

Lycée Louis Feuillade



Cahier de vacances

Vers la spécialité physique-chimie en Terminale



Vous avez choisi de poursuivre l'enseignement de spécialité physique-chimie en terminale. Beaucoup de notions abordées lors de cette année de première vous seront utiles.

Vous trouverez, dans ce cahier, des points de rappels de cours, des liens vers des vidéos explicatives et des exercices que vous devez savoir réaliser pour débiter sereinement à la rentrée.

Ce travail est à réaliser en autonomie, selon vos besoins et difficultés. Il servira de base pour un QCM bilan qui vous sera donné dans la première quinzaine du mois de septembre 2025.

Bon courage,

Vos futurs professeurs de physique-chimie de spécialité en Terminale

SOMMAIRE

- Sommaire	page 2
- Généralités et outils mathématiques	pages 3 et 4
- Rappels de cours (<i>avec des liens vidéo</i>)	pages 5 à 14
- Exercices d'applications (<i>relativement simples</i>)	pages 15 à 23
- Exercices bilan (<i>niveau fin de 1^{ère}</i>)	pages 24 à 29
- Correction des QCM	page 30

Les rappels de cours et les exercices d'application sont rangés par « thématiques » dont la liste est donnée ci-dessous :

- 1 : Quantités de matière
- 2 : Equation de réactions et tableaux d'avancement
- 3 : Réactions d'oxydoréduction
- 4 : Dosages par étalonnage
- 5 : Titrages
- 6 : Structure et propriétés des entités chimiques
- 7 : Nomenclature des molécules organiques et spectres IR
- 8 : Synthèses des composés organiques
- 9 : Comportement d'un fluide au repos
- 10 : Les forces et vecteurs force
- 11 : Champ de pesanteur et champ électrostatique
- 12 : Mouvement d'un système
- 13 : Energie cinétique, potentielle et mécanique
- 14 : Images formées par les lentilles
- 15 : Deux modèles pour la lumière
- 16 : Les ondes mécaniques
- 17 : Circuits électriques et dipôles

N'oubliez pas, un QCM bilan vous attend à la mi-septembre ...

GENERALITES ET OUTILS MATHÉMATIQUES

Multiples et sous-multiples : (à connaître)

Nom	giga	méga	kilo	hecto	déca	déci	centi	milli	micro	nano
Symbole	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n
Valeur	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}

Quelques valeurs de référence : (toujours fournies pour réaliser les exercices)

- Vitesse de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3,00 \cdot 10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante de la gravitation universelle : $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Constante de Coulomb (dans le vide et dans l'air) : $k = 9,0 \cdot 10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$
- Constante de Planck : $h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
- Masse d'un nucléon (proton ou neutron) : $m_n = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$
- Masse d'un électron : $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
- Charge élémentaire : $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Intensité de la pesanteur à la surface de la Terre : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Les bons gestes expérimentaux : (cliquer sur le titre ou flasher son QR code)

[Préparer une solution
par dissolution](#)



[Préparer une solution
par dilution](#)



[Le montage
de chauffage à reflux](#)



[Réaliser
une chromatographie](#)



[Réaliser
une filtration](#)



[Réaliser une extraction
liquide-liquide](#)



[Utiliser le banc Kofler](#)



Outils mathématiques : (cliquer sur le titre ou flasher son QR code)

- les tutos :

[Isoler le terme d'une
équation \(1\)](#)



[Isoler le terme d'une
équation \(2\)](#)



[Chiffres significatifs](#)



[Conversion d'unité](#)



[Tracer un graphique](#)



[Calculer un
coefficient directeur](#)



SOMMAIRE

- Sommaire	page 2
- Généralités et outils mathématiques	pages 3 et 4
- Rappels de cours (<i>avec des liens vidéo</i>)	pages 5 à 14
- Exercices d'applications (<i>relativement simples</i>)	pages 15 à 23
- Exercices bilan (<i>niveau fin de 1^{ère}</i>)	pages 24 à 29
- Correction des QCM	page 30

Les rappels de cours et les exercices d'application sont rangés par « thématiques » dont la liste est donnée ci-dessous :

- 1 : Quantités de matière
- 2 : Equation de réactions et tableaux d'avancement
- 3 : Réactions d'oxydoréduction
- 4 : Dosages par étalonnage
- 5 : Titrages
- 6 : Structure et propriétés des entités chimiques
- 7 : Nomenclature des molécules organiques et spectres IR
- 8 : Synthèses des composés organiques
- 9 : Comportement d'un fluide au repos
- 10 : Les forces et vecteurs force
- 11 : Champ de pesanteur et champ électrostatique
- 12 : Mouvement d'un système
- 13 : Energie cinétique, potentielle et mécanique
- 14 : Images formées par les lentilles
- 15 : Deux modèles pour la lumière
- 16 : Les ondes mécaniques
- 17 : Circuits électriques et dipôles

N'oubliez pas, un QCM bilan vous attend à la mi-septembre ...

GENERALITES ET OUTILS MATHEMATIQUES

Multiples et sous-multiples : (à connaître)

Nom	giga	méga	kilo	hecto	déca	déci	centi	milli	micro	nano
Symbole	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n
Valeur	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}

Quelques valeurs de référence : (toujours fournies pour réaliser les exercices)

- Vitesse de propagation de la lumière dans le vide : $c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$
- Constante de la gravitation universelle : $G = 6,67.10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$
- Constante de Coulomb (dans le vide et dans l'air) : $k = 9,0.10^9 \text{ N.m}^2.\text{C}^{-2}$
- Constante de Planck : $h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$
- Masse d'un nucléon (proton ou neutron) : $m_n = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$
- Masse d'un électron : $m_e = 9,11.10^{-31} \text{ kg}$
- Charge élémentaire : $e = 1,60.10^{-19} \text{ C}$
- Constante d'Avogadro : $N_A = 6,022.10^{23} \text{ mol}^{-1}$
- Intensité de la pesanteur à la surface de la Terre : $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

Les bons gestes expérimentaux : (cliquer sur le titre ou flasher son QR code)

[Préparer une solution
par dissolution](#)



[Préparer une solution
par dilution](#)



[Le montage
de chauffage à reflux](#)



[Réaliser
une chromatographie](#)



[Réaliser
une filtration](#)



[Réaliser une extraction
liquide-liquide](#)



[Utiliser le banc Kofler](#)



Outils mathématiques : (cliquer sur le titre ou flasher son QR code)

- les tutos :

[Isoler le terme d'une
équation \(1\)](#)



[Isoler le terme d'une
équation \(2\)](#)



[Chiffres significatifs](#)



[Conversion d'unité](#)



[Tracer un graphique](#)



[Calculer un
coefficient directeur](#)



- les exos (Partie 1) :

[Chiffres significatif n°1](#)



[Chiffres significatifs n°2](#)



[Calculer en puissances de 10](#)



[La notation scientifique](#)



- les exos (Partie 2) : Vous disposez de relations littérales dans la première colonne du tableau. Pour chaque relation, exprimer la grandeur demandée dans la colonne 2. Faire de même pour la consigne précisée dans la colonne 3.

Relation littérale	Travail n°1 à réaliser	Travail n°2 à réaliser
$v = \frac{d}{\Delta t}$	Exprimer d en fonction des autres grandeurs :	Exprimer Δt en fonction des autres grandeurs :
$P = m \times g$	Exprimer g en fonction des autres grandeurs :	Exprimer m en fonction des autres grandeurs :
$\rho = \frac{m}{V}$	Exprimer m en fonction des autres grandeurs :	Exprimer V en fonction des autres grandeurs :
$n = \frac{m}{M}$	Exprimer m en fonction des autres grandeurs :	Exprimer M en fonction des autres grandeurs :
$c = \frac{n}{V}$	Exprimer n en fonction des autres grandeurs :	Exprimer V en fonction des autres grandeurs :
$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$	Exprimer C_1 en fonction des autres grandeurs :	Exprimer V_2 en fonction des autres grandeurs :
$F = G \times \frac{m_1 \times m_2}{D^2}$	Exprimer m_1 en fonction des autres grandeurs :	Exprimer D en fonction des autres grandeurs :
$E = P \times \Delta t$	Exprimer P en fonction des autres grandeurs :	Exprimer Δt en fonction des autres grandeurs :
$E = \frac{h \times c}{\lambda}$	Exprimer λ en fonction des autres grandeurs :	Exprimer c en fonction des autres grandeurs :
$E_c = \frac{1}{2} \times m \times v^2$	Exprimer m en fonction des autres grandeurs :	Exprimer v en fonction des autres grandeurs :
$E_{pp} = m \times g \times z$	Exprimer m en fonction des autres grandeurs :	Exprimer z en fonction des autres grandeurs :
$n = n_i - 3 \times x_{\max}$	Exprimer n_i en fonction des autres grandeurs :	Exprimer $x_{\max}$ en fonction des autres grandeurs :
$v = \frac{d}{t_2 - t_1}$	Exprimer d en fonction des autres grandeurs :	Exprimer t_1 en fonction des autres grandeurs :

Quantités de matière

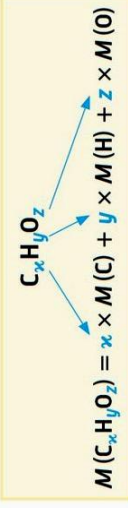
I Masse molaire d'une espèce chimique :

Masse molaire atomique

Numéro atomique Z	1	1,0		
Hydrogène	H		Nom	
			Symbole	
			Masse molaire atomique en g·mol ⁻¹	

La masse molaire de chaque élément chimique est donnée dans le tableau périodique.

Masse molaire moléculaire



II Concentration d'une espèce en solution :

$$C_m = \frac{m_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}} \quad \text{et} \quad C = \frac{n_{\text{soluté}}}{V_{\text{solution}}}$$

$n_{\text{soluté}}$: quantité de matière de soluté en moles (mol)

V_{solution} : volume de la solution en litre (L)

C : concentration en quantité de matière en moles par litre (mol·L⁻¹)

C_m : concentration en masse en grammes par litre (g·L⁻¹)

M : masse molaire de l'espèce chimique en grammes par mole (g·mol⁻¹)

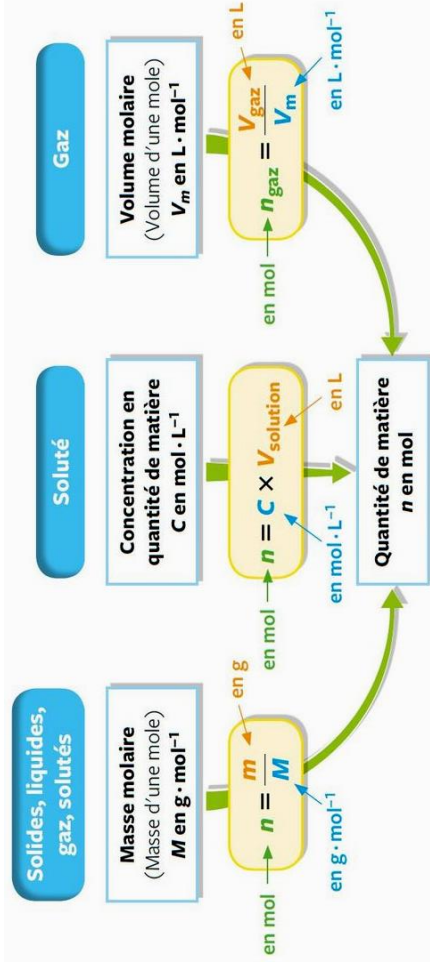
Remarque : La concentration en quantité de matière d'un ion $[X^{n\pm}]$ est égale à la concentration en quantité de matière du soluté C multiplié par le nombre stœchiométrique de l'ion dans l'équation de dissolution (ex : $K_3PO_4(s) \rightarrow 3 K^+(aq) + PO_4^{3-}(aq)$: $[K^+] = 3 \times C$ et $[PO_4^{3-}] = C$)

III Volume molaire d'un gaz :

C'est le volume d'une mole de gaz. Il dépend de la température et de la pression mais pas de la nature du gaz.

Ex : $V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ à 20°C et sous pression atmosphérique normale

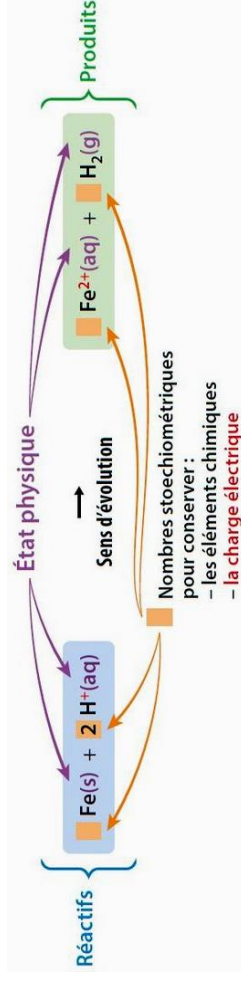
IV Calcul d'une quantité de matière :



Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Equations de réactions et tableau d'avancement

I Equation de réaction :



[Cours en vidéo](#)



[S'exercer avec une animation](#)

II Tableau d'avancement d'un transformation chimique :

Quantité de matière initiale $\rightarrow$ Si c'est un produit (il y en a plus au cours du temps)

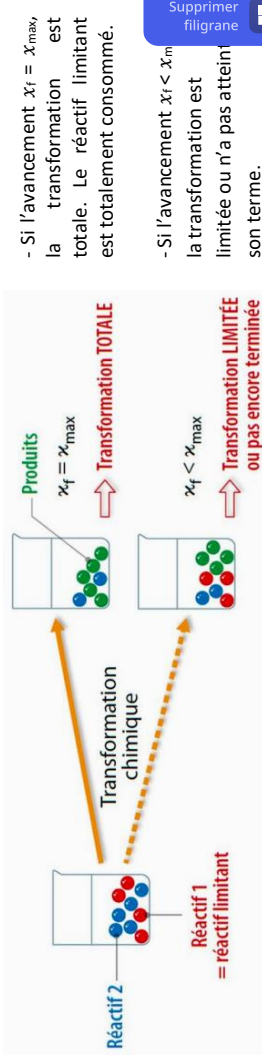
$n = n_i - \text{nombre stœchiométrique} \times \text{avancement } x$

Quantité de matière $\rightarrow$ Si c'est un réactif (il y en a moins au cours du temps)

[Cours + Quiz](#)



Équation chimique	$2 Fe^{3+}(aq) + 1 Cu(s) \rightarrow 2 Fe^{2+}(aq) + 1 Cu^{2+}(aq)$				
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	0	$n_i(Fe^{3+}) = 3$	$n_i(Cu) = 8$	0	0
État intermédiaire	x	$3 - 2x$	$8 - 1x$	$0 + 2x$	$0 + 1x$
État final	x_f OU $x_{\max}$	$3 - 2x_f$	$8 - 1x_f$	$2x_f$	$1x_f$



Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Réactions d'oxydoréduction

I Qu'est-ce que c'est ?

- Dans un couple noté Ox/Red, le réducteur perd un ou plusieurs électrons tandis que l'oxydant en gagne.
- La demi-équation modélise la réduction d'un oxydant en son réducteur conjugué et réciproquement l'oxydation d'un réducteur en son oxydant conjugué :



Astuce

 oxydAnt : gAgne
 réductEur : pErD

II Ecrire une demi-équation électronique :

Pour établir une demi-équation, conserver :

- le ou les éléments communs au couple ;
- l'élément oxygène par ajout de molécules $\text{H}_2\text{O}_{(l)}$;
- l'élément hydrogène par ajout d'ions H^+ ;
- la charge électrique par ajout d'électrons e^- .

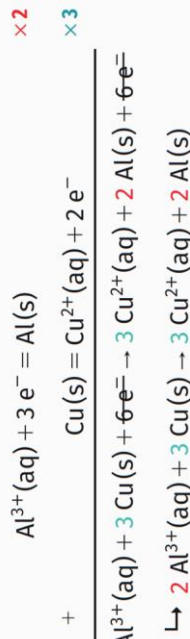
Couple $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$ 

III Ecrire l'équation bilan :

Une réaction d'oxydo-réduction met en jeu un transfert d'électrons entre le réducteur d'un couple et l'oxydant d'un autre couple. Les électrons n'apparaissent pas dans l'équation établie en combinant les demi-équations des deux couples.

- Demi-équation du couple Ox_1/Red_1 : $\text{Red}_1 = \text{Ox}_1 + n_1 e^- \times n_2$
- Demi-équation du couple Ox_2/Red_2 : $\text{Ox}_2 + n_2 e^- = \text{Red}_2 \times n_1$
- Équation d'oxydo-réduction : $n_2 \text{Red}_1 + n_1 \text{Ox}_2 \rightarrow n_2 \text{Ox}_1 + n_1 \text{Red}_2$

Exemple : Réaction entre les ions aluminium et le cuivre métallique :

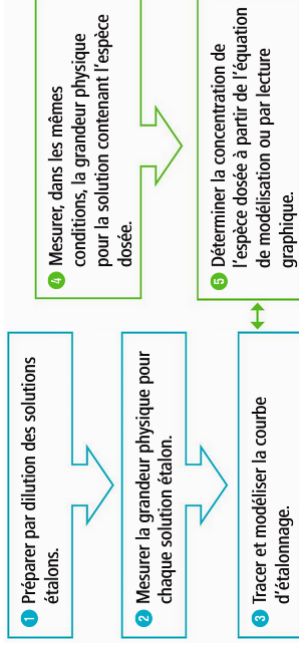


Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

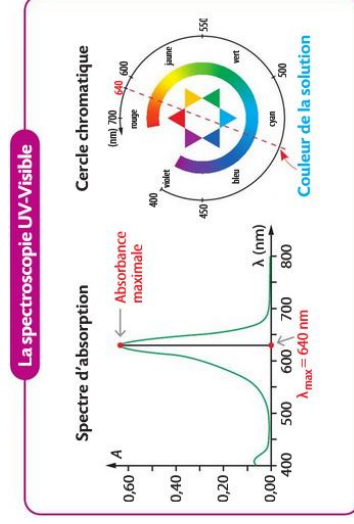
Dosages par étalonnage

I Principe d'un dosage par étalonnage :

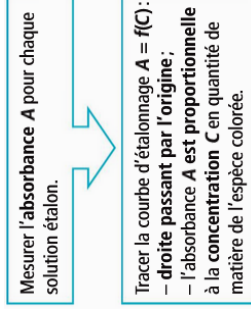
- Il s'agit de mesurer une grandeur physique donnée :
 - pour des solutions étalons contenant la même espèce que celle dosée à des concentrations connues différentes ;
 - pour la solution contenant l'espèce dosée.
- Différentes étapes d'un dosage par étalonnage :



II Dosage colorimétrique d'une espèce colorée :



Couleur de la longueur d'onde la plus absorbée = Couleur complémentaire de la couleur de la solution

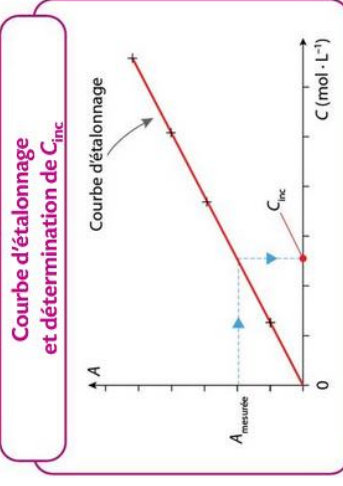


La courbe d'étalonnage vérifie la loi de Beer-Lambert :

$$A = k \times C$$

sans unité en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$

Cette loi est aussi valable avec la concentration en masse (C_m en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ et k en $\text{L} \cdot \text{g}^{-1}$).



Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.



Titrages

I Principe du titrage :

C'est une technique de dosage qui s'appuie sur la réaction entre un **réactif titré** dont on cherche la quantité de matière (pour, si nécessaire, en déduire sa concentration) et un **réactif titrant** dont on connaît la concentration.

La réaction support du titrage soit être rapide, totale et unique.

II Relation à l'équivalence :

À l'équivalence du titrage du **réactif titré A** par le **réactif titrant B** dont l'équation de la réaction du titrage est :

$$a A + b B \rightarrow c C + d D$$

V_{titrant} : volume versé de réactif titrant
 V_E : volume équivalent

$$V_{\text{titrant}} = V_E$$

Les réactifs **titrant** et **titré** sont introduits dans les **proportions des nombres stœchiométriques** : ils sont entièrement consommés.

$$\frac{n_i(A)}{a} = \frac{n_i(B)}{b} \text{ soit } \frac{C_A \times V_A}{a} = \frac{C_B \times V_E}{b}$$

Remarques :

- Pour $V_{\text{titrant}} < V_E$, le réactif limitant est l'espèce titrante et pour $V_{\text{titrant}} > V_E$, c'est l'espèce titrée.
- Dans un titrage colorimétrique, l'équivalence est repérée par un changement de couleur.

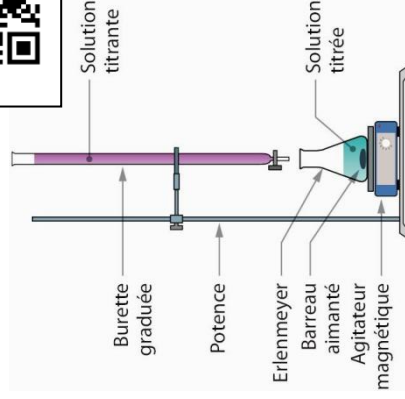
III Incertitudes :

Pour limiter les erreurs expérimentales sur une mesure :

- mettre en œuvre deux titrages consécutifs : 1 titrage rapide + 1 titrage précis à la goutte près
- réaliser plusieurs mesures. La valeur la plus représentative correspond à la valeur moyenne de cette série de mesures.
- procéder à un traitement statistique à partir de cette série de mesures pour calculer l'écart-type expérimental puis l'incertitude-type.

Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

[Cours en vidéo](#)



Titrages

Structure et propriétés des entités chimiques

I Les bases :

ATOME
électriquement neutre

Noyau

- Z protons
- $N = (A - Z)$ neutrons
- Écriture conventionnelle

Nombre de masse (ou nombre de nucléons)

A : Symbole de l'atome

Z : Numéro atomique

Cortège électronique

- Z électrons
- Répartition dans des couches (1, 2 ou 3) et sous-couches (s ou p) pour $Z \leq 18$ donnée par la configuration électronique
- Électrons de valence sur la dernière couche

	1	2	13	14	15	16	17	18
Ligne 1	1s							1s
Ligne 2	2s							
Ligne 3	3s			3p				

Bloc s

Bloc p

$[_{14}\text{Si}] = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$

2 + 2 = 4 électrons de valence

Couche de valence
= couche n° 3

[Cours \(configuration électronique\)](#)



$$[Ar]Si = 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$$

Couche de valence = couche n° 3

Entités chimiques stables :

- Les éléments de la famille des gaz nobles sont situés dans la 18^{ème} colonne du tableau périodique. Leur couche de valence est saturée à 2 électrons (règle du duet pour l'hélium) ou à 8 électrons (règle de l'octet pour les autres) : ils sont chimiquement stables.
- Afin d'être stables, les autres éléments chimiques vont chercher à acquérir la même configuration électronique que le gaz noble dont ils sont le plus proche dans la classification périodique. Pour cela, ils vont former des ions ou des molécules.

Ions monoatomiques :

- Un ion monoatomique est une entité électriquement chargée formée du même noyau que l'atome correspondant et dont la couche de valence est saturée par excès ou par défaut d'un ou de plusieurs électrons.
- On déduit sa formule de la position de l'élément dans le tableau périodique.

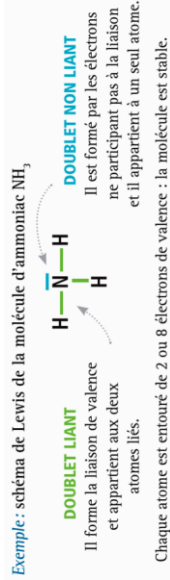
Colonne 1	Colonne 2	Colonne 3	Colonne 4	Colonne 5	Colonne 6	Colonne 7	Colonne 8	Colonne 9	Colonne 10	Colonne 11	Colonne 12	Colonne 13	Colonne 14	Colonne 15	Colonne 16	Colonne 17	Colonne 18
1 électron de valence ion X^+ Alcalins*	2 électrons de valence ion X^{2+}	3 électrons de valence ion X^{3+}	4 électrons de valence ion X^{4+}	5 électrons de valence ion X^{5+}	6 électrons de valence ion X^{6+}	7 électrons de valence ion X^{-}	8 électrons de valence Gaz nobles	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Éléments d'une famille chimique : ▶ Même colonne de la classification ▶ Même nombre d'électrons de valence et mêmes propriétés chimiques																	

* Sauf H
** Sauf He : 2e

Molécule :

- Une molécule est une entité stable formée d'atomes liés par des liaisons de valence (aussi appelées liaisons covalentes) résultat de la mise en commun d'électrons de valence des 2 atomes.
- Le schéma de Lewis d'une molécule fait apparaître l'organisation des électrons de valence sous forme de doublets liants ou non liants contenant chacun deux électrons.

Nombre d'électrons mis en commun	2	4	6
Type de liaison	Simple	Double	Triple
Symbole	—	=	≡



II Géométrie d'une entité :

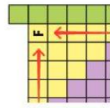
La géométrie d'une entité se détermine à partir de son schéma de Lewis. Les doublets d'électrons de valence, liants et non liants, s'écartent au maximum pour minimiser les répulsions.

Cours géométrie



III Polarité d'une entité :

► L'**électronégativité** χ traduit la tendance d'un atome à attirer les électrons.



Elle augmente quand on se déplace vers la droite sur une même ligne, ou vers le haut dans une même colonne du tableau périodique.
Le fluor est l'élément le plus électro-négatif.

Liaison non polarisée



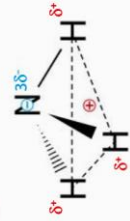
Liaisons polarisées



Une liaison entre deux atomes différents est polarisée si la différence d'électronégativité entre les deux atomes est supérieure à 0,4. L'atome le plus électronégatif porte une charge partielle δ^- .

Molécule polaire

Centres géométriques des charges négatives et positives $\oplus$ non confondus



Molécule apolaire

Centres géométriques des charges négatives et positives confondus



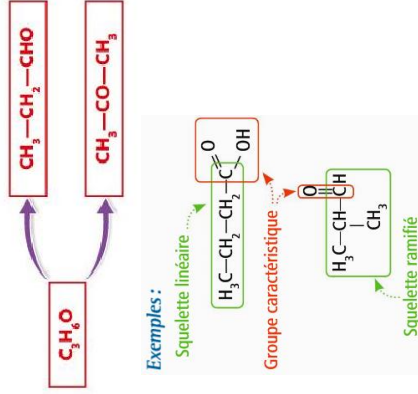
Thème n°7

COURS

Nomenclature des molécules organique et spectres IR

I Formules brutes et semi-développées :

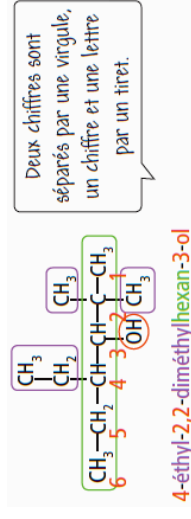
- La **formule semi-développée** indique les liaisons entre les atomes de la molécule **excepté celles impliquant les atomes d'hydrogène**.
- L'**enchaînement des atomes de carbone** forme une chaîne appelée **squelette carboné**.
- Un **groupe caractéristique** indique l'appartenance à **une famille**.



Les différentes familles de composés organiques et groupes caractéristiques :

Alcool	Aldéhyde	Cétone	Acide carboxylique
éthanol	éthanal	Propanone	Acide éthanique
$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{OH}$ Groupe hydroxyle	$\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$ Groupe carbonyle	$\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ Groupe carbonyle	CH_3-COOH Groupe carboxyle

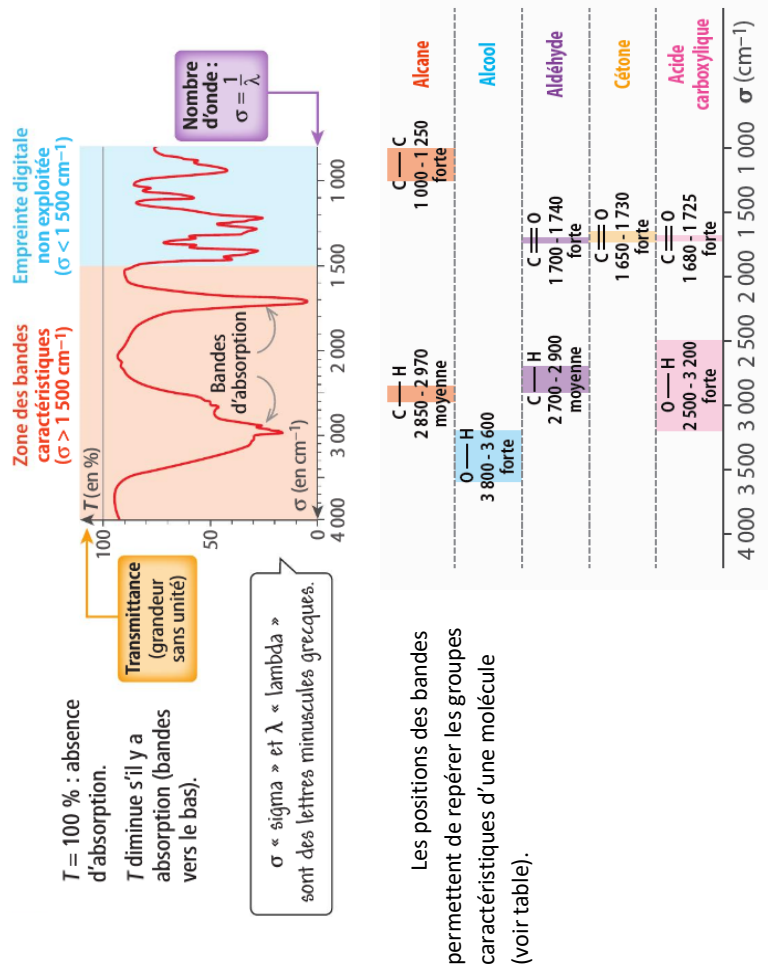
II Nomenclature :



Cours en vidéo

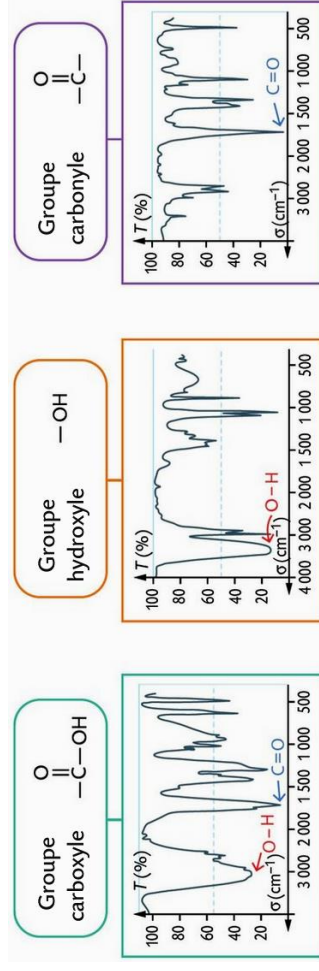
III Spectroscopie infrarouge :

Certaines liaisons absorbent les radiations infrarouges auxquelles elles sont soumises, provoquant l'apparition de bandes d'absorption sur un spectre infrarouge.



Les positions des bandes permettent de repérer les groupes caractéristiques d'une molécule (voir table).

Exemples :

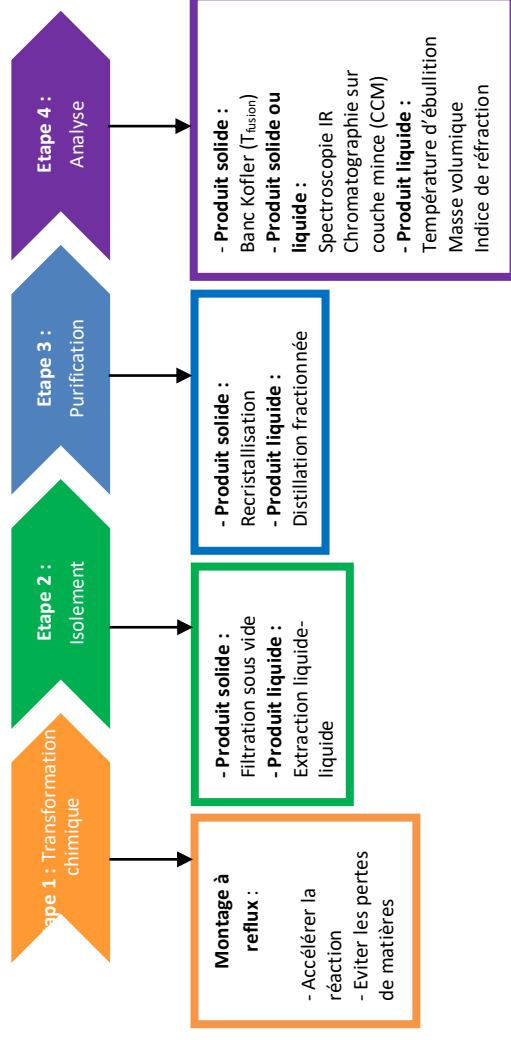


[Cours en vidéo](#)

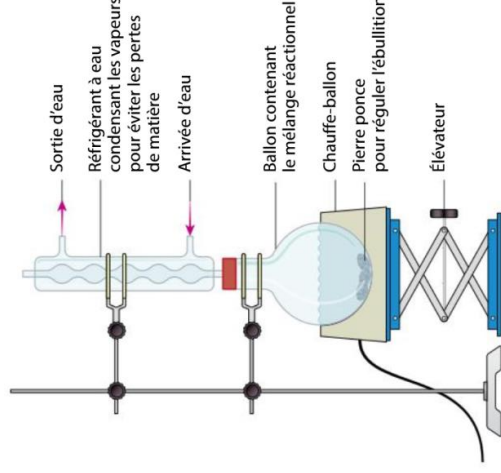
Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Synthèses des composés organiques

I Les étapes d'une synthèse organique :



II Montage expérimental :



III Rendement d'une synthèse :

$$r = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{th}}} \quad \text{ou} \quad r = \frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{th}}}$$

mol → ou g →

Remarque : Le rendement peut être exprimé en pourcentage en multipliant r par 100.

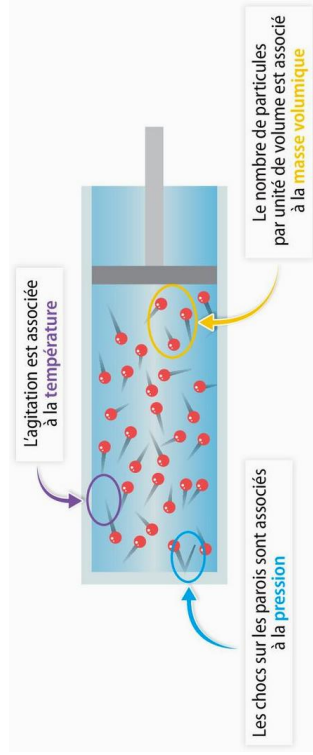
[Cours en vidéo](#)



Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Comportement d'un fluide au repos

Un fluide est un gaz ou un liquide. En 1^{ère} spé PC, on ne s'intéresse qu'aux fluides au repos. En Term spé PC, vous découvrirez des lois qui régissent le comportement des fluides lors d'un écoulement.



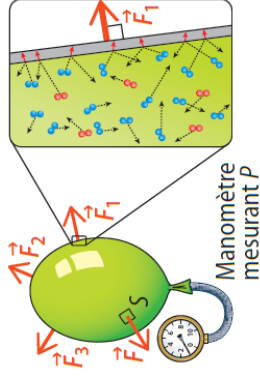
I Force pressante et pression :

Les chocs des entités d'un fluide sur une paroi sont à l'origine d'une force pressante $\vec{F}$:

- droite d'action : perpendiculaire à la paroi
- sens : du fluide vers la paroi
- norme : proportionnelle, selon l'échelle choisie, à la valeur de la force pressante :

$$\mathbf{F} = \mathbf{P} \times \mathbf{S}$$

- F : intensité de la force pressante (en N)
- P : Pression (en Pascal, de symbole Pa)
- S : aire de la paroi (en m²)



II Loi de Boyle-Mariotte :

A température donnée et pour une quantité de matière de gaz donnée, $P \times V = \text{constante}$ le produit de la pression P par le volume V d'un gaz est constant.

$$\text{soit } P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

III Loi fondamentale de la statique des fluides :

La différence de pression ($P_A - P_B$) entre les points A et B d'un liquide est proportionnelle à la différence d'altitude ($z_B - z_A$) : $P_A - P_B = \rho \times g \times (z_B - z_A)$

Soit, de manière plus simple à retenir,

$$P_A + \rho \cdot g \cdot z_A = P_B + \rho \cdot g \cdot z_B$$

- P_A et P_B : pression aux points A et B (en Pa)
- ρ : masse volumique du liquide (en kg.m⁻³)
- g : intensité de la pesanteur (en N.kg⁻¹)
- z_A et z_B : altitude des points A et B (en m)

Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Les forces et vecteurs force

I Modélisation d'une force :

Action

- réciproque et simultanée entre deux systèmes
- modélisée par une force

Force $\vec{F}$

représentée par un vecteur caractérisé par :

- une direction selon laquelle la force s'exerce
- un sens qui suit l'orientation de la force
- une norme proportionnelle à la valeur F exprimée en newtons (N)

Remarque : Les forces modélisent les actions qui s'exercent sur le système étudié. On représente les forces $\vec{F}$ par un vecteur $\vec{F}$ issu d'un point modélisant le système.



II Force d'interaction gravitationnelle :

Deux systèmes A et B de masses respectives m_A et m_B , séparés d'une distance d , agissent simultanément et réciproquement l'un sur l'autre. Les actions exercées sont modélisées par des forces d'interaction gravitationnelle $\vec{F}_{AB}$ et $\vec{F}_{BA}$ attractives.

Direction	Sens	Valeur
Droite passant par les centres des systèmes A et B	Vers le centre du système attracteur A	$\vec{F}_{AB} = \vec{F}_{BA} = G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2}$ en N $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

Remarque : Le poids $\vec{P}$ d'un système au voisinage d'un astre est assimilé à la force d'interaction gravitationnelle exercée par l'astre sur le système : $\vec{P} = \vec{F}_{\text{astre}}^{\text{gravitationnel}}$

IV Principe d'inertie :

Système immobile ou en mouvement rectiligne uniforme

$\vec{v}_G = \vec{0}$ ou $\vec{v}_G$ ne varie pas (même direction, même sens et même norme)

Exemple : un palet de hockey sur la glace en mouvement rectiligne uniforme

Les forces extérieures se compensent

Somme vectorielle des forces extérieures nulles : $\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{0}$

Bilan des forces :

- poids $\vec{P}$
- force $\vec{F}$ exercée par la glace sur le palet

Principe d'inertie : $\vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$

Modélisation par un point :

G₁ G₂ G₃ G₄ G₅ G₆

Situation :

Diagram showing a point with vectors $\vec{F}$ and $\vec{P}$ acting on it.

VI Principe des actions réciproques :

Si un système A exerce une force sur un système B, alors le système B exerce simultanément une force réciproque sur le système A.

Les forces $\vec{F}_{AB}$ et $\vec{F}_{BA}$ ont la même direction, la même valeur mais des sens opposés : $\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$

Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la 2^{ème} partie du cahier de vacances.

Les forces et vecteurs force

Cours vidéo modélisation forces



Cours vidéo
bilan forces



III Le poids :

Le poids et la masse sont proportionnels :

l'intensité moyenne de la pesanteur est $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Ne pas confondre :

Poids	force	mesuré avec un dynamomètre	exprimé en newtons (N)	dépend de l'altitude du lieu
masse	liée à la quantité de matière de l'objet	mesurée avec une balance	exprimée en kilogrammes (kg)	invariable

Représentation du poids

Caractéristiques	Représentation
• Direction (---) : verticale • Sens (→) : vers le bas • Valeur : $P = m \times g$ $P = 0,056 \times 9,8 = 0,55 \text{ N}$	Avec l'échelle 1 cm $\leftrightarrow$ 0,5 N, le segment fléchi représentant $\vec{P}$ mesure 1,1 cm.

V Contraposée du principe d'inertie :

Les forces extérieures ne se compensent pas

$\sum \vec{F}_{\text{ext}} \neq \vec{0}$

Somme vectorielle des forces extérieures non nulle :

Exemple : un système en chute libre (ici, sans vitesse initiale)

Bilan des forces :

- poids $\vec{P}$

$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = \vec{P} \neq \vec{0}$

Système ni immobile ni en mouvement rectiligne uniforme

$\vec{v}_G$ varie

Exemple : un système en chute libre (ici, sans vitesse initiale)

$G_1 \times G_2 \times G_3 \times G_4$

$\vec{v}_2 \neq \vec{v}_3$
 $\vec{v}_6$ varie

Cours vidéo

principe inertie



Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la 2^{ème} partie du cahier de vacances.

Champ de pesanteur et champ électrostatique

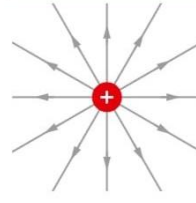
I Loi d'interaction gravitationnelle et loi de Coulomb :

Loi d'interaction gravitationnelle	Forces attractives 	$\vec{F}_{AB} = -G \times \frac{m_A \times m_B}{d^2} \vec{u}$
Loi de Coulomb (entre deux systèmes A et B immobiles de charges respectives q_A et q_B , séparés d'une distance d)	q_A et q_B de même signe : forces répulsives  q_A et q_B de signes opposés : forces attractives	$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA} = +k \times \frac{q_A \times q_B}{d^2} \vec{u}$ $F_{AB} = F_{BA} = k \times \frac{ q_A \times q_B }{d^2}$ en N en C en m k : constante de Coulomb $k = 9,0 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

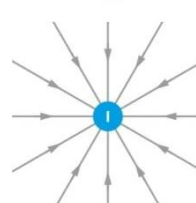
II Champ de gravitation et champ électrique :

Champ gravitationnel créé par une masse m_A en un point B	$\vec{G} = \frac{\vec{F}_{AB}}{m_B} = -G \times \frac{m_A}{d^2} \vec{u}$	- Même direction que $\vec{F}_{AB}$ - Même sens que $\vec{F}_{AB}$ - Valeur en $\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$
Champ électrostatique créé par une charge q_A en un point B	$\vec{E} = \frac{\vec{F}_{AB}}{q_B} = +k \times \frac{q_A}{d^2} \vec{u}$	- Même direction que $\vec{F}_{AB}$ - Sens vers q_A si $q_A < 0$, sinon sens contraire - Valeur en $\text{N} \cdot \text{C}^{-1}$ ou $\text{V} \cdot \text{m}^{-1}$

Charge positive
Champ électrique radial et centrifuge.



Charge négative
Champ électrique radial et centripète.



[Cours en vidéo](#)



[Les champs gravitationnel électrostatique](#)

Mouvement d'un système

Pour décrire un mouvement, il faut choisir...

un SYSTÈME

C'est l'objet étudié. On le modélise souvent par un point.

un RÉFÉRENTIEL

C'est l'objet de référence par rapport auquel on étudie le système et auquel on associe un repère d'espace et de temps.

Remarque Les référentiels terrestre, géocentrique et héliocentrique sont adaptés respectivement pour un système en mouvement sur la Terre, autour de la Terre et autour du Soleil.

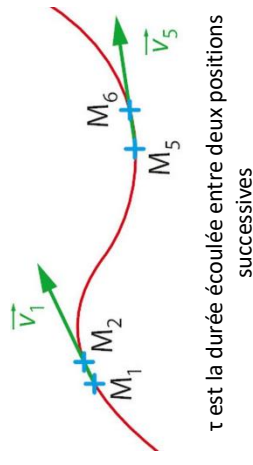
[Vidéo variation de vitesse, résultante des forces et masse](#)

I Vecteur vitesse :

Pour tracer le vecteur vitesse $\vec{v}_6$:

- son point d'application est le point M_6
- sa droite d'action est la tangente à la trajectoire au point M_6
- son sens est celui du mouvement
- sa norme est proportionnelle, selon l'échelle choisie, à la valeur de la vitesse au point M_6 :

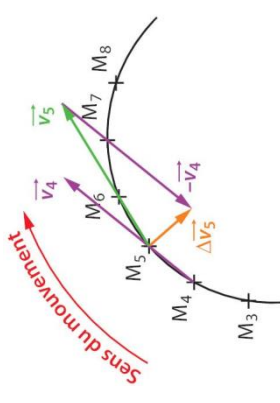
$$v_6 = \frac{M_5 M_6}{\tau}$$



II Vecteur variation de vitesse :

Pour tracer le vecteur variation de vitesse $\Delta \vec{v}_5$:

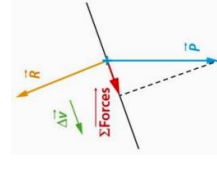
- On rappelle que $\Delta \vec{v}_5 = \vec{v}_5 - \vec{v}_4$
soit $\Delta \vec{v}_5 = \vec{v}_5 + (-\vec{v}_4)$
- tracer les vecteurs $\vec{v}_4$ et $\vec{v}_5$ respectivement aux points M_4 et M_5
 - au bout du vecteur $\vec{v}_5$ reporter le vecteur $-\vec{v}_4$
 - construire le vecteur $\Delta \vec{v}_5$



III Vecteur variation de

vitesse et forces :

Forces qui ne se compensent pas :



$\Sigma \text{ Forces} \neq 0 \Rightarrow$ modification de $\vec{v}$ en norme et/ou en direction

$\Sigma \text{ Forces}$ et $\Delta \vec{v}$ sont colinéaires et de même sens.

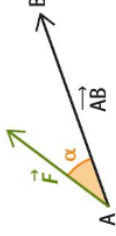
$$\Sigma \text{ Forces (N)} \approx m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$$

$\Delta \vec{v}$ en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 Δt en s
 m en kg

Relation approchée de la 2^{ème} loi de Newton :

Energie cinétique, potentielle et mécanique

I Travail d'une force :



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

Soit :

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

$W_{AB}(\vec{F})$: travail sur AB de la force $\vec{F}$ en joule (J)
 F : intensité de la force constante en newton (N)
 AB : longueur du déplacement en mètre (m)
 α : angle entre les vecteurs $\vec{F}$ et $\vec{AB}$ en degré (°)

II Energie cinétique :

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

E_c : énergie cinétique en joule (J)
 m : masse de l'objet en kilogramme (kg)
 v : vitesse de l'objet en mètre par seconde (m.s⁻¹)

Remarque : La variation d'énergie cinétique lors d'un déplacement AB est égale à la somme des travaux de toutes les forces sur ce trajet : $\Delta E_c = E_c(B) - E_c(A) = \sum W_{AB}(\vec{F})$

III Energie potentielle de pesanteur :

$$E_{pp} = m \times g \times z$$

E_{pp} : énergie potentielle de pesanteur en joule (J)
 m : masse de l'objet en kilogramme (kg)
 g : intensité de la pesanteur (en N.kg⁻¹)
 z : altitude de l'objet en mètre (m)

Remarque : La variation d'énergie potentielle de pesanteur lors d'un déplacement AB est égale à l'opposé du travail du poids sur ce trajet : $\Delta E_{pp} = E_{pp}(B) - E_{pp}(A) = -W_{AB}(\vec{P})$

IV Energie mécanique :

$$E_m = E_c + E_{pp}$$

Remarques :

- S'il n'y a pas de frottement (ou si on les néglige), alors l'énergie mécanique est conservée. La variation d'énergie mécanique lors d'un déplacement AB est alors nulle :

$$\Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = 0 \quad \text{soit} \quad E_m(B) = E_m(A)$$

- S'il y a des frottements, alors l'énergie mécanique n'est pas conservée. La variation d'énergie mécanique lors d'un déplacement AB est alors égale au travail des forces de frottement $\vec{f}$: $\Delta E_m = E_m(B) - E_m(A) = W_{AB}(\vec{f})$



[Vidéo travail d'une force et théorème de l'énergie cinétique](#)

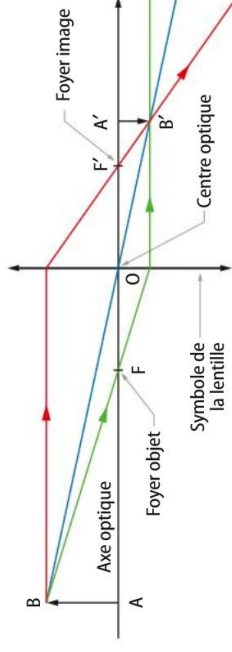


[Vidéo variation de l'énergie mécanique](#)

Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Images formées par des lentilles

I Tracé des rayons caractéristiques :



Tout rayon passant par le centre optique n'est pas dévié.

Tout rayon arrivant parallèlement à l'axe optique émerge en passant par le foyer image F' .

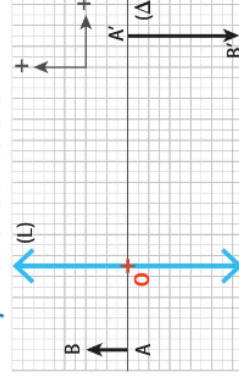
Tout rayon passant par le foyer objet F émerge parallèlement à l'axe optique.

L'image B' du point B est à l'intersection des trois rayons émergents.

II Taille de l'image et grandissement :

- OA , AB , OA' et $A'B'$ sont des grandeurs algébriques. Leur longueur est affectée d'un signe qui dépend des conventions d'orientation :
 - origine des axes au centre optique O ;
 - axes horizontal et vertical orientés positivement respectivement vers la droite et vers le haut.

Exemple : schéma à l'échelle 1



$$\overline{OA} = -1,2 \text{ cm} ; \overline{AB} = +0,6 \text{ cm}$$

$$\overline{OA'} = +3,3 \text{ cm} ; \overline{A'B'} = -1,6 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{f'}$$

• Relation de grandissement :

γ « gamma » est une lettre minuscule grecque.

$$\gamma = \frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$$

Remarques : • OA , OA' et f' sont exprimés dans la même unité.
• Caractéristiques de l'image : $OA' > 0$: réelle ; $OA' < 0$: virtuelle.

$\gamma > 0$ Droite	$\gamma < 0$ Renversée	$ \gamma > 1$ Plus grande que l'objet	$ \gamma < 1$ Plus petite que l'objet
------------------------	---------------------------	---	---

[Tracé des rayons \(image réelle\)](#)



[Tracé des rayons \(image virtuelle\)](#)



[Distances algébriques](#)



[Grandissement](#)



[Formule de conjugaison](#)



Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Deux modèles pour la lumière

Selon les situations, la lumière se comporte tantôt comme une onde (modèle ondulatoire), tantôt comme un flux de particules appelées photons (modèle particulaire).

I Modèle ondulatoire :

La lumière est une onde électromagnétique. La partie visible pour notre œil est : $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$

La lumière se propage dans le vide ou dans tout milieu matériel transparent.

ν (lettre grecque « nu ») : fréquence (en Hz)	ν (lettre grecque « nu ») : fréquence (en Hz)
$\nu = \frac{c}{\lambda}$	c : célérité de la lumière ($c = 3,00.10^8 \text{ m.s}^{-1}$ dans le vide et dans l'air)
	λ (lettre grecque « lambda ») : longueur d'onde (en m)

II Modèle particulaire :

La lumière est constituée de photons.

Un photon transporte une quantité d'énergie E proportionnelle à sa fréquence :

$$E = h \times \nu = h \times \frac{c}{\lambda}$$

E : énergie (en J) h : constante de Planck ($h = 6,63.10^{-34} \text{ J.s}$)

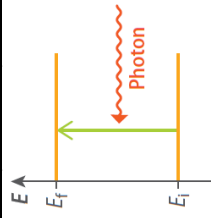
A cette échelle, on préfère utiliser l'électron-volt (eV) comme unité d'énergie : $1 \text{ eV} = 1,60.10^{-19} \text{ J}$

III Interaction lumière-matière :

L'énergie d'un atome est quantifiée : elle ne peut prendre que certaines valeurs, représentées sur un diagramme de niveaux d'énergie.

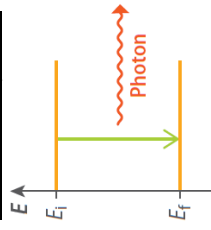
Deux phénomènes d'interaction entre la lumière et la matière peuvent se produire :

Absorption d'un photon



Passage à un niveau d'énergie supérieur.

Emission d'un photon



Passage à un niveau d'énergie inférieur.

L'énergie E du photon absorbé ou émis est égale à la différence d'énergie ΔE entre les deux niveaux d'énergie (final – initial) :

$$\Delta E = |E_f - E_i|$$

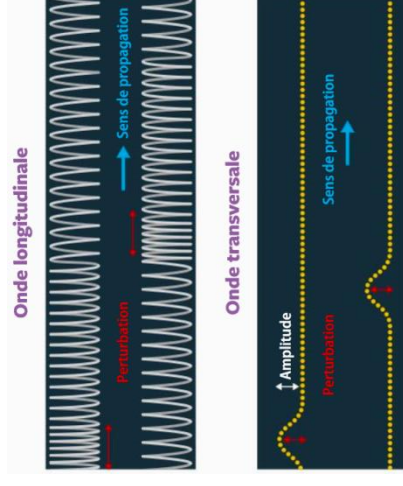
$$\Delta E = h \times \nu = h \times \frac{c}{\lambda}$$

Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

Les ondes mécaniques

I Ondes mécaniques progressives :

Propagation d'une perturbation dans un milieu matériel sans transport de matière mais avec transport d'énergie.



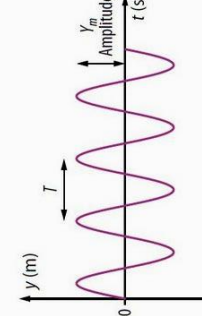
II Célérité d'une onde progressive :

Retard : $\tau = t_B - t_A$ en s

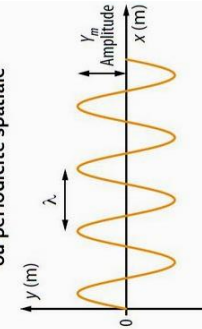
Célérité : $V_{\text{onde}} = \frac{X_B - X_A}{t_B - t_A}$ en m.s⁻¹

III Ondes mécaniques sinusoïdales :

Périodicité temporelle T



Longueur d'onde λ ou périodicité spatiale



Double périodicité

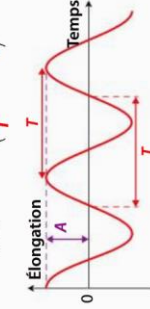
Expression et représentation de l'élongation :

dans le temps

$$y(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t + \phi\right)$$

dans l'espace

$$y(x) = A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \times x + \phi'\right)$$

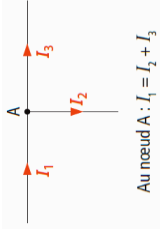


Cours ondes mécaniques

Circuits électriques et énergie électrique

I Intensité du courant et loi des nœuds :

L'intensité du courant correspond au débit des charges électriques dans le circuit. Elle se mesure en ampère (A). Par convention, le courant électrique circule de la borne positive (+) à la borne négative (-) du générateur. Dans un circuit, la somme des intensités des courants arrivant à un nœud est égale à la somme des intensités des courants qui en repartent (loi des nœuds).

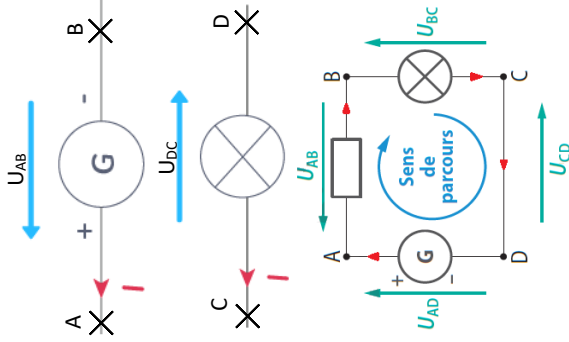


II Tension électrique et loi des mailles :

La tension électrique correspond à la différence de niveau électrique entre deux points d'un circuit. Elle se mesure en volt (V). On représente la tension U_{AB} entre deux points A et B par un segment fléché orienté de B vers A. Pour que la tension soit positive, on distingue deux cas :

- si le dipôle est un générateur, la flèche symbolisant la tension est orientée dans le même sens que le sens du courant
- si le dipôle est un récepteur, la flèche symbolisant la tension est orientée dans le sens opposé au sens du courant

Dans une maille orientée, la somme des tensions électriques dans le sens du parcours est égale à la somme des tensions dans le sens opposé (loi des mailles). Dans la maille ABCD : $U_{AD} = U_{CD} + U_{BC} + U_{AB}$



III Caractéristique tension-intensité de dipôles :

La caractéristique d'un dipôle est la relation entre la tension électrique U à ses bornes et l'intensité du courant I qui le traverse.

Pour un conducteur ohmique, on a : $U = R \times I$ (où R est la résistance en ohm, Ω).

Pour un générateur idéal, on a $U = E$ (la tension ne dépend pas de l'intensité I).

Pour un générateur réel, on a $U = E - r \times I$ (où E est la force électromotrice du générateur et r sa résistance interne).

IV Puissance et énergie :

Puissance : $P = U \times I$

Énergie : $E = P \times \Delta t$

(Si P en W et Δt en s alors E est en Joule)

(Si P en W et Δt en h alors E est en Wattheure)

Rendement : $\eta = E_{\text{sortie}} / E_{\text{entrée}}$ OU $\eta = P_{\text{sortie}} / P_{\text{entrée}}$

Pour retravailler ces notions, voir les exercices dans la deuxième partie du cahier de vacances.

[Loi de nœuds/mailles](#)



[Bilan de puissance](#)



Quantités de matière

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) :
(Correction en dernière page)

1 Le nombre d'entités chimiques contenues dans une mole est :

A: $N_A = 6,02 \times 10^{-23} \text{ mol}^{-1}$ B: $N_A = 6,02 \times 10^{-23} \text{ mol}$
C: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ D: $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}$

2 La masse molaire d'un élément chimique s'exprime en :

A: $\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ B: $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ C: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D: $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$

3 La masse molaire de l'éthanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ se calcule avec la relation :

A: $2 \times M(\text{C}) + 6 \times M(\text{H}) + M(\text{O})$
B: $6 \times M(\text{H}) + M(\text{O}) + 2 \times M(\text{C})$
C: $M(\text{C}) + M(\text{H}) + M(\text{O})$
D: $M(\text{C}) + 2 \times M(\text{H}) + 6 \times M(\text{O})$

4 La relation entre la masse m d'un échantillon, la quantité de matière n et sa masse molaire M est :

A: $n = \frac{M}{m}$ B: $n = \frac{m}{M}$ C: $n = m \times M$ D: $m = n \times M$

5 La concentration en quantité de matière d'une solution peut s'exprimer en :

A: $\text{L} \cdot \text{mol}^{-1}$ B: $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$ C: $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ D: $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$

Exercice 1 : Compléter le tableau puis déterminer le volume de O_2 correspondant ($V_m = 24 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$)

Espèce chimique	Cuivre Cu (s)	Diiodé I_2 (s)	Ethanol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$ (l)	Dioxygène O_2 (g)
M (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$)				
m (en g)	1,3			3,2
n (en mol)		$1,3 \cdot 10^{-3}$	0,40	

Exercice 2 : Un peu d'air !

L'air est constitué de 78,0% de diazote N_2 et de 21,0 % de dioxygène O_2 , plus quelques traces de gaz rares, de dioxyde de carbone, de vapeur d'eau, de polluants et de poussières.

1- Déterminer le volume de N_2 et de O_2 dans un litre d'air pris dans les conditions normales de température et de pression ($V_m = 22,4 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1}$ dans ces conditions)

2- Calculer la quantité de matière de ces gaz et en déduire leur quantité de matière dans 1 L d'air.

Exercice 3 : Compléter le tableau :

Soluté dissous dans l'eau	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$	NaOH	MgCl_2
C (en $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$)			$2,0 \cdot 10^{-2}$
n (en mol)	$8,0 \cdot 10^{-2}$		$1,0 \cdot 10^{-2}$
V (en mL)	200	250	
Cm (en $\text{g} \cdot \text{L}^{-1}$)		4,0	

Calculer la concentration en quantité de matière des ions magnésium Mg^{2+} (aq) et chlorure Cl^- (aq) de la solution aqueuse de chlorure de magnésium (On donne $\text{MgCl}_2(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{Cl}^-(\text{aq})$)

Oxydoréduction et tableau d'avancement

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : (Correction en dernière page)

1 L'oxydant est une espèce chimique :

A: qui gagne un ou plusieurs électrons.
B: qui perd un ou plusieurs électrons.
C: qui gagne un ou plusieurs protons.
D: qui perd un ou plusieurs électrons.

2 L'oxydation correspond à :

A: un gain d'électrons. B: un gain de protons.
C: une perte de protons. D: une perte d'électrons.

3 Un couple oxydant/réducteur est noté :

A: Red/Ox. B: pas de notation particulière.
C: Ox/Red. D: cela dépend.

4 L'avancement x est une variable :

A: qui diminue au cours du temps.
B: sans unité.
C: qui s'exprime en mol.
D: qui s'exprime en g.

5 À la fin d'une transformation chimique :

A: tous les réactifs ont forcément disparu.
B: seulement un réactif a disparu.
C: le réactif limitant a disparu.
D: l'avancement atteint sa valeur finale x_f .

6 Dans un état final dans lequel les quantités des réactifs sont :

Réactif 1 : $3,0 - 3 \cdot x_{\text{max}}$ Réactif 2 : $4,0 - 2 \cdot x_{\text{max}}$
A: le réactif limitant est le réactif 1. B: $x_{\text{max}} = 1,0 \text{ mol}$.
C: le réactif limitant est le réactif 2. D: $x_{\text{max}} = 2,0 \text{ mol}$.

7 10,0 mol d'aluminium Al sont mélangés avec 10,0 mol de dioxygène O_2 . L'équation de la réaction est : $4\text{Al}(\text{s}) + 3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{Al}_2\text{O}_3(\text{s})$. À l'état final :

A: il reste 3 mol de O_2 .
B: il reste 2,5 mol de O_2 .
C: 2,5 moles de Al ont été consommées.
D: il s'est formé 5,0 mol de Al_2O_3 .

8 L'avancement final est environ égal à l'avancement maximal :

A: toujours.
B: jamais.
C: seulement pour des transformations totales.
D: seulement pour des transformations non totales.

Exercice 1 : Etablir l'équation de réaction entre les ions ferreux Fe^{2+} (aq) et les ions permanganate MnO_4^- (aq). On donne les couples : $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) / \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$ $\text{MnO}_4^-(\text{aq}) / \text{Mn}^{2+}(\text{aq})$

Exercice 2 : Une masse $m_0 = 0,15 \text{ g}$ d'aluminium est introduite dans un volume $V_1 = 150 \text{ mL}$ de sulfate de cuivre (II) ($\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$) de concentration $C_1 = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

1- Etablir l'équation de la réaction

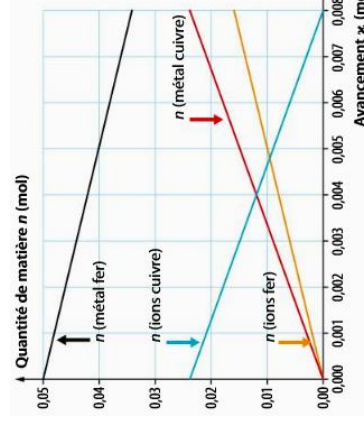
2- Construire le tableau d'avancement associé à la réaction.

3- Effectuer un bilan de matière à l'état final pour une transformation totale.

Données :

couples Ox/Red : $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) / \text{Cu}(\text{s})$ et $\text{Al}^{3+}(\text{aq}) / \text{Al}(\text{s})$
masses molaires atomiques : $M(\text{Al}) = 27,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $M(\text{Cu}) = 63,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

Exercice 3 : Pour étudier l'évolution des quantités de matière lors d'une transformation chimique, des élèves ont créé la représentation graphique suivante.



1- Identifier les réactifs et les produits.

2- Indiquer le réactif limitant et l'avancement max.

3- Les ions cuivre sont des ions Cu^{2+} (aq) mais il existe deux sortes d'ions fer : Fe^{2+} (aq) et Fe^{3+} (aq). Ecrire les deux équations correspondantes.

4- En comparant les pentes des produits, indiquer les ions fer mis en jeu.

Dosages par étalonnage

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : (Correction en dernière page)

1 Soit une solution colorée.

A : Elle absorbe une partie des radiations de la lumière blanche.

B : Elle absorbe toutes les radiations de la lumière blanche.

C : Sa couleur correspond à la couleur absorbée.

D : Sa couleur correspond à la couleur complémentaire de la couleur absorbée.

2 Si le spectre de la lumière transmise par une solution colorée éclairée par une source de lumière blanche à l'aspect suivant :



la couleur de la solution est :

A : verte. B : rouge. C : bleue. D : jaune.

3 Quand on utilise un spectrophotomètre, il faut :

A : effectuer au préalable le « zéro » avec le solvant utilisé pour préparer les solutions.

B : travailler avec des solutions peu concentrées en espèces colorées.

C : utiliser des cuves de dimensions identiques pour établir une courbe d'étalonnage.

D : choisir comme longueur d'onde de travail celle correspondant à la radiation la moins absorbée.

4 Dans le domaine visible, on mesure l'absorbance d'une solution :

A : colorée. B : incolore. C : opaque. D : quelconque.

5 L'absorbance d'une solution colorée dépend de :

A : la hauteur de la cuve. B : la largeur de la cuve.

C : sa concentration. D : la longueur d'onde.

6 Quand la concentration d'une solution diluée diminue de moitié, son absorbance :

A : est divisée par 2. B : est multipliée par 2.

C : est multipliée par 4. D : reste constante.

7 Lors d'un dosage par étalonnage spectrophotométrique, on mesure :

A : la conductance de la solution.

B : le pH de la solution.

C : la masse volumique de la solution.

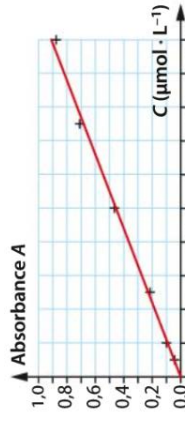
D : l'absorbance de la solution.

8 Lors d'un dosage spectrophotométrique, on trace la courbe d'étalonnage :

A : $A = f(\lambda)$. B : $\lambda = f(A)$. C : $A = f(C)$. D : $C = f(A)$.

Exercice 1 :

Pour déterminer la concentration d'une solution colorée de chlorure de nickel, Paul mesure l'absorbance de solutions étalon de concentration connue (pour une longueur d'onde correspondant au maximum d'absorption) et trace la courbe d'étalonnage suivante :



Après avoir dilué 100 fois la solution inconnue, il mesure dans les mêmes conditions expérimentales une absorbance $A = 0,52$.

Aider Paul à déterminer la concentration en quantité de matière de la solution.

Exercice 2 : La loi de Beer-Lambert :

La longueur d'onde du maximum d'absorption d'une solution aqueuse de sulfate de cuivre de concentration en quantité de matière $C = 0,020 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ a pour valeur 805 nm. L'absorbance de cette solution de concentration en quantité de matière C est $A = 0,140$.

1- Définir la loi de Beer-Lambert. En déduire la valeur du coefficient k et indiquer son unité.

2- Déterminer la valeur de l'absorbance d'une solution de sulfate de cuivre 5 fois plus concentrée.

3- Pour la mesure de l'absorbance de cette solution concentrée, indiquer à quelle longueur d'onde il faut se placer.

Titrages

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : (Correction en dernière page)

1 L'équivalence d'un titrage colorimétrique est repérée :

A : par un changement brutal de pH.

B : par un changement de teinte.

C : uniquement avec un indicateur coloré.

D : grâce à une droite d'étalonnage.

2 Avant l'équivalence d'un titrage, le réactif limitant est :

A : le réactif titré.

B : le réactif titrant.

C : réactif titré et réactif titrant.

D : aucun des deux.

3 Le montage d'un titrage colorimétrique utilise :

A : une éprouvette jaugée.

B : une éprouvette graduée.

C : une burette jaugée.

D : une burette graduée.

4 L'indicateur coloré est ajouté dans :

A : la burette contenant la solution titrante.

B : l'erlenmeyer contenant la solution titrée.

C : la pipette.

D : l'erlenmeyer contenant la solution titrante.

5 À l'équivalence, pour la réaction d'équation la relation entre les quantités de matière des réactifs sont :

A : $\frac{n_1(A)}{a} = \frac{n_{\text{mesuré}}(B)}{b}$.

B : $a \times n_1(A) = b \times n_{\text{mesuré}}(B)$.

C : $\frac{n_1(A)}{b} = \frac{n_{\text{mesuré}}(B)}{a}$.

D : $b \times n_1(A) = a \times n_{\text{mesuré}}(B)$.

6 La réaction support du titrage doit être :

A : forcément totale. C : rapide.

B : limitée. D : lente.

7 Le titrage colorimétrique est réalisable :

A : en présence d'espèces colorées uniquement.

B : avec des espèces incolores.

C : si au moins une des espèces est colorée.

D : avec des espèces colorées et un indicateur coloré.

8 La précision d'un titrage colorimétrique dépend :

A : de la pression.

B : du volume de l'erlenmeyer.

C : de la précision de la verrerie utilisée pour les mesures de volume.

D : du repérage de l'équivalence.

9 Le volume équivalent déterminé par des groupes lors d'un TP est :

A : Le meilleur estimateur de cette série est 11,0 mL.

B : L'écart-type expérimental est : $S_{p-1} = 0,130 \text{ mL}$.

C : Le volume équivalent moyen est 11,5 mL.

D : Le meilleur estimateur de cette série est la valeur moyenne.

10 La solution contenant le réactif titré est prélevée à l'aide de :

A : une pipette graduée. C : une burette graduée.

B : une pipette jaugée. D : un compte-goutte.

11 À l'équivalence d'un titrage mettant en jeu deux réactifs :

A : les quantités de matière des réactifs sont toujours égales.

B : les concentrations en quantité de matière des réactifs sont toujours identiques.

C : les réactifs sont totalement consommés.

D : seul l'un des réactifs est totalement consommé.

12 Une solution incolore est titrée par une solution violette, la couleur de la solution titrée à l'équivalence est :

A : bleu clair. C : incolore.

B : violet foncé. D : violet clair.

Exercice 1 : Prévoir un changement de couleur :

On dose une solution aqueuse incolore de dioxyde de soufre $\text{SO}_2(\text{aq})$ par une solution aqueuse de diiode $\text{I}_2(\text{aq})$. L'équation de la réaction support du titrage s'écrit :



Une solution aqueuse de diiode est jaune orangée.

1- Identifier les réactifs titrant et titré et schématiser le montage.

2- Identifier le réactif limitant : a) avant l'équivalence b) après l'équivalence

3- Prévoir le changement de couleur de la solution dans un bécher à l'équivalence.

Exercice 2 :

On titre un volume $V_1 = 20,0 \text{ mL}$ d'une solution incolore de concentration C_1 en ions Fe^{2+} par une solution violette de concentration $C_2 = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ en ions MnO_4^- . On observe un changement de couleur pour un volume $V_E = 12 \text{ mL}$. L'équation de la réaction de titrage est : $5 \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{MnO}_4^-(\text{aq}) + 8 \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow 5 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{Mn}^{2+}(\text{aq}) + 4 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

1- Schématiser et indiquer comment repérer l'équivalence.

2- Calculer la concentration C_1 des ions Fe^{2+} .

Structure et propriétés des entités chimiques

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s)

réponse(s) : (Correction en dernière page)

1 Les liaisons suivantes sont polarisées :

- A: N=N
B: C-H
C: C=O
D: C-C

2 Si $\chi_A - \chi_B \geq 0$ alors :

- A: A est plus électropositif que B.
B: A est plus électro négatif que B.
C: B est plus électro négatif que A.
D: B est plus électropositif que A.

3 La molécule d'eau est :

- A: polaire.
B: apolaire.
C: plane.
D: linéaire.

4 La molécule d'ammoniac est :

- A: pyramidale.
B: polaire.
C: plane.
D: polarisée.

5 L'ion nitrate dont le schéma de Lewis est représenté ici, a une structure :

- A: plane.
B: tétraédrique.
C: pyramidale.
D: coudée.

10 La molécule d'éthanal dont le schéma de Lewis est :

- A: a une géométrie tétraédrique autour du premier carbone.
B: a une géométrie trigonale plane autour du second carbone.
C: a 14 électrons de valence.
D: a 18 électrons de valence.

11 Une liaison entre deux atomes A et B est polarisée si :

- A: $|\chi_A - \chi_B| = 0,4$
B: $|\chi_A - \chi_B| \geq 0,4$
C: $|\chi_A - \chi_B| < 0,4$
D: $|\chi_A - \chi_B| > 0,4$

12 Une molécule est polaire si :

- A: elle n'a aucune liaison polarisée.
B: elle a une liaison polarisée.
C: les centres géométriques des charges partielles positives et négatives sont différents.
D: les centres géométriques des charges partielles positives et négatives sont confondus.

13 Un composé ionique est formé de deux éléments qui :

- A: ont une différence d'électronégativité nulle.
B: ont une faible différence d'électronégativité.
C: ont une forte différence d'électronégativité.
D: sont des gaz nobles.

6 L'ion azoture N_3^- :

- A: a 5 électrons de valence.
B: a 16 électrons de valence.
C: a 14 électrons de valence.
D: est un cation.

7 L'ion nitronium NO_2^+ :

- A: est un anion.
B: est polyatomique.
C: a 8 doublets d'électrons de valence.
D: a 7 doublets d'électrons de valence.

8 Le méthane CH_4 :

- A: est une molécule apolaire.
B: est une molécule polaire.
C: a une structure tétraédrique.
D: est une molécule plane.

9 La phosphine PH_3 :

- A: est une molécule polaire.
B: est une molécule apolaire.
C: a une structure pyramidale.
D: a une structure coudée.

Exercice 1 : Au cours du XIX^{ème} siècle, il était d'usage d'humidifier un linge de chloroforme pour anesthésier un patient. Cette pratique sera abandonnée quelques années plus tard du fait d'un risque de syncope mortelle. Le chloroforme a pour formule brute $CHCl_3$.

1- Déterminer le nombre total d'électrons de valence des atomes présents dans la molécule de chloroforme.

2- Donner son schéma de Lewis.

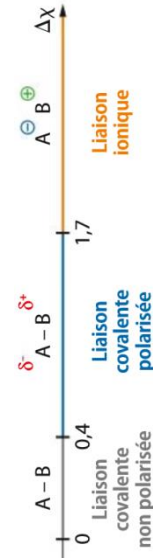
3- Expliquer pourquoi le chloroforme a une structure tétraédrique.

4- Le chloroforme est-il polaire ou apolaire ? Justifier.



Exercice 2 : On note A l'atome le plus électro négatif. La nature de la liaison entre deux atomes A et B dépend de la différence d'électronégativité notée $\Delta\chi = \chi_A - \chi_B$ entre ces deux atomes.

Déterminer la nature de la liaison dans le chlorure de lithium LiCl, le chlorure d'hydrogène HCl, le dichlore Cl_2 et le chlorure de magnésium $MgCl_2$.



Nomenclature des molécules organique et spectres IR

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s)

réponse(s) : (Correction en dernière page)

1 Le groupe hydroxyle est :

- A: OH.
B: CH_3 .
C: C=O.
D: COOH.

2 Un alcool comporte :

- A: un groupe carbonyle.
B: un groupe carboxyle.
C: un groupe hydroxyle.
D: aucun groupe.

3 Un aldéhyde comporte :

- A: un groupe carboxyle.
B: aucun groupe.
C: un groupe carboxyle.
D: un groupe hydroxyle.

4 $CH_3-CO-CH_3$ est :

- A: un aldéhyde.
B: un acide carboxylique.
C: une cétone.
D: un alcool.

5 Le 2-méthylpropanal est :

- A: CH_3-CH_2-CHO .
B: $CH_3-CH-CH_2-COOH$.
C: $\begin{array}{c} O \\ || \\ H-C-CH-CH_3 \end{array}$.
D: $CH_3-CH_2-CH_2-COOH$.

6 C_3H_6O est la formule brute :

- A: d'un alcool.
B: d'une cétone.
C: d'un aldéhyde.
D: d'un acide carboxylique.

7 La formule $CH_3-C(=O)-OH$ est :

- A: une formule brute.
B: une formule semi-développée.
C: celle d'une cétone.
D: celle d'un acide carboxylique.

8 Cette molécule a comme groupe(s) caractéristique(s) :

- A: hydroxyle et carbonyle.
B: carbonyle.
C: hydroxyle et carboxyle.
D: carboxyle.

9 La formule brute d'une cétone est :

- A: identique à celle d'un aldéhyde.
B: identique à celle d'un alcool.
C: identique à celle d'un acide carboxylique.
D: différente de celle d'un aldéhyde.

10 Cette molécule appartient à la famille des :

- A: alcools.
B: aldéhydes.
C: cétones.
D: acides carboxyliques.

11 Cette molécule est :

- A: le propan-1-ol.
B: l'acide propanoïque.
C: le propanal.
D: la propanone.

12 L'acide butanoïque possède :

- A: 4 atomes de carbones, 2 atomes d'oxygène, 6 atomes d'hydrogène.
B: 5 atomes de carbone, 2 atomes d'oxygène, 8 atomes d'hydrogène.
C: 4 atomes de carbone, 1 atome d'oxygène, 6 atomes d'hydrogène.
D: 4 atomes de carbone, 2 atomes d'oxygène, 8 atomes d'hydrogène.

13 Cette molécule est :

- A: le 2-méthylpropan-2-ol.
B: le butan-2-ol.
C: le méthyl-2-propanol.
D: le méthylpropan-2-ol.

14 Un spectre IR présente :

- A: la transmittance T en abscisse.
B: le nombre d'onde σ en ordonnée.
C: le nombre d'onde σ en abscisse.
D: la transmittance T en ordonnée.

15 Un spectre IR permet de déterminer :

- A: la formule brute d'une molécule.
B: la formule semi-développée d'une molécule.
C: le groupe caractéristique d'une molécule.
D: les liaisons dans une molécule.

16 Le spectre IR d'un acide carboxylique comprend deux bandes d'absorption dues à :

- A: une liaison OH et une liaison CH.
B: un groupe carboxyle et une liaison OH.
C: une liaison OH et une liaison C=O.
D: un groupe carboxyle.

Exercice 1 :

Identifier les groupes caractéristiques des molécules a et b ci-dessous. Nommer ces molécules.

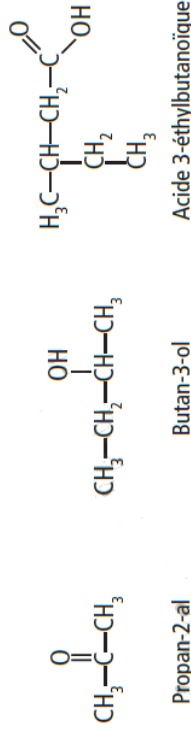


Exercice 2 :

1- Justifier le nom des molécules organiques ci-dessous

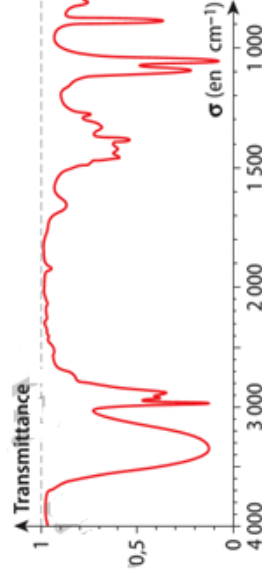


2- Corriger le nom des molécules suivantes



Exercice 3 :

Indiquer le(s) groupe(s) caractéristiques de la molécule dont le spectre IR est représenté ci-contre.



Aide : Utiliser les tables présentes dans la parte cours.

Thème n°8

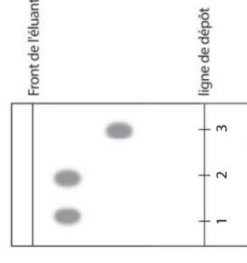
Synthèses des composés organiques

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) :

- 1** Dans une synthèse organique, il n'y a pas d'étape :
A : de transformation chimique. B : de purification.
C : de transformation physique. D : d'analyse.
- 2** Une distillation fractionnée permet :
A : de réaliser une transformation chimique.
B : de purifier le produit de la synthèse.
C : d'isoler le produit de la synthèse.
D : d'analyser le produit de la synthèse.
- 3** Dans un montage à reflux, le réfrigérant permet :
A : d'évacuer les vapeurs formées.
B : de condenser les vapeurs formées.
C : d'accélérer la transformation chimique.
D : d'éviter les pertes de matière.
- 4** La recristallisation repose sur la différence de :
A : solubilité entre les impuretés et le composé à purifier.
B : densité entre les impuretés et le composé à purifier.
C : solubilité entre le solvant et le composé à purifier.
D : température d'ébullition entre les impuretés et le composé à purifier.
- 5** Lors d'une synthèse, le chauffage a pour but :
A : de faire passer les réactifs à l'état gazeux.
B : d'accélérer la transformation chimique.
C : d'augmenter le rendement de la synthèse.
D : d'éliminer les impuretés.
- 6** Pour savoir si un composé est pur, on peut :
A : réaliser une chromatographie sur couche mince.
B : mesurer sa température d'ébullition.
C : mesurer sa température de fusion.
D : mesurer son pH.
- 7** Le pictogramme  signifie :
A : que le produit est corrosif.
B : qu'il faut manipuler le produit avec des gants.
C : qu'il faut mettre des lunettes de protection pour manipuler le produit.
D : que le produit est inflammable.

Exercice 1 : Analyse d'un solide par chromatographie :

On synthétise le 3-carboxycoumarine à partir d'aldéhyde salicylique et de propanedioate d'éthyle. Pour analyser le produit obtenu, on réalise une chromatographie sur couche mince en déposant une solution, en 1 de 3-carboxycoumarine ; en 2 de produit obtenu et en 3 d'aldéhyde salicylique. Interpréter le chromatogramme obtenu.



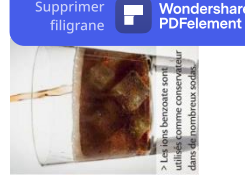
Exercice 2 : Pour synthétiser des ions benzoate $\text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^-$ (aq), on mélange un volume $V = 2,5$ mL de benzaldéhyde $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}$ (l) avec un volume $V' = 150$ mL d'une solution de concentration $C = 0,25$ mol.L⁻¹ en ions permanganate. L'équation de la réaction est :
 $2 \text{MnO}_4^- \text{(aq)} + 3 \text{C}_7\text{H}_6\text{O} \text{(l)} + \text{HO}^- \text{(aq)} \rightarrow 2 \text{MnO}_2 \text{(s)} + 3 \text{C}_7\text{H}_5\text{O}_2^- \text{(aq)} + 2 \text{H}_2\text{O} \text{(l)}$

Calculer le rendement de cette synthèse.

Données : $\rho(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}) = 1,04$ g.mL⁻¹ $M(\text{C}_7\text{H}_6\text{O}) = 16,1$ g.mol⁻¹

EXERCICES

- 8** Pour séparer une espèce solide d'un liquide, on peut :
A : réaliser une filtration sous vide.
B : réaliser une distillation.
C : réaliser une filtration simple.
D : utiliser une ampoule à décanter.
- 9** Pour choisir un solvant d'extraction, il est nécessaire :
A : que le composé à extraire soit soluble dans ce solvant.
B : que le composé à extraire ne soit pas soluble dans ce solvant.
C : que le composé à extraire et ce solvant aient une température d'ébullition différente.
D : de regarder les pictogrammes des flacons des différents solvants.
- 10** Une chromatographie sur couche mince (CCM) permet :
A : de purifier l'espèce chimique synthétisée.
B : de séparer quantitativement l'espèce chimique synthétisée.
C : d'identifier l'espèce chimique synthétisée avec des étalons.
D : de déterminer un point de fusion d'une espèce chimique.
- 11** Le rendement d'une synthèse organique est donné par :
A : $\frac{m_{\text{exp}}}{m_{\text{th}}}$. B : $\frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{th}}}$. C : $\frac{n_{\text{th}}}{n_{\text{exp}}}$. D : $\frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{th}}}$.
- 12** Un produit liquide synthétisé peut être identifié en :
A : réalisant une CCM.
B : réalisant un test d'identification.
C : pesant le produit formé.
D : mesurant son point de fusion.
- 13** Un produit solide synthétisé peut être identifié en :
A : mesurant son point de fusion.
B : mesurant son indice de réfraction.
C : pesant le produit formé.
D : réalisant un test d'identification.



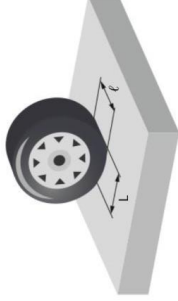
Comportement d'un fluide au repos

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : (Correction en dernière page)

- 1** L'agitation des molécules est associée à :
A : la pression. B : la température.
C : la masse volumique. D : la viscosité.
- 2** L'unité de pression du système international est :
A : l'hectopascal. B : le millimètre de mercure.
C : le pascal. D : le bar.
- 3** À température et quantité de matière constantes, si la pression diminue :
A : la masse volumique augmente.
B : la masse volumique diminue.
C : le volume augmente.
D : le volume diminue.
- 4** La relation reliant la valeur F de la force pressante, la surface pressée S et la pression p est :
 $A : p = F \times S$ $B : F = p \times S$ $C : p = \frac{F}{S}$ $D : F = \frac{p}{S}$.

Exercice 1 : En voiture !

Une voiture de masse $1\,300\text{ kg}$ est chaussée de pneus dont la largeur de contact avec le sol est $\ell = 205\text{ mm}$. ($g = 9,81\text{ N.kg}^{-1}$)



- 1-** En considérant que la masse de la voiture est équitablement répartie sur les 4 roues, montrer que la valeur de la force exercée par chaque roue sur le sol est de 3 200 N.
- 2-** Le pneu est gonflé à la pression préconisée par le constructeur. Calculer cette pression sachant que la longueur de l’empreinte au sol est $L = 5,0 \text{ cm}$. ($1 \text{ bar} = 1.10^5 \text{ Pa}$)

Exercice 2 : Mouillons la chemise !

Un plongeur se trouve dans la mer de telle manière que son tympan B soit situé à une profondeur de 10 m par rapport à la surface de la mer A ($z_A = 0$).

- 1-** Schématiser la situation en représentant le niveau de la mer A, le tympan du plongeur B, les altitudes z_A et z_B .
- 2-** En appliquant la loi fondamentale de la statique des fluides, calculer la valeur de la pression de l'eau p_B au niveau de son tympan.
- 3-** En utilisant la loi de Boyle Mariotte, déterminer le volume qu'aurait juste avant d'atteindre la surface, d'une bulle de 0.50 L à 10 m de profondeur.

Données : $P_{\text{atm}} = 1013 \text{ hPa}$

$$\rho_{\text{mer}} = 1\,300\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$$
$$g = 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$$

Les forces et vecteurs force

QCM:

Indiquer
la (ou les)
bonne(s)
réponse(s)
: (Correction
en dernière
page)

- 1** Un voilier vogue en mer :
A : l'action exercée par le vent sur la voile est une action de contact.
B : le bateau flotte grâce à une action à distance exercée par l'eau.
C : le bateau est soumis à une action à distance exercée par la Terre.
D : le bateau est soumis à une action de contact exercée par la Terre.
- 2** Le poids d'un objet a pour caractéristiques :
A : une direction verticale par rapport au sol.
B : un sens qui va de la Terre vers l'objet.
C : une norme qui dépend de la masse de l'objet.
D : une norme identique sur la Terre ou sur la Lune.
- 3** La réaction du support sur un objet a pour caractéristiques :
A : une direction parallèle à la surface de l'objet.
B : un sens qui va du support vers l'objet.
C : une norme exprimée en newtons.
D : un point d'application au centre de gravité de l'objet.
- 4** Un smartphone de masse 110 g est soumis à un poids P de norme ($g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$) :
A : 1 100 N. B : 1,1 g. C : 1,1 N. D : 0,110 g.
- 5** La tension exercée par un fil sur un pendule est modélisée par une force dont le sens et la direction sont :
A : du pendule vers le fil.
B : du fil vers le pendule.
C : de même direction que le fil.
D : perpendiculaire au fil.
- 6** La Terre exerce sur un satellite une force $\vec{F}_{TS}$ telle que :
A : $F_{TS} < F_{ST}$. B : $\vec{F}_{TS} = -\vec{F}_{ST}$. C : $F_{TS} > F_{ST}$. D : $\vec{F}_{TS} = F_{ST}$.
- 7** Deux corps A et B, à répartition sphérique de masse autour de leurs centres C_A et C_B , sont en interaction gravitationnelle. Cette situation est décrite par le schéma :
- A :  B : 
C :  D : 

Exercise 1 :

- 1- Pour chacune des situations suivantes, préciser si l'action est une action de contact ou une action à distance.
- 2- Schématiser la situation et représenter, sans soucis d'échelle, la force considérée.

Exercice 2 : On a enregistré depuis le sol, 3 mouvements d'un

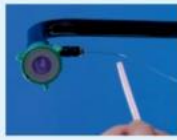
- 
 a



3- Représenter, sans échelle, les positions du parachutiste à intervalles de tps réguliers.

Champ de pesanteur et champ électrostatique

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : (Correction en dernière page)



1 D'après la photo :

- A : la paille attire le fillet d'eau.
 B : le fillet d'eau attire la paille.
 C : la paille et le fillet d'eau portent des charges de même signe.
 D : la paille et le fillet d'eau portent des charges signes opposés.

2 Soit le schéma suivant où les deux boules chargées exercent une force électrostatique l'une sur l'autre :

- A : les boules ont des charges électriques de même signe.
 B : les boules sont de charges opposées.
 C : la boule A attire la boule B.
 D : la boule A repousse la boule B.

3 Soit deux charges A et B de mêmes valeurs q alors :

- A : $F_{AB} = k \frac{q^2}{d^2}$. B : $F_{BA} = k \frac{q^2}{d^2}$.
 C : $\vec{F}_{AB} = k \frac{q^2}{d^2}$. D : $\vec{F}_{BA} = k \frac{q^2}{d^2}$.

4 Soient un électron noté e et un proton noté p distants de $d = 1 \times 10^{-14}$ m :

- A : $\vec{F}_{ep} = -2,3 \times 10^{-2}$ N. B : $F_{ep} = -2,3 \times 10^{-2}$ N.
 C : $\vec{F}_{ep} = 2,3 \times 10^{-2}$ N. D : $F_{ep} = 2,3 \times 10^{-17}$.

5 Soit une charge électrique q subissant une force électrostatique $\vec{F}$, le champ électrostatique noté $\vec{E}$ est tel que :

- A : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. B : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. C : $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$. D : $\vec{E} = q\vec{F}$.

6 Soit une masse m subissant une force gravitationnelle $\vec{F}_g$, le champ gravitationnel noté $\vec{g}$ est tel que :

- A : $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$. B : $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$. C : $\vec{g} = \frac{\vec{F}}{m}$. D : $\vec{g} = m\vec{F}$.

7 En M le champ $\vec{E}$ est représenté :

- A : tangent aux lignes de champ, orienté dans du + vers le -.
 B : perpendiculaire aux lignes de champ orienté vers le haut.
 C : tangent aux lignes de champ, orienté dans du - vers le +.
 D : perpendiculaire aux lignes de champ orienté vers le bas.

Exercice 1 : La Terre et la Lune :

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



1- Représenter les forces d'interaction gravitationnelles $\vec{F}_{Lune/Terre}$ et $\vec{F}_{Terre/Lune}$ sur le schéma sans soucis d'échelle.

2- Exprimer $\vec{F}_{Lune/Terre}$ et $\vec{F}_{Terre/Lune}$ à l'aide des données de l'énoncé et du schéma.

Exercice 2 : Forces électrostatiques :

Le schéma ci-contre représente deux électrons sans interaction.

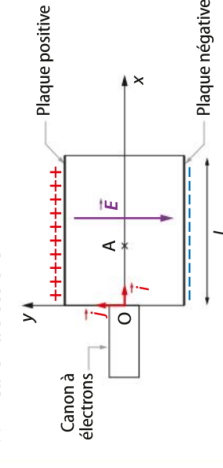


Exprimer les forces électrostatiques exercées sur chaque électron : $\vec{F}_{e1/e2}$ et $\vec{F}_{e2/e1}$.

Exercice 3 : Canon à électron :

Dans un microscope électronique, un canon à électrons crée par un faisceau d'électron qui sera envoyé sur l'échantillon à analyser.

Doc. 1 Canon à électrons



1- Donner l'expression de la force d'interaction électrostatique exercée sur un électron circulant entre les plaques.

2- Représenter cette force au point A sans souci d'échelle.

Mouvement d'un système

Exercice 2 : Accélééré ou ralenti ?

Les positions successives du point modélisant un système ont été prises à intervalle de temps régulier $\Delta t = 40$ ms dans trois situations différentes.

Enregistrement 1



Enregistrement 2



Enregistrement 3



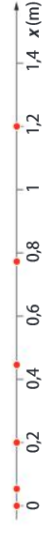
1- Que peut-on dire du vecteur variation de vitesse pour chacun des 3 enregistrements ? Préciser la direction et le sens si possible.

2- En déduire la nature de ces 3 mouvements.

3- Calculer la valeur du vecteur variation de vitesse pour le 5^{ème} point de ces trois enregistrements.

Exercice 3 : Un mobile :

Un mobile dont la masse est de 5 kg, initialement au repos, est soumis à une force constante $\vec{F}$ horizontale, orientée de gauche à droite et de valeur 4 N. On enregistre toutes les 0,4 s la position d'un point matériel modélisant le mobile. La trajectoire obtenue est la suivante :



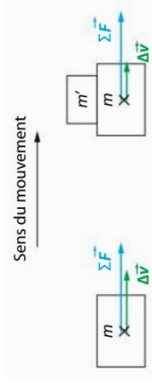
1- Déterminer la valeur de la variation de vitesse pour le 4^{ème} point.

2- Reproduire la trajectoire et tracer ce vecteur variation de vitesse.

3- Montrer que la relation approchée entre variation de vitesse et force $\vec{F} = m \times \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ est validée pour ce 4^{ème} point.

4- Est-ce a priori le cas pour les autres points ?

Exercice 1 : Dans les deux situations schématisées ci-contre, les deux systèmes, respectivement de masse m et $m + m'$, sont soumis à la même somme des forces $\sum \vec{F}$. Justifier la différence entre les deux vecteurs variation de vitesse.



Sens du mouvement

Energie cinétique, potentielle et mécanique

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : (Correction en dernière page)

1 L'énergie cinétique E_c d'un système se calcule par la formule :

A : $E_c = \frac{m \times v^2}{2}$ avec : m en kg, v en $m \cdot s^{-1}$, E_c en J.

B : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$ avec : m en g, v en $m \cdot s^{-1}$, E_c en J.

C : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$ avec : m en g, v en $km \cdot h^{-1}$, E_c en J.

D : $E_c = \frac{1}{2} m \times v^2$ avec : m en kg, v en $m \cdot s^{-1}$, E_c en J.

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

A : $3,65 \times 10^7$ J.

B : $2,82 \times 10^9$ J.

C : $2,82 \times 10^6$ J.

D : $2,60 \times 10^7$ J.

3 Le travail d'une force $\vec{F}$ constante sur un déplacement $\vec{AB}$ se calcule par la relation :

A : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB}$.

B : $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{BA}$.

C : $W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB$.

D : $W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha$ avec α l'angle entre $\vec{F}$ et $\vec{AB}$.

4 L'unité du travail d'une force est le

A : W.

B : J.

C : N.m.

D : $kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$.

5 Un enfant lâche une balle de 5 g d'une hauteur de 1 m. Le travail du poids de la balle a pour valeur :

Donnée : $g = 10 m \cdot s^{-2}$.

A : $W = 5 \times 10^{-2}$ J.

B : $W = -5 \times 10^{-2}$ J.

C : $W = 5$ J.

D : $W = -5$ J.

6 Un homme pousse un chariot :

A : $W_{AB}(\vec{F}) < 0$.

B : $W_{AB}(\vec{F}) > 0$.

C : $W_{AB}(\vec{F}) > 0$.

D : $W_{AB}(\vec{F}) = 0$.

7 Une balle est lâchée sans vitesse initiale du point A.

A : $E_c(B) - E_c(A) = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{F})$

avec $\vec{F}$ force de frottement.

B : $E_c(B) = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{F})$

avec $\vec{F}$ force de frottement.

C : $W_{AB}(\vec{F}) = E_c(B) - W_{AB}(\vec{P})$

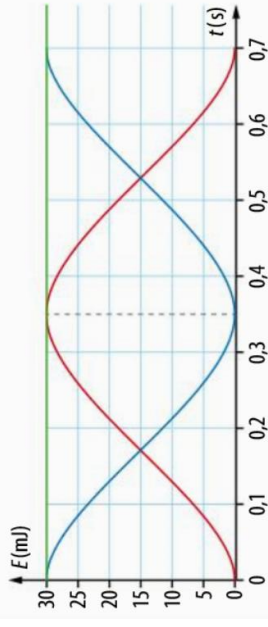
avec $\vec{F}$ force de frottement.

D : $E_c(A) - E_c(B) = W_{AB}(\vec{P}) - W_{AB}(\vec{F})$

avec $\vec{F}$ force de frottement.

Exercice 1 : Identification des courbes :

Les courbes ci-dessous représentent les énergies E_c , E_{pp} et E_m au cours du temps d'un pendule simple écarté de sa position d'équilibre et lâché dans vitesse à $t = 0$.



→ Attribuer à chaque courbe sa légende (E_c , E_{pp} et E_m).

Exercice 2 : Travail de la force de frottements :

Une balle est lâchée d'une position A sans vitesse initiale.

Données :

- on néglige l'action de l'air

- intensité de la pesanteur : $g = 9,81 N \cdot kg^{-1}$

- $y_A = 5,0 m$ - $m = 0,25 kg$

1- Justifier que l'énergie mécanique E_m de la balle se conserve.

2- Calculer la valeur de la vitesse de la balle en O quand elle touche le sol.

3- La vitesse réelle est $6,0 m \cdot s^{-1}$. Calculer le travail de la force de frottement.

Exercice 3 : Bobsleigh :

Pendant leur course

d'élan, les bobeurs poussent

le bobsleigh, initialement à

l'arrêt, sur une portion de

piste rectiligne et horizontale.

Le bobsleigh sera assimilé à

un point matériel. On

modélisera la poussée par une force $\vec{F}$. $\vec{f}$ modélisera l'action des forces de frottements,

$\vec{P}$ l'action mécanique de la Terre et $\vec{R}$ modélisera la composante verticale de l'action de la piste. Toutes les forces seront considérées comme constantes.

Données :

- intensités

de la force de poussée : $F = 250 N$

des forces de frottements : $f = 25 N$

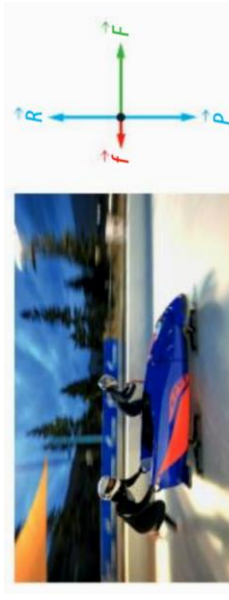
- masse du bobsleigh : $m = 300 kg$

- longueur de la poussée : $AB = 20$

1- Expliquer pourquoi parmi les quatre forces, deux forces ont un travail nul.

2- Exprimé puis calculer $W_{AB}(\vec{F})$ et $W_{AB}(\vec{f})$.

3- Déterminer la vitesse v_B communiquée au bobsleigh à la fin de la course d'élan.



Les ondes mécaniques

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : *(Correction en dernière page)*

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

- A : La lumière émise par une ampoule.
 B : Le son émis par un haut-parleur.
 C : Le déplacement d'une voiture sur une route.
 D : Une vague créée par un caillou jeté dans l'eau.
- (2) La propagation d'une onde mécanique s'accompagne :**
- A : d'un transport d'énergie.
 B : d'un transport de matière.
 C : d'un transport d'énergie et de matière.
 D : d'aucun transport.

(3) Ces ondes sont transversales et se propagent dans une seule dimension :

- A : onde circulaire à la surface de l'eau.
 B : onde le long d'un ressort.
 C : onde le long d'une corde.
 D : ondes sonores.

(4) La célérité d'une onde mécanique progressive :

- A : dépend de l'amplitude de la perturbation.
 B : dépend du milieu de propagation.
 C : diminue au cours de la propagation.
 D : est constante au cours de la propagation si le milieu est homogène.

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

- A : 0,17 m. B : 0,66 m. C : 1,5 m. D : 6,0 m.

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

- A : 0,2 s. B : 0,5 s. C : 2 s. D : 50 s.

(7) La longueur d'onde est :

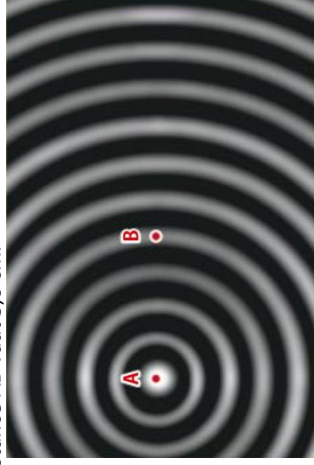
- A : l'amplitude de l'onde.
 B : la distance parcourue par l'onde pendant une période.
 C : la plus petite durée pour que chaque point du milieu se retrouve dans le même état vibratoire.
 D : le nombre de périodes par unité de temps.

Exercice 3 : Calcul d'une distance :

Pour détecter les obstacles, un robot émet des ondes ultrasonores et reçoit un écho si un obstacle se présente. Il est programmé pour

Exercice 1 : Célérité d'une onde :

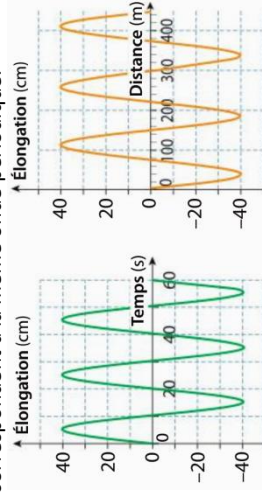
Un vibreur provoque des ondes progressives sinusoïdales de fréquence 20 Hz à la surface de l'eau. Sur la photographie de la surface ci-contre, la distance AB vaut 5,0 cm.



Déterminer la valeur de la longueur d'onde puis la célérité de cette onde.

Exercice 2 : Double périodicité :

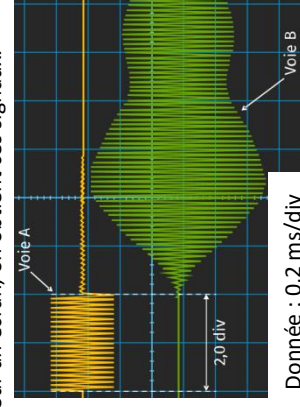
Les deux graphiques ci-dessous correspondent à la même onde périodique.



1- Déterminer la période, la longueur d'onde et l'amplitude de cette onde.

2- En déduire la célérité de cette onde.

faire demi-tour s'il arrive à moins de 5,0 cm d'un obstacle. Son récepteur se trouve juste à côté de l'émetteur. Sur un écran, on obtient ces signaux.



A quelle distance de l'obstacle se trouve-t-il ?

Donnée : 0,2 ms/div

Circuits électriques et dipôles

QCM : Indiquer la (ou les) bonne(s) réponse(s) : *(Correction en dernière page)*

1. Dans un circuit composé d'une seule maille :

- A : les tensions aux bornes des dipôles sont égales
 B : la loi des nœuds s'applique C : l'intensité du courant est la même partout
 La tension aux bornes d'un fil conducteur est toujours

A : nulle B : non nulle C : égale à la tension aux bornes du générateur

3. Le générateur dont la caractéristique est donnée ci-contre respecte-t-il la loi d'Ohm ?

- A : oui car sa caractéristique est une droite
 B : oui car U et I sont proportionnelles
 C : non, car U et I ne sont pas proportionnelles

4. Quelle est la valeur de sa tension à vide ?

- A : $E = 0 \text{ V}$ B : $E = 6 \Omega$ C : $E = 6 \text{ V}$

5. Lorsque l'intensité délivrée par ce générateur augmente, la tension à ses bornes :

- A : est constante B : augmente fortement C : diminue régulièrement

6. La résistance interne de ce générateur est :

- A : $r = 10 \text{ V}$ B : $r = 20 \Omega$ C : $r = 50 \Omega$

7. Par quelle équation mathématique peut-on modéliser la caractéristique de ce dipôle ?

- A : $U = r \times I$ B : $U = E - r \times I$ C : $U = E + r \times I$

Exercice 1 : Analyse d'un circuit :

Un générateur de tension $U_G = 9,0 \text{ V}$ alimente deux diodes électroluminescentes, l'une verte et l'autre rouge, respectivement protégées par une résistance $R_1 = 800 \Omega$ et $R_2 = 580 \Omega$. On mesure la tension $U_1 = 6,4 \text{ V}$ aux bornes de la résistance R_1 et les intensités $I_V = 8,0 \text{ mA}$ et $I_R = 12,0 \text{ mA}$ des courants électriques dans les branches dérivées.

1- Calculer l'intensité I_G du courant délivré par le générateur.

2- Calculer la tension U_V aux bornes de la DEL verte.

3- Calculer la tension U_2 aux bornes de la résistance R_2 .

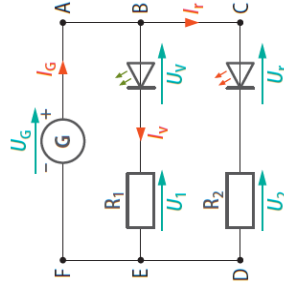
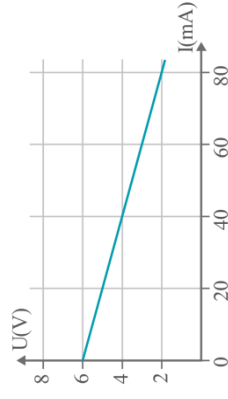
Exercice 2 : Cosy cosy :

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

1- Calculer l'intensité du courant qui parcourt le radiateur.

2- En déduire la valeur de R ?

3- Quelle est l'énergie dépensée pendant 50 min de fonctionnement de ce radiateur ?



EXERCICES BILAN

Exercice 1 : Un modèle pour la balle de tennis pendant le service (10 points)

L'objet de l'exercice est de proposer un modèle pour l'étude du mouvement d'une balle de tennis.

Données :

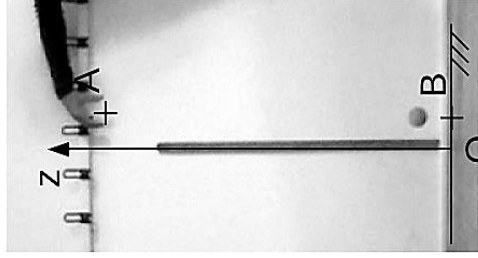
- intensité de la pesanteur : $g = 9,8 \text{ N/kg}$;
- masse volumique de l'air à 20°C : $\rho = 1,0 \cdot 10^{-6} \text{ kg/cm}^3$;
- le diamètre des balles de tennis est en moyenne de 6,5 cm.

1. Modélisation de la chute verticale de la balle

Une balle, de masse $m = 55 \text{ g}$, est lâchée sans vitesse initiale. On filme ce mouvement de chute verticale et, à l'aide d'un logiciel adapté, on relève les positions successives de la balle. Un programme informatique permet de calculer les énergies cinétiques, potentielles de pesanteur et mécaniques de la balle à partir des relevés.

L'origine du repère est prise au sol, et l'axe des altitudes est dirigé vers le haut. On note A la position initiale de la balle lorsqu'elle quitte la main de l'opérateur, et B son point d'impact, sur le sol.

Figure 1. Capture d'écran de la vidéo de la chute de la balle étudiée, et son repère de position.



1.1. On identifie trois forces qui peuvent s'exercer sur la balle lors de son mouvement :

- le poids $\vec{P}$ de la balle ;
- la force de frottement $\vec{f}$ exercée par l'air sur la balle et qui dépend de la vitesse de la balle ;
- la poussée d'Archimède $\vec{F}_A$, indépendante de la vitesse de la balle, qui est exercée par l'air sur la balle, dirigée vers le haut et de valeur $F_A = \rho \cdot g \cdot V$, avec V le volume de la balle et ρ la masse volumique de l'air.

Représenter sur votre copie un schéma de la balle modélisée par un point en M, à un instant quelconque de son mouvement ainsi que les forces s'exerçant sur elle, sans souci d'échelle.

1.2. Comparer la valeur de la poussée d'Archimède au poids et en déduire que la poussée d'Archimède est négligeable devant le poids.

1.3. Parmi les trois séries de points reproduites sur la figure ci-après, identifier en justifiant la réponse :

- la série de points qui correspond aux mesures de l'énergie cinétique ;
- la série de points qui correspond aux mesures de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- la série de points qui correspond aux mesures de l'énergie mécanique.

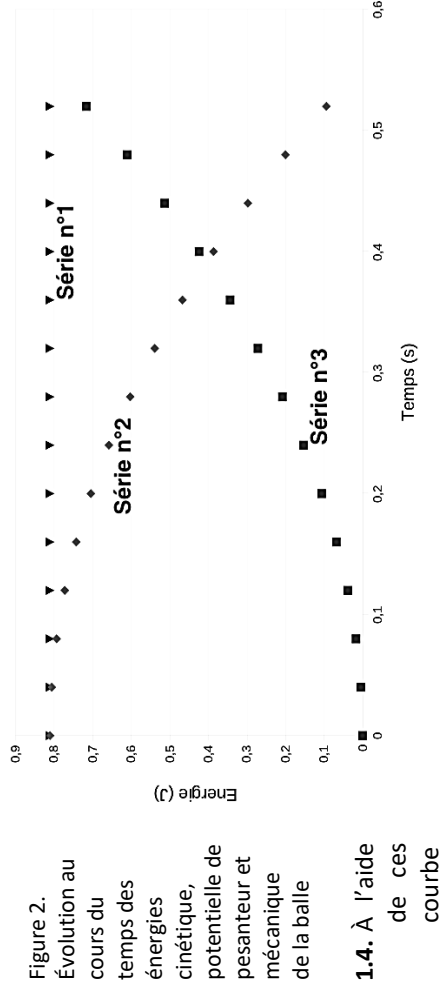


Figure 2.

Évolution au

cours du

temps des

énergies

cinétique,

potentielle de

pesanteur et

mécanique

de la balle

1.4. À l'aide

de ces

courbe

s, justifier que l'on peut, dans cette étude, faire le choix de négliger les forces de frottement.

1.5. À quelle force est due la variation d'énergie cinétique observée ? Donner la valeur de son travail sur le trajet AB.

2. Modélisation du service au tennis

L'objectif de cette seconde partie est de vérifier si le modèle proposé dans la première partie convient aussi pour le mouvement de la balle lors du service, c'est-à-dire une fois qu'elle a quitté la raquette, venant d'être frappée par le joueur qui engage. Pour la suite de l'exercice, toutes les forces sont négligées, sauf le poids.



Figure 3. Joueuse de tennis au service, avant de frapper la balle (d'après <https://pixabay.com>).

La position initiale de la balle est notée C, lieu où le contact est rompu avec la raquette. La vitesse de la balle en C, supposée horizontale, est notée $\vec{v}_C$. Son altitude est notée z_C . Le schéma de la situation est représenté ci-dessous sans souci d'échelle. La balle atteint le sol au point D, à la vitesse de norme v_D et à la même altitude que l'origine du repère choisi.

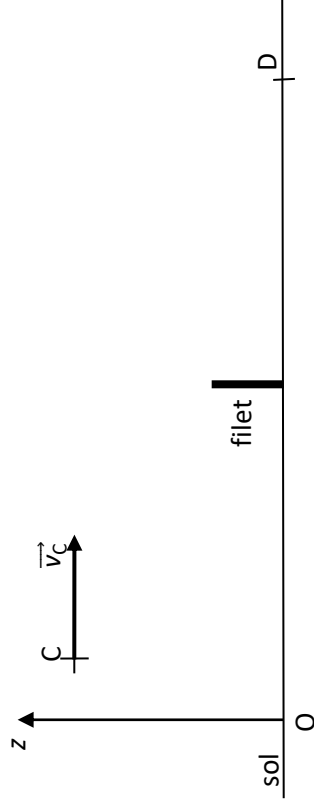


Figure 4. Schéma de la situation sans souci d'échelle

- 2.1.** Reproduire la figure 4 et le compléter en représentant l'allure de la trajectoire de la balle lors du service.
- 2.2.** Montrer à l'aide d'un théorème énergétique que, dans les conditions du modèle proposé dans la première partie, la vitesse au point d'impact s'écrit : $v_D = \sqrt{v_C^2 + 2 \cdot g \cdot z_C}$
- 2.3.** Déterminer la valeur de v_D pour $z_C = 2,20$ m et $v_C = 200$ km.h⁻¹ pour ce modèle. Commenter.
- 2.4.** Avec les valeurs initiales précédentes, la valeur de la vitesse v_{Dexp} effectivement mesurée au point D est de l'ordre de 100 km.h⁻¹. Proposer une hypothèse qui pourrait expliquer l'écart entre les valeurs de la vitesse mesurée et de celle déterminée avec le modèle précédent.

Exercice 2 : La Betadine® (10 points)

La Bétadine® 10% est un antiseptique proposé sous forme de solution, utilisé en application locale pour le traitement des plaies et des brûlures superficielles. Ses propriétés antiseptiques sont dues à son principe actif : le diiode de formule I₂. C'est aussi le diiode qui lui donne sa couleur jaune-orange.

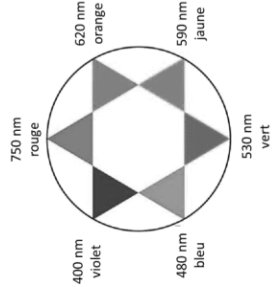
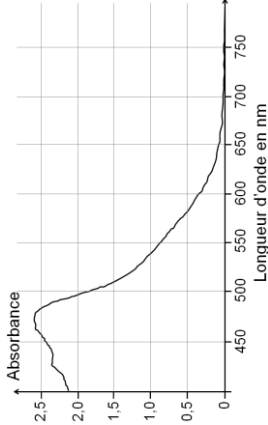
Les molécules de diiode présentes dans la Bétadine® 10% sont liées à un polymère, la polyvidone et forment avec lui une espèce appelée polyvidone iodée.

Sur le flacon de Bétadine® 10% est indiqué : « polyvidone iodée : 10 g pour 100 mL ».

L'objectif de cet exercice est de vérifier cette indication et d'un des modes d'action bactéricide de la Bétadine® 10%.

Données

- Masse molaire atomique de l'iode : $M(I) = 126,9$ g.mol⁻¹
- Masse molaire de la « polyvidone iodée » : $M = 2362,8$ g.mol⁻¹.
- Spectre d'absorption d'une solution aqueuse de diiode I₂



Cercle chromatique

1. Dosage du diiode contenu dans la Bétadine® par spectrophotométrie

Un volume de 250,0 mL de solution dite « mère » S₀ est préparé par dissolution de diiode dans l'eau, pour obtenir une concentration en quantité de matière de diiode C₀ = 2,00 × 10⁻² mol.L⁻¹.

- 1.1.** Déterminer la masse de diiode solide qu'il faut dissoudre pour obtenir 250,0 mL de solution « mère » à la concentration souhaitée ?

La préparation de la gamme de solutions permettant d'obtenir le graphe d'étalonnage, se fait par dilution à partir de la solution aqueuse de diiode S₀ de concentration C₀ = 2,00 × 10⁻² mol.L⁻¹.

Nom de la solution	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇
Concentration (en mmol.L ⁻¹)	0,10	0,20	0,40	0,50	0,60	0,80	1,0

- 1.2.** À partir de la liste des matériels et produits proposée ci-après, indiquer la verrerie nécessaire et le protocole pour préparer la solution S₃. Justifier ce choix par un calcul.

- Pipettes jaugées de 5,0 ; 10,0 ; 15,0 ; 20,0 et 25,0 mL.
- Fioles jaugées de 50,0 ; 100,0 et 250,0 mL.
- Trois béchers.
- Solution « mère » de diiode S₀
- Eau distillée.

- 1.3.** Choix de la longueur d'onde de travail

1.3.1. Dissous en solution aqueuse, le diiode donne à la solution une coloration jaune-orange. Expliquer cette coloration.

1.3.2. À quelle longueur d'onde faut-il régler le spectrophotomètre pour réaliser les mesures d'absorbance des solutions étalon ? Justifier.

- 1.4.** Utilisation de la loi de Beer-Lambert

La loi de Beer-Lambert énonce que pour une longueur d'onde donnée, l'absorbance A d'une solution est proportionnelle à sa concentration C, si celle-ci n'est pas trop élevée.

À partir des

mesures

d'absorbance des

différentes

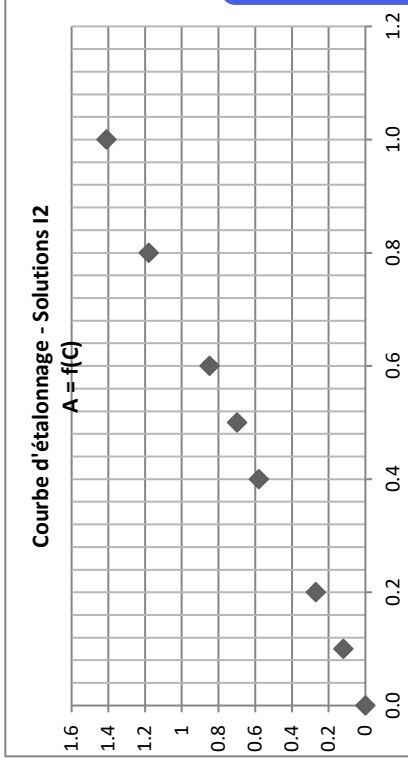
solutions étalon

préparées, on

obtient la courbe

d'étalonnage

suivante :



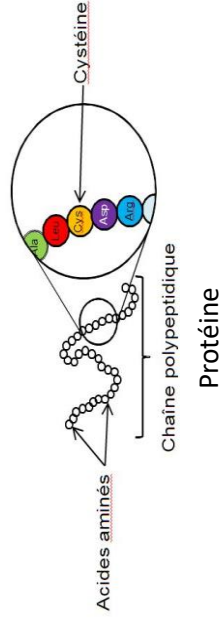
- 1.4.1.** Montrer qu'il n'est pas possible, à partir de cette courbe, de déterminer la concentration de la solution commerciale pour confirmer l'indication fournie par le fabricant. Justifier.
- 1.4.2.** La solution commerciale de Bétadine® doit donc être diluée. La solution proposée est de la diluer 200 fois. Le spectrophotomètre indique une absorbance A de la solution diluée.

1.4.3. Prévoir la valeur de l'absorbance A, qui confirmerait l'indication portée sur le flacon de Bétadine® 10%. Justifier.

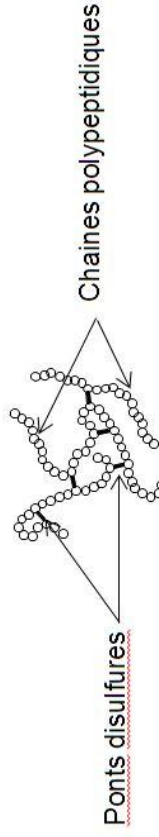
2. Action bactéricide de la Bétadine®

Une bactérie est un être unicellulaire dont la taille varie de 1 à 10 µm. Elle contient 70% d'eau. Rapporté à son poids sec, une bactérie est constituée à 55% de protéines [...]. Les protéines sont des macromolécules biologiques présentes dans toutes les cellules vivantes. Elles sont constituées d'enchaînements d'acides aminés liés entre eux par des liaisons peptidiques. Parmi les acides aminés présents dans ces enchaînements, certains sont susceptibles de réagir avec le diiode libéré progressivement par la polyiodone iodée. L'un d'entre eux est la cystéine, notée Cys sur l'illustration ci-dessous.

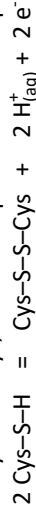
Les symboles Ala, Leu, Asp... sont relatifs à d'autres acides aminés, qui ne sont pas étudiés dans cet exercice.



La réaction entre le diiode et la cystéine entraîne la formation de liaisons chimiques appelées « ponts disulfures » entre deux parties différentes d'une même protéine ou entre deux protéines différentes. Les protéines forment alors des agrégats qui entraînent la mort de la bactérie.



La cystéine forme un couple oxydant-réducteur avec la cystine. En notant la cystéine Cys-S-H et la cystine Cys-S-S-Cys, la demi-équation électronique du couple s'écrit :



- 2.1.** Nommer l'oxydant du couple oxydant-réducteur formé par la cystéine et la cystine ? Justifier.

- 2.2.** Écrire la demi-équation électronique du couple diiode/ion iodure noté $\text{I}_{2(\text{aq})}/\text{I}^-_{(\text{aq})}$.
- 2.3.** Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction modélisant la transformation chimique entre le diiode I_2 et la cystéine notée Cys-S-H.
- 2.4.** L'action bactéricide de la Bétadine® présentée ici, est-elle la conséquence d'une oxydation ou d'une réduction des protéines ? Justifier.

Exercice 3 : Teneur en fer d'un produit phytosanitaire (10 points)

Les feuilles de certaines plantes comme celles des vignes, des rosiers, des pêchers peuvent parfois jaunir tout en gardant des nervures bien vertes. C'est le signe que ces plantes souffrent de chlorose ferrique. Le fer, comme le magnésium, le manganèse ou le zinc sont essentiels à la synthèse de la chlorophylle, et les plantes les puisent dans le sol. Lorsque ces éléments manquent, la chlorophylle n'est plus synthétisée et les feuilles perdent leur couleur verte.

Il est possible de lutter contre la chlorose ferrique grâce à des moyens biologiques ; l'utilisation d'un purin d'ortie peut y contribuer par exemple.

Il est aussi possible d'utiliser des produits phytosanitaires commerciaux. La teneur en fer d'un produit phytosanitaire anti-chlorose est indiquée sur son emballage : 6,0 % en masse. L'objectif de cet exercice est d'envisager un titrage par spectrophotométrie adapté au contrôle de qualité de ce produit.

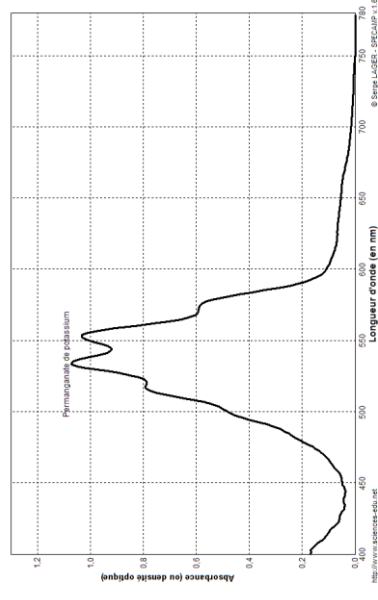
Données :

Masses molaires atomiques du fer : $M_{\text{Fe}} = 56,0 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$

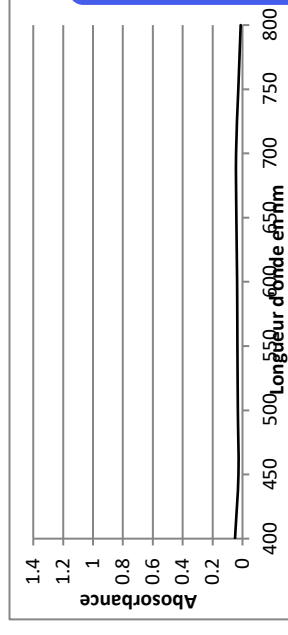
Couples oxydant/réducteur : $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$ (incolor) ; $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ (incolor) ;

Fe^{3+} (orange pâle)/ Fe^{2+} (vert pâle)

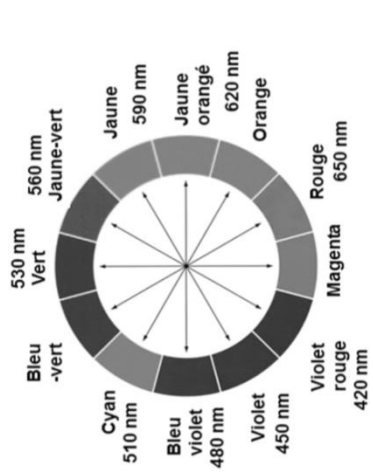
Spectre d'absorption d'une solution de permanganate de potassium de concentration $2,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.



Spectre d'absorption d'une solution de peroxodisulfate de potassium de concentration $2,5 \times 10^{-4} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



- Cercle chromatique



- Tests caractéristiques des ions Fe^{2+} et Fe^{3+} avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium

ions	couleur	Ajout de quelques gouttes de solution d'hydroxyde de sodium	de solution
Fe^{2+}	Vert à peine perceptible	Précipité vert d'hydroxyde de fer II	
Fe^{3+}	Rouille à peine perceptible	Précipité rouille d'hydroxyde de fer III	

1. Choix du réactif titrant.

Pour réaliser le titrage des ions ferreux, Fe^{2+} , contenus dans un produit phytosanitaire destiné à lutter contre la chlorose ferrique, on dispose de deux solutions titrantes possibles :

- Une solution de peroxodisulfate de potassium acidifiée ($\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{S}_2\text{O}_8^{2-}_{(\text{aq})}$) de concentration $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$
- Une solution de permanganate de potassium acidifiée ($\text{K}^+_{(\text{aq})} + \text{MnO}_4^-_{(\text{aq})}$) de concentration molaire $0,10 \text{ mol.L}^{-1}$.

Les ions peroxodisulfate comme les ions permanganate réagissent en solution aqueuse avec les ions Fe^{2+} . Un test avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, après réaction entre les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ ou MnO_4^- , conduit au même précipité rouille d'hydroxyde de fer III.

1.1 Préciser la nature de la transformation chimique qui se produit quand on mélange des ions Fe^{2+} et des ions peroxodisulfate $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ d'une part ou permanganate MnO_4^- d'autre part, que le test avec une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium met en évidence.

1.2 Écrire les équations des réactions modélisant les transformations chimiques mettant en jeu :

- les ions Fe^{2+} et les ions $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ d'une part,
- les ions Fe^{2+} et les ions MnO_4^- d'autre part.

1.3 Montrer, en vous référant à la couleur de chaque solution titrante, qu'il est plus judicieux de choisir la solution de permanganate de potassium pour réaliser le titrage des ions ferreux contenus dans le produit phytosanitaire, la coloration due aux ions ferreux (Fe^{2+}) ou ferrique (Fe^{3+}) en solution aqueuse étant très peu perceptible.

1.4 Définir l'équivalence d'un titrage.

2. Mise en œuvre du titrage



2.1 La solution de permanganate de potassium étant trop concentrée, il est nécessaire de la diluer 5 fois avant de l'utiliser pour le titrage. Choisir, dans la liste de matériel proposé (photographie ci-dessus), la verrerie adaptée à cette dilution. Justifier.

2.2 Expliquer pourquoi certaines verreries sont associées à des capacités notées 100 mL, 50 mL, 10 mL, et d'autres à des capacités de 100,0 mL, 50,0 mL, 10,0 mL.

2.3 Le produit phytosanitaire se présente sous la forme d'une poudre. Afin de réaliser le titrage, on dissout 100,0 g de produit dans de l'eau et on complète avec de l'eau de façon à obtenir 1,0 L de solution.

2.3.1 On prélève 10,0 mL de cette solution qu'on introduit dans un erlenmeyer. Dans la liste de matériel proposée ci-dessus, choisir la verrerie utilisée pour prélever ces 10,0 mL.

2.3.2 Schématiser et légender le montage utilisé afin de réaliser le titrage.

3 Exploitation du résultat du titrage

3.1 Le titrage est réalisé plusieurs fois. On note V_E , le volume de solution de permanganate de potassium versé pour atteindre l'équivalence pour chaque titrage réalisé. Les résultats sont rassemblés dans le tableau suivant :

Mesure V_E en mL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	11,0	10,6	10,4	10,6	10,8	10,5	10,7	10,9	11,2	11,0

3.1.1 L'incertitude-type $u(V_E)$, de type A, sur cette série de mesures est égale à 0,080 mL. Écrire le résultat de la mesure pour V_E .

- 3.1.2 Une autre méthode de détermination de l'incertitude-type sur le volume équivalent aurait pu être prise en compte. Préciser sa nature.
- 3.1.3 Déterminer la teneur en masse d'ions ferreux présente dans l'échantillon de 10,0 mL de solution titrée prélevé.

3.2 Un titrage par spectrophotométrie peut-il être adapté au contrôle de la teneur en fer du produit phytosanitaire indiquée sur l'emballage ?

Exercice 4 : Étude d'une structure en béton : de la pose à l'analyse (10 points)

Un coffrage a pour but de réaliser avec du béton des ouvrages aux formes définies. Il s'agit d'une structure provisoire utile pour maintenir le béton en place en attendant sa prise puis son durcissement.

Une fois la structure en béton réalisée, il est important de vérifier si celle-ci ne présente aucun défaut. Des contrôles de la structure sont faits grâce à des outils utilisant des ondes de différentes natures.

1. Pression exercée par le béton sur les fondations

Le béton frais avant le début de son durcissement possède des propriétés communes avec les liquides. Le béton frais exerce une pression sur le coffrage qui l'entoure et sur les fondations. Il est donc important d'estimer cette pression pour s'assurer que la structure est suffisamment résistante.

Le coffrage représenté ci-dessous permet de construire un pilier carré en béton de côté $L = 30,0\text{ cm}$ et de hauteur $h = 4,50\text{ m}$ ouvert du côté A.

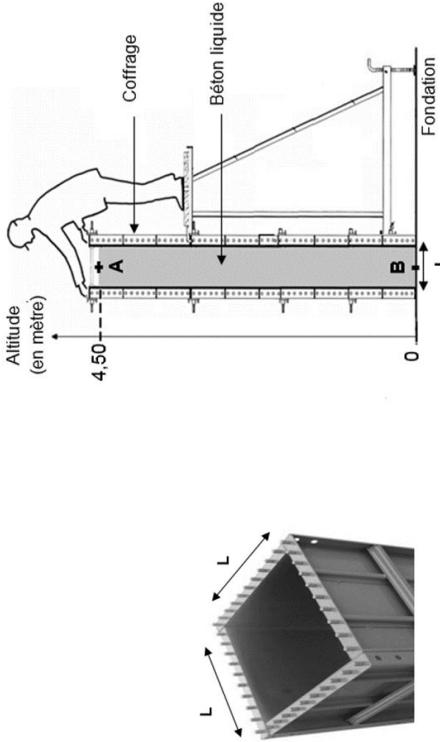


Figure 1. Coffrage vu du dessus
Source : www.cofrasud.com

Figure 2. Coffrage vu de côté

Données :

il existe différents types de coffrage plus ou moins résistants à la pression exercée par le béton liquide. Source : <https://www.coffrages-cosmos.com>

Gammes Coffrages	Pression relative* maximale autorisée exercée sur les coffrages (en kPa)
Alu et acier	60
Élite métal	100
Cosfort métal	120

* La pression relative est l'écart entre la pression dans le liquide P et la pression atmosphérique

$P_{\text{atm}} : P_{\text{relative}} = P - P_{\text{atm}}$

- intensité de la pesanteur $g = 9,81\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- masse volumique du béton $\rho_{\text{béton}} = 2,40 \times 10^3\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$;
- pression atmosphérique $P_{\text{atm}} = 1,00\text{ bar}$ avec $1\text{ bar} = 10^5\text{ Pa}$;
- les pressions en deux points situés dans un même liquide incompressible sont liées par le principe fondamental de l'hydrostatique : $P_2 - P_1 = \rho \times g \times (z_1 - z_2)$, avec P_1 et P_2 pressions (en Pa) aux points d'altitudes z_1 et z_2 (en m) et ρ la masse volumique du liquide en $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

1.1. Indiquer la valeur de la pression P_A au point A en pascal (Pa).

1.2. Montrer que la valeur de la pression au point B est $P_B = 2,06 \times 10^5\text{ Pa}$.

1.3. Indiquer la gamme de coffrage à utiliser pour construire ce pilier en béton.

2. Étude de la qualité du béton

Une fois la structure en béton réalisée, il est possible de contrôler sa qualité (résistance, défauts, position des armatures, etc.) grâce à des techniques utilisant des ondes de différentes natures.

Étude par gammagraphie

La gammagraphie est une méthode d'inspection des constructions en béton qui est utilisée pour localiser les armatures en fer contenues dans le béton. Le principe de fonctionnement de cette technique est fondé sur l'émission de rayonnement gamma par une source (ici le Cobalt 60) qui traverse le matériau ausculté. Le rayonnement gamma est absorbé en fonction de la nature et de la densité du matériau, permettant ainsi d'obtenir une image, en niveaux de gris, des objets présents dans le volume de béton radiographié. D'après www.ifsttar.fr

L'émission de rayonnement gamma par le Cobalt 60 se fait en plusieurs étapes :

- 1^{ère} étape : en subissant une désintégration radioactive le Cobalt 60 se transforme en du Nickel 60 à l'état d'énergie E_3 ;
- 2^{ème} étape : la désexcitation de l'atome de Nickel de l'état d'énergie E_3 à l'état d'énergie E_1 entraîne l'émission d'un rayonnement ;
- 3^{ème} étape : l'atome de Nickel se désexcite une seconde fois passant du niveau d'énergie E_1 au niveau fondamental.

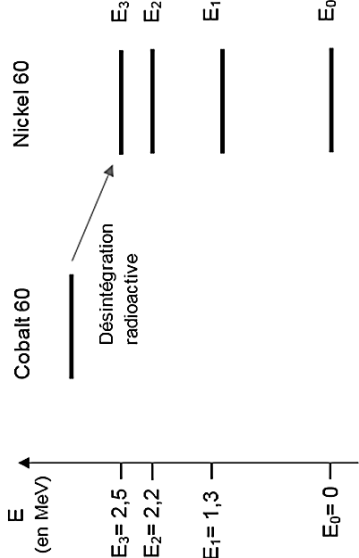
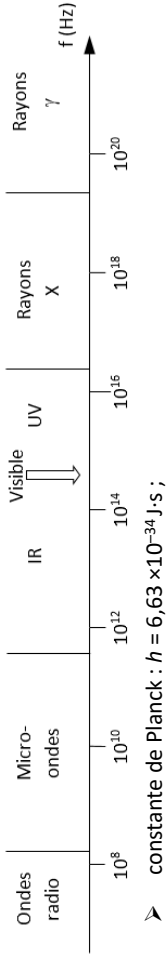


Figure 3. Diagramme d'énergie du Nickel 60. www.laradioactive.com

Données :

- domaine des ondes électromagnétiques :



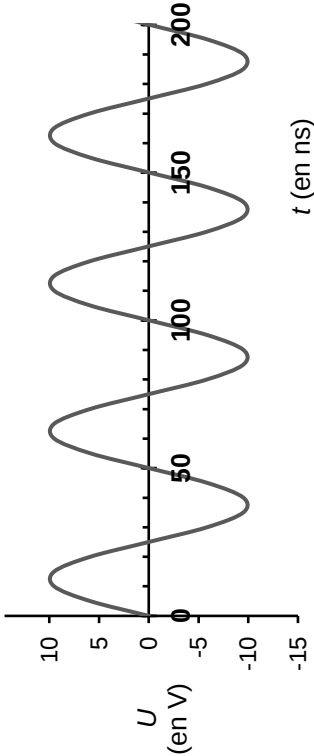
2.1. Reproduire sur votre copie le diagramme d'énergie du Nickel 60 de la figure 3 et présenter les transitions correspondant à la 2^{ème} et la 3^{ème} étape évoquées dans le texte.

2.2. Montrer que l'énergie d'un photon émis lors de la 2^{ème} étape vaut $E = 1,9 \cdot 10^{-13} \text{ J}$.

2.3. Calculer la fréquence de l'onde émise lors de la 2^{ème} étape. Justifier le nom donné à cette méthode d'inspection.

Étude par onde ultrasonore

L'utilisation d'ultrasons est un outil très adapté pour l'évaluation non destructive des bétons. Il est possible de détecter des microfissures en étudiant la propagation d'onde ultrasonore dans le béton. De plus, la vitesse de propagation des ondes ultrasonores est reliée directement à la résistance du béton et donc à la qualité de celui-ci. La courbe ci-dessous représente une simulation de la tension d'alimentation d'un émetteur à ultrason utilisé pour le contrôle des bétons :



L'émetteur génère des ondes ultrasonores de même fréquence que celle de la tension qui l'alimente.

2.4. Calculer, en MHz, la valeur de la fréquence des ondes utilisées par cet appareil. On explicitera la méthode utilisée.

Pour qu'un défaut dans la structure soit détectable, il faut qu'il ait une taille au moins égale à la moitié de la longueur d'onde ultrasonore. La vitesse des ondes ultrasonores peut aller jusqu'à $4\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dans le cas des bétons de grande qualité.

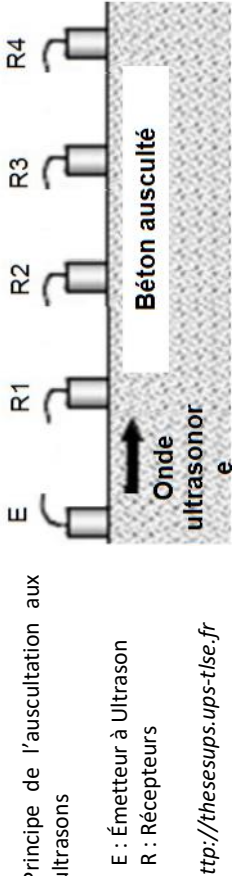
2.5. Une fissure est à considérer comme anormale dès qu'elle dépasse $0,3 \text{ mm}$ de largeur. Est-il possible de détecter, dans un béton de grande qualité, une fissure de $0,3 \text{ mm}$ à l'aide de cet émetteur à ultrason ?

Dans le cas d'un béton soumis au feu, l'élévation de température provoque une modification physico-chimique du matériau. L'auscultation aux ultrasons, fondée sur des mesures de temps de parcours d'onde ultrasonore est une méthode particulièrement bien adaptée pour remonter à la résistance du béton et ainsi déterminer si une zone a été trop endommagée par le feu.

L'auscultation aux ultrasons consiste à envoyer des ultrasons à l'aide d'un émetteur (E). On place ensuite tous les 20 cm des récepteurs (R1 à R4) et on mesure la durée de trajet du signal. *D'après le laboratoire central des Ponts et Chaussées.*

Données :

- Principe de l'auscultation aux ultrasons



- Résultats pour le bloc de béton soumis au feu :

Récepteur	Distance entre émetteur et récepteur (en cm)	Temps de réception du signal (en μs)
R1	20	62
R2	40	121
R3	60	195
R4	80	278

- Relation entre vitesse des ultrasons et qualité du béton

Vitesse des ultrasons v en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	Appréciation de la qualité
> 4500	Excellent
3500 à 4500	Bon
3000 à 3500	Assez bon
2000 à 3000	Médiocre
< 2000	Très mauvais

D'après <http://www.geniecivilfrance.com>

On considère qu'une zone de béton de qualité médiocre ou inférieure est éliminée par piquage pour réparation ou reconstruction.

2.6. Déterminer si le morceau de béton compris entre les récepteurs R₂ et R₃ ausculté doit subir des réparations.

CORRECTION DES QCM

<u>Thème n°1 : Quantités de matière</u>		
1 C	2 B	3 A, B
6 B	7 A	8 C
		4 B, D
		9 B, C
		5 C, D
		10 D
<u>Thème n°2 et n°3 : Oxydoréduction et tableaux d'avancement</u>		
1 A	2 D	3 C
6 A, B	7 B, D	8 C
		4 C
		5 C, D
<u>Thème n°4 : Dosages par étalonnage</u>		
1 A, D	2 D	3 A, C
6 A	7 D	8 C
		4 A
		5 B, C, D
<u>Thème n°5 : Titrages</u>		
1 B	2 B	3 D
6 A, C	7 C	8 C, D
11 C	12 D	4 B
		9 D
		5 A, D
		10 B
<u>Thème n°6 : Structure et propriétés des entités chimiques</u>		
1 C	2 B, D	3 A, C
6 B	7 B, C	8 A, C
11 B	12 B, C	13 C
		4 A, B
		9 A, C
		5 A
		10 A, B, D
<u>Thème n°7 : Nomenclature des molécules organiques et spectres IR</u>		
1 A	2 C	3 C
6 B, C	7 B, D	8 C
11 B	12 D	13 A
16 C		14 C, D
		5 C
		10 B
		15 C, D
<u>Thème n°8 : Synthèses des composés organiques</u>		
1 C	2 B, C	3 D
6 A, B, C	7 A, B, C	8 A, C
11 A, D	12 A, B	13 A, D
		4 A
		9 A, D
		5 B
		10 C
<u>Thème n°9 : Comportement d'un fluide au repos</u>		
1 B	2 C	3 B, C
6 D	7 A, D	4 B, C
		5 A

<u>Thème n°10 : Les forces et vecteurs force</u>		
gauche :	1 A, C	2 A, C
droite :	1 B, D	2 A, C, D
		3 A, B, D
		4 A
		5 C
		6 B
		7 B, D
<u>Thème n°11 : Champ de pesanteur et champ électrostatique</u>		
1 A, D	2 A, D	3 A, B
5 C	6 C	7 A
		4 aucune (résultat 2,3 N)
<u>Thème n°12 : Mouvement d'un système</u>		
1 A	2 C	3 A, C
6 B	7 B	8 D
		4 B, C
		5 A, C
<u>Thème n°13 : Energie cinétique, potentielle et mécanique</u>		
gauche :	1 A, D	2 B
droite :	1 C	2 A
		3 A, D
		3 C
		4 A, C
		5 C
		6 A, C
		6 A
		7 B
		8 A
<u>Thème n°14 : Couleurs et images formées par les lentilles</u>		
1 A	2 A, D	3 A, C
6 A	7 B, C, D	8 B
		4 B, C
		5 C
<u>Thème n°15 : Deux modèles pour la lumière</u>		
1 C	2 B	3 D
6 A	7 D	8 C
		4 A, C
		9 C, D
		5 A
<u>Thème n°16 : Les ondes mécaniques</u>		
1 B, D	2 A	3 C
6 C	7 B	
		4 B, D
		5 D
<u>Thème n°17 : Circuits électriques et dipôles</u>		
1 C	2 A	3 C
6 C	7 B	
		4 C
		5 C