MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

DIRECTION GENERALE DE L'ENSEIGNEMENT
SUPERIEUR ET DE L'EMPLOYABILITE **(DGESE)**

--------------------------------

Institut National Polytechnique
Félix Houphouët – Boigny
SERVICE DES CONCOURS

REPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
*Union - Discipline - Travail*

# Concours A2GP session 2016

**Composition : Physique 6 (mécanique, électricité, optique)**

**Durée : 3 Heures**

*Ce sujet comporte trois parties distinctes et indépendantes que le candidat traitera séparément et rendra simultanément.*

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

*Les numéros des questions doivent être respectés.*

## PREMIERE PARTIE : ELECTROCINETIQUE

### I- 1 Régime transitoire

On considère le circuit ci-dessous (figure 1). L'interrupteur K est ouvert depuis très longtemps. A l'instant t=0, pris comme origine des temps, on ferme K.

I-1.1 Préciser les expressions de i, $i_1$, $i_2$ et u à l'instant $t=0^-$ juste avant la fermeture de K en fonction de E et R.

I.1.2 même question à l'instant $t=0^+$ juste après la fermeture.

I.1.3 Même question quand t tend vers l'infini.

I.1.4 Montrer en transformant le réseau que le circuit est équivalent à un circuit RC en charge dont on précisera les caractéristiques.

I.1.5 En déduire l'équation différentielle vérifiée par u(t) puis la résoudre.

I.1.6 Tracer l'allure de u(t).

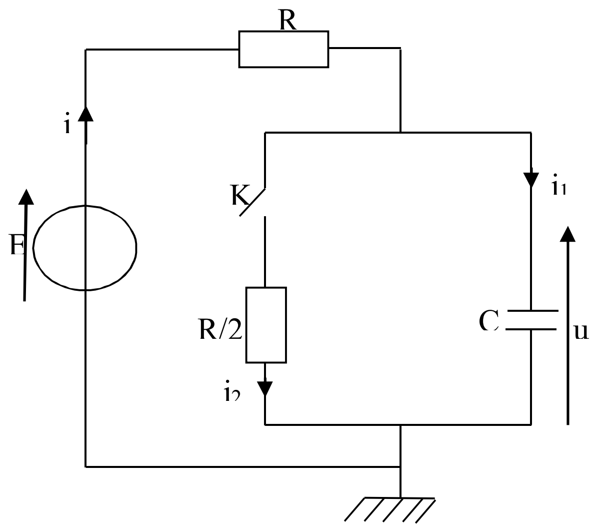


Figure 1

### I.2 Régime sinusoïdal forcé : puissance consommée dans un circuit

On considère le circuit ci-dessous (figure 2) alimenté par un GBF délivrant une tension sinusoïdale de fréquence 50 Hz. On a trouvé expérimentalement, les expressions des amplitudes complexes suivantes pour les intensités de courant en A: $\underline{I}_1=2e^{-j\frac{\pi}{3}}$ ; $\underline{I}_2=5e^{j\frac{\pi}{3}}$ ; $\underline{I}_3=1$.

I.2.1 Déterminer le module et la phase de l'intensité du courant I. En déduire l'expression temporelle de I : I(t).

I.2.2 Même question pour la tension délivrée par le générateur.

I.2.3 Dire si le circuit étudié est capacitif, inductif ou résistif. *Justifier votre réponse.*

I.2.4 calculer numériquement la puissance moyenne consommée.

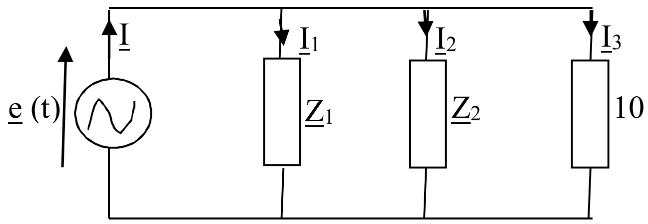


Figure 2

## DEUXIEME PARTIE : OPTIQUE

II.1 Déterminer géométriquement le rayon émergent (2) ou le rayon incident (1) dans chaque cas de la figure 3. Prendre OF'= 1cm.

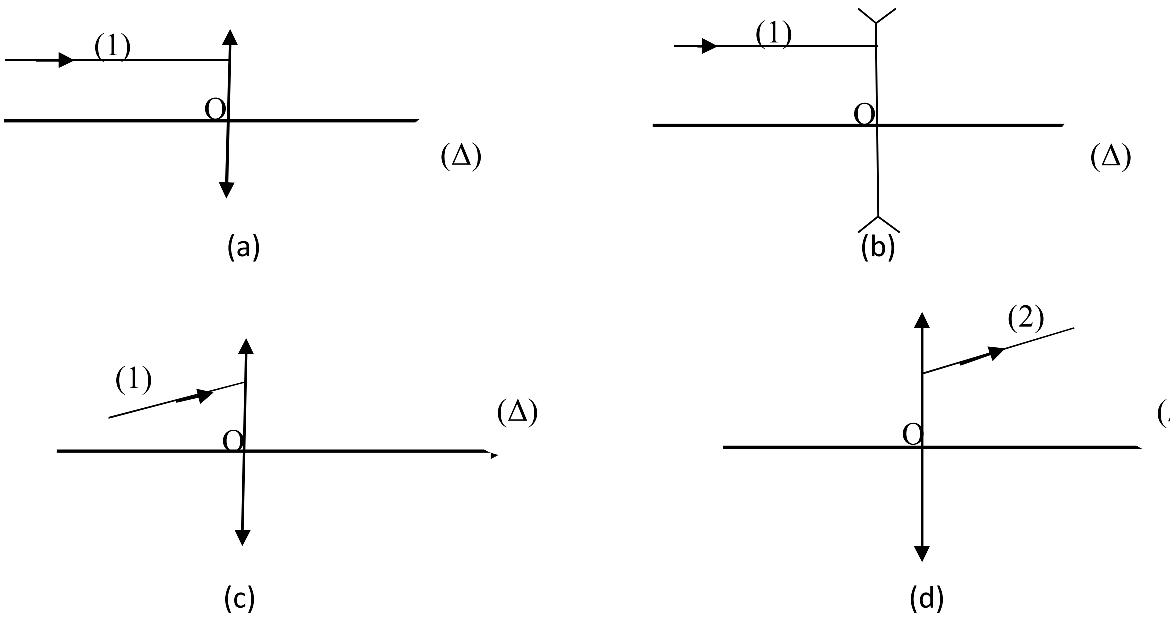


Figure 3

II.2 On considère une lentille plan convexe.

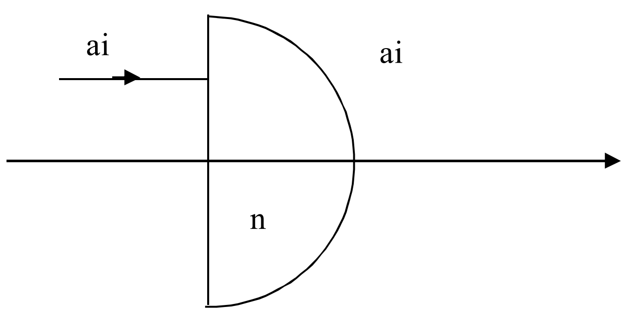


Figure 4

II.2.1 Qu'appelle -t-on approximation de Gauss ?

II.2.2 Tracer la marche d'un rayon incident parallèle à l'axe optique jusqu'à sa sortie de la lentille.
*L'angle d'incidence sur le dioptre convexe de rayon R sera noté i et l'angle de réfraction, r.*

II.2.4 Montrer que dans les conditions de Gauss, à partir des lois de Descartes que la vergence de la lentille est V = (n-1)/R.

## TROISIEME PARTIE : MECANIQUE

On considère un tuyau cylindrique, de rayon R, de longueur L, horizontal et parcouru par un fluide de viscosité $\eta$. La pression sur l'axe du cylindre est $P_1$ à l'entrée et $P_2$ à la sortie. On rappelle que $\eta$ intervient dans la force surfacique qu'exerce une partie d'un fluide sur une autre de vitesse différente. Si l'écoulement se fait sur un axe x et la vitesse dépend de y (figure 5), cette force surfacique exercée par la partie de y le plus grand sur celle de y le plus petit est : $\vec{f}_S = \eta \frac{\partial V}{\partial y} \vec{e}_x$.

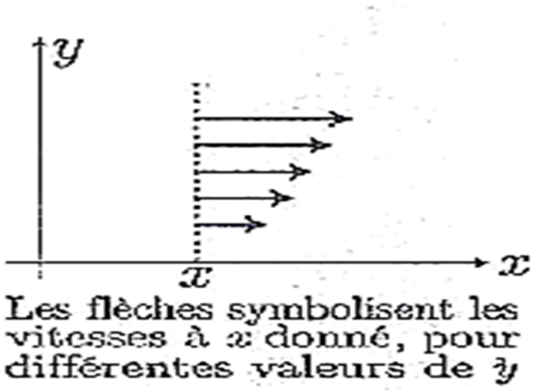


Figure 5

III.1. Pour savoir si l'écoulement est turbulent ou laminaire, on considère un nombre sans dimension d'autant plus grand que l'écoulement est turbulent. Ce nombre est de Reynolds que l'on notera $R_e$. Il utilise les grandeurs physiques $\eta$, $\mu$, la masse volumique du fluide, V, la vitesse caractéristique de l'écoulement.

III.1.1 Dans le problème qui nous occupe, prend-on pour l le rayon R ou la longueur L ?
Expliquer pourquoi.

III.1.2.En faisant une analyse dimensionnelle de $l^{\alpha} V^{\beta} \eta^{\gamma} \mu$, déterminer les valeurs possibles des coefficients $\alpha, \beta$ et $\gamma$ pour former un nombre sans dimension.

III.2. On va considérer les coordonnées cylindriques axées sur le tuyau figure 6).

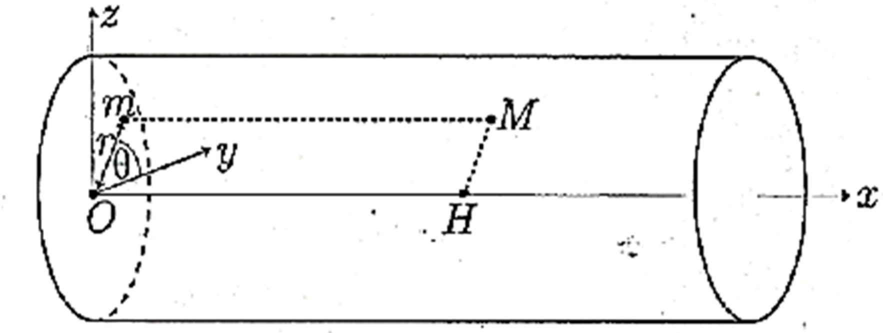


Figure 6

Un point M est repéré, soit par ses coordonnées cartésiennes, soit par ses coordonnées cylindriques $(r, \theta, x)$. Le point m est le projeté de M sur le plan Oyz, H est le projeté de M sur Ox, r et $\theta$ sont les coordonnées polaires de m dans ce plan ou Oy est l'axe polaire. L'axe Ox est l'axe du tuyau et le point O est à son entrée (la pression y est donc $P_1$ ).

On va considérer un écoulement laminaire permanent suivant l'axe du tuyau.

La pesanteur sera négligée. On supposera que la vitesse est de la forme : $\vec{V}(M) = V((r)\vec{e}_x$.

III.2.1.Indiquer qualitativement comment la pesanteur intervient dans ce problème et pourquoi on la néglige.

III.2.2.Faire un bilan de force sur un volume élémentaire de fluide autour de M de coordonnées $(r, \theta, x)$. Montrer que, dans ces conditions, la pression ne dépend pas de $\theta$, ni de $r$.

III.2.3.Déduire du bilan précédent les variations de P suivant $r$ et suivant x.

III.2.4.Montrer que la pression ne dépend pas de $r$.

III.2.5.Exprimer $P(x)$.

III.2.6.Déterminer $V(r)$ et en déduire la vitesse moyenne $V_m$ et le débit volumique $D_v$ dans le cylindre.

III.2.7.Rappeler la signification physique d'une impédance (ou d'une résistance). Définir alors k, la résistance hydraulique du tuyau, en dégageant la signification physique des deux paramètres physiques que l'on utilise (on illustrera la définition générale). En déduire son expression en fonction des caractéristiques du tuyau et du liquide.

III.2.8.On considère l'eau se trouvant à l'instant $t$ dans le tuyau élémentaire horizontal de longueur L et d'épaisseur $dr$. déterminer le élémentaire des forces de pressions qui s'exercent sur ce système entre $t$ et $t + dt$ . En déduire $P_p$, la puissance des forces pressantes qui s'exercent sur le fluide contenu dans l'ensemble du tuyau et $P_v$, la puissance dissipée par viscosité.

III.3.On va appliquer les relations précédentes à un cas physique.

On donne : $g = 10 m.s^{-2}$, $\eta_{eau} = 10^{-3}$Pl et $\mu_{eau} = 1000 kg.m^{-3}$. Dans cette application, on considère un réseau de distribution d'eau domestique. Ce type de circuit est alimenté par des châteaux d'eau qui assurent la mise en pression du réseau.

III.3.1.Quel est l'ordre de grandeur de la pression qui peut être attendue dans une canalisation, au pied d'un château d'eau de $25$m de haut. On supposera que le débit d'eau dans la canalisation est suffisamment faible pour ne pas perturber le champ de pression dans le château d'eau.

III.3.2.Soit une conduite d'eau de $100$m de longueur et de section $1cm^2$ partant du pied de ce château d'eau. L'autre extrémité de la canalisation est à l'air libre. Quel débit peut-on attendre en sortie, en supposant que la relation précédemment établie s'applique bien ? Quelle est la vitesse maximale atteinte dans la canalisation ?

III.3.3.Quelle est la puissance dissipée par la viscosité ? Sachant que pour l'eau, la capacité thermique massique vaut $c_{eau} = 4{,}18 J .k^{-1}. g^{-1}$, estimer l'élévation de température produite si l'eau récupère toute l'énergie dissipée. Conclure.