

DS n°2 de Sciences physiques

Durée : 4 heures

Pour chaque exercice, vous prendrez soin :

- de rappeler les lois de la physique utilisées ou de donner la formule littérale pour chaque calcul,
- d'utiliser les notations proposées dans l'énoncé,
- d'associer à chaque résultat son unité et de réfléchir attentivement au nombre de chiffres significatifs.

Les résultats doivent être encadrés et la copie soignée (propreté, qualité de l'écriture et orthographe).

Les étudiants bénéficiant d'un tiers-temps peuvent ne pas faire les questions suivantes :

- Toutes les questions BONUS
- Exercice 2 : Questions 3
- Exercice 5 : Questions 2 + 5 + 6
- Résolution de problème

CHIMIE

Exercice 1 : Le magnésium

(durée : 30 min)

Donnée : masse d'un nucléon $m_N = 1,7 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

Un manque de magnésium peut provoquer des crampes, un état dépressif ... et bien d'autres soucis de santé. Le chocolat, riche en magnésium, a la réputation d'être un bon anti-stress, s'il est consommé avec modération ! Le numéro atomique de l'élément magnésium est $Z = 12$.

Il existe dans la nature trois isotopes stables du magnésium dans les proportions suivantes :

^{24}Mg (80%) ; ^{25}Mg (10%) ; ^{26}Mg (10%).

1. Comment appelle-t-on les pourcentages entre parenthèses ?
2. Indiquer à l'aide d'un tableau la composition des trois isotopes stables du magnésium.
3. BONUS ! Calculer la masse moyenne d'un atome de magnésium.
4. Etablir la structure électronique de l'atome de magnésium.
5. Préciser en justifiant la position de l'élément magnésium (numéro de ligne et de colonne) dans le tableau périodique.
6. Le sodium $_{11}\text{Na}$ est-il de la même famille que le magnésium ? Justifier.

L'élément magnésium est assimilé par notre organisme sous forme ionique.

7. Donner en justifiant la formule chimique de l'ion que donne le magnésium.

Pour pallier des carences en magnésium graves, on peut administrer à un patient, par injection intraveineuse, du chlorure de magnésium. On donne le numéro atomique du chlore : $Z = 17$.

8. Donner la définition d'un composé ionique.
9. En déduire la formule du chlorure de magnésium.

Les phosphates de magnésium sont des poudres blanches, peu solubles dans l'eau, ce qui leur confère des propriétés particulières utiles dans diverses applications médicales ou alimentaires (additifs). Par exemple, en médecine, le phosphate de magnésium est apprécié pour sa capacité à se dissoudre lentement, libérant ainsi le magnésium de manière contrôlée.

L'ion phosphate est un ion polyatomique de formule PO_4^{3-} .

10. Donner la formule du phosphate de magnésium.

Exercice 2 : Enlever des tâches !

(durée : 20 minutes)

Donnée : Symbole de l'atome de chlore ${}_{17}\text{Cl}$

Pour nettoyer les tâches sur le tissu des nappes, on peut utiliser:

- le trichloréthylène de formule moléculaire C_2HCl_3
- ou l'acétone de formule moléculaire $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

1. Donner les représentations de Lewis de chacun des atomes présents dans ces molécules, en justifiant précisément la représentation de Lewis de l'atome de chlore Cl.
2. Donner les représentations de Lewis du trichloréthylène et de l'acétone.
3. En déduire les formules développées de ces 2 molécules.
4. BONUS ! Donner les formules semi-développées de tous les isomères de formule brute $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$.

PHYSIQUE

Exercice 3 : Quand réaliser les vendanges ?

(durée : 30 minutes)

Avant de réaliser les vendanges, le viticulteur vérifie le taux de sucre du jus de raisin en mesurant l'indice de réfraction de celui-ci à l'aide d'un réfractomètre.

Pour être vendangé, le raisin doit contenir 21,5 % de sucre, c'est-à-dire que 100 g de jus de raisin doit contenir 21,5 g de sucre.

On réalise la mesure de l'indice de réfraction pour des solutions de différents pourcentage massique connus de sucre (représentant le taux de sucre du raisin).

% sucre	0	5,0	10,0	15,0	20,0	25,0	30,0
Indice	1,330	1,337	1,344	1,350	1,358	1,364	1,371

Pour cela, on place une couche de solution ou de jus de raisin sur un prisme de verre et on étudie le dioptre jus sucré - verre. L'indice du verre vaut 1,700.

La mesure est effectuée en incidence rasante, c'est-à-dire que l'angle d'incidence est $90,0^\circ$.

Un viticulteur réalise la mesure sur le jus d'un grain de raisin et obtient un angle réfracté de $53,0^\circ$.

1. Le jus de raisin est-il un milieu dispersif ? Justifier.
2. Modéliser par un schéma soigné le dioptre étudié.
3. Calculer l'indice de réfraction du jus de raisin testé.
4. Construire avec soin le graphique donnant l'indice de réfraction d'une solution sucrée en fonction du pourcentage massique de sucre.
5. Comment appelle-t-on une telle courbe ?
6. En déduire l'indice de réfraction du jus de raisin testé.
7. Le raisin est-il suffisamment mûr pour être vendangé ?

A. Comprendre le fonctionnement d'une loupe

Pour observer des détails tous petits, on a parfois recours à l'utilisation d'une loupe. La loupe est une lentille convergente et permet d'obtenir une image agrandie.

Un observateur observe à travers une loupe constituée d'une lentille de distance focale $f' = 10$ cm, un objet AB de longueur 2,0 cm. Cet objet est situé à 4,0 cm de la lentille.

1. Par construction à l'échelle 1, donner toutes les caractéristiques de l'image A'B'.
2. Par une mesure sur votre construction, indiquer la taille et la position de l'image.
3. Calculer le grandissement de cette loupe et commenter.

B. L'appareil photographique

On suppose que l'objectif d'un appareil photographique numérique peut être modélisé par une lentille mince convergente de 20 dioptries. L'image se forme sur un capteur.

On photographie une tour de 20,0 m de haut située à 100 m de l'objectif.

1. Déterminer par le calcul la distance entre l'objectif et le capteur.
2. Pouvait-on prévoir ce résultat ? Justifier.
3. Déterminer le grandissement de l'objectif de l'appareil photo dans cette configuration et la taille de l'image formée sur le capteur.

On photographie désormais un personnage situé à quelques mètres de l'objectif, dont on veut obtenir le portrait. La lentille de cet appareil photo n'est pas de vergence variable.

4. Sans faire de calcul, expliquer comment le photographe doit ajuster ses réglages pour obtenir une image nette.
5. La distance lentille - capteur ayant été réglée sur 51,3 mm, en déduire à quelle distance se situe le personnage de l'objectif.
6. BONUS ! L'appareil-photo étant muni d'un capteur 6 x 8 mm, retrouver la dimension approximative du visage qui a été photographié, en supposant que l'appareil-photo a été tourné de 90° pour obtenir une photo en format portrait.
7. BONUS ! Comment appelle-t-on l'action qui permet d'obtenir une image nette sur le capteur ?

Exercice 5 : L'œil, système optique

(durée : 30 min)

L'œil peut être modélisé en optique par l'association d'un diaphragme, d'une lentille mince convergente et d'un écran.

1. Indiquer à quelle partie de l'œil correspond chacun des éléments de ce modèle.
2. Sans soucis d'échelle, démontrer à l'aide d'un schéma que l'œil doit modifier la distance focale du cristallin afin de maintenir une image nette lorsque l'objet s'approche de l'œil. Pour cela, on prendra 2 objets A_1B_1 et A_2B_2 situés à des positions différentes.
3. Comment appelle-t-on le phénomène décrit dans la question 2. ?

On considère une personne myope, avec un œil assimilé à une lentille convergente pour lequel la distance entre la rétine et le centre optique de la lentille est de l'ordre de 15,0 mm.

Sa vision de près est très bonne, avec un punctum proximum situé à 15 cm.

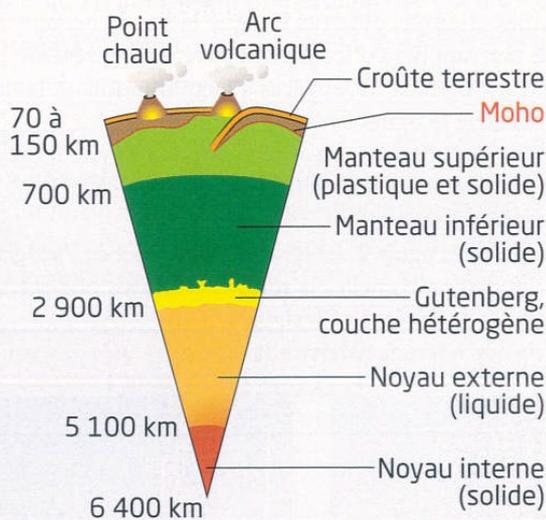
En revanche la vision de loin est floue, la vergence minimale étant de 66,67 δ.

4. Calculer la vergence maximale de l'œil de cette personne myope.
5. Jusqu'à quelle distance cette personne myope peut-elle voir les objets nettement ?
6. Quelle serait la vergence minimale (vision de loin) pour un œil normal ?

Toute initiative pour résoudre ce problème, ainsi que la qualité de la rédaction seront valorisées.
Il est conseillé de garder cet exercice pour la fin ...

La Terre est composée de plusieurs enveloppes successives, dont les principales sont la croûte terrestre, le manteau et le noyau. Le Moho est la discontinuité séparant la croûte terrestre du manteau supérieur de notre planète. Sa découverte a été permise grâce à l'étude des ondes sismiques.

DOC. 1 Structure interne de la Terre



DOC. 2 La découverte du Moho

Le 8 octobre 1909, le géophysicien yougoslave Mohorovicic observe sur ses instruments l'enregistrement d'un séisme. Il constate l'arrivée d'un train d'ondes P puis d'ondes S (deux types d'ondes émises par les séismes, se propageant à des célérités différentes), puis de nouveau des ondes P et de nouveau des ondes S. Les ondes se sont dédoublées. Les deux groupes de trains d'ondes P et S sont partis en même temps du foyer du séisme et s'ils sont arrivés avec un décalage, c'est donc qu'ils ont dû emprunter deux chemins différents. Le deuxième groupe d'ondes P et S a dû rencontrer un milieu de densité différente qui l'a réfléchi. Cette hypothèse a été confirmée : une discontinuité sépare la partie superficielle du globe terrestre appelée la « croûte terrestre » d'une zone inférieure plus dense appelée le « manteau ». Cette discontinuité est appelée le Moho.

DOC. 3 Étude sismique du sol d'une carrière

On effectue un tir de mines au centre d'une carrière et on enregistre les ondes sismiques produites sur plusieurs sismographes disposés aux alentours. Chaque sismographe enregistre l'arrivée de deux trains d'ondes P.

Sismographe	Distance entre le sismographe et le centre de la carrière (en km)	Durée de propagation depuis le centre de la carrière (en s)	
		1 ^{er} train d'ondes P	2 ^e train d'ondes P
1	10,0	1,82	13,09
2	30,0	5,48	14,18
3	60,0	10,90	16,72
4	90,0	16,35	21,09

1. En s'appuyant sur un schéma légendé, décrire le trajet parcouru par les deux trains d'ondes détectés par un sismographe du DOC. 3, entre le centre de la carrière et le sismographe, ces deux points étant situés à la surface de la croûte terrestre.

La profondeur du Moho dans la région de la carrière est notée h , les distances parcourues par le 1^{er} et le 2^{ème} train d'ondes sont notées respectivement L_1 et L_2 .

On ne prendra pas en compte la rotondité de la Terre (c'est-à-dire qu'on considère que localement, la Terre est plate).

2. En faisant l'hypothèse que les deux trains d'ondes se propagent à une même vitesse constante, déterminer la profondeur moyenne h du Moho dans la région de la carrière.