



L'épreuve consiste en 6 exercices qui sont indépendants.

A chaque question numérotée entre Q01 à Q40, correspond sur la grille-réponse une ligne de cases qui porte le même numéro. Chaque ligne comporte 5 cases A, B, C, D, E. Pour chaque ligne numérotée de 1 à 40, vous vous trouvez en face de 4 possibilités :

- soit vous décidez de ne pas traiter cette question, la ligne correspondante doit rester vierge.
- soit vous jugez que la question comporte une seule bonne réponse, vous devez cocher l'une des cases A, B, C, D.
- soit vous jugez que la question comporte deux réponses exactes, vous devez cocher deux des cases A, B, C, D et deux seulement.
- soit vous jugez qu'aucune des réponses proposées A, B, C, D n'est bonne, vous devez alors cocher la case E.

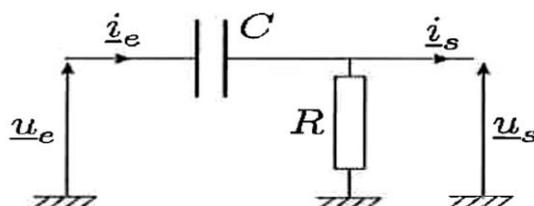
En cas de réponse fausse, une pénalité sera appliquée.

Exercice 1 : Filtre CR

Q01- On applique à l'entrée du filtre CR représentée sur la figure ci-après, une tension d'entrée sinusoïdale, de pulsation ω , représentée par le générateur complexe $\underline{u}_e(t)$. On note $\underline{i}_e(t)$ l'intensité complexe du courant d'entrée, $\underline{u}_s(t)$ la tension complexe de sortie et $\underline{i}_s(t)$ l'intensité complexe du courant débité en sortie du filtre. On note j le nombre complexe imaginaire pur. La relation entre ces quatre grandeurs complexes s'écrit sous la forme matricielle suivante, en introduisant le facteur $x = \frac{\omega}{\omega_0}$ où $\omega_0 = \frac{1}{RC}$:

$$\begin{bmatrix} \underline{u}_s \\ \underline{i}_s \end{bmatrix} = [A] \begin{bmatrix} \underline{u}_e \\ \underline{i}_e \end{bmatrix} \text{ avec } [A] = \begin{bmatrix} 1 & j\frac{R}{x} \\ c & d \end{bmatrix}$$

Où c et d sont des coefficients qui dépendent de R et de x .



Appliquer les lois de Kirchhoff au circuit et en déduire l'expression de c :

- A) $c = \frac{x}{R}$ B) $c = -\frac{x}{R}$ C) $c = \frac{1}{R}$ D) $c = -\frac{1}{R}$

Q02- Exprimer d :

- A) $d = 1 - \frac{j}{x}$ B) $d = 1 + \frac{j}{x}$ C) $d = 1 + jx$ D) $d = 1 - jx$

Q03- On réalise un filtre F en associant en cascades trois cellules CR identiques à la précédente : la sortie de la première est reliée à l'entrée de la deuxième, et la sortie de la deuxième est reliée à l'entrée de la troisième. Les grandeurs complexes d'entrée, \underline{u}_e et \underline{i}_e sont alors reliées aux grandeurs complexes de sortie \underline{u}'_s et \underline{i}'_s par la nouvelle relation matricielle :

$$\begin{bmatrix} \underline{u}'_s \\ \underline{i}'_s \end{bmatrix} = [B] \begin{bmatrix} \underline{u}_e \\ \underline{i}_e \end{bmatrix} \text{ avec } [B] = \begin{bmatrix} a' & b' \\ c' & d' \end{bmatrix}$$

où a' , b' , c' et d' sont des coefficients qui s'expriment en fonction de x et R .

Quelle relation y a-t-il entre $[B]$ et $[A]$?

A) $[B] = [A]$

B) $[B] = 3[A]$

C) $[B] = [A]^3$

D) $[B] = 3[A]^{-1}$

Q04- En remarquant que $\det[A] = 1$, et lorsque $\underline{i}'_s = 0$, exprimer la fonction de transfert $H(jx) = \frac{u'_s}{\underline{u}_e}$ de F en

fonction des coefficients de la matrice $[B]$:

A) $H(jx) = a'$

B) $H(jx) = d'$

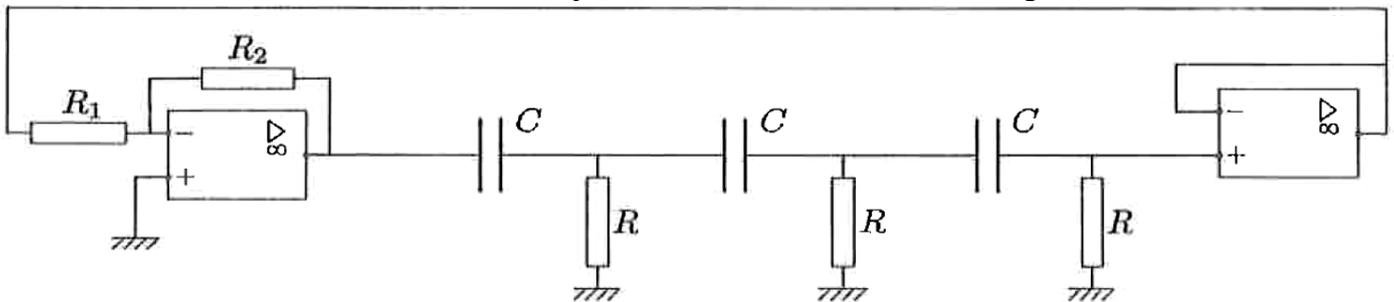
C) $H(jx) = \frac{1}{a'}$

D) $H(jx) = \frac{1}{d'}$

Q05- La fonction de transfert de F s'écrit :

$$H(jx) = -\frac{jx^3}{1 - 6x^2 + jx(5 - x^2)}$$

On associe F au système à amplificateurs opérationnels, supposés idéaux, représenté sur la figure ci-après, où R_1 et R_2 sont deux résistors, afin de réaliser un oscillateur quasi-sinusoidal (H est alors un réel négatif).



Quelle est l'expression de la fréquence f des oscillations ?

A) $f = \frac{1}{RC}$

B) $f = \frac{1}{2\pi RC}$

C) $f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$

D) $f = \frac{1}{RC\sqrt{6}}$

Q06- Que vaut alors le rapport $\frac{R_2}{R_1}$? :

A) $\frac{R_2}{R_1} = 1$

B) $\frac{R_2}{R_1} = 3$

C) $\frac{R_2}{R_1} = 17$

D) $\frac{R_2}{R_1} = 29$

Exercice 2 : Champ et potentiel électrique dans un noyau

Du point de vue du potentiel et du champ électrique qu'ils créent, les noyaux de certains atomes légers peuvent être modélisés par une distribution volumique de charge à l'intérieur d'une sphère de centre O et de rayon a . On désigne par $\vec{r} = \overrightarrow{OP}$, le vecteur position d'un point P quelconque de l'espace. Pour $r < a$, la charge volumique $\rho(P)$ qui représente le noyau varie en fonction de r suivant la loi :

$$\rho = \rho_0 \left(1 - \frac{r^2}{a^2} \right)$$

où ρ_0 est une constante positive.

Q07- Exprimer la charge totale Q du noyau.

A) $Q = \frac{1}{3} \pi \epsilon_0 \rho_0 a^3$

B) $Q = \frac{8}{15} \pi \rho_0 a^3$

C) $Q = \frac{3}{5} \pi \epsilon_0 \rho_0 a^2$

D) $Q = \frac{\rho_0 a^2}{2\pi}$

Q08- Les propriétés de symétrie du champ électrostatique permettent d'affirmer que :

A) Le champ électrique est contenu dans les plans de symétries des charges.

B) Le champ électrique est orthogonal aux plans d'antisymétries des charges.

- C) Le champ électrique est orthogonal aux plans de symétries des charges.
 D) Le champ électrique est contenu dans les plans d'antisymétries des charges.

Q09- Calculer le champ électrique $E_{ext}(P)$ en tout point P extérieur à la sphère ($r > a$).

A) $\vec{E}_{ext}(P) = \frac{\rho_0 2a^3}{15\epsilon_0 r^3} \vec{r}$ B) $\vec{E}_{ext}(P) = \frac{\rho_0 a^3}{2\pi\epsilon_0 r^2} \vec{r}$ C) $\vec{E}_{ext}(P) = \frac{\rho_0 2\pi a^2}{\epsilon_0 r^2} \vec{r}$ D) $\vec{E}_{ext}(P) = \vec{0}$

Q10- Calculer le champ électrique $E(P)$ en tout point P intérieur à la sphère ($r < a$).

A) $\vec{E}_{int}(P) = \frac{\rho_0}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{2}{3} - \frac{3r^2}{4a^2} \right) \vec{r}$ B) $\vec{E}_{int}(P) = \frac{3\rho_0}{2\pi\epsilon_0} \left(\frac{3}{4} - \frac{4r^2}{3a^2} \right) \vec{r}$ C) $\vec{E}_{int}(P) = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(\frac{1}{3} - \frac{r^2}{5a^2} \right) \vec{r}$

D) $\vec{E}_{int}(P) = \vec{0}$

Q11- Exprimer le potentiel $V_{ext}(P)$ créée par le noyau lorsque $r > a$.

A) $V_{ext}(P) = \frac{\rho_0 a^2}{4\pi\epsilon_0}$ B) $V_{ext}(P) = \frac{4\rho_0 a^2}{3\pi\epsilon_0 r}$ C) $V_{ext}(P) = \frac{\rho_0 2a^3}{15\epsilon_0 r}$ D) $V_{ext}(P) = \frac{\pi\rho_0 a^2}{3\epsilon_0 r}$

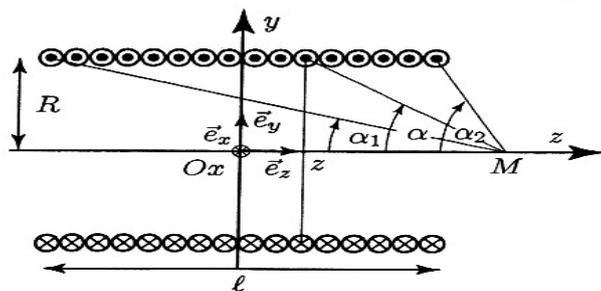
Q12- Exprimer le potentiel $V_{int}(P)$ créée par le noyau lorsque $r < a$.

A) $V_{int}(P) = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(\frac{a^2}{4} - \frac{r^2}{6} + \frac{r^4}{20a^2} \right)$ B) $V_{int}(P) = \frac{\rho_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{a^2}{3} + \frac{r^2}{2} - \frac{r^3}{a} \right)$

C) $V_{int}(P) = \frac{\rho_0}{\epsilon_0} \left(\frac{a^2}{6} - \frac{r^2}{3} + \frac{r}{3a} \right)$ D) $V_{int}(P) = \frac{4\pi\rho_0}{\epsilon_0} \left(\frac{r^2}{6} + \frac{r^4}{4a^2} \right)$

Exercice 3 : Champ magnétique dans un solénoïde mince

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 (cf. figure suivante).



Q13- Compte tenu de la symétrie des sources, on peut affirmer que :

- A) En tout point de l'axe Oz , le champ magnétique est porté par cet axe
 B) Le champ magnétique est orthogonal au plan xOy en tout point de ce plan
 C) Le champ magnétique est uniforme en tout point de l'espace
 D) Le champ magnétique est nul à l'extérieur du solénoïde

Q14- Exprimer, en fonction de a , le champ magnétique créée en M par la spire située à la cote z sur l'axe Oz .

A) $\vec{B}(z) = \frac{\mu_0 I}{R} \sin^2 \alpha \vec{e}_z$ B) $\vec{B}(z) = \frac{I}{2R\mu_0} \cos^3 \alpha \vec{e}_z$ C) $\vec{B}(z) = \frac{\mu_0 I}{2R} \sin^3 \alpha \vec{e}_z$ D) $\vec{B}(z) = \frac{I}{\mu_0 R} \tan^3 \alpha \vec{e}_z$

Q15- 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) $dz = \frac{Rd\alpha}{\tan^2 \alpha}$ B) $dz = \frac{Rd\alpha}{\cos^2 \alpha}$ C) $dz = \frac{Rd\alpha}{\sin^3 \alpha}$ D) $dz = \frac{Rd\alpha}{\sin^2 \alpha}$

Q16- Exprimer le nombre dN de spires contenues dans un élément de longueur dz de solénoïde.

A) $dN = \frac{\ell}{N} dz$ B) $dN = \frac{N}{\ell} dz$ C) $dN = \frac{2N}{\ell} dz$ D) $dN = \frac{N}{2\ell} dz$

Q17- 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.

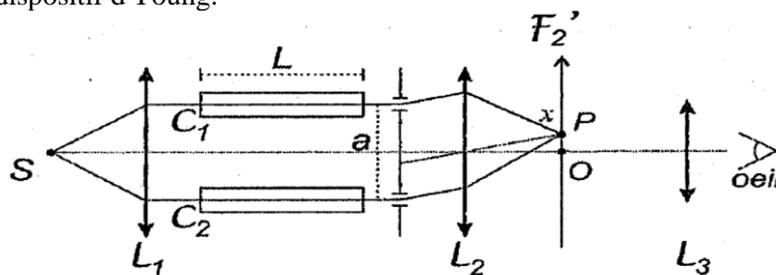
A) $B = \frac{N\mu_0 I}{2\ell} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2)$ B) $B = \frac{NI}{2\mu_0 \ell} (\sin^2 \alpha_1 - \sin^2 \alpha_2)$
 C) $B = \frac{NI}{2\mu_0 \ell} (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2)$ D) $B = \frac{N\mu_0 I}{2\ell} (\sin \alpha_1 - \sin \alpha_2)$

Q18- Exprimer le champ magnétique en tout point M de l'axe Oz d'un solénoïde infini constitué de n spires par unité de longueur parcourues par un courant I .

A) $\vec{B} = \frac{\mu_0 n I}{4\pi} \vec{e}_z$ B) $\vec{B} = \mu_0 n I \vec{e}_z$ C) $\vec{B} = \frac{n I}{\mu_0} \vec{e}_z$ D) $\vec{B} = \frac{n I}{2\mu_0} \vec{e}_z$

Exercice 4 : Interféromètre de Rayleigh

Q19- Une source ponctuelle S, qui émet un rayonnement monochromatique de longueur d'onde dans le vide $\lambda_0 = 632,8 \text{ nm}$, est placée au foyer objet d'une lentille mince convergente L_1 . Le faisceau émergent traverse alors deux cuves C_1 et C_2 identiques, de longueur $L = 20 \text{ cm}$, initialement remplies d'air à la pression atmosphérique ambiante d'indice n . La lumière atteint ensuite un dispositif interférentiel constitué par deux fentes d'Young (Fig. ci-après), parallèles et supposées infinies, distantes de a . On négligera l'épaisseur des fentes. Une lentille mince convergente L_2 de distance focale image f'_2 et de même axe optique que L_1 , est utilisée pour former dans son plan focal image F'_2 , la figure d'interférence du dispositif d'Young.



Indiquer la ou les affirmation(s) exacte(s) :

- A) Les franges d'interférence sont des droites parallèles aux fentes
- B) Les franges d'interférence sont des cercles concentriques
- C) Les franges d'interférence sont des droites perpendiculaires aux fentes
- D) La frange centrale est brillante.

Q20- Calculer l'interfrange i de la figure d'interférence dans le plan F'_2 :

A) $i = \frac{\lambda_0 a}{f'_2}$ B) $i = \frac{\lambda_0 f'_2}{a}$ C) $i = \frac{a f'_2}{\lambda_0}$ D) $i = \frac{a^2 f'_2}{\lambda_0^2}$

Q21- Afin d'observer confortablement les franges d'interférence, on utilise un oculaire réticulé, assimilé à une lentille convergente L_3 de distance focale image f'_3 . Sous quel diamètre apparent θ observe-t-on une interfrange, en supposant que l'œil, sans défaut, n'accommode pas ?

A) $\theta = 2 \arctan\left(\frac{i}{2f'_3}\right)$ B) $\theta = \arcsin\left(\frac{i}{f'_3}\right)$ C) $\theta = \arctan\left(\frac{i}{f'_3}\right)$ D) $\theta = \arccos\left(\frac{i}{f'_3}\right)$

Q22- On vide l'air contenu dans la cuve C_1 à l'aide d'une pompe à vide, ce qui provoque le défilement des franges. On constate que la frange centrale se décale de p ordres d'interférence. Exprimer le déphasage $\varphi(x)$ entre des deux rayons qui interfèrent dans le plan F'_2 au point P d'abscisse x (Fig. précédente).

A) $\varphi(x) = \frac{2\pi ax}{\lambda_0 f'_2} + 2\pi p$ B) $\varphi(x) = \frac{2\pi ax}{\lambda_0 f'_2} - \frac{2\pi px}{a}$
 C) $\varphi(x) = \frac{2\pi ax}{\lambda_0 f'_3} - \frac{2\pi px}{a}$ D) $\varphi(x) = \frac{2\pi x}{\lambda_0} - 2\pi p$

Q23- Exprimer la différence de marche δ au centre ($x=0$) de la figure d'interférence en fonction de L et n :

A) $\delta = nL$ B) $\delta = (n-1)L$ C) $\delta = (n-1)\frac{L}{2}$ D) $\delta = \frac{nL}{2}$

Q24- En déduire l'expression de l'indice n de l'air :

A) $n = p \frac{\lambda_0}{L}$ B) $n = 1 + p \frac{\lambda_0}{2L}$ C) $n = 1 + 2p \frac{\lambda_0}{L}$ D) $n = 1 + p \frac{\lambda_0}{L}$

Q25- En déduire l'ordre de grandeur de l'indice de l'air sachant que $p = 91,5$:

A) $n \approx 1,00003$ B) $n \approx 1,0003$ C) $n \approx 1,003$ D) $n \approx 1,03$.

Exercice 5 : Milieu diélectrique chargé d'ions et d'électrons

Q26- Un milieu, de constante diélectrique ϵ_0 et de perméabilité magnétique μ_0 égales à celles du vide, contient, par unité de volume, des nombres égaux n d'ions positifs (charge $+e$, masse M) et d'électrons (charge $-e$, masse m) de sorte que dans un volume mésoscopique (macroscopiquement petit) la charge totale soit globalement nulle. On soumet ce milieu à l'action d'un champ électrique \vec{E} , d'amplitude \vec{E}_0 et de pulsation ω , que l'on peut exprimer en notation complexe sous la forme : $\vec{E} = \vec{E}_0 \exp(-i\omega t)$. On négligera les interactions entre particules. Déduire des solutions forcées des équations différentielles du mouvement d'un ion et d'un électron, l'expression du courant volumique \vec{j} qui s'établit dans le milieu.

A) $\vec{j} = -i \frac{n^2 e^2}{\omega^2} \left(\frac{M+m}{Mm} \right) \vec{E}$ B) $\vec{j} = i \frac{ne^2}{\omega} \left(\frac{M+m}{Mm} \right) \vec{E}$ C) $\vec{j} = -\frac{ne^2}{\omega} \left(\frac{M+m}{Mm} \right) \vec{E}$ D) $\vec{j} = i \frac{ne}{\omega} \left(\frac{M+m}{Mm} \right) \vec{E}$

Q27- Le champ électrique de la question précédente est celui d'une onde électromagnétique plane monochromatique de vecteur d'onde \vec{k} . On notera \vec{B} le champ magnétique de l'onde et on négligera son action sur le mouvement des particules chargées du plasma. Des équations de Maxwell écrites en notation complexe, on peut déduire que :

- A) Les champs \vec{E} et \vec{B} sont transverses et orthogonaux entre eux
 B) \vec{E} et \vec{B} sont orthogonaux entre eux mais seul \vec{E} est transversal
 C) \vec{E} et \vec{B} sont orthogonaux entre eux mais seul \vec{B} est transversal
 D) \vec{E} et \vec{B} sont transverses mais ne sont pas orthogonaux entre eux

Q28- Montrer que la relation de dispersion $k(\omega)$ du milieu peut se mettre sous la forme : $k^2 = \frac{\omega^2}{c^2} \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right)$. Exprimer

ω_p et c.

$$\text{A) } \omega_p = \sqrt{\frac{ne^2(m+M)}{mM\mu_0}} \text{ et } c = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}}$$

$$\text{B) } \omega_p = \sqrt{\frac{ne^2mM}{(m+M)\varepsilon_0}} \text{ et } c = \sqrt{\varepsilon_0\mu_0}$$

$$\text{C) } \omega_p = \sqrt{\frac{ne^2(m+M)\varepsilon_0}{mM\mu_0}} \text{ et } c = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}}$$

$$\text{D) } \omega_p = \sqrt{\frac{ne^2(m+M)}{mM\varepsilon_0}} \text{ et } c = \sqrt{\frac{1}{\varepsilon_0\mu_0}}$$

Q29- Calculer les vitesses de phase v_ϕ et de groupe v_g pour $\omega > \omega_p$.

$$\text{A) } v_\phi = \frac{\omega c}{\sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}} \text{ et } v_g = \frac{c}{\omega} \sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}$$

$$\text{B) } v_\phi = \frac{c}{\omega} \sqrt{\omega^2 - \omega_p^2} \text{ et } v_g = \frac{\omega c}{\sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}}$$

$$\text{C) } v_\phi = \frac{\omega_p c}{\sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}} \text{ et } v_g = \frac{c}{\omega_p} \sqrt{\omega^2 - \omega_p^2}$$

$$\text{D) } v_\phi = \frac{\omega c}{\sqrt{\omega_p^2 - \omega^2}} \text{ et } v_g = \frac{c}{\omega} \sqrt{\omega_p^2 - \omega^2}$$

Q30- Montrer que la propagation d'une onde dans un plasma est équivalente à la propagation d'une onde dans un milieu sans charge ni courant et de permittivité ε . Exprimer ε .

$$\text{A) } \varepsilon = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right)$$

$$\text{B) } \varepsilon = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{\omega_p}{\omega} \right)$$

$$\text{C) } \varepsilon = \varepsilon_0 \left(1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2} \right)$$

$$\text{D) } \varepsilon = \varepsilon_0 \sqrt{1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2}}$$

Q31- Les couches inférieures de l'atmosphère sont constituées d'un gaz neutre d'indice $n_i \approx 1$. Les couches supérieures (ionosphère) sont assimilables à un plasma analogue à celui étudié précédemment. On définit l'indice n_s d'un tel milieu par la relation : $n_s = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_0}$. Une onde plane susceptible de se propager dans l'ionosphère aborde la couche ionosphérique

sous l'incidence i . Calculer le cosinus de l'angle i_t au-dessus duquel l'onde est totalement réfléchie vers le sol (angle de réfraction limite).

$$\text{A) } \cos i_t = \frac{\omega}{\omega_p}$$

$$\text{B) } \cos i_t = \frac{\omega_p}{\omega}$$

$$\text{C) } \cos i_t = \frac{\omega_p^2}{\omega^2}$$

$$\text{D) } \cos i_t = \frac{\omega^2}{\omega_p^2}$$

Exercice 6 : Interféromètre de Michelson

Un interféromètre de Michelson est constitué de deux miroirs plans M_1 et M_2 , dont les milieux respectifs O_1 et O_2 vérifient $\overrightarrow{OO_1} = d_1 \vec{e}_x$ et $\overrightarrow{OO_2} = d_2 \vec{e}_y$, avec $d_1 > 0$, $d_2 > 0$ et $d_1 \neq d_2$, dans le référentiel orthonormé direct $R = (O, \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$ du laboratoire. La source S, ponctuelle, a pour coordonnées $(-d, 0, 0)$, avec $d > 0$, et elle émet des radiations de longueur d'onde $\lambda = 540 \text{ nm}$. Pour la réalisation pratique, on dispose également de lames à faces parallèles, d'épaisseur h , d'indice n , semi réfléchissantes ou non, non absorbantes, notées \mathcal{L}_s , \mathcal{L}_c et \mathcal{L}_o . L'expérience se passe dans l'air d'indice 1, et peut être représentée dans le plan (xOy) .

On considère alors deux rayons : le rayon (1) interceptant M_1 et le rayon (2) interceptant M_2 .

Q32- Concernant la lame séparatrice \mathcal{L}_s :

A) C'est une lame non semi-réfléchissante.

B) Elle est inclinée de 90° par rapport à l'axe Ox .

C) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même amplitude.

D) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même intensité.

Q33- Concernant la lame compensatrice \mathcal{L}_c :

- A) C'est une lame non semi-réfléchissante.
- B) Elle est inclinée de 90° par rapport à l'axe Ox .
- C) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même amplitude.
- D) Elle divise le faisceau incident en deux faisceaux de même intensité.

Q34- Lors de la réalisation pratique, l'introduction d'une lame \mathcal{L}_c :

- A) Est facultative.
- B) Permet de compenser la différence de marche supplémentaire introduite sur le trajet du rayon (1), si la face semi-réfléchissante de \mathcal{L}_s est positionnée en O .
- C) Permet de compenser la différence de marche supplémentaire introduite sur le trajet du rayon (2), si la face non semi-réfléchissante de \mathcal{L}_c est positionnée en O .
- D) Est placée perpendiculairement au trajet d'un des rayons.

Q35- Les sources secondaires sont obtenues par une simple symétrie de S par rapport à :

- A) Chacun des miroirs.
- B) La lame séparatrice.
- C) La lame compensatrice
- D) O .

Q36- Les sources secondaires sont :

- A) Mutuellement cohérentes.
- B) En phase.
- C) Situées sur l'axe Ox .
- D) Distantes de $e = |d_1 - d_2|$.

Q37- Un montage dit « en coin d'air » :

- A) Impose que les deux miroirs M_1 et M_2 soient parfaitement parallèles entre eux.
- B) Permet d'observer des franges par division d'amplitude.
- C) Permet d'observer des franges d'égale inclinaison.
- D) Permet d'observer des franges rectilignes équidistantes.

Q38- Un montage dit « en lame d'air à faces parallèles » :

- A) Impose que les deux miroirs M_1 et M_2 soient parfaitement parallèles entre eux.
- B) Permet d'observer des franges par division d'amplitude.
- C) Permet d'observer des franges d'égale inclinaison.
- D) Permet d'observer des franges rectilignes équidistantes.

Q39- Le système est réglé en « en lame d'air », d'épaisseur $e = 5,4$ mm . La frange centrale :

- A) Est caractérisée par un ordre d'interférence entier.
- B) Est caractérisée par un ordre d'interférence demi-entier.
- C) Est sombre.
- D) Est brillante.

Q40- Lorsqu'on s'éloigne de la frange centrale :

- A) L'ordre d'interférence augmente.
- B) On retrouve des franges de même nature que la frange centrale à des distances régulières.
- C) L'intensité diminue constamment.
- D) Le contraste diminue.