

**A. Nuage et précipitations**

$$Q1. P = m.g = \rho_{\text{eau}}.V.g = \rho_{\text{eau}}.\frac{4}{3}.\pi.r^3.g$$

$$P = 1000 \text{ kg.m}^{-3} \times \frac{4}{3} \times \pi \times (10 \times 10^{-6} \text{ m})^3 \times 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$P = 4,1 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$1000 * \frac{4}{3} * \pi * 10^{-6^3} * 9.81$$

$$4.10920319E-11$$

$$Q2. F = k.\eta.r.v$$

$$F = 18,8 \times 15 \times 10^{-6} \text{ kg.m}^{-1}.\text{s}^{-1} \times 10 \times 10^{-6} \text{ m} \times 0,10 \text{ m.s}^{-1} = 2,8 \times 10^{-10} \text{ N} = 28 \times 10^{-11} \text{ N}$$

$$18.8 * 15E-6 * 10E-6 * 0.1$$

$$2.82E-10$$

**Q3.** Dans le référentiel du sol, la goutte est initialement immobile.

Elle subit deux forces verticales colinéaires opposées.

La force exercée par l'air est orientée vers le haut et elle est plus forte que la force poids orientée vers le bas.

Ainsi la goutte monte.

**Q4.** Pour tomber il faut que  $P > F$  avec une vitesse initiale nulle. L'expression de  $F$  est inchangée.

$$\rho_{\text{eau}}.\frac{4}{3}.\pi.r^3.g > k.\eta.r.v$$

$$r^2 > \frac{k.\eta.v}{\rho_{\text{eau}}.\frac{4}{3}.\pi.g}$$

$$r > \sqrt{\frac{3k.\eta.v}{\rho.4.\pi.g}}$$

$$r > \sqrt{\frac{3 \times 18,8 \times 15 \times 10^{-6} \times 0,10}{1000 \times 4 \times \pi \times 9,81}}$$

$$r > 2,6 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$r > 26 \text{ } \mu\text{m}$$

$$\sqrt{\frac{3 * 18.8 * 15E-6 * 0.10}{1000 * 4 * \pi * 9.81}}$$

$$2.619664928E-5$$

**B. Earthcare, un satellite pour étudier les nuages**

$$Q5. \vec{F}_{T/S} = G.\frac{M_T.M_S}{(R_T + h)^2} \vec{u}_n$$

**Q6.** Système : {Satellite EarthCare} Référentiel : géocentrique considéré galiléen

Inventaire des forces : uniquement la force d'attraction gravitationnelle exercée par la Terre

Deuxième loi de Newton :

$$\vec{F}_{T/S} = M_S.\vec{a}$$

$$\frac{G.M_T.M_S}{(R_T + h)^2} \vec{u}_n = M_S.\vec{a}$$

$$\vec{a} = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2} \vec{u}_n$$

Dans le repère de Frenet,  $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{u}_\tau + \frac{v^2}{R_T + h} \cdot \vec{u}_n$

D'après la réponse précédente,  $\vec{a} = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2} \cdot \vec{u}_n$

Par analogie entre ces deux expressions de  $\vec{a}$ , on en déduit que  $\frac{dv}{dt} = 0$ .

Le mouvement du satellite est bien uniforme si la trajectoire est considérée circulaire.

**Q7.** Par analogie entre les deux expressions de  $\vec{a}$ , on en déduit que  $\frac{v^2}{R_T + h} = \frac{G.M_T}{(R_T + h)^2}$ .

$$v^2 = \frac{G.M_T}{R_T + h}, \text{ soit } v = \sqrt{\frac{G.M_T}{R_T + h}}.$$

**Q8.** Le satellite parcourt son orbite circulaire de rayon  $R_T + h$  en une durée  $T$ , ainsi

$$v = \frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{T}.$$

$$\frac{2\pi \cdot (R_T + h)}{T} = \sqrt{\frac{G.M_T}{R_T + h}}$$

$$\frac{(2\pi)^2 \cdot (R_T + h)^2}{T^2} = \frac{G.M_T}{R_T + h}$$

$$T^2 = \frac{(2\pi)^2 \cdot (R_T + h)^3}{G.M_T}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(R_T + h)^3}{G.M_T}}$$

**Q9.**  $T = 2\pi \sqrt{\frac{((6,37 \times 10^3 + 390) \times 10^3)^3}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}}} = 5,53 \times 10^3 \text{ s}$

$$2 * \pi * \sqrt{\frac{((6.37E3+390) * 1E3)^3}{6.67E-11 * 5.97E24}} = 5.534136027E3$$

Nombre de tours de la Terre  $N = \frac{24 \times 3600}{5,53 \times 10^3} = 15,6$  tours

$$24 * 3600 / 5.534136027E3 = 1.561219305E1$$

Ce qui est en accord avec environ 16 tours de la Terre.

### C. Radar profileur de nuage

**Q10.**  $\lambda = \frac{c}{f}$

La valeur de  $c$  est supposée connue du candidat.

$$\lambda = \frac{3,00 \times 10^8}{94,05 \times 10^9} = 3,19 \times 10^{-3} \text{ m} = 3,19 \text{ mm}$$

$$\frac{3E8}{94.05E9} = 3.189792663E-3$$

Pour être exploitable le signal doit posséder une longueur d'onde 10 fois supérieure à celle du diamètre des gouttes, donc en considérant les plus grosses gouttes, supérieure à  $10 \times 100 \mu\text{m} = 10 \times 100 \times 10^{-6} = 1,0 \times 10^{-3} \text{ m} = 1 \text{ mm}$ .

On a bien  $\lambda$  supérieure à 1 mm, le signal est exploitable.

**Q11.** Durée d'un aller-retour du signal :

Distance nuage-satellite : Altitude du satellite  $h = 390 \text{ km}$ , altitude du nuage  $h_n = 2 \text{ km}$

Donc  $d = 390 - 2 = 388 \text{ km}$ .

Le signal se déplace à la célérité de la lumière.

Attention le signal fait un aller-retour donc  $D = 2d$ .

$$c = \frac{D}{\Delta t} \text{ ainsi } \Delta t = \frac{D}{c}$$

$$\Delta t = \frac{2 \times 388 \times 10^3}{3,00 \times 10^8} = 2,59 \times 10^{-3} \text{ s.}$$

$\frac{2 \times 388 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 2.586666667 \times 10^{-3}$
---

Distance parcourue par le satellite pendant cette durée :

$$d_s = v \cdot \Delta t$$

$$d_s = 7,5 \times 10^3 \times 2,59 \times 10^{-3} = 19 \text{ m}$$

$7.5 \times 10^3 \times 2.586666667 \times 10^{-3} = 1.94 \times 10^1$
--

Or la longueur du nuage est d'environ 1km.

On vérifie bien que la distance parcourue par le satellite est largement inférieure à la longueur du nuage.

#### D. Une expérience contestée

**Q12.** On peut déterminer  $I$  qui correspond à 160 dB.

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \text{ donc } I = I_0 \cdot 10^{L/10}$$

$$I = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{160/10} = 1,0 \times 10^4 \text{ W.m}^{-2}$$

Et en déduire  $P$  car  $L$  est donné pour une distance de 1,0 m.

$$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi d^2}$$

$$\text{Donc } P = I \cdot 4\pi d^2$$

$$P = 1,0 \times 10^4 \times 4\pi \times 1,0^2 = 4\pi \times 10^4 \text{ W}$$

On n'arrondit pas ce résultat intermédiaire.

La puissance de la source sonore est la même quelle que soit la distance entre la source et l'auditeur.

Pour ne pas subir de gêne, il faut que le niveau sonore soit inférieur à disons  $L_{OK} = 50 \text{ dB}$ .

$$I_{OK} = I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10} \text{ et } I_{OK} = \frac{P}{4\pi d_{OK}^2} \text{ où } d_{OK} \text{ est la distance pour laquelle il n'y a pas de gêne.}$$

$$I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10} = \frac{P}{4\pi d_{OK}^2}$$

$$d_{OK}^2 = \frac{P}{4\pi \cdot I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10}}$$

$$d_{OK} = \sqrt{\frac{P}{4\pi \cdot I_0 \cdot 10^{L_{OK}/10}}}$$

$$d_{OK} = \sqrt{\frac{4\pi \times 10^4}{4\pi \times 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{50/10}}}$$

$$d_{OK} = \sqrt{\frac{10^4}{1,0 \times 10^{-12} \times 10^5}} = \sqrt{1,0 \times 10^{11}} = 3,2 \times 10^2 \text{ km}$$

Le journaliste anglais indiquait que les ondes sonores sont à peine audibles. Cela est totalement faux. Elles peuvent être entendues à plus de 300 km.

(Mais cela est sans doute vrai en Angleterre depuis son bureau puisque la Chine est alors suffisamment lointaine)

Remarque : Le niveau d'intensité sonore des bombes atomiques utilisées en 1945 est estimé à 170 dB.

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs par email à [labolycee@labolycee.org](mailto:labolycee@labolycee.org)