CCB I 2024

Nuisances sonores

I - Correction - Sabine (30)

Q1) App. ac. $\frac{p_1}{p_0} \ll 1$ $\frac{\rho_1}{B}$ $\frac{v_1}{c}$ 1,5
Def c 0,5

Q2) Eq d'Euler 0,5
Linéarisation 1,5 OK 3,5
Cons masse 1
Linéarisation 1 $\frac{\partial \rho_1}{\partial t} + \rho_0 \frac{\partial v_1}{\partial x}$

Q3) $\chi_S \to \rho_1 = \rho_0 \chi_{S,0} P_1$ OK 1

Q4) 1,5 $\frac{\partial^2 p_1}{\partial x^2} = \frac{1}{c^2}\frac{\partial^2 p_1}{\partial t^2}$ 2,5
$c = 1/\sqrt{\rho_0 \chi_{S,0}}$ 1

Q5) GP adiab rev 1 Laplace
$p\rho^{-\gamma} = cte$ OK 2,5
Calcul 1,5 $c = \sqrt{\frac{\gamma p_0}{\rho_0}}$ ok

Q6) $v_1 = \frac{k}{\rho_0 \omega} P_{1m} \cos$ 1
$Z_c = P_1/v_1 = \rho_0 c$ 0,5 2,5
en x ↓ $p_1 = -Z_c v_1$ 1

Q7) $\frac{1}{2} \rho_0 \langle v_1^2\rangle_T$ ec vol moy
$\frac{1}{2} \chi_{S,0}\langle p_1^2\rangle_T$ epot vol moy 3
$\langle e\rangle_T = \frac{1}{2} \frac{1}{\rho_0 c^2} P_{1m}^2$

Q8) $[I] = \frac{force}{L^2} \times v = \frac{pression}{L^2}$ OK
$I = \langle p_1 v_1\rangle = \frac{1}{2} \frac{P_{1m}^2}{\rho_0 c} = c\langle e\rangle_T$ OK 2

Q9) $P_a = \alpha P_I = \alpha_m I_R S$ 1 2
$E(t) = \frac{4V}{c} I_R = V\langle e\rangle_T$

Q10) Bilan 1,5
$dI_r/dt + \frac{\alpha_m c S}{4V} I_r = 0$

$I_r(t) = I_{r,0} e^{-t/\tau}$ $\tau = \frac{4V}{\alpha_m c S}$ 1,5 3

Q11) $\Delta L_I = -60$ dB 1,5
$T_R = \tau \, 6 \ln 10$ 3
AN $T_R = \frac{V}{\alpha_m S} \frac{24 \ln 10}{c}$ OK

Q12) V S $T_{R,q} = 1,7$ s 0,5 0,5 0,5 4

II - Silencieux Helmholtz (20)

Q13) $\vec F_p = (p_0 - p_c) s \vec u_x$ 0,5
Laplace $p_c V_\Sigma^\gamma = p_0 V_c^\gamma$
$V_\Sigma = V_c - x s$ DL OK 2 4
$p_c = p_0(1 + \gamma s x / V_c)$
$\vec F_p = -kx\vec u_x$ $k = \frac{\rho_0 c^2 s^2}{V_c}$ 1,5

Q14) 2e $d^2x/dt^2 + \frac{k}{\rho_0 l s} x = 0$ 1 2
$\omega_0^2 = k/\rho_0 l s$ $f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{c^2 s}{l V_c}}$ ok

Q15) On attend min. 0,5
résonance donc 1,5
$Q \simeq 15 - 20$

Q16) $f_{om} = 108$ Hz 95%
$f_{ocal} = 119$ Hz 1,5 2
m ↑ ⇒ f ↓ OK 0,5

Q17) RSF 2e loi comp.
$\rho_0 l s (j\omega)^2 \underline{x} = -k\underline{x} + \underline{f} s$ 2 4
$\underline{x} = \frac{s P_m}{k - \rho_0 l s \omega^2} e^{j\omega t}$
$\underline{v}(t) = \frac{j\omega P_m}{\rho_0 l (\omega_0^2 - \omega^2)}$ 1 $e^{j\omega t}$ OK
$|\underline{v}| \to +\infty$ $\omega \to \omega_0$ 0,5
diverge 0,5

Q18) $v_i = p_i/Z_c$ $v_t = +p_t/Z_c$ 1,5
$v_r = -p_r/Z_c$

Q19) p cont.
$p_m = p_i + p_r = p_t$ 1,5 4
$p_t + s Z_c / S \, v_m = p_i - p_r$ 1,5

Transports planétaires

I Le métro (27)

Q22) a) Cercle masse → $\vec g$
Plan de sym. Invariances 3
b) Th Gauss $\Phi(\vec E) = -4\pi G m_{int}$ 1
$\Phi(\vec E) = 4\pi r^2 E(r)$ SG 1,5 4
$m_{int} = \frac{4}{3}\pi r^3$ $g(r) = -\omega^2 r$ 1,5

Q23) $\vec F_g = -\overrightarrow{grad} E_p$ 0,5 $\vec F_g$ 0,5 2,5
$E_p = E_{p,0} + \frac{1}{2} m\omega^2 r^2$ OK 0,5
ω en T^{-1} car 1

Q24) Σ Ref BdF $\vec F_g$ $\vec F_{guid}$ 1
2e loi selon $\vec u_x$ ⊕ cos 1 5
$\ddot x + \omega^2 x = 0$ 0,5
$x(t) = A\cos\omega t + B\sin\omega t$ 0,5
$x(0) = -\sqrt{r_T^2 - h^2}$ 1 $\dot x(0) = 0$ 0,5
$x(t) = -\sqrt{r_T^2 - h^2}\cos\omega t$ 0,5

Q25) v_{max} $x = 0$ $\omega\sqrt{r_T^2 - h^2}$ 1,5

Q26) $\tau_0 = \frac{T}{2} = \pi/\omega$ 42' 1,5

Q27) $E_p = cte = E_c \Rightarrow$ cte circulaire unif. 1,5
$v_1 = v_{max} = \omega\sqrt{r_T^2 - r_H^2}$ 1 4
$\tau_1 = \theta r_H / v_1$ 0,5
$f(y) = 1/\sqrt{y^2 - 1}$ $y = r_T/r_H$ 1

Q28) $\tau = 2\frac{\tau_0}{2} + \tau_1$ 1 2
$= \frac{1}{\omega}[\pi + \theta f(y)]$
AN $\tau = 3,0 \, 10^3$ s < 1 h 1
c'est peu

Q29) $V = \pi \frac{D^2}{4} \times L$ 0,5 3
$L = \sqrt{r_T^2 - r_H^2}$ ou $2\pi r_H$ 0,5
$3 \, 10^8$ m³ Env. $8 \, 10^8$ m³ 1 0,5

Q30) $[F_t] = k L^\alpha v^\beta \rho^\gamma$ 2
$F_t = k L^2 \rho v^2$

Q31) $P = \rho L^2 v^3$

II Ascenseur

Q32) a) orbite géost. 1
b) $m\vec a = -g\frac{r_T^2 m}{r^2}\vec u_r = -r\dot\theta^2 m \vec u_r$
$\dot\theta = 2\pi/T_S$ $r_S = \sqrt[3]{\frac{m_T g}{4\pi^2}T_S^2}$ 2

Q33) a) Σ Ref BdF
$-\vec T(r)$ $+\vec T(r+dr)$ $\vec F_g$ 1,5
$\vec F_{ient} = \lambda dr \, \omega_S^2 r \vec u_r$
Eq. $\frac{dT}{dr} = \lambda g \frac{m_T}{r^2} - \lambda \omega_S^2 r$ 1 4
$g m_T = r_S^3 \omega_S^2$
$\chi = \lambda r_S \omega_S^2$ 1
b) $\int_{r_H} \frac{dT}{dr} dr = T(r) = \chi [3 3r_S/4 - \frac{r_S^2}{r} - \frac{r^2}{2r_S}]$ 2

Q34) $r_S = 42,1 \, 10^6$ m
$g_S = 0,225$ m s^{-2} 3
$T_E = 5,92 \, 10^6$ N 2
Terre $r = r_S$ $6,4 \, 10^7$ N 1

Q35) 1re phase
$v(t) = 0 + a_0 t$ 1
$z(t) = a_0 t^2/2 +$ 1 4
$h = a_0 t_0^2/2 + a_0(t_m - t_0) t_0$
$t_0 = 470$ s 1,5
$z_0 = 1,1 \, 10^2$ km ≪ h 0,5

Q36) $z_0 \ll R_T$ g = cte. 1

Q37) 0,5 par F

17
1
2
4
2
3
4
1