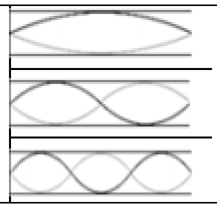
	Question 1	
a.	$F = P$ $\quad G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T+h)^2} = m \cdot g$ $\quad g = G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2}$ A.N. $\quad g = 6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{5{,}972\times10^{24}}{(6{,}371\times10^6+500\times10^3)^2} = 8{,}44\ m \cdot s^{-2}$	* * *
b.	Vitesse d'un satellite indépendante de la masse / situation de chute libre => clients satellisés indépendamment de la station Situation d'impesanteur et non d'apesanteur	* * *
c.	Accélération de l'anneau : $\quad a = g_L$Or $\quad a = \frac{v^2}{r}$ $\quad$ D'où $v = \sqrt{\frac{d}{2} \cdot g_L}$ $T = \frac{2\pi r}{v} = \frac{\pi d}{v} = \sqrt{\frac{2\pi^2 d}{g_L}}$ $\quad$ A.N. $\quad T = 49{,}3\ s = 0{,}823\ min$ $f = \frac{1}{T}$ $\quad$ A.N. $\quad f = 1{,}22\ tr/min$ Ou bien $a = g_L = r\omega^2$ $\quad$ d'où $\quad \omega = \sqrt{\frac{2g_L}{d}}$ $T = \frac{2\pi}{\omega} = \sqrt{\frac{2\pi^2 d}{g_L}}$	* * * *
d.	Dans le repère de Frénet : $\vec{F}\begin{pmatrix} 0 \\ G \cdot \frac{M_T \cdot m}{(R_T+h)^2} \end{pmatrix}$ 2ème loi de Newton : $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$ $\quad$ d'où $\quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ $\quad$ soit $\quad \vec{a}\begin{pmatrix} 0 \\ G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2} \end{pmatrix}$ Or $\vec{a}\begin{pmatrix} 0 \\ \frac{v^2}{R_T+h} \end{pmatrix}$ dans le cas d'un mouvement circulaire et uniforme D'où $\quad \frac{v^2}{R_T+h} = G \cdot \frac{M_T}{(R_T+h)^2}$ $\quad$ soit $\quad v = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T+h}}$ A.N. $\quad v = \sqrt{\frac{6{,}67\times10^{-11}\times5{,}972\times10^{24}}{6{,}371\times10^6+500\times10^3}} = 7{,}61 \times 10^3 m \cdot s^{-1}$	* * *
e.	$T = \frac{2\pi(R_T+h)}{v}$ $\quad$ A.N. $\quad T = \frac{2\pi\times(6{,}371\times10^6+500\times10^3)}{7{,}6\times10^3} = 5{,}68 \times 10^3 s = 94{,}7\ min$	* *
f.	$E = \frac{1}{2}mv^2 - G\frac{M_T m}{(R_T+h)}$ avec $\quad mv^2 = G\frac{M_T m}{R_T+h}$ D'où $\quad E = G\frac{M_T m}{R_T+h} \cdot \left(\frac{1}{2} - 1\right) = -G\frac{M_T m}{2(R_T+h)}$	* * * *
g.	En 1 année : $\Delta E = 1{,}27 \times 10^4 \times 365 \times 24 \times 3600 = 4{,}01 \times 10^{11} J$	* *
h.	$E_f = - - G \cdot \frac{M_T m}{2(R_T+h)}$ $\quad R_T + h_f = -G \cdot \frac{M_T m}{2(E-\Delta E)}$ A.N. $\quad R_T + h_f = -6{,}67 \times 10^{-11} \times \frac{5{,}972\times10^{24}\times2{,}42\times10^6}{2\times(-7{,}01\times10^{13}-4{,}01\times10^{11})} = 6{,}84 \times 10^6 m$ soit $\quad h_f = 4{,}66 \times 10^5 m = 466\ km$ (469 km avec arrondis)	* * * *

	Question 2	
a.	Trajectoire c $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$ or $q > 0$ donc $\vec{F}$ et $\vec{E}$ dans le même sens Trajectoire parabolique car mouvement d'une particule chargée dans un champ uniforme	* * *
b.i.	Théorème de la variation d'Ec : $\frac{1}{2}mv^2 = W(\overrightarrow{F_e}) = 2e \cdot E \cdot d = 2eU_A$ d'où $v = \sqrt{\frac{4eU_A}{m}}$	* * *
ii.	$\frac{v_{16}}{v_{18}} = \sqrt{\frac{m_{18}}{m_{16}}} = 1{,}061$ soit environ 6%	* * *
c.i.	Seule $\overrightarrow{F_m}$ dépend de la vitesse Seule une certaine valeur de la vitesse permet $\vec{F_e} + \overrightarrow{F_m} = \vec{0}$ pour que le mouvement soit rectiligne et uniforme.	* *
ii.	$F_e = F_m$ $E = vB$ d'où $\frac{U_C}{d} = \sqrt{\frac{4eU_A}{m}} \cdot B$ d'où $d = \frac{U_C}{B} \cdot \sqrt{\frac{m}{4eU_A}}$	* * * * *
iii.	$2eE = 2eBv$ d'où $E = Bv$ A.N. $E = 0{,}127 \times 3{,}05 \times 10^5 = 3{,}87 \times 10^4\ V \cdot m^{-1}$ Ou bien : $\frac{2eU_C}{d} = 2evB$ soit $d = \frac{U_C}{vB}$ A.N. $d = \frac{1500}{3{,}05 \times 10^5 \times 0{,}127} = 3{,}87 \times 10^{-2} m$ $E = \frac{U_C}{d}$ A.N. $E = \frac{1500}{3{,}87 \times 10^{-2}} = 3{,}87 \times 10^4\ V \cdot m^{-1}$	* * *
d.i.	Calculons le rayon de la trajectoire : Repère de Frénet : $\overrightarrow{F_m}\binom{0}{2evB}$ 2ème loi de Newton : $\vec{a} = \frac{\overrightarrow{F_m}}{m}$ $\vec{a}\begin{pmatrix} 0 \\ \frac{2evB}{m} \end{pmatrix}$ Or dans le repère de Frénet $\vec{a}\begin{pmatrix} \frac{dv}{dt} \\ \frac{v^2}{r} \end{pmatrix}$ On a donc, suivant $\vec{n}$: $\frac{v^2}{r} = \frac{2evB}{m}$ soit $r = \frac{mv}{2eB}$ Conséquence : $\frac{r_{16}}{r_{18}} = \frac{m_{16}}{m_{18}}$	* * *
ii.	$r_{16} = \frac{m_{16}v}{qB}$ A.N. $r_{16} = 0{,}0960\ m$ $r_{18} = \frac{m_{18}v}{qB}$ A.N. $r_{18} = 0{,}1079\ m$ $D = 2 \cdot (r_{18} - r_{16})$ A.N. $D = 2{,}38 \times 10^{-2} m = 2{,}38\ cm$	* * *

	Question 3	
a.i.		* * *
ii.	$\mu = \frac{m}{L}$ A.N. $\mu = \frac{0{,}382}{0{,}325} = 1{,}18\ g \cdot m^{-1} = 1{,}18 \times 10^{-3} kg \cdot m^{-1}$	*
iii.	$L = \frac{\lambda}{2} = \frac{v}{2f}$ d'où $v = 2fL$ Avec $F_T = \mu \cdot v^2$ $F_T = 4f^2L^2\mu$ A.N. $F_T = 4 \times 440^2 \times 0{,}325^2 \times 1{,}18 \times 10^{-3} = 96{,}5\ N$	* * *
iv.	Pour changer la fréquence, on peut : - Changer la tension - Changer la longueur de la corde	* *
b.i.	Pour le tuyau ouvert des deux côtés : $L = k \cdot \frac{\lambda}{2} = k \cdot \frac{v}{2f}$ avec $k = 1, 2, 3, ..$ d'où $f_k = k \cdot \frac{v}{2L}$ soit $f_1 = \frac{v}{2L}$ harmonique fondamentale $f_2 = \frac{v}{L} = 2f_1$ 2ème harmonique $f_3 = 3f_1$ 3ème harmonique Pour le tuyau ouvert d'un seul côté : $L = (2k-1) \cdot \frac{\lambda}{4}$ avec $k = 1, 2, 3, \ldots$ D'où $f_k = (2k-1) \cdot \frac{c}{4L}$ soit $f_1 = \frac{v}{4L}$ harmonique fondamentale $f_2 = \frac{3v}{4L} = 3f_1$ 3ème harmonique $f_3 = \frac{5v}{4L} = 5f_1$ 5ème harmonique Un tuyau ouvert génère toutes les harmoniques. Un tuyau ouvert d'un seul côté ne génère que les harmoniques impaires. Le timbre des deux tuyaux est doc différent.	* * *
ii.	Pour un tuyau ouvert des deux côtés : $f_1 = \frac{v}{2L}$ d'où $L = \frac{v}{2f}$ A.N. $L = \frac{340}{2 \times 110} = 1{,}55\ m$ Pour un tuyau ouvert d'un seul côté : $f_1 = \frac{v}{4L\prime}$ d'où $L' = \frac{v}{4f}$ A.N. $L = \frac{340}{440} = 0{,}773\ m$ Rapport des longueurs : $\frac{L}{L'} = 2$ Le tuyau ouvert des deux côtés est deux fois plus long.	* * * * *
iii.	$f_k = (2k-1) \cdot f_1$ d'où $2k - 1 = \frac{f_k}{f_1}$ Avec $f_1 = \frac{v}{4L} = \frac{340}{4 \times 0{,}0500} = 1{,}7 \times 10^3\ Hz$ On cherche la valeur entière impaire inférieur du rapport $\frac{f_{max}}{f_1} = \frac{20{,}0 \times 10^3}{1700} = 11{,}7$ Il s'agit donc de la 11ème harmonique pour $k = 6$. ou bien $f_n = (2n+1) \cdot f_1$ d'où $2n + 1 = \frac{f_n}{f_1}$ soit $n = 5$	* * * *
c.	L'auditeur perçoit alternativement des maxima et des minima d'intensité sonore dues à des interférences entre les ondes issus des deux haut-parleurs. On entend un minimum lorsque les interférences sont destructives et un maximum lorsque les interférences sont constructives.	* * * *

	Question 4	
a.i.	D'après la loi de Descartes : $n_e \cdot \sin\alpha = n_d \cdot \sin\beta$ $\beta = \arcsin\left(\frac{n_e}{n_d} \cdot \sin\alpha\right)$ A.N. $\beta = \arcsin\left(\frac{1,33}{2,42} \times \sin 45\right) = 22,9°$	* *
ii.	$v_d = \frac{c}{n_d}$ A.N. $v_d = \frac{3,00\times10^8}{2,42} = 1,24 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$	* *
iii.	$\lambda = \frac{c}{f}$ dans le vide $\lambda_d = \frac{v_d}{f}$ dans le diamant $\frac{\lambda_d}{\lambda} = \frac{v_d}{c}$ d'où $\lambda_d = \lambda \cdot \frac{v_d}{c}$ A.N. $\lambda_d = 750 \times \frac{1,24}{3,00} = 310\ nm$ ou bien $\lambda_d = \frac{\lambda}{n_d}$ A.N. $\lambda_d = \frac{750}{2,42} = 310\ nm$	* *
iv.	Pour $\alpha = 0$, on aurait $\beta = 0$. En effet : $\sin 0 = 0$ donc d'après la loi de Descartes, $n_d \cdot \sin\beta = 0$ Ceci n'est vrai que si $\beta = 0$	* *
b.i.	Approximations : - d suffisament petit pour considérer que les 2 rayons sont parallèles - x suffisamment petit devant L pour considérer que θ petit, et donc que $\sin\theta \approx \tan\theta$ Avec ces conditions : $\delta = d \cdot \sin\theta$ et $\sin\theta \approx \tan\theta = \frac{x}{L}$ D'où $\delta = \frac{d \cdot x}{L}$ Condition pour observer une frange brillante : $\delta = k \cdot \lambda$ soit pour la première frange : $\delta = \lambda$ On en conclut : $\lambda = \frac{d \cdot x}{L}$	* * * *
ii.	$\lambda = \frac{11,0\times10^{-3}\times0,55\times10^{-3}}{10,1} = 5,99 \times 10^{-7} m = 599\ nm$	* * *
iii.	$x = \frac{\lambda \cdot L}{d}$ avec $\lambda_{vert} < \lambda_{rouge}$ on aura $x_{vert} < x_{rouge}$ L'interfrange diminue !	* *
c.i.	Dans le cas d'un réseau, les approximations ne sont plus valables. On a donc $k \cdot \lambda = d \cdot \sin\theta$ et $\tan\theta = \frac{x}{L}$ Pour visualiser les spectres d'ordre 3, il faut que : $\sin\theta = \frac{k \cdot \lambda}{d}$ A.N. $\sin\theta = \frac{3\times780\times10^{-9}}{\frac{10^{-3}}{250}} = 5,85 \times 10^{-1}$ d'où $\theta = 35,8\ °$ Il faut que $2x = 1,00$ soit $2L \cdot \tan\theta = 1,00$ $L = \frac{1,00}{2\times\tan\theta}$ A.N. $L = \frac{1,00}{2\times\tan 35,8} = 6,93 \times 10^{-1} m$ Si utilisation de $L = \frac{d \cdot x}{k\lambda}$ A.N. $L = 0,8547\ m$ alors * *	* * *
ii.	On veut que $x_{\lambda,3} = x_{380,4}$ soit $\sin(\theta_{\lambda,3}) = \sin(\theta_{380,4})$ d'où $\frac{3\lambda}{d} = \frac{4\times380}{d}$ Donc $\lambda = \frac{4}{3} \times 380 = 507\ nm$	* *
iii.	Pour le spectre du premier ordre : $\tan\theta = \frac{x}{L} = \frac{l}{2L}$ A.N. $\theta = \arctan\left(\frac{0,290}{2\times0,88}\right) = 9,36\ °$ Or $\lambda = d \cdot \sin\theta$ pour le premier ordre A.N. $\lambda = \frac{10^{-3}}{250} \times \sin 9,36 = 6,51 \times 10^{-7} m = 651\ nm$ La première couleur du spectre a bien une longueur d'onde supérieure à 650 nm. Accepter : $\lambda = \frac{dx}{L}$ $\lambda = 659\ nm$	* * *