

"Dans la vie, rien n'est à craindre,
tout est à comprendre."

Marie CURIE (1867-1934)

Cahier de vacances

Physique et Chimie

KLÉBER.

Lycée Jean-Baptiste Kléber
Strasbourg

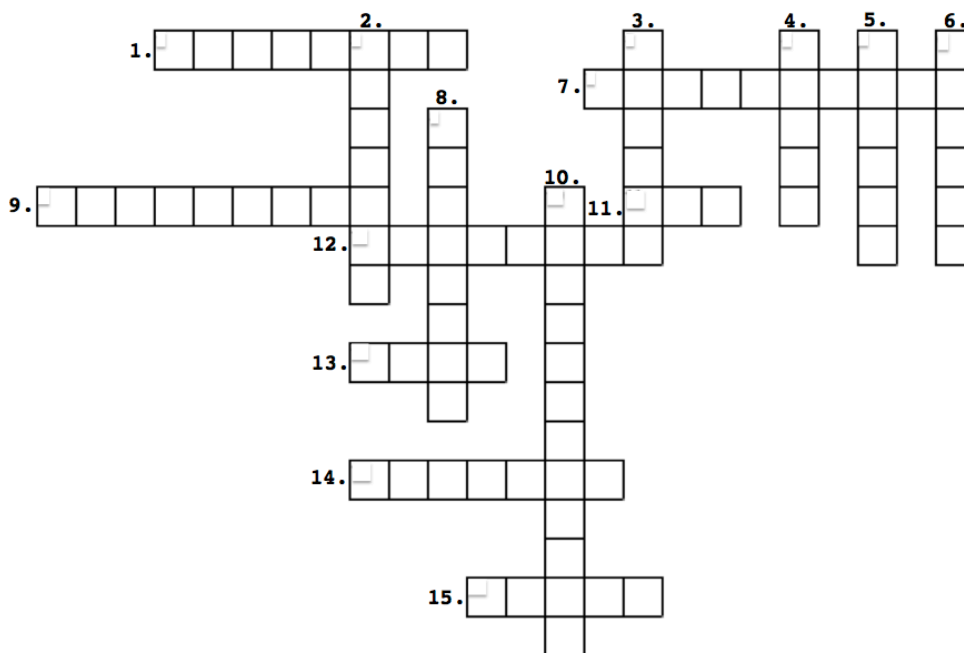
Ce fascicule de « devoirs de vacances de physique et de chimie » a pour but de vous rappeler des notions que vous avez étudiées lors de vos années de lycée. Aucune question ne fait allusion à une notion nouvelle. Les exercices peuvent tous être résolus grâce à vos connaissances actuelles en physique et en chimie. Ces connaissances seront reprises et approfondies en classes préparatoires MPSI et PCSI, en les formalisant davantage.

Il est donc intéressant pour vous de travailler les exercices de ce fascicule avant votre arrivée en classe préparatoire.

PHYSIQUE - CAHIER DE VACANCES

I. Mots croisés : quelques noms célèbres.

Au cours de votre scolarité vous avez entendu parler de physiciens et chimistes célèbres, dont les noms ont été bien souvent associés à des formules. Saurez-vous retrouver ces noms ?



Horizontal

1. Cette constante permet de passer du microscopique au macroscopique.
7. La relation portant son nom exprime la dualité onde-corpuscule.
9. Son nom est lié à l'activité d'un élément radioactif.
11. Son nom évoque une loi très célèbre en électricité.
12. Il est à l'origine de la théorie de la relativité.
13. Sa loi relie la température d'un corps à sa couleur.
14. La loi qui porte son nom traduit les interactions entre particules chargées.
15. Elle fut la première femme à obtenir un prix Nobel pour ses travaux sur la radioactivité.

Vertical

2. L'effet portant son nom est utilisé en astrophysique, en médecine ainsi que dans les contrôles routiers.
3. Il est le fondateur de la mécanique classique.
4. Cet effet est source de dissipation dans un circuit électrique.
5. La relation portant son nom donne l'énergie transportée par un photon.
6. Ses trois lois permettent de comprendre comment la Terre tourne autour du Soleil.
8. Il a formulé une théorie de l'acidobasicité.
10. Leur loi relie la concentration d'une substance à l'absorption de la lumière qui la traverse.

Réponses : 1:Avogadro 2:Doppler 3:Newton 4:Joule 5:Planck 6:Kepler 7:De Broglie 8:Brönsted 9:Becquerel 10:Beer-Lambert 11:Ohm 12:Einstein 13:Wien 14:Coulomb 15:Curie

II. Vrai ou faux ?

Vos cours de Première et de Terminale ont été organisés autour de trois idées :
 « observer », « comprendre », « agir ».
 Voici une succession d'affirmations vraies ou fausses à propos des notions vues dans vos cours de physique.

1. Retours sur le cours de Première : Répondre aux affirmations suivantes par vrai ou faux

OBSERVER : Couleurs et images

1	Le modèle de l'œil réduit consiste à assimiler le cristallin à une lentille convergente et la rétine à un écran.	
2	Tout rayon lumineux passant par le foyer objet d'une lentille convergente, point de l'axe optique noté F, émerge de la lentille incliné par rapport à cet axe.	
3	Quand une source émet plusieurs couleurs spectrales, la lumière perçue résulte de la superposition de ces couleurs ; on parle de synthèse additive.	
4	Un filtre optique permet d'obtenir une lumière colorée à partir de lumière blanche par synthèse additive.	
5	Les rayonnements ultraviolets correspondent à des longueurs d'onde supérieures à 400 nm.	
6	Une source monochromatique est caractérisée par une longueur d'onde dans le vide.	
7	La lumière blanche est une lumière polychromatique.	
8	Les raies d'absorption dans le spectre solaire indiquent les éléments chimiques présents dans l'atmosphère du Soleil.	
9	Lorsque la lumière traverse une substance, elle est forcément transmise.	
10	L'absorption de lumière par une substance en solution est indépendante de la concentration de cette substance .	

COMPRENDRE : Lois et modèles

1	L'interaction électromagnétique est responsable de la cohésion des noyaux atomiques.	
2	La charge électrique est quantifiée.	
3	Des isotopes ont même nombre de masse mais des numéros atomiques différents.	
4	La radioactivité est l'émission de particules énergétiques par des noyaux instables.	
5	La relation d'Einstein $E=mc^2$ permet d'expliquer l'énergie dégagée lors de la fission d'un noyau d'uranium.	
6	Un champ en physique est la donnée en chaque point de l'espace d'une grandeur physique.	
7	Le champ des températures est un champ scalaire.	
8	Le champ magnétique créé par un aimant correspond à un champ scalaire.	
9	Dans un condensateur plan le champ électrostatique est uniforme, perpendiculaire aux plaques et dirigée des charges positives vers les charges négatives.	
10	Le champ gravitationnel varie en $1/r$, r désignant la distance entre les deux masses.	
11	Localement le champ de pesanteur s'identifie au champ gravitationnel.	
12	L'énergie cinétique d'une masse ponctuelle m est proportionnelle à sa vitesse.	
13	Une masse m élevée d'une altitude h gagne de l'énergie potentielle.	
14	Les frottements sont responsables de la diminution de l'énergie mécanique d'un système.	
15	Le principe de conservation de l'énergie a permis de prédire l'existence du neutrino.	

1	L'énergie thermique passe spontanément des corps froids vers les corps chauds.	
2	Un système dont l'énergie interne augmente a reçu de l'énergie.	
3	Le changement d'état d'un corps pur se fait à température variable à une pression donnée.	
4	La puissance consommée par un appareil est l'énergie qu'il consomme par unité de temps.	
5	L'énergie éolienne fait partie des énergies renouvelables.	
6	L'effet Joule est un effet thermique lié au passage de courant dans un conducteur électrique.	
7	Le Wh (wattheure) est une unité de puissance.	
8	L'énergie électrique ne peut être stockée facilement.	
9	Une pile est un générateur électrique, convertissant de l'énergie mécanique en énergie électrique.	
10	La combustion d'un carburant permet d'obtenir des moteurs thermiques.	

<p>Réponses : <i>I: Cours de Première</i> OBSERVER/1: V 2: F 3: V 4: F 5: F 6: V 7: V 8: V 9: F 10: F COMPRENDRE/1: F 2: V 3: F 4: V 5: V 6: V 7: V 8: F 9: V 10: F 11: V 12: F AGIR/1: F 2: V 3: F 4: V 5: V 6: V 7: F 8: V 9: F 10: V</p>		
--	--	--

2. Retours sur le cours de Terminale : Répondre aux affirmations suivantes par vrai ou faux

OBSERVER : Couleurs et images

1	Une onde correspond à la propagation d'une perturbation dans un milieu, sans transport de matière mais avec transport d'énergie.	
2	Les ondes électromagnétiques nécessitent un milieu matériel pour se propager.	
3	La lumière fait partie des ondes électromagnétiques.	
4	Les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 200 et 800 nm.	
5	Des rayonnements γ sont émis par des éléments radioactifs.	
6	Les ondes sonores sont des ondes longitudinales.	
7	Pour un son complexe la fréquence correspondant au fondamental définit la hauteur de ce son.	
8	Le phénomène de diffraction est d'autant plus marqué que la dimension de l'ouverture sur laquelle arrive une onde est grande devant la longueur d'onde émise.	
9	Des interférences sont destructives en tout point où les ondes qui interfèrent sont en phase.	
10	L'effet Doppler explique le décalage vers le rouge des galaxies.	

COMPRENDRE : Lois et modèles

1	Le mouvement d'un objet dépend du référentiel d'étude.	
2	Un mouvement est rectiligne uniforme si le vecteur accélération est nul.	
3	Dans un mouvement circulaire uniforme l'accélération est centripète et proportionnelle au carré de la vitesse.	
4	La quantité de mouvement d'un point matériel est égale au produit de la masse de ce point par le vecteur vitesse du point.	
5	La première loi de Newton est le principe des actions réciproques.	
6	Lors d'une chute libre le système n'est soumis qu'à son poids.	
7	La seconde loi de Newton permet d'étudier le mouvement d'une particule chargée dans un champ électrostatique uniforme.	
8	Dans un référentiel galiléen la quantité de mouvement d'un système quelconque se conserve.	
9	Les trois lois de Kepler permettent d'étudier le mouvement des satellites autour d'une planète.	
10	La troisième loi de Képler explique que plus une planète est proche du Soleil et plus sa période de révolution est grande.	
11	Lorsqu'une masse tombe en chute libre elle gagne de l'énergie potentielle au dépend de son énergie cinétique.	
12	De l'énergie mécanique est dissipée s'il y a travail d'une force non conservative.	
13	L'unité de temps est définie à partir d'horloges atomiques.	
14	La vitesse de la lumière dans le vide dépend du référentiel galiléen choisi.	
15	La lumière présente des aspects ondulatoire et corpusculaire.	

AGIR : Défis du XXIème siècle

1	Un signal est dit analogique s'il correspond à une grandeur physique qui varie de façon continue dans le temps.	
2	Un signal numérique ne peut prendre que des valeurs discrètes.	
3	Pour numériser correctement un signal analogique le choix de la fréquence d'échantillonnage n'a pas d'importance.	
4	Une image numérique est formée par une succession de pixels.	
5	Les informations sont codées en langage binaire, soit une succession de « bits » de valeur 0 ou 1.	
6	Une chaîne de transmission comprend un émetteur, un canal de transmission et un récepteur.	
7	Les ondes hertziennes ne se propagent pas dans l'air sur de grandes distances.	
8	Une fibre optique est un mode de propagation libre de l'information.	
9	La lecture d'un disque optique est basée sur le principe physique des interférences.	
10	La capacité de stockage d'un disque optique est liée au phénomène de diffraction.	

2: Cours de Terminale	OBSERVER/1: V	2: F	3: V	4: F	5: V	6: V	7: F	8: F	9: V	10: V	AGIR/1: V	2: V	3: F	4: V	5: V	6: V	7: F	8: F	9: V	10: V	14: F	15: V	COMPRENDRE/1: V	2: V	3: V	4: V	5: F	6: V	7: V	8: F	9: V	10: F	11: F	12: V	13: V
-----------------------	---------------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-----------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-----------------	------	------	------	------	------	------	------	------	-------	-------	-------	-------

*Vous retrouverez ces notions étudiées au lycée dans vos cours de classes préparatoires **MPSI** ou **PCSI**, en allant plus loin. Il s'agira alors « d'observer et de MESURER, comprendre et MODELISER, agir pour CREER, pour PRODUIRE, pour APPLIQUER la physique et la chimie aux réalisations humaines ». Vos cours seront ainsi organisés par blocs de contenus disciplinaires comme la mécanique, l'électricité, l'optique, la thermodynamique.*

La chimie constituera une matière en soi.

Après une série d'exercices sur les ordres de grandeur, homogénéités de formules et unités, qui vous aideront à travailler la rigueur scientifique, les exercices proposés respectent ce découpage par blocs.

III. Ordres de grandeur et estimations

Aux concours vous serez jugés dans certaines épreuves sur des questions dites de « résolution de problème » dans lesquelles vous devrez estimer des ordres de grandeur à partir de vos connaissances et/ou de vos déductions logiques. Cette démarche est très importante pour un ingénieur ou un chercheur : elle permet de fixer les idées.

Voici un exemple : combien de pas faits par une personne dans une année ?

Éléments de réponses : si on marche 1 h par jour en moyenne (certains plus, d'autres moins...) à raison de 5km/h, on marche 5 km tous les jours. Une enjambée est de l'ordre de 50cm, ce qui fait 10000 pas par jours. Soit plus de 3 millions de pas par année.

Nous vous proposons quelques petites questions qui vous permettront de vous entraîner :

1. On vous demande de mettre au point un stimulateur pour les patients souffrant de troubles cardiaques. Dans le cas d'une femme de 20 ans, estimez combien de battements devra effectuer le dispositif pour que la personne ait une espérance de vie normale (environ 80 ans).
2. Combien de cheveux une personne normale a-t-elle sur la tête ?
3. Combien d'images un long métrage de 2h contient-il ?
4. En combien de temps tond-on une pelouse d'un jardin « standard » (environ 2 ares) ?
5. Quelle quantité de gasoil consomme une voiture Diesel en 1 an ?

Réponses :

1. 70 battements par minute (=puls), soit en 60 ans : $70 \times 60 \times 24 \times 365 \times 60$ (2200 millions)
2. Sur 1 m^2 de cuir chevelu (un carré de 1 m sur 1 m) on trouve 1 cheveu (autrement dit les cheveux sont espacés de 1 mm). Une tête de rayon 10 cm représente environ 500 cm^2 de cuir chevelu soit 50000 mm^2 , ce qui fait 50000 cheveux. Vous êtes-vous coupé les cheveux en quatre pour résoudre cette question ?
3. Le cinéma repose sur une projection de 24 images par seconde : 2 h de film représentent 7200 secondes soit 172800 images.
4. On pousse la tondeuse à une vitesse d'environ $0,5 \text{ m}$ par seconde. La largeur de coupe est de l'ordre de 50 cm . Toutes les secondes, on coupe $0,25 \text{ m}^2$. 2 ares représentent 200 m^2 . Il faut donc 800 s soit 13 minutes. Il faut rajouter le temps pour vider le panier, pour effectuer les manœuvres autour des obstacles (faire $x2$). On va retenir : 30 minutes.
5. Une voiture Diesel roule en gros 20000 km par an. La consommation est de $6 \text{ L} / 100 \text{ km}$. Il faut donc 1200 L de gasoil par an. Cela fait un budget de plus de 1200€ uniquement pour le carburant.

IV. Unités et conversions

Aux concours (et dans la vie de tous les jours), une grandeur doit être donnée avec son unité. En effet que signifie de dire que la lumière est restée allumée pendant 10 ?

Les unités de base du Système International (SI) sont : la seconde (s), le mètre (m) , le kilogramme (kg) , la mole (mol), l'ampère (A), le kelvin (K) et la candela (cd).

Voici quelques exercices :

1. Ecrire les grandeurs suivantes en unités SI : 6,5 ns ; 12,8 fm ; 0.03 mA.
2. Ecrire en unités SI les grandeurs suivantes : 1g/cm³ ; 90 km/h ; 1500 tours/min (l'unité SI dérivée d'un angle est le radian : 180° correspond à π radians).
3. Combien de kilomètres la lumière parcourt-elle en 1 an ?
4. La Pagani Zonda Cinque est une « supercar » dotée d'un moteur V12 de 600 chevaux. Elle accélère de 0 à 100 km/h en 3,4s. Si on suppose l'accélération constante, quelle est la valeur de l'accélération maximale de cette voiture ?

Réponses :
 1. 6,5.10⁻⁹ s ; 12,8.10⁻¹⁵ m ; 3.10⁻⁵ A.
 2. 1000 kg.m⁻³ ; 25 m.s⁻¹ ; 157 rad.s⁻¹.
 3. 9,5.10¹⁵ m = 9,5.10¹² km.
 4. 8,2 m.s⁻².

V. Dimensions et homogénéité

En physique, une grandeur x possède une dimension physique : x peut représenter une distance et sera en mètres. En CPGE, vous serez amenés à manipuler des expressions littérales comprenant un grand nombre de grandeurs physiques donc un grand nombre de lettres. Par

exemple : $P = G \frac{m^2 R^4}{c^5 T^6}$ représente la puissance rayonnée (par émission d'ondes gravitationnelles)

par une étoile à neutrons de masse m gravitant autour d'un trou noir en décrivant une orbite circulaire de rayon R à la période T (G est la constante universelle de la gravitation).

Il arrivera certainement que votre professeur de physique barre d'un trait vos calculs en écrivant : « inhomogène » ou « erreur de dimension » car vous aurez oublié une puissance ou une lettre... C'est assez rageant. Il faut vous entraîner à repérer les erreurs d'homogénéité : on somme les « choux » avec les « choux ». Autrement dit, si P est une puissance, donc en watt = joule / seconde = newton . mètre / seconde, il faut que ce qui se trouve à droite du symbole égal soit aussi en watt...

Entraînez-vous sur les exemples suivants :

1. Montrer que $F = \frac{mv^2}{r}$ est une force (m est une masse, v une vitesse et r une distance).
2. Quelle est la dimension de la constante universelle de la gravitation G pour que l'expression de la force de gravitation $F = G \frac{M_1 M_2}{r^2}$ soit homogène ? (M_1 et M_2 sont 2 masses séparées d'une distance r) ?
3. Montrer que mgz a la même dimension que $\frac{1}{2}mv^2$.
4. On peut montrer que sur une corde de guitare se propage une onde transversale à la célérité $c = \sqrt{\frac{T}{m_l}}$ où T est la force avec laquelle on tend la corde. Quelle est la dimension de m_l ? Que peut représenter cette grandeur ?

Réponses :
 1. On sait qu'une force = masse x accélération = kg.m.s⁻².
 2. G est en m³.s⁻².kg⁻¹.
 3. Ce sont des énergies.
 4. m_l en kg.m⁻¹ : c'est la masse par mètre de corde.

VI. Mécanique

La mécanique est un gros morceau du programme de physique de CPGE. C'est un domaine très riche et très intéressant : comprendre le mouvement des planètes, la précession des gyroscopes, les oscillations d'une tige vibrante, la déformation d'un pont... Il faudra développer une bonne intuition mécanique tout en appréhendant un formalisme mathématique assez conséquent.

Voici cinq exercices de mécanique pour vous entraîner :

1. Pagani Zonda Cinque

La Pagani Zonda Cinque est une « supercar » dotée d'un moteur V12 de 600 chevaux. Elle accélère de 0 à 100 km/h en 3,4s.

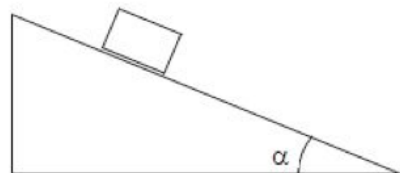


- a) Quelle est la distance parcourue par cette voiture lorsqu'elle passe de 0 à 100 km/h en accélérant au maximum de manière uniforme ?
- b) Cette voiture tourne sur un circuit circulaire à vitesse constante de 100 km/h. Est-ce que le vecteur accélération est nul ?

Réponses :
 1.a) Distance parcourue : 47m. 1.b) Et non. Accélération centripète v^2/R (R rayon de courbure).

2. Glissade sur plan incliné

Un cube de masse m est posé sur un plan incliné qui forme un angle α par rapport à l'horizontale.
 On note (Ox) l'axe qui longe ce plan incliné, orienté vers le bas.



- a) Quelle est l'expression du vecteur vitesse du point M en fonction de la dérivée de $x(t)$?
- b) Même question pour le vecteur accélération.
- c) On néglige toutes les forces de frottements : il n'y a que le poids et la réaction du support, orthogonale à l'axe (Ox). Quelle est l'expression de la projection selon (Ox) de ces deux forces ?
- d) En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que le cube est accéléré de manière uniforme le long de l'axe (Ox).
- e) Sachant que le cube est lâché sans vitesse de la position initiale $x(t=0)=0$, établir l'expression de la loi horaire $x(t)$.

Réponses :
 2.a) $\vec{v} = dx/dt \vec{i}$. 2.a) $\vec{a} = d^2x/dt^2 \vec{i}$. 2.c) $R_x=0$ et $P_x = mg \sin \alpha$.
 2.d) $d^2x/dt^2 = g \sin \alpha = cte$. 2.e) $x(t) = \frac{1}{2} (g \sin \alpha) t^2$.

3. Chute libre verticale

On lance verticalement un petit objet de masse m avec une vitesse V_0 vers le haut, depuis une hauteur initiale H . On néglige tous les frottements. On note (Oz) l'axe vertical ascendant.

- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que la dérivée seconde de $z(t)$ est égale à $-g$ (g étant l'accélération de la pesanteur)
- À quel instant t_1 l'objet touche-t-il le sol ? Quelle est sa vitesse juste avant l'impact ?

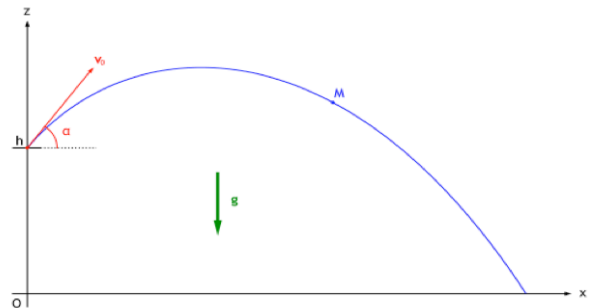
Réponses :

3.a) $d^2z/dt^2 = -g$. 3.b) $z(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t + H = 0$ à résoudre ; d'où $t_1 = \left(\frac{V_0 + \sqrt{V_0^2 + 2gH}}{g} \right)$ / g (discriminant positif, et racine positive conservée). Vitesse avant l'impact : $V_1 = -gt_1 + V_0 = -\sqrt{V_0^2 + 2gH}$ (vitesse négative car chute vers le bas).

4. Bombe volcanique

Une bombe volcanique est émise par un volcan : elle est expulsée au sommet du volcan à une hauteur $h = 1000$ m au dessus du niveau du sol. Elle s'écrase au sol à l'abscisse $D = 1000$ m. On estime que l'angle d'éjection vaut $\alpha = 45^\circ$.

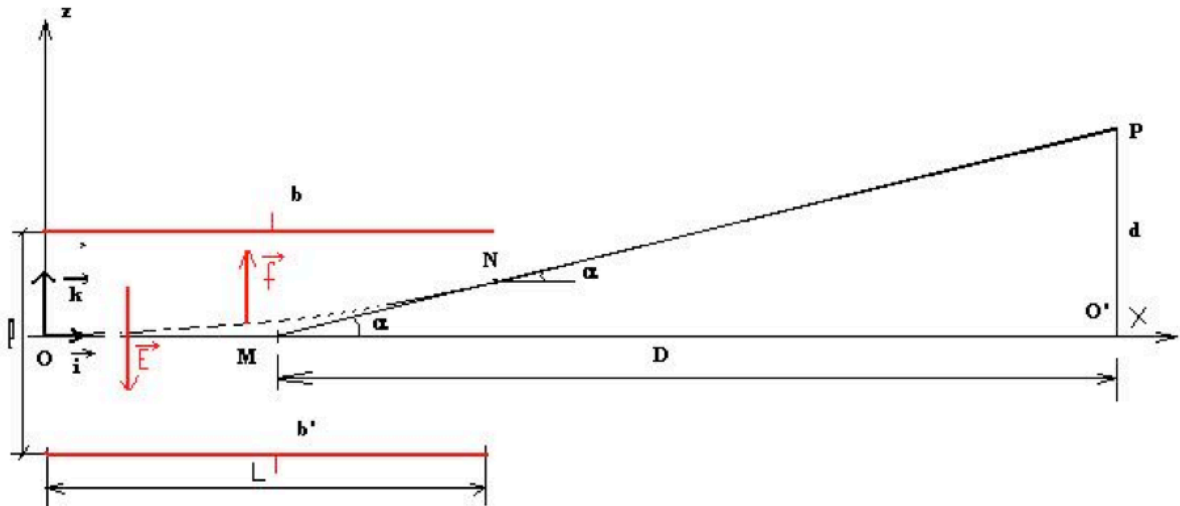
Que vaut la vitesse d'éjection V_0 ?



Réponses :

$$V_0 = D \sqrt{\frac{g}{2 \cos^2 \alpha (D \tan \alpha + h)}} \quad \text{AN : } V_0 = 70 \text{ m.s}^{-1}$$

5. Mouvement dans champ électrique



Un champ électrique règne entre deux plaques parallèles séparées d'une distance ℓ . Un électron de masse m et de charge électrique $-e$ est émis au point O avec une vitesse initiale V_0 dirigée selon le sens positif de l'axe des x . L'électron sort du dispositif au point N puis se déplace dans le vide en ligne droite de N vers P où il percute un écran à la distance d de l'axe des x .

- Montrer que la trajectoire de O vers N est une parabole. Pourquoi la vitesse en N est-elle plus grande que la vitesse en O ?
- Quelle est la cote du point N ?
- Calculer l'angle α que fait le vecteur vitesse par rapport à l'horizontale.
- Pourquoi l'électron se déplace en ligne droite de N vers P ? Quelle force a-t-on négligé ?
- Ecrire l'équation cartésienne de la droite NP dans le repère cartésien de centre O .

Réponses :

$$5.a) \vec{m}a = -e\vec{E} \text{ soit } m \frac{d^2x}{dt^2} = 0 \text{ et } m \frac{d^2z}{dt^2} = eE; \text{ équations similaires à celles de la chute libre.}$$

$$\text{Equation cartésienne de la parabole : } z(x) = \frac{1}{2} eE \frac{x^2}{V_0^2}. \text{ Vitesse plus grande en } N \text{ qu'en } O \text{ car l'électron est accéléré par le champ électrique comme une masse est accélérée par la pesanteur.}$$

$$5.b) z_N = \frac{1}{2} eE \frac{L^2}{V_0^2}. \quad 5.c) \tan \alpha = \frac{eEL}{V_0^2}. \quad 5.d) \text{ Poids négligé, donc aucune force subie; principe d'inertie}$$

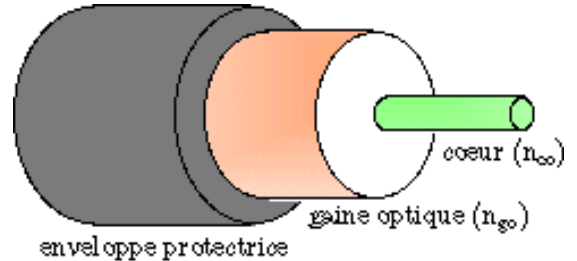
$$\text{Vérifié: le mouvement est rectiligne uniforme. } 5.e) z(x) = \tan \alpha \cdot (x - L) + z_N.$$

VII . Optique

L'optique est aussi une des parties du programme de physique de CPGE. Les connaissances datent des classes de 2^{nde} et de 1^{ère}S. Voici quelques exercices simples utilisant les notions fondamentales d'optique géométrique que vous avez vues.

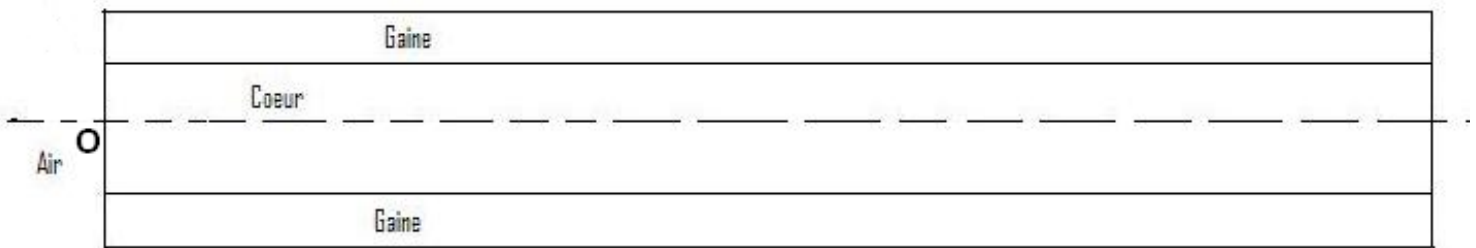
Exercice 1

Une fibre optique à saut d'indice possède un cœur transparent d'indice $n_{\text{cœur}}$ et une gaine d'indice n_{gaine} . La lumière pénètre dans le cœur en O, avec un angle d'incidence $\theta = 30^\circ$.



1. Calculer l'angle de réfraction θ' dans le cœur.
Dessiner le rayon réfracté qui arrive à l'interface cœur - gaine en un point noté M (sur le schéma ci-dessous).
2. Quelle est la valeur de l'angle d'incidence au point M ?
3. Y aura-t-il réflexion totale en M ?
4. Compléter le schéma en dessinant le rayon qui repart de M.

Données : $n_{\text{air}} = 1,00$; $n_{\text{cœur}} = 1,56$; $n_{\text{gaine}} = 1,15$



Réponses : $\theta' = 18,7^\circ$; angle incidence en M : $71,3^\circ$; réflexion totale en M car $71,3^\circ > 47,5^\circ$

Exercice 2

Un rayon lumineux tombe sous un angle d'incidence $\alpha = 60^\circ$ sur une lame à faces parallèles en verre d'une épaisseur de 5 cm. L'indice de réfraction de la plaque vaut $n = 1,5$. La plaque est entourée d'air.

Calculer le décalage du rayon transmis.

Réponses : $d = 2,56 \text{ cm}$

Exercice 3

Une lentille convergente a une distance focale de 6 cm. Un objet dont la taille est de 4 cm est placé à la distance d de la lentille. Déterminer l'image à l'aide d'un schéma (échelle $\frac{1}{2}$ horizontalement et $\frac{1}{2}$ verticalement) dans les cas suivants :

a) $d = 3$ cm. b) $d = 6$ cm. c) $d = 12$ cm. d) $d = 18$ cm.

Aide :

http://www.sciences.univ-nantes.fr/sites/genevieve_tulloue/optiqueGeo/lentilles/lentille_mince.php

Exercice 4

Une bougie se trouve à 3 m d'une paroi. On veut placer une lentille à 75 cm de la bougie de manière à en avoir une image réelle sur la paroi. Quelle lentille faut-il prendre ?

Donnée : loi de Descartes $\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$

Réponses :
 $f = +56,25$ cm

Exercice 5

Un objet se trouve à 4 m d'un écran. À l'aide d'une lentille, on aimerait obtenir sur ce dernier une image trois fois plus grande que l'objet. Quelle doit être la distance focale de la lentille et où faut-il placer celle-ci ? Faire le calcul et la construction.

Donnée : loi du grandissement $\frac{A'B'}{AB} = \frac{OA'}{OA}$

Réponses :
 $f = 75$ cm et $OA = 100$ cm

Exercice 6

Quelle distance focale une lentille doit-elle avoir pour qu'un objet à une distance de 3,12 m et d'une taille de 1,2 m soit représenté par une image d'une taille de 10 cm ?

Réponses :
image réelle : $f = 24$ cm ; image virtuelle : $f = -28,4$ cm

VIII . Ondes

Les phénomènes ondulatoires se retrouvent dans beaucoup de domaines de la physique : ondes sonores, ondes électromagnétiques, ondes thermiques,... Voici deux exercices sur des ondes mécaniques, qui vous rappelleront les caractéristiques essentielles des ondes.

Exercice 1

Une très longue corde élastique inextensible est disposée horizontalement sur le sol. Un opérateur crée une perturbation en imprimant une brève secousse **verticale** à l'extrémité S de la corde (figure 1).



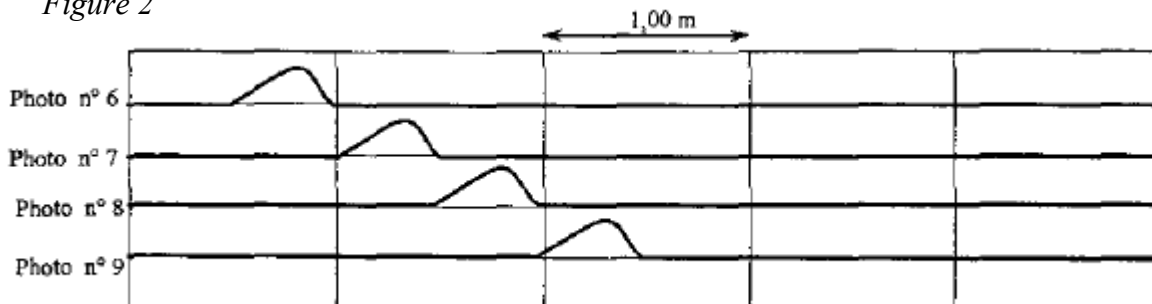
1. Considérations générales.

Préciser la direction de propagation de l'onde et la direction du mouvement du point M.

2. Étude chronophotographique.

La propagation de l'onde le long de la corde est étudiée par chronophotographie (figure 2).

Figure 2



L'intervalle de temps séparant deux photos consécutives est $\Delta t = 0,25$ s.

2.1. Définir puis calculer la célérité de l'onde.

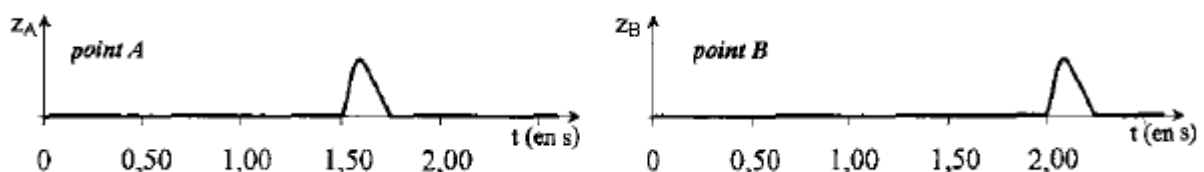
2.2. Pendant quelle durée un point de la corde est-il en mouvement ?

3. Évolution temporelle du déplacement vertical de plusieurs points de la corde.

L'évolution au cours du temps des altitudes z_A et z_B de deux points A et B de la corde est l'objet de la figure 3. L'instant de date $t_0 = 0$ s correspond au début du mouvement de S.

3.1. Lequel de ces deux points est touché le premier par la perturbation ?

Figure 3



3.2. Lequel de ces deux points est situé le plus près du point source S de la corde ?

3.3. Quel retard le point touché en second présente-t-il dans son mouvement par rapport au point touché en premier ?

3.4. Quelle est la valeur de la distance séparant les points A et B ?

3.5. Un troisième point C commence son mouvement à l'instant de date $t_C = 0,50$ s. Préciser sa position par rapport à A.

Eléments de réponses : $V = 2,0 \text{ m.s}^{-1}$; durée = $0,25$ s ; $AB = 1 \text{ m}$; C est situé $2,0 \text{ m}$ avant le point A.

Exercice 2

Aspect d'une corde vibrante

Un vibreur impose à une corde de $30,0 \text{ cm}$ de long, une perturbation sinusoïdale de période $T = 1,00 \cdot 10^{-2} \text{ s}$. La célérité v des ondes mécaniques le long de la corde est de $10,0 \text{ m.s}^{-1}$ et l'amplitude y_0 de la perturbation est de $1,00 \text{ cm}$. On néglige dans tout l'exercice l'effet de la pesanteur.

1. L'ordonnée de l'extrémité du vibreur en fonction du temps est donnée par la relation

$y_S(t) = y_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} t\right)$; montrer qu'à l'instant initial $t = 0$, l'ordonnée du vibreur est maximale.

2. Un point M situé à une distance $x = SM$ du vibreur est atteint par l'onde après un retard τ . Exprimer τ en fonction de x et v .

3. L'ordonnée d'un point M de la corde en fonction du temps t , de la période T , du retard τ et de l'amplitude y_0 est donnée par la relation $y_M(t) = y_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T}(t - \tau)\right)$. Utiliser alors le résultat de la

question précédente pour éliminer τ de l'expression. Faire ensuite apparaître la double périodicité de l'onde dans l'expression.

4. Tracer l'allure de la corde à l'instant $t_1 = 3,00 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ et $t_2 = 3,50 \cdot 10^{-2} \text{ s}$.

5. Sachant que $x = 15,0 \text{ cm}$, tracer l'évolution de l'ordonnée du point M au cours du temps. Comparer cette courbe à celle correspondant à l'extrémité du vibreur. Le point M est-il en phase ou en opposition de phase avec l'extrémité du vibreur ? Ce résultat était-il prévisible?

Eléments de réponses : 1 cm ; $y_M(t) = y_0 \cos\left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi}{\lambda} x\right)$; opposition de phase

IX . Thermodynamique

Voici un autre domaine de la physique que vous étudierez, dans lequel les notions de température, d'énergie thermique et d'échanges énergétiques sont fondamentaux.

Exercice 1

Avec un four à micro-ondes de puissance 750 W on chauffe 500 g d'eau liquide. En $1 \text{ min } 30 \text{ s}$ la température de l'eau passe de $18,2^\circ \text{C}$ à $40,8^\circ \text{C}$.

1. Quelle est la variation d'énergie interne de l'eau liquide ?
2. Quelle est l'énergie consommée par le four au cours de son fonctionnement ?
3. Calculer le rendement de conversion du four, rapport entre l'énergie exploitable en sortie et l'énergie utilisée à l'entrée.

Données : $c(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = 4,18 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Réponses : $1. 47,2 \text{ kJ}$; $2. 67,5 \text{ kJ}$; $3. 70\%$

Exercice 2

Une maison à énergie positive : utilisation d'une pompe à chaleur.

1. Pour évaluer les pertes thermiques d'une maison, on procède à l'expérience suivante : la masse m_a d'air à l'intérieur de la maison étant initialement à la température $T_1 = 19,0\text{ °C}$, on coupe le système de chauffage pendant une durée $\Delta t = 1,00\text{ h}$. On mesure une température finale $T_2 = 15,6\text{ °C}$.

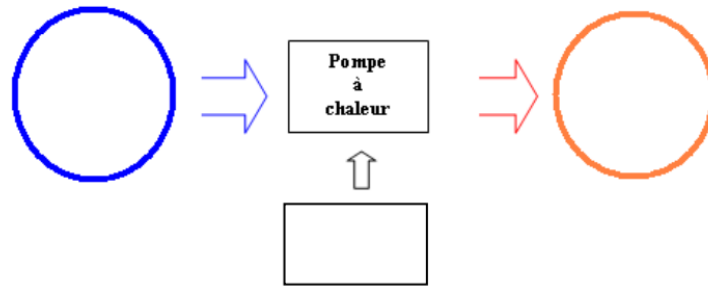
Exprimer, puis calculer, la variation de l'énergie interne ΔU de l'air contenu dans la maison.

Données : capacité thermique massique de l'air : $c_a = 1000\text{ J.K}^{-1}.\text{kg}^{-1}$;
volume intérieur de la maison : $V = 400\text{ m}^3$;
masse volumique de l'air : $\rho = 1,3\text{ kg.m}^{-3}$.

2. Interpréter le signe du résultat obtenu à la question précédente.

3. Déterminer la puissance thermique P_{th} nécessaire au maintien d'une température constante (égale à $19,0\text{ °C}$) de l'air à l'intérieur de cette maison.

4. Qu'entend-on par l'expression « sens naturel » pour un transfert thermique dans le document ci-après ? Qu'en est-il dans le cas de la pompe à chaleur ? Recopier et compléter le schéma ci-dessous représentant le bilan énergétique de la pompe à chaleur en faisant apparaître W , Q_C et Q_F et les sources en présence.



5. Le coefficient de performance (COP) d'une pompe à chaleur est défini par : $COP = \frac{Q_C}{W}$

5.1. Justifier cette expression.

5.2. Déterminer l'énergie Q_C échangée par le fluide caloporteur avec l'habitat pendant 24 heures si l'on suppose que la pompe à chaleur fonctionne sans interruption.

5.3. Le coefficient de performance de la pompe à chaleur étudiée vaut 3,1. En déduire le travail électrique W reçu par le compresseur de la pompe à chaleur en une journée.

5.4. Calculer le coût journalier d'utilisation de cette pompe à chaleur.

Donnée : le prix du kWh d'électricité en France en 2013 était de 0,13 €.

5.5. Calculer le coût journalier de la même habitation si celle-ci était chauffée par des radiateurs électriques pour lesquels le coefficient de performance vaut 1. Conclure.

Éléments de réponse :
Réponse : $\Delta U = -1,8 \times 10^6\text{ J}$; $P_{th} = 4,9 \times 10^2\text{ W}$; le COP fournit donc le pourcentage d'énergie effectivement récupérée par rapport à l'énergie fournie au système pour inverser le processus naturel ; $Q_C = 4,2 \times 10^7\text{ J}$; $W = 1,4 \times 10^7\text{ J}$; $0,49\text{ €}$

X. Electricité

L'électricité est aussi une part importante de vos futurs cours. Voici trois exercices simples utilisant des notions étudiées en classe de Première et qui vous seront utiles.

Exercice 1

1. Une résistance $R=6,3 \text{ k}\Omega$ est traversée par une intensité $I = 3,8 \text{ mA}$. Déterminer la tension U à ses bornes.
2. On mesure une tension $U=25\text{V}$ aux bornes d'une résistance inconnue, le courant la traversant valant $5,3 \text{ mA}$. Quelle est la valeur de la résistance ?
3. Calculer l'intensité traversant une résistance $R=3 \text{ k}\Omega$ si la tension à ses bornes vaut $U=15\text{V}$.
4. Comment nomme t'on l'instrument de mesure permettant la mesure du courant ? Comment branche t'on cet appareil ?
5. Répondre à la même question pour la mesure de la tension.

Réponses : 1. 24V ; 2. $4,7\text{k}\Omega$; 3. 5mA ; 4. Ampèremètre, placée en série avec le dipôle étudié ; 5. Voltmètre, placé en dérivation aux bornes du dipôle étudié.

Exercice 2

1. La tension aux bornes d'une pile s'exprime en fonction de sa fem E et de sa résistance interne r par la relation : $U_{PN}=E-rI$.

On réalise les mesures suivantes :

$U(\text{V})$	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9
$I(\text{mA})$	48	100	153	200	252	298

Tracer la caractéristique $U_{PN}=f(I)$. En déduire les valeurs de E et de r .

2. Cette pile est utilisée pour alimenter une petite lampe. La tension entre ses bornes vaut alors $U_{PN}=4,1\text{V}$.
 - a. Quel est le courant débité par la pile ?
 - b. Quelle est la puissance électrique fournie à la lampe?
 - c. Quelle est l'énergie dissipée par effet Joule dans la pile si elle fonctionne 30 minutes ?

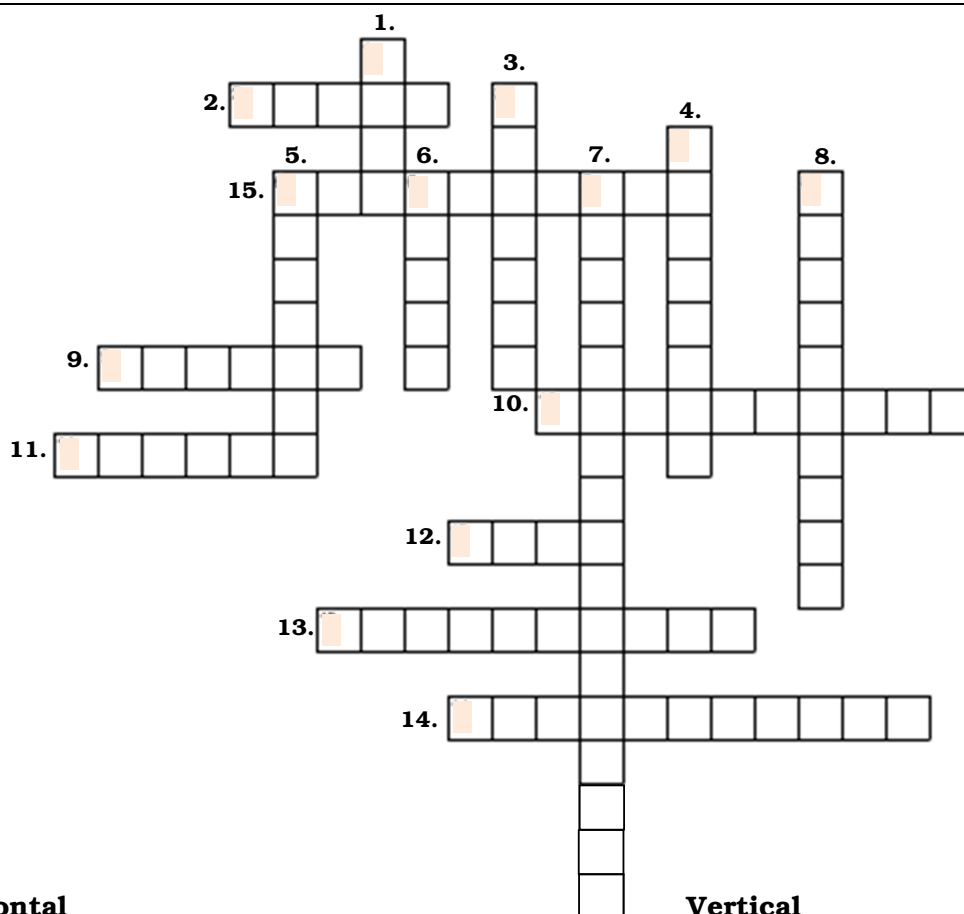
Réponses : 1. $E=4,5\text{V}$ et $r=2\Omega$; 2. a. 200mA ; 2. b. $0,82\text{W}$; 2. c. $0,08\text{W}$.

Exercice 3

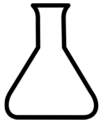
Un petit moteur électrique fonctionnant sous une tension valant 12V est traversé par un courant égal à $2,5\text{A}$.

1. Quelle est la puissance électrique reçue par le moteur ?
2. Ce moteur convertit 80% de la puissance électrique reçue en puissance mécanique. Calculer la puissance dissipée par effet Joule dans le bobinage du moteur.
3. En déduire la valeur de sa résistance interne.

Réponses : 1. 30W ; 2. 6W ; 3. 1Ω .



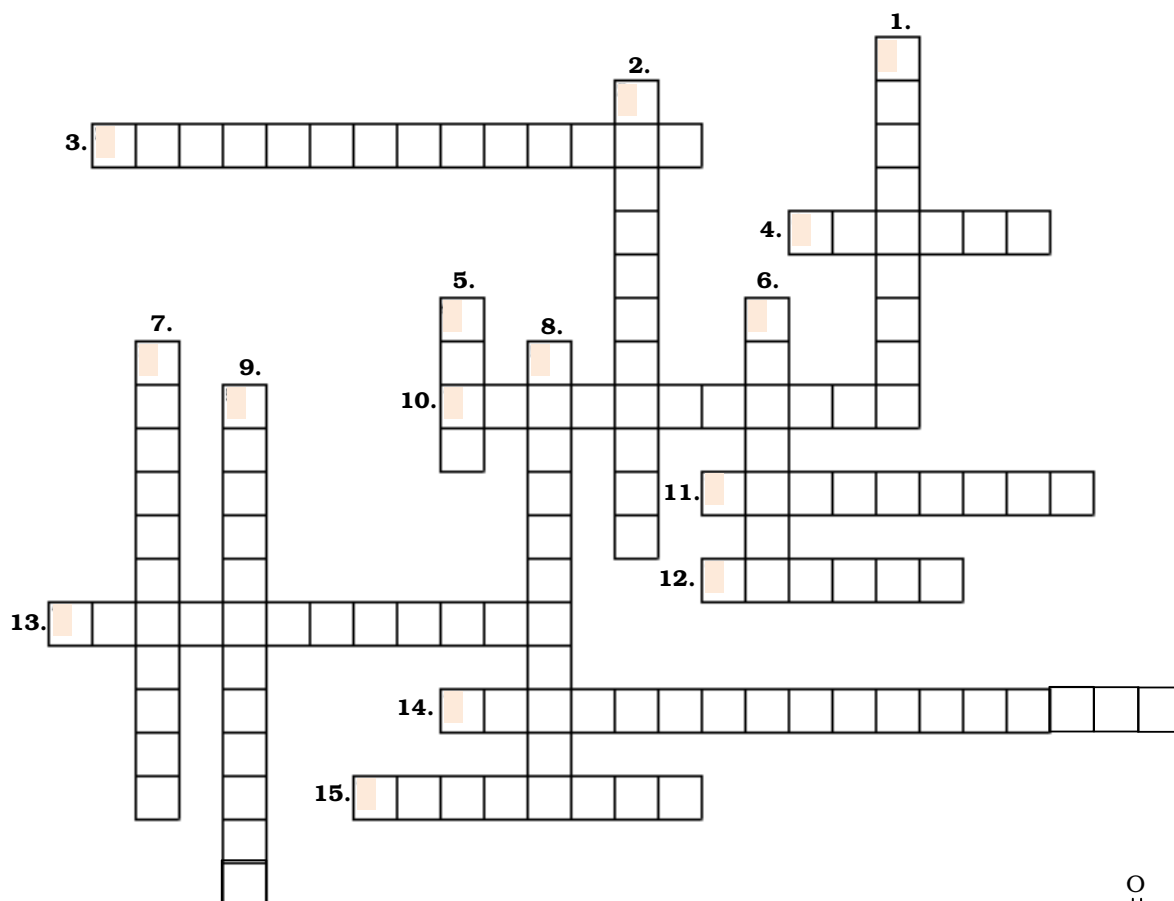
Horizontal

2. Élément de symbole Ar, dont le corps simple est un gaz monoatomique
9. Solution possédant la propriété, en acidobasicité, d'avoir un pH stable à la fois par dilution et par ajout modéré d'acide ou de base
10. Élément de verrerie représenté ci-contre : 
11. Type de réaction au terme de laquelle le réactif limitant a été entièrement consommé
12. Espèce chimique capable de capter un (ou plusieurs) proton(s)
13. Grandeur physique mesurée à l'aide d'un spectrophotomètre et donnant accès à la composition d'un mélange réactionnel grâce à la loi de Beer-Lambert
14. Lors d'un titrage, état du système chimique pour lequel les réactifs sont introduits en proportions stoechiométriques ; c'est à partir de là que le réactif titré devient limitant
15. Espèce chimique qui accélère une réaction sans être consommée globalement par celle-ci

Vertical

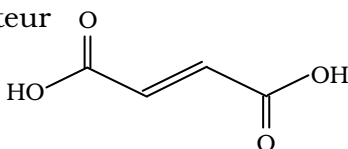
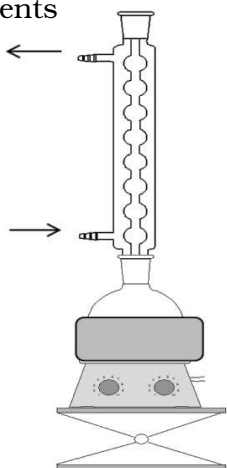
1. Se dit d'un acide qui donne quantitativement dans l'eau l'ion oxonium H_3O^+
3. Espèce chimique capable de capter un (ou plusieurs) électron(s)
4. Chimiste danois (1879-1947) qui formula en 1923 une théorie de l'acidobasicité centrée sur la notion de transfert de proton H^+
5. Electrode où a lieu une réduction
6. Élément chimique de symbole N, dont le corps simple est un gaz diatomique
7. Grandeur traduisant la capacité d'un atome à attirer à lui le doublet électronique qui l'associe à un autre atome par liaison covalente
8. Variable, caractérisant à elle seule, la composition d'un système chimique en réaction ; elle correspond à la quantité de matière d'un réactif consommé (ou d'un produit formé) divisée par son coefficient stoechiométrique





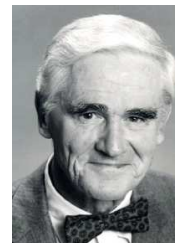
Horizontal

- 3.** Nom de la réaction entre un acide carboxylique et un alcool
- 4.** Nombre d'électrons de valence de l'atome de carbone
- 10.** Se dit d'un atome de carbone lié à quatre atomes ou groupes d'atomes différents
- 11.** Mélange équimolaire de deux énantiomères
- 12.** Montage schématisé ci-contre, permettant de travailler à température plus élevée que l'ambiante et sans perte de matière
- 13.** Nom donné au nombre de pics que comporte un signal en RMN du proton ^1H
- 14.** Stéréoisomères de configuration non énantiomères
- 15.** Signification du descripteur stéréochimique (E) de la double liaison carbone-carbone dans l'acide fumarique :



Vertical

- 1.** Nom systématique de
- 2.** Stéréoisomères qui ne diffèrent que par libre rotation autour de liaison(s) simple(s)
- 5.** Chimiste américain (1919-2001) qui eut l'idée de représenter une molécule dans l'espace avec les conventions suivantes pour les liaisons :
- dans le plan de la feuille
 en avant du plan de la feuille
 en arrière du plan de la feuille
- 6.** Se dit d'une molécule non superposable à son image dans un miroir plan
- 7.** Se dit de noyaux d'atomes d'hydrogène qui ont le même environnement chimique dans une molécule et ont une même valeur de déplacement chimique sur un spectre RMN ^1H
- 8.** Nom systématique de
- 9.** Type de réaction organique où un atome ou un groupe d'atomes est remplacé par un autre dans le substrat considéré



... pour se préparer au début de l'année scolaire ...

Elimination du diode

Dans les conditions habituelles de température et de pression, le diode est un solide noir violacé ; on en donne les caractéristiques suivantes:

masse molaire de I_2 : $M=254\text{g.mol}^{-1}$ et pictogrammes de sécurité



1/. Que signifient ces pictogrammes et qu'impliquent-ils ?

On se propose d'éliminer une masse $m = 2,0\text{g}$ de diode solide en ajoutant un volume V d'une solution aqueuse S de thiosulfate de sodium, qui contient en particulier les ions thiosulfate $S_2O_3^{2-}(\text{aq})$ à la concentration $c = 0,50\text{mol.L}^{-1}$.

2/. Ecrire l'équation bilan de la réaction mise en jeu entre le diode solide et les ions thiosulfate, sachant que les produits de la réaction sont les ions iodure $I^-(\text{aq})$ et tétrathionate $S_4O_6^{2-}(\text{aq})$. Cette réaction sera considérée totale par la suite.

3/. Déterminer les quantités de matière des différents constituants physicochimiques dans le mélange réactionnel à l'état initial, puis final si $V = 10\text{mL}$. Quel est le réactif limitant ?

4/. Quelle est la valeur minimale V_{\min} du volume de la solution S qu'il faudrait verser afin de détruire complètement le diode ?

2/. et 3/. $I_2(\text{s}) + 2S_2O_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow 2I^-(\text{aq}) + S_4O_6^{2-}(\text{aq})$		
EI	$n_{I_2} = m/M = 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$cV = 5,0 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$
EF	$5,4 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$	$0 (S_2O_3^{2-} \text{ limitant})$
NB: la réaction est considérée totale et l'avancement à l'état final est égal à $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$		
3/. $c V_{\min} = 2 n_{I_2} = 2 \cdot 7,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, soit $V_{\min} = 32 \text{ mL}$ (proportions stoechiométriques car réaction totale)		

ELEMENTS DE REPONSE : tableau d'avancement à réaliser... on obtient :

Dosage

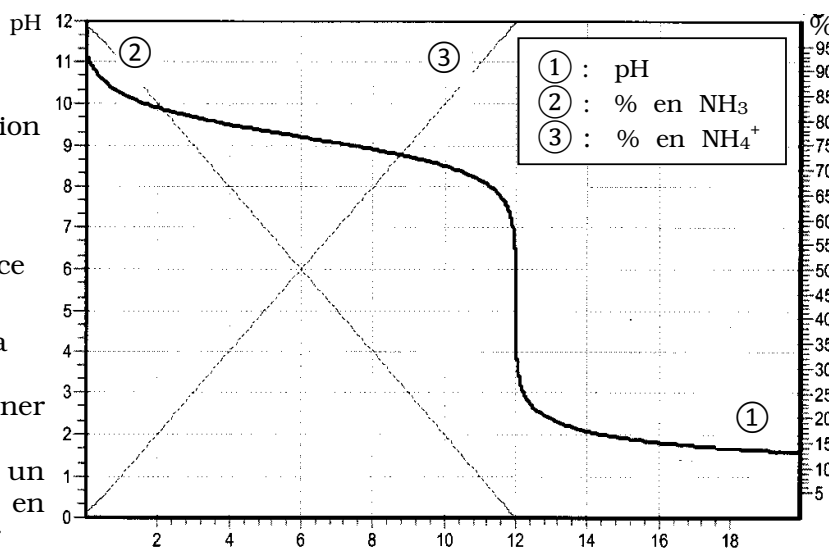
On dose un volume $V_0 = 10\text{mL}$ d'une solution aqueuse d'ammoniac NH_3 par une solution aqueuse d'acide fort contenant l'ion oxonium H_3O^+ à la concentration $c = 0,100\text{mol.L}^{-1}$. La simulation pH-métrique de ce dosage est donnée ci-contre:

- 1/. Ecrire l'équation bilan de la réaction de titrage.
- 2/. Définir puis déterminer l'équivalence de ce titrage.
- 3/. On se propose de réaliser un dosage colorimétrique en utilisant comme indicateur coloré l'hélianthine. Commenter ce choix, sachant que sa zone de virage est 3,2-4,5.
- 4/. On détermine expérimentalement le virage de l'indicateur coloré pour un volume $V = (12,1 \pm 0,1)\text{mL}$, dans un intervalle de confiance de 95%. En déduire la valeur de la concentration initiale c_0 de la solution aqueuse d'ammoniac.
- 5/. On se propose d'effectuer un calcul d'incertitudes sur la concentration c_0 dans un intervalle de confiance de 95% ; on considérera pour cela que l'incertitude relative sur c peut être négligée, et que l'incertitude absolue sur le volume V_0 est égale à $0,03\text{mL}$ (utilisation d'une pipette jaugée pour le prélèvement). On rappelle également la loi de

Composition pour une grandeur $g = \frac{a \cdot b}{c}$ calculée à partir de grandeurs a , b et c

$$\frac{\Delta g}{g} = \sqrt{\left(\frac{\Delta a}{a}\right)^2 + \left(\frac{\Delta b}{b}\right)^2 + \left(\frac{\Delta c}{c}\right)^2}$$

Le résultat sera présenté sous la forme : $c_0 = (... \pm \Delta c_0)\text{mol.L}^{-1}$ en apportant un soin particulier au nombre de chiffres significatifs donnés.



ELEMENTS DE REPONSE : 1/. $\text{NH}_3(\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{NH}_4^+(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{aq})$
 2/. A l'équivalence (correspondant au saut de pH), le réactif titre vient juste d'être consommé de façon quasi quantitative.
 4/. et 5/. $c_V/V_0 = 1,21 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, $\Delta c_0/c_0 = 9 \cdot 10^{-3}$; $c_0 = (1,21 \pm 0,01) \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

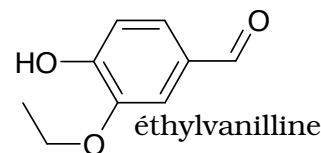
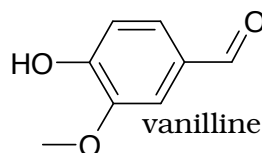
EXERCICES CHIMIE ORGANIQUE

PCSI

... pour se préparer à la partie chimie organique...

Vanilline

Les arômes vanille employés dans les produits alimentaires sont principalement dus à la vanilline et l'éthylvanilline :



La vanilline peut être extraite des gousses

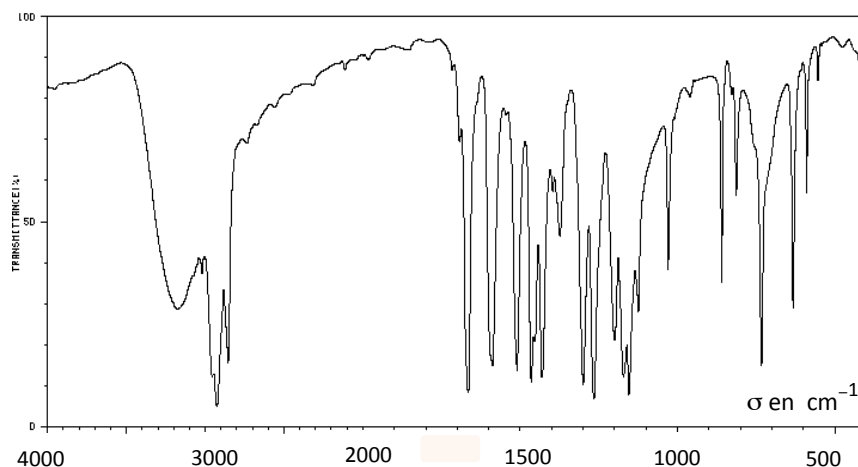
de vanille ou être synthétisée ; l'éthylvanilline commercialisée est exclusivement issue de synthèse mais on a découvert récemment cette molécule dans une vanille tahitienne, ce qui pourrait changer son statut.

1. On donne le spectre

IR de la vanilline :

Identifier les bandes caractéristiques correspondant aux liaisons O-H et C=O (cf tables utilisées en terminale).

Pourquoi ne peut-on pas différencier simplement la vanilline et l'éthylvanilline en spectroscopie IR ?



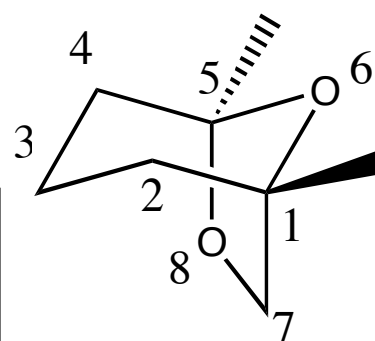
2. On considère la partie du spectre RMN ^1H de chacune de ces deux molécules permettant de les différencier ; caractériser le signal correspondant au groupe $-\text{CH}_3$ de la vanilline puis ceux correspondant au groupe $-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ de l'éthylvanilline en indiquant le nombre de pic de chaque signal.

ELEMENTS DE REPONSE :
 1. La zone des empreintes digitales est certes différente pour les deux molécules mais la zone facilement exploitable (entre 4000 et 1500 cm^{-1}) présentera les mêmes pics ; en particulier : pic large vers 3300 cm^{-1} pour la liaison O-H, pic intense vers 1700 cm^{-1} pour la liaison C=O.
 2. Dans le spectre RMN de la vanilline, on aura un singulet (vers 4ppm) correspondant au groupe $-\text{CH}_3$ de la vanilline (pas de couplage). Dans celui de l'éthylvanilline, on aura un triplet (vers 1,5ppm) correspondant au groupe $-\text{CH}_3$ du groupe éthyle (couplage avec 2H équivalents) et un quadruplet (vers 4ppm) correspondant au groupe $-\text{CH}_2-$ de l'éthylvanilline (couplage avec 3H équivalents).

Frontaline

On considère un stéréoisomère de la frontale, phéromone qui joue un rôle important dans la communication chimique chez certains insectes :

Montrer que cette molécule est chirale et identifier ses atomes de carbone asymétriques.



ELEMENTS DE REPONSE : Pour montrer que la molécule est chirale, il faut construire son image dans un miroir plan et vérifier qu'il s'agit de deux entités NON superposables (ce qui est le cas ici). On dénombre 2 C*, ceux numérotés 1 et 5.

Pour terminer

Dans les épreuves de concours, aussi bien à l'écrit qu'à l'oral, votre culture scientifique sera évaluée. Savez-vous encore en quoi consiste la radioactivité, sauriez-vous définir ce qu'est une réaction de fission ? de fusion ? Ces définitions vous ont pourtant été données en classe de Première.

Vous pouvez consulter un site très riche en renseignements sur ces sujets :

<http://www.laradioactivite.com/> .

Et voici un dernier exercice, portant sur la radioactivité :

Le radium $^{226}_{88}\text{Ra}$ se désintègre spontanément en émettant une particule α (noyau d'hélium). Le noyau fils issu de cette désintégration est un isotope du radon (Rn). Le radon est un gaz dans les conditions ordinaires de température et de pression ; présent dans notre atmosphère, il constitue la principale source d'exposition à la radioactivité pour l'homme.

1. Donner la composition du noyau de radium $^{226}_{88}\text{Ra}$.
2. Ecrire l'équation de désintégration du radium conduisant au radon.
3. Un isotope du radium, l'élément $^{228}_{88}\text{Ra}$, est quant à lui radioactif β^- ; à quel élément conduit-il lors de cette désintégration ?

On donne un extrait du tableau périodique :

éléments	symbole	numéro atomique Z
Radon	Rn	86
Francium	Fr	87
Radium	Ra	88
Actinium	Ac	89
Thorium	Th	90
Protactinium	Pa	91

4. Le noyau de radium $^{226}_{88}\text{Ra}$ est obtenu à partir d'une suite de désintégrations radioactives α et β^- du noyau d'uranium $^{238}_{92}\text{U}$. Montrer qu'au total deux particules α et trois électrons sont émis.
5. Un échantillon de « radium 226 » a une activité de $6,0 \cdot 10^5$ Bq. En déduire le nombre de noyaux désintégrés en une minute.
6. La demi-vie du radon (temps au bout duquel la quantité des noyaux radioactifs dans un échantillon a diminué de moitié) est 3,8 jours ; quel est le pourcentage de noyaux de radon $^{226}_{86}\text{Rn}$ restant au bout de 11,4 jours ?

Réponses :

1. 88 protons et 138 neutrons ; 2. $^{226}_{88}\text{Ra} \rightarrow ^{222}_{86}\text{Rn} + ^4_2\text{He}$; 3. actinium ; 5. Nombre de noyaux désintégrés : $3,6 \cdot 10^7$; 6. 12,5%.

A bientôt