QCM Physique (4 heures)

Ce devoir est un QCM (questionnaire à choix multiple).
Vous inscrirez vos réponses sur un formulaire google form dont le lien vous a été envoyé par mail.

Ce lien sera actif de 9h à 13h le jeudi 28 mai 2020.
Gardez au brouillon une trace de vos réponses, une fois le questionnaire envoyé vous n'y aurez plus accès.

L'utilisation de la calculatrice n'était pas autorisée lors de cette épreuve.

Chaque question comporte entre 0 et 2 bonnes réponses. Pour chaque question, vous avez donc la possibilité :

- De ne pas y répondre
- De cocher une réponse
- De cocher 2 réponses
- De cocher la réponse E si aucune réponse ne vous semble bonne

Une réponse incomplète ou partiellement fausse sera considérée comme fausse.

AVERTISSEMENTS

Les calculatrices sont interdites pour cette épreuve. Dans certaines questions, les candidats doivent choisir entre plusieurs valeurs numériques. Les valeurs fausses qui sont proposées ont des ordres de grandeur suffisamment différents de la valeur exacte arrondie selon les règles habituelles, afin d'éliminer toute ambiguïté dans le choix de la bonne réponse.

Conformément aux notations internationales, les vecteurs sont représentés en caractères gras, et le produit vectoriel, noté par une croix ($\times$).

Questions liées

Quantique [1,2,3,4,5,6,7]
Quantique [8,9,10,11,12,13,14]
Thermodynamique [15,16,17,18,19,20,21]
Mécanique [22,23,24,25,26,27,28]
Electromagnétisme [29,30,31,32,33,34]
Electronique [35,36,37,38,39,40]

Quantique

On modélise la molécule organique de buta-1,3-diène comme un système unidimensionnel possédant des électrons (masses $m_e \approx 10^{-30}$ kg) délocalisés le long de la molécule, de longueur $L = 0{,}6\,\text{nm}$. Ces électrons, sans interaction mutuelle, sont piégés dans un puits de potentiel de profondeur infinie, entre les points d'abscisses 0 et L. On décrit quantiquement un de ces électrons par une fonction d'onde à une dimension $\underline{\Psi}(x,t)$ qui obéit à l'équation de Schrödinger :

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\underline{\Psi}}{\partial x^2} + \mathcal{E}_p(x)\underline{\Psi} = i\hbar\frac{\partial\underline{\Psi}}{\partial t}$$

i étant l'unité imaginaire ($i^2 = -1$), $\hbar = h/(2\pi) \approx 10^{-34}$ J.s la constante de Planck réduite, $\mathcal{E}_p(x)$ l'énergie potentielle de l'électron et t, le temps.

1. Dans ce puits infini :
   A) La probabilité de présence de l'électron dans les régions $x < 0$ et $x > L$ est non nulle.
   B) Les niveaux d'énergie de l'électron forment un continuum.
   C) La position et la vitesse de l'électron sont parfaitement déterminées.
   D) Dans un état stationnaire d'énergie, la probabilité linéique de présence est uniforme.

2. La particule est dans un état stationnaire d'énergie caractérisé par la fonction d'onde $\underline{\Psi}_n(x,t) = \psi_n(x)\exp(-i\mathcal{E}_n t/\hbar)$ où $\mathcal{E}_n$ désigne les niveaux d'énergie possibles de l'électron dans le puits, n étant un nombre entier non nul. Déterminer $\mathcal{E}_n$ et $\mathcal{E}_1$.

   A) $\mathcal{E}_n = n\mathcal{E}_1$ B) $\mathcal{E}_n = n^2\mathcal{E}_1$ C) $\mathcal{E}_1 = \dfrac{\hbar^2\pi^2}{2m_eL^2}$ D) $\mathcal{E}_1 = \dfrac{\hbar^2}{2m_eL^2}$

3. Calculer numériquement l'ordre de grandeur de $\mathcal{E}_1$ en eV. On indique la valeur de la charge élémentaire, $e \approx 1{,}6 \times 10^{-19}$ C.

   A) $\mathcal{E}_1 \approx 1\,\text{eV}$ C) $\mathcal{E}_1 \approx 100\,\text{eV}$
   B) $\mathcal{E}_1 \approx 10\,\text{eV}$ D) $\mathcal{E}_1 \approx 1\,\text{keV}$

4. Déterminer la norme k_n du vecteur d'onde ainsi que $\psi_n(x)$ normée :

   A) $k_n = n^2\dfrac{2\pi}{L}$ C) $\psi_n(x) = \left(\dfrac{2\pi}{L}\right)^{1/2}\cos\left(k_nx + \dfrac{\pi}{2}\right)$
   B) $k_n = n\dfrac{\pi}{L}$ D) $\psi_n(x) = \left(\dfrac{2}{L}\right)^{1/2}\cdot\sin(k_nx)$

5. Que valent les probabilités linéiques ρ_1 et ρ_2, respectivement dans les états stationnaires d'énergie $\mathcal{E}_1$ et $\mathcal{E}_2$, de détecter l'électron en $x = L/2$?

   A) $\rho_1 = 0$ B) $\rho_1 = \dfrac{2}{L}$ C) $\rho_2 = 0$ D) $\rho_2 = \dfrac{1}{L}$

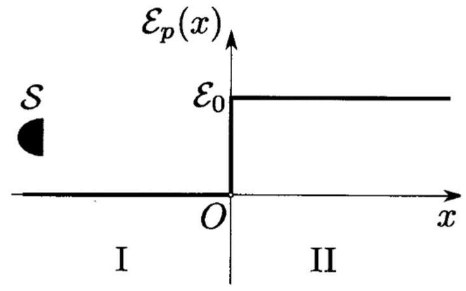
6. Exprimer la longueur d'onde $\lambda_{2\to1}$ du rayonnement électromagnétique émis lors de la transition du niveau d'énergie $\mathcal{E}_2$ vers le niveau fondamental (on note $c \approx 3 \times 10^8\,\text{m.s}^{-1}$ la constante d'Einstein ou célérité des ondes électromagnétiques dans le vide).

   A) $\lambda_{2\to1} = \dfrac{hc}{\mathcal{E}_1}$ B) $\lambda_{2\to1} = \dfrac{hc}{3\mathcal{E}_1}$ C) $\lambda_{2\to1} = \dfrac{hc}{9\mathcal{E}_1}$ D) $\lambda_{2\to1} = \dfrac{\hbar c}{\mathcal{E}_1}$

7. Dans quel domaine spectral se situe ce rayonnement :

   A) Dans le domaine visible ou proche ultra-violet C) Dans le domaine radio
   B) Dans l'infra-rouge lointain D) Dans le domaine des rayons X

8. Une source $\mathcal{S}$ émet une particule d'énergie $\mathcal{E}$ dans le sens d'un axe Ox croissant. La particule est soumise à une marche d'énergie potentielle $\mathcal{E}_p(x)$ stationnaire et infinie dans la direction des abscisses croissantes (Fig. ci-après).



On décrit quantiquement la particule par une fonction d'onde à une dimension $\underline{\Psi}(x,\, t)$ qui obéit à l'équation de Schrödinger :

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2 \underline{\Psi}}{\partial x^2} + \mathcal{E}_p(x)\underline{\Psi} = i\hbar\frac{\partial \underline{\Psi}}{\partial t}$$

i étant l'unité imaginaire ($i^2 = -1$), $\hbar \approx 10^{-34}$ J.s la constante de Planck réduite et t désignant le temps. L'espace est divisé en deux régions :

$$\begin{array}{lll} \mathrm{I}: & x < 0 & \mathcal{E}_p(x) = 0 \\ \mathrm{II}: & x \geq 0 & \mathcal{E}_p(x) = \mathcal{E}_0 > 0 \end{array}$$

Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles réponses exactes :

A) La particule ne peut se trouver dans un état libre dans la région des $x > 0$ que si $\mathcal{E} > \mathcal{E}_0$.

B) La particule peut être réfléchie par la barrière si $\mathcal{E} > \mathcal{E}_0$.

C) La particule ne peut pas se trouver dans la région II si $\mathcal{E} < \mathcal{E}_0$.

D) En $x = 0$, la fonction d'onde est continue mais sa dérivée est discontinue si $\mathcal{E} < \mathcal{E}_0$.

9. La particule est dans un état stationnaire d'énergie caractérisé par la fonction d'onde $\underline{\Psi}(x,\, t) = \underline{\psi}(x)\exp(-i\mathcal{E}t/\hbar)$. On suppose, dans un premier temps, $\mathcal{E} > \mathcal{E}_0$. La fonction d'onde dans la région II s'écrit :

$$\underline{\psi}(x) = \underline{A}_2^l \exp(ik_2 x) + \underline{B}_2^l \exp(-ik_2 x)$$

où $\underline{A}_2^l$, $\underline{B}_2^l$ et k_2 sont trois constantes. Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles réponses exactes :

A) $A_2^l = 0$ B) $B_2^l \neq 0$ C) $k_2 = \dfrac{(m\mathcal{E})^{1/2}}{\hbar}$ D) $k_2 = \dfrac{(2m\mathcal{E}_0)^{1/2}}{\hbar}$

10. Le coefficient de transmission $\underline{\tau}$ en amplitude de probabilité s'écrit :

$$\underline{\tau} = \frac{2k_1}{k_1 + k_2} \quad \text{avec} \quad k_1 = \frac{(2m\mathcal{E})^{1/2}}{\hbar}$$

Exprimer le coefficient $\underline{r}$ de réflexion en amplitude de probabilité en fonction de k_1 et k_2.

A) $\underline{r} = \dfrac{k_2 - k_1}{k_1 + k_2}$ B) $\underline{r} = \dfrac{2k_2}{k_1 + k_2}$ C) $\underline{r} = \dfrac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2}$ D) $\underline{r} = \dfrac{k_2}{k_1 + k_2}$

11. On suppose désormais $0 < \mathcal{E} < \mathcal{E}_0$. La fonction $\underline{\psi}(x)$ dans les régions I et II s'écrit respectivement $\underline{\psi}_I(x)$ et $\underline{\psi}_{II}(x)$:

$$\begin{aligned} \underline{\psi}_I(x) &= \underline{A}_1 \exp(\underline{c}_1 x) + \underline{B}_1 \exp(-\underline{c}_1 x) \\ \underline{\psi}_{II}(x) &= \underline{A}_2 \exp(\underline{c}_2 x) + \underline{B}_2 \exp(-\underline{c}_2 x) \end{aligned}$$

où $\underline{A}_1$, $\underline{B}_1$, $\underline{c}_1$, $\underline{A}_2$, $\underline{B}_2$, $\underline{c}_2$ sont des constantes complexes. Les parties réelles et imaginaires de $\underline{c}_1$ et $\underline{c}_2$ sont toutes positives.

Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles réponses exactes :

A) $\underline{A}_1 = 0$ B) $\underline{B}_1 = 0$ C) $\underline{A}_2 = 0$ D) $\underline{B}_2 = 0$

12. Déterminer $\underline{c}_1$ et $\underline{c}_2$:

A) $\underline{c}_1 = i\dfrac{(2m\mathcal{E})^{1/2}}{\hbar}$ B) $\underline{c}_1 = \dfrac{(2m\mathcal{E})^{1/2}}{\hbar}$ C) $\underline{c}_2 = i\dfrac{[2m(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})]^{1/2}}{\hbar}$ D) $\underline{c}_2 = \dfrac{[2m(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})]^{1/2}}{\hbar}$

13. En déduire les probabilités de réflexion R et de transmission T :

A) $R = 0$ B) $T = 0$ C) $R = 1$ D) $T = 1$

14. Calculer la profondeur caractéristique de pénétration δ dans la barrière d'un électron (masse $m_e \approx 10^{-30}\,\text{kg}$) d'énergie $\mathcal{E} = 5\,\text{eV}$ pour une marche d'énergie $\mathcal{E}_0 = 6\,\text{eV}$ (on rappelle que $1\,\text{eV} \approx 1{,}6 \times 10^{-19}\,\text{J}$) :

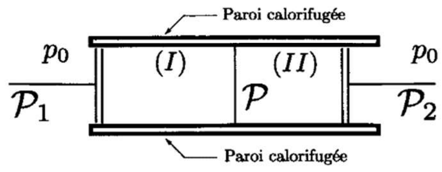
A) $\delta \approx 2 \times 10^{-16}\,\text{m}$ B) $\delta \approx 2 \times 10^{-13}\,\text{m}$ C) $\delta \approx 2 \times 10^{-10}\,\text{m}$ D) $\delta \approx 2 \times 10^{-7}\,\text{m}$

Thermodynamique

15. Deux gaz identiques, assimilés à des gaz parfaits diatomiques, sont enfermés dans deux compartiments cylindriques (I) et (II) séparés par une paroi fixe $\mathcal{P}$. Chaque compartiment contient n moles de gaz. Les gaz communiquent avec un pressiostat extérieur (système imposant la pression à la frontière du système) à pression p_0 par l'intermédiaire de deux pistons mobiles $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ de masses négligeables qui coulissent sans frotter. Les parois des cylindres sont calorifugées (Fig. ci-après). On note R la constante des gaz parfaits et γ le facteur isentropique de Laplace, rapport de la capacité thermique molaire à pression constante C_{pm} sur la capacité thermique molaire à volume constant C_{vm}. On indique l'expression de la variation de l'entropie molaire d'un gaz parfait entre un état initial i et un état final f :

$$\Delta S_m = C_{vm} \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) + R \ln\left(\frac{V_f}{V_i}\right) \qquad \Delta S_m = C_{pm} \ln\left(\frac{T_f}{T_i}\right) - R \ln\left(\frac{P_f}{P_i}\right)$$

en notant T la température et V le volume du gaz. Initialement, le compartiment (I) est à la température T_1 et le compartiment (II) à la température T_2, la pression valant p_0 dans les deux compartiments.



Dans un premier temps, on suppose que $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ sont calorifugés et que $\mathcal{P}$ est diathermane (qui permet les échanges d'énergie thermique). On note T_f la température finale du système lorsqu'il n'évolue plus.

Exprimer C_{vm} et C_{pm} en fonction de R et γ.

A) $C_{vm} = \dfrac{R}{\gamma}$ B) $C_{vm} = \dfrac{R}{1-\gamma}$ C) $C_{pm} = \dfrac{2\gamma R}{\gamma - 1}$ D) $C_{pm} = \dfrac{R}{\gamma - 1}$

16. Exprimer la variation d'énergie interne ΔU entre l'état initial et l'état final.

A) $\Delta U = nC_{vm}(2T_f - T_1 - T_2)$

B) $\Delta U = nC_{pm}(2T_f - T_1 - T_2)$

C) $\Delta U = nR(2T_f - T_1 - T_2)$

D) $\Delta U = nC_{pm}\left(T_f - \dfrac{T_1 + T_2}{2}\right)$

Tournez la page S.V.P.

17. Exprimer le travail (énergie échangée par transfert mécanique) W et la chaleur (énergie échangée par transfert thermique) Q reçus par le système des deux gaz durant cette transformation.

A) $W = nC_{vm}(T_1 + T_2 - 2T_f)$

B) $W = nR(T_1 + T_2 - 2T_f)$

C) $Q = 0$

D) $Q = nC_{pm}(T_f - T_1 - T_2)$

18. Que vaut la température finale T_f ?

A) $T_f = \dfrac{\gamma}{2-\gamma}(T_1 + T_2)$

B) $T_f = \dfrac{\gamma}{3-\gamma}(T_1 + T_2)$

C) $T_f = \dfrac{1-\gamma}{2-\gamma}(T_1 + T_2)$

D) $T_f = \dfrac{T_1 + T_2}{2}$

19. Calculer l'entropie créée $S^{(c)}$ durant la transformation.

A) $S^{(c)} = \dfrac{nR}{\gamma - 1} \ln\left(\dfrac{T_f^2}{T_1T_2}\right)$

B) $S^{(c)} = \dfrac{nR}{\gamma} \ln\left(\dfrac{T_f^2}{T_1T_2}\right)$

C) $S^{(c)} = \dfrac{n\gamma R}{\gamma - 1} \ln\left(\dfrac{T_f^2}{T_1T_2}\right)$

D) $S^{(c)} = n\gamma R \ln\left(\dfrac{T_f^2}{T_1T_2}\right)$

20. Désormais, on suppose que $\mathcal{P}_1$ et $\mathcal{P}_2$ sont diathermanes et que $\mathcal{P}$ est calorifugée. Le milieu extérieur, qui est toujours un pressiostat de pression p_0, devient également un thermostat de température T_e. Les conditions initiales sont inchangées : compartiment (I) à température T_1, compartiment (II) à température T_2 et pressions p_0 identiques dans les deux compartiments. L'état final est l'état du système lorsqu'il n'évolue plus. Calculer la chaleur Q' reçue par le système des deux gaz entre l'état initial et l'état final.

A) $Q' = \left(\dfrac{n\gamma R}{\gamma - 1}\right)(2T_e - T_1 - T_2)$

B) $Q' = \left(\dfrac{nR}{\gamma - 1}\right)(T_e - T_1 - T_2)$

C) $Q' = \left(\dfrac{nR}{\gamma - 1}\right)(T_e - T_1 - T_2)$

D) $Q' = \left(\dfrac{nR}{\gamma}\right)(2T_e - T_1 - T_2)$

21. Calculer l'entropie créée $S'^{(c)}$ durant cette transformation.

A) $S'^{(c)} = \dfrac{nR}{\gamma - 1} \ln\left(\dfrac{T_e^2}{T_1T_2}\right)$

B) $S'^{(c)} = \dfrac{nR}{\gamma} \ln\left(\dfrac{T_e^2}{T_1T_2}\right)$

C) $S'^{(c)} = \dfrac{n\gamma R}{\gamma - 1} \ln\left(\dfrac{T_e^2}{T_1T_2}\right) - \dfrac{Q'}{T_e}$

D) $S'^{(c)} = n\gamma R \ln\left(\dfrac{T_e^2}{T_1T_2}\right) - \dfrac{Q'}{T_e}$

Mécanique

22. Un point matériel A de masse m n'est soumis qu'à une seule force inconnue $\mathbf{F}$, centrale de centre O origine du repère cartésien (O, $\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$, $\mathbf{e}_z$) d'un référentiel $\mathcal{R}$ galiléen. On introduit la distance radiale $r = \|\mathbf{OA}\|$.

Indiquer l'éventuelle ou les éventuelles affirmations exactes.

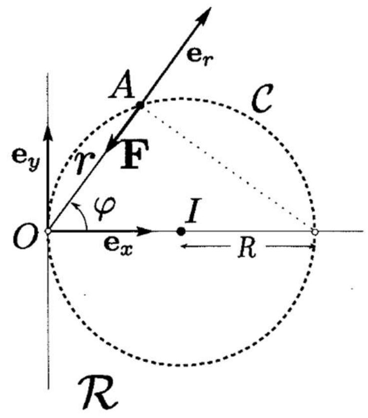
A) Il existe des trajectoires de A non planes.

B) Le moment cinétique en O de A est constant en norme mais pas en direction.

C) Le moment cinétique en O de A est toujours nul.

D) La troisième loi de Kepler n'est valable que dans un champ de force inversement proportionnel à r^2.

23. On suppose désormais que la trajectoire de A est portée par un cercle $\mathcal{C}$ contenu dans le plan $(O, \mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y)$, de rayon R, de centre I situé sur l'axe $O\mathbf{e}_x$. On note $\mathbf{e}_r = \mathbf{OA}/r$ le vecteur unitaire radial, $\mathbf{F} = F(r)\mathbf{e}_r$ la force centrale et $\varphi = \widehat{\mathbf{e}_x, \mathbf{e}_r}$. Le cercle $\mathcal{C}$ passe par O (Fig. ci-après). On cherche à établir l'expression de $F(r)$.



Quelle relation lie r à φ ?

A) $r = 2R\cos\varphi$ B) $r = R\cos\varphi$ C) $r = R\sin\varphi$ D) $r = 2R\sin\varphi$

24. Exprimer F.

A) $F = m(\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2)$ B) $F = m(\ddot{r} + r\ddot{\varphi})$ C) $F = m(\ddot{r} + \ddot{\varphi})$ D) $F = m(r\ddot{\varphi} + 2\dot{r}\dot{\varphi})$

25. On note $C = r^2\dot{\varphi}$. Exprimer $\dot{r}$.

A) $\dot{r} = -\dfrac{RC}{r^2}\cos\varphi$ B) $\dot{r} = -\dfrac{2RC}{r^2}\sin\varphi$ C) $\dot{r} = -\dfrac{2RC}{r}\cos\varphi$ D) $\dot{r} = -\dfrac{RC}{r^3}\sin\varphi$

26. On peut mettre $\ddot{r}$ sous la forme suivante :

$$\ddot{r} = -\frac{2RC}{r^p}\left(\frac{A\cos\varphi}{r^2} + \frac{B\sin^2\varphi}{r^3}\right)$$

où A, B et p sont des constantes. Que vaut p ?

A) $p = 0$ B) $p = 1$ C) $p = 2$ D) $p = 3$

27. Exprimer A et B :

A) $A = 1$ B) $A = C$ C) $B = R$ D) $B = 4RC$

28. On obtient finalement :

$$F = -m\frac{8C^2R^2}{r^q}$$

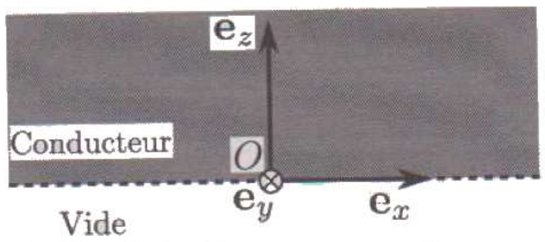
Que vaut q ?

A) $q = 1$ B) $q = 3$ C) $q = 5$ D) $q = 7$

Tournez la page S.V.P.

Électromagnétisme

Une onde électromagnétique plane, progressive, harmonique, se propage dans le vide et tombe sous incidence normale sur un conducteur ohmique de conductivité supposée infinie (l'épaisseur de peau est nulle). Le référentiel du laboratoire est muni d'un repère cartésien $(O, \mathbf{e}_x, \mathbf{e}_y, \mathbf{e}_z)$, l'origine O étant située à la surface du conducteur. Ce dernier occupe le demi-espace $z > 0$ (Fig. ci-après). On note c la constante d'Einstein (célérité des ondes électromagnétiques dans le vide) et ϵ_0 la permittivité du vide. On repère un point M quelconque de l'espace par ses coordonnées cartésiennes (x, y, z).



Le vecteur champ électrique de l'onde incidente, en notation complexe $\underline{\mathbf{E}}_i(M,t)$, s'écrit au cours du temps t, dans la base cartésienne :

$$\underline{\mathbf{E}}_i(M,t) = E_0 \exp\left[-i(\omega t - kz)\right] \left| \begin{array}{l} \alpha \\ i \\ 0 \end{array} \right.$$

i étant l'unité imaginaire ($i^2 = -1$), $\alpha > 0$ un facteur réel différent de l'unité, E_0 une constante spatiale et temporelle, ω la pulsation et k la norme du vecteur d'onde.

29. Décrire la polarisation de l'onde électromagnétique incidente.

A) La polarisation est rectiligne
B) La polarisation est circulaire
C) La polarisation est elliptique
D) On ne peut pas conclure

30. Que vaut le champ électrique total $\mathbf{E}(M,t)$ dans la région $z<0$?
(On rappelle la continuité de la composante tangentielle du champ électrique)

A)
$$\mathbf{E}(M,t) = 2E_0\cos(kz)\left|\begin{array}{l}\alpha\sin(\omega t)\\ \cos(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

C)
$$\mathbf{E}(M,t) = 2E_0\cos(kz)\left|\begin{array}{l}\alpha\cos(\omega t)\\ \sin(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

B)
$$\mathbf{E}(M,t) = 2E_0\sin(kz)\left|\begin{array}{l}\alpha\sin(\omega t)\\ -\cos(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

D)
$$\mathbf{E}(M,t) = 2E_0\sin(kz)\left|\begin{array}{l}\alpha\cos(\omega t)\\ \sin(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

31. Déterminer le champ magnétique total $\mathbf{B}(M,t)$ dans la région $z<0$:

A)
$$\mathbf{B}(M,t) = \frac{2E_0}{c}\cos(kz)\left|\begin{array}{l}-\sin(\omega t)\\ \alpha\cos(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

C)
$$\mathbf{B}(M,t) = \frac{2E_0}{c}\cos(kz)\left|\begin{array}{l}\cos(\omega t)\\ \alpha\sin(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

B)
$$\mathbf{B}(M,t) = \frac{2E_0}{c}\sin(kz)\left|\begin{array}{l}-\cos(\omega t)\\ \alpha\sin(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

D)
$$\mathbf{B}(M,t) = \frac{2E_0}{c}\sin(kz)\left|\begin{array}{l}-\sin(\omega t)\\ \alpha\cos(\omega t)\\ 0\end{array}\right.$$

32. Que vaut le vecteur de Poynting $\mathbf{R}(M,t)$ dans la région $z<0$?

A) $\mathbf{R}(M,t) = \mathbf{0}$
C) $\mathbf{R}(M,t) = \epsilon_0 c\alpha^2 E_0^2\sin(2kz)\cos(2\omega t)\,\mathbf{e}_z$
B) $\mathbf{R}(M,t) = \epsilon_0 c(\alpha^2-1)E_0^2\cos(2kz)\cos(2\omega t)\,\mathbf{e}_z$
D) $\mathbf{R}(M,t) = \epsilon_0 c(\alpha^2-1)E_0^2\sin(2kz)\sin(2\omega t)\,\mathbf{e}_z$

33. Que vaut la moyenne temporelle $\overline{\mathbf{R}}(M)$ du vecteur de Poynting (dans le demi-espace $z<0$)?

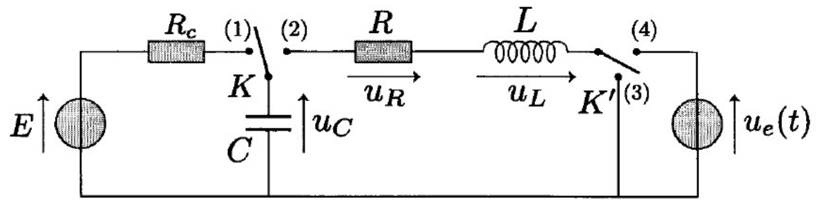
A) $\overline{\mathbf{R}}(M) = \epsilon_0 c(1-\alpha^2)E_0^2\sin(2kz)\,\mathbf{e}_z$
C) $\overline{\mathbf{R}}(M) = \mathbf{0}$
B) $\overline{\mathbf{R}}(M) = \epsilon_0 c(1-\alpha^2)E_0^2\,\mathbf{e}_z$
D) $\overline{\mathbf{R}}(M) = \epsilon_0 cE_0^2\,\mathbf{e}_z$

34. Que vaut la moyenne temporelle $\overline{w}$ de l'énergie électromagnétique volumique?

A) $\overline{w} = \epsilon_0 E_0^2$ B) $\overline{w} = \epsilon_0\alpha^2 E_0^2$ C) $\overline{w} = 0$ D) $\overline{w} = \epsilon_0 E_0^2(1+\alpha^2)$

Électronique

Dans le circuit représenté sur la figure ci-après, l'interrupteur K est en position (2) et K' en position (3) depuis assez longtemps pour que le régime du circuit soit celui du repos électrique. La source de tension E est stationnaire tandis que $u_e(t)$ est une tension sinusoïdale d'amplitude u_m et de pulsation ω.



35. À un instant pris comme origine temporelle, K bascule en position (1). Comment évolue la tension $u_C(t)$:

A) $u_C(t) = E\exp\left(-\dfrac{t}{2R_cC}\right)$

B) $u_C(t) = E\left[1-\exp\left(-\dfrac{t}{2R_cC}\right)\right]$

C) $u_C(t) = E\exp\left(-\dfrac{t}{R_cC}\right)$

D) $u_C(t) = E\left[1-\exp\left(-\dfrac{t}{R_cC}\right)\right]$

36. Une fois atteint le régime établi (parfois appelé, permanent), K bascule en position (2), à un nouvel instant choisi comme *nouvelle origine temporelle.* Que peut-on affirmer ?

A) $u_L(t=0^+) = -E$ B) $u_R(t=0^+) = E$ C) $u_C(t=\infty) = E$ D) $u_C(t=\infty) = 0$

37. On note Q le facteur de qualité du circuit RLC. Que peut-on affirmer ?
A) La durée du régime transitoire est la plus brève lorsque $Q = 2$
B) La durée du régime transitoire est la plus brève lorsque $Q = 1/2$
C) Plus L est élevée, plus le facteur de qualité est petit
D) Plus C est élevée, plus le facteur de qualité est grand

38. Une fois atteint le régime établi (permanent), K demeurant en position (2), on bascule K' en position (4) et on attend l'établissement d'un nouveau régime établi (permanent). On réalise des filtres en considérant $u_e(t)$ comme une tension d'entrée et en prélevant une tension de sortie aux bornes des dipôles présents dans le circuit. Que peut-on affirmer ?
A) Aux bornes du condensateur, le filtre réalisé est un passe-haut.
B) Aux bornes du résistor, le filtre réalisé est un passe-bande.
C) Aux bornes de la bobine, le filtre réalisé est un passe-bas.
D) Aux bornes de l'association série des deux dipôles RL, le filtre réalisé est un passe-haut.

39. On note $\omega_0 = (LC)^{-1/2}$ et on désigne par $u_{C,m}(\omega)$ et $u_{R,m}(\omega)$ les amplitudes des tensions aux bornes du condensateur (C) et du résistor (R), en fonction de ω. Que peut-on affirmer ?
A) Si $Q < 1/\sqrt{2}$, $u_{C,m}(\omega)$ passe par un maximum lorsqu'on augmente ω depuis les très basses fréquences.
B) Si $Q > 1/\sqrt{2}$, $u_{C,m}(\omega)$ passe par un maximum lorsqu'on augmente ω depuis les très basses fréquences.
C) $u_{R,m}(\omega)$ passe par un maximum quel que soit Q.
D) $u_{R,m}(\omega)$ ne passe par un maximum que si $Q > 1/2$.

40. Que peut-on affirmer :

A) $u_{C,m}(\omega_0) = Qu_m$ B) $u_{C,m}(\omega_0) = u_m$ C) $u_{R,m}(\omega_0) = Qu_m$ D) $u_{R,m}(\omega_0) = u_m$