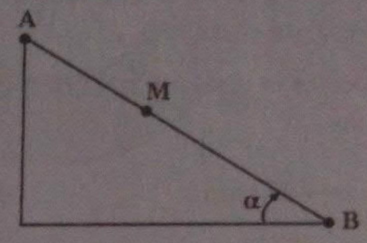
Durée : 1h30

EPREUVE DE PHYSIQUE

Parties abordées : Mécanique – Électrocinétique – Optique – Électrostatique – Magnétostatique
L'épreuve de physique de ce concours est un questionnaire à choix multiple (QCM).
Parmi les réponses proposées, une seule est exacte.
Certaines questions sont liées :
[1,2] [3,4,5] [6,7,8] [9,10] [11,12,13,14,15] [16,17,18,19,20]

Question 1 :

Un skieur représenté par un point M de masse $m = 82\ kg$ (équipement compris) se lance sans vitesse initiale d'un point A, sur une piste de descente rectiligne faisant un angle $\alpha = 35°$ avec l'horizontale. On modélise les actions mécaniques dues aux frottements des skis sur la neige par une force f, opposée au mouvement, et d'intensité constante $f = P/12$ où P représente le poids total du skieur.



On considère sur la piste un autre point B aligné avec le point A et tel que : $AB = 150\ m$.

La vitesse V_B du skieur au point B a pour valeur (en km/h) :

a) $V_B = 98{,}4$ km/h b) $V_B = 52{,}4$ km/h c) $V_B = 37{,}9$ km/h d) $V_B = 136{,}6$ km/h

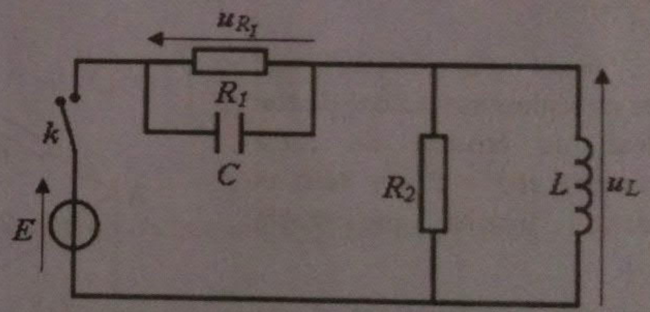
Question 2 :

Quelle est la durée t_{AB} en seconde (s) du trajet AB ?

a) $t_{AB} = 7{,}90$ s b) $t_{AB} = 1{,}78$ s c) $t_{AB} = 5{,}12$ s d) $t_{AB} = 6{,}74$ s

Question 3 :

Un système électronique (figure ci-contre) comporte deux résistors de résistances R_1 et R_2, un condensateur de capacité C, une bobine supposée idéale d'inductance L, un générateur idéal de tension continue E, et un interrupteur k initialement *fermé*.



En régime stationnaire établi (ou permanent), la tension aux bornes du résistor R_1 est :

a) $u_{R_1} = E\dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$ b) $u_{R_1} = 0$ c) $u_{R_1} = E$ d) $u_{R_1} = E\dfrac{R_1 R_2 C}{L}$

Question 4 :

En régime stationnaire établi, la puissance reçue par le résistor R_2 est :

a) $P_{R_2} = R_2\left(\dfrac{E}{R_1 + R_2}\right)^2$ b) $P_{R_2} = 0$ c) $P_{R_2} = \dfrac{E^2}{R_2}$ d) $P_{R2} = \dfrac{1}{2}CE^2$

Question 5 :

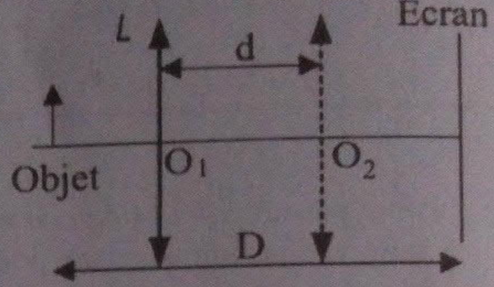
Le régime stationnaire étant atteint. A un instant pris comme origine des temps ($t = 0$), on ouvre l'interrupteur k. Quelle est l'équation différentielle vérifiée par u_L ?

a) $\frac{du_L}{dt}+\frac{R_2}{L}u_L=0$ b) $LC\frac{d^2u_L}{dt^2}+\left(\frac{L}{R_1}+\frac{L}{R_2}\right)\frac{du_L}{dt}+u_L=0$

c) $\frac{du_L}{dt}+\frac{R_2}{L}u_L=E$ d) $LC\frac{d^2u_L}{dt^2}+\left(\frac{1}{R_1C}+\frac{L}{R_2}\right)\frac{du_L}{dt}+u_L=E$

Question 6 :

A l'aide d'une lentille mince convergente L de distance focale image f = *20 cm*, on forme l'image d'un objet sur un écran situé à une distance D = *1 m* de l'objet. En déplaçant la lentille, on trouve deux positions O_1 et O_2 qui donnent une image nette sur l'écran (figure ci-contre).



Calculer la distance $d = O_1O_2$ qui sépare ces deux positions.

a) d = 447 mm b) d = 192 mm c) d = 58 mm d) d = 352 mm

Question 7 :

Calculer le grandissement transversal G_t de l'image correspondant à la position O_1 de la lentille.

a) G_t = - 2,62 b) G_t = - 0,79 c) G_t = - 0,38 d) G_t = - 1,27

Question 8 :

La lentille précédente est remplacée par une lentille convergente L' de distance focale image f' inconnue. Les deux positions de la lentille qui donnent une image nette sur l'écran sont séparées par une distance de valeur d' = *600 mm*. Calculer f'.

a) f' = 100 mm b) f' = 260 mm c) f' = 90 mm d) f' = 160 mm

Question 9 :

Un "pont d'impédance" est alimenté en régime sinusoïdal par un générateur de tension de force électromotrice $e(t) = E\cos(\omega t)$ et d'impédance interne négligeable (figure 1).

R est une résistance et n un nombre entier.

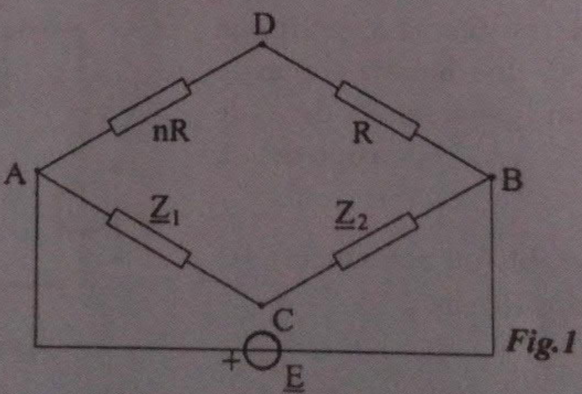


Fig.1

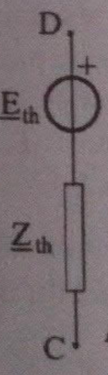


Fig.2

Calculer la force électromotrice $\underline{E}_{th}$ du générateur de Thévenin équivalent au dipôle de bornes C et D en fonction de n, des impédances complexes $\underline{Z}_1$ et $\underline{Z}_2$ et de l'amplitude complexe $\underline{E}$ de $e(t)$ (figure 2).

a) $\underline{E}_{th}=\frac{\underline{Z}_1-(n-1)\underline{Z}_2}{n(\underline{Z}_1+\underline{Z}_2)}\underline{E}$ b) $\underline{E}_{th}=\frac{\underline{Z}_1-n\underline{Z}_2}{(n+1)(\underline{Z}_1+\underline{Z}_2)}\underline{E}$

c) $\underline{E}_{th}=\frac{\underline{Z}_2-n\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1+\underline{Z}_2}\underline{E}$ d) $\underline{E}_{th}=\frac{\underline{Z}_2-(n+1)\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1+\underline{Z}_2}\underline{E}$

Question 10 :

Calculer l'impédance interne $\underline{Z}_{th}$ du générateur de Thévenin en fonction de $\underline{Z}_1$, $\underline{Z}_2$, R et n.

a) $\underline{Z}_{th} = \frac{nR}{n+1} + \frac{\underline{Z}_1\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1+\underline{Z}_2}$

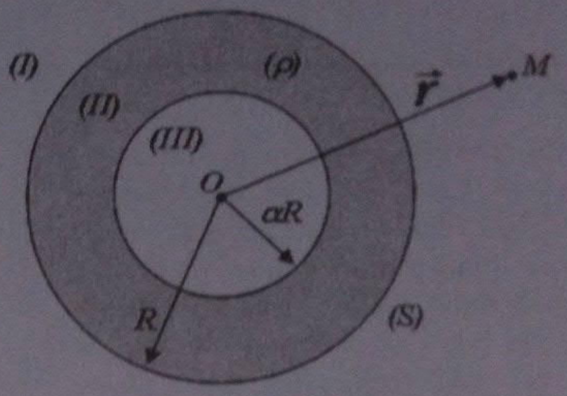
b) $\underline{Z}_{th} = R + n\frac{\underline{Z}_1\underline{Z}_2}{\underline{Z}_1+\underline{Z}_2}$

c) $\underline{Z}_{th} = (n+1)R + 2\frac{\underline{Z}_2\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1+\underline{Z}_2}$

d) $\underline{Z}_{th} = \frac{n+1}{n}R - \frac{\underline{Z}_2\underline{Z}_1}{\underline{Z}_1+\underline{Z}_2}$

Question 11 :

Une sphère creuse (S), de centre O, de rayon extérieur R et de rayon intérieur αR ($\alpha < 1$), est électriquement chargée en volume, avec une charge volumique uniforme ρ (voir figure ci-contre).



On repère un point M de l'espace par son vecteur position $\vec{r} = \overrightarrow{OM} = r\vec{e}_r$ ou $r = \|\overrightarrow{OM}\|$ et $\vec{e}_r = \frac{\overrightarrow{OM}}{r}$. ε_0 désigne la permittivité du vide.

Calculer le champ électrostatique $\vec{E}_I(r)$ produit par (S) dans la région (I) définie par $r > R$:

a) $\vec{E}_I(r) = (1-\alpha)\frac{\rho R^3}{3r^2\varepsilon_0}\vec{e}_r$

b) $\vec{E}_I(r) = (1-\alpha^3)\frac{\rho R^3}{3r^2\varepsilon_0}\vec{e}_r$

c) $\vec{E}_I(r) = (1-\alpha)\frac{\rho R^3}{6\pi r^2\varepsilon_0}\vec{e}_r$

d) $\vec{E}_I(r) = \alpha^3\frac{\rho R^3}{r^2\varepsilon_0}\vec{e}_r$

Question 12 :

Exprimer le champ électrostatique $\vec{E}_{II}(r)$ produit par (S) dans la région (II) définie par $\alpha R < r < R$:

a) $\vec{E}_{II}(r) = -\alpha^3\frac{\rho R^2}{3r^2\varepsilon_0}\vec{e}_r$

b) $\vec{E}_{II}(r) = \frac{\rho r}{3\varepsilon_0}\vec{e}_r$

c) $\vec{E}_{II}(r) = 0$

d) $\vec{E}_{II}(r) = \left(\frac{\rho r}{3\varepsilon_0} - \frac{\alpha^3\rho R^3}{3r^2\varepsilon_0}\right)\vec{e}_r$

Question 13 :

En déduire le potentiel électrostatique $V_I(r)$ de la région (I) en choisissant son origine à l'infini :

a) $V_I(r) = \alpha^3\frac{\rho R^3}{r\varepsilon_0}$

b) $V_I(r) = (\alpha^3 - 1)\frac{\rho R^3}{r\varepsilon_0}$

c) $V_I(r) = (1-\alpha)\frac{\rho R^3}{6\pi r\varepsilon_0}$

d) $V_I(r) = (1-\alpha^3)\frac{\rho R^3}{3r\varepsilon_0}$

Question 14 :

En déduire le potentiel électrostatique $V_{II}(r)$ de la région (II) définie par $\alpha R < r < R$?

a) $V_{II}(r) = \left(\frac{r^2}{2} + \frac{\alpha^3 R^3}{r}\right)\frac{\rho}{3\varepsilon_0} + \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$

b) $V_{II}(r) = -\left(\frac{r^2}{2} + \frac{\alpha^3 R^3}{r}\right)\frac{\rho}{3\varepsilon_0} + \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$

c) $V_I(r) = \left(\frac{r^2}{2} + \frac{\alpha^3 R^3}{r}\right)\frac{\rho}{6\varepsilon_0} + \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$

d) $V_I(r) = -\left(\frac{r^2}{2} + \frac{\alpha^3 R^3}{r}\right)\frac{\rho}{6\varepsilon_0} + \frac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$

Question 15 :

En déduire le potentiel électrostatique $V_{III}(r)$ de la région (III) définie par $r < \alpha R$?

a) $V_{III}(r) = (1-\alpha^2)\dfrac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$

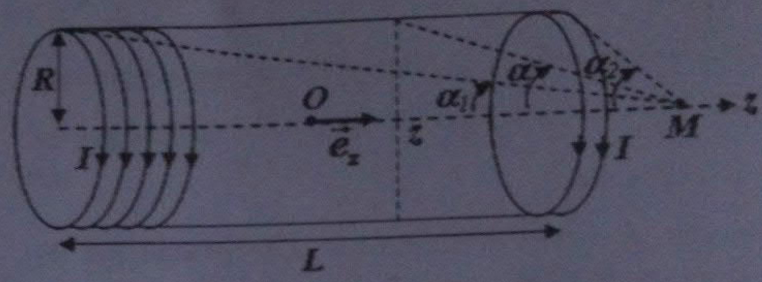
b) $V_{III}(r) = (1-\alpha^3)\dfrac{\rho R^2}{\varepsilon_0}$

c) $V_{III}(r) = (1-\alpha^3)\dfrac{\rho R^3}{4\pi\varepsilon_0}$

d) $V_{III}(r) = \alpha^2\dfrac{\rho R^2}{2\varepsilon_0}$

Question 16 :

Un solénoïde mince d'axe Oz et de longueur L est constitué de N spires circulaires jointives identiques de rayon R parcourues par un courant d'intensité I. On désigne par z la cote d'une spire vue sous un angle α depuis un point M de l'axe Oz à la cote z_M (figure ci-contre).



Compte tenu de la symétrie de la distribution, on peut affirmer:

a) En tout point de l'axe Oz, le champ magnétique est porté par cet axe.

b) Le champ magnétique est radial.

c) Le champ magnétique est uniforme en tout point de l'espace.

d) Le champ magnétique est nul à l'intérieur du solénoïde.

Question 17 :

Exprimer, en fonction de α, le champ magnétique créé en M par la spire située à la cote z sur l'axe Oz.

a) $\vec{B} = \dfrac{\mu_0 I}{R}\sin^2\alpha\,\vec{e}_z$ b) $\vec{B} = \dfrac{I}{\mu_0 R}\sin^3\alpha\,\vec{e}_z$ c) $\vec{B} = \dfrac{\mu_0 I}{2R}\sin^3\alpha\,\vec{e}_z$ d) $\vec{B} = \dfrac{I}{\mu_0 R}\tan^3\alpha\,\vec{e}_z$

Question 18 :

Une variation dz de la cote z d'une spire entraîne une variation $d\alpha$ de l'angle α. Exprimer dz en fonction de α et $d\alpha$.

a) $dz = \dfrac{R}{\tan^2\alpha}d\alpha$ b) $dz = \dfrac{R}{\cos^2\alpha}d\alpha$ c) $dz = \dfrac{R}{\sin^3\alpha}d\alpha$ d) $dz = \dfrac{R}{\sin^2\alpha}d\alpha$

Question 19 :

Exprimer le nombre dN de spires contenues dans un élément de longueur dz du solénoïde.

a) $dN = \dfrac{L}{N}dz$ b) $dN = \dfrac{N}{L}dz$ c) $dN = \dfrac{2N}{L}dz$ d) $dN = \dfrac{N}{2L}dz$

Question 20 :

Exprimer le champ magnétique en tout point M de l'axe Oz en fonction des angles α_1 et α_2 définis sur la figure ci-dessus.

a) $\vec{B} = \dfrac{\mu_0 NI}{2L}(\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2)\vec{e}_z$

b) $\vec{B} = \dfrac{NI}{2\mu_0 L}(\sin^2\alpha_1 - \sin^2\alpha_2)\vec{e}_z$

c) $\vec{B} = \dfrac{NI}{2\mu_0 L}(\tan\alpha_1 - \tan\alpha_2)\vec{e}_z$

d) $\vec{B} = \dfrac{\mu_0 NI}{2L}(\sin\alpha_1 - \sin\alpha_2)\vec{e}_z$