



## PHYSIQUE

### SUJET « A »

Qui peut utiliser ce sujet de PHYSIQUE ?

- Profil Violet **OUI**
- Profil Jaune **OUI**
- Profil Vert **NON**



Les images satellites météo font maintenant partie du quotidien de la majorité d'entre nous. On les voit régulièrement durant les bulletins météorologiques télévisés et on les trouve en abondance sur Internet, et ce, en temps réel.

Les satellites météorologiques ont comme mission principale le recueil de données utilisées pour la surveillance du temps et du climat de la Terre. Chaque nouvelle génération de satellite comporte des senseurs plus performants et capables d'effectuer des mesures sur un plus grand nombre de canaux ce qui permet de les utiliser pour différencier les divers phénomènes météorologiques : nuages, précipitations, vents, brouillard, etc.

Pour compléter les satellites géostationnaires, les satellites circumpolaires orbitent autour de la Terre à basse altitude selon une trajectoire passant près des pôles. Comme ils sont plus rapprochés de la surface, ces satellites ont une meilleure résolution. Ils peuvent distinguer plus facilement les détails de température des nuages et leur forme visible. Les feux de forêt et la brume sont beaucoup plus évidents. On peut même en extraire des informations sur le vent selon la forme et le déplacement des nuages.

Ce sujet étudie un satellite circumpolaire : sa trajectoire, son alimentation par panneaux solaires, ses changements de températures et le fonctionnement d'un de ses multiples senseurs.

**Exercice n°1 :**

Le satellite circumpolaire étudié à une trajectoire circulaire autour de la Terre. Le cercle décrit par sa trajectoire est perpendiculaire à l'axe Soleil-Terre.

Dans cette partie, nous nous intéressons au mouvement du satellite autour de la Terre.

Données :

- Masse du satellite :  $m = 200 \text{ kg}$
- Masse de la Terre :  $M = 6.10^{24} \text{ kg}$
- Intensité du champ de pesanteur terrestre :  $g = 10 \text{ SI}$
- Rayon de la Terre :  $R = 6400 \text{ km}$
- Altitude du satellite par rapport au sol terrestre :  $h = 600 \text{ km}$
- Constante de gravitation universelle :  $G = 6.10^{-11} \text{ SI}$
- $\vec{u}_n$  est le vecteur unitaire du repère de Frenet, normal à la trajectoire du satellite autour de la Terre
- Vitesse du satellite sur son orbite autour de la Terre :  $v = 6,28 \text{ km.s}^{-1}$
- $\pi = 3,14$

**1. La trajectoire du satellite étudié est :**

- A. Dans le référentiel héliocentrique, un cercle dont le Soleil est le centre.
- B. Dans le référentiel géocentrique, un cercle dont le Soleil est le centre.
- C. Dans le référentiel géocentrique, un cercle dont la Terre est le centre.
- D. Dans le référentiel héliocentrique, un cercle dont la Terre est le centre.

**2. La 3<sup>ème</sup> loi de Kepler relie le rayon  $a$  du satellite autour de la Terre et sa période  $T$  de révolution par la relation :**

- A.  $T = k.a^3$  avec  $k$  une constante
- B.  $T = k.a^{\frac{3}{2}}$  avec  $k$  une constante
- C.  $T = k.a^{\frac{1}{2}}$  avec  $k$  une constante
- D.  $T = k.a^2$  avec  $k$  une constante

**3. L'unité de la constante de gravitation universelle est :**

- A.  $m^3.kg^{-1}.s^{-2}$
- B.  $m^3.kg^{-1}.s^{-1}$
- C.  $m^2.kg^{-1}.s^{-2}$
- D.  $m^2.kg^{-2}.s^{-1}$

**4. L'expression de la force d'interaction gravitationnelle exercée par la Terre sur le satellite dans le repère de Frenet est :**

- A.  $\vec{F} = G \cdot \frac{M.m}{R+h} \cdot \vec{u}_n$
- B.  $\vec{F} = G \cdot \frac{M.m}{(R+h)^2} \cdot \vec{u}_n$
- C.  $\vec{F} = -G \cdot \frac{M.m}{R+h} \cdot \vec{u}_n$
- D.  $\vec{F} = -G \cdot \frac{M.m}{(R+h)^2} \cdot \vec{u}_n$

5. L'expression de l'accélération du satellite en mouvement autour de la Terre dans le repère de Frenet est :

- A.  $\vec{a} = -\frac{v^2}{R} \cdot \vec{u}_n$
- B.  $\vec{a} = -\frac{v^2}{R+h} \cdot \vec{u}_n$
- C.  $\vec{a} = \frac{v^2}{R} \cdot \vec{u}_n$
- D.  $\vec{a} = \frac{v^2}{R+h} \cdot \vec{u}_n$

6. L'expression de la valeur de la vitesse du satellite dans le référentiel géocentrique est :

- A.  $v = \sqrt{\frac{G \cdot m \cdot M}{R}}$
- B.  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{R+h}}$
- C.  $v = \sqrt{\frac{G \cdot m}{R}}$
- D.  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M \cdot m}{R+h}}$

7. La valeur de la période de révolution du satellite autour de la Terre est :

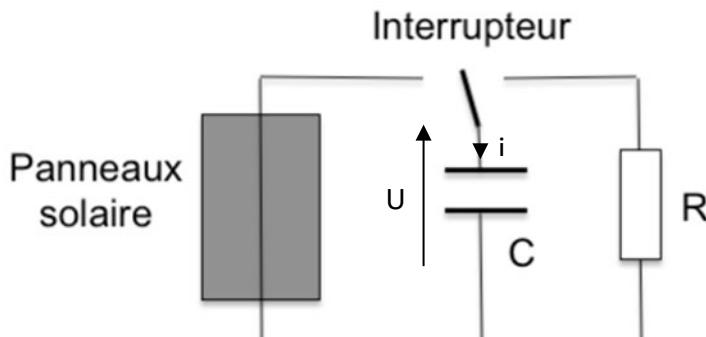
- A.  $T = 3200 \text{ s}$
- B.  $T = 3500 \text{ s}$
- C.  $T = 6400 \text{ s}$
- D.  $T = 7000 \text{ s}$

**Exercice n°2 :**

Les batteries, représentées sur le schéma ci-dessous par un condensateur plan, alimentent les capteurs du satellite. Elles sont chargées grâce à des panneaux solaires qui produisent de l'énergie électrique en absorbant une partie de la lumière du Soleil.

Les capteurs du satellite sont modélisés par une résistance  $R$  (voir schéma ci-dessous).

Schéma modélisant le fonctionnement du circuit électrique alimentant les capteurs du satellite :



Les questions portent sur les panneaux solaires et le circuit électrique du schéma ci-dessus.

Données :

- Dimensions des panneaux solaires rectangulaires :  $100 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$
- Puissance absorbée par les panneaux solaires par unité de surface :  $\varphi = 1000 \text{ W.m}^{-2}$
- Rendement des panneaux solaires :  $\eta = 27 \%$
- Constante de Planck :  $h = 7.10^{-34} \text{ J.s}$
- $1 \text{ eV} = 2.10^{-19} \text{ J}$
- Capacité du condensateur du schéma modélisant les batteries :  $C = 20 \text{ nF}$
- Résistance du schéma modélisant les capteurs du satellite :  $R = 100 \text{ G}\Omega$
- Tension aux bornes du condensateur lorsqu'il est chargé :  $U_{max} = 100 \text{ V}$
- On considère le condensateur comme déchargé au bout d'une durée de  $5\tau$  après le début de sa décharge,  $\tau$  étant la constante de temps du circuit RC série
- Capacité du condensateur :  $C = 9.10^{-12} \cdot \frac{S}{e}$  avec  $S$  la surface des armatures et  $e$  l'épaisseur entre les armatures
- Énergie stockée dans le condensateur :  $E = \frac{1}{2} C \cdot U^2$
- On négligera les pertes par effet joule dans les fils électriques
- $\ln(2) = 0,7$

**8. Les panneaux solaires absorbent des photons dont l'énergie est supérieure à 1eV. Les photons qui sont absorbés ont une fréquence :**

- A. Supérieure à  $3.10^{14} \text{ Hz}$
- B. Inférieure à  $3.10^{14} \text{ Hz}$
- C. Égale à  $3.10^{13} \text{ Hz}$
- D. Égale à  $3.10^{12} \text{ Hz}$

**9. L'énergie absorbée par les panneaux solaires pendant 10 s est égale à :**

- A.  $10 \text{ kJ}$
- B.  $5 \text{ kJ}$
- C.  $5 \text{ J}$
- D.  $1 \text{ J}$

**10. La puissance utile fournie par les panneaux solaires aux batteries vaut :**

- A. 135 W
- B. 500 W
- C. 1350 W
- D. 5000 W

**11. La capacité d'un condensateur s'exprime en Farad. Cela équivaut à :**

- A.  $C \cdot V$
- B.  $C \cdot V^{-1}$
- C.  $V \cdot m$
- D.  $V \cdot m^{-1}$

**12. Le condensateur plan du circuit a des armatures d'une surface de  $10 \text{ cm}^2$ .**

**L'épaisseur entre les armatures est donc égale à :**

- A.  $e = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
- B.  $e = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$
- C.  $e = 4,5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$
- D.  $e = 4,5 \cdot 10^{-7} \text{ m}$

**13. La relation entre la tension  $U$  aux bornes du condensateur et le courant  $i$  qui le traverse est :**

- A.  $i = C \cdot \frac{dU}{dt}$
- B.  $i = \frac{1}{C} \cdot \frac{dU}{dt}$
- C.  $U = C \cdot \frac{di}{dt}$
- D.  $U = C \cdot I$

**14. À  $t = 0 \text{ s}$ , le condensateur chargé se décharge dans la résistance  $R$ . La charge  $q(t)$ , de l'armature chargée positivement, s'exprime par :**

- A.  $q(t) = C \cdot U_{max} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$
- B.  $q(t) = \frac{U_{max}}{C} \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$
- C.  $q(t) = \frac{U_{max}}{C} \left(e^{-\frac{t}{RC}}\right)$
- D.  $q(t) = C \cdot U_{max} \left(e^{-\frac{t}{RC}}\right)$

**15. La durée d'alimentation des capteurs du satellite (durée de décharge du condensateur dans la résistance) est :**

- A.  $\Delta t = 1000 \text{ s}$
- B.  $\Delta t = 10000 \text{ s}$
- C.  $\Delta t = 700 \text{ s}$
- D.  $\Delta t = 70000 \text{ s}$

**16. Lors de la décharge, la durée nécessaire pour que la tension  $U$  aux bornes du condensateur soit divisée par deux est :**

- A.  $\Delta t = 700 \text{ s}$
- B.  $\Delta t = 1000 \text{ s}$
- C.  $\Delta t = 1400 \text{ s}$
- D.  $\Delta t = 2000 \text{ s}$

**17. L'énergie emmagasinée par le condensateur lorsqu'il est chargé vaut :**

- A.  $100 \mu\text{J}$
- B.  $100 \text{ mJ}$
- C.  $100 \text{ J}$
- D.  $100 \text{ kJ}$

**Exercice n°3 :**

Selon la position des panneaux solaires par rapport au soleil, ceux-ci sont soumis à une différence de température plus ou moins grande entre leur face extérieure et leur face intérieure. On considérera dans l'exercice que la face extérieure des panneaux solaires est à une température  $T_e = 80 \text{ }^{\circ}\text{C}$  et la face intérieure à une température  $T_i = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Dans cet exercice, on étudie le flux thermique à travers les panneaux solaires dû à la différence de température entre leurs faces et la constitution des panneaux solaires.

Données : - Dimensions des panneaux solaires rectangulaires :  $S = 100 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$

- Épaisseur des panneaux solaires :  $e = 5 \text{ cm}$
- Flux thermique traversant un panneau solaire dû à la différence de température entre sa face externe et sa face interne :  $\Phi = 200 \text{ kW}$
- Expression de la résistance thermique des panneaux solaires :  $R_{th} = \frac{e}{\lambda S}$  avec  $\lambda$  la conductivité thermique du matériau majoritairement utilisé pour la construction des panneaux solaires.
- Valeurs des conductivités thermiques des matériaux :

Matériau	Titane	Laiton	Aluminium	Cuivre
$\lambda (\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \text{K}^{-1})$	20	100	200	300

**18. Le transfert thermique entre la face externe et interne du panneau solaire se fait majoritairement par :**

- A. Conduction
- B. Rayonnement
- C. Convection
- D. Convection et rayonnement

**19. Le flux thermique traversant les panneaux solaires a pour expression :**

- A.  $\Phi = \frac{T_e}{R_{th}}$
- B.  $\Phi = \frac{T_i}{R_{th}^2}$
- C.  $\Phi = \frac{T_e - T_i}{R_{th}}$
- D.  $\Phi = \frac{(T_i - T_e)^2}{R_{th}}$

**20. L'unité de la résistance thermique des panneaux solaires est :**

- A.  $W \cdot K^{-1}$
- B.  $K \cdot W^{-1}$
- C.  $W \cdot m^{-1} K^{-1}$
- D.  $m \cdot K \cdot W^{-1}$

**21. La valeur de la résistance thermique des panneaux solaires est :**

- A.  $R_{th} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ SI}$
- B.  $R_{th} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ SI}$
- C.  $R_{th} = 5 \cdot 10^{-1} \text{ SI}$
- D.  $R_{th} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ SI}$

**22. Le matériau majoritairement utilisé pour la construction des panneaux solaires est :**

- A. Le titane
- B. Le laiton
- C. L'aluminium
- D. Le cuivre

**23. Lorsque le satellite change de position par rapport au soleil, la variation de la température d'un composant solide est notée  $\Delta T$ . Avec  $m$  la masse du composant et  $c$  sa capacité thermique massique, l'expression de la variation d'énergie interne du composant lors de son changement de température est :**

- A.  $\Delta U = m \cdot c \cdot \Delta T$
- B.  $\Delta U = 0$
- C.  $\Delta U = c \cdot \Delta T$
- D.  $\Delta U = Q \cdot \Delta T$  avec  $Q$  la chaleur échangée

**Exercice n°4 :**

Certaines informations, transportées par des ondes électromagnétiques, sont récupérées par le satellite à l'aide d'un système que l'on modélisera par une lunette astronomique.

Données :    -    Distance focale des lentilles  $L_1$ ,  $L_2$  et  $L_3$  disponibles pour le système :  
 $f_1' = 0,50 \text{ cm}$ ;  $f_2' = 5 \text{ cm}$ ;  $f_3' = 20 \text{ cm}$   
-    Altitude du satellite :  $h = 600 \text{ km}$

**24. La longueur d'onde d'une onde de fréquence 200 THz captée par le satellite est :**

- A.  $\lambda = 700 \text{ mm}$
- B.  $\lambda = 1500 \text{ nm}$
- C.  $\lambda = 60 \text{ mm}$
- D.  $\lambda = 3000 \text{ nm}$

**25. Le système est doté d'un diaphragme (trou) en entrée où passe l'onde. Le phénomène qui résulte du passage de la lumière par ce trou est le phénomène :**

- A. De diffraction
- B. D'interférences
- C. De réflexion
- D. De réfraction

**Attention – vous trouverez les dernières questions de votre sujet de Physique en page 19 (après les pages de brouillon)**

**26. Un rayon lumineux qui traverse une lentille convergente en passant par le foyer principal objet ressort :**

- A. Sans être dévié
- B. Par le foyer image
- C. Parallèle à l'axe optique
- D. Aucune des réponses précédentes

**27. Le grossissement maximum du système avec les lentilles disponibles est :**

- A. 100
- B. 40
- C. 0,250
- D. 0,10

**28. Pour obtenir le grossissement le plus grand pour le système avec les lentilles disponibles, on utilise :**

- A.  $L_1$  en objectif et  $L_2$  en oculaire
- B.  $L_2$  en objectif et  $L_1$  en oculaire
- C.  $L_1$  en objectif et  $L_3$  en oculaire
- D.  $L_3$  en objectif et  $L_1$  en oculaire

**29. L'expression de l'angle en radian sous lequel serait vu le côté d'un champ de longueur  $d = 300\text{ m}$ , à l'œil nu par un astronaute au niveau du satellite, est :**

- A.  $\alpha = \frac{2d}{h}$
- B.  $\alpha = \frac{d}{h}$
- C.  $\alpha = \frac{h}{d}$
- D.  $\alpha = \frac{2h}{d}$

**30. Les lentilles du système sont celles de la réponse à la question 28. Un astronaute au niveau du satellite, qui regarderait à travers le système le côté du champ de longueur 300 m, verrait l'image de ce côté sous un angle :**

- A.  $\alpha' = 5.10^{-2}\text{ rad}$
- B.  $\alpha' = 2.10^{-2}\text{ rad}$
- C.  $\alpha' = 5.10^{-4}\text{ rad}$
- D.  $\alpha' = 2.10^{-4}\text{ rad}$

• • • FIN • • •

**Ce sujet est la propriété intellectuelle exclusive du Concours Avenir. Il ne doit en aucun cas être emporté par les candidats à la fin de l'épreuve. Il doit être rendu à l'équipe surveillante en même temps que sa grille réponse associée.**

# STAGES PRÉPA CONCOURS AVENIR

## LA MEILLEURE PRÉPA AVENIR

- Intégration des meilleures écoles
- Une préparation progressive
- Petits groupe de préparation
- Support avec différents niveaux de difficulté

 [Préparation concours Avenir](#)



## STAGES PRÉPA CONCOURS AVENIR EN LIGNE

- Entrainement et préparation dans les conditions réelles
- Application mobile PrepApp gratuite
- Format où l'élève est au centre de l'attention en pédagogie différenciée

 [Stage en ligne prépa concours Avenir](#)

