



BKalan

Recueil de sujets de concours



École Africaine de la Météorologie et de l'Aviation Civile (EAMAC)

Matière : Physique

Niveau : Ingénieur

N°	Année	Sujet	Page
1	2019	Physique – Ingénieur	2
2	2018	Physique – Ingénieur	4
3	2016	Physique – Ingénieur	7
4	2013	Physique – Ingénieur (proposition 2)	9
5	2012	Physique – Ingénieur, mai	11
6	2012	Physique – Ingénieur (sujet 1), mai	13
7	2012	Physique – Ingénieur (sujet 2), mai	15
8	2011	Physique – Ingénieur	17

Nombre de sujets : 8 | Version : V1 | Générée le 21 octobre 2026

Retrouvez d'autres documents sur :

<https://bkalan.ml/api/files/WhatsApp/CONCOURS/INTERNATIONAUX/docs.html>

Vous avez des sujets ou des corrigés ? Envoyez-les-nous :

Partager mes documents 📁

S-PI-1

Concours EAMAC 2019	Cycle INGENIEUR	EPREUVE DE : PHYSIQUE
--------------------------------	------------------------	----------------------------------

Durée : 04h**S-PI-1.1 (5 points)**

Soit un mobile M se déplaçant sur une branche d'hyperbole dans un repère $R(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$.

M est repéré par le vecteur position $\overrightarrow{OM} = x(t)\vec{i} + \frac{a}{x(t)}\vec{j}$, avec a constante positive et $x(t) = at$.

- 1- Déterminer les vecteurs unitaires de **Serret-Frenet** en fonction des vecteurs $\vec{i}, \vec{j}$ et $\vec{k}$ **(2,5 pt)**
- 2- Calculer le rayon de courbure $\rho(t)$ et le centre de courbure C. **(2 pt)**
- 3- Tracer l'hodographe **(0,5 pt)**

S-PI-1.2 (5 pts)

Une transformation polytropique est une transformation quasi statique vérifiant PV^k constante.

1. Calculer le travail des forces de pression pour un gaz parfait subissant une transformation polytropique entre (P_0, V_0, T_0) et (P_1, V_1, T_1) en fonction des pressions et volumes ainsi que de k. **(1 pt)**
2. On note $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ qui est une constante pour un gaz parfait. Trouver une expression de la quantité de chaleur échangée au cours de la transformation précédente de la forme $C(T_1 - T_0)$ où C est une constante à déterminer. **(1,5 pt)**
3. Donner une interprétation physique de C. **(0,5 pt)**
4. Etudier en les interprétant physiquement les cas suivants : $k = \gamma, k = 0, k \rightarrow +\infty$, et $k = 1$. **(2 pt)**

S-PI-1.3 : (5 pts)

Pour dévier le faisceau d'électrons d'un tube cathodique, on utilise deux bobines circulaires plates de rayons R disposées suivant la figure ci-dessous (figure 2 et 3). En supposant que l'induction B créée par les bobines est uniforme dans le carré qui a pour coté le diamètre des bobines et que sa valeur est celle qui existe au point O (sur l'axe Ox).

- 1- Déterminer la trajectoire décrite par l'électron (1pt)
- 2- Déterminer l'angle au centre qui intercepte l'arc décrit (2pts)

- 3- Déterminer la distance PP' (figure1) qui sépare le point P du point P' où l'électron sort de la zone d'action de l'induction B (1pt)
- 4- Le déplacement subi par le point d'impact des électrons sur l'écran lorsque le courant I parcourt les bobines. (1pt)

La distance de l'écran au point P est de 0,2m

On donne : Distances des centres des bobines à l'axe du tube $d = R = 5\text{cm}$

Vitesses constantes des électrons $v = 1000\text{km.s}^{-1}$

Nombre de spires des bobines $N = 400$

Courant dans les bobines $I = 5\text{mA}$

Charge de l'électron $e = 1,6.10^{-19}\text{C}$

Masse de l'électron $m = 0,9.10^{-30}\text{kg}$

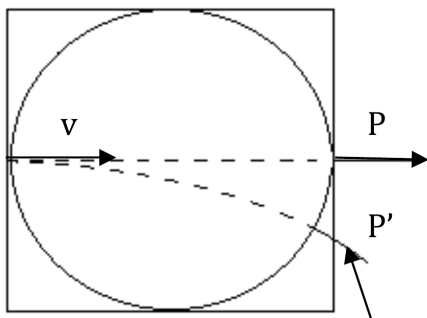


figure 1

Trajectoire de l'électron

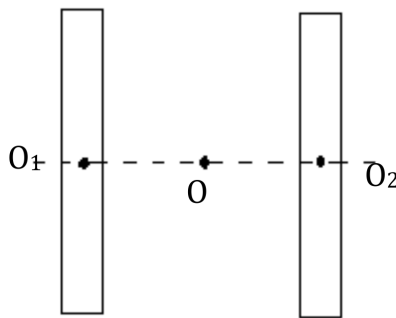


figure 2

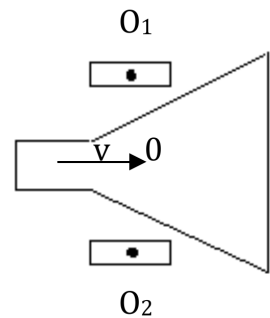


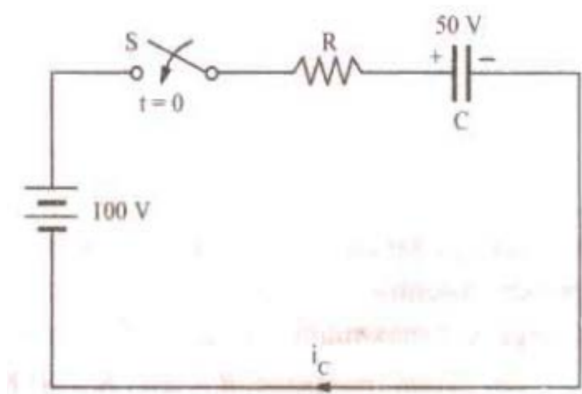
figure 3

S-PI-1.4 : (5 points)

Dans un circuit RC représenté par la figure suivante ; $R = 2\text{M}\Omega$ et $C = 5\mu\text{F}$

Le condensateur est initialement chargé et possède une tension de 50V entre ces bornes.

Si on ferme l'interrupteur S à l'instant $t=0$, calculer :



1- La constante de temps pour la charge de condensateur.

2- La tension aux bornes du condensateur après un laps de temps $t = 5\lambda$.

3- La tension aux bornes de C si on change la polarité du condensateur.

4- Les temps de charge pour que $V_c = -10\text{V}$, $V_c = 0\text{V}$ et $V_c = 95\text{V}$.

S-PI-3

Concours EAMAC 2018	Cycle INGENIEUR	PHYSIQUE
------------------------	-----------------	----------

Exercice S-PI3.1 (5 points)

Dans le plan (Oxy), le mouvement d'un point P est déterminé par les équations paramétriques:

$x = v_0 t \cos(\alpha)$, $y = v_0 t \sin(\alpha) - \frac{1}{2}gt^2$ où v_0 est la vitesse initiale de P et α est l'angle que fait v_0 avec l'axe Ox.

- 1- Quelle est la nature de la trajectoire ? (1 pt)
- 2- Déterminer : (3,5 pt)
 - a) Les accélérations normales et tangentielles.
 - b) Le rayon de courbure $\rho(t)$ ainsi que le centre de courbure C(t)
 - c) Les expressions des vecteurs unitaires de **Serret-Frenet**.
- 3- Trouver l'angle entre les vecteurs vitesses et accélérations au point où la trajectoire recoupe l'axe Ox. (0,5 pt)

Exercice S-PI3.2 (5 points)

Une mole de gaz parfait ($\gamma = 1,4$) subit la succession de transformations suivantes :

- détente isotherme de $P_A = 2 \text{ bar}$ et $T_A = 300 \text{ K}$ jusqu'à $P_B = 1 \text{ bar}$, en restant en contact avec un thermostat à $T_T = 300 \text{ K}$;
 - évolution isobare jusqu'à $V_C = 20,5 \text{ L}$ toujours en restant en contact avec le thermostat à T_T ;
 - compression adiabatique réversible jusqu'à l'état A.
1. Calculer V_B et représenter ce cycle en diagramme (P, V). S'agit-il d'un cycle moteur ou récepteur ? (1 pt)
 2.
 - a) Déterminer la variation d'entropie ΔS_{AB} du gaz entre A et B. (0,5 pt)
 - b) Déterminer l'entropie $S_{\text{éch}}$ échangée avec le thermostat. (0,75 pt)
 - c) En déduire l'entropie créée $S_{\text{créée}}$. Conclure (1,25 pt)
 3. Calculer la température en C, le travail W_{BC} et la quantité de chaleur Q_{BC} reçus par le gaz au cours de la transformation BC. Calculer l'entropie échangée avec le thermostat ainsi que la variation d'entropie du gaz entre B et C. (0,75 pt)

4. Calculer la valeur numérique de l'entropie créée au cours du cycle. Le cycle proposé est-il réalisable ? (0,75 pt)

EXERCICE S-PI3.3 :

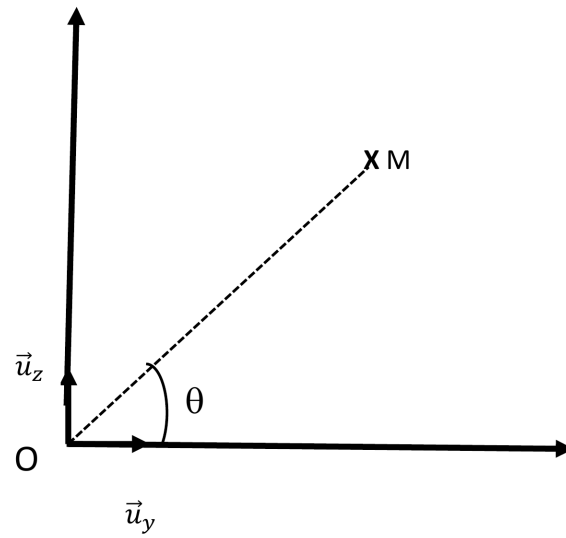
On considère une onde électromagnétique plane, progressive, sinusoïdale et monochromatique de pulsation ω , se propageant dans le vide de perméabilité magnétique μ_0 . L'espace est rapporté à un repère cartésien Oxyz de base orthonormée. L'onde se propage dans le plan yOz le long d'un axe faisant un angle θ avec la direction Oy. Le vecteur champ électrique a comme expression :

$$\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - \vec{k}\vec{r})\vec{u}_x$$

1. Ecrire dans la base orthonormée Oxyz les composantes k_y et k_z du vecteur d'onde $\vec{k}$ au point M de coordonnées (x,y,z) tel que $\vec{r} = \overrightarrow{OM}$ et à l'instant t en fonction de son module k et de θ . (1pt)
2. Ecrire les équations de Maxwell dans le vide. (1pt)
3. Écrire dans la base orthonormée Oxyz les composantes du vecteur champ électrique $\vec{E}$ au point M à l'instant t. En déduire, à l'aide des équations de Maxwell dans le vide, les composantes du vecteur champ magnétique de l'onde $\vec{B}$ au point M. (1pt)
4. Représenter les vecteurs $\vec{E}$, $\vec{B}$ et $\vec{k}$. (1pt)
5. Déterminer en notation réelle les composantes du vecteur de Poynting

$$\vec{S} = \vec{E} \wedge \frac{\vec{B}}{\mu_0}$$

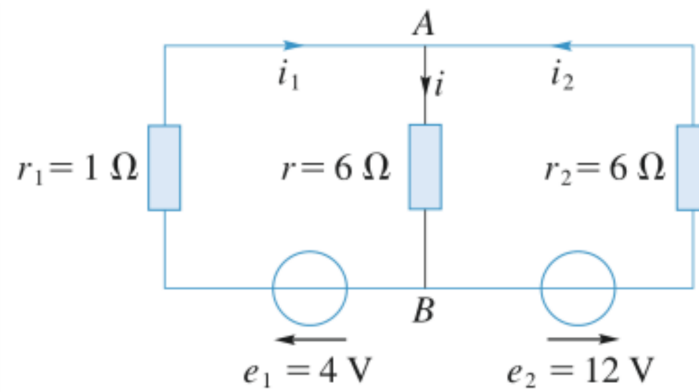
associé à l'onde électromagnétique en fonction de E_0 , μ_0 , $\vec{k}$ et ω .



Exercice S-PI3.4 (5pts)

Déterminer le courant i en utilisant deux des trois lois ci-dessous :

- les lois de Kirchhoff ;
- en remplaçant les deux générateurs de Thévenin par les générateurs de Norton équivalents.



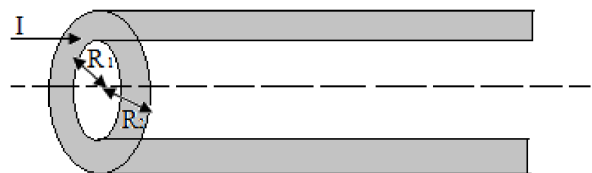
S-PI4

Concours EAMAC 2016	Cycle INGENIEUR	Epreuve de PHYSIQUE
---------------------	-----------------	---------------------

Exercice S-PI4-1 (5pts)

Un conducteur cylindrique creux, de rayons R_1 et R_2 de la figure ci-dessous est parcouru par un courant I tel que le vecteur densité de courant $\vec{j}$ soit uniforme sur toute sa section et soit parallèle à l'axe du cylindre.

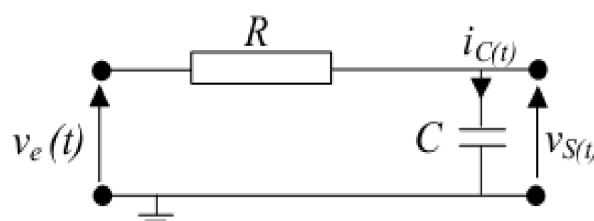
- 1- Donner la relation entre j et I .
- 2- Préciser l'orientation du vecteur $\vec{B}(M)$ en un point M de l'espace, qu'il soit extérieur ou intérieur au cylindre.
- 3- En utilisant le théorème d'Ampère, déterminer le champ magnétique en tout point M de l'espace.



Exercice S-PI4-2 (6 pts)

Les circuits passifs qui utilisent des condensateurs et des inductances, lorsqu'ils sont destinés à des signaux (tensions) alternatifs, présentent des caractéristiques qui dépendent de la fréquence des signaux d'entrée. En cela, ils forment naturellement des « filtres » qui atténuent ou pas, ou « coupent » ou pas, certaines plages de fréquence. Ils ont ainsi un rôle de discrimination en fonction de la fréquence, ce qui correspond bien à une sorte de filtrage. Cette fonction est très importante en électronique et donc assez présente dans les sujets de problèmes.

Pour comprendre la notion de « filtre » prenons comme exemple simple un « filtre passe bas passif » représenté sur la figure ci-après :



- 1) Quelle équation relie la tension $v_s(t)$ et le courant $i_c(t)$?
- 2) Si on suppose que $v_s = V_{\text{smax}} \cdot \cos(\omega t)$ quelle sera l'expression littérale de i_c ?
- 3) Que représente la valeur ω ? Par quoi est-elle fixée?
- 4) A quoi est équivalent le circuit si ω est très petit, c'est à dire dans un domaine de « basses fréquences » ?
- 5) A quoi est équivalent le circuit si ω est très grand, c'est à dire dans un domaine de « hautes fréquences »? Justifier alors l'appellation « passe bas ».
- 6) Montrer que l'équation de maille de ce circuit revient à :

$$v_e = RC \cdot \frac{dv_s(t)}{dt} + v_s(t).$$

Remplacer alors v_s par sa forme sinusoïdale $v_s = v_{\text{smax}} \cdot \cos(\omega t)$.

- 7) A quoi est équivalente l'équation ainsi formée si $\omega \gg 1/RC$?
- 8) A quoi est équivalente l'équation ainsi formée si $\omega \ll 1/RC$?

Exercice S-PI4-3 (5pts)

Une onde plane progressive monochromatique polarisée rectilignement (OPR) de pulsation ω se propage dans le vide dans la direction de l'axe Oz.

- 1- Déterminer la valeur moyenne de la densité volumique d'énergie électromagnétique en un point de l'espace.
- 2- La valeur moyenne du vecteur de Poynting.

Exercice S-PI4-4 (5pts)

Soit un point matériel repéré par ces coordonnées cylindriques ρ, φ , et z telles que : $\rho = at^2, z = at, \varphi = \omega t$, où a et ω sont des constantes.

- 1-Calculer les composantes cylindriques du vecteur vitesse.
- 2- En déduire les composantes cylindriques du vecteur accélération.
- 3- Calculer les modules des vecteurs $\vec{V}$ et $\vec{\gamma}$.

CONCOURS D'ENTREE A L'EAMAC NIVEAU : INGENIEUR SESSION 2013	PROPOSITION PHYSIQUE 2 DUREE : 3 HEURES
--	--

EXERCICE N°1 : 1

- 1°) On considère un conducteur filiforme, de longueur $2L$, chargé uniformément avec la densité linéique de charge λ . On considère le point M de la médiatrice, situé à la distance d du centre O du segment.
- a°) Déterminer le champ électrostatique créé en M par la tige conductrice.
- b°) En déduire, en ce point M, le champ créé par le fil supposé infini.
- 2°) Le fil est disposé de manière à former une spire carrée de côté $2a$. On désigne par O' le point de concours des diagonales du carré et par $\vec{O'Z}$, l'axe orthogonal au plan du carré. Déterminer le champ électrostatique créé par cette distribution de charges en un point P situé sur l'axe $\vec{O'Z}$, à la distance z de O'.

EXERCICE N°2 :

Un point mobile M se déplace, relativement à un référentiel R(Oxyz), le long d'une courbe d'équations paramétriques :

$$\begin{cases} x(t) = a \cos \omega t \\ y(t) = a \sin \omega t \\ z(t) = bt \end{cases} \quad \text{où } \omega, a \text{ et } b \text{ sont des constantes positives.}$$

- 1°) Quelle est la nature du mouvement du point mobile M ?
- 2°) Exprimer, dans la base $(\vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ se rapportant à R, les composantes de sa vitesse et de son accélération. Calculer leurs normes dans le cas où $\omega = 2\pi \text{ rad/s}$; $a=0,3\text{cm}$ et $b = \frac{\pi}{5}\text{cm/s}$
- 3°) Trouver la vitesse et l'accélération en coordonnées intrinsèques. En déduire le rayon de courbure de la trajectoire

EXERCICE N°3

Un méson π ayant une masse au repos m_π se désintègre pour donner un méson μ (de masse m_μ au repos) et un neutrino ν de masse au repos m_ν .

- 1°) Calculer les énergies cinétiques T_μ et T_ν du méson μ et du neutrino. Le neutrino ayant une masse nulle montrer que : $T_\mu = \frac{(m_\pi - m_\mu)^2 c^2}{2m_\pi}$
- 2°) On donne $m_\pi=273m_e$, $m_\mu=207m_e$ où m_e est la masse de l'électron. Calculer T_μ et T_ν en Mev sachant que l'énergie au repos d'un électron est égale à 0.511MeV .
- 3°) Calculer en MeV/c les quantités de mouvement P_μ et P_ν des deux particules.

EXERCICE N°4 :

- 1°) On comprime de façon isotherme, un gaz parfait ($\gamma = 1,4$), de la pression $P_0 = 1 \text{ atm}$ à la pression $P_1 = 20 \text{ atm}$ à la température $T_0 = 273 \text{ K}$. Le gaz est ensuite détendu adiabatiquement de façon réversible jusqu'à la pression $P_0 = 1 \text{ atm}$. Calculer la température finale T_1 après cette double opération.
- 2°) a) On recommence les deux opérations précédentes à la température constante T_1 . Calculer la nouvelle température finale T_2 du gaz.
- b) Trouver la formule générale de la température T_n du gaz, atteinte à la fin de n doubles opérations successives décrites précédemment.

Application numérique : $n = 4$ et $n = 5$. Quel est l'intérêt de ce procédé ?

CONCOURS D'ENTREE A L'EAMAC NIVEAU : INGENIEUR. SESSION DE MAI 2012	EPREUVE DE PHYSIQUE DUREE : 3 HEURES
--	---

Exercice 1

On considère un gaz parfait enfermé dans une enceinte diatherme ayant la forme d'un cylindre dont l'une des bases est un piston mobile. Le milieu extérieur est à la température constante T_0 et à la pression constante P_0 .

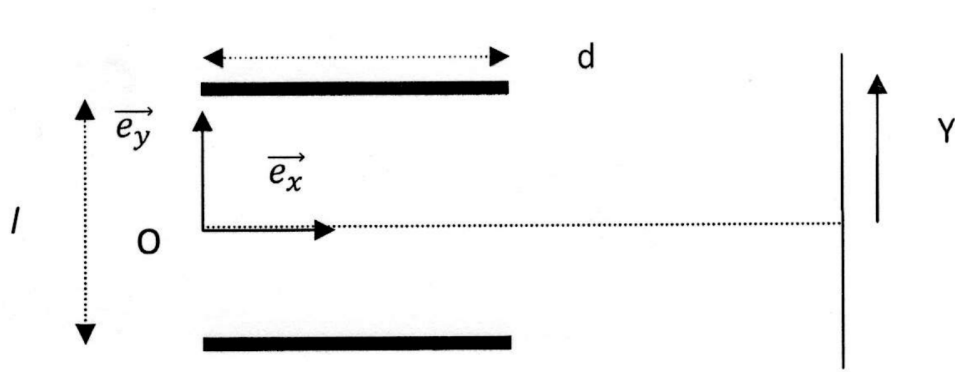
- 1) Déterminer l'expression du volume V_0 occupé par le gaz lorsqu'il est en équilibre avec le milieu extérieur.
- 2) On prépare le système de manière que son volume soit égale $\frac{V_0}{4}$ et on bloque le piston. Quel est le nouvel état d'équilibre du système ?
- 3) A partir cet état imposé au système, on débloquent le piston ; décrire l'évolution de l'état du gaz.

Exercice 2

Un canon à électrons est formé par deux plans métalliques parallèles ; le premier plan, appelé cathode C comporte un filament chauffé qui émet des électrons. L'autre plan appelé anode A est percé d'un trou qui laisse passer les électrons accélérés. Le canon à électrons permet donc d'obtenir un faisceau rectiligne d'électrons. Ce faisceau peut être dévié à travers les plaques d'un condensateur plan ; c'est le principe de fonctionnement d'un oscilloscope cathodique.

- 1) En supposant que la différence de potentiel électrique $U = V_A - V_C$ entre l'anode et la cathode est positive, déterminer l'expression de la vitesse v des électrons à la sortie de l'anode ; on admet que les électrons sont émis sans vitesse initiale.
 - 2) On considère un condensateur plan à plaques horizontales et on définit un repère cartésien d'étude $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ tel que les plaques soient parallèles au plan $(O, \vec{e}_z, \vec{e}_x)$ et l'épaisseur du l condensateur est parallèle à l'axe $(O, \vec{e}_y)$. On suppose que l'axe $(O, \vec{e}_x)$ passe par le milieu des plaques avec le point O situé juste à l'entrée du champ électrique uniforme $\vec{E} = -E\vec{e}_y$ entre les plaques. A partir du point O , avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0\vec{e}_x$, un électron issu d'un canon à électrons, traverse le champ avant d'en sortir. La distance horizontale des plaques suivant l'axe $(O, \vec{e}_x)$ est d ; voir le schéma de la figure 1 ci-dessous.
- a) Montrer que la trajectoire de l'électron est parabolique à l'intérieur des plaques
 - b) On s'intéresse au point d'impact de l'électron, sur un écran perpendiculaire à l'axe $(O, \vec{e}_x)$. Si Y est la distance de ce point par rapport à l'axe $(O, \vec{e}_x)$, montrer que Y est proportionnel à la tension U appliquée entre les plaques du condensateur.

Figure 1 :



Exercice 3

On considère une sphère, de centre O et de rayon R , dont la charge électrique totale Q est uniformément répartie dans le volume de la sphère.

- 1) Déterminer le champ électrique $\vec{E}$ créé par cette sphère en tout M de l'espace en appliquant le théorème de Gauss.
- 2) Dédire du calcul précédent le potentiel électrique V créé par la sphère en tout point M de l'espace.

Exercice 4

Les niveaux d'énergie E_n de l'atome d'hydrogène ont des valeurs discrètes données par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

Dans cette expression, n est un entier tel que $n \geq 1$ et $E_0 = 13,6 \text{ eV}$

- 1) Déterminer le niveau fondamental de l'atome
- 2) Déterminer l'expression de l'énergie d'un niveau excité
- 3) Quel est le niveau d'énergie de l'atome ionisé ?
- 4) Quelle énergie faut-il fournir à l'atome pour l'ioniser depuis son niveau fondamental ?
- 5) L'atome étant au niveau fondamental, il absorbe un photon pour passer à un niveau excité ; déterminer l'expression de la fréquence du photon absorbé.

&&&&

CONCOURS D'ENTREE A L'EAMAC NIVEAU : INGENIEUR. SESSION DE MAI 2012	EPREUVE DE PHYSIQUE DUREE : 3 HEURES
--	---

Exercice 1

On considère un gaz parfait enfermé dans une enceinte diatherme ayant la forme d'un cylindre dont l'une des bases est un piston mobile. Le milieu extérieur est à la température constante T_0 et à la pression constante P_0 .

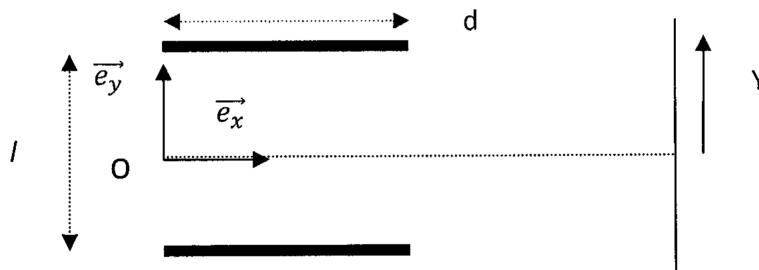
- 1) Déterminer l'expression du volume V_0 occupé par le gaz lorsqu'il est en équilibre avec le milieu extérieur.
- 2) On prépare le système de manière que son volume soit égale $\frac{V_0}{4}$ et on bloque le piston. Quel est le nouvel état d'équilibre du système ?
- 3) A partir cet état imposé au système, on débloque le piston ; décrire l'évolution de l'état du gaz.

Exercice 2

Un canon à électrons est formé par deux plans métalliques parallèles ; le premier plan, appelé cathode C comporte un filament chauffé qui émet des électrons. L'autre plan appelé anode A est percé d'un trou qui laisse passer les électrons accélérés. Le canon à électrons permet donc d'obtenir un faisceau rectiligne d'électrons. Ce faisceau peut être dévié à travers les plaques d'un condensateur plan ; c'est le principe de fonctionnement d'un oscilloscope cathodique.

- 1) En supposant que la différence de potentiel électrique $U = V_A - V_C$ entre l'anode et la cathode est positive, déterminer l'expression de la vitesse v des électrons à la sortie de l'anode ; on admet que les électrons sont émis sans vitesse initiale.
- 2) On considère un condensateur plan à plaques horizontales et on définit un repère cartésien d'étude $(O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ tel que les plaques soient parallèles au plan $(O, \vec{e}_z, \vec{e}_x)$ et l'épaisseur du l condensateur est parallèle à l'axe $(O, \vec{e}_y)$. On suppose que l'axe $(O, \vec{e}_x)$ passe par le milieu des plaques avec le point O situé juste à l'entrée du champ électrique uniforme $\vec{E} = -E\vec{e}_y$ entre les plaques. A partir du point O , avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0\vec{e}_x$, un électron issu d'un canon à électrons, traverse le champ avant d'en sortir. La distance horizontale des plaques suivant l'axe $(O, \vec{e}_x)$ est d ; voir le schéma de la figure 1 ci-dessous.
 - a) Montrer que la trajectoire de l'électron est parabolique à l'intérieur des plaques
 - b) On s'intéresse au point d'impact de l'électron, sur un écran perpendiculaire à l'axe $(O, \vec{e}_x)$. Si Y est la distance de ce point par rapport à l'axe $(O, \vec{e}_x)$, montrer que Y est proportionnel à la tension U appliquée entre les plaques du condensateur.

Figure 1 :



Exercice 3

On considère une sphère, de centre O et de rayon R , dont la charge électrique totale Q est uniformément répartie dans le volume de la sphère.

- 1) Déterminer le champ électrique $\vec{E}$ créé par cette sphère en tout M de l'espace en appliquant le théorème de Gauss.
- 2) Dédire du calcul précédent le potentiel électrique V créé par la sphère en tout point M de l'espace.

Exercice 4

Les niveaux d'énergie E_n de l'atome d'hydrogène ont des valeurs discrètes données par la relation :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$

Dans cette expression, n est un entier tel que $n \geq 1$ et $E_0 = 13,6 \text{ eV}$

- 1) Déterminer le niveau fondamental de l'atome
- 2) Déterminer l'expression de l'énergie d'un niveau excité
- 3) Quel est le niveau d'énergie de l'atome ionisé ?
- 4) Quelle énergie faut-il fournir à l'atome pour l'ioniser depuis son niveau fondamental ?
- 5) L'atome étant au niveau fondamental, il absorbe un photon pour passer à un niveau excité ; déterminer l'expression de la fréquence du photon absorbé.

&&&&

CONCOURS D'ENTREE A L'EAMAC NIVEAU : INGENIEURS SESSION DE MAI 2012	EPREUVE DE PHYSIQUE DUREE : 3 HEURES
--	---

Exercice 1

Le champ électromagnétique est représenté par le couple de vecteurs $(\vec{E}, \vec{B})$; où $\vec{E}$ est le champ électrique et $\vec{B}$ est le champ d'induction magnétique.

- 1) En se plaçant dans le vide, de perméabilité μ_0 et de permittivité ϵ_0 , donner les équations de Maxwell en fonction du champ électromagnétique.
- 2) Montrer que lorsqu'on est en dehors des volumes chargés, le champ électrique et le champ d'induction magnétique vérifient l'équation des ondes.
- 3) Dans le cas d'un champ scalaire, donner la forme des solutions simples de l'équation des ondes.

Exercice 2

En mécanique quantique, on convient de représenter l'état d'une particule ponctuelle, de masse m , par sa fonction d'onde $\psi(\vec{r}, t)$; où $\vec{r}$ est le vecteur-position de la particule et t est le temps. On suppose que la particule est soumise à une énergie potentielle $U(\vec{r})$.

- 1) Donner l'équation générale de Schrödinger que doit vérifier la fonction d'onde.
- 2) Donner la forme de la fonction d'onde lorsque l'énergie de la particule est indépendante du temps (état stationnaire).
- 3) Dédire de l'expression de $\psi(\vec{r}, t)$ l'équation stationnaire de Schrödinger.

Exercice 3

On considère une lentille mince convergente, de centre O et de distance focale f . On note F le foyer objet et F' le foyer image.

- 1) Déterminer la position d'un objet *réel* AB, sur l'axe optique de la lentille, pour que son image A'B' soit *réelle* ; illustrer la situation par un schéma.
- 2) Déterminer la position d'un objet *réel* AB, sur l'axe optique de la lentille, pour que son image A'B' soit *virtuelle* ; illustrer la situation par un schéma.

Exercice 4

On considère à la surface de la terre un système formé par une masse ponctuelle m et un ressort linéaire à spires non jointives ; on désigne par l_0 la longueur au repos du ressort et k sa raideur. Une extrémité du ressort est reliée à un point fixe O situé sur une potence immobile par rapport à la

terre ; et on place la masse à l'autre extrémité A du ressort. On suppose que le point A ne peut se mouvoir que suivant seulement l'axe verticale passant par O.

Prendre l'origine du repère cartésien d'étude en O et en considérant l'axe vertical passant par le point O comme l'un des axes de coordonnées ; cet axe sera orienté vers le bas.

- 1) Définir le repère cartésien d'étude et donner un schéma du système
- 2) Déterminer les coordonnées (x, y, z) du point A dans le repère d'étude
- 3) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la masse ponctuelle
- 4) Déterminer l'allongement Δl du ressort lorsque le point A est en équilibre
- 5) A partir de la position d'équilibre du point A, on le déplace, suivant l'axe vertical, d'une distance a vers le bas. Quel est le mouvement ultérieur du point A lorsqu'il est abandonné à partir de sa nouvelle position ?

&&&&

EXERCICE N°1

On considère l'unité de masse de gaz parfait. On rappelle que dans une transformation réversible d'un fluide, la quantité de chaleur mise en jeu dQ (c'est-à-dire échangée avec le milieu extérieur) s'écrit sous les formes :

$$dQ = C_V dT + \ell dV \quad \text{lorsque la température varie de } dT \text{ et le volume de } dV.$$

$$dQ = C_P dT + h dP \quad \text{lorsque la température varie de } dT \text{ et la pression de } dP.$$

- 1) Ecrire les expressions des différentielles de l'énergie interne dU , de l'enthalpie dH et de l'entropie dS . En déduire les relations:

$$\ell = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V, \quad h = -T \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P, \quad C_P - C_V = T \left(\frac{\partial P}{\partial T} \right)_V \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

- 2°) On considère l'unité de masse de gaz réel qui obéit à l'équation de Van der Waals :

$$\left(P + \frac{a}{V^2} \right) (V - b) = rT$$

- a) Etablir les expressions des coefficients ℓ et h .
- b) Etablir l'expression du travail reçu par le gaz, au cours d'une compression isotherme réversible s'effectuant entre les volumes V_1 et V_2 , à la température T .

- 3°) Que devient l'expression de ce travail, aux basses pressions ($b \ll V$) ?

- 4°) a) Déterminer la différence des chaleurs spécifiques $C_P - C_V$ du gaz, en fonction des variables indépendantes P , V et des constantes a , b et r .

- b) En tenant compte du fait que $\frac{a}{V^2} \ll P$ et $b \ll V$, trouver une formule approchée de $C_P - C_V$ en fonction des variables P et T .

EXERCICE N°2

Un point matériel M, de masse m, repéré par ses coordonnées polaires (r, θ) , est soumis à la force Newtonienne : $\vec{F} = \frac{-k}{r^2} \vec{e}_r$ (avec $\vec{OM} = \vec{r} = r\vec{e}_r$), de la part d'un point O. k est une constante positive.

1°) Montrer que l'équation de la trajectoire de M peut être mise sous la forme :

$$r = \frac{p}{1 + e \cos(\theta - \varphi_0)} ,$$

où φ_0 est l'axe focal à l'origine, p le paramètre de la conique et e son excentricité. Donner les expressions de p et e.

2°) On choisira la solution correspondant à $\varphi_0 = 0$. Calculer l'énergie potentielle E_p de M en fonction de k, p, θ et e. (On prendra l'origine des potentiels à l'infini).

3°) Calculer l'énergie cinétique E_c de M en fonction de k, p θ et e.

4°) Calculer l'énergie mécanique E de M. Montrer que E est constante.

On rappelle les formules de BINET :

$$\rho = \frac{1}{r} ; \quad V^2 = C^2 \left(\rho^2 + \left(\frac{d\rho}{d\theta} \right)^2 \right) \quad \text{et} \quad \vec{\gamma} = -C^2 \rho^2 \left(\frac{d^2\rho}{d\theta^2} + \rho \right) \vec{e}_r$$