

**Concours d'entrée en 3^{ème} année de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique,
Université de Yaoundé 1
Année académique 2000-2001**

**Première épreuve de Sciences Physiques
Durée 3 heures--documents non autorisés**

Exercice 1

1. Un disque circulaire de centre O, de rayon R et d'axe Ox porte une densité superficielle de charges σ uniforme. Calculer le champ électrostatique $\vec{E}_1$ et le potentiel électrostatique V_1 créés par cette distribution de charges en un point M de son axe situé à une abscisse x de son centre.
2. En déduire le champ électrostatique $\vec{E}_2$ créé par un plan infini.
3. Retrouver le résultat du plan par le théorème de Gauss.
4. En coordonnées cartésiennes ; la région comprise entre les plans $x=-a$ et $x=a$ ($a>0$) porte la densité volumique de charges ρ ($\rho>0$) uniforme
 - a) calculer le champ électrostatique $\vec{E}_3$ créé par cette distribution dans tout l'espace
 - b) En déduire le potentiel électrostatique V_3 dans tout l'espace.

Exercice 2

1. Calculer l'induction magnétique b créée par un courant circulaire I de centre O et de rayon R en un point M de son axe Ox situé à une distance x de son centre.
2. Un solénoïde parcouru par un courant I possède N spires de rayon R, régulièrement réparties le long de l'axe Ox sur une longueur L
 - a) Calculer l'induction magnétique $\vec{B}$ en un point M de l'axe du solénoïde.
 - b) Etendre ce résultat à un solénoïde infini.

Exercice 3

1. Montrer que le principe de conservation de la charge électrique entraîne la relation de continuité

$$\text{div. } \vec{j} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$$

$\Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow$

2. Montrer que les équations de Maxwell $\text{div } \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ et $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 (\vec{J} + \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t})$ impliquent la relation de continuité.

3. On se propose d'étudier dans le vide la propagation d'ondes électromagnétique non plane. On se place dans le cas simple où le champ électrique, se propageant suivant la direction de l'axe Oz, d'un trièdre Oxyz, est de la forme suivante (ω est la pulsation du signal)

$$\vec{E}(X(x) \cos(\omega t + \phi(z)), 0, Z(x) \cos(\omega t + \phi(z) + \phi_0))$$

$X(x), Z(x), \phi(z)$ sont des fonctions réelles avec les conditions

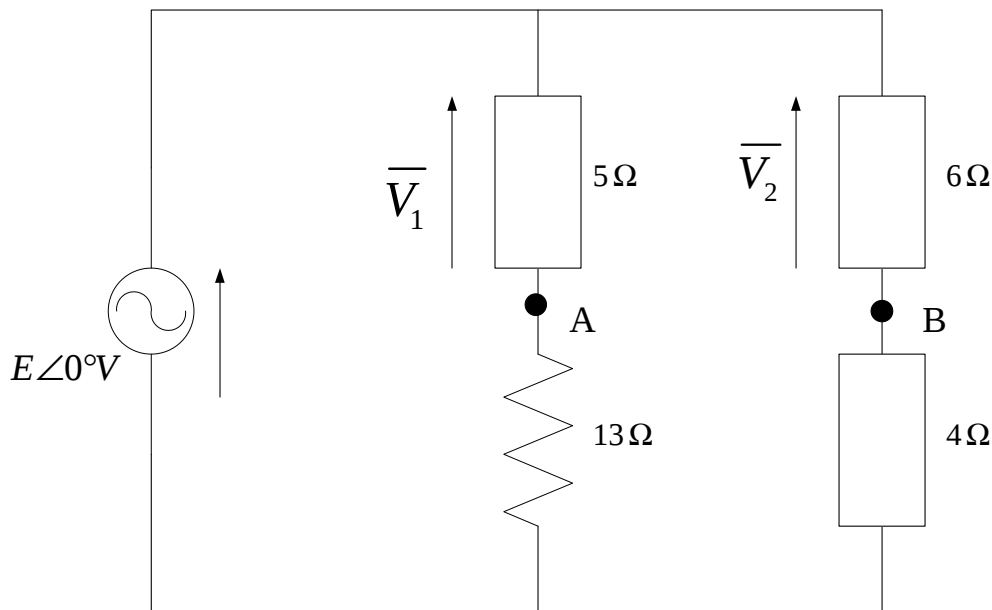
$$\phi(0) = 0, \frac{d\phi}{dz} < 0 \quad \phi_0 \text{ est une constante réelle positive telle que } 0 < \phi_0 < \pi ; \omega \text{ est la pulsation du signal.}$$

- En utilisant la représentation complexe, écrire les équations des composantes complexes du champ E_x^* E_y^* E_z^*
- A partir de l'équation locale exprimant la neutralité électrique, du milieu de propagation, établir une équation différentielle entre les fonctions $X(x)$; $Z(x)$; $\phi(z)$
- Calculer la constante ϕ_0 .

Exercice 4

On considère le circuit ci-dessous dans lequel la valeur efficace de la tension complexe $\overline{V}_{ab}$ est de 25 v

- Trouver la relation entre les tensions complexes v_1 et v_2 .
- En exprimant v_{ab} en fonction de v_2 , calculer $e = E \angle 0^\circ$.



Exercice 5

- On veut redresser la tension qui alimente une résistance R. faire un schéma du circuit alimenté à partir du secondaire du transformateur en indiquant par des flèches les sens des intensités et des tensions.
 - Pour le redressement simple alternance
 - Pour le redressement double alternance avec point milieu
- On suppose que la tension à redresser est de la forme : $e(t) = E\sqrt{2} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$. Représenter la tension aux bornes de la résistance
 - Pour le redressement simple alternance
 - Pour le redressement double alternance avec point milieu
- Calculer la valeur moyenne de la tension aux bornes de la résistance.

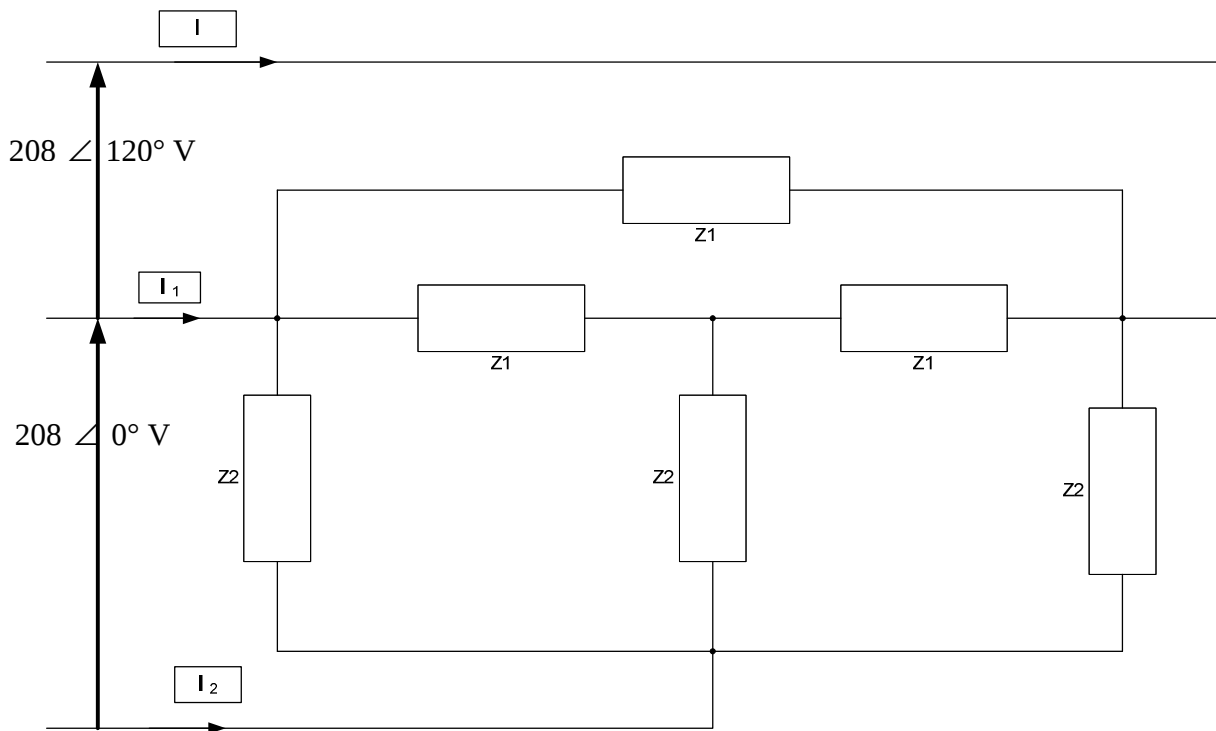
On considère le circuit ci-dessous :

Avec $Z_1 = 15 \angle 30^\circ \Omega$ et $Z_2 = 30 \angle 45^\circ \Omega$.

1.

Transformer ce schéma en circuit étoile.

2. Faire le schéma équivalent à un conducteur et déduire la puissance active totale et le facteur de puissance.



**Concours d'entrée en 3^{ème} année de l'Ecole Nationale Supérieure Polytechnique,
Université de Yaoundé 1
Année académique 2000-2001**

**Deuxième épreuve de Sciences Physiques
Durée 3 heures--documents non autorisés**

Exercice 1

Une lunette de Galilée est constituée d'une première lentille mince convergente L_1 de distance focale $f_1 = 0,3$ m (objectif) et d'une seconde lentille divergente L_2 de distance focale $f_2 = 0,12$ m (oculaire). Les centres optiques O_1 et O_2 des deux lentilles sont placés à $d = 0,22$ m l'un de l'autre. On observe à l'aide de cette lunette un objet très éloigné vu sous un diamètre apparent $\alpha = 1^\circ$.

1. Faire un schéma soigné montrant la marche d'un faisceau lumineux et la position de l'image finale $A'B'$.
2. Donner les caractéristiques de l'image $A'B'$ (taille, position, nature).

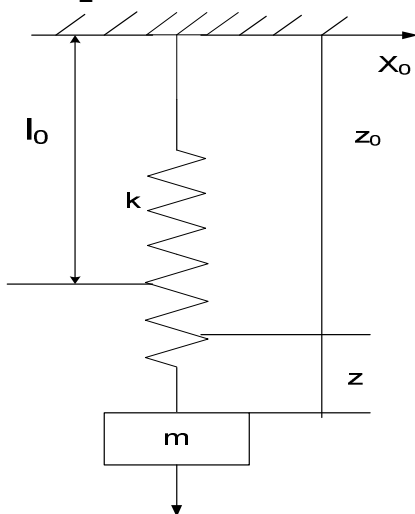
Exercice 2

Dans un plan affine P , on considère un polygone régulier de 24 côtés de sommets A_k . On effectue sur ces sommets la translation t de vecteur k unitaire et orthogonal à P et on note $t(A_k) = (B_k)$. Soit U le torseur somme des 24 glisseurs définis par les bipoints (A_k, B_{5k+3}) . Déterminer l'axe central et les éléments de réduction du torseur U .

Exercice 3

On considère le ressort de raideur k et de longueur à vide l_0 représenté dans la figure ci-dessous. Montrer que si z désigne le déplacement de la masse m , par rapport à sa position d'équilibre statique z_0 , la fonction de force due au poids et au ressort est :

$$U = -\frac{k}{2} z^2 + \text{cte}$$



Exercice 4

Deux référentiels $(\mathcal{R}_i)$ $(O_i, \vec{x}_i, \vec{y}_i, \vec{z}_i)$ fixe et $(\mathcal{R}_k)$ $(O_k, \vec{x}_k, \vec{y}_k, \vec{z}_k)$ mobile sont tels que :
 $\vec{O_i O_k} = (2t+1)\vec{y}_i$; $(\vec{x}_i, \vec{x}_k) = \omega t$; $\vec{z}_i = \vec{z}_k$

Une particule M a les coordonnées suivantes dans $(\mathcal{R}_k)$: $(2\cos \omega t, -2\sin \omega t, 0)$. On suppose que ω est constant.

Utiliser la composition des mouvements pour donner la vitesse et l'accélération absolues du point M, exprimées dans $(\mathcal{R}_k)$. (On donnera en passant les différentes composantes (relatives, d'entraînement, etc.) avant d'exprimer la grandeur absolue).

Exercice 5

Pour une mole de gaz, la loi de Van der Wals s'écrit :

$$(P + \frac{A}{V^2})(V - B) = RT$$

5. Déterminer l'expression de la différentielle dH de l'enthalpie de ce gaz en fonction des coordonnées thermodynamiques et de leurs différentielles.

6. une mole de ce gaz subit une transformation isochore ou à volume constant (Volume initial V) pendant laquelle sa pression passe de P_1 à P_2 .

- Déterminer la variation ΔH de son enthalpie.
- A.N. $P_2 = 2P_1 = 2 \text{ atm}$ $A = 1,30 \cdot 10^{-1} \text{ Pa} \cdot \text{m}^6$ $R = 8,34 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
- $C_V = 4,95 \text{ cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1}$ $V = 0,1 \text{ litre}$ $B = 3,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$.

Exercice 6

On considère la réaction symbolique $A \longrightarrow B$

- Calculer le temps $t_{1/2}$ et $t_{1/3}$ en supposant que la vitesse de la réaction possède successivement les ordres 1 et 2 par rapport au produit A.
- A température constante, la vitesse de la réaction $2\text{N}_2\text{O}_5 \longrightarrow \text{O}_2 + 4\text{NO}_2$ ne dépend que de la concentration de N_2O_5 à l'instant considéré. Par ailleurs, on constate que le temps de demi réaction est indépendant de la concentration de départ

a) Quel est l'ordre de la réaction ? Pourquoi ?

- La constante de vitesse de cette réaction vaut $4,87 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ à 338 K et son énergie d'activation est 102,8 kJ/mol. Calculer la valeur de la constante de vitesse à 308 K.

a) soit enfin la réaction de décomposition de la nitramide

$\text{NO}_2\text{NH}_2 \longrightarrow \text{H}_2\text{ON}_2\text{O}$ (gaz). On mesure à 298 K et sous une pression de 1 atm, le volume de NO_2 dégagé. Dans une expérience, on dissout 0,0503 g de nitramide dans un litre de solution acide. On obtient les résultats suivants :

t (min)	0	150	200	300	460	640	1350	1424
NO_2 (cm ³)	0	2.37	3.15	4.59	6.40	8.32	13.42	13.77

A quel volume de N_2O correspondait la décomposition totale de la nitramide ?

Exercice 7

Calculer la concentration en ion Ag^+ d'une solution saturée en chlorure d'argent.

1. dans l'eau pure.
2. dans une solution de chlorure de sodium à 0.2 mol/l.

Le produit de solubilité du chlorure d'argent est $K_s = 1.6 \cdot 10^{-10}$ si les concentrations sont en mol/l.

Exercice 8

On veut étudier les couples Na/Na₂O et Cr/Cr₂O₃.

On prendra les grandeurs de référence $T^\circ = 298 \text{ K}$, $P^\circ = 1 \text{ bar}$ et $R = 8.314 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$.

1. écrire les équations d'oxydation du sodium et du chrome relatives à la consommation d'une mole de dioxygène.
2. Déterminer les expressions donnant les enthalpies libres de réaction $\Delta_r G^0(t)$ relatives à Na/Na₂O et Cr/Cr₂O₃ dans le domaine 300- 1100 K.
3. représenter le diagramme d'Ellingham correspondant.

Dans quel domaine de température le Na(s) est-il plus réducteur que le Cr(s) ? Ecrire l'équation bilan correspondant.