cinétique d'un corps solide en mouvement de rotation

.....

.....

.....

.....

- .....
- .....
- .....

❖ Remarque

.....

.....

.....

Le tableau suivant représente l'expression du moment d'inertie pour les objets ayant des formes géométriques spécifiques .

Tige	Tige	Ballon	Cylindre	Anneau
(Δ) l	(Δ) l	(Δ) r	r r (Δ)	(Δ) r
$J_\Delta = \frac{1}{3}ml^2$	$J_\Delta = \frac{1}{12}ml^2$	$J_\Delta = \frac{2}{5}mr^2$	$J_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$	$J_\Delta = mr^2$

❖ Application

On considère un disque (D) de masse $m = 1,5Kg$ et de rayon $R = 20cm$ en mouvement de rotation uniforme avec une vitesse angulaire $\omega = 30rad.s^{-1}$.

❶ **Calculer la valeur du moment d'inertie du disque .**

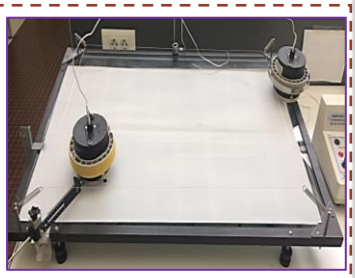
❷ **Calculer l'énergie cinétique du disque .**

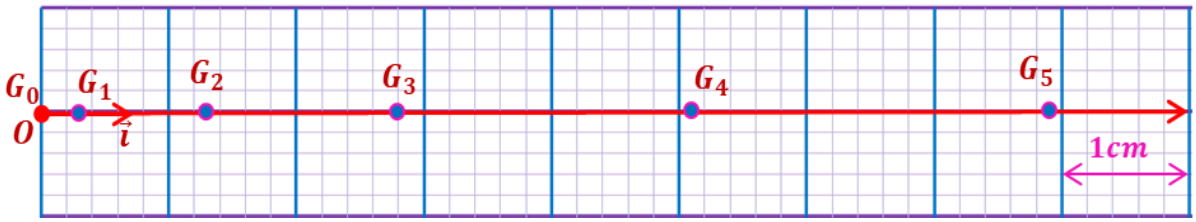
III Théorème de l'énergie cinétique

① Activité

On place un autoporteur de masse $m = 650g$ sur une table à coussin d'air inclinée d'un angle $\alpha = 15°$ par rapport à l'horizontal et on fixe le générateur d'impulsion sur la valeur : $\tau = 50ms$ (la figure ❶).

On libère l'autoporteur sans vitesse initiale et on en registre les positions occupées par son centre d'inertie (la fiure ❷)





❶ Faire le bilan des forces extérieures exercées sur l'autoporteur lors de son mouvement .

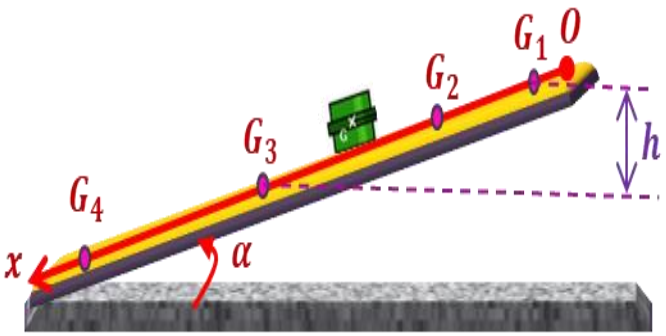
❷ Trouver l'expression du travail du poids de l'autoporteur lorsqu'il se déplace de la position G_1 à la position G_3 en fonction de g , m , α et la distance G_1G_3 . Déduire l'expression de la somme des travaux des forces extérieures exercées sur l'autoporteur .

❸ Trouver l'expression de l'énergie cinétique de l'autoporteur à la position G_1 en fonction de m , τ et la distance G_0G_2 .

❹ Trouver l'expression de la variation de l'énergie cinétique de l'autoporteur lorsqu'il se déplace de la position G_1 à la position G_3 en fonction de τ, m , G_0G_2 et G_2G_3 .

❺ En se basant sur les résultats des questions précédentes compléter le tableau suivant en calculant la somme des travaux des forces extérieurs exercées sur l'autoporteur et la variation de son énergie cinétique lorsqu'il se déplace de G_1à G_3et aussi de G_3 à G_4 (noter les résultats obtenus dans un tableau). Donnée : l'intensité de pesanteur $g = 9,8N.Kg^{-1}$

❻ Que peut-on déduire à partir des résultats de la question précédente.


G_1
O
G_2
G_3
G_4
h
x
α

② Conclusion

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Série d'exercices

Exercice 1

Un véhicule de masse $m = 1,24 tonne$ roule sur une route horizontale avec une vitesse constante $V = 80 Km.h^{-1}$ par rapport à un référentiel terrestre supposé galiléen.

❶ Donner l'expression de l'énergie cinétique du véhicule .

❷ Calculer la valeur de l'énergie cinétique du véhicule .

❸ Quelle est la valeur de la somme des travaux des forces extérieurs exercées sur le véhicule? Justifier la réponse .

Exercice 2

L'équation horaire de l'abscisse angulaire d'un point d'un cylindre est : $\theta = 40t + \frac{\pi}{4}$

On étudie le mouvement du cylindre par rapport à un référentiel terrestre supposé galiléen

❶ Quelle est la nature du mouvement du cylindre ?

❷ Donner l'expression de l'énergie cinétique du cylindre en fonction de ω , m et R .

❸ Calculer la valeur de l'énergie cinétique du cylindre .

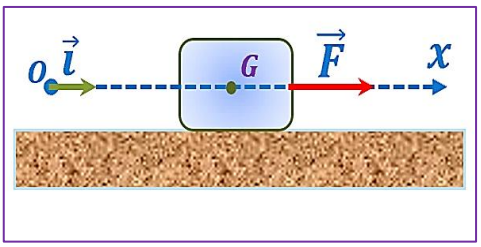
❹ Quelle est la valeur de la somme des travaux des forces extérieurs exercées sur le cylindre? Justifier la réponse .

Données :
La masse du cylindre : $m = 2,5 Kg$
Le rayon du cylindre : $R = 30 cm$
Le moment d'inertie du cylindre : $J_\Delta = \frac{1}{2} m R^2$

Exercice 3

On considère un corps solide (S) de masse m en mouvement sur un plan horizontal sous l'action d'une force constante d'intensité $F = 10N$. On étudie le mouvement du corps (S) par rapport à un repère $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen .

À l'instant $t = 0$, le center G du solide quitte le point O avec une vitesse initiale $V_0 = 20m.s^{-1}$, puis il s'arrête après avoir parcouru d'une distance : $d = 120m$



❶ Déterminer les forces extérieures exercées sur (S) .

❷ Calculer le travail de la force $\vec{F}$ lors du mouvement du corps (S) .

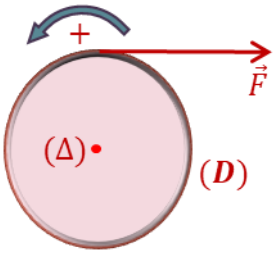
❸ Calculer la variation de l'énergie cinétique du corps (S) lors de son mouvement .

❹ En appliquent le théorème de l'énergie cinétique sur le corps (S) lors de son mouvement, montrer que le contact du ce corps et le plan horizontal se fait avec frottement.

❺ Calculer la valeur de l'intensité de la force frottement exercée par le plan horizontal sur (S)

Exercice 4

Un disque (D) de rayon $R = 35cm$ et de masse $M = 4,5Kg$ tourne sans frottement autour d'un axe fixe (Δ) passant par son centre d'inertie avec un vitesse angulaire constante $\omega_0 = 50rad.s^{-1}$. L'expression du moment d'inertie du disque est : $J_\Delta = \frac{1}{2}MR^2$



❶ Calculer la valeur du moment d'inertie du disque .

❷ Pour arrêter ce disque, on lui applique une force tangentielle $\vec{F}$ d'intensité constante .

a – Déterminer les forces exercées sur le disque.

b – En appliquent le théorème de l'énergie cinétique sur le disque, déterminer le travail de la force $\vec{F}$.

c – Déduire l'intensité de la force $\vec{F}$ sachant que le disque a effectué $20\ tours$ au cours du freinage .

d – Calculer la variation de l'énergie cinétique du disque lors du freinage

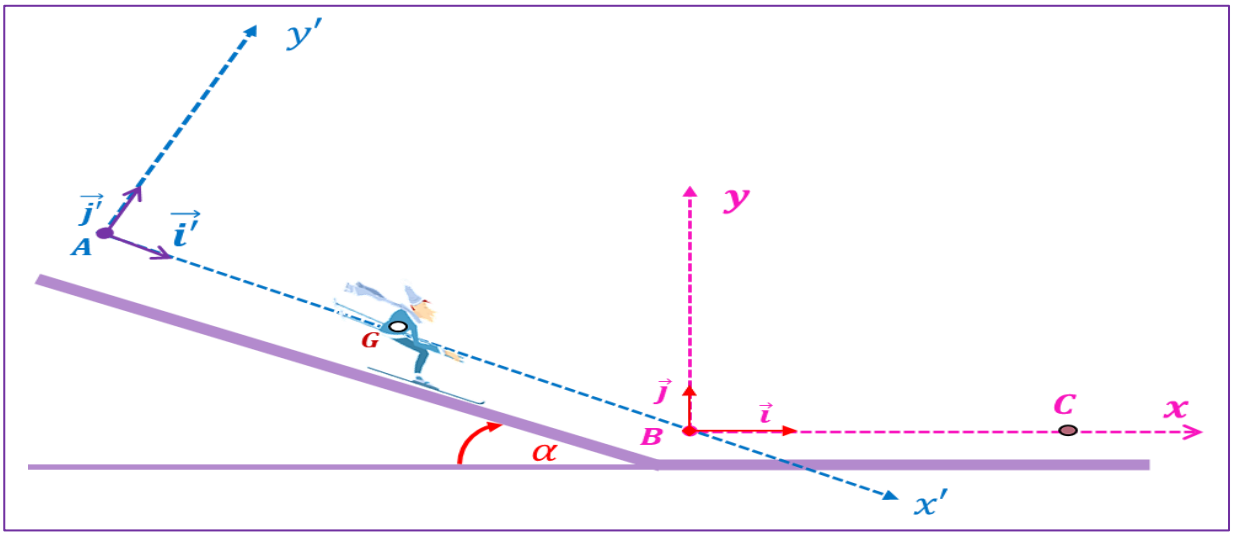
Exercice 5

Cet exercice vise à étudier le mouvement d'un skieur sur une piste formée par deux parties

- ❑ Une pente AB incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan horizontal .
- ❑ Une piste BC horizontale .

Données

- Masse du skieur et ses accessoires $m = 80kg$
- L'intensité du champ de pesanteur $g = 10N/Kg$
- La longueur de pente AB est : $L = 20m$
- La longueur de la piste BC est: $d = 30m$



I-Etude du mouvement sur la pente AB

Etudions le mouvement de G centre d'inertie du skieur dans un repère $R'(A,\vec{i'},\vec{j'})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. Les frottements supposés négligeables .

Le skieur part du point A sans vitesse initial à l'instant $t = 0$

❶ Quelles sont les forces appliquées sur le skieur et ses accessoires.

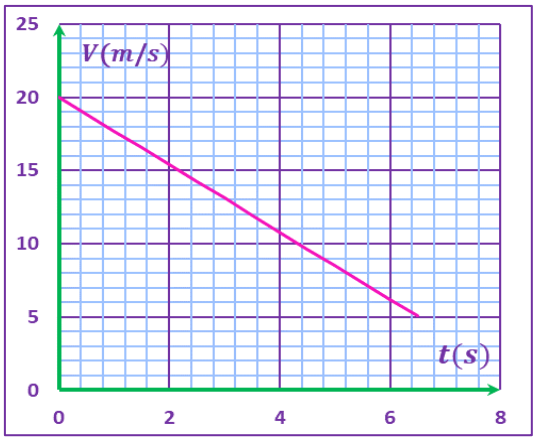
❷ Exprimer le travail du poids du skieur en fonction de g , L , m et α .

❸ En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre les positions A et B trouver l'expression de la vitesse V_B en fonction de g , L et α

II-Etude du mouvement sur la piste BC

Le centre d'inertie G du skieur passe par le point B à une instant considéré comme une nouvelle origine des dates $(t = 0)$. Etudions le mouvement de G dans le repère $R(B,\vec{i},\vec{j})$

Par un système d'acquisition convenable on obtient la variation de vitesse V de G en fonction du temps



❶ Quelles sont les forces appliquées sur le skieur et ses accessoires sur la piste BC .

❷ Calculer l'énergie cinétique du skieur au point B

❸ Le skieur passe par le point C à un instant $t_C = 6s$

a – Montre que le mouvement du skieur sur la pente BC se fait avec frottement, en calculant son travail .

b – Déduire la valeur de l'intensité de la force de frottement

Travail et énergie potentielle –Energie mécanique

Situation-problème

Grâce à sa position par rapport à la Terre, le nageur possède une énergie appelée l'énergie potentielle de pesanteur.

- Qu'est-ce que l'énergie potentielle ? Comment peut-on la calculer ?
- Qu'est-ce que l'énergie mécanique ? Comment peut-on la calculer ?

Objectifs

- Définir l'énergie potentielle de pesanteur et savoir la calculer.
- Connaître la relation entre la variation de l'énergie potentielle de pesanteur et le travail du poids.
- Définir l'énergie mécanique d'un corps solide et savoir la calculer.
- Savoir que l'énergie potentielle de pesanteur se transforme en énergie cinétique et vice versa .
- Définir l'énergie mécanique d'un corps solide et savoir la calculer.
- Connaître les conditions de conservation de l'énergie mécanique.
- Connaître les raisons pour lesquelles l'énergie mécanique n'est pas conservée.

I L'énergie potentielle de pesanteur

① Définition

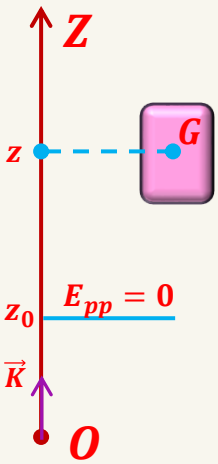
- .....
- .....

❖ Définition

.....

② Notion du travail

- .....
  - .....
  - .....
  - .....
  - .....

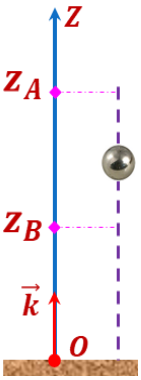


❖ Remarque

❖ Application

On considère une bille métallique on chute libre sous l'action de son poids .

On choisit le plan horizontal passant par le point le point B d'altitude $z_B = 12cm$ comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur.



❶ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la bille au point A d'altitude $z_A = 25m$ à un

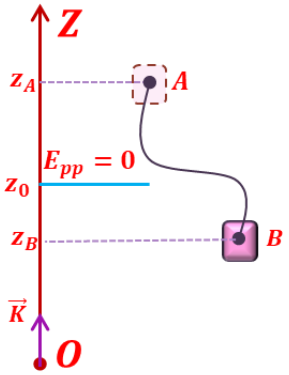
❷ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la bille au point O .

Données : la masse de la bille $m = 150g$; l'intensité de pesanteur $g = 10N.kg^{-1}$

④ La variation de l'énergie potentielle de pesanteur

❖Activité

On considère un corps solide (S) de masse m se déplaçant d'un point A à un point B .



❶ Données l'expression l'énergie potentielle de (S) au point A en puis au point B.

❷ Trouver l'expression de la variation l'énergie potentielle de (S) lors de son passage de A à B en fonction de m, g, z_A et z_B.

❷ Exprimer le travail du poids de (S) lors de son passage de A à B. Que peut-on conclure?

❖ Conclusion

- .....
- .....

II L'énergie mécanique d'un corps solide

① Définition

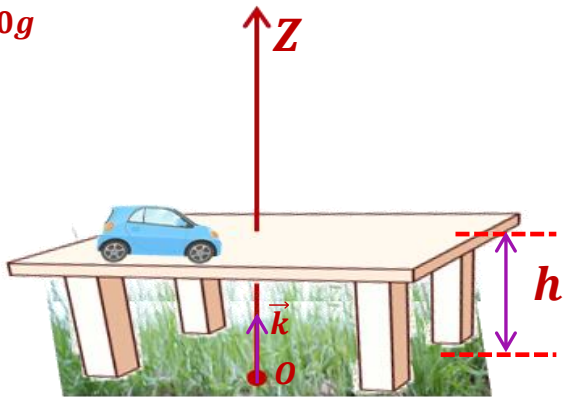
.....

.....

.....

❖ Application

Une petite voiture (jeu d'enfants) de masse $m = 260g$ est en mouvement rectiligne uniforme avec une vitesse $V = 0,24 m.s^{-1}$ sur une table horizontale de hauteur $h = 1,1m$. Étudions le mouvement cette voiture par rapport à un repère d'axe (OZ) verticale lié au sol.



❶ Calculer l'énergie cinétique de la voiture.

❷ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de la voiture sachant que $E_{pp}(O) = 0J$.

❷ Calculer l'énergie mécanique de la voiture.

② La conservation de l'énergie mécanique d'un corps solide

❖Cas de chute libre

- La chute libre

.....

.....

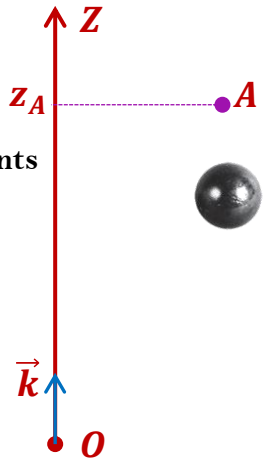
.....

.....

- Activité

On lâche une bille métallique de masse m sans vitesse initiale d'un point A d'altitude z_A. On néglige la résistance de l'air et on étudie le mouvement du centre d'inertie de la bille par rapport à un repère d'axe (OZ) orienté vers le haut .

On prend : $E_{pp}(0) = 0J$



❶ Faire l'inventaire des forces extérieurs exercées sur la bille

❷ Exprimer la variation l'énergie potentielle de la bille entre les points A et B en fonction de g, z_A et m .

❸ En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et O trouver l'expression de l'énergie cinétique de la bille en O .

❹ Exprimer la variation de l'énergie mécanique de la bille en les positions A et O . Que peut-on déduire?

- **Conclusion**

.....

.....

.....

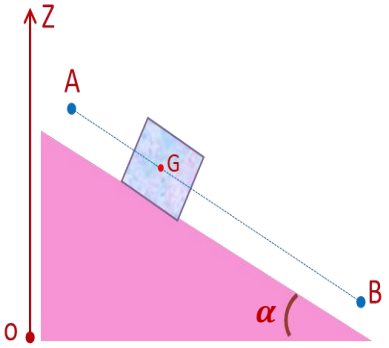
.....

.....

❖Cas d'un solide en mouvement sans frottement sur un plan incliné

- **Activité**

On un corps solide de masse m glisse sans frottement sur un plan incliné d'un angle α par Rapport à l'horizontal . On prend : $E_{pp}(A) = 0J$



❶ **Faire l'inventaire des forces extérieurs exercées sur la bille**

❷ **Exprimer la variation potentielle de l'énergie du corps entre A et B en fonction de g, AB , α et m .**

❸ **En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et B exprimer la variation de l'énergie cinétique du corps entre A et B en fonction de g, AB , α et m .**

❹ **Exprimer la variation de l'énergie mécanique du corps positions A et B . Que peut-on déduire ?**

- **Conclusion**

- .....
.....
- .....
.....

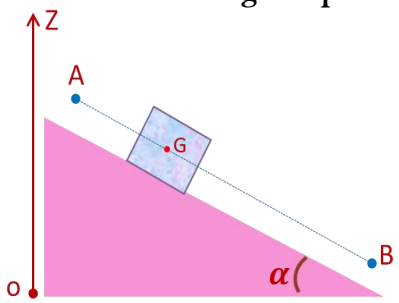
③ Non-conservation de l'énergie mécanique d'un corps solide

- **Activité**

On un corps solide de masse m glisse avec frottement sur un plan incliné d'un angle α par Rapport à l'horizontal .

On suppose que les frottements sont équivalents à une force $\vec{f}$ d'intensité constante et on prend : $E_{pp}(A) = 0J$

❶ Faire l'inventaire des forces extérieurs exercées sur la bille



❶ Faire l'inventaire des forces extérieurs exercées sur la bille

❷ Exprimer la variation de l'énergie potentielle du corps entre A et B en fonction de g, AB , α et m .

❸ En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et B exprimer la variation de l'énergie cinétique du corps entre A et B en fonction de g, AB , α , m et f .

❹ Exprimer la variation de l'énergie mécanique du corps positions A et B . Que peut-on déduire ?

- **Conclusion**

Exercice 1

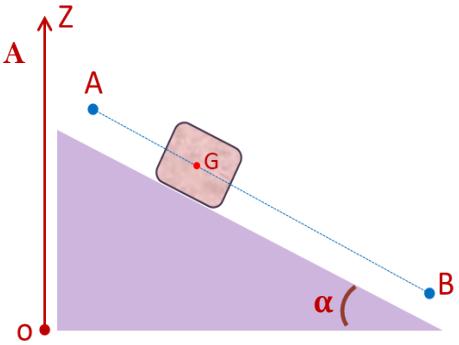
❶ Répondre par vrai ou faux .

- ❑ L'énergie mécanique d'un corps se conserve quel que soit la nature de son mouvement.
- ❑ Lors de la chute libre verticale d'un corps, son énergie potentielle de pesanteur reste inchangée.
- ❑ Lors du mouvement sans frottement, son énergie cinétique diminue lorsque son énergie potentielle augmente.
- ❑ La variation de l'énergie cinétique d'un corps en chute libre est égale au travail de son poids.
- ❑ Les frottements sont des forces non conservatives.

Exercice 2

Un corps solide (S) de masse $m = 2Kg$ est abandonné sans vitesse initiale d'un point A d'une piste AB rectiligne et incliné d'un angle $\alpha = 27°$ par rapport à l'horizontal. On suppose que les frottements sont négligeables et on étudie le mouvement de (S) par rapport à un repère d'axe (OZ) vertical et dirigé vers le haut.

On choisit le plan horizontal passe par le point B comme référence de le l'énergie potentielle de pesanteur.



❶ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de (S) au point A

❷ Calculer l'énergie mécanique de (S) au point A

❸ Par application du principe de conservation de l'énergie mécanique entre les positions A et B, calculer la vitesse du centre d'inertie de (S) en B .

❹ On réalité, les frottements ne sont pas négligeables et le centre d'inertie de (S) attient le point B avec une vitesse $V_B = 1,3m.s^{-1}$.

$a -$ Calculer le travail de force de frottement.

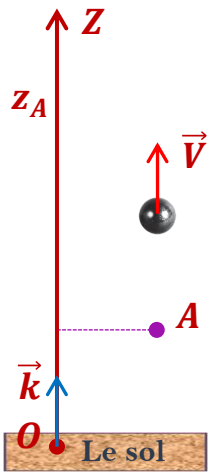
$b -$Calculer l'intensité de la force de frottement.

Données : $g = 10N.Kg^{-1}$; $AB = 80cm$

Exercice 3

Une bille métallique est lancée vers le haut d'un point A avec une vitesse initiale $V_A = 7m.s^{-1}$ On suppose que les frottements sont négligeables et on étudie le mouvement de la bille par rapport à un repère d'axe (OZ) vertical et dirigé vers le haut.

On choisit le plan horizontal passe par le point B comme référence de le l'énergie potentielle de pesanteur.



❶ Calculer l'énergie mécanique de la bille au point A

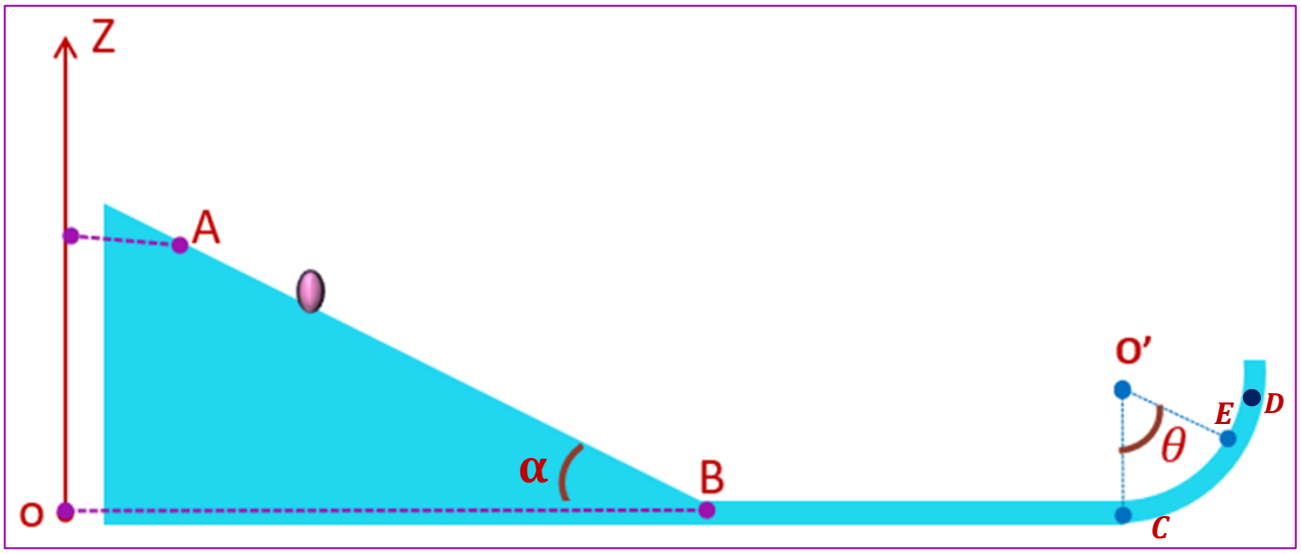
❷ Calculer la valeur de la hauteur maximale h_{max} atteinte par la bille au cours de son mouvement.

❸ Calculer la valeur de la vitesse de la bille lorsqu'elle touche le sol

Exercice 4

On considère un corps solide (S) de petite taille et de masse $m = 2Kg$ en mouvement sur un support ABCD
constitué de trois parties :

- Une partie AB rectiligne et incliné d'un angle α par rapport au plan horizontal.
- Une partie BC rectiligne et horizontale de longueur $BC = 7m$
- Une partie CD circulaire de rayon $R = 2,5m$



I-Étude du mouvement de (S) sur la partie AB

Le solide (S) est lancé à partir du point A sans vitesse initiale est atteint le point B avec une vitesse $V_B = 11m.s^{-1}$. Les frottements sont négligeables sur cette partie.

❶ Calculer l'énergie cinétique de (S) au point B .
❷ Calculer l'énergie mécanique (S) au point B.
❸ Par application du principe de conservation de l'énergie mécanique entre A et B , calculer l'énergie potentielle de pesanteur de (S) en A .
❹ Déduire la valeur de la distance AB

II-Étude du mouvement de (S) sur la partie BC

Le solide (S) continue son mouvement sur le partie BC. Sur cette partie les frottements sont modélisés par une force $\vec{f}$ constante d'intensité $f = 5N$

❶ Calculer le travail de la force de frottement quand le solide (S) se déplace de B à C .
❷ Par application du théorème de l'énergie cinétique, calculer la vitesse de (S) en C.
❸ Calculer la valeur de l'énergie mécanique de (S) en C.
❹ Déduire la valeur de la quantité de chaleur cédée sur cette partie.

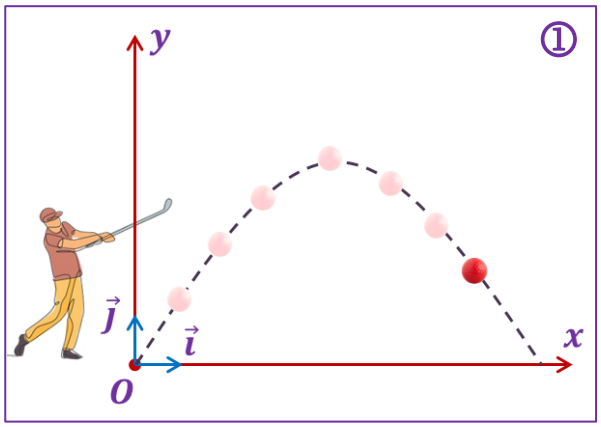
III-Étude du mouvement de (S) sur la partie DC

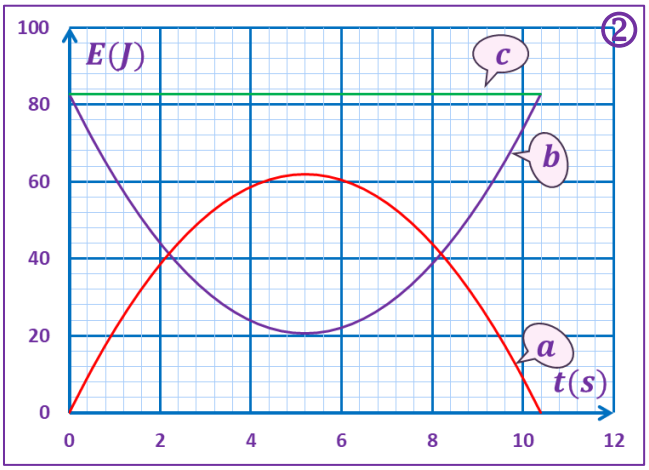
Sur cette partie les frottements sont supposés négligeables

❶ Trouver l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur de (S) au point E en fonction de R, m, g et l'angle θ
❷ Sachant que D est le point le plus éloigné atteint par le corps. Montrer que/
$\cos\theta_D = 1 - \frac{V_C^2}{2gR}$. Calculer la valeur l'angleθ_D.

Exercice 5

Un joueur lance une balle de golf de masse $m = 45,93g$ d'un point O avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$. Étudions le mouvement de balle dans un repère $R(O,\vec{i},\vec{j})$ d'axe (Oy) verticale orienté vers le haut (la figure ①) . Ce lancer a été filmé à l'aide d'une caméra numérique, puis les images ont été traitées à l'aide d'un système d'acquisition convenable qui a permis d'obtenir les courbes représentant les variations des énergies potentielle, cinétique et mécaniques de balle en fonction du temps (la figure ②)





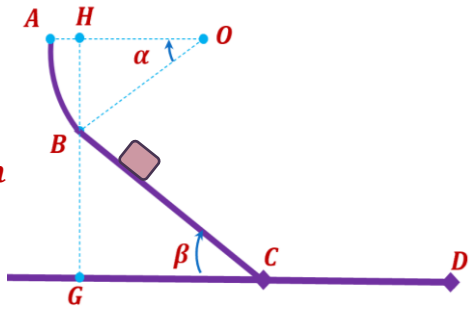
❶ Identifier les courbes a, b et c .
❷ Déterminer la valeur de l'énergie mécanique de balle .
❸ Calculer la vitesse initiale de balle,
❹ Déterminer l'altitude de l'état de référence de l'énergie potentielle de la balle.
❺ Calculer l'altitude maximale y_{max} atteinte par la balle au cours de son mouvement.
❻ Déterminer les instants t_1 et t_2 où $E_c = 2E_{pp}$

Donnée : L'intensité de pesanteur : $g = 10N.Kg^{-1}$

Exercice 6

Un corps solide (S) de masse $m = 500g$ considéré comme ponctuel se déplace le long d'une glissière ABCD située dans un plan vertical. La glissière ABCD comprend trois parties :

- Une partie circulaire AB de rayon $R = 40cm$ tel que $\alpha = 30°$, on néglige les frottements sur cette partie.
- Une partie BC rectiligne de longueur L inclinée d'un angle $\beta = 60°$ par rapport à l'horizontal .
- Une partie CD rectiligne et horizontale avec $CD = 1,1m$



❶ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur de (S) à la position A. On prend $E_{pp}(B) = 0J$
❷ Déterminer la vitesse initiale de (S) sachant qu'il atteint le point B avec une vitesse $V_B = 3,5m.s^{-1}$
❸ Déterminer la longueur de partie BC sachant que le (S) atteint la position C avec une vitesse $V_C = 2,8m.s^{-1}$ et que les frottements sont assimilés à une force constante $\vec{f}$ d'intensité $f = 5N$.
❹ Le solide (S) s'arrête en C . Calculer l'intensité de la force de frottement sur la partie CD .

Donnée : L'intensité de pesanteur : $g = 10N.Kg^{-1}$

Travail et énergie interne

Situation-problème

Lorsqu'une météorite pénètre dans l'atmosphère, il subit à la résistance de l'air. Cette résistance provoque l'augmentation de la température de la météorite ce qui entraîne l'inflammation de sa surface, de sorte que nous voyons un faisceau de lumière dans le ciel.

- Comment expliquer l'échauffement provoqué par les frottements de l'air ?
- Quelle relation relie la notion de travail à la notion de la chaleur?

Objectifs

- Connaître quelques effets du travail d'une force.
- Connaître et exploiter l'expression de la force pressante.
- Connaître l'expression de l'énergie interne.
- Connaître l'expression de l'énergie interne.
- Connaître et exploiter le premier principe de la thermodynamique.

I Effets du travail d'une force

① Activité

❖ Situation 1

L'allumage par friction est une technique traditionnelle utiliser pour produire le feu . Cette technique utilise l'échauffement produit par le frottement d'une tige sur une plaque de bois pour produire une flamme.

❖ Situation 2

Lorsqu'on frotte un morceau de glace sur une surface rugueuse, il fond et se transforme en eau liquide.

❖ Situation 3

On emprisonne une quantité d'air dans une seringue, puis on pousse le piston de la seringue et on le lâche.

❶ Compléter le tableau ci-dessous en déterminant l'effet du travail fourni au système étudié dans chacune des trois situations .

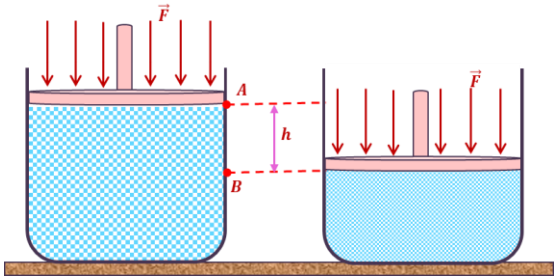
Situation	1	2	3
Système étudié	La tige en bois	Le morceau de glace	L' air emprisonné
Effet du travail			

② Conclusion

Nous avons montré dans la leçon précédente que le travail d'une force peut modifier l'énergie cinétique ou/et l'énergie potentielle d'un système mécanique. Mais il y a d'autres effets du travail qui sont :

- .....
- .....
- .....
- .....

③ Le travail de la force pressante



II L'énergie interne d'un système

❖ Remarques

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

III Le premier principe de la thermodynamique

① Échange de l'énergie avec le milieu extérieur

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

② Le premier principe de la thermodynamique

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

③ Cas d'une transformation cyclique

.....

.....

.....

.....

.....

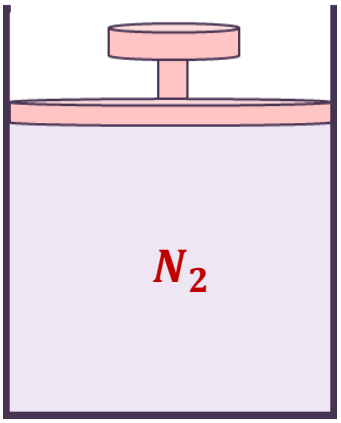
.....

.....

❖ Application

On introduit dans un cylindre opaque une quantité de diazote N_2 gazeux à une température $\theta = 20°C$ puis on ferme le cylindre par un piston de masse $m = 0,4Kg$ et de section $S = 2 \times 10^{-2}m^2$ (voir la figure ci-contre)

Le cylindre se trouve dans une région où règne une pression atmosphérique : $P_{atm} = 10^5 Pa$



❶ Calculer le poids du piston.

❷ Calculer la pression intérieure du gaz dans le cylindre .

❸ On pose un corps (S) de masse $m' = 2,5Kg$ sur le piston et on constate que l'équilibre est atteint lorsque le piston se déplace d'une distance $d = 2,46mm$.

$a -$ Calculer le travail de force pressante exercée sur le gaz dans le cylindre.

$b -$ Calculer la variation de l'énergie interne du gaz . On considère que la température du gaz reste inchangée lors de cette transformation.

Donnée : l'intensité de pesanteur $g = 10N.Kg^{-1}$

Exercice 1

On introduit une quantité d'eau dans un récipient posé sur un plaque chauffante produisant une puissance moyenne $P_m = 1,2KW$.

On fait fonctionner la plaque pendant une durée $\Delta t = 2min$

❶ Calculer la quantité de chaleur produite par la plaque pendant la durée Δt.

❷ Quelle est l'influence de l'échauffement de l'eau à l'échelle microscopique?

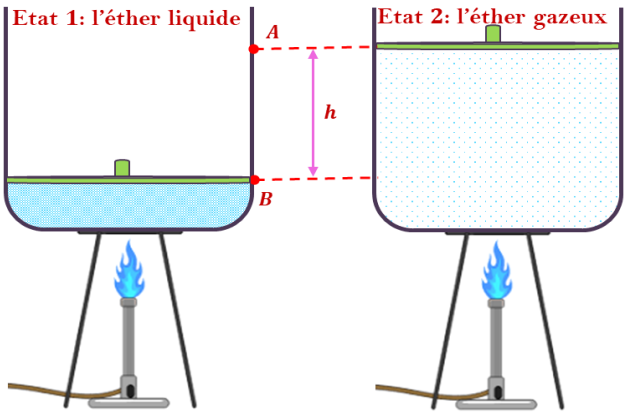
❸ L'eau reçoit 63% de la quantité de chaleur produite par la plaque. Calculer la variation de l'énergie interne de l'eau lors de cet échauffement.

Exercice 2

Un récipient fermé par un piston de masse négligeable et de section $S = 200cm^2$ peut coulisser à l'intérieur duquel sans frottements.

On introduit dans le récipient une masse $m = 7g$ de l'éther à la température $\theta = 35°C$ et à la pression atmosphérique

On chauffe l'éther et il s'évapore complétement à la même température $\theta = 35°C$ et le piston s'élève lentement d'une hauteur $h = 12,11cm$.



❶ Calculer le volume de l'éther liquide dans le récipient.

❷ Calculer l'intensité de la force pressante exercée la pression atmosphérique sur le pistonne.

❸ Calculer le travail de la force pressante exercée par l'éther sur le pistonne lors de l'échauffement

❹ Lors du chauffage l'éther reçoit une quantité de chaleur $Q = 2,64KJ$. Calculer la variation de l'énergie interne de l'éther.

Donnée : La pression atmosphérique $P_{atm} = 10^5 Pa$

La masse volumique de l'éther liquide à $\theta = 35°C$ est : $\rho = 0,71 g.cm^{-3}$

Énergie thermique -Transfert thermique

Situation-problème

L'augmentation de la température de la Terre provoque la fonte des glaces aux pôles

- Quels sont les modes de transfert de la chaleur ?
- Comment calculer la quantité de chaleur fournie ou reçue par un système lors d'un transfert thermique?

Objectifs

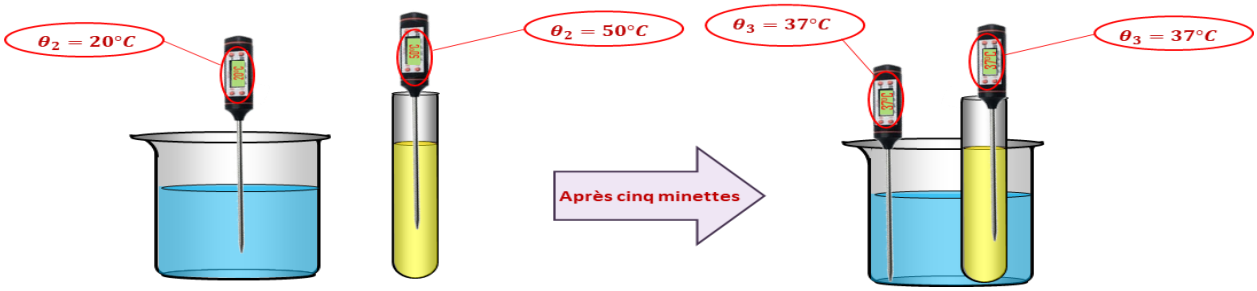
- Définir le transfert thermique.
- Connaître les modes de transfert thermique.
- Connaître l'expression de la quantité de chaleur et son unité.
- Définir la chaleur massique d'un métal.
- Définir l'équilibre thermique et connaître son équation.
- Définir la chaleur latente et savoir la calculer .

I Transfert thermique

① Activité

On introduit un tube à essai contenant une quantité d'huile de table à une température $\theta_1 = 50°C$ dans un bécher contenant une quantité de l'eau à une température $\theta_2 = 20°C$.

Après cinq minettes on mesure la température de l'eau et celle de l'huile et on trouve qu'elles ont la même valeur : $\theta_3 = 37°C$



❶ Comment varie la température de chacun des deux corps ?

❷ Au cours de cette expérience, un transfert thermique s'est produit entre l'eau et l'huile. Déterminer son sens.

② Conclusion

.....

.....

.....

.....

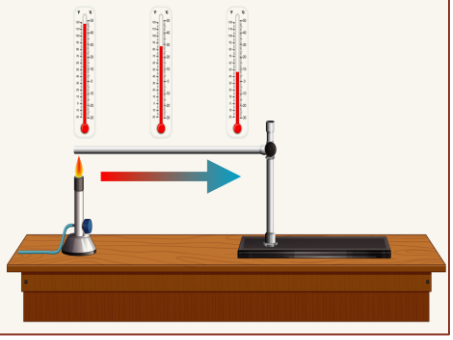
.....

.....

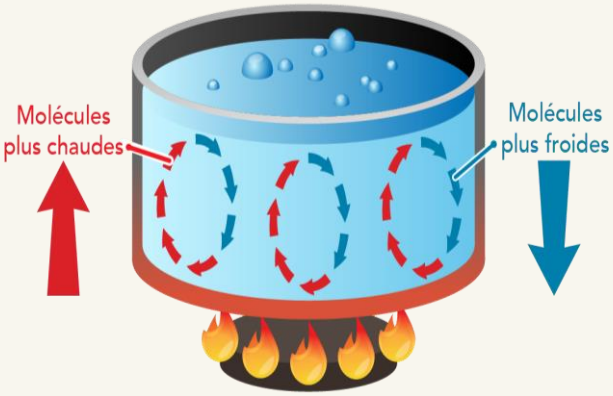
.....

③ Modes de transfert thermique

❖ Transfer thermique par conduction



❖ Transfer thermique par convection



❖ Transfer thermique par rayonnement

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

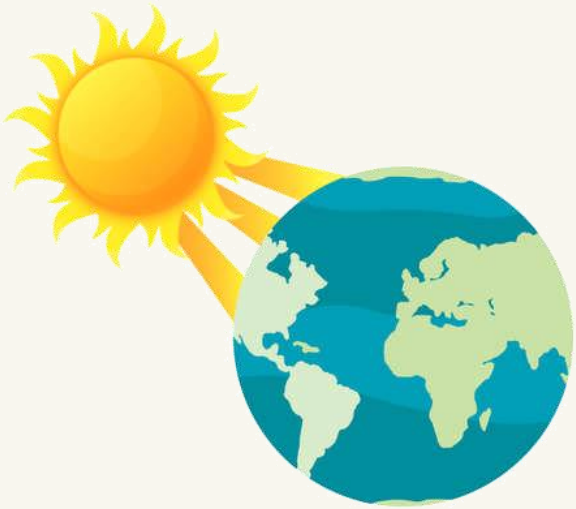
.....

.....

.....

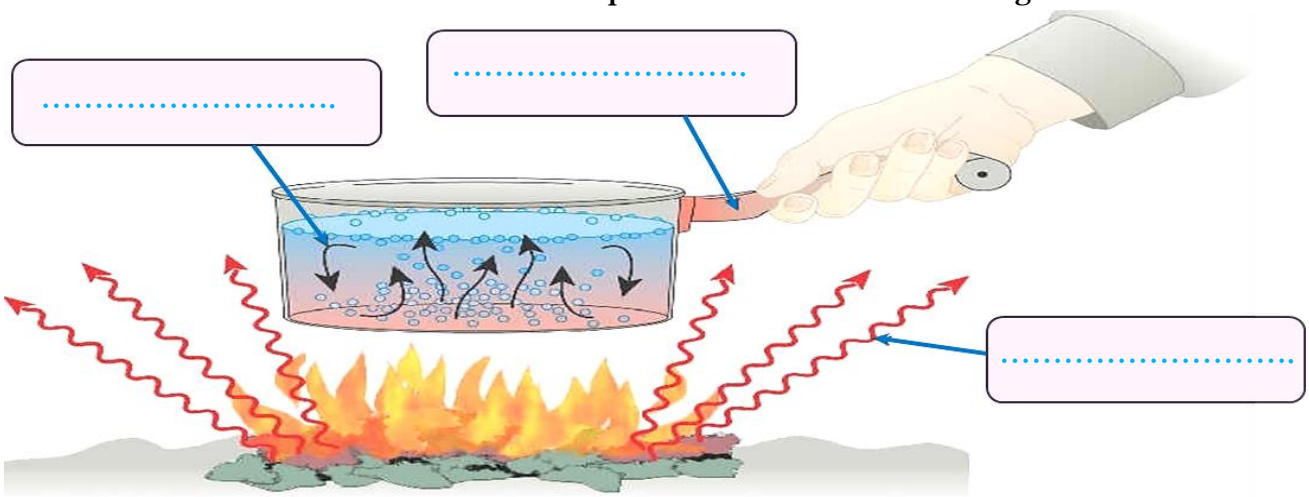
.....

.....



❖ Application

❶ **Nommer les modes de transfert thermique mis en évidence dans la figure suivante:**



II Énergie thermique

① Définition

.....

.....

.....

.....

② La capacité thermique –la capacité thermique massique

❖ Remarque

❖ La chaleur massique de quelques substances

Substance	Chaleur massique en $J.Kg^{-1}.°K^{-1}$	Substance	Chaleur massique en $J.Kg^{-1}.°K^{-1}$
Eau liquide	$4,187 \times 10^3$	Huile végétale	$2,3 \times 10^3$
Verre	$8,3 \times 10^2$	Aluminium	9×10^2
Fer	$4,50 \times 10^2$	Glace	$2,1 \times 10^3$

❖ Application

On chauffe un volume $V = 50mL$ de l'eau température $\theta_1 = 20°C$ pendant $4min$ constate que sa température devient: $\theta_2 = 38°C$.

❶ Calculer la capacité thermique de l'eau chauffée.

❷ Calculer la quantité de chaleur reçue par l'eau lors du chauffage.

Données
- La masse volumique de l'eau : $\rho = 1Kg.L^{-1}$
- La capacité thermique massique de l'eau : $C = 4,180KJ.Kg^{-1}.°K^{-1}$

③ L'équilibre thermique

❖ Activité

On place dans une enceinte isolante (fuites thermiques négligeables) deux masses d'eau $m_1 = 100g$ et $m_2 = 120g$, de température successivement $\theta_1 = 20°C$ et $\theta_2 = 60°C$.

Après un certain temps la température se stabilise à $\theta_f = 41,82°C$

❶ Calculer la quantité de chaleur Q_1 reçue par la masse $m_1 = 100g$.

❷ Calculer la quantité de chaleur Q_2 cédée par la masse $m_2 = 120g$.

❸ Comparer les quantités de chaleur Q_1 et Q_2 .

Donnée : La capacité thermique massique de l'eau :$C = 4,180KJ.Kg^{-1}.°K^{-1}$

❖ **Conclusion**

III Mesure calorimétrique

① Le calorimètre

② Application: détermination de la capacité calorifique massique d'un calorimètre

Un système (S_1) est constitué d'un calorimètre da capacité thermique μ_C contenant une masse $m_1 = 150g$ de l'eau froide. La mesure de température de ce système donne la valeur suivante : $\theta_1 = 18°C$.

On verse rapidement une masse $m_2 = 200g$ d'eau chaude (système S_2) de température $\theta_2 = 65°C$ dans le calorimètre. Après un certain temps la température se stabilise à la valeur $\theta_f = 43,7°C$

On donne : la capacité thermique massique de l'eau $c_e = 4180J.Kg^{-1}.°K^{-1}$

❶ Déterminer le type d'échanger énergétique qui se produit dans le mélange.

❷ Exprimer la quantité de chaleur Q_1 reçue par le système (S_1) en fonction de m_1, c_e, μ_C , θ_1 et θ_f.

❸ Exprimer la quantité de chaleur Q_2 cédée par le système (S_2)en fonction de m_2, c_e, $\theta_2$et θ_f.

❹ En se basant sur l'équation de l'équilibre thermique, trouver l'expression de de la capacité thermique μ_C du calorimètre en fonction de m_1, m_2, c_e, θ_1, $\theta_2$et θ_f . Calculer sa valeur.

III Énergie thermique du changement d'état « la chaleur latente »

① Définition

② La fusion et la solidification

③ La vaporisation et la condensation

Exercice 2

Une plaque d'aluminium de masse $m = 12g$ et température $\theta_i = 19°C$. On chauffe cette plaque à l'aide d'un bec bunsen pendant une minette de sorte que sa température devienne : $\theta_i = 19°C$.

❶ Calculer la variation de l'énergie interne de la plaque lors de l'échauffement.

On donne la capacité thermique massique de l'aluminium: $C = 9 \times 10^2 J.Kg^{-1}.°K^{-1}$

Exercice 2

On introduit un morceau de fer chaud de température θ_1 dans un calorimètre contenant un volume $V = 80mL$ de l'eau à une température $\theta_2 = 22°$. L'équilibre est atteint lorsque la température de l'eau prend la valeur : $\theta_{éq} = 43°C$

❶ Déterminer le corps qui reçoit de la chaleur et celui qui cède la chaleur.

❷ Calculer la quantité de chaleur reçue par l'eau froide.

❸ Calculer la quantité de chaleur reçue par le calorimètre.

❹ Calculer la quantité de chaleur cédée par le morceau de fer.

❺ Calculer la température initiale du morceau de fer.

Données :

- La masse volumique de l'eau : $\rho = 1Kg.L^{-1}$
- La capacité calorifique du calorimètre: $\mu = 190J.L^{-1}$
- La capacité thermique massique de l'eau $C_e = 4180J.Kg^{-1}.°K^{-1}$
- La capacité thermique massique de fer $C_{Fe} = 4,50 \times 10^2 J.Kg^{-1}.°K^{-1}$

Exercice 3

On chauffe un morceau de glace de masse $m = 70g$ et de température initiale $\theta_1 = -10°C$ jusqu'à ce qu'elle devienne un liquide température $\theta_2 = 40°C$.

Données :

- La chaleur latente de fusion de la glace : $L_V = 333KJ.Kg^{-1}$
- La capacité thermique de la glace: $c_g = 2,06J.Kg^{-1}.°K^{-1}$
- La capacité thermique de l'eau liquide $c_e = 4180J.Kg^{-1}.°K^{-1}$
- La température de fusion de la glace: $\theta_f = 0°C$

❶ Calculer la quantité de chaleur du changement d'état du l'eau glacée.

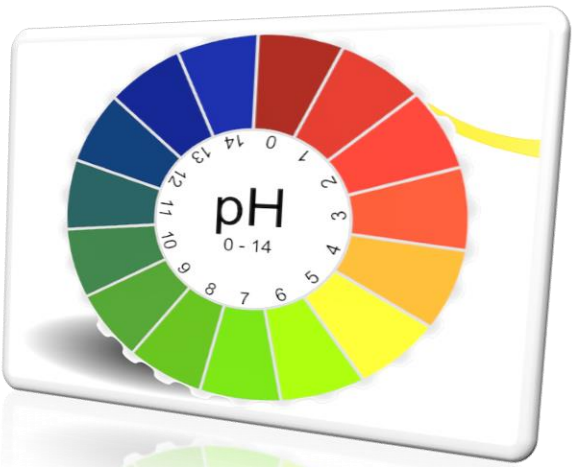
❷ Calculer la quantité de chaleur reçue par la glace lors de l'échauffement.

❸ La quantité de chaleur reçue par l'eau liquide lors de l'échauffement.

❹ Déduire la quantité de chaleur reçue par l'eau lors de son passage de la glace de température $\theta_1 = -10°C$ à l'eau liquide de température $\theta_2 = 40°C$.

PARTIE *II* : Chimie en solution

1. L'importance de la mesure en chimie
2. Les grandeurs liées à la quantité de matière
3. Solution électrolytique et concentration
4. Suivi d'une transformation chimique
5. Mesure de la conductance
6. Réaction acidobasique
7. Réaction d'oxydoréduction
8. Dosages directs



L'importance de la mesure en chimie

Situation-problème

L'utilisation d'engrais et de pesticides est nécessaire pour augmenter la productivité agricole. Cependant, une utilisation irrationnelle de ces matériaux peut conduire à des résultats défavorables, et il faut donc effectuer un ensemble de mesures permettant d'identifier les défauts afin de les corriger.

- Pour quoi la mesure en chimie ?
- Quelles sont les techniques utilisées pour réaliser ces mesures ?

Objectifs

- Connaître l'importance de la mesure en chimie .
- Connaître quelques méthodes de mesure en chimie .
- Définir la concentration massique .

I Nécessité de la mesure en chimie

① Mesure pour informer

❖ Activité

Le document ci-contre représente une étiquette d'une bouteille d'eau minérale

Minéralisation moyenne en mg/l		
Calcium	Ca^{2+}	176
Magnésium	Mg^{2+}	46
Sodium	Na^{+}	28
Potassium	K^{+}	5
Sulfates	SO_4^{2-}	372
Bicarbonates	HCO_3^{-}	312
Chlorures	Cl^{-}	37
Fluor	F^{-}	1,3

Exploitation

❶ Quels sont les espèces chimiques contenues dans l'eau minérale étudiée ?

❷ Que représente les données chiffrées dans cette étiquette ?

❸ Pourque le fabriquant réalise ces mesures ?

❶ Les espèces chimiques contenus dans l'eau minérale étudiée sont :

Anions		Cations	

❖ Conclusion

.....

.....

.....

❖ La concentration massique

.....

.....

.....

.....

.....

.....

- .....
- .....
- .....

② Mesurer pour surveiller et protéger :

❖ Activité

L'homme utilise plusieurs techniques et outils pour surveiller la qualité de l'air, notamment dans les villes industrielles, de sorte que les appareils mesurent en permanence les proportions de gaz polluants de l'air tels que : le dioxyde de carbone CO_2, le dioxyde de soufre SO_2, le dioxyde d'azote NO_2 , le monoxyde de carbone CO ,...

❶ Pourquoi les proportions de gaz polluants de l'air sont-ils mesurés en permanence ?

❷ Donner certains risques de pollution de l'air à la santé et à l'environnement .

Appareil masure le taux de pollution de l'air

❖ Conclusion

.....

.....

.....

.....

.....

③ Mesurer pour agir

❖ Activité

Le document ci-dessous représente un extrait des analyses médicales d'un patient .

Analyses biologiques		
Substance	Résultats en (g/L)	Références en (g/L)
Glycémie à jeun	0,98	0,7 – 1,1
Acide urique	0,064	0,035 – 0,070
Cholestérol	2,34	1,2 – 2,0

❶ **Interpréter les résultats de cette analyse .**

❷ **Quel traitement, le médecin donnera-t-il à ce patient?**

❖ Conclusion

.....

.....

.....

II Les techniques de mesure en chimie

① Mesures approximatives ou précises

.....

.....

.....

.....

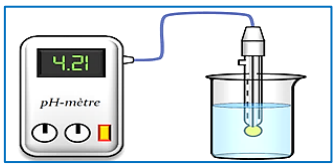
❖ Exemples

- .....

  .....

- .....

  .....



② Mesures continues et masures temporaires

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Exemples

- .....

  .....

- .....

  .....

③ Mesures destructives et mesures non destructives

Série d'exercices

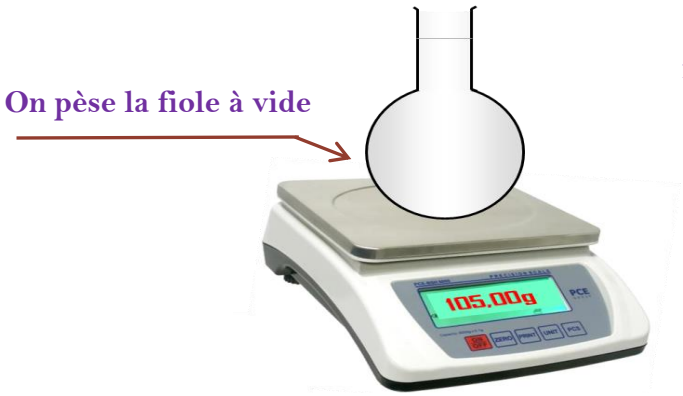
Exercice 1

❶ Répondre par vrai ou faut

- Le papier-pH donne une valeur précise de pH de la solution .
- La concentration massique s'exprime en g/L
- Les analyses médicales permettent au médecin au médecin d'identifier avec précision les problèmes de santé de patient .
- Le dosage est une technique de mesure destructive .

Exercice 2

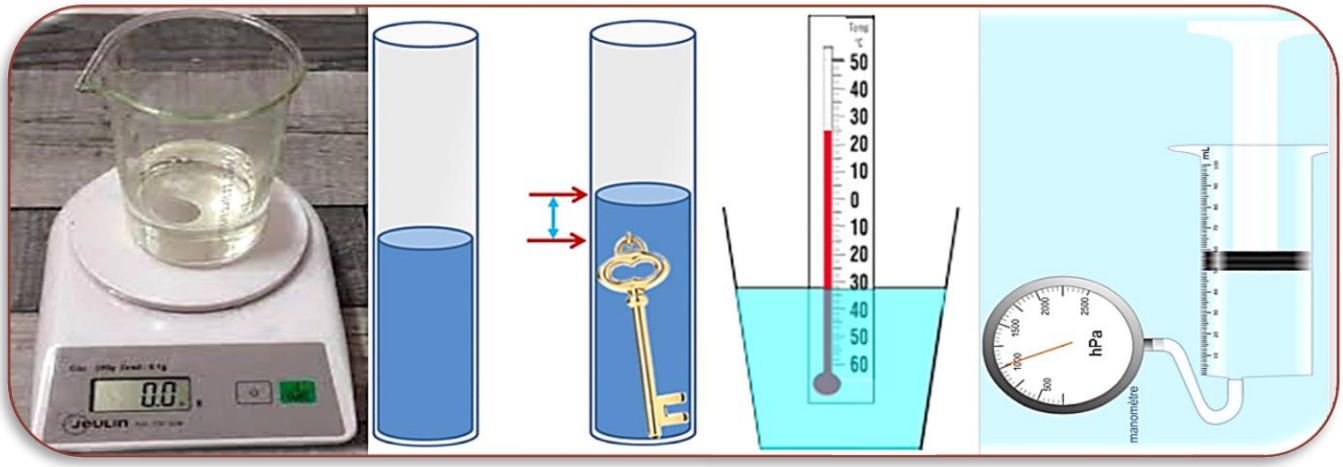
Pour déterminer la densité de l'éthanol , on pèse à vide la masse d'une fiole jaugée de volume $V = 100ml$, on trouve une masse $m_1 = 105g$ .On introduit de méthanol dans la fiole jusqu'au trait de la jauge, puis on pèse à nouveau la fiole et on trouve une masse $m_2 = 184,5g$



❶ Détermine la masse du méthanol contenant la fiole .
❷ Calculer la masse volumique du méthanol
❸ Déduire la densité du méthanol par rapport à l'eau .

❖ La masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1g/mL$

Les grandeurs liées à la quantité de matière



Situation-problème

En chimie, plusieurs grandeurs physiques comme la masse, le volume et la pression…, peuvent être déterminées expérimentalement en utilisant des appareils ou des outils convenables . Il existe également d'autres grandeurs physiques comme la quantité de matière qui est déterminée en s'appuyant uniquement sur des relations mathématiques qui la corrèle avec d'autres grandeurs physiques mesurables.

- Comment déterminer la quantité de matière d'un échantillon d'une espèce chimique solide, liquide, gaz ou en solution ?

Objectifs

- Définir la mole et la quantité de matière .
- Savoir déterminer la quantité de matière d'une espèce chimique solide , liquide , gaz ou en solution.
- Connaître les variables d'état d'un gaz .
- Connantre la loi de Boyle-Mariotte .
- Connaître le modèle du gaz parfait et savoir utiliser la relation $PV = nRT$ pour déterminer la quantité de matière d'un gaz .

I La mole et la quantité de matière

① La mole

Pour exprimer facilement le nombre de particule (atomes , molécules ,…)constituant la matière , les chimistes ont choisi une unité convenable à l'échelle microscopique . Cette unité est appelée la mole .

.....

.....

.....

.....

.....

② La quantité de matière

.....

.....

.....

.....

.....

- .....
- .....
- .....

❖ Application

❶ Calculer la quantité de matière d'un échantillon de sodium contenant $N = 4 \times 10^{24}$ atomes de sodium

❷ On dispose d'un flacon contenant une quantité $n' = 2,5mol$ de l'acide éthanoïque pur de formule chimique CH_3COOH

a – Calculer le nombre de molécules de l'acide éthanoïque dans le flacon .

b – Calculer le nombre d'atomes de carbone C dans le flacon .

c – Calculer le nombre d'atomes d'oxygène O dans le flacon .

d – Calculer le nombre d'atomes d'hydrogène H dans le flacon.

II Détermination de la quantité de matière d'un solide ou liquide

① La masse molaire

- La masse molaire atomique d'un élément chimique X noté ..... est .....
  .....de cet élément sous sa forme atomique .
- La masse molaire moléculaire d'un corps pur est
  ..... de ce corps . Elle égale à .....
  .....de tous les atomes constituants la molécule
- L'unité de la masse molaire est :.....

② La relation entre la quantité de matière et la masse

La quantité de matière d'un échantillon d'une espèce chimique de masse m est donnée par la relation suivante : .....avec

- .....
- .....
- .....

❖ Applications

On considère un échantillon de glycose ($C_6H_{12}O_6$) de masse $m = 36g$.

❶ Calculer la masse molaire du glycose .

❷ Calculer la quantité de matière du glycose dans l'échantillon .

❸ Déduire le nombre de molécules de glycose dans cet échantillon .

❖ Données :

- La masse molaire du carbone : $M(C) = 12g.mol^{-1}$
- La masse molaire d'oxygène : $M(O) = 16g.mol^{-1}$
- La masse molaire d'hydrogène : $M(H) = 1g.mol^{-1}$

③ La relation entre la quantité de matière et le volume

❖ La masse volumique et la densité

❖ La masse volumique notée ……d'une espèce chimique X est égale au ……
……de l'espèce chimique X par ……
…… :… … … … … avec :

- ……
- ……
- ……

❖ La densité notée … … d'une espèce chimique ……ou …… est ……
……de cette espèce chimique par ……
…… avec :

- ……
- ……
- ……

❖ La relation entre la quantité de matière et le volume

❖ La quantité de matière d'une espèce chimique X (solide ou liquide) de ……,
de ……et ……est :
……

- ……
- ……
- ……
- ……
- ……

④ La relation entre la quantité de matière et la concentration molaire

❖ La concentration molaire notée ..... d'une espèce chimique X en solution insaturée est égale au ..... avec :

- .....
- .....
- .....

❖ Application

On fait dissoudre une massa m de chlorure de potassium dans l'eau distillée et on obtient une solution (S) de chlorure de potassium $(K^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de volume $V = 50mL$ et de densité $d = 1,07$.

❶ Calculer la masse molaire du chlorure de potassium.
❷ Calculer la quantité de matière du chlorure de potassium dans le flacon .
❸ Calculer la concentration de la solution dans le flacon .
❹ Calculer la masse de chlorure de potassium dissoute dans la solution (S) .

❖ Données :
- La masse molaire du chlore : $M(Cl) = 35,45g.mol^{-1}$
- La masse molaire de potassium : $M(K) = 39,1g.mol^{-1}$
- La masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1g.mL^{-1}$

III Détermination de la quantité de matière d'un gaz

① Les variables d'état d'un gaz

❖ Activité

❑ Expérience 1

On gonfle un ballon male gonflé à l'aide d'une pompe (voire la figure ❶)

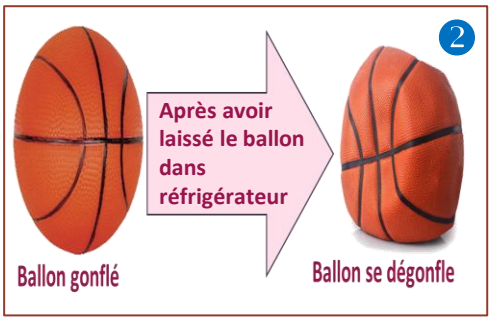
❶ Compléter le tableau ci-dessus, en identifiant le changement que subit chaque grandeur physique lors du gonflage du ballon .

La pression P	Le volume V	La température T	La quantité de matière n

❑ Expérience 2

Après avoir gonflé le ballon complètement, on le met dans le réfrigérateur pendant 15min (voire la figure ❷)

❷ Compléter le tableau ci-dessus, en identifiant le changement que subit chaque grandeur physique après avoir mis le ballon dans réfrigérateur .



La pression P	Le volume V	La température T	La quantité de matière n

❖ Conclusion

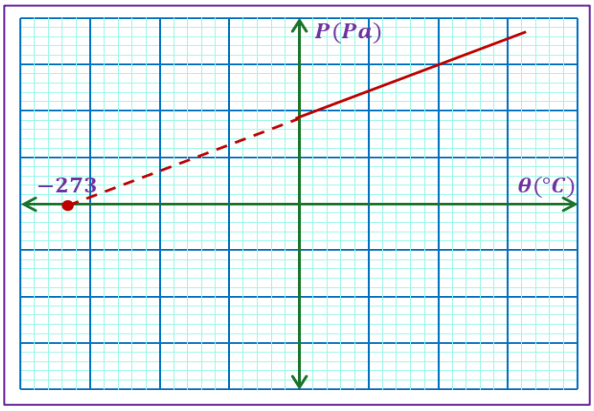
L'état d'un gaz est caractérisé par quatre grandeurs physiques sont .....

..... Ces grandeurs sont appelées .....

.....

② L'échelle absolue de la température absolue

On enferme une quantité d'air dans un ballon puis on chauf progressivement le ballon et en registre les valeurs de la pression et de la température . L'ensembles des résultats ont permet tracer la courbe ci-contre qui représente l'évolution de la pression en fonction de la température .

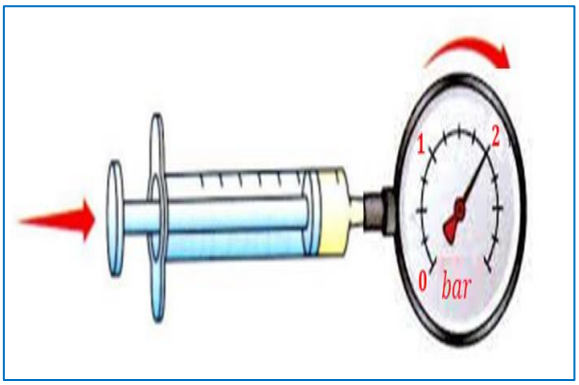


On prolonge la courbe $P = f(\theta)$ jusqu'à ce qu'elle se coupe avec l'axe des abscisses (axe de température), on constate que la pression s'annule (théoriquement) lorsque la température prend la valeur $\theta_0 \approx -273°C$. Expérimentalement, la pression ne s'annule jamais , et donc la température ne peut pas être inférieure à $\theta_0 = -273°C$ pour cela cette valeur choisie comme origine de la température absolue elle s'appelle le zéro absolu, son unité est le Kelvin de symbole (K) tel que : $T(K) = \theta + 273$

③ La loi de Boyle-Mariotte

❖ Activité

On relie une seringue remplie d'air à un manomètre et en enregistre la valeur de la pression de l'air enfermé et celle de son volume . On pousse progressivement le piston de la seringue et à chaque fois on enregistre les valeurs de la pression et du volume . Le tableau ci-dessus montre les résultats obtenus



Le volume en m^3	$3,36 \times 10^5$	$1,12 \times 10^5$	$6,72 \times 10^4$
La pression en Pa	30×10^{-6}	90×10^{-6}	150×10^{-6}
Le produit $P.V$			

❑ Exploitation

❶ Compléter le tableau ci-dessus en calculant le produit $P.V$.

❷ Que peut-on déduire à propos de cette expérience ?

❖ Conclusion : La loi de Boyle-Mariotte

.....

.....

.....

④ L'équation d'état d'un gaz parfait

❖ Le gaz parfait

.....

.....

.....

.....

❖ L'équation du gaz parfait

- .....

  .....

- .....

  .....

  - .....
  - .....
  - .....
  - .....
  - .....

  .....

  .....

❖ Application

Une bouteille de volume $V = 25L$ contenant une masse m de propane(gaz) de formule chimique C_3H_8 et de pression $P = 2,7Bar$ à une température $T = 6°C$.

❶ Calculer la masse molaire du propane .

❷ Calculer la quantité de matière du propane dans la bouteille .

❸ Déduire la masse du propane contenant la bouteille.

- Données : $M(C) = 12g.mol^{-1}$; $M(H) = 2g.mol^{-1}$; $R = 8,314Pa.m^3.mol^{-1}.K^{-1}$

⑤ La relation entre la quantité de matière et le volume molaire

❖ Le volume molaire

❖ Le volume molaire d'un gaz est ..... par une ..... dans des conditions de ..... et de ..... données .

❖ La loi d'Avogadro-Ampère : .....

.....

- .....
  .....
  .....
- .....
  .....

❖ La relation entre la quantité de matière et le volume molaire

❖ .....
.....
.....

- .....
- .....
- .....

⑥ La densité du gaz

❖ La densité du gaz par rapport à l'air .....

.....

.....

.....

.....

❖ Quelques pictogrammes de sécurité

- Le contact avec certains produits chimiques peut provoquer des dangers à la santé et l'environnement (des brûlures de la peau ; des yeux .....)
- Le tableau suivant donne quelques pictogrammes de sécurité permettant de connaître les dangers des produits chimiques .

Le pictogramme	Le danger que représente la substance chimique
Comburant	Produits comburants contenant une grande quantité d'oxygène et pouvant provoquer la combustion de substances inflammables ou combustibles
Inflammable	Produits inflammables pouvant s'enflammer facilement au contact d'une flamme ou d'une étincelle, ou sous l'effet de la chaleur
Toxique	Produits toxiques pouvant présenter un danger pour la santé ou entrainer la mort en cas d'inhalation, d'ingestion ou d'absorption cutané
Corrosif	Produits corrosifs ou caustiques pour la peau et les muqueuses en cas de contact . Ils peuvent provoques des graves brûleurs
Explosif	Produits explosifs pouvant exploser en contact d'une flamme, d'un choc ou sous l'effet de la chaleur ou les frottements .
Irritant/Nocif	Produits irritants pouvant causer des démangeaisons des rougeurs et ou des inflammations en cas de contact direct, prolongé ou répété .

Exercice 1

Un comprimé de vitamine C contient une masse $m = 500mg$ de l'acide ascorbique de formule chimique $C_6H_8O_6$.

❶ Calculer la masse molaire de l'acide ascorbique
❷ Calculer la quantité de matière de l'acide ascorbique dans le comprimé .
❸ Déduire le nombre de molécules de l'acide ascorbique dans le comprimé .
❹ On dissout le comprimé de vitamine C dans l'eau distillée et on obtient une solution (S) de vitamine C de volume $V = 40ml$.
 $a -$ Calculer la concentration molaire de la solution (S).
 $b -$ Calculer la concentration massique de la solution (S) .
❺ On fait diluer la solution (S) trois fois et on obtient une nouvelle solution (S') de volume V' et de concentration C' .
 $a -$ Calculer la valeur de la concentration C' de la solution (S'), et celle de son volume V' .
 $b -$ Déduire le volume de l'eau distillée ajoutée lors de cette dilution .

❖ Données :
- La masse molaire du carbone : $M(C) = 12g.mol^{-1}$
- La masse molaire d'oxygène : $M(O) = 16g.mol^{-1}$
- La masse molaire d'hydrogène : $M(H) = 1g.mol^{-1}$

Exercice 2

Le professeur de physique a trouvé dans le laboratoire de lycée une bouteille fermé contenant un liquide incolore . La figure ci-contre représente de la bouteille trouvée

❶ En exploitant l'étiquette de la bouteille déterminer :
- Le nom de liquide contenant la bouteille .
- La masse molaire de ce liquide .
- La densité de ce liquide .
- Le volume de liquide dans la bouteille .

❷ Calculer la quantité de matière du liquide dans la bouteille .
❸ Déduire le nombre de molécules du liquide dans la bouteille .
❹ Calculer la masse du liquide dans le flacon .

❖ La masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1g/mL$

Exercice 3

On dispose une bouteille cylindrique de volume $V = 0,7m^3$ contenant de diazote $N_{2(g)}$ sous une pression $P = 4,3hPa$ et une température $T = 15°C$

❶ Enoncer la loi de Boyle-Mariotte .
❷ Calculer la masse molaire de diazote .
❸ Calculer la quantité de matière de diazote dans la bouteille .
❹ Calculer la masse de diazote dans la bouteille .
❺ Calculer le volume molaire dans ces conditions .

❖ La densité de diazote: $d = 0,97$; la constant du gaz parfait : $R = 8,31Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1}$

Exercice 4

On prépare une solution (S) de nitrate d'ammonium $(NH_{4(aq)}^{+} + NO_{3(aq)}^{-})$ de concentration $C = 3 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$, en dissolvant une masse m de cristaux de nitrate d'ammonium NH_4NO_3 dans un volume $V = 100mL$ de l'eau distillée .

❶ Calculer la masse molaire de nitrate d'ammonium .

❷ Calculer la quantité de matière de nitrate d'ammonium dans la solution (S).

❸ Déduire la valeur de la masse m de nitrate d'ammonium dissoute dans la solution (S) .

❹ On ajoute à la solution (S) un volume $V' = 50mL$ d'une autre solution (S') de nitrate d'ammonium de concentration $C' = 1 \times 10^{-1} mol.L^{-1}$

$a -$ Calculer la quantité de matière de nitrate d'ammonium dans le mélange obtenu .

$b -$ Calculer la masse de nitrate d'ammonium dans le mélange obtenu .

❖ Données : Les masse molaires en $g.mol^{-1}$: $M(N) = 14$; $M(O) = 16$; $M(O) = 16$; $M(H) = 1$

Exercice 5

On dispose trois flacons ① , ② et ③ à la même température $T = 20°C$ tel que :

- Le premier flacon de volume $V_1 = 4L$ contient du butane de formule chimique C_4H_{10} sous une pression $P_1 = 3bar$.
- Le deuxième flacon de volume $V_2 = 9L$ contient une masse $m_2 = 8g$ de l'hélium de formule chimique He et de densité $d_2 = 0,138$
- Le troisième flacon de volume V_3 contient deux moles d'air sous une pression atmosphérique $P_3 = 1atm = 1,01bar$.

On relie les trois flacons par deux tubes très fins contenant chacun un robinet .

Initialement les deux robinets sont fermés . On donne $R = 8,31 Pa.m^3.K^{-1}.mol^{-1}$

I-Étude du premier flacon .

❶ Calculer la masse molaire du butane et déduire sa densité .

❷ Calculer la quantité de matière du butane dans le premier flacon .

❸ Déduire la valeur de la masse m_1 du butane contenant ce flacon .

II-Étude du deuxième flacon .

❶ Calculer la masse molaire de l'hélium .

❷ Calculer la quantité de matière l'hélium dans le deuxième flacon .

❸ Déduire la valeur de la pression P_2 dans ce flacon .

III-Étude du troisième flacon .

❶ Quelle est la valeur du volume molaire dans ce flacon ?

❷ Calculer le volume de ce flacon .

IV- On ouvre les deux robinets. Déterminer les valeurs des variables d'état du gaz pour le système formé par les trois flacons .

Solution électrolytique et concentration

Situation-problème

Lorsqu'on fait dissoudre un corps solide ionique dans l'eau, on obtient une solution électrolytique.

- Qu'est-ce que corps solide ionique ?
- Qu'est-ce qu'une solution électrolytique ?

Objectifs

- Définir le corps solide ionique .
- Définir l'électronégativité d'un élément chimique et savoir l'exploiter pour connaître le caractère dipolaire de quelques molécules .
- Connaître les étapes de dissolution d'un électrolyte dans l'eau.
- Savoir écrire l'équation de dissolution d'un électrolyte dans l'eau .
- Savoir déterminer la concentration effective d'une espèce chimique dans une solution aqueuse .

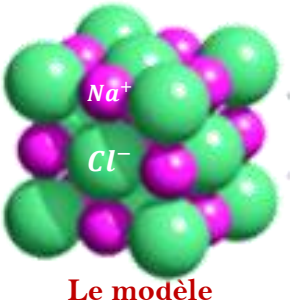
I Le corps solide ionique

① Activité

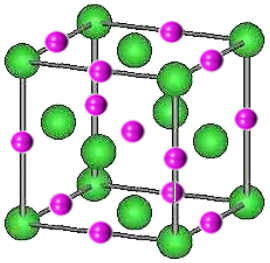
La figure ci-contre représente la structure cristalline du chlorure de sodium.

❶ Où se trouve les ions de sodium Na^+ et les ions de chlore Cl^-.

❷ Dans une structure cristalline de chlorure de sodium, le nombre d'ion de sodium est égale au nombre d'ion de clore . Que peut-on déduire de cette structure ?



Le modèle compact



Le modèle éclaté

② Conclusion

.....

.....

.....

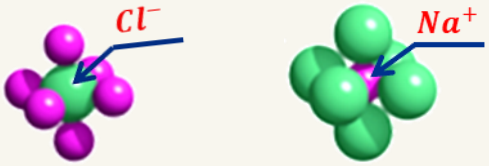
.....

.....

.....

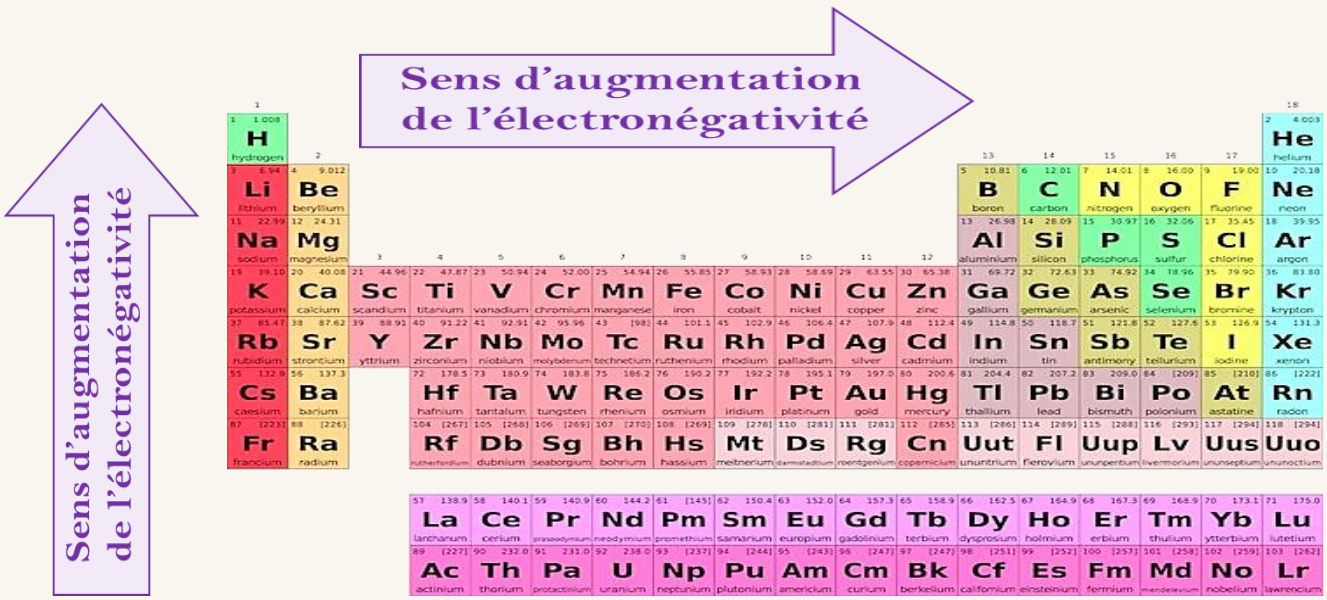
.....

.....



II Le caractère dipolaire d'une molécule

① L'électronégativité



② Le caractère dipolaire d'une molécule

.....

.....

.....

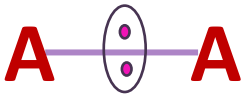
.....

.....

.....

❖ Cas d'une molécule composée de deux atomes identiques

- .....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

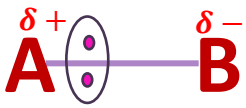
Exemple : .....

.....

.....

❖ Cas d'une molécule composée de deux atomes différents

- .....



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Exemple : .....

.....

.....

❖ Cas d'une molécule composée de trois atomes ou plus

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

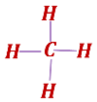
.....

.....

.....

.....

❖ Application

- Étudier la polarité des molécules suivantes : $NaCl$; H_2 ; N_2; 

III La solution électrolytique

① Définitions

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

② La dissolution d'un électrolyte dans l'eau

La dissolution d'un électrolyte (cristal ou molécule polaire)dans l'eau se fait en trois étapes :

- **Dissociation de l'électrolyte :** .....

.....

.....

.....

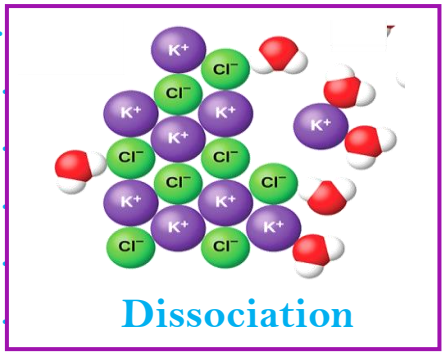
.....

.....

.....

.....

.....



- **La solvatation : :** .....

.....

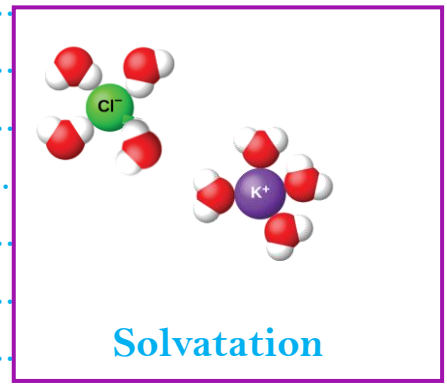
.....

.....

.....

.....

.....

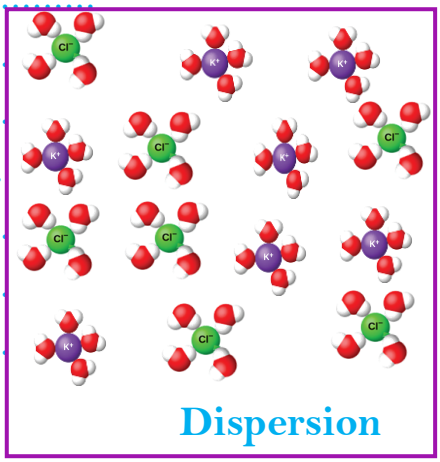


- **La dispersion :** .....

.....

.....

.....



③ La formule chimique d'une solution électrolytique

- .....
  .....
  .....

❖ Exemples

- .....
  .....
  .....
- .....
  .....
  .....
- .....
  .....
  .....

④ L'équation de a dissolution d'un électrolyte dans l'eau

- .....
  .....
  .....
  .....
  .....

❖ Exemples

- .....
  .....
- .....
  .....
- .....
  .....
  .....

IV Les concentrations molaires

- .....
  .....
  - .....
  - .....
  - .....
- .....
  .....
  - .....
  - .....
  - .....
- .....
  .....
  .....
  .....
  - .....
  - .....
  - .....
  - .....

Exercice 1

❶ Répondre par vrai ou faux

- Le corps solide ionique est une molécule électriquement neutre .
- Le corps solide ionique est une molécule apolaire.
- Le corps solide ionique contient autant de cations que d'anions .
- Toute molécule contenant deux atomes identiques est apolaire .
- La molécule diatomique est polaire si et seulement s'elle est constituée de deux atomes de deux éléments chimiques différents .
- L'eau est un solvant polaire.
- Une molécule apolaire est plus soluble dans l'eau qu'une molécule polaire.
- La concentration effective d'une espèce chimique est toujours égale à la concentration de la solution.
- La dissolution d'un électrolyte dans l'eau donne une solution conduisant le courant électrique.
- Plus l'électronégativité d'un atome est élevée plus son aptitude d'attirer le doublet d'électrons vers lui est élevé .

Exercice 2

On fait dissoudre une masse $m = 12g$ du chlorure de potassium KCl dans un volume $V = 50mL$ de l'eau distillée . On donne : $M(K) = 39,1g.mol^{-1}$; $M(Cl) = 35,5g.mol^{-1}$

❶ Préciser les étapes de la dissolution chlorure de potassium KCl dans l'eau.

❷ Écrire l'équation de la dissolution du chlorure de potassium KCl dans l'eau.

❸ Calculer la quantité de matière de KCl dissoute dans la solution.

❹ Calculer la concentration de la solution obtenue.

❺ Calculer les concentrations des effectives des ions dans la solution.

Exercice 3

❶ Définir le corps solide ionique .

❷ En exploitant le tableau périodique, étudier la polarité de chacune des molécules suivantes : KCl ; I_2; NH_3 ; CH_4; CO .

❸ Écrire l'équation de dissolution de chacun des électrolytes suivants : KI ; $NaOH$; $FeCl_3$.

Exercice 4

On prépare une solution ionique (S) du chlorer de fer III $(Fe^{3+}_{(aq)} + 3Cl^{-}_{(aq)})$ de concentration $C = 2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ et de volume $V = 100mL$, en dissolvant une masse m du chlorure de fer III anhydre dans l'eau distillée . On donne : $M(Fe) = 55,8g.mol^{-1}$; $M(Cl) = 35,5g.mol^{-1}$

❶ Écrire l'équation de la dissolution du chlorure de fer III dans l'eau .

❷ Calculer la quantité de matière du chlorure de fer III dans la solution (S).

❸ Calculer la masse du chlorure de fer III dissoute dans la solution (S).

❹ Calculer les concentrations des effectives des ions dans la solution (S).

❺ On ajoute à la solution (S) une quantité $n = 1 \times 10^{-3} mol$ de du chlorure de fer III . On suppose que le volume du mélange n'a pas changé.

a –Calculer la nouvelle concentration de la solution (S).

b –Déduire les nouvelles valeurs des concentrations des ions dans la solution (S) .

❖ **Données:** $M(Fe) = 55,8g.mol^{-1}$; $M(Cl) = 35,5g.mol^{-1}$

Exercice 5

Pour préparer une solution ionique (S_0) de l'acide chlorhydrique $(H^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)})$ de concentration $C_0 = 1,7 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ et de volume $V_0 = 80mL$ en dissolvant un volume V du chlorure d'hydrogène gazeux dans l'eau distillée .

❶ Écrire l'équation de la dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau .

❷ Calculer la quantité de matière du chlorure d'hydrogène dissoute dans la solution (S_0) .

❸ Calculer le volume V du chlorure d'hydrogène dissoute dans la solution (S_0) .

❹ Calculer les concentrations des effectives des ions dans la solution (S).

❺ On mélange la solution (S_0) avec une autre solution (S) du chlorure de sodium $(Na^{+}_{(aq)} + Cl^{-}_{(aq)})$ de concentration $C = 1,3 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$ et de volume $V = 20mL$

a –Calculer les quantités de matière des espèces chimique ionique dans le mélange .

b –Déduire les nouvelles les concentrations des espèces chimiques ionique dans le mélange .

❖ **Données:**

- Le volume molaire du gaz dans les conditions de l'expérience : $V_m = 22,4L.mol^{-1}$
- La masse molaire du chlore : $M(Cl) = 35,5g.mol^{-1}$
- La masse molaire d'hydrogène : $M(H) = 1g.mol^{-1}$

Suivi d'une transformation chimique

Situation-problème

La fabrication des médicaments, des engrais agricoles et des produits alimentaires est principalement basée sur des transformations chimiques .

- Qu'est-ce qu'une transformation chimique? Et comment la modélisée?
- Comment suivre l'évolution des quantités de matières des espèces chimique lors d'une transformation chimique?

Objectifs

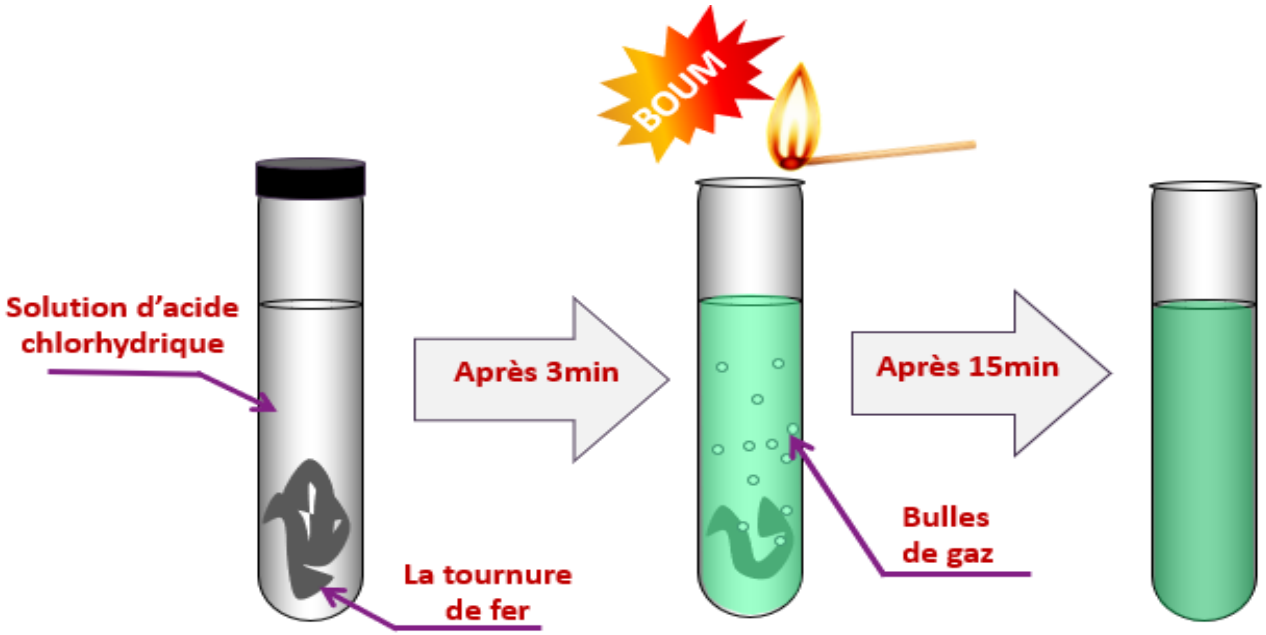
- Définir la transformation chimique.
- Savoir qu'une transformation chimique est modélisée par un modèle descriptif appelé réaction chimique .
- Connaître la notion du système chimique.
- Définir l'avancement de la réaction et savoir l'exploiter pour déterminer les quantités de matière des espèces chimiques intervenant dans une réaction chimique .
- Savoir établir le tableau d'avancement associé à une transformation chimique et l'exploiter pour déterminer les quantités de matière des espèces chimiques dans un état donné.

I L'évolution d'un système au cours d'une transformation chimique

① Activité

❖ Manipulation 1

- On introduit une tournure fer dans un tube à essais contenant une solution de l'acide chlorhydrique $(H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$, puis on ferme le tube à l'aide d'un bouchant adapté .
- Après quelques minutes, on retire le bouchant et on rapproche une allumette enflammée à l'ouverture du tube.



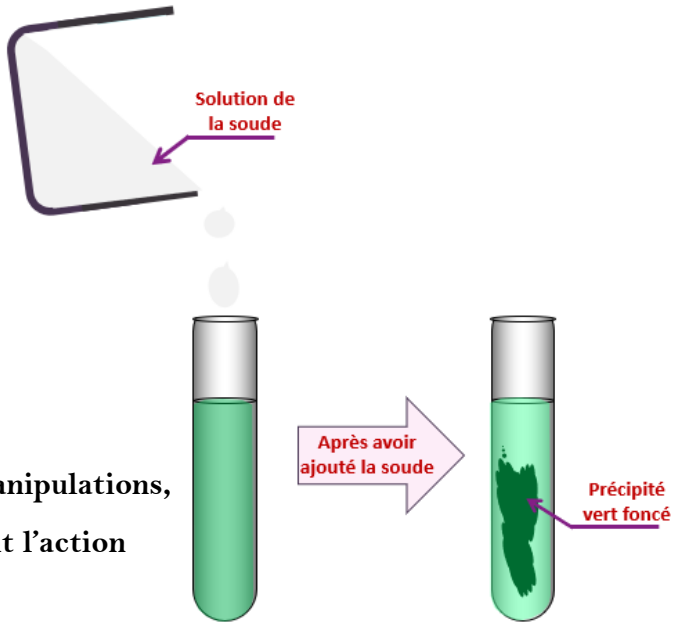
❶ Quelles sont les espèces chimiques présentes dans le mélange du tube à l'état initial ?

❷ Qu'arrive-t-il au mélange avec le temps ?

❸ Quel est le gaz qui donne une détonation en présence du feu dans cette expérience ?

❖ Manipulation 2

- Lorsque la réaction est terminée, on verse quelques gouttes de la soude $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ dans le tube à essais .



❶ Quel est le nom du précipité formé dans le tube après avoir ajouté la soude .

❷ Quel est le nom de l'espèce chimique détectée par ce test.

❸ En se basant sur les résultats des deux manipulations, Écrire l'équation de la réaction modélisant l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer .

② Définitions

③ Modélisation d'une transformation

Exemple : .....

.....

.....

II L'évolution des quantités de matière des espèces chimiques au cours d'une transformation chimique

① L'avancement de la réaction

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Exemple : .....

.....

.....

.....

② L'avancement maximale et le réactif limitant

.....

.....

.....

.....

.....

③ Le tableau d'avancement

Pour suivre l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques lors d'une réaction chimique on construit un tableau descriptif appelé tableau d'avancent.

On trace le tableau d'avancement d'une transformation chimique de la manière suivante :

Équation		aA + bB → cC + dD				
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)				
Initial	0					
Intermédiaire	x					
Final	x_{max}					

❖ Application

On considère le tableau d'avancement associé à la réaction de fer Fe et les ions d'argent Ag^+

Équation		$Fe_{(s)}$ + $2Ag^+_{(aq)}$ → $Fe^{2+}_{(aq)}$ + $2Ag_{(s)}$				
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)				
Initial	0	1,5	2		0	0
Intermédiaire	x					
Final	x_{max}					

❶ **Compléter le tableau d'avancement ci-dessus.**

❷ **Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.**

❸ **Déterminer le bilan de matière à l'état final**

Équation		$Fe_{(s)}$ + $2Ag^+_{(aq)}$ → $Fe^{2+}_{(aq)}$ + $2Ag_{(s)}$				
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)				
Final	x_{max}					

④ Le mélange stœchiométrique

.....

.....

.....

.....

.....

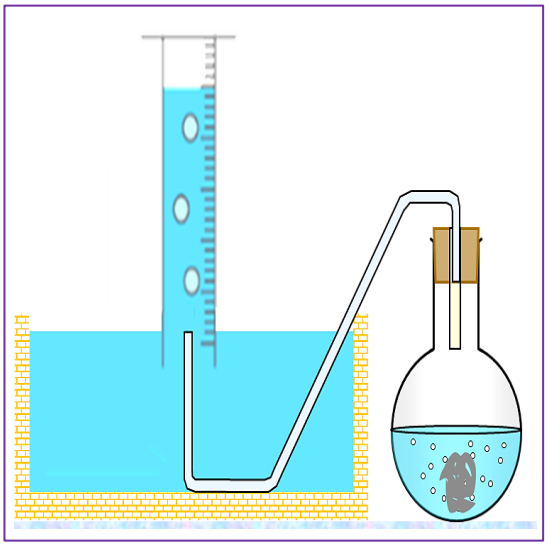
.....

.....

III Application

Pour étudier la réaction de l'acide chlorhydrique avec le zinc, on introduit dans un ballon, une tournure de zinc $Zn_{(s)}$ de masse $m = 3,27g$ et on y verse à un volume $V_A = 10mL$ d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique $(H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration $C_A = 4mol.L^{-1}$.

À l'aide du montage expérimentale schématisé ci-contre, on mesure le volume de dihydrogène H_2 formé à l'état final et on trouve : $V_f(H_2) = 438mL$



❶ Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.

❷ Faire le bilan des espèces chimiques présentes dans le mélange à l'état initial.

❸ Écrire l'équation de la réaction chimique de l'acide chlorhydrique et le zinc, sachant qu'il se produit les ions $Zn^+_{(aq)}$ et le dihydrogène gazeux lors de cette transformation.

❹ Compléter le tableau d'avancement associé à cette réaction.

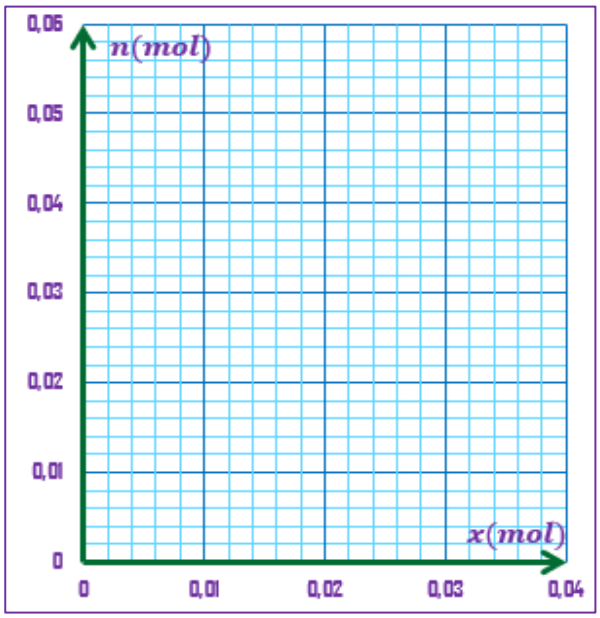
Équation		……. + …… → …… + ……				
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)				
Initial	0					
Intermédiaire	x					
Final	x_{max}					

❺ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.

❻ Déterminer le bilan de la quantité de matière du système à l'état final.

❼ Calculer le volume de H_2 formé à la fin de la réaction et la comparer avec celle mesurer expérimentalement .

❽ Représenter sur la figure ci-contre les courbes représentant les variations des quantités de matière des espèces chimiques qui se trouvent dans le mélange en fonction de l'avancement x de la réaction.



Données :

- Le volume molaire : $V_m = 24L.mol^{-1}$
- La masse molaire de zinc : $M(Zn) = 65,4g/mol$

❖ **Résumé**

Exercice 1

❶ Équilibrer les équations chimiques suivantes :

- $Cu^{2+} + HO^- \longrightarrow Cu(HO)_2$
- $C_4H_{10} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
- $H_2O_2 \longrightarrow O_2 + H_2O$
- $H_2S + O_2 \longrightarrow SO_2 + S + H_2O$
- $MnO_2 + HCl \longrightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$
- $CaCO_3 + H_2O \longrightarrow HO^- + Ca^{2+} + CO_2$
- $O_2 + H_2 \longrightarrow H_2O$
- $KI + Cl_2 \longrightarrow I_2 + KCl$
- $AgNO_3 + Cu \longrightarrow Cu(NO_3)_2 + Ag$
- $Cl^- + H_2O \longrightarrow Cl_2 + H_2 + HO^-$
- $NaHCO_3 \longrightarrow Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$
- $NaI + Pb(NO_3)_2 \longrightarrow NaNO_3 + PbI_2$

Exercice 2

La combustion complète du propane C_3H_8 dans l'oxygène de l'air conduit à la formation du dioxyde de carbone CO_2 et de l'eau H_2O .
On brule une masse $m = 7,8g$ du propane dans l'air .

❶ Déterminer les noms et les formules chimiques des réactifs et des produits de cette réaction .
❷ Calculer la quantité de matière initiale du propane.
❸ Construire le tableau d'avancement associé à la réaction étudiée.
❹ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
❺ Déterminer la composition du système à l'état final .
❻ Calculer le volume du dioxyde de carbone à l'état final

Données :

- Le volume molaire dans les conditions expérimentales : $V_m = 24L.mol^{-1}$
- Les masses molaires : $M(C) = 12g.mol^{-1}$; $M(O) = 16g.mol^{-1}$; $M(H) = 1g.mol^{-1}$

Exercice 3

On verse une solution concentrée d'hydroxyde de sodium $(Na^+ + HO^-)$ dans un bécher contenant un volume $V = 20mL$ d'une solution de sulfate de suivre II $(Cu^{2+} + {SO_4}^{2-})$ de concentration C. Après quelques secondes il se forme un précipité bleu appelé l'hydroxyde de cuivre sa formule chimique est : $Cu(HO)_2$

❶ Déterminer les réactifs et les produits cette transformation .
❷ Écrire l'équation de la réaction qui se produit dans le bécher.
❸ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction.
❹ Après séchage du précipité obtenu, on le pèse et on trouve : $m = 290mg$

a – Calculer la quantité de matière de l'hydroxyde de cuivre $Cu(HO)_2$ à l'état final.
b – Calculer la valeur de l'avancement maximal de cette réaction.(l'hydroxyde de sodium est utilisé en excès) .
c – Calculer la quantité de matière initiale des ions Cu^{2+} dans le bécher et déduire la valeur de la concentration C .

Données :

- Les masses molaires : $M(Cu) = 63,5g.mol^{-1}$; $M(O) = 16g.mol^{-1}$; $M(H) = 1g.mol^{-1}$

Exercice 4

On mélange, dans un bécher une solution contenant une quantité de matière n_1 de diiode I_2 avec une autre solution contenant une quantité de matière n_2 de thiosulfate de sodium $(2Na^+ + S_2O_3{}^{2-})$. Au cours du temps il se forme les ions d'iodure I^- et les ions tétrathionate de formule chimique $S_4O_6{}^{2-}$.

❶ Déterminer les réactifs et des produits de cette réaction .

❷ Écrire l'équation de cette réaction.

❸ Construire le tableau d'avancement associé à la réaction en fonction de n_1, n_2, x et x_{max}.

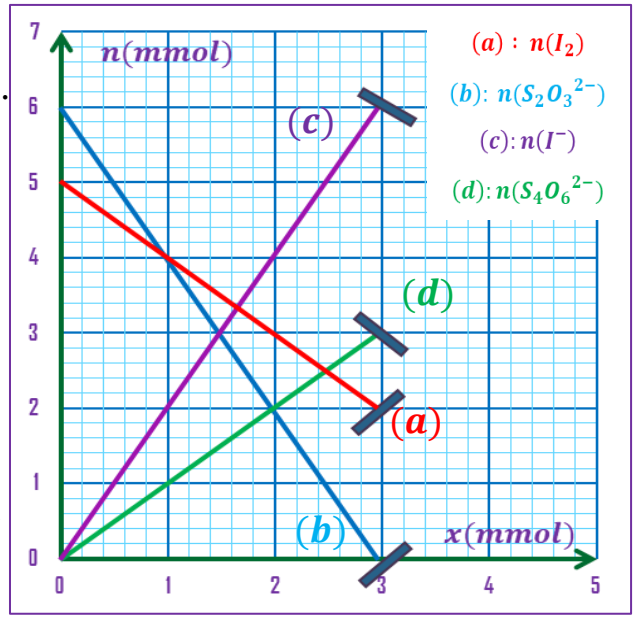
❹ La courbe ci-contre représente l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques constituant le système chimique en fonction de l'avancement x de la réaction. En exploitant la courbe déterminer :

a – Les quantités de matière initiales des réactifs

b – L'avancement maximal de cette réaction.

c – Le réactif limitant de cette réaction.

d – Le bilan de la quantité de matière à l'état final.



Exercice 5

On réalise la combustion complète d'une masse $m = 23,2g$ d'un composé organique gazeux de formule chimique C_nH_{2n+2} dans une quantité suffisante de dioxygène O_2. Cette combustion produit un volume $m = 38,4L$ du dioxyde de carbone CO_2 .

❶ Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de cette de combustion.

❷ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction.

❸ Quel est le réactif limitant de cette réaction de combustion ?

❹ Calculer la quantité de matière du dioxyde de carbone CO_2 formé.

❺ Déterminer la valeur de l'avancement maximale de cette réaction.

❻ Calculer la quantité la quantité de matière initiale du composé organique.

❼ Calculer la quantité de matière du dioxygène consommée lors de cette combustion.

❽ Calculer la masse molaire du composé organique.

❾ Déterminer la formule chimique de ce composé et quel est son nom ?

Données :

- Les masses molaires : $M(Cu) = 63,5g.mol^{-1}$; $M(O) = 16g.mol^{-1}$; $M(H) = 1g.mol^{-1}$
- Le volume molaire dans les conditions de l'expérience : $V_m = 26,02L$

Mesure de conductance

Situation-problème

L'eau de mer est un bon conducteur de l'électricité , contrairement à l'eau pure.

- Comment mesurer la conductance d'une solution aqueuse? et quelle est l'importance de cette mesure en chimie?
- Quelle sont les facteurs influençant la conductance d'une solution électrolytique ?

Objectifs

- Définir la solution électrolytique.
- Savoir mesurer la conductance d'une portion d'une solution électrolytique.
- Connaître la relation entre la conductance et la résistance d'une portion d'une solution électrolytique,
- Savoir que la conductance d'une portion d'une solution électrolytique dépend d'une part des dimensions de la cellule conductimétrique et d'autre part des propriétés de la solution.
- Construire la courbe d'étalonnage et savoir l'exploiter pour déterminer la conductance d'une solution électrolytique
- Définir la conductivité d'une solution électrolytique .

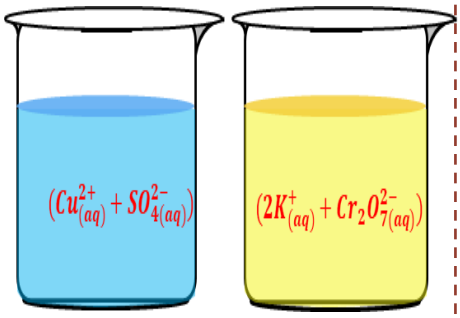
I Conductance d'une solution aqueuse

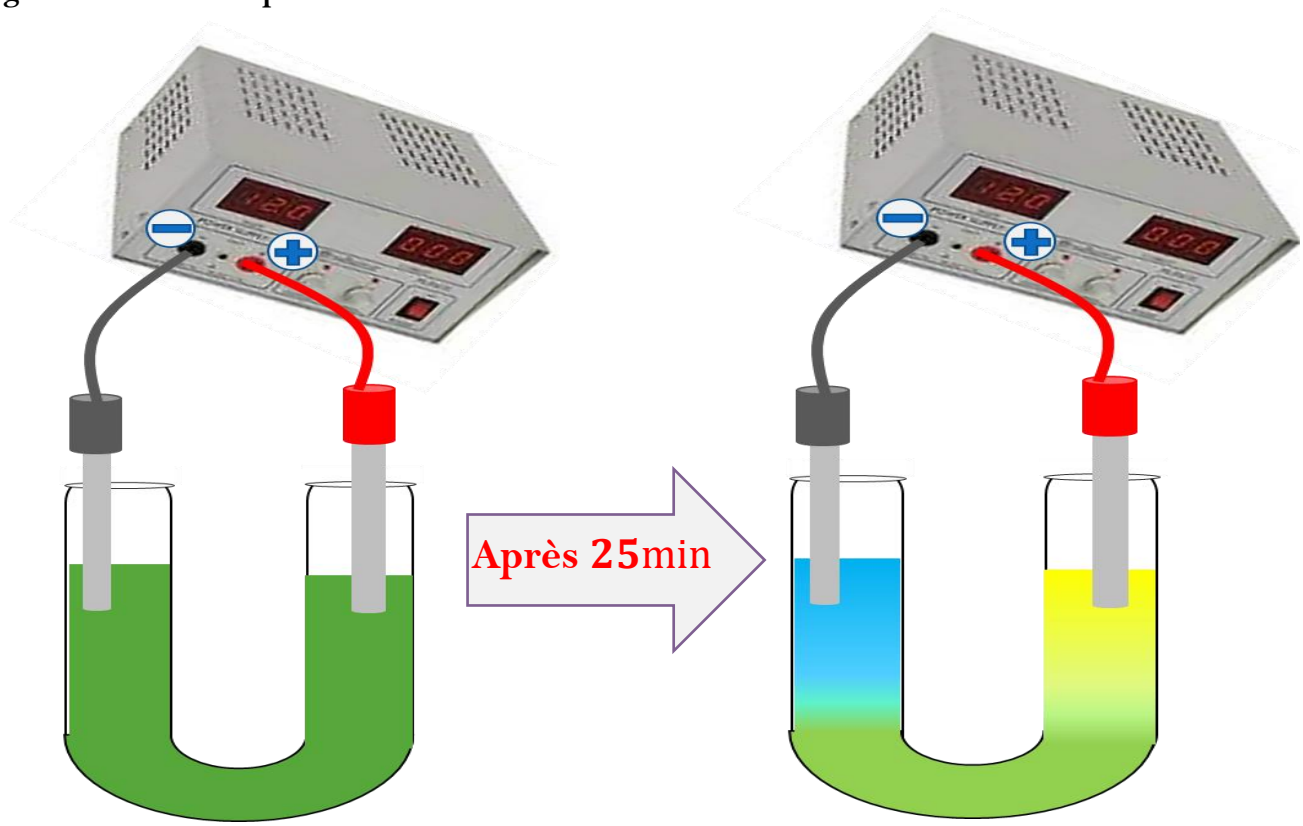
① Nature du courant électrique dans les solutions électrolytiques

❖ Activité

On introduit dans un tube en U une solution de dichromate de potassium $(2K^+_{(aq)} + Cr_2O^{2-}_{7(aq)})$ et une solution de sulfate de cuivre II $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$

On émerge dans chaque extrémité du tube, une électrode de graphite. Ensuite on brache les deux électrodes à un générateur électrique à un instant $t = 0$min .





❶ Quelle est l'espèce chimique responsable de la couleur bleue dans la solution de sulfate de cuivre ?

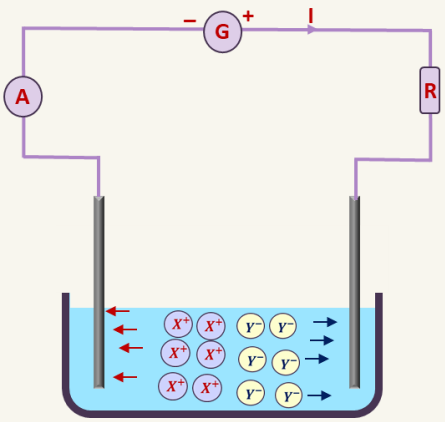
❷ Quelle est l'espèce chimique responsable de la couleur jaune dans la solution de dichromate de potassium ?

❸ Quelles sont les observations expérimentales mises en évidence par cette expérience ?

❹ Déterminer le sens de déplacement des différents porteurs de charge dans la solution

❺ Déduire la nature du courant électrique dans les solutions électrolytiques .

❖ Conclusion



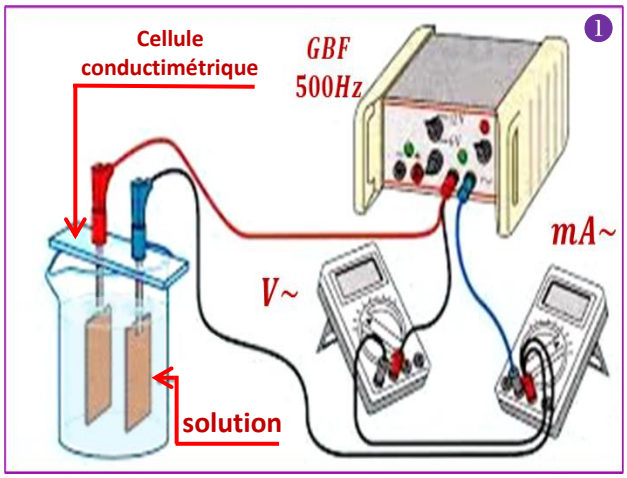
② Conductance d'une solution électrolytique

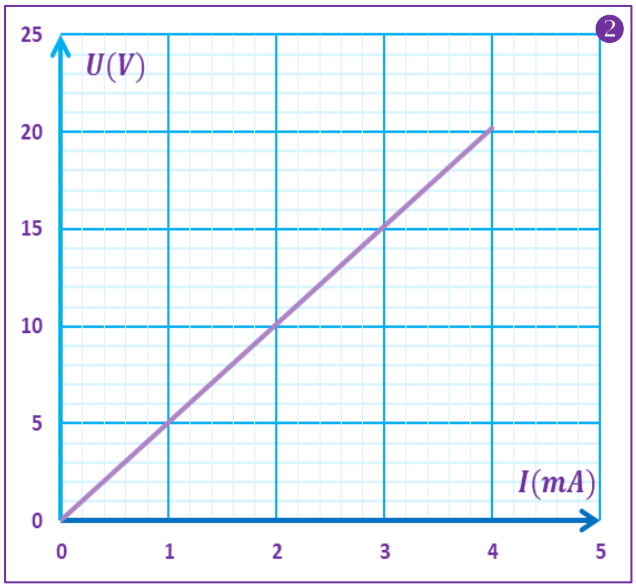
❖ Activité

On immerge la cellule conductimétrie dans bécher contenant une solution de chlorure de sodium puis on applique une tension alternative sinusoïdale à l'aide d'un ***GBF***.

On fixe la fréquence de ***GBF*** à une grande valeur ($F = 500Hz$), puis fait varier la tension du ***GBF*** et à chaque fois on enregistre la valeur de la tension efficace U aux bornes des électrodes de la cellule et l'intensité du courant I qui les traverse.(la figure ❶)

L'ensemble des résultats obtenus ont permet de tracer la courbe $U = f(I)$ (la figure ❷)





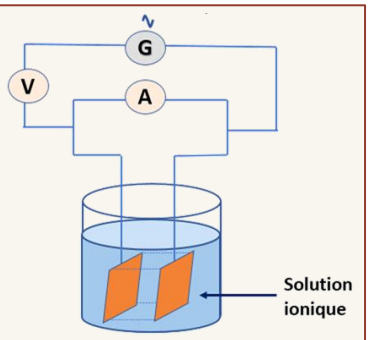
❶ Pourquoi la fréquence du générateur a-t-elle été fixée à une grande valeur ?

❷ La loi d'Ohm est-elle validée pour cette solution électrolytique ?

❸ Calculer la résistance de la portion de la solution qui se trouve entre les deux plaques, et déduire sa conductance .

❖ Conclusion

❖ La cellule conductimétrique



❖ Application

La tension efficace entre les plaques d'une cellule conductimétrique est $U = 1,2V$ et l'intensité de courant efficace qui traverse la solution entre ces deux plaques est $I = 13,7mA$

❶ Calculer la conductance de la portion de la solution contenue entre les deux plaques est déduire sa résistance

II Facteurs influençant la conductance d'une solution aqueuse

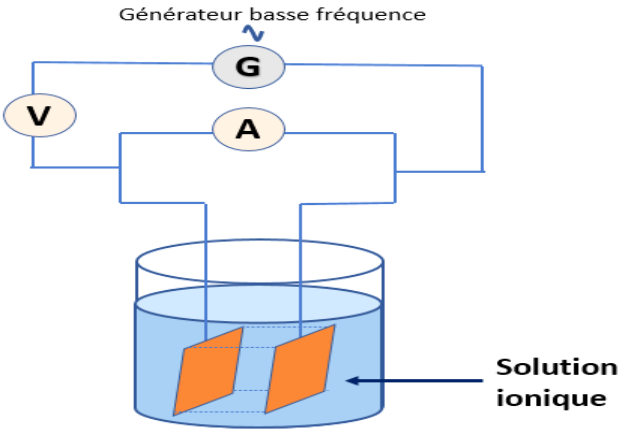
① Facteurs associés à la cellule conductimétrique

❖ **Activité**

▪ **Manipulation 1**

On fixe la distance entre les plaques de la cellule conductimétrique sur la valeur $L = 1cm$ et on les plonge dans bécher contenant une solution de chlorure de sodium de concentration $C = 10^{-3} mol.L^{-1}$ puis on applique une tension alternative sinusoïdale à l'aide d'un GBF.

On fixe la fréquence de GBF à une grande valeur, puis fait varier la surface immergée, en déplaçant les plaques verticalement dans la solution et à chaque fois on enregistre la valeur de la tension efficace U ente ces deux plaques et l'intensité du courant I qui les traverse.(la figure ci-contre).



L'ensemble des résultats obtenus ont permet d'obtenir le tableau suivant.

$S(cm^2)$	1	2	3	4
$U(V)$	2,3	2,3	2,3	2,3
$I(mA)$	0,30	0,61	0,90	1,20
$G(mS)$				
$\frac{G}{S}(S.m^{-2})$				

❶ Compléter le tableau dans la page précédente .

❷ Que peut-on déduire de cette manipulation.

- **Manipulation 2**

On garde le même montage expérimental précédant et on fixe la surface immergée à la valeur $S = 2cm^2$.

On fait varier la distance L séparant les deux plaques et à chaque fois on enregistre la valeur de la tension efficace U ente ces deux plaques et l'intensité du courant I qui les traverse. Le tableau suivant montre les résultats obtenus.

$L(cm)$	1	$1,5$	2	$2,5$
$U(V)$	$2,3$	$2,3$	$2,3$	$2,3$
$I(mA)$	$0,60$	$0,40$	$0,3$	$0,24$
$G(mS)$				
$G.L(S.m \times 10^{-6})$				

❸ Compléter le tableau ci-dessus

❹ Que peut-on déduire de cette manipulation.

❖ Conclusion

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

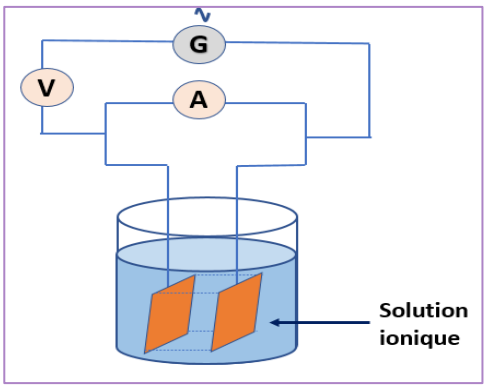
② Facteurs associés à la solution

❖ Activité

▪ Manipulation 1

On fix les dimensions de la cellule de mesure sur les valeurs suivantes: $S = 2cm^2$ et $L = 1cm$ puis on mesure la conductance de la portion de la solution contenue entre les deux plaques pour des solutions de chlorure de sodium de concertations différentes et on enregistre les résultats obtenus dans le tableau

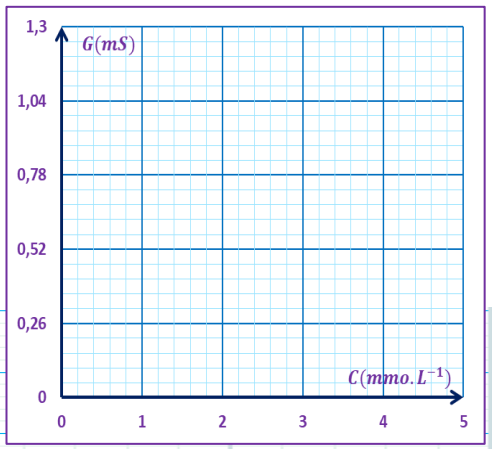
$solution$	S_1	S_2	S_3	S_4
$C(mmol.L^{-1})$	1	2	3	4
$G(mS)$	0,26	0,52	0,78	0,104



❶ Tracer sur le document ci-contre l'évolution .
de la conductance en fonction de la concentration

❷ Quelle est la nature de la courbe $G = f(C)$?

❸ Comment la conductance change-t-elle avec la concentration ?



- **Manipulation 2**

On fix les dimensions de la cellule de mesure sur les valeurs suivantes: $S = 2cm^2$ et $L = 1cm$ puis on mesure la conductance de la portion de la solution contenue entre les deux plaques pour deux solutions (S) et (S') de même solution tel que:

- **(S) est une solution de $(H_3^+O + Cl^-)$.**
- **(S') est une solution de $(Na^+ + HO^-)$**

$solution$	(S)	(S')
$C(mmol.L^{-1})$	$1,5$	$1,5$
$G(mS)$	$0,85$	$0,74$

Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau ci-contre:

❹ **Comparer les conductivités des deux solutions et conclure ?**

❖ **Conclusion**

② La courbe d'étalonnage

❖ **Définition**

❖ **Les limites de la courbe d'étalonnage**

III La conductivité molaire d'une solution électrolytique

① Définition

❖ Remarque

.....

.....

❖ Application

Une cellule conductimétrique plongée dans une solution électrolytique et branchée à un générateur délivrant une tension électrique alternative sinusoïdale .La mesure de la tension aux bornes de cette cellule et de l'intensité de courant qui la traverse donne : $U = 4,7V$ et $I = 14,3mA$

❶ **Calculer la conductance de la portion de la solution contenue entre les deux plaques est déduire sa résistance .**

❷ **Déduire la valeur de la conductivité de la solution étudiée .**

On donne la constante de la cellule conductimétrique : $K = 0,03m$

② La relation entre la conductivité et la concentration

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Remarques

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Exemples :

Le tableau suivant donne les valeurs de la conductivité molaire ionique de quelques ions à $25°C$

$L'ion$	La conductivité molaire ionique en $S.m^2.mol^{-1}$	$L'ion$	La conductivité molaire ionique en $S.m^2.mol^{-1}$
H^+	$3,50 \times 10^{-2}$	HO^-	$1,98 \times 10^{-2}$
Na^+	$5,01 \times 10^{-3}$	$HCOO^-$	$5,46 \times 10^{-3}$
$NH_4{}^+$	$7,35 \times 10^{-3}$	Br^-	$7,81 \times 10^{-3}$
K^+	$7,35 \times 10^{-3}$	Cl^-	$7,63 \times 10^{-3}$

❖ Application

On dispose d'une solution d'hydroxyde de sodium $(Na^+ + HO^-)$ de concentration molaire $C = 2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$

❶ Exprimer la conductivité de cette solution en fonction de λ_{HO^-} , λ_{Na^+} et C.

❷ Calculer la conductivité de cette solution.

Exercice 1

❶ Répondre par vrai ou faux

- ❑ Les porteurs de charge responsables du passage du courant électrique dans les solutions électrolytiques, sont les électrons libres .
- ❑ La conductance d'une portion d'une solution augment lorsqu'on rapproche les plaques .
- ❑ La conductivité molaire ionique est un facteur caractérisant le pouvoir de la solution de conduire le courant électrique.
- ❑ La conductivité d'une solution électrolytique dépend de sa température.
- ❑ La conductivité est la même pour toutes les solutions de même concentration.
- ❑ À une température donnée la conductance d'une solution d'hydroxyde de sodium est toujours proportionnelle à sa concentration même si la solution est concentrée

Exercice 2

À l'aide d'une cellule conductimétrique de constante $K = 2cm$, on mesure la conductance d'une portion d'une solution aqueuse (S) de méthanoate de sodium $(Na^+ + HCOO^-)$ de concentration C, on trouve : $G = 22mS$

❶ Calculer la résistance de la portion de la solution contenue entre les deux plaques .

❷ Calculer la tension électrique efficace aux bornes de la cellule conductimétrique sachant que l'intensité efficace du courant qui la traverse est: $I = 12,5mA$

❸ Calculer la conductivité de la solution (S) et déduire sa concentration.

Données: $\lambda_{Na^+} = 5,01mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{HCOO^-} = 5,46mS.m^2.mol^{-1}$

Exercice 3

La mesure de la conductivité d'une solution (S_0) d'iodure de potassium $(K^+ + I^-)$ donne la valeur : $\sigma_0 = 30,2mS.m^{-1}$

❶ Calculer la conductance d'une portion de cette solution sachant que la constante de la cellule utilisée est : $K = 1,5cm$

❷ Calculer la concentration de la solution.

❸ On prépare une solution (S_1) d'iodure de potassium en diluant la solution (S_0) cinq fois .

$a -$ Exprimer la conductivité σ_1 de la solution (S_1) en fonction de la conductivité σ_0 de la solution (S_0) .

$b -$ Calculer la valeur de σ_1

Données: $\lambda_{K^+} = 7,4mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{I^-} = 7,7mS.m^2.mol^{-1}$

Exercice 4

On prépare solution (S) de chlorure de sodium $(Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration C et de volume $V = 50mL$, en dissolvant une masse $m = 1,3g$ du chlorure de sodium $NaCl_{(s)}$ dans l'eau distillée .

❶ Calculer la quantité de matière dissoute et déduire la concentration de la solution (S).

❷ Calculer la conductivité de la solution (S) .

Données: $\lambda_{Na^+} = 5,01mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{Cl^-} = 7,63mS.m^2.mol^{-1}$; $M(NaCl) = 58,44g.mol^{-1}$

Exercice 5

On verse dans un bécher un volume $V = 2 \times 10^{-4}m^3$ d'une solution d'hydroxyde de sodium $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ de concentration $C_1 = 10mol.m^3$; et on lui ajoute à l'instant $t = 0s$ une quantité de matière $n_0 = 2 \times 10^{-3}mol$ de méthanoate de méthyle (le volume du mélange reste constant) .

L'équation de la réaction est : $HCO_2CH_{3(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCO^-_{2(aq)} + CH_3OH_{(aq)}$

❶ Dresser le tableau d'avancement de cette réaction .

❷ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximale de cette réaction.

❸ Exprimer les concentrations effectives des ions $HO^-_{(aq)}$ et $HCO^-_{2(aq)}$ en fonction de l'avancement de la réaction .

❹ Montrer que la conductivité du mélange à un instant t est : $\sigma = -72,2.x + 0,25(Sm^{-1})$

❺ Calculer la conductivité du mélange à l'état final.

Ion	Na^+	HCO^-_2	HO^-
$\lambda(Sm^2mol^{-1}) \times 10^{-3}$	5,01	5,46	19,9

Exercice 6

Pour étudier la cinétique de la réaction de l'acide chlorhydrique avec le zinc, on introduit dans un ballon, une masse m de zinc en poudre $Zn_{(s)}$ et on y verse à l'instant un volume $V_A = 80mL$ d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique (le volume du mélange est V_A) $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration $C_A = 0,5mol/L$. On donne : $M(Zn) = 65,4g.mol^{-1}$

L'équation de réaction est : $2H_3O^+_{(aq)} + Zn_{(s)} \rightarrow Zn^{2+} + H_{2(g)} + 2H_2O_{(l)}$

❶ Calculer la quantité de matière initiale de $H_3O^+_{(aq)}$.

❷ Dresser le tableau d'avancement de cette réaction .

❸ Montrer que la conductivité du mélange dans un état intermédiaire est :
$\sigma = -7,42 \times 10^2x + 21,30(Sm^{-1})$

❹ Calculer la valeur de l'avancement maximal x_{max} de la réaction, et déduire le réactif limitant sachant que la conductivité du mélange à l'état final est : $\sigma_f = 13,88Sm^{-1}$.

❺ Calculer le bilan de la quantité de matière à l'état final.

❻ Calculer masse initiale de zinc

Données :Les conductivités molaires ioniques : $\lambda_{H_3O^+} = 34,98mS.m^2.mol^{-1}$;
$\lambda_{Zn^{2+}} = 10,56\ mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{Cl^-} = 7,63\ mS.m^2.mol^{-1}$

Réactions acido-basiques

Situation-problème

L'hélianthine (méthylorange) est espèce chimique caractérisée par sa couleur orange. Lorsqu'on ajoute l'hélianthine à une solution d'acide chlorhydrique, la solution devient jaune, mais lorsqu'on l'ajoute à une solution d'hydroxyde de sodium (une base) la solution devient rouge. Le changement du couleur de la solution acide (ou basique) après avoir ajouté l'hélianthine est due à une transformation chimique appelée réaction acido-basique.

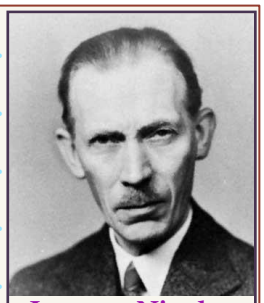
- Qu'est-ce qu'un acide ? Et qu'est-ce qu'une base?
- Qu'est-ce qu'une réaction acidobasique ?
- Comment expliquer la différence de couleurs des deux solutions après y avoir ajouté de l'hélianthine alors qu'elles étaient incolores au début ?

Objectifs

- Définir les acides et les bases selon la théorie de Bronsted.
- Connaître le couple acido-basique et sa semi-équation associe.
- Définir la réaction acido-basique et savoir écrire son équation.
- Définir l'indicateur coloré savoir écrire l'équation de sa réaction avec une solution acide ainsi qu'avec une solution basique.

I Les acides et les bases selon Bronsted

① Définitions



Joannes Nicolaus Bronsted . Chimiste Danois

② Le couple acide/base

③ L'ampholyte

.....

.....

.....

❖ Application

❶ **Compléter le tableau ci-dessous**

Acide	Base	Couple HA/A^-	Demi-équation $A^- + H^+ \rightleftharpoons HA$
HCl	Cl^-		
		NH_4^+/NH_3	
			$HO^- + H^+ \rightleftharpoons H_2O$
$HCOOH$			
	$C_6H_7O_6^-$		
H_3O^+			

④ Les indicateurs colorés

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Exemples

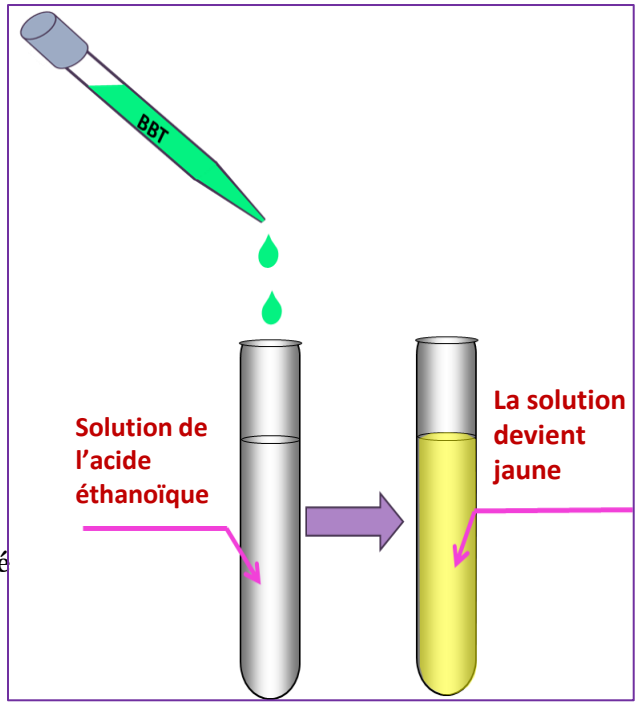
Indicateur coloré	couleur de base In^-	Couleur de l'acide HIn
Bleu de bromothymol	Bleu	Jaune
Rouge de crésol	rouge	Jaune
Hélianthine	Jaune	Rouge
Phénophtaléine	Rose	Incolore

II Les réactions acido-basiques

① Activité

❖ Manipulation 1

On introduit quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT) dans un tube à essai (A) contenant une solution de l'acide éthanoïque solution CH_3COOH



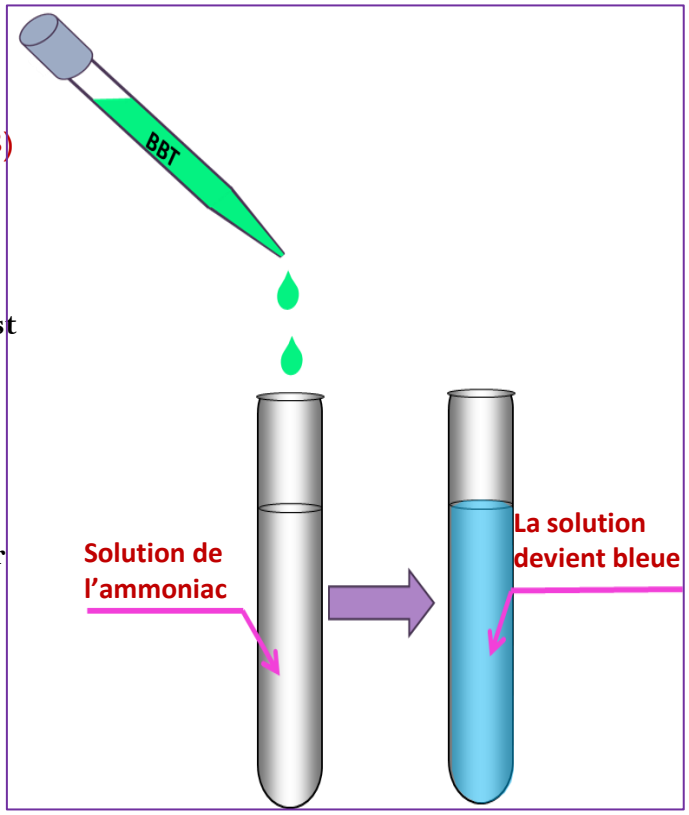
❶ Quelle couleur prend la solution ? quel est le type chimique responsable de cette couleur?

❷ Écrire l'équation de la réaction chimique qui se produit dans le tube (A) après avoir ajouté les gouttes de BBT .

❸ Que se passe-t-il lors de cette réaction?

❖ Manipulation 2

On introduit quelques gouttes de bleu de bromothymol (BBT) dans un tube à essai (B) contenant une solution de l'ammoniac (une base) de formule chimique NH_3



❹ Quelle couleur prend la solution ? quel est le type chimique responsable de cette couleur?

❺ Écrire l'équation de la réaction chimique qui se produit dans le tube (B) après avoir ajouté les gouttes de BBT .

❻ Que se passe-t-il lors de cette réaction?

❼ La réaction qui se produit dans les deux tubes à essai après avoir ajouté le BBT est appelée réaction acido-basique. Proposer une définition appropriée.

② Conclusion

❖ Application

❶ Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre l'acide méthanoïque $HCOOH$ et les ions hydroxyde HO^-

❷ Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit entre l'acide éthanoïque CH_3COOH et l'eau H_2O .

Exercice 1

❶ Répondre par vrai ou faux

- ❑ Au cours d'une réaction acido-basique, l'acide capte un proton H^+
- ❑ Une réaction acido-basique se produit entre un acide HA et sa base conjuguée A^-
- ❑ La base conjuguée de l'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ est l'ion ascorbate $C_6H_7O_6^-$
- ❑ L'ampholyte est une espèce chimique qui se comporte comme un acide dans un couple et comme une base dans un autre couple, selon les conditions expérimentales.

Exercice 2

❶ Compléter le tableau ci-dessous

Acide	Base	Couple HA/A^-	Demi-équation $A^- + H^+ \rightleftharpoons HA$
		$C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$	
H_2S	HS^-		
			$NO_3^- + H^+ \rightleftharpoons HNO_3$
			$HCOO^- + H^+ \rightleftharpoons HCOOH$
$C_2H_5NH_3^+$			
	CN^-	CN^-	

Exercice 3

❶ Écrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide ascorbique $C_6H_8O_6$ et la méthylamine CH_3NH_2

❷ Écrire l'équation de la réaction acido-basique entre les ions hydrogénocarbonate HCO_3^- et les ions hydroxyde HO^-.

Exercice 4

Le benzoate de de sodium est un conservateur alimentaire $(E211)$ sa formule chimique est $C_6H_5CO_2Na$. En solution aqueuse, il se dissocie en ions sodium et ions benzoate $C_6H_5CO_2^-$

❶ Donner la formule chimique de l'acide conjugué de l'ion benzoate .

❷ On mélange une solution de benzoate de sodium avec une solution de l'acide méthanoïque $HCOOH$. Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit dans le mélange .

Exercice 5

On mélange un volume $V = 50mL$ d'une solution (S) de l'acide méthanoïque $HCOOH$ de concentration $C = 1,5 \times 10^{-2}.mol.L^{-1}$, avec un volume $V' = 40mL$ d'une solution (S') d'hydroxyde de sodium $(Na^+ + HO^-)$ de concentration $C' = 2 \times 10^{-2}.mol.L^{-1}$. Une réaction acido-basique se produit entre l'acide méthanoïque $HCOOH$ et les ions hydroxyde HO^-

❶ Calculer les quantités de matières initiales des réactifs.
❷ Déterminer les couples acido-basiques intervenant dans la réaction qui se produit dans le mélange .
❸ Écrire l'équation de la réaction acido-basique qui se produit dans le mélange .
❹ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction.
❺ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
❻ Calculer le bilan de la quantité de matière à l'état final.

Exercice 6

L'acide méthanoïque (appelé aussi acide formique) est le plus simple des acides carboxyliques, sa formule chimique est $HCOOH$, sa base conjuguée est l'ion méthanoate.

I-Préparation d'une solution de l'acide méthanoïque .

On prépare une solution aqueuse (S) de l'acide méthanoïque de concentration C_A, et de volume $V = 100mL$, en dissolvant une masse $m = 92mg$ de l'acide méthanoïque $HCOOH$ dans l'eau distillée.

❶ Calculer la quantité de matière de l'acide méthanoïque dissoute dans la solution (S)
❷ Calculer la concentration molaire de la solution (S).
❸ Donner la formule chimique de l'ion méthanoate (la base conjuguée de l'acide méthanoïque)

II-Étude de la réaction de l'acide méthanoïque et les ions d'hydroxyde .

On fait diluer la solution (S) et on obtient une solution (S_A) d l'acide méthanoïque de concentration C_A .

On mélange un volume $V_A = 20ml$ la solution (S_A) avec une solution (S_B) d'hydroxyde de sodium $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ de concentration $C_B = 3 \times 10^{-3}mol.L^{-1}$et de volume $V_B = 50mL$

❶ Calculer la quantité de la matière des ions d'hydroxyde $HO^-_{(aq)}$ dans la solution (S_B) .
❷ Écrire l'équation de la réaction acido-basique modélisant l'action des ions hydroxyde sur l'acide méthanoïque
❸ Construire le tableau d'avancement de cette réaction en fonction de C_A, C_B, V_A, V_B, x et l'avancement maximal x_{max}
❸ La mesure de la conductivité du mélange à l'état final donne la valeur : $\sigma_f = 45,12mS.m^{-1}$

a –Montrer que la conductivité du mélange à l'état final s'écrit sous la forme suivante :
$\sigma_f = 5,34 \times 10^{-2} - 2,07 \times 10^2.x_{max}$.

b –Calculer l'avancement final de cette réaction.

d –Calculer la quantité de matière final des ions hydroxyde $HO^-_{(aq)}$ dans le mélange et déduire le réactif limitant de cette réaction.

e –Calculer la concentration C_A de la solution (S_A) et déduire le coefficient de dilution.

Données :Les conductivités molaires ioniques : $\lambda_{HO^-} = 19,92mS.m^2.mol^{-1}$;
$\lambda_{Na^+} = 5,01\ mS.m^2.mol^{-1}$; $\lambda_{HCOO^-} = 5,46\ mS.m^2.mol^{-1}$

Réactions d'oxydo-réductions

Situation-problème

La formation de rouille sur les structures en fer est due à l'oxydation du fer dans les marais humides. Cette transformation chimique est appelée réaction d'oxydoréduction.

- Qu'est-ce qu'un oxydant ? Et qu'est-ce qu'un réducteur?
- Qu'est-ce qu'une réaction d'oxydoréduction ?

Objectifs

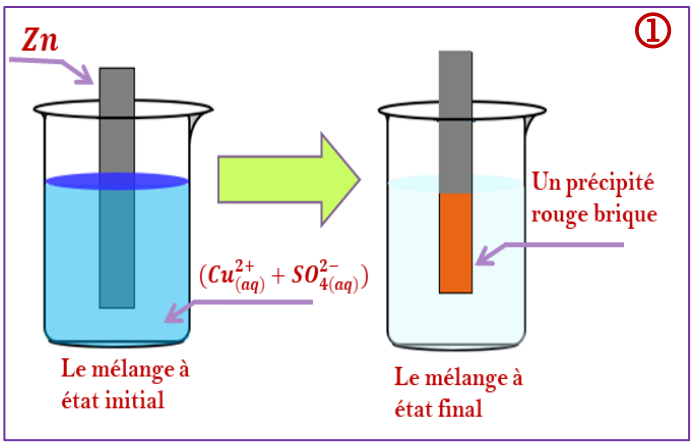
- Définir l'oxydant et le réducteur.
- Connaître le couple oxydoréduction et sa semi-équation associe.
- Définir la réaction d'oxydoréduction et savoir écrire son équation.
- Savoir équilibrer une demi-équation d'oxydo-réduction .

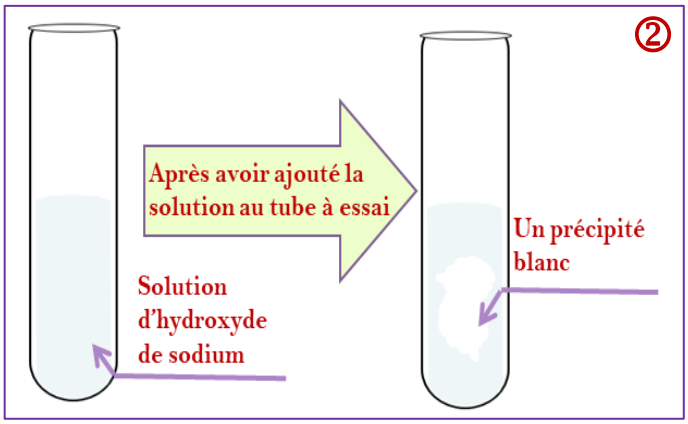
I La réaction d'oxydo-réduction

① Activité

On introduit une plaque de Zinc dans un bécher contenant une solution de sulfate de cuivre II $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ de couleur bleu (voir la figure ①)

Lorsque la transformation est déminée, on verse un peu de la solution du bécher dans un tube à essai contenant une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium $(Na^{+}_{(aq)} + HO^{-}_{(aq)})$, et on remarque la formation d'un précipité blanc (voir la figure②)





❶ Déterminer les espèces chimiques présentes dans le mélange à l'état initial.

❷ Quel est l'espèce chimique responsable de la couleur bleue dans le bécher ?

❸ Quel est le dépôt rouge qui se dispose sur la plaque de Zinc ?

❹ Quel est le nom du précipité blanc formé dans le tube à essai après avoir ajouté une quantité de la solution contenant le bécher ? Que montre ce teste ?

❺ Déduire les espèces chimiques présentes dans le mélange du bécher à l'état final .

❻ Ecrire la demi-équation qui conduit à la formation de cuivre Cu .

❼ Écrire la demi-équation qui conduit à la formation des ions de Zinc $Zn^{2+}_{(aq)}$

❽ Écrire l'équation de la réaction chimique qui se produit dans le mélange du bécher , déterminant particules échangées entre les réactifs .

❾ Cette transformation est appelée réaction d'oxydoréduction . proposer une définition appropriée pour celle-ci .

② Définitions

③ Le couple ox/red

④ L'équation de la réaction d'oxydoréduction

❖ Remarque

❖ Application

❶ Écrire la demi-équation d'oxydation pour chacun des couples suivants:

$Al^{3+}_{(aq)}/Al_{(s)}$; $I_{2(aq)}/I^{-}_{(aq)}$; $S_2O^{2-}_{8(aq)}/SO^{2-}_{4(aq)}$

❷ Écrire la demi-équation de réduction pour chacun des couples suivants:

$Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)}$; $Br_{2(aq)}/Br^{-}_{(aq)}$; $H^{+}_{(aq)}/H_{2(g)}$

❷ Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se produit entre les ions $H^{+}_{(aq)}$ et l'aluminium $Al_{(s)}$

④Équilibre d'une demi-équation d'oxydoréduction dans un milieu acide

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

❖ Application

❶ Écrire la demi-équation d'oxydation dans un milieu acide pour chacun des couples suivants: $MnO^-_{4(aq)}/Mn^{2+}_{(aq)}$;$CO_{2(aq)}/H_2C_2\,O_{4(aq)}$

❷ Écrire la demi-équation de réduction un milieu acide pour chacun des couples suivants: $Cr_2O^{2-}_{7(aq)}/Cr^{3+}_{(aq)}$; $O_{2(aq)}/H_2O_{(l)}$

❸ Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se produit entre les ions $Cr_2O_{7(aq)}^{2-}$ et l'acide oxalique $H_2C_2\ O_{4(aq)}$

Exercice 1

❶ Répondre par vrai ou faux

- ❑ Lors d'une réaction d'oxydoréduction, le réducteur capte des électrons.
- ❑ La réduction est une transformation chimique qui conduit la formation d'un réducteur.
- ❑ La réaction d'oxydoréduction est une transformation chimique qui fait l'intervenir un échange des protons entre l'oxydant d'un couple et le réducteur d'un autre couple.
- ❑ Lors de l'oxydation, il se consomme un oxydant.

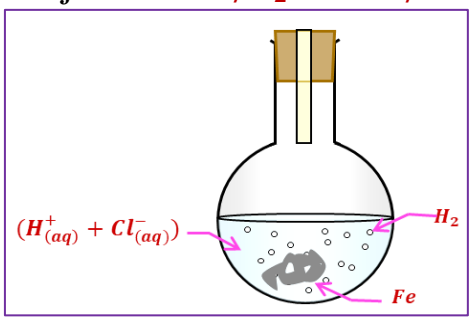
Exercice 2

❶ Compléter le tableau ci-dessous

Oxydant	réducteur	Couple ox/red	Demi-équation $ox + ne^- \rightleftharpoons red$
Au^{3+}	Au		
		Cl_2/Cl^-	
		Ag^+/Ag	$Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$
Fe^{3+}	Fe^{2+}		
		H_2O_2/H_2O	$H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightleftharpoons 2H_2O$
		NO_3^-/N_2(en milieu acide)	

Exercice 4

On introduit un morceau de fer de masse $m = 2,79g$ dans un ballon contenant un volume $V = 50ml$ d'une solution de l'acide chlorhydrique $(H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration $C = 4 \times 10^{-1} mol.L^{-1}$. Lors de cette réaction il se produit les ions ferreux $Fe^{2+}_{(aq)}$ et le dihydrogène gazeux $H_{2(g)}$. Les couples oxydoréductions mis en jeu sont: H^+/H_2 et Fe^{2+}/Fe.



❶ Déterminer les réactifs et les produits de cette réaction.

❷ Calculer les quantités de matières initiales des réactifs.

❸ Écrire la demi-équation d'oxydoréduction associée à charque couple et déduire l'équation bilan.

❹ Construire le tableau d'avancement de cette réaction .

❺ Déterminer le réactif limitant de cette réaction et la valeur de son avancement maximal.

❻ Calculer le volume de dihydrogène formé à la fin de cette réaction.

Données : La masse molaire de fer: $M(Fe) = 55,8g.mol^{-1}$
Le volume molaire dans les conditions de l'expérience : $V_m = 24L.mol^{-1}$

Exercice 4

On introduit une plaque mince d'aluminium Al de masse $m = 4,05$ dans un bécher contenant un volume $V = 100mL$ d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ de concentration $C = 0,9mol.L^{-1}$. Il se produit une transformation chimique conduit à la formation du cuivre métallique Cu et des ions d'aluminium $Al^{3+}_{(aq)}$

❶ Déterminer les réactifs et les produits et déduire les couples mis en jeu lors de cette transformation chimique.
❷ Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui se produit dans le bécher.
❸ Calculer les quantités de matière initiales des réactifs .
❹ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction .
❺ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
❻ Calculer la composition du système à l'état final.
❼ Calculer la masse du cuivre produite à l'état final.
❽ Calculer la masse d'aluminium restante à l'état final.

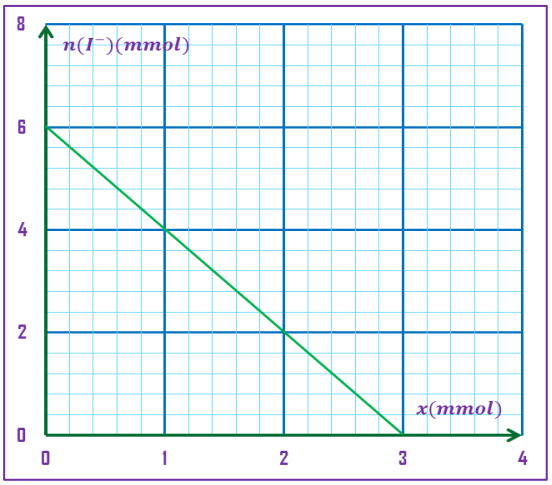
Données : La masse molaire de cuivre: $M(Cu) = 63,5g.mol^{-1}$
La masse molaire d'aluminium: $M(Al) = 27g.mol^{-1}$

Exercice 5

On mélange dans un erlenmeyer un volume $V_1 = 100,0mL$ d'une solution (S_1) de l'eau oxygénée $H_2O_{2(aq)}$ (solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène), de concentration $C_1 = 4 \times 10^{-2}mol.L^{-1}$avec un volume $V_2 = 50,0mL$ d'une solution (S_2) d'iodure de potassium $(K^+_{(aq)}+I^-_{(aq)})$, de concentration C_2 et quelques gouttes de l'acide sulfurique concentré. L'équation de la réaction est : $H_2O_{2(aq)} + 2I^-_{(aq)} + 2H^+_{(aq)} \rightarrow I_{2(aq)} + 2H_2O_{(l)}$

❶ Pourque on ajoute des gouttes de l'acide sulfurique concernée au mélange au début de l'expérience ?
❷ Déterminer les demi-équations d'oxydoréduction et déduire les couples mis en en jeu lors de cette transformation.
❸ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction en fonction de C_1, V_1, C_2, V_2, x et x_{max}
❹ La courbe ci-contre représente l'évolution de la quantité de matière des ions d'iodure $I^-_{(aq)}$ en fonction de l'avancement x . Exploitant cette courbe déterminer :
- a – La quantité de matière initiale des ions d'iodures $I^-_{(aq)}$ dans le mélange
- b – L'avancement maximal de la réaction
- c – Le réactif limitant de cette réaction .
- b – La concentration de la solution (S_2)

❺ Calculer la quantité de matière de la diode $I_{2(aq)}$ formée à la fin de la réaction.



Dosages directs

Situation-problème

Parmi les méthodes adoptées pour vérifier la qualité et la pureté de l'eau potable, il existe une méthode qui permet de déterminer les concentrations de certaines espèces chimiques présentes dans celle-ci en se basant sur des réactions acido-basiques et des réactions d'oxydoréduction. Cette méthode est appelée : le dosage direct

- Qu'est-ce que le dosage ? Quels sont ses types ? Et quelles sont ses Caractéristique ?
- Comment déterminer la concentration d'une espèce chimique en étudiant la réaction de titrage ?

Objectifs

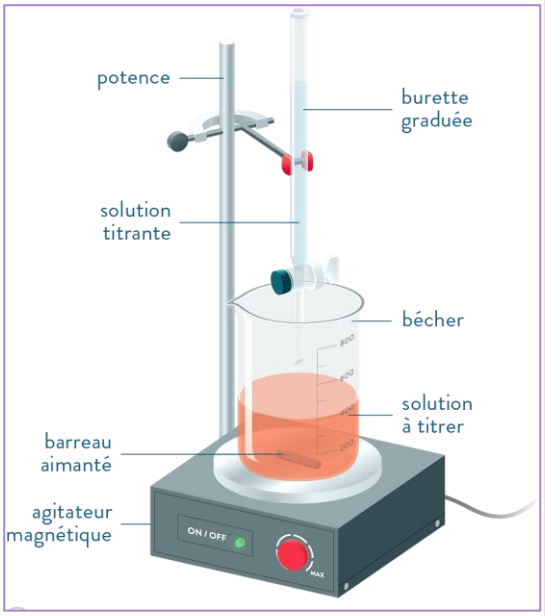
- Définir le dosage et connaître ces caractéristiques .
- Établir la relation d'équivalence et savoir l'exploiter pour déterminer la concentration d'une espèce chimique dans une solution.
- Savoir réaliser un dosage conductimétrique.
- Savoir réaliser un dosage colorimétrique.

I Principe du dosage

① Définition

② Déroulement du dosage

❖ **Le montage du dosage :**



❖ Mode opératoire d'un dosage

③ L'équivalence

❖ Notion d'équivalence

❖ Repérage de l'équivalence

❖ La relation d'équivalence

- **On considère l'équation modélisant la réaction du dosage du titré (A) par un titrant (B) :**

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

- **Le tableau d'avancement associé à cette réaction est:**

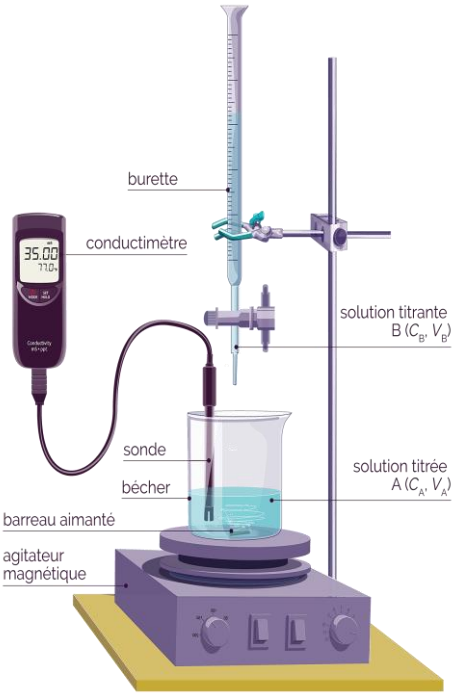
Équation		aA	$+$	bB	$\longrightarrow$	cC	$+$	dD
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)						
Initial	0							
Intermédiaire	x							
Équivalence	x_E							

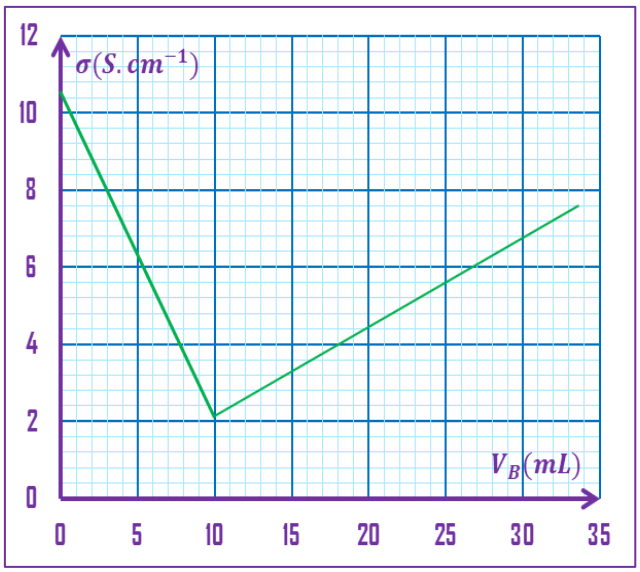
II Réalisation d'un dosage direct

① Dosage conductimétrique

❖ Activité

- À l'aide d'une pipette jaugée on prélève un volume $V_A = 20mL$ d'une solution de l'acide chlorhydrique $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration C_A (inconnue), puis on l'introduit dans un bécher et on le met sur l'agitateur magnétique.
- On remplit la burette d'une une solution d'hydroxyde de sodium $(Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)})$ de concentration $C_B = 5 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$.
- On étalonne le conductimètre et on plonge sa sonde dans la solution du bécher .
- On fait fonctionner l'agitateur magnétique et on ajoute progressivement des volumes de la solution de la burette et on mesure à chaque fois la conductivité σ du mélange à l'aide d'un conductimètre
- Les mesures effectuées ont permis de tracer la courbe ci-contre qui représente les variations de la conductivité du mélange en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé .





❶ Identifier la solution titrée et la solution titrante de ce dosage.

❷ Écrire l'équation de la réaction du dosage, en déterminant sa nature.

❸ Déterminer les espèces chimiques responsables de la conductivité du mélange du bécher, en comparant leurs conductivités molaires ioniques:

❹ Décrire la courbe $\sigma = f(V_B)$.

❺ En exploitant la courbe, déterminer la concentration C_A de l'acide chlorhydrique.

Données: les conductivités molaires ioniques à $25°C$ en $mS.m^2.mol^{-1}$

$\lambda_{Na^+} = 5,01$; $\lambda_{Cl^-} = 7,63$; $\lambda_{HO^-} = 19,9$; $\lambda_{H_3O^+} = 34,9$.

❖ Conclusion

.....

.....

.....

.....

.....

.....

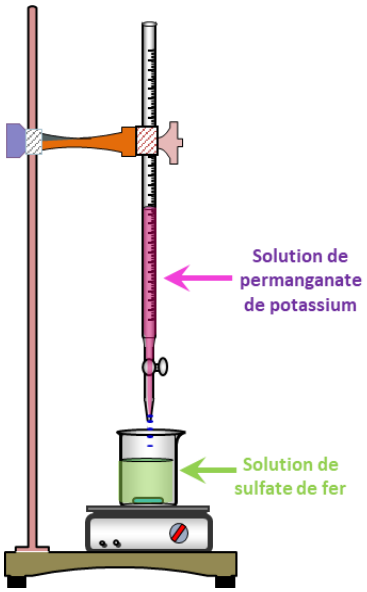
② Dosage colorimétrique

❖ Activité

L'objectif de ce dosage est la détermination de la concentration C_1 d'une solution (S_1) de sulfate de fer $(Fe^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{2(aq)})$. Pour atteindre cet objectif, on dose un volume $V_1 = 30mL$ de cette solution par une solution (S_2) acidifiée de permanganate de potassium $(K^{+}_{(aq)} + MnO^{-}_{4(aq)})$ de concentration $C_2 = 4 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$

Lors de ce dosage, on constate que la couleur du mélange du bécher devient violette après avoir ajouté un volume $V_E = 12mL$ de la solution de permanganate de potassium.

Les couples intervenant dans la réaction du dosage sont: $Fe^{3+}_{(aq)}/Fe^{2+}_{(aq)}$ et $MnO^{-}_{4(aq)}/Mn^{2+}_{(aq)}$



❶ Identifier la solution titrée et la solution titrante de ce dosage .

❷ Quelle est l'espèce chimique responsable de la couleur verte de la (S_1) et celle responsable de la couleur violette dans la solution (S_2)

❸ Écrire l'équation modélisant la réaction du dosage, en déterminant sa nature .

❹ Expliquer la disparition de la couleur violette au début du dosage.

❺ Comment expliquer l'apparition de la couleur violette dans le mélange après avoir ajouté un volume $V_2 > V_E$ de la solution de la solution (S_2) .

❻ Construire le tableau d'avancement associé à la réaction du dosage à l'état d'équivalence .

❼ En exploitant le tableau d'avancement associé à la réaction du dosage, établir la relation d'équivalence.

❽ Calculer la concentration C_1 de la solution (S_1).

❖ Conclusion

Exercice 1

❶ Répondre par vrai ou faux

- ❑ Le dosage est une méthode destructrice.
- ❑ Lors du dosage, le réactif titré est introduit dans la burette graduée.
- ❑ Le dosage conductimétrique est plus précis que le dosage colorimétrique.
- ❑ Il est possible de titrer deux espèces chimiques en même temps, à condition qu'elles soient dans la même solution.
- ❑ Le réactif titré peut-être un corps solide.
- ❑ Lors du dosage et avant l'équivalence, le réactif limitant est le titrant.
- ❑ À l'équivalence du dosage , le mélange devient stœchiométrique.

Exercice 2

Pour déterminer la concentration C_B d'une solution (S_B) d'hydroxyde de sodium $(Na^+_{(aq)}+HO^-_{(aq)})$, on dose par conductimétrie un volume V_B de cette solution par une solution (S_A) de l'acide chlorhydrique $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$ de concentration $C_A = 1,5 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$. L'état d'équivalence de de ce dosage est attient après avoir versé un volume $V_B = 10mL$. Les couples mis en jeu sont: $H_3O^+_{(aq)}/H_2O_{(l)}$ et $H_2O_{(l)}/HO^-_{(aq)}$

❶ Identifier la solution titrée et la solution titrante de ce dosage.

❷ Écrire l'équation de la réaction du dosage, en déterminant sa nature.

❸ Déterminer les espèces chimiques responsables de la conductivité du mélange du bécher, en comparant leurs conductivités molaires ioniques:

❹ Calculer la concentration C_B de la solution (S_B) .

Exercice 3

On dose par titrage colorimétrique un volume $V_1 = 15mL$ d'une solution (S_1) du diiode I_2 par une solution (S_2) du thiosulfate de sodium $(2Na^+_{(aq)}+S_2O^{2-}_{3(aq)})$ de concentration $C_2 = 3 \times 10^{-3} mol.L^{-1}$.

Les couples mis en jeu lors de ce dosage sont :$I_{2(aq)}/I^-_{(aq)}$;$S_4O^{2-}_{6(aq)}/S_2O^{2-}_{3(aq)}$

❶ Quelles sont les caractéristiques de la réaction du dosage .

❷ Écrire les demi-équations d'oxydoréduction qui se produisent lors de cette réaction du dosage et déduire son équation bilan.

❸ La couleur jaune caractéristique du diiode disparaît immédiatement après l'ajout d'un volume $V'_2 = 15mL$.

- a – Que représente ce volume ?
- b – Comment expliquer la disparition immédiate de la couleur jaune caractéristique du diiode ?
- c – Construire le tableau d'avancement associé à la réaction du dosage à l'état d'équivalence ?
- d – En exploitant le tableau d'avancement, établir la relation d'équivalence.
- e – Calculer la concentration C_1 de la solution (S_1)

Exercice 4

On titre un volume $V_1 = 8mL$ d'une solution (S_1) de l'eau oxygénée $H_2O_{2(aq)}$ (solution incolore), par une solution (S_2) de permanganate potassium acidifiée $(K^+_{(aq)} + MnO^-_{4(aq)})$ (solution violette) de concentration $C_2 = 4 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$.

❶ Faire un schéma légendé du montage expérimental du dosage.

❷ Écrire les demi-équations d'oxydoréduction qui se produisent lors de ce dosage et déduire l'équation bilan. Les couples mis en jeu sont: $MnO^-_{4(aq)}/Mn^{2+}_{(aq)}$ et $O_{2(g)}/H_2O_{2(aq)}$

❸ Lors de ce dosage, l'équivalence est atteint après l'ajout d'un volume $V_2 = 12mL$ de la solution (S_2) . Calculer la concentration C_1 de la solution de l'eau oxygénée .

❹ Pour un volume vrsé $V'_2 = 9mL$ de solution (S_2) de permanganate potassium, déterminer:

a – La couleur du mélange.

b – Le réactif limitant de la réaction du dosage .

c – Le tableau d'avancement de la réaction du dosage .

d – La composition du système à l'état final.

Exercice 5

On prépare une solution (S_0) du méthanoate de sodium $(Na^+_{(aq)} + HCOO^-_{(aq)})$, en dissolvant une masse m_0 des cristaux du méthanoate de sodium $HCOOHNa$ dans un litre de l'eau distillée .

Dans le but de déterminer la masse m_0 par dosage, on procède d'abord à une dilution de $1/50$ d'un volume $V_0 = 1mL$ de la solution (S_0). Soit (S_1) la solution obtenue.

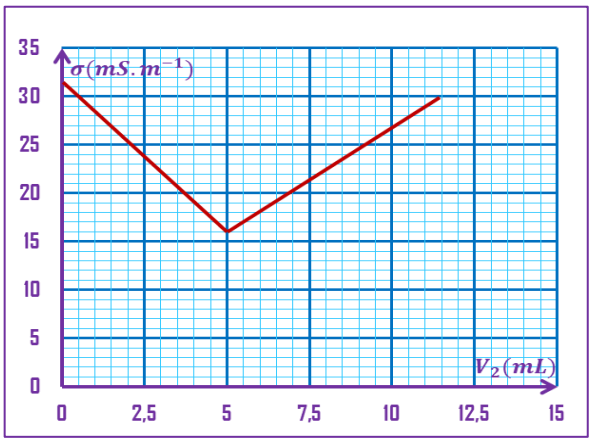
On prélève un volume $V_B = 5mL$ de la solution (S_1) et on réalise le dosage conductimétrique avec une solution (S_2) de l'acide chlorhydrique $(H_3O^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)})$, de concentration molaire $C_2 = 2 \times 10^{-2} mol.L^{-1}$.

Les couples mis en jeu sont : $HCOOH_{(aq)}/HCOO^-_{(aq)}$ et $H_3O^+_{(aq)}/H_2O_{(l)}$

❶ Faire un schéma légendé du montage expérimental du dosage.

❷ Écrire l'équation de la réaction du dosage .

❸ Les mesures ont permis de tracer la courbe ci-contre qui représente les variations de la conductivité σ du mélange en fonction du volume V_2 de l'acide chlorhydrique versé.



a – Déterminer le volume de l'acide chlorhydrique ajouté à l'équivalence

b – Calculer la concentration C_1 de la solution (S_1) et déduire la concentration C_0 de la solution (S_0)

c – Calculer la masse m_0 du méthanoate de sodium dissout dans la solution (S_0) .

❹ Pour un volume vrsé $V_2 = 9mL$ de solution de la solution titrante déterminer:

a –Le réactif limitant

b – Le tableau d'avancement de la réaction du dosage .

c – La composition du système à l'état final.

Données:

$M(C) = 12g.mol^{-1}$; $M(H) = 1g.mol^{-1}$; $M(O) = 16g.mol^{-1}$

Devoirs

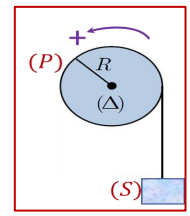
	Devoir maison N°1	Niveau: 1BIOF
	Année scolaire 2024/2025	Prof :

Exercice 1 — Mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un axe fixe

barème

On soulève un corps solide (S) de masse $m = 150\ Kg$ à une vitesse constante à l'aide d'un moteur, constitué d'une poulie (P) de rayon $R = 40\ cm$ susceptible de tourner sans frottement autour d'un axe fixe (Δ) passant par son centre, et enrouler par un fil inextensible et de masse négligeable. (figure ❶)

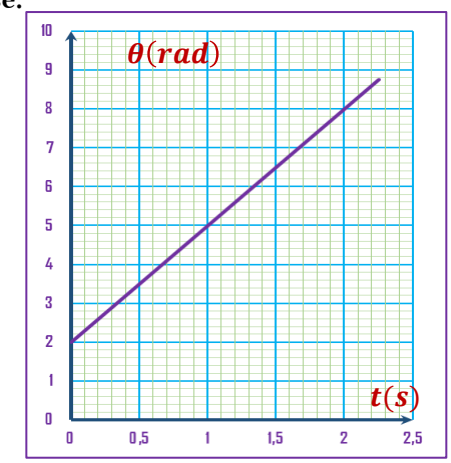
La figure❷ représente les variations d'abscisse angulaire d'un point M se trouvant à la circonférence de la poulie en fonction du temps.



❶ Quelle la nature du mouvement de la poulie ? Justifier la réponse.

❷ En se basant sur la courbe de la figure ❷ déterminer :

- a – La vitesse angulaire de la poulie (P).
- b – L'abscisse angulaire à l'origine des dates θ_0.
- c – L'équation horaire vérifié par l'abscisse angulaire $\theta(t)$ de la poulie
- d – L'équation horaire vérifié par l'abscisse curviligne $s(t)$ du point M



❸ Calculer la période T et déduire N la fréquence du mouvement.

❹ La durée de levage du corps est $\Delta t = 20s$.

- a – Calculer la distance parcourue par (S) pendant cette durée .
- b – Calculer le travail du poids de (S) pendant cette durée.
- c – Par application du principe d'inertie, déterminer l'intensité de la force appliquée par le fil sur le corps (S).

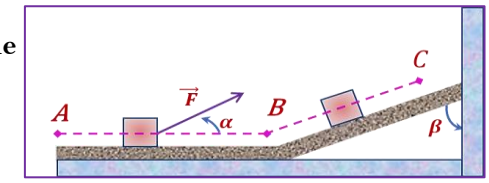
❺ En appliquant le théorème des moments, calculer le moment du couple moteur que l'on considère constant. En déduire la puissance du moteur. On donne : l'intensité de la pesanteur : $g = 10\ N/kg$

Exercice 2 — Mouvement de translation d'un corps solide

barème

Un corps solide de masse $m = 700g$ glisse sur une piste ABC composée de deux parties :

- Partie rectiligne de longueur : $AB = 6\ m$
- Partie BC rectiligne de longueur L et inclinée d'un angle $\beta = 30°$ par rapport au plan vertical.



I- L'étude du mouvement du corps sur la partie AB

Le corps glisse sur la piste AB avec une vitesse constante sous l'effet d'une force constante $\vec{F}$ d'intensité $F = 4,5N$ et de direction inclinée d'un angle $\alpha = 25°$ par rapport au plan horizontal AB. Les frottements sont équivalents à une force constante $\vec{f}$.

❶ Faire l'inventaire des forces appliquées sur le corps sur cette partie .

❷ Calculer le travail du poids $\vec{P}$, et celle de la force $\vec{F}$ lors du déplacement de A vers B. Commenter le résultat.

❸ Par application du principe d'inertie, calculer le travail de la réaction $\vec{R}$ du plan AB.

❹ Déduire l'intensité de force de frottement $\vec{f}$ sur la partie AB.

❺ Calculer la puissance de la force $\vec{F}$, sachant que le corps a parcourue la distance AB pendant la durée $\Delta t = 15s$ et déduire la valeur de la vitesse du solide sur la piste AB .

II- L'étude du mouvement du corps sur la partie BC

La force $\vec{F}$ s'annule au point B, le corps continue son mouvement sans frottement et s'arrête au point C

❶ Faire inventaire des forces appliquées sur le corps sur cette partie .

❷ Par application du théorème de l'énergie cinétique entre les points B et C calculer la longueur L de la piste BC

On donne : l'intensité de la pesanteur : $g = 10\ N/kg$

barème

I- Préparation d'une solution aqueuse de vitamine C

On dissout un comprimé de masse $m = 500mg$ d'acide ascorbique (vitamine C) , de formule $C_6H_8O_6$, dans un volume d'eau $V = 200mL$

❶ Définir la masse molaire moléculaire .

❷ Calculer la masse molaire de vitamine C

❸ Calculer la quantité de matière de vitamine C dissoute dans la solution.

❹ Calculer la concentration molaire et la concentration massique de vitamine C dans la solution .

II- Détermination de la quantité de matière de l'octane

L'octane est un liquide de formule chimique C_8H_{18} et de densité $d = 0,703$ par rapport à l'eau.
On dispose d'un volume $V' = 10mL$ de l'octane

❶ Définir la densité d'un liquide .

❷ Calculer la masse molaire de l'octane

❸ Calculer la quantité de matière de l'octane contenant le volume V'

❹ Calculer le nombre de molécule de l'octane contenant le volume V'

❺ Calculer le nombre d'atome de carbone contenant le volume V'.

III- Détermination de la formule chimique du butane

Le butane de formule chimique C_nH_{2n+2} (n est un nombre entier positif) est un carburant gazeux dérivé du pétrole, il est principalement utilisé dans le chauffage, la cuisson et le remplissage des briquets, ainsi que dans l'industries pétrochimiques.
On dispose une bouteille de gaz de butane dont le volume est $V = 26L$, sa température est $T = 25°C$ et sa pression est $P = 8 \times 10^5 Pa$.
À l'aide d'une balance électronique, on pèse la masse de butane emprisonné à l'intérieur de la bouteille (voire les figures ci-dessous)

Figure 1 : La masse de la bouteille contenant le gaz $m = 9886,62g$

Figure 2 : La masse de la bouteille vide : $m' = 9400g$

❶ En exploitant les deux figures ci-dessus déterminer la masse de butane emprisonné dans la bouteille

❷ Calculer la quantité de matière de butane contenant la bouteille

❸ Déduire la masse molaire de butane .

❹ Exprimer la masse molaire de butane en fonction de n (entier positif) et déduire la formule brute de butane

Données

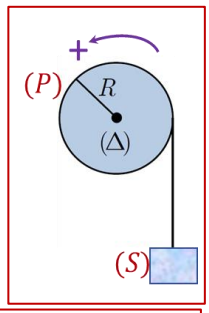
- Les masses molaires atomiques :,$M(C) = 12g.mol^{-1}$, $M(O) = 16g.mol^{-1}$, $M(H) = 1g.mol^{-1}$
- La constante des gaz parfaits : $R = 8,314Pa.m^3\,K^{-1}mol^{-1}$
- La constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
- La température en Kelvin : $T(K) = T(°C) + 273,15$
- La masse volumique de l'eau : $\rho_e = 1g.cm^{-3}$

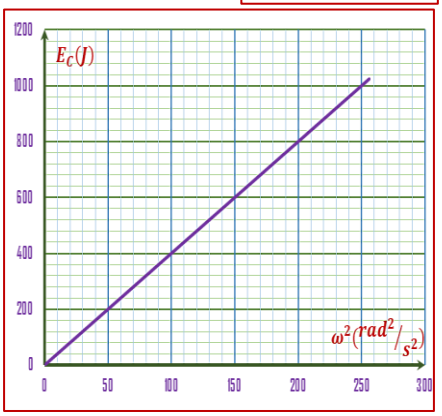
	Devoir maison N°2	Niveau: 1BIOF
	Année scolaire 2024/2025	Prof :

Exercice 1 — Mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un axe fixe

On soulève un corps solide (S) de masse m à l'aide d'un moteur, constitué d'une poulie (P) de rayon $R = 20\ cm$ susceptible de tourner sans frottement autour d'un axe fixe (Δ) passant par son centre, et enrouler par un fil inextensible et de masse négligeable. (figure ❶)

La figure ❷ représente les variations de l'énergie cinétique de la poulie en fonction du carré de sa vitesse angulaire .





❶ Exprimer l'énergie cinétique de la poulie en fonction de J_Δ et ω^2 .

❷ En se basant sur la courbe de la figure ❷ déterminer le moment d'inertie J_Δ de la poulie et déduire la valeur de sa masse m

❸ Calculer la variation de l'énergie cinétique entre les instants t_1 et t_2 sachant que : $\omega_1 = 10 rad/s$ et $\omega_2 = 12,25 rad/s$

❹ Faire le bilan des forces exercées sur la poulie

❺ Pendant la durée de temps $\Delta t = t_2 - t_1$ le corps parcourt une distance $d = 10m$.

$a -$ Calculer l'abscisse angulaire $\Delta\theta$ effectué par la poulie pendant cette durée.

$b -$ En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre les instants t_1 et t_2, calculer le travail du couple du moteur .

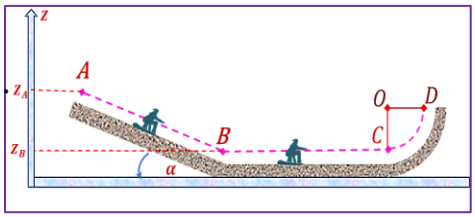
$c -$ Déduire la valeur du moment du couple du moteur M_C

Données :
- Moment d'inertie de la poulie : $J_\Delta = \frac{1}{2} m R^2$
- Tension du fil $T = 2400N$

barème

Exercice 2 — Mouvement de translation d'un corps solide

Un skieur sur une piste composée de trois parties :
- Partie AB rectiligne de longueur : $L = 500\ m$ et inclinée d'un angle $\alpha = 25°$ par rapport à l'horizontale .
- Partie BC rectiligne et horizontale de longueur $d = 300m$
- Partie CD circulaire de rayon R



barème

I- L'étude du mouvement du skieur sur la partie AB

Le skieur glisse à partir du point A sans vitesse initiale et sans frottement .On choisit le plan horizontal passant par B comme référence de l'énergie potentielle de pesanteur

❶ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du skieur au point A .

❷ Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du skieur au point B .

❸ Déduire le travail du skieur entre A et B .

❹ En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique, calculer la vitesse du skieur en B

II- L'étude du mouvement du skieur sur la partie BC

Le skieur continue son mouvement sur la partie BC , On considère que les frottements sur cette partie sont équivalents à une force $\vec{f}$ d'intensité $f = 86N$

❶ En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre B et C calculer la vitesse du skieur en C

❷ Calculer la quantité de chaleur libérée par le skieur et son équipement sur cette partie .

III- L'étude du mouvement du skieur sur la partie BC

Le skieur continue son mouvement sans frottement sur la partie DC jusqu'à ce qu'il s'arrête en D

❶ En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique entre C et D , calculer le rayon R de la partie DC

Données :
L'intensité de la pesanteur : $g = 10\ N/kg$
Masse du skieur et son équipement : $m = 10\ 0kg$

barème

I- Etude d'une solution électrolytique

On prépare une solution aqueuse (S) de sulfate d'aluminium $(2Al^{3+}_{(aq)} + 3SO^{2-}_{4(aq)})$, en dissolvant une masse $m = 1,71g$ de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ anhydre dans un volume $V = 100mL$ de l'eau distillée .

1. Définir : le corps solide ionique , la solution électrolytique .
2. Écrire l'équation de la dissolution de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ dans l'eau .
3. Calculer la quantité de matière de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ dissoute dans l'eau .
4. Calculer la concentration molaire C de la solution (S) .
5. Calculer les concentrations molaires effectives des ions $Al^{3+}_{(aq)}$ et $SO^{2-}_{4(aq)}$ dans la solution (S) .
6. On ajoute dans la solution (S) , une masse $m' = 0,2g$ de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ on suppose que le volume du mélange n'est pas changé.
   - a – Calculer la quantité de matière de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$ dans la nouvelle solution.
   - b – Déduire les concentrations effectives des espèces chimiques présentes dans le mélange obtenu .
7. Étudier la polarité des molécules suivantes : H_2O ; CO; HF ; N_2

II- Suivi d'une transformation chimique

On introduit une plaque de Zinc dans un bécher contenant une solution de sulfate de cuivre II $(Cu^{2+}_{(aq)} + SO^{2-}_{4(aq)})$ de volume $V = 100mL$ et de concentration $C = 2 \times 10^{-2} mol/L$. La solution initialement bleue devient incolore et il se forme un dépôt de cuivre Cu et des ions de Zinc $Zn^{2+}_{(aq)}$

1. Calculer la quantité de matière initiale des ions $Cu^{2+}_{(aq)}$ dans la solution .
2. Écrire l'équation de la réaction entre le Zinc et les ions de cuivre $Cu^{2+}_{(aq)}$
3. Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction (la quantité de matière de Zinc dans la plaque est supposée en excès) .
4. Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
5. Déterminer la composition du système à l'état final .

Données

- Les masses molaires atomiques : $M(Al) = 27g.mol^{-1}$, $M(O) = 16g.mol^{-1}$, $M(S) = 32g.mol^{-1}$

Exercice 1 Étude énergétique d'un pendule pesant

barème

Le pendule pesant étudié est composé d'une barre homogène AB de masse m ,et longueur $L = 30cm$, mobile dans un plan vertical autour d'un axe fixe horizontal (Δ) passant par son extrémité A .

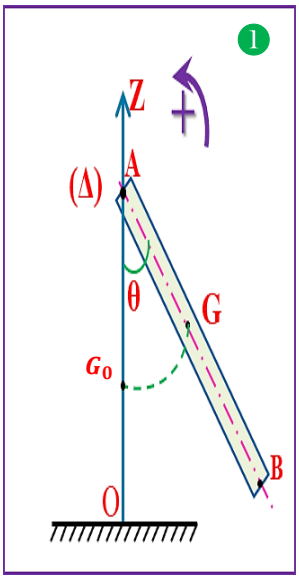
On étudie le mouvement de la barre dans un repère lié à un référentiel terrestre supposé galiléen, et on repère à chaque instant la position de la barre par son abscisse angulaire θ (voir la figure ❶)

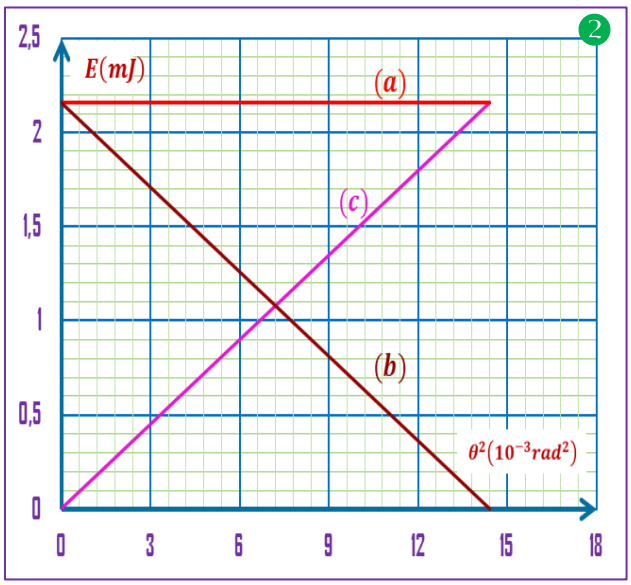
On écarte la barre da sa position d'équilibre stable d'un petit angle θ_m dans le sens positif et on la lâche sans vitesse initiale à un instant pris comme origine des dates .

On admet que dans le cas des petites oscillations que : $\cos\theta \approx 1 - \frac{\theta^2}{2}$, avec θ en radian.

On choisit le plan horizontal passant par la position d'équilibre stable de la barre (G_0) comme origine de l'énergie potentielle de pesanteur $(E_{pp} = 0)$

Les courbes de la figure ❷ représentent les variations des énergies de la barre en fonction du carré de son abscisse angulaire.





Données :

- L'intensité de pesanteur: $g = 10m.s^{-2}$
- Le moment d'inertie de la barre par rapport à l'axe (Δ) est: $J_\Delta = \frac{mL^2}{3}$

❶ Exprimer l'énergie cinétique de la barre en fonction de m , L et sa vitesse angulaire ω .

❷ Trouver l'expression de l'énergie potentielle de la barre en fonction de m , L , g et θ .

❸ Déduire que $E_{pp} = \frac{mgL}{4}\theta^2$

❹ En exploitant la figure ❷ :

a – Identifier les courbes (a) , (b)et (c). Justifier la réponse.

b – Déterminer la valeur de l'énergie mécanique de la barre et celle de son abscisse angulaire maximal θ_m .

c – Calculer la masse m de la barre .

d – Calculer la vitesse angulaire maximale ω_m de la barre .

❺ Calculer la vitesse linéaire maximale de l'extrémité B de la barre.

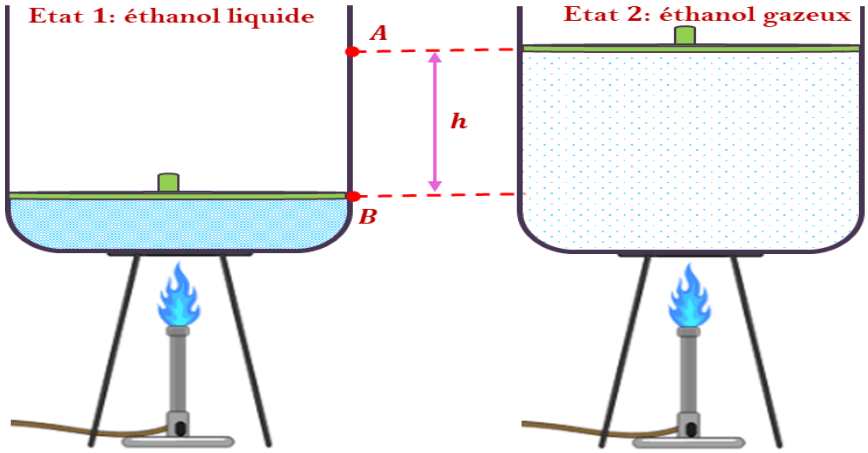
❻ Calculer le travail du poids de la barre lors de son passage d'un point d'abscisse angulaire $\theta_1 = 3 \times 10^{-2} rad$ à un point d'abscisse angulaire $\theta_3 = 5 \times 10^{-2} rad$ et déterminer sa nature.

Exercice 2 Transfer thermique

barème

Un récipient fermé par un piston de masse négligeable et de section $S = 60cm^2$ peut coulisser à l'intérieur duquel sans frottements. On introduit dans le récipient une masse $m = 6g$ d'éthanol liquide à une température $\theta = 25°C$ et à la pression atmosphérique
On chauffe l'éthanol et il s'évapore complétement à la même température $\theta = 78,5°C$ et le piston s'élève lentement d'une hauteur $h = 63,5cm$.

Donnée :
- La chaleur latente de vaporisation de l'éthanol : $L_V = 333KJ.Kg^{-1}$



1. Calculer la quantité de chaleur du changement d'état de l'éthanol.
2. Calculer la quantité de chaleur reçue par l'éthanol lors du chauffage.
3. Calculer l'intensité de la force pressante exercée la pression atmosphérique sur le pistonne.
4. Calculer le travail de la force pressante exercée par l'éthanol gazeux sur le pistonne.
5. Calculer la variation de l'énergie interne de l'éthanol lors du chauffage.

Exercice 3 Étude d'une réaction acidobasique

barème

Dans une fiole jaugée, on introduit un volume $V = 10mL$ d'acide méthanoïque $HCOOH$ de concentration $C = 3 \times 10^{-2}mol.L^{-1}$, et un volume $V' = 30mL$ d'hydroxyde de sodium $(Na^+ + HO^-)$ de concentration $C' = 2 \times 10^{-2}mol.L^{-1}$.

1. Définir : La réaction acide- basique ; l'ampholyte ; la base
2. Ecrire l'équation de la réaction acido-basique entre l'acide méthanoïque $HCOOH$ et l'ion hydroxyde HO^- en précisant les couples acide/base mis en jeu .
3. Calculer les quantités de matière initiales des réactifs .
4. Construire le tableau d'avancement de cette réaction .
5. Déterminer le réactif limitant l'avancement maximal x_{max} de cette réaction.
6. Calculer les quantités de matière finales des espèces chimiques intervenant dans cette réaction .
7. Calculer les concentrations molaires effectives des espèces chimiques ioniques à la fin de la réaction.
8. Trouver l'expression de la conductivité du mélange en fonction de l'avancement x de la réaction .
9. Calculer la conductivité du mélange à la fin de la réaction.
10. Calculer la valeur de la conductance d'une portion de la solution à l'état final que l'on peut obtenir lorsqu'on utilise une cellule de mesure de constante $K = 1cm$.

Données : Les conductivités molaires ioniques :
- $\lambda_{HCOO^-} = 5,46 \times 10^{-3}S.m^2.mol^{-1}$
- $\lambda_{HO^-} = 19,8 \times 10^{-3}S.m^2.mol^{-1}$
- $\lambda_{Na^+} = 5,01 \times 10^{-3}S.m^2.mol^{-1}$

Bibliographies utilisées

- **Ministre de l'éducation nationale, programmes des sections internationales-Option français-Physique chimie –Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M .**
- **Collection L'archipel , Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M , Édition Al Madariss 5ème édition 2021**
- **Mohamed El Heddari et autres , Etincelle Physique chimie, Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M . Édition Apostrophe.**
- **Abdelhak Ben Saddik et autres, collection Al Massar en Physique chimie, Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M , Nadia édition 2010.**
- **Cours sur internet:**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M , Prof : Hicham Mahajar .**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M ,Prof Yassine Derraz.**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M ,Prof Abdelhakim Sbiro.**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M ,Prof Rachid Jankel.**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M ,Prof Hammou Mona.**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M , Prof Mohammed Delahi.**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M ,Prof Ayoub Elmardi.**
  - **Cours de Physique chimie - Première année baccalauréat Sc. Ex - Sc. M ,Prof Allal Mahdade.**