

NOM :

PRENOM :

NUMERO PARCOURSUP :



EPREUVE DE PHYSIQUE

SUJET « B »

Qui peut utiliser ce sujet de PHYSIQUE « B » ?

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

DURÉE : 1h00

Coefficient 4

CONSIGNES SPÉCIFIQUES :

Lisez attentivement les consignes de la grille-réponses de l'épreuve de Sciences afin de vous placer dans les meilleures conditions de réussite de cette épreuve.

Aucun brouillon n'est distribué. Les pages blanches de ce sujet peuvent être utilisées à l'usage de brouillon.

L'usage de la calculatrice ou de tout autre appareil électronique (connecté ou non) est interdit.

Aucun document autre que ce sujet et sa grille réponse n'est autorisé.

Attention, il ne s'agit pas d'un examen mais bien d'un concours qui aboutit à un classement. Si vous trouvez ce sujet « difficile », ne vous arrêtez pas en cours de composition, n'abandonnez pas, restez concentré(e). Les autres candidats rencontrent probablement les mêmes difficultés que vous !

BAREME :

Pour chaque question, une seule réponse est correcte. Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, **chaque réponse exacte est gratifiée de trois points**, tandis que **chaque réponse fautive est pénalisée par le retrait d'un point.** Une question non traitée n'apporte ni ne retire aucun point.



En 2021, la France a lancé un nouveau programme de construction de quatre nouveaux sous-marins nucléaires lanceurs d'engins de 3^{ème} génération. Doté des technologies de communication et de détection aux plus hauts standards, le premier SNLE 3G doit être livré en 2035. Il sera plus discret, plus furtif et mieux équipé. Les trois autres suivront tous les cinq ans jusqu'en 2050. Ils remplaceront les navires de la deuxième génération de type Le Triomphant qui seront amenés à être retirés du service actif à partir de la prochaine décennie.

Ce sujet étudie quelques notions liées aux sous-marins.

Exercice n°1 :

Dans tout l'exercice, le sous-marin n'est soumis qu'à deux forces : son poids et la poussée d'Archimède (force exercée par l'eau sur le sous-marin). On négligera les forces de frottement de l'eau lors du mouvement du sous-marin.

Dans le référentiel terrestre, le sous-marin est initialement immobile dans l'eau à une profondeur $h = 200 \text{ m}$ par rapport à la surface de l'eau. Pour pouvoir remonter, il largue de l'eau accumulée dans ses réservoirs tout en restant immobile à la profondeur h . Une fois toute l'eau larguée, il commence son mouvement vers la surface.

Pour étudier le mouvement du sous-marin qui remonte vers la surface, on prendra l'axe z vertical dirigé vers le haut dont l'origine se situe au niveau de la surface de l'eau.

On considèrera l'eau au repos dans le référentiel terrestre, le sous-marin comme un corps ponctuel et le référentiel terrestre comme galiléen, c'est-à-dire un référentiel où le principe d'inertie est vérifié.

- Données :
- Masse du sous-marin à la profondeur h avant largage de l'eau : $M_1 = 10 \cdot 10^3 \text{ tonnes}$
 - Masse du sous-marin après largage de l'eau : $M_2 = 9 \cdot 10^3 \text{ tonnes}$
 - Volume du sous-marin : $V = 10\,000 \text{ m}^3$
 - Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 10 \text{ SI}$
 - Caractéristiques de la poussée d'Archimède exercée par l'eau sur le sous-marin lorsqu'il est immergé :
 - Force non conservative, verticale et orientée vers le haut
 - Expression : $\vec{P}_A = -\rho_{eau} \cdot V \cdot \vec{g}$
 - L'énergie potentielle de pesanteur sera considérée nulle à la surface de l'eau
 - On notera la masse volumique du sous-marin : ρ_{sm}

1. Dans le référentiel terrestre, lorsque le sous-marin remonte, on peut dire que :
 - A. La variation de son vecteur vitesse est nulle au cours du mouvement.
 - B. Le vecteur vitesse est constant au cours du mouvement.
 - C. Le poids et la poussée d'Archimède se compensent.
 - D. Le poids et la poussée d'Archimède ne se compensent pas.

2. La force gravitationnelle exercée par la Terre sur le sous-marin à la profondeur h est :
 - A. Négligeable
 - B. Attractive
 - C. Répulsive
 - D. Nulle

3. L'unité du champ de pesanteur terrestre est :
 - A. $m \cdot s^{-2}$
 - B. $m^2 \cdot s^{-2}$
 - C. $m \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$
 - D. $m \cdot kg \cdot s^{-2}$

4. Lorsque les forces qui s'exercent sur le sous-marin se compensent, celui-ci est :
 - A. Immobile
 - B. En mouvement rectiligne accéléré
 - C. En mouvement rectiligne uniformément accéléré
 - D. En mouvement rectiligne varié

5. La masse volumique du sous-marin à la profondeur h avant le largage de l'eau est :
 - A. $\rho_{sm} = 900 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - B. $\rho_{sm} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - C. $\rho_{sm} = 10 \text{ tonne} \cdot \text{m}^{-3}$
 - D. $\rho_{sm} = 90 \text{ tonne} \cdot \text{m}^{-3}$

6. L'expression du poids du sous-marin est :
 - A. $\vec{P} = -\rho_{sm} \cdot V \cdot \vec{g}$
 - B. $\vec{P} = -\rho_e \cdot V \cdot \vec{g}$
 - C. $\vec{P} = \rho_{sm} \cdot V \cdot \vec{g}$
 - D. $\vec{P} = \rho_e \cdot V \cdot \vec{g}$

7. Pour que le sous-marin remonte à la surface de l'eau, il faut que :
 - A. $\rho_{sm} - \rho_e = 0$
 - B. $\rho_{sm} - \rho_e < 0$
 - C. $\rho_{sm} - \rho_e > 0$
 - D. $\rho_{sm} + \rho_e = 0$

8. L'énergie potentielle de pesanteur du sous-marin à la profondeur h après avoir largué l'eau est :
 - A. $E_{pp} = 18 \text{ MJ}$
 - B. $E_{pp} = -18 \text{ GJ}$
 - C. $E_{pp} = -20 \text{ GJ}$
 - D. $E_{pp} = 2000 \text{ kJ}$

9. Lors de la remontée du sous-marin à la surface depuis la profondeur h , le travail du poids est :

- A. $W(\vec{P}) = P \cdot h \cdot \cos(0)$
- B. $W(\vec{P}) = -P \cdot h$
- C. $W(\vec{P}) = -P \cdot h \cdot \cos(180)$
- D. $W(\vec{P}) = 0$

10. Lors de la remontée du sous-marin :

- A. La variation d'énergie cinétique est nulle
- B. La variation d'énergie mécanique est nulle
- C. La variation énergie cinétique est positive
- D. La variation d'énergie potentielle de pesanteur est négative

11. Lors de la remontée du sous-marin, l'énergie mécanique du sous-marin :

- A. Reste constante
- B. Augmente
- C. Diminue
- D. Est nulle

Exercice n°2 :

Dans cette partie, le sous-marin est immobile dans le référentiel terrestre à une profondeur de $H = 20 \text{ m}$ sous le niveau de la mer. On s'intéresse aux forces pressantes en action sur la vitre d'un hublot, qui est plane. La face externe de la vitre est en contact avec l'eau et la face interne avec l'air à l'intérieur du sous-marin.

Pour repérer l'altitude du sous-marin, on utilise un axe z vertical orienté vers le haut. On considèrera l'eau au repos dans le référentiel terrestre.

- Données :
- Pression atmosphérique : $P_{atm} = 1000 \text{ hPa}$
 - Pression à l'intérieur du sous-marin à n'importe quelle profondeur : $P_{int} = 1000 \text{ hPa}$
 - Masse volumique de l'eau : $\rho_{eau} = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$
 - Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 10 \text{ SI}$
 - Surface de la vitre du hublot : $S = 3000 \text{ cm}^2$
 - Loi fondamentale de la statique des fluides dans l'eau : $P_2 - P_1 = \rho_{eau} \cdot g \cdot (z_1 - z_2)$

12. La pression s'exprime en :

- A. Newton par mètre
- B. Newton par mètre carré
- C. Newton par kilogramme
- D. Newton par kilogramme carré

13. La pression de l'eau à la profondeur h est :

- A. $P = 1000 \text{ hPa}$
- B. $P = 1200 \text{ hPa}$
- C. $P = 2010 \text{ hPa}$
- D. $P = 3000 \text{ hPa}$

14. La force pressante exercée par l'eau sur la vitre du hublot situé à 20 m de profondeur est :

- A. $F_{ext} = 60 \text{ kN}$
- B. $F_{ext} = 90 \text{ kN}$
- C. $F_{ext} = 10 \text{ MN}$
- D. $F_{ext} = 1 \text{ GN}$

15. La somme vectorielle des forces pressantes s'exerçant sur la face externe et la face interne de la vitre du hublot à une profondeur H :

- A. Est égale à un vecteur tangent à la vitre du hublot dont l'intensité vaut 30 kN
- B. Est égale à un vecteur tangent à la vitre du hublot, dirigé de la vitre vers l'eau
- C. Est égale à un vecteur normal à la vitre du hublot, dirigé de la vitre vers l'intérieur du sous-marin.
- D. Est égale à un vecteur normal à la vitre du hublot et d'intensité 30 kN .

16. Un ballon sonde est lâché du sous-marin à la profondeur H avec un volume V_H et remonte à la surface de l'eau en suivant la loi de Boyle-Mariotte. Son volume à la surface de l'eau :

- A. Sera multiplié par 3 par rapport à V_H
- B. Sera multiplié par 2 par rapport à V_H
- C. Sera divisé par 2 par rapport à V_H
- D. Sera divisé par 3 par rapport à V_H

Exercice n°3 :

Avant de rejoindre la surface, le sous-marin peut utiliser son périscope pour observer son environnement. Il est constitué de plusieurs lentilles minces convergentes et de miroirs. Nous nous intéresserons ici à l'image d'un objet droit formé par une lentille mince convergente de distance focale f' .

- Données :
- Distance focale de la lentille : $f' = 10 \text{ cm}$
 - Hauteur de l'objet : $AB = 5 \text{ cm}$
 - Distance de l'objet à la lentille : $OA = 50 \text{ cm}$

17. La lumière est une onde :

- A. Qui se propage dans le vide.
- B. Mécanique
- C. Qui se propage dans le vide à la vitesse de $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
- D. Constituée d'un champ électrique et d'un champ magnétique

18. L'intervalle de longueur d'onde définissant le domaine de la lumière visible est :

- A. $400 \text{ nm} < \lambda < 800 \text{ nm}$
- B. $400 \text{ mm} < \lambda < 800 \text{ mm}$
- C. $400 \text{ } \mu\text{m} < \lambda < 800 \text{ } \mu\text{m}$
- D. $400 \text{ m} < \lambda < 800 \text{ m}$

19. L'expression de la fréquence d'une onde lumineuse est :

- A. $f = c\lambda$
- B. $f = \frac{c}{\lambda}$
- C. $f = \frac{\lambda}{c}$
- D. Aucune des réponses précédentes n'est correcte

20. Pour une lentille mince convergente, l'expression permettant de calculer sa distance focale est :

A. $f' = \frac{\overline{OA} - \overline{OA'}}{\overline{OA} \cdot \overline{OA'}}$

B. $f' = \frac{\overline{OA} + \overline{OA'}}{\overline{OA} \cdot \overline{OA'}}$

C. $f' = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OA'}}{\overline{OA} + \overline{OA'}}$

D. $f' = \frac{\overline{OA} \cdot \overline{OA'}}{\overline{OA} - \overline{OA'}}$

21. La valeur de OA' , position de l'image de l'objet par la lentille est :

A. $OA' = 15 \text{ cm}$

B. $OA' = 12,5 \text{ cm}$

C. $OA' = 10 \text{ cm}$

D. $OA' = 8,3 \text{ cm}$

22. L'expression du grandissement est :

A. $\gamma = A'B' \cdot AB$

B. $\gamma = \frac{AB}{A'B'}$

C. $\gamma = \overline{A'B'} \cdot \overline{AB}$

D. $\gamma = \frac{\overline{A'B'}}{\overline{AB}}$

23. Dans le cas de cet objet, le grandissement est :

A. $\gamma = -0,16$

B. $\gamma = -0,25$

C. $\gamma = -2$

D. $\gamma = 5$

24. L'image est alors :

A. Droite et plus grande que l'objet

B. Droite et plus petite que l'objet

C. Renversée et plus grande que l'objet

D. Renversée et plus petite que l'objet

Exercice n°4 :

Le courant électrique alimentant les lampes dans le sous-marin est délivré par un générateur modélisé par une source réelle de tension continue. Chaque lampe est modélisée par une résistance R . On s'intéressera au fonctionnement du générateur et à la dissipation de l'énergie à travers une lampe.

- Données :
- Tension de la source idéale constituant le générateur (ou tension à vide du générateur) : $E = 40 \text{ kV}$
 - Résistance interne du générateur : $r = 20 \Omega$
 - Valeur de la résistance d'une lampe : $R = 500 \Omega$
 - Puissance d'une lampe : $P = 20 \text{ W}$

25. L'intensité s'exprime en ampère mais une unité équivalente est :

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

26. L'expression de la tension U aux bornes du générateur en fonctionnement est :

- A. $U = E$
- B. $U = r \cdot I$
- C. $U = E - r \cdot I$
- D. $U = E + r \cdot I$

27. L'expression de la puissance P dissipée par une lampe est :

- A. $P = R \cdot I$
- B. $P = R^2 \cdot I$
- C. $P = R \cdot I^2$
- D. $P = \frac{R}{I}$

28. L'intensité qui circule dans une lampe est :

- A. $I = 0,04 \text{ A}$
- B. $I = 0,2 \text{ A}$
- C. $I = 10 \text{ A}$
- D. $I = 0,1 \text{ A}$

29. L'énergie reçue par la résistance R en 10 ms est :

- A. $E = 2 \text{ J}$
- B. $E = 0,2 \text{ J}$
- C. $E = 0,4 \text{ J}$
- D. $E = 40 \text{ J}$

30. Le rendement d'un système :

- A. N'a pas d'unité
- B. Est en Joule
- C. Est en Watt
- D. Est en Volt

••• 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.