

Sciences Physiques

TABLE DES MATIERES

1. TRANSFORMATION DE LA MATIERE	3
1.1. QUANTITÉ DE MATIÈRE	3
1.2. TRAITEMENT QUANTITATIF D'UNE RÉACTION CHIMIQUE	6
1.3. RÉACTIONS RÉDOX.....	10
1.4. ABSORBANCE D'UNE SOLUTION COLORÉE	12
1.5. DOSAGE D'UNE SOLUTION	13
2. INTERACTIONS FONDAMENTALES - CHAMP	16
2.1. INTERACTIONS	16
2.2. CHAMP.....	19
3. STRUCTURE ET PROPRIETES PHYSIQUES DE LA MATIERE	23
3.1. STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS DES MOLÉCULES	23
3.2. STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLIDES IONIQUES.....	27
3.3. STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS DES SOLIDES MOLÉCULAIRES	29
3.4. STRUCTURE D'UN SAVON.....	31
4. FLUIDE AU REPOS	33
4.1. COMPORTEMENT D'UN FLUIDE AU REPOS	33
4.2. LA PRESSION	34
5. MOUVEMENT	36
5.1. INTRODUCTION À LA SECONDE LOI DE NEWTON.....	36
5.2. ILLUSTRATION DE LA SECONDE LOI DE NEWTON.....	37
6. MOUVEMENT ET ENERGIE	39
6.1. ÉNERGIE CINÉTIQUE ET TRAVAIL D'UNE FORCE	39
6.2. ÉNERGIE MÉCANIQUE.....	41
7. PHENOMENES ELECTRIQUES	44
7.1. GRANDEURS ÉTUDIÉES DANS UN CIRCUIT ÉLECTRIQUE	44
7.2. ÉNERGIE TRANSMISE PAR UN GÉNÉRATEUR	46
8. MATIERE ORGANIQUE	49
8.1. STRUCTURE ET PROPRIÉTÉS DES MOLÉCULES	49
8.2. TECHNIQUES DE SYNTHÈSE ORGANIQUE.....	55
8.3. COMBUSTION DE MATIÈRE ORGANIQUE.....	60
9. ONDES MECANIQUES	63
9.1. ONDES MÉCANIQUES PROGRESSIVES	63
9.2. ONDES PROGRESSIVES SINUSOÏDALES.....	64
10. LUMIERE	66
10.1. LENTILLES MINCES CONVERGENTES.....	66
10.2. MODÉLISATION DE LA LUMIÈRE	69
10.3. INTERACTION MATIÈRE-LUMIÈRE	71
10.4. LUMIÈRE ET COULEUR.....	73
11. LA MESURE	78
12. TP	80
12.1. LISTE DES TP.....	80
12.2. ÉNONCÉS	81

1. TRANSFORMATION DE LA MATIERE

1.1. Quantité de matière

1. La mole

Remarque : Tout corps macroscopique (échelle humaine) contient des milliards de milliards d'atomes et de molécules

Définition 1: La *mole* est une unité de quantité de matière.
Une mole d'une espèce X contient $6,02 \times 10^{23}$ espèces X (une mole de *truc* contient $6,023 \times 10^{23}$ *trucs*)
Le nombre de mole est noté n , et son unité est notée *mol*.

Définition 2: Le *nombre d'Avogadro* N_A , correspond au nombre d'atomes présents dans exactement 12 grammes de l'isotope $^{12}_6\text{C}$ du carbone. $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

1 mole de truc	contient	$1 \times 6,02 \times 10^{23}$ trucs
2 moles de truc	contient	$2 \times 6,02 \times 10^{23}$ trucs
n moles de trucs	contient	$n \times 6,02 \times 10^{23}$

Conséquence: $n = N/N_A$ (1)

Exercice

- 1°/ Calculer le nombre d'atomes de He dans $4,3 \times 10^{-2}$ mol de He.
2°/ Calculer le nombre de mole de Li correspondant à $7,49 \times 10^{21}$ atomes de Li.

2. Masse molaire

Définition: La *masse molaire atomique* (M) d'un élément est la masse contenue dans une mole d'atomes de cet élément (Unité : $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

1 mole	a une masse de	$1 \times M$
2 moles	a une masse de	$2 \times M$
n moles	a une masse de	$n \times M$

Conséquence: $n = m/M$ (2)

Exercice

- 1°/ Calculer le nombre de mole contenu dans 47 g de Li ($M_{\text{C}} = 3,00 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
2°/ Calculer le nombre de mole contenu dans 82 g de N ($M_{\text{He}} = 14,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)
3°/ Dans une molécule de CO_2 , combien y-a-t-il d'atomes de C et de O ?
Dans une mole de CO_2 , combien y-a-t-il de moles de C et de O ?

Conséquence: $M_{\text{CO}_2} = 1 \times M_{\text{C}} + 2 \times M_{\text{O}}$ (3)
 M_{CO_2} est la masse molaire moléculaire de CO_2

Exercice : Calculer $n_{\text{éthane}}$ dans 1,0 kg d'éthane (formule brute C_2H_6)
($M_{\text{C}} = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$ $M_{\text{H}} = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$)

3. Volume molaire d'un gaz

Propriété fondamentale:

T et P étant données, le volume occupé par une mole de gaz est constant quelle que soit la nature du gaz. Ce volume est appelé *volume molaire* (noté V_m).

Pour $P = 1,013 \times 10^5 \text{ Pa}$, et $T = 20^\circ\text{C}$ (T et P atmosphériques) : $V_m = 24,0 \text{ L.mol}^{-1}$

1 mole de gaz	a un volume de	$1 \times V_m$
2 moles de gaz	a un volume de	$2 \times V_m$
n moles de gaz	a un volume de	$n \times V_m$

Conséquence : $n = V/V_m$ (4)

Exercice

Calculer le volume occupé par 7,0 g de H_2 , un gaz à T et P atmosphériques.

4. Masse volumique

Définition : Soit un corps de masse m occupant un volume V. La masse volumique de ce corps est définie par :

$$\rho = m/V \quad (5)$$

Unités : m en kg V en m^3 ρ en kg.m^{-3} .

Exemples :

Eau liquide	$1,0 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$
Eau solide	917 kg.m^{-3}
Fer solide	$7,86 \times 10^3 \text{ kg.m}^{-3}$

Exercice

1°/ Calculer la masse volumique du dioxygène (O_2) et du diazote (N_2) à T et P atmosphériques (données : $M_{\text{O}} = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$ et $M_{\text{N}} = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$)

2°/ Sachant que l'air est composé à 80% de N_2 et à 20% de O_2 , en déduire la masse volumique de l'air.

5. Concentration molaire et massique d'une solution

Définition : Une *solution* est obtenue par dissolution d'une espèce chimique, appelée *soluté*, dans un *solvant*

Remarque : Les solutés mis en solution peuvent être solides, liquides ou gazeux.

Définition : La *concentration molaire* d'une solution est la quantité de matière de soluté X (nombre de mole) dissoute par litre de solution.

On la note [X] ou C. (Unités : mol.L⁻¹)

1 litre de solution	contient	1 x C mole de soluté
2 litre de solution	contient	2 x C mole de soluté
V _{solution} litre de solution	contient	V x C mole de soluté

Conséquence : $C = n_{\text{soluté}} / V_{\text{solution}}$ (6)

n_{soluté} : nombre de mole de soluté (en mol)
V_{solution} : volume de la solution (en L)

Remarque : On définit de même la concentration massique d'une solution (unité : g/L)

$C_m = m_{\text{soluté}} / V$ (7)

m_{soluté} : masse de soluté (en g)
V_{solution} : volume de la solution (en L)

6. Dilution d'une solution

Exercice

Soit une solution S₀ de glucose (C₆H₁₂O₆) dans l'eau :

De concentration molaire en glucose C₀ = 1,5 * 10⁻¹ mol.L⁻¹

De volume V₀ = 0,050 L

1°/ Donner l'expression littérale (formule) permettant de calculer le nombre de mole de glucose (n₀) présent dans la solution
Calculer la valeur de n₀

On ajoute de l'eau dans cette solution pour obtenir une solution S₁ :

De concentration C₁ inconnue

De volume V₁ = 0,200 L

2°/ Exprimer le nombre de mole n₁ de glucose présent dans la solution diluée S₁ en fonction de C₁ et V₁.

3°/ En déduire Une relation entre C₀, V₀, C₁ et V₁.

Conséquence :

$C_0 \times V_0 = C_1 \times V_1$ (8)

La solution de départ est appelée *solution mère* (concentration C₀, volume V₀)

La solution diluée est appelée *solution fille* (concentration C₁, volume V₁)

Le *facteur de dilution* vaut par définition C₀/C₁ (ou V₁/V₀)

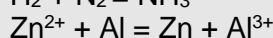
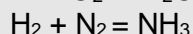
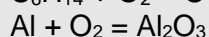
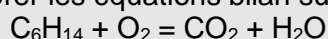
1.2. Traitement quantitatif d'une réaction chimique

Remarque préliminaire : Le but de cette partie est de mettre au point une méthode permettant de déterminer l'état final d'une réaction chimique, c'est-à-dire les nombres de moles de produits formés et de réactifs restants lors d'une réaction chimique.

7. Equation bilan

Exercice

Équilibrer les équations bilan suivantes



Vocabulaire : Les coefficients affectés aux réactifs et aux produits dans une équation bilan s'appellent les coefficients stœchiométriques.

Propriété : Une équation bilan renseigne sur :
La nature (types de substances chimique) des réactifs et des produits.
La proportion des réactifs consommés et des produits formés.

Illustration : L'équation bilan $\text{C}_2\text{H}_4 + 3 \text{O}_2 = 2 \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$ signifie que :
1,0 mole de C_2H_4 réagit avec 3,0 moles d' O_2 pour former 2,0 moles de CO_2 et 2,0 moles de H_2O .
OU 2,5 moles de C_2H_4 réagissent avec 7,5 moles d' O_2 pour former 5,0 moles de CO_2 et 5,0 moles de H_2O .
ETC...

8. Cas d'une réaction totale

Remarque : Une transformation chimique se déroule dans le temps, et n'est pas immédiate. Le passage de l'état initial à l'état final d'un système nécessite donc un certain temps.

Définition : *L'avancement* d'une réaction chimique, noté x , à l'instant t correspond au nombre de mole de réactif qui a été consommé par la réaction chimique à cet instant t .

Exercice

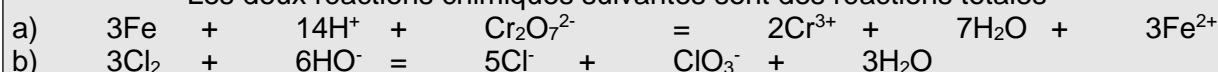
On brûle 1,0 mole de C_3H_8 dans 4,0 moles d' O_2 pour former CO_2 et H_2O .

1°/ Écrire et équilibrer l'équation bilan de la réaction.

2°/ En supposant que la réaction s'arrête lorsqu'au moins un des réactifs a été totalement consommé, déterminer les quantités de matière des réactifs et des produits en fin de réaction.

Exercices supplémentaires (entraînement)

Les deux réactions chimiques suivantes sont des réactions totales



Questions relatives à la réaction a)

Si on fait réagir 3 moles de Fe :

Combien de moles de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ a-t-on consommé ?

Combien de moles de H_2O a-t-on formé ?

Si on fait réagir 4 moles de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$:

Combien de moles de H^+ a-t-on consommé ?

Combien de moles de Fe^{2+} a-t-on formé ?

Si on forme 0,5 mole de Cr^{3+} :

Combien de moles de Fe a-t-on consommé ?

Combien de moles de H_2O a-t-on formé ?

Si on forme 0,63 mole de Fe^{2+} :

Combien de moles de $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ a-t-on consommé ?

Combien de moles de Cr^{3+} a-t-on formé ?

Questions relatives à la réaction b)

Si on forme 3,5 g de H_2O :

Combien de moles de ClO_3^- a-t-on formé ?

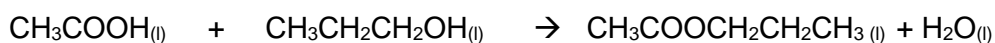
Quel volume de Cl_2 (qui est un gaz) a-t-on consommé ?

L'équation bilan de la réaction interdit elle de mélanger ensemble 4 moles de HO^- et 3 moles de Cl_2 ?

Que se passe-t-il si on mélange 2 moles de Cl_2 avec 2 moles de HO^- : que forme-t-on, et que reste-t-il à la fin de la réaction ?

9. Réaction équilibrée

La réaction suivante est une réaction d'estérification : elle fait réagir un alcool ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$) avec un acide carboxylique (CH_3COOH) pour former un ester ($\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$) et de l'eau.



Lorsque l'on mélange 1,20 mole de l'acide carboxylique et 1,00 mole de l'alcool, la réaction se termine sans qu'aucun des réactifs n'aient totalement disparu. La réaction n'est donc pas totale. Elle est dite équilibrée.

Exercice

En admettant qu'à la fin de la réaction il reste 0,60 mol de l'alcool, déterminer :

Les nombres de moles des réactifs et des produits à l'état final

La valeur de l'avancement à l'état final noté x_f .

La valeur de l'avancement maximal x_{MAX} qu'on aurait obtenu si la réaction avait été totale.

Définition :

L'avancement final noté x_f d'une réaction équilibrée est inférieur à x_{MAX} .

Le taux de transformation d'une réaction chimique équilibrée est défini par

$$T = x_f/x_{\text{MAX}}$$

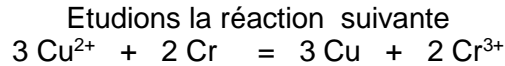
Exercice

Déterminer le taux de transformation dans l'exemple précédent.

Exercice du manuel : 41 p 73

1.3. Réactions Rédox

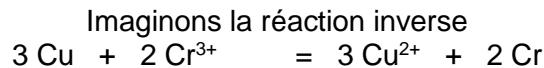
10. Couples rédox



Cu^{2+} est transformé en Cu. Il gagne des électrons. Il est réduit.
Cr est transformé en Cr^{3+} . Il perd des électrons. Il est oxydé.

Définitions : Une *réduction* est un gain d'électron(s)
Une *Oxydation* est une perte d'électron(s)

Remarques : Lors de la transformation, Cu^{2+} se transforme en Cu :
 Cu^{2+} a capté les électrons donnés par Cr.
 Cu^{2+} a donc permis à Cr de s'oxyder.
 Cu^{2+} est un *Oxydant*.



Remarques : Dans ce cas Cu donne des électrons à Cr^{3+} .
Cu a donc permis à Cr^{3+} de se réduire.
Cu est un *Réducteur*.

Définitions : Cu^{2+} et Cu forment un *couple d'oxydoréduction* (couple rédox)
 Cu^{2+} est l'*Oxydant*, c'est-à-dire l'espèce qui se réduit lors d'une réaction rédox.
Cu est le *Réducteur*, c'est-à-dire l'espèce qui s'oxyde lors d'une réaction rédox.

Un couple rédox s'écrit toujours dans l'ordre suivant : Oxydant/Réducteur

11. Réaction rédox

Remarque : Cu^{2+}/Cu et Cr^{3+}/Cr sont les deux couples rédox mis en jeu dans la réaction précédente.

Définition : Une *réaction d'oxydoréduction* (rédox) est une réaction d'échange d'électron(s) entre :

ET Un Oxydant d'un couple rédox
Un Réducteur d'un autre couple rédox.



Couples rédox : Cu^{2+}/Cu Cr^{3+}/Cr
 Ox_1/Red_1 Ox_2/Red_2

Expérience de cours : Réaction des ions Cu^{2+} sur du métal Zn.

12. Etablissement d'une équation bilan

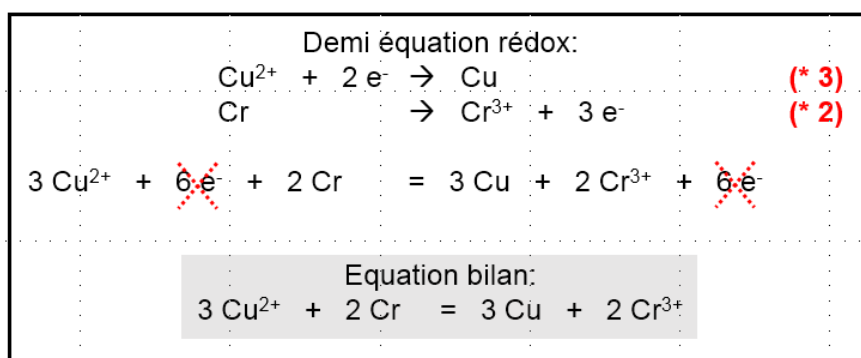
L'équation bilan d'une réaction rédox s'obtient en effectuant les opérations suivantes :

- 1- Identifier les deux couples rédox qui participent à la réaction
- 2- Equilibrer les demi-équations rédox en effectuant dans l'ordre les 4 opérations suivantes:

Equilibrer les hétéroatomes (atomes autres que O et H)
 Equilibrer les atomes O en ajoutant des molécules H₂O
 Equilibrer les atomes H en ajoutant des H⁺
 Equilibrer les charges en ajoutant des e⁻ (électrons)

- 3- Positionner les 2 demi-équations rédox (une pour chaque couple) l'une en dessous de l'autre (en mettant pour chaque demi-équation les réactifs à gauche) puis multiplier chaque demi-équation par un coefficient afin que les 2 demi-équations contiennent le même nombre d'électrons.

- 4- Ajouter les 2 demi-équations rédox pour obtenir l'équation bilan. Si l'ensemble des étapes a bien été suivi, l'équation bilan ne DOIT plus contenir d'électron.



Exercices

- 1°/ Ecrire les demi-équations bilan pour les couples rédox suivants.
 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ $\text{SO}_4^{2-}/\text{SO}_2$ $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$ $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ Fe^{2+}/Fe
- 2°/ Ecrire les équations bilan des réactions suivantes :
 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ réagit avec Fe
 SO_2 réagit avec $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$
- 3°/ Fe peut-il réagir avec H₂ ? Pourquoi ?
- 4°/ Identifier les couples rédox impliqués dans les réactions suivantes et écrire leur demi-équation bilan :
 $2 \text{Fe}^{3+} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} = 2 \text{Fe}^{2+} + \text{CH}_3\text{CHO} + 2 \text{H}^+$
 $5 \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + 4 \text{MnO}_4^- + 12 \text{H}^+ = 5 \text{CH}_3\text{COOH} + 4 \text{Mn}^{2+} + 11 \text{H}_2\text{O}$
- 5°/ Ecrire l'équation bilan équilibrée de la réaction de Fe²⁺ sur MnO₄⁻ (les couples mis en jeu sont à trouver parmi ceux de la question précédente)
- 6°/ La réaction suivante est une réaction de dismutation.
 $3 \text{Cl}_2 + 6 \text{HO}^- = 5 \text{Cl}^- + \text{ClO}_3^- + 3 \text{H}_2\text{O}$
 Identifier les couples rédox qui interviennent dans cette réaction.
 Proposer une définition du mot *dismutation*.

Exercice du manuel : 48 p 57

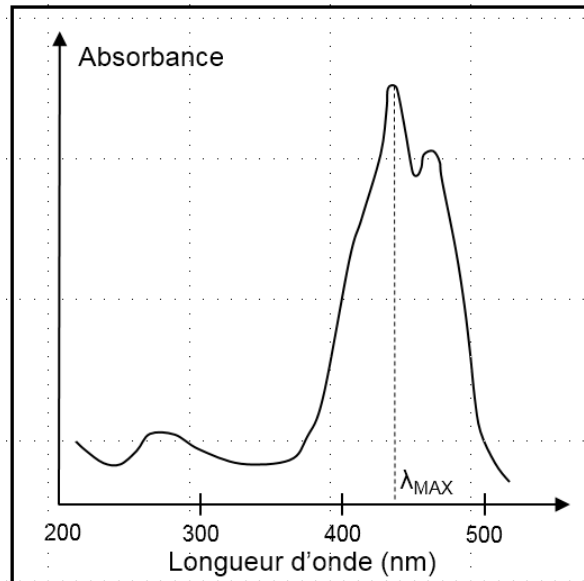
1.4. Absorbance d'une solution colorée

13. Illustration

Une espèce chimique B est présente dans une solution. On obtient le spectre d'absorption de B en envoyant sur la solution l'ensemble des radiations visibles et UV (Ultraviolet) et en mesurant la partie qu'elle en absorbe.

L'absorbance d'une solution A_λ , mesure sa capacité à absorber la lumière de longueur d'onde λ . Plus A_λ est grande, plus la solution absorbe cette lumière.

λ_{MAX} est la longueur d'onde pour laquelle l'absorbance de la solution est maximale.



Exercice

Déterminer λ_{MAX} dans le cas de la courbe ci-contre. En déduire la couleur de la solution.

Expérience de cours : Réaliser le spectre d'absorption de diverses solutions colorées

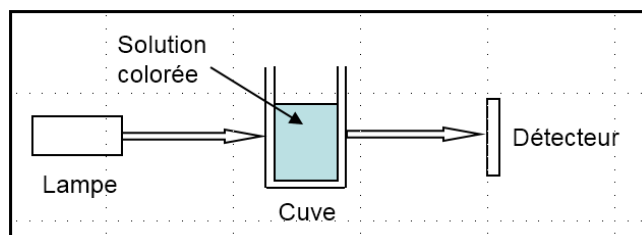
14. Loi de Beer Lambert

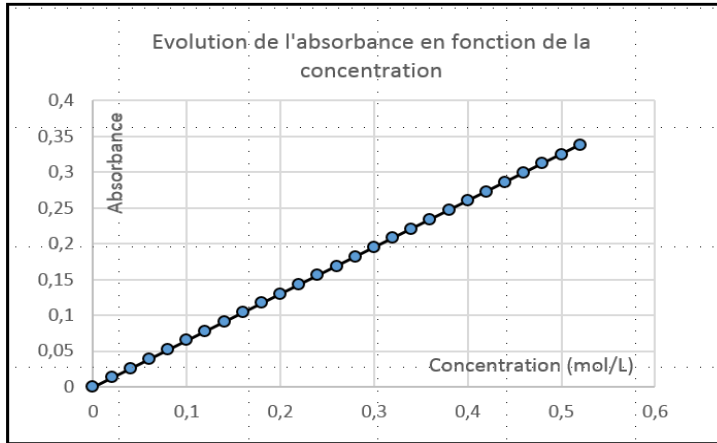
TP
Beer Lambert

Propriété : Une solution contient un soluté i à la concentration C_i . L'absorbance A_λ de la solution due au soluté i et pour la longueur d'onde λ , est proportionnelle à C_i .

$$A_\lambda = k_\lambda * C_i$$

Le dispositif expérimental permettant d'établir cette propriété est schématisé ci-dessous:





Remarques :

k_λ est le coefficient directeur de la droite ci-contre.

k_λ dépend de la nature du soluté ainsi que de la quantité de solution traversée par la lumière.

Lorsque l'absorbance (ou la concentration) est trop élevée, la relation entre A_λ et C_i cesse d'être linéaire.

Remarque : k_λ dépend de l'épaisseur L de la cuve selon la formule suivante :

$$k_\lambda = \epsilon_\lambda * L$$

ϵ_λ s'appelle le coefficient d'extinction molaire de la solution à la longueur d'onde λ .

Propriété : Si une solution contient plusieurs solutés absorbant la radiation de longueur d'onde λ , alors l'absorbance totale de la solution (A_λ) est la somme de l'absorbance de chacun des solutés ($A_{1,\lambda}, \dots$).

$$A_\lambda = A_{1,\lambda} + A_{2,\lambda} + A_{3,\lambda} + \dots$$

Limite de la loi : Lorsque la concentration est trop importante, la loi de Beer-Lambert cesse d'être valable : A_λ n'est plus proportionnelle à C_i .

1.5. Dosage d'une solution

Définition : Le dosage d'une solution est la détermination de la concentration molaire (ou massique) d'une espèce en solution.

15. Méthode spectrophotométrique

But : Détermination de la concentration de la solution S en une espèce colorée X dissoute en solution.

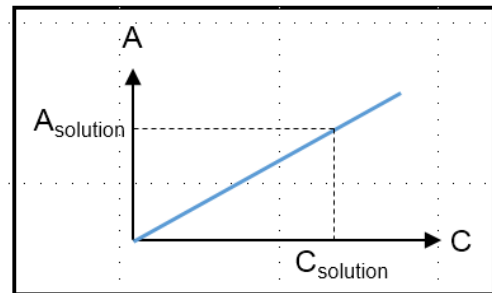
Etape 1 : On fabrique plusieurs solutions de concentrations connues en X.

Pour chaque solution, on mesure l'absorbance de la solution à une longueur d'onde préalablement choisie

On trace un graphique, appelé courbe d'étalonnage, portant :

En ordonnée : L'absorbance

En abscisse : la concentration de la solution en X



Etape 2 : On mesure l'absorbance A_{solution} de la solution S.

On reporte cette valeur sur la courbe d'étalonnage pour déterminer C_{solution} , la concentration en X de la solution S.

Exercice du manuel : 49 p 38 (il faut le faire, mais il ne sera pas corrigé en classe : cf. corrigé dans le manuel)

16. Titration

But : Détermination de la concentration de la solution S en une espèce X

Principe

On utilise une réaction chimique qui transforme X, au cours de laquelle des réactifs sont ajoutés très progressivement à la solution contenant l'espèce X, jusqu'à sa transformation totale.

Définition : La solution contenant X et dont on veut connaître la concentration en X s'appelle la *solution titrée*.

La solution que l'on ajoute progressivement à la solution contenant X, et qui permet à la réaction chimique de se produire, s'appelle la *solution titrante*.

L'*équivalence du titrage* est la situation dans laquelle les réactifs de la solution titrée et ceux de la solution titrante ont été ajoutés en proportions stœchiométriques. Elle peut également être définie comme le point de « changement de réactif limitant »

Remarque :

Cette méthode repose sur deux conditions :

La réaction chimique doit être rapide et totale.

L'équivalence doit être repérable.

Il existe plusieurs façons de repérer l'équivalence :

Changement de couleur de la solution

Modification particulière d'une grandeur mesurable (pH, conductivité...)

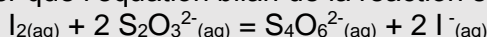
...

Illustration

On veut titrer (i.e. déterminer) la concentration $C_{\text{titré}}$ d'une solution aqueuse en diiode (I_2) appelée S. On prépare à cet effet une solution aqueuse S' contenant des ions thiosulfate ($S_2O_3^{2-}$) en concentration connue C_{titrante} .

Exercice

Sachant que la réaction de $S_2O_3^{2-}$ sur I_2 est une réaction rédox faisant intervenir les couples I_2/I^- et $S_4O_6^{2-}/S_2O_3^{2-}$, montrer que l'équation bilan de la réaction s'écrit :



Remarque : La solution titrée est la solution S.

La solution titrante est la solution S'.

On admet que la réaction $I_{2(aq)} + 2 S_2O_3^{2-(aq)} = S_4O_6^{2-(aq)} + 2 I^-(aq)$ est rapide et totale.

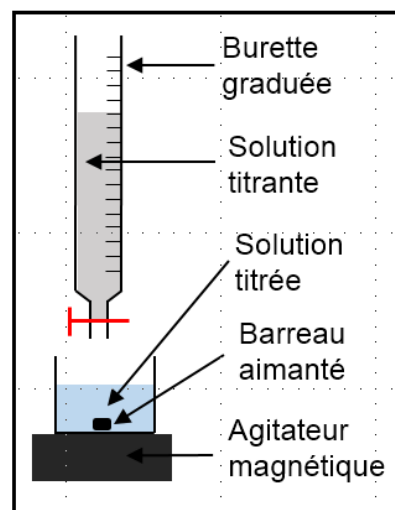
Parmi l'ensemble des espèces chimiques intervenant au cours de ce titrage, I_2 est la seule espèce colorée (brun, et même noire en présence d'empois d'amidon).

Mode opératoire :

On prélève avec précision un volume $V_{\text{titré}}$ de la solution titrée que l'on verse dans un bécher. On plonge un barreau aimanté dans le bécher que l'on pose sur un agitateur magnétique.

On remplit la burette graduée avec la solution titrante.

On verse la solution titrante dans le bécher petit à petit tout en maintenant une légère agitation.



Exercice 1

- 1°/ Déterminer l'expression littérale de la quantité de matière de I_2 présent initialement dans le bécher, appelé n_{diode} , en fonction de $C_{\text{titré}}$ et de $V_{\text{titré}}$.
- 2°/ Décrire qualitativement l'évolution de la quantité de matière de I_2 dans le bécher à mesure que la solution titrante est versée dans le bécher.
- 3°/ Quelle observation permet de déterminer l'équivalence ?

On note V_{EQ} le volume de solution titrante versé à l'équivalence

- 4°/ Déterminer l'expression littérale de la quantité de matière de $S_2O_3^{2-}$ versé à l'équivalence, appelée $n_{\text{thiosulfate}}$, en fonction de C_{titrante} et de V_{EQ} .
- 5°/ Montrer qu'à l'équivalence, $n_{\text{thiosulfate}} = 2 n_{\text{diode}}$.
- 6°/ En déduire une expression littérale de $C_{\text{titré}}$ en fonction de C_{titrante} , V_{EQ} , et $V_{\text{titré}}$.
- 7°/ Réaliser l'application littérale dans le cas où

$$C_{\text{titrante}} = 5,00 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1} \quad V_{\text{EQ}} = 12,7 \text{ mL} \quad V_{\text{titré}} = 20,0 \text{ mL}$$

Exercice 2

On réalise le titrage du dioxyde de soufre (SO_2) présent dans un vin à l'aide d'une solution aqueuse de diiode (I_2) de concentration $C = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en I_2 . La réaction qui se produit est une réaction rédox qu'on considère comme rapide et totale.

- 1°/ Identifier la solution titrante et la solution titrée.

On prélève $V_{\text{titré}} = 10,0 \text{ mL}$ de la solution titrée.

- 2°/ Réaliser le schéma du dispositif expérimental utilisé pour ce titrage. Quelle verrerie utilise-t-on pour prélever $V_{\text{titré}}$?
- 3°/ Déterminer l'expression littérale reliant $C_{\text{titré}}$ (la concentration du vin en SO_2), C , $V_{\text{titré}}$, et V_{EQ} , le volume de solution titrée versé à l'équivalence. En déduire la valeur de $C_{\text{titré}}$.

Données: couples rédox: SO_4^{2-}/SO_2 I_2/I^- $V_{\text{EQ}} = 13,2 \text{ mL}$

Exercices du manuel : **39** p 91, 44 (la question b est relativement longue : il faut utiliser le volume versé à l'équivalence) et 45 (attention, dans cet exercice, la solution titrée est placée dans la burette, et la solution titrante dans l'erenmeyer) p 92

2. INTERACTIONS FONDAMENTALES - CHAMP

2.1. Interactions

17. Phénomène électrostatique

Une règle est frottée avec une peau de chat :

- 1- Elle est approchée d'un électroscope puis retirée.
- 2- Elle touche un électroscope puis est retirée.
- 3- Elle est approchée d'un filet d'eau.
- 4- Elle est approchée de petits morceaux de papier.

On note les observations

Bras de l'électroscope s'écartent puis se rejoignent à nouveau
Bras de l'électroscope s'écartent et restent écartés.
Filet d'eau attiré
Morceaux de papiers attirés

On explique ces comportements par l'existence de charges électriques :

Il existe des charges positives et des charges négatives.

Les charges de même signe se repoussent et de signe opposés s'attirent.

L'unité de la charge est le COULOMB

Toutes les charges électriques sont des multiples entiers d'une charge élémentaire :

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

18. Loi de COULOMB: force électrostatique

Deux corps sphériques et homogènes A et B, de charges électriques q_1 et q_2 , dont les centres O_1 et O_2 sont distants d'une distance d , exercent l'un sur l'autre des forces de même valeur F

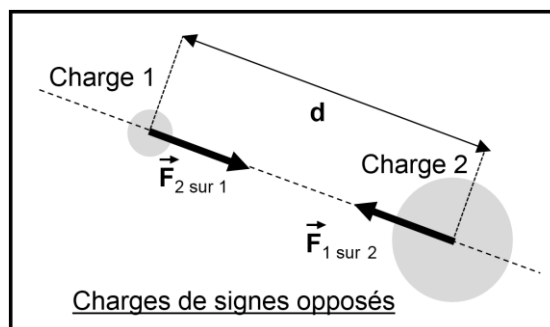
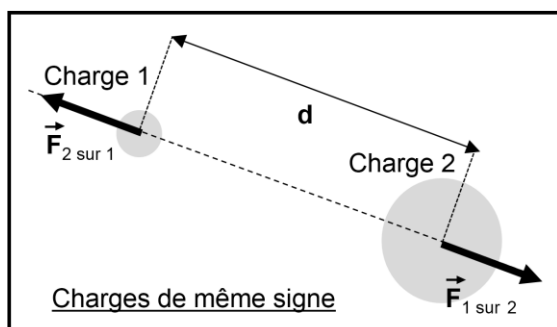
$$F = k * q_1 * q_2 / d^2$$

$$k = 8,99 * 10^9 \text{ N C}^{-2} \text{ m}^2$$

F en N

q en C

d en m



Exercices du manuel : 17, 20 et 23 p 210, 38 p 214

19. Comparaison avec la loi de gravitation

$$F_{EL} = k * q_1 * q_2 / d^2$$

$$F_{GR} = G * m_1 * m_2 / d^2$$

Similitudes	Différences
Loi en $1/d^2$	La force électrostatique agit sur les charges La force gravitationnelle agit sur les masses
Les deux forces sont proportionnelles au produit des deux charges/masses	La force gravitationnelle est toujours attractive, La force électrostatique peut être attractive ou répulsive.
Force à distance	Pour des corps chargés, la force gravitationnelle est en général beaucoup plus faible que la force électrostatique

Exercice

Calculer la force électrostatique et la force gravitationnelle exercée par l'électron d'un atome d'Hydrogène ^1_1H sur son noyau.

	électron	proton
Masse (en kg)	$9,1 * 10^{-31}$	$1,67 * 10^{-27}$
charge (en C)	$- 1,6 * 10^{-19}$	$1,6 * 10^{-19}$

Exercice

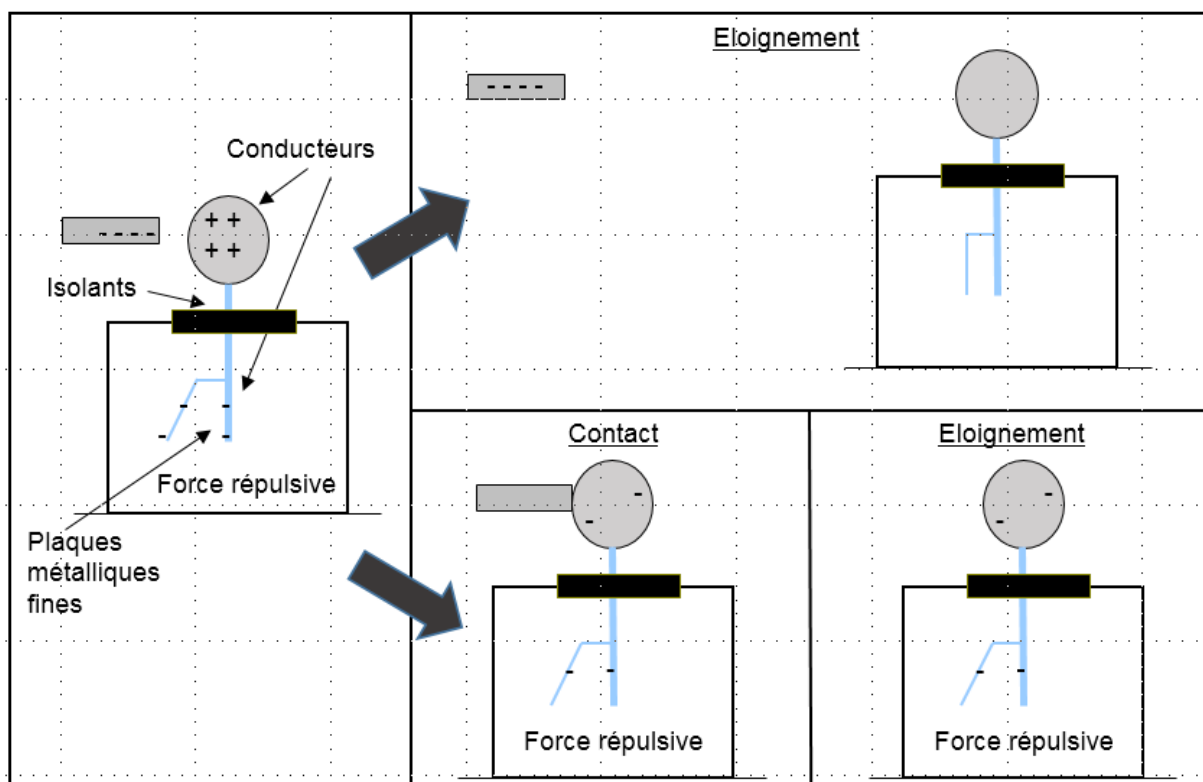
On place un objet sur la droite joignant le centre de la Terre et le centre du Soleil, entre la Terre et le Soleil.

A quelle distance de la Terre doit être l'objet pour que la force attractive exercée par le Soleil soit égale à la force attractive exercée par la Terre ?

20. Explication des phénomènes du point 17

Lorsque la règle est frottée, elle se charge négativement (des électrons sont arrachés à la peau de chat et donnée à la règle).

- 1- Les électrons libres du métal sont repoussés vers les deux bras qui deviennent donc légèrement chargés négativement. Ainsi, ils se repoussent. La distribution initiale des charges (électrons) est rétablie lorsque la règle est retirée
- 2- Certains des électrons en excès de la règle sont transférés au métal. Ainsi les deux bras sont-ils chargés négativement de manière permanente. Ils continuent donc à se repousser, même lorsque la règle est retirée.
- 3- Les molécules d'eau sont polarisées (cf. chimie). Leurs H sont attirés par les charges négatives de la règle.
- 4- Les morceaux de papiers se polarisent sous l'effet de la règle. Leur pôle positif est alors attiré par la règle. (cf. vidéo : <https://www.dailymotion.com/video/x39lrso>)



2.2. Champ

21. Champ électrique et gravitationnel

Exercice

La Terre, qui possède une masse M_T et un Rayon R_T , exerce une force gravitationnelle sur un objet de masse m , situé à une altitude h par rapport à la surface de la Terre. Lorsque l'objet est sur le sol (c'est-à-dire lorsque $h = 0$), cette force s'exprime par $F = m * g_0$, et lorsqu'il n'est plus en contact avec le sol, l'expression devient $F = m * g$.

1°/ Montrer que $g_0 = G * M_T/R_T^2$

2°/ Déterminer l'expression littérale de g en fonction de G , M_T , R_T , et h .

En déduire que $g = g_0 \left(\frac{R_T}{R_T + h} \right)^2$

3°/ Déterminer l'altitude h à laquelle $g = g_0/2$

4°/ Tracer la courbe de g en fonction de h .

Masse du Soleil : $M_{\text{Soleil}} = 1,97 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

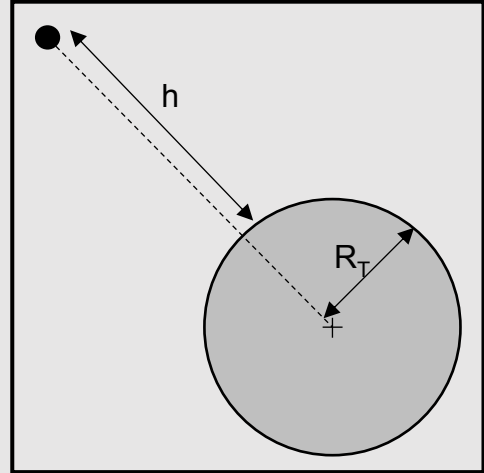
Masse de la Terre : $M_T = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Distance Terre-Soleil : $D_{TS} = 1,50 \cdot 10^8 \text{ km}$

Rayon de la Terre : $R_T = 6,4 \cdot 10^3 \text{ km}$

Constante de la gravitation universelle :

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.kg}^{-2}.\text{m}^2$$



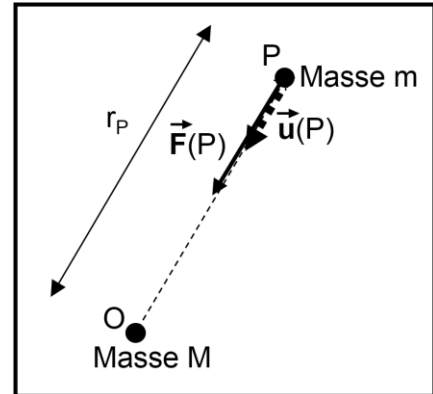
Remarque : Un objet ponctuel de masse M est situé au point O. Il exerce au point P une force gravitationnelle sur objet de masse m est situé en P dont l'expression est :

$$\vec{F}(P) = G * m * M / r_P^2 * \vec{u}(P)$$

Exercice :

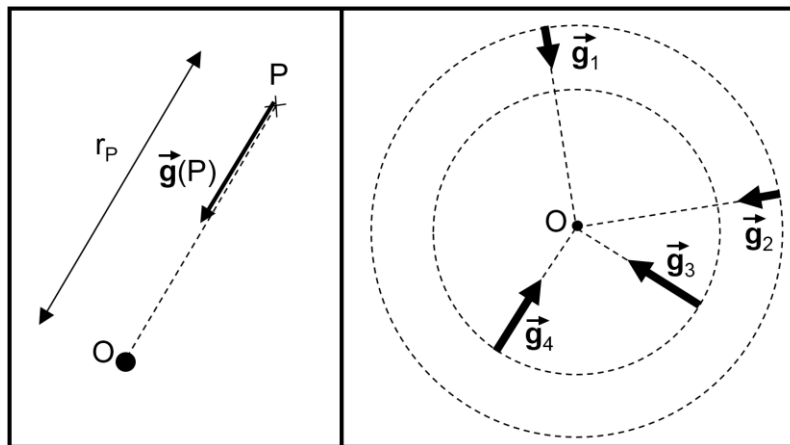
Montrer que la grandeur $\vec{F}(P)/m$ a une expression indépendante de la valeur de m.

Définition : $\vec{F}(P)/m$ est appelé champ gravitationnel au point P créé par un objet de masse M situé au point O.



Définition 2 : Un objet ponctuel de masse M situé au point O crée un champ gravitationnel $\vec{g}(P)$ en tout point P (situé à une distance r_P du point O)

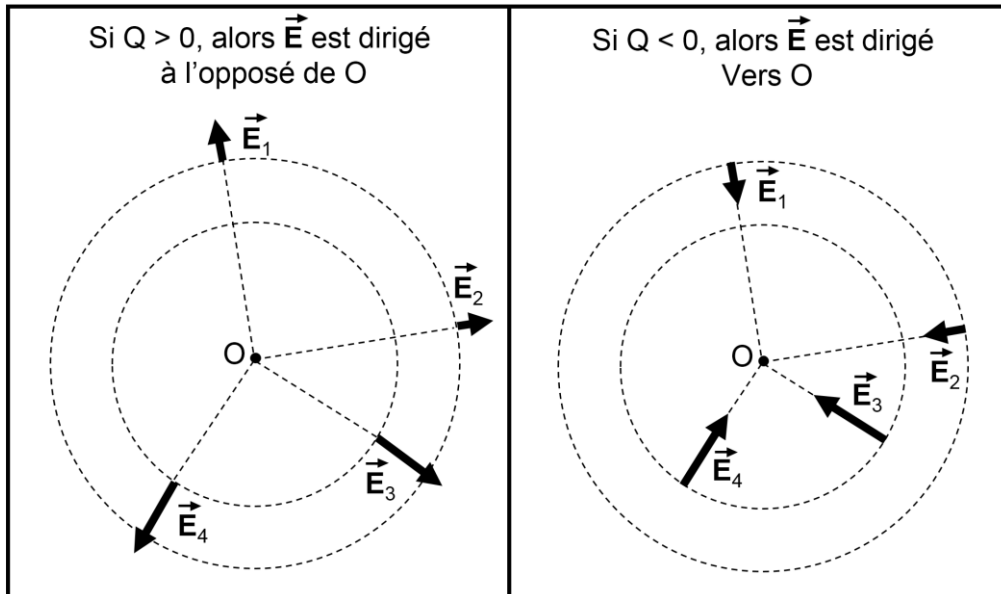
$$\vec{g}(P) = G * M / r_P^2 * \vec{u}(P)$$



Exercices du manuel : 43 p 215

Définition 3 : De même, un objet ponctuel de charge Q situé au point O créé un champ électrique $\vec{E}(P)$ en tout point P (situé à une distance r_P du point O)

$$\vec{E}(P) = -k * Q/r_P^2 * \vec{u}(P)$$



Propriétés :

Un objet de charge q soumis à un champ électrostatique \vec{E} subit une force extérieure

$$\vec{F} = q * \vec{E}$$

Un objet de masse m soumis à un champ gravitationnel \vec{g} subit une force extérieure

$$\vec{F} = m * \vec{g}$$

Unités : F en N q en C m en kg E en N.C⁻¹ g en N.kg⁻¹

Remarques :

Un champ caractérise une certaine propriété de l'espace.

Un champ est dit vectoriel (champ électrique, champ gravitationnel, etc...) lorsqu'il est représenté par un vecteur.

Un champ est dit scalaire (champ de température, champ de pression, etc...) lorsqu'il est représenté par un nombre.

Vocabulaire : lorsqu'un champ est constant (le VECTEUR champ est constant), on dit qu'il est uniforme.

Exercices du manuel : 11 p 209, 26 p 211

22. Lignes de champ

Définition : Un champ peut être cartographié sous la forme de lignes de champ

Propriétés:

\vec{E} (ou \vec{g}) est parallèle à une ligne de champ

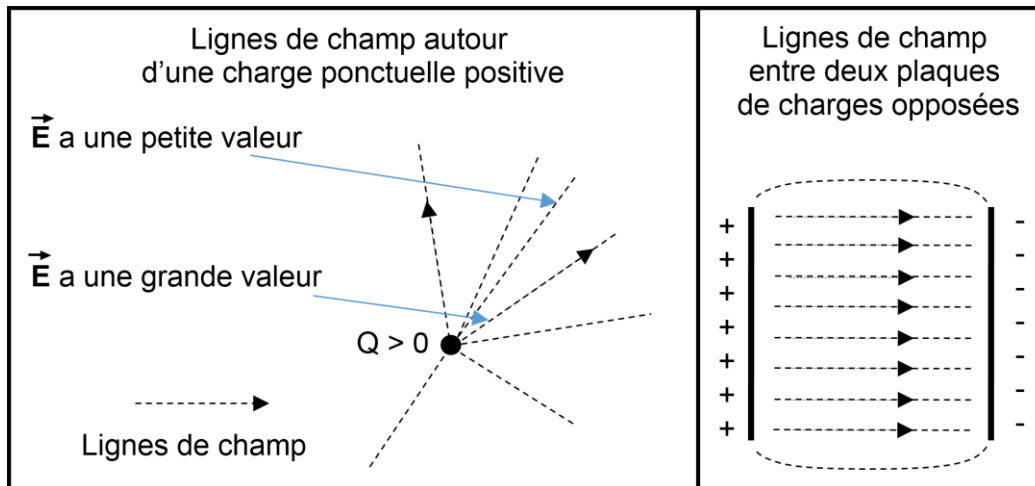
Une ligne de champ est orientée : elle a le même sens que \vec{E} (ou \vec{g}).

Quand les lignes de champ sont rapprochées, la valeur de \vec{E} (ou de \vec{g}) est grande.

Les lignes de champ ne se croisent et ne se touchent jamais.

Illustrations :

Lignes de champ électrostatique

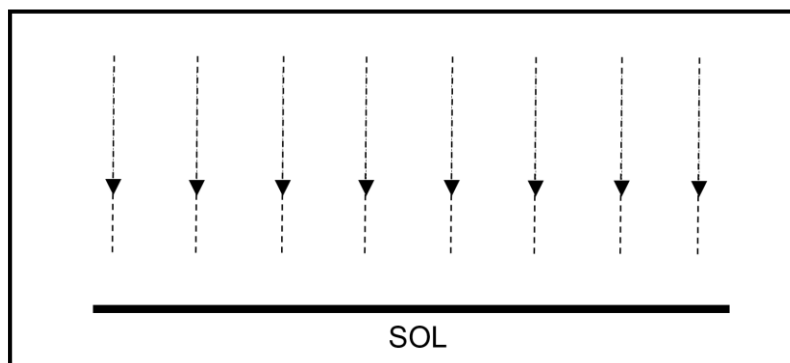


Remarque : Le champ électrique créé par deux plaques métalliques parallèles de charges opposées est uniforme. Si U (en V) est la tension électrique entre les deux plaques, et d (en m) est la distance entre les deux plaques, alors la valeur E du champ électrique vaut :

$$E = U/d$$

E est en $V.m^{-1}$

Lignes de champ gravitationnel terrestre (proche de la surface de la Terre)



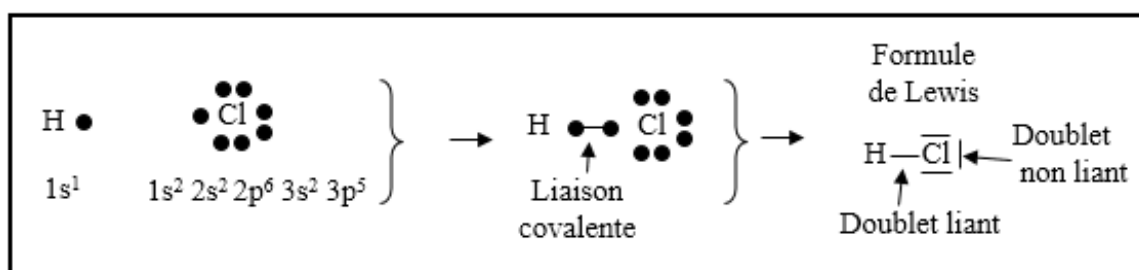
Exercices du manuel : 27 p 211, 44 p 216

3. STRUCTURE ET PROPRIETES PHYSIQUES DE LA MATIERE

3.1. Structure et propriétés des molécules

23. Liaison covalente et formule de Lewis

Une *liaison covalente* simple est la mise en commun par deux atomes de deux électrons de valence.



Bilan de la mise en commun :

La formation de la liaison covalente permet de stabiliser H et Cl car :

H possède ainsi 2 électrons de valence (même configuration électronique que He).

Cl possède ainsi 8 électrons de valence (même configuration électronique que Ar).

Vocabulaire : Une liaison covalente simple est aussi appelé *doublet liant* d'électrons.

Deux électrons externes qui ne forment pas de liaisons se regroupent en un *doublet non liant* d'électrons.

Remarque : Le partage de 2 électrons de valence donne une liaison covalente *simple*.

Le partage de 4 électrons de valence donne une liaison covalente *double*.

Le partage de 6 électrons de valence donne une liaison covalente *triple*.

Conséquences :

Atome	Structure électronique	Nombre de liaisons covalentes	Nombre de doublets non liants	Exemples
H	1s ¹	1	0	H ₂ CH ₄
C	1s ² 2s ² 2p ²	4	0	CO ₂ CH ₄
N	1s ² 2s ² 2p ³	3	1	NH ₃ N ₂
O	1s ² 2s ² 2p ⁴	2	2	O ₂ H ₂ O
Cl	1s ² 2s ² 2p ⁶ 3s ² 3p ⁵	1	3	Cl ₂ HCl

Exercice

Représenter la structure de Lewis des molécules et des ions suivants :

N_2 , H_2O , CO_2 , CH_4 , HCl , NH_3 , Na^+ , NH_4^+ , Cl^- , OH^- et O^{2-} .

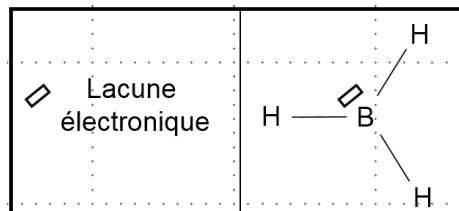
Exercice

La molécule BH_3 est stable.

Montrer que la règle de l'Octet n'est pas vérifiée pour B.

Définition : Lorsqu'un atome est au sein d'une molécule, il possède une lacune électronique si une des OA de sa couche externe n'est pas remplie.

Ci-contre : formule de Lewis BH_3



Définition : Le schéma d'une molécule faisant figurer les atomes, les doublets électroniques et les lacunes électroniques s'appelle *formule de Lewis*.

Exercice

Représenter la structure de Lewis des molécules et des ions suivants : H^+ et H_3O^+

24. Géométrie des molécules

Définition : Un atome A au sein d'une molécule possède des liaisons avec des atomes différents (au moins deux atomes). La géométrie de la partie de la molécule centrée autour de A est la disposition de ces atomes par rapport à A.

Exemple :

Géométrie autour de C dans CO_2 .

Géométrie autour de C dans CH_4 .

Géométrie autour de O dans H_2O .

Géométrie autour de chaque C dans C_2H_4 .

Géométrie autour de chaque C dans C_2H_2 . Géométrie autour de chaque C dans CH_3COOH .

Géométrie autour de C dans H_2CO .

Remarques : Un atome possède autour de lui un certain nombre de :

Liaisons covalentes

Doublets non liants

Une liaison covalente ou un doublet non liant sont chargés négativement.

Les doublets non liants et les liaisons covalentes se repoussent donc et cherchent à s'éloigner autant que possible les uns des autres dans les 3D de l'espace.

Conséquences : La géométrie autour de A dépend :

Du nombre d'atomes auquel A est lié.

Du nombre de doublets non liants que possède A.

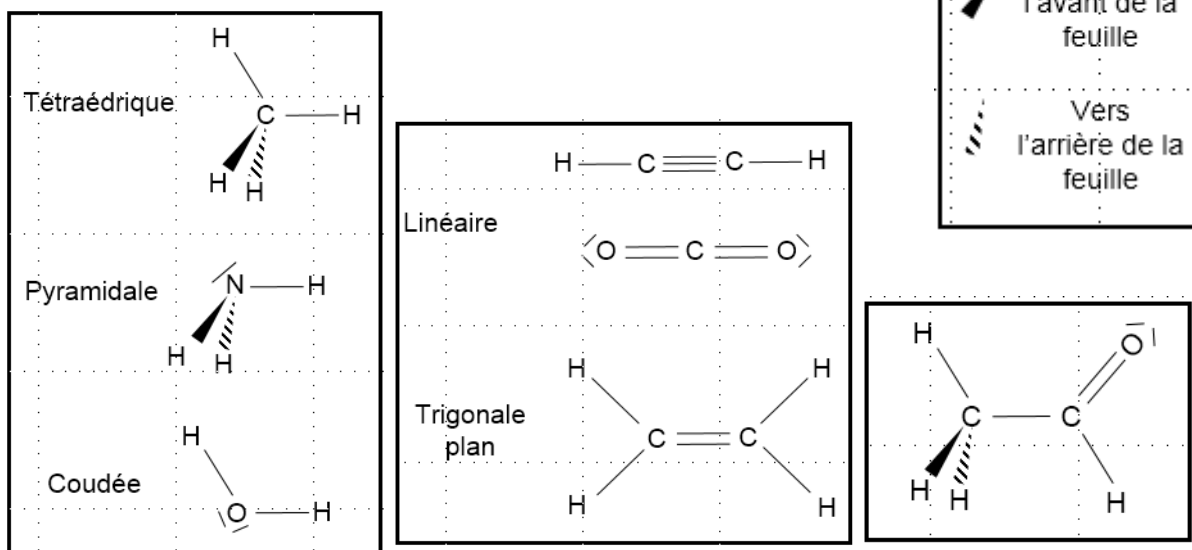
Exercice

1°/ Dans chacun des exemples ci-dessus, dénombrer le nombre d'atomes auquel est lié A ainsi que son nombre de doublets non liants.

2°/ En déduire la géométrie la plus favorable.

Définition : la représentation de CRAM d'une molécule est une représentation en 3D d'une molécule.

Quelques géométries



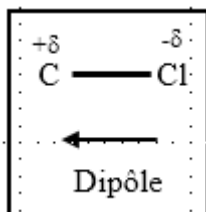
Bilan :

Nombre de doublets non liant de A et d'atomes liés à A		Disposition des doublets non liants ET des liaisons autour de A	Géométrie de la molécule autour de A	Exemples
4				
Nombre d'atomes liés	Doublets non liant			
4	0	Tétraédrique	Tétraédrique	CH_4 , autres Alcanes
3	1	Tétraédrique	Pyramidale	NH_3
2	2	Tétraédrique	Coudée	H_2O
3				
Liaisons	Doublets non liant			
3	0	Trigonal plan	Trigonal plan	C_2H_4 , Cétone
2	1	Trigonal plan	Coudée	HNO_2
2				
Liaisons	Doublets non liant			
2	0	Linéaire	Linéaire	HCN , CO_2

25. Polarité des liaisons covalentes

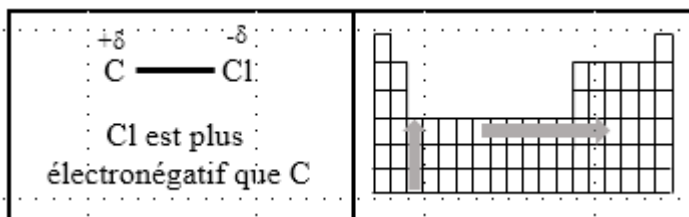
Définitions :

Un élément est d'autant plus *électronégatif* qu'il a tendance à attirer vers lui les électrons au sein d'une liaison covalente.



Une liaison covalente entre deux éléments d'électronégativités différentes est une liaison *polaire* (ou polarisée).

Elle comporte des charges partielles (+ δ et - δ sur le schéma) qui forment un dipôle représenté par un vecteur qui va - δ à + δ (voir schéma).



Propriété : L'électronégativité augmente de bas en haut au sein d'une même colonne et de gauche à droite au sein d'une même ligne de la classification périodique des éléments.

Élément	C	N	H	O	F	Cl	Na
Electronégativité	2,5	3,0	2,1	3,5	4,0	3,0	0,9

Remarque : La liaison covalente C – H n'est pas polarisée.

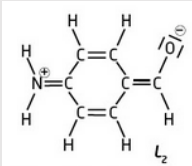
26. Polarité des molécules

Propriété : Une molécule est apolaire si la somme vectorielle de tous les dipôles est nulle. Elle est polaire si cette somme n'est pas nulle.

Exercice

- 1°/ Représenter la géométrie des molécules H₂O et CO₂.
- 2°/ Quelle est la polarité de chaque liaison ?
Ajouter aux schémas de la question 1°/ les charges partielles au-dessus de chaque atome.
- 3°/ H₂O et CO₂ sont-elles des molécules polaires ?

Exercices du manuel : 27 et 29 p 107, 38 p 109, 39 p 110, 44 (sauf a) p 111. Attention il y a une erreur dans un schéma de l'énoncé de l'exercice 44 : voici le bon schéma.



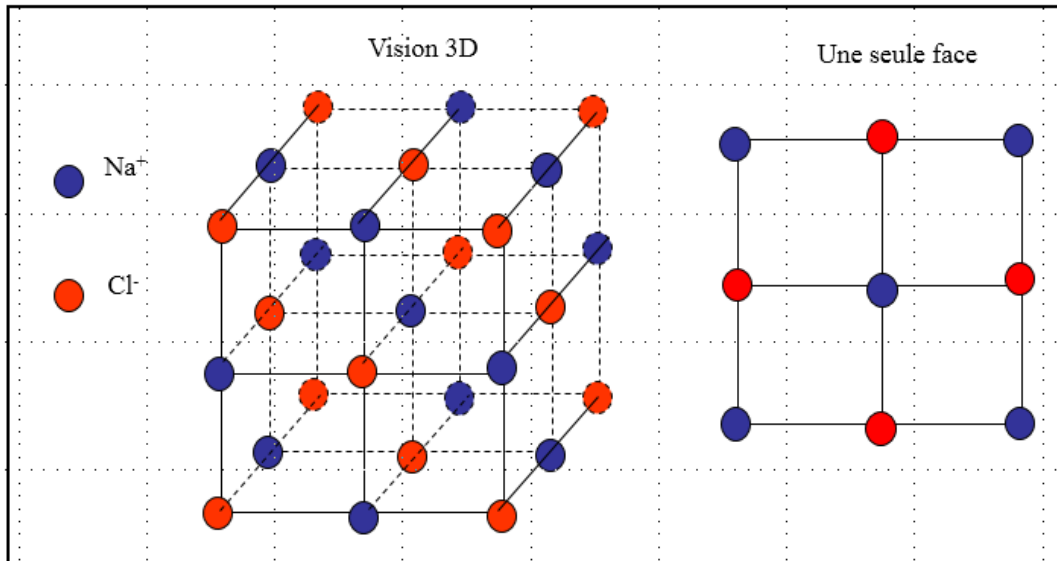
3.2. Structure et propriétés des solides ioniques

27. Cohésion d'un solide ionique

Définition : Un solide ionique est un agencement périodique dans les trois directions de l'espace de cations (ions chargés positivement) et d'anions (ions chargés négativement).

Propriété : Un solide ionique est électriquement neutre.

Illustration : $\text{NaCl}_{(s)}$ est un solide ionique car il est constitué d'ions Na^+ et d'ions Cl^- .



Remarques : Cette organisation se répète à l'identique dans les trois directions de l'espace. Les interactions électriques subies par Na^+ de la part de ces voisins les plus proches sont :

Attractive avec l'ion Cl^- le plus proche $F_{\text{attract}} = k \times e^2/d^2$

Répulsive avec l'ion Na^+ le plus proche $F_{\text{repuls}} = k \times e^2/2d^2$

On observe que $F_{\text{attract}} > F_{\text{repuls}}$: l'interaction électrostatique est donc globalement attractive. Elle assure la cohésion des solides ioniques.

Exercice

Utiliser l'animation « Cristaux 3D » du site pour découvrir d'autres types de solides ioniques.

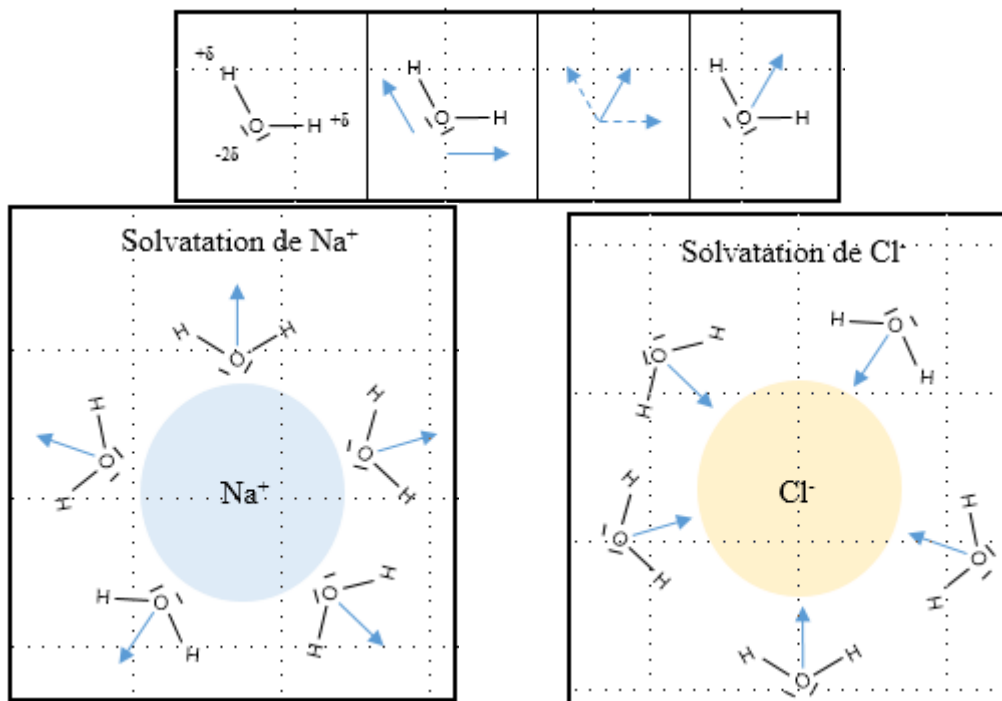
28. Dissolution d'un solide ionique dans l'eau

La dissolution d'une espèce ionique en solution se fait en trois étapes:

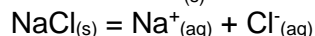
Dissociation (cassure de liaison entre les ions).

Solvatation (les ions sont ensuite entourés de molécules de solvant, ici d'eau).

Dispersion (les ions sont alors éloignés les uns des autres et dispersés dans le solvant).



L'équation de dissolution de $\text{NaCl}_{(s)}$ dans l'eau se présente ainsi



Exercice

Ecrire l'équation de dissolution dans l'eau des solides ioniques $\text{CaCl}_{2(s)}$, $\text{Cu}(\text{OH})_{2(s)}$ et $\text{Na}_2\text{SO}_{4(s)}$

Définition : Lors de la dissolution de n moles d'un solide ionique dans de l'eau pour former une solution de volume V , on appelle « concentration de soluté apporté » la grandeur C définie par :

$$C = n/V$$

Exercice

On fabrique 200 mL d'une solution aqueuse par dissolution dans l'eau de 4,52 g de sel (NaCl).

- 1°/ Déterminer la concentration de $\text{NaCl}_{(s)}$ apporté pour cette solution.
Déterminer la concentration molaire en ions $\text{Na}^+_{(aq)}$ et $\text{Cl}^-_{(aq)}$ de la solution.

On fabrique 150 mL d'une solution aqueuse par dissolution dans l'eau de $2,85 \cdot 10^{-1}$ g de Chlorure de Calcium.

- 2°/ Déterminer la formule du solide ionique de Chlorure de Calcium.
Déterminer la concentration de soluté apporté pour cette solution.
En déduire la concentration molaire pour chaque type d'ion présent dans la solution.

Données des masses molaires atomiques ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$) :

C : 12,0

Na : 23,0

Cl : 35,5

Ca : 40,1

Définition : On appelle « solubilité », la quantité maximale d'un soluté pouvant être dissoute dans un solvant afin de former 1L de solution. Elle peut s'exprimer en g.L^{-1} ou en mol.L^{-1} .
Lorsque la limite de solubilité est atteinte, la solution est dite « saturée ».

Exercice

Dans de l'eau à 20°C , la solubilité de $\text{NaCl}_{(s)}$ dans l'eau vaut $358,5 \text{ g.L}^{-1}$.
Calculer en mol, la quantité de matière de NaCl dissoute dans 300 mL d'une solution aqueuse saturée en NaCl à 20°C .

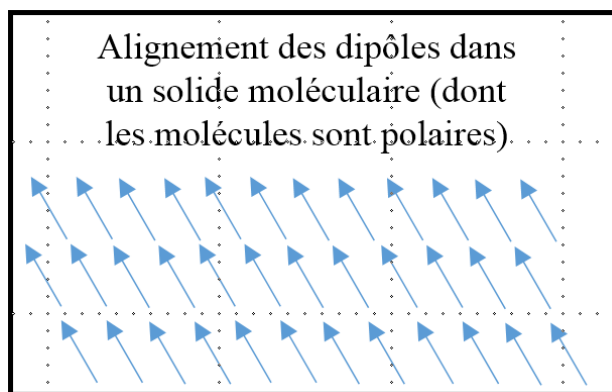
3.3. Structure et propriétés des solides moléculaires

29. Cas général

Dans un solide moléculaire, ce sont les interactions attractives entre les molécules qui assurent la cohésion du solide. Ces interactions sont appelées interactions de Van Der Waals et sont en général moins fortes que les interactions électrostatiques qui existent dans un solide ionique entre les ions.

Si les molécules sont polaires, elles s'orientent les unes par rapport aux autres de sorte à rapprocher les charges partielles de signe opposé.

Si les molécules sont apolaires, la déformation (fluctuation) constante de la répartition électronique au sein de toute molécule produit des « dipôles induits », c'est-à-dire des dipôles de très courte durée. L'interaction attractive entre ces dipôles induits assure la cohésion (cohésion faible) des solides moléculaires dont les molécules sont apolaires.

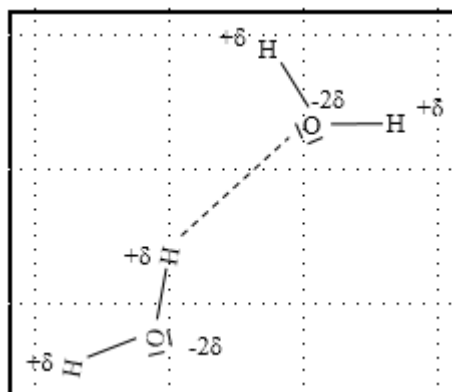


Exercice

Utiliser l'animation « Cristaux 3D » du site pour découvrir des solides moléculaires.

30. Cas de l'eau

Le cas de l'eau est particulier car les interactions entre les molécules d'eau sont de nature particulière. La molécule d'eau étant polaire, les H sont chargés $+δ$. Une interaction attractive se produit entre un doublet non liant de l'atome O (chargé $-δ$) d'une molécule d'eau, et l'atome H d'une autre molécule d'eau. Cette interaction est une interaction de Van der Waals particulièrement forte appelée « Liaison Hydrogène ».



Remarque : Plus généralement, une liaison Hydrogène peut avoir lieu entre :

Un H chargé $+δ$

ET Le doublet non liant d'un atome électronégatif

Exercice

Montrer qu'il existe également des liaisons Hydrogène dans l'éthanol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$), dans l'ammoniac (NH_3), mais pas dans le méthane (CH_4).

Exercice

Utiliser l'animation « Cristaux 3D » du site pour découvrir la structure de la glace (eau solide).

Exercice du manuel : 44 p 131

31. Dissolution

Remarque : La solubilité d'un solide moléculaire est définie de la même manière que celle d'un solide ionique.

Propriété : La solubilité d'un solide moléculaire dans un solvant dépend des interactions entre les molécules du solide et celle du solvant.

Exercice

Le diiode ($\text{I}_{2(s)}$) est un solide moléculaire.

1°/ Représenter la formule de Lewis de I_2 .
Cette molécule est-elle polaire ? Justifier.

Sa solubilité dans l'eau à 25°C vaut 330 mg.L^{-1} , dans le cyclohexane à 25°C elle vaut $2,72 \text{ g.L}^{-1}$ et dans l'éther à 25°C , elle vaut $25,2 \text{ g.L}^{-1}$.

2°/ Représenter la formule de Lewis : Du cyclohexane (C_6H_{12}).
De l'éther ($\text{C}_2\text{H}_5 - \text{O} - \text{C}_2\text{H}_5$).

3°/ L'eau, cyclohexane, et l'éther sont-ils des solvants polaires ?

4°/ Expliquer la différence de solubilité du diiode dans ces solvants.

Propriété : Un solide constitué de molécules polaires est plutôt davantage soluble dans un solvant polaire (eau, éthanol, etc...), que dans un solvant apolaire (cyclohexane, etc...).

Un solide constitué de molécules apolaires est plutôt davantage soluble dans un solvant apolaire (cyclohexane, etc...), que dans un solvant polaire (eau, éthanol, etc...).

Remarque : Un solide ionique est très soluble dans un solvant polaire et très peu soluble dans un solvant apolaire

Illustration : Solubilité de $\text{NaCl}_{(s)}$ dans l'eau vaut $358,5 \text{ g.L}^{-1}$.
Solubilité de $\text{NaCl}_{(s)}$ dans le cyclohexane : (quasiment) insoluble

3.4. Structure d'un savon

32. Molécules amphiphiles

Un acide gras possède :

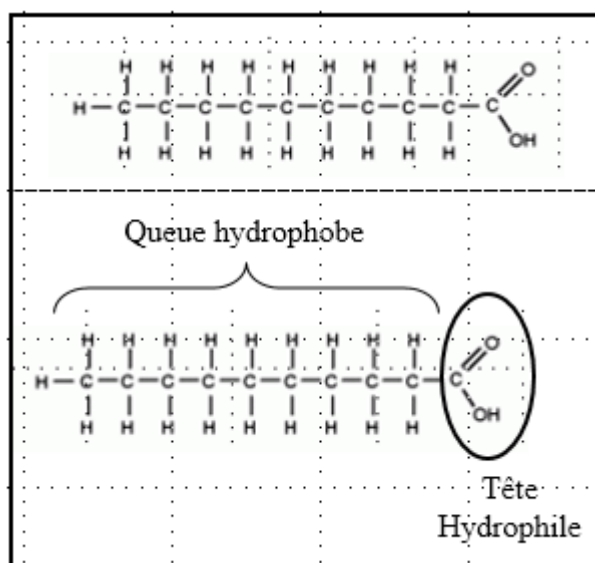
Une chaîne carbonée lipophile (c'est-à-dire qui attire les corps gras) qui est donc par conséquent hydrophobe (c'est-à-dire qui se mélange très peu avec l'eau).

Une tête hydrophile (c'est-à-dire qui se mélange très bien avec l'eau).

La tête hydrophile peut être :

Neutre : COOH
Anionique : COO^-

Vocabulaire : Une molécule possédant une partie hydrophile et une autre partie hydrophobe est qualifiée de molécule amphiphile.



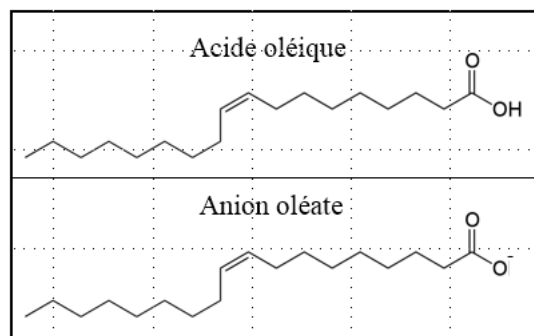
33. Micelles

Lorsqu'un vêtement est tâché avec un produit sucré, il est aisé de nettoyer le sucre avec de l'eau chaude car le sucre, très soluble dans l'eau, se détache facilement du vêtement et est emporté par l'eau.

En revanche, il est difficile de laver une tâche faite à partir de matières grasses comme l'huile ou le beurre car ils sont constitués de molécules organiques peu solubles dans l'eau. On utilise alors un savon.

Propriétés : Un savon est constitué de molécules amphiphiles, souvent à tête anioniques (des acides gras dont la tête hydrophile est sous la forme COO^-).

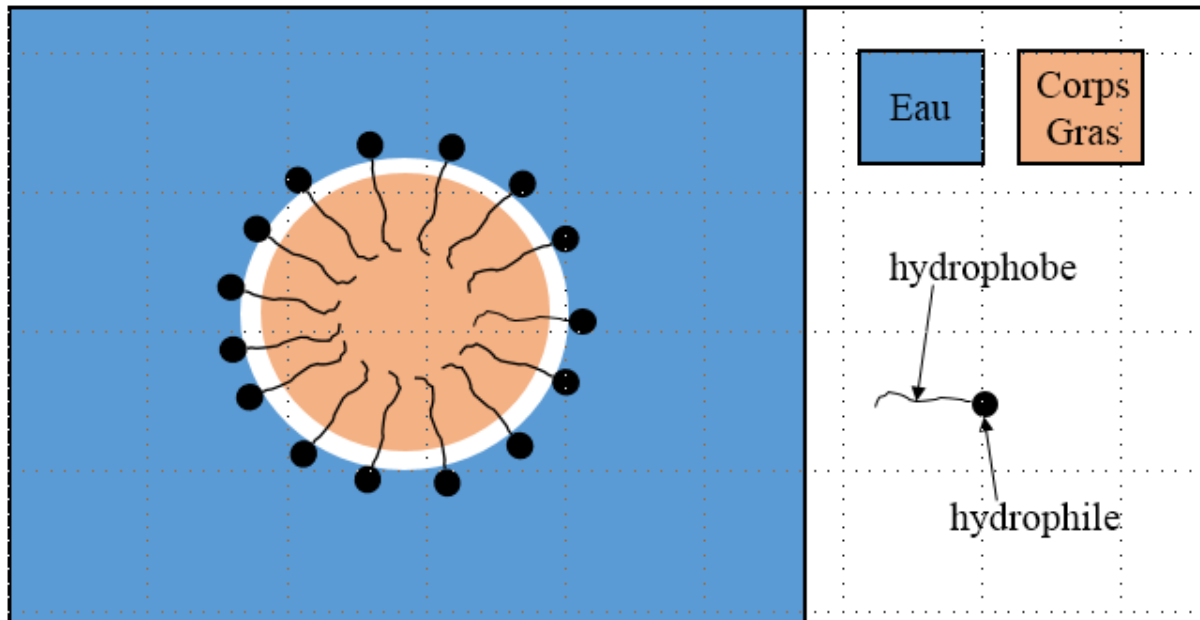
Ces molécules ne sont pas solubles dans l'eau : elles s'y regroupent pour former des structures qui sont solubles dans l'eau, appelées micelles.



Principe de fonctionnement d'un savon

Les matières grasses sont capturées à l'intérieur des micelles grâce aux queues hydrophobes qui interagissent favorablement avec les molécules organiques constituant ces corps gras.

Les micelles, solubles dans l'eau, permettent donc d'évacuer dans l'eau les corps gras ainsi piégés.



Exercices du manuel : 29 p 127, 43 p 131

4. FLUIDE AU REPOS

4.1. Comportement d'un fluide au repos

34. Notion de Fluide

Remarques : Une matière est dite fluide lorsqu'elle n'a pas de forme propre. Un gaz ou un liquide sont des états de la matière dits fluides.

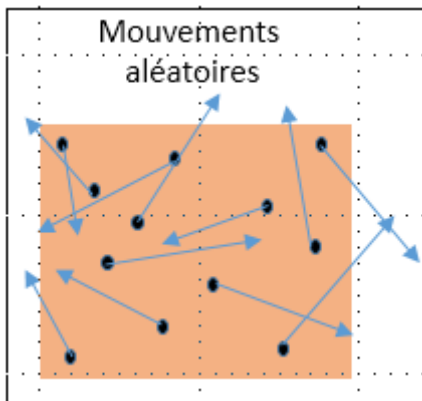
Un fluide est au repos lorsqu'il n'est animé d'aucun mouvement d'ensemble. Un gaz dans un bocal fermé, ou un liquide dans un récipient sans agitation (de l'eau dans une bouteille d'eau minérale stockée dans un placard) sont des exemples de fluides au repos.

Propriété : Un fluide au repos est caractérisé par des grandeurs physiques macroscopiques telles la Pression (P), la température (T) ou la masse volumique (ρ).

Ces grandeurs macroscopiques reflètent des propriétés microscopiques, c'est-à-dire des propriétés des molécules constituant le fluide.

35. Température et énergie cinétique des molécules dans un gaz

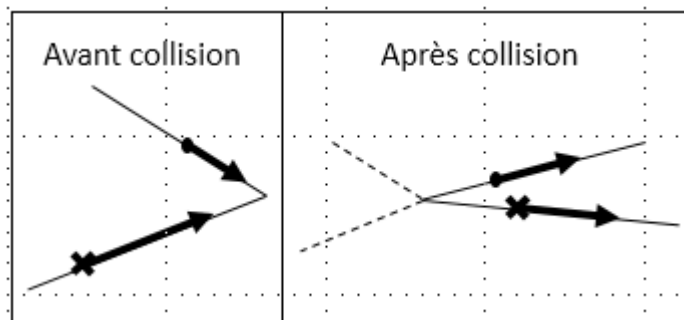
Description microscopique d'un gaz au repos à la température T :



Ainsi, au sein du gaz, chaque molécule se déplace selon une direction et une vitesse parfaitement aléatoire.

Les molécules constituant le gaz sont toutes animées d'un mouvement que l'on peut décrire schématiquement ainsi :

Mouvement rectiligne uniforme entre deux collisions
Changement de direction et/ou de vitesse suite à une collision (avec une autre molécule ou avec une paroi du récipient).



Propriété : La température d'un gaz monoatomique (He ou Ne par exemple) est une mesure de l'énergie cinétique moyenne de toutes les molécules constituant le gaz :

$$E_{C_{MOY}} = 3/2 k_B * T$$

T : température du gaz en K T = θ (en °C) + 273,15
 $k_B = 1,38 * 10^{-23} \text{ J.K}^{-1}$ est appelée constante de Boltzman.
 $E_{C_{MOY}}$ en J

Certaines molécules ont une énergie cinétique supérieure à $E_{C_{MOY}}$, d'autres ont une énergie cinétique inférieure à $E_{C_{MOY}}$, mais la moyenne de toutes les énergies cinétiques des molécules du gaz vaut $E_{C_{MOY}}$.

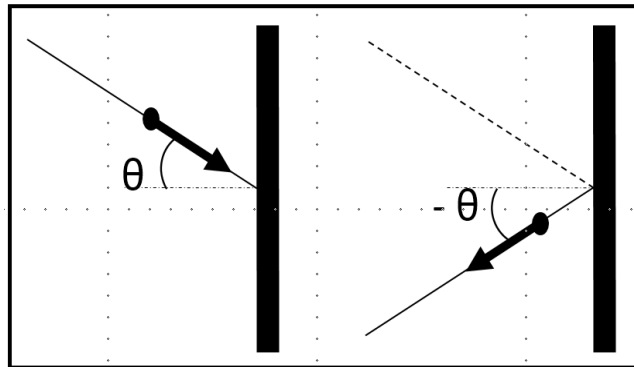
Exercices du manuel : 51 p 236

36. Force pressante et chocs des molécules dans un gaz

Une molécule se déplaçant avec une vitesse v heurte la paroi du récipient qui contient le gaz avec un angle θ . Le choc est dit élastique si la molécule repart avec :

- Un angle - θ
- Une valeur de vitesse inchangée v

D'après la seconde loi de Newton appliquée à la molécule, la force extérieure \vec{F} exercée par la paroi sur la molécule vaut $m * \Delta\vec{v}/\Delta t$. Cette force \vec{F} est perpendiculaire à la paroi et dirigée vers l'intérieur du récipient.



D'après la troisième loi de Newton, la molécule exerce une force $-\vec{F}$ sur la paroi. Cette force est perpendiculaire à la paroi dirigée vers l'extérieur du récipient. Une paroi d'aire S subit un certain nombre de chocs proportionnel à S pendant une durée Δt .

4.2. La Pression

37. Définition

Propriété : Un fluide au repos exerce une force pressante F_{PRESS} sur toute surface plane du fluide d'aire S , perpendiculaire à la surface (ou sur la surface du récipient qui le contient).

Définition : La pression P au sein du fluide est définie par $P = F_{PRESS}/S$
 Unités : F_{PRESS} en N S en m^2
 P en Pascal (Pa) : $1 \text{ Pa} = 1\text{N.m}^{-2}$.

Remarque : La pression est une force « par unité de surface »

Exercices du manuel : 28, 29 p 231

38. Pression dans un gaz : Loi de Mariotte

Loi de Mariotte : On considère une quantité de matière n d'un gaz à la température T : n et T sont maintenus constants. On fait varier le volume V occupé par le gaz, et la pression P du gaz. Quels que soient les variations de P et de V , le produit $P \cdot V$ reste constant.

Remarques : P et V sont « inversement proportionnels ».
La valeur de $P \cdot V$ dépend de T et de n .
La valeur de $P \cdot V$ ne dépend pas de la nature du gaz (CO_2 , N_2 , etc...) : à P et T données, un nombre N de molécules occupe un volume indépendant de la nature du gaz.

Limites de la loi : Elle n'est valable que pour des pressions pas trop élevées.

Exercices du manuel : 9, 10, 11, 19 p 229

39. Pression dans un fluide au repos

Loi de la statique des fluides :

Dans un fluide au repos de masse volumique ρ , on considère un point de profondeur z_1 à la pression P_1 , et un point à la profondeur z_2 et la pression P_2 .

On appelle ΔP la différence de pression $\Delta P = P_2 - P_1$

On appelle Δz la différence de profondeur $\Delta z = z_2 - z_1$

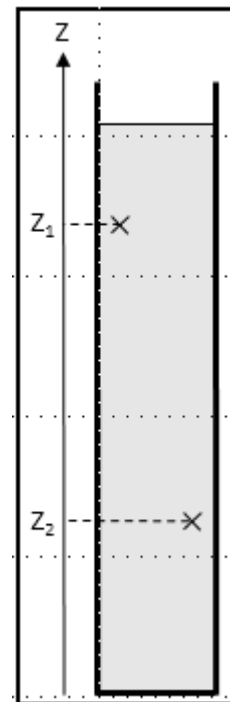
$$\Delta P = - \rho g \Delta z$$

(et en valeurs absolues $|\Delta P| = \rho g |\Delta z|$)

ρ : masse volumique du liquide (kg/m^3)

$g = 9,8 \text{ N/kg}$

ΔP en Pa et Δz en m



Exercices du manuel : 17, 22, 24, 40 p 230

Bonus : 30, 50, 52 p 230

5. MOUVEMENT

5.1. Introduction à la seconde loi de Newton

40. Rappel (Seconde) sur le vecteur vitesse

Rappel 1 (Seconde) :

Vecteur vitesse moyenne entre les instants t et t' :

$$\vec{v} = \overrightarrow{MM'} / \Delta t \quad \text{où} \quad \overrightarrow{MM'} = \overrightarrow{OM}(t') - \overrightarrow{OM}(t)$$

$$\text{Et} \quad \Delta t = t' - t$$

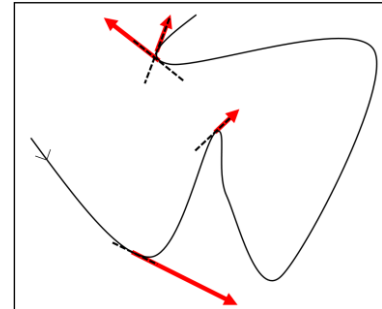
Rappels 2 (Seconde) :

Le vecteur vitesse moyen au point 2 est noté \vec{v}_2 :

Sa norme est v_2 la vitesse moyenne entre t_1 et t_3 .

\vec{v}_2 est tangent à la trajectoire au point 2.

Lorsque les points 1 et 3 sont suffisamment proches (le plus proche possible, « infiniment » proches), \vec{v}_2 est qualifiée de vecteur vitesse « instantanée » au point 2.



Refaire les exercices des points 4 et 5 du cours de Seconde.

41. Etude du mouvement de la Lune (TP9)

Imprimer le document TP9

Partie 1

CR : Mesurer sur le document TP9 la valeur de la distance entre la Terre et la Lune.

CR : Calculer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la Lune.

CR : Représenter cette force \vec{F} au point 5 (crayon bleu)

Il faudra choisir une échelle des forces appropriée

Partie 2

On suppose que le mouvement de la Lune autour de la Terre dans le référentiel géocentrique est un mouvement circulaire uniforme.

Rappeler (Rappel de la classe de Seconde) la définition de :

Référentiel

Référentiel géocentrique

Mouvement circulaire

Mouvement uniforme

CR : A l'aide du document TP9, justifier l'hypothèse d'un mouvement uniforme.

CR : Calculer la valeur de la vitesse de la Lune autour de la Terre.

CR : Représenter (crayon à papier) :

Le vecteur vitesse au point 4 (\vec{v}_4).

Le vecteur vitesse au point 6 (\vec{v}_6).

Il faudra choisir une échelle des vitesses appropriée.

Notation : On note $\Delta\vec{v}_2$ le vecteur $\Delta\vec{v}_2 = \vec{v}_3 - \vec{v}_1$

$$\Delta\vec{v}_5 = \vec{v}_6 - \vec{v}_4$$

- CR :** Dessiner le vecteur
Représenter ce vecteur en le faisant partir du point 5 (crayon rouge).
- CR :** Déterminer (à l'aide de l'échelle des vitesses) la valeur de $\Delta\vec{v}_5$.
- CR :** Calculer la valeur du vecteur $\Delta\vec{v}_5/\Delta t$ où $\Delta t = t_6 - t_4$ (utiliser les unités SI !!)
- CR :** Calculer la valeur de $M_L * \Delta\vec{v}_5/\Delta t$ et comparer cette valeur à celle de \vec{F}

Données :

Masse de la Terre	$M_T = 5,98 * 10^{24}$ kg
Masse de la Lune	$M_L = 7,35 * 10^{22}$ kg

42. Approximation de la seconde loi de Newton

Dans un référentiel galiléen, un système de masse m soumis à un ensemble de forces extérieures vérifie :

$$\Sigma \vec{F}_{EXT} = m * \Delta\vec{v}/\Delta t$$

(si Δt est suffisamment petit)

5.2. Illustration de la seconde loi de Newton

43. La chute libre (TP10)

Imprimer le document TP10

- CR :** Déterminer \vec{v}_2 et \vec{v}_4
- CR :** Représenter le vecteur \vec{v}_2 (en le faisant partir du point 2) et \vec{v}_4 (en le faisant partir du point 4).
- CR :** Dessiner le vecteur $\Delta\vec{v}_3 = \vec{v}_4 - \vec{v}_2$
Représenter ce vecteur en le faisant partir du point 3 (crayon rouge).
- CR :** Déterminer (à l'aide de l'échelle des vitesses) la valeur de $\Delta\vec{v}_3$.
- CR :** Calculer la valeur du vecteur $\Delta\vec{v}_3/\Delta t$ où $\Delta t = t_4 - t_2$ (utiliser les unités SI !!)
- CR :** En déduire la valeur de $\Sigma \vec{F}_{EXT}$ s'exerçant sur l'objet dont la masse vaut $m = 280$ g

Définition : Un objet qui n'est soumis qu'à son poids ($\vec{P} = m * \vec{g}$) est dit en chute libre

Exercice

Montrer que l'objet étudié lors du TD est en chute libre.

Exercice

Une luge de masse m glisse sans frottements le long d'une pente inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale.

- 1- Réaliser un schéma de la situation.
- 2- Déterminer les forces extérieures s'exerçant sur la luge.
- 3- Représenter ces forces sur le schéma.
- 4- Déterminer la direction, le sens ainsi que l'expression littérale du vecteur $\Sigma \vec{F}_{EXT}$.
- 5- En déduire l'expression littérale de $\Delta\vec{v}/\Delta t$.
- 6- Application numérique : $\alpha = 25^\circ$, $m = 23$ kg, $g = 9,8$ m.s⁻²

44. Rôle de la masse- notion d'inertie

Remarque : $\Delta\vec{v}/\Delta t = \Sigma \vec{F}_{EXT}/m$. Ainsi, plus la masse d'un système soumis à des forces extérieures est importante, plus la valeur de $\Delta\vec{v}/\Delta t$ est faible.

Propriété : Dans la seconde loi de Newton, m est une mesure de l'inertie de l'objet (on l'appelle sa « masse inertielle »). Plus m est grande, plus il est difficile de modifier l'état de mouvement de ce système.

Exercices du manuel : 14, 24, 31, 33, 35 p 250

6. MOUVEMENT ET ENERGIE

6.1. Energie cinétique et travail d'une force

45. Energie cinétique

Définition : Un solide de masse m animé d'un mouvement de translation, dont le centre d'inertie se déplace à la vitesse \vec{v} possède une énergie de mouvement appelée *énergie cinétique* qui vaut :

$$E_c = \frac{1}{2} m * v^2$$

Unités : m (en kg) v (en $m.s^{-1}$) E_c en J

46. Travail d'une force constante

Remarque : Le travail d'une force est un mode de transfert d'énergie. Lorsqu'une force extérieure s'exerce sur un système en mouvement, de l'énergie appelée travail est transférée au système.

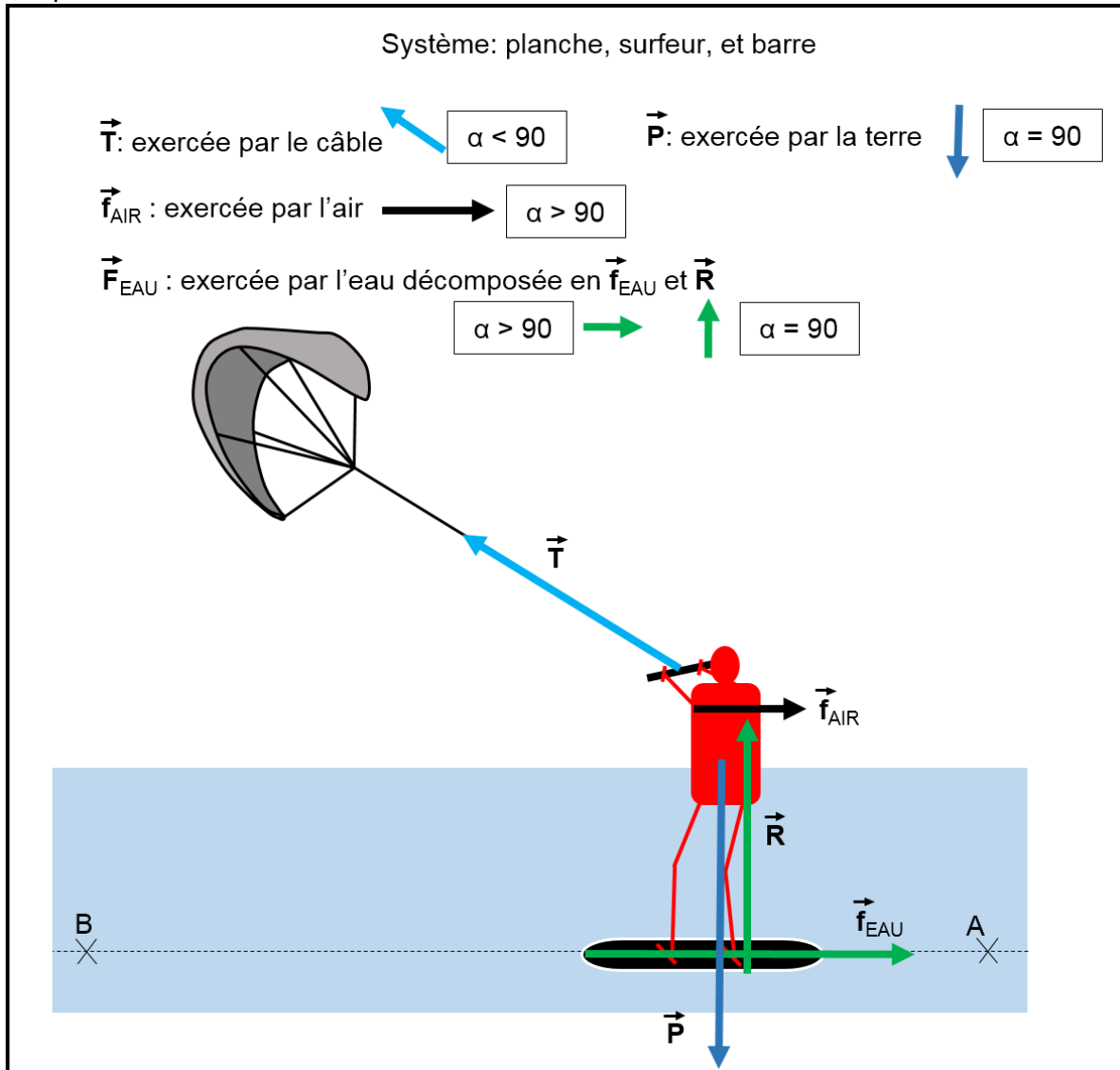
Définition : Dans le cas d'un système modélisé comme un point matériel, se déplaçant d'un point A à un point B, le travail d'une force constante (VECTEUR constant) \vec{F} exercée sur ce système est noté $W_{AB}(\vec{F})$ et est égal au produit scalaire suivant :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} = F * AB * \cos(\alpha)$$

Unités : F (en N) AB (en m) W_{AB} (en J)

Exercice : Exprimer les J en fonction des N et des m.

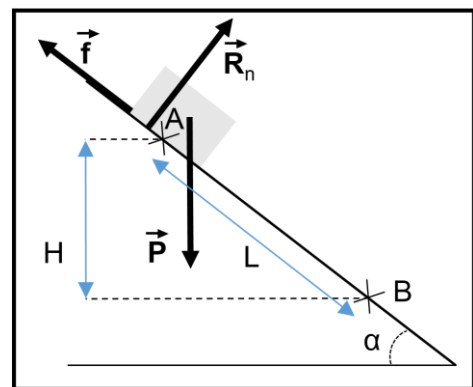
Remarque : Le travail est une grandeur algébrique
 Lorsque $0 \leq \alpha < 90$, il est positif (travail moteur) : de l'énergie est transmise au système.
 Lorsque $90 < \alpha \leq 180$, il est négatif (travail résistant) : de l'énergie est retirée du système.
 Lorsque $\alpha = 90$, il est nul.



Exercices du manuel : 16, 32 p 292

Exemple : Une luge glisse sur une piste inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Elle avance en ligne droite, du point A au point B (longueur L)

Système : luge
 Référentiel : terrestre supposé galiléen
 Forces extérieures :
 Poids \vec{P}
 Réaction normale \vec{R}_n
 Réaction tangentielle \vec{R}_t (frottements \vec{f})



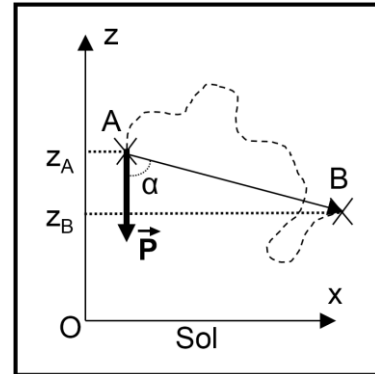
Exercice
 Donner l'expression littérale et indiquer le signe du travail de \vec{P} en fonction de g, H et m, puis de \vec{R}_n , et enfin de \vec{f} en fonction de la norme de \vec{f} et de la distance AB.

47. Travail de la force gravitationnelle

Un objet de masse m se déplace du point A vers le point B. Il est dans une région où règne un champ gravitationnel uniforme \vec{g} (c'est-à-dire proche de la surface de la Terre). Par conséquent il subit une force $\vec{P} = m * \vec{g}$ (son poids).

Exercice : Montrer que $W_{AB}(\vec{P}) = m * g * (z_A - z_B)$

Remarques: lorsque $z_A > z_B$, le travail du poids est moteur.
lorsque $z_A < z_B$, le travail du poids est résistant.



48. Energie potentielle de pesanteur et travail du poids

Remarque :

Entre les points A et B, le travail du poids vaut : $W_{AB}(\vec{P}) = m * g * (z_A - z_B)$
Il ne dépend pas du chemin suivi, mais seulement des lieux où se situent les points A et B.

Définitions :

Une force quelconque (constante ou non constante) est dite *conservative* lorsque son travail entre deux points ne dépend pas du chemin suivi

Exemples de forces conservatrices :

Force gravitationnelle.

Force de rappel exercée par un ressort.

Force électrostatique.

Exemples de forces non conservatrices : Force de frottement.

Propriété : A chaque force conservative, on peut associer une énergie potentielle.

Définition : Energie potentielle de pesanteur :

$$E_{pp}(z) = m * g * z$$

E_{pp} est fixée à 0 en $z = 0$

Propriété : Le travail du poids peut s'exprimer par : $W_{AB}(\vec{P}) = E_{ppA} - E_{ppB}$

6.2. Energie mécanique

49. Théorème de l'énergie cinétique (TEC)

Dans un référentiel galiléen, un solide de masse m est animé d'un mouvement de translation entre les points A et B. Sa vitesse est notée \vec{v} . La variation de son énergie cinétique est égale à la somme des travaux des forces extérieures qui s'exercent sur lui :

$$\Sigma W_{AB}(\vec{F}_{ext}) = E_{cB} - E_{cA} = \frac{1}{2} m * v_B^2 - \frac{1}{2} m * v_A^2$$

Exercices du manuel : 22, 37 p 293

50. Energie mécanique

Un système de masse m est soumis à son poids \vec{P} et à un ensemble d'autres forces \vec{F}_{AUTRES} .
Le TEC se réécrit donc :

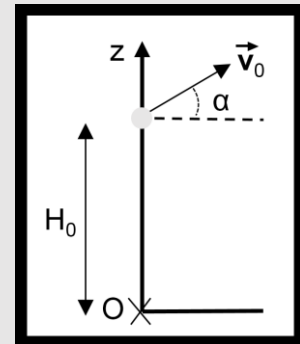
$$\begin{aligned}\Sigma W_{AB}(\vec{F}_{\text{AUTRES}}) + W_{AB}(\vec{P}) &= E_{cB} - E_{cA} \\ \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{\text{AUTRES}}) + E_{ppA} - E_{ppB} &= E_{cB} - E_{cA} \\ \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{\text{AUTRES}}) &= E_{cB} + E_{ppB} - (E_{cA} + E_{ppA}) \\ \Sigma W_{AB}(\vec{F}_{\text{AUTRES}}) &= E_{mB} - E_{mA}\end{aligned}$$

Définition : On appelle l'énergie mécanique E_m d'un système la grandeur
 $E_m = E_c + E_{pp}$

51. Cas de conservation de l'énergie mécanique

Exercice

Un objet de masse m est lancé depuis une colline de hauteur H_0 , avec une vitesse initiale \vec{v}_0 faisant un angle α avec l'horizontale. Il se déplace du point A au point B. On suppose que les frottements de l'air sont négligeables si bien que la seule force extérieure est le poids \vec{P} de l'objet.



1°/ Montrer que $E_{mA} = E_{mB}$.

Dans le cas où $\alpha = 90^\circ$:

2°/ Donner l'expression littérale (en fonction de g , H_0 et v_0) de la hauteur maximale atteinte par l'objet.

3°/ Donner l'expression littérale (en fonction de g , H_0 et v_0) de la vitesse de l'objet juste avant qu'il ne percute le sol.

Propriété : Pour tout système de masse m soumis uniquement à son poids \vec{P} , animé d'un mouvement de translation, l'énergie mécanique se conserve au cours du mouvement.

Remarque : Lors de ce mouvement E_{pp} est convertie en E_c (et vice et versa) grâce au travail du poids.

Exercices du manuel : 23, 40 p 313

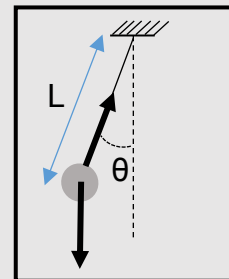
Pendule simple

Exercice

1°/ Montrer qu'en l'absence de frottements, l'énergie mécanique se conserve au cours des oscillations d'un pendule simple (objet de masse m , fil de longueur L).

2°/ Donner l'expression littérale de E_{pp} en fonction de m , L , g et θ (on prendra pour référence $E_{pp} = 0$ lorsque $\theta = 0$)

3°/ Représenter $E_c(t)$ et $E_{pp}(t)$, ainsi que $\theta(t)$.



52. Cas de forces non conservatives

Exercice

Un objet tombe verticalement sous l'effet de son poids \vec{P} . Au cours de sa chute il est soumis à une force de frottements exercée par l'air (\vec{f}). On étudie l'objet entre deux positions A et B.

1°/ Montrer que $W_{AB}(\vec{f}) = E_{mB} - E_{mA}$.

Dans le cas où la vitesse de l'objet ne varie plus entre les points A et B, on peut supposer que la force de frottements est constante au cours de la chute.

2°/ Déterminer la direction et le sens de \vec{f}
Utiliser la réponse à la question 1°/ pour déterminer l'expression littérale de la valeur de f (en fonction de m et de g). Faire un schéma représentant l'objet, \vec{f} et \vec{P} .

Propriétés : Lorsque des forces non conservatives s'exercent sur un objet, son énergie mécanique ne se conserve plus au cours du mouvement.

La variation d'énergie mécanique ΔE_m est alors convertie en d'autres formes d'énergie. Lors de la chute étudiée dans l'exercice, E_{pp} est convertie en énergie thermique (dissipation d'énergie) grâce au travail des forces de frottement.

Exercice

Une balle de tennis est lâchée d'une hauteur H_0 sans vitesse initiale. Elle tombe verticalement vers le sol. On néglige les frottements de l'air. Après le rebond, elle remonte jusqu'à une hauteur maximale H_1 inférieure à H_0 . Expliquer pourquoi.

TP

Balle de tennis et rebond : aspect énergétique

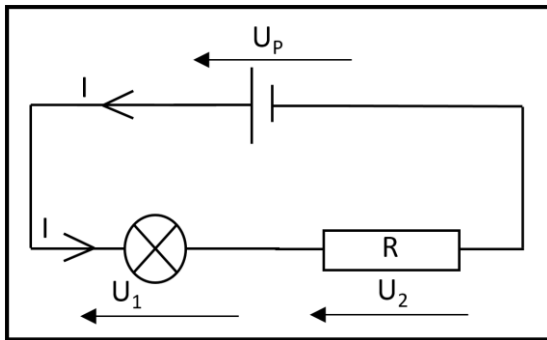
Exercices du manuel : 19, 34, 37 p 312

7. PHENOMENES ELECTRIQUES

7.1. Grandeurs étudiées dans un circuit électrique

53. Rappels

On réalise le circuit électrique ci-contre. Lorsque l'interrupteur est fermé, un courant électrique I circule dans le circuit.



Rappels de seconde :

Une pile possède un pôle positif (+) et un pôle négatif (-).

Dans un circuit fermé, un courant électrique I positif circule de son pôle (+) vers son pôle (-).

La tension aux bornes de la résistance s'écrit $U_3 = R \cdot I$.

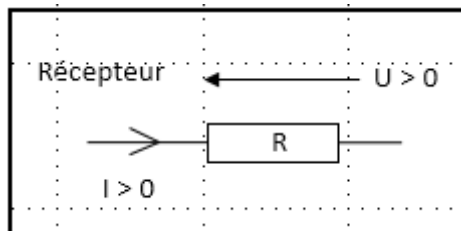
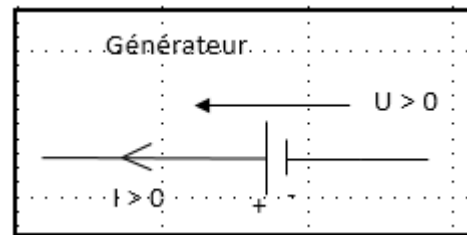
D'après la loi des mailles, lorsque le circuit est fermé : $U_p = U_1 + U_2$.

54. Générateur et récepteur

Remarque : Dans un circuit électrique, un générateur (pile, source de tension, etc...) délivre de l'énergie, et un récepteur (ampoule, résistor, moteur, etc...) consomme cette énergie.

Propriétés :

Lorsqu'un courant électrique positif I est produit par un générateur, la flèche de tension correspondant à une tension positive à ses bornes est celle qui va dans le même sens que celui de I .



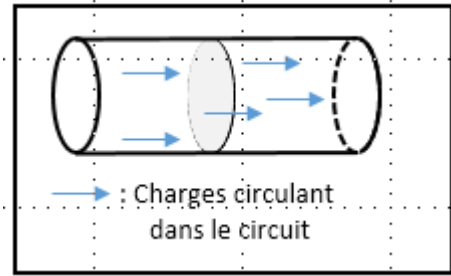
Lorsqu'un courant électrique I positif traverse un récepteur, la flèche de tension correspondant à une tension positive à ses bornes est celle qui va dans le sens contraire de celui de I .

55. Courant électrique et porteur de charges

Le courant électrique I mesure la circulation de charge électrique à travers le circuit. Les porteurs de charge sont les entités chargées électriquement qui, en se déplaçant le long du circuit, créent le courant électrique :

Dans un fil électrique, les porteurs de charge sont les électrons.

Dans une solution aqueuse, les porteurs de charge sont les ions.



Définition : Soit une section quelconque d'un fil électrique dans un circuit. Pendant une durée Δt , la quantité de charge électrique circulant à travers cette section est notée Δq . Le courant électrique est défini par :

$$I = \Delta q / \Delta t$$

$$\text{Unités : } I \text{ (en A)} \quad \Delta q \text{ (en C)} \quad \Delta t \text{ (en s)}$$

Définition : Un courant est dit « continu » lorsqu'il ne varie pas dans le temps.

Exercices du manuel : 14, 18, p 272

56. Puissance et énergie

Définition : Soit un dipôle électrique aux bornes duquel on mesure une tension électrique U , et à travers lequel circule un courant électrique I . La puissance consommée (si c'est un récepteur) ou délivrée (si c'est un générateur) par ce dipôle est définie par :

$$P = U * I$$

$$\text{Unités : } P \text{ (en W)} \quad U \text{ (en V)} \quad I \text{ (en A)}$$

Propriété : Un dipôle électrique aux bornes duquel on mesure une tension électrique U , et à travers lequel circule un courant électrique I , pendant une durée Δt , consomme ou délivre une énergie E égale à :

$$E = P * \Delta t$$

$$\text{Unités : } E \text{ (en J)} \quad P \text{ (en W)} \quad \Delta t \text{ (en s)}$$

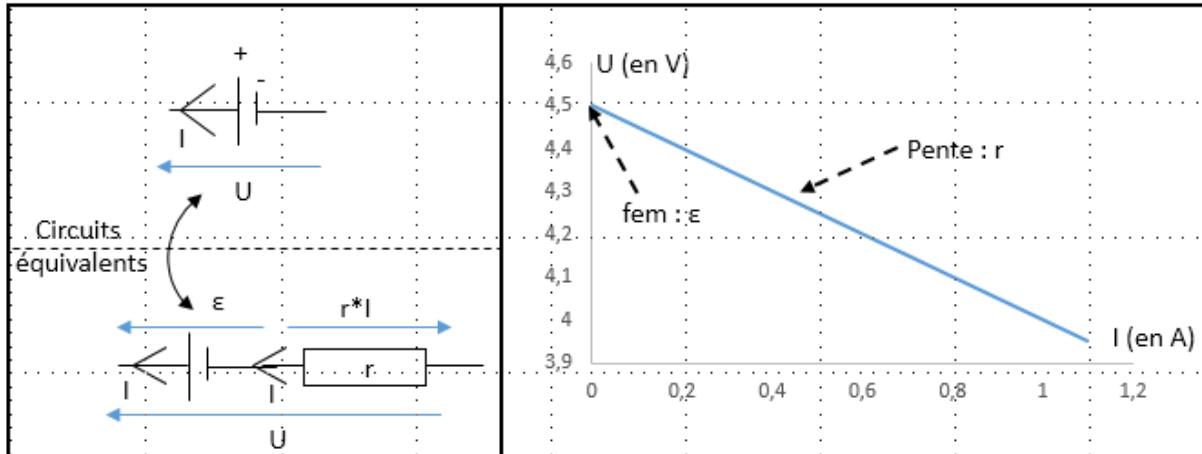
7.2. Energie transmise par un générateur

57. Caractéristique d'un générateur

TP

Caractéristique d'un générateur

Une source de tension (pile, générateur) continue présente une caractéristique tension/courant de la forme suivante.



Définition : L'ordonnée à l'origine représente la tension aux bornes de la source lorsqu'elle ne délivre aucun courant (c'est-à-dire en circuit ouvert). Elle est appelée « force électromotrice » (ou fem) de la source de tension et se note ϵ .

La pente de la courbe est appelée « résistance interne » de la source de tension. Elle se note r .

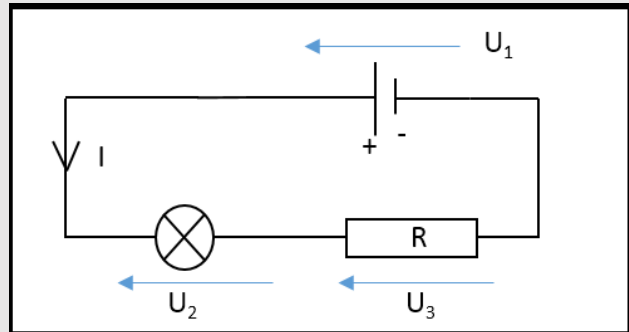
Propriété : La caractéristique d'une source de tension a pour équation $U = \epsilon - r \cdot I$

Vocabulaire : Une source de tension pour laquelle $r = 0$ est qualifiée de « source idéale » de tension.

58. Transferts énergétiques dans un circuit électrique

Exercice

Un générateur de tension ($\varepsilon = 4,50 \text{ V}$; $r = 1,0 \Omega$) est associé en série avec un résistor ($R = 12,0 \Omega$), un interrupteur et une ampoule. Lorsque l'on ferme l'interrupteur, la tension aux bornes de la pile vaut $U_1 = 4,30 \text{ V}$.



1°/ Déterminer la valeur du courant électrique I circulant dans le circuit.

2°/ Déterminer la valeur de U_3 . En déduire celle d' U_2 .

2°/ Déterminer la valeur de la puissance totale délivrée par le générateur.

3°/ Déterminer la valeur de la puissance thermique :

Dissipée par le générateur lui-même

Dissipée par le résistor.

4°/ Déterminer la valeur de la puissance consommée par l'ampoule.

5°/ Montrer que la puissance totale délivrée par le générateur a été conservée (c'est-à-dire qu'elle a été intégralement distribuée aux divers composants du circuit électrique).

Remarques :

L'énergie dissipée par un résistor est de l'énergie thermique.

On utilise souvent l'expression « effet Joule » pour évoquer ce phénomène.

Son expression littérale est $P = R \cdot I^2$

Car $P = U \cdot I$, et que pour un résistor, $U = R \cdot I$

Une source réelle de tension dissipe par effet Joule de l'énergie thermique (à cause de sa résistance interne). Ainsi, son efficacité est inférieure à 100%.

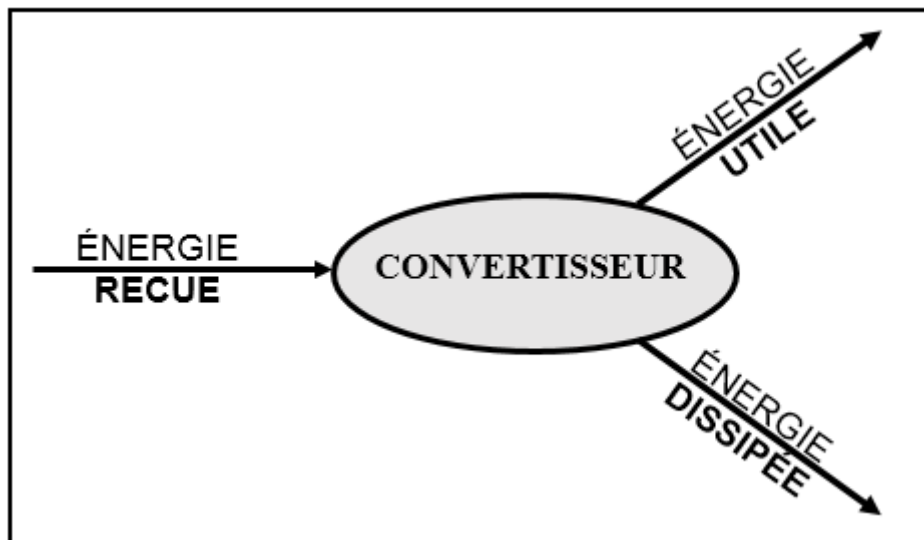


Schéma d'une « chaîne énergétique »

Exercices du manuel : 17, 26, 32, 38, 44, 50 p 272

Exercice :

Le but du circuit de l'exercice précédent est de produire de la lumière.

Pour le circuit de l'exercice précédent, donner la valeur ainsi que la nature (électrique, thermique, etc...) des énergies suivantes :

Energie reçue

Energie utile

Energie dissipée

Représenter le schéma de la chaîne énergétique de ce circuit.

En déduire la valeur du rendement de ce circuit.

59. Puissance des appareils électriques courants

Four	2000 W
Réfrigérateur	300 W
Téléviseur plasma	300 W
Lave-linge	2500 W
Ordinateur	80 W
Lampe (Eco)	20 W

Source : <https://www.energiesdouce.com/content/12-conseils-faq-consommation-electrique-des-appareils-electromenagers>

TP

Rendement d'un convertisseur d'énergie

8. MATIERE ORGANIQUE

8.1. Structure et propriétés des molécules

60. Représentation des molécules organiques

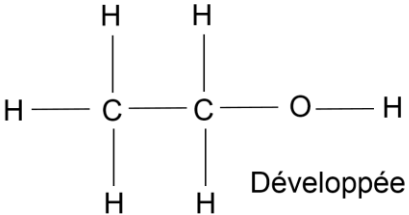
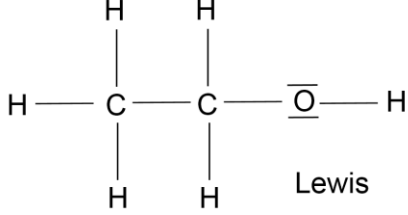
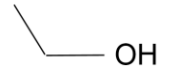
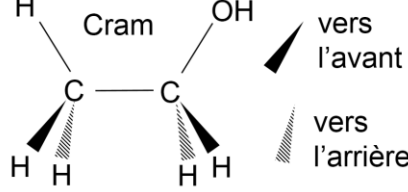
Une *molécule organique* est constituée :

Principalement d'atomes de Carbone et d'Hydrogène (C et H). L'enchaînement des atomes de Carbone constitue le *squelette carboné* de la molécule.

D'éventuellement quelques atomes (O, N, Cl, P....) qui ne sont ni H ni C (on les qualifie d'hétéroatomes) qui sont organisés en groupes caractéristiques.

Il existe plusieurs façons de représenter les molécules organiques

Formule brute :	Seuls les éléments et leur nombre apparaissent.
Formule développée :	Tous les atomes et toutes les liaisons apparaissent.
Formule semi-développée :	Montre seulement quelques liaisons, et regroupe certains atomes.
Formule de Lewis :	On ajoute les doublets non liants à la formule développée.
Formule topologique :	Seuls les hétéroatomes (O, Cl, N...), les H liés à un hétéroatome et les liaisons apparaissent.
Cram :	Permet de représenter la structure 3D des molécules.

C_2H_6O Brute	 Développée	 Lewis
 Topologique	CH_3-CH_2-OH Semi-développée	 Cram

Remarques : Il existe d'autres représentations (Newman, Fischer...)

Il arrive fréquemment qu'une molécule soit représentée en utilisant des combinaisons des représentations décrites ci-dessus.

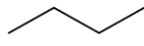
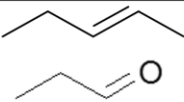
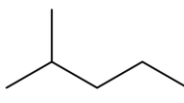
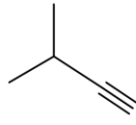
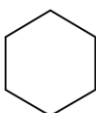

Développée	Topologique
C—C	—
C=C	=
C≡C	≡
C—H	Rien
C—X	—X
C=X	=X
C≡X	≡X
X—H	X—H
X: hétéroatome	

Rappel : tableau de correspondance entre une formule développée et une formule topologique

Vocabulaire : Une molécule organique peut être :

Saturée
(constituée uniquement de liaisons simples).

Insaturée
(comporte des liaisons doubles ou triples).

	Saturé	Insaturé
Linéaire		
Ramifié		
Cyclique		

Linéaire, ramifiée ou cyclique.

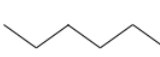
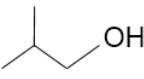
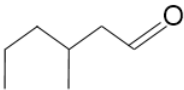
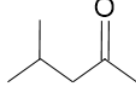
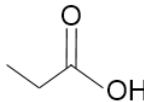
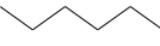
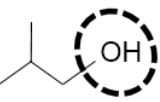
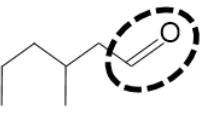
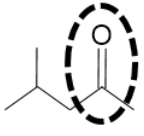
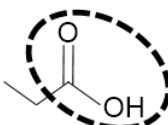
Exercice :

Sélectionner deux molécules du tableau ci-contre et le représenter en utilisant les différentes façons décrites ci-dessus.

61. Groupes caractéristiques et fonctions

Remarque : Certains assemblages d'atomes au sein d'une molécule, appelés groupes caractéristiques ou fonctions organiques, déterminent les propriétés les réactivités de cette molécule.

Illustration : Les molécules comportant une fonction « acide carboxylique » sont acides (molécules présentes dans le vinaigre, acides gras, etc...)

Exemples					
Famille fonctionnelle	Alcane	Alcool	Aldéhyde	Céto	Acide carboxylique
Groupe (caractéristique ou fonctionnel)	Alkyle	Hydroxyle	Carbonyle	Carbonyle	Carboxyle
					
Préfixe (substituant)	Alkyl (Ici hexyl)	Hydroxy	Aldo ou Oxo	Céto ou Oxo	<i>Jamais</i>
Suffixe (fonction principale)	<i>Jamais</i>	... ol	... al	... one	Acide ... oïque

62. Nomenclature

Une molécule organique contient :

Une ou plusieurs chaînes carbonées dont l'une est qualifiée de *chaîne principale*.

D'éventuelles fonctions dont l'une est qualifiée de *fonction principale*.

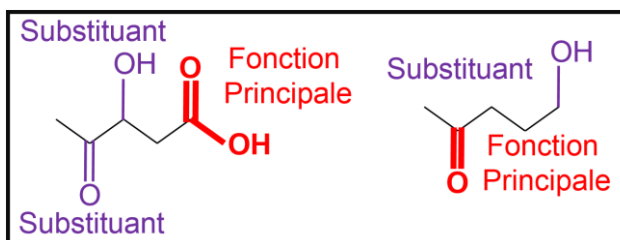
D'éventuelles insaturations.

MÉTHODE : Les étapes de la détermination du nom d'une molécule organique sont présentées dans les grandes lignes ci-dessous.

ÉTAPE 1 : Détermination de la FONCTION principale

Règle : Lorsqu'une molécule organique comporte plusieurs fonctions, l'une d'entre elle est arbitrairement (selon l'ordre de priorité suivant : Acide carboxylique prioritaire devant aldéhyde ou cétone, prioritaire devant alcool) qualifiée de « fonction principale ».

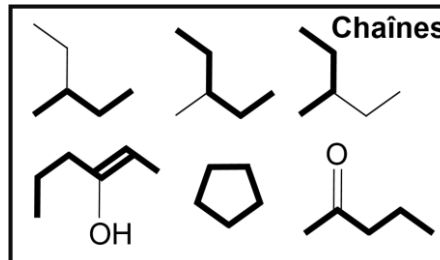
Les autres fonctions (fonctions secondaires) sont qualifiées de substituants.



Remarque : Le qualificatif « principale » ne signifie pas que la fonction joue un rôle plus important que les autres fonctions dans la molécule.

ÉTAPE 2 : Détermination de la CHAÎNE principale

Une chaîne d'atomes de Carbone est une succession d'atomes de Carbone reliés entre eux par des liaisons covalentes simples, doubles ou triples. Une chaîne non cyclique possède à ses deux extrémités un atome de Carbone qui n'est lié qu'à un seul autre atome de Carbone. Une molécule dont le squelette carboné est ramifié possède chaînes carbonées. L'identification de sa chaîne principale d'atomes de Carbone se fait en respectant, dans l'ordre, les critères suivants :

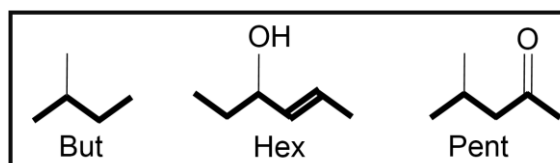


- 1- Elle doit contenir la fonction principale.
- 2- Elle doit contenir le maximum d'insaturations (liaisons doubles ou triples) entre atomes de Carbone.
- 3- Elle doit être la chaîne la plus longue.
- 4- Elle doit contenir le maximum de substituants (fonctions secondaires ou ramifications).

Le nombre de Carbones de la chaîne principale détermine la racine du nom :

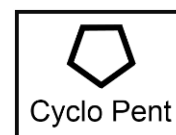
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Meth	Eth	Prop	But	Pent	Hex	Hept	Oct	Non

Exemples : La chaîne principale est représentée en gras



Remarque 1 :

Si la molécule est cyclique on fait précéder le nom de la chaîne principale par CYCLO.



Remarque 2 : Le qualificatif « principale » ne signifie pas que la chaîne joue un rôle plus important que les autres chaînes dans la molécule.

ÉTAPE 3 : Détermination du suffixe (i.e. la fin du nom) de la molécule

Règle 1 : La fonction principale donne le suffixe du nom de la molécule.

Fonction	Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
Suffixe	ol	al	one	Acide ... oïque

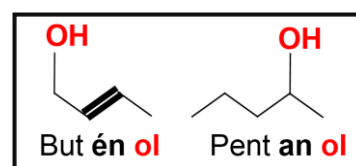
Règle 2 :

Si la chaîne principale ne comporte aucune liaison multiple entre atomes de Carbone le suffixe est précédé de ANE (ou AN).

Sinon, le suffixe est précédé de :

ENE (ou EN) pour indiquer la présence d'une double liaison entre deux atomes de Carbone.

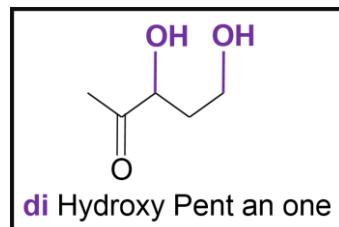
YNE (ou YN) pour indiquer la présence d'une triple liaison entre deux atomes de Carbone.



ÉTAPE 4 : Détermination du préfixe (i.e. le début du nom) de la molécule

Règle : La présence de substituants greffés sur la chaîne principale (fonctions secondaires, ramifications) est indiquée en début de nom.

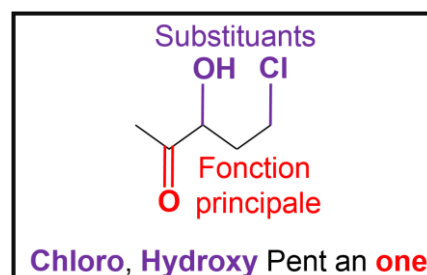
On les positionne par ordre alphabétique.



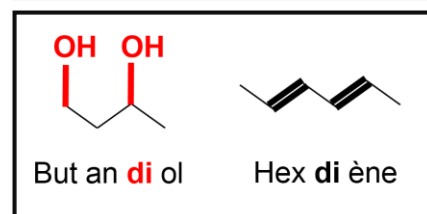
di Hydroxy Pent an one

Remarque 1 : Lorsqu'un substituant apparaît plusieurs fois, on fait précéder son nom des préfixes di, tri ou tétra (qui n'entrent pas en compte dans l'ordre alphabétique).

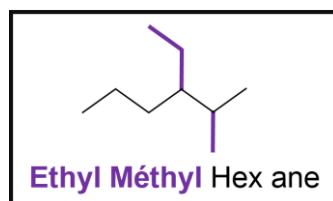
De même, lorsque la fonction principale, une liaison double ou une liaison triple apparaissent plusieurs fois.



Chloro, Hydroxy Pent an one



But an di ol Hex di ène



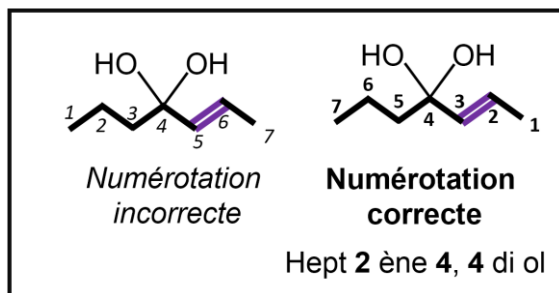
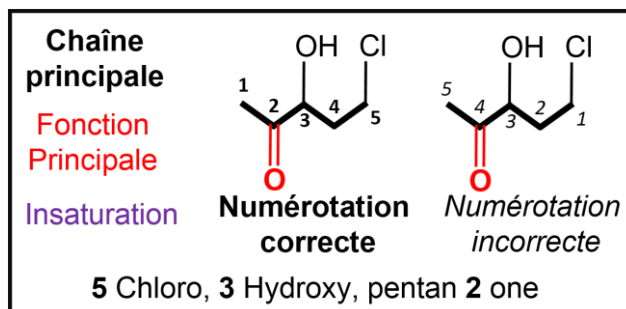
Ethyl Méthyl Hex ane

Remarque 2 : Lorsque le substituant est une chaîne carbonée, on utilise les mêmes racines que pour la chaîne principale pour indiquer sa présence, suivi de YL (Methyl, Pentyl, etc...).

ÉTAPE 5 : Numérotation de la chaîne

Règle : On numérote les atomes de Carbone de la chaîne principale à partir d'une de ses deux extrémités, de façon à donner, dans l'ordre, le plus petit numéro :

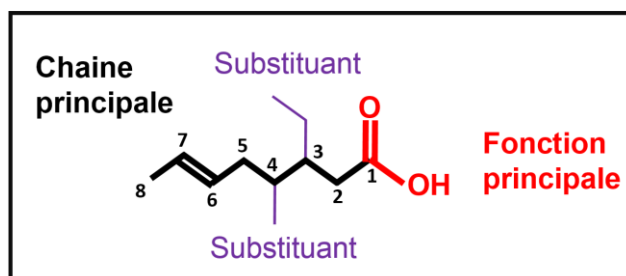
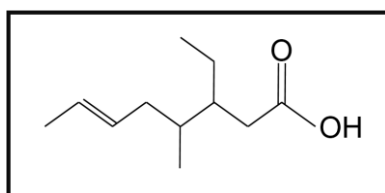
- 1- A la fonction principale
- 2- Aux insaturations
- 3- Aux substituants



Remarques : Dans le cas d'une liaison double ou triple, on indique le plus petit des deux numéros portés par les atomes de la liaison.

Lorsqu'une fonction, un substituant ou une liaison multiple est répétée plusieurs fois, le numéro de chacun d'entre eux est indiqué dans le nom de la molécule.

EXEMPLE COMPLET :



Acide 3 Ethyl 4 Méthyl oct 6 ènoïque

Exercice

- 1°/ Déterminer le nom des molécules présentées dans les tables des points 60 et 61
- 2°/ Représenter la notation topologique et semi-développée des molécules suivantes :
Acide 2 méthyl propanoïque
3 chloro pentan 2 one
Pent 1 èn 3 ol

TP

Modèles moléculaires

63. Identification des groupes par spectroscopie Infra-Rouge (IR)

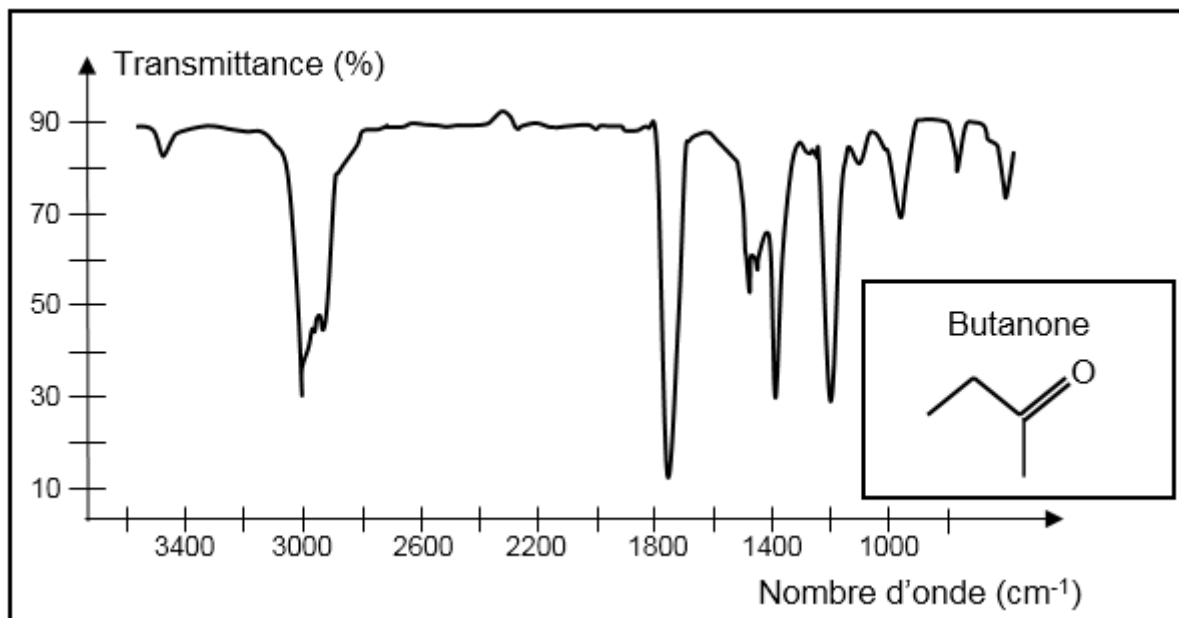
La spectroscopie Infra-Rouge (IR) consiste à envoyer des ondes électromagnétiques qui correspondent aux transitions de vibrations d'une molécule. En d'autres termes, une onde (i.e. un photon) est absorbée par la molécule lorsqu'elle (i.e. le photon) fournit précisément l'énergie permettant de faire vibrer une liaison particulière de la molécule.

Par exemple, une onde électromagnétique de fréquence f_0 précisément égale à $5,34 \cdot 10^{13}$ Hz (ou de longueur d'onde dans le vide $\lambda = 5,62 \cdot 10^{-6}$ m) est requise pour faire entrer en résonance (vibration) la double liaison C=O au sein de la molécule de butanone. Toute

onde de fréquence plus petite ou plus grande que f_0 ne permet pas de faire vibrer cette liaison et ne sera donc pas absorbée par cette partie de la butanone.

L'analyse du spectre IR permet donc de déduire la nature des liaisons qui composent la molécule.

Exemple : spectre IR de la molécule de butanone



Remarques : Chaque pic est dû à l'absorption d'une radiation de longueur d'onde λ par une liaison.

L'axe des abscisses des spectres IR repère traditionnellement les nombres d'ondes σ des ondes absorbées (où $\sigma = 1/\lambda$, l'unité la plus utilisée pour σ étant le cm^{-1}).

Nombre d'onde (cm^{-1})	Liaisons	Commentaires	Types de molécule
3300	O — H N — H	Pic souvent large à cause des liaisons Hydrogène	Alcool Amine, etc ...
3000	O — H	Pic large à cause des liaisons Hydrogène	Acide carboxylique
	C — H	Pic fin (juste inférieur à 3000 cm^{-1})	Alcane
	C — H	Pic fin (juste supérieur à 3000 cm^{-1})	Alcène
1750	C = O	Pic assez fin. Des légères différences selon les groupes caractéristiques	Acide carboxylique Aldéhyde Cétone, etc...
1660	C = C		Alcène

Exercice : Faire les parties d'exercices de bac suivantes :
Pondichéry 2013 Exercice 2 Partie 1 Question 1.3.1
Liban 2013 Exercice 1 Question 1.2.1

Exercices du manuel : 29, 33, 37, 38 p 148

8.2. Techniques de synthèse organique

64. Stratégies

Lors d'une synthèse organique, de nombreux facteurs entrent en compte dans le choix du mode opératoire :

Le rendement (nombre d'étapes, rendement de chaque étape, pertes entre chaque étape en raison de l'extraction, de la purification des produits intermédiaires...).

Le coût (chauffage, coût des réactifs...).










La durée.

La dangerosité des produits ou des réactions.

Etc...

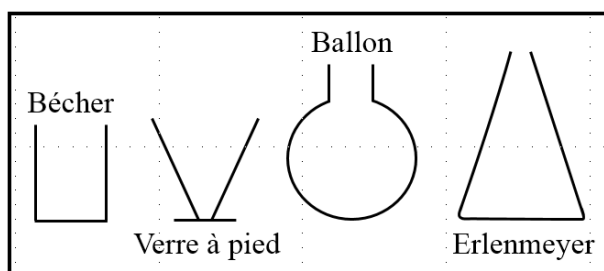
65. Sécurité et verrerie

Pictogrammes de sécurité

 <p>Corrosif ronge métaux, peau, yeux <i>HCl, NaOH, javel...</i></p>	 <p>Nocif ou irritant contact cutané, ingestion, inhalation <i>Acétone, KMnO₄ ...</i></p>	 <p>Toxique contact cutané, ingestion, inhalation <i>NO₂, SO₂...</i></p>
 <p>Danger pour la santé cancérogène, mutagène ou reprotoxique <i>Benzène, cyclohexane</i></p>	 <p>Inflammable <i>H₂, CH₄ ...</i></p>	 <p>Comburant Provoque ou aggrave un incendie <i>O₂, H₂O₂ ...</i></p>
 <p>Gaz sous pression ou gaz réfrigéré: peut exploser <i>O₂, H₂ ...</i></p>	 <p>Explosif <i>TNT...</i></p>	 <p>Dangereux pour l'environnement <i>KMnO₄, I₂ ...</i></p>

Les outils de verrerie utilisés en laboratoire sont multiples.

Les récipients les plus courants sont les béchers, les erlenmeyers, les ballons ou les verres à pied. Certains de ces contenants sont gradués, mais les indications de volume sont très peu précises.



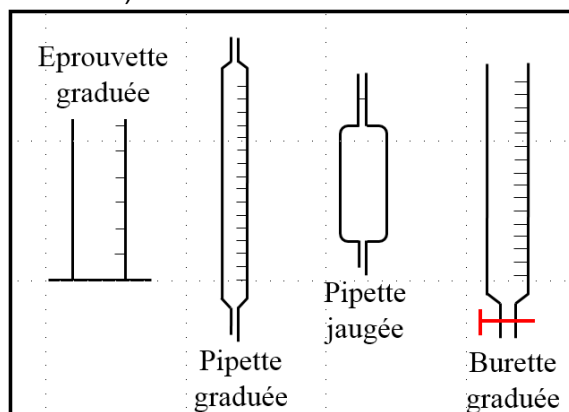
Les instruments de mesures ou de prélèvement les plus courants sont :

Les éprouvettes graduées (précision maximale de 1 mL)

Les pipettes graduées (précision entre 0,1 et 1 mL)

Les pipettes jaugées (elles ne peuvent mesurer qu'un seul volume mais avec une très grande précision, bien souvent inférieure à 0,1 mL).

Enfin, les burettes graduées servent à verser des quantités précisément contrôlées de liquide. La précision de lecture est généralement de l'ordre de 0,1 mL, mais on peut contrôler le versement du liquide à la goutte près.

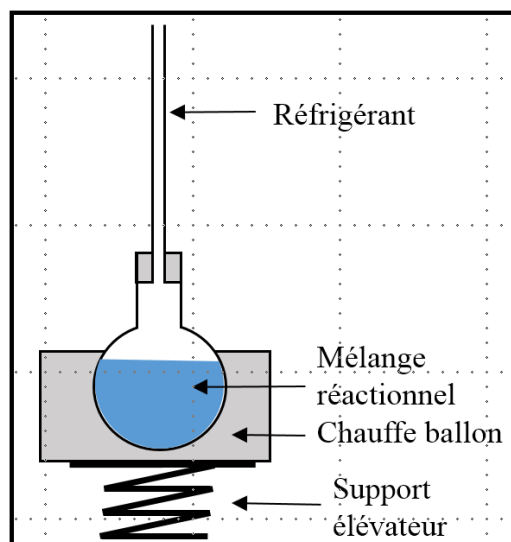


66. Chauffage à reflux

Dans certaines circonstances, il peut être intéressant de chauffer le mélange réactionnel afin d'accélérer la réaction qui s'y déroule.

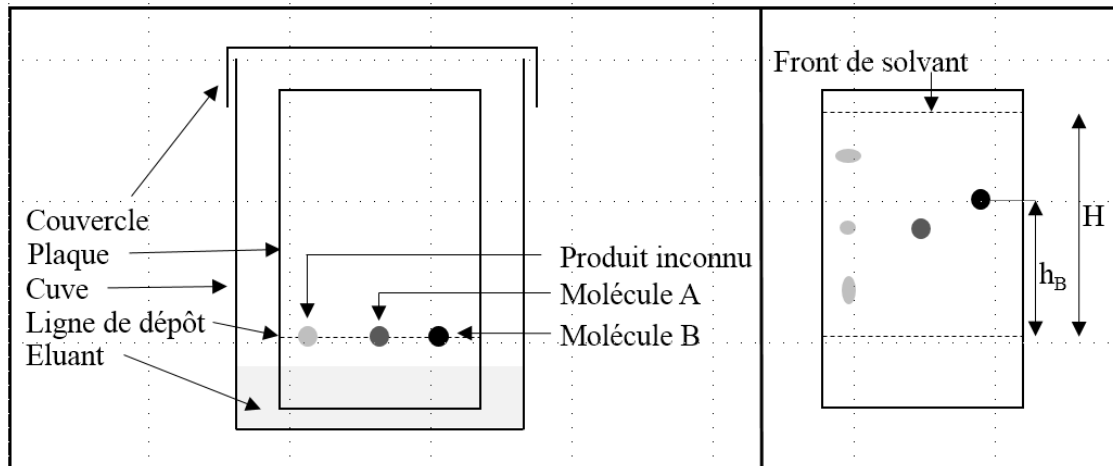
La technique du chauffage à reflux permet de chauffer un mélange réactionnel dans lequel se trouvent des liquides volatiles (réactifs ou produits de la réaction) sans qu'ils ne s'évaporent hors du récipient où se déroule la réaction. Un réfrigérant (à eau, à air...) est placé en sortie du ballon. Il permet de condenser les vapeurs qui se forment lors du chauffage et qui retombent alors dans le mélange réactionnel.

Afin de limiter la taille des bulles formées lors de l'ébullition, on introduit parfois quelques grains de pierre ponce, un solide poreux, dans le mélange réactionnel.



67. Techniques de séparation

Chromatographie sur couche mince (CCM)



Définition : Le *rapport frontal* pour la molécule B est défini par $R_F = h_B/H$

Interprétation du chromatogramme :

L'échantillon à analyser contient trois espèces différentes, dont deux espèces inconnues et de l'espèce A. En revanche, il ne contient pas de B.

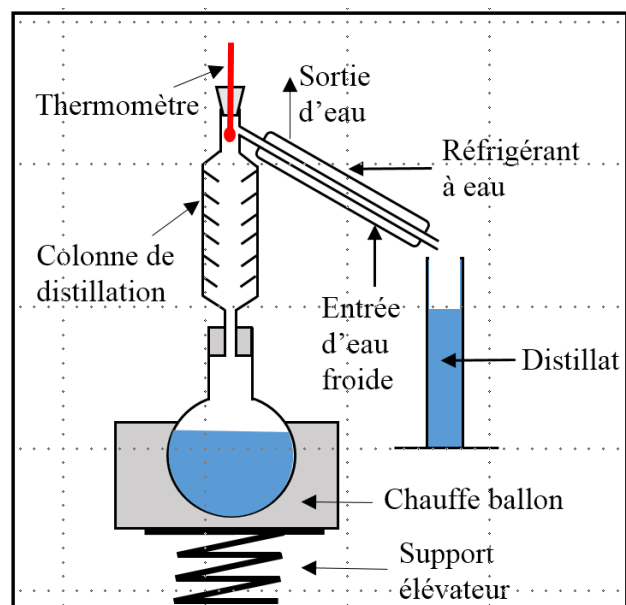
Remarques : La chromatographie est une technique d'analyse et de séparation.

Lorsque les produits déposés sur la plaque de chromatographie ne sont pas directement visibles, il est nécessaire de procéder à la *révélation* de la plaque avant de l'analyser. Ce procédé a pour but de rendre visibles les tâches du chromatogramme.

Distillation fractionnée

La distillation est une technique de séparation de liquides miscibles. Pour les séparer, elle utilise le fait que les deux liquides ne possèdent pas la même température d'ébullition.

Exemple : séparation d'un mélange d'eau et d'éthanol, deux liquides totalement miscibles.



68. Récupération et purification d'une phase solide

Formation de la phase solide

Une fois la réaction terminée, l'espèce solide X que l'on souhaite récupérer est (plus ou moins) partiellement dissoute dans la phase liquide du mélange réactionnel. En effet :

X peut avoir été obtenue sous une forme ionique (par exemple, la base conjuguée d'un acide carboxylique ne possédant pas de charge électrique lorsqu'il est sous sa forme acide), particulièrement soluble dans un solvant aqueux. Dans ce cas, il convient d'ajouter un réactif à l'issue de la réaction (un acide fort dans le cas de la formation de la base conjuguée) qui fera précipiter X.

Le mélange réactionnel est chaud à la fin de la réaction. Or la plupart des solides sont d'autant plus solubles que la température du solvant est élevée. Il convient donc de refroidir le mélange réactionnel afin de récupérer un maximum de X sous forme solide.

Relargage

Cette technique sert à récupérer de petites quantités d'un solide (ou d'un liquide) peu soluble dans un solvant. Elle consiste à saturer le solvant d'une espèce très soluble afin d'en expulser l'espèce que l'on souhaite récupérer.

Exemple : une huile essentielle est peu soluble dans l'eau

Afin de récupérer la faible quantité d'huile essentielle dissoute dans l'eau, on sature l'eau d'espèces ioniques (des sels). Ainsi, la faible quantité d'huile essentielle se trouve expulsée de l'eau est peut-être récupérée.

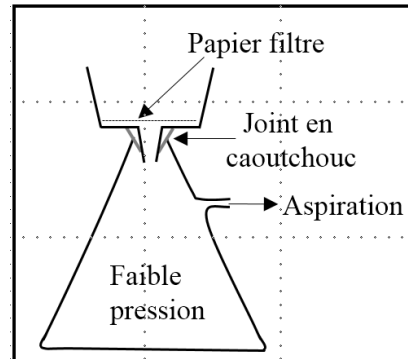
Filtration sous vide à l'aide d'un Büchner

La filtration sous vide à l'aide d'un Büchner maintient la fiole de récupération du liquide à une pression inférieure à la pression du laboratoire afin d'accélérer l'écoulement du liquide, et d'obtenir un solide contenant un très faible résidu de liquide.

Une filtration peut servir à récupérer :

Un solide (sur le papier filtre)

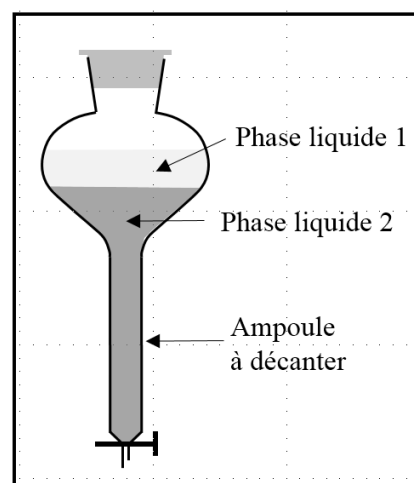
Un liquide appelée filtrat (dans la fiole de récupération)



Extraction liquide-liquide

Cette technique sert à transférer un soluté d'un solvant d'où il est difficile de l'extraire vers un autre solvant d'où son extraction sera plus aisée.

Exemple : Du diiode (I_2) est dissout dans de l'eau. L'eau ayant une température d'ébullition élevée, il est difficile d'en extraire le diiode. Son transfert dans du cyclohexane (dans lequel il est beaucoup plus soluble) qui possède une température d'ébullition plus basse que celle de l'eau permet ensuite de l'en extraire plus facilement.



Recristallisation

Le solide obtenu lors des étapes précédentes contient souvent des impuretés solides, c'est-à-dire des traces d'autres solides (réactif initial, autres produit de la réaction...) dont il faut se débarrasser. La méthode de recristallisation consiste à dissoudre le solide obtenu dans un solvant dans lequel :

Les impuretés sont très solubles à chaud et à froid

Le solide X que l'on souhaite récupérer est très soluble à chaud et très peu soluble à froid.

Ainsi, la totalité du solide (X et les impuretés) sera dissout dans le solvant à chaud, mais en refroidissant le solvant, seul X se formera (processus de recristallisation), les impuretés étant fortement solubles dans le solvant froid. Une filtration permet alors de récupérer le solide X pur.

Séchage d'une phase organique

Les solides obtenus à l'issue de l'ensemble des étapes précédentes sont souvent légèrement imbibés de liquide. On les place alors dans une étuve afin de les sécher par évaporation lente du liquide. On récupère alors un solide pur et sec dont la pesée permet de calculer le rendement global de la réaction.

Lorsque le produit organique formé par la réaction est un liquide, il est bien souvent peu miscible avec l'eau. Néanmoins, des traces d'eau peuvent s'y trouver, donnant ainsi à la phase organique un aspect trouble. Afin de le purifier en éliminant toute trace d'eau, on ajoute à la phase organique de petites quantités d'un solide très hydrophile ($\text{MgSO}_4(s)$ anhydre...), qui en se gonflant d'eau permet de l'ôter de la phase organique et de la rendre limpide.

TP

Synthèse de l'aspirine, extraction, purification et analyse

Exercice

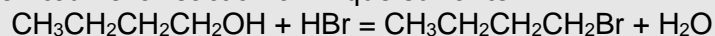
Exercice 1, partie 1 du sujet de Bac de Métropole 2019.

Exercice 3, partie 1 du sujet de Bac de Polynésie 2015 :

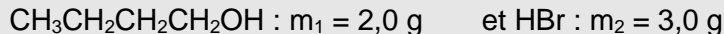
Identifier dans ce protocole ce qui relève de la transformation des réactifs, de la purification des produits, de l'isolement des produits, et de l'analyse des produits.

Répondre aux questions 1.1 à 1.5.

Exercice : On met en œuvre la réaction chimique suivante :



Les quantités initiales introduites sont les suivantes :

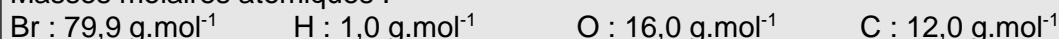


Déterminer le réactif limitant.

On récupère une masse $m_3 = 2,5 \text{ g}$ du produit $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Br}$

En déduire le rendement de la réaction.

Masses molaires atomiques :



Exercices du manuel : 24, 25, 37 p 167

8.3. Combustion de matière organique

69. La combustion

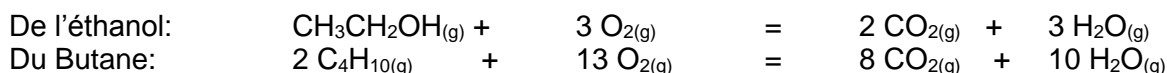
Une combustion est une réaction au cours de laquelle de l'énergie chimique stockée dans les molécules est libérée sous forme d'énergie thermique.

Elle nécessite : Un combustible : des alcools (éthanol) ou des alcanes (méthane, propane, butane, etc...)

Un comburant : le dioxygène.

L'équation de combustion complète d'un alcool ou d'un alcane dans le dioxygène produit de l'eau et du dioxyde de carbone. Cette combustion est dite incomplète si elle forme également du monoxyde de Carbone, un gaz très toxique pour les êtres humains.

Equations de combustion complète



70. Energie libérée par la combustion

Définitions : L'énergie molaire de réaction est l'énergie thermique libérée par une réaction de combustion d'une mole de combustible (unité : $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$).

Le pouvoir calorifique massique d'un combustible est l'énergie libérée par la combustion d'un kilogramme de ce combustible (unité : $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$).

Propriété : La combustion est une réaction chimique qui libère de l'énergie : à ce titre, elle est qualifiée d'exothermique.

Combustible	Pouvoir calorifique ($\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)
Méthane CH_4	56
Butane C_4H_{10}	50
Octane (essence) C_8H_{18}	48
Dihydrogène H_2	143
Glucose $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	16

Energie de liaison et énergie de réaction

Remarques : La rupture d'une liaison covalente X-Y nécessite un apport d'énergie E.

La valeur de E dépend de la nature de cette liaison (atomes mis en jeu, multiplicité de la liaison).

La formation de la liaison X-Y libère de l'énergie, en quantité exactement égale à E.

Définition : L'énergie de liaison d'une espèce moléculaire AB, notée $D(\text{AB})$, est l'énergie qu'il faut fournir pour dissocier une mole de AB sous phase gaz en une mole de A et une mole de B, tous deux sous phase gaz. Elle correspond à l'énergie associée à la réaction de rupture de liaison suivante :



Liaisons	Energie molaire ($\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$)
C — C	350
C = C	614
C — H	423
O — H	464
O = O	497
C = O	745
C — O	335

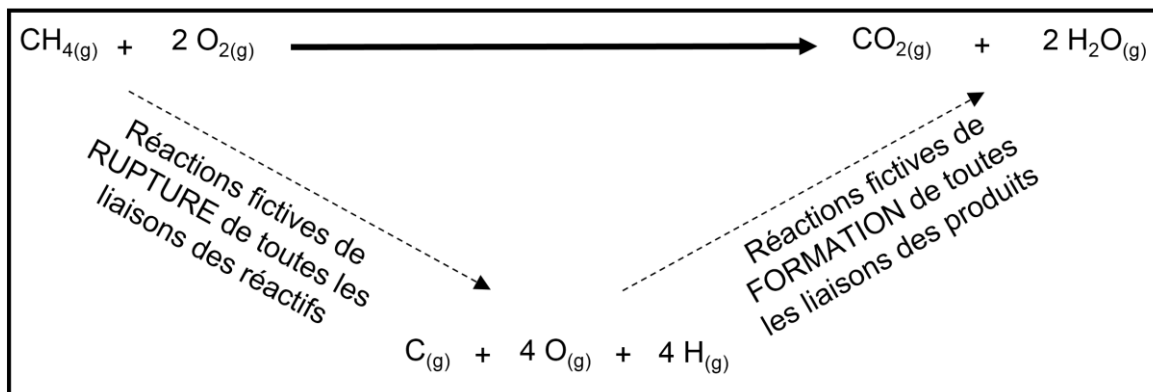
Détermination de l'énergie molaire théorique d'une combustion en phase gaz

Pour déterminer l'énergie libérée par une réaction de combustion on décompose artificiellement cette réaction selon un cycle de réactions dont on connaît les énergies de réaction :

Rupture de toutes les liaisons des réactifs (en phase gaz)

Formation de tous les produits (en phase gaz)

Illustration : Combustion du méthane (CH₄)



Energie molaire consommée par la rupture des liaisons : $E_- = 4 D_{C-H} + 2 D_{O=O}$

Energie molaire libérée par la formation des liaisons : $E_+ = 2 D_{C=O} + 4 D_{O-H}$

Energie molaire de combustion de CH₄ : $E = E_+ - E_-$

Exercice :

- 1°/ Calculer la valeur de l'énergie molaire de combustion du méthane.
- 2°/ En déduire le pouvoir calorifique du méthane.
Comparer avec la valeur donnée dans le tableau ci-dessus.
- 3°/ Faire un raisonnement similaire afin de déterminer la valeur de l'énergie molaire de combustion de l'éthanol.

TP

Détermination (estimation) du pouvoir calorifique d'une amande

Exercices du manuel : 19, 24, 40, 45 p 186

71. Enjeux

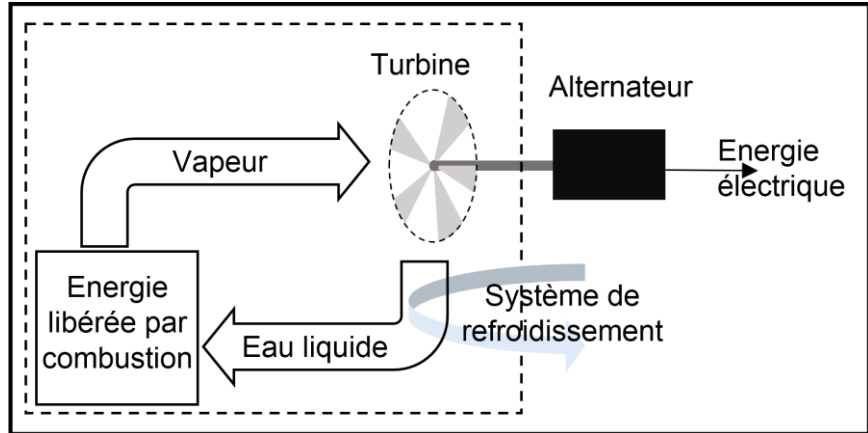
La combustion (gaz, charbon, pétrole) est la principale méthode de production d'énergie au niveau mondial.

Cette énergie est :

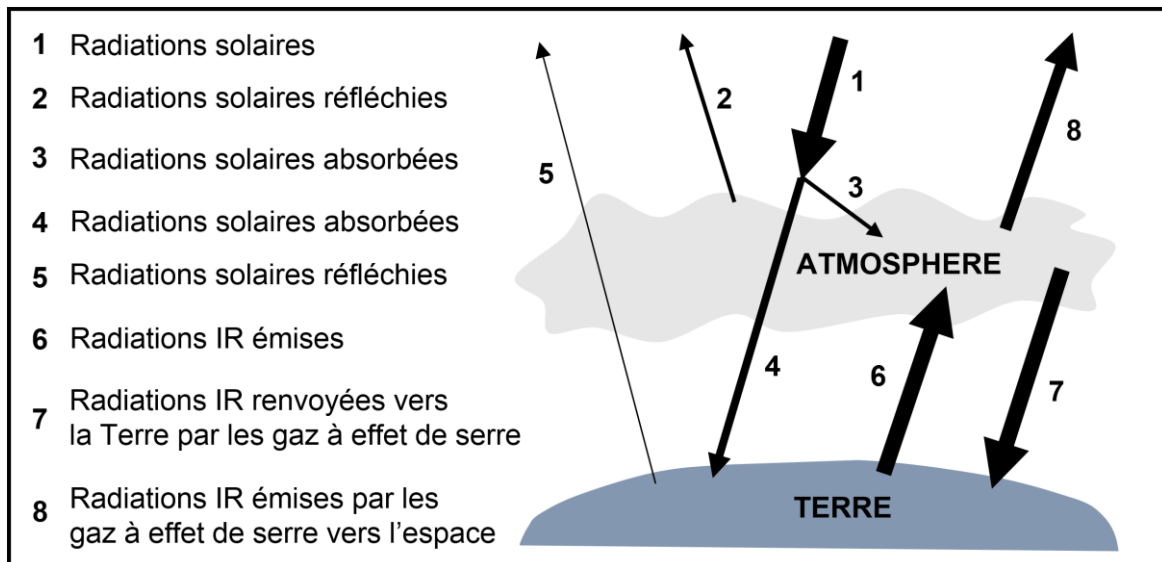
Utilisée en tant qu'énergie thermique (chauffage).

Transformée en énergie électrique (méthode schématisée ci-contre).

Utilisée pour le transport.



Or, le CO₂ produit par la combustion des énergies fossiles (gaz naturel, pétrole, charbon) fait augmenter sa proportion dans l'atmosphère terrestre. Ceci contribue à renforcer l'effet de serre de l'atmosphère terrestre (schématisé simplement ci-dessous) et par conséquent à augmenter la température moyenne de la Terre.



Enjeux énergétiques

Il faut limiter l'utilisation d'énergies fossiles.

Il faut augmenter l'exploitation des énergies renouvelables (hydroélectrique, éolien, hydrolien, solaire, bio-carburants).

Il faut faire preuve de **sobriété énergétique** en diminuant l'énergie consommée :

Maîtriser le chauffage et améliorer l'isolation des habitations, des bureaux, etc...

Effectuer moins de transports, tout en privilégiant les transports à basse émission en

CO₂.

Lutter contre les gaspillages énergétiques.

Etc...

9. ONDES MECANIKES

9.1. Ondes mécaniques progressives

72. Illustration

Expérience de cours

Une goutte d'eau tombe sur un plan d'eau
Une perturbation est produite à un bout d'un ressort

Définition : Une *onde mécanique* (ou matérielle) *progressive* est la propagation d'une perturbation d'un milieu matériel dans un milieu matériel, sans transport de matière, avec transport d'énergie.

Propriété : Elle a besoin d'un milieu matériel pour se propager et ne peut se propager dans le vide.

Exemples : La houle, les ondes sonores, les ondes sismiques...

73. Retard

Remarque:

Une onde progressive peut se propager dans un milieu à :
une dimension (perturbation le long d'une corde)
deux dimensions (rides à la surface de l'eau)
trois dimensions (son dans l'air)

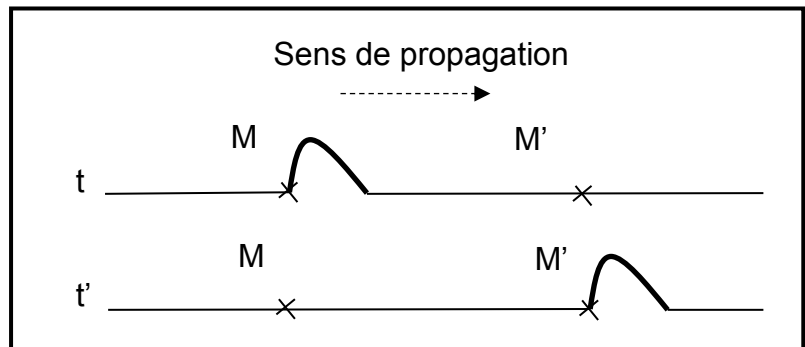
Définition :

Une onde progressive de célérité c se propage le long d'une droite.

La perturbation passe :

au point M à l'instant t
au point M', à l'instant t'

La grandeur $\tau = t' - t$ est appelée *retard* de l'onde entre les points M et M'



Propriété : $\tau = MM'/c$

74. Mesure de la vitesse du son

Propriétés : La vitesse du son dans l'air vaut environ $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$
La vitesse du son dépend du milieu de propagation.
La vitesse du son dans l'eau liquide vaut $c = 1,5 * 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercices du manuel : 8, 9, 14, 28, 33 p 335

9.2. Ondes progressives sinusoïdales

75. Définitions

Une onde progressive est *périodique* lorsque la perturbation est entretenue dans le temps, c'est-à-dire lorsqu'elle se répète, identique à elle-même dans le temps.

Une onde périodique est *sinusoïdale* lorsque l'évolution temporelle de la perturbation peut être décrite par une fonction sinus ou cosinus.

76. Double périodicité

Exercice

Regarder l'animation « Caractéristiques Ondes »

Réglages: « damping »: none ; « slow motion »; « oscillete » et « pulse » ; « no end »

Faire varier la fréquence (voire la tension de la corde).

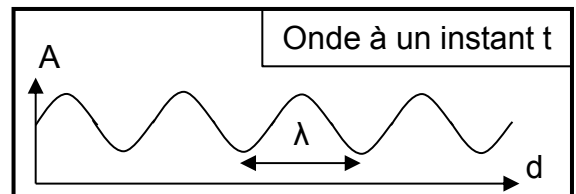
Les courbes ci-dessous montrent l'évolution de l'*amplitude* (A) d'une l'onde. Dans le cas de la propagation :

d'une houle sur un lac, A représente la hauteur de l'eau.

d'un son dans l'air, A représente la surpression de l'air.

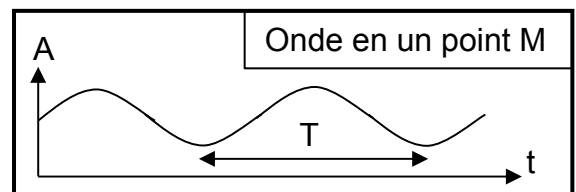
La courbe ci-contre représente une « photographie » de l'onde à un instant donné. On y voit donc comment l'onde se déploie dans l'espace (A est représentée en fonction d'une distance d).

Il existe une périodicité spatiale λ appelée *longueur d'onde*. C'est la plus courte distance de répétition de l'onde à un instant t.



La courbe ci-contre représente l'évolution temporelle de l'onde en un point précis de l'espace (A est représentée en fonction du temps t).

Il existe une périodicité temporelle T appelée *période*.



Définition : La *fréquence* de l'onde f est définie par: $f = 1/T$

Propriétés : Une onde progressive sinusoïdale possède une *double périodicité*.

La célérité de l'onde c est calculée par : $c = \lambda * f$

Unités : λ (en m) T (en s) f (en s^{-1} ou Hz : Hertz) c (en $m \cdot s^{-1}$)

Exercices du manuel: Lire l'exercice corrigé 34p 338 et faire 6, 7, 8, 9, 15, 34, 37 p 355

77. Onde longitudinale, onde transversale

Remarques : Les ondes sonores sont des ondes dites longitudinales (une *onde longitudinale* est une onde pour laquelle la perturbation et sens de propagation ont la même direction)

La houle est une onde dite transversale (une *onde transversale* est une onde pour laquelle la perturbation et sens de propagation ont des directions perpendiculaires)

Exercice : regarder l'animation « Onde longitudinale »

Vidéos à regarder :

Onde transversale et longitudinale : <https://www.youtube.com/watch?v=X8wx9n0mgaM>

Onde longitudinale : https://www.youtube.com/watch?v=bxV9FZV_Uvs

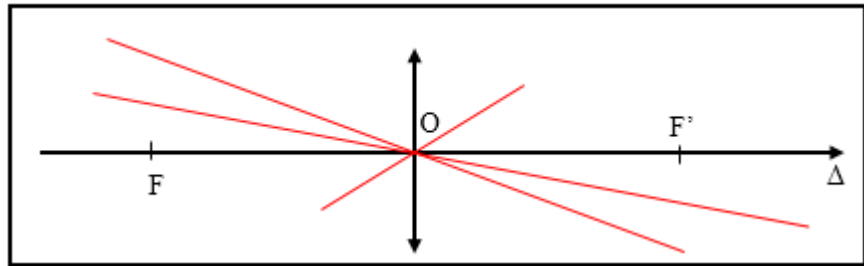
10. LUMIERE

10.1. Lentilles minces convergentes

78. Rappels de la classe de Seconde

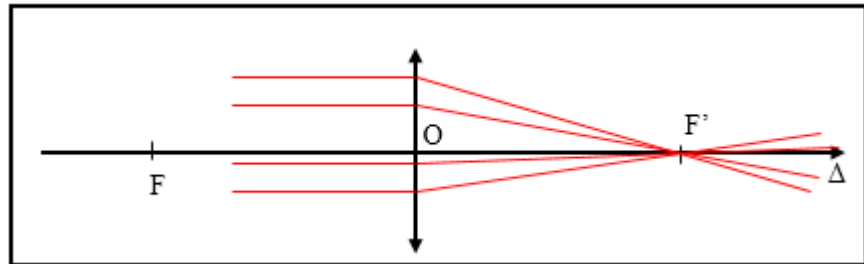
Propriétés, définitions, et schéma

Centre optique : Les rayons passant par le centre optique O ne sont pas déviés.

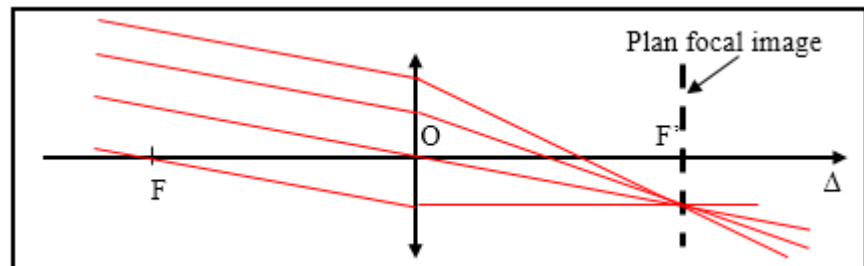


Axe optique Δ : L'axe qui passe par O et est perpendiculaire au plan de la lentille. Cet axe est orienté, en général vers la droite (cf. schéma).

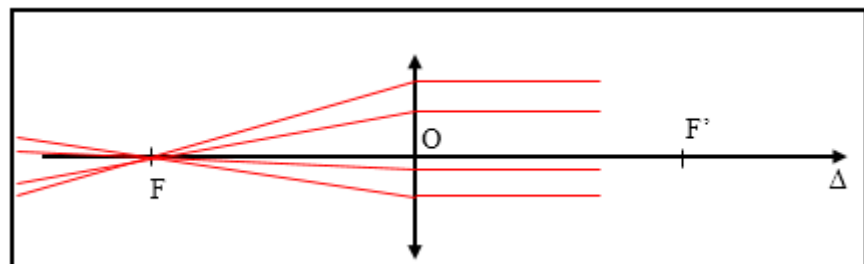
Foyer image F' : Les rayons parallèles à Δ convergent en un point appelé foyer image de la lentille (noté F')



Plan focal image : plan perpendiculaire à Δ passant par F' . Des rayons parallèles entre eux convergent en un point situé sur le plan focal image.



Foyer objet F : Les rayons passant par F , un point appartenant à Δ ressortent parallèles à Δ .



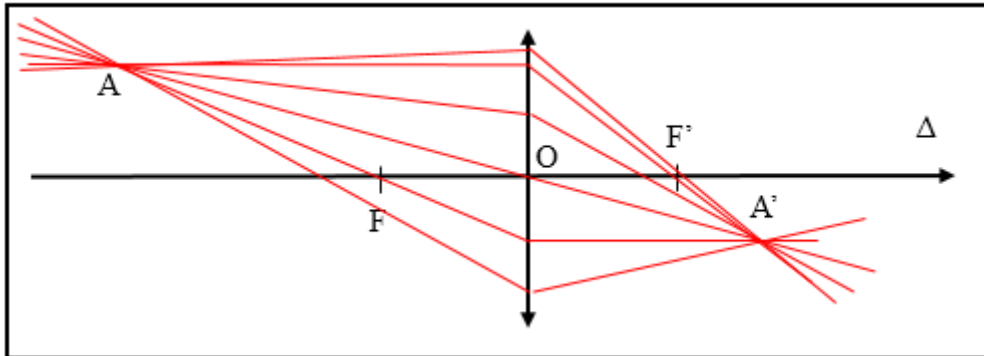
Propriété : F et F' sont symétriques par rapport à O .

Distance focale : $f' = OF' > 0$ (unités : m)

Vergence : $c = 1/f'$ (unités : m^{-1} appelé aussi « dioptrie » noté δ)

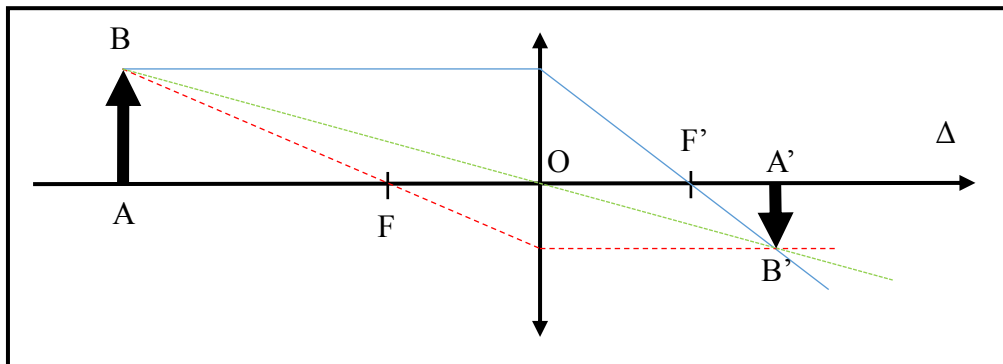
Unicité de l'image formée par une lentille convergente

Propriété : Une lentille convergente forme une image unique A' d'un point lumineux A . cela signifie que TOUS les rayons issus du point lumineux A (appelé « point objet ») passant par la lentille, se croisent en un point unique A' (appelé « point image » de A).



Remarque : il en va de même pour tous les rayons passant par un point A (cf. Schéma).

Conséquence : L'image $A'B'$ d'un objet lumineux AB par une lentille convergente est unique. Elle s'obtient sur un schéma à l'aide du tracé des rayons particuliers (celui passant par F , celui passant par O , et celui parallèle à Δ) de la manière suivante.



Définition : Pour un objet AB situé à une distance OA du centre optique, on définit le grandissement γ par la relation : $\gamma = A'B'/AB$.

Propriété : $\gamma = OA'/OA$ (démonstration à l'aide du théorème de Thalès)

Remarque : AB , OA et OA' sont des grandeurs algébriques, c'est-à-dire qu'elles peuvent être positives ou négatives. Dans l'exemple ci-dessus :

A est en dessous de B (i.e. AB pointe vers le haut)	donc $AB > 0$.
A' est au-dessus de B' (i.e. $A'B'$ pointe vers le bas)	donc $A'B' < 0$
O est à gauche de A' (i.e. OA' pointe dans le même sens que Δ)	donc $OA' > 0$.
O est à droite de A (i.e. OA pointe dans le sens opposé à Δ)	donc $OA < 0$.

79. Relation de conjugaison

Propriété :

Soit une lentille de distance focale f' .

Soit un objet plan AB perpendiculaire à Δ (où A est l'intersection entre l'objet et Δ).

Quelle que soit la position de l'objet, on a :

$$1/OA' - 1/OA = 1/f'$$

80. Image réelle

Exercice :

Un objet plan de hauteur $AB = 4,0$ cm est placé à gauche de F à une distance $OA = -10$ cm. La distance focale de la lentille vaut $3,0$ cm. Le point A appartient à Δ .

1°/ Construire sur un schéma (à l'échelle) la position de l'image $A'B'$ de cet objet par la lentille (on fera apparaître le tracé des rayons).

Mesurer OA' et $A'B'$ (valeurs algébriques : $A'B'$ est positif si l'image est orientée vers le haut, sinon, $A'B'$ est négatif).

Calculer le grandissement $A'B'/AB$

2°/ Utiliser la formule de conjugaison pour déterminer la valeur théorique de OA' ainsi que celle du grandissement.

Comparer les valeurs théoriques et celle obtenus grâce au schéma.

Propriété : L'image d'un objet placé à gauche du foyer objet F d'une lentille mince convergente est :

Réelle
Située à droite de F'.
Inversée.

81. Image virtuelle

Exercice :

Un objet de hauteur $AB = 2,5$ cm est placé entre F et O, à une distance $OA = -4,0$ cm. La distance focale de la lentille vaut $6,0$ cm. Le point A appartient à Δ .

1°/ Construire un schéma (à l'échelle) et tracer les trois rayons caractéristiques issus de B. Ces rayons convergent-ils de l'autre côté de la lentille ?

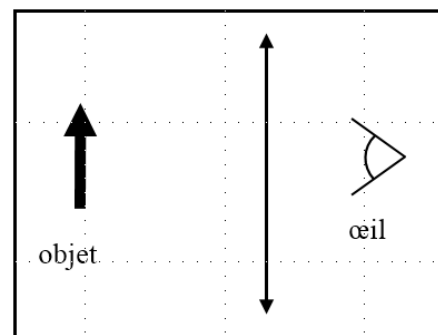
2°/ Prolonger ces rayons en pointillés à gauche de l'objet AB. Les pointillés se croisent en un point appelé B'.

Remarque : Une image est formée par la lentille. Elle est non inversée et peut être vue en regardant plaçant son œil de l'autre côté de la lentille par rapport à l'objet et en regardant vers celui-ci.

Les rayons lumineux ne s'y croisent par réellement.

Propriété : L'image d'un objet placé entre F et O d'une lentille mince convergente est :

Virtuelle
Située à gauche de F.
Droite (c'est-à-dire non inversée).



Aide : Utiliser l'animation « Lentille Convergente ».

Exercice :

Reprendre le schéma précédent et :

Mesurer OA' et $A'B'$. Calculer le grandissement $A'B'/AB$.

Utiliser la formule de conjugaison pour déterminer la valeur théorique de OA' ainsi que celle du grandissement.

Comparer les valeurs théoriques et celle obtenus grâce au schéma.

TP

Choisir une lentille convergente et noter sa distance focale f

Vérifier expérimentalement la valeur de f (méthode du miroir : auto collimation)

Construction expérimentale d'une image réelle d'un objet (mesure de OA ; OA' , AB et $A'B'$).

Construction expérimentale d'une image virtuelle d'un objet.

Exercices : 20, 30, 31, 32, 47 p 376

Regarder la vidéo LENTILLE CONVERGENTE sur scienceslycee.fr

10.2. Modélisation de la lumière

82. Onde électromagnétique

Propriétés : La lumière est constituée d'ondes qu'on qualifie d'ondes électromagnétiques (EM). Une onde EM consiste en la propagation d'une perturbation des champs électriques et magnétiques du milieu qu'elle traverse.

Une onde EM peut se propager dans le vide.

Les ondes EM sont des ondes transversales

Remarques : Une EM est caractérisée par leur longueur d'onde λ , leur fréquence f et leur célérité c .

Une lumière est monochromatique si elle ne contient que des ondes EM d'une seule fréquence (par exemple la lumière émise par un LASER). Sinon, elle est dite polychromatique (par exemple la lumière du soleil qui contient de nombreuses ondes EM de fréquences différentes)

Propriétés :

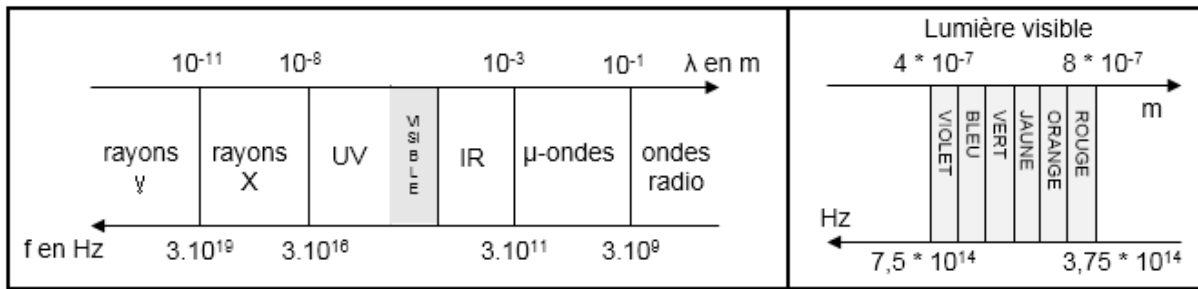
La célérité des ondes EM dans le vide est une constante de la physique.

Elle se note c et vaut $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$.

Comme pour toute les ondes, la relation $c = \lambda \cdot f$ demeure vraie.

La célérité des ondes EM dépend du milieu de propagation. Dans un milieu transparent d'indice de réfraction n , elle vaut $v = c/n$.

Domaine ondes EM



Exemples d'utilisation des ondes EM

Imagerie médicale : On utilise des rayons X pour effectuer des radiographies
Utilisation courantes : Four à micro-onde : μ -ondes
WIFI, Radio, télévision : Ondes radio

83. Particule : le photon

Propriétés : L'énergie transportée par une onde électromagnétique de fréquence f

- Ne varie pas continûment : elle est quantifiée
- Est un multiple entier d'une très petite quantité (paquet) appelée photon dont l'énergie vaut :

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

Où h est une constante de la physique appelée la constante de Planck
 $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J.s
 E est en J f est en s^{-1} λ en m

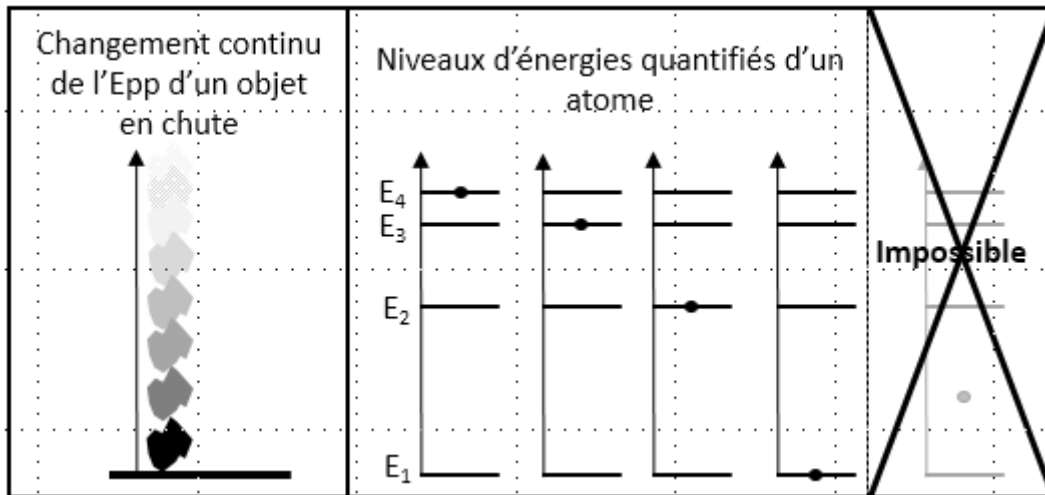
Remarque : Il existe d'autres unités d'énergie :

L'électronvolt $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19}$ J
Le Méga électronvolt $1 \text{ MeV} = 1,6 \cdot 10^{-13}$ J

Exercices : 6, 8, 10, 17, 18, 25, 26 (Energie photon), 27 (eV), 29 (Nombre photons) p 411...

10.3. Interaction matière-lumière

84. Quantification de l'énergie des atomes



Commentaires :

Un objet tombe depuis une hauteur H_0 .

Au cours de sa chute l'altitude de son centre d'inertie passe continûment par toutes les valeurs comprises entre H_0 (au début de la chute) et 0 (lorsqu'il touche le sol).

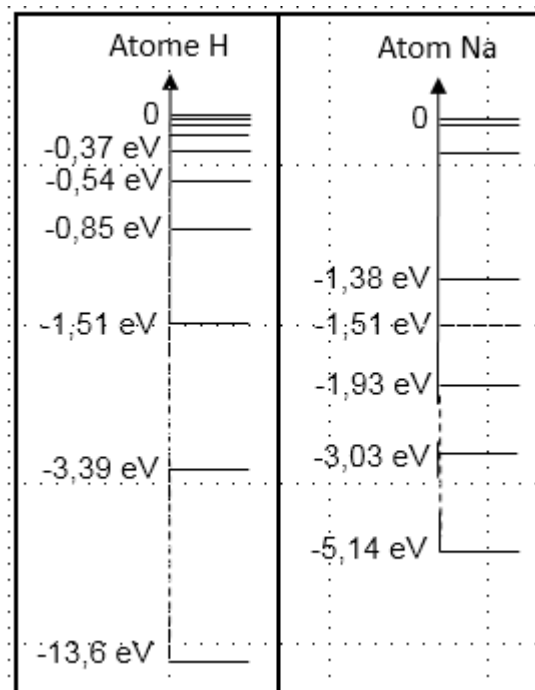
L'énergie potentielle de pesanteur (E_{pp}) de l'objet étant proportionnelle à l'altitude de son centre d'inertie, elle varie continûment au cours de la chute de l'objet

A n'importe quelle altitude, il est possible de stabiliser l'objet : il suffit de l'arrêter avec la main et de le déposer par exemple sur une étagère positionnée à cette altitude.

Par conséquent, l' E_{pp} de l'objet peut être stabilisée à l'importe quelle valeur prise au cours de sa chute.

Il en va tout autrement pour l'énergie d'un atome, d'une molécule ou d'un ion (cf. propriété ci-dessous).

Propriété : Une entité (atome, molécule, ion...), ne peut atteindre qu'une quantité discrète de niveaux d'énergie (quantification de l'énergie).



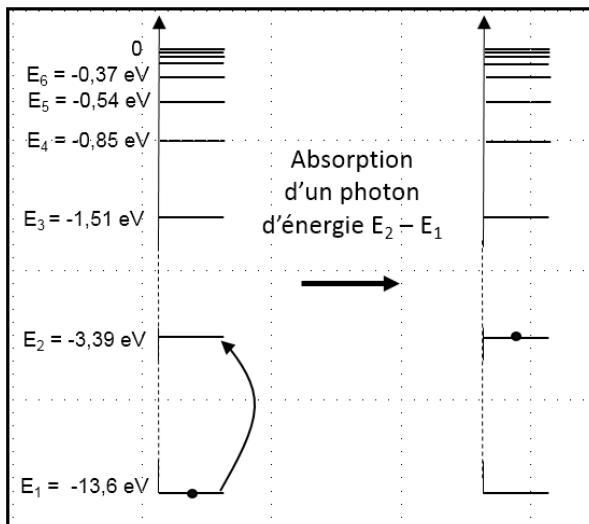
85. Absorption et émission d'un photon

Propriétés :

L'énergie transmise d'une onde EM vers un atome se fait directement entre UN photon, et UN atome.

Le photon est la particule (de masse nulle) associée à l'onde électromagnétique.

Absorption d'un photon :

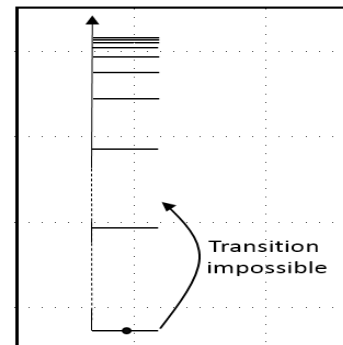


Un photon (de fréquence f) ne peut être **absorbé** par une entité que si l'énergie du photon ($h \cdot f$) est exactement égale à la différence (ΔE) entre deux niveaux d'énergie de cette entité.

Dans l'exemple ci-contre à gauche, $\Delta E = E_2 - E_1$.

L'absorption du photon s'accompagne donc pour l'entité d'une transition d'un niveau d'énergie vers un autre niveau d'énergie plus élevé.

Si aucune valeur de ΔE associée à cette entité n'est égale à l'énergie du photon, il n'est pas absorbé par l'entité. Aucune transition n'est possible pour l'entité.

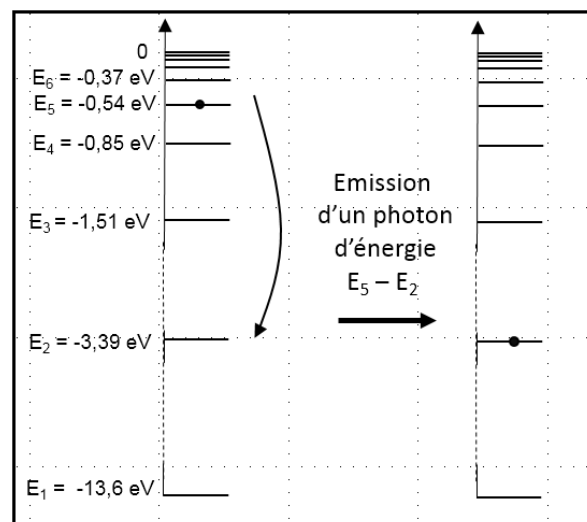


Emission d'un photon :

Lorsqu'une entité passe d'un niveau d'énergie élevé vers un niveau d'énergie plus faible, elle peut **émettre** un photon.

Dans l'exemple ci-contre, les niveaux d'énergie sont E_5 et E_2 . L'énergie du photon émis est donc égale à $\Delta E = E_5 - E_2$:

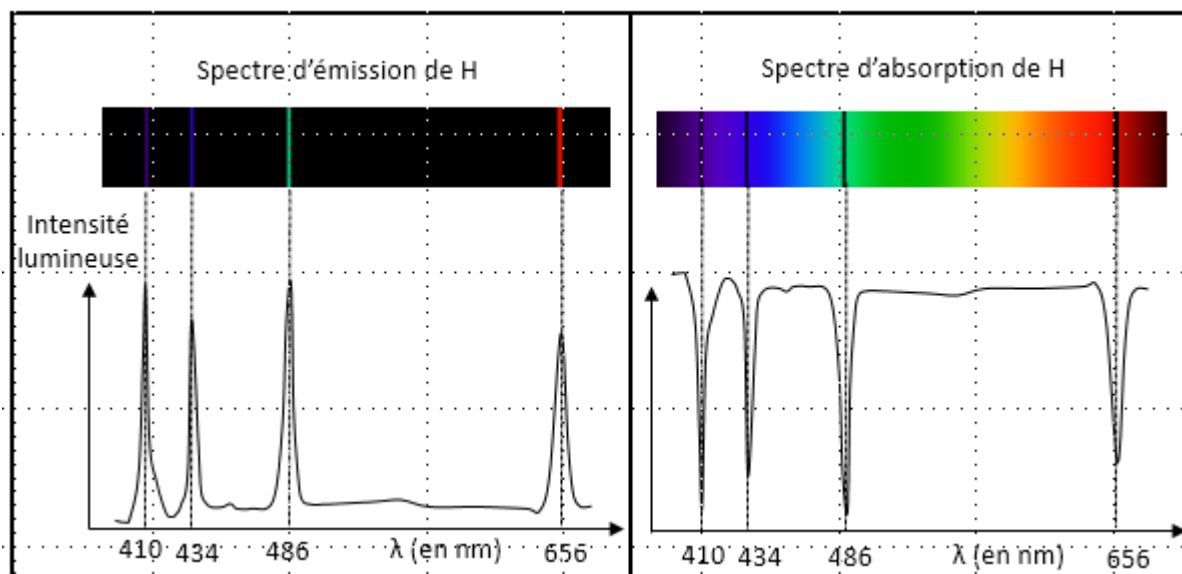
La fréquence f associée au photon est déterminée par l'équation : $\Delta E = h \cdot f$.



86. Spectre d'émission et niveaux d'énergie

Lorsqu'on envoie une décharge électrique dans une ampoule contenant un seul type d'atome, l'ampoule se met à émettre de la lumière dont le spectre a l'allure du spectre d'émission présenté ci-dessous.

Lorsqu'on envoie de la lumière blanche (lumière contenant toutes les radiations EM visibles) dans une ampoule contenant un gaz d'un seul type d'atome, le gaz absorbe une certaines fréquences bien précises : le spectre obtenu a l'allure du spectre d'émission présenté ci-dessous.



Exercice

1°/ Montrer que $\lambda = 434$ nm correspond (à moins de 1% près) à la transition entre E_2 et E_5 de l'atome d'Hydrogène.

2°/ A quelle couleur cette radiation EM correspond-telle ?

Exercices : 32, 35, 36, 37, 41, 46, et pour aller plus loin : 50, voire 53 p 413 – 419

TP

Obtention du spectre d'émission de la lampe à Mercure

10.4. Lumière et couleur

87. Couleur et perception

Remarque 1 : La couleur d'un objet est (entre autre) une affaire de perception. Par exemple, la couleur de la façade d'un immeuble change au cours de la journée, en fonction de l'heure ou de la météo. De même pour un habit qui, choisi sous la lumière artificielle d'un magasin, apparaît d'une couleur différente à la lumière du jour. Enfin, nous savons que la perception des couleurs par des individus daltoniens est différente.

Remarque 2 : La couleur d'une source primaire de lumière (i.e. une source qui émet sa propre lumière, comme le soleil) est due à :

La lumière qu'il émet.

L'interprétation que notre cerveau fait de la lumière que nous recevons de cet objet.

Remarque 3 : La couleur d'une source secondaire de lumière (i.e. une source qui n'émet pas sa propre lumière, mais se contente de renvoyer une partie de celle qu'elle reçoit, comme la lune ou une pomme) est due à :

La lumière incidente sur cet objet.

La lumière qu'il renvoie.

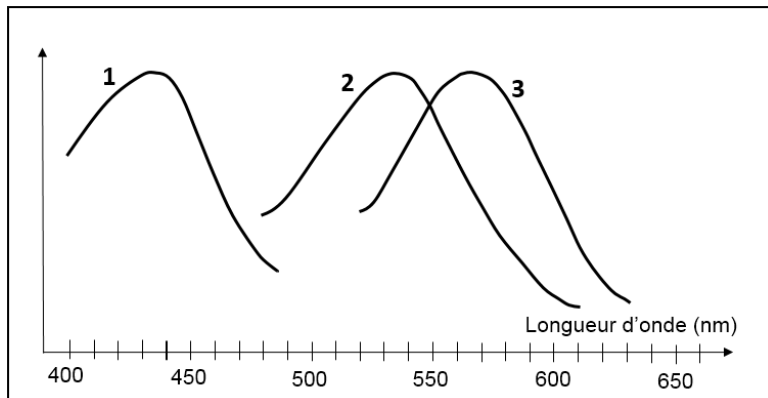
L'interprétation que notre cerveau fait de la lumière que nous recevons de cet objet

88. Constitution de la rétine

La rétine est constituée de deux types de récepteurs de lumière, les cônes et les bâtonnets. Seuls les cônes permettent de voir la couleur des objets. Il en existe trois types différents. Les courbes ci-contre indiquent les longueurs d'ondes auxquelles chaque type de cône est sensible.

Par exemple, les cônes de type 2 sont principalement sensibles aux longueurs d'onde appartenant à l'intervalle [480 nm ; 570 nm].

Lorsqu'ils reçoivent des ondes dont les longueurs d'onde appartiennent à l'intervalle [480 nm ; 570 nm], un signal est envoyé au cerveau. Mais lorsqu'ils reçoivent des ondes dont les longueurs d'onde appartiennent à l'intervalle [610 nm ; 660 nm], aucun signal n'est envoyé au cerveau.



Exercice : Déterminer les longueurs d'ondes correspondant à la sensibilité maximale pour chacune des trois courbes.

89. Exemples

Remarque 1 : Voir un objet, c'est recevoir sur la rétine les nombreuses ondes électromagnétiques qu'il émet (ou renvoie). Les courbes ci-dessus montrent que si les longueurs d'ondes reçues appartiennent à l'intervalle

[600 nm ; 650 nm], il n'y a (presque) que les cônes de type 3 qui y sont sensibles.

C'est ce qui se produit lorsque nous regardons une tomate bien mûre.

[500 nm ; 520 nm], il n'y a (presque) que les cônes de type 2 qui y sont sensibles.

C'est ce qui se produit lorsque nous regardons une feuille de menthe

[420 nm ; 450 nm], il n'y a (presque) que les cônes de type 1 qui y sont sensibles.

C'est ce qui se produit lorsque nous regardons un tableau du plasticien Yves Klein (ou la première bande du drapeau français).

Exercice : Utiliser la remarque précédente pour trouver la couleur perçue lorsque seuls les cônes de types 1 sont excités. Même question pour les cônes de type 2 et 3.

Définition : Un cône de type 1 est appelé cône B, un cône de type 2 est appelé cône V, et un cône de type 3 est appelé cône R.

Remarque 2 : Si les longueurs d'ondes reçues par la rétine appartiennent à l'intervalle

[540 nm ; 570 nm], les cônes R et les cônes V sont excités mais pas les cônes B.

C'est ce qui se produit lorsque nous regardons un citron.

Lorsque nous regardons le ciel, les cônes B et V sont bien davantage excités que les cônes R. Lorsque nous regardons certaines roses (des roses Fuchsia), les cônes B et R sont excités, mais pas les cônes V.

90. Synthèse additive

Définition 1 : On appelle « synthèse additive » le processus d'interprétation effectué par notre cerveau lorsqu'il reçoit des signaux venant des cônes de la rétine.

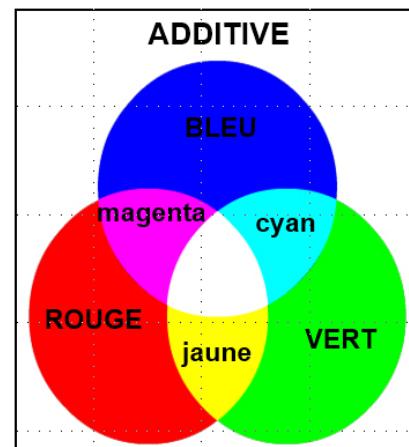
Définition 2 : L'interprétation dépend du type de cônes excités et l'intensité de l'excitation. C'est ainsi que notre cerveau conçoit un large registre de sensations que nous appelons « couleur ».

Illustration : Lorsque seuls les cônes B sont excités, nous appelons « bleu » la « couleur » interprétée par notre cerveau. Lorsque seuls les cônes V sont excités, la « couleur » est appelée « vert ». Et lorsque ce sont les cônes R, on l'appelle « rouge ».

Lorsque les cônes V et B sont excités en proportion égale, la « couleur » se nomme « cyan ».

Lorsque les cônes B et R sont excités, la « couleur » s'appelle « Magenta ». Et lorsque les cônes V et R sont excités, la « couleur » s'appelle « jaune ».

Lorsque tous les cônes sont excités à proportion égale, la « couleur » varie du « noir » (aucune excitation) au « blanc » (excitation maximale) en passant par toutes les nuances de « gris » (excitation intermédiaire). Le schéma ci-contre résume quelques « couleurs » produites par le cerveau.



Conséquence : Grâce à la synthèse additive, les innombrables variations d'intensité et de longueurs d'onde reçues par le cerveau sont interprétées en une infinité de couleurs différentes. Par exemple, si les cônes R sont excités au maximum mais ni les cônes V ni les B, la couleur est rouge. Si l'excitation des cônes V augmente progressivement jusqu'à atteindre son maximum, la couleur perçue ira du rouge au jaune en passant par toutes les nuances d'orange.

Définition 3 : On appelle couleur primaire de la synthèse additive la couleur conçue par le cerveau lorsqu'il reçoit une lumière qui n'excite qu'un seul type de cône. Le bleu est donc une couleur primaire de la synthèse additive car c'est la couleur que le cerveau conçoit lorsque seuls les cônes B sont excités. Pour des raisons analogues, le Rouge et le Vert sont les deux autres couleurs de la synthèse additive.

Définition 4 : Lorsque seuls les cônes V et R sont excités, le cerveau conçoit la couleur jaune. Lorsque seuls les cônes B sont excités, le cerveau conçoit la couleur bleue. Lorsque les cônes R, V et B sont excités, le cerveau conçoit la couleur blanche. Ainsi, pour que le cerveau conçoive la couleur blanche, il suffit de réunir la lumière permettant d'exciter les cônes V et R et la lumière permettant d'exciter les cônes B. C'est à ce titre que la couleur Jaune et la couleur Bleu sont dites complémentaires. De même la couleur Cyan et la couleur Rouge sont complémentaires, ainsi que la couleur Vert et la couleur Magenta.

Définition 5 : On appelle « lumière blanche » une lumière contenant l'ensemble des radiations EM du spectre visible. Le Soleil est un bon exemple d'émetteur de lumière blanche.

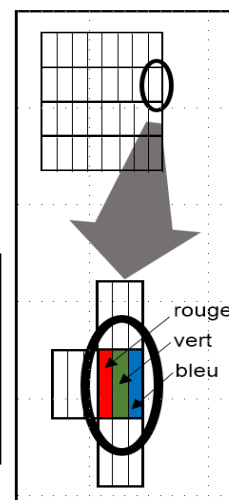
Exercice 1 : Expliquer pourquoi la qualification de « lumière blanche » est appropriée pour la lumière produite par le soleil.

Utilisation : Les écrans de smartphone, télévision, ordinateur, produisent des couleurs en utilisant le principe de la synthèse additive. L'écran est divisé en petites parties (Pixel) eux même divisés en trois sous-parties (sous-pixel) émettant chacun une seule lumière, R, V ou B. Une multitude de couleurs peut être produite en faisant varier l'intensité lumineuse de chaque sous pixel,

Exercice 2 : 1°/ Utiliser l'animation « SynthADD » du site pour reconstituer une multitude de couleurs différentes.

2°/ Placer votre smartphone sous un microscope, afficher une couleur sur votre écran et observer les intensités des pixels permettant de produire cette couleur.

Exercices : 18, 20, 21 p 394



91. Synthèse soustractive

Remarques : Lorsque de la lumière arrive sur un objet, il en absorbe une partie et en renvoie (diffusion, réflexion, etc...) une autre partie. Ce phénomène est dû à l'interaction entre les molécules qui constituent la surface de l'objet et la lumière incidente sur l'objet.

Définition 1 : On appelle « synthèse soustractive » le processus d'absorption de certaines radiations (lumières) par de la matière (des pigments, de la peinture...) qui agit comme un filtre.

Illustration : Une banane est éclairée par de la « lumière blanche ». Les pigments présents sur la peau de la banane absorbent la lumière qui excite les cônes B. Par conséquent, lorsqu'elle est éclairée par toutes les radiations visibles, la banane ne renvoie que la lumière qui excite les cônes R et V.

Définition 2 : On appelle couleur primaire de la synthèse soustractive la couleur conçue par le cerveau lorsqu'il reçoit une lumière qui excite avec la même intensité deux types de cônes et laisse le troisième non excité. Le jaune est donc une couleur primaire de la synthèse soustractive car c'est la couleur que le cerveau conçoit lorsque les cônes V et R sont excités avec la même intensité sans que les cônes B ne soient excités. Pour des raisons analogues, le Cyan et le Magenta sont les deux autres couleurs de la synthèse soustractive.

Vocabulaire : Pour simplifier, l'expression « la lumière permettant d'exciter les cônes B » est remplacée par l'expression « lumière bleue », et parfois plus laconiquement encore par « bleu ».

Détermination de la couleur d'un objet :

La couleur résulte de l'excitation relative des cônes R, V et B. Ainsi, pour prévoir la couleur d'un pigment ou d'un objet « coloré », il faut savoir quelle proportion de lumière bleue, rouge ou verte il absorbe. Une banane absorbe le bleu. Elle est donc perçue

Noire si elle est éclairée par de la lumière bleue.

Jaune si elle est éclairée par de la lumière blanche ou jaune.

Rouge si elle est éclairée par de la lumière rouge ou magenta

Verte si elle est éclairée par de la lumière verte ou cyan.

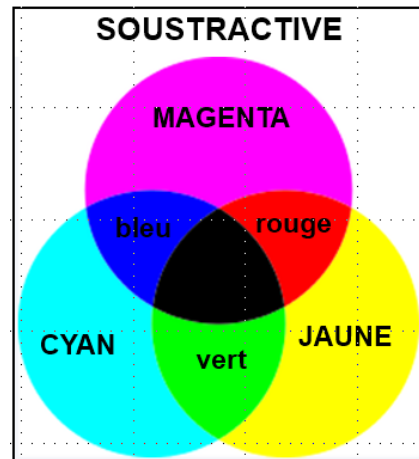
Application à la peinture :

Un objet qui absorbe le Vert a une couleur Magenta lorsqu'il est éclairé par de la lumière blanche.

Un objet qui absorbe le Rouge a une couleur Cyan lorsqu'il est éclairé par de la lumière blanche.

Mélangeons de la peinture magenta et de la peinture cyan. Les pigments de la peinture magenta absorbent principalement le vert et les pigments cyan absorbent principalement le rouge. Ainsi, la peinture obtenue absorbe ET la lumière verte ET la lumière rouge. Eclairée par de la lumière blanche, elle apparaît donc bleue.

Le schéma ci-contre résume quelques le principe de la synthèse soustractive.



Définition 3 : Deux pigments sont dits « complémentaires » si leur combinaison donne du noir (c'est-à-dire absorbe le rouge, le vert et le bleu).

Le Magenta et le Vert sont complémentaires.

Le Jaune et le Bleu sont complémentaires.

Le Cyan et le rouge sont complémentaires.

Exercices

1°/ Utiliser l'animation « SynthSOUS » du site pour comprendre la couleur d'un objet en fonction des pigments de sa surface, ET de la lumière incidente sur cet objet.

2°/ Prévoir la couleur due à la superposition de filtres couleurs différentes :

Filtre magenta et filtre jaune

Filtre cyan et filtre rouge

Filtre bleu et filtre vert

Exercices : 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 26, 28, 35, 37, 40, 41, 44 (voire 46) p 393...

11. LA MESURE

92. Incertitude

Lorsqu'on mesure plusieurs fois une même grandeur, on obtient rarement exactement les mêmes valeurs. Ces variations sont dues à :

- L'expérimentateur
- L'instrument de mesure
- Des fluctuations (T, P, etc...)

Propriété : A toute mesure est attachée une certaine incertitude. Elle se traduit par :

- Une certaine précision
- Une certaine justesse

93. Multiples mesures d'un phénomène (TP éprouvette)

De nombreuses mesures sont prises d'une même grandeur (ex du TP : masse de 20 mL d'eau)

Définitions :

Valeur moyenne	$x_{MOY} = (1/n) \sum x_i$
% d'erreur	$\% = 100 * x_{MOY} - x_{THEO} / x_{THEO}$ Plus il est faible, plus la mesure est juste
Distribution	Graphique de fréquence
Ecart type	$\sigma = [(1/n) \sum (x_i - x_{MOY})^2]^{1/2}$
Intervalle de confiance	$[x_{MOY} - U(X) ; x_{MOY} + U(X)]$ où $U(X) = 2\sigma/n^{1/2}$ Plus U(X) est faible, plus la mesure est précise

Remarque : souvent U(X) se note ΔX

Exercice feuille Excel : EXMesure

Vocabulaire : cette façon statistique de déterminer l'incertitude à partir de nombreuses mesures donne lieu à une incertitude qualifiée « d'Incertitude de Type A ».

94. Mesure unique d'un phénomène périodique

Exemple : un pendule oscille de manière régulière (périodique) dans le temps.
On veut mesurer la durée T (période) d'une oscillation (aller-retour).
Chaque mesure de durée est entachée d'une incertitude $\Delta t = 0,2$ s (temps de réaction, chronomètre...).

Méthode 1 : On mesure un aller-retour, on obtient $T = 0,5 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$

Méthode 2 : On mesure 20 allers-retours, on mesure $20 T = 9,8 \text{ s} \pm 0,2 \text{ s}$

Ce qui permet d'obtenir $T = 0,49 \text{ s} \pm 0,01 \text{ s}$

La seconde méthode permet d'obtenir une valeur plus précise

Vocabulaire : Toutes les valeurs d'incertitudes (celle indiquée sur la notice d'un appareil de mesure, celle du temps de réaction d'un expérimentateur, etc...) qui n'ont pas été déterminées grâce à de multiples mesures d'un même phénomène (cf. 2°) sont qualifiées « d'Incertitude de Type B ».

95. Incertitude absolue et relative

$X = X_{\text{MOY}} \pm \Delta X$ ΔX : incertitude absolue sur la mesure de X
 $\Delta X/X_{\text{MOY}}$: incertitude relative sur la mesure de X

Exercice : Déterminer les incertitudes absolues et relatives pour les deux déterminations de T dans le paragraphe précédent.

96. Chiffres significatifs et incertitude

Définition : Le nombre de chiffres significatifs (CS) avec lequel on exprime une valeur reflète son degré de précision. La notation scientifique permet de n'écrire que les CS d'une valeur, c'est-à-dire les chiffres qui traduisent ce degré de précision.

Exercice : Pour chaque grandeur, déterminer son nombre de CS et exprimer la en notation scientifique
1,23 m 0,0025 cm 65,8 kg 0,020 km

97. Ordres de grandeur

Définition : L'ordre de grandeur d'une mesure correspond à puissance de 10 la plus proche.

Comparaison d'ordres de grandeur :

- 1- Exprimer les deux grandeurs avec la même unité et en notation scientifique
- 2- Diviser la plus grande grandeur par la plus petite et exprimer le résultat en écriture scientifique (OU simplement comparer les ordres de grandeurs)
- 3- Conclure : les deux grandeurs diffèrent de X ordres de grandeur

Exercices: Comparer le diamètre du Soleil et celui de la Terre.
Comparer la masse d'un être humain et celle d'une baleine bleue

Exercices (ancienne feuille d'exercice de seconde) 3, 10, 13, 14 (unités, CS, ordres de grandeur)

12. TP

12.1. Liste des TP

Chapitre	TP	CONTENU
1	TP1 : Fabrication de solutions par dilution. Dosage (Beer Lambert)	Tracé et exploitation d'un graphique
	TP2 : Titrage acido-basique	Deux méthodes : colorimétrique et pH métrique
2	TP3 : Mesure du champ gravitationnel à l'aide des oscillations d'un pendule	Incertitudes Tracé et exploitation d'un graphique.
	TP4: Equilibre de 3 forces.	
3	TP5 : Modèles moléculaires et Visualisation de cristaux en 3D	Utilisation de modèles moléculaires et de « minusc » pour voir en 3D.
	TP6 : Extraction liquide/liquide	
4	TP7 : Mesure de la pression dans un gaz : loi de Mariotte. Mesure de la pression dans un liquide.	Tracé et exploitation de graphiques. Confirmation expérimentales de lois.
5	TP8 : Révision seconde	Se reporter au point 4 du cours de Seconde (Tracé de vecteurs vitesse).
	TP9 : Force et accélération	Mesures de distances, calculs et tracé de vecteurs force. Tracé de vecteurs vitesse. Introduction à la seconde loi de Newton.
	TP10 : Chute libre	Application de la seconde loi de Newton (loi approchée).
6	TP11 : Réalisation d'une vidéo d'un lancer vertical de balle.	Exploitation d'une vidéo : Pointage, utilisation d'Excel et de Logger Pro pour Calculer les vitesses et tracer les courbes $E_{pp}(t)$, $E_c(t)$, et $E_m(t)$.
7	TP12 : Détermination de la caractéristique d'une pile	
	TP13 : Rendement d'un convertisseur	
8	TP14 : Divers montages.	Divers dispositifs expérimentaux sont montrés.
9	TP15 : mesure de la vitesse du son dans l'air.	
10	TP16 : Construction d'une image réelle et d'une image virtuelle par une lentille convergente.	Mesures de distance et vérification de la formule de conjugaison
11	TP17 : Traitement de données (tableau Excel) d'une grande quantité de valeurs de mesure du volume de 20 mL d'eau	
Autre	TD Python	Quelques exercices mettant en œuvre le langage de programmation Python.

12.2. Enoncés

TP1 : Détermination de la loi de Beer Lambert

BLOUSE

Matériel à aller chercher :

Colorimètre (et 7 cuves et Labquest)	
Fioles jaugées (20 mL et 25 mL et 50 mL) avec bouchons	1 poire à pipeter
Pipettes jaugées (10 mL et 5,0 mL et 20,0 mL)	
2 Bécher de 100 mL et 7 béchers de 20 mL	1 feuille A4
1 pissette d'eau distillée	Des pipettes en plastique

1°/ Détermination de la longueur d'onde d'étude

Le professeur réalise le spectre d'absorption ($A = f(\lambda)$) de la solution aqueuse de colorant alimentaire à l'aide d'un spectrophotomètre.

Repérer l'absorbance maximale pour cette solution et en déduire la longueur d'onde à sélectionner sur le colorimètre.

2°/ Tracé de la courbe d'étalonnage

*Nous disposons d'une solution aqueuse de colorant alimentaire mère (solution S_0) de concentration $C_0 = 1,0 * 10^{-5} \text{ mol.L}^{-1}$*

a) Réaliser les solutions aqueuses de colorant alimentaire diluées (vous êtes libres d'en choisir le volume) suivantes :

Solution S_1	: diluée 2 fois par rapport à S_0 .
Solution S_2	: diluée 4 fois par rapport à S_0 .
Solution S_3	: diluée 5 fois par rapport à S_0 .
Solution S_4	: diluée 8 fois par rapport à S_0 .
Solution S_5	: diluée 10 fois par rapport à S_0 .

CR : Calculer les concentrations de chaque solution de la gamme étalon ainsi réalisée.

b) Mesurer l'absorbance des solutions S_0 à S_5 , de la moins concentrée à la plus concentrée.

CR : Ecrire ces valeurs sous la forme d'un tableau.

c) **CR-Individ :** Tracer la courbe de l'Absorbance en fonction de la concentration en colorant alimentaire C.

d) **CR :** Ecrire la loi reliant A et C (loi dite de Beer-Lambert), et, à l'aide de la courbe précédente, calculer la valeur de k, le coefficient de proportionnalité intervenant dans cette loi.

3°/ Utilisation de la courbe d'étalonnage

Mesurer l'absorbance d'une solution inconnue (distribuée par le professeur).

CR-Individ : Déterminer sa concentration grâce à votre courbe (pas par le calcul, je veux une détermination graphique).

TP2 : Titrage d'une solution d'acide éthanóique à l'aide d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium

On cherche à déterminer la concentration C_A d'une solution aqueuse (appelée solution titrée) d'acide éthanóique (CH_3COOH) de volume $V_A = 20,0 \text{ mL}$.

Pour cela, on fait réagir sur cette solution une solution aqueuse (appelée solution titrante) d'hydroxyde de Sodium (NaOH) de concentration $C_B = 1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$.

Manipuler avec des GANTS et des LUNETTES.

Méthode 1 : Titrage colorimétrique

Installation du dispositif de titrage (schéma au point 16 du cours)

Mesurer très soigneusement un volume V_A égal à 20,0 mL de solution d'acide éthanóique avec une pipette jaugée de 20,0 mL

Verser V_A dans un bécher d'environ 100 mL (appelé bécher 1).

Placer quelques gouttes d'un indicateur coloré (celui qui vous est fourni) dans le bécher 1. Rincer et remplir la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium, puis ajuster au zéro (placer un « bécher poubelle » sous la burette pendant cette opération).

Placer un barreau aimanté dans le bécher 1, puis installer ce bécher sur l'agitateur magnétique Déclencher une agitation douce (raisonnable).

Placer un bout de papier blanc sous le bécher 1.

Réalisation du titrage

Verser la solution titrante petit à petit (1 mL par 1 mL) dans le bécher 1 et guetter le changement de couleur de la solution.

Lorsqu'on approche la zone de changement de couleur, verser la solution titrante très progressivement (0,1 mL par 0,1 mL, voire goutte par goutte).

Lorsqu'il se produit, arrêter de verser la solution titrante et noter le volume versé : c'est le « volume versé à équivalence » noté $V_{\text{EQ}, 1}$.

Méthode 2 : Titrage pH métrique

Installation du dispositif de titrage (schéma au point 16 du cours)

Refaire exactement la même chose que précédemment avec DEUX modifications :

Ne PAS ajouter d'indicateur coloré dans la solution titrée.

Plonger un pH-mètre dans la solution relié à Labquest (et éventuellement à un ordinateur).

Réalisation du titrage

A l'aide du logiciel d'acquisition (Logger pro) :

- 1- Enregistrer la valeur du pH
- 2- Verser 1 mL de solution titrante et attendre 10 s.
- 3- Enregistrer la nouvelle valeur du pH.
- 4- Répéter les étapes 2- et 3- jusqu'à $V = V_{\text{EQ}} - 2 \text{ mL}$
- 5- Répéter les étapes 2- et 3- mais en ajoutant 0,5 mL à chaque fois (jusqu'à 2 mL après le « saut de pH »).
- 6- Répéter les étapes 2- et 3- encore deux fois.

CR 1°/ Noter la valeur de $V_{\text{EQ}, 1}$

2°/ Imprimer la courbe $\text{pH} = f(V_{\text{versé}})$.

Déterminer graphiquement le volume d'Hydroxyde de Sodium versé à l'équivalence ($V_{\text{EQ}, 2}$). Les traits de construction doivent figurer sur votre courbe. Comparer $V_{\text{EQ}, 1}$ et $V_{\text{EQ}, 2}$.

3°/ En déduire la concentration inconnue de la solution d'Acide éthanóique, C_A (expression littérale puis application numérique).

TP3 : Mesure du champ gravitationnel g

A l'aide du matériel fourni (ficelle, potence, pince, noix de serrage, scotch, objet pesant, règle graduée), réaliser un pendule simple dont on puisse modifier la longueur du fil.

- 1- Choisir une longueur du fil.
Mesurer précisément cette longueur L_1 .
- 2- Ecarter l'objet d'environ 15° par rapport à la verticale et mesurer la durée t_1 d'environ 10 oscillations (le nombre d'oscillations est indicatif. Si votre dispositif est suffisamment stable, vous pouvez envisager de mesurer plus de 10 oscillations. Dans le cas contraire, il faudra sans doute en mesurer moins). Estimer l'incertitude Δt_1 pour la valeur de t_1 .
- 3- En déduire la valeur de T_1 , la durée d'une oscillation (ainsi que l'incertitude ΔT_1 associée à T_1).
- 4- Recommencer les étapes 1- à 3- pour 4 autres longueurs du fil (les valeurs de L_1 , L_2 , L_3 , L_4 , et L_5 devront être réparties harmonieusement dans un intervalle de longueurs le plus étendu possible, par exemple entre 10 cm et 30 cm).

CR

Placer toutes les valeurs L , t , T , Δt et ΔT dans un tableau.

Quel est l'intérêt de mesurer 10 oscillations plutôt qu'une seule ?

Sachant que T et L sont reliées par la formule $T = 2\pi * (L/g)^{1/2}$:

Tracer un graphique dont l'exploitation permettrait la détermination graphique

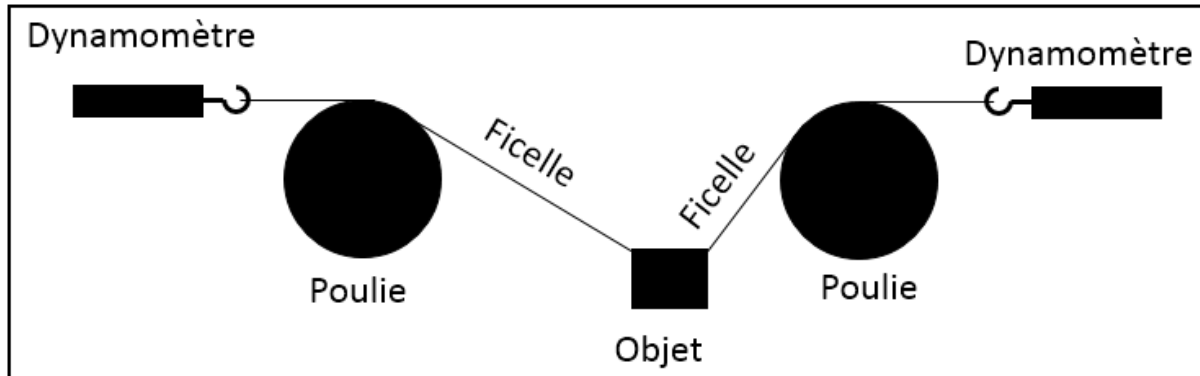
de g .

Déterminer la valeur de g .

Comparer avec la valeur attendue $g_{\text{attendu}} = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

TP4 : Equilibre de 3 forces

A l'aide du matériel fourni (potences, tiges et noix de serrage, dynamomètres, poulies, objet pesant de 100 g à 200 g, ciseaux, ficelle et rapporteur) réaliser le montage dont le schéma est représenté ci-dessous.



- CR : Mesurer la valeur des forces F_1 et F_2 qui s'affichent sur les deux dynamomètres.
- CR : Calculer la valeur du poids de l'objet.
- CR : Mesurer les angles que font respectivement \vec{F}_1 et \vec{F}_2 par rapport à l'horizontale.
- CR : Représenter sur un schéma les trois forces \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , et \vec{P}
(Echelle : 1,0 cm représente 0,10 N).

Le schéma de ces trois forces illustre-t-il la première loi de Newton ?

TP5 : Modèles moléculaires et Visualisation de cristaux en 3D

Géométrie des molécules

A l'aide des modèles moléculaires, construire :

CH₄, NH₃, H₂O.

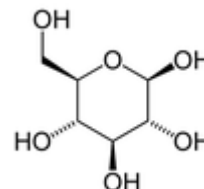
C₂H₄ et C₂H₂

H₂CO

C₃H₈

C₂H₆O

Le glucose (bonus) dont la formule topologique/CRAM est donnée ci-contre.



Cristaux en 3D

A l'aide de « minusc »

Observer et comparer les solides ioniques suivants :

Halite (NaCl_(s))

Chlorure de Césium (CsCl_(s))

Fluorine (CaF_{2(s)})

Observer la structure de l'eau solide (glace). Faire apparaître les liaisons hydrogène (« liaisons H »).

Observer deux solides différents composés exclusivement de carbone :

Le Graphite

Le Diamant

A l'aide de ces représentations, déterminer quels types de liaisons (simple, double ou triple) relient les atomes de carbone ensemble dans le graphite et dans le diamant.

Représenter la formule de Lewis d'un « morceau » de graphite et d'un « morceau » de diamant qui illustre la réponse à la question précédente.

TP6 : Extraction liquide/liquide

Données

La solubilité du diiode (I_2) :

Dans l'eau à 25°C vaut 330 mg.L⁻¹
Dans le cyclohexane à 25°C vaut 2,72 g.L⁻¹
Dans l'éther à 25°C vaut 25,2 g.L⁻¹.

La solubilité du sulfate de Cuivre ($CuSO_4$) :

Dans l'eau à 20°C vaut 320 g.L⁻¹
Est très faible dans le cyclohexane.
Est faible dans l'éther.

Masse volumique De l'eau liquide: $\rho = 1,0 \text{ kg.L}^{-1}$
 Du cyclohexane: $\rho = 0,78 \text{ kg.L}^{-1}$
 De l'éther: $\rho = 0,71 \text{ kg.L}^{-1}$

Miscibilités : De l'eau avec le cyclohexane : nulle
 De l'eau avec l'éther : moyenne

Extraction par solvant

Du diiode et du Sulfate de Cuivre ont été dissous dans de l'eau pour former une solution S. Ils y sont donc mélangés dans le même solvant. Afin de les séparer, on réalise le protocole expérimental suivant :

Verser environ 10 mL de S dans une ampoule à décanter (Robinet fermé).
Ajouter environ 5 mL de cyclohexane.
Agiter puis laisser reposer (décanter).
Récupérer les deux phases liquides dans deux béchers séparés.

Manipulation et questions

- 1°/ Mettre en œuvre le protocole expérimental.
- 2°/ **CR** : Réaliser un schéma de l'ampoule à décanter après agitation et décantation.
- 3°/ **CR** : Quelles sont les « deux phases liquides » mentionnées dans le protocole ?
Identifier la position de chacune des phases sur le schéma.
Dans quelle phase le Sulfate de Cuivre et le Diiodé sont-ils dissous ?
- 4°/ **CR** : Donner l'ensemble des arguments permettant de justifier le choix du cyclohexane comme solvant extracteur.

TP7 : Mesure de la pression dans un gaz : loi de Mariotte. Mesure de la pression dans un liquide

NOM :

PRENOM :

I Evolution de la pression au sein d'un liquide

Mesurer la pression dans la salle de classe à l'aide du pressiomètre

Remplir l'éprouvette d'eau du robinet

Relier la tige en verre (sonde) muni de son tuyau en plastique au pressiomètre

Plonger la tige en verre dans l'éprouvette

La pression est-elle modifiée ? Si oui, de quelle façon ?

On veut mesurer la pression à différentes profondeurs à l'intérieur de l'eau contenue dans l'éprouvette à l'aide du pressiomètre.

Recopier le schéma représenté sur le tableau (bien faire attention à la manière dont la profondeur d'immersion de la sonde est définie)

Remplir le tableau récapitulant les différentes pressions en fonction de la profondeur d'immersion (attention aux unités !!)

P (Pa)																		
H (m)																		

Tracer sur papier millimétré la courbe de la pression en fonction de la profondeur d'immersion (dont l'axe sera gradué de 0 m à 1 m)

Déduire de la courbe obtenue la valeur de la pression
à 1 m sous l'eau

à 10 m sous l'eau

II Evolution de la pression au sein d'un gaz

Mesurer la pression dans la salle de classe à l'aide du pressiomètre

Dévisser la seringue jusqu'à la valeur 50 mL

Relier la seringue au pressiomètre grâce au tuyau en plastique

Comprimer le gaz à l'aide de la seringue et mesurer l'évolution de la pression

La pression est-elle modifiée ? Si oui, de quelle façon ?

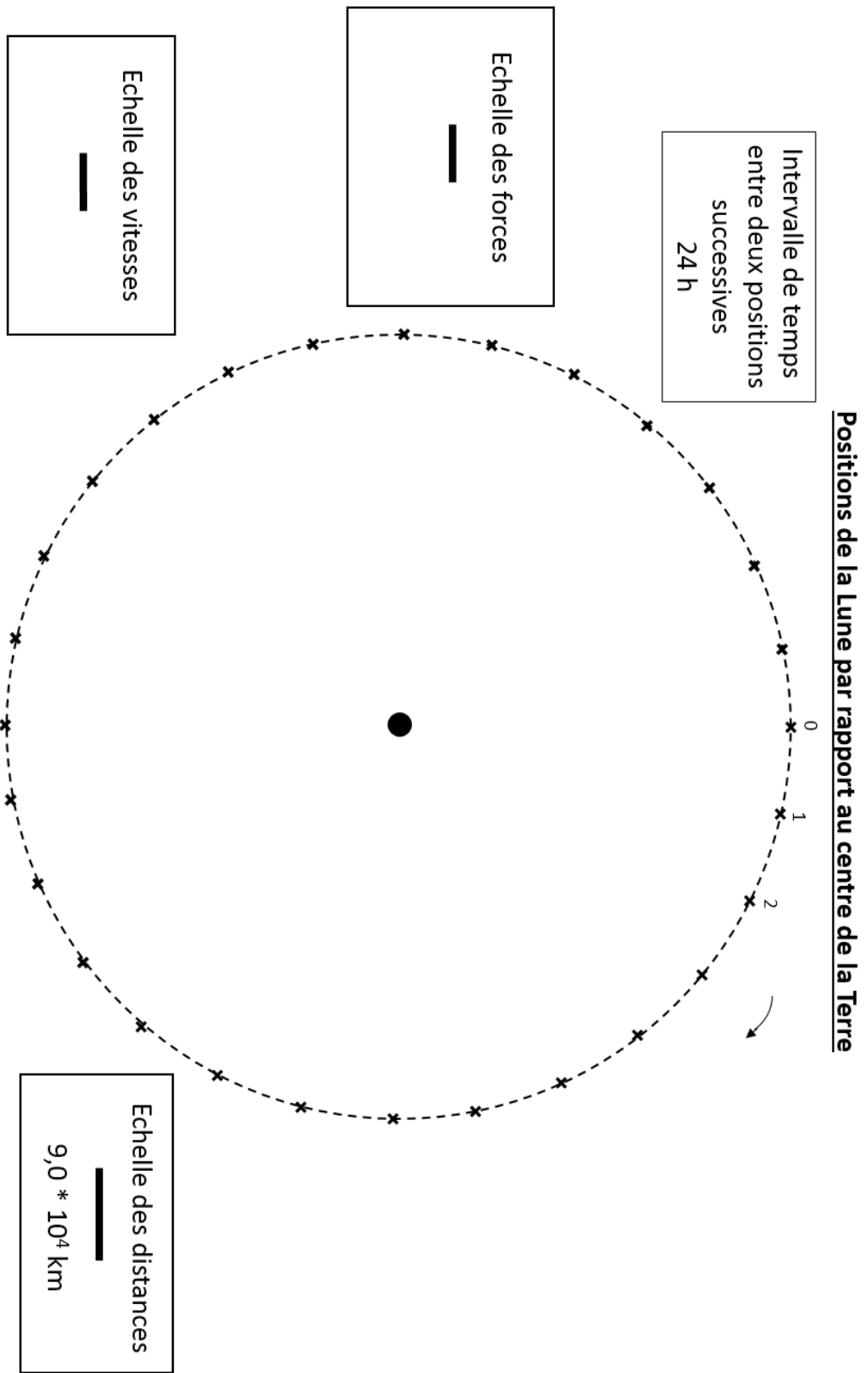
Remplir le tableau récapitulant les différentes pressions en fonction du volume de gaz contenu dans la seringue (attention aux unités !!) et calculer dans une dernière ligne $1/V$.

P (hPa)											
V (mL)											
$1/V$ (mL ⁻¹)											

CR : Tracer sur papier millimétré la courbe de P en fonction $1/V$.

Conclure

TP9 : Force et accélération

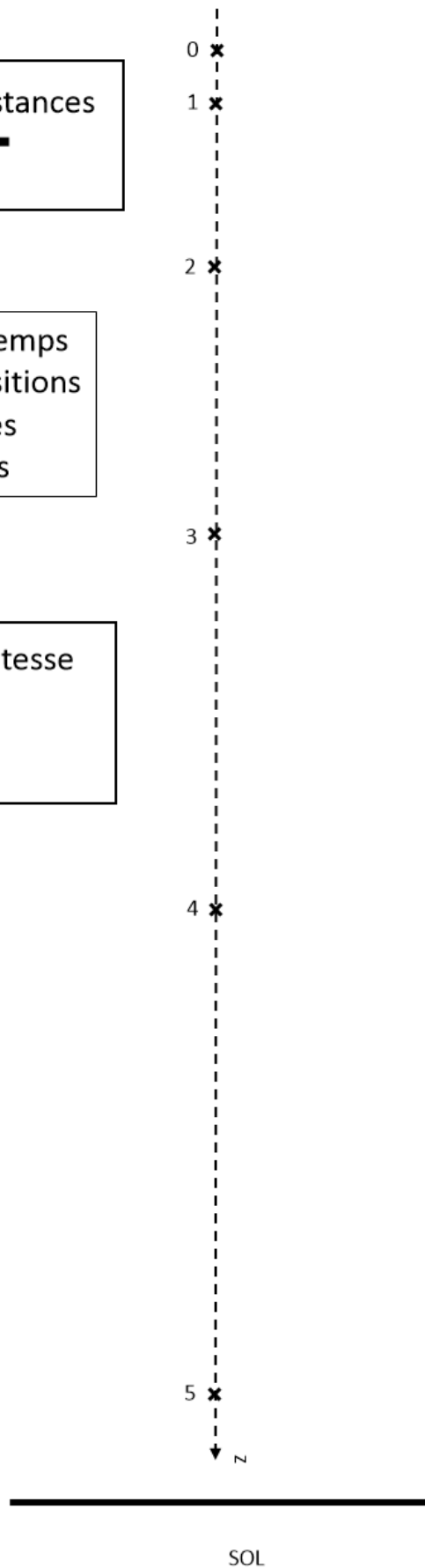


TP10 : Chute libre

Echelle des distances
—
3,0 m

Intervalle de temps
entre deux positions
successives
 $\Delta t = 0,45 \text{ s}$

Echelle des vitesse
—
3,0 m/s



TP11 : Réalisation d'une vidéo d'un lancer vertical de balle

Enregistrement d'une vidéo

Positionner la caméra (webcam de l'ordinateur) par terre, face au mur et parallèle au mur. Fixer une règle (jaune) au mur. Elle servira à établir l'échelle des longueurs dans la vidéo. Enregistrer une vidéo (sur Logger Pro) d'une balle tennis qui tombe verticalement et qui rebondit plusieurs fois :

Le mouvement de la balle doit être situé le plus près possible du plan du mur (car c'est là que se situe l'échelle).

La vitesse de la balle ne doit pas être trop grande (sinon la vidéo sera floue). Essayer plusieurs hauteurs de chute et ne garder que la meilleure vidéo.

Pointage de la vidéo

Réaliser le pointage de cette vidéo sur Logger Pro (la méthode sera expliquée en classe).

ATTENTION

Dans tout ce qui suit, l'étude portera seulement sur une partie des données :

Le mouvement AVANT le premier rebond

OU Une portion du mouvement située ENTRE deux rebonds CONSÉCUTIFS

Exploitation des données (point de vue énergétique)

Sur Logger Pro :

Créer une colonne de la vitesse instantanée (selon l'axe Oy) en fonction du temps (la méthode sera expliquée en classe).

Créer les trois colonnes suivantes :

Energie cinétique (E_c).

Energie potentielle de pesanteur (E_{pp}).

Energie mécanique (E_m).

Tracer les courbes $E_{pp}(t)$, $E_c(t)$, et $E_m(t)$.

Conclure : la balle peut-elle être considérée comme étant en chute libre ?

Refaire la même chose, mais cette fois sur Excel (il faut savoir utiliser les deux logiciels).

Débuter ce travail en copiant les données enregistrées sur Logger Pro puis en les collant sur Excel.

Exploitation des données pour trouver g

Sur Logger pro :

Afficher la vitesse instantanée (selon l'axe Oy) en fonction du temps et faire apparaître une courbe de tendance (curve fit) (la méthode sera expliquée en classe).

Utiliser l'expression littérale attendue pour l'expression de cette vitesse instantanée (selon l'axe Oy) en fonction du temps (elle sera donnée par le professeur) pour en déduire une valeur de g

TP12 : Détermination de la caractéristique d'une pile

Circuit à réaliser :

Associer en série un générateur 6V/12V, un interrupteur, une résistance de 100Ω , un ampèremètre, et une résistance variable.

Brancher un voltmètre en parallèle aux bornes du générateur.

Régler le générateur sur 6V, continu.

Mesures :

Fermer l'interrupteur et mesurer :

L'intensité du courant électrique I .

La tension aux bornes du générateur U .

Reporter ces valeurs dans le tableau ci-dessous.

Modifier plusieurs fois le curseur de la résistance variable et procéder à chaque fois à une nouvelle mesure de I et de U :

Reporter l'ensemble de ces mesures de I et de U dans un tableau.

U (V)									
I (A)									

CR :

Tracer la courbe représentant U en fonction de I .

Déterminer l'équation de cette courbe.

TP13 : Rendement d'un convertisseur

Mise en place du dispositif expérimental :

A l'aide d'une éprouvette graduée, verser 200 mL d'eau du robinet dans un calorimètre.

Plonger dans l'eau :

Un thermomètre.

Une résistance chauffante Pierron.

Un agitateur mécanique.

Refermer le calorimètre.

Brancher en série générateur 6V/12V, un interrupteur, un ampèremètre, et la résistance chauffante Pierron.

Régler le générateur sur 6V, continu.

Brancher un voltmètre en parallèle aux bornes de la résistance chauffante Pierron.

Mesures :

Mesurer la température de l'eau.

Fermer l'interrupteur puis, toutes les minutes mesurer :

La valeur de la température de l'eau.

La valeur de l'intensité du courant électrique.

La valeur de la tension aux bornes de la résistance chauffante Pierron.

Reporter les valeurs dans le tableau ci-dessous

t (min)															
T (°C)															
I (A)															
U (V)															

Remuer l'eau régulièrement avec l'agitateur mécanique.

Lorsque la température de l'eau a augmenté d'environ 15°C :

Ouvrir l'interrupteur

Arrêter les mesures

CR :

Faire un schéma du circuit électrique

Calculer, l'énergie électrique dissipée par la résistance : E_{TOTALE}

Sachant qu'il faut $4,2 \cdot 10^3$ J pour augmenter la température d'un litre d'eau liquide de 1°C, calculer l'énergie transmise à l'eau liquide au cours de l'expérience : E_{UTILE} .

En déduire le rendement énergétique du dispositif $\eta = 100 \cdot E_{\text{UTILE}}/E_{\text{TOTALE}}$

TP14 : Divers montages

Montages présentés :

Chromatographie sur couche mince : colorants alimentaires.
Distillation : mélange eau éthanol.
Extraction liquide/liquide.
Chauffage à reflux.
Filtration sous vide : Büchner
Séchage d'une phase organique

TP15 : Mesure de la vitesse du son dans l'air

Matériel disponible :

Un émetteur à Ultra-Sons
Un GBF.
Un récepteur à Ultra-Sons.
Un oscilloscope.
Règle, scotch, potences, pinces, noix de serrage, écran en métal, feuille de papier
Les ordinateurs.

Manipulation préalable

(faite en commun avec toute la classe, dirigée par le professeur):

Le professeur montre à l'ensemble de la classe :

Comment on utilise un GBF et un oscilloscope.

Comment on produit et on capte un US à l'aide d'un émetteur, d'un récepteur, du GBF et de l'oscilloscope.

Expérience 1 :

Proposer un protocole permettant de mesurer la vitesse du son dans l'air.

Réaliser ce protocole et déterminer cette vitesse (et l'incertitude liée à la vitesse, dont on détaillera les sources).

CR : Schéma. Tableau de mesure. Exploitation des mesures.
Conclusion.

Expérience 2 :

On classe les cris ultrasonores des chauves-souris en trois groupes : les émissions de fréquence constante (FC), les émissions de fréquence modulée décroissante (FM) et les émissions mixtes (FC-FM). En général, ces ultrasons ne sont pas purs mais composés d'une fréquence fondamentale et de plusieurs harmoniques. Pour qu'une proie soit détectable, elle doit avoir une dimension supérieure à la longueur d'onde du signal ultrasonore.

Détection des distances - *Pour estimer la distance à un objet (obstacle fixe, proie...), les organes sensoriels de la chauve-souris enregistrent le retard de l'écho par rapport à l'émission du signal.*

Proposer un protocole permettant de « voir » comme une chauve-souris, c'est à dire de détecter la distance à laquelle se trouve un obstacle.

Réaliser ce protocole pour un obstacle (le mur, ou un écran vertical) à différentes distances et reporter les résultats des mesures dans un tableau.

CR : Schéma. Tableau de mesure. Exploitation des mesures.
Conclusion.

TP16 : Construction d'une image réelle et d'une image virtuelle par une lentille convergente

Rappel : Ses distances sont **ALGÈBRIQUES** :
 Si B est au-dessus de A : alors $AB > 0$ et $BA < 0$.
 Si A est à gauche de O, alors $OA < 0$ et $AO > 0$.

Dispositif expérimental 1:

Choisir une lentille de distance focale image $f' = 3,0 \text{ } \delta$ (ou $4,0 \text{ } \delta$ ou $5,0 \text{ } \delta$ selon les lentilles qui sont mises à votre disposition).

Positionner l'objet lumineux en forme de **F** majuscule (on le représentera sur le schéma par une flèche AB perpendiculaire à Δ) perpendiculaire à Δ , de telle sorte que :

A appartienne à Δ et soit à gauche de F, c'est-à-dire que $AO > FO$.

Positionner l'écran de telle sorte que l'image A'B' formée soit nette.

Mesures :

Déterminer expérimentalement :

La taille de l'objet (AB)

La taille de l'image (A'B')

La distance OA

La distance OA'

Modifier la position de l'objet (4 positions différentes en tout) et refaites la même série de mesures

Reporter l'ensemble des résultats dans le tableau ci-contre.

AB (m)	A'B' (m)	OA (m)	OA' (m)	$\gamma = A'B'/AB$

CR : Montrer à l'aide d'un graphique adéquat que la formule de conjugaison ($1/OA' - 1/OA = 1/f'$) est vérifiée (Les valeurs des points du graphique doivent être reportées dans un nouveau tableau).

Calculer la valeur du grandissement γ et la reporter dans le tableau ci-dessus.

Dispositif expérimental 2 :

Conserver exactement le même dispositif, mais positionner cette fois l'objet lumineux entre F et O.

CR : L'image formée est-elle réelle ou virtuelle ?

Mesurer AB et OA et en déduire la valeur de la position OA' de l'image formée.

Sachant que : Le grandissement est défini par $\gamma = A'B'/AB$.

Qu'on peut montrer que γ est aussi égal à OA'/OA .

En déduire la taille de l'image A'B'.

TP17 : Traitement de données (tableau Excel) d'une grande quantité de valeurs de mesure du volume de 20 mL d'eau.

On souhaite mettre en évidence :

- Les fluctuations inhérentes à toute opération de mesure.
- La précision d'un instrument de mesure.

Dispositif expérimental

- Sélectionner un instrument de mesure de volume parmi :
 - Bécher possédant la graduation 20 mL.
 - Eprouvette graduée de 25 mL.
- Peser l'instrument de mesure (masse noté m_0)
- Réaliser au moins 30 fois la série de manipulations suivantes :
 - Remplir l'instrument de mesure jusqu'au trait indiquant 20 mL.
 - Sécher l'extérieur de l'instrument avec du papier.
 - Peser l'instrument de mesure ainsi rempli à l'aide de la balance et noter la valeur de la masse dans un tableau Excel.
 - Vider l'instrument de mesure.

Lors de ces mesures :

- On pourra utiliser des pipettes en plastique pour ajuster le niveau du liquide.
- On réfléchira aux précautions à prendre afin d'être le plus précis et rigoureux possible.

CR Travail à faire (principalement) à l'aide d'Excel

Pour chaque mesure, calculer la valeur de la masse d'eau pesée et présenter les résultats dans le tableau ci-dessous (les masses doivent être indiquées en g) :

Estimer la dispersion de l'ensemble de vos mesures (valeur minimale et valeur maximale ; longueur de cet intervalle).

Découper cet intervalle en 10 sous-intervalles de largeur identiques.

A l'aide d'Excel :

Présenter les résultats sous la forme d'un histogramme (en abscisse les sous intervalles, et en ordonnée le nombre de mesures qui appartiennent à ce sous intervalle).

Calculer la moyenne de la masse de 20 mL d'eau :

$x_{MOY} = (1/n) \sum x_i$ (où x_1 représente la masse de la mesure numéro 1, x_2 la masse de la mesure numéro 2...).

Comparer x_{MOY} avec la valeur attendue x_{THEO} :

Calculer l'écart (en %) entre x_{MOY} et x_{THEO}

Calculer l'écart type : $\sigma = [(1/n) \sum (x_i - x_{MOY})^2]^{1/2}$

Déterminer l'intervalle de confiance à 95% :

l'intervalle [$x_{MOY} - U(X)$; $x_{MOY} + U(X)$]

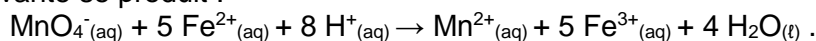
où $U(X) = 2\sigma/n^{1/2}$

TD PYTHON

Extrait d'un Sujet 0 :

Dans un bécher contenant 40,0 mL d'une solution de sulfate de fer(II) ($\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{SO}_4^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration égale à $2,5 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, on introduit 20,0 mL d'une solution aqueuse de permanganate de potassium ($\text{K}^{+}_{(\text{aq})} + \text{MnO}_4^{-}_{(\text{aq})}$) de concentration égale à $1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ contenant aussi des ions H^{+} .

La réaction suivante se produit :



Cette modélisation de la transformation sert de support pour rédiger un programme en langage python. Ce programme permet de visualiser l'évolution des quantités de matière des ions permanganate et des ions ferreux dans le système précédent en fonction de l'avancement de la réaction noté x .

Extrait du programme rédigé en langage python :

```
4
5 ni_MnO4 = 2.0 # quantité de matière initiale de permanganate MnO4- en mmol
6 ni_Ferreux = 10 # quantité de matière initiale d'ions Fe2+ en mmol
7 ni_Ferrique = 0 # quantité de matière initiale d'ions Fe3+ en mmol
8 ni_Mn2 = 0 # quantité de matière initiale d'ions Mn2+ en mmol
9 # H2O solvant (non simulé)
10 # H+ Large excès (non simulé)
11
12 n_MnO4=[ni_MnO4]
13 n_Ferreux=[ni_Ferreux]
14 n_Ferrique=[ni_Ferrique]
15 n_Mn2=[ni_Mn2]
16
17 avancement=[0]
18 x=0
19
20 while n_MnO4[-1]>=0 and n_Ferreux[-1]>=0:
21     x=x+0.05
22     n_MnO4.append((ni_MnO4 - 1*x))
23     n_Ferreux.append(ni_Ferreux - 5*x)
24     n_Mn2.append((ni_Mn2 + 1*x))
25     avancement.append(x)
26
27 xmax=avancement[-1]
```

1°/ Indiquer la ligne du programme codant l'information correspondant à une transformation totale. Justifier.

2°/ Déterminer les quantités de matières initiales en MnO_4^{-} et en Fe^{2+} et montrer qu'ils sont en proportions stœchiométriques.

Établir un tableau d'avancement de la réaction.

3°/ Dédire du tableau d'avancement l'expression de la quantité de matière des ions $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ en fonction de l'avancement.

4°/ Écrire l'instruction permettant de calculer la quantité de matière de $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ pour une valeur d'avancement x et proposer un numéro de ligne où elle pourrait être insérée dans le programme.

Exercice 34 p 316