MINISTÈRE
DES ARMÉES
Liberté
Égalité
Fraternité

ÉPREUVES D'ADMISSIBILITÉ
ÉCOLE DE SANTÉ DES ARMÉES

Catégorie : Baccalauréat

Vendredi 1er avril 2022

ÉPREUVE DE PHYSIQUE-CHIMIE

22-SSA-ESA-PC-P

Durée : 1 heure 30 minutes

Coefficient 3

Exercices de physique : 20 pts / 40

Exercices de chimie : 20 pts / 40

IMPORTANT

- L'utilisation de téléphone portable, de calculatrice, de règle à calculs, de formulaires, de papier millimétré est interdite.

- Il est interdit de signer sa copie ou d'y mettre un signe distinctif quelconque.

- Ecrivez au stylo-bille, encre bleue ou noire, non effaçable. Attention, utilisation restreinte de blanc correcteur (de préférence, rayer l'erreur).

- Vérifiez que ce fascicule comporte 14 pages dont une page de garde comprise.

- Toutes les réponses aux QCM doivent être faites sur la grille de réponses jointe. Si le candidat répond aux QCM sur le fascicule ou la copie et non sur la grille, ses réponses ne seront pas prises en compte par le correcteur.

- Pour chacun des QCM, les candidats doivent cocher les lettres des propositions qu'ils considèrent comme correctes. Il est demandé aux candidats de faire très attention au numéro de QCM quand ils cochent la grille de réponses jointe.

*- **Pour chacun des QCM, il existe une ou plusieurs bonnes réponses.***

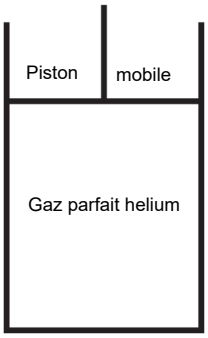
- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe. Aucun brouillon ne sera pris en compte.

- Des points seront retirés pour chaque erreur ; toutefois, la note obtenue à un QCM ne sera pas inférieure à zéro (pas de points négatifs).

DEBUT DE L'ÉPREUVE DE PHYSIQUE

EXERCICE 1 (5,5 points)

2 moles d'hélium considéré comme un gaz parfait sont enfermées dans une enceinte parfaitement étanche et aux parois indéformables. Le volume de l'enceinte est ajustable par l'intermédiaire d'un piston comme indiqué figure ci-dessous.



Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- Relation des gaz parfaits : $PV = nRT$
  P pression exercée par le gaz parfait dans l'enceinte
  V volume occupé par le gaz parfait dans l'enceinte
  n quantité de matière de gaz parfait enfermé dans l'enceinte
  T température thermodynamique atteinte à l'équilibre par le gaz parfait dans l'enceinte
- Constante des gaz parfaits $R = 8\ usi$ *Unité Système International*
- Masse molaire de l'hélium $M_{He} = 4g.mol^{-1}$

1) Le volume de l'enceinte est constant et vaut 10L dans les questions 1) et 2).
   a) Calculer la masse d'hélium enfermée dans l'enceinte en *usi.*
   b) En déduire la masse volumique de l'hélium dans ces conditions en *usi.*
   c) A quelle condition la masse volumique de l'hélium calculée en b) reste constante même si les conditions thermodynamiques *P, T* varient et que le volume reste constant.

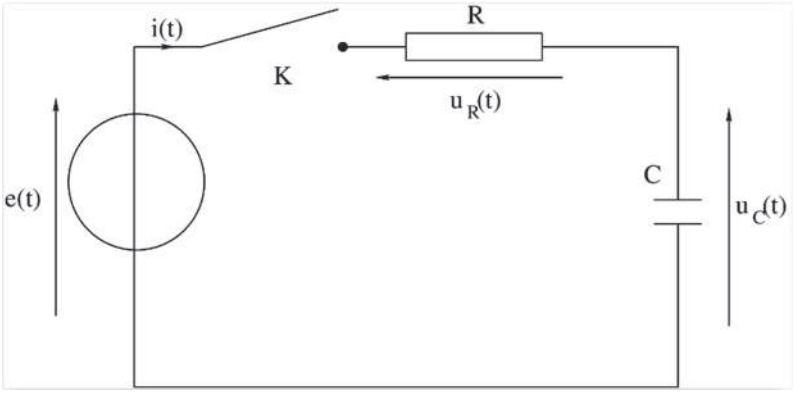
2) A l'équilibre thermodynamique, l'hélium atteint une température de 227°C.
   a) Calculer la température en *usi* atteinte par l'hélium dans ces conditions.
   b) En déduire la pression en *usi* exercée par l'hélium dans ces conditions.

3) En modifiant la position du piston, l'hélium subit une transformation à température constante de 227°C et atteint, à l'équilibre, la pression finale de 200 kPa.
   a) Quel est le volume en *usi* occupé par l'hélium dans ces conditions ?
   b) Montrer que l'on peut obtenir cette pression finale de 200 kPa en modifiant à la fois T et V si la relation $\frac{T}{V} = 12{,}510^3 usi$ est vérifiée. On précisera l'unité de cette relation.

4) On déplace le piston de manière lente d'une position initiale à une position finale. Le gaz parfait fournit un travail de 2,5 kJ au milieu extérieur et sa variation d'énergie interne est nulle.
   a) Rappeler l'expression du 1er principe de la thermodynamique en explicitant toutes les grandeurs avec leurs unités.
   b) En déduire la chaleur échangée au cours de cette transformation.
   c) On peut montrer que la variation d'énergie interne pour un système compressible comme l'hélium possède la même expression que celle d'un système incompressible. En supposant que la capacité thermique de l'hélium est constante au cours de la transformation, montrer que la transformation est effectuée à température constante.

EXERCICE 2 (5 points)

Soit un circuit électrique RC série comme indiqué figure ci-dessous. Le condensateur est initialement déchargé et à *t = 0*, l'interrupteur *K* est fermé reliant le générateur *e(t)* continu de valeur *E* au reste du circuit.
On donne $R = 10k\Omega$ et $C = 1\mu F$.



Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- $\boldsymbol{i(t) = \frac{dq(t)}{dt}}$ avec *q(t)* la quantité de charges électriques passant à travers une section droite du conducteur à l'instant *t*
- Relation fondamentale du condensateur : $q(t) = C\, u_C(t)$
  q(t) la quantité de charges électriques accumulées sur une armature à l'instant *t ;*
  $u_C(t)$ la tension aux bornes du condensateur à l'instant *t ;*
  C la capacité du condensateur.

1)
   a) Pour $t < 0$, que valent $e(t), u_C(t), i(t)$
   b) Etablir la relation électrique entre $e(t), u_C(t), i(t)$ lorsque l'interrupteur *K* est fermé.

2)
   a) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_C(t)$ au cours de la charge peut se mettre sous la forme :

$$\frac{du_c(t)}{dt} + \frac{u_C(t)}{\tau} = \frac{E}{\tau}$$

   b) En déduire l'expression de la constante de temps τ du système.
   c) Calculer la constante de temps τ du système.

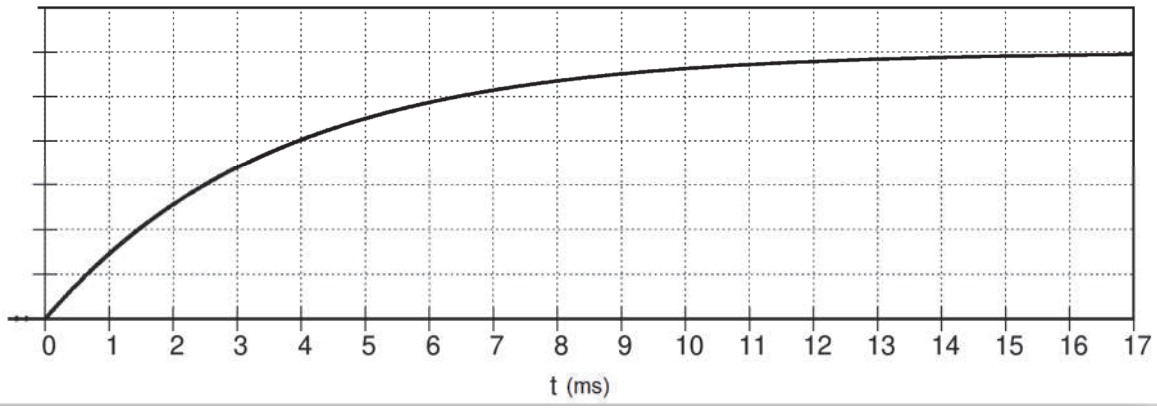
3)
   a) Montrer que la résolution de l'équation différentielle conduit à une solution du type

   $u_C(t) = A + Be^{-\frac{t}{\tau}}$ avec A, B deux constantes.

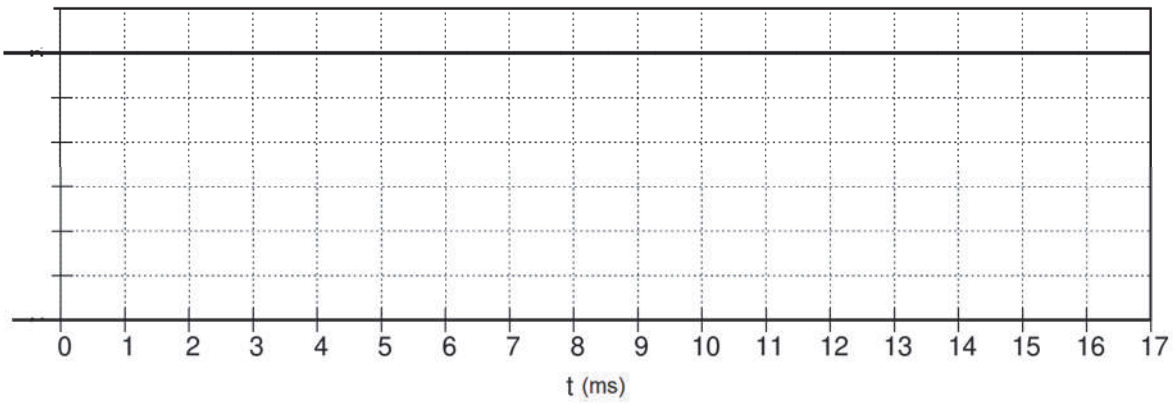
   On ne cherchera pas à expliciter A, B dans cette question.

   b) A l'aide des conditions initiales établies à la question 1) et des conditions en fin de charge, en déduire l'expression de $u_C(t)$ en fonction de E et τ.
   c) Sans justification et sans souci d'échelle, attribuer les chronogrammes a, b, c aux signaux $e(t), u_C(t), i(t)$.

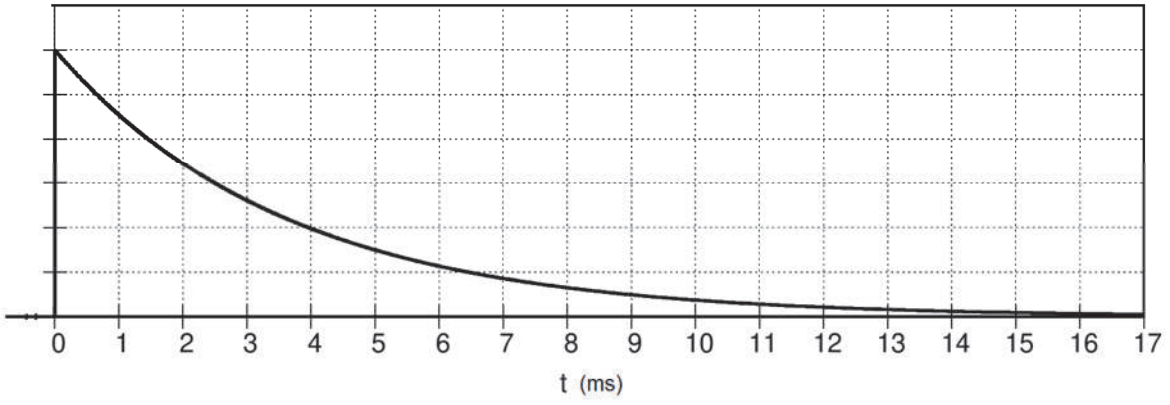
(a)


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
t (ms)

(b)


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
t (ms)

(c)


0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
t (ms)

EXERCICE 3 (4,5 points)

On se propose d'étudier de manière très simplifiée le fonctionnement d'un microscope d'un point de vue optique. Un microscope est composé de 2 lentilles minces, l'objectif (proche de la lame) est à faible focale tandis que l'oculaire au niveau de l'œil a une focale de plusieurs centimètres.

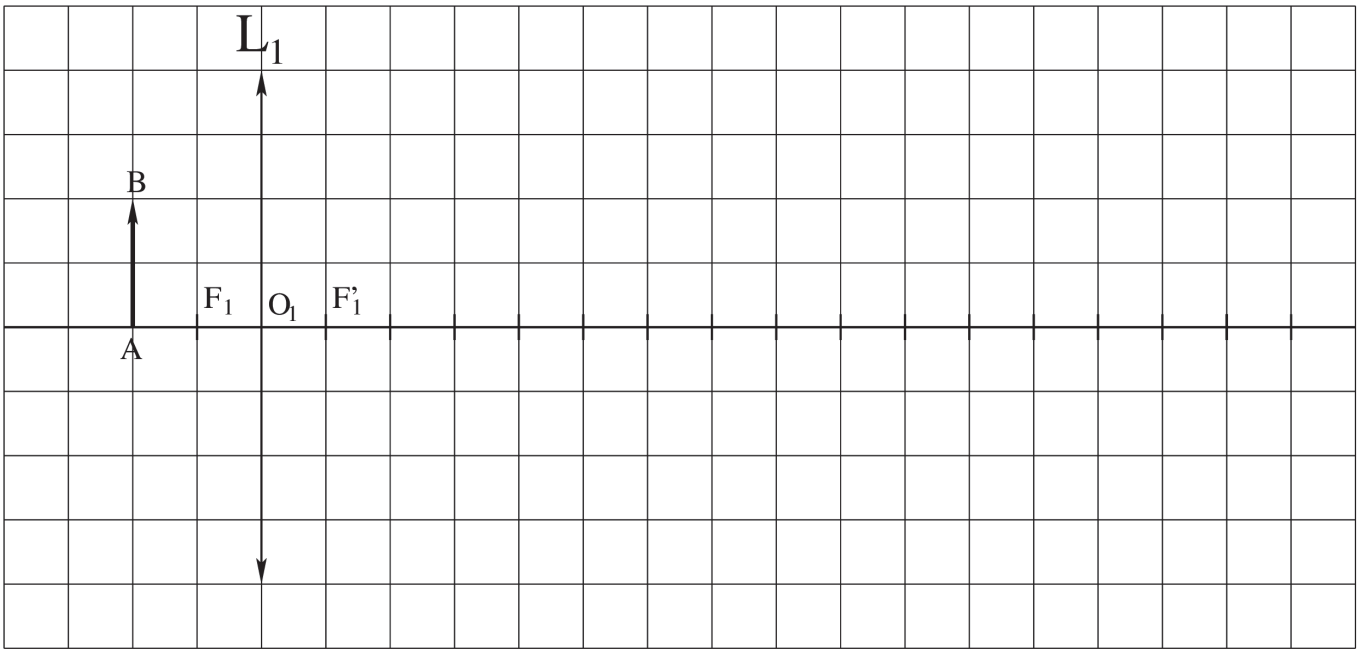
Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- Soit γ le grandissement de la lentille, on adoptera le vocabulaire suivant :
  $\gamma > 0$ l'image est droite sinon inversée
  $|\gamma| > 1$: image agrandie $|\gamma| < 1$: image réduite $|\gamma| = 1$: image de même hauteur
- Une figure à la fin de l'exercice qui **ne sera pas à remettre** est à votre disposition, l'échelle correspond à 1 graduation pour 1 cm.

1) L'objectif est une lentille mince notée L_1 de vergence +100δ.
   a) Préciser la qualité convergente ou divergente de cette lentille.
   b) Donner la valeur de la distance focale objet.
   c) Si un objet $\overline{AB}$ se trouve à l'infini par rapport à cette lentille, comment ressortent les rayons issus de B à la traversée de la lentille?

2) En vous aidant de la figure ci-dessous qui **ne sera pas à remettre**, construire l'image $\overline{A'B'}$.
   a) Donner la position sur l'axe optique de l'image $\overline{A'B'}$, on prendra le centre optique de la lentille L_1 comme origine de l'axe et le sens positif de la gauche vers la droite.
   b) Calculer le grandissement de l'image et qualifier (2 qualificatifs attendus) cette image.

3) On place après la lentille L_1 une seconde lentille mince convergente notée L_2 qui est l'oculaire du microscope.
   a) Comment $\overline{A'B'}$ doit être positionné par rapport à L_2 pour que son image $\overline{A"B"}$ soit rejetée à l'infini ?
   b) Indiquer la position des points remarquables (F_2/F_2' foyer objet/image, O_2 le centre optique) de la lentille L_2 de distance focale *5 cm* pour répondre à la question précédente.
   On continuera de prendre le centre optique de lentille L_1 comme origine de l'axe.



EXERCICE 4 : QCM (5 points)

QCM1 (1,25pt) : à propos des lois de Kepler

A. Les orbites des satellites sont des ellipses dont le centre de l'astre attracteur occupe le centre de l'ellipse

B. Le segment du centre de l'astre attracteur à un de ses satellites balaie des aires égales durant des durées égales

C. Le mouvement d'un satellite sur son orbite est un mouvement uniforme

D. Soit T la période de rotation d'un satellite et a le demi-grand axe de son orbite, le rapport $\frac{T^2}{a^3}$ est constant et est indépendant de la masse de l'astre attracteur

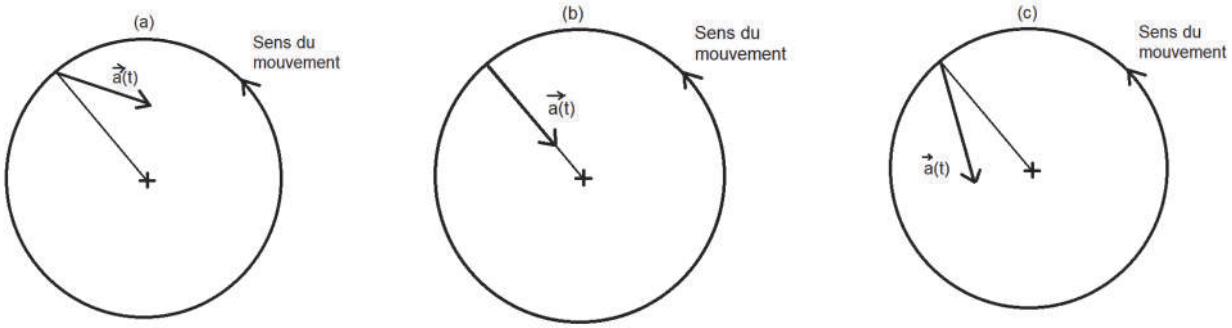
E. Plus un satellite est éloigné de l'astre attracteur, plus sa vitesse de parcours sur son orbite diminue

QCM2 (1,25pt) :

Un point matériel de masse m a une trajectoire circulaire de rayon R constant.

On pose v la vitesse du point matériel, $\vec{u}_N$ le vecteur unitaire normale orienté vers l'intérieur de la trajectoire et $\vec{u}_T$ le vecteur unitaire tangent à la trajectoire orienté dans le sens du mouvement.

On donne les trois situations physiques notées $(a), (b)$ et (c) ci-dessous



A. Dans le repère de Frenet, le vecteur accélération $\vec{a}(t)$ s'écrit $\vec{a}(t) = \frac{dv}{dt}\vec{u}_N + \frac{v^2}{R}\vec{u}_T$

B. Dans ce mouvement, il est possible d'obtenir un vecteur accélération nul

C. Un mouvement circulaire uniforme correspond à la situation physique (a)

D. Un mouvement circulaire uniforme correspond à la situation physique (b)

E. Un mouvement circulaire ralenti correspond à la situation physique (c)

QCM3 (1,25pt) :

Soit une porte d'entrée qui présente une atténuation acoustique par absorption de 20 dB. Dans la rue, un marteau-piqueur rentre en action avec une intensité sonore de valeur $10^{-2}W.m^{-2}$ au niveau de la porte d'entrée.

Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- Niveau sonore de référence $I_0 = 1{,}0.10^{-12}W.m^{-2}$
- $log(2) = 0{,}3$

A. Le niveau sonore du marteau piqueur dans la rue vaut 10 dB

B. Le niveau sonore du marteau piqueur dans la rue vaut 100 dB

C. Le niveau sonore de l'autre côté de la porte d'entrée vaut 10 dB

D. L'intensité sonore derrière la porte d'entrée vaut $10^{-4}\ W.m^{-2}$

E. Si l'intensité sonore du marteau-piqueur dans la rue est divisée par deux, son niveau sonore est divisée par deux aussi

QCM4 (1,25pt) :

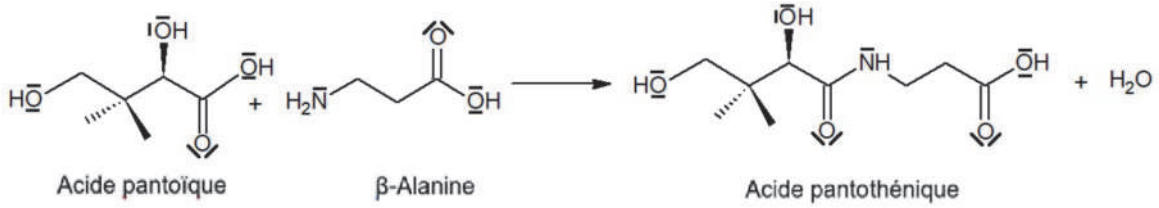
Soit le dispositif d'interférences dit des trous de Young notés S_1, S_2 espacés entre eux d'une distance $a = 1\ mm$ et éclairés par un laser de longueur d'onde $\lambda = 600\ nm$. On récupère les franges d'interférences sur un écran placé à la distance de $D = 2\ m$ des trous. On supposera les sources S_1, S_2 secondaires lumineuses synchrones.
On note $\delta = S_2M - S_1M$ la différence de marche entre les deux rayons issus de S_1, S_2 et arrivant au même point M de l'écran.

A. Pour $\delta = -1{,}8\ \mu m$, on a une interférence constructive
B. Pour $\delta = -1{,}8\ \mu m$, on a une interférence destructive
C. Pour $\delta = 3{,}3\ \mu m$, on a une interférence destructive
D. Tout point M de l'écran situé sur la médiatrice de $[S_1S_2]$ donne une interférence constructive
E. Tout point M de l'écran situé sur la médiatrice de $[S_1S_2]$ donne une interférence destructive

DÉBUT DE L'ÉPREUVE DE CHIMIE

EXERCICE 5 : QCM (2 points)

La vitamine B5 ou acide pantothénique est une vitamine hydrosoluble qui contribue notamment au bon fonctionnement du système nerveux. Sa synthèse s'effectue selon l'équation ci-dessous, les molécules étant représentées selon leur formule topologique :



QCM5 (2 pts) :

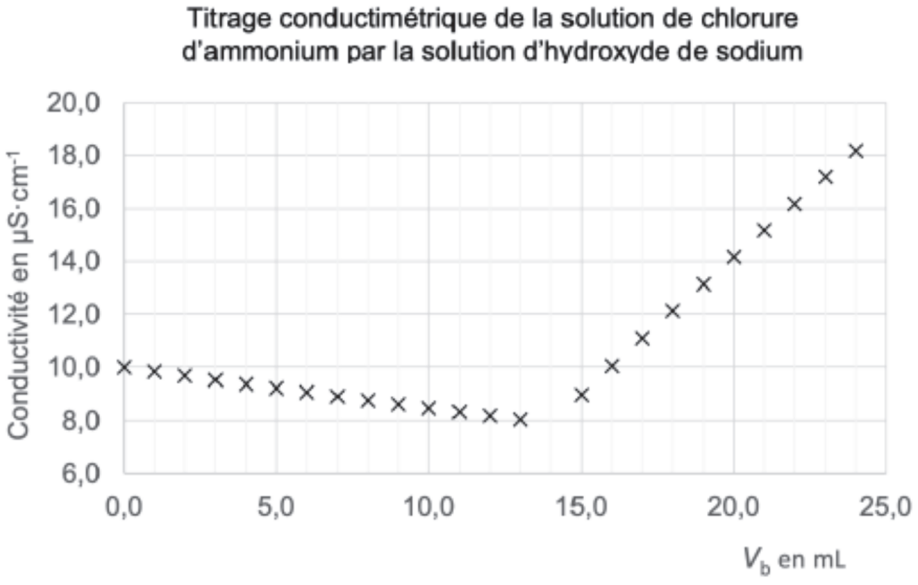
A. La formule brute de l'acide pantoïque est $C_6H_{12}O_4$
B. La formule brute de l'acide pantoïque est $C_4H_8O_4$
C. L'acide pantothénique comporte une fonction amine
D. L'acide pantothénique possède 3 fonctions alcools
E. L'acide pantothénique possède 2 groupements carbonyles

EXERCICE 6 : QCM (4 points)

On réalise le dosage par conductimétrie du chlorure d'ammonium (NH_4^+,Cl^-) par une solution d'hydroxyde de sodium (Na^+,OH^-).On réalise le dosage d'un volume Va =10mL de solution de chlorure d'ammonium par une solution titrante d'hydroxyde de sodium de concentration C_B= 0,1mol/L selon l'équation ci-dessous :

$$NH_{4\,(aq)}^{+} + HO_{(aq)}^{-} \rightarrow NH_{3\,(aq)} + H_2O_{(l)}$$

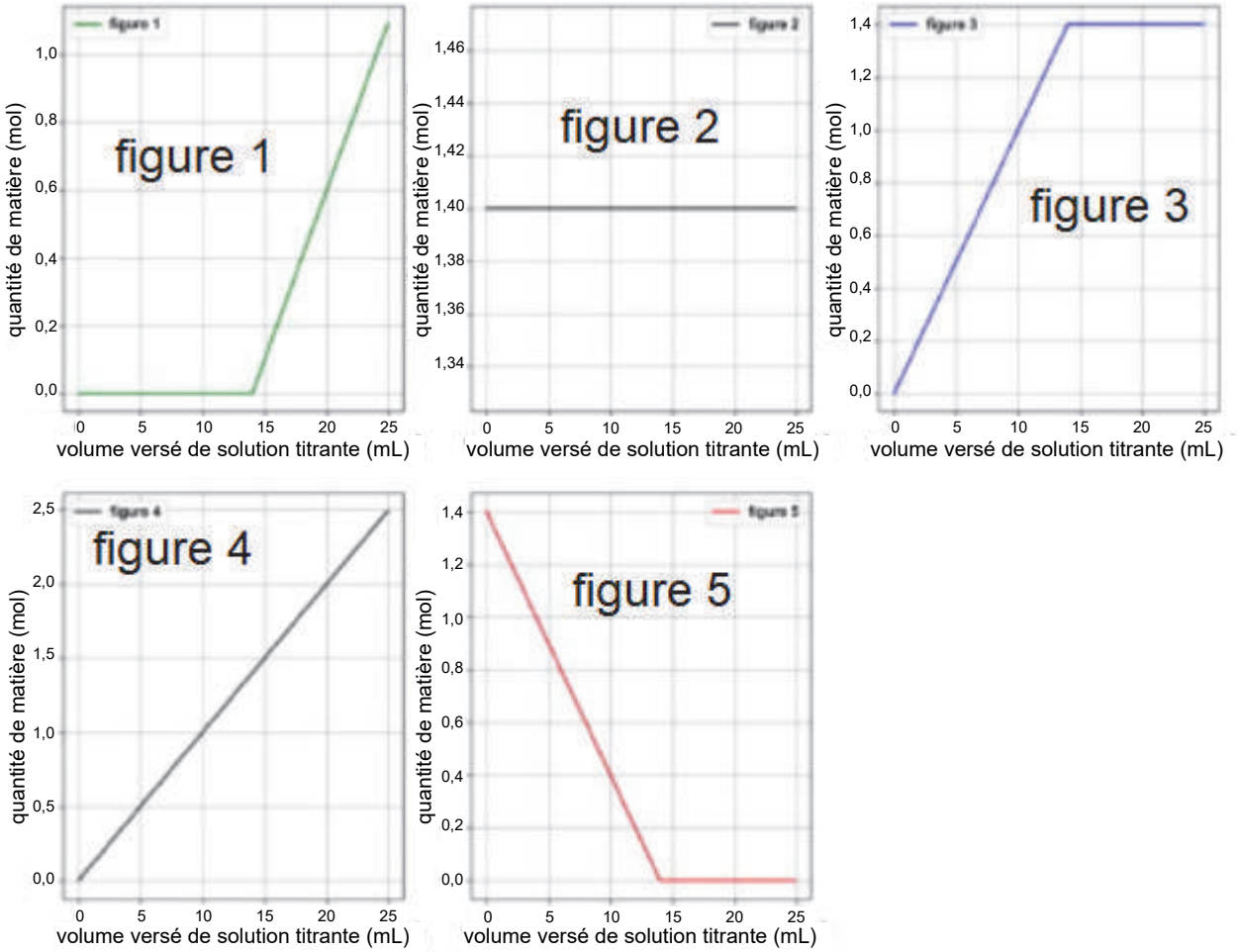
On obtient alors la courbe de titrage suivante :



QCM6 (1,5 pt) :

A. La réaction support de dosage est une réaction acide / base
B. La réaction support du dosage est une réaction d'oxydo-réduction
C. La conductivité diminue avant l'équivalence car les ions hydroxydes sont consommés
D. Le volume équivalent vaut 15 mL
E. La concentration de la solution de chlorure d'ammonium est de C_A = 0,14 mol/L

Chacun des 5 graphiques suivants obtenus à l'aide d'un programme en langage python représente l'évolution de la quantité de matière d'une des espèces chimiques en fonction du volume versé de solution titrante d'hydroxyde de sodium :



Pour chaque figure indiquez de quelle espèce il s'agit :

QCM7 (0,5 pt) : Figure 1

A. NH_3
B. Na^+
C. Cl^-
D. OH^-
E. NH_4^+

QCM8 (0,5 pt) : Figure 2

A. NH_3
B. Na^+
C. Cl^-
D. OH^-
E. NH_4^+

QCM9 (0,5 pt) : Figure 3

A. NH_3
B. Na^+
C. Cl^-
D. OH^-
E. NH_4^+

QCM10 (0,5 pt) : Figure 4

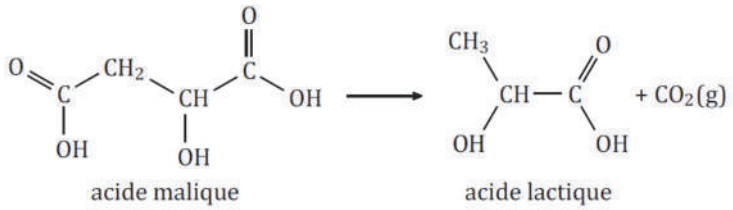
A. NH_3
B. Na^+
C. Cl^-
D. OH^-
E. NH_4^+

QCM11 (0,5 pt) : Figure 5

A. NH_3
B. Na^+
C. Cl^-
D. OH^-
E. NH_4^+

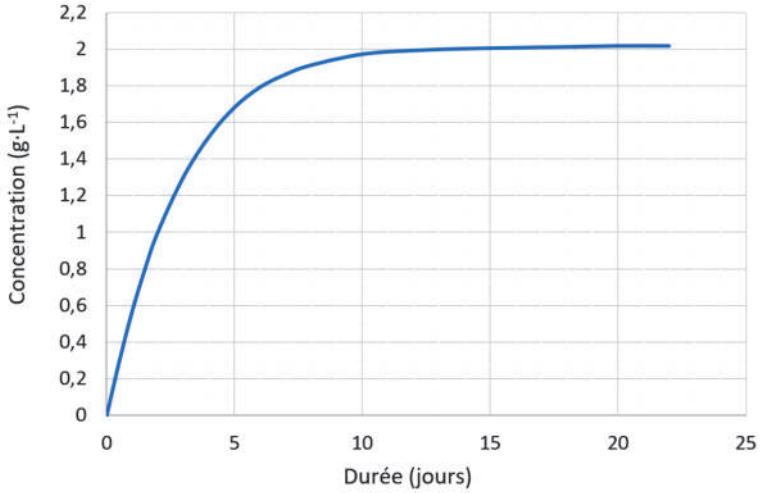
EXERCICE 7: QCM (4 points)

Un vigneron suit la fermentation malolactique d'un vin contenu dans une cuve. Cette fermentation se résume par la transformation de l'acide malique en acide lactique :



La température ambiante est de 15°C. La concentration massique initiale en acide malique dans le vin est de 3,0 $g.L^{-1}$

La concentration en acide lactique au cours du temps est représentée sur le graphique ci-dessous :



Données : masses molaires : M(C) = 12 $g.mol^{-1}$; M(O) = 16 $g.mol^{-1}$; M(H) = 1 $g.mol^{-1}$
Aide aux calculs : 3/134 = 0,023 ; 1/0,6=1,6

QCM12 (2,5 pts) :

A. La fermentation malolactique est une réaction totale
B. La fermentation malolactique est une réaction limitée
C. Le temps de demi réaction est environ de 2 jours
D. Le temps de demi-réaction est environ de 1 $g.L^{-1}$
E. Si la température ambiante est de 25°C, le temps de demi-réaction sera inférieur à celui obtenu à 15°C

QCM13 (1,5 pts) :

A. Si on ajoute un catalyseur le temps de demi réaction sera plus long
B. Si on utilise une solution plus concentrée en acide malonique on va modifier la concentration massique maximale obtenue en acide lactique
C. Si on utilise une solution plus concentrée en acide malonique la concentration massique maximale en acide lactique sera inchangée
D. La vitesse initiale de formation de l'acide lactique vaut environ 0,6 $g.L^{-1}.jour^{-1}$
E. La vitesse initiale de formation de l'acide lactique vaut environ 1,6 g^{-1}. L. jour

EXERCICE 8 : QCM (6 points)

Une pile met en jeu les couples Al^{3+}/Al et Cu^{2+}/Cu.
Le métal aluminium est oxydé et la pile débite un courant d'intensité I=750 mA.

QCM14 (1,5 pt) :

Parmi les propositions suivantes indiquez celle(s) qui est (sont) exacte(s) ?

A. Une oxydation est une perte d'électron
B. Une oxydation est un gain d'électron
C. L'oxydation de l'aluminium s'écrit $Al \rightarrow Al^{3+} + 3\,e^-$
D. L'oxydation de l'aluminium s'écrit $Al^{3+} + 3e^- \rightarrow Al$
E. La borne positive est constituée par le cuivre

QCM15 (1,5 pt) :

Parmi les propositions suivantes indiquez celle(s) qui est (sont) exacte(s) ?

A. Sur la borne positive la réaction qui s'y déroule est : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$
B. Sur la borne négative, on a la réduction des ions Cu^{2+}
C. Le pont salin qui relie les 2 demi-piles Al^{3+}/ Al et Cu^{2+}/Cu permet le passage des électrons entre les 2 compartiments
D. L'équation bilan de la réaction traduisant le fonctionnement de la pile est : $Al + Cu^{2+} \rightarrow Al^{3+} + Cu$
E. L'équation bilan de la réaction traduisant le fonctionnement de la pile est : : $2Al + 3Cu^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Cu$

QCM16 (3 pts) :

Lors de son fonctionnement, la quantité de matière d'ions aluminium formés vaut $7{,}5.10^{-2}$mol
Données : Masse molaire en $g.mol^{-1}$: Cu = 63,5 ; Al = 27

1 Faraday = 96500 $C.mol^{-1}$ = 10^5 $C.mol^{-1}$; 0,75 = $\frac{3}{4}$

Parmi les propositions suivantes indiquez celle(s) qui est (sont) exacte(s) ?

A. Il va donc circuler durant son fonctionnement $22{,}5.10^{-2}$ mol d'électrons
B. Il va donc circuler durant son fonctionnement $2{,}5.10^{-2}$ mol d'électrons
C. La capacité de cette pile est donc de 22500C
D. La pile va donc pouvoir fonctionner pendant environ 16875 s
E. La pile va donc pouvoir fonctionner pendant environ 30000 s

EXERCICE 9 : (4 points)

L'agence européenne pour la sécurité des aliments (EFSA) a publié en 2015 une recommandation de dose journalière de caféine au-delà de laquelle la caféine peut présenter un risque pour la santé. Pour les adolescents, la dose journalière de caféine est fixée à 3mg par kilogramme de masse corporelle.

Le coca-cola® est un soda contenant entre autres de la caféine.

On souhaite déterminer la quantité de coca-cola® qu'un adolescent de 60 kg peut boire par jour.

Pour cela, on dispose d'une solution de caféine à 16mg/L dont on a fait le spectre.

Données : M (caféine) =194g/mol

Aides au calcul 16/194 = 0,08 16x194 = 3104 ; 194/16=12,1 ; 1/16 = 0,0625 ; 18/11 = 1,63

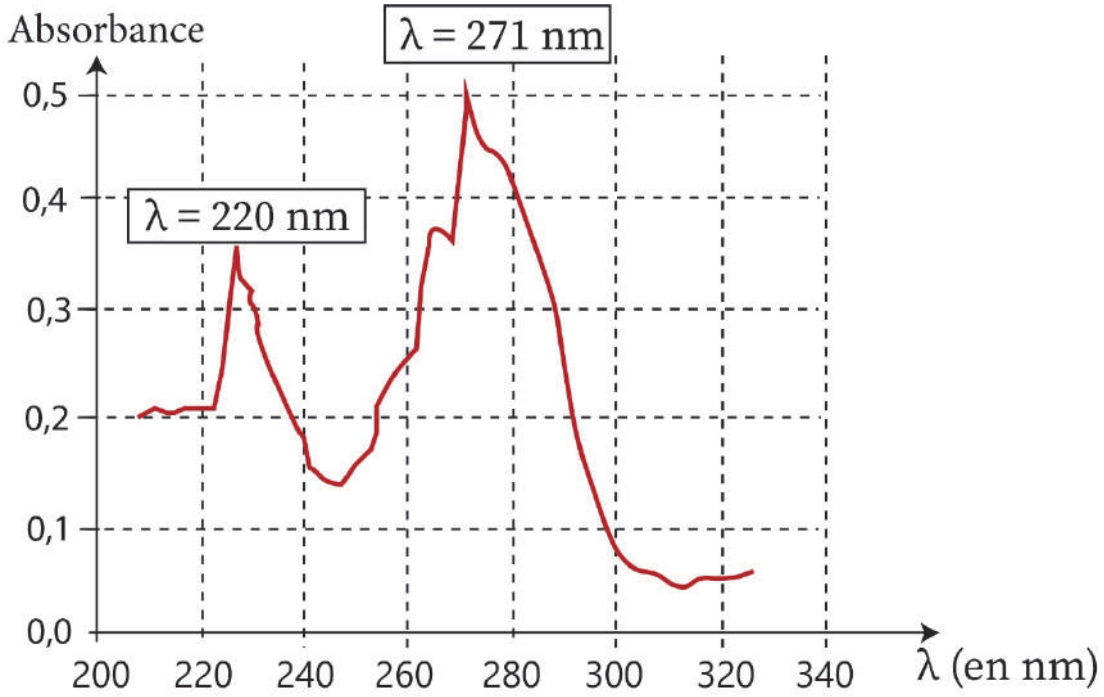


***figure* 1**

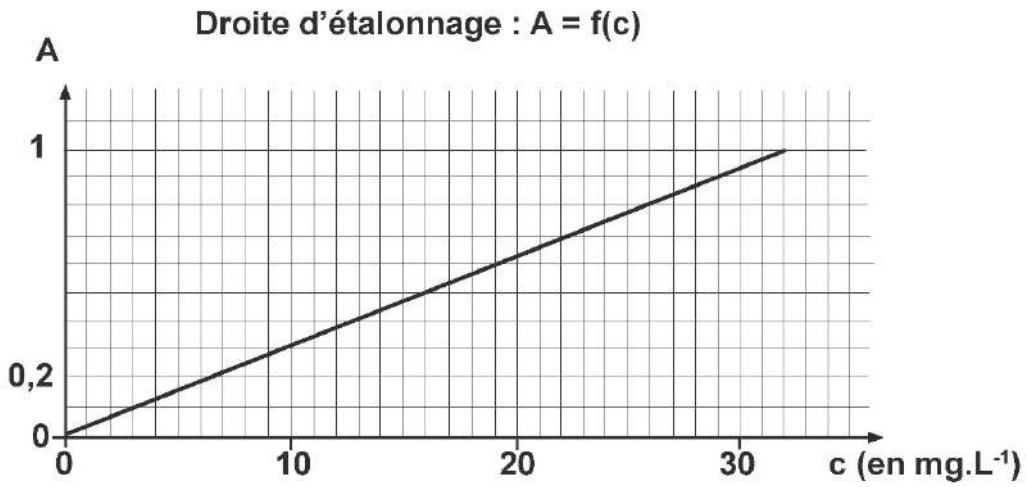
a) Préciser à quel domaine appartiennent ces longueurs d'onde.

b) Rappeler la loi de Beer-Lambert

c) Calculer la concentration molaire de la solution de caféine utilisée

d) Sachant que le spectre a été réalisé dans une cuve de largeur l=1cm, calculer le coefficient d'extinction molaire à 271 nm

On se place à une longueur d'onde de 271nm et l'on mesure l'absorbance de 5 solutions de caféine. A l'aide de ces mesures on obtient la courbe A = f(C) ci-dessous :



On dilue 5 fois le coca® et on remplit une cuve de spectrophotomètre de l=1cm avec cette solution et sans modifier les réglages précédents on mesure l'absorbance A = 0,7

e) Quelle est la concentration massique dans la solution diluée et dans le coca® ?

f) Quelle quantité de canettes de 33cl un adolescent de 60 kg peut-il boire dans une journée sans dépasser la dose recommandée en caféine ?

FIN DE L'ÉPREUVE DE CHIMIE