

**Exercices de physique-chimie**  
**Première Spécialité**

# Détermination de la composition d'un système chimique à l'état initial

## Exercice 1

Calculer la masse molaire des espèces chimiques ou composés ioniques suivants :

1. Le paracétamol de formule  $C_8H_9NO_2$
2. Le diiode de formule  $I_2$
3. Le carbonate de calcium de formule  $CaCO_3$
4. La vitamine C de formule  $C_6H_8O_6$
5. Le sulfate de magnésium heptahydraté de formule  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$
6. Le sel de Mohr de formule  $Fe(SO_4)_2(NH_4)_2 \cdot 6H_2O$

## Exercice 2

Une molécule d'eau  $H_2O$  a une masse égale à  $m = 2,99 \times 10^{-23}$  g. Calculer la masse molaire de l'eau de deux manières différentes.

## Exercice 3

Recopier le tableau suivant et compléter les valeurs manquantes.

Échantillon	Masse molaire ( $g \cdot mol^{-1}$ )	Quantité de matière ( $mol$ )	Masse (g)
Saccharose $C_{12}H_{22}O_{11(s)}$	...	$2.0 \times 10^{-2}$	...
Dioxyde d'azote $NO_{2(g)}$	...	...	$1.5 \times 10^{-1}$
Chloroforme $CHCl_{3(g)}$	...	$5.0 \times 10^{-2}$	...

## Exercice 4

La posologie quotidienne maximale d'aspirine  $C_9H_8O_4$  est de 3,0 g.

- 1/ Calculer la masse molaire de l'aspirine.
- 2/ Exprimer puis calculer la quantité de matière maximale d'aspirine autorisée par jour.
- 3/ En déduire le nombre maximum de molécules d'aspirine pouvant être absorbées quotidiennement.

## Exercice 5

Recopier et compléter les valeurs manquantes du tableau pour les liquides donnés

Liquides	$M$ ( $g \cdot mol^{-1}$ )	$\rho$ ( $g \cdot mol^{-1}$ )	$n$ ( $mol$ )	$V$ (mL)	$m$ (g)
Éthanol $C_2H_6O$	...	0.79	...	15	...
Dichloro méthane $CH_2Cl_2$	...	1.3	$2.0 \times 10^{-2}$	...	...

## Exercice 6

Une solution aqueuse de volume  $V_{solution} = 200$  mL contient  $1,0 \times 10^{-2}$  mol d'hydroxyde de sodium NaOH.

- 1/ Calculer la concentration en quantité de matière  $C$  de la solution d'hydroxyde de sodium.
- 2/ En déduire la concentration en masse  $C_m$  de la solution.

## Exercice 7

Dans le cas d'une déshydratation, il peut être administré par perfusion une solution de glucose  $C_6H_{12}O_6$  de concentration en quantité de matière  $C = 278 \text{ mmol.L}^{-1}$ .

- 1/ Calculer la masse molaire du glucose.
- 2/ Calculer la masse de glucose contenue dans une perfusion de 500 mL en combinant deux formules.

## Exercice 8

Pour limiter l'apparition de crampes après un effort sportif intense, il est possible de boire une solution de bicarbonate de sodium fabriquée par dissolution de 10 g de bicarbonate de sodium  $NaHCO_3$  dans l'eau afin d'obtenir un litre de solution.

- 1/ Calculer la masse molaire du bicarbonate de sodium.
- 2/ Calculer la concentration en masse puis la concentration en quantité de matière de la solution obtenue.
- 3/ Retrouver la concentration en quantité de matière à partir des données de l'énoncé et de la masse molaire du bicarbonate de sodium, en combinant deux formules.

## Exercice 9

Une solution d'eau sucrée a été préparée par dissolution de 12 g de saccharose  $C_{12}H_{22}O_{11}$  pour obtenir un volume total de solution  $V_{solution} = 100 \text{ mL}$ . La masse de la solution obtenue vaut 103,92 g.

- 1/ Calculer la masse volumique  $\rho$  de la solution d'eau sucrée.
- 2/ Calculer la concentration en masse  $C_m$  de la solution.
- 3/ Calculer la masse molaire  $M$  du saccharose.
- 4/ Démontrer la relation liant la concentration en quantité de matière  $C$  et la concentration en masse  $C_m$ .
- 5/ Calculer la concentration en quantité de matière de la solution d'eau sucrée à partir de la concentration en masse.

## Exercice 10

Un ballon de baudruche sphérique de diamètre 28 cm est gonflé avec de l'hélium gazeux  $He_{(g)}$  à 20 °C et sous pression atmosphérique.

- 1/ Calculer le volume d'hélium contenu dans le ballon de baudruche.
- 2/ En déduire la quantité de matière d'hélium contenue dans le ballon.

## Exercice 11

Gaz	Masse molaire ( $g.mol^{-1}$ )	Quantité de matière ( $mol$ )	Volume ( $mL$ )	Masse (g)
Méthane $CH_4$	...	...	...	5.0
Dioxyde de carbone $CO_2$	...	...	$3.5 \times 10^3$	...
Diazote $N_2$	...	$2.0 \times 10^{-2}$	...	...

## Exercice 12

On dispose d'un flacon contenant 50 mL de dioxygène à 20 °C et 1013 hPa.

- 1/ Calculer la quantité de matière de dioxygène contenue dans le flacon.
- 2/ En déduire la masse de dioxygène contenue dans le flacon.
- 3/ Une balance au dg près serait-elle suffisante pour peser le dioxygène ?

## Exercice 13

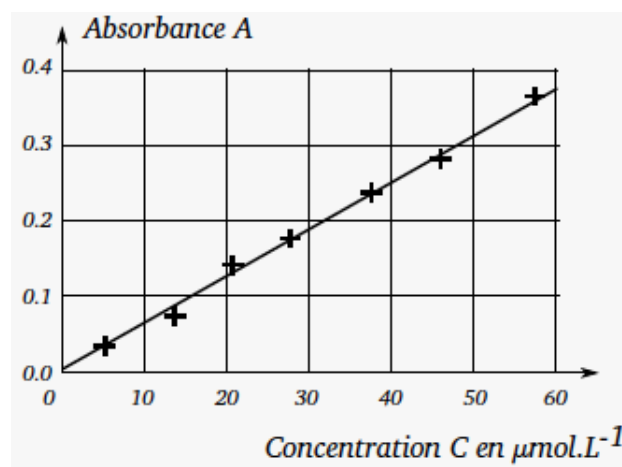
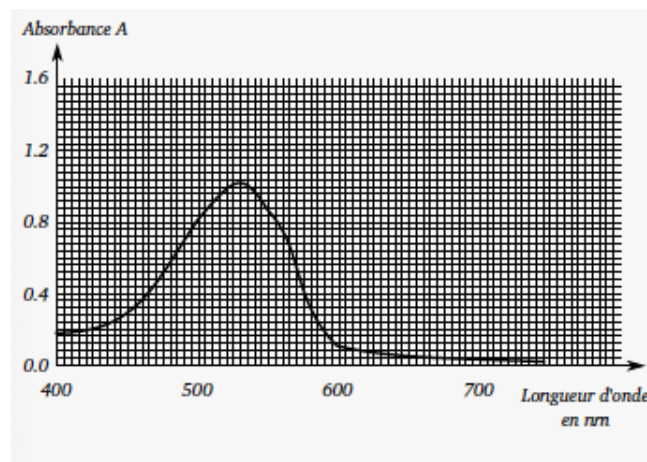
En TP, 9 groupes d'élèves ont mesuré le volume molaire d'un gaz à 20 °C et sous pression atmosphérique. Le résultat de chaque groupe est reporté dans le tableau suivant.

Mesures	$V_m$ ( $L \cdot mol^{-1}$ )
1	24.5
2	23.8
3	12.5
4	24.1
5	23.9
6	23.9
7	24.0
8	23.7
9	23.8

- 1/ Écarter les valeurs aberrantes de la série de mesure.
- 2/ En utilisant un tableur ou une calculatrice, calculer la moyenne de la série de mesures conservées.
- 3/ Calculer l'écart type de la série de mesure par une méthode statistique.
- 4/ En déduire l'incertitude sur la mesure puis donner une estimation du volume molaire d'un gaz  $V_m$  dans les conditions de l'expérience.
- 5/ Comparer le résultat de l'expérience à la valeur de référence  $V_{mref}$ .

## Exercice 14

L'azorubine (E122) est un colorant alimentaire notamment présent dans les sirops. Une surconsommation pouvant provoquer une hyperactivité chez les enfants, la dose journalière admissible (DJA) est fixée à 4 mg.kg<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup>. La masse molaire de l'azorubine est  $M(\text{azorubine}) = 502 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ .



- 1/ Justifier la couleur d'une solution d'azorubine.

**2/** Pour évaluer la concentration en quantité de matière d'azorubine d'un sirop de grenadine, un dosage spectrophotométrique est réalisé. Donner la longueur d'onde à laquelle doit être réglé le spectrophotomètre et préciser les étapes du dosage.

**3/** On a obtenu la courbe d'étalonnage (voir figure 10). L'absorbance du sirop pur étant trop élevée, on le dilue 5. L'absorbance de la solution est alors  $A_{\text{dilué}} = 0,15$ . Déterminer la concentration de la solution diluée puis du sirop pur.

**4/** Calculer combien de verres de 200 mL de ce sirop dilué 7 un enfant de masse  $m = 30$  kg peut boire par jour sans dépasser la DJA.

**5/** Le même dosage est maintenant réalisé par 8 groupes d'étudiants et ils trouvent les résultats suivants pour la valeur de l'absorbance de la solution diluée. Calculer la valeur moyenne de l'absorbance puis déterminer l'incertitude de mesure correspondante sachant que

$$U(A) = \frac{S_{n-1}}{\sqrt{n}}$$

avec  $n$  le nombre de mesures.

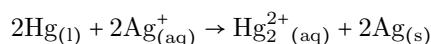
**6/** Exprimer correctement le résultat de l'absorbance de la solution diluée à partir des mesures de tous les étudiants.

**7/** Préciser si cette valeur est conforme à la mesure faite à la question 3.

# Suivi et modélisation d'un système chimique

## Exercice 1

Le mercure réagit avec les ions argent suivant une transformation modélisée par une réaction d'oxydoréduction dont l'équation ajustée est



- 1/ Définir les termes oxydant et réducteur.
- 2/ Identifier les espèces oxydées et les espèces réduites.
- 3/ Donner les couples oxydant/réducteur mis en jeu.

## Exercice 2

Établir les demi-équations des couples oxydant/réducteur suivants

- a.  $\text{IO}_3^-/\text{I}_{2(aq)}$
- b.  $\text{HClO}_{(aq)}/\text{Cl}_{2(g)}$
- c.  $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$
- d.  $\text{Al}_{(aq)}^{3+}/\text{Al}_{(s)}$
- e.  $\text{CO}_{2(g)}/\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_{4(aq)}$

## Exercice 3

- 1/ Établir l'équation de la réaction entre
  1. le diiode  $\text{I}_{2(aq)}$  et le dioxyde de soufre  $\text{SO}_{2(aq)}$
  2. les ions nitrates  $\text{NO}_3^-$  et le zinc métallique  $\text{Zn}_{(s)}$
  3. le dibrome  $\text{Br}_{2(aq)}$  et les ions thiosulfates  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$
  4. le nickel  $\text{Ni}_{(s)}$  et les ions cadmium  $\text{Cd}_{(aq)}^{2+}$
- 2/ Indiquer à chaque fois les espèces chimiques qui sont réduites ou oxydées.  
Couples oxydant/réducteurs mis en présence
  1.  $\text{I}_{2(aq)}/\text{I}_{(aq)}^-$  et  $\text{SO}_4^{2-}_{(aq)}/\text{SO}_{2(aq)}$
  2.  $\text{NO}_{(aq)}^-/\text{NO}_{(g)}$  et  $\text{Zn}_{(aq)}^{2+}/\text{Zn}_{(s)}$
  3.  $\text{Br}_{2(aq)}/\text{Br}_{(aq)}^-$  et  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$
  4.  $\text{Ni}_{(aq)}^{2+}/\text{Ni}_{(s)}$  et  $\text{Cd}_{(aq)}^{2+}/\text{Cd}_{(s)}$

## Exercice 4

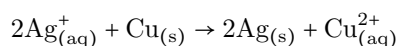
Les ions or  $\text{Au}^{3+}$  réagissent avec le magnésium  $\text{Mg}_{(s)}$  pour donner un dépôt d'or métallique et des ions magnésium  $\text{Mg}_{(aq)}$ .

- 1/ Quels sont les couples oxydant/réducteur mis en jeu ?
- 2/ Écrire les demi-équations électroniques d'oxydoréduction.
- 3/ En déduire l'équation de la réaction.
- 4/ Identifier le réactif oxydé et le réactif réduit.

## Exercice 5

Les alchimistes décrivent l'arbre de Diane comme une végétation d'argent se déposant sur un tronc fait en cuivre. On souhaite fabriquer un arbre de Diane au laboratoire. Pour ce faire, on place un fil de cuivre dans un bécher contenant une solution de nitrate d'argent. On réalise l'expérience, et on prend en photos le système chimique dans son état initial et dans son état final. Dans l'état initial, la solution est incolore. Après plusieurs heures, la solution se colore progressivement en bleu, et le fil de cuivre se recouvre d'un solide brillant déposé sous forme de «feuillage métallique», qui porte le nom d'«arbre de Diane».

- 1/ Justifier qu'une transformation chimique a bien eu lieu.
- 2/ Identifier les couples mis en jeu lors de la formation d'un arbre de Diane et écrire les deux demi-équations correspondantes.
- 3/ En déduire que l'équation de la réaction modélisant la formation de l'arbre de Diane s'écrit



### Données :

Couples oxydant/réducteur

- couple ion argent/argent :  $\text{Ag}^+/\text{Ag}_{(s)}$

- couple ion cuivre/cuivre :  $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}_{(s)}$

Couleurs des solutions aqueuses :

- les ions cuivre  $\text{Cu}^{2+}$  donnent une couleur bleue aux solutions aqueuses

- les ions argent  $\text{Ag}^+$  et les ions nitrate  $\text{NO}_3^-$  sont incolores en solution aqueuse

### Exercice 6

Industriellement, l'eau de Javel est obtenue par barbotage de dichlore gazeux  $\text{Cl}_{2(g)}$  dans une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium  $\text{Na}^+_{(aq)} + \text{HO}^-_{(aq)}$ . L'ion hypochlorite  $\text{ClO}^-$  en solution aqueuse est fortement oxydant et capable d'oxyder l'eau elle-même. On peut modéliser cette transformation à partir des deux couples oxydant-réducteur suivants

$\text{ClO}^-_{(aq)}/\text{Cl}^-_{(aq)}$

$\text{O}_{2(g)}/\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

Cette transformation, plus ou moins lente en fonction de certains paramètres, impose une limite de durée d'utilisation aux eaux de Javel.

1/ Établir l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant l'oxydation de l'eau par les ions hypochlorite.

2/ Justifier le rôle oxydant de l'ion hypochlorite.

### Exercice 7

L'éthanol  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  peut s'oxyder en éthanal  $\text{CH}_3\text{CHO}$ , et l'éthanal peut s'oxyder en acide acétique  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

1/ Montrer que l'on peut définir deux couples rédox  $\text{CH}_3\text{CHO}/\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$  et  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{CHO}$  et écrire les demi équation rédox relatives à ces deux couples.

2/ Écrire les réaction de l'ion  $\text{MnO}_4^-$  en milieu acide sur l'éthanol.

3/ Écrire les réaction de l'ion  $\text{MnO}_4^-$  en milieu acide sur l'éthanal.

### Exercice 8

Une solution d'acide nitrique  $\text{HNO}_3$  contient des ions  $\text{H}^+$  et  $\text{NO}_3^-$ . L'ion nitrate  $\text{NO}_3^-$  est l'oxydant dans le couple  $\text{NO}_3^-/\text{NO}$ ,  $\text{NO}$  étant le monoxyde d'azote.

1/ Écrire la demi réaction pour le couple  $\text{NO}_3^-/\text{NO}$ .

2/ Le cuivre métallique  $\text{Cu}$  réagit avec l'acide nitrique pour donner des ions  $\text{Cu}^{2+}$ . Écrire l'équation d'oxydoréduction.

### Exercice 9

L'eau oxygénée  $\text{H}_2\text{O}_2$  est un réducteur dans le couple  $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}_2$  et un oxydant dans le couple  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$ .

1/ Écrire les deux demi équations relatives à ces deux couples.

2/ Écrire l'équation d'oxydoréduction entre  $\text{H}_2\text{O}_2$  comme réducteur et  $\text{H}_2\text{O}_2$  comme oxydant.

3/ Quels sont les produits de cette réaction ?

### Exercice 10

On considère deux couples oxydoréducteur

-  $\text{CrO}_4^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  en milieu acide

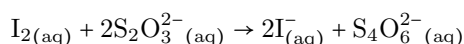
-  $\text{I}_2/\text{I}^-$

1/ Écrire les demi équation redox des deux couples.

2/ Il y a une réaction d'oxydoréduction entre  $\text{I}^-$  et  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ . Établir l'équation de cette réaction chimique.

### Exercice 11

L'équation de la réaction entre  $2,5 \times 10^{-3}$  mol de diiode  $\text{I}_{2(aq)}$  et  $4,0 \times 10^{-3}$  mol d'ions thiosulfates  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$  est

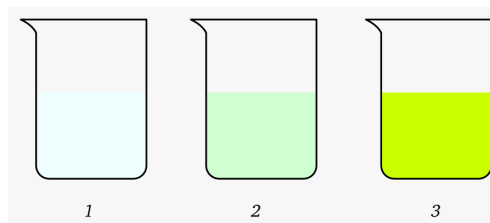


1/ Construire le tableau d'avancement associé.

2/ Préciser si le mélange initial est stoechiométrique.

## Exercice 12

Les ions peroxydisulfate  $S_2O_8^{2-}(\text{aq})$  réagissent en solution aqueuse avec les ions iodures  $I^-_{(\text{aq})}$  pour former des ions sulfates  $SO_4^{2-}(\text{aq})$  et du diiode  $I_{2(\text{aq})}$  qui est la seule espèce colorée de la réaction. Le mélange réactionnel est dessiné à différents instants de la transformation.



1/ Recopier et compléter le tableau d'avancement

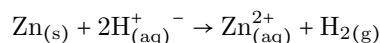
Équation chimique		$I_{2(\text{aq})} + 2S_2O_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2I^-_{(\text{aq})} + S_4O_6^{2-}(\text{aq})$			
État sys.	Avanc. $x$ $\times 10^{-3} \text{ mol}$	Quantité de matière $\times 10^{-3} \text{ mol}$			
Init.	$x = 0$	2.5	4.0	0.0	0.0
Inter.	$x$	$2.5 - 1 \times x$	$4.0 - 2 \times x$	$0.0 + 2 \times x$	$0.0 + 1 \times x$
Final	$x_{\text{max}} = 2.0$	0.5	0.0	4.0	2.0

2/ Calculer les quantités de matière des différentes espèces lorsque  $x = 0,7 \text{ mmol}$ ,  $x = 1,2 \text{ mmol}$  et  $x = 2,0 \text{ mmol}$ .

3/ Associer les dessins 1, 2 et 3 de la figure 1 aux trois valeurs de  $x$  de la question b en expliquant votre raisonnement.

## Exercice 13

Une solution d'acide chlorhydrique ( $H^+_{(\text{aq})} + Cl^-_{(\text{aq})}$ ) est versée dans un bécher contenant 0,02 mol de zinc métallique. L'équation de la réaction est la suivante



Calculer la quantité de matière initiale  $n_i(H^+)$  nécessaire pour que le mélange soit stoechiométrique.

## Exercice 14

L'urée est une importante matière première pour l'industrie chimique : synthèse d'engrais, de plastiques, alimentation animale, réduction de polluants, etc. ... Pour la synthétiser au laboratoire, on introduit une quantité

- $n_1 = 1,0 \text{ mol}$  de dioxyde de carbone  $CO_2$
- $n_2 = 2,0 \text{ mol}$  d'ammoniac  $NH_3$  On obtient
- $n_3 = 0,39 \text{ mol}$  d'eau  $H_2O$
- $n_4 = 0,39 \text{ mol}$  d'urée  $CON_2H_4$

1/ Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de ce mélange.

2/ Établir un tableau d'avancement.

3/ Déterminer l'avancement maximal  $x_{\text{max}}$ . Comment peut-on qualifier le mélange initial ?

4/ À partir de la description de l'état final, déterminer l'avancement final  $x_f$  de la réaction. Le comparer à l'avancement maximal et conclure.

5/ Calculer la masse d'ammoniac finale  $m$ .

## Exercice 15

On désire synthétiser l'acétate d'isoamyle qui est utilisé pour aromatiser à la banane des denrées alimentaires telles que des bonbons. Pour cela, on mélange

- $V_1 = 30 \text{ mL}$  d'acide éthanóique  $C_2H_4O_2$
- $V_2 = 33 \text{ mL}$  d'alcool isoamylique  $C_5H_{12}O$

On obtient

- $n = 0,20 \text{ mol}$  d'acétate d'isoamyle  $C_7H_{14}O_2$



-  $n' = 0,20$  mol d'eau

On précise également les masses volumiques suivantes

-  $\rho_1 = 1,05 \text{ g.mL}^{-1}$  pour l'acide éthanoïque

-  $\rho_2 = 0,81 \text{ g.mL}^{-1}$  pour l'alcool isoamylique

1/ Écrire l'équation de la réaction qui se produit lors de ce mélange.

2/ Établir un tableau d'avancement.

3/ Déterminer l'avancement maximal  $x_{max}$ . Comment peut-on qualifier le mélange initial?

4/ À partir de la description de l'état final, déterminer l'avancement final  $x_f$  de la réaction. Le comparer à l'avancement maximal et conclure.

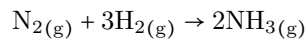
5/ Calculer la masse d'ammoniac finale  $m$ .

## Exercice 16

Il se forme une quantité  $n_f = 2,0$  mol d'eau lorsque le mélange initial d'une pile à hydrogène contient une quantité  $n_{1i} = 2,0$  mol de dihydrogène et une quantité  $n_{2i} = 2,0$  mol de dioxygène. En déduire la composition finale du système.

## Exercice 17

L'ammoniac  $\text{NH}_3$  est un gaz dont les solutions aqueuses servent de nettoyant et désinfectant ménager. Sa synthèse consiste à réduire le diazote atmosphérique par du dihydrogène gazeux. L'équation de la réaction de synthèse peut s'écrire



Lorsque la transformation est réalisée à partir d'une quantité  $n_{1i} = 1,00$  mol de diazote et d'une quantité  $n_{2i}$  de dihydrogène, telle que le mélange des réactifs soit stœchiométrique, il reste  $n_{1f} = 0,85$  mol de diazote à l'état final.

1/ Préciser la valeur  $n_2$ .

2/ Déterminer le caractère total ou non de la transformation.

3/ La transformation est-elle totale? Vous argumenterez votre réponse.

## Exercice 18

Le savon est le produit d'une réaction nommée saponification, réaction d'un corps gras comme l'oléine  $\text{C}_{57}\text{H}_{104}\text{O}_6$  avec l'eau en milieu basique.

Dans un ballon, on introduit

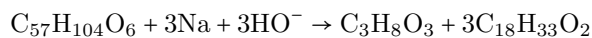
-  $m = 15\text{g}$  d'oléine

-  $V = 20 \text{ mL}$  d'une solution  $\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$  de concentration  $c = 10 \text{ mol.L}^{-1}$

- quelques grains de pierre ponce

Le mélange réactionnel est chauffé à reflux pendant 30 min.

L'équation de réaction s'écrit



1/ Calculer les quantités initiales de réactifs.

2/ Construire le tableau d'avancement.

3/ Calculer l'avancement maximal et déterminer le réactif limitant.

4/ Calculer la masse de savon  $\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{O}_2$  attendue si l'on considère la transformation totale.

## Exercice 19

Le premier étage de la fusée Ariane 4 était équipé de moteurs qui utilisaient comme combustible la diméthylhydrazine  $\text{C}_2\text{H}_8\text{N}_2$  (DMHA), et comme comburant le tétraoxyde de diazote  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

Les produits de la réaction sont du diazote, de l'eau et du dioxyde de carbone.

La fusée emportait une masse  $m = 50,0$  tonnes de DMHA et une masse  $m$  de  $\text{N}_2\text{O}_4$ .

1/ Écrire l'équation de la réaction.

2/ Calculer la quantité initiale  $n_{DMHA}$  de DMHA.

3/ La réaction est totale, calculer la composition du système à l'état final.

## Exercice 20

On enflamme 0,20 mol de carbone. On place le carbone dans un récipient contenant 0,50 mol de dioxygène. La combustion engendre un gaz qui trouble l'eau de chaux.

1/ Écrire l'équation chimique.

- 2/ Soit  $x$  l'avancement au cours de la transformation. Calculer en fonction de  $x$  les quantités de carbone et de dioxygène présents.
- 3/ Décrire le système chimique dans son état initial et au cours de la transformation.

### Exercice 21

La combustion du propane  $C_3H_8$  dans le dioxygène  $O_2$  donne du dioxyde de carbone et de l'eau.

- 1/ Écrire l'équation chimique.
- 2/ On prépare un mélange constitué de 0,20 mol de propane et 0,70 mol de dioxygène. Soit  $x$  l'avancement au cours de la transformation. Calculer en fonction de  $x$  les quantités de matière des différents constituants du système chimique.
- 3/ Décrire le système dans un état intermédiaire où  $x = 0.10$  mol.

### Exercice 22

L'addition de quelques gouttes d'une solution de nitrate d'argent contenant les ions  $Ag^+$  et  $NO_3^-$  à une solution de sulfate de sodium contenant les ions  $Na^+$  et  $SO_4^{2-}$  donne un précipité blanc de sulfate d'argent  $Ag_2SO_4$ .

Les ions  $NO_3^-$  et  $Na^+$  ne participent pas à la réaction.

- 1/ Écrire l'équation chimique de formation du précipité.
- 2/ Comment qualifie-t-on les ions  $NO_3^-$  et  $Na^+$  ?

### Exercice 23

Le soufre est un intermédiaire lors de la synthèse de l'acide sulfurique. Il est obtenu par action du dioxyde de soufre  $SO_2$  sur le sulfure d'hydrogène  $H_2S$ . Le soufre et l'eau sont les produits de la réaction.

- 1/ Écrire l'équation chimique correspondante.
- 2/ Dans l'état initial le système est constitué de 4,0 mol de dioxyde de soufre et de 5,0 mol de sulfure d'hydrogène. En utilisant un tableau d'avancement, déterminer
  - l'avancement maximal
  - le réactif limitant
  - la composition du système à l'état final
- 3/ On considère l'état initial suivant du système : 1,75 mol de dioxyde de soufre et  $n$  mol de sulfure d'hydrogène.
  - calculer  $n$  pour que le mélange initial soit stœchiométrique
  - décrire alors l'état final du système

### Exercice 24

L'éthanol  $C_2H_6O$  brûle dans le dioxygène pur. Il se forme du dioxyde de carbone et de l'eau. On fait réagir  $m = 2.50$  g d'éthanol et un volume  $V = 2,0$  L de dioxygène.

- 1/ Écrire l'équation chimique symbolisant la réaction.
- 2/ Décrire l'état initial du système.
- 3/ Calculer l'avancement maximal.
- 4/ Quel est le réactif limitant ?
- 5/ Déterminer la composition en quantité de matière du système à l'état final.

**Donnée :**

Le volume molaire dans les conditions de l'expérience est  $V_m = 25$  L.mol<sup>-1</sup>

Masses molaires atomiques :

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

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

$$M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1} .$$

### Exercice 25

On verse dans un bécher  $V = 20.0$  mL d'une solution de nitrate d'argent contenant des ions argent  $Ag^+$  et des ions nitrates  $NO_3^-$  telle que  $[Ag^+] = 0,15$  mol.L<sup>-1</sup> et  $[NO_3^-] = 0,15$  mol.L<sup>-1</sup>.

On y ajoute 0,127 g de poudre de cuivre. La solution initialement incolore devient bleue et il se forme un dépôt d'argent noirâtre. Les ions nitrates n'interviennent pas dans la réaction.

- 1/ Écrire l'équation de la réaction chimique.
- 2/ Décrire l'état initial du système en quantité de matière.
- 3/ Trouver le réactif limitant et calculer l'avancement maximal .
- 4/ Décrire l'état final du système en quantité de matière.
- 5/ Déterminer à l'état final les concentration molaire des ions en solution et les masses du ou des solides présents.

**Donnée :**

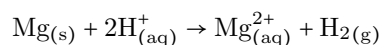
$$M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g.mol}^{-1}$$

$$M(\text{Ag}) = 107,9 \text{ g.mol}^{-1} .$$

**Exercice 26**

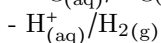
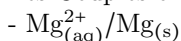
Pour produire du dihydrogène, on introduit dans un erlenmeyer un morceau de ruban de magnésium  $\text{Mg}_{(s)}$  de masse  $m = 40 \text{ mg}$ , et un volume  $V_a = 100 \text{ mL}$  d'acide chlorhydrique  $\text{H}^+ + \text{Cl}^-$  solution aqueuse. Sa concentration en ions  $\text{H}_{(aq)}^+$  égale à  $C_a = 5,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$ . En réalisant l'expérience à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , on recueille, par déplacement d'eau, un gaz que l'on peut identifier à du dihydrogène dont on relève à intervalle de temps réguliers le volume dégagé. On obtient au bout de  $250 \text{ s}$  un volume maximum de  $39 \text{ mL}$ .

L'équation de la réaction modélisant la transformation chimique s'écrit



Le volume molaire des gaz dans les conditions de l'expérience est  $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$ .

Les Couples oxydant-réducteur sont



La masse molaire atomique du magnésium est  $M(\text{Mg}) = 24,3 \text{ g.mol}^{-1}$ .

- 1/ Quelles précautions faut-il prendre pour manipuler de l'acide chlorhydrique ?
- 2/ Proposer un test pour montrer que le gaz formé au cours de cette transformation chimique est bien du dihydrogène.
- 3/ Identifier parmi les réactifs, celui qui joue le rôle d'oxydant et celui qui joue le rôle de le réducteur.
- 4/ Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs.
- 5/ Établir un tableau d'avancement et identifier le réactif limitant de cette transformation chimique.
- 6/ Montrer qu'en fin de transformation une quantité  $n(\text{H}_2) = 1,6 \times 10^{-3} \text{ mol}$  de dihydrogène pourrait être formé si la transformation est totale.
- 7/ À partir des mesures expérimentales effectuées, déterminer quand la transformation peut être considérée comme terminée.
- 8/ Peut-on considérer que la transformation étudiée est une transformation totale ? Justifier.

# Détermination d'une quantité de matière

## Exercice 1

On souhaite trouver la concentration effective en ion fer(II)  $\text{Fe}^{2+}$  incolores en solution aqueuse. Pour cela, il faut les faire réagir avec des ions  $\text{MnO}_4^-$  d'une solution aqueuse de permanganate de potassium violette.

- 1/ Identifier les réactifs titrant et titré.
- 2/ Indiquer la verrerie utilisée pour prélever le réactif titré.
- 3/ Faire un schéma légendé du montage.

## Exercice 2

Dans un volume  $V = 25,0$  mL de solution de diiode  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  de concentration  $C_{\text{I}_2} = 2,0 \times 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>, un volume  $V'$  d'une solution de thiosulfate de sodium  $2\text{Na}_{(\text{aq})}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  de concentration  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}] = 4 \times C_{\text{I}_2}$  est ajoutée progressivement. L'équation de la réaction mise en jeu est la suivante  $\text{I}_{2(\text{aq})} + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2\text{I}_{(\text{aq})}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$

- 1/ Construire le tableau d'avancement de la réaction pour les valeurs du volume  $V'$  suivantes : 0,5 mL, 10,0 mL, 12,5 mL et 15 mL.
- 2/ Indiquer le réactif limitant dans chaque situation.
- 3/ Observer le milieu réactionnel pour  $V' = 12,5$  mL.

## Exercice 3

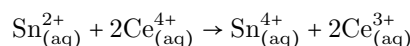
Le titrage des ions fer (II)  $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$  contenus dans une solution de sel de Mohr peut se faire à l'aide d'une solution de sulfate de cérium contenant des ions cérium (IV)  $\text{Ce}_{(\text{aq})}^{4+}$ . Quelques gouttes d'orthophénantroline sont introduites initialement dans l'erlenmeyer. Les deux couples oxydo-réducteurs mis en jeu sont

- $\text{Ce}_{(\text{aq})}^{4+}/\text{Ce}_{(\text{aq})}^{3+}$
- $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}/\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$  L'orthophénantroline prend une couleur jaune-orangée en présence d'ions  $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{2+}$  et bleue avec les ions  $\text{Fe}_{(\text{aq})}^{3+}$ .

- 1/ Établir l'équation de la réaction support du titrage.
- 2/ Donner le rôle de l'orthophénantroline.
- 3/ Expliquer comment repérer le virage du titrage.

## Exercice 4

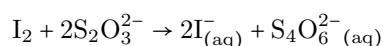
Dans un volume  $V = 25,0$  mL d'une solution contenant des ions étain (II)  $\text{Sn}_{(\text{aq})}^{2+}$  de concentration effective  $[\text{Sn}^{2+}] = 1,0 \times 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup> est ajouté un volume  $V_2$  d'une solution contenant des ions cérium  $\text{Ce}^{4+}$  à la concentration effective  $[\text{Ce}_{(\text{aq})}^{4+}] = 1,0 \times 10^{-2}$  mol.L<sup>-1</sup>. L'équation de la réaction qui a lieu s'écrit



- 1/ Définir l'équivalence.
- 2/ Construire le tableau d'avancement et donner la relation entre les quantités de matière à l'équivalence.
- 3/ En déduire la valeur  $V_{2E}$  du volume  $V_2$  pour laquelle les réactifs ont été mélangés à l'équivalence.

## Exercice 5

Lors d'une séance de TP, des élèves titrent 20,0 mL d'une solution antiseptique de Lugol contenant du diiode  $\text{I}_{2(\text{aq})}$  par une solution contenant des ions thiosulfate  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ . L'équation de la réaction support du titrage est



On donne également

- l'incertitude type sur la mesure  $X$  est donnée par la relation  $u(X) = \frac{S_{n-1}}{\sqrt{n}}$  avec  $n$  le nombre de mesures.
- la concentration effective en ions thiosulfates est  $[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})] = 1,0 \times 10^{-1}$  mol.L<sup>-1</sup>
- les valeurs de volume versé à l'équivalence  $V_E$  obtenues par la classe sont les suivantes ( en mL) : 10,3, 10,1, 10,2, 10,5, 10,6, 10,3, 11,2, 10,1 et 10,4.

- 1/ Indiquer si la série de mesure comporte un résultat aberrant à rejeter.

- 2/ Donner le meilleur estimateur de la série de mesures.
- 3/ Calculer l'écart type expérimental  $S_{n-1}$  et en déduire l'incertitude type avec deux chiffres significatifs.

### Exercice 6

Présent dans certains végétaux, l'acide oxalique  $C_2O_4H_2$  a de nombreuses utilisations. En solution aqueuse, il est vendu comme nettoyeur. Une solution d'acide oxalique indiquée  $50 \text{ g.L}^{-1}$  est titrée à l'aide d'une solution d'ions permanganates  $MnO_4^-$  à  $c = 5,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ , en présence d'ions  $H^+$  en excès. Les couples oxydo réducteurs mis en jeu sont

1.  $MnO_4^-/Mn^{2+}$
2.  $CO_2/C_2O_4H_2$

La seule espèce colorée (violette) est l'ion permanganate.

- 1/ Écrire l'équation de la réaction de titrage.
- 2/ Identifier le réactif titrant et le réactif titré et expliquer comment repérer l'équivalence.
- 3/ Vérifier que si l'étiquette est exacte, la concentration de la solution est  $c_0 = 0,56 \text{ mol.L}^{-1}$
- 4/ En faisant le titrage de  $V_0 = 20 \text{ mL}$  de cette solution, quel volume équivalent obtiendrait-on ?
- 5/ Sachant que l'on dispose d'une burette graduée de  $25 \text{ mL}$ , justifier que l'on dilue dix fois la solution à tester avant d'en faire le titrage.
- 6/ On prélève  $V_1 = 20,0 \text{ mL}$  de la solution diluée, que l'on place dans un erlenmeyer. Dessiner le schéma légendé du montage de titrage.
- 7/ Le volume à l'équivalence est  $V_E = 7,8 \text{ mL}$ . Déterminer  $c_0$  puis la concentration en masse de la solution mère et commenter ce résultat.

### Exercice 7

L'eau oxygénée  $H_2O_2$  est un réducteur dans le couple  $O_2/H_2O_2$  et un oxydant dans le couple  $H_2O_2/H_2O$ .

- 1/ Écrire l'équation de la réaction entre l'acide ascorbique et le diiode. Elle sera supposée totale.
- 2/ Écrire l'équation de la réaction de titrage.
- 3/ Quels sont les produits de cette réaction ?
- 4/ Identifier le réactif titré et le réactif titrant.
- 5/ Préciser comment repérer l'équivalence.
- 6/ Le volume de solution d'ions thiosulfate versé à l'équivalence est  $V_E = 8.9 \text{ mL}$ . En déduire la quantité de matière de diiode titré notée  $n_t$ .
- 7/ Montrer que la quantité de matière d'acide ascorbique dans un comprimé ayant réagi avec le diiode est  $n_2 - n_t$ .
- 8/ En déduire la quantité de matière d'acide ascorbique dans un comprimé, puis la masse correspondante  $m_{exp}$ .

# De la structure à la polarité d'une entité

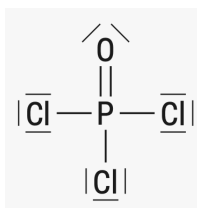
## Exercice 1

Établir le schéma de Lewis de molécules et d'ions mono ou polyatomiques à partir du tableau périodique.

1. O<sub>2</sub>
2. H<sub>2</sub>
3. N<sub>2</sub>
4. H<sub>2</sub>O
5. CO<sub>2</sub>
6. NH<sub>3</sub>
7. CH<sub>4</sub>
8. HCl
9. H<sup>+</sup>
10. H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>
11. Na<sup>+</sup>
12. NH<sub>4</sub><sup>+</sup>
13. Cl<sup>-</sup>
14. OH<sup>-</sup>
15. O<sub>2</sub><sup>-</sup>

## Exercice 2

Voici le schéma de Lewis proposé par un élève pour l'aminonitrile



- 1/ Donner sa formule brute.
- 2/ Déterminer le nombre total d'électrons de valence des atomes présents dans cette molécule.
- 3/ En déduire le nombre de doublets formés puis vérifier s'il correspond au schéma de Lewis proposé. Sinon, indiquer les corrections nécessaires.

## Exercice 3

Le trichlorure d'azote NCl<sub>3</sub> est un gaz qui se forme dans les halls des piscines suite aux réactions entre le dichlore et des composés azotés. Donner les schémas de Lewis du dichlore et du trichlorure d'azote.

## Exercice 4

L'ion nitronium a pour formule NO<sub>2</sub><sup>+</sup>.

- 1/ Déterminer le nombre d'électrons de valence de cet ion.
- 2/ En déduire le nombre de doublets liants et non liants.
- 3/ Proposer un schéma de Lewis pour cet ion.

## Exercice 5

Représenter les schémas de Lewis des gaz nobles hélium He et xénon Xe.

## Exercice 6

Le diméthylchlorosilane est un gaz très inflammable utilisé lors de la synthèse des silicones. La formule brute de ce gaz est SiCl<sub>2</sub>C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>. L'atome de silicium est au centre, deux groupes -CH<sub>3</sub> et -Cl lui sont rattachés.

- 1/ Établir la configuration électronique de tous les atomes de cette molécule sachant que l'ordre de remplissage des orbitales atomiques est (1s) (2s) (2p) (3s) (3p).
- 2/ Établir le schéma de Lewis de cette molécule.

3/ Préciser si cette molécule comporte des liaisons polarisées.

4/ Déterminer si cette molécule est polaire.

### Exercice 7

La phosphine de formule  $\text{PH}_3$  est un agent de fumigation utilisé pour traiter les denrées alimentaires stockées.

1/ L'atome de phosphore se situe dans la même colonne que l'azote. Donner le schéma de Lewis de la phosphine.

2/ Justifier la géométrie pyramidale à base triangulaire de cette molécule.

### Exercice 8

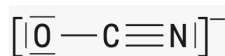
À partir de la 3e ligne de la classification périodique, certains atomes peuvent s'entourer de plus de 8 électrons du fait de la présence d'autres orbitales atomiques. C'est le cas du phosphore de la molécule de trichlorure de phosphoryle qui a pour schéma de Lewis

1/ Justifier la géométrie tétraédrique de cette molécule.

2/ L'angle  $\text{ClPCl}$  est de  $103^\circ$ . Justifier l'écart de valeur par rapport à l'angle de  $109^\circ$  dans la molécule de méthane  $\text{CH}_4$ .

### Exercice 9

L'ion cyanate a pour formule  $\text{OCN}^-$ . Son schéma de Lewis est



1/ Dénombrer le nombre d'électrons de valence dans cet ion.

2/ Vérifier que chaque atome est bien entouré d'un nombre correct de doublets d'électrons.

3/ Justifier la géométrie linéaire de l'ion cyanate.

### Exercice 10

L'ion amidure est un anion de formule  $\text{NH}_2^-$ .

1/ Donner le schéma de Lewis de cet ion.

2/ En déduire sa géométrie.

### Exercice 11

L'oxygène existe sous la forme de l'ion oxyde  $\text{O}_2^-$ .

1/ Donner le schéma de Lewis de cet ion.

2/ Combien de doublets non liants possède-t-il ?

### Exercice 12

Le diazote  $\text{N}_2$  est le composant gazeux majoritaire de l'atmosphère terrestre.

1/ Donner le schéma de Lewis.

2/ La molécule possède-t-elle des doublets non liants ?

### Exercice 13

La molécule de méthanal a pour formule brute  $\text{CH}_2\text{O}$ .

1/ Donner le schéma de Lewis de la molécule.

2/ Combien de doublets entourent l'atome central ?

3/ Quelle est la géométrie de la molécule ?

4/ La molécule est-elle plane ?

### Exercice 14

La molécule de sulfure d'hydrogène a pour formule brute  $\text{H}_2\text{S}$ .

1/ Écrire son schéma de Lewis.

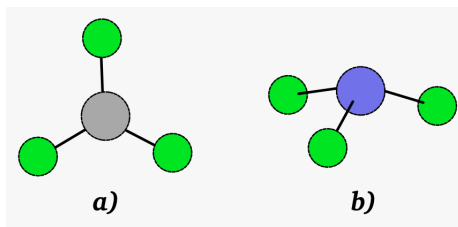
2/ Montrer que les liaisons sont polarisées.

3/ Représenter les charges partielles associées à ces liaisons.

4/ La molécule de sulfure d'hydrogène est-elle polaire ?

## Exercice 15

Le tri-fluorure de bore  $\text{BF}_3$  est une molécule triangulaire plane, alors que celle du tri-fluorure d'azote  $\text{NF}_3$  est pyramidale. Voir figure.

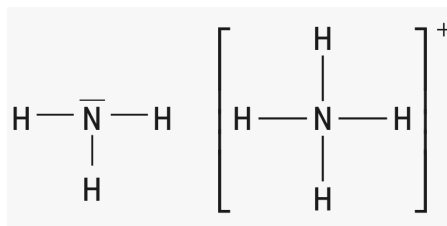


- 1/ Rechercher les liaisons polarisées dans ces deux molécules et justifier la réponse.
- 2/ Placer les charges partielles sur les liaisons polaires.
- 3/ Quel atome de ces deux molécules possède une lacune électronique, justifier.
- 4/ Interpréter la géométrie de chaque molécule.

## Exercice 16

Un acide de Lewis est une entité chimique ayant un atome possédant une lacune électronique.

- 1/ Expliquer pourquoi l'ion hydrogène  $\text{H}^+$  est un acide de Lewis.
- 2/ Justifier le nom de proton donné à cet ion.
- 3/ L'ammoniac est une base et peut capter un proton pour former un ion ammonium  $\text{NH}_4^+$ . Expliquer la formation de cet ion à partir d'une molécule d'ammoniac en exploitant leurs schémas de Lewis.
- 4/ Interpréter la géométrie de chaque molécule.



- 5/ Proposer le schéma de Lewis du chlorure d'aluminium  $\text{AlCl}_3$  et montrer qu'il s'agit d'un acide de Lewis.
- 6/ Le chlorure d'aluminium peut réagir avec un ion chlorure pour former un ion tétrachloroaluminate (III) de formule  $\text{AlCl}_4^-$ . Donner le schéma de Lewis de l'ion chlorure puis expliquer la formation de l'ion  $\text{AlCl}_4^-$  à partir de chlorure d'aluminium.
- 7/ Justifier la géométrie tétraédrique de l'ion tétrachloroaluminate (III).

## Exercice 17

On considère les deux molécules  $\text{CO}_2$  et  $\text{SO}_2$ .

- 1/ Nommer ces molécules.
- 2/ Donner le schéma de Lewis de la molécule de  $\text{CO}_2$ .
- 3/ Expliquer pourquoi la molécule est linéaire.
- 4/  $\text{SO}_2$  a un schéma de Lewis similaire à celui de  $\text{CO}_2$  mais la molécule est coudée. Elle possède en plus un doublet non liant sur l'atome de soufre. Donner son schéma de Lewis.
- 5/ Ces molécules possèdent-elles des liaisons polarisées ?
- 6/ Ces molécules sont-elles polaires ?



# De la structure à cohésion, solubilité et miscibilité des espèces chimiques

## Exercice 1

1/ La cohésion d'un cristal ionique est assurée par des interactions

1. à distance
2. magnétiques
3. de contact
4. électrostatique

2/ Un pont hydrogène est une interaction plus forte qu'une

1. interaction de van der Waals
2. interaction ionique
3. liaison covalente
4. interaction gravitationnelle

## Exercice 2

Le bromure de potassium  $\text{KBr}_{(s)}$  est un solide ionique dont la température de fusion est de  $724\text{ }^{\circ}\text{C}$ , il est utilisé comme antispasmodique et sédatif (calme l'anxiété).

1/ Donner sa formule brute.

2/ Déterminer à l'aide de la classification périodique les formules des ions présents dans ce solide.

3/ Indiquer le type de liaison responsable de la cohésion de ce solide.

## Exercice 3

Certains médicaments, commercialisés sous la forme d'ampoules buvables, permettent de traiter les troubles légers du sommeil, l'irritabilité et de la nervosité. Un des principes actifs est le bromure de calcium.

Donner la formule chimique du bromure de calcium à l'état solide, sachant qu'il contient des ions bromures  $\text{Br}^-$ .

1/ Déterminer le nombre d'électrons de valence de cet ion.

2/ En déduire le nombre de doublets liants et non liants.

## Exercice 4

Le sulfure d'aluminium est un composé ionique contenant des ions monoatomiques formés à partir des éléments soufre et aluminium.

1/ Déterminer à l'aide de la classification périodique les formules des ions présents dans ce solide.

2/ En déduire la formule chimique de ce solide ionique.

3/ Expliquer la cohésion du sulfure d'aluminium.

## Exercice 5

Représenter les schémas de Lewis des gaz nobles hélium He et xénon Xe.

## Exercice 6

Le diméthylchlorosilane est un gaz très inflammable utilisé lors de la synthèse des silicones. La formule brute de ce gaz est  $\text{SiCl}_2\text{C}_2\text{H}_6$ . L'atome de silicium est au centre, deux groupes  $-\text{CH}_3$  et  $-\text{Cl}$  lui sont rattachés.

1/ Établir la configuration électronique de tous les atomes de cette molécule sachant que l'ordre de remplissage des orbitales atomiques est (1s) (2s) (2p) (3s) (3p).

2/ Établir le schéma de Lewis de cette molécule.

3/ Préciser si cette molécule comporte des liaisons polarisées.

4/ Déterminer si cette molécule est polaire.

## Exercice 7

Dans les conditions normales de température et de pression, le diiode est un solide gris qui passe directement à l'état gazeux par sublimation. C'est un produit irritant qui doit être manipulé avec précaution. La température de fusion du diiode  $\text{I}_2$  est de  $114\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Identifier le type d'interaction qui assure la cohésion du diiode.

### Exercice 8

Le fluorure d'hydrogène est solide pour des températures inférieures à  $-84\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Indiquer les types d'interactions intervenant entre les molécules de fluore d'hydrogène HF.

### Exercice 9

Le silane de formule  $\text{SiH}_4$  est un gaz utilisé par exemple dans la fabrication des semi conducteurs.

Expliquer s'il est possible ou non d'établir un pont hydrogène entre une molécule d'eau et une molécule de silane.

### Exercice 10

Le fluorométhane est une molécule de formule brute  $\text{CH}_3\text{F}$ .

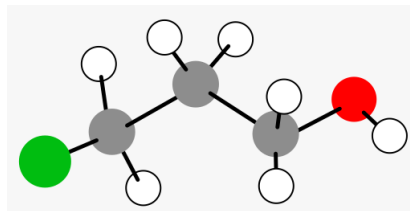
1/ Préciser si deux molécules de fluorométhane peuvent ou non établir un pont hydrogène entre elles.

2/ Indiquer si ces molécules peuvent établir des ponts hydrogène avec les molécules d'eau.

3/ Représenter les éventuels ponts hydrogène que peuvent établir ces molécules.

### Exercice 11

Le modèle moléculaire de 3-chloropropan-1-ol est représenté sur la figure



1/ Écrire le schéma de Lewis de cette molécule.

2/ Identifier les types d'interactions qui peuvent s'établir entre deux molécules de 3-chloropropan-1-ol.

3/ Représenter les éventuelles ponts hydrogène que peuvent établir ces deux molécules.

### Exercice 12

La formule d'ammoniac a pour formule brute  $\text{NH}_3$ .

1/ Indiquer si cette molécule est polaire.

2/ Préciser les interactions pouvant s'établir entre deux molécules d'ammoniac.

### Exercice 13

Les épaisses couches nuageuses de Neptune paraissent bleues du fait de la présence de méthane  $\text{CH}_4$  gazeux.

Les longs nuages blancs contiennent des cristaux de glace de méthane.

1/ Représenter le schéma de Lewis du méthane.

2/ Préciser si cette molécule est polaire.

3/ Indiquer la nature des interactions responsables de la cohésion de la glace de méthane.

### Exercice 14

On prépare une solution de chlorure de magnésium de concentration en soluté apporté  $C$ .

Les concentrations effectives des ions en solution sont

1.  $[\text{Mg}^+] = \frac{C}{2}$

2.  $[\text{Mg}^{2+}] = C$

3.  $[\text{Cl}^-] = C$

4.  $[\text{Cl}^-] = 2 \times C$

### Exercice 15

Le sulfate d'aluminium diminue le pH du sol et convient aux plantes acidophiles comme les bleutes ou les hortensias. La formule des ions sulfate est  $\text{SO}_4^{2-}$ .

Écrire l'équation de la réaction de dissolution dans l'eau du sulfate d'aluminium de formule



## Exercice 16

Écrire l'équation de réaction de dissolution dans l'eau de chacun des composés ioniques suivants

1. le chlorure de cuivre (II)  $\text{CuCl}_2(\text{s})$
2. l'iodure de potassium  $\text{KI}(\text{s})$
3. le permanganate de potassium  $\text{KMnO}_4(\text{s})$
4. le dichromate de potassium  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7(\text{s})$

## Exercice 17

Un élève doit préparer 200.0 mL de solution de chlorure de cuivre (II) de concentration en quantité de matière de soluté  $C$  à partir de chlorure de cuivre dihydraté de formule  $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

- 1/ Préciser le type d'opération (dissolution ou dilution) que doit réaliser l'élève.
- 2/ Déterminer la masse de chlorure de cuivre dihydraté qu'il doit prélever.
- 3/ Indiquer la nature des interactions responsables de la cohésion de la glace de méthane.
- 4/ Donner le protocole expérimental que doit suivre l'élève.

## Exercice 18

On mélange dans un bécher 50,0 mL d'une solution S de sulfate de cuivre (II)  $\text{Cu}_{(\text{aq})}^{2+} + \text{SO}_{(\text{aq})}^{2-}$  de concentration en soluté apporté  $\text{mol.L}^{-1}C = 0,200 \text{ mol.L}^{-1}$  avec un volume  $V = 150 \text{ mL}$  d'une solution de sulfate de sodium  $2\text{Na}^+ + \text{SO}_2^-$  de concentration en soluté apporté  $C = 0,150$ . Il ne se produit aucune réaction chimique entre les espèces présentes. Déterminer les concentrations effectives de chacun des ions présents dans ce mélange.

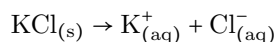
## Exercice 19

Une solution de chlorure de fer (II)  $\text{FeCl}_2$  est préparée en dissolvant une masse  $m = 2,0 \text{ g}$  de soluté dans une fiole jaugée de volume  $V = 250,0 \text{ mL}$ .

- 1/ Calculer la masse molaire du chlorure de fer (II).
- 2/ Calculer la quantité de matière de soluté dissous.
- 3/ Calculer la concentration molaire en soluté de la solution.
- 4/ Écrire l'équation de dissolution.
- 5/ Construire le tableau d'avancement associé.
- 6/ En déduire la concentration molaire des ions en solution.

## Exercice 20

On dissout une masse  $m = 1,50 \text{ g}$  de chlorure de potassium ( $M = 74,6 \text{ g.mol}^{-1}$ ) dans de l'eau distillée jusqu'à un volume  $V = 100,0 \text{ mL}$ . L'équation de dissolution est



- 1/ Donner le nom des trois étapes de la dissolution des cristaux dans l'eau.
- 2/ Calculer la quantité de matière  $n$  de chlorure de potassium solide mise en jeu.
- 3/ En déduire la concentration  $C$  de la solution en soluté apporté.
- 4/ Quelle est la concentration des ions en solution ?

## Exercice 21

Le sel de Mohr  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  comme le sulfate de fer (III) libère des ions fer (III) en solution. Les ions  $\text{Fe}^{2+}$  d'une solution de sel de Mohr sont stabilisés par la présence des ions ammonium et sulfate.

- 1/ Écrire l'équation de dissolution du sel de Mohr.
- 2/ La concentration molaire en ion  $\text{Fe}^{2+}$  de la solution est  $0,25 \text{ mol.L}^{-1}$ . Déterminer les concentrations en ion ammonium et en ions sulfate dans la solution.
- 3/ Vérifier que la solution est électriquement neutre.

## Exercice 22

Électronégativité de quelques atomes  $\chi(\text{H}) = 2,2$ ,  $\chi(\text{O}) = 3,4$ ,  $\chi(\text{S}) = 2,6$ .

- 1/ Dire si la molécule de sulfure d'hydrogène  $\text{H}_2\text{S}$  est polaire ou non.
- 2/ Peut-on dissoudre  $\text{H}_2\text{S}$  dans l'eau ? Dans le cyclohexane ?

## Exercice 23

L'essence d'amande amère (sirop d'orgeat, frangipane) a une odeur caractéristique, c'est celle du benzaldéhyde. On extrait le benzaldéhyde à l'aide d'une ampoule à décanter qui contient 10 mL de sirop d'orgeat (solution aqueuse). Après avoir ajouté 5 mL du solvant choisi, l'ampoule est agitée puis le contenu est laissé à décanter.

1/ Indiquer quel solvant parmi ceux proposés convient le mieux, expliquez votre choix.

2/ Réaliser le schéma de l'ampoule à décanter en fin d'extraction.

Données :

	Miscibilité avec l'eau	Temp. ébullition	Densité
Benzaldéhyde	faible	178°C	1.04
Eau	...	100°C	1.00
Éther diéthylique	non miscible	34°C	0.71
Ethanol	illimité	78°C	0.79

## Exercice 24

La solubilité du chlorure de potassium KCl dans l'eau est grande  $s = 345 \text{ g.L}^{-1}$  à 20 °C.

Expliquer ce phénomène.

## Exercice 25

La solubilité du diiode  $\text{I}_2$  dans l'eau est très faible  $s = 0.33 \text{ g.L}^{-1}$  à 20 °C. Dans le cyclohexane, la solubilité diiode  $\text{I}_2$  est  $s = 2.72 \text{ g.L}^{-1}$  à 20 °C.

Expliquer cette différence de valeur.

## Exercice 26

La solubilité d'un soluté dans un solvant est considérée comme grande à partir de  $10 \text{ g.L}^{-1}$ .

On peut dissoudre jusqu'à 18,75 g de chlorure de sodium NaCl(s) dans 50,0 mL d'eau. En revanche, dans l'hexane de formule  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , solvant apolaire, le chlorure de sodium ne se dissout pas.

1/ Calculer la solubilité  $s$  du chlorure de sodium dans l'eau. Commenter ce résultat.

2/ Pourquoi le chlorure de sodium ne se dissout-il pas dans l'hexane ?

## Exercice 27

La solubilité d'un soluté dans un solvant est considérée comme grande à partir de  $10 \text{ g.L}^{-1}$ .

On peut dissoudre jusqu'à 18,75 g de chlorure de sodium NaCl(s) dans 50,0 mL d'eau. En revanche, dans l'hexane de formule  $\text{C}_6\text{H}_{14}$ , solvant apolaire, le chlorure de sodium ne se dissout pas.

Les molécules amphiphiles sont utilisées en cuisine pour réaliser des émulsions.

En fonction de la position de la phase aqueuse et de la phase huileuse, deux types d'émulsions existent

- une émulsion eau dans huile (E/H) si la phase aqueuse est dans la micelle et la phase huileuse autour, c'est le cas du beurre.

- un émulsion huile dans eau (H/E) si la phase huileuse est dans la micelle et la phase aqueuse autour, c'est le cas du lait.

Représenter une micelle présente dans le beurre et une micelle présente dans le lait.

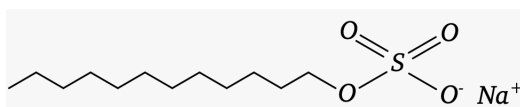
## Exercice 28

Le SLS ou laurylsulfate de sodium est formé

- d'un ion tensioactif dont on donne la représentation symbolique appelée formule topologique

- d'un ion sodium Voir figure.

1/ Recopier cette formule topologique.



2/ Entourer la partie hydrophile de l'ion.

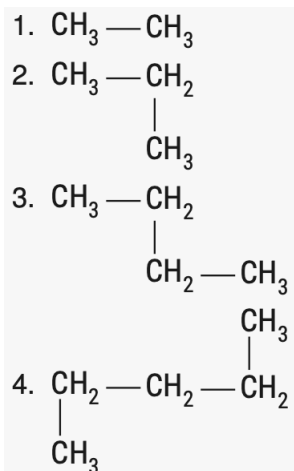
3/ Entourer la partie lipophile de l'ion.

4/ Ce tensioactif peut-t-il agir en savon ?

# Structure des entités chimiques

## Exercice 1

Nommer les quatre alcanes suivants à partir de leurs formules semi-développées



## Exercice 2

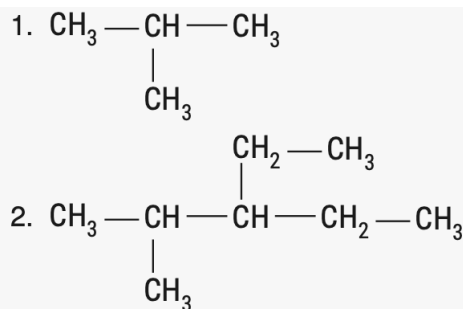
L'heptane est l'un des constituants de l'essence.

1/ Donner les formules brute et semi-développée de cette molécule.

2/ Calculer sa masse molaire.

## Exercice 3

Nommer les deux alcanes suivants à partir de leurs formules semi-développées



## Exercice 4

Le 3-méthyl-5-éthyl-octane a pour formule brute  $\text{C}_{11}\text{H}_{24}$ . Donner la formule semi-développée de cette molécule.

## Exercice 5

Représenter les schémas de Lewis des gaz nobles hélium He et xénon Xe.

## Exercice 6

Pour les quatre molécules organiques suivantes, identifier les groupes caractéristiques et nommer ces quatre molécules

1.  $\text{O}=\text{CH}-\text{CH}_3$
2.  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{C}=\text{O} \\ | \\ \text{CH}_3 \\ | \\ \text{CH}_2-\text{CH}_3 \end{array}$
3.  $\text{O}=\text{C}-\text{OH}$
4.  $\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\ | \\ \text{OH} \end{array}$

### Exercice 7

Un alcool possède trois atomes de carbone. Donner les formules semi-développées et les noms des deux molécules possibles

### Exercice 8

La pentan-3-one est un précurseur de la vitamine E, c'est à dire une des molécules intermédiaires formées lors de la synthèse de cette vitamine.

1/ Donner la formule semi développée de la pentan-3-one.

2/ Il existe une autre pentanone. Donner son nom et sa formule semi développée.

### Exercice 9

On s'intéresse à un acide carboxylique qui possède le même squelette carboné que le butane. Dessiner la formule semi développée et donner le nom de cette molécule.

### Exercice 10

Écrire la formule des deux aldéhydes possédant quatre atomes de carbone et donner le nom.

### Exercice 11

L'alcool amylique de formule brute  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$  provient de la fermentation de la fécule de pomme de terre. Trouver les formules semi développées et les noms de tous les alcools linéaires de formule brute  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ .

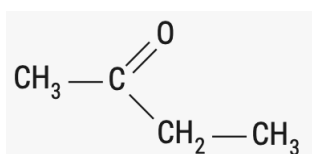
### Exercice 12

Écrire la formule développée des alcools suivants

1. propan-2-ol
2. butan-1-ol
3. méthanol
4. 2-méthylbutan-2-ol

### Exercice 13

Choisir le nom de cette molécule parmi les propositions suivantes



1. butanal
2. butan-3-one
3. acide butanoïque
4. butan-2-one

### Exercice 14

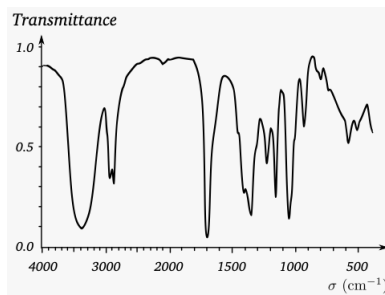
Écrire les formules développées des espèces suivantes et préciser à quelle famille elles appartiennent

1. HCHO

2.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{COOH}$
3.  $\text{HCOOH}$
4.  $\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{OH}$

### Exercice 15

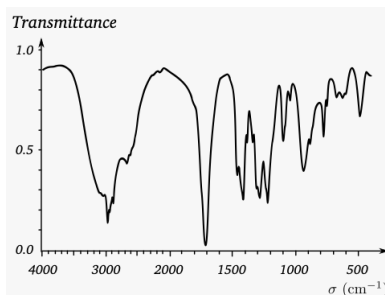
Le graphique 1 représente le spectre d'absorption infra rouge du pentan-2-ol.



- 1/ Écrire la formule semi développée du pentan-2-ol.
- 2/ Justifier que le spectre IR peut correspondre à celui de cette molécule.
- 3/ Le pentan-2-ol est-il en phase gazeuse ou en phase condensée ?

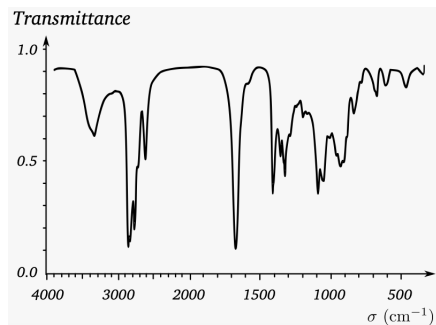
### Exercice 16

Une molécule organique comportant trois atomes de carbone a le spectre infrarouge suivant (figure 2). Proposer une formule semi développée pouvant correspondre à ce spectre.



### Exercice 17

Le spectre suivant (figure 3) est le spectre infra rouge d'une molécule dérivée du pentane. Proposer une formule semi développée pouvant correspondre à ce spectre.

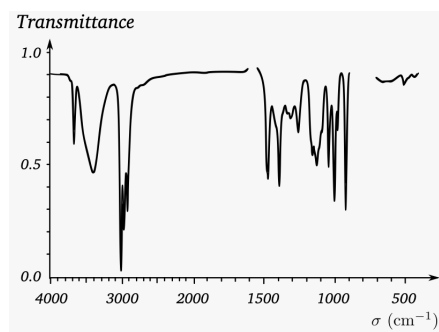
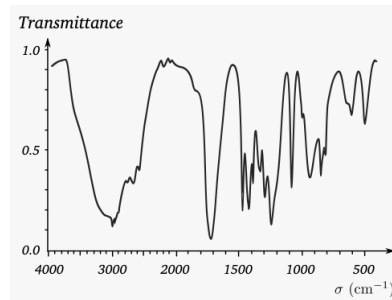
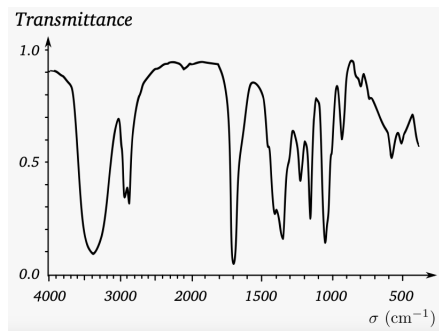


### Exercice 18

On s'intéresse à trois molécules comportant quatre atomes de carbone

- le butan-2-ol
- l'acide butanoïque
- la 4-hydroxybutan-2-one

- 1/ Donner la formule semi développée et la formule brute du butan-2-ol.
- 2/ Donner la formule semi développée et la formule brute de l'acide butanoïque.
- 3/ Cette molécule est bi fonctionnelle, elle appartient simultanément à deux familles de molécules organiques. Les quelles ?
- 4/ Les spectres 4, 5 et 6 sont ceux des trois molécules de l'exercice. Attribuer à chaque molécule son spectre.



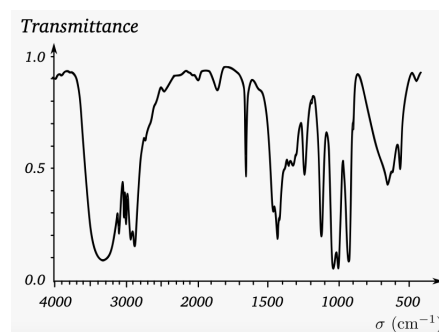
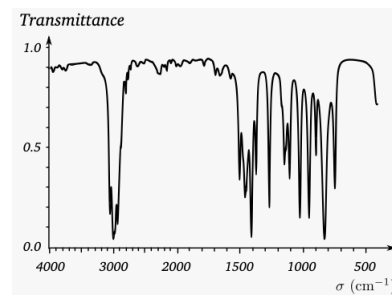
## Exercice 19

1/ Donner la formule semi développée et la formule brute de la propan-2-one.

2/ L'alcool allylique est un composé de même formule brute que la propan-2-one.

Sa formule semi développée est  $\text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{OH}$  Dessiner son schéma de Lewis.

3/ La double liaison entre les deux atomes de carbone s'appelle une insaturation. Sa présence dans une molécule organique se traduit par un pic d'absorption d'intensité moyenne à  $1645 \text{ cm}^{-1}$ . On a donné dans le désordre les trois spectres de la propan-2-one, l'alcool allylique et une molécule X ayant même formule brute. Attribuer à chaque spectre la molécule correspondante.





# Synthèse des espèces chimiques organiques

## Exercice 1

L'acide benzoïque est un conservateur alimentaire pouvant être extrait du benjoin, une résine végétale. Cependant, pour répondre à la demande mondiale, il peut aussi être synthétisé à partir d'alcool benzylique et d'ion permanganate en milieu basique. Un protocole possible pour cette synthèse est proposé ci dessous dans le désordre.

Protocole

A. Ce solide blanc est essoré sur un entonnoir Büchner, lavé avec un peu d'eau glacée puis essoré et mis à l'étude. Une fois sec, la température de fusion du produit obtenu est  $T_{\text{fus}} = 119 \text{ }^\circ\text{C}$ .

B. Un chauffage à reflux est maintenu pendant 30 minutes.

C. Le chauffage est arrêté et le contenu du ballon est refroidi à température ambiante.

D. Le solide marron formé lors de cette transformation est éliminé par filtration. Le filtrat est transvasé dans un bécher. De l'acide chlorhydrique est ajouté, un solide blanc précipite.

E. Dans un ballon contenant 100 mL de solution de permanganate de potassium, 2,5 mL d'alcool benzylique, 2 g de carbonate de sodium et deux grains de pierre ponce sont introduits.

F. Un réfrigérant à eau est adapté et le ballon est placé dans un chauffe ballon posé sur un support élévateur.

1/ Remettre ce protocole dans l'ordre chronologique.

2/ La température de fusion de référence de l'acide benzoïque est de  $122,4 \text{ }^\circ\text{C}$ . Que peut-on conclure ?

3/ Déterminer l'étape manquante de la synthèse et identifier la méthode permettant de la réaliser.

## Exercice 2

L'éthanoate de linalyle est un constituant de l'huile essentielle de lavande. Il peut aussi être synthétisé à partir de linalol et d'anhydride éthanoïque par la transformation modélisée par la réaction d'équation



L'éthanoate de linalyle a une température de fusion inférieure à  $-20 \text{ }^\circ\text{C}$  et une température de vaporisation de  $220 \text{ }^\circ\text{C}$ .

La synthèse de l'éthanoate de linalyle a été effectuée avec 10 mL de linalol.

Après traitement, un échantillon de masse  $m_{\text{exp}} = 8,4 \text{ g}$  d'éthanoate de linalyle est isolé.

La masse molaire moléculaire est  $M = 154 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  pour le linalol, et  $M = 196 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  pour l'éthanoate de linalyle. La masse volumique du linalol vaut  $\rho = 0,86 \text{ g}\cdot\text{mL}^{-1}$ .

1/ Déterminer la masse initiale puis la quantité initiale de linalol.

2/ Calculer sa masse molaire.

## Exercice 3

Après l'extraction du produit d'intérêt avec un solvant organique, il est courant de laver la phase organique avec de l'eau distillée. Il est ensuite recommandé de «sécher la phase organique» en y ajoutant un solide hygroscopique, comme le sulfate de magnésium anhydre.

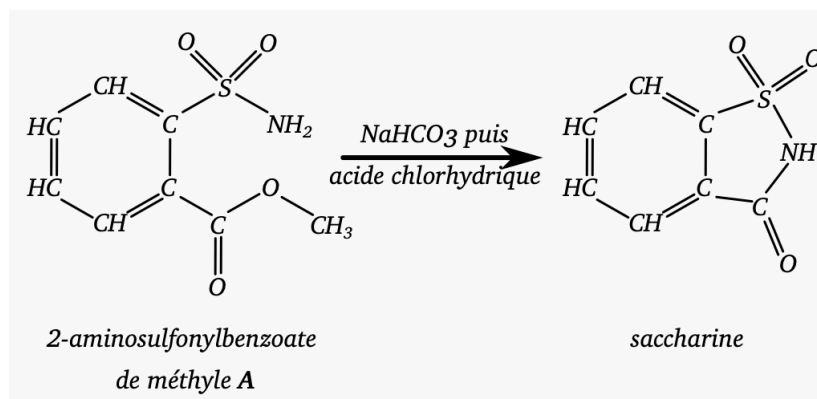
1/ Expliquer l'objectif du lavage.

2/ Faire une recherche pour expliquer le rôle du solide hygroscopique ajouté. Expliquer pourquoi on parle de «séchage» de la phase organique.

3/ Proposer une méthode pour éliminer ensuite le solide ajouté.

## Exercice 4

La saccharine est un édulcorant intense fréquemment utilisé pour donner un goût sucré aux boissons. Elle peut être préparée en deux étapes. Voir figure.



Le produit isolé contient plusieurs impuretés : des traces de réactif A et de chlorure de sodium NaCl.

Destinée à la consommation, la saccharine doit être purifiée après avoir été isolée. Le protocole de purification est celui d'une purification par recristallisation.

### Protocole

Le produit à purifier est introduit dans le ballon d'un montage à reflux. Le minimum d'eau distillée nécessaire est ajoutée pour le recouvrir. Le mélange est porté à ébullition jusqu'à dissolution totale du produit dans l'eau bouillante. Le chauffage est arrêté. Après refroidissement jusqu'à température ambiante, le ballon est plongé dans un mélange eau-glace. Des cristaux blancs se forment dans le ballon. Ils sont ensuite isolés par essorage.

### Données

- L'espèce A est très peu soluble dans l'eau à 25 °C et soluble à 100 °C
- La saccharine a une solubilité maximale de 3,45 g.L<sup>-1</sup> à 25 °C et 40 g.L<sup>-1</sup> à 100 °C
- NaCl est très soluble dans l'eau chaude ou l'eau froide

- 1/ Réaliser le schéma du montage à reflux.
- 2/ Indiquer le matériel nécessaire à la réalisation de l'étape d'essorage.
- 3/ À l'aide des données, indiquer quelles espèces sont présentes dans le filtrat après essorage.
- 4/ Préciser si la recristallisation a permis à priori de se débarrasser de toutes les impuretés.
- 5/ Expliquer pourquoi la quantité d'eau ajoutée est modérée.
- 6/ Proposer deux méthodes permettant de vérifier la pureté du solide obtenu.

## Exercice 5

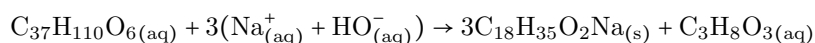
L'aspirine (acide acétylsalicylique) est une substance active aux propriétés analgésiques et anti-inflammatoires. C'est le médicament le plus consommé au monde. Le protocole de synthèse de l'aspirine est le suivant

1. Dans un ballon monocol de 100 mL introduire un échantillon d'acide salicylique de masse  $m = 6,0$  g. Ajouter 12 mL d'anhydride éthanoïque et 5 gouttes d'acide sulfurique concentré. Adapter un réfrigérant à eau sur le ballon. Chauffer à 70 °C. Maintenir le chauffage pendant 20 min à partir du moment où la solution est limpide.
2. Refroidir le contenu du ballon et attendre que le produit cristallise. Essorer le solide obtenu sur un entonnoir Büchner, le laver deux fois à l'eau glacée. Récupérer le solide et le sécher dans une étuve à 80 °C.
3. Mesurer la température de fusion du produit brut synthétisé. Réaliser une chromatographie sur couche mince.
4. Recristalliser si nécessaire 5 g de produit brut dans environ 15 mL d'un mélange équimolaire éthanol et eau. Essorer le solide obtenu purifié obtenu sur un entonnoir Büchner.
5. Mesurer la température de fusion du produit purifié. Vérifier la pureté du produit grâce à une CCM.

- 1/ Associer chaque étape du protocole aux quatre étapes d'une synthèse organique : transformation, isolement, purification et analyse.
- 2/ Expliquer le rôle de l'étape de recristallisation et préciser à quelle condition cette étape est nécessaire.
- 3/ Les élèves qui ont mis en œuvre le protocole décrit ont considéré qu'une recristallisation était nécessaire. Représenter l'allure du chromatogramme qu'ils ont probablement obtenu après l'étape 3. On admettra que l'aspirine migre plus loin sur la plaque que l'acide salicylique.
- 4/ Représenter l'allure du nouveau chromatogramme obtenu après la recristallisation, si cette dernière a été réussie.

## Exercice 6

À partir d'une masse  $m = 20.0$  g d'un triester  $C_{37}H_{110}O_6$  et d'un volume  $V = 40.0$  mL d'une solution de concentration  $C = 10,0$  mol.L<sup>-1</sup> en ions hydroxyde  $HO^-$ , on synthétise une masse  $m' = 15,0$  g de savon  $C_{18}H_{35}O_2Na$ . L'équation de la réaction s'écrit



On sait également que

- $M(\text{triester}) = 890$  g.mol<sup>-1</sup>
- $M(\text{savon}) = 306$  g.mol<sup>-1</sup>.

- 1/ Calculer les quantités initiales des réactifs.
- 2/ Déterminer le réactif limitant.
- 3/ En déduire la quantité maximale  $n_{max}$  de savon attendue.
- 4/ Calculer la quantité  $n_p$  de savon obtenue.
- 5/ Calculer le rendement de la synthèse.

## Exercice 7

Une des phéromones d'alarme chez les abeilles est l'heptanone. Cette molécule est émise entre autre quand un intrus s'approche de la ruche ou qu'une abeille est agressée. Au laboratoire, l'heptanone peut être préparée à partir de la réaction entre l'acide hypochloreux et l'heptan-2-ol.

On mélange 4,0 g d'alcool et 30 mL d'eau de Javel de concentration en quantité de matière d'acide hypochloreux 1,8 mol.L<sup>-1</sup>. Après transformation, extraction et purification, on obtient 2,4 g d'heptanone.

On précise également que

- $M(C_7H_{14}O) = 114$  g.mol<sup>-1</sup>
- $M(C_7H_{16}O) = 116$  g.mol<sup>-1</sup>

- 1/ Les couples oxydant/réducteur mis en jeu lors de cette réaction sont

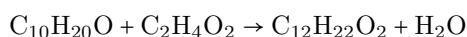
- $HClO_{(aq)} / Cl^-_{(aq)}$
- $C_7H_{14}O / C_7H_{16}O$

Écrire la demi équation d'oxydoréduction associée à chaque couple en milieu acide.

- 2/ En déduire l'équation de la réaction de synthèse de l'heptanone mise en jeu.
- 3/ Établir le tableau d'avancement de la transformation.
- 4/ Montrer que l'alcool est le réactif limitant.
- 5/ Calculer la masse maximale d'heptanone que l'on peut obtenir par cette transformation.
- 6/ En déduire le rendement de cette synthèse.
- 7/ Donner la formule semi développée de la pentan-3-one.
- 8/ Il existe une autre pentanone. Donner son nom et sa formule semi développée.

## Exercice 8

L'éthanoate de menthyle est une espèce chimique présente dans l'huile essentielle de menthe poivrée. Il est utilisé en parfumerie ou en cosmétique. On peut le synthétiser au laboratoire selon la réaction chimique d'équation



Les étapes de la synthèse sont données dans le désordre

étape W Réaliser une chromatographie sur couche mince.

étape X Chauffer à reflux un mélange de 10 g de menthol et de 10 mL d'acide éthanoïque avec quelques grains de pierre ponce pendant 1 h.

étape Y Après plusieurs lavages à l'eau salée, laisser sécher la phase organique avec du sulfate de magnésium anhydre. Éliminer le solide formé à l'aide d'une filtration simple.

étape Z Après refroidissement, verser le mélange dans une ampoule à décanter et ajouter 10 mL d'eau salée. Recueillir la phase organique.

### Données

L'eau salée a une masse volumique  $\rho = 1,1$  g.mL<sup>-1</sup>

*Menthol*

- $C_{10}H_{20}O$
- $M = 156$  g.mol<sup>-1</sup>
- $T_{\text{ébul}} = 212$  °C
- $T_{\text{fusion}} = 41$  °C
- solubilité faible dans l'eau salée

-  $s = 0,89 \text{ g.mL}^{-1}$

- nocif ou irritant

*Acide éthanoïque*

-  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$

-  $M = 60 \text{ g.mol}^{-1}$

-  $T_{\text{ébul}} = 118 \text{ }^\circ\text{C}$

-  $T_{\text{fusion}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}$

- solubilité élevée dans l'eau salée

-  $s = 1,05 \text{ g.mL}^{-1}$

- nocif ou irritant, inflammable

*Éthanoate de menthyle*

-  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_2$

-  $M = 198 \text{ g.mol}^{-1}$

-  $T_{\text{ébul}} = 227 \text{ }^\circ\text{C}$

-  $T_{\text{fusion}} < 0 \text{ }^\circ\text{C}$

- solubilité nulle dans l'eau salée

-  $s = 0,92 \text{ g.mL}^{-1}$

- nocif ou irritant, inflammable

**1/** Numéroté les étapes de la synthèse dans l'ordre chronologique.

**2/** Quel est l'état physique des réactifs et des produits à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  puis à  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  ?

**3/** Quelles précautions de sécurité et de récupération faut-il prendre ?

**4/** À l'étape X du protocole, à quoi servent le chauffage à reflux et la pierre ponce ? Schématiser et légènder le montage utilisé lors du chauffage à reflux.

**5/** À l'étape Z du protocole, si on considère que la synthèse de l'éthanoate de menthyle est une transformation totale, quel est le réactif limitant ? (voir l'étape X).

**6/** À l'étape Z du protocole, représenter l'ampoule à décanter en indiquant ce que contient chaque phase. Justifier leurs positions relatives.

**7/** À quoi sert la filtration à l'étape Y du protocole ?

**8/** Quel est l'avantage d'une filtration Büchner par rapport à la filtration simple ? Refaire les schémas des deux types de filtration.

**9/** À l'étape W du protocole, quels dépôts s'agit-il de réaliser sur la plaque ? Dessiner l'allure du chromatogramme obtenu si l'on suppose que l'éthanoate de menthyle synthétisé est pur.

**10/** Proposer une autre technique pour identifier et vérifier la pureté du menthol et de l'éthanoate de menthyle.

**11/** La synthèse de l'éthanoate de menthyle permet après chauffage d'une heure d'obtenir  $5,8 \text{ mL}$  d'éthanoate de menthyle pur. Déterminer le rendement de la synthèse.

# Conversion de l'énergie stockée dans la matière organique

## Exercice 1

Le méthanol est le plus simple des alcools. Sa formule brute est  $\text{CH}_4\text{O}$ .

1/ Quels sont les produits formés lors de sa combustion complète ?

2/ Écrire et ajuster l'équation de sa combustion.

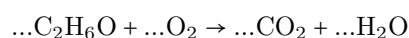
## Exercice 2

Recopier et ajuster les équations de réaction de combustion complète des alcanes suivants.



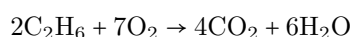
## Exercice 3

Recopier et ajuster les équations de réaction de combustion complète des alcools suivants. a.



## Exercice 4

L'équation de combustion complète de l'éthane est



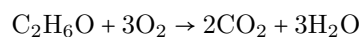
1/ Établir les schémas de Lewis des molécules mises en jeu dans cette équation.

2/ Indiquer la nature et le nombre de liaisons rompues pour les réactifs.

3/ Indiquer la nature et le nombre de liaisons rompues pour les produits.

## Exercice 5

L'équation de combustion complète de l'éthanol est



1/ Établir les schémas de Lewis des molécules mises en jeu dans cette équation.

2/ Indiquer la nature et le nombre de liaisons rompues pour les réactifs.

3/ Indiquer la nature et le nombre de liaisons rompues pour les produits.

## Exercice 6

On réalise la combustion complète de  $m = 15,0$  g d'heptane  $\text{C}_7\text{H}_{16}$  de masse molaire  $M = 100 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ .  
L'énergie molaire de la combustion de l'heptane vaut  $E_r = -4,5 \text{ MJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ .

- 1/ Calculer la quantité de matière d'heptane mise en jeu.
- 2/ Calculer l'énergie libérée par la combustion d'une masse  $m = 15,0$  g d'heptane.

## Exercice 7

Le propan-1-ol est liquide à la température ambiante.

C'est un solvant très usuel en pharmacologie. Il est produit lors de la fermentation de la pomme de terre. Sa formule brute est  $C_3H_8O$ .

- 1/ Écrire l'équation de sa combustion complète.
- 2/ Calculer l'énergie molaire associée à cette réaction.

**Données :**

Énergies molaires de liaison en  $\text{kJ.mol}^{-1}$

C-C : 348 , O=O : 498

C-H : 415,

C=O dans  $\text{CO}_2$  : 804

C=O : 724 , O-H : 463

C-O : 350

## Exercice 8

Pour chauffer la pièce principale d'une maison, les propriétaires hésitent entre une chaudière à fioul, une chaudière à gaz de ville (méthane) et une chaudière à bois. La chaudière devra produire une énergie moyenne de  $E = 100$  MJ par jour pendant la saison de chauffe.

Le pouvoir calorifique PC des différents combustibles est

- fioul  $44,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- méthane  $55,52 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- bois  $17,5 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- 1/ Quelle masse de combustible va-t-il falloir utiliser par jour pour chaque type de chaudière ?
- 2/ Quelle est le combustible le plus intéressant du point de vu énergétique ?
- 3/ Quelle est le combustible le plus intéressant du point de vu environnemental ?

## Exercice 9

L'énergie de combustion de l'éthanol de formule brute  $C_2H_6O$  est

$E_r = -1264 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- 1/ Calculer l'énergie produite par  $7,5$  mol d'éthanol.
- 2/ Calculer l'énergie produite par  $1,0$  kg d'éthanol.

## Exercice 10

L'énergie de combustion de l'éthanol de formule brute  $C_2H_6O$  est

$E_r = -1264 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- 1/ Calculer l'énergie produite par  $7,5$  mol d'éthanol.
- 2/ Calculer l'énergie produite par  $1,0$  kg d'éthanol.

## Exercice 11

Le méthane appelé aussi «gaz de ville» peut être utilisé pour la cuisson des aliments ou le chauffage d'une habitation. Son pouvoir calorifique vaut

$PC_{\text{méthane}} = 55.2 \text{ MJ.kg}^{-1}$

- 1/ Dans un chauffe-eau l'énergie thermique nécessaire pour faire passer une masse  $m_e = 300$  kg d'eau de  $\theta_i = 20$  °C à  $\theta_f = 45$  °C vaut

$$E = m_e \times 4185 \times (\theta_f - \theta_i)$$

Calculer la valeur de cette énergie.

- 2/ Si le chauffe-eau fonctionne en brûlant du gaz de ville, quelle masse de méthane sera consommée ?

## Exercice 12

Pour parcourir  $100$  km, la combustion du diesel dans le moteur d'un véhicule libère une énergie  $E = 230$  MJ.

La masse volumique du carburant est

$\rho = 0,835 \text{ kg.L}^{-1}$  et son pouvoir calorifique

$$PC_{\text{méthane}} = 44,8 \text{ MJ.kg}^{-1}$$

- 1/ Calculer la masse de diesel consommé par le véhicule pour parcourir 100 km.
- 2/ En déduire la consommation du véhicule exprimée en litre de diesel pour 100 km.
- 3/ Si le chauffe-eau fonctionne en brûlant du gaz de ville, quelle masse de méthane sera consommée ?

### Exercice 13

Un briquet contient 12,0 g de butane de formule brute  $C_4H_{10}$ .

Les énergies de liaisons sont

- $D_{C-H} = 413 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{C-C} = 348 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{O=O} = 498 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{O-H} = 463 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{C=O} = 798 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- 1/ Montrer que l'énergie molaire de combustion du butane est évaluée à  $-2603 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- 2/ Calculer l'énergie libérée par la combustion complète du butane contenu dans le briquet.

### Exercice 14

Certains gaz de pétrole liquéfié (GPL) sont constitués à 90 % de propane  $C_3H_8$ . Stockés en citerne chez un particulier, leur combustion permet d'assurer le chauffage et la production d'eau chaude de l'habitation.

On donne les énergies de liaison suivantes

- $D_{C-H} = 413 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{C-C} = 348 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{O=O} = 498 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{O-H} = 463 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{C=O} = 798 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- 1/ Écrire l'équation de la combustion complète du propane.
- 2/ Écrire la formule développée des réactifs et des produits puis faire l'inventaire des liaisons rompues et formées au cours de la combustion.
- 3/ À partir des énergies de liaisons, évaluer l'énergie molaire de combustion du propane.

### Exercice 15

Les réservoirs de la fusée Ariane V contiennent 24.6 t de dihydrogène et 150 t de dioxygène.

Le moteur Vulcain propulse l'étage principal de la fusée, il est alimenté en dihydrogène et dioxygène, dont la combustion produit de la vapeur d'eau. Les énergies de liaisons sont

- $D_{O=O} = 498 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{O-H} = 463 \text{ kJ.mol}^{-1}$
- $D_{H-H} = 436 \text{ kJ.mol}^{-1}$

- 1/ Écrire l'équation de la réaction se produisant dans le moteur Vulcain en partant d'une seule molécule de dihydrogène.
- 2/ Déterminer la quantité de matière de dihydrogène consommée par le moteur Vulcain.
- 3/ Calculer l'énergie libérée par le moteur Vulcain.

# Interactions fondamentales et notion de champ

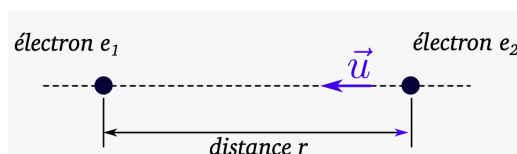
## Exercice 1

La Lune de masse  $M_L$  est située à une distance  $d$  de la Terre de masse  $M_T$ . Ces deux corps s'attirent sous l'effet de leur masse.

- 1/ Représenter les forces d'interaction gravitationnelles  $\vec{F}_{\text{Lune/Terre}}$  et  $\vec{F}_{\text{Terre/Lune}}$  sur un schéma sans soucis d'échelle.
- 2/ Donner les formules permettant d'exprimer ces deux forces à partir des données de l'énoncé.

## Exercice 2

La figure représente deux électrons en interaction.



Exprimer les forces électrostatiques exercées sur chaque électron  $F_{e_1/e_2}$  et  $F_{e_2/e_1}$ .

## Exercice 3

Deux boules A et B en aluminium supposées ponctuelles possèdent des charges respectives  $q_A = -2.0 \times 10^2 \text{ nC}$  et  $q_B = 6.0 \times 10^2 \text{ nC}$ . La distance entre ces deux boules est  $d = 10 \text{ cm}$ .

- 1/ Calculer la valeur de la force électrostatique exercée par la boule A sur la boule B.
- 2/ Donner le sens attractif ou répulsif de l'interaction exercée entre les deux boules en justifiant votre réponse.

## Exercice 4

Le noyau d'un atome est composé de protons qui présentent une charge  $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$  et de neutrons non chargés. À l'intérieur du noyau, deux protons supposés ponctuels éloignés de la distance  $d = 2,32 \times 10^{-6} \text{ nm}$  ont une masse  $m = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$ . La constante de gravitation universelle vaut  $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ , constante de la loi de Coulomb dans l'air  $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$ .

- 1/ Exprimer puis calculer la valeur de la force d'interaction gravitationnelle  $\vec{F}_g$  qui s'exerce entre ces deux protons.
- 2/ Calculer la valeur de la force d'interaction électrostatique  $\vec{F}_e$  qui s'exerce entre ces deux protons.
- 3/ Calculer le rapport des valeurs de ces deux forces. En déduire la force prédominante.
- 4/ Expliquer pourquoi l'interaction prédominante n'explique pas la cohésion du noyau.

## Exercice 5

Dans un microscope électronique à balayage (MEB) les images sont obtenues grâce à l'interaction d'un faisceau d'électrons avec la matière observée. Les électrons sont accélérés dans un champ électrique de valeur  $E = 10000 \text{ V.m}^{-1}$ .

La masse d'un électron est  $m = 9,1 \times 10^{-31} \text{ kg}$

La charge électrique d'un électron est  $q = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

- 1/ Donner l'expression de la valeur du champ de gravitation puis calculer la force d'interaction gravitationnelle subie par l'électron.
- 2/ Donner l'expression puis calculer la valeur de la force électrostatique agissant sur l'électron.
- 3/ Comparer ces deux forces et préciser laquelle des deux peut être négligée à l'échelle de l'électron.

## Exercice 6

Une application de smartphone indique la valeur du champ de pesanteur local  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

La masse de la Terre est  $5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ , la constante universelle de gravitation vaut  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$ . Le rayon de la Terre est de  $6400 \text{ km}$ .

- 1/ Donner l'expression de l'intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur un objet de masse  $m$  situé à sa surface.
- 2/ En déduire l'expression de l'intensité du champ gravitationnel  $G$  créé par la Terre sur la masse  $m$ .
- 3/ Déterminer sa valeur et comparer à la valeur du champ de pesanteur local donné par le smartphone.



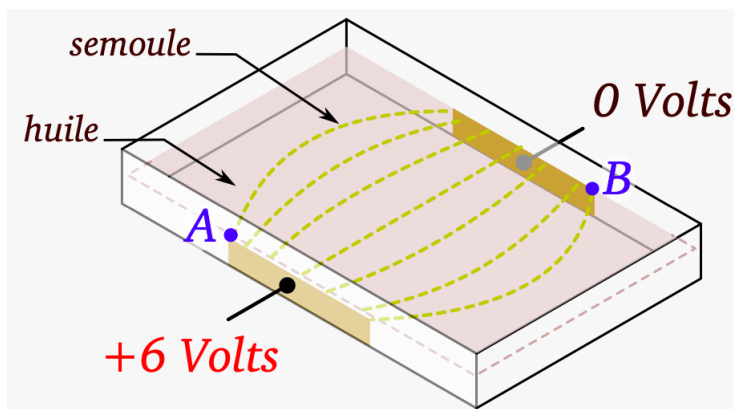
## Exercice 7

Soient deux plaques électriques séparées d'une distance  $d = 10$  cm dans une cuve contenant de l'huile (isolant électrique) et des grains de semoule, les grains s'orientent entre les deux plaques aux bornes des quelles on a appliqué une tension  $U = 6$  V. Voir figure. La valeur  $E$  du champ électrique entre les deux plaques est donné par la formule  $E = \frac{U}{d}$  avec pour unités le volt et le mètre.

1/ Donner les caractéristiques du champ  $\vec{E}$  créé entre les deux plaques.

2/ Schématiser le champ au point A et au point B.

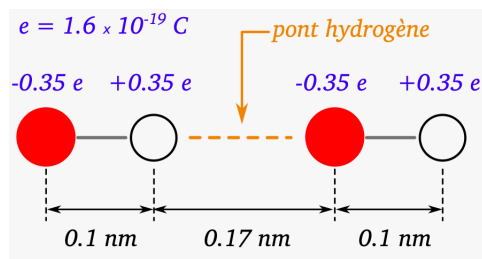
3/ Décrire l'évolution du champ  $\vec{E}$  lorsque  $d$  diminue et lorsque la tension  $U$  aux bornes des plaques augmente.



## Exercice 8

Le pont hydrogène est une interaction électrostatique attractive établie entre un atome d'hydrogène lié à un atome très électronégatif et un atome électronégatif comme l'oxygène ou l'azote. Les ponts hydrogènes qui s'établissent dans la glace ont une longueur de 170 pm. Le pont hydrogène peut être modélisé par une interaction entre quatre charges. Voir figure. Afin de vaincre une interaction électrostatique, il faut fournir une énergie  $E = F_e \times d$  avec  $F_e$  la force d'interaction électrostatique s'exerçant entre les deux charges et  $d$  la distance séparant les deux charges.

1/ Reproduire le schéma avec les charges A, B, C et D. Représenter les huit forces électrostatiques exercées par chaque charge d'une molécule sur celles de l'autre molécule.



2/ Déterminer la valeur de chacune de ces forces.

3/ En déduire les expressions puis les valeurs des forces d'interaction globales exercées par une molécule sur l'autre.

4/ Calculer l'énergie nécessaire pour rompre l'interaction (pont hydrogène) entre les deux molécules.

## Exercice 9

La valeur du champ gravitationnel terrestre subi par un objet de masse  $m$  dépend de l'altitude  $h$  à laquelle il se trouve au dessus de la surface de la Terre. L'altitude de l'Everest est 8848 m, l'altitude d'un satellite géostationnaire est 36000 km. On rappelle aussi que  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2\text{kg}^{-2}$  et que  $M = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$ ,  $R_{\text{Terre}} = 6400 \text{ km}$

1/ Donner l'expression vectorielle de la force d'attraction gravitationnelle subie par l'objet en fonction d'un vecteur unitaire dont on précisera les caractéristiques.

2/ En déduire l'expression vectorielle du champ de gravitation.

3/ Déterminer la valeur du champ de gravitation à la surface de l'océan, en haut de l'Everest, à l'altitude géostationnaire et à 100000 km d'altitude.

4/ Représenter le champ gravitationnel créé par la Terre à ces quatre altitude autour de la Terre en respectant l'échelle 1 cm pour  $3 \text{ N.kg}^{-1}$ .

5/ Justifier qu'il est possible de considérer le champ gravitationnel comme étant uniforme à la surface de la Terre.

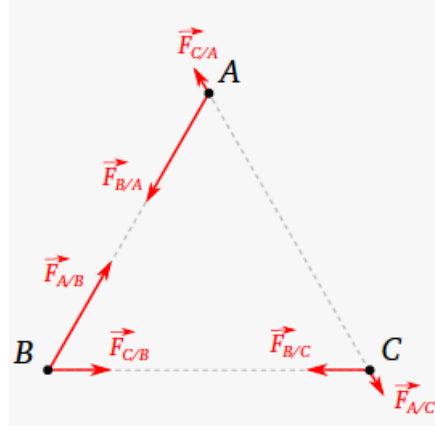
## Exercice 10

Trois objets ponctuels A, B et C de charges électriques  $q_A$ ,  $q_B$  et  $q_C$  sont disposés aux sommets d'un triangle équilatéral. On représente à l'échelle les forces électrostatiques qu'ils exercent les uns sur les autres.

La charge  $q_A$  est positive. Voir figure.

1/ Quels sont les signes de  $q_B$  et  $q_C$  ?

2/ Parmi  $q_B$  et  $q_C$  dire laquelle est le double de  $q_A$  en valeur absolue et laquelle est la moitié de  $q_A$  en valeur absolue.



## Exercice 11

Deux billes de masse  $m_1 = 1,0$  g et  $m_2 = 3,0$  g portent des charges électriques  $q_1 = 2,0 \mu\text{C}$  et  $q_2 = -6,0 \mu\text{C}$ . La distance entre leurs centres est  $d = 12$  cm.

On rappelle que  $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$  et que  $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{C}^{-2}$

1/ Déterminer la norme  $F_g$  des forces gravitationnelles que les deux billes exercent l'une sur l'autre.

2/ Déterminer la norme  $F_e$  des forces électrostatiques que les deux billes exercent l'une sur l'autre.

3/ Calculer le quotient  $F_e/F_g$  et commenter ce résultat.

## Exercice 12

Le rayon moyen de la Terre est  $R_T = 6380$  km La masse de la Terre est  $m_T = 5,972 \times 10^{24}$  kg

1/ Calculer la norme du champ gravitationnel créé par la Terre à sa surface.

2/ Calculer la norme du champ gravitationnel créé par la Terre à l'altitude  $h = 3,6 \times 10^4$  km, altitude des satellites géostationnaire.

3/ À quelle altitude la norme du champ gravitationnel est-elle divisée par quatre par rapport à la norme du champ à la surface de la Terre ?

## Exercice 13

Une planète a la forme d'une boule de centre O, de rayon  $R$  et de masse  $m$ . On note  $\vec{g}$  le champ de gravitation qu'elle crée en un point P de sa surface.

1/ Quelle est la distance de O à P ?

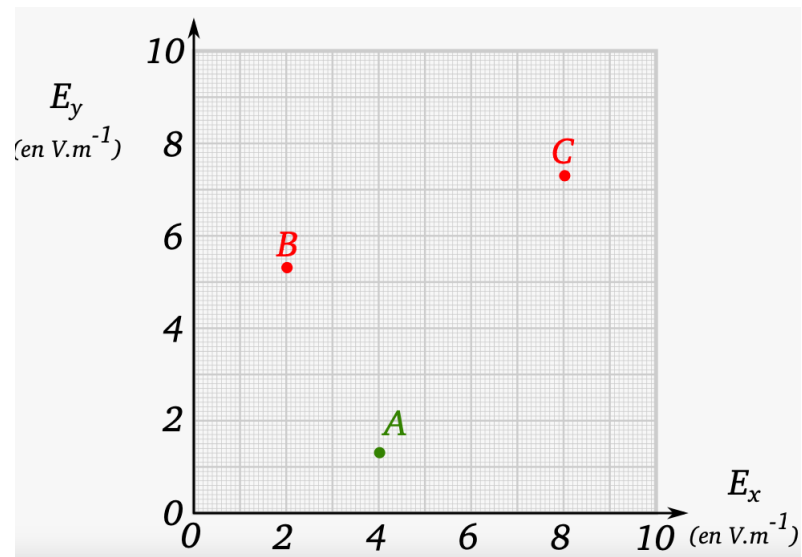
2/ Préciser la direction et le sens de  $\vec{g}$ .

3/ Exprimer sa norme  $g$  en fonction de  $G$ ,  $m$  et  $R$ .

4/ Calculer  $g$  à la surface de la planète de rayon  $R_{\text{Mars}}$ , de masse  $m_{\text{Mars}} = 6,39 \times 10^{23}$  kg et  $R_{\text{Mars}} = 3,39 \times 10^6$  m.

## Exercice 14

Une particule A de charge positive est placée dans le champ électrostatique de deux particules B et C de charges négatives. Sur la figure, le champ électrostatique  $E_1$  dû à la particule B a pour coordonnées  $(-1,5 \text{ V.m}^{-1}; 3,0 \text{ V.m}^{-1})$  au point A et le champ  $E_2$  dû à la particule C a pour coordonnées  $(2,0 \text{ V.m}^{-1}; 3,0 \text{ V.m}^{-1})$  au point A.



- 1/ Déterminer en A les coordonnées du champ électrostatique résultante  $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2$ . Déterminer la norme du champ résultant.
- 2/ La construction est-elle en accord avec le signe des charges électriques annoncé ?

# Description d'un fluide au repos

## Exercice 1

1/ L'agitation des molécules est associée à

1. la pression
2. la température
3. la masse volumique
4. la viscosité

2/ L'unité de pression du système international est

1. l'hectopascal
2. le millimètre de mercure
3. le pascal
4. le bar

3/ À température et quantité de matière constante, si la pression diminue

1. la masse volumique augmente
2. la masse volumique diminue
3. le volume augmente
4. le volume diminue

4/ À température constante et pour une même quantité de gaz, on a

1.  $p \times T = \text{constante}$
2.  $p \times T^2 = \text{constante}$
3.  $p \times V^2 = \text{constante}$
4.  $p \times V = \text{constante}$

5/ La relation reliant la valeur  $F$  de la force pressante, la surface  $S$  et la pression  $p$  est

1.  $p = F \times S$
2.  $F = p \times S$
3.  $p = \frac{F}{S}$
4.  $F = \frac{p}{S}$

6/ La valeur de la force pressante exercée sur la surface  $S$  est

1. proportionnelle à la pression
2. indépendante de la pression
3. inversement proportionnelle à la pression
4. proportionnelle à la pression au carré

7/ La loi de la statique des fluides s'écrit  $p_B - p_A = \rho \times g \times (z_A - z_B)$  alors

1.  $\rho = \frac{p_A - p_B}{g \times (z_A - z_B)}$
2.  $\rho = \frac{g \times (z_A - z_B)}{p_B - p_A}$
3.  $z_A = z_B - \frac{p_B - p_A}{\rho \times g}$
4.  $z_A = z_B + \frac{p_B - p_A}{\rho \times g}$

8/ La pression dans un fluide

1. est d'autant plus grande que l'altitude est petite
2. est d'autant plus grande que l'altitude est grande
3. ne dépend pas de l'altitude
4. dépend de la masse volumique du fluide

## Exercice 2

Un plongeur équipé d'une bouteille est à 10 m de profondeur. La pression de l'air dans ses poumons est alors de 2,0 bar. Avant d'entamer la remontée, le plongeur remplit ses poumons d'air, leur volume est alors de 6,0 L.

1/ Calculer le volume qu'occuperait la même quantité d'air à la pression de 1.0 bar, la température étant supposée constante.

2/ Indiquer le risque auquel s'expose le plongeur lors de la remontée. Comment peut-il l'éviter ?

### Exercice 3

On souhaite déterminer la pression à l'intérieur d'un ballon. On branche un capteur MPX2200 sur un microcontrôleur. On obtient une valeur de 32 dans le logiciel du microcontrôleur en utilisant la broche A0 pour laquelle une valeur de 1023 correspond à 1,1 volt.

1/ Déterminer la tension  $U$  aux bornes du capteur.

2/ La notice du constructeur du capteur indique la relation suivante  $\frac{U}{p} = 0,20 \text{ mV.kPa}^{-1}$ . Déterminer la pression  $p$  dans le ballon.

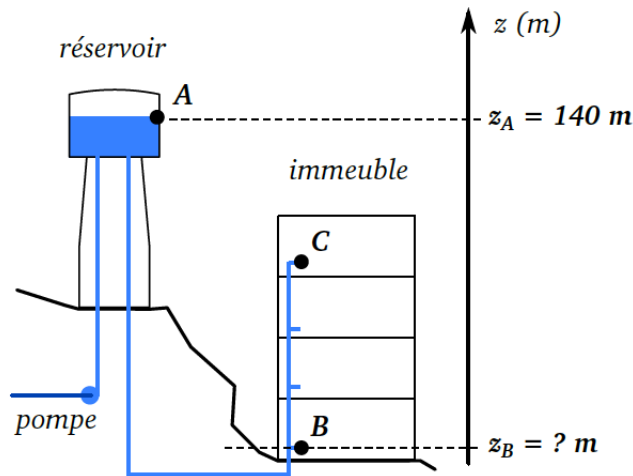
3/ Expliquer comment évolue la valeur indiquée par le logiciel si on appuie sur le ballon.

### Exercice 4

Une pompe à vélo gonfle un pneu. Calculer la force minimum qu'il faut appliquer sur la poignée de la pompe pour gonfler un pneu à la pression de 7,0 bar, sachant que la surface du piston de la pompe est de  $3,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ . Calculer le diamètre du piston.

### Exercice 5

Un château d'eau est un grand réservoir d'eau surélevé qui permet l'alimentation de la population en eau potable.



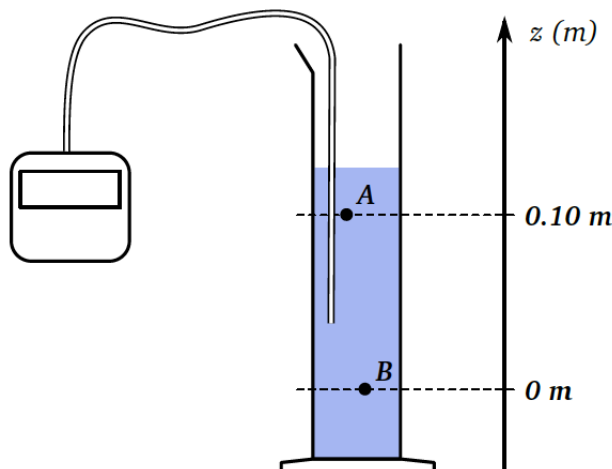
La masse volumique de l'eau est  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ .

1/ En appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides, déterminer la valeur de l'altitude  $z_B$  sachant que la surpression du point B par rapport au point A est  $p_B - p_A = 3,5 \text{ bar}$ .

2/ D'après le schéma, indiquer si la pression de l'eau au troisième étage est supérieure ou inférieure à celle au point B. Justifier qualitativement à partir de la loi fondamentale de la statique des fluides.

### Exercice 6

On cherche à déterminer la nature du liquide contenu dans une éprouvette (voir figure).



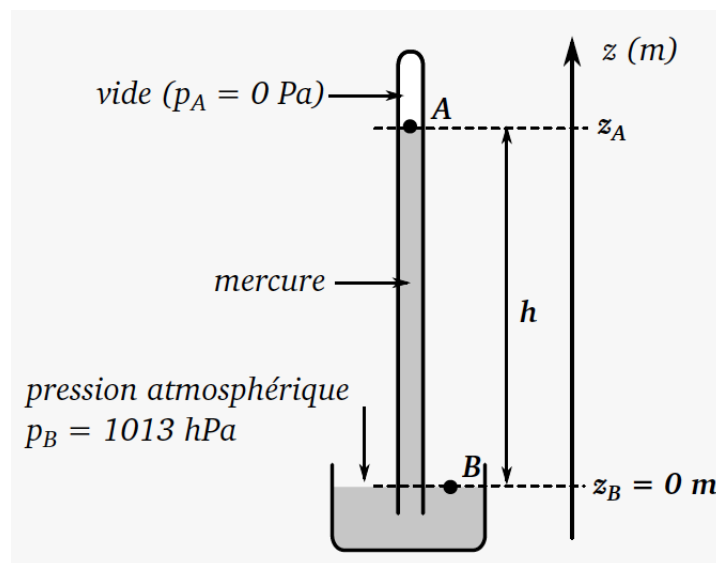
Pour cela, la différence de pression entre les points A et B est mesurée et elle vaut  $p_B - p_A = 774 \text{ Pa}$ .

- 1/ Déterminer la masse volumique du liquide inconnu en appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides.
- 2/ Identifier le liquide contenu dans l'éprouvette parmi les sept présents dans le tableau suivant.

Liquide	Masse volumique ( $\text{kg.m}^{-3}$ )
eau	1000
tétrachlorure de carbone	1590
alcool	790
glycérine	1250
mercure	13500
essence	690
huile	920

### Exercice 7

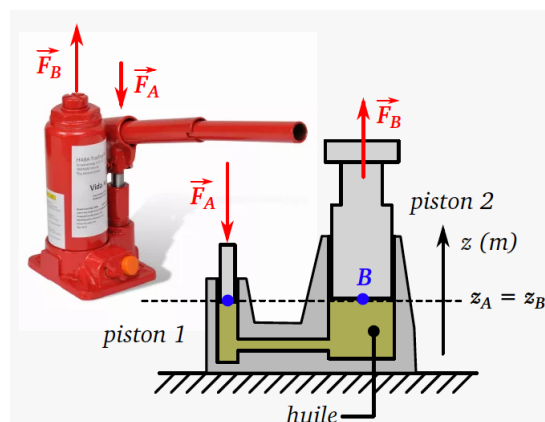
Un baromètre est un appareil qui permet de mesurer la pression atmosphérique. Torricelli mis au point en 1643 un baromètre qui contenait une colonne de mercure. Voir figure.



- 1/ Calculer l'altitude  $z_A$  du point A lorsque la pression atmosphérique est normale ( $p_B = 1013 \text{ hPa}$ ), sachant que la masse volumique du mercure a pour valeur  $\rho = 13500 \text{ kg.m}^{-3}$ . En déduire la valeur de  $h$ .
- 2/ Est-il commode de réaliser un baromètre similaire en remplaçant le mercure par de l'eau dont la masse volumique est  $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$ ? Justifier votre réponse.

### Exercice 8

Un cric hydraulique est un dispositif qui permet de soulever une charge lourde en actionnant une pompe à main. Voir figure.

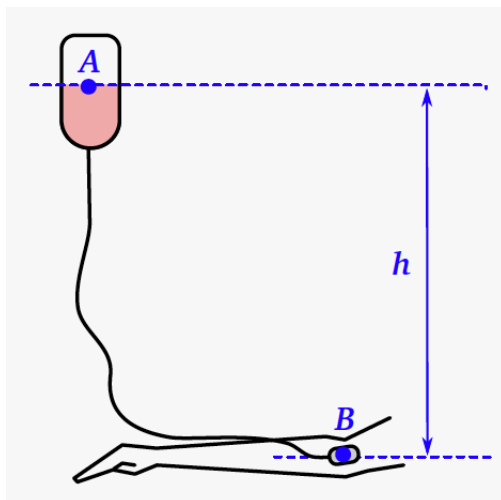


Une force de norme  $F_A = 100 \text{ N}$  est exercée sur le piston 1 dont le diamètre est de  $8,0 \text{ mm}$ . Le piston 2 a un diamètre de  $120 \text{ mm}$ . La masse volumique de l'huile hydraulique est  $\rho = 800 \text{ kg.m}^{-3}$ .

- 1/ Déterminer la pression de l'huile au point A.
- 2/ Déterminer la pression de l'huile au point B, et justifier votre réponse.
- 3/ En déduire la norme de la force  $F_B$  et expliquer l'intérêt du dispositif.

### Exercice 9

La pression artérielle est la différence entre la pression que le sang exerce sur les parois des artères et la pression atmosphérique. Elle s'exprime en «cm de mercure».  $1 \text{ cm Hg} = 1333 \text{ Pa}$ . La pression systolique (autour de  $12 \text{ cm Hg}$ ) correspond à la contraction des ventricules et la pression diastolique (autour de  $7 \text{ cm Hg}$ ) correspond au relâchement du cœur. La masse volumique d'un liquide en perfusion est voisine de celle du sang  $\rho = 1060 \text{ kg.m}^{-3}$ .



Déterminer à quelle hauteur minimale  $h$  on doit placer la poche de liquide à perfuser sur un patient dont la pression systolique est de  $14 \text{ cm Hg}$ .

### Exercice 10

La relation entre la valeur de la force pressante  $F$ , la pression  $p$  et la surface de contact  $S$  du fluide sur la paroi est  $F = p \times S$

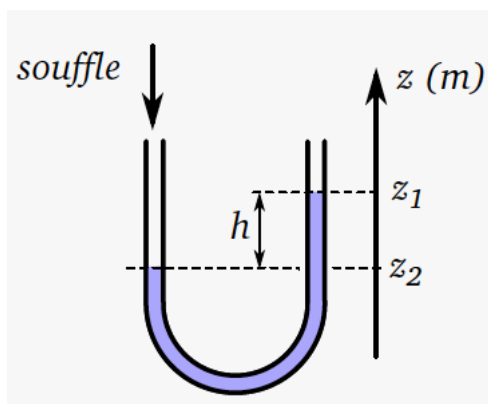
- 1/ Pour une valeur de force fixée, comment varie la pression si la surface de contact est double ?
- 2/ Pour une surface de contact fixée, comment varie la pression si la valeur de la force est doublée ?
- 3/ Pour une surface de contact fixée, comment varie la valeur de la force si la pression diminue de moitié ?

### Exercice 11

Les deux faces d'une palissade de jardin ont chacune pour surface  $S$ . La pression atmosphérique est notée  $P_{\text{atm}}$ . Calculer la valeur de la force pressante exercée par l'air sur chaque face de cette palissade. On donne  $S = 15 \times 10^2 \text{ m}^2$  et  $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$

### Exercice 12

Un tube en U contient un peu d'eau. On souffle doucement dans la branche de gauche, la branche de droite est ouverte sur l'air atmosphérique. Le niveau d'eau descend à gauche et monte à droite. La différence entre les deux niveaux est  $z_1 - z_2 = h = 11 \text{ cm}$ .

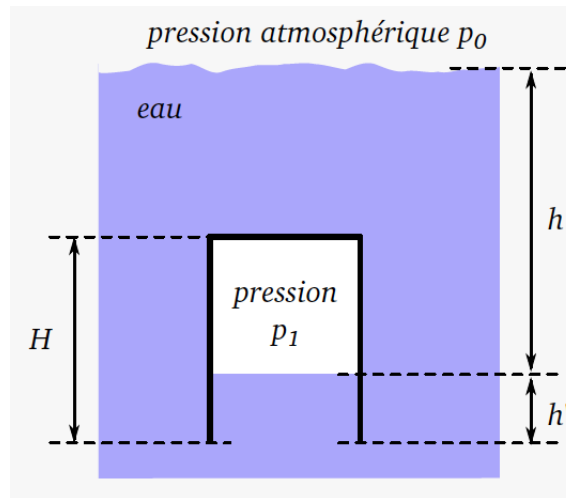


1/ Déterminer la valeur de la pression exercée par le souffle.

2/ Que se passerait-il si on soufflait très fort ?

### Exercice 13

La cloche de plongée est un dispositif qui permet de réaliser des activités dans l'eau sans utiliser de bouteilles de plongée. On représente une cloche de plongée par un cylindre ouvert sur sa face inférieure, de section  $S = 1,5 \text{ m}^2$  et de hauteur  $H = 2,8 \text{ m}$ . Avant l'immersion, la cloche est pleine d'air à la pression atmosphérique.



1/ Calculer le volume  $V_0$  d'air contenu dans la cloche avant immersion.

2/ La cloche est totalement immergée, l'eau monte à l'intérieur. La hauteur séparant le niveau de la mer et le niveau d'eau dans la cloche est  $h = 7,2 \text{ m}$ . La pression de l'air dans la cloche est la même que celle de l'eau à la profondeur  $h$ . Calculer la pression  $p_1$  de l'air emprisonné dans la cloche.

3/ En déduire le volume  $V_1$  d'air contenu alors dans la cloche à cette profondeur.

4/ De quelle hauteur  $h'$  l'eau est-elle montée dans la cloche ?



# Mouvement d'un système

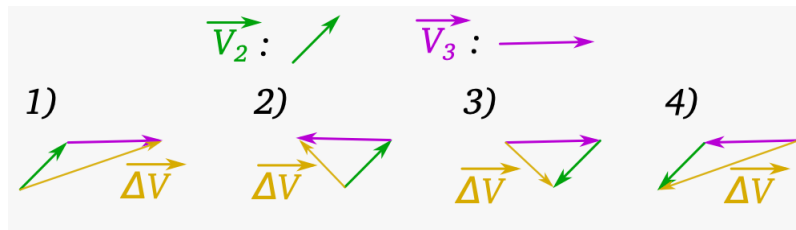
## Exercice 1

1/ Lors d'un mouvement rectiligne accéléré

1.  $\Delta \vec{v}$  est dans le sens du mouvement
2.  $\Delta \vec{v} = \vec{0}$
3.  $\Delta \vec{v}$  est dans le sens contraire du mouvement
4.  $\Delta \vec{v}$  est perpendiculaire à la trajectoire

2/ Soient deux vecteurs vitesses  $\vec{V}_2$  et  $\vec{V}_3$ .

Voir figure.



Dire à quelle figure correspond le vecteur  $\Delta \vec{v} = \Delta \vec{V}_3 - \Delta \vec{V}_2$ .

3/ Lors d'un mouvement circulaire uniforme

1. la norme du vecteur vitesse  $\vec{V}$  est constante
2. le vecteur  $\Delta \vec{v} = \vec{0}$
3. le vecteur  $\Delta \vec{v}$  existe car les vecteurs n'ont pas la même direction
2. est colinéaire à  $\vec{F}$
4. le vecteur  $\Delta \vec{v}$  est tangent à la trajectoire

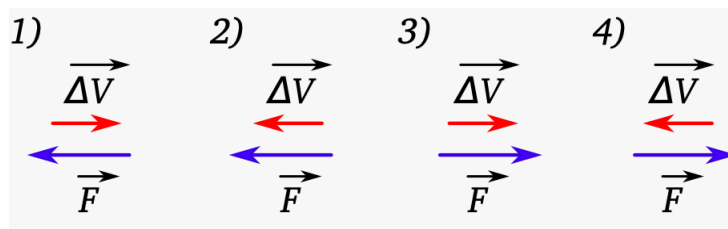
4/ Le vecteur  $\Delta \vec{v}$  lors d'un mouvement

1. est égal à la résultante des forces extérieures  $\vec{F}$
3. a la même direction et le même sens que  $\vec{F}$
4. est perpendiculaire à  $\vec{F}$

5/ Un mobile subit une poussée de 1000 N pendant 1 seconde.

1.  $\Delta \vec{v}$  du mobile augmente si sa masse diminue
2.  $\Delta \vec{v}$  ne dépend pas de la masse
3.  $\Delta \vec{v}$  du mobile diminue si sa masse augmente
4.  $\Delta \vec{v}$  du mobile diminue si sa masse diminue

6/ Une bille roule en ligne droite de la gauche vers la droite et est freinée par une force  $\vec{F}$ . Les vecteurs  $\vec{F}$  et  $\Delta \vec{V}$  sont représentés par quelle schéma? Voir figure.



7/ Un aimant exerce une force d'attraction de 5,0 N sur une bille immobile de masse 100 g pendant une durée  $\Delta t = 0.1$  s.

La variation de vitesse  $\Delta \vec{V}$  est égale à

1.  $50 \text{ m.s}^{-1}$
2.  $5,0 \text{ m.s}^{-1}$
3.  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$
4.  $0,05 \text{ m.s}^{-1}$

8/ Une voiture roulant en ligne droite de masse  $m = 800$  kg freine pendant 2,0 s.

La norme de la somme des forces est égale

Sa vitesse passe de  $30 \text{ m.s}^{-1}$  à

1. 8000 kg
2. 8000 m
3. 800 N
4. 8000 N

## Exercice 2

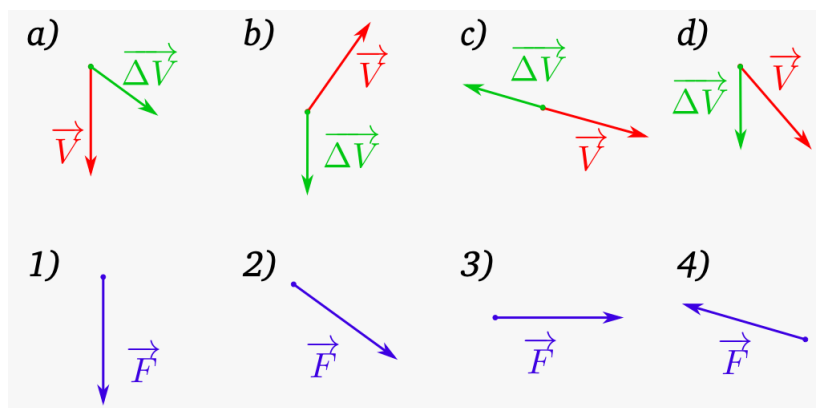
Afin de comparer l'aérodynamisme des automobiles, on effectue une expérience qui consiste à débrayer le moteur d'un véhicule de masse  $m = 1,0 \text{ t}$  roulant à vitesse constante sur une route droite et horizontale de gauche à droite. L'automobile poursuit «en roue libre» et les valeurs de la vitesse sont relevées au cours du ralentissement dans le tableau. On donne  $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$ .

$t \text{ (s)}$	$v \text{ (km.h}^{-1}\text{)}$
0	100
20	85
40	70
60	55
100	40
120	32
140	28

- 1/ Calculer la valeur approchée  $\Delta \vec{V}$  à la date 40 s.
- 2/ Donner la direction et le sens de  $\Delta \vec{V}$ .
- 3/ En déduire à cet instant les caractéristiques de la résultante des forces appliquées sur la voiture  $\vec{F}$ .
- 4/ Faire un bilan des forces appliquées à la voiture et déterminer la valeur de la force responsable du ralentissement.

## Exercice 3

Lors d'une partie de pétanque un joueur lance sa boule afin de la placer au plus près du bouchon. Le mouvement de la boule est filmé et les résultats sont regroupés dans un tableau.



- 1/ Tracer la trajectoire de la boule à partir des valeurs du tableau.
  - 2/ Déterminer la hauteur à laquelle le joueur lâche sa boule.
  - 3/ Déterminer le diagramme objet interaction de la boule une fois la boule lâchée.
  - 4/ Déterminer à l'aide d'un tableur l'ensemble des  $\Delta \vec{V}$  sur l'axe des x.
  - 5/ Déterminer à l'aide d'un tableur l'ensemble des  $\Delta \vec{V}$  sur l'axe des y.
- Conclure en comparant la force exercée sur la boule et  $\Delta \vec{V}$  sur l'axe des y.

## Exercice 4

En 1971 David Scott réalise une expérience à la surface de la Lune. Il laisse tomber un marteau de 1,32 kg et une plume de faucon de masse 0,03 kg en même temps, depuis la même hauteur. Les deux objets atteignent le sol au même moment.

- 1/ Pourquoi peut-on affirmer que chaque objet est en chute libre ?
- 2/ Montrer que pour un objet en chute libre, la variation de vitesse ne dépend pas de sa masse.
- 3/ Expliquer alors pourquoi les deux objets atteignent le sol au même moment.

## Exercice 5

Le 6 février 2018, la fusée la plus puissante du monde Falcon Heavy a été lancée depuis le centre spatial Kennedy en Floride. Les 27 moteurs fusées sont mis à feu et exercent une poussée  $F = 22800$  kN.

La masse de la fusée est  $m = 1420$  t au décollage.

L'intensité de la pesanteur est  $g = 9,81$  N.kg<sup>-1</sup>.

- 1/ Quelles forces s'exercent sur la fusée ?
- 2/ Représenter ces forces sur un schéma avec pour échelle 1 cm ↔ 10000 kN.
- 3/ Calculer la valeur de la résultante des forces.
- 4/ En appliquant la deuxième loi de Newton, calculer la variation de vitesse lors de la première seconde du décollage.

## Exercice 6

On étudie la chute d'une goutte de pluie. On a déterminé la valeur de la vitesse à différentes dates (tableau). Le volume de la goutte est  $V = 0,05$  cm<sup>3</sup>, la masse volumique de l'eau est  $\rho = 1000$  kg.m<sup>-3</sup>.

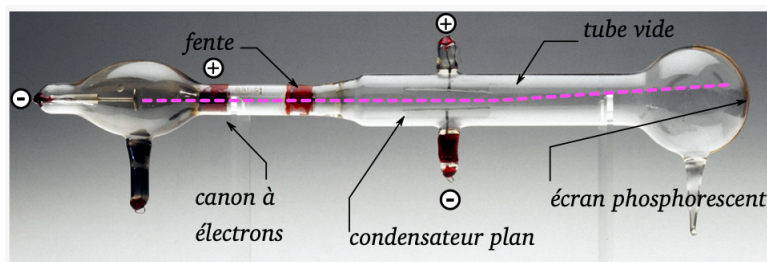
$t$ (s)	$V_{\text{goutte}}$ (m.s <sup>-1</sup> )
3.0	19.6
3.2	20.3
3.4	21

- 1/ À l'aide de la deuxième loi de Newton, déterminer l'intensité de la résultante des forces à  $t = 3,2$  s.
- 2/ Quelles sont les forces qui s'appliquent sur la goutte ? Donner leurs caractéristiques.

## Exercice 7

En 1897 le physicien britannique Joseph Thomson découvre l'existence de l'électron.

Il utilise un tube à vide où les électrons sont émis au niveau de la cathode puis accélérés rectilignement. Le faisceau passe ensuite entre deux plaques de charges électriques opposées. Le champ électrique entre les plaques est de 15 kV.m<sup>-1</sup> la déviation du faisceau d'électron vers la plaque chargée positivement grâce à un écran muni d'une plaque phosphorescente. Il en déduit que les électrons sont chargés négativement. Voir figure.



*Tube à rayons cathodique de J.J. Thomson*

- 1/ Reproduire le schéma et représenter le champ électrique  $\vec{E}$  entre les deux plaques sans souci d'échelle.
- 2/ Montrer que le poids de l'électron est négligeable devant la force électrique. Il observe alors que la masse de l'électron est  $m = 9,1 \times 10^{-31}$  kg, la valeur de la charge élémentaire est  $e = 1,6 \times 10^{-19}$  C.
- 3/ Appliquer la deuxième loi de Newton.
- 4/ Donner le sens et la direction du vecteur variation de vitesse  $\Delta \vec{V}$ .
- 5/ Tracer l'allure de la trajectoire de l'électron sur le schéma après l'avoir reproduit.
- 6/ En déduire que les observations expérimentales sont conformes à la théorie.

# Aspects énergétiques des phénomènes électriques

## Exercice 1

1/ Dans une solution électrolytique, les porteurs de charge électriques sont

1. des électrons
2. des cations
3. des anions
4. des atomes

2/ La relation entre  $I$ ,  $|Q|$  et  $\Delta t$  est

1.  $I \times \Delta t = |Q|$
2.  $I = |Q| \times \Delta t$
3.  $I = \frac{|Q|}{\Delta t}$
4.  $\frac{I}{\Delta t} \Delta t = |Q|$

3/ L'intensité du courant électrique dans un fil conducteur est égale

1. au nombre d'électrons qui traversent une section de ce fil
2. au nombre d'électrons qui traversent une section de ce fil en une seconde
3. à la charge électrique des électrons qui traversent une section de ce fil
4. à la valeur absolue de la charge électrique des électrons qui traversent une section de ce fil en une seconde

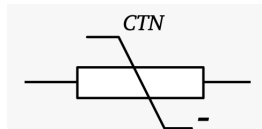
## Exercice 2

Deux électrodes en graphite reliées à un générateur de tension continue sont plongées dans un béccher contenant de l'eau distillée. L'intensité du courant augmente lorsqu'on dissout dans l'eau du chlorure de cuivre  $\text{CuCl}_{2(s)}$ , un solide ionique.

Faire le schéma du montage, indiquer le sens du courant et le sens de déplacement de tous les porteurs de charge dans les fils électriques, les électrodes et la solution aqueuse.

## Exercice 3

Un montage en série comporte un générateur de tension continue, un ampèremètre, un interrupteur, une lampe et une thermistance CTN dont la résistance diminue lorsque la température augmente. Voir figure.



- 1/ Représenter le schéma de ce montage et indiquer par des flèches le sens du courant et des porteurs de charges.
- 2/ Expliquer comment évolue l'intensité du courant lorsque la température augmente.

## Exercice 4

Au cours d'un éclair de durée 3.0 ms, 2000 milliards de milliards d'électrons issus d'un nuage traversent l'air et le paratonnerre d'une tour.

- 1/ Déterminer la charge électrique traversant le paratonnerre.
- 2/ En déduire l'intensité du courant électrique correspondant.

## Exercice 5

Un fil de cuivre de section  $s = 2,5 \text{ mm}^2$  est parcouru par un courant d'intensité  $I = 8,0 \text{ A}$ . Calculer le nombre d'électrons qui vont traverser une section de ce fil pendant une minute.

## Exercice 6

Durant un orage, un coup de foudre «négatif» transfère du sol (chargé positivement) au nuage (chargé négativement) une charge électrique de 350 C à une intensité de 120 kA.

- 1/ En considérant que la foudre est un mouvement d'électrons, dans quel sens se déplacent-ils ?
- 2/ Combien d'électrons sont transférés durant ce coup de foudre ?
- 3/ Calculer la durée de ce phénomène.

## Exercice 7

Durant un orage, un coup de foudre «positif» a lieu quand le nuage est chargé positivement et le sol négativement. Il se produit une décharge électrique d'intensité 300 kA.

- 1/ En considérant que la foudre est un mouvement d'électrons, dans quel sens se déplacent-ils ?
- 2/ Le phénomène dure 0, 20 s. Quelle charge électrique est transférée ?

## Exercice 8

Un courant d'intensité  $I$  transfère une charge électrique  $Q$  pendant une durée  $\Delta t$ . Compléter le tableau suivant.

Q	I	$\Delta t$
75 C	...	15 s
$12 \times 10^{-4}$ C	24 A	...
...	5.0 mA	25 s
...	10 A	2.0 min
$28 \times 10^{-4}$ C	0,70 A	...
0,72 MC	...	2.0 h
...	$1,8 \times 10^{-12}$ A	5.0 ms
$2,50 \times 10^{-1}$ C	...	0,125 s

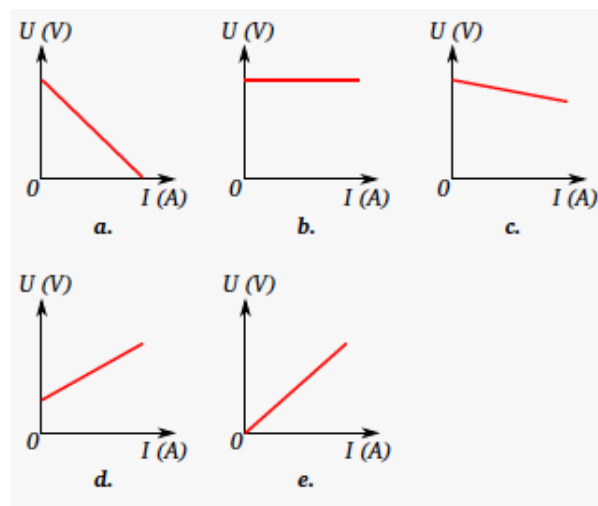
## Exercice 9

La tension aux bornes d'une source réelle de tension à vide  $E$  et de résistance interne  $r$  s'écrit

1.  $-E + r \times I$
2.  $E + r \times I$
3.  $E - r \times I$
4.  $-E - r \times I$

## Exercice 10

Les graphes de la figure représentent les caractéristiques tension-courant de différents dipôles avec les mêmes échelles.



- 1/ Identifier parmi ces courbes celle qui représente une source de tension idéale et celles qui représentent une source de tension réelle.
- 2/ Indiquer parmi les sources de tension réelles laquelle possède la résistance interne la plus faible.

## Exercice 11

La tension électrique aux bornes d'une batterie nickel-cadmium est de 1,18 V quand elle débite une intensité de 100 mA. Cette tension chute à 1,10 V lorsque l'intensité débitée est de 0,500 A.

Calculer la tension à vide  $E$  et la résistance interne  $r$  de cet accumulateur.

## Exercice 12

Les mesures du courant et de la tension aux bornes d'une pile électrochimique sont regroupées dans le tableau.

I (mA)	U (V)
0	4,70
100	4,50
200	4,40
300	4,27
400	4,13
500	3,98
600	3,82

- 1/ Faire le schéma du montage électrique permettant d'effectuer la mesure de la caractéristique tension-courant d'une pile.
- 2/ Tracer la caractéristique tension courant  $U = f(I)$  de cette pile.
- 3/ Justifier que le nuage de points obtenu peut être modélisé par la relation  $U = E - r \times I$ .
- 4/ En déduire les valeurs de la tension à vide  $E$  de la pile et de sa résistance interne  $r$ .
- 5/ Déterminer la charge électrique délivrée par la pile pendant 5,0 min si la tension à ses bornes est 4,0 V.

## Exercice 13

Un générateur ( $E = 6,0$  V et  $r = 4,0$   $\Omega$ ) est branché aux bornes d'une résistance de valeur  $R = 50$  .

- 1/ Faire le schéma du montage.
- 2/ Représenter le sens du courant électrique et le sens de déplacement des électrons.
- 3/ Déterminer graphiquement les coordonnées du point de fonctionnement de ce montage.
- 4/ En déduire la valeur de la puissance dissipé par effet Joule dans la résistance.

## Exercice 14

1/ Soit  $P$  la puissance électrique consommée par un appareil. Peut-on calculer l'intensité du courant qui circule dans l'appareil ?

1. oui, d'autres données sont inutiles
  2. oui, si la tension aux bornes de l'appareil est donnée
  3. oui, si la durée de fonctionnement de l'appareil est donnée
  4. non, il n'y a aucun moyen
- 2/ Parmi les unités suivantes, indiquer lesquelles sont des unités d'énergie

1. W.h
2. W
3. J.s<sup>-1</sup>
4. kJ

3/ Si  $U$  et  $I$  sont connues pour un dipôle, alors la puissance  $P$  qu'il reçoit ou cède vaut

1.  $U \times I^2$
2.  $\frac{I}{I}$
3.  $U \times I$
4.  $\frac{I}{U}$

4/ Le rendement  $r$  d'une lampe est défini par

1.  $\frac{P_{\text{électrique}}}{P_{\text{thermique}}}$
2.  $\frac{P_{\text{lumineux}}}{P_{\text{électrique}}}$
3.  $\frac{P_{\text{thermique}}}{P_{\text{électrique}}}$
4.  $\frac{P_{\text{lumineux}}}{P_{\text{thermique}}}$

## Exercice 15

Bébert a quitté sa chambre à 7h15min. En rentrant du lycée à 16h45min il se rend compte qu'il a oublié d'éteindre une lampe de 18, 5 W dans sa chambre.

Le prix d'un kW.h est environ 0,15 euro.

- 1/ Calculer l'énergie consommée par la lampe pendant son absence.
- 2/ En déduire le prix correspondant.

## Exercice 16

Depuis le 31 décembre 2012, il est interdit de vendre des ampoules à incandescence en France.

- une ampoule à incandescence consomme 60 J d'énergie électrique pour fournir 3 J d'énergie lumineuse et 57 J d'énergie thermique.

- une ampoule fluocompacte consomme 11 J d'énergie électrique pour fournir 3 J d'énergie lumineuse et 8 J d'énergie thermique.

Calculer le rendement de chaque type d'ampoule et justifier cette interdiction.

### Exercice 17

Un four à micro ondes de 1200 W a un rendement de 65 %. Pour élever la température de 1 mL d'eau de 1 °C il faut fournir une énergie de 4,18 J.

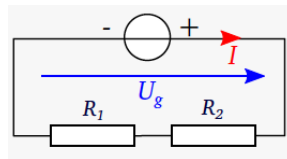
1/ Représenter le schéma de conversion d'énergie de ce four.

2/ Calculer l'énergie perdue si le four fonctionne 2 min.

3/ Déterminer la durée minimale nécessaire pour faire bouillir 500 mL d'eau initialement à 20 °C.

### Exercice 18

Soit un circuit comportant un générateur idéal de tension de force électromotrice  $U_g = 12$  V et deux dipôles ohmiques en série de résistance  $R_1 = 400 \Omega$  et  $R_2 = 200 \Omega$ . Dans le circuit circule un courant d'intensité  $I = 20$  mA. Voir schéma sur la figure.



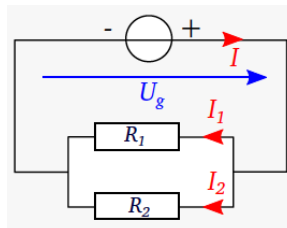
1/ Calculer la puissance électrique fournie par le générateur du circuit.

2/ Calculer la puissance reçue par chaque dipôle ohmique. Comparer leur somme à la valeur trouvée à la question 1.

3/ Quelle est la conversion d'énergie effectuée par les résistances ?

### Exercice 19

Soit le circuit décrit sur le schéma de la figure, avec  $U_g = 12$  V,  $R_1 = 90 \Omega$ , et  $R_2 = 180 \Omega$ .



1/ Calculer  $I_1$  et  $I_2$ .

2/ Calculer la puissance électrique fournie par le générateur du circuit.

3/ Calculer la puissance reçue par chaque dipôle ohmique. Comparer leur somme à la réponse trouvée en 2.

### Exercice 20

Un radiateur électrique de puissance  $P = 2,0$  kW est considéré comme un dipôle ohmique de résistance  $R$  soumis à une tension  $U = 230$  V.

1/ Calculer l'intensité  $I$  du courant électrique qui parcourt le radiateur.

2/ En déduire la valeur de  $R$ .

### Exercice 21

Une pile, considérée comme un générateur idéal de force électro motrice  $E = 1,5$  V alimente une montre consommant une puissance électrique  $P = 10 \mu W$ .

1/ Exprimer l'intensité  $I$  du courant électrique fourni par la pile et calculer sa valeur.

2/ La montre fonctionne pendant trois ans. Calculer l'énergie consommée par la montre sur cette durée.

3/ Calculer la charge électrique qui a été transférée de la pile à la montre durant cette période.

### Exercice 22

Une pile a une force électromotrice

$E = 4,5 \text{ V}$  et une résistance interne  $r = 50 \text{ m}\Omega$ . Elle alimente une lampe ayant une tension  $U_L = 4,0 \text{ V}$  à ses bornes.

- 1/ Faire un schéma du montage électrique.
- 2/ Exprimer l'intensité du courant  $I$  délivré par la pile en fonction de  $E$ ,  $U_L$  et  $r$ .
- 3/ Calculer la puissance reçue par la lampe.
- 4/ Exprimer et calculer le rendement de la pile.

### Exercice 23

Une éolienne reçoit une puissance mécanique de  $500 \text{ kW}$  et la convertit en une puissance électrique de  $150 \text{ kW}$ .

- 1/ Calculer le rendement de l'éolienne. Qu'est devenue la puissance perdue ?
- 2/ La tension en sortie de l'éolienne est de  $630 \text{ V}$ . Calculer l'intensité du courant produit par l'éolienne.
- 3/ Le circuit électrique auquel l'éolienne fournit sa puissance est assimilable à un dipôle ohmique de résistance  $R$ . Calculer la valeur de  $R$ .

### Exercice 24

Un générateur ou un récepteur a une tension  $U$  à ses bornes, il est traversé par un courant  $I$  et fournit ou absorbe une puissance  $P$ . Compléter le tableau.

P	I	U
$20 \text{ W}$	...	$5,0 \text{ V}$
...	$56,2 \mu\text{A}$	$2,3 \text{ V}$
$9,51 \times 10^4 \text{ W}$	$0,70 \text{ A}$	...
$3,72 \times 10^7 \text{ W}$	$0,6 \text{ A}$	...
$8,16 \times 10^{-3} \text{ W}$	...	$0,41 \text{ V}$
...	$1,2 \text{ A}$	$5,23 \text{ kV}$

### Exercice 25

Un fabricant de dipôles ohmiques indique qu'ils peuvent supporter une puissance maximale  $P = 3,0 \text{ W}$ .

- 1/ Calculer l'intensité maximale  $I$  du courant qui peut traverser un dipôle de résistance  $R = 200 \text{ }\Omega$ .
- 2/ Que se passe-t-il si elle est dépassée ?

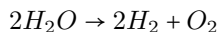
### Exercice 26

Un générateur réel est modélisé par un générateur idéal de tension  $E = 12 \text{ V}$  en série avec un dipôle ohmique de résistance  $r = 2,0 \text{ }\Omega$ . La notice indique que l'intensité du courant qui le traverse ne peut excéder  $1,0 \text{ A}$ . Ce générateur est monté dans un circuit série comprenant une résistance variable  $R_h$  et une résistance de protection  $R_p = 10,0 \text{ }\Omega$ .

- 1/ En utilisant la loi des mailles et la loi d'Ohm exprimer l'intensité  $I$  du courant qui parcourt le circuit en fonction de  $E$ ,  $r$ ,  $R_h$  et  $R_p$ .
- 2/  $R_h$  peut varier de  $0 \text{ }\Omega$  à  $33 \text{ }\Omega$ . Donner les valeurs minimale et maximale de  $I$ .
- 3/ Sans résistance de protection, quelles seraient les valeurs minimales et maximales de  $I$  ?
- 4/ Conclure quand au rôle de la résistance de protection dans le circuit.

### Exercice 27

Le dihydrogène peut être produit par électrolyse de l'eau en forçant électriquement la réaction suivante



- 1/ Un électrolyseur industriel fonctionne sous une tension de  $2,00 \text{ V}$ , est parcouru par un courant électrique d'intensité  $I = 3,5 \text{ kA}$  et consomme  $1,8 \times 10^7 \text{ J}$  pour produire un mètre cube de dihydrogène. Calculer la puissance électrique reçue par l'électrolyseur.
- 2/ Calculer la durée de production d'un mètre cube de dihydrogène.
- 3/ Dans l'électrolyseur,  $7,7 \times 10^5 \text{ J}$  sont perdus thermiquement et  $5,5 \times 10^6 \text{ J}$  donnent lieu à la production de  $\text{O}_2$  qui n'est pas valorisé. Calculer le rendement de l'électrolyseur.
- 4/ Quelles conversions d'énergies sont réalisés ?
- 5/ Si le dioxygène était valorisé, que deviendrait le rendement ?



## Exercice 28

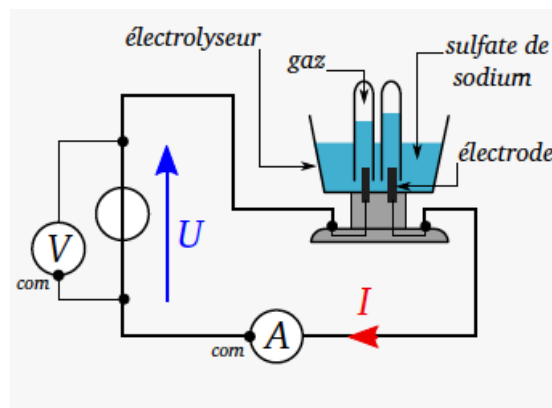
On dispose d'un générateur de tension à vide de 9,0 V et de résistance interne 3,5 Ω. Le générateur est mis en court circuit en reliant les deux bornes par un fil électrique.

- 1/ Faire le schéma du montage.
- 2/ Déterminer la valeur de la tension aux bornes du générateur et la valeur de l'intensité de court circuit.
- 3/ Calculer la valeur de la puissance électrique fournie par la pile ainsi que la puissance dissipée par effet Joule et la puissance utilisable.
- 4/ Faire le bilan de puissance du générateur et calculer son rendement quand il est en court circuit.
- 5/ Indiquer quel est l'effet du court circuit sur le générateur.

## Exercice 29

Un électrolyseur est un récepteur qui transforme l'énergie électrique en énergie chimique et en énergie thermique par effet Joule.

Avec un électrolyseur contenant du sulfate de sodium, l'eau se transforme en dioxygène et en dihydrogène. Pour mesurer la caractéristique tension courant d'un électrolyseur, on réalise le montage de la figure.



Les mesures expérimentales sont présentées dans le tableau.

I (A)	U (V)
0.0	0,00
0.0	1,00
0.0	2,00
0.0	2,50
0.020	3,00
0.047	3,24
0.061	3,39
0.073	3,49
0.100	3,73

- 1/ Tracer la caractéristique  $U = f(I)$ .
- 2/ À partir de quelle tension appliquée par le générateur l'électrolyseur laisse-t-il passer le courant électrique ?
- 3/ Montrer que lorsque l'électrolyseur conduit le courant, la tension à ses bornes et l'intensité sont liées par une relation de la forme  $U = E' + r' \times I$
- 4/ Déterminer la valeur des paramètres  $E'$  et  $r'$ .
- 5/ Effectuer le bilan de puissance de l'électrolyseur, définir son rendement et montrer  $E'$  qu'on peut écrire  $r = U$ .
- 6/ Calculer le rendement de l'électrolyseur pour  $I = 50$  mA.

# Aspects énergétiques des phénomènes mécaniques

## Exercice 1

Un TGV de 480 tonnes roule à une vitesse constante de  $390 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Son énergie cinétique a pour valeur

1.  $3,65 \times 10^7 \text{ J}$
2.  $2,82 \times 10^9 \text{ J}$
3.  $2,82 \times 10^6 \text{ J}$
4.  $2,60 \times 10^7 \text{ J}$

## Exercice 2

Dans le référentiel terrestre une voiture de masse  $m = 1,0 \text{ t}$  a une énergie cinétique  $E_c = 1,6 \times 10^5 \text{ J}$ . Calculer sa vitesse  $v$  et l'exprimer en kilomètre par heure.

## Exercice 3

Un enfant joue avec son pistolet qui tire des fléchettes de masse  $m = 10 \text{ g}$ . L'énergie cinétique d'une fléchette est  $E_c = 1,6 \text{ J}$ . Déterminer la vitesse d'une fléchette à la sortie du pistolet.

## Exercice 4

Le système de récupération de l'énergie cinétique (SREC) est un système de freinage qui est capable de récupérer 70 % de l'énergie cinétique perdue lors du freinage d'une voiture de course. Une formule 1 roule en ligne droite à  $340 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$  et freine aux abords d'un virage, sa vitesse passe alors à  $200 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . La masse de la voiture est  $m = 605 \text{ kg}$ .

1/ Déterminer l'énergie cinétique perdue au cours du freinage.

2/ Après le virage, le pilote décide d'accélérer à nouveau en utilisant l'énergie stockée dans le SREC. Estimer la vitesse qu'il peut atteindre sans consommer d'essence.

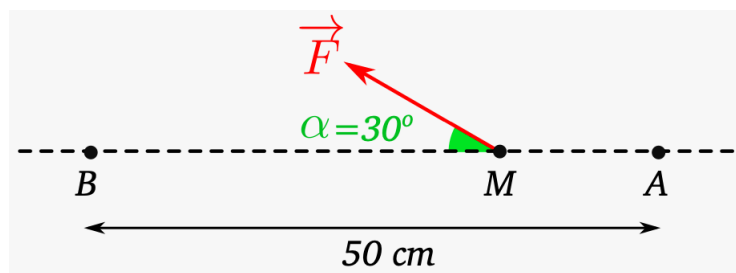
## Exercice 5

Une force est conservative si

1. son travail est nul
2. l'énergie mécanique est constante
3. son travail ne dépend pas du chemin suivi
4. elle est constante

## Exercice 6

À l'aide de la figure, calculer le travail de la force constante  $\vec{F}$  dont la valeur est  $F = 3,0 \text{ N}$  lors d'un déplacement du point d'application M de A à B.



### Exercice 7

Lors d'un déplacement d'un point A d'altitude  $y_A$  à un point B d'altitude  $y_B$  le travail du poids d'un ballon de masse  $m = 500$  g vaut  $W_{AB}(\vec{P}) = 5,4$  J.

- 1/ Le ballon monte-t-il ou descend-il lors de ce déplacement ?
- 2/ Calculer la différence d'altitude  $y_A - y_B$

### Exercice 8

Un inuit de masse  $m = 70$  kg est perché sur son igloo en forme de demi-sphère de rayon  $R = 1,6$  m. Il glisse sans frottement sur l'igloo jusqu'au sol.

- 1/ Quelles forces s'exercent sur l'inuit ?
- 2/ Calculer leur travail lors du glissement de l'inuit.

### Exercice 9

Un enfant traîne un jouet par l'intermédiaire d'une cordelette qui fait un angle  $\theta = 40^\circ$  avec le sol horizontal de la pièce. Il exerce une traction  $\vec{T}$  de norme  $T = 10$  N sur le jouet et parcourt une distance  $AB = 5,0$  m. Calculer le travail  $W_{AB}(T)$ .

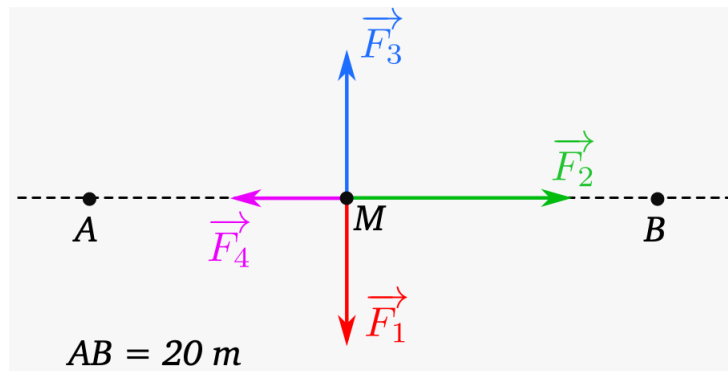
### Exercice 10

Une grue soulève un container de masse  $m = 600$  kg d'une hauteur  $h = 15$  m. On étudie le container dans le référentiel terrestre.

- 1/ Le poids est-il moteur ou résistant ?
- 2/ Calculer son travail.

### Exercice 11

Un traîneau modélisé par un point M glisse sur la neige lors d'un déplacement de A à B. Il est soumis à un ensemble de forces de valeurs constantes et schématisé sur la figure à l'échelle. La force  $\vec{F}_2$  a une valeur de 300 N.



- 1/ Repérer la force de frottement parmi celles représentées sur la figure.
- 2/ Calculer le travail de la force de frottement lors du déplacement de A à B.

### Exercice 12

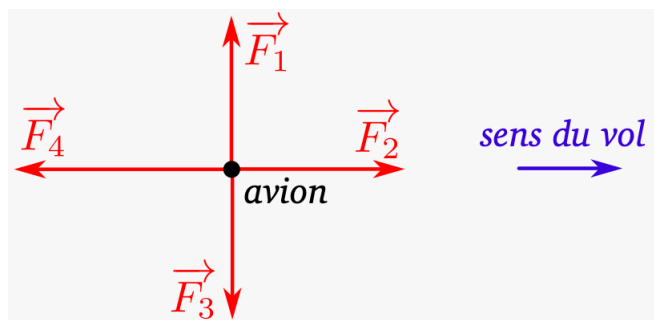
Une grue soulève une palette de parpaings de 100 kg d'une hauteur de 10 m avec une force constante de valeur  $F = 1500$  N.

- 1/ Exprimer puis calculer le travail du poids  $\vec{P}$  de la palette.
- 2/ Exprimer puis calculer le travail de la force  $\vec{F}$ .

### Exercice 13

Un avion approchant d'un aéroport réalise des paliers pour descendre. Sa trajectoire sur un palier est rectiligne et son altitude est constante. L'avion se déplace vers la droite, il est assimilé à un point matériel soumis à quatre forces

- son poids
- la poussée des moteurs de direction horizontale
- la traînée de direction horizontale, due aux frottements de l'air
- la portance verticale due à la circulation de l'air autour des ailes



- 1/ Attribuer à chaque force sur la figure une des quatre forces décrites précédemment.
- 2/ Exprimer le travail de chacune de ces forces sur un palier de longueur  $d$  et préciser la nature de chaque travail.

### Exercice 14

Un palet glisse horizontalement d'un bout à l'autre d'une table horizontale de longueur  $AB = 2.50$  m. Le système étudié est le palet, il est assimilé à un point matériel. Les frottements de l'air sont négligés, tandis que ceux dus à l'action de la table sont modélisés par une force  $f$  d'intensité constante  $f = 3,0$  N.

- 1/ Sur un schéma, et sans souci d'échelle, représenter le vecteur vitesse du palet, la force de frottement due à l'action de la table.
- 2/ Peut-on affirmer que le travail de la force  $\vec{f}$  vaut  $W_{AB}(\vec{f}) = -7,5$  J. Justifier la réponse par un calcul.
- 3/ Sur un déplacement en sens retour de B vers A, calculer  $W_{BA}(\vec{f})$ .
- 4/ Faire la somme des travaux des forces correspondant à l'aller-retour et en déduire si cette force est conservative ou non.

### Exercice 15

Lors de son retour dans l'atmosphère, une sonde spatiale décrit après l'ouverture de son parachute un mouvement vertical et uniforme. Une force de frottement fluide modélise l'action mécanique exercée par l'atmosphère sur la sonde. La vitesse de la sonde est alors  $v = 35$  km.h<sup>-1</sup>, et l'intensité de la force de frottement fluide est  $f = 2,3$  kN.

- 1/ Représenter sur un schéma sans soucis d'échelle le vecteur vitesse  $v$  de la sonde et la force de frottement fluide  $f$  due à l'air.
- 2/ Donner l'expression du travail de cette force de frottement lors d'un déplacement vertical AB.
- 3/ Calculer le travail des forces de frottement  $W_{AB}(\vec{f})$  pendant 1 minute de chute.
- 4/ Commenter le signe de  $W_{AB}(\vec{f})$

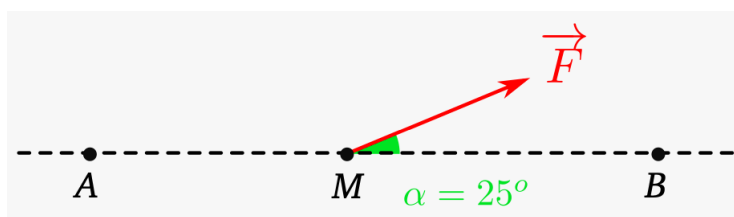
### Exercice 16

Un palet de hockey de masse  $m = 160$  g lancé à une vitesse  $v = 20$  m.s<sup>-1</sup> parcourt A une distance  $AB = 60$  m avant de s'immobiliser. On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre.

- 1/ Dresser le bilan des forces qui s'exercent sur le palet.
- 2/ Quelle est la force responsable de son ralentissement ?
- 3/ Exprimer le travail de chacune des forces.
- 4/ Écrire le théorème de l'énergie cinétique dans le cas présent.
- 5/ En déduire la norme de la force évoquée à la question 2.

### Exercice 17

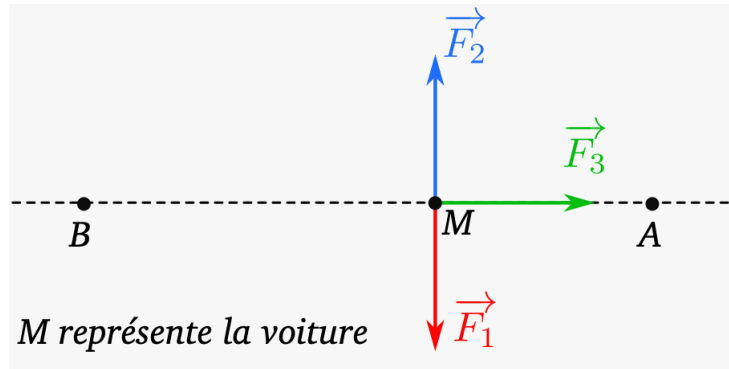
Un point M se déplaçant de A vers B distants de 5,0 m est soumis à une force constant de valeur  $F = 10$  N. Voir figure.



Calculer la variation de son énergie cinétique lors de son déplacement en supposant que les autres forces exercées sur le système ne travaillent pas.

## Exercice 18

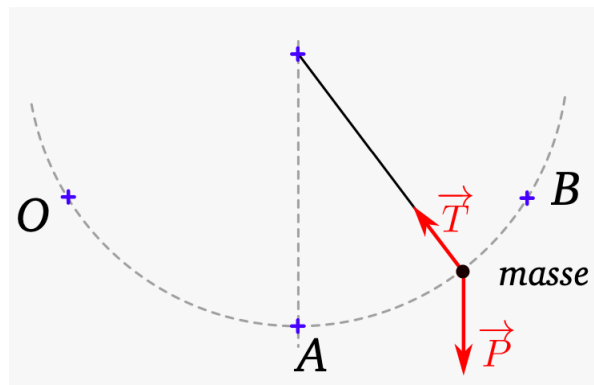
Un véhicule de masse  $m = 1000 \text{ kg}$  est en mouvement sur une route horizontale et rectiligne à la vitesse de valeur  $v = 80 \text{ km.h}^{-1}$ . Sous l'action exclusive de son système de freinage, le véhicule s'arrête après avoir parcouru une distance  $AB = 50 \text{ m}$ .



- 1/ Identifier les forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{F}_3$  représentées sur la figure 8.
- 2/ Donner l'expression du travail de ces forces considérés constants lors du freinage entre A et B.
- 3/ Par application du théorème de l'énergie cinétique calculer la valeur de la force responsable du freinage.

## Exercice 19

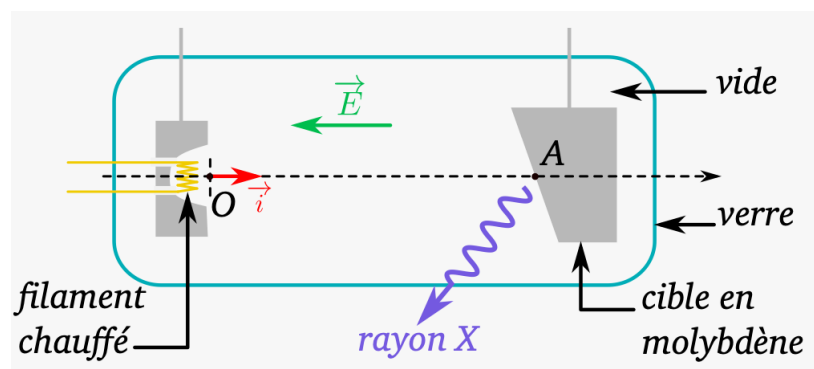
Un pendule simple permet de mesurer le temps grâce à ses oscillations. Voir figure. La masse de  $20 \text{ g}$  à l'extrémité du fil est assimilée à un point matériel soumis à deux forces, la tension du fil  $\vec{T}$  et son poids  $\vec{P}$ . La masse est lâchée sans vitesse initiale au point O.



- 1/ Justifier que le travail de la tension du fil  $W(\vec{T})$  est nul.
- 2/ Énoncer le théorème de l'énergie cinétique et l'appliquer à la masse du pendule sur le trajet OA.
- 3/ Sachant qu'au point A le pendule atteint une vitesse  $v = 2 \text{ m.s}^{-1}$ , calculer le travail du poids sur le trajet OA.
- 4/ Le pendule continue sa course jusqu'au point B où sa vitesse s'annule. Indiquer si le travail du poids au cours du déplacement AB est moteur ou résistant.

## Exercice 20

Dans un tube de Coolidge, des électrons émis par un filament chauffé sont accélérés sous l'effet d'un champ électrique uniforme  $E$  créé par une tension électrique  $U$  d'environ  $100 \text{ kV}$ . Voir figure.



Ces électrons acquièrent une énergie cinétique suffisante pour perturber les couches électroniques internes des atomes d'une cible en molybdène qui vont alors émettre des rayons X. Un électron est émis au point O avec une vitesse nulle à la date  $t = 0,0$  s. Il arrive au point A avec une vitesse  $v$ . La distance OA vaut 4 cm. Les frottements sont négligeables.

On précise également que

- la valeur du champ électrique se calcule par  $E = \frac{U}{d}$

- la charge de l'électron est

$$q = -e = -1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

- la masse de l'électron est  $m = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$

1/ Citer le système assimilé à un point matériel ainsi que le référentiel d'étude.

2/ Effectuer un bilan des forces exercées sur le système et montrer par un calcul d'ordre de grandeur que la valeur du poids est négligeable devant celle de la force électrique.

3/ Indiquer la nature du mouvement de l'électron.

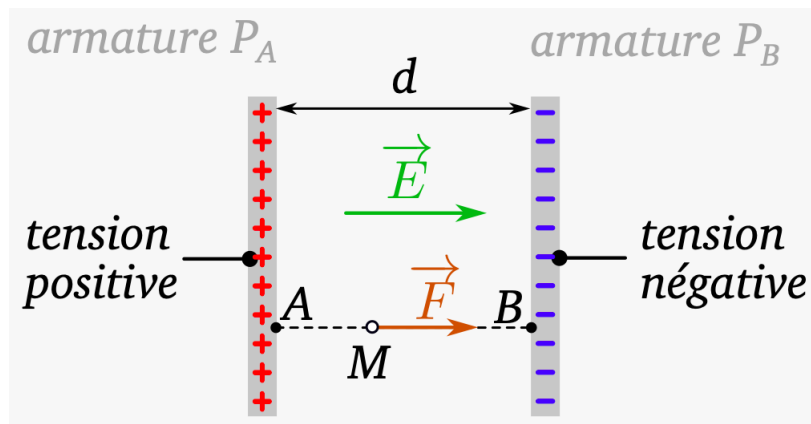
4/ Donner l'expression puis la valeur du travail de la force électrique au cours du déplacement OA.

5/ Exprimer puis calculer l'ordre de grandeur de la vitesse atteinte par l'électron lorsqu'il arrive sur la cible en molybdène.

## Exercice 21

Deux armatures métalliques  $P_A$  et  $P_B$  parallèles entre elles et distantes de  $d$  sont reliées aux bornes d'un générateur de tension continue  $U_{AB}$ . Entre ces deux armatures règne un champ électrique  $\vec{E}$  uniforme de valeur  $E = \frac{U_{AB}}{d}$ .

Voir figure.



1/ Donner l'expression du travail de la force électrostatique  $\vec{F}$  qui s'exerce sur une particule de charge  $q$  positive se déplaçant d'un point A de l'armature  $P_A$  à un point B de l'armature  $P_B$ .

2/ Montrer que le travail de la force  $\vec{F}$  s'écrit

$$W_{AB}(\vec{f}) = qU_{AB}$$

3/ En déduire si la force électrique est une force conservative ou non conservative.

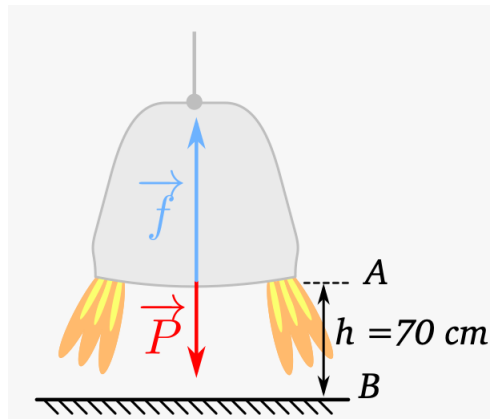
## Exercice 22

En juin 2017, le vaisseau Soyouz a ramené à son bord Thomas Pesquet qui avait passé 6 mois à bord de l'ISS. Voir figure. Seul le module de descente dans lequel est installé le cosmonaute est équipé d'un bouclier thermique qui résiste aux températures très élevées dues aux frottements de l'air après son entrée dans l'atmosphère.

À 8,5 km du sol, le vaisseau est encore à une vitesse de  $800 \text{ km.h}^{-1}$  lorsque les parachutes se déploient.

À 5,5 km d'altitude, le bouclier thermique, les hublots extérieurs et les réservoirs sont largués. Le module de descente a alors une masse de 2500 kg.

À 0,70 cm du sol, c'est au tour des six rétrofusées de s'allumer pour réduire au maximum la vitesse du module de descente qui passe alors de  $22 \text{ km.h}^{-1}$  à  $5,0 \text{ km.h}^{-1}$ , vitesse lors de l'impact au sol.



- 1/ En vous appuyant sur les documents, montrer que l'énergie cinétique  $E_c$  du module de descente varie de  $-44 \text{ kJ}$  entre les points A et B.
- 2/ Exprimer puis calculer le travail  $W_{AB}(\vec{P})$  du poids. Ce travail est-il moteur ou résistant ? Justifier.
- 3/ Déterminer le travail  $W_{AB}(\vec{f})$  de la force de freinage entre les points A et B.
- 4/ En supposant la force de freinage  $f$  constante entre A et B, déduire l'intensité  $f$  de cette force de freinage.

### Exercice 23

Lors de son catapultage depuis un porte avion, l'avion de 14 tonnes atteint en bout de piste longue de 75 m une vitesse de  $250 \text{ km.h}^{-1}$ .

- 1/ Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
- 2/ Calculer la variation d'énergie cinétique lors de la phase de catapultage.
- 3/ Quelle est la valeur de la somme des travaux des forces qui modélisent les actions mécaniques qui s'appliquent sur l'avion au décollage ?

### Exercice 24

Un système de masse  $m = 3.0 \text{ kg}$  chute de 10 m. La valeur du champ de pesanteur est  $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ . Calculer la variation de son énergie potentielle de pesanteur au cours de la chute.

### Exercice 25

En considérant  $E_{pp} = 0 \text{ J}$  au niveau du sol, pour une balle de 5,0 g située à une hauteur de 10 m du sol ( $g = 9.81 \text{ N.kg}^{-1}$ )

1.  $E_{pp} = 4,9 \times 10^{-1} \text{ J}$
2.  $E_{pp} = 4,9 \times 10^2 \text{ J}$
3.  $E_{pp} = 4,9 \times 10^{-1} \text{ W}$
4.  $E_{pp} = 4,9 \times 10^2 \text{ N}$

### Exercice 26

Soit un passager de masse  $m = 60 \text{ kg}$  roulant dans une voiture à  $130 \text{ km.h}^{-1}$  qui entre en collision avec un obstacle. L'objectif est de comparer le choc à une chute libre.

- 1/ Calculer l'énergie cinétique de la voiture avant collision.
- 2/ Déterminer la hauteur de chute permettant d'acquérir la même énergie cinétique

### Exercice 27

Un attelage de chiens de traîneau glisse sans frottements sur une distance  $d$  sur une piste légèrement inclinée vers le bas, de dénivelé  $h$ .

- 1/ Effectuer un schéma de la situation et représenter les forces appliquées au traîneau.
- 2/ Exprimer le travail du poids du traîneau sur la distance  $d$ .
- 3/ Préciser la nature conservative ou non conservative du poids en justifiant.
- 4/ Exprimer le travail de la force de réaction de la piste sur le traîneau.
- 5/ En supposant que les chiens tirent le traîneau avec une force  $F$  parallèle à la piste de valeur constante notée  $F$ , exprimer le travail de cette force.
- 6/ Préciser la nature conservative ou non conservative de cette force en justifiant.

## Exercice 28

Un dispositif de chute libre est équipé de cinq capteurs, espacés de 30 cm qui enregistrent le temps et la vitesse d'une bille au moment de son passage devant l'un d'eux. Le premier est situé juste en dessous de l'électroaimant qui lâche la bille à 1,40 m du sol choisi comme niveau de référence. La masse de la bille est de 8,93 g. Les valeurs des vitesses mesurées en fonction du temps sont dans le tableau.

$t$ en s	$v$ en $m.s^{-1}$
0.0	0.0
0.247	2.42
0.350	3.43
0.429	4.20
0.495	4.85

- 1/ Déterminer l'altitude  $z$  de chaque capteur.
- 2/ Rappeler les expressions des énergies cinétiques, potentielle de pesanteur et mécanique dans le cadre de cette expérience.
- 3/ Compléter le tableau avec la valeur de la position ainsi que les énergies puis représenter graphiquement l'évolution de ces énergies.
- 4/ Conclure quand à la conservation ou non conservation de l'énergie mécanique dans cette expérience.

## Exercice 29

Une équipe de bobsleigh s'élance avec une vitesse  $v_A = 15 \text{ m.s}^{-1}$ . On étudie le système constitué de la luge et des sportifs après qu'ils soient montés à bord, dans le référentiel de la piste. On néglige les frottements que la piste exerce sur le système. La différence d'altitude entre le départ et l'arrivée vaut  $h = 35 \text{ m}$ .

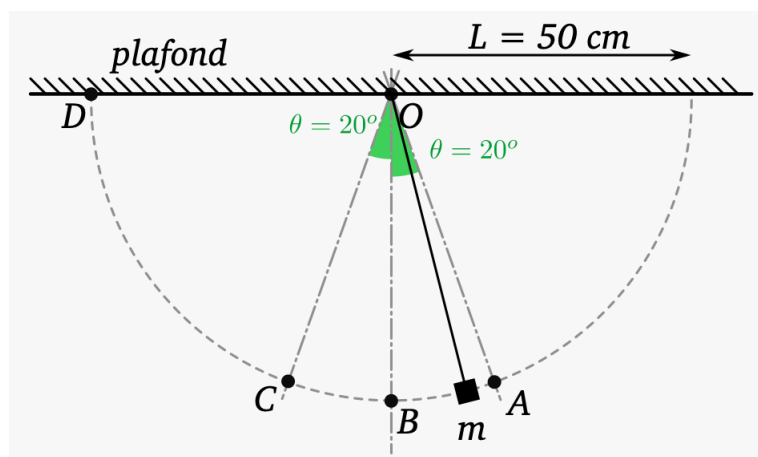
- 1/ Dresser le bilan des forces qui s'exercent sur le système et les représenter sur un schéma.
- 2/ Exprimer littéralement le travail de chacune de ces forces.
- 3/ Écrire le théorème de l'énergie cinétique dans le cas présent.
- 4/ En déduire la vitesse  $v_B$  du système à l'arrivée, puis l'exprimer en kilomètre par heure.
- 5/ Une mesure donne  $v_B = 114 \text{ km.h}^{-1}$ .

Parmi les hypothèses suivantes, laquelle ou lesquelles expliquent l'écart observé? Justifier la réponse.

1. les frottements ne sont pas négligeables
2. la vitesse initiale réelle est supérieure à  $15 \text{ m.s}^{-1}$
3. le dénivelé est inférieur à 35 m

## Exercice 30

Un petit objet de masse  $m$  modélisé par un point est pendu au bout d'un fil inextensible de longueur  $L$  dont l'autre extrémité est fixée à un support. Voir figure.



On fait l'étude dans le référentiel terrestre. L'angle initial est  $\theta = 20^\circ$ , la longueur  $L = 50 \text{ cm}$ .

- 1/ Dresser le bilan des forces qui s'exercent sur l'objet.
- 2/ On lâche l'objet du point A. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer sa vitesse  $v_B$  au point B en fonction de  $g$ ,  $L$  et  $\theta$ , puis la calculer.
- 3/ Quelle est sa vitesse au point C?



4/ On lance maintenant l'objet du point A avec une vitesse  $v_A$  tangente au cercle, vers la gauche. Exprimer la valeur minimale de la norme  $v_A$  pour que l'objet aille jusqu'au point D en fonction de  $g$ ,  $L$  et  $\theta$ . La calculer.

### Exercice 31

Un volant de badminton de masse  $m = 5.0$  g est projeté verticalement vers le haut avec une vitesse  $v = 354$  km.h<sup>-1</sup>. Il monte à  $h = 48$  m au dessus de son point de lancer, pris comme référence.

- 1/ Calculer son énergie mécanique initiale  $E_m(0)$ .
- 2/ Calculer son énergie mécanique au sommet de sa trajectoire  $E_m(S)$ .
- 3/ Y a-t-il conservation de l'énergie mécanique du volant? Expliquer pourquoi.
- 4/ Que vaut le travail de la force de frottement?

### Exercice 32

Un palet de masse  $m = 160$  g est lancé sur une patinoire horizontale à une vitesse  $v_0 = 15$  m.s<sup>-1</sup>. Il s'arrête au bout de  $d = 50$  m.

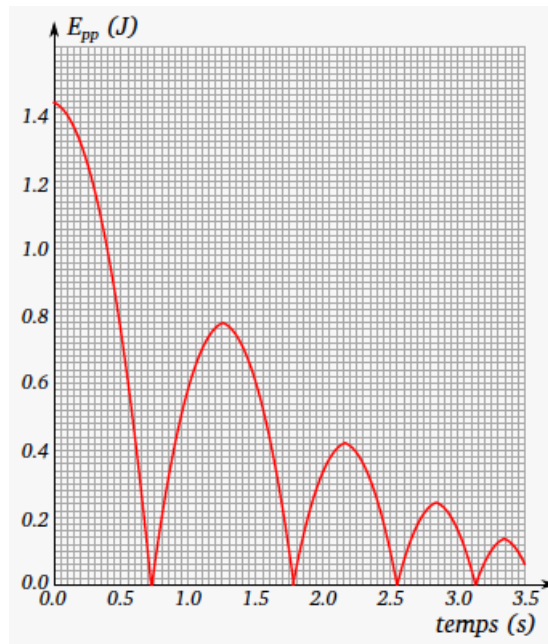
- 1/ Quelles sont les forces subies par le palet?
- 2/ Parmi elles, laquelle est la force non conservative qui travaille?
- 3/ Calculer alors le travail de cette force.
- 4/ Que vaut la norme, supposée constante, de cette force?

### Exercice 33

Une pierre de masse  $m = 0,60$  kg tombe dans une mare de profondeur  $h = 4,0$  m. Elle touche la surface de l'eau avec une vitesse  $v = 10$  m.s<sup>-1</sup>. Sachant que le travail de la force de frottement de l'eau sur la pierre  $f$  lors de sa chute dans l'eau vaut  $W(\vec{f}) = -20$  J, calculer la vitesse à laquelle la pierre touche le fond de la mare.

### Exercice 34

La figure représente l'énergie potentielle de pesanteur d'une balle de tennis de masse  $m = 57$  g lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur  $h_0$  au dessus d'un sol en béton.



- 1/ À quelle date la balle touche-t-elle le sol pour la première fois?
- 2/ Déterminer  $h_0$ .
- 3/ Pour être homologuée, une balle de tennis lâchée d'une hauteur de 254 cm sur une surface plane et dure doit atteindre après un premier rebond une hauteur maximale comprise entre 135 cm et 147 cm au dessus du sol. Cette balle est-elle homologable?
- 4/ On suppose qu'entre deux rebonds la balle ne subit que son poids. Déterminer son énergie mécanique  $E_m(0)$  avant son premier rebond.
- 5/ À la date  $t_1 = 1,25$  s que vaut l'énergie cinétique de la balle? En déduire son énergie mécanique  $E_m(1)$  entre son premier et son deuxième rebond.

- 6/** Quelle force non conservative travaille lors du rebond de la balle ? Calculer  $E_m(1) - E_m(0)$  et en déduire le travail de cette force lors du rebond.
- 7/** Calculer  $\frac{E_m(1)}{E_m(0)}$ .
- 8/** Montrer par des calculs que cette proportion est approximativement la même à chaque rebond.
- 9/** Après avoir recopié l'allure du graphique, y ajouter l'allure des courbes représentant l'énergie mécanique et l'énergie cinétique de la balle lors de son mouvement.

# Ondes mécaniques

## Exercice 1

Choisir la ou les bonnes réponses possibles.

1/ Les phénomènes suivants peuvent être décrits par une onde mécanique progressive.

1. la lumière émise par une ampoule
2. le son émis par un haut-parleur
3. le déplacement d'une voiture sur une route
4. une vague créée par un caillou jeté dans l'eau

2/ La propagation d'une onde mécanique s'accompagne

1. d'un transport d'énergie
2. d'un transport de matière
3. d'un transport d'énergie et de matière
4. d'aucun transport

3/ Ces ondes sont transversales et se propagent dans une seule dimension

1. onde circulaire à la surface de l'eau
2. onde le long d'un ressort
3. onde le long d'une corde
4. ondes sonores

4/ La célérité d'une onde mécanique progressive

1. dépend de l'amplitude de la perturbation
2. dépend du milieu de propagation
3. diminue au cours de la propagation
4. est constante au cours de la propagation si le milieu est homogène

5/ Une onde met 2 s pour se propager le long d'un ressort avec une célérité de  $3 \text{ m.s}^{-1}$ . Quelle est la longueur du ressort ?

1. 0,17 m
2. 0,66 m
3. 1,5 m
4. 6,00 m

6/ Une onde progressive se propage d'un point A vers un point B distant de 10 m avec une célérité de  $5 \text{ m.s}^{-1}$ . Le retard de la perturbation au point B par rapport au point A vaut

1. 0,2 s
2. 0,5 s
3. 2 s
4. 50 s

7/ La longueur d'onde est

1. l'amplitude de l'onde
2. la distance parcourue par l'onde pendant une période
3. la plus petite durée pour que chaque point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire
4. le nombre de périodes par unité de temps

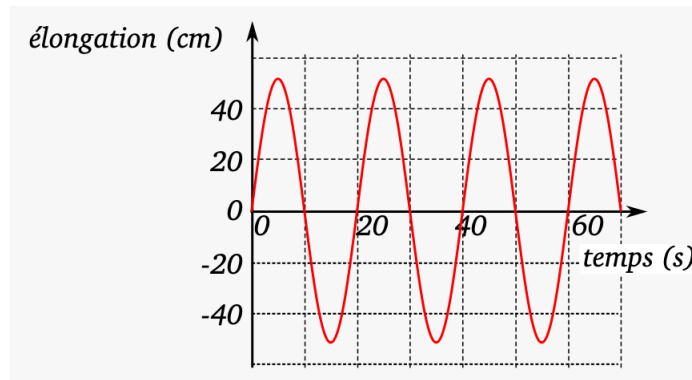
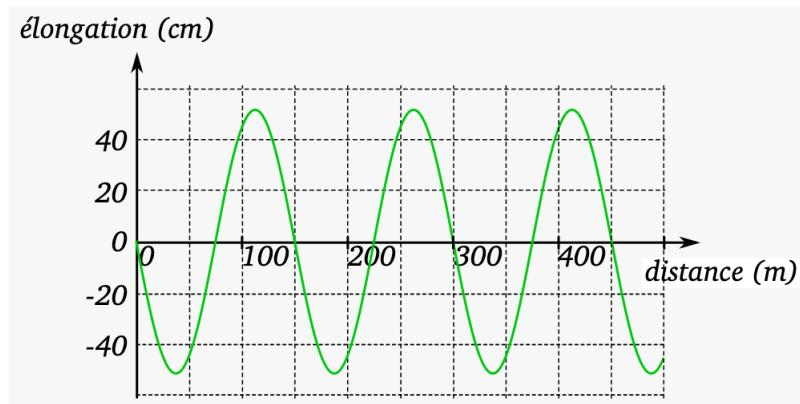
## Exercice 2

Indiquer si chacune des situations suivante est une description spatiale ou temporelle d'une onde.

1. niveau de la mer qui monte et descend dans un port au rythme de la marée
2. photographie de la mer sur laquelle on observe des vagues
3. relevé des vibrations du sol obtenu par une station sismique

### Exercice 3

Les deux graphiques de la figure correspondent à la même onde périodique.



- 1/ Déterminer la période, la longueur d'onde et l'amplitude de cette onde.
- 2/ En déduire la célérité de cette onde.

### Exercice 4

Une houle de 10 m de hauteur a une période  $T = 20$  s et une longueur d'onde  $\lambda = 100$  m. La hauteur de la houle est la dénivellation entre une crête et un creux.

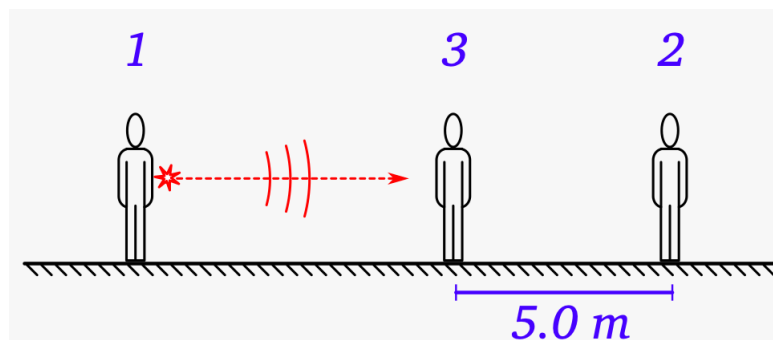
- 1/ Quelle est l'amplitude de cette houle ?
- 2/ Donner la représentation temporelle de l'élongation d'un point M de la surface de l'eau, l'onde étant supposée sinusoïdale.
- 3/ Donner une représentation spatiale de la surface de l'eau à un instant  $t$ .
- 4/ Calculer la célérité de cette houle.

### Exercice 5

Les ondes sonores se propagent dans l'air à  $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Les sons audibles ont une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz. Calculer l'intervalle de longueur d'onde des sons audibles.

### Exercice 6

Un élève 1 fait éclater un sac en papier. Un élève 2 est situé à une distance  $d = 5,0$  m derrière un élève 3, les trois élèves sont alignés. Voir figure.



Avec quel retard l'élève 2 entend-il l'éclatement du sac ?

## Exercice 7

Une corde tendue est agitée à la main avec une fréquence de 3,5 Hz. On mesure sur la corde une longueur d'onde de 15 cm.

- 1/ Cette onde est-elle périodique ?
- 2/ Si oui, quelle est sa période ?
- 3/ Déterminer la célérité de l'onde sur la corde.

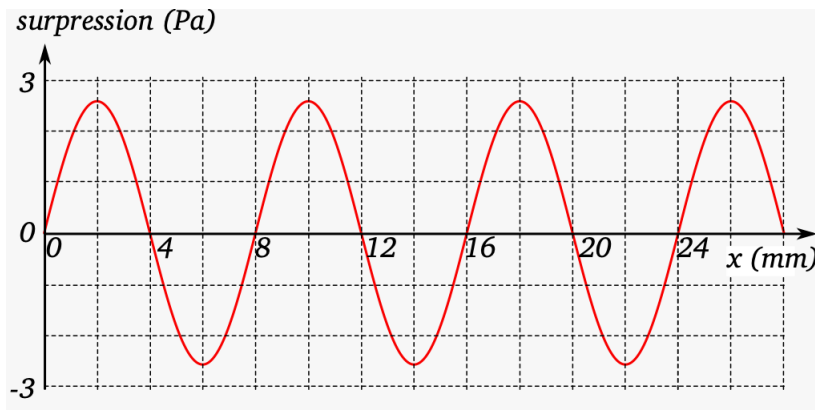
## Exercice 8

Une houle est une succession de vagues régulières à la surface de la mer qui peut être considérée comme une onde périodique. Elle a une période  $T = 9,5$  s. La célérité des vagues est  $v = 6,0$  m.s<sup>-1</sup>.

- 1/ Quelle est la fréquence du phénomène ?
- 2/ Quelle est la longueur d'onde de la houle ?
- 3/ À quelle distance minimale doivent se trouver deux bouchons flottant sur l'eau pour être en phase ?

## Exercice 9

Un milieu est parcouru par une onde sonore de célérité  $v = 500$  m.s<sup>-1</sup>. La surpression dans ce milieu à un instant donné est représentée sur la figure.



- 1/ Quelles sont les caractéristiques de cette onde ?
- 2/ Déterminer la longueur d'onde, la période et la fréquence de l'onde.

## Exercice 10

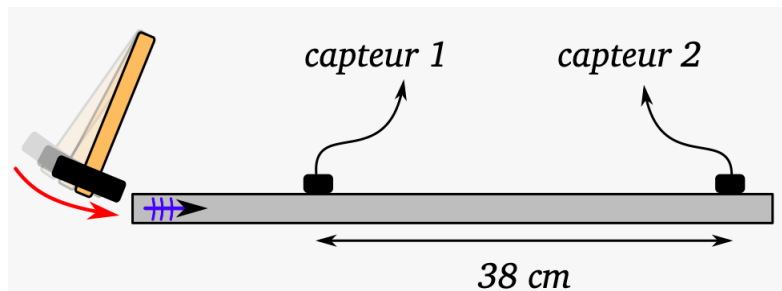
Recopier et compléter le tableau pour les quatre ondes périodiques données.

	onde 1	onde 2	onde 3	onde 4
Fréquence	25 Hz	1.8 kHz	e	g
Période	a	c	75 ms	4.5 s
Célérité	340 m.s <sup>-1</sup>	d	f	25 km.h <sup>-1</sup>
Longueur d'onde	b	12 mm	1.5 cm	h

## Exercice 11

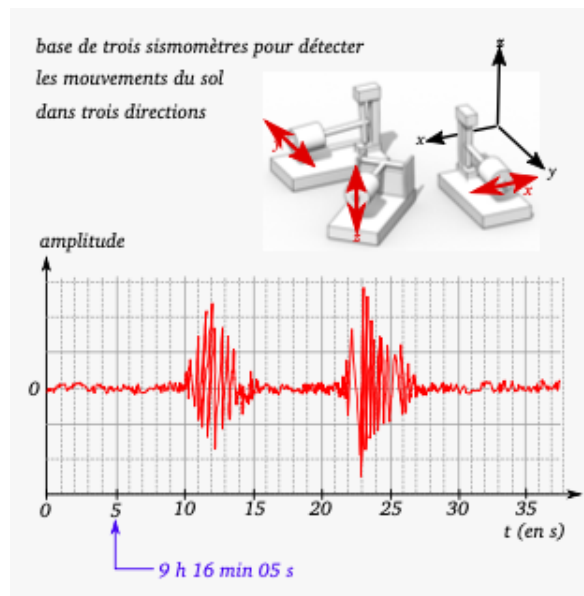
Deux capteurs électroacoustiques sensibles aux vibrations sont reliés à une interface d'acquisition. Elles sont distantes de  $d = 38$  cm et posées sur une barre métallique. Un coup sec est donné sur la barre et donne lieu à l'enregistrement de deux signaux. Voir figure.

- 1/ Indiquer à quel signal correspond le capteur le plus proche du coup.
- 2/ Mesurer le retard de l'onde entre les deux micros.
- 3/ En déduire la célérité de l'onde dans la barre.
- 4/ Quel aurait été le retard de cette onde sonore dans l'air pour deux micros distant de 38 cm ? Pourquoi cette valeur est-elle différente de celle trouvée à la question 2 ?



## Exercice 12

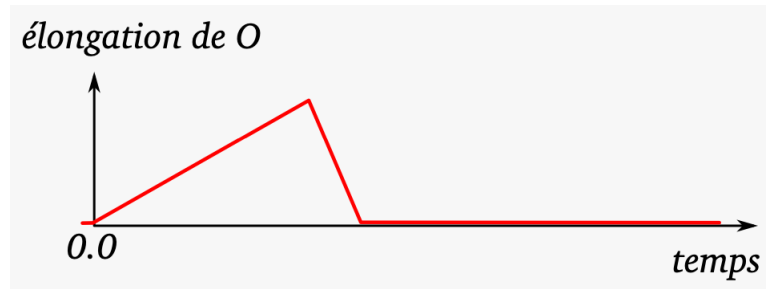
Un séisme a lieu à 9 h 15 min 54 s. Un sismographe situé dans une station à 94.1 km de l'épicentre enregistre deux ondes successives. Voir figure.



- 1/ Déterminer l'instant où débute la réception de chaque onde.
- 2/ La durée séparant leurs débuts est-elle un retard au sens défini dans le cours ?
- 3/ Déterminer la célérité de chaque onde.
- 4/ Si la date précise du séisme n'était pas connue, comment pourrait-on, à l'aide de ce sismogramme, déterminer la distance sismographe-épicentre ?

### Exercice 13

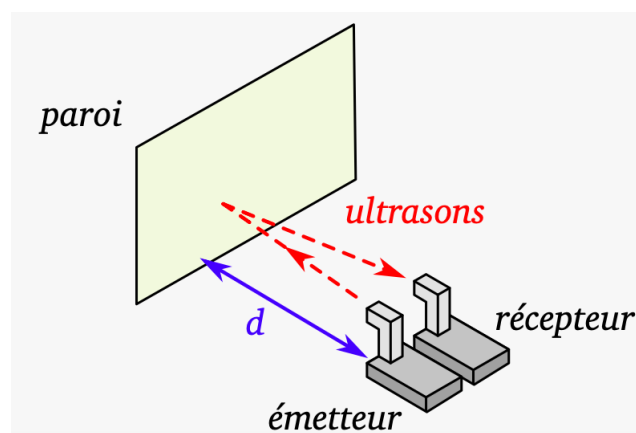
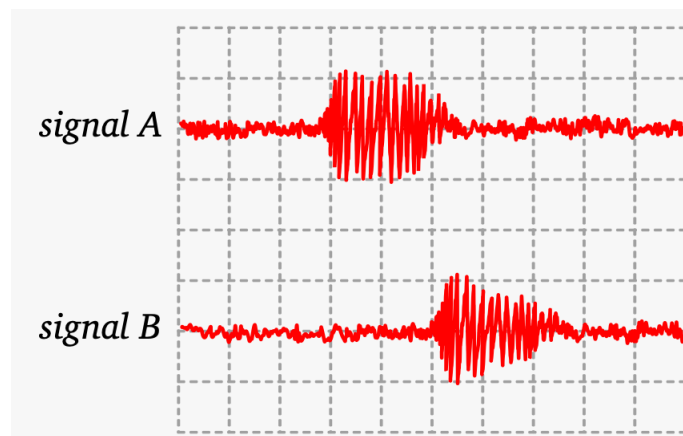
Une perturbation se propage le long d'une chaîne à partir de son extrémité O. On représente sur la figure la position du point O en fonction du temps. Le point O se déplace perpendiculairement à la chaîne par rapport à sa position de repos.



Représenter sans souci d'échelle l'allure de la chaîne lorsque la perturbation atteint un point M quelconque de la chaîne.

### Exercice 14

Un émetteur et un récepteur d'ultrasons sont placés côte à côte face à une paroi réfléchissante. L'émetteur émet des salves d'ultrasons. Les tensions de sortie de l'émetteur (A) et du récepteur (B) sont observées sur l'écran d'un oscilloscope. Voir figure.



On précise les valeurs suivantes

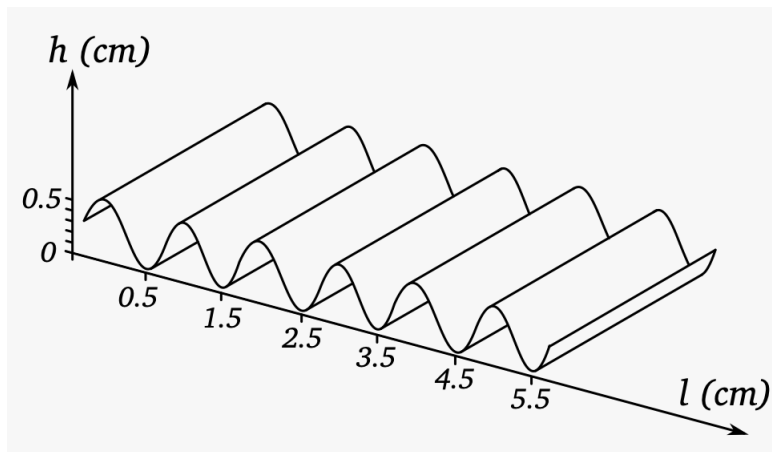
- l'échelle de l'axe horizontale des temps est de  $1,0 \text{ ms/div}$

- la vitesse du son dans l'air à  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  est  $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

- 1/ En quoi une onde ultrasonore est-elle une onde mécanique progressive ?
- 2/ Quel signal observé à l'oscilloscope correspond à l'émetteur et au récepteur ?
- 3/ Quel est le retard entre le récepteur et l'émetteur ?
- 4/ Déterminer la distance qui sépare l'émetteur et le récepteur de la paroi réfléchissante.
- 5/ En déduire une application possible des ultrasons.

## Exercice 15

Un vibreur de fréquence 25 Hz provoque des ondes qui se propagent à la surface d'une cuve à eau. La distance  $d$  entre onze lignes de crête consécutives est 10,1 cm.



- 1/ Quel est l'intérêt de mesurer la distance entre le plus grand nombre possible de crêtes pour déterminer  $\lambda$  ?
- 2/ Quelle est la longueur d'onde ? de l'onde se propageant à la surface de l'eau ?
- 3/ À l'instant pris comme origine des temps, la surface de l'eau a l'allure suivante représentée sur la figure. Retrouver sur ce graphique la longueur d'onde.
- 4/ Quelle est l'amplitude de l'onde ?
- 5/ Représenter l'aspect de la surface de l'eau en coupe, à  $t_1 = 0,040$  s et  $t_2 = 0,060$  s.
- 6/ Calculer la célérité de cette onde.
- 7/ La hauteur  $h$  de l'eau dans la cuve est augmentée, la longueur d'onde  $\lambda'$  est alors égale à 1,2 cm alors que la fréquence ne change pas. En déduire l'effet de la profondeur de l'eau dans la cuve à onde sur la célérité.

## Exercice 16

Au Far West un train démarre d'une gare située à  $d = 6,5$  km de l'endroit où un indien pose son oreille sur le rail en acier.

- 1/ Calculer le retard de l'onde sonore dans le rail, entre son émission et sa réception par l'oreille.
- 2/ Calculer le retard de l'onde sonore dans l'air pour la même distance parcourue.

On donne les valeurs des vitesses du son

- dans l'air  $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$
- dans l'acier  $v = 5600 \text{ m.s}^{-1}$

## Exercice 17

Un tsunami est une série de vagues produites à la suite d'un séisme en pleine mer. L'énergie transportée par ces vagues met en danger les habitants et les constructions du littoral. Bien que la célérité de ces vagues décroît lorsqu'elles approchent du rivage, en raison de la profondeur qui diminue, on estime sa célérité moyenne à  $240 \text{ km.h}^{-1}$ . Combien de temps ont les habitants du rivage pour évacuer en prévention d'un tsunami, si celui-ci prend naissance à  $d = 38$  km au large ?

Exprimer le résultat en heures puis en minutes.



# Images et couleurs

## Exercice 1

Choisir la ou les bonnes réponses possibles.

1/ Un rayon lumineux traversant une lentille convergente sans être dévié

1. passe par le centre optique  $O$
2. passe par le foyer objet  $F$
3. passe par le foyer image  $F'$
4. cela n'est pas possible

2/ L'image d'un objet à travers une lentille convergente est observée sur un écran. Cette image est

1. réelle
2. virtuelle
3. droite
4. renversée

3/ La formule de conjugaison s'écrit  $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$

alors

1.  $OA = \frac{f' \times OA'}{f' - OA'}$
2.  $OA' = \frac{f' \times OA}{OA - f'}$
3.  $OA' = \frac{f' \times OA}{OA + f'}$
4.  $OA = \frac{f' \times OA'}{f' + OA'}$

4/ Si le grandissement  $\gamma$  vaut -3 alors

1. l'objet est trois fois plus grand que l'image
2. l'image est trois fois plus grande que l'objet
3. l'image est renversée
4. l'image est droite

5/ La superposition de lumière rouge et bleue sur un écran blanc forme du

1. vert
2. cyan
3. magenta 4. blanc

6/ La couleur complémentaire du rouge est le

1. cyan
2. magenta
3. jaune
4. noir

7/ Un filtre jaune éclairé en lumière blanche

1. absorbe le rouge
2. transmet le rouge
3. absorbe le bleu
4. transmet le vert

8/ Un écran magenta éclairé avec une lumière verte apparaît

1. blanc
2. noir
3. magenta
4. vert

## Exercice 2

On place un objet de taille  $\overline{AB} = 2,0$  cm devant une lentille convergente de distance focale  $f' = 3,0$  cm. La distance objet-lentille est  $\overline{OA} = -4,0$  cm.

1/ Sur un schéma à l'échelle, construire l'image  $\overline{A'B'}$  de  $\overline{AB}$  par la lentille. Mesurer  $\overline{OA'}$  et  $\overline{A'B'}$ .

2/ Retrouver ces valeurs par le calcul.

3/ L'image obtenue est-elle réelle ou virtuelle ?

### Exercice 3

Un objet AB est placé à 50,0 cm de l'objectif d'un appareil photo modélisé par une lentille convergente de distance focale 50 mm. Déterminer la position de l'image de cet objet par rapport à la lentille.

### Exercice 4

Afin de déterminer la distance focale d'une lentille convergente, une élève dispose d'un objet plan lumineux AB de hauteur 2 cm et d'un écran, perpendiculaires à l'axe optique de la lentille.

Après avoir positionné la lentille, elle recherche la position de l'image nette  $\overline{A'B'}$  de l'objet  $\overline{AB}$ . Cette image se forme à 60 cm de l'objet  $\overline{AB}$ , elle est renversée et de hauteur 1 cm. À l'aide d'un schéma et d'un calcul, déterminer la distance focale de la lentille.

### Exercice 5

Il est possible de projeter une vidéo sur un mur à partir de l'écran d'un smartphone placé au fond d'une boîte. Cette projection est assurée par une lentille convergente placée sur la face opposée à 23 cm du smartphone.

1/ Déterminer la valeur de la distance focale de la lentille sachant que celle-ci doit être située à 1,50 m du mur pour obtenir une image nette.

2/ Déterminer la hauteur de l'image sur le mur sachant que sur le smartphone la hauteur est de 5,0 cm.

3/ En précisant la ou les échelles choisies, réaliser un schéma de la situation puis vérifier graphiquement les valeurs de distance focale et de taille d'images obtenues dans les questions précédentes.

### Exercice 6

On observe une partition à travers une loupe de distance focale  $f' = 6,0$  cm. Une portée de hauteur 6,0 mm est placée à une distance de 4,0 cm devant la lentille.

1/ Sur un schéma, construire l'image  $\overline{A'B'}$  d'un objet  $\overline{AB}$  formé à travers la loupe. En déduire graphiquement la taille  $\overline{A'B'}$  et la position  $\overline{OA'}$  de l'image  $\overline{A'B'}$ . On prendra comme échelle

- 1 cm représente 4,0 mm sur l'axe transversale

- 1 cm représente 2,0 cm sur l'axe optique

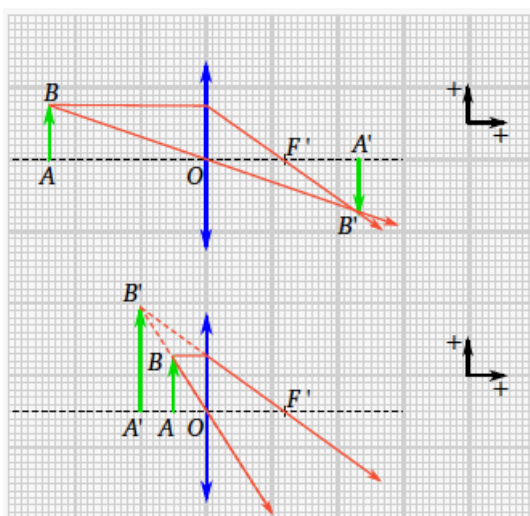
2/ Retrouver à l'aide de la relation de conjugaison la valeur de  $\overline{OA'}$ .

3/ Retrouver  $\overline{A'B'}$  à partir du grandissement.

4/ Donner les caractéristiques de l'image. Peut-elle être visualisée sur un écran ?

### Exercice 7

Les deux constructions à l'échelle sur la figure sont deux exemples de la formation de l'image  $\overline{A'B'}$  d'un objet AB par une même lentille convergente.



Dans chaque cas, déterminer pour l'image  $\overline{A'B'}$

1. sa position
2. sa nature
3. son sens
4. sa taille
5. la valeur du grandissement  $\lambda$

## Exercice 8

- 1/ Écrire la relation qui donne le lien entre la position  $OA$  de l'objet et la position  $\overline{OA'}$  de son image conjuguée à travers une lentille de distance focale  $f'$ .
- 2/ Calculer la position de l'image  $\overline{OA'}$  lorsque la position de l'objet vaut  $\overline{OA} = -15$  cm et que  $f' = 5,0$  cm.
- 3/ Calculer la position de l'objet  $\overline{OA}$  lorsque la position de l'image vaut  $\overline{OA'} = 10$  cm et que  $f' = 6,0$  cm.
- 4/ Calculer la distance focale de la lentille utilisée lorsque la position de l'image vaut  $\overline{OA'} = 10$  cm et que la position de l'objet vaut  $\overline{OA} = -15$  cm.

## Exercice 9

Un tee-shirt est éclairé avec différentes lumières colorées.

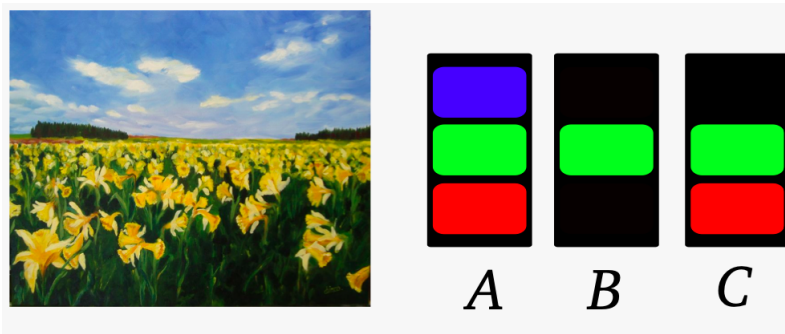
En lumière rouge, il apparaît rouge.

En lumière bleue, il apparaît bleu.

En lumière verte, il apparaît noir. Déterminer la couleur de ce tee-shirt lorsqu'il est éclairé en lumière blanche.

## Exercice 10

Chaque pixel d'un écran plat est constitué de trois luminophores rouge, vert et bleu.



- 1/ Associer les trois pixels A, B et C à des zones de l'image de la figure.
- 2/ Dans la plus part des cas, chaque luminophore peut prendre 256 intensités lumineuses différentes. Déterminer combien de nuances différentes peut alors présenter chaque pixel à l'écran.

## Exercice 11

On dispose de trois spots : un rouge, un vert et un bleu, dont on peut superposer les lumières.

- 1/ Comment obtenir du cyan, du jaune, du blanc et du noir ?
- 2/ Est-ce de la synthèse additive ou soustractive ?

## Exercice 12

Une imprimante à jet d'encre dépose sur le papier des couches d'encres cyan, jaune ou magenta les unes par dessus les autres. Elle contient aussi une cartouche d'encre noire.

- 1/ L'imprimante fonctionne normalement. Quelles cartouches sont sollicitées pour imprimer une image rouge, puis une image bleue ?
- 2/ Peut-on imprimer du noir si la cartouche noire est vide ? Comment peut-on obtenir du blanc ?
- 3/ La cartouche jaune est vide mais l'imprimante permet toujours d'imprimer avec les couleurs des autres cartouches. Une image contenant des points rouges verts et bleus doit être imprimée. De quelles couleurs sont les points sur la feuille après impression ?
- 4/ La cartouche noire est vide elle aussi. de quelle couleur est imprimé un texte en noir sur une feuille blanche ?

# Optique ondulatoire

## Exercice 1

Plusieurs bonnes réponses sont possibles.

1/ L'ordre de grandeur de la célérité de la lumière dans le vide est

1.  $300000 \text{ m.s}^{-1}$
2.  $300000000 \text{ km.s}^{-1}$
3.  $300000000 \text{ m.s}^{-1}$
4.  $300 \text{ m.s}^{-1}$

2/ Les raies émises par le sodium à 589,0 nm et 589,6 nm se trouvent dans le domaine

1. des ultraviolets
2. du rayonnement visible
3. des infrarouges
4. des ondes radioélectriques

3/ Les rayons X sont utilisés

1. pour détecter les faux billets
2. pour éclairer
3. pour téléphoner
4. pour radiographier

4/ Une télécommande émet une radiation de fréquence  $3 \times 10^{14} \text{ Hz}$ , il s'agit d'un rayonnement

1. visible
2. ultraviolet
3. radioélectrique
4. infrarouge

5/ Dans le système d'unités internationales, l'unité de la fréquence est

1.  $\text{s}^{-1}$
2. s
3. Hz
4.  $\text{m.s}^{-1}$

6/ Pour obtenir le spectre d'absorption de la vapeur atomique de mercure, il faut

1. éclairer cette vapeur par de la lumière blanche
2. chauffer cette vapeur
3. éclairer cette vapeur par une lampe à vapeur atomique de lithium
4. effectuer la combustion d'un échantillon de mercure

7/ Dans le système d'unités internationales l'unité de la longueur d'onde est

1. m
2.  $\text{m.s}^{-1}$
3. nm
4.  $\lambda$

8/ Une lampe spectrale contient uniquement de la vapeur de cadmium. La lampe est alimentée par un générateur électrique adapté.

1. la lumière émise contient toutes les radiations de la lumière blanche
2. le spectre de cette lumière est un spectre continu
3. le spectre présente les raies d'absorption du cadmium sur un fond continu
4. la lumière émise ne contient que les radiations caractéristiques de l'atome de cadmium

9/ La relation entre la fréquence  $\nu$  d'un photon et sa longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide est

1.  $\lambda = c \times \nu$
2.  $\nu = c \times \lambda$
3.  $\lambda \times \nu = c$
4.  $\frac{\lambda}{\nu} = c$

10/ L'énergie d'un atome

1. peut prendre n'importe quelle valeur
2. est continue
3. est quantifiée
4. ne prend que des valeurs bien définies

## Exercice 2

Un rayonnement possède une longueur d'onde dans le vide égale à 700 nm.

1/ Déterminer sa fréquence.

2/ Sa longueur d'onde dans l'eau est 526 nm. Sa fréquence étant inchangée, en déduire la célérité de cette onde dans l'eau.

## Exercice 3

Un laser hélium-néon émet un rayonnement de longueur d'onde 633 nm dans le vide.

1/ Justifier que ce laser est monochromatique.

2/ Calculer la fréquence des photons émis.

3/ En déduire la différence d'énergie séparant les deux niveaux correspondant à l'émission de ces photons. Elle sera exprimée en eV.

4/ Représenter la transition sur un diagramme d'énergie.

## Exercice 4

Le tableau regroupe les caractéristiques de trois photons.

Numéro du photon	1	2	3
Longueur d'onde (m)	$4.20 \times 10^{-7}$	$2.51 \times 10^{-10}$	...
Fréquence (Hz)	...	$9.00 \times 10^{17}$	$3.00 \times 10^{14}$
Domaine	...	...	...
Célérité ( $m.s^{-1}$ )	$3.00 \times 10^8$	...	$3.00 \times 10^8$
Énergie (J)	...	$5.97 \times 10^{-16}$	$1.99 \times 10^{-19}$
Énergie (eV)	2.96	...	1.24

1/ Retrouver les informations manquantes.

2/ Justifier à l'aide de sa célérité que le photon 2 ne se déplace pas dans l'air ou le vide.

## Exercice 5

Deux élèves étudient le spectre d'émission d'une lampe de Balmer, lampe contenant du gaz d'hydrogène. Le spectre contient différentes raies colorées de longueur d'ondes 410 nm, 434 nm, 486 nm et 652 nm. Les niveaux d'énergies de l'atome d'hydrogène sont indiqués dans le tableau.

Niveau $n$	Énergie (eV)
1	-13.6
2	-3.40
3	-1.51
4	-0.85
5	-0.54
6	-0.38
$\infty$	0.0

1/ Pour les deux plus grandes longueurs d'ondes, déterminer l'énergie du photon correspondant en eV .

2/ Les raies correspondant à une émission de photons lors d'une désexcitation vers le niveau  $n = 2$ . En déduire depuis quels niveaux l'atome d'hydrogène se désexcite.

3/ Reproduire le diagramme énergétique et représenter par une flèche la transition correspondant à la raie rouge.

## Exercice 6

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par la relation

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

avec  $E_0 = 13,6$  eV et  $n$  est le niveau d'énergie.  $n = 1$  correspond au niveau d'énergie le plus bas, les niveaux  $n = 2, n = 3$ , etc. correspondent aux niveaux excités. Un atome d'hydrogène initialement dans son état fondamental absorbe un photon de fréquence  $\nu = 2,92 \times 10^{15}$  Hz.

- 1/ Calculer la valeur en eV des niveaux d'énergie  $n = 2, n = 3$  et  $n = 4$ .
- 2/ Calculer l'énergie du photon absorbé en joules et en électronvolts.
- 3/ En déduire le niveau d'énergie atteint après absorption du photon.
- 4/ Quel type de raie apparaît sur le spectre suite à cette absorption? Expliquer.

### Exercice 7

Une onde électromagnétique est caractérisée par une fréquence  $\nu = 1,50 \times 10^{16}$  Hz.

- 1/ Calculer la période de cette onde.
- 2/ En déduire la longueur d'onde.
- 3/ À quel domaine des ondes électromagnétiques cette onde appartient-elle?

### Exercice 8

Soit  $E = 2,73 \times 10^{-19}$  J l'énergie d'un photon.

- 1/ Calculer la période de cette onde.
- 2/ Calculer la fréquence  $\nu$  correspondante.
- 3/ Calculer la longueur d'onde  $\lambda$ .
- 4/ Cette radiation est-elle visible?

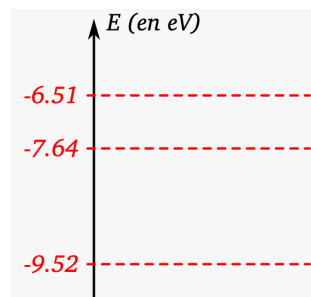
### Exercice 9

Soit  $\lambda = 3,0 \times 10^{-3}$  nm la longueur d'onde dans le vide d'un rayonnement gamma.

- 1/ Calculer la fréquence  $\nu$  correspondante.
- 2/ En déduire l'énergie  $E$  exprimée en électron-volts.

### Exercice 10

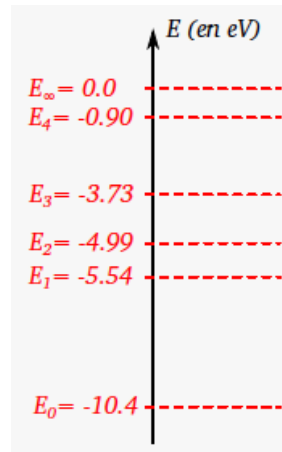
La figure représente le diagramme des niveaux d'énergie d'un atome isolé.



- 1/ Recopier le diagramme et indiquer l'état fondamental et les états excités.
- 2/ Représenter l'absorption d'un photon d'énergie  $E = 1,13$  eV, par une flèche sur le diagramme.
- 3/ Même question pour l'émission d'un photon d'énergie  $E = 1,88$  eV.
- 4/ Cet atome peut-il absorber un photon d'énergie  $E = 1,01$  eV?

## Exercice 11

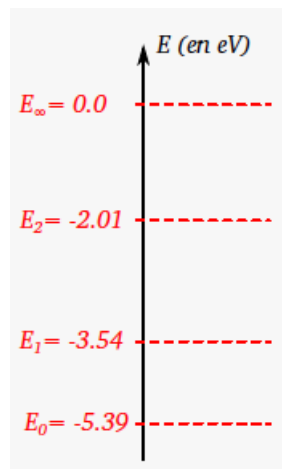
La figure représente le diagramme de niveaux d'énergie de l'atome de mercure. Un atome de mercure passe du niveau d'énergie  $E_1$  au niveau d'énergie  $E_3$ .



- 1/ Recopier le diagramme et indiquer sur celui-ci les états excités, l'état fondamental et l'état ionisé.
- 2/ Représenter par une flèche la transition étudiée. Lors de cette transition, l'atome de mercure a-t-il émis ou absorbé un photon ?
- 3/ Calculer la différence énergétique correspondante en joules (J).

## Exercice 12

La figure représente le diagramme de niveaux d'énergie de l'atome de lithium.

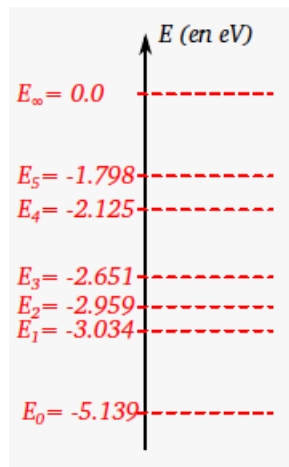


- 1/ Recopier le diagramme et représenter la transition du niveau  $E_0$  au niveau  $E_2$  par une flèche.
- 2/ Lors de cette transition, l'atome de lithium a-t-il émis ou absorbé un photon ?
- 3/ Calculer la différence énergétique  $\Delta E$  correspondante en eV, puis en joules (J).
- 4/ En déduire la longueur d'onde associée.
- 5/ À quel domaine des ondes électromagnétiques ce rayonnement appartient-il ?

## Exercice 13

Lors de l'éclipse totale du Soleil du 18 août 1868, le français Pierre Janssen et le britannique Norman Lockyer ont analysé le spectre de la couronne solaire et ont remarqué qu'il présentait une raie brillant dans le jaune très proche de celle du sodium. Lockyer a émis l'hypothèse que cette raie était due à un nouvel élément qu'il baptisa hélium. Ce n'est que 27 ans plus tard que cet élément chimique fut identifié sur Terre.

- 1/ Illustrer avec un schéma de niveaux d'énergie d'un atome le phénomène d'émission d'un quantum d'énergie lumineuse.
- 2/ On note  $E$  l'énergie du photon émis lors d'une transition énergétique d'un atome. Donner l'expression littérale de  $E$  en fonction de la longueur d'onde  $\lambda$  de la radiation lumineuse émise dans le vide, de la constante de Planck  $h$  et de la célérité de la lumière dans le vide  $c$ .
- 3/ La figure représente le diagramme énergétique de l'atome de sodium. On s'intéresse à la raie  $D_2$  du sodium de longueur d'onde  $\lambda_{Na} = 589,0$  nm. Calculer la valeur de  $E$  en eV pour le rayonnement correspondant à cette raie.



4/ Déterminer la transition à laquelle cette émission correspond.

5/ L'énergie du photon correspondant à l'émission de la raie jaune de l'hélium  $\lambda_{He} = 587,6$  nm est égale à 2,110 eV. Justifier que cette émission ne peut pas être attribuée au sodium.