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.

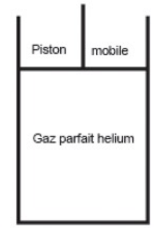
- Il sera tenu compte de la qualité de la présentation de la copie et de l'orthographe. Aucun brouillon ne sera pris en compte.

- 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.

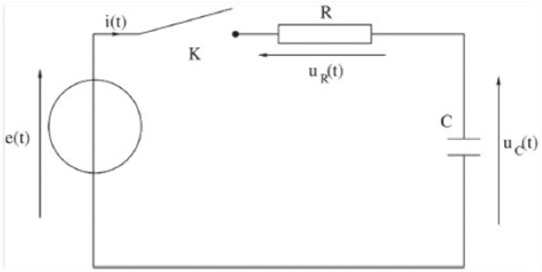
2) A l'équilibre thermodynamique, l'hélium atteint une température de 227°C.
   a) Calculer la température en *usi* atteinte par l'hélium dans ces conditions.
   b) En déduire la pression en *usi* exercée par l'hélium dans ces conditions.

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.

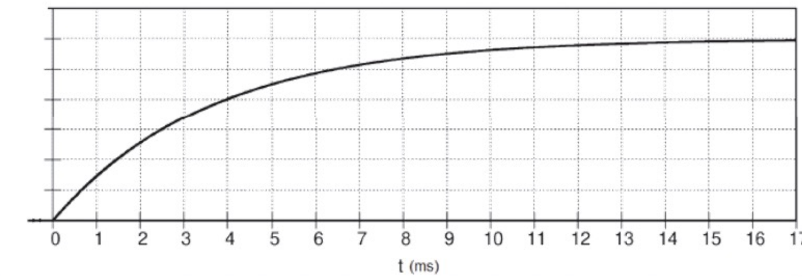
2)
   a) Montrer que l'équation différentielle qui régit l'évolution de la tension $u_C(t)$ au cours de la charge peut se mettre sous la forme :

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

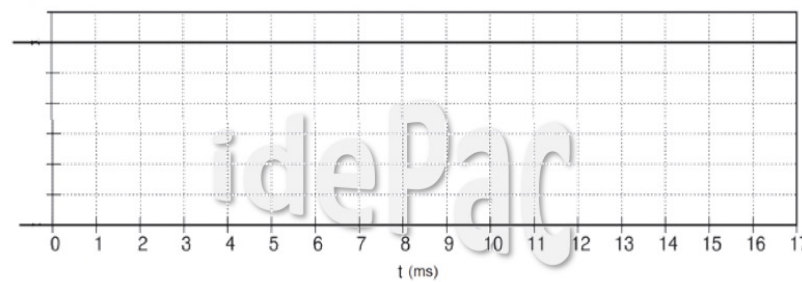
   b) En déduire l'expression de la constante de temps τ du système.
   c) Calculer la constante de temps τ du système.

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 $e(t), u_C(t), i(t)$.

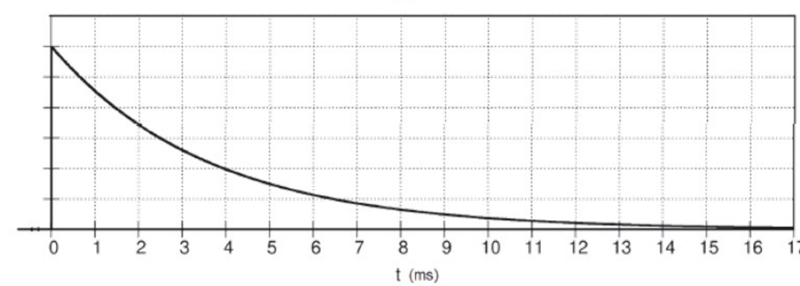
(a)



(b)



(c)



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.

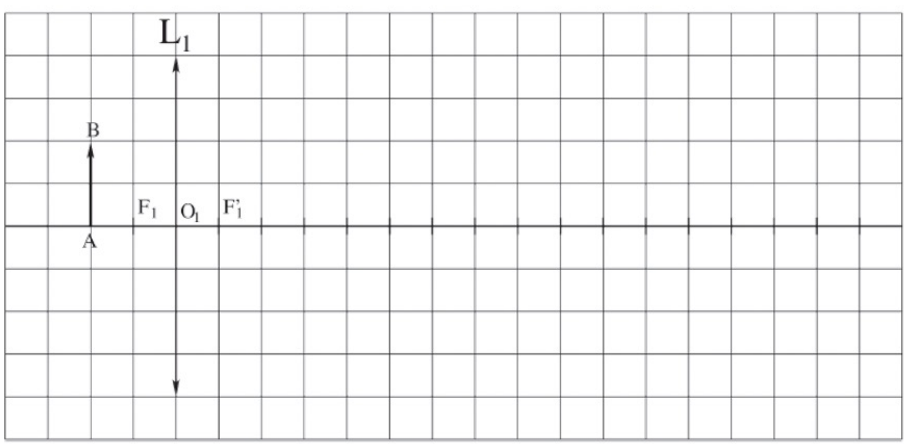
Relations — Constantes physiques — Aides aux calculs

- 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

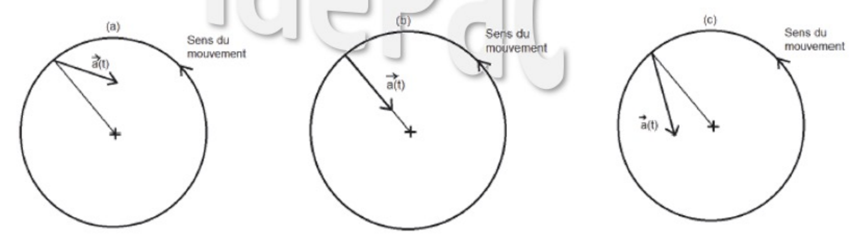
E. Plus un satellite est éloigné de l'astre attracteur, plus sa vitesse de parcours sur son orbite diminue

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