1. — La condition de roulement sans glissement donne $\vec{V}_I = \vec{V}_G + \vec{\Omega} \wedge \vec{GI} = V_G \vec{e}_x + \omega \vec{e}_y \wedge \left(-a\vec{e}_z\right) = \left(V_G - a\omega\right)\vec{e}_x$ : $V_G = a\omega$

Le théorème de Köenig, $E_C = \frac{1}{2}mV_G^2 + \frac{1}{2}J\omega^2$. A l'instant $t = 0$, $V_o = a\omega$ et $E_C = \frac{1}{2}mv_0^2 + \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}ma^2\right)\left(\frac{v_0}{a}\right)^2$ soit $E_C = \frac{3}{4}mv_0^2$ : Réponse A)

2. — Appliquons le théorème du moment en G, $J\frac{d\omega}{dt} = -C_f$ alors $\omega = -\frac{2C_f}{ma^2} + \frac{v_0}{a}$ soit $v(t) = -\frac{2C_f}{ma}t + v_0$ : Réponse A)

3.En intégrant une nouvelle fois, $x_G(t) = -\frac{C_f}{ma}t^2 + v_0 t$. On s'arrête au bout d'un temps $t_f = \frac{mav_0}{2C_f}$ soit à une distance $x_0 = -\frac{C_f}{ma}\left(\frac{mav_0}{2C_f}\right)^2 + v_0\frac{mav_0}{2C_f}$ soit $x_0 = \frac{mav_0^2}{4C_f}$ : Réponse C)

4. — Ecrivons la relation fondamentale en G , $m\vec{a} = \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g}$ alors $N = mg(1)$ et $m\frac{dv}{dt} = -T = \frac{2C_f}{a}(2)$ alors $T < fN$ implique $\frac{2C_f}{a} < fmg$ soit $\frac{2v_0^2}{4x_0} < fg$ : $x_0 > x_{om} = \frac{v_0^2}{2fg}$ : Réponse D)

5. — Le transfert thermique est égal à la variation d'énergie cinétique soit $Q = -\frac{3}{4}mv_0^2$ : Réponse A)

6. — Si le cylindre se bloque et glisse, alors $m\frac{dv}{dt} = -T(2)$ et $N = mg(1)$ alors $m\frac{dv}{dt} = -fmg(2)$. En intégrant deux fois, $v(t) = -fgt + v_0$ et $x_G(t) = -fg\frac{t^2}{2} + v_0 t$ : L'arrêt a lieu au bout d'un temps $t_1 = \frac{v_0}{fmg}$ en $x_1 = -\frac{fg}{2}\left(\frac{v_0}{fg}\right)^2 + v_0\frac{v_0}{fg}$ : $x_1 = \frac{v_0^2}{2fg}$ : Réponse B)

7. — Un observateur dont l'œil est normal et accommode à l'infini alors $A_0 \xrightarrow{L_1} F_2 \xrightarrow{L_2} \infty$. En appliquant les relations de conjugaison : $\frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{\overline{O_1A_0}} = \frac{1}{f_1'}$ soit $\frac{1}{\overline{O_1A_0}} = \frac{1}{\overline{O_1F_2}} - \frac{1}{f_1'} = \frac{1}{\Delta + f_1'} - \frac{1}{f_1'} = \frac{-\Delta}{f_1'\left(\Delta + f_1'\right)}$ : $p_0 = -\frac{f_1'\left(f_1' + \Delta\right)}{\Delta}$ : Réponse D)

8. —Le grandissement transversal de l'objectif est $\gamma_{ob} = \frac{\overline{O_1F_2}}{\overline{O_1A_0}} = -\frac{\Delta}{f_1'\left(f_1' + \Delta\right)}\left(f_1' + \Delta\right) = -\frac{\Delta}{f_1'}$ :

| | | |
|---|---|---|
| $\gamma_{ob} = -\dfrac{\Delta}{f_1'}$ : Réponse C) | | |
| 9. — Nous avons $\alpha_0 = -\dfrac{\overline{A_0B_0}}{d_m}$ et $\alpha_i = -\dfrac{\overline{A_0B_0}}{f_2'}$ alors $G_{oc} = \dfrac{\alpha_i}{\alpha_0} = \dfrac{d_m}{f_2'}$ : Réponse A) | | |
| 10. — Nous avons $\alpha_0 = -\dfrac{\overline{A_0B_0}}{d_m}$ et $\alpha_i = -\dfrac{\overline{A_1B_1}}{f_2'} = -\gamma_{obj}\dfrac{\overline{A_0B_0}}{f_2'}$ alors $G = \dfrac{\alpha_i}{\alpha_0} = -\dfrac{\Delta}{f_1'}G_{oc}$ : Réponse C) | | |
| 11. — Comme $G = \dfrac{\alpha_i}{\alpha_0} = -\dfrac{\Delta}{f_1'}\dfrac{d_m}{f_2'}$, $\alpha_i = -\dfrac{\Delta}{f_1'}\dfrac{d_m}{f_2'}\alpha_0 = -\dfrac{\Delta}{f_1'}\dfrac{d_m}{f_2'}\left(-\dfrac{\overline{A_0B_0}}{d_m}\right) = \dfrac{\Delta}{f_1'}\dfrac{\overline{A_0B_0}}{f_2'}$ : La puissance est $P = \dfrac{f_1'f_2'}{\Delta}$ : aucune réponse | | |
| 12.— Nous avons $O_1 \xrightarrow{L_2} A'$ alors en appliquant les relations de conjugaison : $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} - \dfrac{1}{\overline{O_2O_1}} = \dfrac{1}{f_2'}$ soit $\dfrac{1}{\overline{O_2A'}} = \dfrac{1}{-f_1' - \Delta - f_2'} + \dfrac{1}{f_2'} = \dfrac{\Delta + f_1'}{\left(f_1' + \Delta + f_2'\right)f_2'}$. $\overline{O_2A'} = \dfrac{\left(f_1' + \Delta + f_2'\right)f_2'}{\Delta + f_1'}$ : Réponse C) | | |
| 13. — Le diamètre du cercle oculaire est $d = D\lvert\gamma_{oc}\rvert$ soit $d = D\left\lvert\dfrac{\overline{O_2A'}}{\overline{O_2O_1}}\right\rvert = D\dfrac{f_2'}{\Delta + f_1'}$ : Réponse D) | | |

---

| | | |
|---|---|---|
| 14. — Nous avons un diviseur de courant $\underline{i}_R = I_0\dfrac{\dfrac{1}{R}}{\dfrac{1}{R} + j\left(C\omega - \dfrac{1}{L\omega}\right)}$ alors $\underline{i}_R = I_0\dfrac{1}{1 + jR\left(C\omega - \dfrac{1}{L\omega}\right)}$ alors $P = RI_R^2 = \dfrac{RI_0^2}{1 + R^2\left(C\omega - \dfrac{1}{L\omega}\right)^2}$ soit $Q = RC\omega_0 = 10$ $P = RI_R^2 = \dfrac{RI_0^2}{1 + R^2C^2\omega_0^2\left(x - \dfrac{1}{x}\right)^2}$ avec $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$ et $P_{\max} = RI_0^2$. Numériquement, $\omega_0 = 10^3\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ et $P_{\max} = 1\ \text{W}$ : Réponse C) | | |
| 15. — Le facteur de qualité est : $Q = \dfrac{R}{L\omega_0} = RC\omega_0 = 10$ : Réponse A) | | |
| 16. — La bande passante $\Delta\omega_0$ du circuit est définie comme $\Delta\omega_0 = \dfrac{\omega_0}{Q} = 100\ \text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ : Réponse D) | | |
| 17. — Nous avons un diviseur de courant donc $\underline{i}_L = I_0\dfrac{\dfrac{1}{jL\omega}}{\dfrac{1}{R} + j\left(C\omega - \dfrac{1}{L\omega}\right)} = \dfrac{RI_0}{jL\omega}\dfrac{1}{1 + jR\left(C\omega - \dfrac{1}{L\omega}\right)}$ | | |

| | | |
|---|---|---|
| $\underline{i_L} = \dfrac{RI_0}{jL\omega_0 x}\dfrac{1}{1+jRC\omega_0\left(x-\dfrac{1}{x}\right)} = \dfrac{QI_0}{jx}\dfrac{1}{1+jQ\left(x-\dfrac{1}{x}\right)}$ alors $I_L = I_0\dfrac{Q}{x\sqrt{1+Q^2\left(x-1/x\right)^2}}$ : En prenant le module , : Réponse C) | | |
| 18. — $I_L$ est extremum si $D = x^2+Q^2\left(x^2-1\right)^2$ est extremum, c'est à dire si la dérivée est nulle : Or, $\dfrac{dD}{dt} = 2x+4xQ^2\left(x^2-1\right) = 0 = 2x\left(2Q^2x^2-\left(2Q^2-1\right)\right)$. Les deux racines sont $x=0$ et $x=\sqrt{\dfrac{2Q^2-1}{2Q^2}}$ qui n'existe que $Q > Q_{\min} = \dfrac{1}{\sqrt{2}}$. Réponse A) | | |
| 19. — La pulsation est $\omega_1 = \omega_0\sqrt{\dfrac{2Q^2-1}{2Q^2}}$ : Réponse D) | | |
| 20. — Nous avons $x^2-1 = \dfrac{-1}{2Q^2}$ alors $I_L\left(x_1\right) = I_0\dfrac{Q}{\sqrt{x_1^2+Q^2\left(x_1^2-1\right)^2}}$ $I_L\left(x_1\right) = I_0\dfrac{Q}{\sqrt{1-\dfrac{1}{2Q^2}+Q^2\left(-\dfrac{1}{2Q^2}\right)^2}} = I_0\dfrac{Q}{\sqrt{1-\dfrac{1}{4Q^2}}}$ alors $I_{L\max} = I_0\dfrac{2Q^2}{\sqrt{4Q^2-1}}$ : Réponse C) | | |

---

| | | |
|---|---|---|
| 21. Le rayon du réservoir sphérique $(\Re)$ vaut $R = \sqrt[3]{\dfrac{3V_0}{4\pi}} = 0,62$ cm alors $OG_d = \dfrac{m\left(R+H/2\right)}{m+\rho_{Hg}V_0}$ Numériquement , $x_d = 6,62$ cm : Réponse C) | | |
| 22. Comme précédemment, $x_\ell = OG_\ell = \dfrac{\rho Sh\left(R+h/2\right)}{\left(\rho Sh+\rho V_0\right)} = Sh\dfrac{\left(R+h/2\right)}{Sh+V_0}$ $x_l = Sh\dfrac{h+2R}{2\left(Sh+V_0\right)}$. Réponse B) | | |
| 23. Il faut $x_G < x_l$ alors $Sh\dfrac{h+2R}{2\left(Sh+V_0\right)} > x_G$ soit $h\left(h+2R\right) > 2x_G\left(h+\dfrac{V_0}{S}\right)$ $h^2-2\left(x_G-R\right)h-2\dfrac{V_0}{S}x_G > 0$ : On déduit $b = x_G-R$ : Numériquement , $b = 6$ cm : Réponse D) | | |
| 24. $c = 2\dfrac{V_0}{S}x_G = 13,24$ cm$^2$ : Réponse A) | | |
| 25. La hauteur minimale correspond à $h^2-2bh-c=0$. La racine positive est $h_{\min} = b+\sqrt{b^2+c} = 13,02$ cm : Réponse D) | | |

26. A l'équilibre, la somme des forces est nulle : $-\left(m+\rho_{Hg}V_0\right)g+\rho g\left(V_0+Sh\right)=0$ alors $\rho=\dfrac{m+\rho_{Hg}V_0}{V_0+Sh}$ alors si $h=H$, $\rho_{\min}=\dfrac{m+\rho_{Hg}V_0}{V_0+SH}=0,76\ \mathrm{g\cdot cm^{-3}}$ : Réponse C)

27. si $h=h_{\min}$, $\rho_M=\dfrac{m+\rho_{Hg}V_0}{V_0+Sh_{\min}}=1,68\ \mathrm{g\cdot cm^{-3}}$ : Réponse B)

---

28. La machine fonctionnant réversiblement, $\Delta S\underset{cycle}{=}0\underset{rev}{=}\int\dfrac{\delta Q}{T}=-\dfrac{ML}{T_{f0}}-2MC\ln\left(\dfrac{T_{C1}}{T_{C0}}\right)$ alors $T_{C1}=T_{C0}\left(-\dfrac{L}{2CT_{f0}}\right)=322\ \mathrm{K}$ : Réponse A)

29. Le moteur fonctionnant cycliquement, $\Delta U\underset{cycle}{=}0\underset{\substack{1er\\principe}}{=}W+Q_C+Q_f=W-2MC\left(T_{C1}-T_{C0}\right)-ML$ $W_f=-W=-M\left(2C\left(T_{C1}-T_{C0}\right)+L\right)=-9,076\cdot10^6\ \mathrm{J}$

30. La glace fondue se chauffe soit $\Delta S\underset{cycle}{=}0\underset{rev}{=}\int\dfrac{\delta Q}{T}=-MC\ln\left(\dfrac{T_0}{T_{f0}}\right)-2MC\ln\left(\dfrac{T_0}{T_{C1}}\right)$ alors $\dfrac{T_0^3}{T_{f0}T_{C1}^2}=1$ : $T_0=\sqrt[3]{T_{f0}T_{C1}^2}=304.8\ \mathrm{K}$ : Réponse D)

31. Le travail total $W_2$ fourni par le moteur depuis le début de son fonctionnement est $W_2=-W=-M\left(2C\left(T_0-T_{C0}\right)+L+C\left(T_0-T_{f0}\right)\right)=-1,021\cdot10^7\ \mathrm{J}$ : Réponse D)

32. Le rendement est $\eta=\dfrac{-W}{Q_C}=\dfrac{W}{2MC\left(T_0-T_{C0}\right)}=0,18$ : Réponse D)

33. Le rendement de Carnot est $\eta_0=1-\dfrac{T_f}{T_c}=0,27$ : Réponse D)

---

34. Nous avons $v_s=-R\beta i$ et $V_e=ri-\alpha v_s+R_0\left(1+\beta\right)i$ alors $V_e=ri+\alpha\beta Ri+R_0\left(1+\beta\right)i=\left(r+\alpha\beta R+R_0\left(1+\beta\right)\right)i$ : $R_e=r+\alpha\beta R+R_0\left(1+\beta\right)$ : Réponse A)

35. Alors $i=\dfrac{v_e}{r+\alpha\beta R+R_0\left(1+\beta\right)}$ et $e_{th}=v_s=-R\beta i$ : $e_{th}=-\dfrac{R\beta v_e}{r+\left(\beta+1\right)R_0+\alpha\beta R}$ : Réponse A)

36. il faut utiliser la question suivante : $r_{th}=\dfrac{e_{th}}{i_N}=\dfrac{R\beta v_e}{r+\left(\beta+1\right)R_0+\alpha\beta R}\dfrac{r+R_0\left(1+\beta\right)}{\beta v_e}$ $r_{th}=\dfrac{R\left(r+R_0\left(1+\beta\right)\right)}{r+\left(\beta+1\right)R_0+\alpha\beta R}$ : Réponse D)

| | | |
|---|---|---|
| 37. La résistance R est court-circuitée : $v_s = 0$ , $i_N = -\beta i$ et $V_e = ri + R_0(1+\beta)i$ alors $i = \frac{v_e}{r + R_0(1+\beta)}$ et $i_N = \frac{-\beta v_e}{r + R_0(1+\beta)}$ : Réponse B) | | |
| 38. $R_{th} = r_{th} = \frac{R\left(r + R_0(1+\beta)\right)}{r + (\beta+1)R_0 + \alpha\beta R}$ : Réponse A) | | |
| 39. Nous avons un diviseur de tension : $p_u = R_u \frac{e_{th}^2}{(R_u + r_{th})^2}$ : Réponse C) | | |
| 40. $R_{uo} = \frac{R\left(r + (\beta+1)R_0\right)}{r + (\beta+1)R_0 + \alpha\beta R} = R_{th}$ : Réponse A) | | |