



PHYSIQUE

DUREE : 1h00

Coefficient 4



Jupiter est une planète géante gazeuse. Il s'agit de la plus grosse planète du Système solaire, plus volumineuse et massive que toutes les autres planètes réunies, et la cinquième planète par sa distance au Soleil (après Mercure, Vénus, la Terre et Mars).

Comme sur les autres planètes gazeuses, des vents violents, de près de $600 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, parcourent les couches supérieures de la planète. La Grande Tache rouge (noté GTr) est un anticyclone, une zone de surpression observée depuis au moins le $XVII^e$ siècle. Trois fois plus grande que la Terre au début du XX^e siècle, elle a rétréci pour devenir de taille comparable un siècle plus tard.

La Grande Tache rouge est un gigantesque anticyclone de l'atmosphère de Jupiter situé à 22° sud de latitude. Longue d'environ 15 000 kilomètres et large de près de 12 000 kilomètres (informations de 2015).

Une sonde AVENIR21 a été envoyée afin d'examiner de plus près cette Grande Tache rouge (GTr) et de récolter des données pour en connaître ses caractéristiques. Ce sujet traite de la mise en orbite de cette sonde AVENIR21 et de quelques mesures effectuées.

Exercice n°1 :

La sonde AVENIR21 est en orbite jovienne-stationnaire autour de Jupiter avec une période de $T_J = 10 \text{ h}$. Elle est caractérisée par un mouvement circulaire et uniforme dans le référentiel jovicentrique.

- Données :
- Intensité du champ de pesanteur de Jupiter à une distance R_J de son centre de masse : $g = 25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
 - Rayon de Jupiter : $R_J = 70\,000 \text{ km}$
 - Rayon de l'orbite jovienne-stationnaire : $r = 90\,000 \text{ km}$
 - Vitesse de la sonde sur son orbite : $v = 30 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
 - Constante de gravitation universelle : $G \approx 10^{-10} \text{ USI}$

1. L'unité de la constante de gravitation universelle s'exprime en :

- a. $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$
- b. $\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$
- c. $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-2}$
- d. $\text{N} \cdot \text{m} \cdot \text{kg}^{-1}$

2. L'expression de l'intensité du champ de pesanteur de Jupiter, dont la valeur figure dans les données, est :

- a. $g = \frac{GM_J}{R_J^2}$
- b. $g = -\frac{GM_J}{R_J^2}$
- c. $g = \frac{GM_J}{R_J}$
- d. $g = -\frac{GM_J}{R_J}$

3. La masse de Jupiter est de l'ordre de :

- a. $M_J = 1,23 \times 10^{21} \text{ kg}$
- b. $M_J = 1,23 \times 10^{24} \text{ kg}$
- c. $M_J = 1,23 \times 10^{27} \text{ kg}$
- d. $M_J = 1,23 \times 10^{30} \text{ kg}$

4. L'expression de la valeur de la vitesse de la sonde AVENIR21 sur son orbite autour de Jupiter en fonction du rayon r est :

- a. $v = 2\pi \sqrt{\frac{GM_J}{r}}$
- b. $v = 2\pi \sqrt{\frac{GM_J}{r^2}}$
- c. $v = \sqrt{\frac{GM_J}{r^2}}$
- d. $v = \sqrt{\frac{GM_J}{r}}$

5. L'expression de r en fonction de la période jovienne-stationnaire T_J est :

- a. $r = \sqrt[3]{G \cdot \frac{M_J T_J}{4\pi^2}}$
- b. $r = \sqrt[3]{G \cdot \frac{M_J T_J^2}{4\pi^2}}$
- c. $r = \sqrt[3]{G \cdot \frac{M_J T_J}{2\pi}}$
- d. $r = \sqrt[3]{G \cdot \frac{M_J T_J^2}{2\pi}}$

6. L'accélération \vec{a}_S de la sonde AVENIR21 sur son orbite est :

- a. Centripète
- b. Tangente à la trajectoire
- c. Nulle
- d. Constante

7. La valeur de l'accélération de la sonde sur son orbite est :

- a. $a_S = 0.33 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- b. $a_S = 3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- c. $a_S = 10 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$
- d. $a_S = 1000 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

Exercice n°2 :

La sonde AVENIR21 est équipée d'un capteur couplé à une lunette astronomique, système afocal, permettant de prendre des images de Jupiter et de la GTr.

Caractéristiques de la lunette :

- Vergence de l'objectif : $C_1 = 0.5 \delta$
- Vergence de l'oculaire : $C_2 = 5 \delta$

8. Si un faisceau de lumière provenant d'un objet à l'infini arrive parallèlement à l'axe optique de la lunette, alors le faisceau sortira de la lunette :

- a. Parallèle à l'axe optique
- b. Incliné d'un angle α par rapport à l'axe optique
- c. Incliné d'un angle $-\alpha$ par rapport à l'axe optique
- d. Incliné d'un angle 2α par rapport à l'axe optique

9. La distance entre l'objectif et l'oculaire est :

- a. $d = 1,8 \text{ m}$
- b. $d = 2,0 \text{ m}$
- c. $d = 2,2 \text{ m}$
- d. $d = 5,5 \text{ m}$

10. L'image donnée par l'objectif, d'un objet à l'infini, se trouve :

- a. Sur le plan focal image de l'objectif
- b. Après le foyer objet de l'oculaire
- c. Avant le foyer objet de l'oculaire
- d. Sur le plan focal image de l'oculaire

11. Le grossissement de cette lunette est :

- a. $G = 0,1$
- b. $G = 5$
- c. $G = 10$
- d. $G = 20$

12. Entre la lunette et le capteur, un filtre ne laissant passer que les radiations rouges est appliqué. Les ondes arrivant au capteur ont alors une fréquence comprise entre :

- a. $f = 6,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$ et $7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- b. $f = 3,7 \times 10^{14} \text{ Hz}$ et $5,0 \times 10^{14} \text{ Hz}$
- c. $f = 7,5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ et $1,3 \times 10^{15} \text{ Hz}$
- d. $f = 3,7 \times 10^{15} \text{ Hz}$ et $6,0 \times 10^{15} \text{ Hz}$

13. Ces radiations rouges passent après le filtre par une fente rectangulaire de largeur $a = 400 \mu\text{m}$. L'écart angulaire de diffraction θ pour chaque radiation ayant traversé la fente est :

- a. Supérieur à $0,0015 \text{ rad}$
- b. Inférieur à $0,0015 \text{ rad}$
- c. Compris entre $0,0010 \text{ rad}$ et $0,0015 \text{ rad}$
- d. Compris entre $0,0008 \text{ rad}$ et $0,0010 \text{ rad}$

14. Si la fente rectangulaire est remplacée par une double fente alors une figure d'interférence sera observée sur le capteur. Deux ondes cohérentes interféreront de façon destructive sur le capteur, si leur différence de chemin optique est égale à :

- a. $\delta = (2k + 1)\lambda$ avec k un nombre entier relatif
- b. $\delta = \frac{(2k+1)\lambda}{2}$ avec k un nombre entier relatif
- c. $\delta = (k + 1)\lambda$ avec k un nombre entier relatif
- d. $\delta = \frac{(k+1)\lambda}{2}$ avec k un nombre entier relatif

Exercice n°3 : La Grande Tache rouge (GTr) de Jupiter a été à de nombreuses reprises observée par des sondes. La sonde AVENIR21 a mesuré les dimensions de cet anticyclone de forme quasi cylindrique de diamètre d et de hauteur h . Des relevés infrarouges ont également permis de mesurer la température à l'extérieur de la Tache et dans la Tache.

- Données :
- Diamètre de la GTr : $d = 16\,000\text{ km}$
 - Hauteur de la GTr : $h = 10\,000\text{ km}$
 - Température à l'extérieur de la GTr : $T_b = 160\text{ °C}$
 - Température de la GTr : $T_c = 10\text{ °C}$
 - Capacité thermique de la GTr $C_p = 4\text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
 - Quantité de matière de gaz contenue dans la GTr : n
 - Constante des gaz parfaits : R
 - Masse volumique du gaz contenue dans la GTr : $\rho = 1500\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - On considère que la pression et la température du gaz dans la GTr sont uniformes.
 - On considère le gaz dans la GTr comme incompressible et parfait.
 - La GTr est un système fermé.

15. Le facteur de proportionnalité entre la pression et la température du gaz dans la GTr est :

- a. $k = \frac{n}{RV}$
- b. $k = -\frac{RV}{n}$
- c. $k = \frac{nR}{V}$
- d. $k = \frac{RV}{n}$

16. La masse de gaz contenu dans la GTr est approximativement :

- a. $m \approx 3 \times 10^{19}\text{ kg}$
- b. $m \approx 3 \times 10^{21}\text{ kg}$
- c. $m \approx 3 \times 10^{22}\text{ kg}$
- d. $m \approx 3 \times 10^{24}\text{ kg}$

17. La variation d'énergie interne du gaz contenu dans la GTr, si sa température passe de 10 ° à 110 ° , est :

- a. $\Delta U = 1,2 \cdot 10^{30}\text{ J}$
- b. $\Delta U = 2,0 \cdot 10^{28}\text{ J}$
- c. $\Delta U = 1,2 \cdot 10^{27}\text{ J}$
- d. $\Delta U = 1,5 \cdot 10^{27}\text{ J}$

18. Le flux thermique entre l'extérieur et l'intérieur de la GTr est :

- a. Inversement proportionnel à la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de la GTr
- b. Proportionnel à la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de la GTr
- c. Indépendant de la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de la GTr
- d. Proportionnel au carré de la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur de la GTr

19. Les échanges thermiques au sein de la GTr se font majoritairement par :

- a. Rayonnement
- b. Conduction
- c. Convection
- d. Les trois propositions précédentes

La température $T(t)$ de la GTr en contact avec l'extérieur, thermostat de température constante T_{ext} , vérifie l'équation différentielle suivante :

$$\frac{dT(t)}{dt} + k.T(t) = k.T_{ext} \quad \text{avec } k \text{ une constante positive}$$

20. La dimension de $\frac{1}{k}$ est homogène à :

- Une durée
- Une température
- Une longueur d'onde
- Une conductivité thermique

21. La solution d'une telle équation différentielle d'ordre 1 est du type :

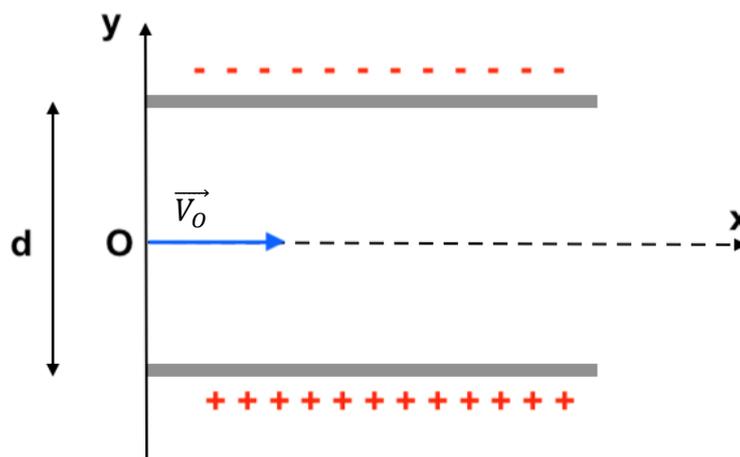
- $T(t) = Ae^{kt} + B$ avec A et B des constantes
- $T(t) = Ae^{-kt} + B$ avec A et B des constantes
- $T(t) = Ae^{\frac{t}{k}}$ avec A une constante
- $T(t) = Ae^{-\frac{t}{k}}$ avec A une constante

Exercice n°4 :

La sonde AVENIR21 analyse aussi des particules. Des particules captées par la sonde, entrent dans un condensateur plan en O et avec une vitesse \vec{V}_0 suivant l'axe Ox. La sonde détermine, pour chaque particule, l'altitude Y_s et l'instant t_s de sortie du condensateur. Cette expérience permet de connaître le rapport charge sur masse pour une particule.

On négligera les forces d'attractions gravitationnelles subies par la particule.

Le condensateur plan utilisé est représenté par la figure ci-dessous :



A $t = 0$ s, une particule inconnue de charge q et de masse m entre en O avec une vitesse \vec{V}_0 dans le condensateur plan, zone où règne un champ électrostatique. Les plaques du condensateur sont séparées par du vide.

- Données :
- Permittivité du vide : $\epsilon_0 = 10^{-11} F.m^{-1}$
 - Valeur du champ électrostatique régnant entre les plaques : $E = 100 V.m^{-1}$
 - Distance entre les plaques : $d = 10 cm$
 - Surface d'une plaque du condensateur : $S = 50 cm^2$
 - Charge élémentaire : $e = 10^{-19} C$
 - Longueur des plaques : L
 - Formule permettant de calculer la capacité C d'un condensateur plan dont les plaques de surface S sont séparés, par du vide, d'une distance d : $C = \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d}$

22. La valeur de la différence de potentiel U entre les plaques vaut :

- a. $U = 1000 \text{ V}$
- b. $U = 100 \text{ V}$
- c. $U = 10 \text{ V}$
- d. $U = 1 \text{ V}$

23. Les coordonnées de l'accélération de la particule de charge q , dans le repère cartésien (O,x,y) , sont :

- a. $a_x = 0; a_y = qE$
- b. $a_x = 0; a_y = -qE$
- c. $a_x = 0; a_y = \frac{q}{m}E$
- d. $a_x = 0; a_y = -\frac{q}{m}E$

24. Les coordonnées de la position de la particule dans le condensateur sont :

- a. $x(t) = V_0t; y(t) = -\frac{q}{m}Et^2$
- b. $x(t) = V_0t; y(t) = \frac{q}{2m}Et^2$
- c. $x(t) = 0; y(t) = -\frac{q}{2m}Et^2 + V_0t$
- d. $x(t) = 0; y(t) = -\frac{q}{m}Et^2 + V_0t$

25. La particule sort du condensateur avec pour ordonnée $y_s = -4 \text{ cm}$ et à l'instant $t_s = 32 \text{ ms}$. On en déduit que le rapport $\frac{q}{m}$ vaut :

- a. $-8 \cdot 10^{-5} \text{ C.kg}^{-1}$
- b. $+8 \cdot 10^{-3} \text{ C.kg}^{-1}$
- c. $-8 \cdot 10^{-1} \text{ C.kg}^{-1}$
- d. $-8 \cdot 10^{+1} \text{ C.kg}^{-1}$

26. La capacité du condensateur est :

- a. $C = 5 \cdot 10^{-10} \text{ F}$
- b. $C = 5 \cdot 10^{-12} \text{ F}$
- c. $C = 5 \cdot 10^{-13} \text{ F}$
- d. $C = 5 \cdot 10^{-14} \text{ F}$

27. La valeur absolue de la charge totale présente sur une plaque du condensateur vaut alors :

- a. $|Q| = 5 \cdot 10^{-12} \text{ C}$
- b. $|Q| = 5 \cdot 10^{-11} \text{ C}$
- c. $|Q| = 2 \cdot 10^{-11} \text{ C}$
- d. $|Q| = 2 \cdot 10^{+13} \text{ C}$

28. Un condensateur lorsqu'il se décharge :

- a. Libère de l'énergie
- b. Absorbe de l'énergie
- c. Voit la tension à ses bornes augmenter
- d. Stocke de l'énergie électrique

29. Le temps de décharge d'un condensateur en série avec une résistance R :

- a. Est proportionnel à la tension initiale aux bornes du condensateur.
- b. Est proportionnel à la résistance R du circuit et à la capacité C du condensateur.
- c. Est inversement proportionnel à la résistance R du circuit et à la capacité C du condensateur.
- d. Est inversement proportionnel à la tension initiale aux bornes du condensateur.

30. Le courant traversant un condensateur, dont la tension à ses bornes est U_c , s'exprime :

- a. $i(t) = \frac{dU_c}{dt}$
- b. $i(t) = \frac{1}{C} \frac{dU_c}{dt}$
- c. $i(t) = \frac{R}{C} \frac{dU_c}{dt}$
- d. $i(t) = C \frac{dU_c}{dt}$

**QUESTIONS BONUS ASSOCIEES A L'EPREUVE DE
PHYSIQUE**

Rappel : Vous ne pouvez répondre au maximum qu'à 6 questions « bonus » parmi les 9 proposées

NUMERIQUE

1. Quel est le résultat de cette requête SQL ?

SELECT nom FROM etudiant;

- a. Elle affiche tous les noms d'une table etudiant
- b. Elle affiche tous les champs d'une table etudiant
- c. Elle affiche certains noms d'une table etudiant
- d. Elle affiche tous les noms d'une table etudiant triés par ordre alphabétique

2. Quel est le résultat de l'exécution du code Python suivant :

```
liste = [7,3,6,4,5,2,8,1]
print([i % 2 for i in liste])
```

- a. [0, 0, 1, 1, 0, 1, 1, 0]
- b. [1, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1]
- c. [3, 1, 3, 2, 2, 1, 4, 0]
- d. Une erreur

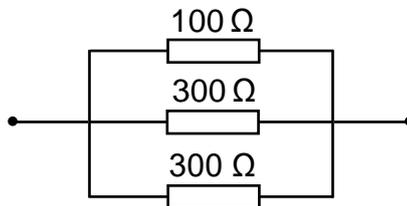
3. La mémoire dans un ordinateur est organisée en blocs de quelle taille ?

- a. 4 bits
- b. 8 bits
- c. 4 octets
- d. 32 bits

SCIENCES DE L'INGENIEUR :

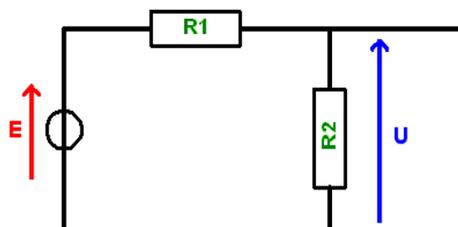
4. La résistance équivalente de ce circuit est :

- a. $R_{eq} = 54,5 \Omega$
- b. $R_{eq} = 60 \Omega$
- c. $R_{eq} = 66,7 \Omega$
- d. $R_{eq} = 85 \Omega$



5. On donne : $E = 12 \text{ V}$; $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ et $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$. La valeur de la tension U est :

- a. $U = 4 \text{ V}$
- b. $U = 6 \text{ V}$
- c. $U = 8 \text{ V}$
- d. $U = 12 \text{ V}$



6. Le nombre 92 en hexadécimal s'écrit en binaire :
- a. 1001 0010
 - b. 1001 0011
 - c. 1000 0010
 - d. 0111 1110

SCIENCES DE LA VIE ET DE LA TERRE

7. Où se déroule la photosynthèse ?
- a. Dans le noyau des cellules végétales.
 - b. Dans les mitochondries des cellules végétales.
 - c. Dans les chloroplastes des cellules végétales.
 - d. Dans le cytoplasme des cellules végétales.
8. Quelle est la valeur normale de glycémie ?
- a. 0,7 g/L.
 - b. 1 g/L.
 - c. 1,5 g/L.
 - d. 2 g/L.
9. Où la lithosphère océanique est-elle produite ?
- a. Au niveau des zones de subduction.
 - b. Au niveau des zones de rifting.
 - c. Au niveau des zones de collision.
 - d. Au niveau des zones de dorsales.

---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.