CONCOURS DE RECRUTEMENT AU PROFESSORAT
DE L'ENSEIGNEMENT DU SECOND DEGRE AGRICOLE

CAPESA

SESSION 1998

Concours : INTERNE
Section : Physique - Chimie

EPREUVE N° 1

Composition de physique avec applications

(Coefficient : 2 - Durée : 4 heures)

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Le barème indiqué correspond à une notation sur 100 points qui sera ramenée sur 20 points après correction.

Papier millimétré nécessaire.

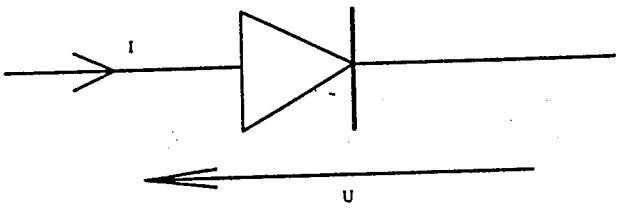
Si, au cours de l'épreuve, le candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale dans sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre pour cela.

I - ÉTUDE DE QUELQUES COMPOSANTS ÉLECTRONIQUES (30 points)

1 - DIODES A JONCTION

1.1 Caractéristiques

Une diode à jonction D est soumise à une tension continue U, à température constante. Elle est parcourue par un courant continu I. Les résultats sont portés dans le tableau suivant.



U mV	<0	0	100	200	300	400	500	600	700	750	800	850	860
I mA	0	0	0	0	0,25	0,50	1,00	4,00	10,00	19,70	57,60	168,00	209,00

1.11 - Tracer la courbe I = f(U).

1.12 - Déterminer graphiquement la résistance dynamique r de la diode D lorsqu'elle est parcourue par un courant I = 80 mA.

1.13 - Donner le modèle équivalent de la diode D, au point de fonctionnement I = 80mA.

1.14 - Une étude théorique de la diode D fournit l'expression de la caractéristique

$I = f(U)$ à la température $T = 300$ K : $$I = I_S \exp\left(\frac{e.U}{\eta.k.T}\right) \quad (1)$$

avec $e = 1{,}6.10^{-19}$ C ; $k = 1{,}38.10^{-23}$ J.K^{-1} ; I_s et η étant constantes à 300 K.

Montrer que pour $U \geq 0{,}750$V, la courbe tracée au 1.11 est correctement représentée par l'expression (1). Déterminer la valeur numérique des constantes I_s et η.

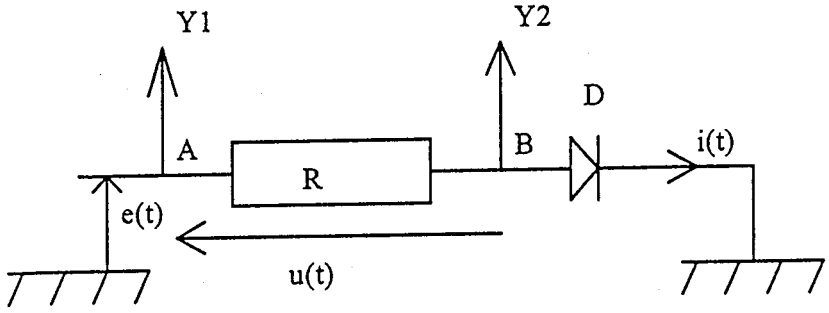
1.15 - On admet que la diode étudiée a une résistance nulle dans le sens passant et une résistance infinie dans le sens bloqué. Tracer la caractéristique $I = f(U)$ d'un tel composant dont la tension de seuil serait $U_S = 0{,}8$ V.

1.2 - Étude de quelques montages

Dans les montages de la question 1.2, la diode D est celle décrite à la question 1.15.

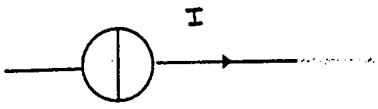
1.21 - Le montage ci-dessous est alimenté par une source de tension sinusoïdale de la forme $e(t) = E_m \sin\omega t$, avec $E_m > 0$. Les points A et B sont reliés aux entrées Y_1 et Y_2 d'un oscillographe. R est un conducteur ohmique de résistance R.

1.211 - Représenter suivant les valeurs de E_m sur un même graphe l'allure de e(t) et l'allure du signal à l'entrée Y2. Noter les valeurs caractéristiques.

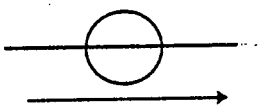


1.212 - Tracer l'allure de i(t). Donner l'intérêt d'un tel montage.

1.22 - Soient les deux montages N°1 et N°2 et pour lesquels on rappelle la signification des symboles suivants :

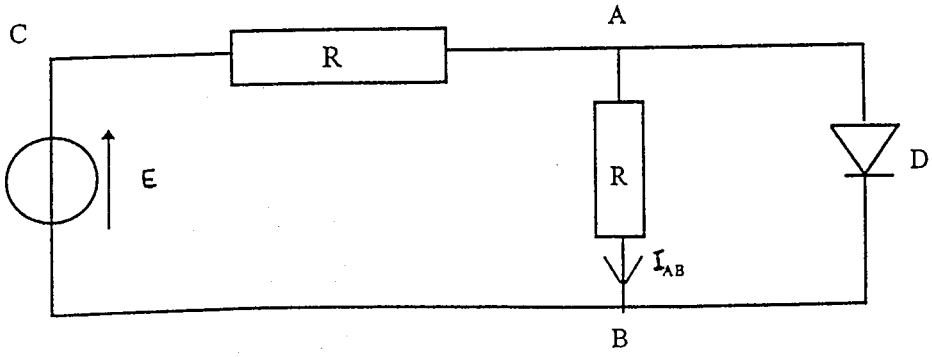


I > 0
Générateur de courant parfait

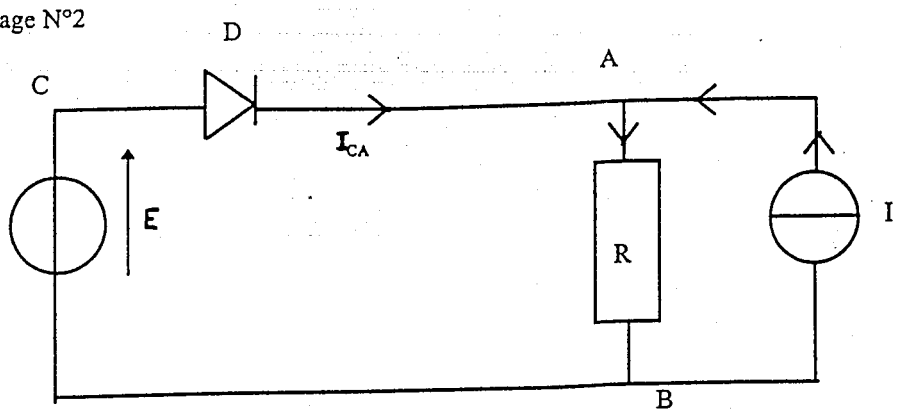


E > 0
Générateur de tension parfait

Montage N°1



Montage N°2

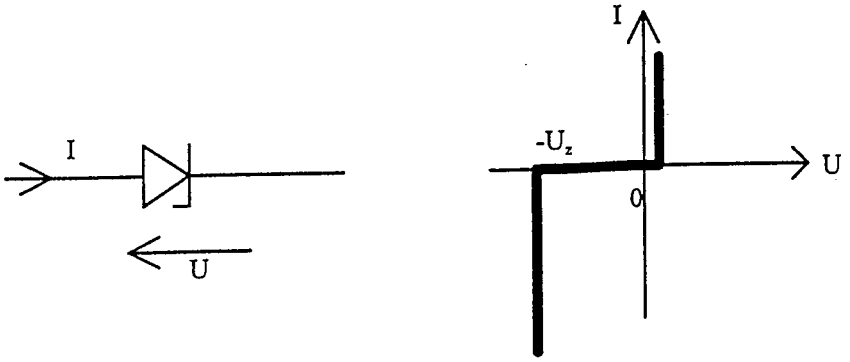


1.221 - Calculer l'intensité I_{AB} pour le montage N°1 avec R = 20 Ω et E = 20 V.

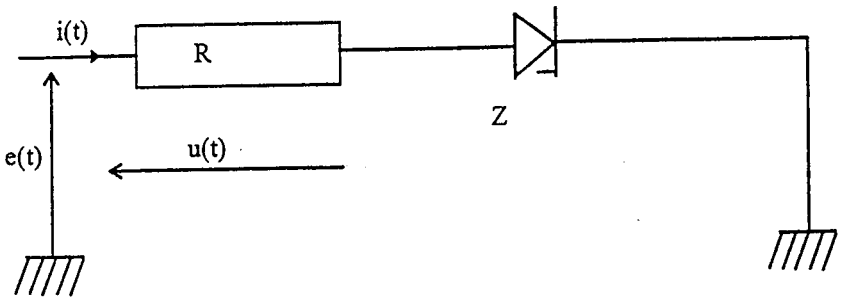
1.222 - Calculer I_{CA} pour le montage N°2 avec R = 20 Ω, E = 20 V et I = 2 A.

2 - DIODE ZENER

- On considère une diode Zener Z dont la caractéristique I(U) est représentée ci-dessous.

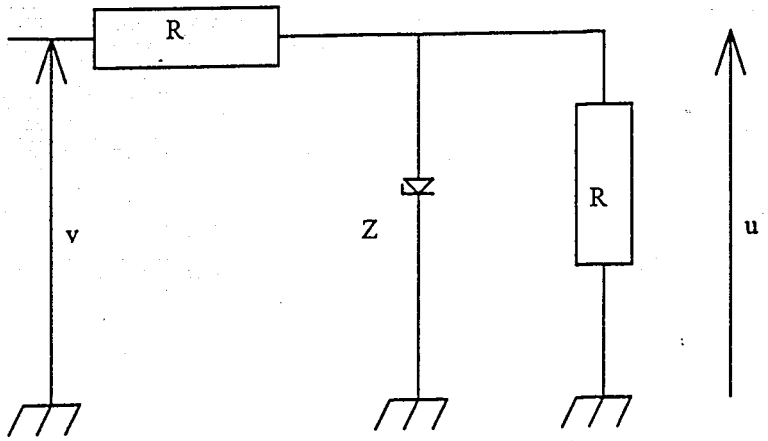


2.1 - Soit le montage alimenté par $e(t) = E_m \sin\omega t$ avec $U_z < E_m$



Représenter qualitativement sur le même graphe : e(t) et u(t).

2.2 - On considère le montage ci-dessous :



2.21 - Tracer qualitativement $u = f(v)$ pour $-3U_z \leq v \leq +3U_z$

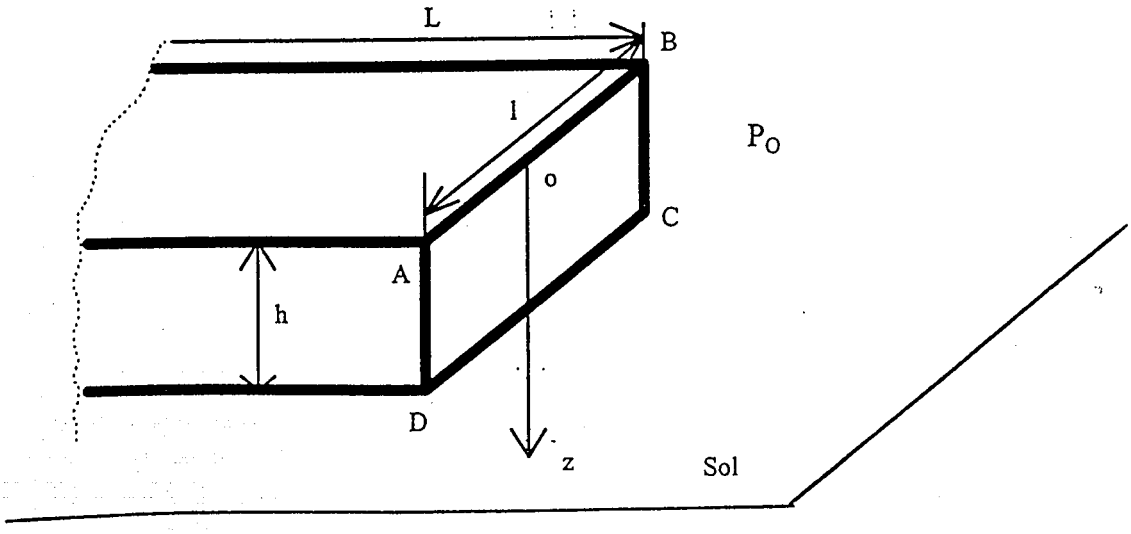
2.22 - La tension v est alternative sinusoïdale, de la forme $v = e(t) = E_m \sin \omega t$.

Tracer u(t) sachant $2U_z < E_m$.

II - <u>HYDROSTATIQUE</u> (25 points)

Une piscine reposant sur le sol a la forme d'un parallélépipède rectangle de longueur L, de largeur l et de hauteur h. Considérons la paroi ABCD représentée sur le schéma ci-dessous (la paroi opposée est désignée par A'B'C'D') :

On désigne par P_o la pression atmosphérique, par g l'intensité de la pesanteur au lieu considéré et par ρ la masse volumique de l'eau.L'eau de cette piscine sera considérée comme étant au repos et la hauteur d'eau égale à h.



1 - Établir l'expression donnant la pression de l'eau sur la paroi ABCD en fonction de la profondeur z.

2 - Soit $\delta\vec{f}$ la résultante des forces pressantes agissant sur les deux faces de la paroi ABCD entre les profondeurs z et z + dz. Représenter graphiquement $\frac{\|\delta\vec{f}\|}{dz}$ en fonction de z.

Exploiter ce graphique pour calculer numériquement la norme de la résultante $\vec{F}_\ell$ des forces pressantes s'exerçant sur la paroi ABCD.

3 - Déterminer le point d'application de la résultante $\vec{F}_\ell$ des forces pressantes s'exerçant sur la paroi ABCD.

3.1 - Déduire des résultats précédents les caractéristiques (direction, sens, valeur de la norme) de la résultante des forces pressantes sur chacune des autres parois (côtés et fond).

3.2 - Etablir des caractéristiques de la résultante de l'ensemble des forces pressantes sur les parois de la piscine. Déterminer la réaction du sol. Conclure.

Données :

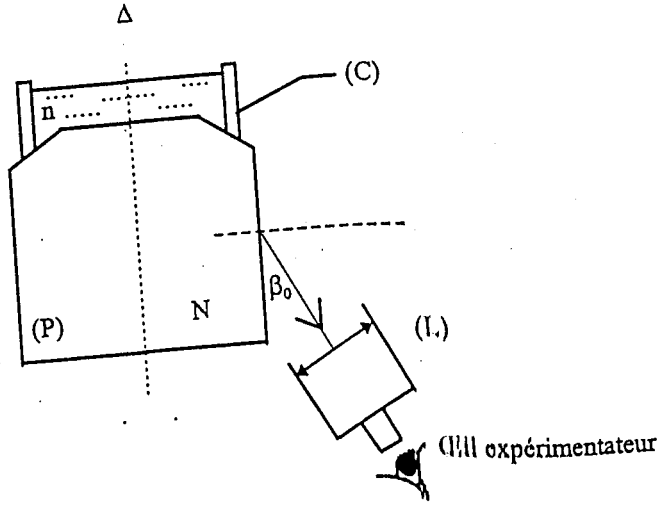
masse volumique de l'eau : $\rho = 10^3$ kg.m^{-3}
L = 10,0 m ; l = 3,0 m ; h = 1,5 m
$P_o = 1{,}013.10^5$ Pa
g = 9,81 m.s^{-2}

III - ÉTUDE DE LA RÉFLEXION TOTALE - APPLICATION AUX FIBRES OPTIQUES

(20 points)

1 - Un rayon incident SI se propageant dans un milieu 1, d'indice absolu N_1, aborde la surface de séparation avec un milieu 2 d'indice absolu N_2. On note i_1 l'angle d'incidence et i_2 l'angle de réfraction. Tracer sur un schéma la marche d'un rayon lumineux dans le cas où le milieu 2 est plus réfringent que le milieu 1. Donner les lois de la réfraction correspondant à ces données et montrer qu'il existe toujours un rayon réfracté.

2 - Un réfractomètre est un appareil destiné à déterminer l'indice de réfraction d'un produit. Un modèle peut être schématisé ainsi :



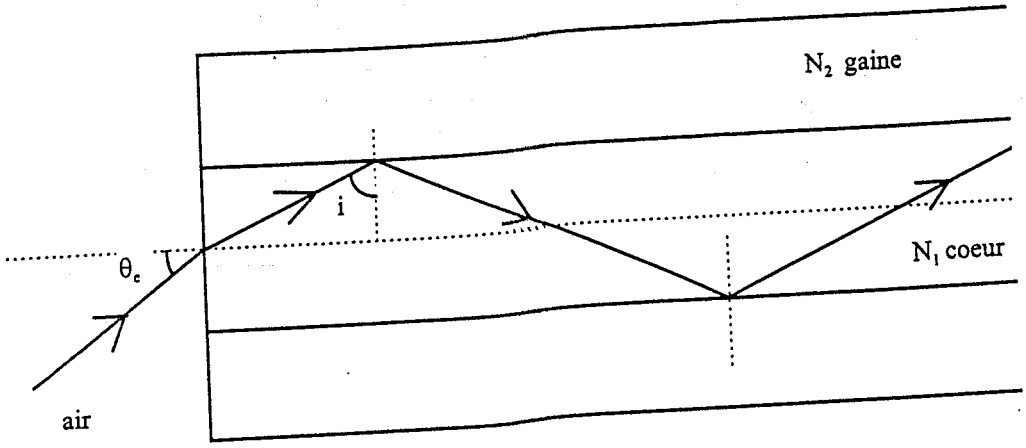
Le produit dont on veut déterminer l'indice absolu n est placé dans la cuve notée (C), au-dessus d'un prisme en verre (P), d'indice absolu N. On suppose N > n.
Pour déterminer l'indice n, l'expérimentateur est amené à repérer la limite entre une plage sombre et une plage claire en visant à l'aide d'une lunette (L).
L'angle de l'axe de la lunette avec l'axe de symétrie (Δ) du prisme vaut alors β_0.

2.1 - Reproduire le schéma du réfractomètre et construire les rayons lumineux convenablement choisis pour mettre en évidence l'existence de la plage sombre et de la plage claire.

2.2 - Expliquer le principe du contrôle réfractométrique d'une solution. Montrer que la connaissance de β_0 permet de déterminer l'indice de la solution étudiée. Donner un exemple d'application de ce type de contrôles.

3 - Si le milieu 2 (question 1) est moins réfringent que le milieu 1, montrer qu'il existe une valeur limite i_l de i_1, telle que $\sin i_l = \frac{N_2}{N_1}$ pour que l'on observe un rayon réfracté.

4 - Si $i_1 > i_l$ on assiste au phénomène de réflexion totale. Celui-ci trouve une application dans les fibres optiques.
Les fibres optiques à saut d'indice sont constituées d'un coeur cylindrique, de diamètre de l'ordre du millimètre, transparent, d'indice absolu N_1 entouré d'une gaine concentrique d'indice absolu N_2. Le coeur et la gaine sont en contact optique. La lumière qui pénètre dans le coeur à une extrémité de la fibre, est transmise à l'autre extrémité par réflexion totale sur la surface de séparation coeur-gaine.



Montrer par un calcul simple que θ_e (angle d'entrée) doit être inférieur à un angle limite θ_l à définir pour qu'il y ait propagation de la lumière le long de la fibre.

Calculer θ_l pour $N_1 = 1{,}50$ et $N_2 = 1{,}48$.

On prendra l'indice absolu de l'air $N_{air} = 1$.

IV - ÉTUDE D'UN SUJET DE BACCALAURÉAT (20 points)

L'annexe reproduit une question de physique qui a été posée au baccalauréat.

1 - Réaliser le corrigé type de cette question.

2 - Établir la grille de correction correspondante en faisant apparaître :

- les capacités évaluées
- les critères de correction avec les indicateurs retenus (positifs, négatifs)
- le barème

V - A PROPOS DE TRAJECTOIRES (5 points)

Expliquer pourquoi la trajectoire du centre d'inertie d'une balle de tennis ne peut pas en général être assimilée à une parabole.

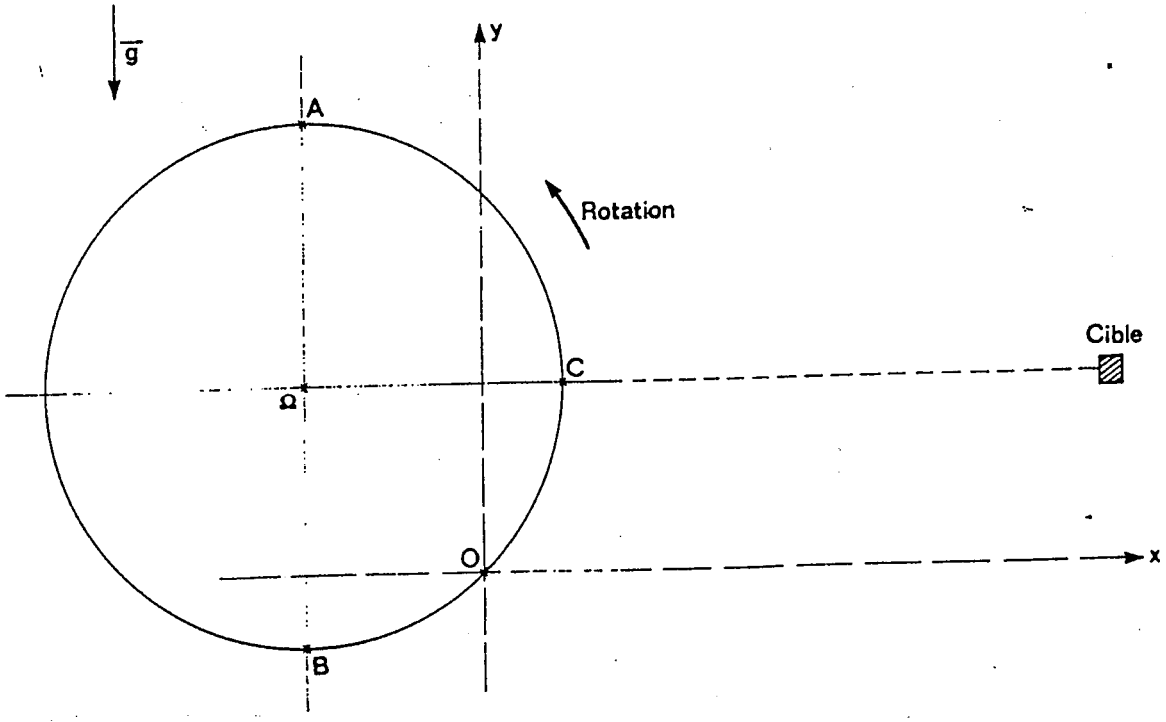
PHYSIQUE

QUESTION P1 *(5 points)*

Trajectoire d'un projectile lancé à l'aide d'une fronde

Une fronde est constituée de deux cordelettes inextensibles retenant un projectile de masse M = 100 g, supposé ponctuel. Elle est maniée par le lanceur de façon à ce qu'elle décrive un cercle vertical de centre Ω et de rayon R, à la vitesse angulaire ω constante.

R = 0,80 m.



1. Sachant que la fronde tourne à une vitesse constante N = 100 tours par minute, en appliquant une relation de la dynamique, calculer la valeur de la tension des deux cordelettes aux points A, B et C précisés sur le schéma.

2. Le lanceur lâche brusquement le projectile en libérant une cordelette au moment où celui-ci passe par le point O. Les cordelettes font alors un angle de 45° par rapport à la verticale.

   a. Établir l'équation de la trajectoire du projectile dans le repère O*xy* (O*x* horizontal dirigé dans le sens du mouvement et O*y* vertical ascendant).

   b. En déduire la distance à laquelle doit se trouver une cible ponctuelle située dans le même plan horizontal que le point Ω, pour être atteinte. Plusieurs solutions sont-elles possibles ? Expliquer.

   On prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.