ENAC 2018

Partie 1 : Mécanique du point matériel

1. Le champ de pesanteur lunaire g_L est homogène à une accélération en $m.s^{-2}$: Réponse D		
2. L'énergie potentielle totale des deux masses est $\boxed{E_{pp} = (m+M)\,g_L z = -(m+M)\,\overrightarrow{g_L}.\overrightarrow{OA}}$: Réponse C		
3. L'énergie mécanique se conserve au cours du saut : $E_m = E_k + E_{pp} \underset{initale}{=} E_{k,0} = 0 + (m+M)\,g_L h$ Donc $\boxed{E_{k,0} = (m+M)\,g_L h}$: Réponses B et D		
4. Comme $E_{k,0} = \frac{1}{2}(m+M)v_0^2 \Rightarrow \boxed{v_0 = \sqrt{\frac{2E_k}{m+M}} = \sqrt{2g_L h}}$: Réponses A et D		
5. Application numérique : $\boxed{v_0 = \sqrt{2\times 0{,}48\times 1{,}5} = 1{,}2\,m/s = 120\,cm/s}$: Réponse B		
6. $\boxed{\frac{v_0}{v_{0,T}} = \sqrt{\frac{2g_L h}{2gh}} = \sqrt{\frac{g_L}{g}} = \sqrt{\frac{1{,}5}{9{,}8}} = 0{,}4}$: Réponse D		

Partie 2 : Circuit électrique

7. L est entre mH et H : Réponse B		
8. La loi des maille donne : $E = (r+R)i + L\frac{di}{dt}$ alors $\frac{E}{L} = \frac{di}{dt} + \frac{(r+R)}{L}i$ soit $\boxed{\frac{E}{L} = \frac{di}{dt} + \frac{i}{\tau}}$ avec $\boxed{\tau = \frac{L}{R+r}}$: Réponse D		
9. La solution est $\boxed{i = (i_0 - i_\infty)\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + i_\infty = \frac{E}{R+r}\left(1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)\right)}$: Réponse B		
10. Alors, $\boxed{u_L = L\frac{di}{dt} = \frac{L}{\tau}\frac{E}{R+r}\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) = E\exp\left(-\frac{t}{\tau}\right)}$: Réponse B		
11. La tension aux bornes du générateur est $\boxed{u_g = E - ri \xrightarrow[t\to\infty]{} E - ri_\infty = E - r\frac{E}{R+r} = \frac{RE}{R+r}}$: Réponses C et D		
12. En convention récepteur, $\boxed{\underline{u} = L\frac{d\underline{i}}{dt} = jL\omega\underline{i}}$ et l'impédance est $\boxed{Z_L = jL\omega}$: Réponses A et B.		
13. La fréquence est $\boxed{\nu = \frac{\omega}{2\pi}}$: Réponse B		

Partie 3 : Thermodynamique

14. v est la vitesse de propagation (ou la célérité) de l'onde et son unité est le m/s. x/v est le retard temporel du à la propagation : Réponse B		
15. Pour une onde qui se propage selon les x décroissants : $\boxed{\Psi_r(x,t) = \psi_m \cos\left(\omega\left(t + \frac{x}{v}\right)\right) = \psi_m \cos\left(-\omega\left(t + \frac{x}{v}\right)\right)}$: Réponses A et B		
16. La longueur d'onde vaut $\boxed{\lambda = vT = \frac{v}{\nu}}$: Réponse A		

17. Ce phénomène est la diffraction et $\theta \simeq \frac{\lambda}{D} = \frac{600.10^{-9}}{0,5.10^{-3}} 1,3 mrad$: Réponse C		
18. La résolution de l'œil est $\theta = 1' = \frac{1}{60}{}^{\circ} = \frac{3,14}{180\times 60}$ alors $\boxed{D = \frac{\lambda}{\theta} = \frac{600.10^{-9}\times 180\times 60}{3,14} = 2.10^{-3} m = 2mm}$: Réponse D		

Partie 4 : Thermodynamique

19. La pression partielle de l'air est $\boxed{p_A = \frac{n_a RT}{V} = \frac{m_a RT}{VM_a} = \frac{\rho_a RT}{M_a}}$ et celle de l'eau $\boxed{p_v = \frac{\rho_v RT}{M_v}}$: Réponses B et C		
20. $p = p_A + p_v = \frac{\rho_a RT}{M_a} + \frac{\rho_v RT}{M_v} = \frac{\rho RT_e}{M_a}$ soit $\boxed{T_e = \frac{pM_a}{\rho R} = \frac{pM_a V}{mR}}$ et $\boxed{\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_a + m_v}{V} = \rho_a + \rho_v}$: Réponses A et C		
21. On a $\frac{m}{pV} = \frac{M_a}{RT_e} = \frac{m_a}{pV} + \frac{m_v}{pV} = \frac{M_a p_A V}{RTpV} + \frac{M_v p_v V}{RTpV}$ alors $\frac{M_a}{T_e} = \frac{1}{T}\left(\frac{M_a p_A}{p} + \frac{M_v p_v}{p}\right) = \frac{M_a}{T}\left(\frac{(p - p_v)}{p} + \frac{M_v p_v}{pM_a}\right) = \frac{M_a}{T}\left(1 + \frac{M_v p_v}{pM_a} - \frac{p_v}{p}\right) = \frac{M_a}{T}\left(1 + (\varepsilon - 1)\frac{p_v}{p}\right)$ Alors $\boxed{T = \frac{T}{1 + (\varepsilon - 1)\frac{p_v}{p}}}$: Réponse D.		
22. Comme $M_{air} = 29 g/mol > M_{eau} = 18 g/mol$ et $n = \frac{m_a}{M_a} + \frac{m_v}{M_v} = cte = \frac{m - m_v}{M_a} + \frac{m_v}{M_v} = \frac{m}{M_a} + \underbrace{m_v\left(\frac{1}{M_v} - \frac{1}{M_a}\right)}_{>0}$, l'air humide est plus léger. Réponses B et D		
23. $m_a = \frac{M_a p_A}{RT}$ et $m_v = \frac{M_v p_v}{RT}$ alors $\boxed{r = \frac{m_v}{m_a} = \frac{M_v p_v}{M_a p_a} = \varepsilon \frac{p_v}{p - p_v} \simeq \varepsilon \frac{p_v}{p}}$: Réponse A		
24. $\boxed{p_v = \frac{m_v}{m_a \varepsilon} p = \frac{5\times 3}{1000\times 2} 10^5 = 750 Pa}$: Réponse A		

Partie 5 : Moment magnétique

25. Le champ magnétique est quasi uniforme au centre d'un solénoïde. Le champ magnétique de la terre est de l'ordre de $50\mu T$. Le moment magnétique est $\boxed{M = IS = I\frac{\pi D^2}{4}}$: Réponses A et C		
26. Le flux maximum est $\boxed{\phi = BS}$: Réponse A		
27. Le champ d'un solénoïde infini est $B = n\mu_0 I$ donc $\frac{[B]}{[\mu_0]} = \frac{[I]}{[L]} = \frac{[I]^\alpha [L]^\beta}{[L]^3}$ donc $\boxed{\alpha = 1}$ et $\boxed{\beta = 2}$: Réponse A		

28. Donc $\boxed{B=\frac{\mu_0 I D^2}{8z^3}=\frac{\mu_0 M}{2\pi z^3}}$ $\boxed{\gamma=1}$: Réponse B		
29. Le moment magnétique est $\boxed{M_z=-\frac{e}{T}\pi r^2}$ et $\boxed{L_z=m_e r^2\omega=m_e r^2\frac{2\pi}{T}=2m_e\frac{\pi r^2}{T}}$: Réponse A		
30.On en déduit $\boxed{M_z=-\frac{e}{T}\pi r^2=-\frac{eL_z}{2m_e}=-n\frac{e\hbar}{2m_e}}$: le moment magnétique est quantifié : Réponse B		

Partie 6 : Oscillateur harmonique

31. Le système est le palet dans un référentiel galiléen. Les forces sont la tension du ressort, le poids, la réaction du support et des frottements. Le poids et la réaction se compensent. La relation fondamentale s'écrit $m\vec{a}=\underbrace{m\vec{g}+\vec{R}}_{\vec{0}}+\vec{T}+\vec{F}_f$ Par projection suivant l'axe Ox : $m\frac{d^2x}{dt^2}=-kx+m\varepsilon\mu g$ soit $\boxed{\frac{d^2x}{dt^2}+\omega_0^2 x=\varepsilon\mu g}$ avec $\boxed{\omega_0^2=\frac{k}{m}}$ Réponse B		
32. Dans la 1ère phase , $\varepsilon=1$: La solution est $x(t)=\underbrace{A\cos(\omega t)+B\sin(\omega t)}_{x_h}+\underbrace{\frac{\mu g}{\omega_0^2}}_{x_p}$ A t=0, $x(0)=x_m=A+\frac{\mu g}{\omega_0^2}$ et $B=\frac{v(0)}{\omega_0}=0$: $\boxed{x(t)=\left(x_m-\frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)\cos(\omega t)+\frac{\mu g}{\omega_0^2}}$: Réponse B		
33. La première phase s'achève quand v s'annule soit $\boxed{t_1=\frac{\pi}{\omega}=\frac{T_0}{2}}$: Réponse C		
34. A l'instant t_1, $\boxed{x(t_1)=-\left(x_m-\frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)+\frac{\mu g}{\omega_0^2}=-x_m+2\frac{\mu g}{\omega_0^2}}$: Réponse B		
35. Dans la seconde phase : $x(t)=\left(x(t_1)+\frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)\cos(\omega(t-t_1))-\frac{\mu g}{\omega_0^2}=\left(-x_m+3\frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)\cos(\omega(t'))-\frac{\mu g}{\omega_0^2}$ soit $x(t)=-\left(-x_m+3\frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)\cos(\omega t)-\frac{\mu g}{\omega_0^2}$: Elle s'arrête en $\boxed{t_2=\frac{T_0}{2}}$ et en $\boxed{x(t_2)=x_m-4\frac{\mu g}{\omega_0^2}}$ Réponses B et D		
36. Par récurrence, $\boxed{t_n=\frac{T_0}{2}}$ et $\boxed{x_n=(-1)^n x_m+(-1)^{n+1}2n\frac{\mu g}{\omega_0^2}=(-1)^n\left(x_m-2n\frac{\mu g}{\omega_0^2}\right)}$ Réponses B et D		