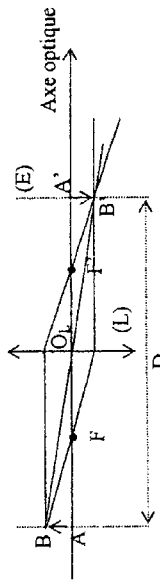
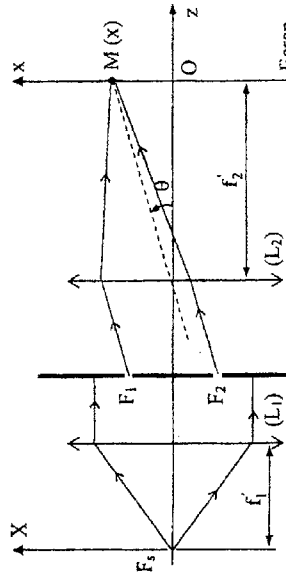
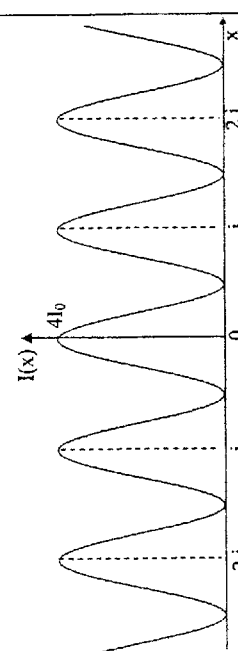
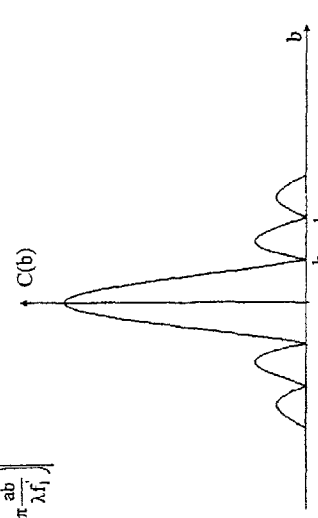


Corrigé MP-2010

Problème 1 (36 / 80) :

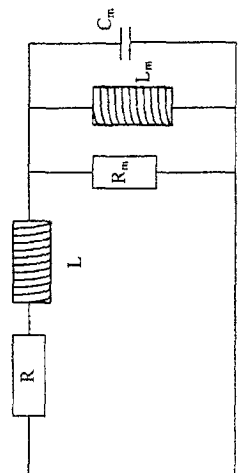
| Question | Barème |
|---|----------|
| 1- Condition de Gauss : - Objet plan de petites dimensions se trouvant sur l'axe optique du système et perpendiculaire à cet axe. - L'objet n'envoie sur le système optique que des rayons paraxiaux. - Les rayons incidents ont des faibles incidences. | 1 |
|  | 1 |
| 2- $\frac{1}{p'} - \frac{1}{(p'-D)} = \frac{1}{f'} \Rightarrow p'^2 - Dp' + f'D = 0$ $p' = O_L A'$ existe si $D^2 - 4f'D \geq 0$, soit $D \geq 4f'$ | 2 |
| 3- Deux solutions : $p'_1 = \frac{D - \sqrt{D^2 - 4Df'}}{2}$ et $p'_2 = \frac{D + \sqrt{D^2 - 4Df'}}{2}$ $d = p'_2 - p'_1 = \sqrt{D^2 - 4Df'}$, ce qui donne $f' = \frac{D^2 - d^2}{4D}$ | 1.5 |
| 4- $f' = 0,25m$ | 0.5 |
| 5- $p' = \frac{pf'}{p+f'}$, A.N. : $p' = 0,5m$ | 0.5 + |
| 6- $\gamma = \frac{p'}{p} = -1$ | 0.5 |
| 7- Figure d'interférences : sur l'écran, on observe une alternance de franges sombres et brillantes. Ces franges sont rectilignes, régulièrement espacées et parallèles à l'axe (Oy). | 1 |
| 8-  | 1.5 |
| 9- Démonstration : $\delta(M) = \frac{ax}{f_2} \Rightarrow \varphi(M) = \frac{2\pi ax}{\lambda f_2}$ | 2 |

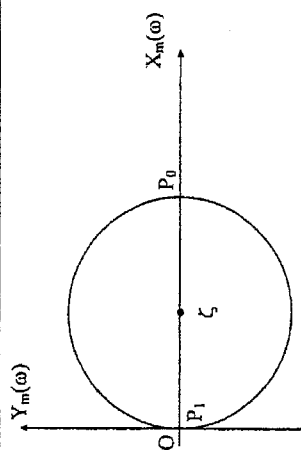
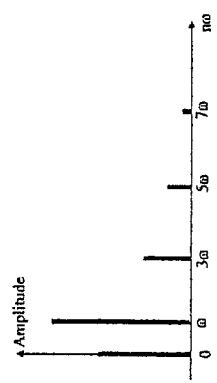
| | |
|--|-----------|
| 10- $I(M) = 2I_0 \left(1 + \cos \left(2\pi \frac{ax}{\lambda f_2} \right) \right)$ | 1 |
| 11-1- Interfrange : $i = \frac{\lambda f_2}{a}$, A.N. : $i = 0,5 \text{ mm}$ | 1 + 0.5 |
| 11-2-  | 1 |
| 11-3- L'ordre d'interférence est $p = \frac{\delta}{\lambda} = \frac{ax}{\lambda f_2}$; $p_0 = 0 \Rightarrow x = 0$: centre O de l'écran. | 0.5 |
| 12-1- Démonstration : $\delta(M) = \frac{ax}{f_2} + (n-1)e$ | 1.5 |
| 12-2- La frange d'ordre $p = 0$ ($\delta = 0$), se trouve en x_0 tel que : $\frac{ax_0}{f_2} + (n-1)e = 0 \Rightarrow x_0 = -\frac{(n-1)ef_2}{a}$ $x_0 < 0$: les franges se déplacent en bloc vers le bas. $d_0 = x_0 = \frac{(n-1)ef_2}{a}$ | 0.5 + |
| 12-3- $n = 1 + \frac{ad_0}{ef_2}$, A.N. : $n = 1,5$ | 0.5 + 0.5 |
| 12-4- $N = E \left(\frac{d_0}{i} \right)$, i n'est pas modifié, A.N. : $N = 50$ franges | 0.5 + 0.5 |
| 13-1- Les deux radiations sont mutuellement incohérentes \Rightarrow $I(M) = I_1(M) + I_2(M) \Rightarrow$ chaque radiation donne un phénomène d'interférences. $I_2 > I_1$: on observe des coïncidences et des anti-coïncidences. La frange centrale est la même pour les deux radiations. | 1 |
| 13-2- Première anti-coïncidence : $x_1 = x_2 = \left(q + \frac{1}{2} \right) i_1 \Rightarrow q = \frac{i_1}{2(i_2 - i_1)} \Rightarrow$ $x_1 = \frac{\lambda_1}{2(\lambda_2 - \lambda_1)} \frac{\lambda_2 f_2}{a}$ A.N. : $x_1 = 29 \text{ cm}$ | 1.5 + |
| 14-1- Démonstration : $\delta(M) = \frac{ax}{f_2} + \frac{ax_2}{f_2} - \frac{ax_1}{f_1}$ | 1.5 |
| 14-2- La frange d'ordre $p = 0$ ($\delta = 0$), se trouve en x'_0 tel que : $\frac{ax'_0}{f_2} + \frac{ax_2}{f_2} = 0 \Rightarrow x'_0 = -\frac{f_2 x_2}{f_1}$ $x'_0 < 0$: les franges se déplacent vers le bas $d_1 = \frac{f_2 x_2}{f_1}$ | 0.5 + |

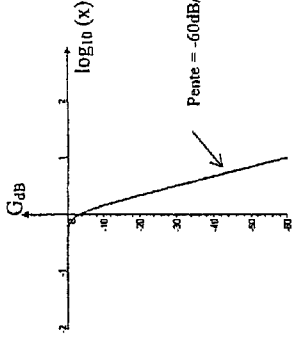
| | | |
|-------|--|-----------------------------|
| 15- | L'élargissement de F_s parallèlement à $(O_s X)$ affecte le contraste des franges. Lorsqu'on augmente la largeur de F_s , le contraste diminue jusqu'à s'annuler : c'est le brouillage des franges. | 0.5 |
| 16-1- | Explication : $\varphi(M) = \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{ax}{f_2} + \frac{ax}{f_1} \right)$ | 0.5 |
| 16-2- | Démonstration : $i(M) \approx 2I_0 \left[1 + \sin_c \left(\frac{ab}{\lambda f_1} \right) \cos \left(2\pi \frac{x}{i} \right) \right]$ | 2 |
| 17-1- | $C = \left \sin_c \left(\frac{ab}{\lambda f_1} \right) \right $  | 0.5 |
| 17-2- | Quand b est proche de 0, le contraste $C \rightarrow 1$. lorsqu'on augmente b , le contraste diminue progressivement, s'annule (brouillage des franges), puis croît jusqu'à un maximum secondaire (avec inversion), puis décroît pour s'annuler... | 1 |
| 18-1- | $b_1 = \frac{\lambda f_1}{a}$, A.N. : $b_1 = 0,10\text{mm}$ | 0.5+0.5 |
| 18-2- | L'ordre en M s'écrit : $p = \frac{a}{\lambda} \left(\frac{x}{f_2} + \frac{x}{f_1} \right)$. Lorsque X varie de $-\frac{b}{2}$ à $\frac{b}{2}$, p varie de $\Delta p = \frac{ab}{\lambda f_1}$. Pour $b = b_1$, $\Delta p = 1$. Pas de brouillage si $\Delta p < 1$ | 1.5 + 0.5 + 0.5 |

Problème2 (44 / 80) :

| Question | Barème |
|--|--------|
| 1- Sous l'effet de la force de Laplace, la bobine se met en mouvement en entraînant la membrane dont elle est solidaire. Le mouvement de cette membrane dans l'air engendre de faibles variations de pression et génère ainsi une onde sonore. Le dispositif joue le rôle d'un haut parleur. | 1.5 |
| 2- $d\vec{F}_{Lap} = id\vec{u}_0 \wedge B\vec{u}_1 \Rightarrow \vec{F}_{Lap} = -iB\ell\vec{u}_z$ | 1 |
| 3- RFD : $m \frac{d^2z}{dt^2} + \alpha \frac{dz}{dt} = -iB\ell$ (1) | 2.5 |
| 4- $f_{em} : de = (\vec{v} \wedge \vec{B}) d\vec{\ell} \Rightarrow e = vB\ell$ | 1.5 |
| 5- Loi des mailles : $E(t) = L \frac{di}{dt} + Ri - B\ell \frac{dz}{dt}$ (2) | 2.5 |

| | | |
|-------|---|-----------------|
| 6- | A partir de (1) et (2), on tire : $E(t).i(t) = \frac{dW}{dt} + Ri^2 + \alpha v^2$, où $W = \frac{1}{2} Li^2 + \frac{1}{2} mv^2 + \frac{1}{2} kz^2$ est l'énergie du haut parleur | 2 |
| 7- | En régime périodique : $W(t_0 + T) = W(t_0)$, d'où : $\langle E(t).i(t) \rangle = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} \left(\frac{dW}{dt} + Ri^2 + \alpha v^2 \right) dt = \langle Ri^2 \rangle + \langle \alpha v^2 \rangle$ La puissance électrique moyenne fournie au haut parleur sert exclusivement à compenser les pertes. | 1.5 + 0.5 |
| 8- | (1) et (2) donnent : $\left\{ \begin{array}{l} V \left[\alpha + j \left(m\omega - \frac{k}{\omega} \right) \right] = -B\ell I \\ U = (R + jL\omega) I - B\ell V \end{array} \right.$ | 2 |
| 9- | L'élimination de V entre ces deux équations donne : $Z = R + jL\omega + \frac{\ell^2 B^2}{jm\omega + \frac{k}{j\omega}} = R + jL\omega + \frac{\ell^2 B^2}{\alpha + j \left(m\omega - \frac{k}{\omega} \right)}$ | 1.5 |
| 10- | $Z = Z_e + Z_m$, avec $Z_e = R + jL\omega$ et $Z_m = \frac{\ell^2 B^2}{\alpha + j \left(m\omega - \frac{k}{\omega} \right)}$ | 1.5 |
| 11-1- | $\frac{1}{Z_m} = \frac{\alpha}{\ell^2 B^2} + j \frac{m\omega}{\ell^2 B^2} + \frac{k}{j \ell^2 B^2 \omega} \Rightarrow \frac{1}{Z_m} = \frac{1}{Z_m} + j \frac{1}{C_m \omega} + \frac{1}{j L_m \omega}$, avec $R_m = \frac{\ell^2 B^2}{\alpha}$, $C_m = \frac{m}{\ell^2 B^2}$ et $L_m = \frac{k}{\ell^2 B^2}$ | 2 |
| 11-2- | $R_m = 5\Omega$; $C_m = 396\mu F$ et $L_m = 15,8.10^{-3} H$ | 1 |
| 12- | Le haut parleur peut être modélisé par le circuit électrique suivant :  | 1.5 |
| 13-1- | $Z_m = X_m(\omega) + jY_m(\omega)$, avec $X_m(\omega) = \frac{R_m}{1 + R_m \left(C_m \omega - \frac{1}{L_m \omega} \right)}$ et $Y_m(\omega) = \frac{R_m^2 \left(\frac{1}{L_m \omega} - C_m \omega \right)}{1 + R_m^2 \left(C_m \omega - \frac{1}{L_m \omega} \right)^2}$ | 1.5 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|---|-------|------|-------|------|---|---|---------------|-----|------|------|-------|------|-----|
| 13-2- | $\left(X_m(\omega) - \frac{R_m}{2}\right)^2 + Y_m^2(\omega) = \left(\frac{R_m}{2}\right)^2$: dans le plan complexe, c'est un cercle de centre $\zeta\left(\frac{R_m}{2}, 0\right)$ et de rayon $\frac{R_m}{2}$. | 1.5 | | | | | | | | | | | | |
| 13-3- | <div></div> <p>Au point P_0 ($\omega = \omega_{0m} = \sqrt{\frac{k}{m}}$), $\underline{Z}_m = R_m$: maximal $\omega_{0m} = 4.10^2 \text{ rad.s}^{-1} \Rightarrow f_{0m} = 63,7 \text{ Hz}$ Au point P_1 ($\omega \rightarrow \infty$), $\underline{Z}_m \rightarrow 0$: minimal</p> | 1.5 | | | | | | | | | | | | |
| 14- | Pour $f \in [300 \text{ Hz}, 3500 \text{ Hz}]$, $f \gg f_{0m} \Rightarrow \underline{Z}_m \rightarrow 0 \Rightarrow \underline{Z} \approx \underline{Z}_a = R + jL\omega$, $ \underline{Z} = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2} \approx R$, d'où $\underline{Z} \approx R$, A.N. $\underline{Z} \approx R = 12 \Omega$ | 2 | | | | | | | | | | | | |
| 15- | Démonstration : $u(t) = \frac{V_0}{2} + \frac{2V_0}{\pi} \sum_{p=0}^{\infty} \frac{\sin[(2p+1)\omega t]}{(2p+1)}$ | 2.5 | | | | | | | | | | | | |
| 16- | <table><tr><td>Ordre</td><td>0</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td></tr><tr><td>Amplitude (V)</td><td>0,5</td><td>0,63</td><td>0,21</td><td>0,127</td><td>0,09</td></tr></table> <p>Spectre de Fourier :</p> <div></div> | Ordre | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | Amplitude (V) | 0,5 | 0,63 | 0,21 | 0,127 | 0,09 | 1.5 |
| Ordre | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | | | | | | | | | |
| Amplitude (V) | 0,5 | 0,63 | 0,21 | 0,127 | 0,09 | | | | | | | | | |
| 17- | $ T(jx) = \frac{1}{\sqrt{1+x^6}} \Rightarrow T(jx)$ décrit un filtre du type BUTTERWORTH | 1 | | | | | | | | | | | | |
| 18- | <p>diagramme de Bode :</p> $G_{dB} = -10 \log_{10}(1+x^6)$ <ul style="list-style-type: none">pour $x \ll 1$, $G_{dB} \rightarrow 0$pour $x = 1$, $G_{dB} = -3 \text{ dB}$pour $x \gg 1$, $G_{dB} \rightarrow -60 \log_{10}(x)$: pente de -60 dB/décade | 1.5 | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|-------|--|-----|
| |  | 1 |
| 19- | <ul style="list-style-type: none"> B.F : bobine \Leftrightarrow court-circuit, capacité \Leftrightarrow interrupteur ouvert, d'où $H _{BF} = 1$ H.F : bobine \Leftrightarrow interrupteur ouvert, capacité \Leftrightarrow court-circuit, d'où $H _{HF} \rightarrow 0$ <p>A priori, il s'agit d'un filtre passe bas.</p> | 1 |
| 20- | $\underline{H}(j\omega) = \frac{1}{1 + j \frac{L_1 + L_2}{R_0} \omega + L_1 C (j\omega)^2 + \frac{L_1 L_2 C}{R_0} (j\omega)^3}$ | 2 |
| 21-1- | Par identification, on tire $L_1 = \frac{3R_0}{2\omega_0}$, $L_2 = \frac{R_0}{2\omega_0}$; $C = \frac{4}{3R_0\omega_0}$ | 1.5 |
| 21-2- | $L_1 = 2,86 \text{ mH}$, $L_2 = 0,95 \text{ mH}$ et $C = 17,7 \mu\text{F}$ | 1 |
| 22- | $u_1(t) = \frac{V_0}{2} + \frac{V_0\sqrt{2}}{\pi} \sin(\omega t + 1,25)$ | 1 |