**Q1** $E_c = \frac{1}{2} m v_A^2$ **Q2** $\Delta E_C = \frac{1}{2} m (v_B^2 - v_A^2)$

**Q3** $\Delta E_c = \frac{1}{2}\, 3\,10^3\, (160^2 - 420)^2 = -1{,}5\,10^3 \times 1{,}5\,10^5 \simeq -2{,}3\,10^8\ J$

**Q4** Dans un referentiel galileen la variation de l'énergie cinetique entre 2 points A et B est = à la somme des travaux des forces s'exercant sur le système.

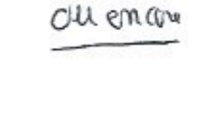
$$\Delta Ec = \sum W_{A \to B}^{\vec{F}} \quad \text{avec} \quad W_{A \to B}^{\vec{F}} = \int_{A \to B} P_{\vec{F}}\, dt = \int_{A \to B} \vec{F} \cdot \underbrace{\vec{v}\, dt}_{= d\vec{OM}}$$

ou $\Delta E_m = \sum W_{A \to B}^{\vec{F}_{\text{non conservative}}}$

ou encore

$$\frac{dE_m}{dt} = \sum_{\vec{F}_{mc}} P_{\vec{F}_{mc}} = \sum \vec{F}_{mc} \cdot \vec{v}$$

**Q5** $W_{A \to B}(\vec{P}) = \int_{A \to B} \vec{P} \cdot d\vec{OM} = \int_{A \to B} -mg\vec{u_3} \cdot (dx\,\vec{u_x} + dy\,\vec{u_y} + dz\,\vec{u_3})$

avec  donc $W_{A \to B}(\vec{P}) = \int_{z_A}^{z_B} -mg\,dz = \underline{mg(z_A - z_B)}$

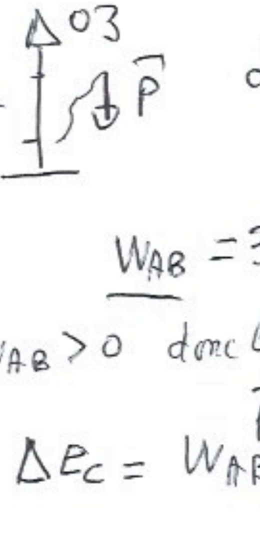
$\underline{W_{AB}} = 3\,10^3 \times 3{,}7\,(10{,}6\,10^3 - 7{,}5\,10^3) = 3 \times 3{,}7 \times 3{,}1 \times 10^6 = \underline{34\,10^6\ J}$

**Q6** $W_{AB} > 0$ donc le travail est moteur.

**Q7** $\Delta E_C = W_{AB}^{\vec{P}} + W_{AB}^{\vec{f}} \iff -2{,}25\,10^8 = 34\,10^6 + W_{A \to B}^{\vec{f}}$

$\iff (-2{,}25 - 0{,}34)\,10^8 = W_{A \to B}^{\vec{f}}$

$\iff W_{A \to B}^{f} \simeq \underline{-2{,}6\,10^8\ J}$

**Q8**  $\vec{f} = -f_0\,\vec{u_3}$ avec $f_0 = $ cte alors $W_{A \to B}^{\vec{f}} = \vec{f} \cdot \vec{AB}$ ($\vec{f}$ constante)

$= -f\,AB$

$$f = -\frac{W_{AB}^{f}}{AB} = \frac{2{,}6\,10^8}{(10{,}6 - 7{,}5)\,10^3} = \frac{2{,}6}{3{,}1}\,10^5$$

$f \simeq \underline{8\,10^4\ N}$

**Q9**


**Q10**

Une chute libre est le mvt d'un objet uniquement soumis à son poids donc qui ne subit aucun frottement (mvt dans le vide)
Il y a ici une atmosphère responsable d'une force de frottement.
Le mvt de la sonde n'est pas une chute libre.

**Q11** On applique la 2e loi de Newton à la sonde dans un référentiel supposé galiléen :

$m\vec{a} = \vec{f} + \vec{P}$ sur Oz $m\frac{dv}{dt} = -kv - mg$

$\frac{dv}{dt} + \frac{k}{m}v = -g$ donc $A = -\frac{k}{m}$, $B = -g$.

**Q12** $v = v_{lim}$ alors $\frac{dv}{dt} = 0$ donc $0 + \frac{k}{m} v_{lim} = -g$, $v_{lim} = -\frac{mg}{k}$

**Q13** $\lambda = cT = \frac{c}{f} = \frac{3\,10^{8}}{30\,10^{9}} = 10^{8-10} = 10^{-2}\,m$

**Q14** $2H = c\Delta t$ en supposant la sonde quasi immobile durant $\Delta t$.
Hypothèse correcte car $v_{sonde} \ll c$

**Q15** La séparation du bouclier thermique s'effectue entre 7 et 11 km
L'activation du radar s'effectue entre 7 et 8 km

Pour $H = 7\,km$ $\Delta t = \frac{2\times 7\,10^{3}}{3\,10^{8}} = \frac{14}{30}\,10^{3-8} \simeq 0{,}5\,10^{-5} = 50\,\mu s$

c'est donc à l'échelle humaine un temps quasi nul
On a dans la sonde une information quasi-instantanée (quant ≈ km)

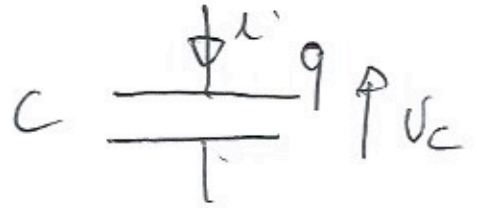
Q16 La tension aux bornes d'un condensateur et l'intensité du courant traversant une inductance sont des fonctions continues de t : (3/4)

$u_C(0^+) = u_C(0^-) = 0$

$i(0^+) = i(0^-) = 0$ (le circuit est initialement ouvert)

Q17 Loi des mailles $U_R + U_L + U_C - E = 0$ donne

$Ri + L\frac{di}{dt} + U_C = E$ or $i = C\dot{U_C}$ donc




$LC\ddot{U_C} + RC\dot{U_C} + U_C = E$

$i = \dot{q} = C\dot{U_C}$

Q18 $\ddot{U_C} + \frac{R}{L}\dot{U_C} + \frac{1}{LC}U_C = \frac{1}{LC}E$ donc $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$, $\frac{\omega_0}{Q} = \frac{R}{L}$

$Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$ Q19 $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{(\sqrt{LC})^{-1}}{2\pi} = \frac{(\sqrt{40\,10^{-3}\,10\,10^{-9}})^{-1}}{6} = \cancel{20}$

$f_0 = \frac{1}{6 \times 20\,10^{-6}} = \frac{100}{120}10^4 \simeq 10^4\,Hz$

Q19 Q20 $Q = \frac{1}{2\,10^3}\sqrt{\frac{40\,10^{-3}}{10\,10^{-9}}} = \frac{2\,10^3}{2\,10^3} = 1$.

$Q > \frac{1}{\sqrt{2}}$ donc le régime d'oscillation est pseudopériodique

Q21 $\underline{Z} = R + j\overline{L\omega + \frac{1}{jC\omega}}$. Q22 $\underline{e(t)} = Ee^{j\omega t}$ $\underline{i(t)} = Ie^{j\omega t + \varphi}$

Q23 $|\underline{e}| = |\underline{Z}|\,|\underline{i}(t)|$ $I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$

Q24 I est max si $R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2$ est min donc si $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}} = \omega_0$

alors $I_{max} = E/R$ si $f = f_0$

Q25 $\tau = \frac{d}{c} = \frac{3\,10^8 \times 10^3}{3\,10^8} = 1000\,s \simeq 17\,mn.$

Le pilotage du Rover depuis la terre n'est pas possible pour son atterrissage.

Q26 (rappel 1 octet = 8 bit) 4/4

Une image K4 est codée par $4000 \times 2000 \times 32$ bit

soit $4000 \times 2000 \times 4$ octet

soit $\underline{32\,Mo}$

Q27 Le débit est $0{,}25$ Moctet/s donc $t_{envoi\,image\,4K} = \frac{32}{0{,}25} = \underline{128\,s}$

Pour une seconde de vidéo, il faut envoyer 24 image, ce qui nécessitant un temps de transmission $= 24 \times 128\,s \simeq 50\,mn$ !

Q28, Q29 cf cours. Q30 Equation de D'Alembert.

Les ondes mécaniques se propageant sur une corde en négligeant tout phénomène dissipatif vérifient cette équation, ainsi que les ondes acoustiques

Q31 pour $\vec{E} = E_0 \cos(\omega t - ky)\,\vec{u}_x$ on a :

$$\Delta\vec{E} = \frac{\partial^2 \vec{E}}{\partial y^2} = \dots = -k^2\vec{E}, \quad \frac{\partial^2\vec{E}}{\partial t^2} = \dots = -\omega^2\vec{E}$$

alors l'équation de propagation s'écrit $\quad -k^2\vec{E} = -\mu_0\varepsilon\,\omega^2\vec{E}$

$k^2 = \mu_0\varepsilon\omega^2 = \frac{\omega^2}{c^2}$ avec : $\quad \frac{\omega^2}{c^2} = \omega^2\mu_0\varepsilon$ donc $\underline{c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon}}}$

Q32 $\vec{E}$ peut s'écrire

$$\vec{E}(y,t) = E_0\cos\left(\omega\left(t - \frac{y}{c}\right)\right)\vec{u}_y$$

$\vec{E}(y,t) = \vec{E}(t - y/c)$ l'onde est progressive

**Q33** $\vec{k} = \frac{\omega}{c}\vec{u}_y = \frac{2\pi}{cT}\vec{u}_y = \frac{2\pi}{\lambda}\vec{u}_y$

**Q34** Les surfaces d'onde du champ $\vec{E}(y,t)$ vérifient l'équation

$$\|\vec{E}(y, t_0)\| = cte \Leftrightarrow y = cte$$

↑ temps fixé

$y = cte$ est l'équation d'un plan $\perp$ à $Oy$. L'onde est plane car ses surfaces d'onde sont des plans.

**Q35** $\vec{E}$ est // à $Ox$, l'onde est polarisée selon $Ox$

**Q36** L'équation $\vec{rot}\,\vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$ (de Maxwell-Faraday)

s'écrit pour une onde plane $\vec{B} = \frac{\vec{k}}{\omega} \wedge \vec{E}$

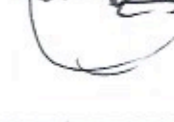
**Q37** $\vec{B} = \frac{1}{c}\vec{u}_y \wedge E(y,t)\vec{u}_x = -\frac{E(y,t)}{c}\vec{u}_z$

**Q38** $\vec{\Pi} = \frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0}$ avec $\|\vec{\Pi}\| = \frac{P_{captée}}{S}$ en $W\,m^{-2}$

$$\vec{\Pi} = \frac{E(y,t)\vec{u}_x \wedge B(y,t)\vec{u}_z}{\mu_0} = \frac{E^2(y,t)}{\mu_0 c}\vec{u}_y$$

$\|\vec{\Pi}\|$ correspond à la puissance surfacique de l'onde (propagée par l'onde)

**Q39** La puissance émise par le soleil se propage dans le ~~…~~ vide donc il n'y a pas de perte, cette puissance est donc conservée lors de la propagation du signal dans le vide

 d

$P = cte \Leftrightarrow \Pi \times 4\pi d^2 = cte \Leftrightarrow \Pi = \frac{cte}{4\pi d^2}$

**Q40** $P_r = P_e \frac{s_r}{S} G_e = \frac{\lambda^2}{4\pi} \frac{G_r G_e}{4\pi d^2} = \frac{c^2 G_r G_e}{(4\pi)^2 f^2 d^2}$

$$P_r = \frac{(3 10^8)^2 10^3 10^3}{16 \times 10 (8 10^{12})^2 (56 10^9)^2} \qquad (\pi^2 \simeq 10)$$

$$P_r = \frac{10^{17} 10^6}{16 \times 10 \times 64 10^{24} \times 36 10^{18}} = \frac{10^{23}}{16 \times 64 \times 36 10^{42}}$$

$$P_r \simeq \frac{10^{23}}{10 \times 100 \times 50 \, 10^{42}} = \frac{10^{-22}}{50} \ll 1 W$$

c'est trop faible pour être capté !

Il faut envoyer des drones vers la/une sonde d'altitude qui transmettra à la terre avec plus de puissance.

**Q41** $M_{CO_2} = M_C + 2M_O = 12 + 32 = 44 g/mol$

**Q42** $v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}} = \sqrt{\frac{1,4 \times 8,31 \times 215}{44 10^{-3}}}$

$T_{Mars} = 278 - 63 = 215$

$$v \simeq \sqrt{\frac{8,31 \times (215 + 0,4 \times 215)}{44 10^{-3}}} = \sqrt{\frac{8,31 \times 300}{44 10^{-3}}}$$

$v \simeq \sqrt{\frac{25 10^2}{44 10^{-3}}} \simeq 240 m/s$ !

**Q43** $\lambda \simeq 1,067 \mu m > \lambda_{rouge}$

domaine I Rouge