

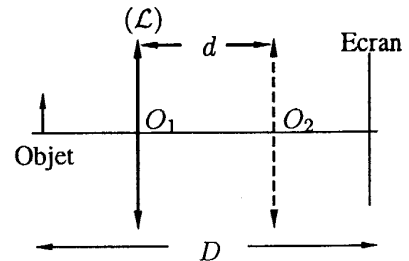
## ENAC 2002

PHYSIQUE

(Durée : 2 heures)

1. - A l'aide d'une lentille mince convergente  $\mathcal{L}$  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. 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



2. - Calculer le grandissement transversal  $G_t$  de l'image correspondant à chacune de ces deux positions de la lentille.

- A)  $G_t=-2,62$     B)  $G_t=-0,79$     C)  $G_t=-0,38$     D)  $G_t=-1,27$

3. - La lentille précédente est remplacée par une lentille convergente  $\mathcal{L}'$  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  $d'=600$  mm. Calculer  $f'$ .

- A)  $f'=100$  mm    B)  $f'=260$  mm    C)  $f'=90$  mm    D)  $f'=160$  mm

4. - On remplace  $\mathcal{L}'$  par une nouvelle lentille convergente  $\mathcal{L}''$  placée entre l'objet et l'écran. On règle la position de l'écran de façon à ce qu'il n'existe plus qu'une seule position pour laquelle  $\mathcal{L}''$  donne une image nette de l'objet ( $d=0$ ). On mesure alors une distance  $D''=1200$  mm entre l'objet et son image. En déduire la distance focale image  $f''$  de cette lentille.

- A)  $f''=150$  mm    B)  $f''=300$  mm    C)  $f''=120$  mm    D)  $f''=200$  mm

5. - Calculer, dans ces conditions, le grandissement transversal  $G_{t_1}$  de l'image.

- A)  $G_{t_1}=-3$     B)  $G_{t_1}=-0,5$     C)  $G_{t_1}=-1$     D)  $G_{t_1}=-2,3$

6. - La force de résistance  $F$  exercée par l'eau sur certains modèles de navires et pour des vitesses  $v$  comprises entre  $10 \text{ km.h}^{-1}$  et  $20 \text{ km.h}^{-1}$  est une fonction du type :  $F = kv^3$  où  $k$  est une constante que l'on calculera, sachant que lorsque le moteur fournit une puissance propulsive  $P=4 \text{ MW}$ , la vitesse limite atteinte par le navire est de  $18 \text{ km.h}^{-1}$ .

- A)  $k=7200 \text{ kg.s.m}^{-2}$     B)  $k=12800 \text{ kg.s.m}^{-2}$     C)  $k=3200 \text{ kg.s.m}^{-2}$     D)  $k=6400 \text{ kg.s.m}^{-2}$

7. - Le moteur est coupé alors que le navire de masse  $m=12000 \text{ t}$  se déplace à une vitesse  $v_1=16 \text{ km.h}^{-1}$ . Calculer la durée  $t_0$  nécessaire pour que la vitesse du navire tombe à la valeur  $v_2=13 \text{ km.h}^{-1}$ .

- A)  $t_0=32,1 \text{ s}$     B)  $t_0=24,4 \text{ s}$     C)  $t_0=12,3 \text{ s}$     D)  $t_0=19,7 \text{ s}$

8. - Montrer que la distance  $d$  parcourue par le navire peut s'écrire :  $d = A \left( \frac{1}{v_2} - \frac{1}{v_1} \right)$ . Exprimer  $A$ .

- A)  $A = \frac{m}{k}$     B)  $A = \frac{2m}{k}$     C)  $A = \frac{m}{2k}$     D)  $A = \frac{m^2}{k^2}$

9. - Calculer la valeur numérique de  $d$ .

- A)  $d=118,2 \text{ m}$     B)  $d=53,7 \text{ m}$     C)  $d=97,1 \text{ m}$     D)  $d=68,5 \text{ m}$

10. - Un récipient à parois adiabatiques, muni d'un piston mobile sans frottement, de masse négligeable et également adiabatique, contient un gaz parfait occupant un volume initial  $V_i=10$  l, à une température  $T_i=373$  K. La pression totale qui s'exerce sur le piston est  $p_i = 10^6$  Pa. Calculer le nombre  $n$  de moles de gaz parfait contenu dans le compartiment. On donne la constante des gaz parfaits :  $R=8.3143$  J.K<sup>-1</sup>.

- A)  $n=2,56$     B)  $n=3,22$     C)  $n=3,89$     D)  $n=1,35$

11. - La contrainte qui maintient le piston en équilibre est supprimée de sorte que la pression qui s'exerce sur lui tombe brutalement à la valeur  $p_f = 10^5$  Pa correspondant à la pression atmosphérique du lieu. Le gaz évolue vers un nouvel état d'équilibre caractérisé par les valeurs respectives  $T_f$  et  $V_f$  de la température et du volume. Calculer  $T_f$ , sachant que la capacité thermique molaire à volume constant  $C_v = \frac{5R}{2}$ .

- A)  $T_f=192$  K    B)  $T_f=277$  K    C)  $T_f=251$  K    D)  $T_f=227$  K

12. - Calculer  $V_f$ .

- A)  $V_f=47,1$  l    B)  $V_f=34,8$  l    C)  $V_f=102,5$  l    D)  $V_f=74,3$  l

13. - Calculer le travail  $W$  échangé avec le milieu extérieur.

- A)  $W=-6429$  J    B)  $W=-7235$  J    C)  $W=-3425$  J    D)  $W=-12720$  J

14. - Calculer la variation d'entropie  $\Delta S$  du gaz.

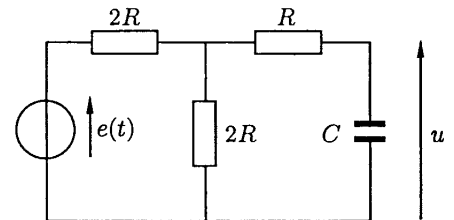
- A)  $\Delta S=53$  J.K<sup>-1</sup>    B)  $\Delta S=28$  J.K<sup>-1</sup>    C)  $\Delta S=33,8$  J.K<sup>-1</sup>    D)  $\Delta S=0$  J.K<sup>-1</sup>

15. - Calculer l'entropie produite  $S_p$ .

- A)  $S_p=0$  J.K<sup>-1</sup>    B)  $S_p=-53$  J.K<sup>-1</sup>    C)  $S_p=33,8$  J.K<sup>-1</sup>    D)  $S_p=28$  J.K<sup>-1</sup>

16. - On considère le circuit représenté sur le schéma de la figure ci-contre. La source de tension délivre une force électromotrice sinusoïdale  $e(t) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$  d'amplitude  $E_0$ , de pulsation  $\omega$  et de phase à l'origine des temps  $\varphi$ . Montrer que la tension  $u$  aux bornes du condensateur  $C$  obéit à l'équation différentielle :

$$e_0(t) = \tau \frac{du}{dt} + u .$$



Exprimer  $e_0(t)$ .

- A)  $e_0(t) = E_0 \sin(\omega t + \varphi)$     B)  $e_0(t) = 2E_0 \sin(\omega t + \varphi)$   
 C)  $e_0(t) = \frac{E_0}{4} \sin(\omega t + \varphi)$     D)  $e_0(t) = \frac{E_0}{2} \sin(\omega t + \varphi)$

17. - Exprimer  $\tau$ .

- A)  $\tau = 2RC$     B)  $\tau = RC$     C)  $\tau = 4RC$     D)  $\tau = \frac{RC}{2}$

18. - Montrer que la solution de cette équation différentielle correspondant au régime sinusoïdal forcé peut s'écrire:  $u_0(t) = U_0 \sin(\omega t + \psi)$ .

- A)  $U_0 = \frac{E_0}{\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}}$     B)  $U_0 = \frac{E_0}{2\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}}$   
 C)  $U_0 = \frac{E_0}{\sqrt{2(1 + \omega^2 \tau^2)}}$     D)  $U_0 = \frac{E_0}{2\sqrt{2(1 + \omega^2 \tau^2)}}$

19. - Exprimer  $\psi$ .

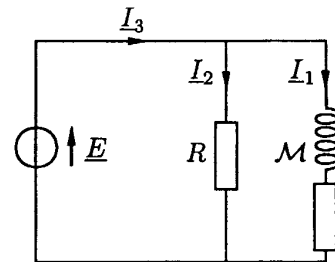
- A)  $\psi = \arccos \omega\tau$     B)  $\psi = \varphi + \arcsin \omega\tau$     C)  $\psi = \varphi - \arctan \omega\tau$     D)  $\psi = \arcsin \omega\tau$

20. - Ecrire la solution générale de l'équation différentielle et en déduire quelle doit-être la valeur de  $\varphi$  pour que le régime forcé s'établisse instantanément, c'est-à-dire pour qu'il n'y ait pas de régime transitoire. A l'instant  $t = 0$  où l'on connecte le générateur, le condensateur est totalement déchargé.

- A)  $\varphi = \arctan \omega\tau$     B)  $\varphi = \arccos \omega\tau$     C)  $\varphi = \arcsin \omega\tau$     D)  $\varphi = 0$

21. - Un générateur de tension idéal délivrant une force électromotrice sinusoïdale de 380 V efficaces et de fréquence 50 Hz alimente un circuit constitué par une lampe à incandescence de résistance  $R=38 \Omega$  connectée en parallèle à un moteur  $\mathcal{M}$  que l'on peut schématiser par une bobine et un résistor associés en série.

On désigne respectivement par  $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$  les déphasages des courants  $I_1, I_2, I_3$  par rapport à la tension  $\underline{E}$  et par  $I_1, I_2$  et  $I_3$  les valeurs efficaces respectives de ces courants. Exprimer  $I_3$  en fonction de  $I_1$  et  $I_2$ .



- A)  $I_3 = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 + 2I_1I_2 \cos \varphi_1}$     B)  $I_3 = I_1 + I_2$   
 C)  $I_3 = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1I_2} \cos \varphi_1$     D)  $I_3 = \sqrt{I_1^2 + I_2^2 - 2I_1I_2 \cos \varphi_3}$

22. - On mesure  $I_1=6$  A et  $I_3=15$  A. Calculer la puissance moyenne  $P_M$ , sur une période, absorbée par le moteur.

- A)  $P_M=2302$  W    B)  $P_M=1691$  W    C)  $P_M=3953$  W    D)  $P_M=1943$  W

23. - Calculer la puissance moyenne  $P_g$ , sur une période, fournie par le générateur.

- A)  $P_g=5491$  W    B)  $P_g=2307$  W    C)  $P_g=1553$  W    D)  $P_g=755$  W

24. - Calculer le facteur de puissance  $\cos \varphi_3$  de l'installation.

- A)  $\cos \varphi_3=0,8781$     B)  $\cos \varphi_3=0,9633$     C)  $\cos \varphi_3=0,8990$     D)  $\cos \varphi_3=0,9375$

25. - On désire modifier le facteur de puissance de l'installation. Pour cela, on branche un condensateur aux bornes du moteur. Calculer la valeur de sa capacité  $C$  pour que le nouveau facteur de puissance de l'installation  $\cos \varphi_3'$  soit égal à l'unité.

- A)  $C=43,5 \mu\text{F}$     B)  $C=25,1 \mu\text{F}$     C)  $C=12,4 \mu\text{F}$     D)  $C=33,7 \mu\text{F}$

26. - Des charges électriques positives sont distribuées uniformément dans le volume compris entre deux plans infinis orthogonaux à un axe  $Ox$  de l'espace et de cotes respectives  $x = +a$  et  $x = -a$ . On désire calculer le champ  $\vec{E}(x)$  et le potentiel  $V(x)$  en tout point  $M$  de l'axe  $Ox$ .

Pour des raisons de symétrie, on peut écrire :

- A)  $\vec{E}(x) = E(x)\vec{e}_x$  et  $E(-x) = -E(x)$     B)  $\vec{E}(x) = E(x)\vec{e}_x$  et  $E(-x) = E(x)$   
 C)  $V(x) = V(-x)$     D)  $V(x) = -V(-x)$

27. - Calculer le champ électrique  $\vec{E}_1(x)$  pour  $-a < x < a$ .

- A)  $\vec{E}_1(x) = -\frac{\rho x}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$     B)  $\vec{E}_1(x) = \frac{\rho x}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$     C)  $\vec{E}_1(x) = \frac{\rho|x|}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$     D)  $\vec{E}_1(x) = -\frac{\rho x}{2\varepsilon_0} \vec{e}_x$

28. - Calculer le champ électrique  $\vec{E}_2(x)$  pour  $|x| > a$

- A)  $\vec{E}_2(x) = -\frac{\rho a}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$  pour  $x > a$       B)  $\vec{E}_2(x) = -\frac{\rho a}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$  pour  $x < -a$   
C)  $\vec{E}_2(x) = \frac{\rho a}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$  pour  $x > a$       D)  $\vec{E}_2(x) = \frac{\rho a}{\varepsilon_0} \vec{e}_x$  pour  $x < -a$

29. - Calculer le potentiel  $V_1(x)$  pour  $-a < x < a$  sachant que  $V_1(0) = V_0$ .

- A)  $V_1(x) = \frac{\rho x^2}{2\varepsilon_0} + V_0$       B)  $V_1(x) = -2\frac{\rho x^2}{\varepsilon_0} + V_0$       C)  $V_1(x) = -\frac{\rho x^2}{\varepsilon_0} + V_0$       D)  $V_1(x) = -\frac{\rho x^2}{2\varepsilon_0} + V_0$

30. - Calculer le potentiel  $V_2(x)$  pour  $|x| > a$ .

- A)  $V_2(x) = \frac{\rho a}{\varepsilon_0} \left(-x + \frac{a}{2}\right) - V_0$       B)  $V_2(x) = \frac{\rho a}{\varepsilon_0} (x + a) + V_0$   
C)  $V_2(x) = \frac{\rho a}{2\varepsilon_0} (-|x| - a) + V_0$       D)  $V_2(x) = \frac{\rho a}{\varepsilon_0} \left(-|x| + \frac{a}{2}\right) + V_0$

————— FIN —————