



Ministère des solidarités et de la santé  
Ministère du travail  
Ministère de l'éducation nationale et de la jeunesse  
Ministère des sports

## CONCOURS EXTERNE ET INTERNE POUR LE RECRUTEMENT DES INSPECTEURS DU TRAVAIL

SESSION 2019

Mercredi 6 mars 2019

De 09h00 à 13h00 (horaire de métropole)

3<sup>ème</sup> épreuve d'admissibilité : Durée 4 heures – Coefficient 2

Composition portant sur un ou plusieurs sujets de **sciences**.  
Epreuve optionnelle choisie par le candidat au moment de son inscription.

Les candidats devront traiter **au choix** l'un des deux sujets suivants :

1) Sujet de sciences de la matière.....pages 1 à 4

OU

2) Sujet de sciences de la vie.....page 5 à 8

**Ce dossier contient 9 pages, y compris la présente.**

**Attention** : il est impératif de préciser en haut de votre copie, en toutes lettres, le sujet que vous avez choisi

**Il est rappelé au candidat que sa copie ainsi que les intercalaires doivent rester anonymes (pas de nom, de numéro, ni de signe distinctif). Les brouillons ne seront pas corrigés.**

# Sujet n°1 : Sujet de sciences de la matière

Remarques préliminaires:

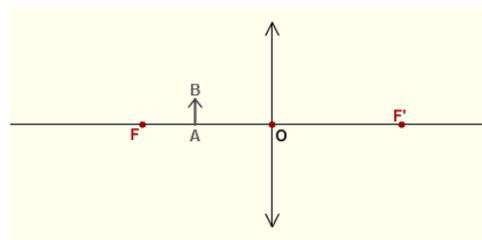
- 1) Pour l'ensemble des exercices qui nécessitent une application numérique, posez simplement les calculs sans les faire.
- 2) Les candidats traitent la partie Physique **ET** Chimie

## I. OPTIQUE

Un philatéliste utilise observe les détails d'un timbre poste à l'aide d'une loupe de vergence  $V = 20 \delta$ . Il s'intéresse à un objet AB de hauteur égale à 2,0 mm.

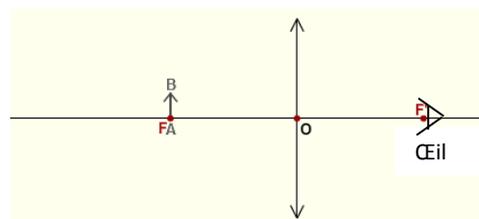
L'objet est placé perpendiculairement à l'axe optique, à 3,0 cm du centre optique (fig.1).

1. Construire l'image A'B' de AB donnée par la loupe.
2. Déterminer la position et la grandeur de l'image A'B'.



On place désormais l'objet AB au foyer objet de la loupe (fig.2).

3. Construire la marche des rayons lumineux issus de B et arrivant dans l'œil ; l'œil est placé au foyer F' de la loupe.



Le grossissement  $G$  d'une loupe est défini par  $G = \theta'/\theta$ .

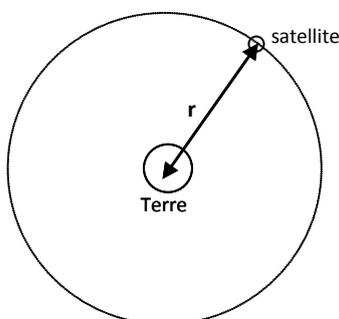
- $\theta'$  est l'angle sous lequel on voit l'image donnée par la loupe ;
- $\theta$  est l'angle sous lequel on voit l'objet à l'œil nu placé conventionnellement à 25 cm de l'objet.
- On rappelle que pour de faibles valeurs d'angle  $\theta$  en radians :  $\theta \approx \sin\theta \approx \tan\theta$

4. Dans le cas de l'utilisation d'une loupe, les conditions de Gauss sont vérifiées. Justifier cette affirmation en l'explicitant.
5. Calculer le grossissement de la loupe.

## II. MECANIQUE

La possibilité théorique de mettre un satellite en orbite a été signalée par Newton en 1687. Aujourd'hui les lancements de satellites artificiels terrestres sont bien maîtrisés.

Dans tout l'exercice, la Terre (de masse  $M_T$ ) et le satellite (de masse  $m_s$ ) sont considérés comme des points matériels. Le satellite n'est soumis qu'à l'action gravitationnelle de la Terre et évolue sur une orbite circulaire de rayon  $r$ .



### A. Etude dynamique

On étudie le mouvement du satellite dans le référentiel géocentrique considéré comme galiléen.

1. En appliquant le principe fondamental de la dynamique, déterminer l'expression vectorielle de l'accélération du satellite.
2. En considérant l'orbite comme circulaire, montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
3. En déduire que la vitesse du satellite a pour expression :  $v = \sqrt{\frac{G.M_T}{r}}$ .

## B. Etude énergétique

Dans le champ de gravitation terrestre l'énergie potentielle du satellite est donnée par :  $E_p = -\frac{G.M_T.m_s}{r}$

1. Indiquer la référence de l'énergie potentielle en justifiant la réponse.
2. Donner l'expression de l'énergie cinétique du satellite puis exprimer son énergie mécanique en fonction de  $G$ ,  $M_T$ ,  $m_s$ , et  $r$ .
3. La force exercée par la Terre sur le satellite est-elle une force conservative ou non conservative ? Justifier.

## III. DUALITÉ ONDE-PARTICULE

Lorsque des rayons X sont envoyés sur une mince feuille de graphite, des rayons X sont diffusés dans plusieurs directions et des électrons initialement immobiles sont chassés de la cible. Cette expérience réalisée en 1923 par Arthur Compton s'interprète comme la collision entre un photon et un électron de la cible avec conservation de la quantité de mouvement du système {photon-électron}.

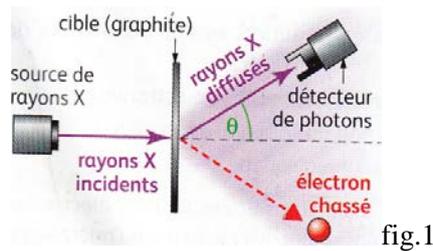


fig.1

1. Indiquer ce que sont les rayons X puis donner un ordre de grandeur de la longueur d'onde qui leur est associée.
2. Rappeler la relation de de Broglie, liant la longueur d'onde de la radiation incidente et la quantité de mouvement d'un photon.

Dans le cas où  $\theta = 90^\circ$ , l'électron est chassé de la cible dans la direction faisant un angle  $\phi$  (fig.2).

On désigne par  $\vec{p}$  la quantité de mouvement du photon avant le choc.  $\vec{p}'$  et  $\vec{p}_e$  sont les quantités de mouvement du photon et de l'électron après collision.

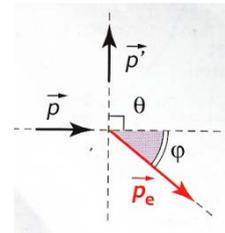


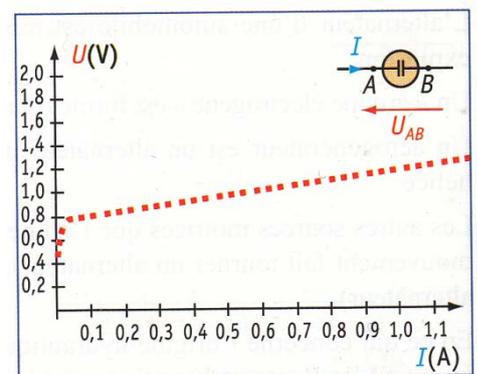
fig.2

3. Ecrire la relation liant  $\vec{p}$ ,  $\vec{p}'$  et  $\vec{p}_e$ .
4. En déduire l'expression de  $p_e$  en fonction de  $p$  et  $p'$  ainsi que l'expression de l'angle  $\phi$  en fonction de  $p$  et  $p'$ .
5. Citer un autre exemple de phénomène illustrant la dualité onde-particule.

## IV. ENERGIE

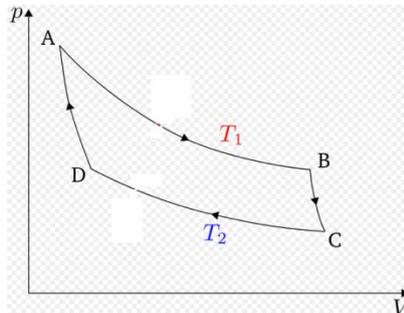
L'électrolyseur est un dispositif qui, alimenté par un générateur, permet de décomposer chimiquement certains corps sous l'action d'un courant électrique. La figure ci-contre donne la caractéristique courant-tension d'un tel dispositif.

1. Choisir la relation correcte entre la tension  $U_{AB}$  aux bornes de l'électrolyseur et l'intensité  $I$  du courant qui le traverse :  
 A  $U_{AB} = e - rI$  ;  B  $U_{AB} = rI$  ;  C  $U_{AB} = e + rI$  ;  D  $U_{AB} = rI - e$
2. Préciser le **nom des paramètres** figurant dans la relation précédemment choisie et donner leur unité.
3. Donner l'expression qui traduit les transferts de puissance se produisant au sein de l'électrolyseur en fonctionnement. Nommer ces différents termes de puissance.
4. Schématiser un diagramme traduisant les transferts de puissance au sein de l'électrolyseur en fonctionnement.



## V. THERMODYNAMIQUE

Le moteur idéal est une machine thermique ditherme dans laquelle un gaz parfait décrit un cycle thermodynamique A, B, C, D, A dit « cycle de Carnot ». Au cours de ce cycle, le gaz parfait subit les transformations infiniment lentes et mécaniquement réversibles suivantes:

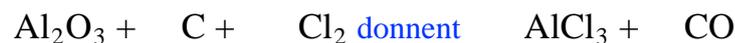


1. Rappeler l'équation des gaz parfaits en indiquant la signification des différents termes avec leur unité.
2. Quelle est la valeur de la variation de l'énergie interne du gaz entre A et B.
3. Montrer qu'entre A et B, l'énergie thermique  $Q_1$  a pour expression  $Q_1 = nRT_1 \ln \frac{V_2}{V_1}$ .
4. Au cours du cycle, le travail total échangé par le gaz parfait avec l'extérieur est  $w = -Q_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1}\right)$ . Vérifier que cette formule est bien en accord avec le fonctionnement d'un cycle « moteur ».

## CHIMIE

### Exercice de chimie n°1 :

Pondérer si nécessaire et donner le résultat des équations chimiques suivantes :



### Exercice de chimie n°2 :

On dissout  $m = 6,24$  g de sulfate d'argent  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  dans  $V = 50$  ml d'eau distillée. Du cuivre métallique est alors ajouté à cette solution.

Écrire l'équation de dissolution du soluté  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  et en déduire la concentration initiale en ion argent  $[\text{Ag}^+]_0 = c_0$ .

(Masses Molaires en gramme / mol : Ag : 108 ; S : 32 ; O : 16 )

### Exercice de chimie n°3 :

On mélange un volume  $V_a = 50$  ml de solution d'acide chlorhydrique, de concentration de soluté apporté  $C_a = 2.00 \cdot 10^{-3}$  mol / litre, et un volume  $V_b = 25$  ml de solution aqueuse d'hydroxyde de sodium, de concentration de soluté apporté  $C_b = 2.00 \cdot 10^{-3}$  mol / litre. Le pH de la solution obtenue est  $\text{pH} = 3,2$ .

1. Écrire l'équation chimique de la réaction entre le chlorure d'hydrogène aqueux et l'eau. En déduire la formule chimique de la solution d'acide chlorhydrique.
2. En admettant que la transformation entre le chlorure d'hydrogène et l'eau est totale, quel serait le pH de la solution d'acide chlorhydrique ?
3. Écrire l'équation de dissolution de l'hydroxyde de sodium dans l'eau. En déduire la formule chimique de la solution d'hydroxyde de sodium.
4. Donner les valeurs des concentrations initiales en ions oxonium et hydroxyde lors du mélange.
5. Écrire l'équation chimique de la réaction entre les ions oxonium et hydroxyde lors du mélange.
6. Quel est le réactif limitant de la réaction ?

### Exercice de chimie n°4 :

Soit l'élément suivant de la classification périodique :

119  
**Sn**  
50

- 1°) Quel est le nom de cet élément ?
- 2°) À quelle famille appartient cet élément ?
- 3°) Donner la structure électronique de cet élément.
- 4°) Quel est le nombre de protons, de neutrons, d'électrons constituant cet élément ?
- 5°) Quelle est la charge de l'ion de cet élément ?

## Sujet n°2 : Sujet de sciences de la vie

### **SUJET : LE CŒUR ET LA CIRCULATION SANGUINE**

*Le sujet comporte 12 questions numérotées.*

Le sang est propulsé dans les vaisseaux sanguins lors de la systole ventriculaire.

Ce système circulatoire de plusieurs milliers de kilomètres comprend des artères, des capillaires et des veines.

L'appareil cardiovasculaire permet le transport et la distribution de nombreuses molécules à travers l'organisme pour :

- alimenter les cellules : nutriments, O<sub>2</sub>
- éliminer des déchets : urée, CO<sub>2</sub>
- transmettre des informations : hormones
- assurer les défenses de l'organisme : immunoglobulines
- ...

Mais ce système véhicule aussi des molécules ou agents nocifs (solvants, métaux, bactéries, virus, ...) néfastes pour l'organisme.

**Q1.** Légender le **document 1**.

**Q2.** Sur le **document 1**, indiquer à l'aide de flèches, le sens de circulation du sang, veiller à utiliser les couleurs conventionnelles en justifiant.

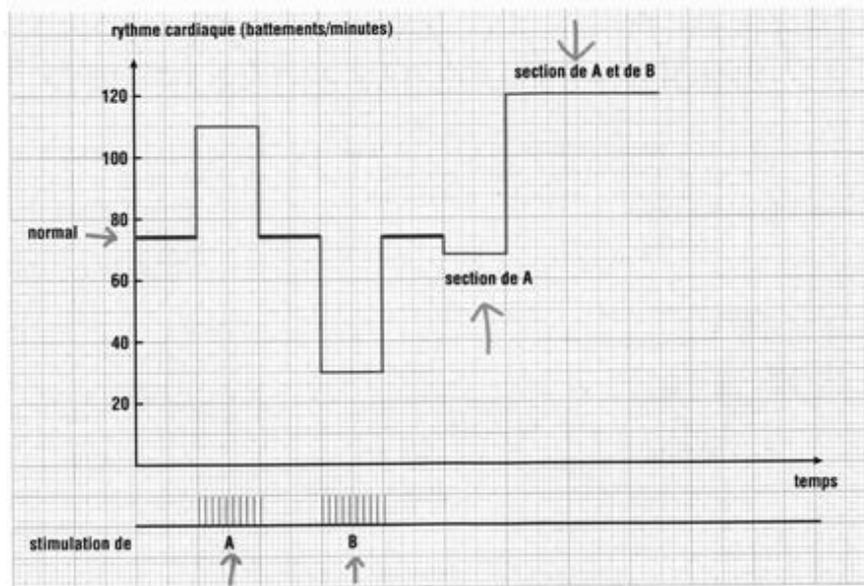
**Q3.** Justifier le terme de « double circulation sanguine ».

**Q4.** Légender le **document 2**.

**Q5.** Remettre les images du **document 3** dans l'ordre en justifiant.  
Indiquer alors la signification du terme « révolution cardiaque ».

**Q6.** Lors de la mesure de la pression artérielle présentée sur le **document 4**, on entend deux bruits : respectivement « toum » et « ta ».  
Expliquer à quoi peuvent correspondre ces deux bruits.

On réalise des expériences de stimulation et de section des fibres nerveuses A et B présentées dans le **document 5**. Les résultats obtenus sont donnés ci-dessous :



**Q7.** Analyser les expériences selon la démarche expérimentale classique (observation, interprétation, conclusion). En déduire alors le rôle des nerfs A et B.

**Q8.** Donner la signification des 3 termes suivants : tachycardie, bradycardie et arythmie. Indiquer la conduite à tenir en présence d'une personne qui présente l'un de ces symptômes.

Lors d'un effort musculaire, on observe une modification du débit sanguin dans les différents tissus.

**Le tableau ci-dessous** indique la répartition du débit sanguin au repos puis au cours d'un exercice musculaire léger et enfin au cours d'un exercice modéré.

	Débit en mL.min <sup>-1</sup> dans les différents tissus				
débit	cérébral	coronaire	musculaire	autres	total
repos	700	200	1000	3100	5000
exercice léger	750	350	4500	3900	9500
exercice modéré	750	750	12500	3500	17500

**Q9.** Rappeler le rôle du débit coronaire.

**Q10.** Expliquer, en justifiant vos propos, l'intérêt des modifications observées.

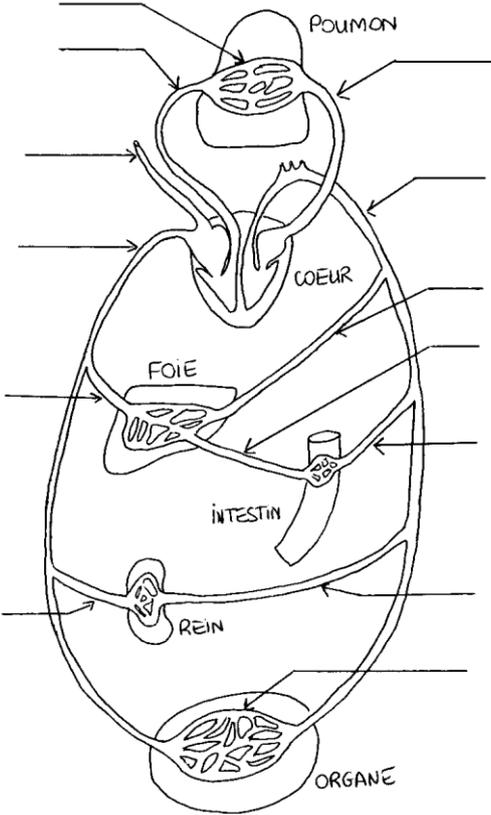
**Q11.** A partir de vos réponses précédentes, expliquez pourquoi, la stimulation intense du nerf vague peut provoquer un malaise vagal c'est-à-dire une perte de connaissance.

**Q12.** Indiquer la conduite à tenir en présence d'une personne qui fait un malaise vagal sur son lieu de travail.

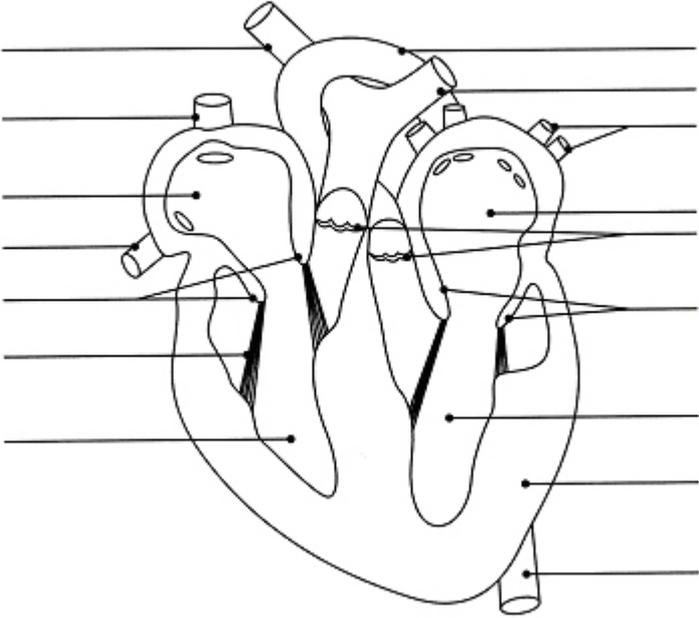
**PAGE A RENDRE AVEC LA COPIE**

**NUMERO DU CANDIDAT :**

**Document 1 : Vue d'ensemble de la double circulation sanguine**

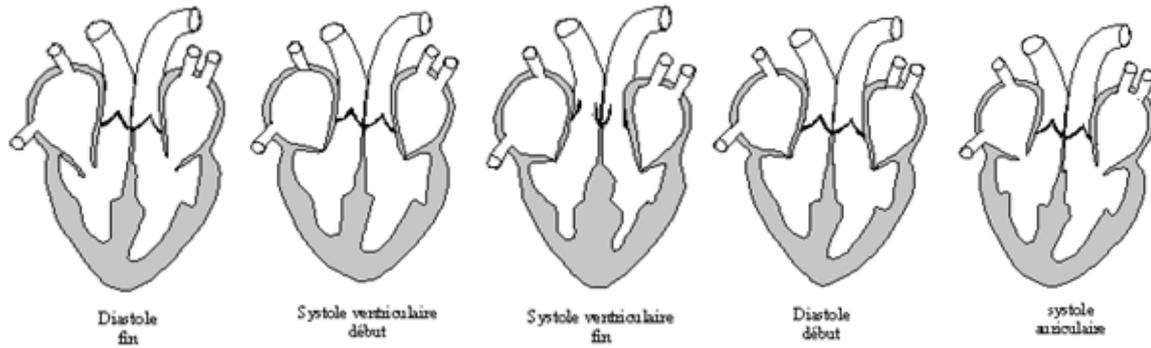


**Document 2 : Le cœur : coupe frontale, face ventrale**

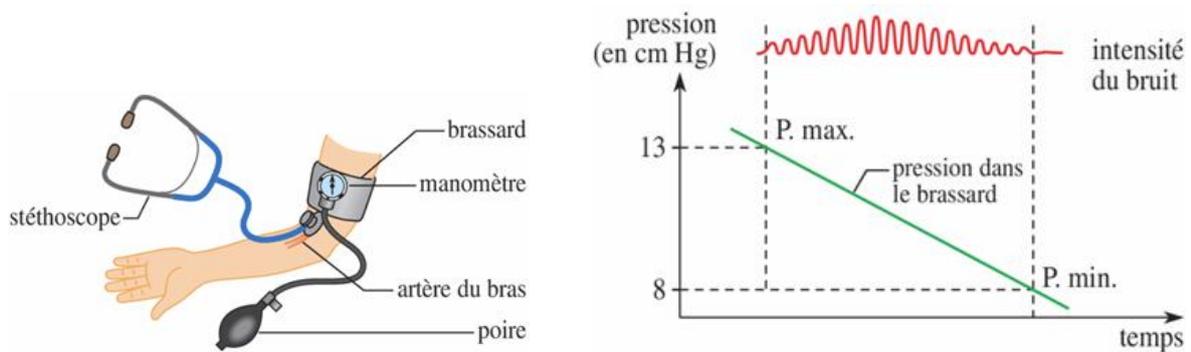


### Document 3 : La révolution cardiaque

**A numéroté dans l'ordre physiologique**



### Document 4 : Mesure de la pression artérielle



### Document 5 : Régulation nerveuse de la fréquence cardiaque

