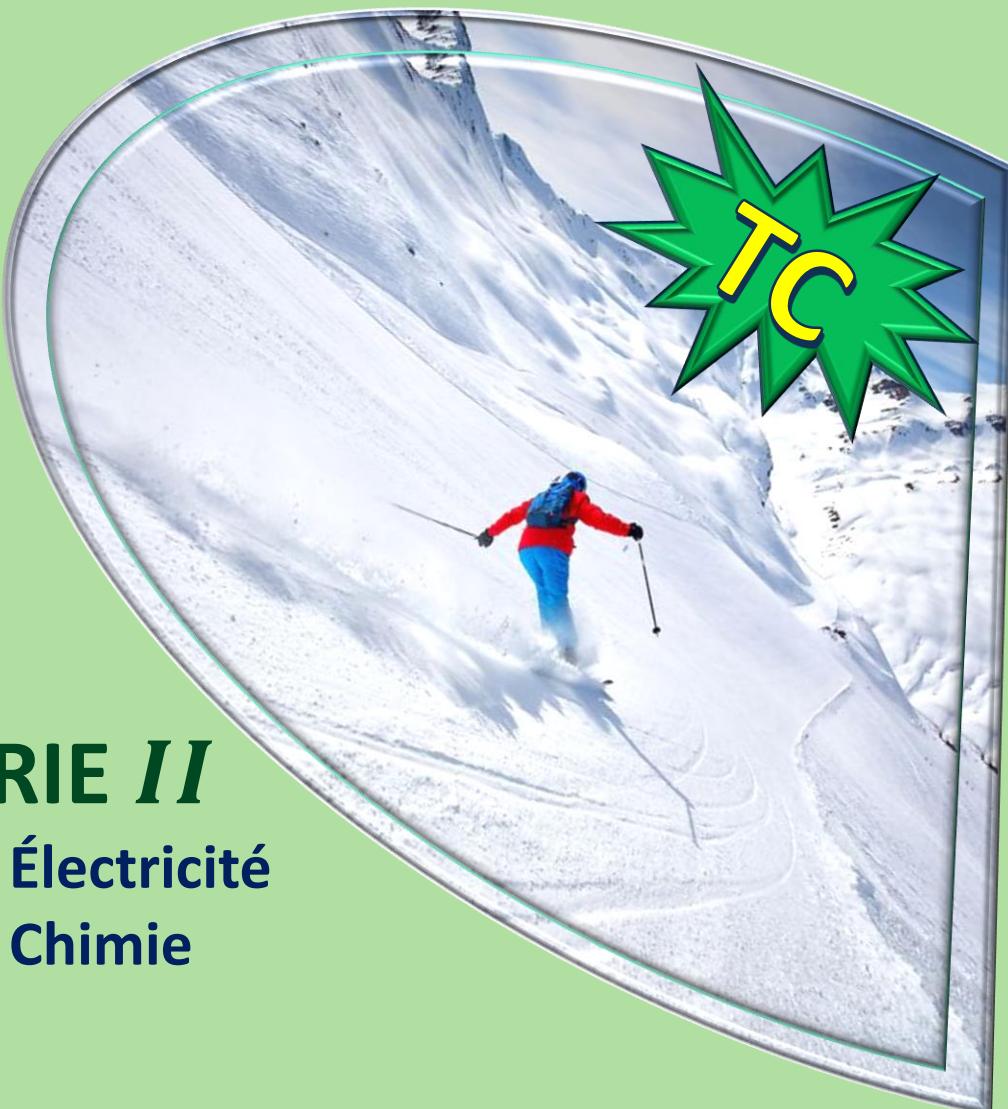


# ÉLECTRON

# PHYSIQUE-CHIMIE



## PAERIE II

- Électricité
- Chimie

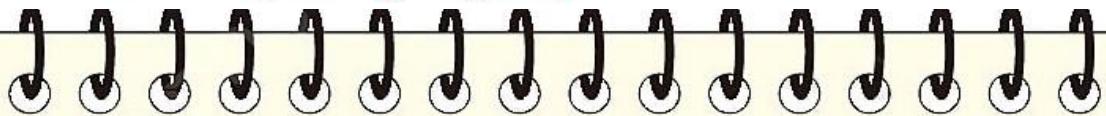
Réalisé par :

**Cahier de l'élève**

# Sommaire

❖ Électricité .....	4
▪ Le courant électrique continu .....	5
▪ La tension électrique.....	20
▪ Caractéristiques de quelques dipôles passifs .....	34
▪ Caractéristiques d'un dipôle actif-Point de fonctionnement .....	48
▪ L'association des conducteurs ohmiques.....	59
▪ Le transistor .....	73
❖ Chimie .....	81
▪ Géométrie de quelques molécules .....	82
▪ Classification périodique des éléments chimiques.....	95
▪ La mole : unité de la quantité de matière .....	103
▪ La concentration molaire .....	118
▪ Les réactions chimiques -bilan de la matière .....	126
❖ Devoirs.....	137
❖ Bibliographies utilisées.....	152

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

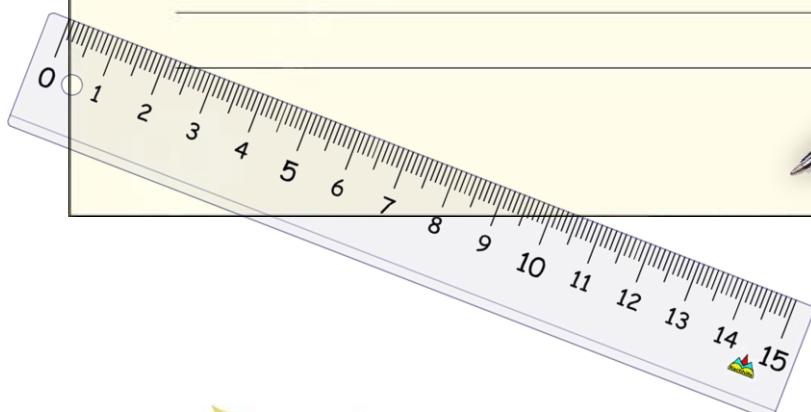


*Nom:*

*Prénom:*

*Classe:*

*Année scolaire:*



# PARTIE I : Électricité

1

Le courant électrique continu

2

La tension électrique

3

L'association des conducteurs ohmiques

4

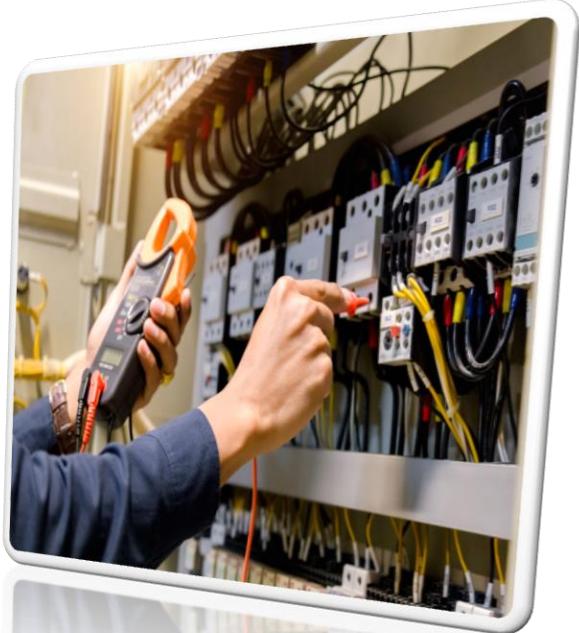
Caractéristiques de quelques dipôles passifs

5

Caractéristiques d'un dipôle actif-Point de fonctionnement

6

Le transistor



# Le courant électrique continu



## Situation-problème

Tous les appareils électriques que nous utilisons dans notre vie quotidienne sont alimentés par le courant électrique

- 💡 Qu'est-ce qu'un courant électrique ? Et comment mesurer son intensité ?
- 💡 Quelles sont les propriétés du courant électrique dans un circuit électrique ?

## Objectifs

- 💡 Connaître les deux types d'électricité.
- 💡 Connaître la nature du courant électrique dans les conducteurs métalliques ainsi que dans les solutions électrolytiques.
- 💡 Savoir mesurer l'intensité du courant électrique continu à l'aide d'un ampèremètre .
- 💡 Connaître les propriétés du courant électrique dans un circuit électrique en série, ainsi que dans un circuit électrique en parallèle.

## I Phénomène d'électrisation

## ① Activité

## ❖ Manipulation 1

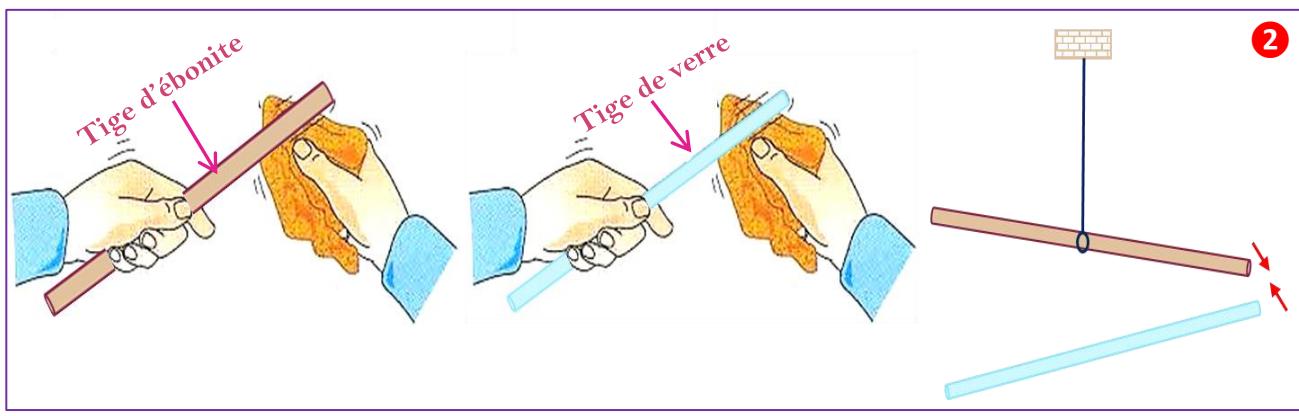
On frotte une règle de plastique avec un chiffon puis on l'approche aux petites feuilles (voir la figure ①)



- Qu'arrive-t-il aux petites feuilles? Comment expliquer ce phénomène?
  - Quel est le nom de ce phénomène?

## ❖ Manipulation 2

On frotte une tige en ébonite et une autre en verre avec un morceau de laine, puis on les rapproche l'une de l'autre (voir la figure 2)



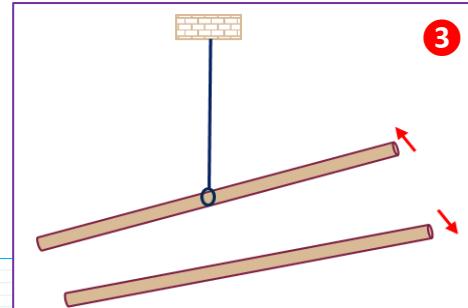
③ Qu'observez-vous après avoir approché la tige de verre à la tige d'ébonite?

## ❖ Manipulation 3

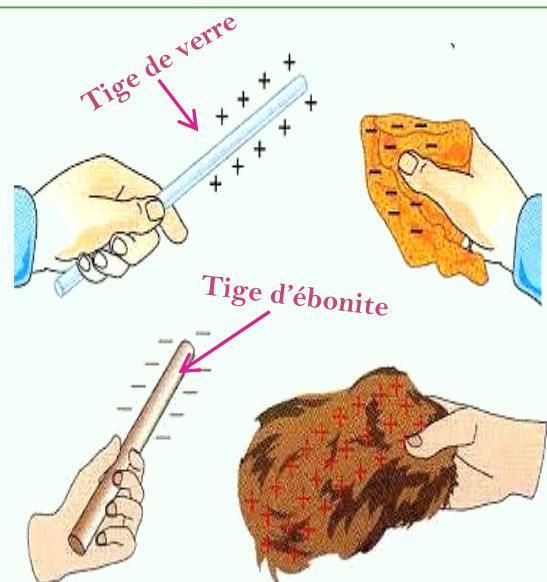
On frotte deux tiges d'ébonite par un morceau de laine et on les approche l'une à l'autre (voir la figure ③)

④ Qu'observez-vous après avoir approché les deux tiges ?

## 5 Que peut-on conclure de cette activité ?



## ② Conclusion



## II

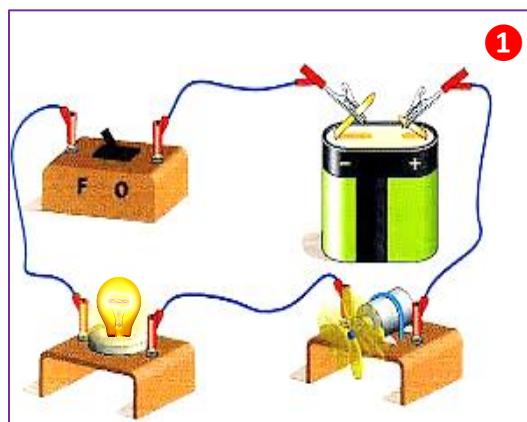
## Nature du courant électrique

### ① Activité

#### ❖ Manipulation 1

On réalise le circuit électrique de la figure ① et qui comporte :

- Une pile
- Un moteur électrique
- Un interrupteur
- Une lampe
- Des fils de connexion



① Qu'arrive-t-il à la lampe et au moteur électrique après avoir fermé l'interrupteur?

Conclure.

② On inverse les pôles de la pile puis on referme le circuit électrique. Le moteur conserve-t-il le même sens de rotation ? Conclure.

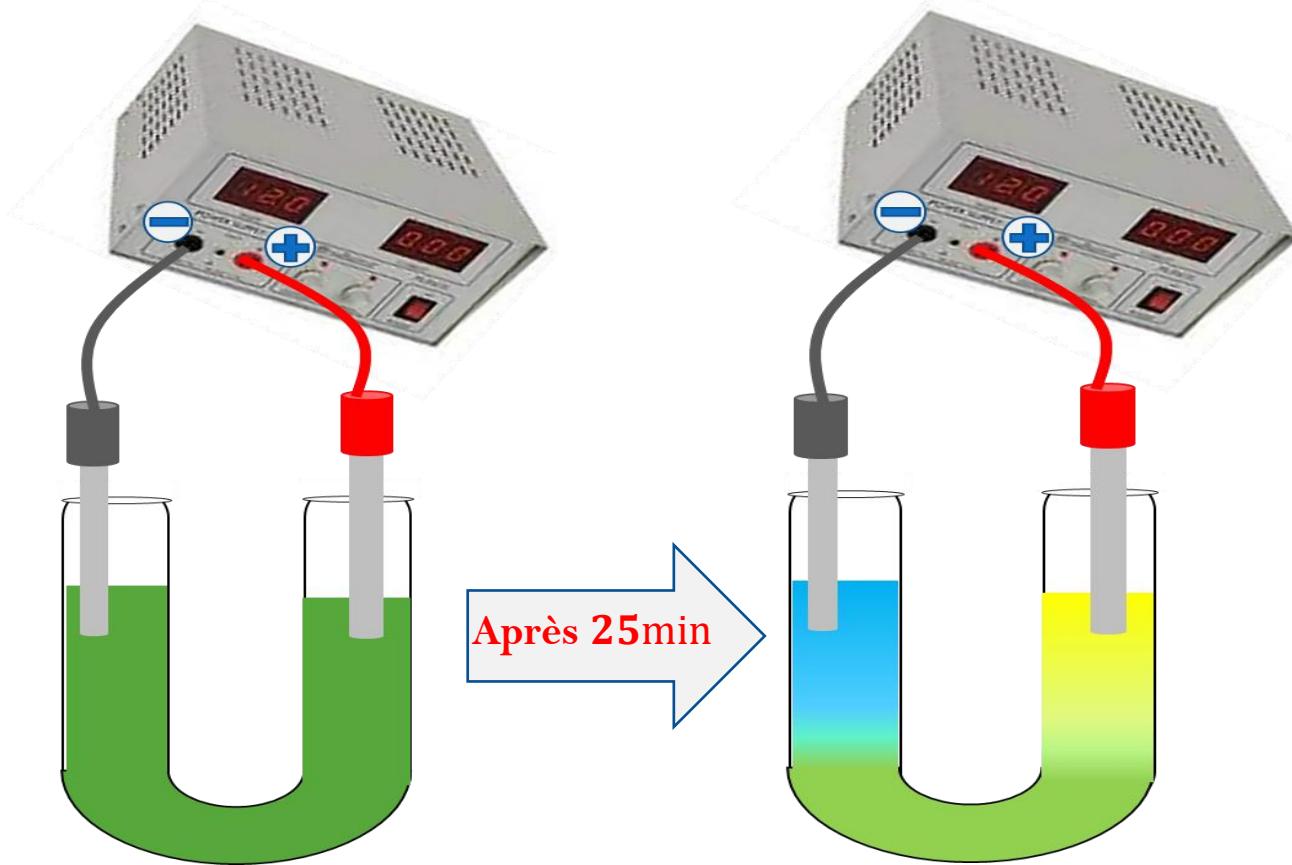
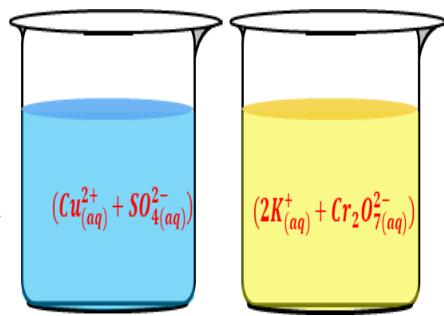
## ❖ Manipulation 2

On introduit dans un tube en ***U*** une solution de dichromate.

de potassium ( $2K_{(aq)}^+$  +  $Cr_2O_7^{2-}_{(aq)}$ ) et une solution de

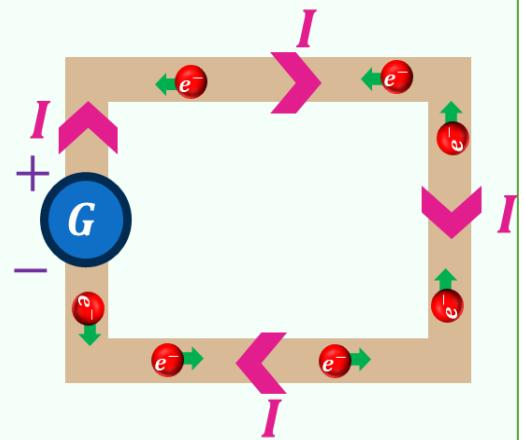
### sulfate de cuivre II ( $Cu_{(aq)}^{2+} + SO_4^{2-}_{(aq)}$ )

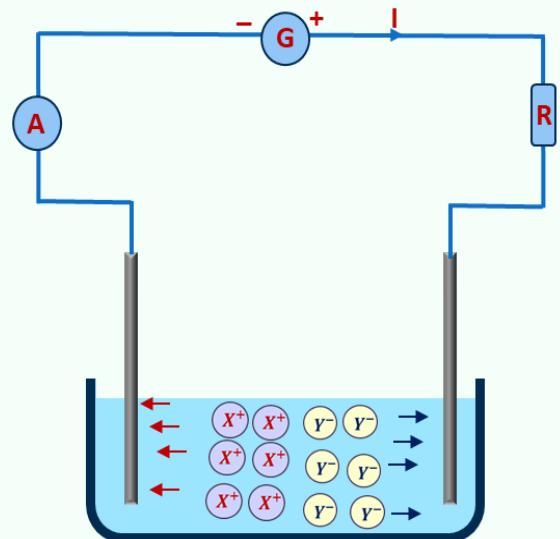
On émerge dans chaque extrémité du tube, une électrode de graphite. Ensuite on branche les deux électrodes à un générateur électrique à un instant  $t = 0\text{min}$ .



- Quelle est l'espèce chimique responsable de la couleur bleue dans la solution de sulfate de cuivre ?
  - Quelle est l'espèce chimique responsable de la couleur jaune dans la solution de dichromate de potassium ?
  - Quelles sont les observations expérimentales mises en évidence par cette expérience ?
  - Déterminer le sens de déplacement des différents porteurs de charge dans la solution.
  - Déduire la nature du courant électrique dans les solutions électrolytiques .

## ② Conclusion





### III L'intensité du courant électrique continu

#### ① Le courant électrique continu

#### ② La quantité d'électricité

### ③ L'intensité du courant électrique

## ❖ Application

Un générateur de courant continu fournit à un circuit électrique, une quantité d'électricité

**$Q = 180C$  pendant une durée  $\Delta t = 6\text{min}$**

- ### 1 Calculer l'intensité du courant fournie par le générateur.

## ④ Mesure l'intensité du courant électrique

On mesure l'intensité du courant électrique par un appareil appelé ampèremètre et symbolisé dans un circuit électrique par :



L'ampèremètre est un dispositif polarisé, il se branche en série dans le circuit électrique tel que le courant entre du pôle **A** ou  et sort de son pôle **com** ou  ou 

**On distingue deux types d'ampèremètre qui sont:**

- **Ampèremètre numérique** : qui affiche une valeur sur son écran tel que :
    - Il donne une valeur **positive** lorsque le courant électrique entre par la borne **A** et sort par la borne **com**
    - Il donne une valeur **négative** lorsque le courant électrique entre par borne **com** et sort par la borne **A**
  - **Ampèremètre à aiguille** : Il doit être branché dans le circuit électrique de sorte que le courant électrique entre par borne **A** et sort par la borne **com** .



## ❖ Remarque

L'ampèremètre contient plusieurs calibres pour éviter de le détériorer, il faut choisir le meilleur calibre possible en suivant les étapes suivantes:

- Avant de fermer le circuit électrique, on choisit le calibre le plus grand existant sur l'ampèremètre.
- On ferme le circuit puis on change le calibre par ordre décroissant jusqu'à ce que l'aiguille s'arrête le plus loin possible vers la droite du cadran.( la droite de l'échelle de lecture)

## ❖ L'ampèremètre à aiguille

- L'intensité du courant mesurer par un ampèremètre à aiguille est donnée par la relation suivante:

**L'incertitude absolue :** la mesure de l'intensité de courant électrique est accompagnée d'une incertitude  $\Delta I$ , provoquée par l'appareil (la méthode de sa fabrication) et par l'utilisateur de l'appareil (lecture). Elle est déterminée par la relation suivante :

$\Delta I = \frac{C \times a}{100}$  tel que  $a$  est la classe de l'appareil est donnée par le fabricant dans un coin de l'appareil.

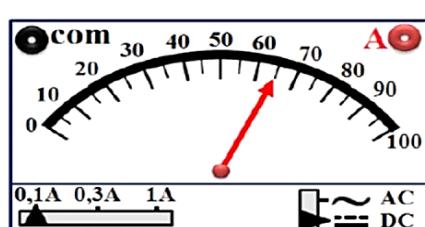
- Si la classe  $a$  de l'appareil est plus petite, alors l'appareil est plus précis ;
  - Si le calibre  $C$  est plus petit alors l'incertitude absolue  $\Delta I$  est plus petite donc l'appareil est plus précis
- **L'incertitude relative :** est la précision de l'appareil, elle définit par la relation suivante :  $\frac{\Delta I}{I}$  et elle s'exprime en pourcentage .

## ❖ Application

La figure ci-contre représente le cadran d'un ampèremètre branché dans un circuit électrique .

On donne la classe de l'ampèremètre :  $a = 1,5$

- ➊ Calculer l'intensité du courant traversant le circuit.



② Calculer l'incertitude absolue de cet ampèremètre.

③ Calculer l'incertitude relative de cet ampèremètre.

#### ❖ L'ampèremètre à aiguille

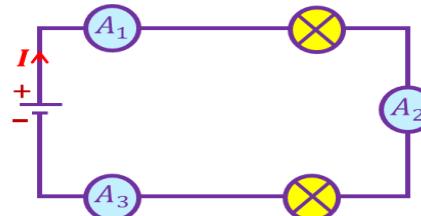
## IV Propriétés du courant électrique

### ① Cas d'un circuit électrique série

#### ❖ Activité

On réalise le montage électrique ci-contre qui comporte une pile deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  et un interrupteur  $K$  et trois ampèremètres  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$ . Le tableau ci-dessus donne les intensités du courant mesurées par les trois ampèremètres.

Ampèremètre	$A_1$	$A_2$	$A_3$
Intensité en (mA)	50,3	50,2	50,3



① Comparer les intensités du courant mesurées par les ampèremètres et déduire la propriété du courant électrique dans circuit électrique série.

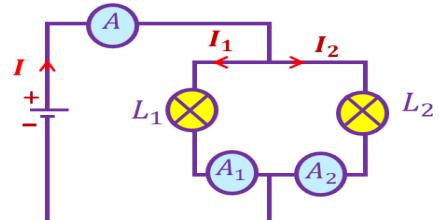
## ❖ Conclusion

## ② Cas d'un circuit électrique en parallèle

### ❖ Activité

On réalise le montage électrique ci-contre qui comporte une pile deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  et un interrupteur  $K$  et trois ampèremètres  $A_1$ ,  $A_2$  et  $A_3$ . Le tableau ci-dessus donne les intensités du courant mesurées par les trois ampèremètres.

Ampèremètre	$A$	$A_1$	$A_2$
Intensité en (mA)	44	20,7	23,3



- ① Calculer la somme des intensités  $I_1$  et  $I_2$  et la comparer avec l'intensité  $I$ . Que peut-on déduire ?

### ❖ Conclusion « loi des noeuds »

## Exercice 1

- ① Répondre par vrai ou faux
- Par convention, le courant électrique se déplace de la borne positive vers la borne négative à l'extérieur du générateur .
- Le courant électrique continu est donc dont l'intensité varie au cours du temps .
- L'intensité du courant est mesurée à l'aide d'un voltmètre .
- L'intensité du courant est mesurée à l'aide d'un ampèremètre .
- Dans un circuit en série, l'intensité du courant qui sort du générateur est plus petite que l'intensité qui y entre.
- Pour mesurer l'intensité du courant, on doit choisir le petit calibre avant de fermer l'interrupteur pour éviter de détruire l'ampèremètre .
- Le calibre convenable pour mesurer l'intensité du courant  $I = 0,11A$  est  $C = 100A$

## Exercice 2

On frotte une baguette en verre avec une fourrure de chat, et elle porte une charge électrique de  $q = 4,8 \times 10^{-12}C$ .

- ① Le frottement provoque-t-il une diminution ou une augmentation du nombre d'électrons de la baguette?
- ② Calculer le nombre de ces électrons.
- ③ Calculer la charge électrique apparaissant sur la fourrure.

On donne la charge élémentaire :  $e = 1,6 \times 10^{-19}C$ .

## Exercice 3

La quantité d'électricité traversant un conducteur électrique pendant 5min est :  $Q = 24C$ .

- ① Calculer le nombre des électrons qui traversent une section du conducteur pendant cette durée.
- ② Calculer l'intensité du courant électrique qui traverse le conducteur.

On donne la charge élémentaire :  $e = 1,6 \times 10^{-19}C$ .

## Exercice 4

Un bâton (**A**) frotté à l'aide d'un chiffon porte une charge électrique :  $q_A = 4,8 \times 10^{-16}C$ .

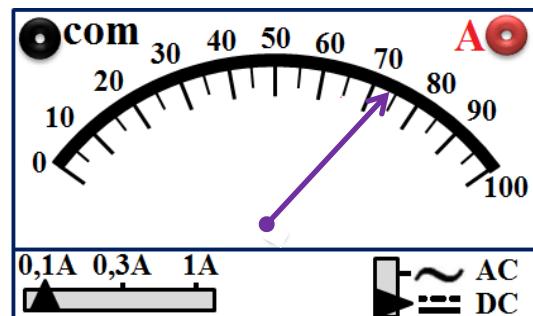
- ① Le bâton (**A**) a-t-il gagné ou perdu des électrons pendant le frottement ? Justifier.
- ② Déterminer le nombre d'électrons gagnés ou perdus par (**A**).
- ③ On met en contact le bâton (**A**) avec un bâton (**B**) portant une charge électrique  $q_B = -3,2 \times 10^{-16}C$ .
  - a** – Interpréter le phénomène qui se produit entre les deux bâtons après ce contact.
  - b** – Préciser, en le justifiant, le sens de transfert des électrons.

## Exercice 5

La figure ci-contre représente l'image du port d'un l'ampèremètre branché dans un circuit électrique .

On donne la classe de l'ampèremètre : $a = 1,5$

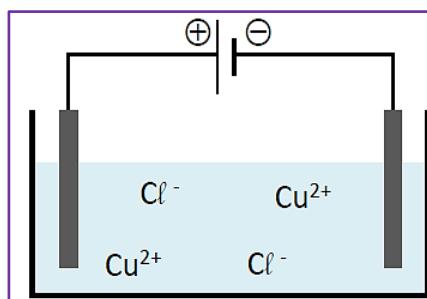
- ① Déterminer le type du courant électrique mesuré.
  - ② Déterminer le calibre utilisé.
  - ③ Déterminer la valeur de l'intensité.
  - ④ Calculer l'incertitude absolue de la mesure puis encadrer l'intensité mesurée.
  - ⑤ Calculer l'incertitude relative de la mesure.
  - ⑥ Le circuit électrique fonctionne pendant **5 minutes**
- a** – Calculer la quantité de l'électricité traversant le circuit pendant cette durée  
**b** – Déduire le nombre d'électrons traversant pendant cette durée.



## Exercice 6

La figure ci-après représente un électrolyseur contenant une solution du chlorure de cuivre . La pile débite un courant d'intensité  $I = 10mA$

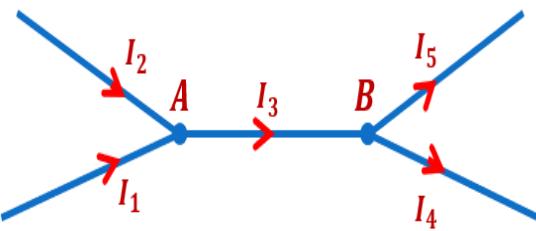
- ① Indiquer sur le schéma le sens du courant et celui des différents porteurs de charge .
- ② Calculer la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit pendant une durée  $\Delta t = 17min$
- ③ Calculer le nombre d'électrons qui traversent une section du circuit pendant une durée  $\Delta t$
- ④ Calculer le nombre des ions  $Cu^{2+}$  et celui des ions  $Cl^-$  déplacés pendant une durée  $\Delta t$



## Exercice 7

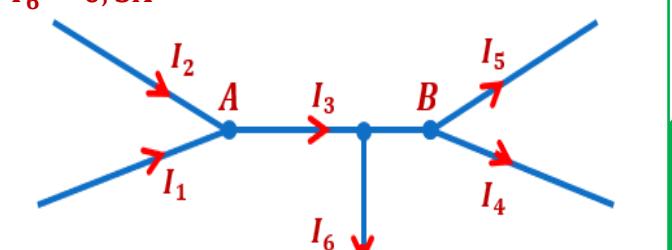
- ① Calculer l'intensité du courant  $I_5$  dans chaque cas .

$$I_1 = 2,1A ; I_2 = 1,4A ; I_4 = 0,8A ;$$



$$I_1 = 1,1A ; I_2 = 0,1A ; I_3 = 0,2A ; I_4 = 0,5A ; I_6 = 0,3A$$

$$I_6 = 0,3A$$









## Situation-problème

Le train se met en mouvement grâce à une tension électrique appliquée entre les rails et les câbles aériens

- 💡 Qu'est-ce qu'une tension électrique ? Et comment la mesurer?
- 💡 Quelles sont les propriétés de la tension électrique dans un circuit électrique ?

## Objectifs

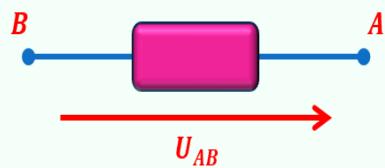
- 💡 Connaître la notion de potentiel électrique.
- 💡 Connaître que la tension électrique est une différence de potentiel.
- 💡 Savoir mesurer la tension à l'aide d'un voltmètre ou d'un oscilloscope.
- 💡 Définir la tension électrique continue et savoir la représenter aux bornes d'un dipôle électrique.
- 💡 Connaître quelques exemples des tensions électriques variables (sinusoïdale, triangulaire et rectangulaire)
- 💡 Connaître les caractéristiques d'un tension électrique sinusoïdale (la valeur maximale, la valeur efficace, la période et la fréquence )

# I La tension électrique

## ① Concept de tension électrique

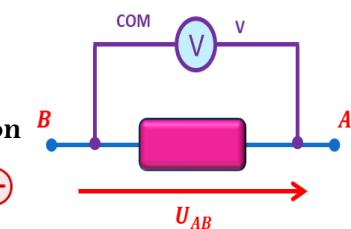


## ② Représentation de la tension électrique



# II Mesure de la tension électrique

- On mesure la tension électrique par un voltmètre (à aiguille ou numérique) ou par un oscilloscope.
- Le voltmètre est un dispositif polarisé, il se branche en dérivation dans le circuit électrique tel que le courant entre du pôle V ou  $(+)$  et sort de son pôle com ou  $(-)$ .



## ① Utilisation d'un voltmètre à aiguille



### ❖ Remarque

Le voltmètre contient plusieurs calibres pour éviter de le détériorer, il faut choisir le meilleur calibre possible en suivant les étapes suivantes:

### ❖ L'incertitude absolue

- La mesure de tension électrique est accompagnée d'une incertitude  $\Delta U$ , provoquée par l'appareil (la méthode de sa fabrication) et par l'utilisateur de cet appareil (lecture).

### ❖ L'incertitude relative.

## ② Utilisation d'un voltmètre numérique

- Le voltmètre numérique (multimètre) affiche directement la valeur de tension directement sur son écran.

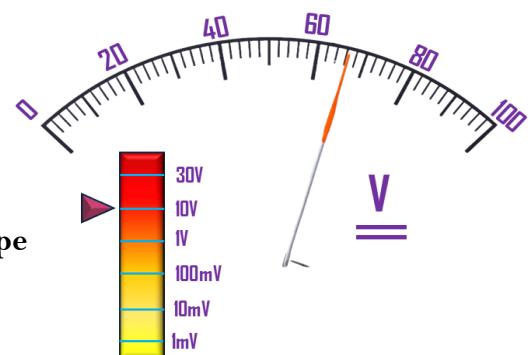


## ❖ Application

La figure ci-contre représente le cadran d'un voltmètre branché aux bornes d'une lampe parcourue par un courant électrique .

On donne la classe du voltmètre :  $a = 1,5$

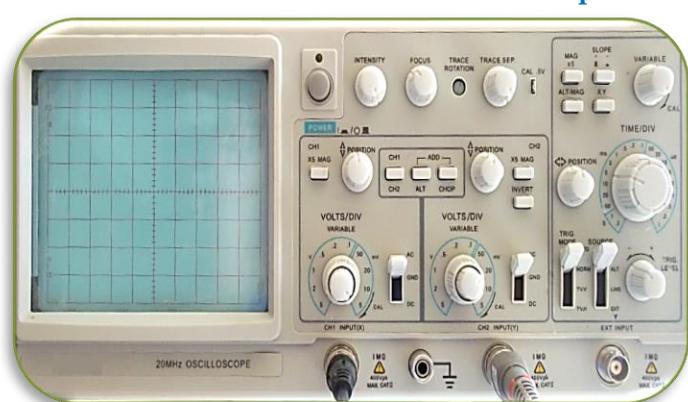
- ① Calculer la tension électrique aux bornes de la lampe.
  - ② Calculer l'incertitude absolu du voltmètre.
  - ③ Calculer l'incertitude relative du voltmètre.



### ③ Utilisation d'un oscilloscope

## ❖ L'oscilloscope

- L'oscilloscope est un appareil utilisé pour visualiser et étudier une tension électrique continue ou variable dans le temps .
  - La courbe obtenue sur l'écran de l'oscilloscope est appelé oscillogramme .
  - L'axe vertical est celui des tensions .
  - L'axe horizontal est celui du temps .
  - La sensibilité verticale représente l'échelle de l'axe de tension, elle s'exprime en V/div (volt par division) .
  - La sensibilité horizontale représente l'échelle de l'axe du temps, elle s'exprime en s/div (seconde par division) .



## ❖ Détermination d'une tension continue à l'aide d'un oscilloscope

### ❖ Application

On visualise sur l'écran de l'oscilloscope la tension aux bornes d'une pile ( la figure ci-dessous)

- ① Quelle est la nature de la tension aux bornes de la pile?
- ② Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la pile.



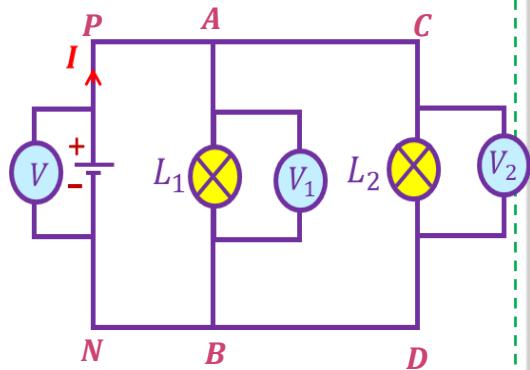
## III Propriétés de la tension électrique

### ① Cas d'un circuit électrique en dérivation (en parallèle )

#### ❖ Activité

On réalise le montage électrique ci-contre qui comporte une pile et deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  branchés en parallèle .

À l'aide des trois voltmètres  $V$ ,  $V_1$  et  $V_2$  on mesure les tensions électriques aux bornes des trois dipôles. Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau suivant.



- ① Comparer les trois tensions et déduire la propriété de la tension électrique dans un circuit électrique en parallèle.

voltmètre	$V$	$V_1$	$V_2$
Intensité en (V)	4,3	4,3	4,3

### ❖ Conclusion

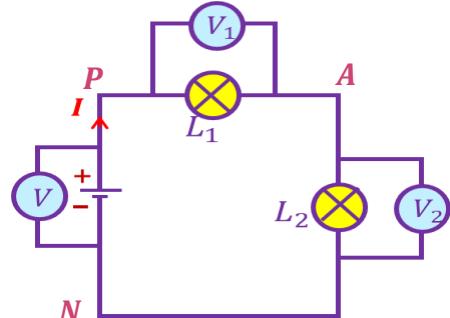
Écrire une conclusion à ce que l'on a pu constater au cours de cette activité.

## ② Cas d'un circuit électrique en série

### ❖ Activité

On réalise le montage électrique ci-contre qui comporte une pile et deux lampes  $L_1$  et  $L_2$  branchés en série. À l'aide des trois voltmètres  $V$ ,  $V_1$  et  $V_2$  on mesure les tensions électriques aux bornes des trois dipôles. Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau suivant.

- 1 Calculer la somme des deux tensions  $U_{PA}$  et  $U_{AN}$  et le comparer avec la tension  $U_{PN}$ .
- 2 Déduire la propriété de la tension électrique dans un circuit électrique série .



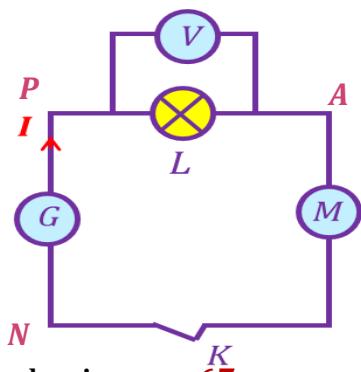
voltmètre	$V$	$V_1$	$V_2$
La tension en (V)	4,3	2,7	1,6

## ❖ Conclusion « loi d'additivité des tensions »

### ❖ Application

Le montage de la figure ci-contre comporte :

- Un générateur électrique de tension:  $U_{PN}$
- Un lampe L .
- Un moteur électrique .
- Un interrupteur K .
- Un voltmètre.



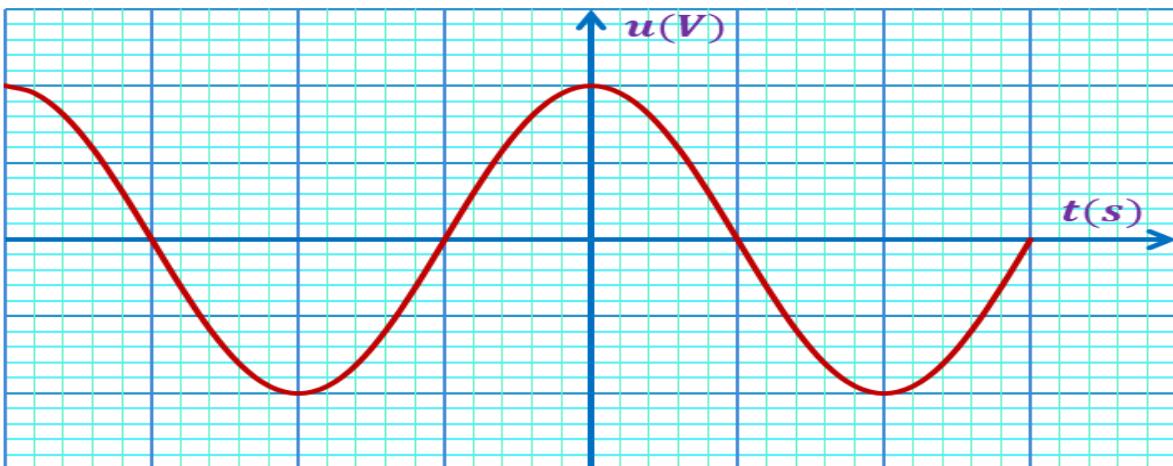
Lorsque on ferme le circuit, l'aiguille du voltmètre indique la graduation  $n = 67$  sur un cadran de nombre de division  $n_0 = 100$  .

- ① Représenter sur la figure les tensions  $U_{PA}$  ,  $U_{AN}$  et  $U_{PN}$
- ② Calculer la tension  $U_{AN}$  sachant que le calibre utilisé est :  $C = 20V$
- ③ Par application de la loi d'additivité des tensions, déterminer la valeur de la tension aux bornes du moteur électrique.

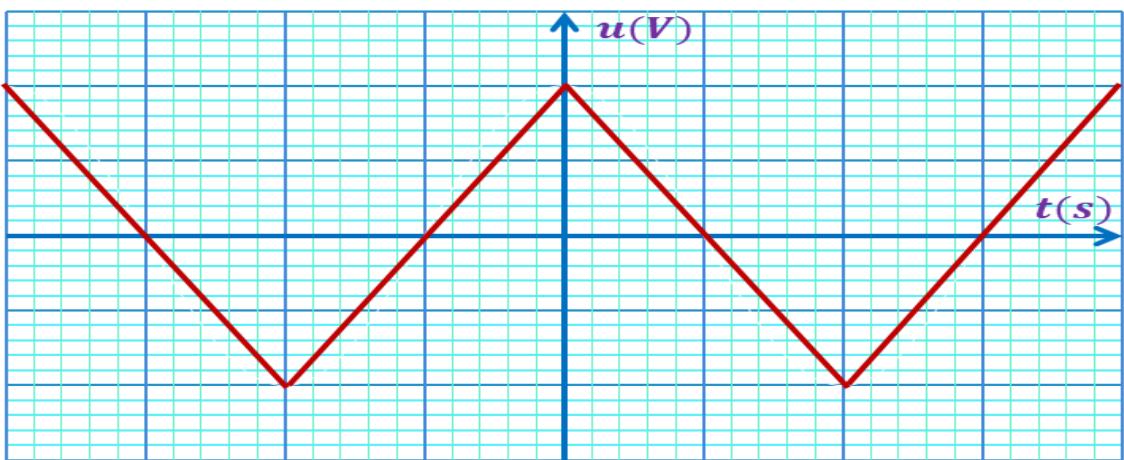
## ① Définition

## ② Exemples des tensions électriques variables

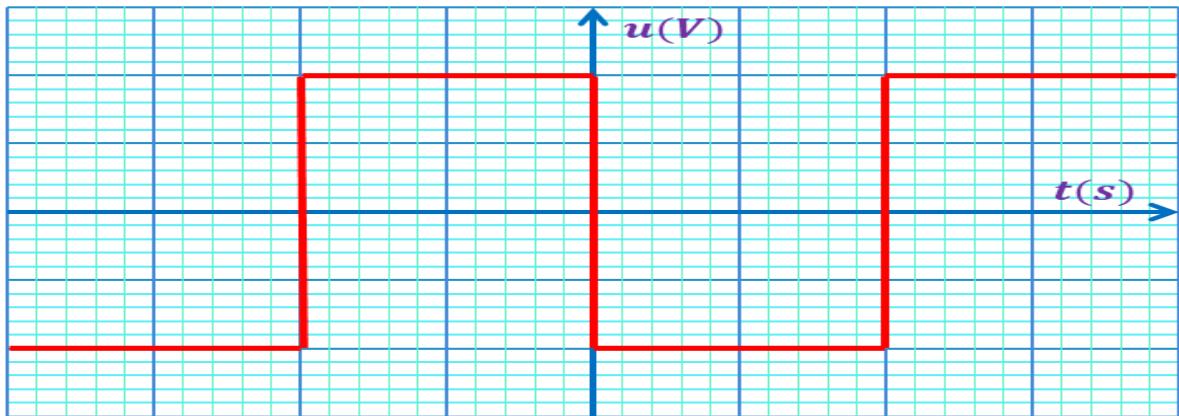
## ❖ La tension électrique sinusoïdale



## ❖ La tension électrique triangulaire

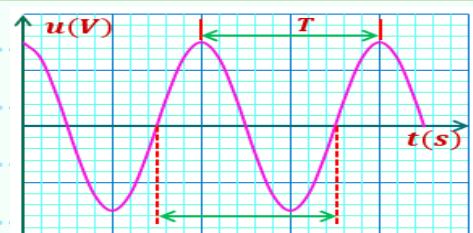


❖ La tension électrique rectangulaire

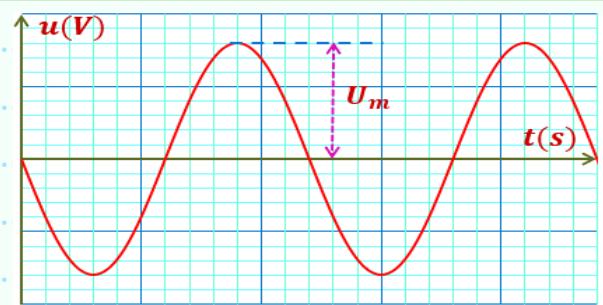


③ Les caractéristiques de la tension électrique sinusoïdale

❖ La période et la fréquence



## ❖ La valeur maximale et la valeur efficace



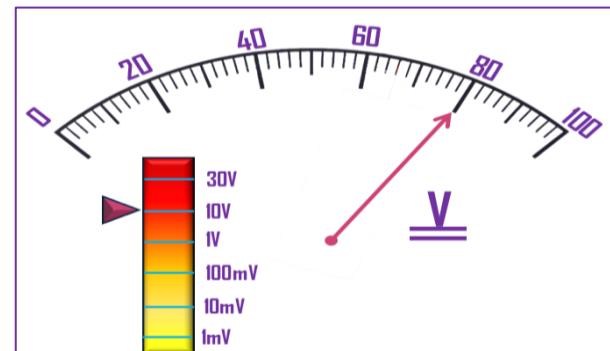
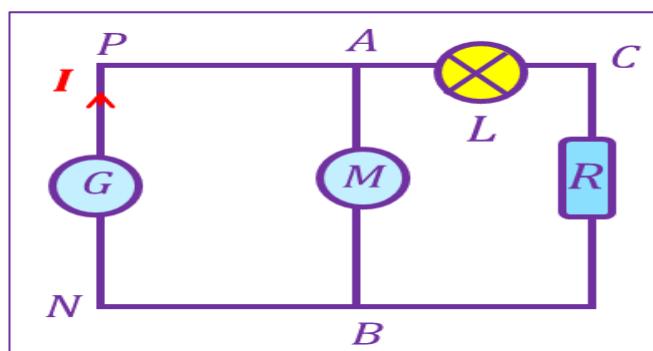
## Exercice 1

- ① Répondre par vrai ou faux
- ② On mesure le potentiel électrique à l'aide d'un voltmètre.
- ③ Le voltmètre permet de mesurer la valeur maximale d'une tension sinusoïdale.
- ④ On peut visualiser sur l'écran d'un oscilloscope deux tensions électriques en même temps.
- ⑤ La tension continue est toujours positive.
- ⑥ Pour mesurer une tension électrique, on doit choisir le petit calibre avant de fermer l'interrupteur pour éviter de détruire le voltmètre.
- ⑦ Le calibre convenable pour mesurer la tension  $u = 16V$  est  $C = 20V$

## Exercice 2

On considère le montage électrique de la figure ① qui comporte : un générateur électrique de tension  $u_{PN} = 36V$ , un moteur électrique, une lampe et un conducteur ohmique

La figure ② représente l'écran d'un voltmètre branché aux bornes de la lampe électrique .



- ① Représenter sur la figure ①, les tensions électriques  $u_{PN}$  ,  $u_{AC}$  ,  $u_{AB}$  et  $u_{CB}$ .
- ② Montrer sur la figure ① comment brancher le voltmètre pour mesurer la tension aux bornes de la lampe.
- ③ Déterminer la valeur de la tension  $u_{AC}$  aux bornes de lampe.
- ④ Déterminer la valeur de la tension  $u_{AB}$  aux bornes du moteur électrique
- ⑤ Par application de la loi d'additivité des tensions calculer la tension  $u_{CB}$  aux bornes du conducteur ohmique.

## Exercice 4

On considère un dipôle AB série composé d'une lampe L, d'un moteur M et d'un conducteur ohmique. Ce dipôle est soumis à une tension  $u_{AB} = 20V$  et parcouru par un courant électrique d'intensité  $I = 0,5A$

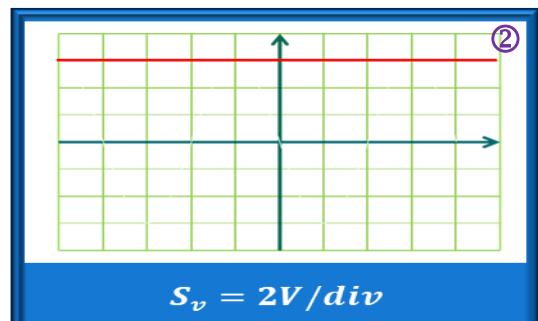
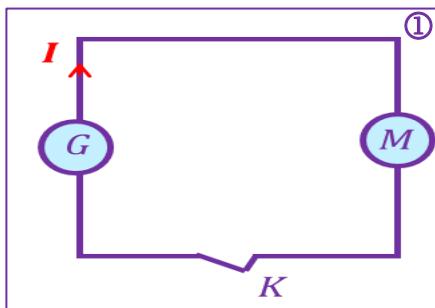


- ① Représenter sur la figure ci-contre les tensions  $u_{AB}$  ,  $u_{DC}$  ,  $u_{DB}$  et  $u_{AC}$
- ② On visualise à l'aide d'un oscilloscope la tension  $u_{AC}$  aux bornes du moteurs électrique
  - a - Monter sur la figure comment brancher les entrées de l'oscilloscope pour visualiser la tension  $u_{AC}$  .
  - b - On constate que la ligne lumineuse se déplace vers le haut de trois divisions ( $y = 3div$ ) lorsqu'on utilise une sensibilité verticale  $S_y = 2V/div$  . Calculer la tension  $u_{AC}$
- ③ Calculer la tension  $u_{DB}$  sachant que la résistance du conducteur ohmique est  $R = 10\Omega$
- ④ Par application de la loi d'additivité des tensions calculer la tension  $u_{CD}$  aux bornes de la lampe.

## Exercice 4

On dispose le montage électrique schématisé dans la figure ① et qui comporte: un moteur électrique, un interrupteur et un générateur électrique .

On ferme l'interrupteur et à l'aide d'un oscilloscope on visualise la tension électrique aux bornes du générateur et on obtient l'oscillogramme représenté dans la figure ②

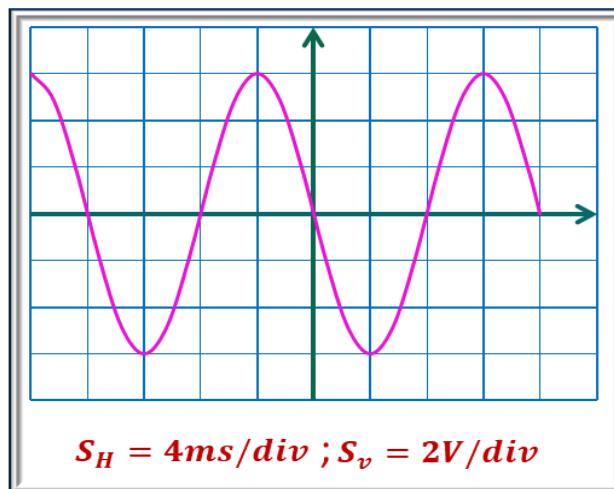


- ① Indiquer sur la figure le branchement des entrées de l'oscilloscope pour visualiser la tension du générateur.
- ② Quelle est le type (continue ou alternative) de tension électrique aux bornes du générateur?
- ③ En exploitant la figure ② déterminer la valeur de la tension aux bornes du générateur.

## Exercice 5

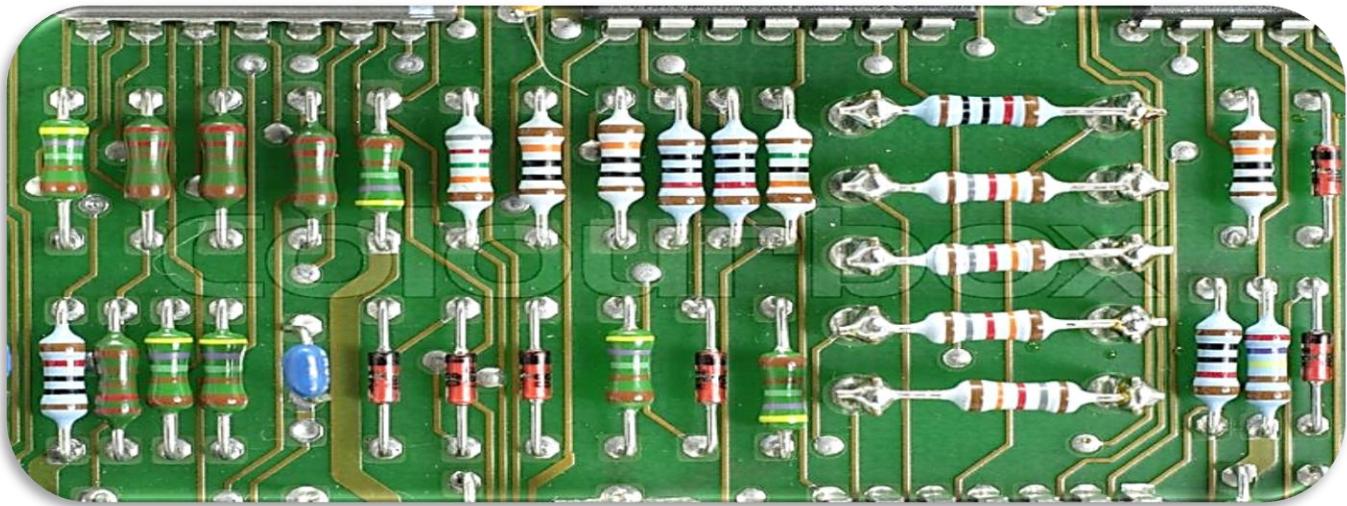
La figure ci-contre représente l'oscillogramme de la tension électrique aux bornes d'une lampe .

- ① Quelle est le type (continue ou alternative) de tension électrique aux bornes de la lampe ?
- ② Déterminer la valeur maximale de la tension aux bornes de lampe .
- ③ Déterminer la valeur de la période de la tension aux bornes de la lampe .
- ④ Calculer la valeur de la fréquence de la tension aux bornes de la lampe .
- ⑤ On branche un voltmètre en mode alternative aux bornes de la lampe . Calculer la valeur indiquée par ce voltmètre dans ce cas .









## Situation-problème

La plupart des appareils électriques et électroniques contiennent des conducteurs ohmiques montés en série ou en dérivation.

- 💡 Quelle est la relation entre la tension aux bornes du conducteur ohmique et l'intensité du courant qui le traverse ?
- 💡 Comment calculer la résistance équivalente d'un ensemble de conducteurs ohmiques montés en série ou en parallèle ?

## Objectifs

- 💡 Définir la résistance d'un conducteur ohmique connaître son unité.
- 💡 Connaître la caractéristique tension-intensité d'un conducteur ohmique.
- 💡 Connaître la relation entre la tension aux bornes d'un conducteur ohmique et l'intensité du courant qui le traverse.
- 💡 Savoir déterminer la résistance équivalente d'un ensemble des conducteurs ohmiques montés en série ou en dérivation.
- 💡 Connaître le deviseur de tension et ses applications.

# I Le conducteur ohmique

## ① Définition



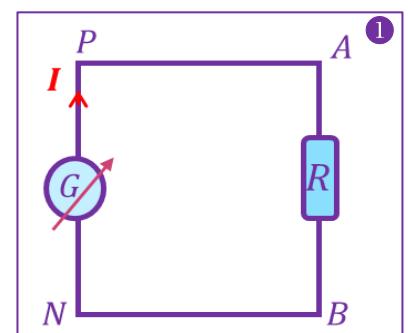
## ② Caractéristique d'un conducteur ohmique

### ❖ Activité

On réalise le montage électrique de la figure 1 qui comporte :

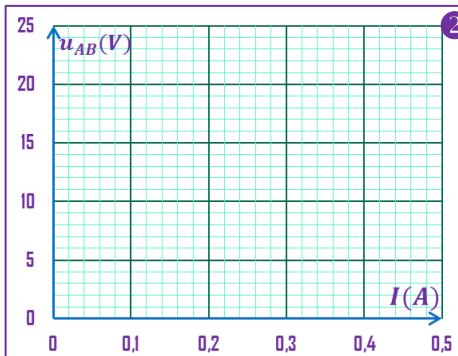
- Un générateur électrique de tension réglable.
- Un conducteur Ohmique de résistance  $R = 50\Omega$  .
- Un voltmètre et un ampèremètre.

On fait varier la tension du générateur et à chaque fois en mesure la tension aux bornes du conducteur ohmique et l'intensité du courant qui le traverse. Les résultats obtenus sont enregistrés dans le tableau suivant.



La tension $u_{AB}$ en (V)	0	5	10	15	20
L'intensité du courant en (A)	0	0,1	0,2	0,3	0,4

- ① Indiquer sur le schéma de la figure comment branche le voltmètre et l'ampèremètre pour mesurer la tension aux bornes du conducteur ohmique et l'intensité du courant qui le traverse.



- 2 Représenter sur la figure 2 la caractéristique  $u_{AB} = f(I)$  du conducteur ohmique.

3 Quelle est la nature de la caractéristique  $u_{AB} = f(I)$  ?

4 Déterminer le coefficient directeur de la courbe  $u_{AB} = f(I)$  et la comparer avec la valeur de la résistance  $R$  du conducteur ohmique. Que peut-on déduire ?

## ❖ Conclusion « loi d'Ohm »

## ❖ Remarque

### ③ La résistance d'un conducteur ohmique cylindrique

## ❖ Application

Un fil conducteur de longueur  $L = 10\text{cm}$  et de section  $S = 7,85 \times 10^{-6}\text{m}^2$ . À une température  $T = 27^\circ\text{C}$ , ce conducteur est traversé par un courant électrique d'intensité  $I = 120\text{mA}$  et la tension entre ces bornes est :  $u = 53,50\text{mV}$

- ① Calculer la résistance du fil conducteur.
- ② En exploitant le tableau suivant identifier la matière constituant le fil conducteur.

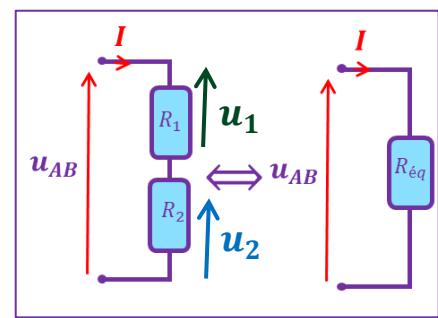
Métal	Fer	Carbone	Cuivre	Zinc
Résistivité en( $\Omega \cdot \text{m}$ ) à $27^\circ\text{C}$	$1,04 \times 10^{-7}$	$3,50 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{-8}$	$6,0 \times 10^{-8}$

## II Association des conducteurs ohmiques

### ① Association en série

#### ❖ Activité

On branche en série, deux conducteurs ohmiques de résistances respectivement  $R_1$  et  $R_2$ , et on applique entre leurs bornes une tension  $u_{AB}$  (la figure ci-contre)



- ① Donner l'expression de la tension  $u_1$  en fonction de  $R_1$  et  $I$   
et celle de  $u_2$  en fonction de  $R_2$  et  $I$
- ② Donner l'expression de la tension  $u_{AB}$  en fonction de  $R_{\text{éq}}$  et  $I$
- ③ Par application de la loi d'additivité des tensions, trouver l'expression de la résistance équivalente  $R_{\text{éq}}$  en fonction de  $R_1$  et  $R_2$
- ④ Déduire l'expression de la résistance équivalente  $R_{\text{éq}}$  de  $n$  conducteurs ohmiques montés en série

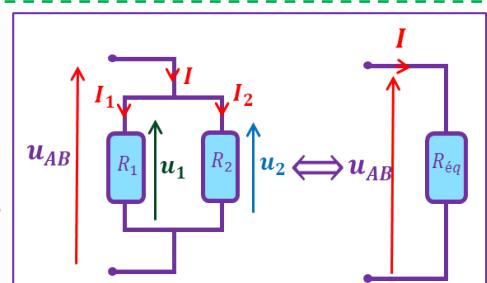
## ❖ Conclusion

## ② Association en dérivation

### ❖ Activité

On branche en dérivation, deux conducteurs ohmiques de résistances respectivement  $R_1$  et  $R_2$ , et on applique entre leurs bornes une tension  $u_{AB}$  (la figure ci-contre)

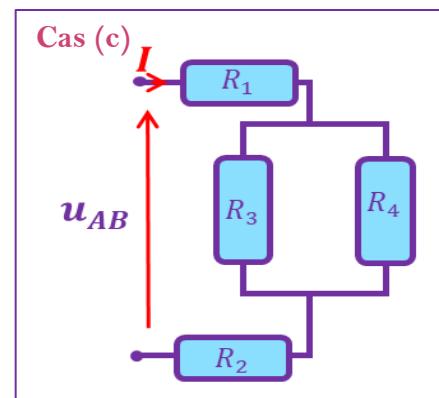
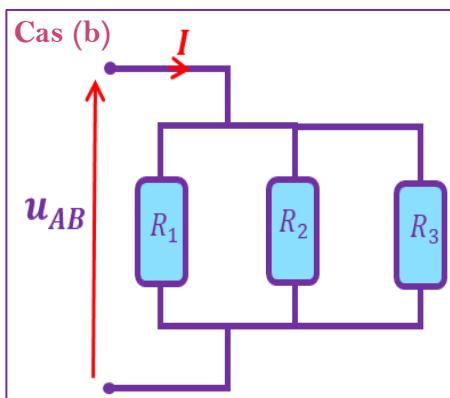
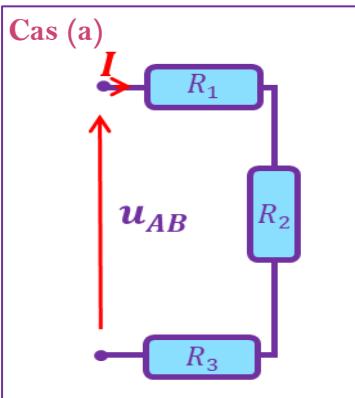
- ① Quelles est la relation entre les tensions  $u_1$ ,  $u_2$  et  $u_{AB}$  ?
- ② Par application de la loi des noeuds, trouver la relation entre la résistance équivalente  $R_{éq}$  et les résistances  $R_1$  et  $R_2$
- ③ Déduire l'expression de la résistance équivalente  $R_{éq}$  de  $n$  conducteurs ohmiques montés en dérivation.



## ❖ Conclusion

## ❖ Application

On considère les montages électriques suivants

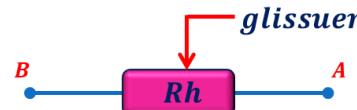


Données :  $R_1 = 10\Omega$  ,  $R_2 = 15\Omega$  ,  $R_3 = 20\Omega$  ,  $R_4 = 5\Omega$

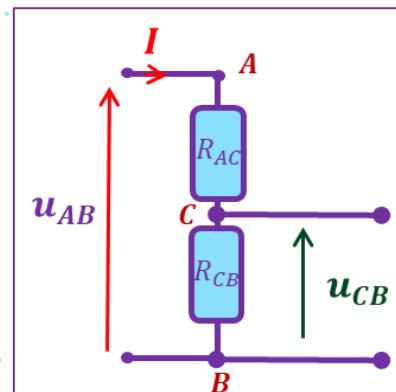
### III Utilisations des conducteurs ohmiques

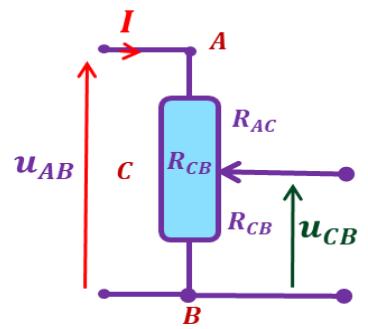
#### ① Le rhéostat

- Le rhéostat est un conducteur ohmique constitué d'un fil en alliage de fer et de nickel enroulé autour d'un cylindre isolé.
- Le rhéostat a trois bornes, les deux bornes **A** et **B** fixes et une borne **C** variable, s'appelle le glisseur.
- On symbolise le rhéostat (**Rh**) par :
- Le rhéostat est utilisé dans un circuit électrique soit pour varier le courant passant dans le circuit lorsqu'il est branché en série avec les autres composants, soit pour varier la tension lorsqu'il est utilisé comme diviseur de tension (en dérivation) entre les bornes d'un dipôle.



#### ② Diviseur de tension



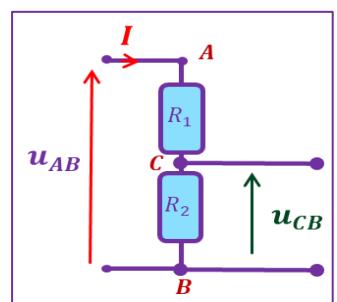


## ❖ Application

La figure ci-contre représente le schéma d'un diviseur de tension soumis à une tension  $u_{AB} = 60V$

Données :  $R_1 = 20\Omega$ ,  $R_2 = 40\Omega$

- ① Exprimer la tension  $u_{CB}$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $u_{AB}$ , puis calculer sa valeur .
- ② Exprimer la tension  $u_{AC}$  en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$  et  $u_{AB}$ , puis calculer sa valeur .
- ③ Calculer l'intensité du courant traversant le diviseur de tension.



## Exercice 1

- ① Répondre par vrai ou faux
- La résistance est grandeur physique qui traduit l'aptitude d'un conducteur ohmique de conduire le courant électrique.
- La résistance équivalente d'un ensemble de conducteur ohmique monté en dérivation est égale à la somme de leurs résistances .
- L'intensité du courant traversant un conducteur ohmique est inversement proportionnelle avec la tension entre ses bornes.
- La résistivité d'un conducteur dépend de l'intensité du courant qui le traverse.
- La tension à la sortie d'un diviseur de tension est proportionnelle à sa tension d'entrée.

## Exercice 2

On considère un conducteur ohmique de résistivité  $\rho = 3,5 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$ , de longueur  $L = 10\text{cm}$  et de section  $S = 1,2 \times 10^{-6} m^2$

- ① Calculer la résistance  $R$  du conducteur et déduire la valeur de sa conductance  $G$ .
- ② Calculer l'intensité du courant qui traverse le conducteur ohmique sachant que la tension entre ses bornes est :  $u_{AB} = 5,83V$

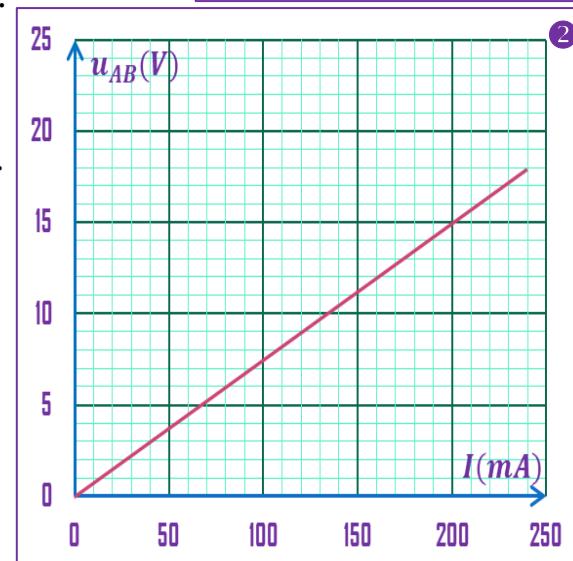
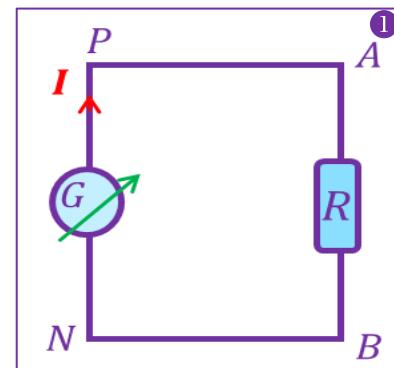
## Exercice 3

On réalise le montage électrique de la figure ① qui comporte :

- Un générateur électrique de tension réglable.
- Un conducteur Ohmique de résistance  $R$  .
- Un voltmètre et un ampèremètre.

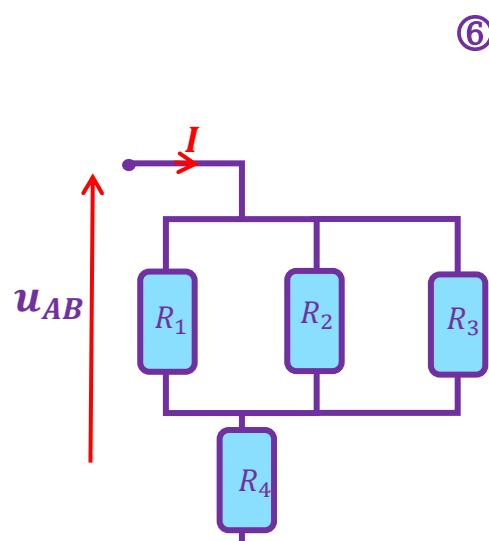
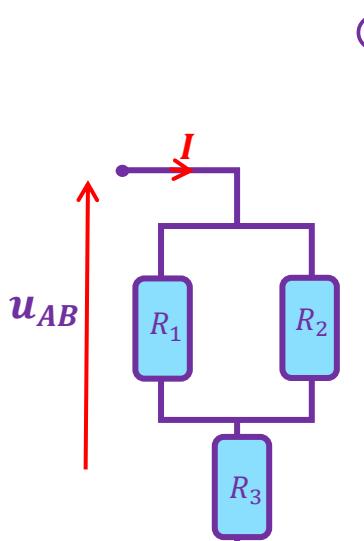
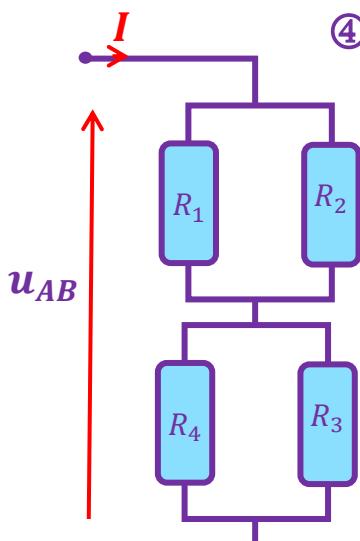
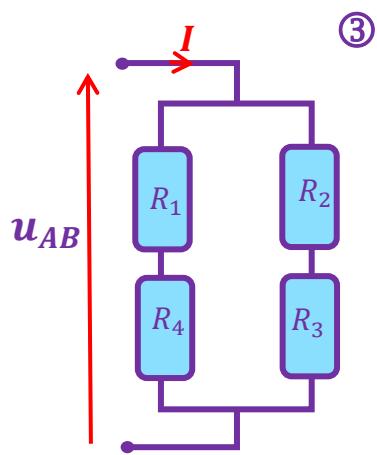
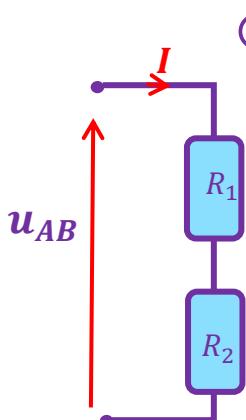
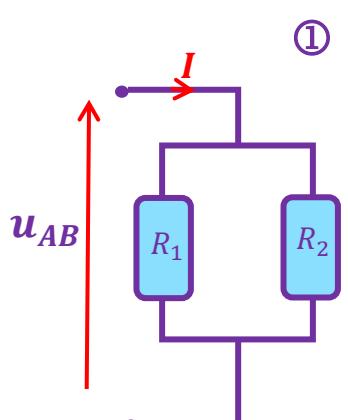
On fait varier la tension du générateur et à chaque fois en mesure la tension aux bornes du conducteur ohmique et l'intensité du courant qui le traverse. L'ensemble ses résultats ont permis de tracer la courbe de la figure ② représentant la caractéristique  $u_{AB} = f(I)$  du conducteur ohmique .

- ① Indiquer sur le schéma de la figure ① comment brancher le voltmètre et l'ampèremètre pour mesurer la tension aux bornes du conducteur ohmique et l'intensité du courant qui le traverse.
- ② Quelle est la nature de la caractéristique  $u_{AB} = f(I)$  du conducteur ?
- ③ En exploitant la courbe, déterminer la valeur de la résistance du conducteur .
- ④ Déterminer la valeur de la tension aux bornes du conducteur lorsqu'il est traversé par un courant électrique d'intensité  $I = 0,4A$
- ⑤ Déterminer l'intensité du courant qui traverse le conducteur si la tension entre ses bornes est :  $u_{AB} = 27V$



## Exercice 4

On considère les montages électriques suivants :



**Données :**  $R_1 = 50\Omega$  ,  $R_2 = 25\Omega$  ,  $R_3 = 20\Omega$  ,  $R_4 = 32\Omega$  ,  $u_{AB} = 48V$

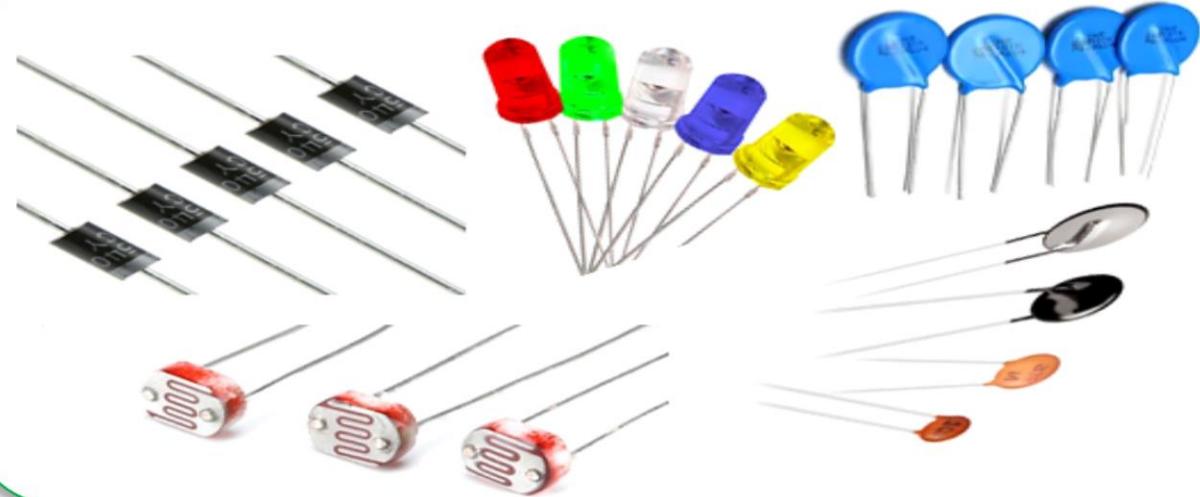
Répondre aux questions suivantes pour chacun des montages électriques ci-dessus.

- ① Calculer la résistance équivalente du montage .
- ② Calculer l'intensité du courant  $I$  .
- ③ Calculer la valeur de la tension électrique aux bornes de chaque conducteur ohmique ainsi que l'intensité du courant qui le traverse .









## Situation-problème

Les diodes simples, les diodes électroluminescentes (LED), les photorésistances (LDR) les thermistances,...sont des dipôles électriques passifs que l'on trouve souvent dans les circuits électriques et électroniques. Pour connaître le comportement de ces dipôles dans un circuit électrique, on doit tracer leurs caractéristiques tension-courant

💡 Qu'est-ce qu'un dipôle passif ?

💡 Quel est le montage électrique qui permet de tracer la caractéristique (tension- courant ) d'un dipôle passif ?

## Objectifs

💡 Définir le dipôle passif.

💡 Connaître le montage électrique permettant de tracer la caractéristique d'un dipôle passif.

💡 Tracer et décrire la caractéristique tension-courant de quelques dipôles passifs.

## I Le dipôle passif

### ① Définition

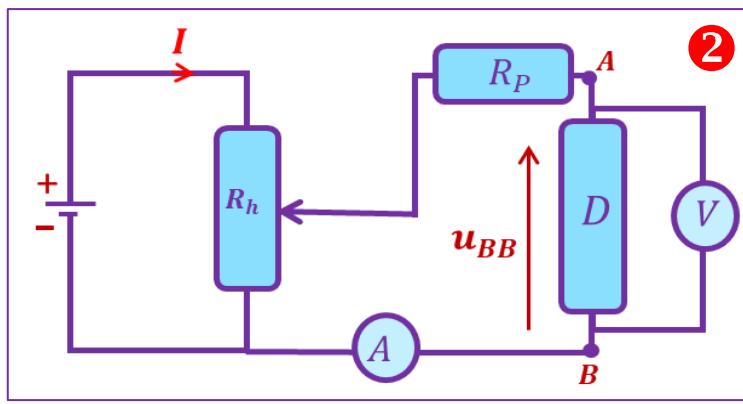
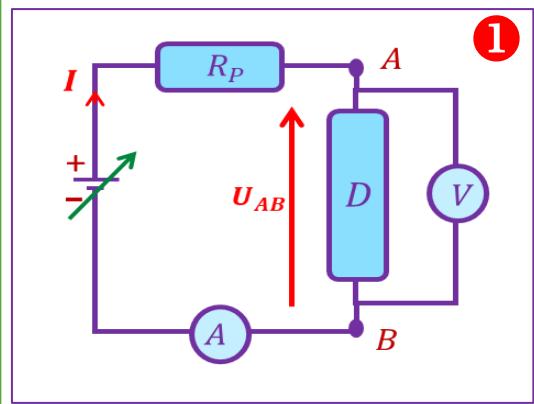
### ② La convention d'un récepteur

## II Caractéristiques de quelques dipôles passifs

### ① Définition

## ② Le montage expérimental utilisé

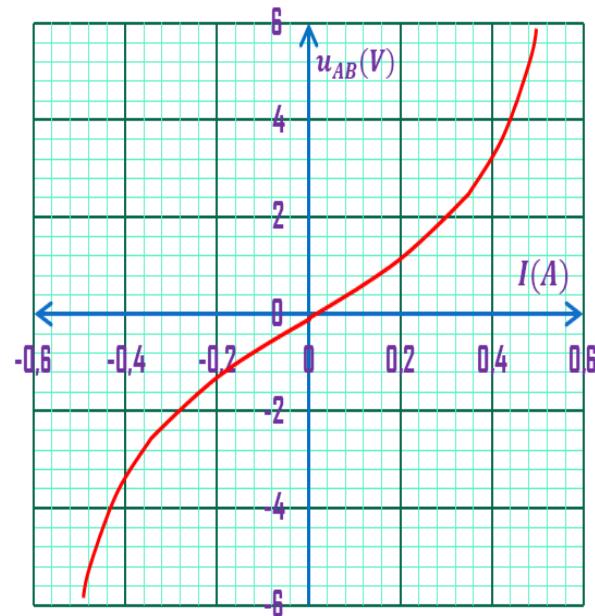
- Pour tracer la caractéristique d'un dipôle passif, on utilise l'un des deux montages électriques suivants:



## ③ Caractéristique d'une lampe

### ❖ Protocole expérimental

- Après avoir réalisé le montage de la figure ①, on fait varier la tension du générateur et à chaque fois on enregistre dans un tableau les valeurs de la tension  $u_{AB}$  aux bornes de la lampe et les valeurs de l'intensité du courant  $I$  qui la traverse.
- On inverse les bornes de la lampe et on refait la même manipulation .
- À l'aide des résultats obtenus on trace la courbe ci-contre qui représente la caractéristique  $u_{AB} = f(I)$  de la lampe.

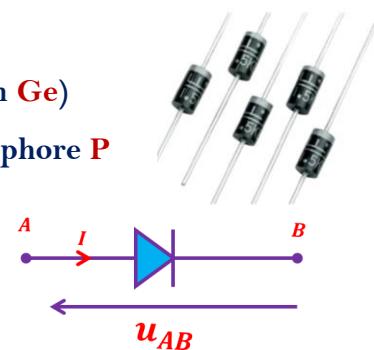


### ❖ Interprétation

## ④ Caractéristique d'une diode normale

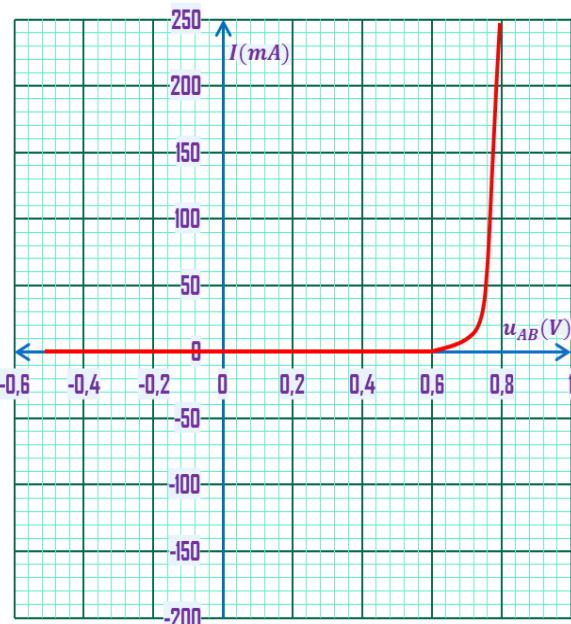
### ❖ La diode normale

- La diode normale est un composant électrique constitué d'un semi-conducteur : (généralement le silicium **Si** ou le germanium **Ge**) dopé par des atomes étrangers. (généralement le bore **B**, le phosphore **P** ou le ou l'arsenic **As**)
- La diode possède deux pôles l'anode (**A**) et la cathode (**B**)
- La représentation symbolique d'une diode normale est :



### ❖ Protocole expérimental

- On réalise le montage de la figure ① et on fait varier la tension du générateur et à chaque fois on enregistre dans un tableau les valeurs de la tension  $u_{AB}$  aux bornes de la diode et les valeurs l'intensité du courant  $I$  qui la traverse.
- On inverse les bornes de la diode et on refait la même manipulation .
- Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe ci-contre qui représente la caractéristique  $I = f(u_{AB})$  de la diode .



### ❖ Interprétation

## ⑤ La caractéristique d'une diode électroluminescente

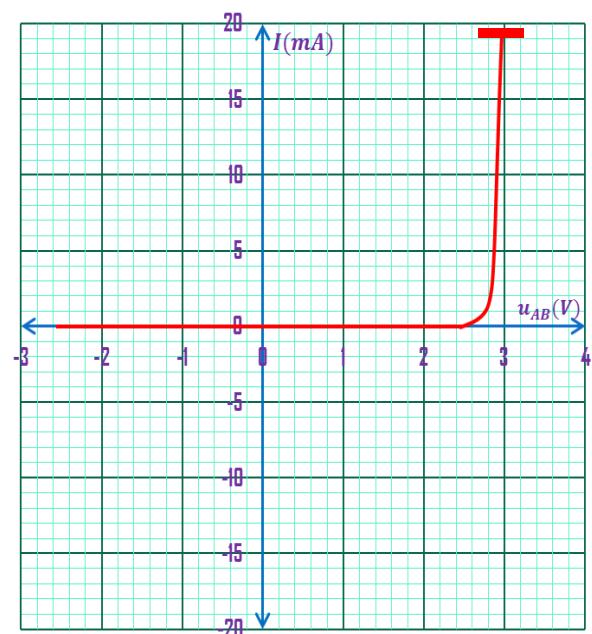
### ❖ La diode électroluminescente

- La diode électroluminescente (**LED**) est un dipôle émet la lumière (rouge, jaune, verte) lorsqu'elle est traversée par un courant électrique de faible intensité ( $10 \text{ mA} < I < 20 \text{ mA}$ ).
- La **LED** possède deux pôles l'anode (A) et la cathode (B)
- La représentation symbolique d'une **LED** est :



### ❖ Protocole expérimental

- On intègre la **LED** dans le montage de la figure ① et on fait varier la tension du générateur et à chaque fois on enregistre dans un tableau les valeurs de la tension  $u_{AB}$  aux bornes de la diode et les valeurs l'intensité du courant  $I$  qui la traverse.
- On inverse les bornes de la **LED** et on refait la même manipulation.
- À l'aide des résultats obtenus on trace la courbe ci-contre qui représente la caractéristique  $I = f(u_{AB})$  de la **LED**



### ❖ Interprétation

## ❖ Remarque

- La **LED** se comporte comme une diode normale .
- La tension de seuil de la **LED** dépend de sa couleur:

Couleur	Tension de seuil	Couleur	Tension de seuil
Rouge	1,6V à 2V	Vert	1,8V à 2V
Jaune	1,8V à 2V	Bleu	2,7V à 3,2V

## ⑥ La caractéristique d'une diode Zener

### ❖ La diode Zener

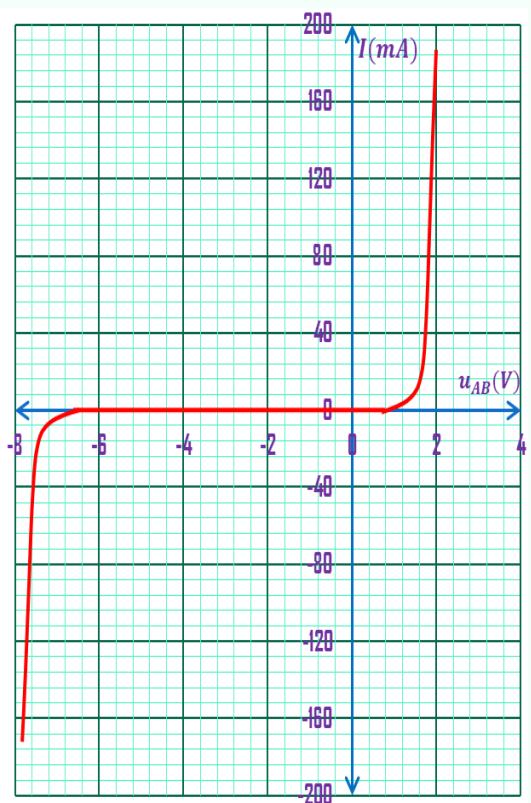
- La diode Zener est un assemblage de deux semi-conducteurs dont les propriétés électriques ont été découvertes par le physicien américain Clarence Zener.
- La diode possède deux pôles l'anode (A) et la cathode (B)
- La représentation symbolique d'une diode Zener est :



### ❖ Protocole expérimental

- On intègre la diode Zener dans le montage de la figure ① et on fait varier la tension du générateur et à chaque fois on enregistre dans un tableau les valeurs de la tension  $u_{AB}$  aux bornes de la diode Zener et les valeurs l'intensité du courant  $I$  qui la traverse.
- On inverse les bornes de la diode Zener et on refait la même manipulation .
- À l'aide des résultats obtenus on trace la courbe suivante représentant la caractéristique  $I = f(u_{AB})$  de cette diode.

## ❖ Interprétation



## ⑦ La caractéristique d'une thermistance

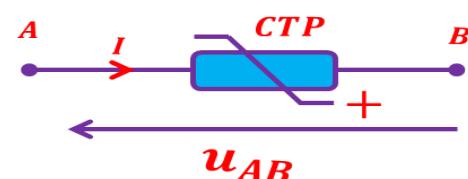
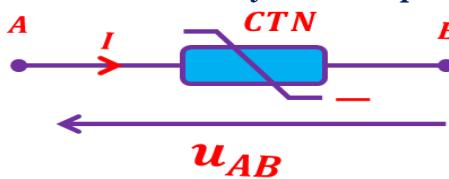
### ❖ La thermistance

- La thermistance est un conducteur ohmique dont la résistance dépend de la température.



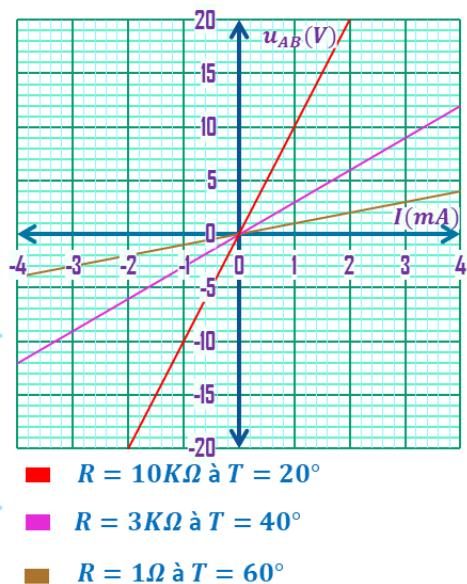
On distingue deux types de thermistance :

- Thermistance avec un coefficient de température négatif (**CTN**) : sa résistance diminue lorsque la température augmente.
- Thermistance avec un coefficient de température positif (**CTP**) : sa résistance augmente lorsque la température augmente.
- La thermistance est symbolisée par :



## ❖ La caractéristique de la thermistance

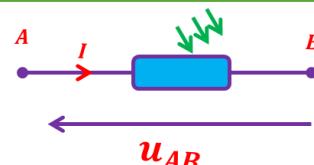
- La courbe ci-contre représente la caractéristique  $u_{AB} = f(I)$  d'une thermistance (CTP)
- À partir de cette courbe on déduit que:



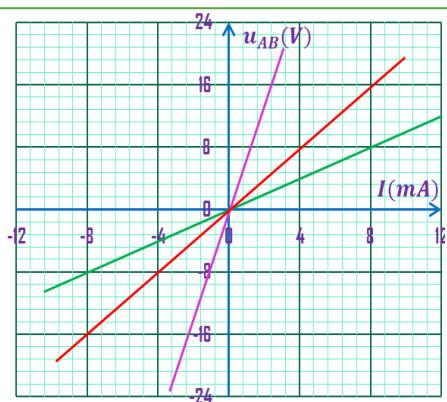
## ⑧ La caractéristique de la photorésistance

### ❖ La photorésistance

- La photorésistance (LDR) est un conducteur ohmique dont la résistance dépend de l'intensité de la lumière qu'il reçoit
- La représentation symbolique d'une photorésistance est :



### ❖ La caractéristique de la photorésistance



- Éclairement faible  $R = 8K\Omega$
- Éclairement moyen  $R = 2K\Omega$
- Éclairement intense  $R = 1K\Omega$

# Série d'exercices

## Exercice 1

- ① Répondre par vrai ou faux
  - La lampe est un dipôle passif car sa caractéristique est linéaire .
  - La caractéristique d'une LED est similaire à celle d'une diode normale.
  - La diode Zener ne laisse passer le courant électrique que dans le sens direct.
  - À une température constante, la CTN se comporte comme un résistor de résistance R
  - La caractéristique d'une photorésistance est similaire à celle d'un conducteur ohmique de résistance R lorsqu'elle est exposée à une l'intensité de la lumineuse constante.

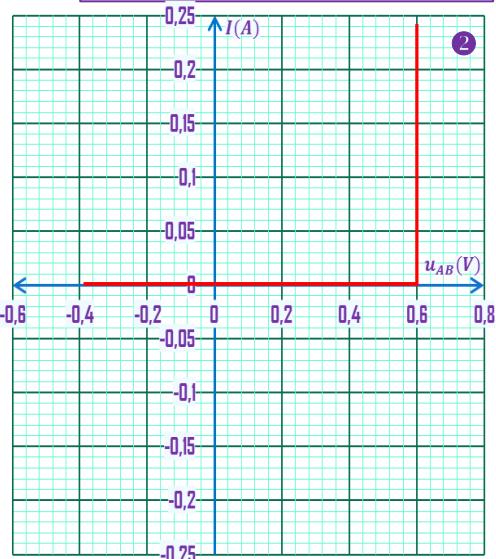
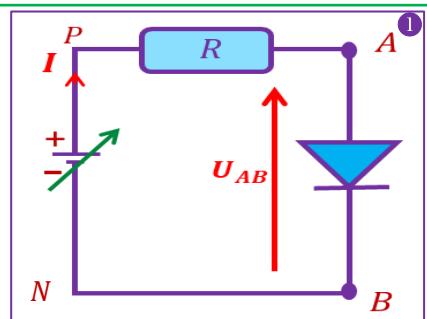
## Exercice 2

On considère le montage électrique schématisé dans la figure ① qui comporte

- Un conducteur de résistance  $R$
- Une diode normale
- Un générateur électrique de tension réglable .

La courbe de la figure ② représente la caractéristique de la diode.

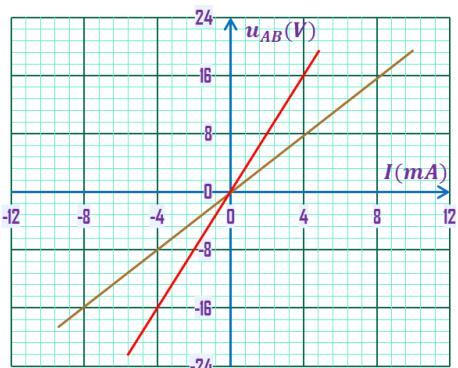
- ① En exploitant la courbe de la figure ② déterminer la tension de seuil de la diode.
- ② On fixe la tension du générateur à la valeur:  $u_{PN} = 5,5V$ 
  - a - Représenter sur le schéma de la figure ① les tensions  $u_{AB}$ ,  $u_{PA}$  et  $u_{PN}$
  - b - Quelle est la valeur de la tension  $u_{AB}$
  - c - Par application de la loi d'additivité des tensions, déterminer la valeur de l'intensité du courant traversant le circuit.
- ③ On fixe la tension du générateur à la valeur:  $u_{PN} = 0,5V$ 
  - a - Quelle est la valeur de l'intensité du courant qui traverse le circuit ? Justifier la réponse.
  - b - Déterminer les valeurs des tensions  $u_{PA}$ ,  $u_{AB}$



## Exercice 3

La courbe ci-contre représente la caractéristique d'une thermistance (CTP) à deux température  $T_1$  et  $T_2$  différentes.

- ① Décrire la caractéristique de la (CTP) ?
- ② Déterminer la valeur de la (CTP) pour les deux températures
- ③ Comparer les deux températures  $T_1$  et  $T_2$  .Justifier la réponse









## Situation-problème

**La pile électrochimique est un dipôle actif qui fournit de l'électricité au circuit électrique .**



**Qu'est-ce qu'un dipôle actif ?**



**Quel est le montage électrique qui permet de tracer la caractéristique (tension- courant ) d'un dipôle actif ?**

## Objectifs



**Définir le dipôle actif.**



**Connaître le montage électrique permettant de tracer la caractéristique d'un dipôle actif.**



**Tracer et décrire la caractéristique d'un générateur électrique linéaire.**



**Tracer et décrire la caractéristique d'un récepteur électrique linéaire.**



**Connaître la loi d'Ohm d'un générateur linéaire.**



**Connaître la loi d'Ohm d'un récepteur linéaire.**



**Définir le point de fonction d'un circuit électrique contenant un générateur linéaire et un récepteur linéaire .**



**Définir la loi de Pouillet et savoir l'appliquer pour déterminer l'intensité du courant circulant dans un circuit.**

# I Caractéristique d'un dipôle actif

## ① Définition

## ② La convention d'un générateur

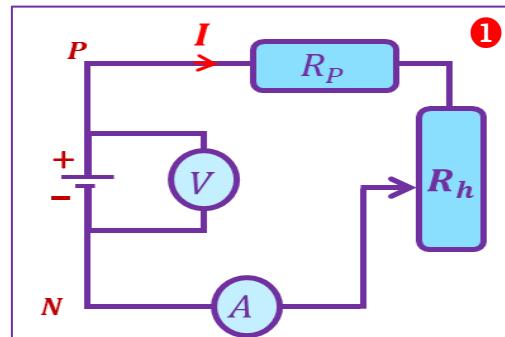


## ③ La caractéristique d'un générateur linéaire

### ❖ Activité

On réalise le montage électrique de la figure ① qui comporte

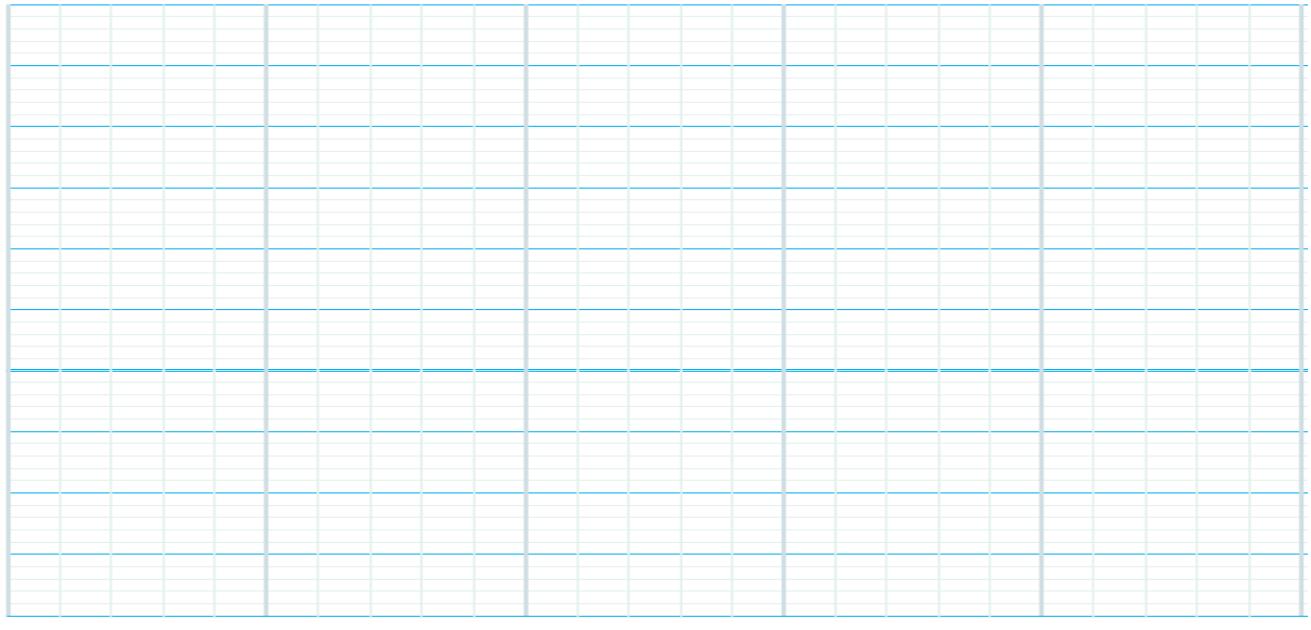
- Une pile
- Un rhéostat.
- Une résistance de protection
- Un interrupteur **K**
- Un ampèremètre.
- Un voltmètre.



On fait varier la résistance du rhéostat et à chaque fois on mesure la tension  $U_{PN}$  et l'intensité du courant  $I$  qui traverse le circuit. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la figure ② qui représente la caractéristique :  $U_{PN} = f(I)$  de la pile.

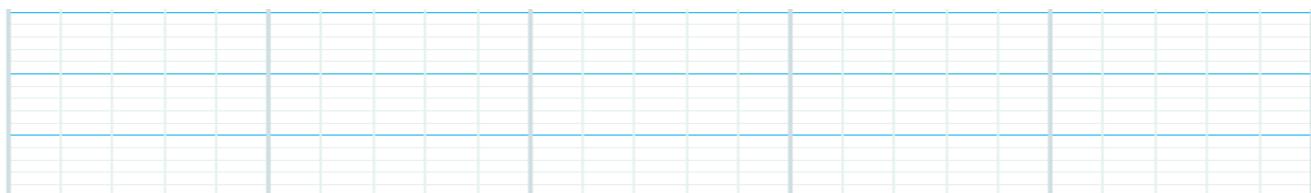
- ① Décrire la caractéristique de la pile .
- ② La caractéristique  $U_{PN} = f(I)$  s'écrit sous la forme suivante :  $U_{PN} = E - r \cdot I$  . Déterminer la valeur de  $E$  et celle de  $r$





### ❖ Conclusion « Loi d'Ohm d'un générateur linéaire »

## ❖ Remarque



## ❖ Application

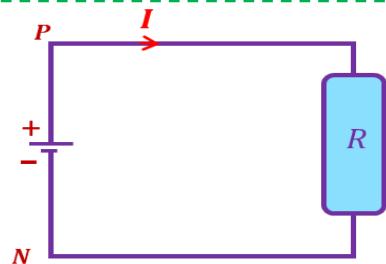
Une pile de f.é.m  $E = 12 \text{ V}$  et de résistance interne

$r = 20 \Omega$  est montée en série avec un conducteur

ohmique de résistance  $R = 150 \Omega$ .

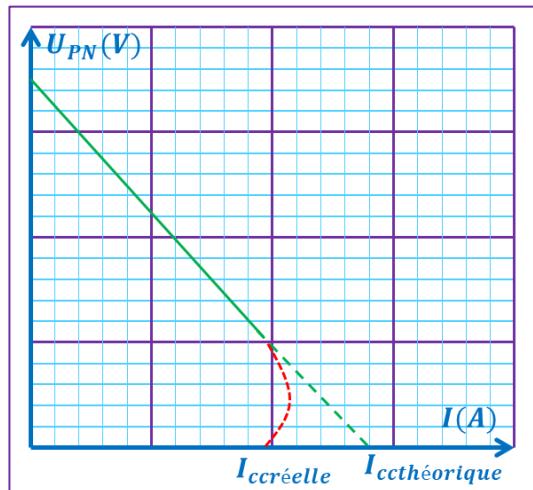
① Détermine l'intensité du courant électrique dans le circuit.

② Détermine la tension électrique aux bornes de la pile.

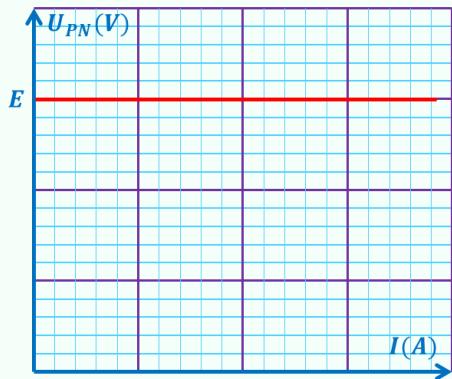


## ④ L'intensité du court-circuit

### ❖ Remarque

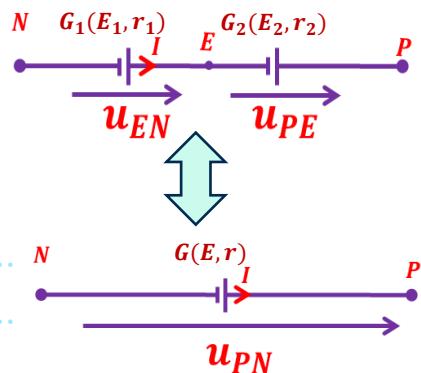


## ⑤ Le générateur idéal de tension



## ⑥ Association en série de deux générateurs

- On associe en série deux générateurs électriques  $G_1(E_1, r_1)$  et  $G_2(E_2, r_2)$ . Soit  $G(E, r)$  est le générateur équivalent .
- D'après la loi d'additivité des tensions on a :



## II Caractéristique d'un récepteur linéaire

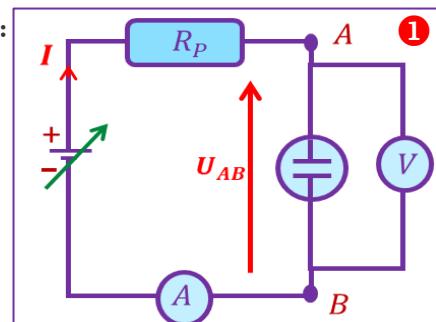
### ① Définition

## ② Caractéristique d'un récepteur linéaire

## ❖ Activité

On réalise le montage électrique de la figure ① qui comporte

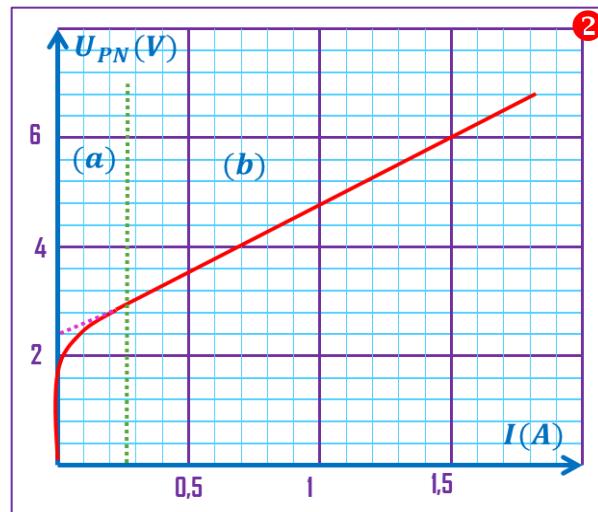
- Générateur électrique de tension réglable
  - Électrolyseur contenant une solution ionique .
  - Interrupteur **K**
  - Ampèremètre.
  - Voltmètre.



On fait varier la tension  $U_{PN}$  aux bornes du générateur, et à chaque fois en mesure la tension  $U_{AB}$  aux bornes de l'électrolyseur et l'intensité du courant  $I$  qui traverse le circuit. Les résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la figure ② qui représente :

$U_{AB} = f(I)$  de l'électrolyseur.

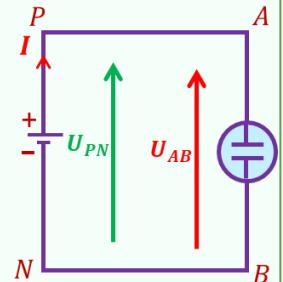
- ① Décrire la caractéristique de l'électrolyseur.
  - ② Dans la zone (**b**) de la caractéristique



## ❖ Conclusion

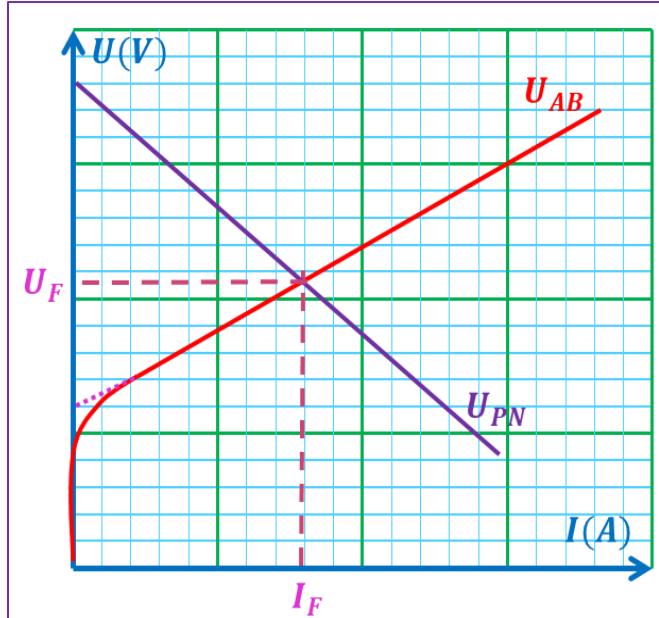
### ③ Point de fonctionnement d'un circuit électrique

#### ❖ Définition



#### ❖ Détermination analytique du point du fonctionnement

## ❖ Détermination graphique du pit de fonctionnement

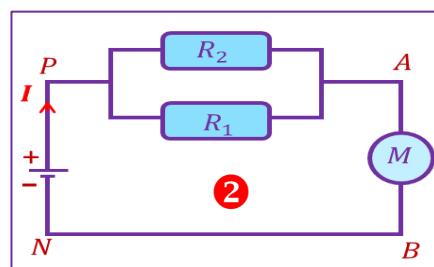
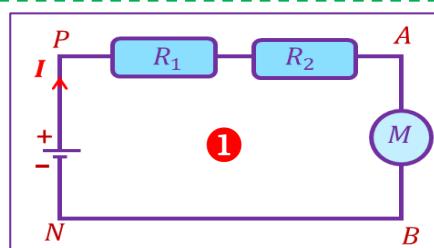


## ④ Loi de Pouillet

### ❖ Application

On considère les deux montages électriques qui comportent:

- Générateur électrique de tension ( $E = 24V; r = 8\Omega$ )
  - Moteur électrique ( $E' = 14V; r' = 6\Omega$ )
  - Deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1 = 20\Omega$  et  $R_2 = 25\Omega$
- ① Par application de la loi de Pouillet trouver l'expression de l'intensité du courant en fonction de  $E$ ,  $E'$ ,  $r$ ,  $r'$ ,  $R_1$  et  $R_2$  pour chacun des deux montages puis calculer sa valeur.



## ❖ Application

# Série d'exercices

## Exercice 1

- ① Répondre par vrai ou faux
- ② La caractéristique d'un dipôle actif est symétrique.
- ③ La caractéristique de l'électrolyseur passe par l'origine .
- ④ La force électromotrice d'un dipôle actif correspond à la tension à ses bornes en circuit ouvert.
- ⑤ La tension aux bornes d'un dipôle actif est nulle en circuit ouvert .
- ⑥ Le point de fonctionnement d'un circuit est le point d'intersection de la caractéristique du générateur et celle du dipôle branché sur ce générateur.

## Exercice 2

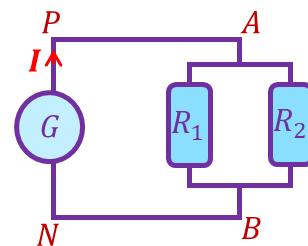
On considère le montage électrique ci-contre qui comporte :

Un générateur électrique  $G(E = 30V; r = 12\Omega)$

Deux conducteurs ohmiques de résistance  $R_1 = 32\Omega$  et  $R_2$

Le générateur débite un courant d'intensité  $I = 0,33A$

- ① Calculer la tension  $u_{PN}$  aux bornes du générateur .
- ② Calculer la tension  $u_{AB}$  aux bornes des deux conducteurs ohmiques
- ③ Calculer l'intensité du courant traversant le conducteur  $R_1$
- ④ Calculer la valeur de la résistance  $R_2$  .

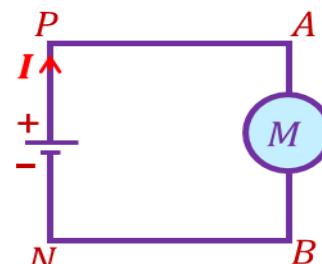


## Exercice 3

On branche aux bornes d'une pile ( $E = 4,5V; r = 3\Omega$ ) , un moteur électrique ( $E'; r' = 2\Omega$ )

Lors de fonctionnement de ce circuit, la pile débite un courant d'intensité  $I = 0,18A$

- ① Calculer la tension  $u_{PN}$  aux bornes du générateur .
- ② Calculer la tension  $u_{AB}$  aux bornes du moteur électrique.
- ③ Déduire la valeur de la force contre-électromotrice du moteur électrique.

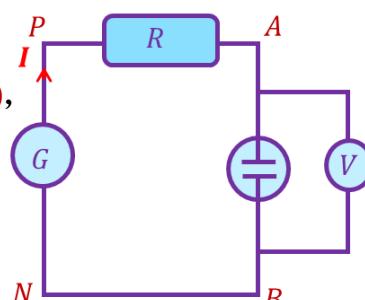


## Exercice 4

On réalise le montage électrique ci-contre qui compose d'une générateur électrique ( $E; r$ ), un électrolyseur ( $E' = 10,7V; r' = 9\Omega$ ), un conducteur ohmique de résistance  $R = 17\Omega$  et un voltmètre la

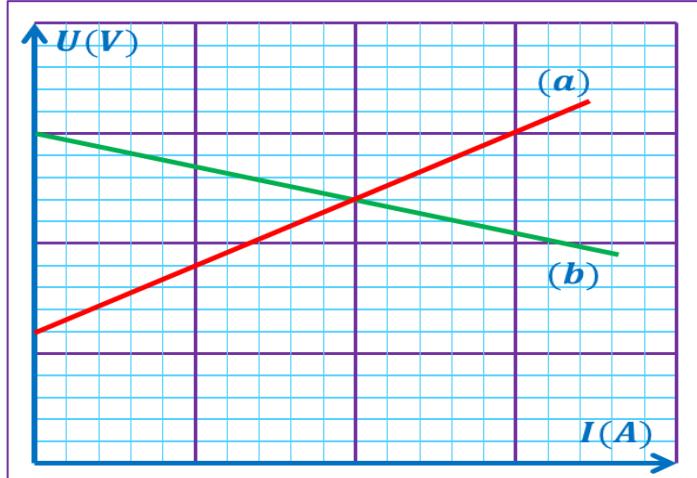
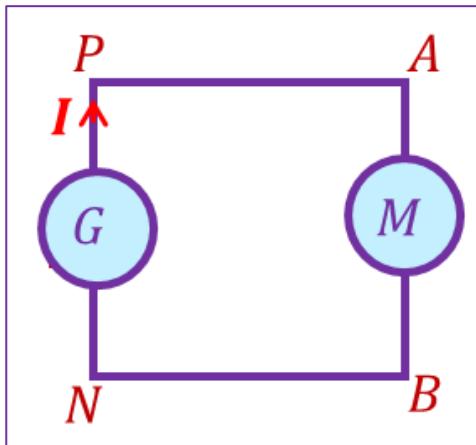
valeur  $u_{AB} = 16,3V$

- ① Calculer l'intensité du courant circulant dans le circuit .
- ② Calculer la tension  $u_{PA}$  aux bornes du conducteur ohmique .
- ③ Calculer la tension  $u_{PN}$  aux bornes du générateur .
- ④ Calculer la valeur de la force électromotrice du générateur sachant que sa résistance interne est :  $r = 11\Omega$



## Exercice 5

On branche aux bornes d'un générateur électrique ( $E; r$ ), un moteur électrique ( $E'; r'$ )  
La courbe ci-contre représente la caractéristique tension-courant du générateur et celle du moteur électrique.

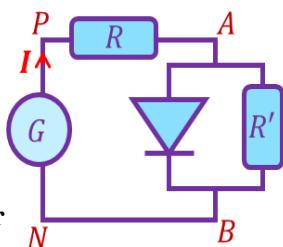


- ① Identifier les deux courbes (a) et (b).
- ② Déterminer l'intensité du courant circulant dans le circuit.
- ③ Déterminer la tension  $u_{PN}$  aux bornes du générateur.
- ④ Déduire la valeur de la force électromotrice du générateur et celle de sa résistance interne .
- ⑤ Déterminer la valeur de la force contre- électromotrice du moteur et celle de sa résistance interne

## Exercice 6

Le montage de la figure ci-contre se comporte d'un générateur ( $E = 14V; r = 9\Omega$ ), une diode normale de tension de seuil  $U_s = 0,6V$  et deux conducteurs ohmiques de résistances  $R = 22\Omega$  et  $R' = 18\Omega$

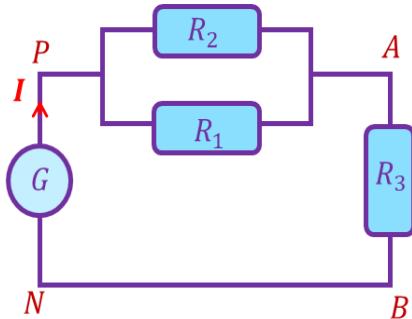
- ① Calculer l'intensité du courant qui traverse le circuit.
- ② Calculer l'intensité du courant qui travers le conducteur ohmique  $R'$
- ③ Calculer l'intensité du courant qui traverse la diode.
- ④ On inverse la diode. Calculer la nouvelle intensité qui traverse le circuit et déduire la valeur de la tension  $u_{PN}$  aux bornes du générateur



## Exercice 7

Le montage de la figure ci-contre se comporte d'un générateur ( $E = 24V; r = 12\Omega$ ), et trois conducteurs ohmiques de résistances  $R_1 = 30\Omega$ ,  $R_2 = 40\Omega$  et  $R_3 = 10\Omega$

- ① Calculer la résistance équivalente des trois conducteurs ohmiques .
- ② Calculer l'intensité du courant fournie par le générateur.
- ③ Calculer l'intensité du courant circulant dans chaque branche.

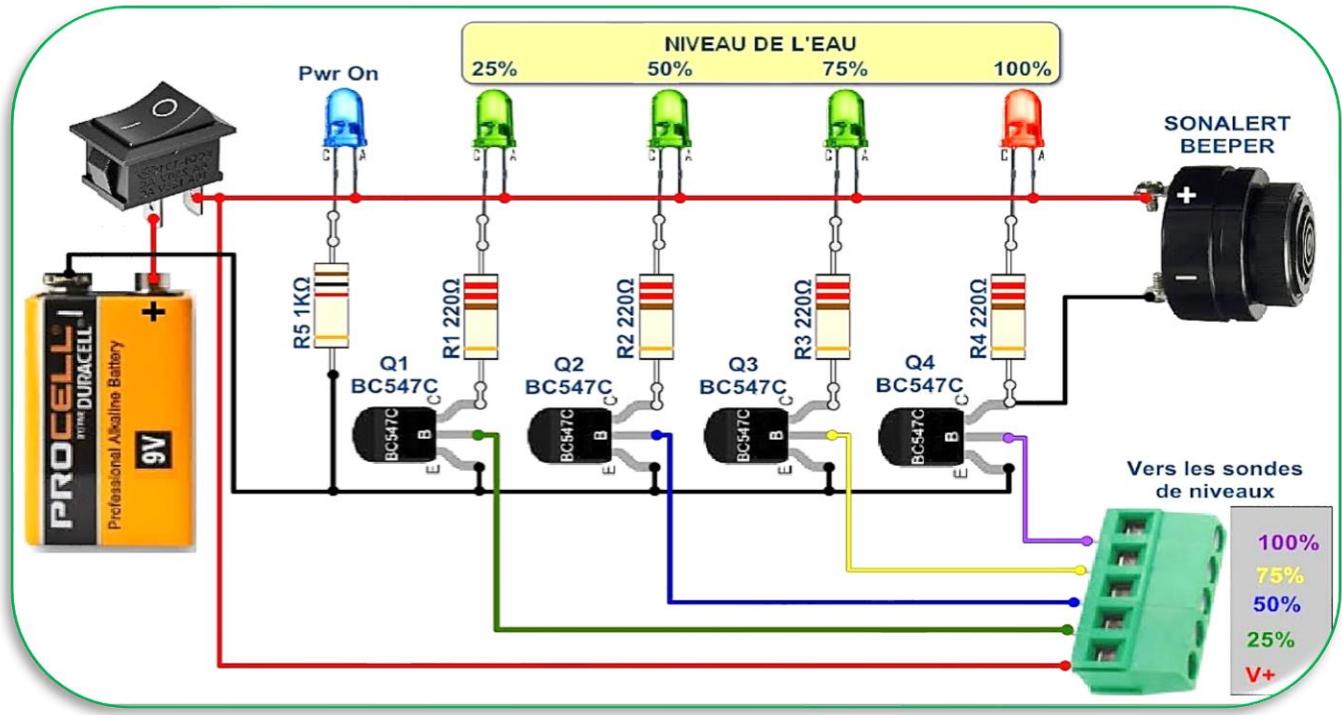








# Le transistor



## Situation-problème

Le détecteur de niveau d'eau est un montage électronique comportant des composants électroniques appelés transistors

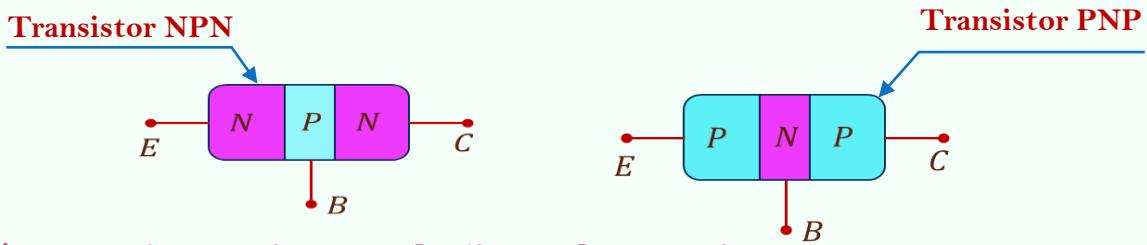
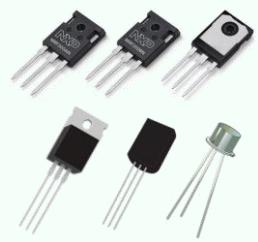
- 💡 Qu'est-ce qu'un transistor ?
- 💡 Quel le principe de fonctionnement d'un transistor dans un circuit électronique ?
- 💡 Quelles sont les applications des transistors ?

## Objectifs

- 💡 Connaître le transistor et ses composants.
- 💡 Connaître les régimes de fonctionnement d'un transistor.
- 💡 Connaître quelques applications du transistor dans la vie quotidienne.

# I Le transistor

## ① Définition

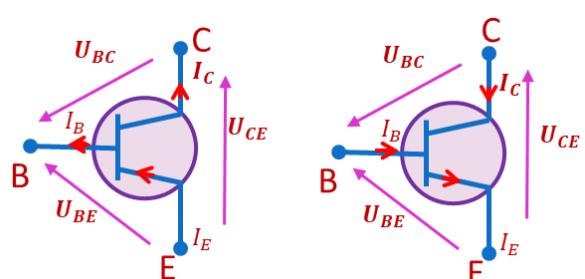


### ❖ Représentation symbolique du transistor



## ② Loi de nœud et loi de maille pour un transistor

Le transistor est une maille de tension et un nœud de courant:

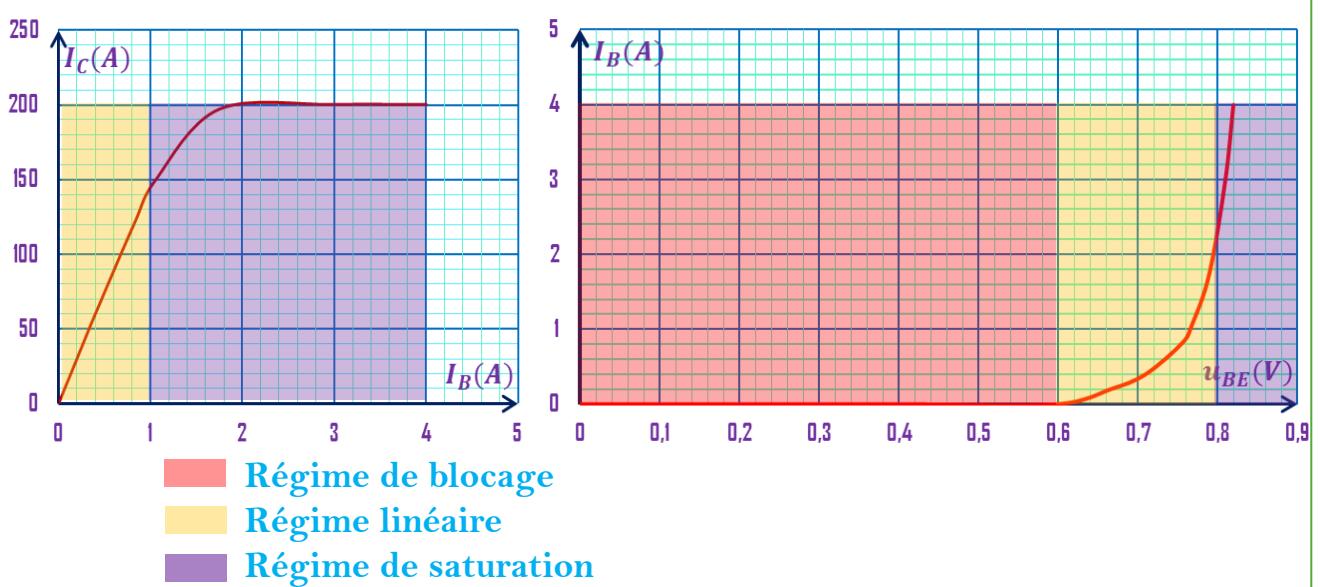


Transistor PNP

Transistor NPN

### ③ Régimes de fonctionnement du transistor

Selon la valeur de la tension  $U_{BE}$  on distingue trois régimes de fonctionnement du transistor :



## ❖ Application

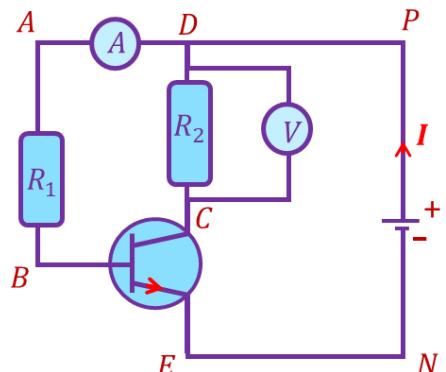
On considère le montage électrique de la figure ci-dessous qui comporte:

- Un générateur de tension de f.é.m.  $E = 12V$  et de résistance négligeable .
- Un transistor NPN de coefficient d'amplification  $\beta = 120$
- Un conducteur ohmique de résistance  $R_1 = 12,55\Omega$  et autre de résistance  $R_2$
- Un voltmètre numérique .
- Un ampèremètre numérique.

Lors du fonctionnement du circuit le voltmètre indique

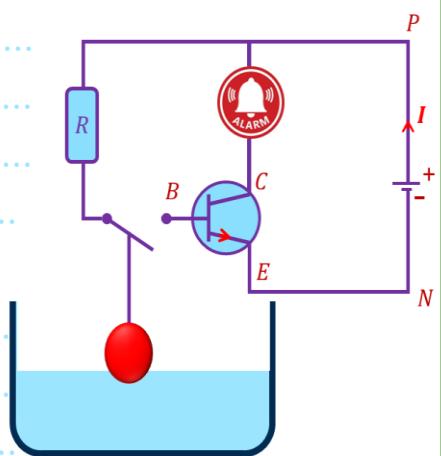
la valeur  $U_2 = 9,7V$  et l'ampèremètre indique  $I_1 = 0,9A$

- ① Calculer la tension  $U_1$  .
- ② Par application de la loi d'additivité des tensions, calculer la tension  $U_{BE}$  et déduire le régime de fonctionnement du transistor et déduire la valeur de la résistance  $R_2$ .
- ③ Calculer l'intensité du courant traversant le collecteur.
- ④ Calculer la tension  $U_{CE}$  et déduire la tension  $U_{BC}$  .

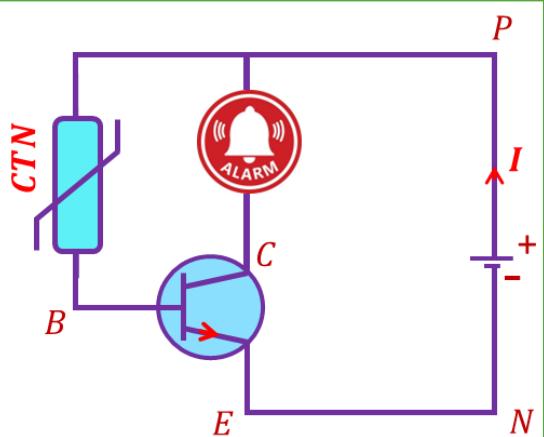


## II Quelques circuits électroniques contenant un transistor

### ① DéTECTEUR du niveau d'un liquide



### ② DéTECTEUR de chaleur



## Exercice 1

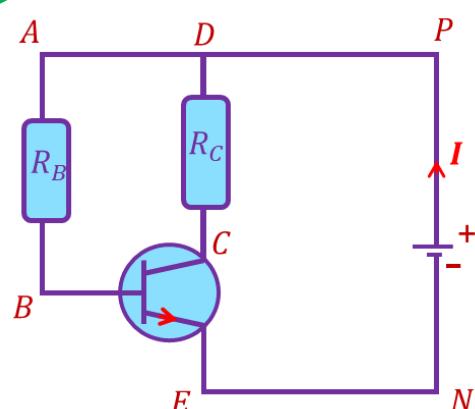
- ① Répondre par vrai ou faux
- Les trois pôles du transistor sont identiques .
- Le transistor se fonctionne en régime linéaire lorsque  $U_{BE} < U_S$
- En régime de saturation, l'intensité du courant traversant le conducteur est indépendante de celle traversant la base.
- Les intensités du courant traversant le transistor sont soumises la loi de nœuds .
- En régime de saturation on a :  $U_{BE} = U_{BC}$

## Exercice 2

On considère le montage électrique schématisé dans la figure ci-contre et qui comporte

- Un transistor.
- Un conducteur de résistance  $R_B = 4,45K\Omega$
- Un conducteur de résistance  $R_C = 100\Omega$
- Un générateur de f.e.m.  $E = 6V$  et de résistance négligeable.

Lors du fonctionnement de ce circuit, la tension électrique entre la base et l'émetteur prend la valeur :  $U_{BE} = 0,9V$



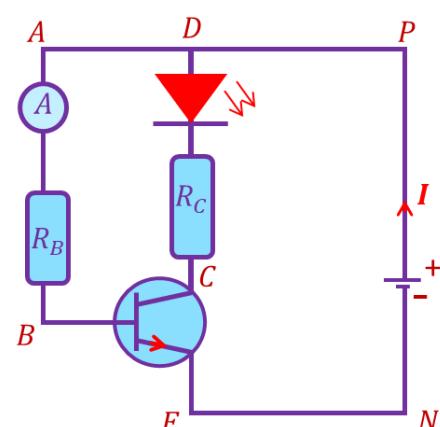
- ① Quel est le régime de fonctionnement de ce transistor? Justifier votre réponse.
- ② Quelle est la valeur de la tension  $U_{BC}$  ?
- ③ Calculer l'intensité du courant traversant le collecteur  $C$ .
- ④ Calculer l'intensité du courant traversant la base  $B$ .

## Exercice 3

On considère le montage électrique schématisé dans la figure ci-contre et qui comporte

- Un transistor de coefficient d'amplification  $\beta = 80$
- Un conducteur de résistance  $R_B = 4,45K\Omega$
- Un conducteur de résistance  $R_C = 135\Omega$
- Un générateur de tension  $U_{PN} = 10V$  et de résistance négligeable.
- Une LED de tension de seuil  $U_s = 1,6V$
- Un ampèremètre

Lors du fonctionnement de ce circuit, l'ampèremètre indique la valeur  $I_B = 0,5A$



- ① Calcule la tension  $U_{BE}$  et déduire le régime de fonctionnement de ce transistor.
- ② Calculer l'intensité du courant qui traverse le collecteur.
- ③ Calculer la tension  $U_{CB}$  .
- ④ Calculer l'intensité du courant fournie par le générateur.
- ⑤ Calculer la résistance interne du générateur sachant que sa force électromotrice est:  $E = 12V$





## PARTIE III : Chimie

5

Géométrie de quelques molécules

6

Classification périodique des éléments chimiques

7

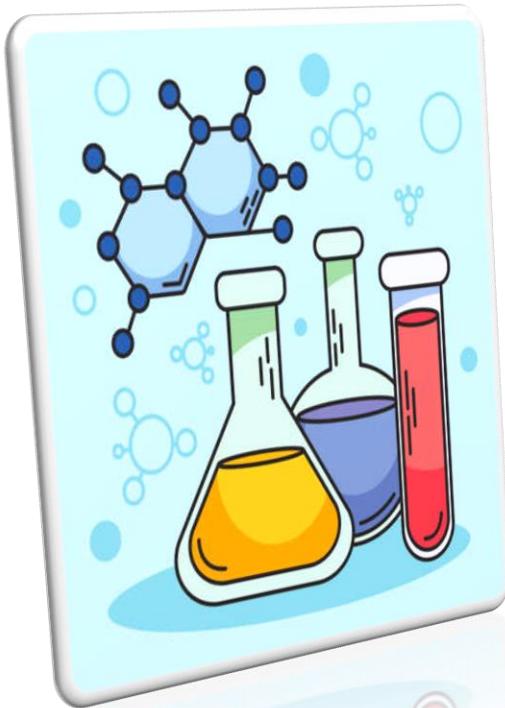
La mole: unité de la quantité de matière

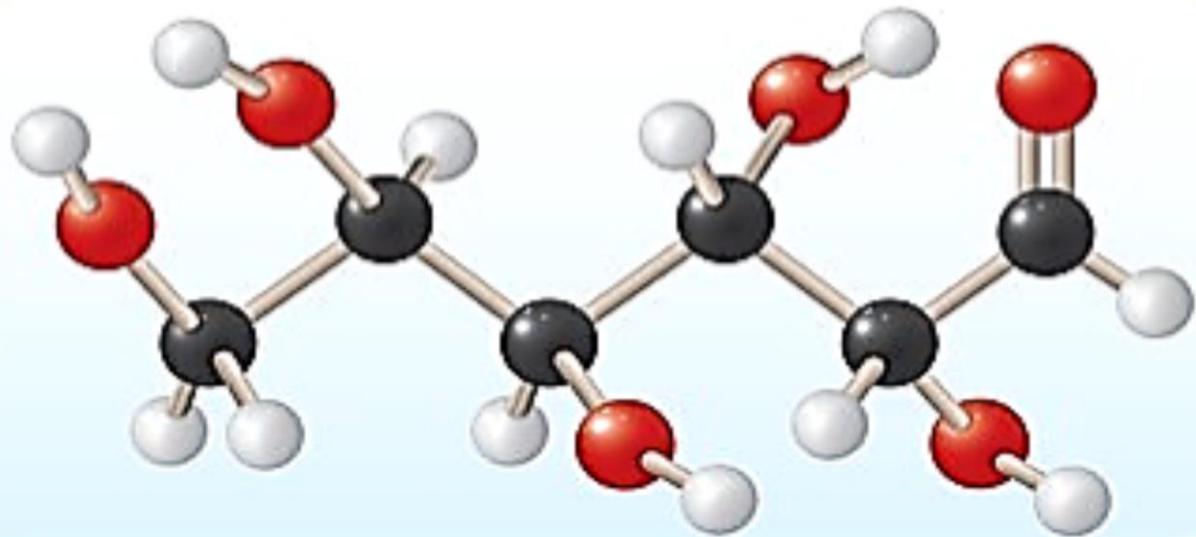
8

La concentration molaire

9

Réactions chimiques- bilan de la quantité de matière





## Situation-problème

La molécule de glucose contient six atomes de carbone, six atomes d'oxygène et douze atomes d'hydrogène.

- 💡 Qu'est-ce qu'une molécule?
- 💡 Pourquoi les atomes interviennent-ils dans la formation des molécules ?

## Objectifs

- 💡 Savoir que les atomes stables (gaz rares) ne contribuent pas à la formation de molécules et ne produisent pas d'ions.
- 💡 Définir la règle du duet et la règle de l'octet et savoir l'exploiter pour déterminer le nombre de liaisons formées par un atome, ainsi que la formule de l'ion issu de cet atome.
- 💡 Savoir établir la représentation de Lewis de quelques atomes.
- 💡 Connaître la géométrie de quelques molécules dans l'espace.
- 💡 Savoir établir la représentation de Cram de quelques molécules.
- 💡 Connaître la notion d'isomérie.

# I La règle du duet et la règle de l'octet

## ① Stabilité et instabilité des atomes

### ❖ Activité

Le tableau suivant donne quelques atomes et leurs ions résultants

Atome	Numéro atomique	Répartition électronique de l'atome	L'ion résultant de l'atome	Répartition électronique de l'ion
Cl	17		$Cl^-$	
Ar	18		-----	-----
O	8		$O^{2-}$	
Ne	10		-----	-----
Li	3		$Na^+$	
He	2		-----	-----

- ① Compléter le tableau ci-dessous .
- ② Quelles sont les propriétés communes entre les atomes **Ar** , **He** et **Ne** ? Ces atomes contribuent-ils à la formation de molécules ?
- ③ Quelles sont les propriétés communes entre les atomes **Cl**, **Li** et **O** ? Ces atomes contribuent-ils à la formation de molécules ?

## ❖ Conclusion

## ② La règle du duet et la règle de l'octet

### ③ Application sur les ions monoatomiques

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

#### ❖ Application

- ① Compléter le tableau suivant en déterminant la formule chimique de l'ion issu de chaque atome .

Atome	Numéro atomique	Répartition électronique de l'atome	L'ion résultant de l'atome	Répartition électronique de l'ion
Al	13			
F	9			
S	16			
B	5			
Be	4			
Mg	15			

## II Les molécules

- ① Définition

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

#### ❖ Exemples:

## ② La liaison covalente

### ③ La représentation de Lewis

## ❖ Application

① Compléter le tableau suivant .

Molécule	<i>HCl</i>	<i>NH</i> <sub>3</sub>	<i>CH</i> <sub>4</sub>	<i>CO</i> <sub>2</sub>
Répartition électronique de l'atome				
$n_T$				
$n_d = \frac{n_T}{2}$				
$n_L$				
$n'_d = \frac{p - n_L}{2}$				
La représentation de Lewis				

## III

## Notion d'isomérie

① Les formules d'une molécule

## ❖ Application

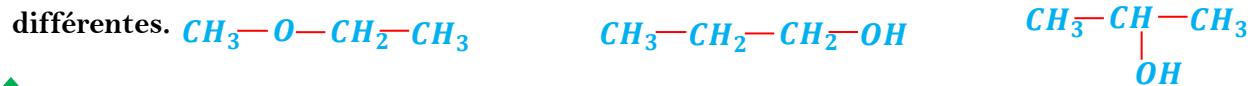
① Compléter le tableau suivant en déterminant les formules chimiques de chaque molécule.

Molécule	Formule brute	Formule semi-développée	Formule développée
Éthane	$C_2H_6$		
Ethanol	$C_2H_5O$		
Monochloroéthane	$C_2H_6Cl$		

② Les formules d'une molécule

## ❖ Exemple

Les trois molécules suivantes ont la même formule chimique :  $C_3H_8O$  mais elles sont différentes.



## IV Géométrie de quelques molécules

① Géométrie spatiale des molécules

❖ Exemples : Le tableau ci-dessous donne la géométrie et le modèle moléculaire de quelques molécules

Molécule	Géométrie	Forme	Modèle moléculaire
$CH_4$		Molécule tétraédrique	
$NH_3$		Molécule pyramidale	
$H_2O$		Molécule plane coudée	
$CO_2$	$O=C=O$	Molécule linéaire	

## ② La représentation de Cram

---



---



---



---



---



---

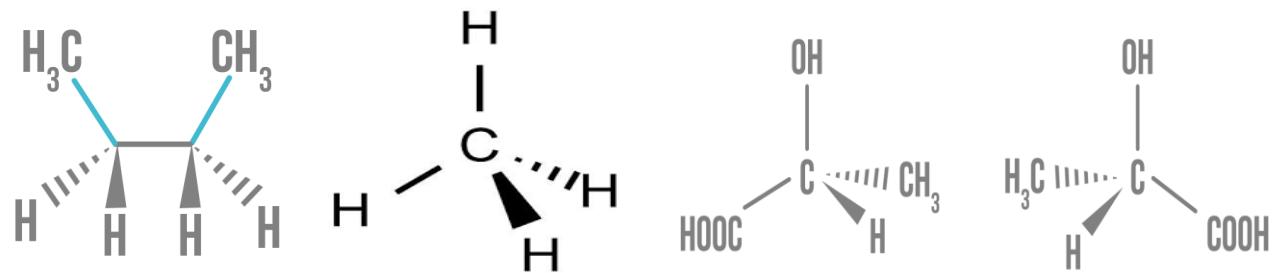


---



---

❖ Exemples : La représentation de quelques molécules selon le modèle de Cram



## Série d'exercices

### Exercice 1

① Répondre par vrai ou faux

- Un atome instable si sa couche externe est saturée.
- Les gaz rares sont des molécules stables.
- Le cation monoatomique est un atome qui a perdu un ou plusieurs électrons.
- La représentation de Lewis d'une molécule fait apparaître tous les doublets liant et non liant de cette molécule.
- La forme géométrie de la molécule dans l'espace n'est pas liée aux doublets non liants de ses atomes.
- Les isomères sont des molécules qui ont des propriétés chimiques et physiques différentes même si elles ont la même formule globale.
- La représentation de Cram permet d'imaginer la forme géométrique de la molécule dans l'espace.
- L'atome de sodium de  $Z = 11$  respecte la règle de l'octet donc il libère un électron pour obtenir la représentation électronique du Néon .
- L'atome de carbone de  $Z = 6$  possède quatre doublets non liants .
- L'atome de carbone de  $Z = 0$  possède deux doublets non liants .

### Exercice 2

Le numéro atomique de l'atome de chlore  $Cl$  est :  $Z = 17$

- ① Donner la représentation électronique de cet atome.
- ② Donner le nombre d'électrons d'équivalence de cet atome.
- ③ Donner le nombre de liaison possible de cet atome.
- ④ Donner le nombre de doublet non liants de cet atome
- ⑤ Donner la représentation électronique de l'ion de chlorure  $Cl^-$
- ⑥ Lequel le plus stable l'atome de chlore ou l'ion de chlorure ? Justifier la réponse.

# Série d'exercices

## Exercice 3

① Compléter le tableau suivant :

Atome	La règle respectée	Répartition électronique de l'atome	L'ion résultant de l'atome	Répartition électronique de l'ion
<i>Na</i> : 11				
<i>O</i> : 8				
<i>Li</i> : 3				
<i>B</i> : 5				

## Exercice 2

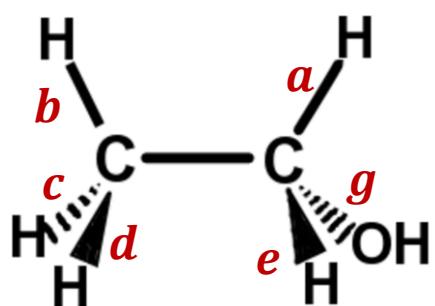
La molécule de difluor *F*<sub>2</sub> contient deux atomes de fluor *F* de numéro atomique est : *Z* = 9

- 1 Déterminer la structure électronique de l'atome de fluor.
- 2 Déterminer le nombre d'électrons d'équivalence de l'atome de fluor.
- 3 Déterminer le nombre de liaison de l'atome de fluor.
- 4 Déterminer le nombre de doublet non liants de l'atome de fluor.
- 5 Déterminer le nombre total de doublets
- 6 Etablir la représentation de Lewis de la molécule de difluor.

## Exercice 3

On considère la représentation moléculaire suivante :

- 1 Quel est le nom de ce modèle ? Quelle est son importance ?
- 2 Pour cette molécule déterminer les liaisons qui se trouvent dans le plan , avant le plan et derrière le plan.
- 3 Donner la formule brute de cette molécule.
- 4 Déterminer la formule semi-développée et la formule développée de cette molécule

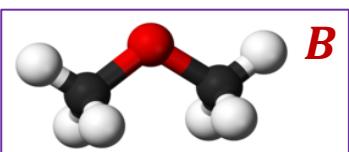
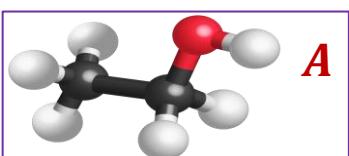


## Exercice 3

On considère les deux molécules *A* et *B* ci-contre:

- La molécule *A* est appelée l'éthanol
- La molécule *B* est appelée le méthoxyméthane

- 1 Déterminer la formule développée et la formule semi-développée Pour chacune de ces deux molécules.
- 2 Déterminer la formule brute de chaque molécule.
- 3 Que peut-on conclure à propos de ces deux molécules ?



# Série d'exercices

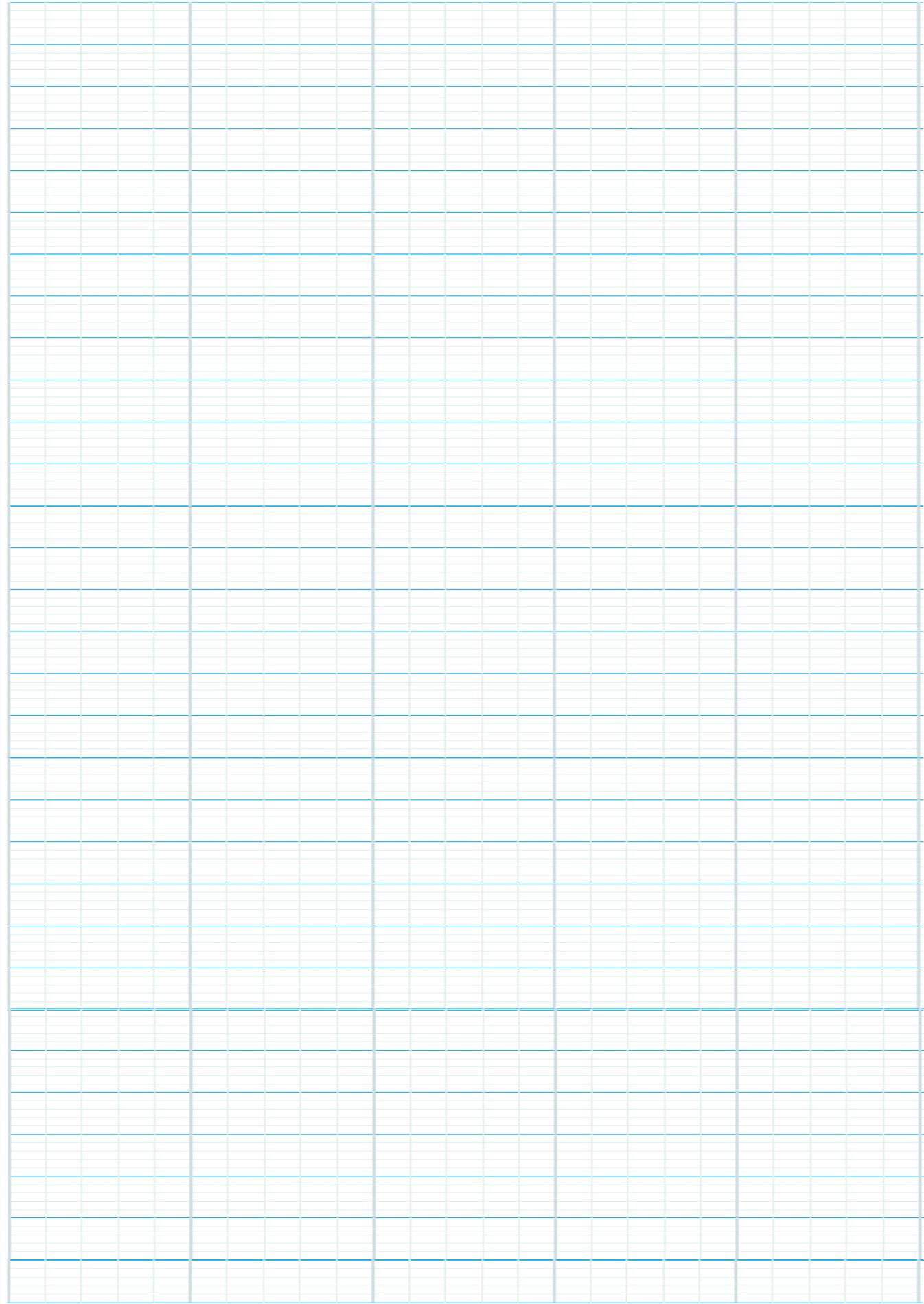
## Exercice 4

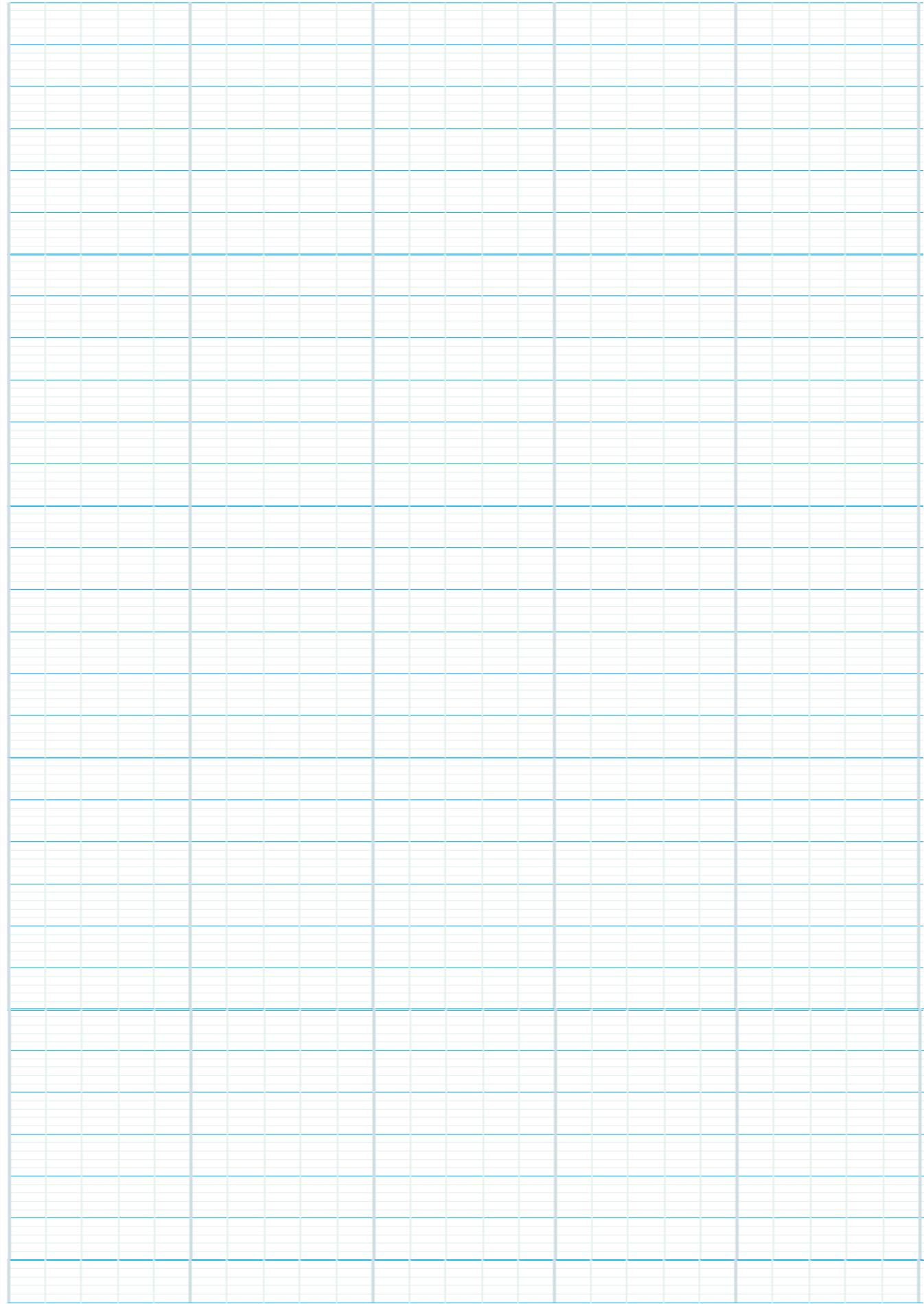
① Compléter le tableau suivant .

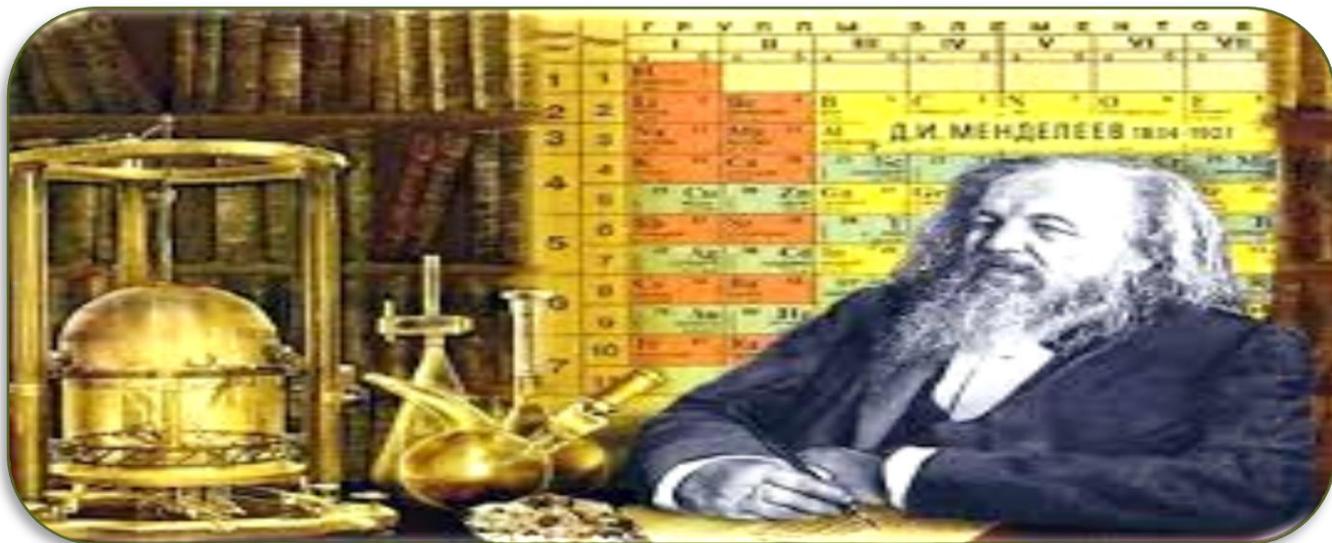
Molécule	$SiS_2$	$C_2H_5$	$Cl_2$	$C_2H_7N$
Répartition électronique de l'atome				
Le nombre total d'électrons de valence $n_T$				
Le nombre de doublets $n_d$				
Le nombre de liaisons $n_L$				
Le nombre de doublets non liants $n'_d$				
La représentation de Lewis				

❖ Données :

Atome	$H$	$C$	$S$	$Si$	$Cl$	$N$
Numéro atomique	1	12	16	14	17	7







## Situation-problème

En 1869, le chimiste russe Dmitri Mendeleïev publiait le fameux tableau périodique des éléments appelé parfois « tableau de Mendeleïev ». Avant d'aboutir à un tel résultat, beaucoup d'autres chimistes ont essayé d'organiser les différents éléments chimiques. Les tentatives se multiplient aux 18<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècles avec des chimistes français comme Antoine Laurent Lavoisier ou Jean-Baptiste Dumas.

- 💡 Sur quels critères Mendeleïev s'est-il appuyé pour organiser les éléments chimiques ?
- 💡 Quels sont les critères actuels de classification des éléments chimiques ?

## Objectifs

- 💡 Connaître les critères de classification périodique de Mendeleïev .
- 💡 Connaître les critères actuels de la classification périodique des éléments chimiques.
- 💡 Savoir identifier la position d'un élément chimique dans le tableau périodique.
- 💡 Connaître les propriétés et les noms de quelques familles des éléments chimiques.

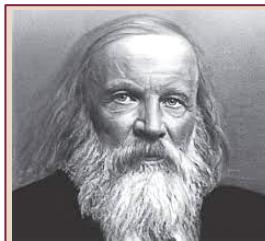
# I Classification périodique des éléments chimiques

## ① Classification de Mendeleïev

### ❖ Activité

Depuis l'antiquité, l'homme a reconnu certains éléments chimiques comme l'Or, l'Argent, le Fer, le cuivre... Mais avec la découverte croissante d'éléments chimiques, surtout aux 17<sup>ème</sup> et 18<sup>ème</sup> siècles, l'organisation de ces éléments selon des critères spécifiques est devenu une nécessité urgente.

Durant cette période, plusieurs tentatives de classifications des éléments chimiques sont apparues, mais elles ont échoué et n'ont pas retenu l'attention des chercheurs. La naissance officielle du tableau périodique des éléments chimiques était en 1869 par le scientifique russe Dimitri Mendeleïev, où il a exposé son premier tableau périodique qui contenait 63 éléments qui étaient connus à l'époque (voir la figure ci-contre).



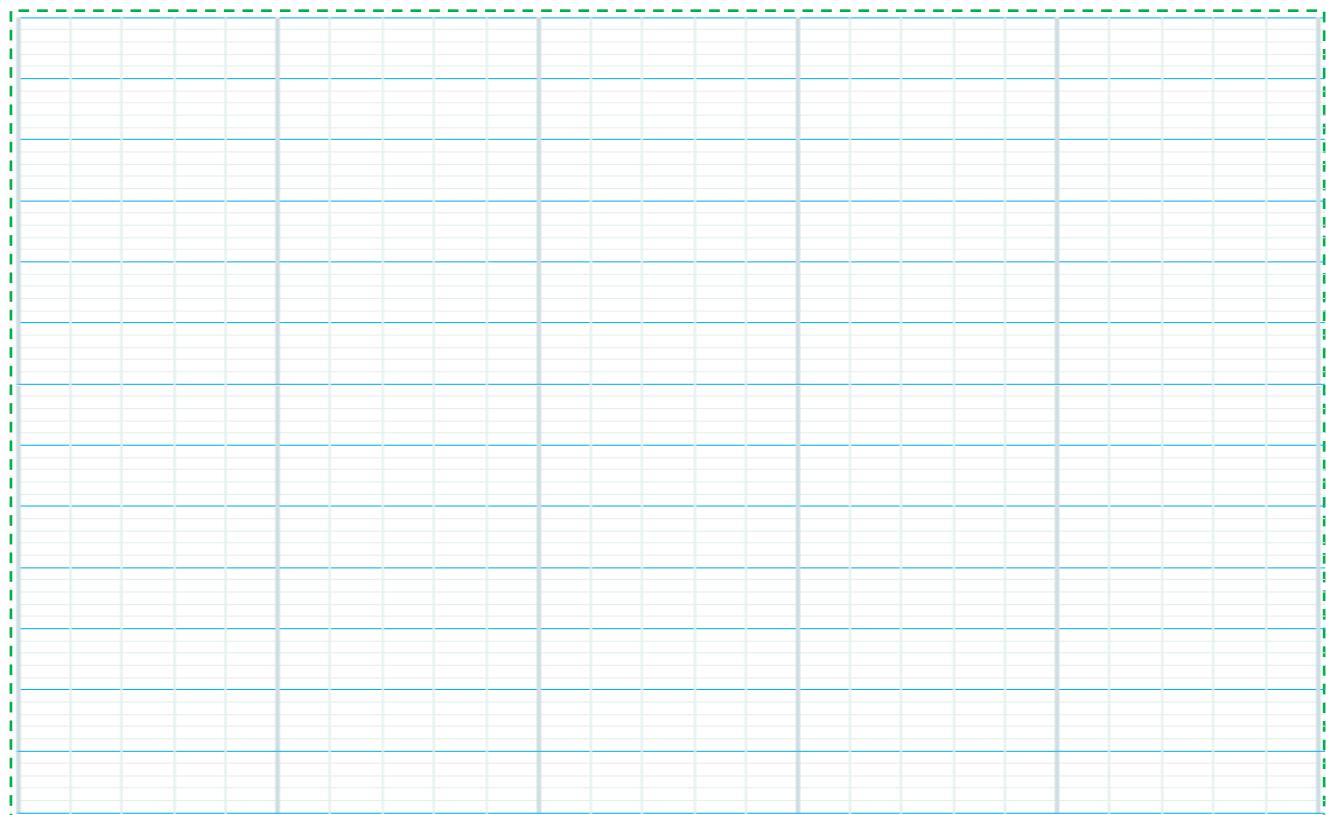
H = 1	Ti = 50	Zr = 90	? = 180
	V = 51	Nb = 94	Ta = 182
	Cr = 52	Mo = 96	W = 186
	Mn = 55	Rh = 104.4	Pt = 197.4
	Fe = 56	Ru = 104.4	Ir = 198
	Ni = Co = 59	Pl = 106.6	Os = 199
	Cu = 63.4	Ag = 108	Hg = 200
Be = 9.4	Zn = 65.2	Cd = 112	
B = 11	Al = 27.4	? = 68	Ur = 116
C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118
N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122
O = 16	S = 32	Se = 79.4	Bi = 210?
F = 19	Cl = 35.5	Br = 80	Te = 128?
Li = 7	Na = 23	K = 39	I = 127
		Rb = 85.4	Ca = 133
		Ca = 40	Sr = 87.6
		? = 45	Ce = 92
		?Er = 56	La = 94
		?Yt = 60	Di = 95
		?In = 75.6	Th = 118?

La classification périodique de Mendeleïev était basée sur deux critères principaux qui sont :

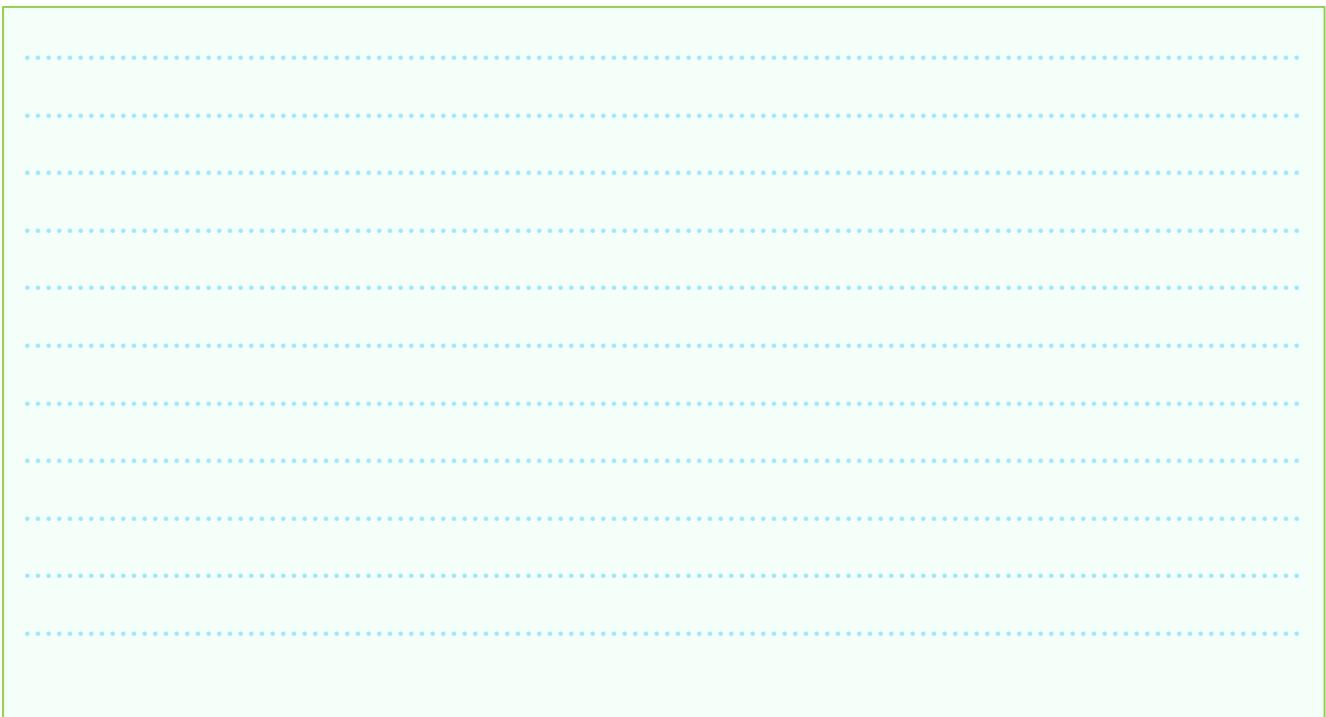
- Les éléments chimiques sont classés par ordre de masse molaire croissante.
- Les éléments chimiques figurant dans la même colonne ont des propriétés chimiques semblables .

Mendeleïev prévoyait l'existence d'éléments chimiques inconnus à l'époque, où il plaçait à ses places un point d'interrogation (?). Ils ont été découverts plus tard, et leurs propriétés étaient identiques à celles déjà prévu par Mendeleïev. Comme le Gallium **Ga** en 1875 et le Germanium **Ge**, découvert en 1886 .

- ① Combien d'éléments le tableau original de Mendeleïev comporte-t-il ?
- ② Quels critères Mendeleïev a-t-il adoptés dans cette classification ?
- ③ Quel est la signification des points d'interrogation (?) que Mendeleïev a mis dans certaines cases?



## ❖ Conclusion



## ② Classification moderne

Le développement scientifique et technologique a conduit à l'identification de la structure de l'atome et à la détermination précise des propriétés chimiques de plusieurs éléments chimiques. Cela a permis aux scientifiques d'arriver à la classification périodique actuel en modifiant le modèle de Mendeleïev.

La classification actuelle des éléments chimique est basée sur les critères suivants:

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENS																									
<b>1</b>	<b>H</b>																								
HYDROGÈNE 1.0079																									
<b>Li</b> LITHIUM 6.941	<b>Be</b> BERYLLIUM 9.0122	<b>Na</b> NÉONIUM 22.990	<b>Mg</b> MAGNÉSIUM 24.305	<b>K</b> KALIUM 39.098	<b>Ca</b> CALCIUM 40.078	<b>Sc</b> SCANDIUM 44.955	<b>Ti</b> TITANE 47.867	<b>V</b> VANADIUM 50.9415	<b>Cr</b> CHROME 51.9961	<b>Mn</b> MANGANESE 54.938	<b>Fe</b> FER 55.845	<b>Co</b> COBALT 58.933	<b>Ni</b> NICKEL 58.6934	<b>Cu</b> CUPRE 63.548	<b>Zn</b> ZINC 65.38	<b>Ga</b> GALLIUM 69.723	<b>B</b> BORE 70.811	<b>C</b> CARBONE 12.011	<b>N</b> AZOTE 14.007	<b>O</b> OXYGÈNE 15.999	<b>F</b> FLUORINE 18.998	<b>Ne</b> NÉON 20.1797			
Non-métaux	Métaux pauvres	Gaz nobles																							
Métaux alcalins	Métalloïdes	Lanthanide																							
Métaux alcalino-terreux	Halogènes	Actinide																							
Métaux de transitions																									
<b>Rb</b> RUBIDIUM 87.62	<b>Sr</b> STRONTIUM 87.62	<b>Y</b> YTTRIUM 88.9028	<b>Zr</b> ZIRCONIUM 91.224	<b>Nb</b> NIOBIUM 92.9033	<b>Mo</b> MOÏBÈNE 95.95	<b>Tc</b> TECHNETIUM (98)	<b>Ru</b> RUTHÉNIUM 101.07	<b>Rh</b> RHÔDIUM 102.90	<b>Pd</b> PALLADIUM 106.42	<b>Ag</b> ARGENT 107.882	<b>Cd</b> CADMIUM 112.414	<b>In</b> INDIUM 114.818	<b>Sn</b> ÉTAIN 118.710	<b>Ge</b> GERMANIUM 118.723	<b>As</b> ARSÈNE 118.921	<b>Se</b> SÉLENIUM 118.931	<b>Br</b> BROMÉNE 119.904	<b>Kr</b> KRYPTON 119.978	<b>I</b> IODINE 126.90	<b>Xe</b> XÉNON 131.291					
<b>Cs</b> CÉDRATE 132.915	<b>Ba</b> BARYUM 137.327	<b>57-71*</b>	<b>Hf</b> HAFNIUM 178.49	<b>Ta</b> TAINTALE 180.54	<b>W</b> TUNGSTÈNE 183.84	<b>Re</b> RHÉNIUM 186.207	<b>Os</b> OSMIUM 190.23	<b>Ir</b> IRIDIUM 192.217	<b>Pt</b> PLATINE 195.084	<b>Au</b> OR 196.96	<b>Hg</b> MERCURE 200.59	<b>Tl</b> THALLIUM 204.36	<b>Pb</b> PLOMB 207.2	<b>Bi</b> BISMUTH 208.98	<b>Po</b> POLONIUM 209.00	<b>At</b> ASTATINE 212.220	<b>Rn</b> RADON 222.0								
<b>Fr</b> FRANCIUM 223.0	<b>Ra</b> RADIUM (226)	<b>89-103**</b>	<b>Rf</b> RUTHEVIUM (267)	<b>Db</b> DURINIUM (268)	<b>105</b> SEABORGIUM (271)	<b>106</b> BOHRIUM (272)	<b>Sg</b> SEABORGIUM (273)	<b>107</b> BHORIUM (273)	<b>Hs</b> HASSIUM (274)	<b>108</b> MITTÉRIUM (274)	<b>Mt</b> DARMSTIDIUM (281)	<b>109</b> RODENSTIUM (280)	<b>Ds</b> COPACIUM (285)	<b>110</b> UNUNTIUM (284)	<b>111</b> RODENSTIUM (285)	<b>Rg</b> UNUNQUATRIUM (285)	<b>112</b> COPACIUM (285)	<b>Cn</b> UNUNQUATRIUM (284)	<b>113</b> UNUNQUATRIUM (285)	<b>114</b> FLEROVIUM (289)	<b>Fl</b> UNUNQUATRIUM (289)	<b>115</b> LIVERMORENIUM (293)	<b>116</b> LIVERMORENIUM (293)	<b>117</b> UNUNQUATRIUM (293)	<b>118</b> UNUNQUATRIUM (293)
* <b>La</b> LANTHANE 138.90	<b>Ce</b> CÉRIUM 140.16	<b>Pr</b> PRASÉODYME 140.90	<b>Nd</b> NÉODYME 144.42	<b>Pm</b> PROMÉTHIUM (145)	<b>Sm</b> SAMARIUM 150.36	<b>Eu</b> EUROPIUM 151.964	<b>Gd</b> GADOLINIUM 157.25	<b>Tb</b> TERBIUM 158.82	<b>Dy</b> DYPROSIMUM 162.500	<b>Ho</b> HOLMIUM 164.93	<b>Er</b> ERBIUM 167.259	<b>Tm</b> THULIUM 168.93	<b>Yb</b> YTTERBIUM 173.054	<b>Lu</b> LUTÉCIUM 174.968											
** <b>Ac</b> ACTINIUM (227)	<b>Th</b> THORIUM (232)	<b>Pa</b> PROTACINIUM (231)	<b>U</b> URANIUM (238)	<b>Np</b> NEPTUNIUM (237)	<b>Pu</b> PLUTONIUM (240)	<b>Am</b> AMERICIUM (243)	<b>Cm</b> CURIUM (247)	<b>Bk</b> BERKELEIUM (247)	<b>Cf</b> CALIFORNIUM (251)	<b>Uut</b> EINSTEINIUM (253)	<b>Es</b> FERMIUM (253)	<b>Fm</b> MOLODEVIUM (258)	<b>101</b> NOVIDEVIUM (258)	<b>Md</b> NOSELIUM (258)	<b>No</b> LAURENCIUM (252)	<b>103</b> LAWRENCEUM (252)									

### ③ Classification périodique simplifiée

Alcalins	Alcalino-terreux					Halogènes	Gaz rares
I(1)	II(2)	III(13)	VI(14)	V(15)	VI(16)	VII(17)	VIII(18)
Hydrogène ${}_1H$							
Lithium ${}_3Li$	Béryllium ${}_4Be$	Bore ${}_5B$	Carbone ${}_6C$	Azote ${}_7N$	Oxygène ${}_8O$	fluor ${}_9F$	Néon ${}_10Ne$
Sodium ${}_11Na$	Magnésium ${}_12Mg$	Aluminium ${}_13Al$	silicium ${}_14Si$	Phosphate ${}_15P$	Soufre ${}_16S$	Chlore ${}_17Cl$	Argon ${}_18Ar$

## II Les familles chimiques

### ① Définition

## ② Exemples de quelques familles chimiques

### ❖ Les alcalins

- Sont les éléments chimiques de la .....  
**Exemples :** .....
- Ils possèdent ..... dans leur couche externe.
- Ils perdent facilement ..... pour se transformer en .....  
**Exemples :** .....

### ❖ Les alcalino-terreux

- Sont les éléments chimiques de la .....  
**Exemples :** .....
- Ils possèdent ..... dans leur couche externe .
- Ils perdent facilement ..... pour se transformer en .....  
**Exemples :** .....

### ❖ Les halogènes

- Sont les éléments chimiques de la .....  
**Exemples :** .....
- Ils possèdent ..... dans leur couche externe .
- Ils gagnent facilement ..... pour se transformer en .....  
**Exemples :** .....

### ❖ Les gaz rares

- Sont les éléments chimiques de la .....
- Exemples :** .....
- Ils possèdent .....
- Ils sont chimiquement .....des ions.

# Série d'exercices

## Exercice 1

① Répondre par vrai ou faux

- Mendeleïev a classé les éléments chimiques selon l'ordre croissant de leur masse molaire atomique.
- Mendeleïev a classé les éléments chimiques selon l'ordre croissant de leur numéro atomique.
- Le tableau périodique actuelle a classé les éléments chimiques selon la croissance du nombre de neutron **N**.
- Le tableau périodique actuelle a classé les éléments chimiques selon la croissance du nombre de proton **Z**.
- Dans un même groupe, les atomes des éléments chimiques ont les mêmes caractéristiques chimiques.
- Dans un même groupe, les atomes des éléments chimiques ont le même nombre des couches électroniques.
- Les atomes des gaze rares peut céder des électrons.

## Exercice 2

On considère les éléments chimiques de structures électroniques suivantes :

$X_1: (K)^2(L)^2$ ;  $X_2: (K)^2(L)^6$ ;  $X_3: (K)^2$ ;  $X_4: (K)^2(L)^7$ ;  $X_5: (K)^2(L)^8(M)^6$ ;  $X_6: (K)^2(L)^8(M)^7$

- ① Déterminer le numéro de période et le numéro de groupe correspondant à chaque élément .
- ② Déterminer le symbole et le nom de chaque élément.
- ③ Quels sont les éléments qui appartenant au même groupe ?
- ④ Quels sont les éléments qui appartenant à la même période ?
- ⑤ Quels sont les éléments qui ont les mêmes caractéristiques chimiques.

## Exercice 3

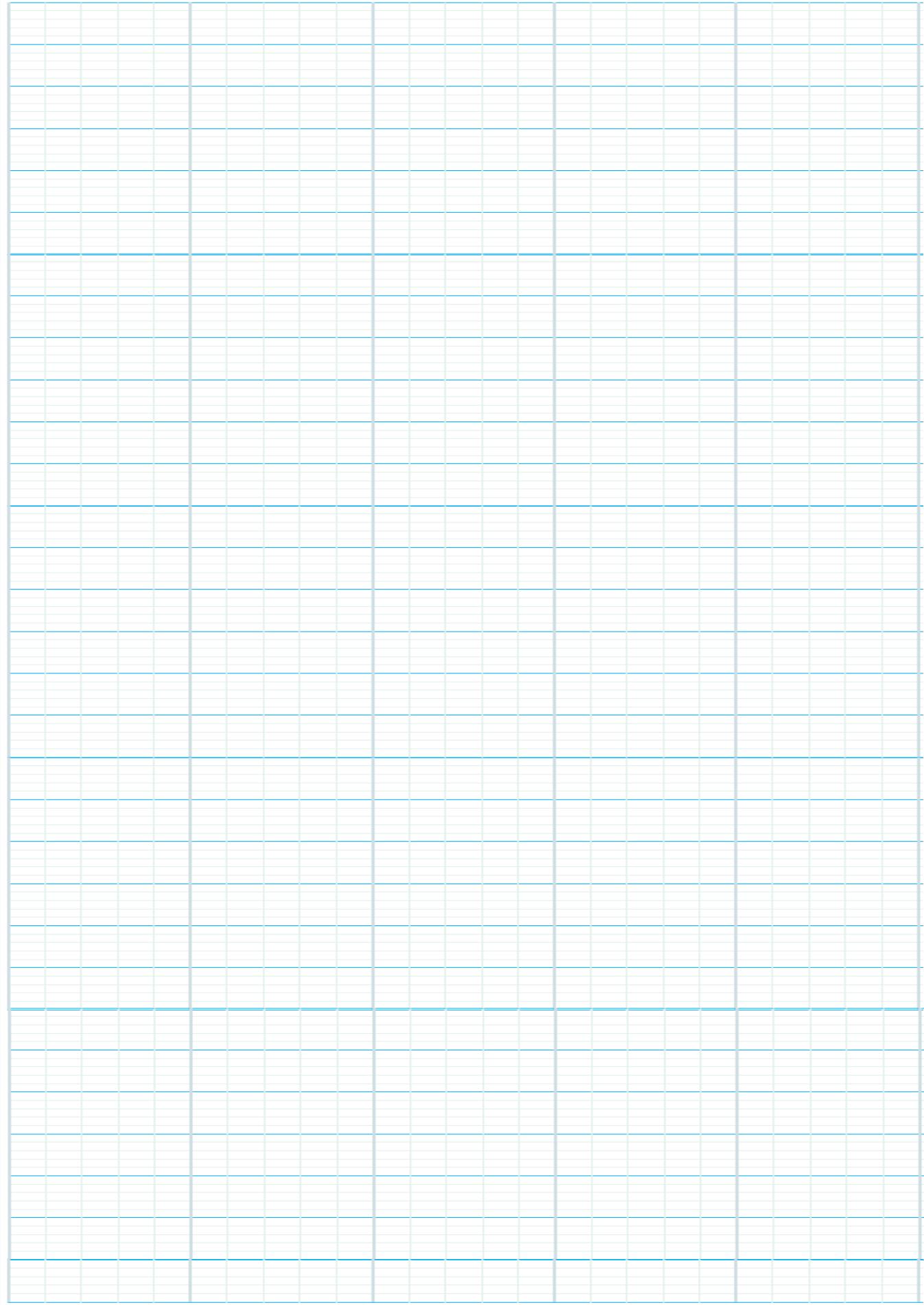
On considère les éléments chimiques de structures électroniques suivantes :  $^{11}_5X$ ;  $^{27}_{13}X$ ;  $^{20}_{10}X$ ;  $^{16}_8X$ ;  $^{24}_{12}X$ ;  $^{18}_8X$ ;  $^9_4X$ ;  $^4_2X$ ;  $^{32}_{16}X$ ;  $^{17}_8X$

- ① Quels sont éléments qui se trouvent dans la même case du tableau périodique et que représentent-ils ?
- ② Déterminer le numéro de période et le numéro de groupe correspondant à chaque élément.
- ③ Déterminer le symbole et le nom de chaque élément.
- ④ Quels sont les éléments qui appartenant à la même période?
- ⑤ Quels sont les éléments qui ont les mêmes caractéristiques chimiques.

## Exercice 4

Le Chlore **Cl**, le Brome **Br** et lode **I** appartiennent à la même famille chimique. Le corps simple correspondant à l'élément chlore est le dichlore **Cl<sub>2</sub>**

- ① Quels sont les corps simples correspondant aux éléments Brome **Br** et l'iode **I** ?
- ② L'action du dichlore sur l'aluminium **Al** donne le trichlorure d'aluminium **AlCl<sub>3</sub>**. Que donne l'action du dibrome et du diiode sur l'aluminium ?





## Situation-problème

En chimie fine (synthèse des médicaments par exemple), parfois les chimistes doivent déterminer le nombre d'entités (atomes, molécules, ions,...) contenant un produit. Pour cette raison, ils ont donc inventé une unité convenable à l'échelle microscopique appelé la « mole »

- 💡 Qu'est-ce que la mole ?
- 💡 Comment déterminer la quantité de matière d'un échantillon d'une espèce chimique?

## Objectifs

- 💡 Définir la mole et connaître son unité.
- 💡 Savoir déterminer la quantité de matière d'un échantillon en exploitant la relation  $n = \frac{N}{N_A}$ .
- 💡 Définir la masse molaire atomique et la masse molaire moléculaire.
- 💡 Connaître la relation  $n = \frac{m}{M}$  et savoir l'exploiter pour déterminer la quantité de matière d'un échantillon de masse m.
- 💡 Connaître les variables d'état d'un gaz.
- 💡 Définir le gaz parfait et connaître son équation d'état.
- 💡 Connaitre le volume molaire d'un gaz.

# I La mole et la quantité de matière

## ① Activité

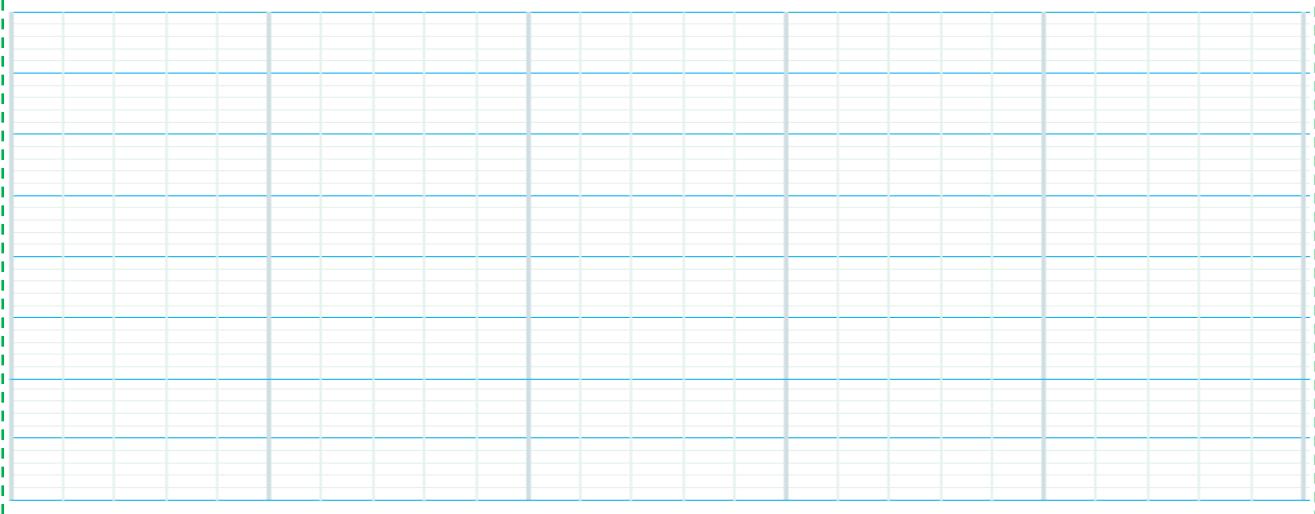
Pour déterminer le nombre d'atome de fer contenant un clou de fer, on le pèse à l'aide

d'une balance électronique (voir la figure ci-contre)

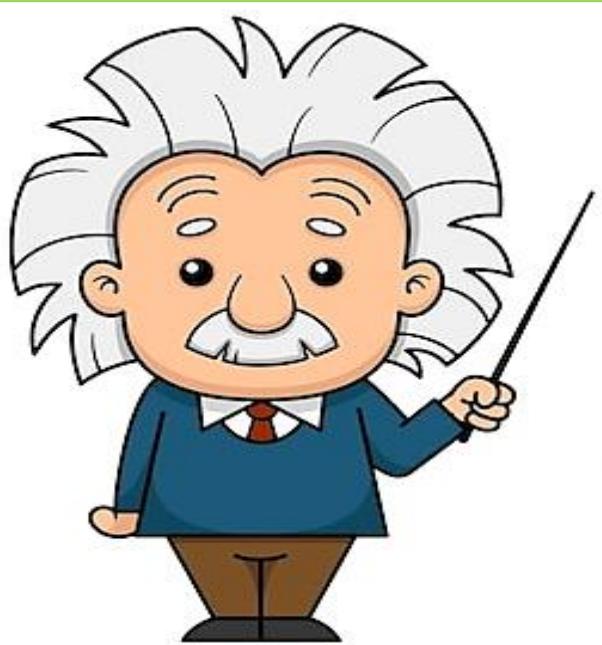
- ① Déterminer la masse du clou indiquée par la balance..
- ② Calculer la masse approchée d'un atome de fer  $\frac{56}{26}Fe$
- ③ Calculer le nombre d'atome de fer  $\frac{56}{26}Fe$  présents dans le clou.
- ④ Supposons que nous puissions compter les atomes à la vitesse d'un atome par seconde. Déterminer la durée nécessaire pour compter les atomes de fer présents dans le clou. Que peut-on canneler ?
- ⑤ En se basant sur les résultats de cette activité, expliquer pourquoi les chimistes ont inventé la mole.

On donne :  $m_p = m_n = 1,67 \times 10^{-24} g$





## ② La mole



Une mole est un paquet contenant  $6,02 \times 10^{23}$  entités élémentaires

### ③ La quantité de matière d'un échantillon

#### ❖ Application

- ① Calculer la quantité de matière d'un échantillon de fer contenant  $N = 2 \times 10^{24}$  atomes de fer
- ② On dispose d'un flacon contenant une quantité  $n' = 5\text{mol}$  de l'acide propanoïque pur de formule chimique  $C_2H_5COOH$
- a* – Calculer le nombre de molécules de l'acide propanoïque 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 La masse molaire

### ① La masse molaire atomique

### ❖ Application

① Calculer la masse molaire pour chacune des atomes suivants :  $^{35}_{17}Cl$ ,  $^{56}_{26}Fe$ ,  $^{16}_8O$

On donne :  $m_p = m_n = 1,67 \times 10^{-24} g$  et  $N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$

## ② La masse molaire moléculaire

### ❖ Application

- ① Calculer la masse molaire pour chacune des molécules suivantes :  $O_2$  ;  $CO$ ;  $C_2H_5COOH$

On donne les masses molaires atomiques :

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

### ③ La relation entre la quantité de matière et la masse

#### ❖ Application

On considère un échantillon de glycose ( $C_6H_{12}O_6$ ) de masse  $m = 15\text{ g}$ .

- ① Calculer la masse molaire du glycose .
  - ② Calculer la quantité de matière du glycose dans l'échantillon .
  - ③ Déduire le nombre de molécules de glycose dans cet échantillon .
    - La masse molaire du carbone :  $M(C) = 12\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
    - La masse molaire d'oxygène :  $M(O) = 16\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
    - La masse molaire d'hydrogène :  $M(H) = 1\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- ❖ Données :

### III La quantité de matière d'un gaz

#### ① Le volume molaire

#### ② Loi d'Avogadro-Ampère

##### ❖ Activité

On considère trois bouteilles identiques de volume  $V = 1,14L$  remplis de trois gaz différents dans les conditions ordinaires ( $T = 20^\circ C$  ;  $P = 1atm$ ), le tableau suivant donne les masses des trois bouteilles.

	$O_2$	$He$	$CH_4$
Masse de la bouteille vide en $g$	521,42	521,42	521,42
Masse de la bouteille remplie en $g$	522,94	521,61	522,18
Masse du gaz en $g$			
Masse molaire du gaz en $g \cdot mol^{-1}$	32	4	16
La quantité de matière du gaz en $mol$			
Le volume molaire du gaz en $L \cdot mol^{-1}$			

① Compléter le tableau ci-dessus.

② Comparer le volume molaire des trois gaz et conclure.

Condition	Volume molaire (L/mol)
Normale	22,4
Standard	22,4
Ordinaire	24

### ❖ Loi d'Avogadro-Ampère

### ❖ Remarque

- Dans les conditions ordinaires de pression et de température ( $T = 20^\circ\text{C}$  ;  $P = 1\text{atm}$ ) le volume molaire est :  $V_m = 24\text{L.mol}^{-1}$
- Dans les conditions normales de pression et de température ( $T = 0^\circ\text{C}$  ;  $P = 1\text{atm}$ ) le volume molaire est :  $V_m = 22,4\text{L.mol}^{-1}$

### ③ La relation entre la quantité de matière et le volume molaire

Quantité de matière (mol)	Volume molaire (L/mol)	Volume total (L)
1	22,4	22,4
2	22,4	44,8
3	22,4	67,2

### ④ La densité du gaz

Quantité de matière (mol)	Volume molaire (L/mol)	Volume total (L)	Densité (g/L)
1	22,4	22,4	1,29
2	22,4	44,8	1,29
3	22,4	67,2	1,29

## ❖ Remarque

Dans les conditions normales de pression et de température, le volume molaire est

$V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$  et la masse volumique de l'aire est  $\rho_a = 1,293 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$ . Donc la masse molaire de l'aire est :  $M_a = \rho_a \cdot V_m = 1,293 \times 22,4 = 29$

Finalement la densité du gaz est :  $d = \frac{M}{29}$

## ❖ Application

On dispose d'une bouteille de volume  $V = 5 \text{ L}$  contenant une masse  $m$  d'hélium  $\text{He}$

- ① Calculer la quantité de matière d'hélium dans la bouteille dans les conditions ordinaires.
- ② Calculer la densité de l'hélium
- ③ Calculer la masse de l'hélium dans la bouteille.

III

### III L'équation d'état d'un gaz parfait

## ① Les variables d'état d'un gaz

## ② Loi de Boyle-Mariotte

### ③ Le gaz parfait

## ④ L'équation d'état d'un 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  $P = 2,7\text{Bar}$  à une température  $T = 6^\circ\text{C}$ .

① Calculer la masse molaire du propane.

② Calculer la quantité de matière du propane dans la bouteille.

③ Déduire la masse du propane contenant la bouteille.

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

# Série d'exercices

## Exercice 1

Le cuivre est un métal caractérisé par sa couleur rouge brique, sa masse molaire est :  $M(Cu) = 63,55 \text{ g.mol}^{-1}$ . On dispose d'une plaque de cuivre de masse  $m = 23 \text{ g}$

- ① Calculer la quantité de matière de cuivre dans cette plaque.
- ② Calculer le nombre d'atome de cuivre contenant la plaque.
- ③ Calculer la masse approchée d'un atome de cuivre.

## Exercice 2

L'acide acétique est le composé essentiel du vinaigre, sa formule chimique est :  $\text{CH}_3\text{COOH}$   
Une bouteille du vinaigre contient une quantité  $n = 3 \text{ mol}$  de l'acide acétique.

- ① Quels sont les éléments chimiques présents dans la molécule de l'acide acétique .
  - ② Calculer la masse molaire de l'acide acétique.
  - ③ Calculer la masse de l'acide acétique présente de la bouteille du vinaigre.
  - ④ Calculer le nombre de molécules de l'acide acétique présentes dans la bouteille.
    - La masse molaire du carbone :  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
- ❖ Données : ▪ La masse molaire d'oxygène :  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$   
▪ La masse molaire d'hydrogène :  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

## Exercice 3

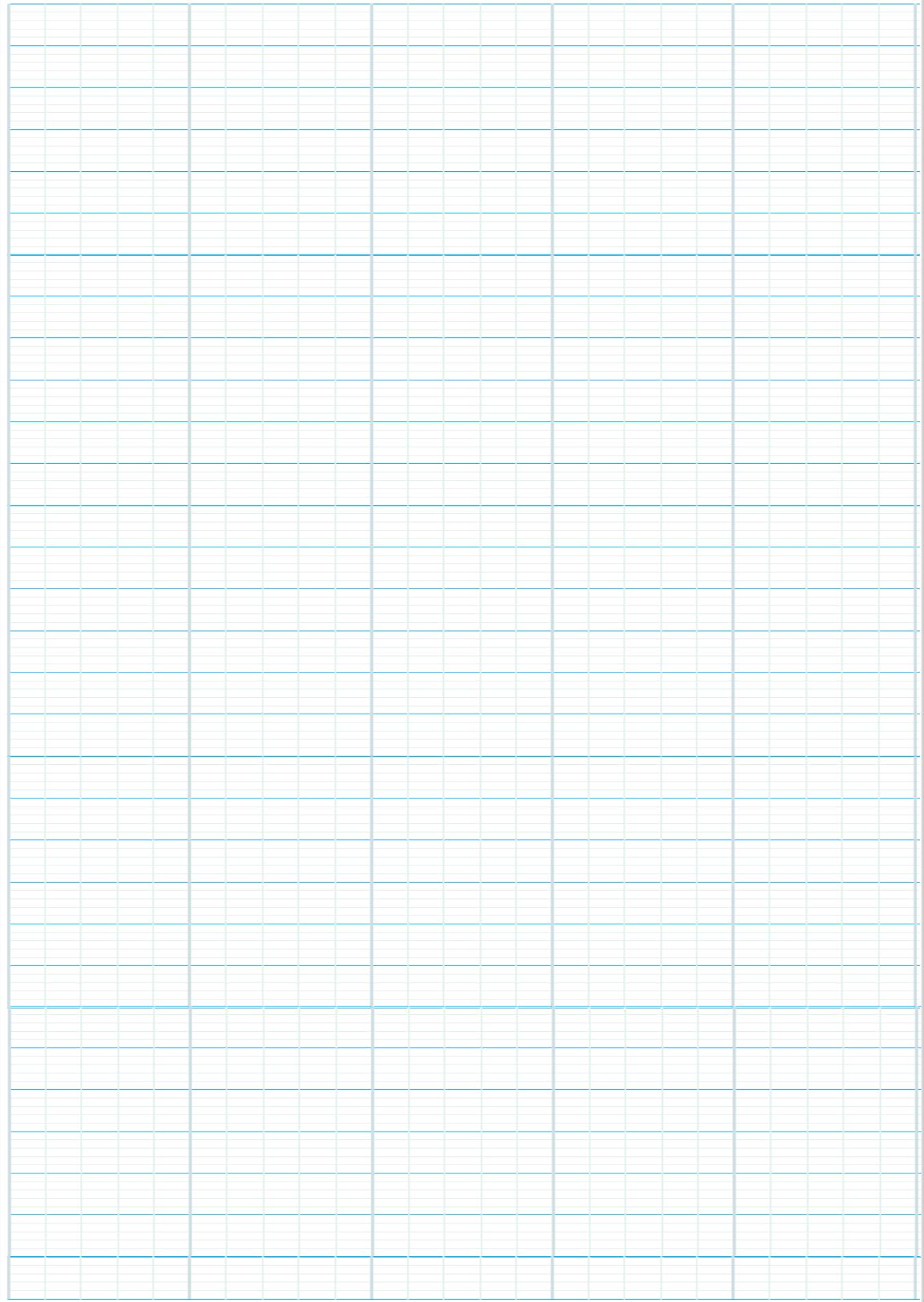
Un comprimé de vitamine C contient une masse  $m = 500 \text{ mg}$  de l'acide ascorbique de formule chimique  $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$ .

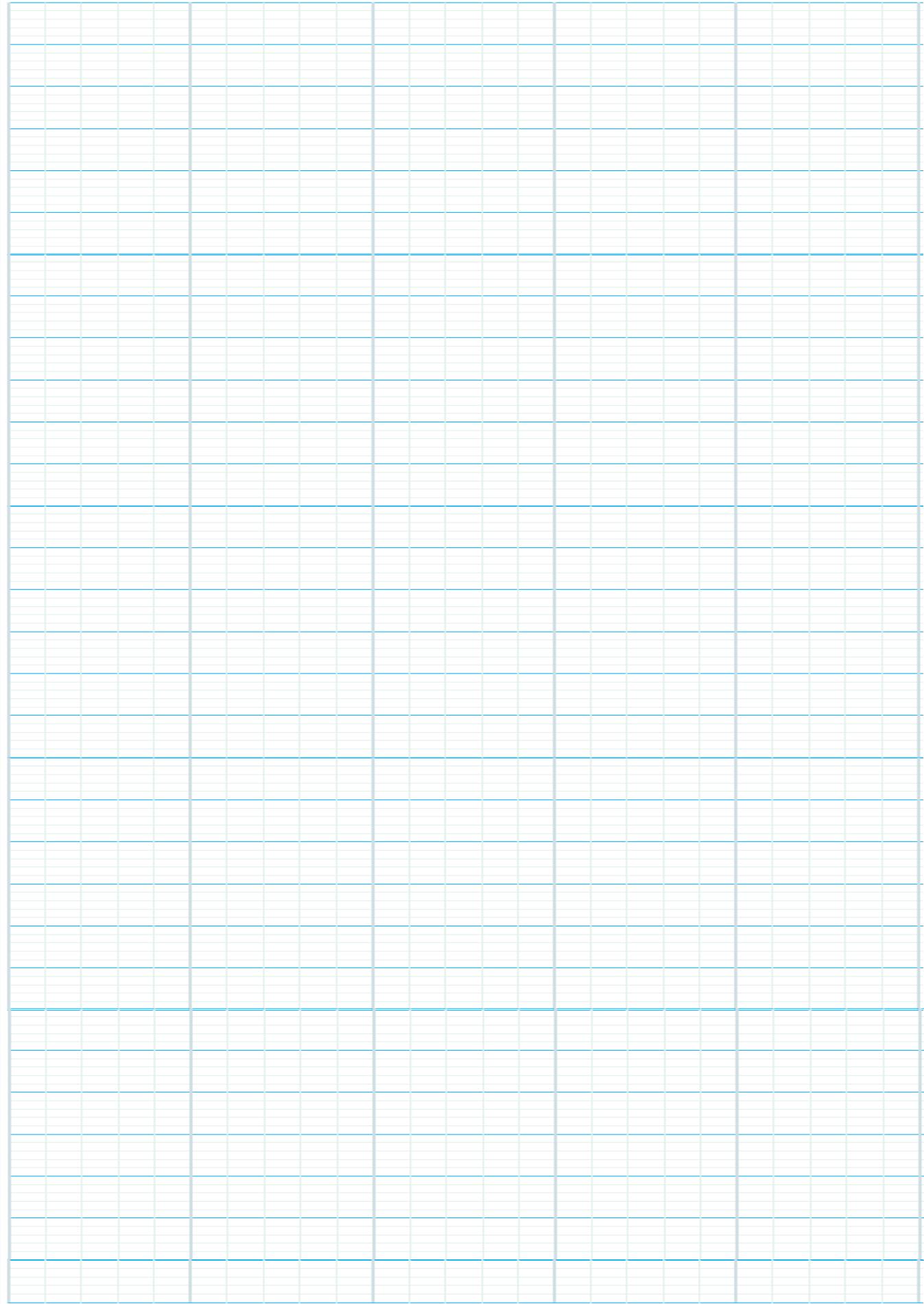
- ① Calculer la masse molaire de l'acide ascorbique
  - ② Calculer la quantité de matière de l'acide ascorbique dans le comprimé .
  - ③ Déduire le nombre de molécules de l'acide ascorbique dans le comprimé .
    - La masse molaire du carbone :  $M(C) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$
- ❖ Données : ▪ La masse molaire d'oxygène :  $M(O) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$   
▪ La masse molaire d'hydrogène :  $M(H) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

## Exercice 4

On dispose une bouteille cylindrique de volume  $V = 0,7 \text{ m}^3$  contenant de diazote  $N_{2(g)}$  sous une pression  $P = 2,8 \times 10^5 \text{ Pa}$  et une température  $T = 15^\circ\text{C}$

- ① Enoncer la loi de Boyle-Mariotte .
  - ② Calculer la masse molaire de diazote .
  - ③ Calculer la quantité de matière de diazote dans la bouteille .
  - ④ Calculer la masse de diazote dans la bouteille .
  - ⑤ Calculer le volume molaire dans ces conditions .
    - La densité de diazote:  $d = 0,97$
- ❖ Données : ▪ La masse molaire de l'azote :  $M(N) = 14 \text{ g.mol}^{-1}$   
▪ la constante du gaz parfait :  $R = 8,31 \text{ Pa.m}^3.\text{K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$





# Concentration molaire des espèces chimiques dans une solution



## Situation-problème

L'eau de Javel commerciale est une solution aqueuse concentrée d'hypochlorite et de chlorure de sodium. Pour éviter les effets indésirables de cette solution sur la peau et les yeux, elle doit être diluée avant l'utiliser.

- 💡 Qu'est-ce qu'une solution aqueuse?
- 💡 Qu'est-ce que la concentration et comment la déterminer ?
- 💡 Comment préparer une solution diluée à partir d'une autre concentrée ?

## Objectifs

- 💡 Connaître La notion d'une solution.
- 💡 Définir la concentration molaire d'une solution et savoir la calculer.
- 💡 Connaître la relation entre la quantité de matière et la concentration.
- 💡 Connaître la notion de dilution et savoir préparer une solution diluée à partir d'une solution concentrée.
- 💡 Connaître la relation de dilution.

## I Solution aqueuse et concentration

## ① La solution aqueuse

## ② La concentration molaire

---

---

---

---

---

---

---

### ③ La concentration massique

## ④ La relation entre la concentration massique et la concentration molaire

### ❖ Application

On dissout une masse  $m = 20,5\text{g}$  du méthanoate de sodium  $\text{CH}_3\text{COONa}$  dans un volume  $V = 250\text{mL}$  de l'eau distillée et on obtient une solution ( $S$ ) du méthanoate de sodium de concentration  $C$ .

- ① Calculer la masse molaire du méthanoate de sodium.
- ② Calculer la quantité de matière du méthanoate de sodium dissoute dans la solution ( $S$ ).
- ③ Calculer la concentration molaire de la solution ( $S$ ).
- ④ Calculer la concentration massique de la solution ( $S$ ).

- La masse molaire du carbone :  $M(C) = 12\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- La masse molaire d'oxygène :  $M(O) = 16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- La masse molaire d'hydrogène :  $M(H) = 1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$
- La masse molaire du sodium :  $M(Na) = 23\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$

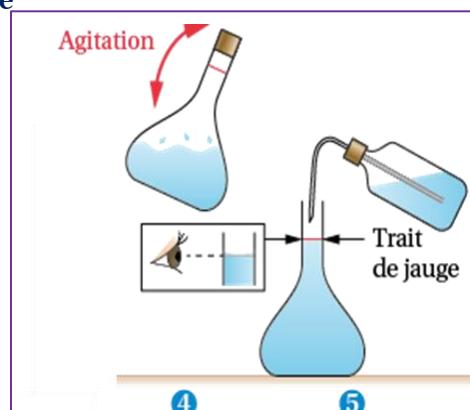
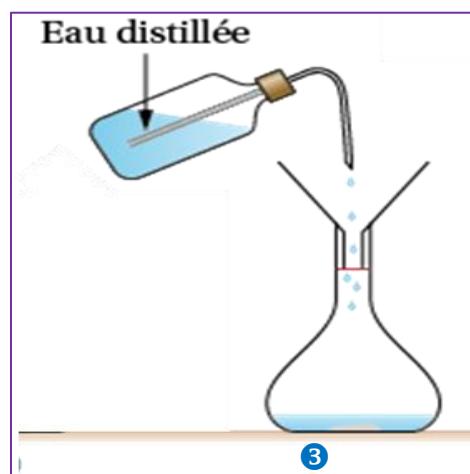
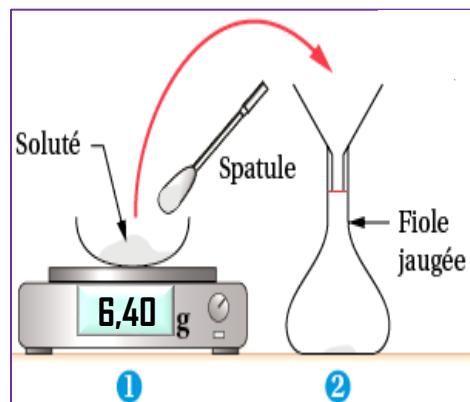
### ❖ Données :

## ② Préparation d'une solution de concentration donnée

Pour préparer une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration

$C = 8 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ , on suit la démarche expérimentale suivante :

- On place une coupelle vide sur la balance et régler le zéro par le bouton calibre .
- À l'aide d'une spatule, on pose une quantité des cristaux d'hydroxyde de sodium dans la coupelle et on pèse mesurer une masse  $m = 6,4 \text{ g}$  d'hydroxyde de sodium.
- À l'aide d'un entonnoir, on introduit la quantité d'hydroxyde de sodium mesurée dans une fiole jaugée propre de  $200 \text{ mL}$ .
- On rince la coupelle et l'entonnoir avec de l'eau distillée, et on introduit l'eau de rinçage dans la fiole jaugée.
- À l'aide d'une pissette (ou d'une éprouvette graduée), on remplit les deux tiers de la fiole jaugée avec de l'eau distillée.
- On ferme l'ouverture de la fiole jaugée et on agite jusqu'à ce qu'à obtenir une solution homogène.
- On remplit la fiole avec l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de la fiole jaugée.
- On ajuste par une pipette (ou pissette) le niveau de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.
- On referme la fiole jaugée et on l'agit pour obtenir une solution ( $S$ ) d'hydroxyde de sodium



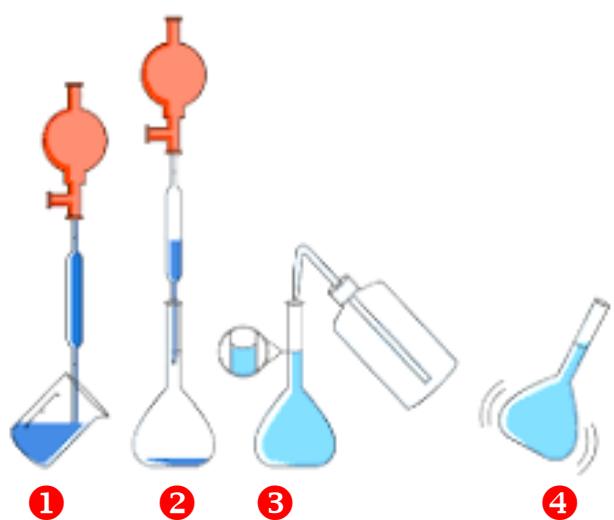
## II dilution d'une solution aqueuse

### ① Définitions

### ② Préparation d'une solution diluée

Pour préparer une solution diluée ( $S_1$ ) à partir d'une solution mère ( $S_0$ ) on suit les étapes suivantes :

- On verse une quantité de la solution mère dans un bécher et à l'aide d'une pipette jaugée on prélève un volume  $V_0$  de cette solution et on l'introduit dans une fiole jaugée.
- On complète la fiole jaugée avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge et on agite en retournant complètement la fiole jaugée pour homogénéiser la solution.



# Série d'exercices

## Exercice 1

- ① Répondre par vrai ou faux
- ② Dans une solution, la quantité de matière de l'eau est négligeable devant celle du soluté.
- ③ La quantité de matière d'un soluté dans une solution mère est égale à celle de dans la solution diluée.
- ④ La concentration d'une solution mère est inférieur à celle d'une solution diluée.
- ⑤ La concentration molaire et la concentration massique sont liées par la relation suivante :  $\frac{c_m}{c} = \frac{1}{M}$  où **M** est la masse molaire du soluté .

## Exercice 2

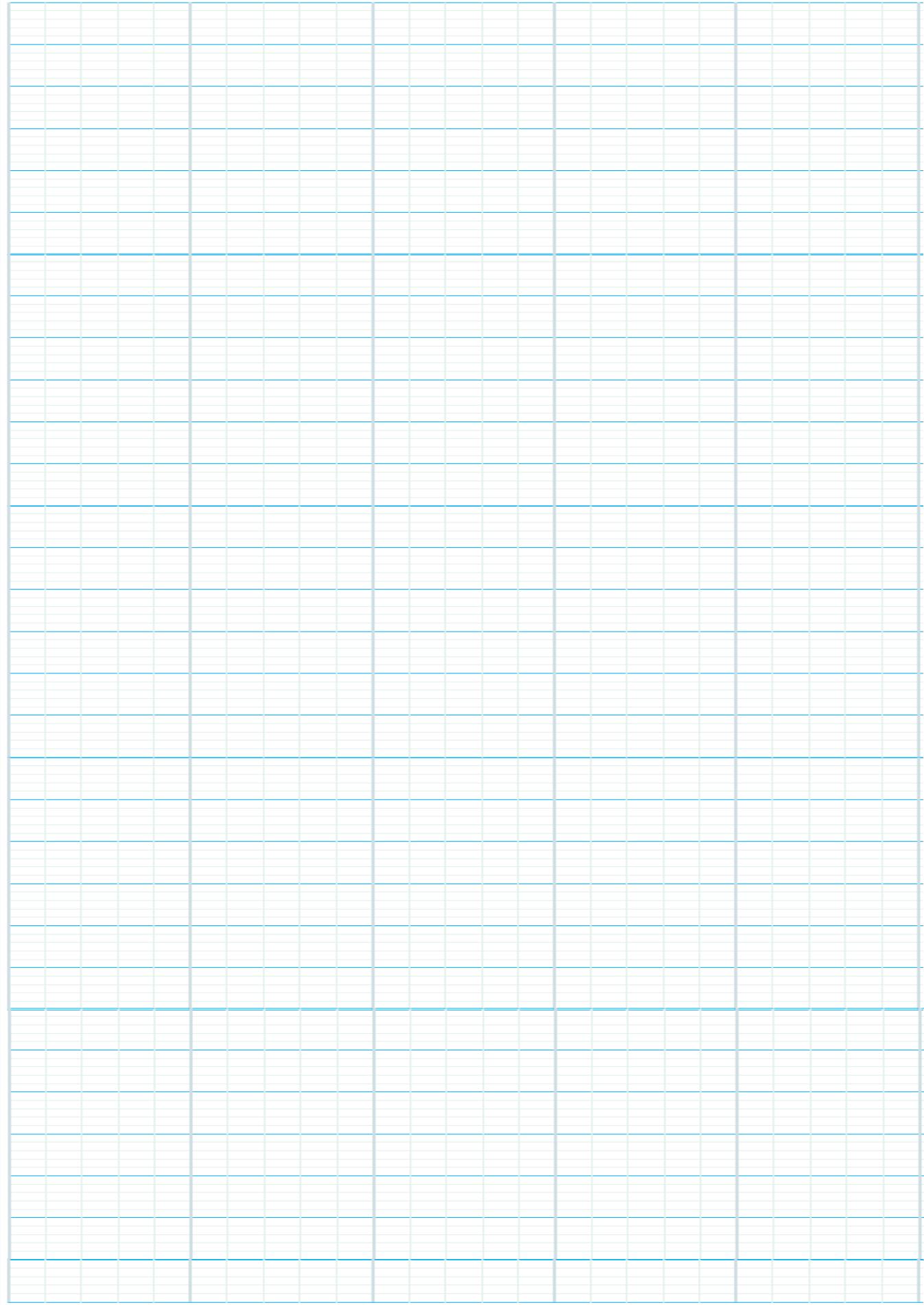
On dissout une masse **m = 4,5g** du chlorure de sodium **NaCl** dans une fiole jaugée contenant un volume **V = 40mL** de l'eau distillée puis on agite pour obtenir une solution (**S<sub>0</sub>**) du chlorure de sodium.

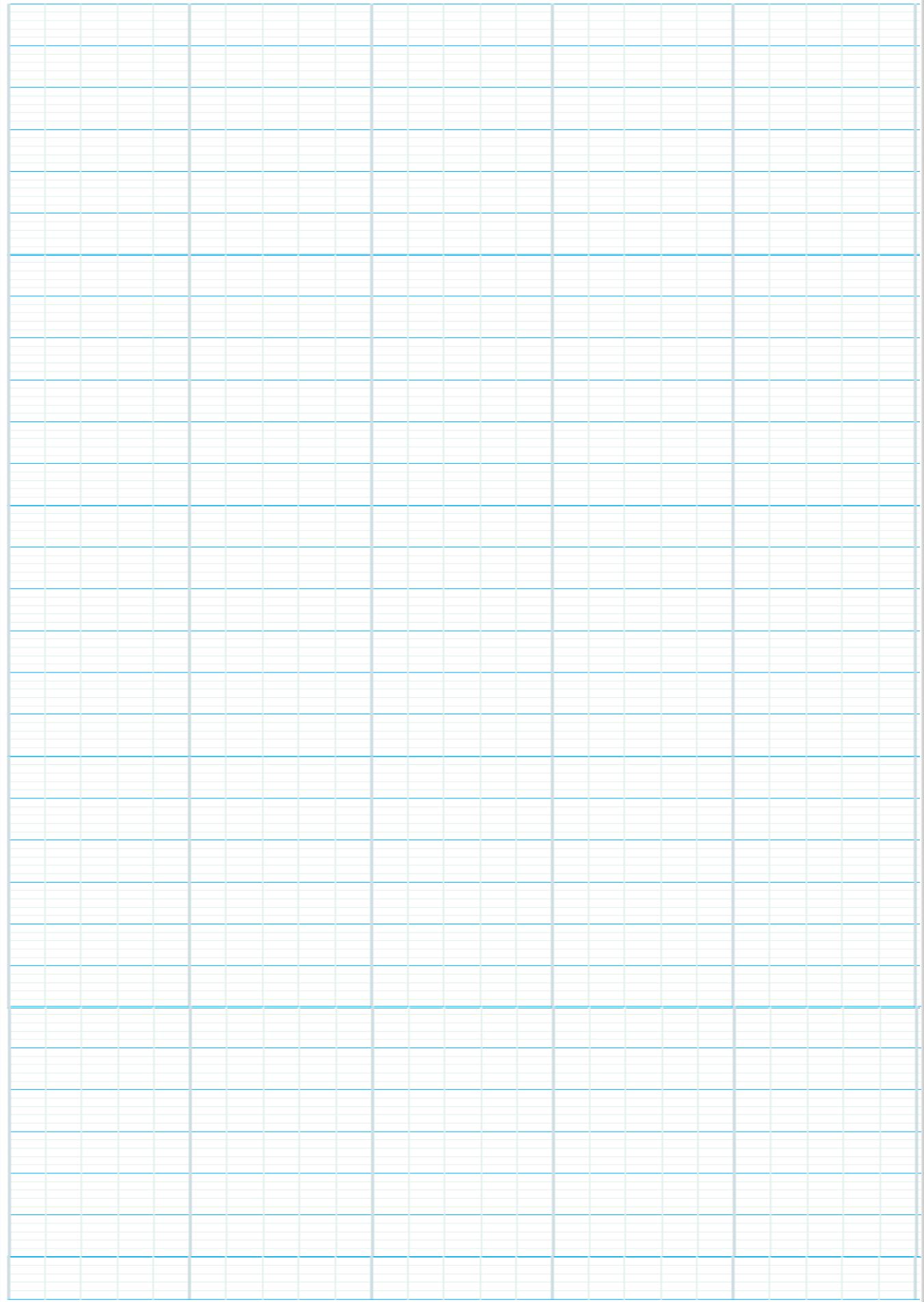
- ① Déterminer le solvant et le soluté de cette solution.
  - ② Calculer la masse molaire du chlorure de sodium
  - ③ Calculer la quantité de matière du chlorure de sodium dissoute dans la solution (**S<sub>0</sub>**) .
  - ④ Calculer la concentration de la solution (**S<sub>0</sub>**).
  - ⑤ On prélève un volume **V<sub>0</sub> = 10mL** de la solution (**S<sub>0</sub>**) et on l'introduit dans un bécher et on y ajoute un volume **V<sub>e</sub> = 30mL** de l'eau distillée et après l'agitation on obtient une solution diluée (**S<sub>1</sub>**) du chlorure de sodium
    - a – Quel est le matériel qu'on doit utiliser pour prélever le volume **V<sub>0</sub>**
    - b – Calculer le volume de la solution la concentration de la solution (**S<sub>1</sub>**).
    - c – Déduire le coefficient de dilution.
- ❖ **Données**     ■ La masse molaire du sodium : **M(Na) = 23g.mol<sup>-1</sup>**  
■ La masse molaire du chlore : **M(Cl) = 35,45g.mol<sup>-1</sup>**

## Exercice 3

On prépare une solution (**S**) de la vitamine C en dissolvant un comprimé de **vitaC500** dans un volume **V = 50ml** de l'eau distillée.

- ① Déterminer le solvant et le soluté de cette solution.
  - ② Calculer la masse molaire de la vitamine C sachant que sa formule chimique est : **C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>**
  - ③ Calculer la quantité de matière de la vitamine C dans la solution (**S**) sachant que sa concentration est : **1,42 × 10<sup>-4</sup> mol.L<sup>-1</sup>**
  - ④ Calculer en **mg** la masse du vitamine C dissoute dans la solution (**S**). Justifier le nom **C500**
  - ⑤ On dilue la solution (**S**) dix fois et obtient une solution (**S'**) de la vitamine C.
    - a – Calculer la concentration de la solution (**S'**)
    - b – Calculer le volume de la solution (**S'**)
    - c – Déduire le volume de l'eau distillée ajoutée lors de cette dilution.
      - La masse molaire du carbone : **M(C) = 12g.mol<sup>-1</sup>**
      - La masse molaire d'oxygène : **M(O) = 16g.mol<sup>-1</sup>**
      - La masse molaire d'hydrogène : **M(H) = 1g.mol<sup>-1</sup>**
- ❖ **Données**     ■ La masse molaire du carbone : **M(C) = 12g.mol<sup>-1</sup>**  
■ La masse molaire d'oxygène : **M(O) = 16g.mol<sup>-1</sup>**  
■ La masse molaire d'hydrogène : **M(H) = 1g.mol<sup>-1</sup>**







## Situation-problème

La couche de la rouille formée sur les objets en fer est due à une transformation chimique entre le fer et l'air humide.

- 💡 Qu'est-ce qu'une transformation chimique ?
- 💡 Comment modéliser et étudier une transformation chimique?

## Objectifs

- 💡 Connaître la notion de transformation chimique et savoir la modéliser.
- 💡 Définir le système chimique et savoir déterminer son état initial et son état final.
- 💡 Établir l'équation d'une réaction chimique et l'équilibrer.
- 💡 Construire le tableau d'avancement associé à une transformation chimique et savoir l'exploiter pour déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de la transformation.
- 💡 Savoir déterminer le bilan de la quantité de matière d'une transformation chimique à l'état final.

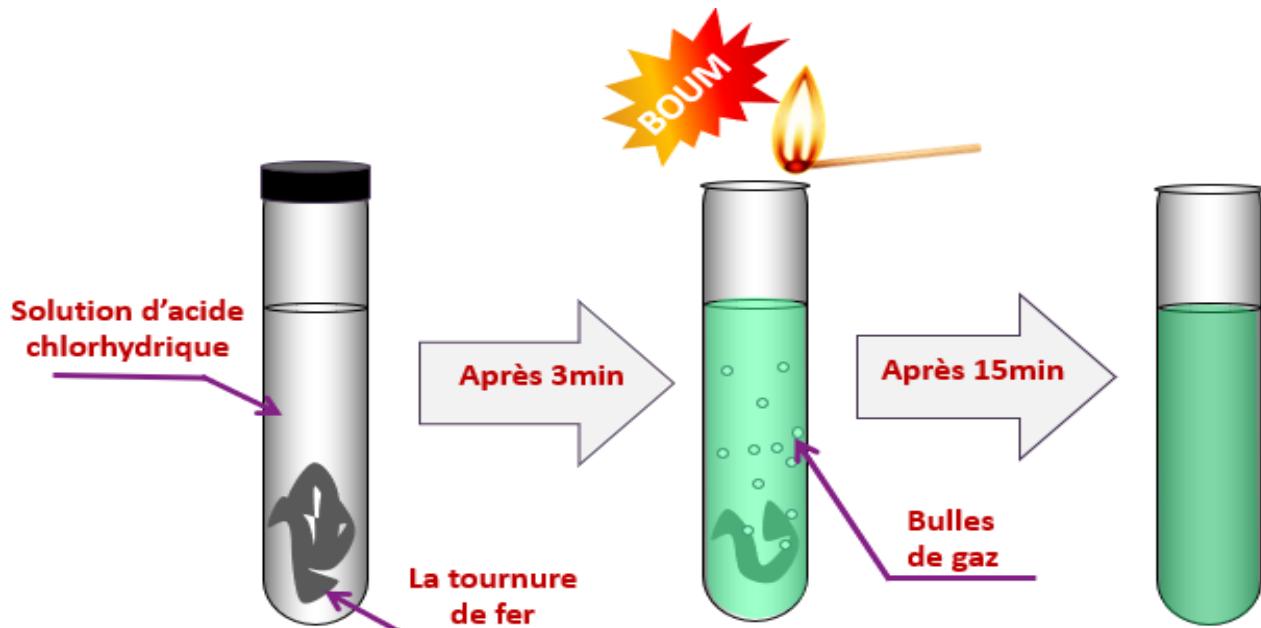
# I

# Transformation chimique d'un système

## ① Activité

### ❖ Manipulation 1

- On introduit une tournure de 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.

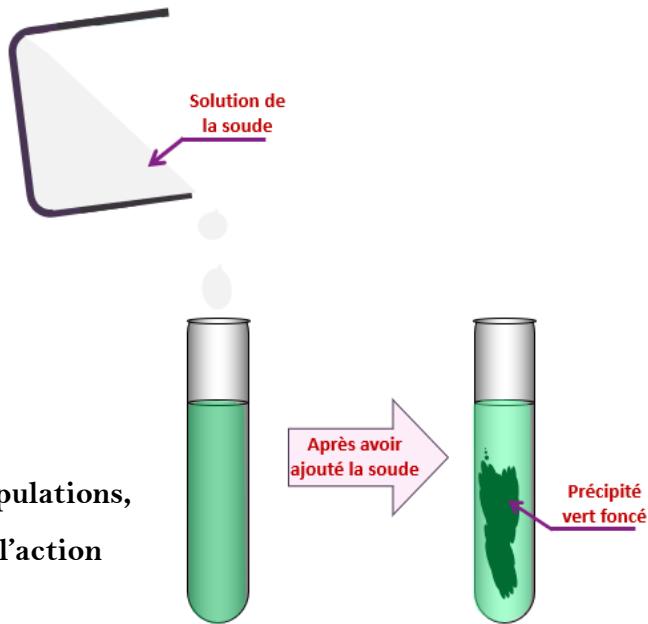


- Quelles sont les espèces chimiques présentes dans le mélange du tube à l'état initial ?
- Qu'arrive-t-il au mélange avec le temps ?
- Quel est le gaz qui donne une détonation en présence du feu dans cette expérience ?

## ❖ Manipulation 2

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

- ① Quel est le nom du précipité formé dans le tube après avoir ajouté la soude .
- ② Quel est le nom de l'espèce chimique détectée par ce test.
- ③ 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

## II

# Bilan de matière d'une transformation

## ① L'avancement de la réaction

Exemple :

## ② L'avancement maximal 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'avancement.

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'aluminium ***III***.

Équation		$3Fe_{(s)} +$	$2Al^{3+}_{(aq)}$	→	$3Fe^{2+}_{(aq)}$	+	$2Al_{(s)}$
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)					
Initial	0	6	3		0		0
Intermédiaire	$x$						
Final	$x_{max}$						

- ① Compléter le tableau d'avancement ci-dessus.
  - ② Déterminer l'avancement maximal et le réactif limitant.
  - ③ Déterminer le bilan de la quantité de matière à l'état final.

Équation		$3Fe_{(s)} + 2Al^{3+}_{(aq)} \rightarrow 3Fe^{2+}_{(aq)} + 2Al_{(s)}$
État	Avancement	Les quantités de matière en mole (mol)
Final	$x_{max}$	

## ④ Le mélange stœchiométrique

# Série d'exercices

## Exercice 1

① Équilibrer les équations chimiques suivantes :

- $Cu^{2+} + HO^- \rightarrow Cu(HO)_2$
- $C_4H_{10} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$
- $H_2O_2 \rightarrow O_2 + H_2O$
- $H_2S + O_2 \rightarrow SO_2 + S + H_2O$
- $MnO_2 + HCl \rightarrow MnCl_2 + Cl_2 + H_2O$
- $CaCO_3 + H_2O \rightarrow HO^- + Ca^{2+} + CO_2$

## Exercice 2

La combustion complète du butane  $C_4H_{10}$  dans l'oxygène  $O_2$  de l'air conduit à la formation du dioxyde de carbone  $CO_2$  et de l'eau  $H_2O$ .

On brûle une masse  $m = 10\text{ g}$  du butane dans l'air.

- ① Déterminer les noms et les formules chimiques des réactifs et des produits de cette réaction.
- ② Calculer la quantité de matière initiale du butane
- ③ Construire le tableau d'avancement associé à la réaction étudiée (le dioxygène  $O_2$  est en excès dans l'air).
- 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 :  $M(C) = 12\text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(O) = 16\text{ g.mol}^{-1}$ ;  $M(H) = 1\text{ g.mol}^{-1}$

## Exercice 3

On verse une solution concentrée d'hydroxyde de sodium ( $Na^+ + HO^-$ ) dans un bêcher contenant un volume  $V = 40\text{ mL}$  d'une solution de sulfate de cuivre 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 :  $Cu(HO)_2$

- ① Déterminer les réactifs et les produits cette transformation.
- ② Écrire l'équation de la réaction qui se produit dans le bêcher.
- ③ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction.
- ④ Après séchage du précipité obtenu, on le pèse et on trouve :  $m = 290\text{ mg}$ 
  - 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 bêcher et déduire la valeur de la concentration  $C$ .

Données :

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

# Série d'exercices

## Exercice 4

On introduit une plaque mine de Zinc **Zn** de masse  $m = 10\text{g}$  dans un bêcher contenant un volume  $V = 50\text{mL}$  une solution de sulfate de cuivre II ( $\text{Cu}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ ) de concentration  $C = 3 \times 10^{-3}\text{mol.L}^{-1}$ . Au cours du temps ils se produit le cuivre **Cu** et les ions de zinc **Zn** $^{2+}$

- ① Quelles sont les réactifs et les produits de cette réaction ?
- ② Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.
- ③ Construire le tableau d'avancement associé à la réaction étudiée .
- ④ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
- ⑤ Déterminer la composition du système à l'état final .
- ⑥ Calculer la masse du cuivre formé à l'état final.

Donnée : La masse molaire du cuivre :  $M(\text{Cu}) = 63,55\text{g.mol}^{-1}$

## Exercice 5

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

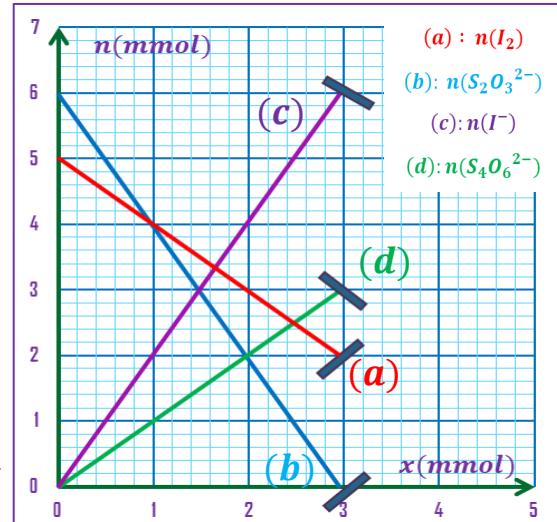
- ① Calculer les quantités de matière initiales des réactifs.
- ② Faire le bilan des espèces chimiques présentes dans le mélange à l'état initial.
- ③ Écrire l'équation de la réaction chimique de l'acide chlorhydrique et le zinc, sachant qu'il se produit les ions **Zn<sub>(aq)</sub><sup>+</sup>** et le dihydrogène gazeux **H<sub>2</sub>** lors de cette transformation.
- ④ Construire le tableau d'avancement associé à cette réaction.
- ⑤ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
- ⑥ Déterminer le bilan de la quantité de matière du système à l'état final.

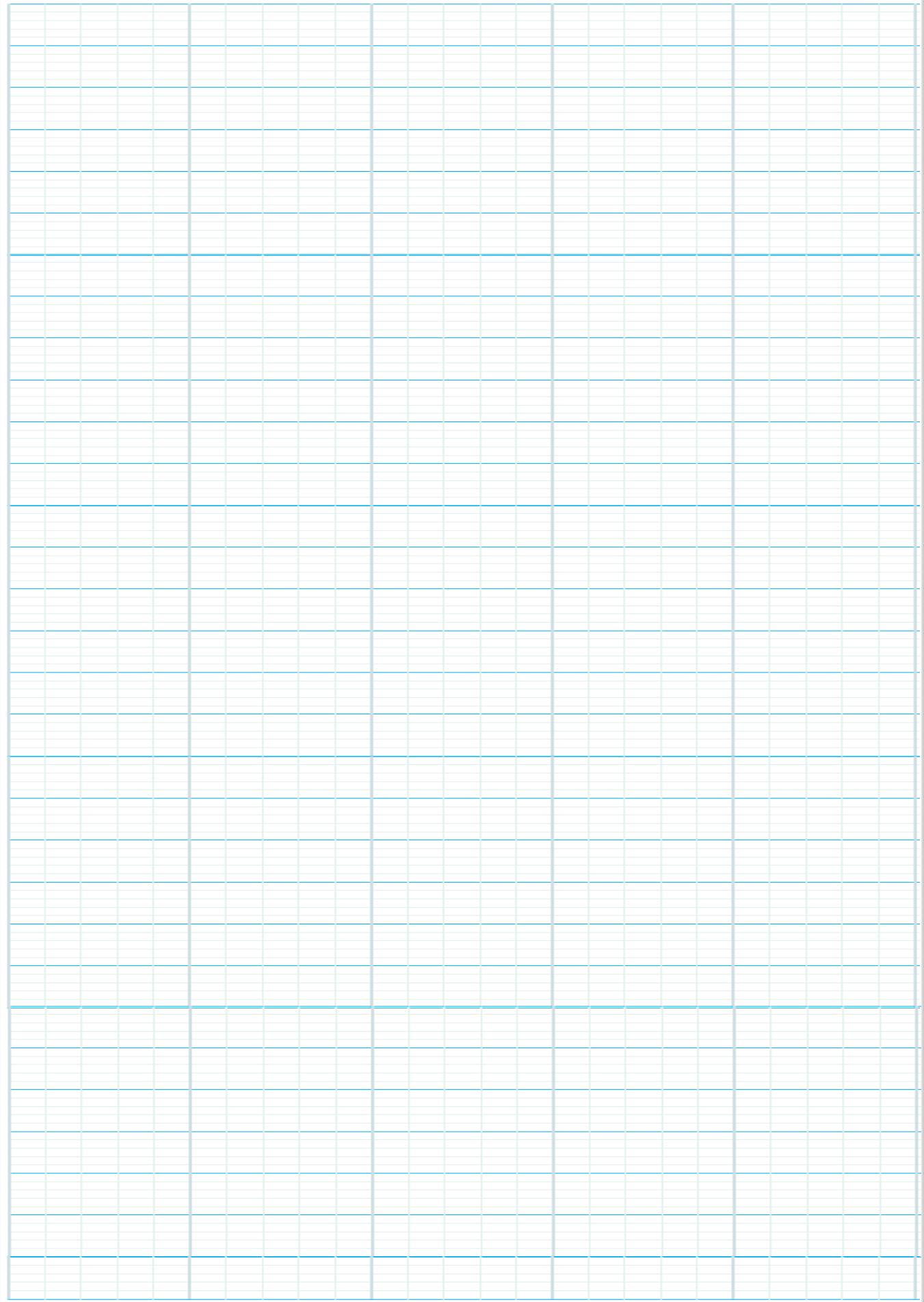
Donnée : La masse molaire du Zinc :  $M(\text{Zn}) = 65,38\text{g.mol}^{-1}$

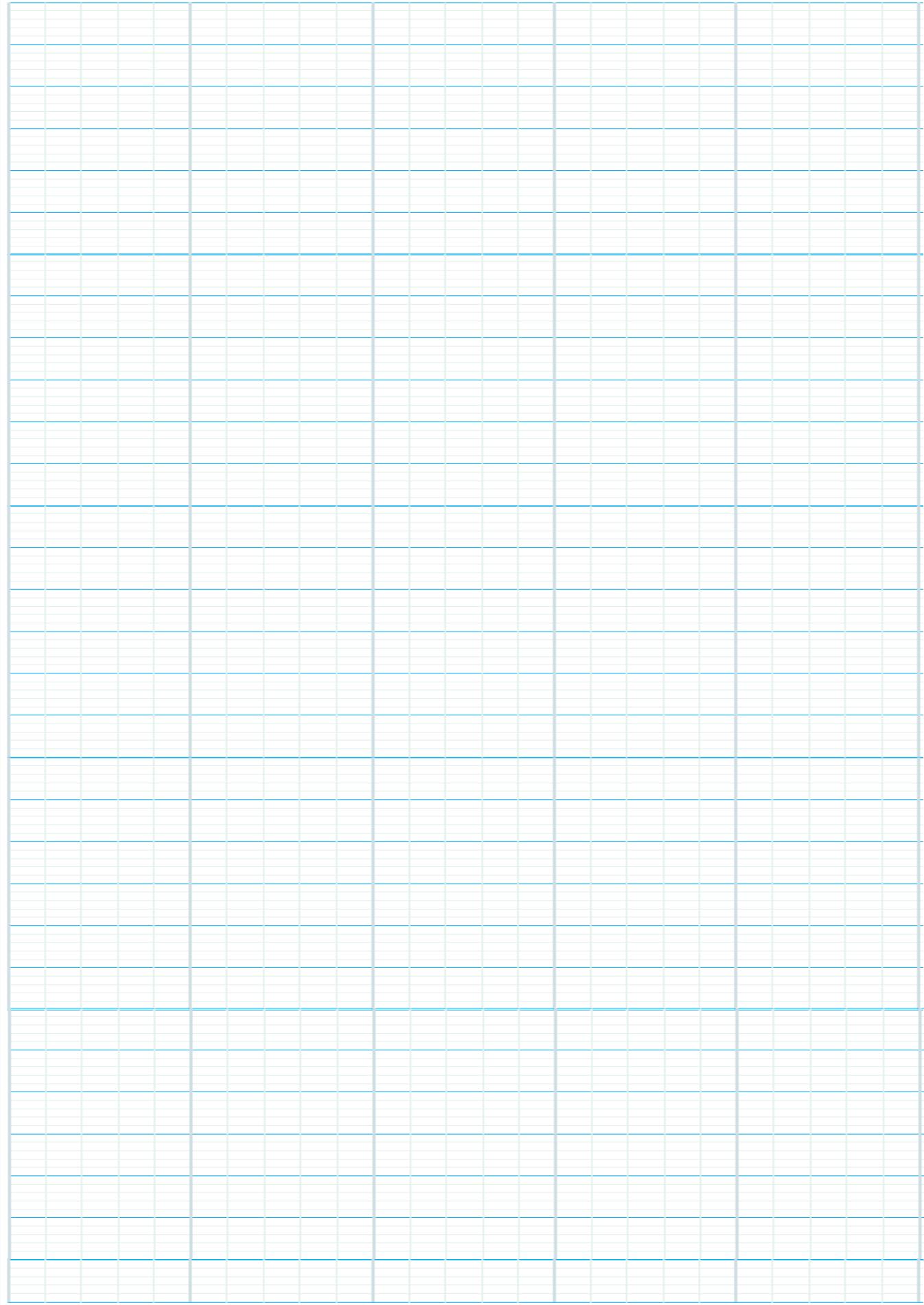
## Exercice 6

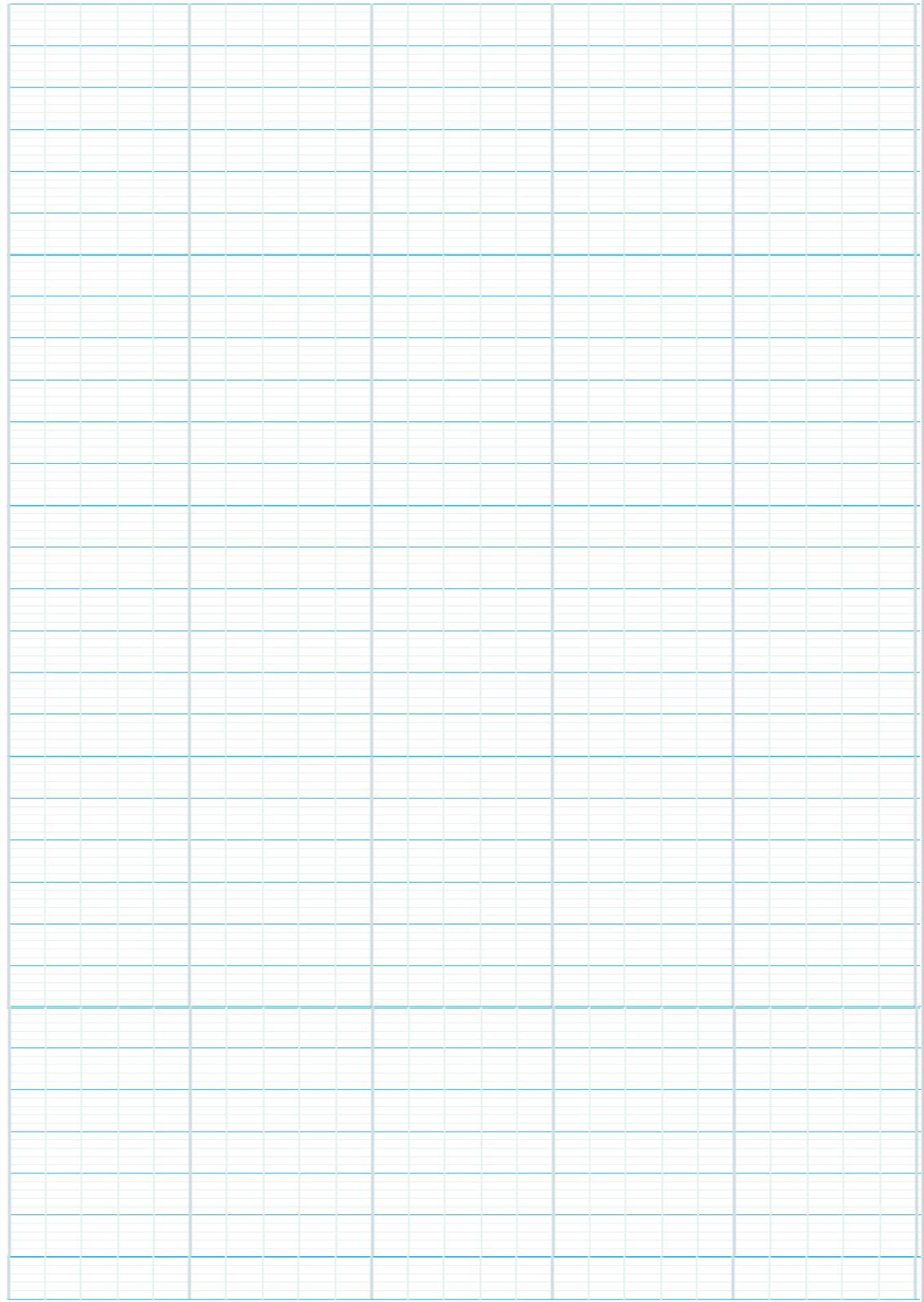
On mélange, dans un bêcher une solution contenant une quantité de matière  $n_1$  de diiode **I<sub>2</sub>** avec une autre solution contenant une quantité de matière  $n_2$  de thiosulfate de sodium ( $2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ). Au cours du temps il se forme les ions d'iodure **I<sup>-</sup>** et les ions tétrathionate de formule chimique **S<sub>4</sub>O<sub>6</sub><sup>2-</sup>**.

- ① Écrire l'équation de cette réaction.
- ② Construire le tableau d'avancement associé à la réaction en fonction de  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $x$  et  $x_{max}$ .
- ③ La courbe ci-contre représente l'évolution des quantités de matière des espèces chimiques intervenant dans cette réaction en fonction de son l'avancement  $x$ .
  - a – Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs
  - b – Déterminer l'avancement maximal et réactif limitant de cette réaction
  - c – Déterminer le bilan de la quantité de matière à l'état final.









# Devoirs



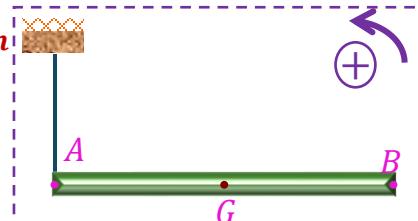
## EXERCICE 1: Equilibre d'un solide pouvant tourner autour d'un axe fixe

Une barre homogène **AB** de masse  $m = 2 \text{ kg}$  et de longueur  $L$  est immobile et suspendue à son extrémité **A** par un fil inextensible. Cette barre pouvant tourner autour d'un axe ( $\Delta$ ) situé à son extrémité **B**. (la figure ci-contre ).

- ① Rappeler les conditions d'un solide en équilibre et pouvant tourner autour d'un axe fixe
- ② Faire l'inventaire des forces exercées sur la barre **AB** .
- ③ Déterminer l'expression du moment de chaque force .
- ④ Trouver l'expression de  $T$  la tension du fil en fonction de  $g$  et  $m$
- ⑤ Tracer la ligne polygonale des forces exercées sur la barre **AB** et déduire l'intensité de la réaction  $R$  de l'axe de rotation ( $\Delta$ ) .

## Données

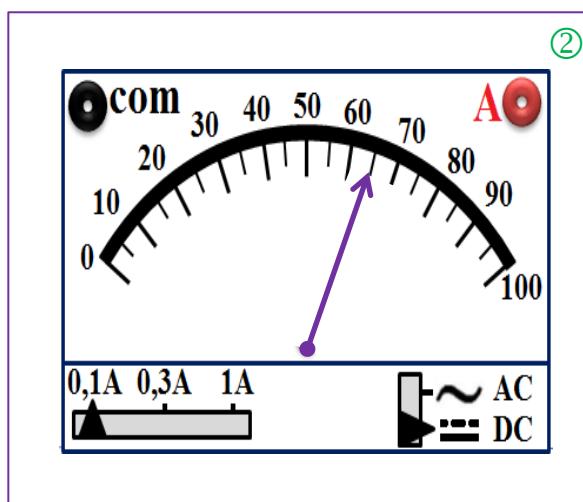
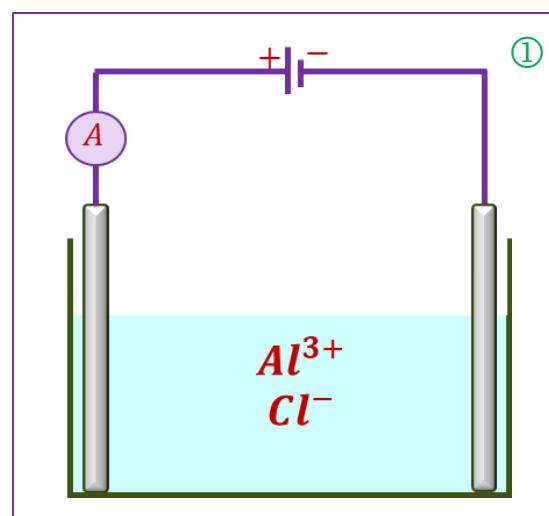
- Les frottements sont négligeables
- L'intensité de la pesanteur :  $g = 10 \text{ N/Kg}$



## EXERCICE 2: Le courant électrique

On réalise l'électrolyse d'une solution de chlorure d'aluminium ( $\text{Al}^{3+} + 3\text{Cl}^-$ ) en utilisant un générateur délivrant un courant d'intensité constante (voir la figure ①).

La figure ② représente l'image du port d'un ampèremètre branché dans le circuit.



- ① En exploitant la figure ②, calculer le l'intensité du courant fournie par le générateur.
- ② Indiquer sur le schéma le sens du courant et celui des différents porteurs de charge .
- ③ Calculer la quantité d'électricité qui traverse une section du circuit pendant une durée  $\Delta t = 15 \text{ min}$
- ④ Calculer le nombre d'électrons qui traversent une section du circuit pendant la durée  $\Delta t$
- ⑤ Calculer le nombre des ions  $\text{Al}^{3+}$  et celui des ions  $\text{Cl}^-$  déplacés pendant la durée  $\Delta t$

### 1 Répondre par vrai ou faux

- Mendeleïev a classé les éléments chimiques selon l'ordre croissant de leur numéro atomique **Z**.
  - Le tableau périodique actuelle classe les éléments chimiques selon la croissance du nombre de neutron **N**.
  - Le tableau périodique actuelle a classé les éléments chimiques selon la croissance du nombre de proton **Z**.
  - Dans un même groupe, les atomes des éléments chimiques ont les mêmes couches.
  - Dans un même groupe, les atomes des éléments chimiques ont le même nombre des couches électroniques .
  - Les atomes des gaze rares peut céder des électrons.
  - L'isomères sont des espèces chimiques ayant la même formule brute, mais ils sont différentes.
  - La représentation de Cram est une aperçue de la configuration spatiale des atomes constituant la molécule .
  - Une liaison covalente est une liaison entre deux atomes.

2 Compléter le tableau suivant : (B; Z = 15) ; (Cl; Z = 17) ;

Compléter le tableau suivant : ( $P$ , $L = 13$ ), ( $Cl$ , $L = 17$ ) ;								
Molécule	Configuration électronique		$P$	$n_L$	$n'_d$	$n_t$	$n_d$	La représentation de Lewis
$PCl_3$	$P:$	$F:$						

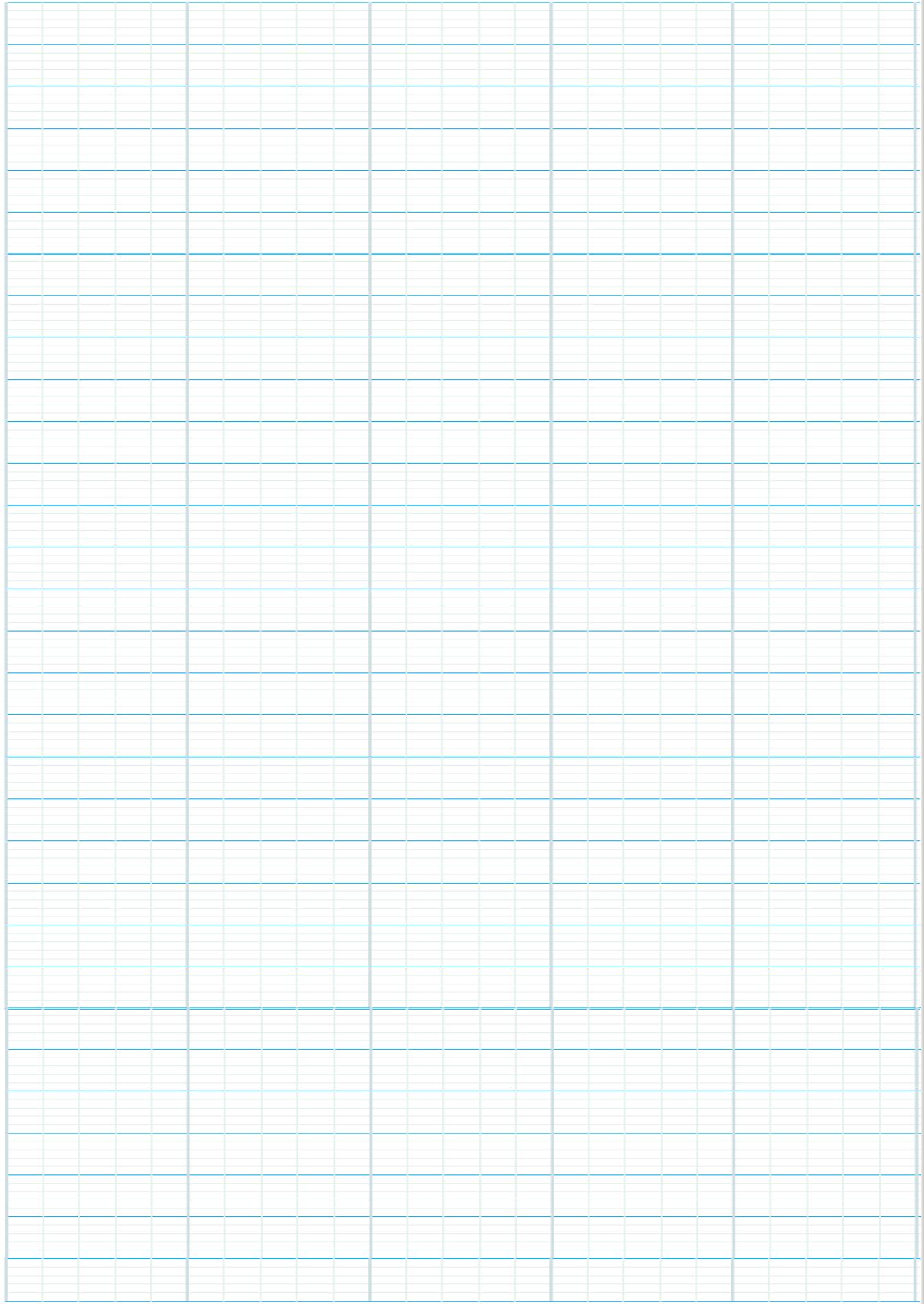
③ Déduire les représentations de Lewis des molécules suivantes :  $NF_3$ ,  $AsBr_3$ ,  $AsF_3$

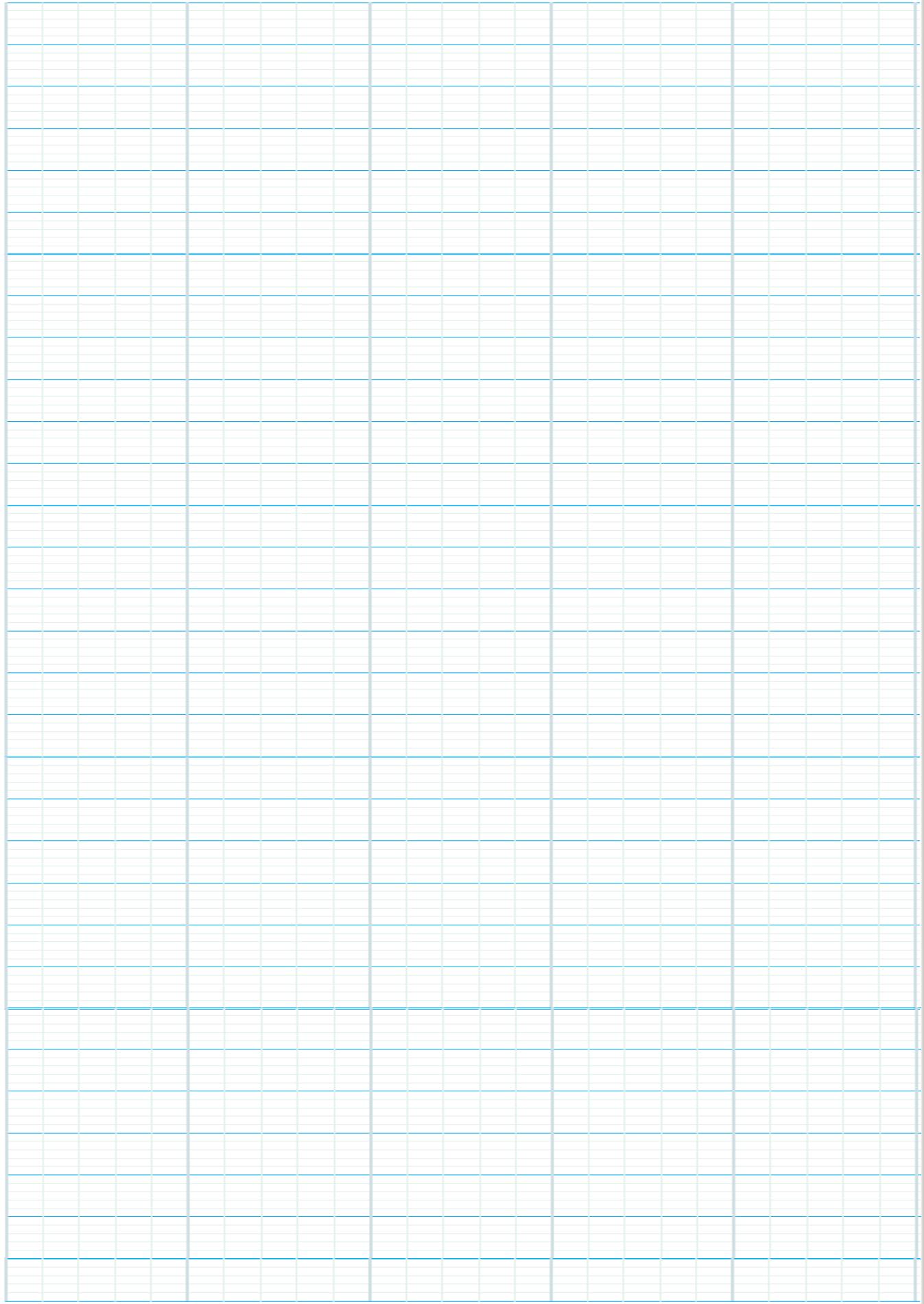
**4** Compléter le tableau suivant :

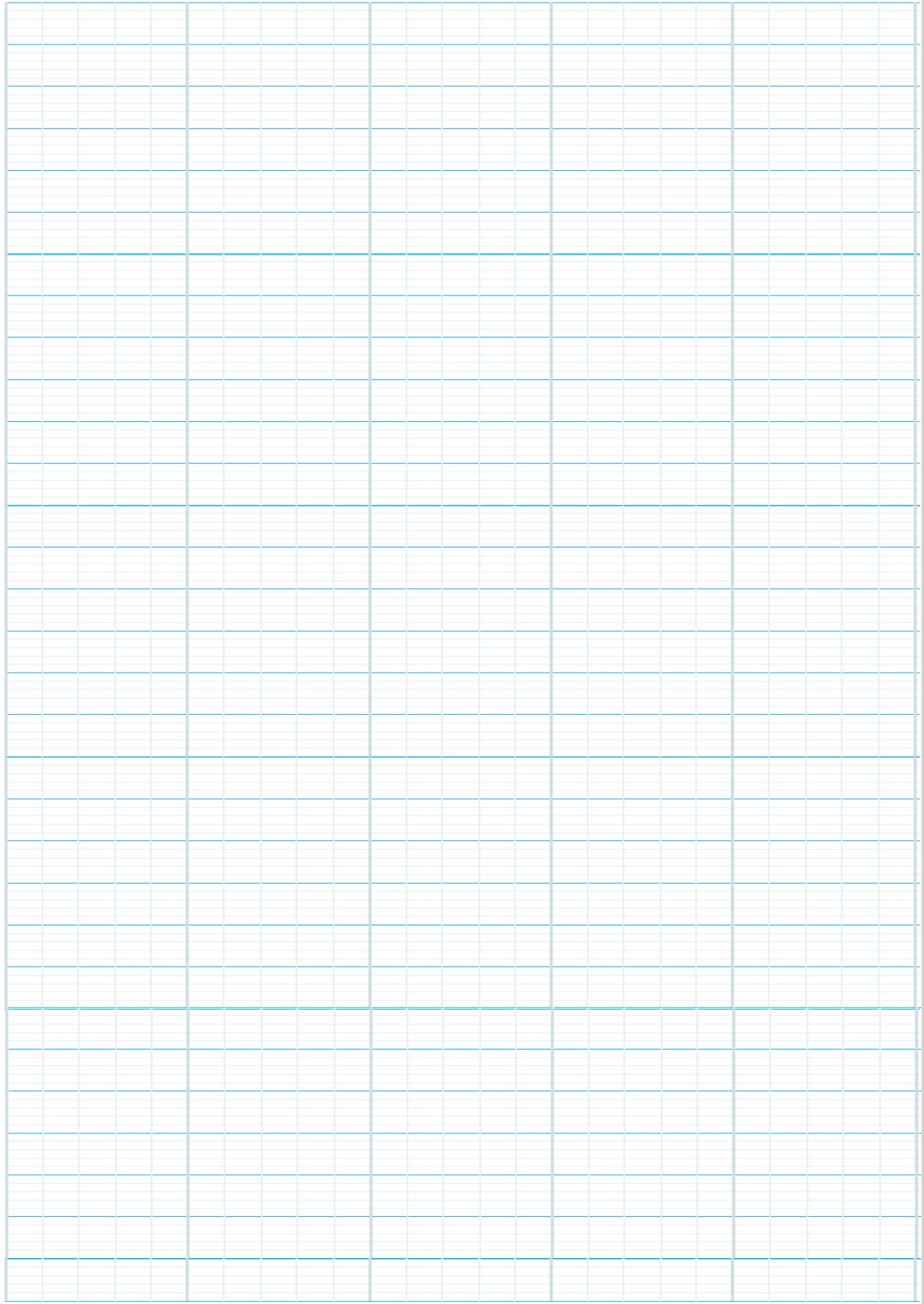
Atome	Configuration électronique	Période	Groupe	Symbole
$^{24}_{12}\text{X}$				
$^{16}_{8}\text{X}$				
$^4_2\text{X}$				

H																				He
Li	Be														B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg														Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br			Kr	

- $P$  : Nombre d'électrons périphériques de l'atome .
  - $n_L$  : Nombre de liaisons covalentes de l'atome .
  - $n'_d$  :Nombre de doublets non liants de l'atome .
  - $n_t$  : Nombre totales des électrons périphériques de la molécule .
  - $n_d$  : Nombre totale des doublets .





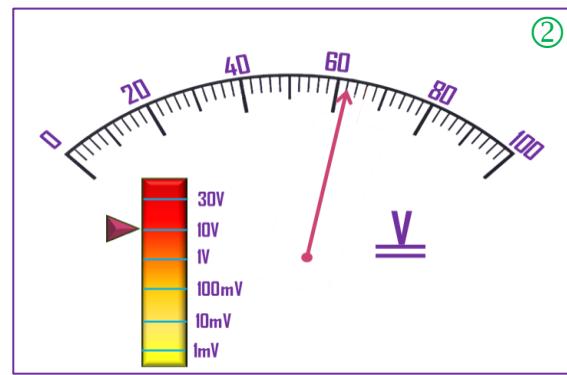
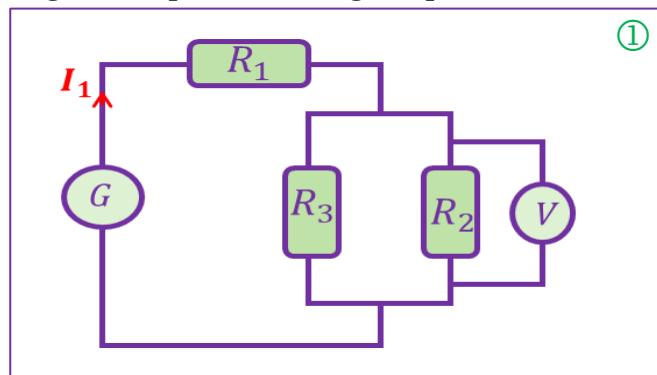


**EEXERCICE 1: Etude d'un dipôle résistif**

On considère le montage électrique de la figure ① qui comporte :

- Un générateur de tension  $U_{PN} = 24V$ .
- Trois conducteurs ohmiques  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$  de résistances  $R_1 = 12\Omega$ ,  $R_2 = 12\Omega$  et  $R_3 = 18\Omega$

La figure ② représente l'image du port d'un voltmètre branché aux bornes de la résistance  $R_2$



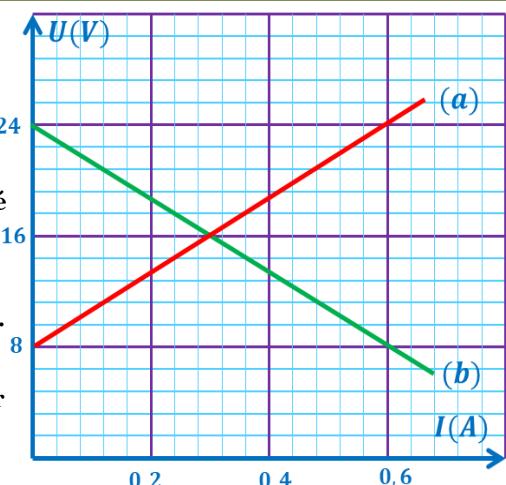
- ① Représenter sur le schéma de la figure ① les différentes tensions électriques.
- ② En exploitant la figure ②, calculer la tension électrique aux bornes du conducteur ohmique  $D_2$ .
- ③ Calculer l'intensité du courant  $I_2$  traversant le conducteur ohmique  $D_2$ .
- ④ Calculer l'intensité du courant  $I_3$  traversant le conducteur ohmique  $D_3$ .
- ⑤ Calculer l'intensité du courant  $I_1$  fournie par le générateur.
- ⑥ Par application de la loi d'additivité des tensions, calculer la tension  $U_1$  aux bornes du conducteur ohmique  $D_1$  et déduire la valeur de sa résistance.
- ⑦ Calculer la résistance équivalente des trois conducteurs ohmiques  $D_1$ ,  $D_2$  et  $D_3$ .

**EXERCICE 2: Caractéristique d'un dipôle électrique**

On branche aux bornes d'un générateur électrique ( $E; r$ ), un électrolyseur ( $E'; r'$ ).

La courbe ci-contre représente la caractéristique tension-courant du générateur et celle de l'électrolyseur.

- ① Schématiser le montage électrique considéré et représenté sur lequel les différentes tensions électriques
- ② Identifier les deux courbes (a) et (b).
- ③ Déterminer l'intensité du courant circulant dans le circuit.
- ④ Déterminer la tension  $U_{PN}$  aux bornes du générateur.
- ⑤ Déduire la valeur de la force électromotrice du générateur et celle de sa résistance interne .
- ⑥ Déterminer la valeur de la force contre-électromotrice du moteur et celle de sa résistance interne.



## I-Détermination de la quantité de matière dans un liquide

L'acide oléique formule chimique  $C_{18}H_{34}O_2$ , est un acide gras monoinsaturé de la famille des acides gras oméga-9.

Il est principalement présent dans les huiles d'origine végétale telles que l'huile d'olive, l'huile d'avocat, l'huile de carthame, ou l'huile de canola.

Des analyses montrent que le pourcentage massique de l'acide oléique dans un huile d'olive est **81%**

On dispose d'une bouteille contenant un volume  $V = 500mL$  de l'huile d'olive.



- La masse molaire du carbone :  $M(C) = 12\text{ g.mol}^{-1}$
- ❖ **Données :** ▪ La masse molaire d'oxygène :  $M(O) = 16\text{ g.mol}^{-1}$
- La masse molaire d'hydrogène :  $M(H) = 1\text{ g.mol}^{-1}$
- La masse volumique de l'huile d'olive :  $\rho = 0,92\text{ g.ml}^{-1}$

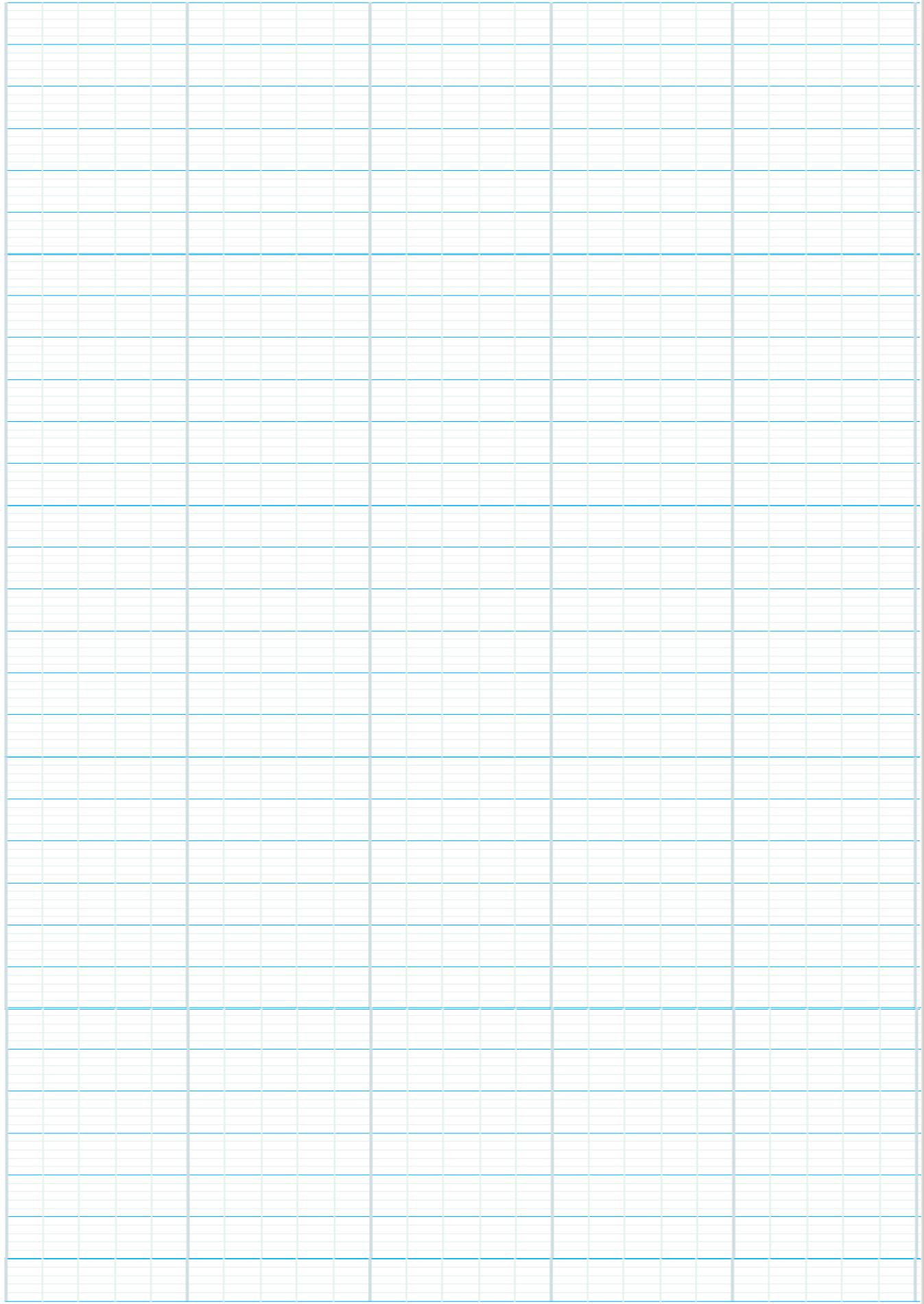
- ① Calculer la masse de l'huile d'olive dans la bouteille.
- ② Vérifier que la masse de l'acide oléique dans la bouteille est  $m_A \approx 4,69 \times 10^2\text{ g}$
- ③ Calculer la masse molaire de l'acide oléique .
- ④ Calculer la quantité de matière de l'acide oléique dans la bouteille.
- ⑤ Calculer le nombre de molécules de l'acide oléique présentes dans la bouteille.

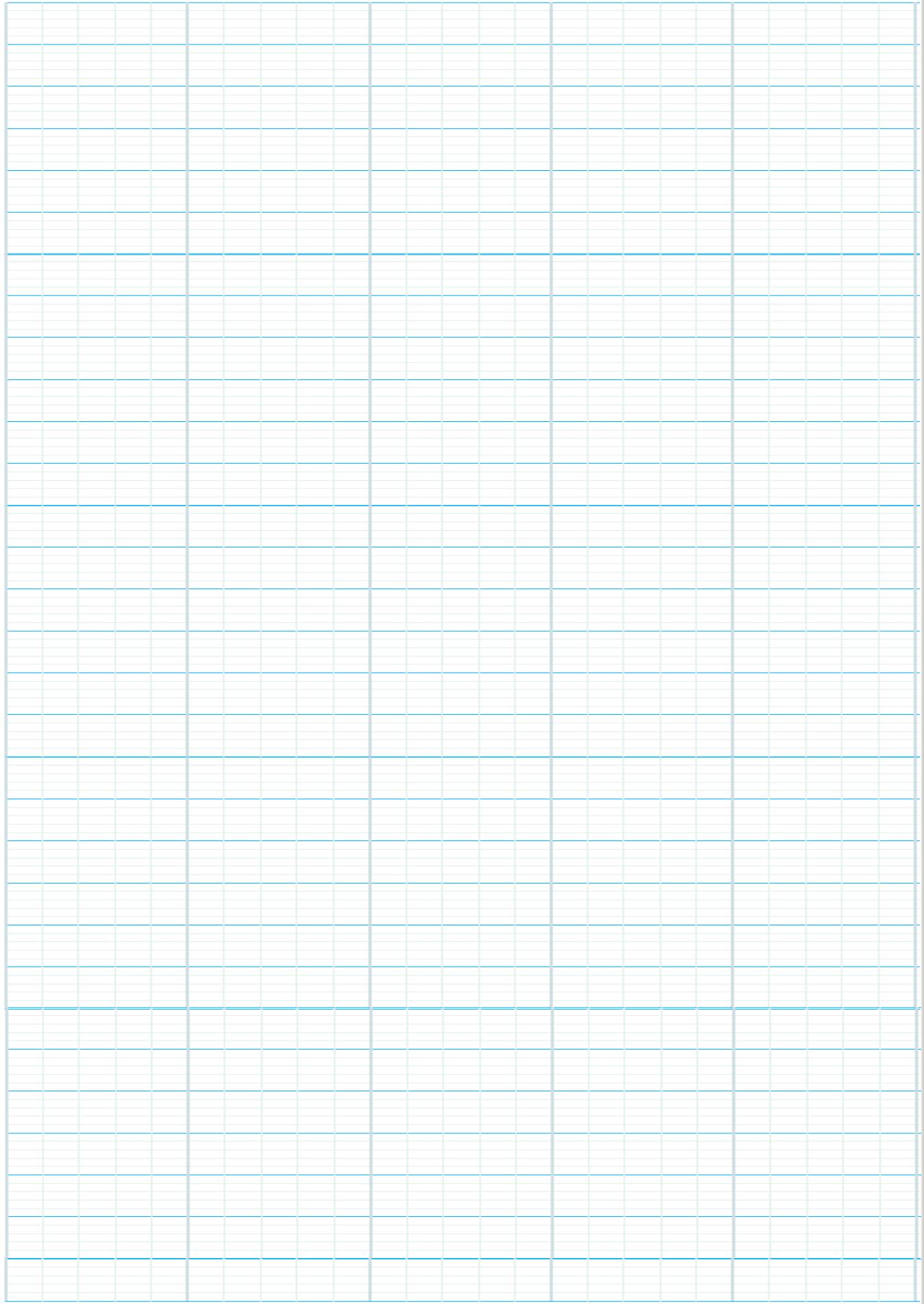
## II-Détermination de la quantité de matière d'un gaz

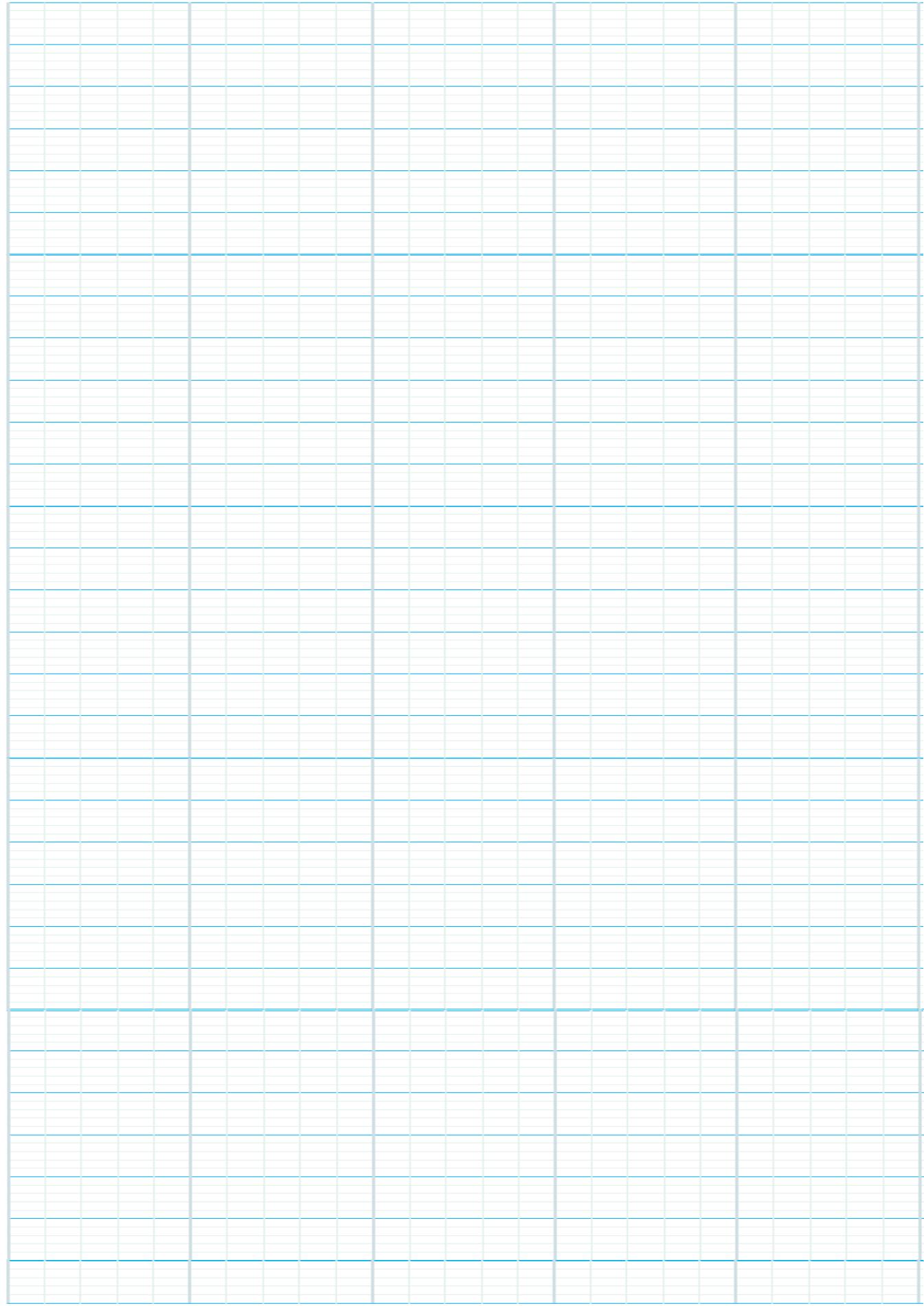
On dispose d'un flacon fermé de volume  $V = 2,5 \times 10^{-4}\text{ m}^3$  contenant une masse  $m$  de l'hélium  $He(g)$  sous une pression  $P = 1,34 \times 10^5\text{ Pa}$  et une température  $T = 6^\circ\text{C}$

- ① Enoncer la loi de Boyle-Mariotte .
- ② Calculer la densité de l'hélium .
- ③ Calculer la quantité de matière de l'hélium dans le flacon.
- ④ Calculer la masse de l'hélium dans le flacon.
- ⑤ Calculer le volume molaire dans ces conditions .

- Données :**
- La constante du gaz parfait :  $R = 8,31\text{ Pa.m}^3.\text{K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$
  - La masse molaire de l'hélium :  $M(He) = 4\text{ g.mol}^{-1}$







**EEXERCICE 1: Etude d'un dipôle passif**

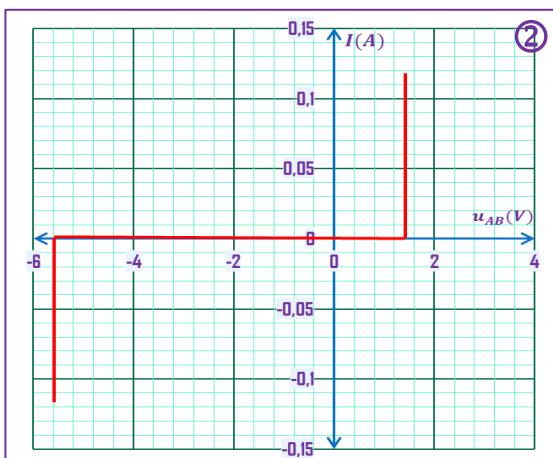
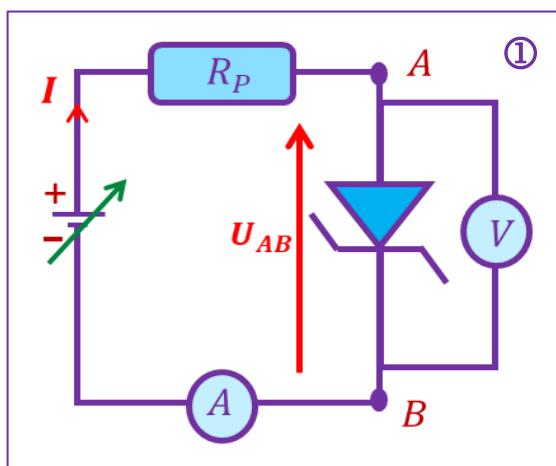
La diode Zener est un composant électronique essentiel, utilisé principalement pour la régulation de tension. Elle se différencie des diodes traditionnelles par sa capacité à permettre le passage du courant dans les deux sens lorsque la tension appliquée dépasse un certain seuil, connu sous le nom de tension de Zener. Cette caractéristique unique fait de la diode Zener un élément crucial dans de nombreux circuits électroniques.



Cet exercice vise à étudier la caractéristique de la diode Zener et ainsi qu'à l'étude du comportement de cette diode dans un circuit électrique.

**I-La caractéristique d'une diode Zener**

On réalise le montage de la figure ① et on fait varier la tension du générateur et à chaque fois on enregistre dans un tableau les valeurs de la tension  $u_{AB}$  aux bornes de la diode Zener et les valeurs l'intensité du courant  $I$  qui la traverse. L'ensemble des résultats obtenus ont permis de tracer la courbe de la figure ② qui représente la caractéristique  $I = f(u_{AB})$  de cette diode.



① Décrire la caractéristique de la diode Zener.

② Déterminer la valeur de la tension de seuil  $U_s$  et celle de la tension Zener  $U_Z$

**II-Le comportement d'une diode Zener dans un circuit électrique**

On considère le montage de la figure ③ qui comporte la diode précédente, un générateur de tension réglable et deux conducteurs ohmiques de résistances  $R_1 = 100\Omega$  et  $R_2 = 150\Omega$

On fixe la tension aux bornes du générateur à la valeur :  $u_{PN} = 6V$

① Déterminer la valeur de la tension aux bornes de la diode Zener.

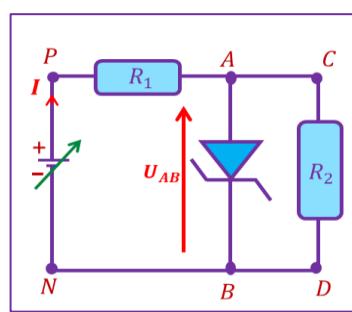
② Déterminer les valeurs des tensions  $u_{CD}$ ,  $u_{PA}$

③ Calculer l'intensité du courant circulant dans chaque branche

④ On fixe la tension du générateur à la valeur  $u_{PN} = 0,4V$ .

Répondez aux trois questions précédentes dans ce cas .

⑤ On inverse la diode et on prend  $u_{PN} = 10V$ . Répondez aux trois questions précédentes dans ce cas .



## I-Préparation et dilution d'une solution aqueuse

On prépare une solution ( $S_0$ ) d'éthanoate de sodium ( $CH_3COO^- + Na^+$ ) de volume  $V_0 = 100\text{mL}$  de concentration  $C_0 = 2,5 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , en dissolvant une masse  $m$  des cristaux d'éthanoate de sodium  $CH_3COONa$  dans l'eau distillée.

- ① Déterminer le solvant et le soluté de cette solution.
  - ② Calculer la masse molaire d'éthanoate de sodium.
  - ③ Calculer la quantité de matière d'éthanoate de sodium dissoute dans la solution ( $S_0$ ).
  - ④ Calculer la masse d'éthanoate de sodium dissoute dans la solution ( $S_0$ ).
  - ⑤ On prépare une solution ( $S_1$ ) de concentration  $C_1$ , en ajoutant un volume  $V_e = 60\text{mL}$  de l'eau distillée à la solution ( $S_0$ ).
    - a* – Comment appelle-t-on ce processus
    - b* – Calculer le volume  $V_1$  de la solution ( $S_1$ )
    - c* – Calculer concentration  $C_1$  de la solution ( $S_1$ )
      - La masse molaire du carbone :  $M(C) = 12\text{g.mol}^{-1}$
- ❖ Données
- La masse molaire d'oxygène :  $M(O) = 16\text{g.mol}^{-1}$
  - La masse molaire d'hydrogène :  $M(H) = 1\text{g.mol}^{-1}$
  - La masse molaire du sodium :  $M(Na) = 23\text{g.mol}^{-1}$

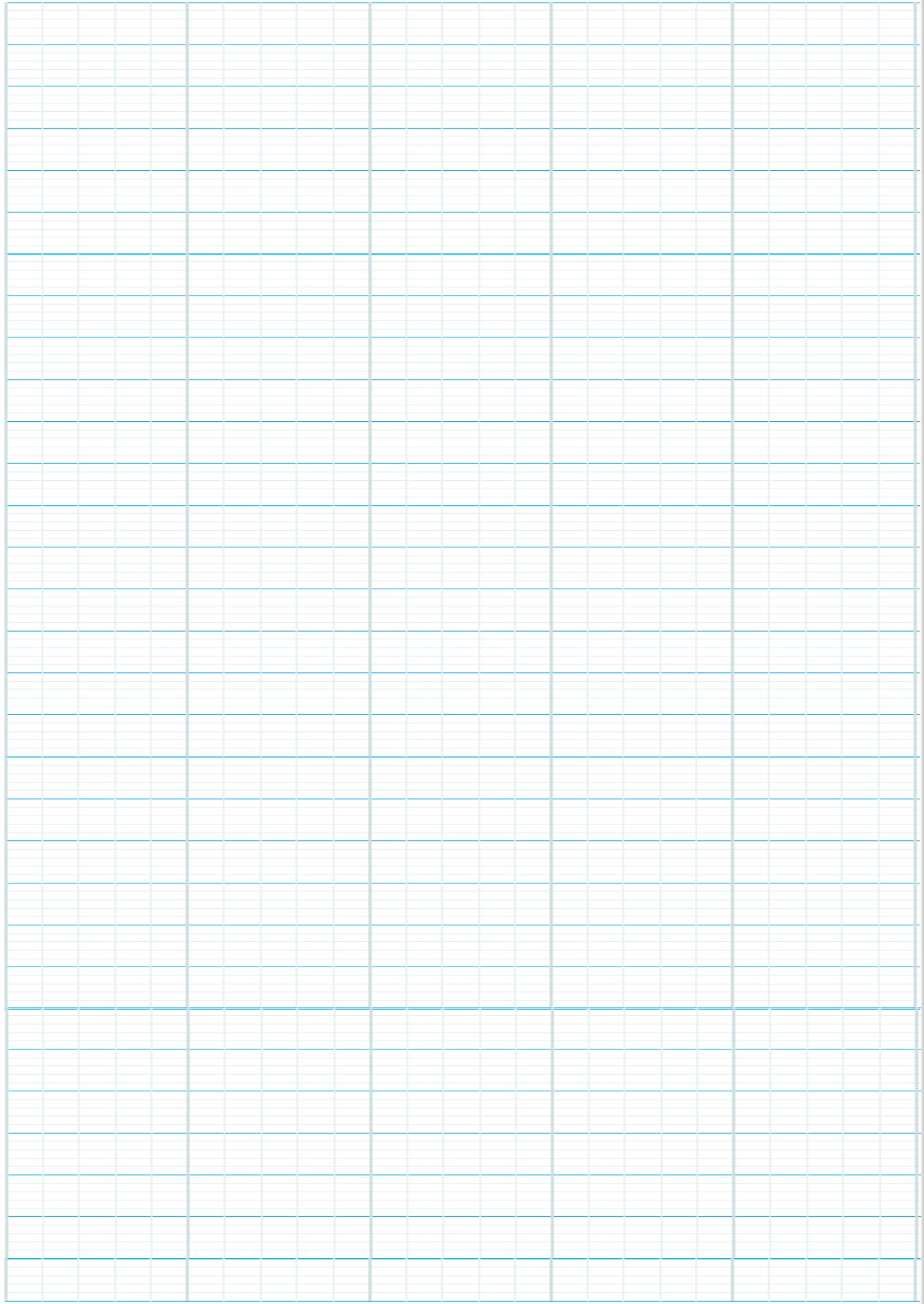
## II-Etude d'une réaction chimique modélisant l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer .

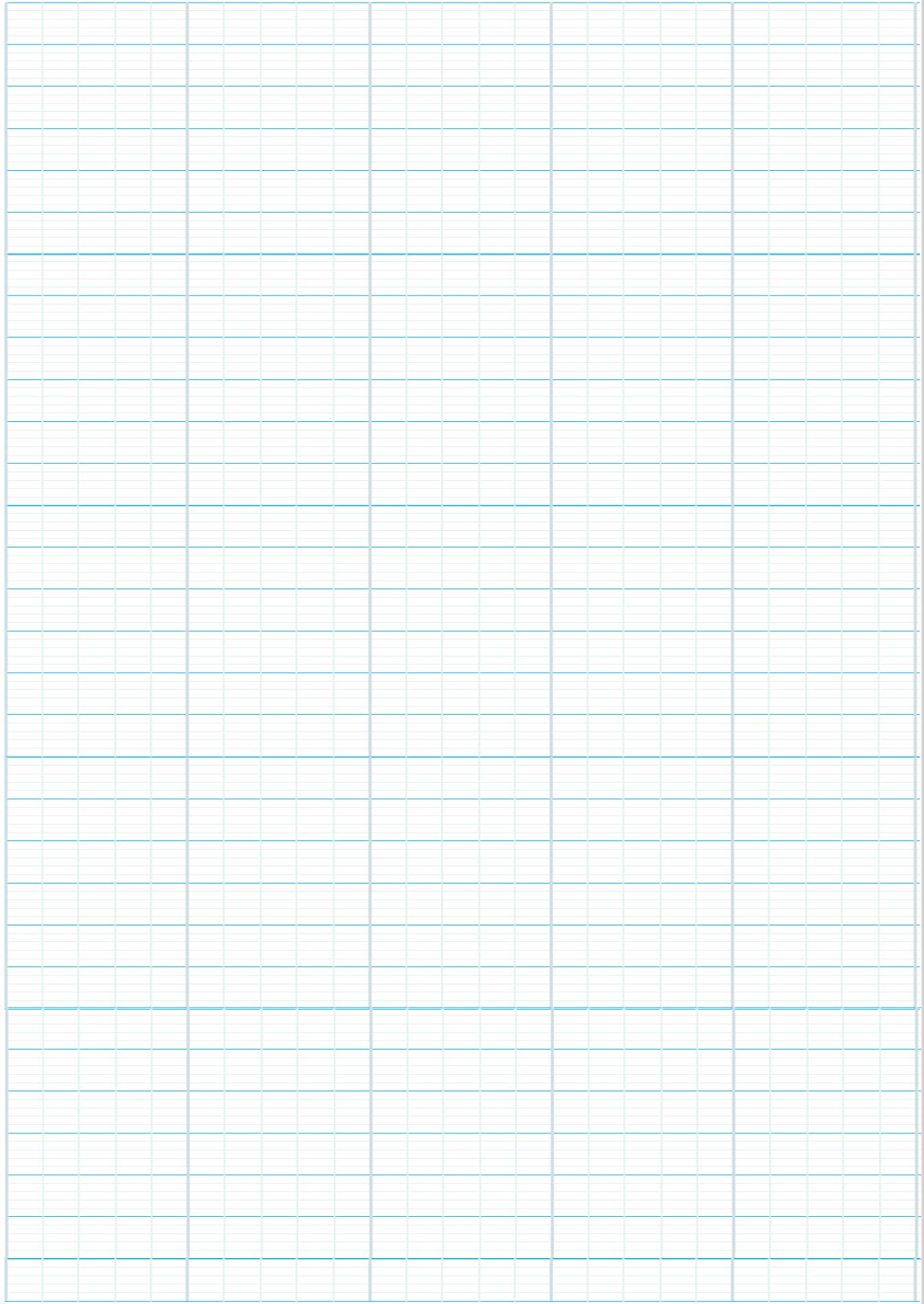
Le fer est attaqué par les acides, lorsque l'on place un clou de fer de masse  $m = 2,5 \text{ g}$  dans un volume  $V = 40\text{mL}$  d'une solution acide chlorhydrique ( $H^+ + Cl^-$ ) de concentration  $C = 0,8\text{mol.L}^{-1}$ , on observe un dégagement gazeux de dihydrogène ( $H_2$ ) et la formation d'ions fer II ( $Fe^{2+}$  ).

- ① Faire le bilan des espèces présentes à l'état initial.
- ② Ecrire l'équation bilan de la réaction se produisant entre les protons  $H^+$  et le fer  $Fe$ .
- ③ Dresser le tableau associé à cette réaction.
- ④ Déterminer le réactif limitant et l'avancement maximal de cette réaction.
- ⑤ Calculer le volume de dihydrogène dégagé par cette réaction .
- ⑥ Calculer la concentration en ions fer II et en ions  $H^+$  lorsque la réaction est terminée .

Données :

- Le volume molaire dans les conditions expérimentales :  $V_M = 24\text{L/mol}$
- La masse molaire du fer :  $M(Fe) = 55,8\text{g/mol}$





# Bibliographies utilisées

- ❖ **Ministre de l'éducation nationale, programmes des sections internationales- Option français- Physique chimie -Tronc commun.**
- ❖ **Fouad Marzouk et autres, collection Mourchidi en Physique chimie, TC scientifique, édition Afrique Orient 2017.**
- ❖ **Mohamed El Heddari, Etincelle Physique chimie, TC scientifique, édition Apostrophe.**
- ❖ **Abdelhak Ben Saddik et autres, collection Al Massar en Physique chimie, TC scientifique, Nadia édition 2010.**
- ❖ **André Durupthy et autres , Physique chimie 2<sup>e</sup>, Edition Hachette, Paris 2010.**
- ❖ **Cours sur internet:**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof : Hicham Mahajar .**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Yassine Derraz.**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Abdelhakim Sbiro.**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Rachid Jankel.**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Hammou Mona.**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Mohammed Delahi.**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Ayoub Elmardi.**
  - **Cours de Physique chimie - TC scientifique, Prof Allal Mahdade.**