QCM de Physique

Quantique

1. Toutes les réponses sont fausses — Réponse : E

2. L'énergie est $E = \frac{p^2}{2m_e}$ avec $p = \frac{h}{\lambda}$ $\Rightarrow$ $E = \frac{h^2}{2m_e\lambda^2}$

et $L = n\frac{\lambda}{2}$ $\quad E = \frac{h^2}{8m_eL^2}n^2 = n^2\frac{4\pi^2\hbar^2}{8m_eL^2}$

$\Rightarrow \boxed{E = \frac{\pi^2\hbar^2}{2m_eL^2}n^2 = n^2E_1}$ — Réponses : B et C

3. $E_1 = \frac{\pi^2\hbar^2}{2m_eL^2} = \frac{10.(10^{-34})^2}{2\times10^{-30}(0,6.10^{-9})^2} = 1,4.10^{-19}\text{ J} \sim 1\text{eV}$

Réponse : A

4. Vecteur d'onde $k_n = \frac{2\pi}{\lambda_n} = \frac{n\pi}{L}$

$\Psi_n(x) = A\sin(k_nx)$ car $\Psi_n(0) = \Psi_n(L) = 0$

et $\int_0^L|\Psi_n(x)|^2dx = 1 = A^2\int_0^L\sin^2(k_nx)\,dx = A^2\int_0^L\frac{1-\cos(2k_nx)}{2}dx$

$= A^2\frac{L}{2}$ $\Rightarrow$ $A = \sqrt{\frac{2}{L}}$

$\Rightarrow \boxed{\Psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}}\sin(k_nx)}$ — Réponses : B et D

5. Etat d'énergie E_1 : (probabilité linéique) $\rho_1 = |\Psi_1(x=\frac{L}{2})|^2 = \frac{2}{L}\sin^2\left(\frac{\pi}{2}\right)$

$\Rightarrow \boxed{\rho_1 = \frac{2}{L}}$

Etat d'énergie E_2 : (probabilité linéique) $\rho_2 = |\Psi_2(x=\frac{L}{2})|^2 = \frac{2}{L}\sin^2(\pi)$

$\Rightarrow \boxed{\rho_2 = 0}$ — Réponses : B et C

6. Energie de transition : $\Delta E = E_2 - E_1 = \frac{hc}{\lambda_{2\to1}} = 4E_1 - E_1 = 3E_1$

$\Rightarrow \boxed{\lambda_{2\to1} = \frac{hc}{3E_1}}$ — Réponse : B

7. $\lambda_{2\to1} = \frac{6.10^{-34}\times3.10^8}{3\times1,4.10^{-19}} = 4,3.10^{-7}\text{ m}$ domaine du visible ou proche UV

Réponse : A

8. Si $\mathcal{E} < \mathcal{E}_0$: pas d'onde transmise

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

Si $\mathcal{E} > \mathcal{E}_0$: la particule peut être réfléchie

En $x = 0$, la fonction d'onde et sa dérivée sont continues.

Réponses : A et B

9. Si $\mathcal{E} > \mathcal{E}_0$, le terme en $\exp(ik_2x)$ correspond à une onde plane se propageant dans le sens des x croissants : c'est l'onde transmise $A_2' \neq 0$

Par contre, le second terme correspond à une onde plane se propageant dans le sens des x décroissants. Aucune particule ne vient dans ce sens : $B_2' = 0$

L'équation de Schrödinger donne : $\frac{d^2\Psi}{dx^2} + k_2^2\Psi = 0$ avec $k_2^2 = \frac{2m(\mathcal{E}-\mathcal{E}_0)}{\hbar^2}$

$\Rightarrow \boxed{k_2 = \frac{\sqrt{2m(\mathcal{E}-\mathcal{E}_0)}}{\hbar}}$ — Réponse : E

10. Conditions aux limites : $\Psi(x)$ et $\Psi'(x)$ continues en $x = 0$

$$\begin{cases} A'_2 = A'_1 + B'_1 \\ A'_2 k_2 = (A'_1 - B'_1) k_1 \end{cases} \Rightarrow \boxed{\begin{cases} \underline{r} = \dfrac{k_1 - k_2}{k_1 + k_2} \\ \underline{t} = \dfrac{2k_1}{k_1 + k_2} \end{cases}}$$

Réponse : C

11. Dans le milieu II, la solution est une onde évanescente : $\underline{A}_2 = 0$

Réponse : C

12. Milieu I :

$$\boxed{\underline{c}_1 = ik_1 = i\,\frac{\sqrt{2m\mathcal{E}}}{\hbar}}$$

Milieu II :

$$\boxed{\underline{c}_2 = \frac{\sqrt{2m(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})}}{\hbar}}$$

Réponses : A et D

13. $T = 0$ et $R = 1$ Réponses : B et C

14. On a $c_2 = \dfrac{\sqrt{2m(\mathcal{E}_0 - \mathcal{E})}}{\hbar} = \dfrac{1}{\delta} \Rightarrow \underline{\underline{\delta = 2.10^{10}\ \text{m}}}$

Réponse : C

Thermodynamique

15. Relation de Mayer : $C_{pm} - C_{vm} = R$ et $\gamma = \dfrac{C_{pm}}{C_{vm}}$

$$\Rightarrow \boxed{C_{vm} = \frac{R}{\gamma - 1} \qquad C_{pm} = \frac{\gamma R}{\gamma - 1}}$$

Réponse : E

16. U est une fonction extensive

$$\Delta U = \Delta U_I + \Delta U_{II} = nC_{vm}(T_f - T_1) + nC_{vm}(T_f - T_2)$$

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

Réponse : A

17. Transformation adiabatique : $\boxed{Q = 0}$

Transformation monobare : $W = -P_0 \Delta V = -P_0 (V_f - V_1 - V_2)$

$$\boxed{W = -nR(2T_f - T_1 - T_2)}$$ (utilisation de la loi des gaz parfaits)

Réponses : B et C

18. Premier principe : $\Delta U = W \Rightarrow \dfrac{n\cancel{R}}{\gamma - 1}(2T_f - T_1 - T_2) = -n\cancel{R}(2T_f - T_1 - T_2)$

$$\Rightarrow 2T_f - T_1 - T_2 = -(\gamma - \cancel{1})(2T_f - T_1 - T_2) \qquad 2\gamma T_f = \gamma (T_1 + T_2)$$

$$\Rightarrow \boxed{T_f = \frac{T_1 + T_2}{2}}$$

Réponse : D

19. $\Delta S = nC_{pm} \ln\left(\dfrac{T_F}{T_I}\right) - nR \ln\left(\dfrac{P_F}{P_I}\right)$ pour un gaz parfait

Second principe : $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2 = nC_{pm} \ln\left(\dfrac{T_f}{T_1}\right) + nC_{pm} \ln\left(\dfrac{T_f}{T_2}\right)$

$= \underbrace{S_e}_{0 \text{ (adiabatique)}} + S_c$

$$\Rightarrow \boxed{S_c = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} \ln\left(\frac{T_f^2}{T_1 T_2}\right)}$$

Réponse : C

20. U fonction extensive : $\Delta U = \Delta U_I + \Delta U_{II} = nC_{vm}(2T_e - T_1 - T_2)$

Transformation monobare : $W' = -P_0 \Delta V = -nR(2T_e - T_1 - T_2)$

1[er] principe : $\Delta H = Q' = nC_{pm}(2T_e - T_1 - T_2) \Rightarrow \boxed{Q' = \dfrac{nR\gamma}{\gamma - 1}(2T_e - T_1 - T_2)}$

Réponse : A

21. Second principe $\Delta S = S'^e + S'^c = \dfrac{Q'}{T_e} + S'^c = \Delta S_I + \Delta S_{II}$

$$= nC_{pm} \ln\left(\frac{T_e}{T_1}\right) + nC_{pm} \ln\left(\frac{T_e}{T_2}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{S'^c = \frac{nR\gamma}{\gamma - 1} \ln\left(\frac{T_e^2}{T_1 T_2}\right) - \frac{Q'}{T_e}}$$

Réponse : C

Mécanique

22. Conservation du moment cinétique ⇒ trajectoire plane dans le plan passant par O et orthogonal au moment cinétique.

Réponse : D

23. C'est une propriété des triangles rectangles inscrits dans un cercle

$\boxed{r = 2R\cos\varphi}$ Réponse : A

24. PFD $m\vec{a} = \vec{F}$ ⇒ $F = m a_r$

$\Rightarrow \boxed{F = m(\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2)}$ Réponse : A

25. $\dfrac{dr}{dt} = -2R\sin\varphi\,\dot{\varphi}$ ⇒ $\boxed{\dot{r} = -2R\sin\varphi\,\dfrac{C}{r^2}}$ Réponse : B

26. $\ddot{r} = -2R\cos\varphi\,\dot{\varphi}\,\dfrac{C}{r^2} + 2R\sin\varphi\,\dfrac{C}{r^3}\,\dot{r} = -2R\cos\varphi\,\dfrac{C^2}{r^4} - 4R^2\sin^2\varphi\,\dfrac{C^2}{r^5}$

$$\Rightarrow \ddot{r} = -\frac{2RC}{r^2}\left(\underbrace{C}_{A}\cos\varphi\,\frac{1}{r^2} + \underbrace{4RC}_{B}\sin^2\varphi\,\frac{1}{r^3}\right)$$

$\Rightarrow \boxed{p = 2}$ Réponse : C

27. $A = C$ et $B = 4RC$ Réponses : B et D

28. $$F = m\left[-\frac{2RC}{r^2}\left(C\cos\varphi\,\frac{1}{r^2} + 4RC\sin^2\varphi\,\frac{1}{r^3}\right) - r\left(\frac{C}{r^2}\right)^2\right]$$

$$= -m\left(\frac{C}{r^2}\right)^2\left(4R\cos\varphi + 8\,\frac{R}{2\cos\varphi}\sin^2\varphi\right)$$

$$= -m\left(\frac{C}{r^2}\right)^2\frac{4R}{\cos\varphi}\left(\cos^2\varphi + \sin^2\varphi\right)$$

$$= -m\,\frac{RC^2}{r^4}\,\frac{8R}{2R\cos\varphi} \Rightarrow \boxed{F = -m\,\frac{8R^2C^2}{r^5}}$$

Réponse : C

Electromagnétisme

29. Champ électrique en notations réelles :

$$\vec{E}\left|\begin{matrix}\alpha E_0\cos(\omega t - kz)\\ E_0\sin(\omega t - kz)\\ 0\end{matrix}\right. \Rightarrow \left(\frac{E_x}{\alpha E_0}\right)^2 + \left(\frac{E_y}{E_0}\right)^2 = 1$$

l'onde est polarisée elliptiquement

Réponse : C

30. Dans le conducteur parfait, on a $\vec{E}(M,t) = \vec{0}$

Continuité de la composante tangentielle en $z=0$

$$\underline{\vec{E}}_{0r} + E_0\left|\begin{matrix}\alpha\\ i\\ 0\end{matrix}\right. = \vec{0} \Rightarrow \underline{\vec{E}}_{0r} = -E_0\left|\begin{matrix}\alpha\\ i\\ 0\end{matrix}\right.$$

$$\Rightarrow \underline{\vec{E}}_r = -E_0\exp[-i(\omega t + kz)]\left|\begin{matrix}\alpha\\ i\\ 0\end{matrix}\right.$$

Champ électrique total en $z<0$:

$$\underline{\vec{E}} = \underline{\vec{E}}_i + \underline{\vec{E}}_r = E_0\exp(-i\omega t)\left|\begin{matrix}\alpha\,[\exp(ikz) - \exp(-ikz)]\\ i\,[\exp(ikz) - \exp(-ikz)]\\ 0\end{matrix}\right.$$

$$= E_0\exp(-i\omega t)\left|\begin{matrix}2i\alpha\sin kz\\ -\sin kz\\ 0\end{matrix}\right.$$

En prenant la partie réelle :

$$\boxed{\vec{E}(M,t) = 2E_0\sin kz\left|\begin{matrix}\alpha\sin(\omega t)\\ -\cos(\omega t)\\ 0\end{matrix}\right.}$$

Réponse : B

31. MF $\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\vec{E} = -\dfrac{\partial\vec{B}}{\partial t}$

$$\left|\begin{matrix}\partial./\partial x\\ \partial./\partial y\\ \partial./\partial z\end{matrix}\right. \wedge \left|\begin{matrix}E_x\\ E_y\\ 0\end{matrix}\right. = \left|\begin{matrix}-\partial E_y/\partial z\\ \partial E_x/\partial z\\ 0\end{matrix}\right.$$

$$\overrightarrow{\mathrm{rot}}\,\vec{E} = 2k\cos(kz)\,E_0\left|\begin{matrix}+\cos(\omega t)\\ \alpha\sin(\omega t)\\ 0\end{matrix}\right. = -\left|\begin{matrix}\partial B_x/\partial t\\ \partial B_y/\partial t\\ 0\end{matrix}\right.$$

$B_x = -\frac{2k}{\omega}\cos(kz)\, E_0 \sin\omega t$

$B_y = \frac{2k}{\omega}\cos(kz)\, E_0 \alpha \cos\omega t$ Réponse : A

$B_z = 0$

32. Vecteur de Poynting : $\vec{R} = \dfrac{\vec{E}\wedge\vec{B}}{\mu_0}$

$$\vec{R} = \frac{4E_0^2}{\mu_0 c}\cos(kz)\sin(kz)\begin{vmatrix}\alpha\sin(\omega t)\\ -\cos(\omega t)\\ 0\end{vmatrix} \wedge \begin{vmatrix}-\sin(\omega t)\\ \alpha\cos(\omega t)\\ 0\end{vmatrix}$$

$$\vec{R} = \frac{4E_0^2}{\mu_0 c}\cos(kz)\sin(kz)\left[\alpha^2\sin(\omega t)\cos(\omega t) - \sin(\omega t)\cos(\omega t)\right]\vec{e}_z$$

$$\boxed{\vec{R} = \varepsilon_0 c(\alpha^2-1)\sin(2kz)\sin(2\omega t)\,\vec{e}_z}$$ Réponse : D

33. $\boxed{\langle\vec{R}\rangle = \vec{0}}$ Réponse : C

34. Energie électromagnétique volumique :

$$w = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} + \frac{B^2}{2\mu_0} = 2\varepsilon_0 E_0^2\sin^2(kz)\left[\alpha^2\sin^2(\omega t) + \cos^2(\omega t)\right] + 2\varepsilon_0 E_0^2\cos^2(kz)\left[\sin^2(\omega t) + \alpha^2\cos^2(\omega t)\right]$$

Valeur moyenne :

$$\bar{w} = \varepsilon_0 E_0^2\sin^2 kz\,(\alpha^2+1) + \varepsilon_0 E_0^2\cos^2(kz)\,(1+\alpha^2)$$

$$\Rightarrow \boxed{\bar{w} = \varepsilon_0 E_0^2(1+\alpha^2)}$$ Réponse : D

Electronique

35. Bascule en position (1) : $E = u_C + RC\dfrac{du_C}{dt}$

Continuité de u_C : $u_C(t=0^+) = u_C(t=0^-) = 0$

$u_C(t) = E + A\exp\left(-\frac{t}{RC}\right)$ CI : $0 = E + A$

$$\Rightarrow \boxed{u_C(t) = E\left[1 - \exp\left(-\frac{t}{RC}\right)\right]}$$ Réponse : D

36. Continuité de la tension aux bornes de C : $u_C(t=0^+) = E$

Continuité du courant traversant L : $i(t=0^+) = 0$

$\Rightarrow u_R(t=0^+) = R\,i(t=0^+) = 0$

Loi des mailles à $t = 0^+$: $\underbrace{u_C}_{E} + \cancel{u_R} + u_L = 0$

$$\Rightarrow \boxed{u_L(t=0^+) = -E}$$

Régime permanent : $i(t\to+\infty) = 0 \Rightarrow u_R(t\to+\infty) = 0$

$u_L(t\to+\infty) = 0$ et $u_C + u_R + u_L = 0$

$$\Rightarrow \boxed{u_C(t\to+\infty) = 0}$$

Réponse : A et D

37. La durée du régime transitoire est la plus brève pour le régime critique : $Q = \frac{1}{2}$

Facteur de qualité : $Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$

$L\nearrow \Rightarrow Q\nearrow$

$C\nearrow \Rightarrow Q\searrow$ Réponse : B

38 - * Aux bornes de C : $\underline{u}_C = \dfrac{1/jC\omega}{R+jL\omega+\frac{1}{jC\omega}}\,\underline{u}_e = \dfrac{1}{1-LC\omega^2+jRC\omega}\,\underline{u}_e$

→ filtre passe-bas

* Aux bornes de R : $\underline{u}_R = \dfrac{R}{R+jL\omega+\frac{1}{jC\omega}}\,\underline{u}_e = \dfrac{1}{1+j\frac{1}{R}\left(L\omega-\frac{1}{C\omega}\right)}\,\underline{u}_e$

→ filtre passe-bande

* Aux bornes de L : $\underline{u}_L = \dfrac{jL\omega}{R+jL\omega+\frac{1}{jC\omega}}\,\underline{u}_e$

→ filtre passe-haut

* Aux bornes de RL : $u_{RL} = \dfrac{R+jL\omega}{R+jL\omega+\frac{1}{jC\omega}}\,\underline{u}_e$

→ filtre passe-haut

Réponses : B et D

39 - Amplitudes :

$u_{C,m} = \dfrac{u_{e,m}}{\sqrt{(1-LC\omega^2)^2+(RC\omega)^2}}$ qui est maximal pour $\omega = 0$

et $\omega = \omega_0\sqrt{1-\dfrac{1}{2Q^2}}$ si $Q > \dfrac{1}{\sqrt{2}}$

$u_{C,m} = \dfrac{u_{em}}{\sqrt{\left(\frac{\omega}{Q\omega_0}\right)^2+\left(1-\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2}}$

$u_{R,m} = \dfrac{u_{e,m}}{\sqrt{1+\frac{1}{R^2}\left(L\omega-\frac{1}{C\omega}\right)^2}}$ maximal pour $\omega = \omega_0 \;\forall Q$

Réponses : B et C

40 - $\omega = \omega_0$: $u_{C,m} = Q\,u_m$ $\qquad u_{R,m} = u_m$

Réponses : A et D