

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** ✓



***LISEZ TRES ATTENTIVEMENT LES CONSIGNES SUR CE SUJET
ET CELLES INDIQUEES SUR LA GRILLE REPONSES***

DURÉE : 1h00
Coefficient 4

Rappel des différents profils :

VIOLET : J'étudie, en Terminale, la spécialité Mathématiques + une spécialité Scientifique (quelle qu'elle soit)

JAUNE : J'étudie, en Terminale, deux spécialités Scientifiques (mais **PAS** la spécialité Mathématiques)

VERT : J'étudie, en Terminale, la spécialité Mathématiques + une spécialité **NON** Scientifique (quelle qu'elle soit)

Note : tout autre doublette de spécialités est également considérée comme un profil VIOLET.

En cas de doute, votre profil est celui indiqué sur votre convocation, sur votre étiquette de table et sur la liste d'émargement.

CONSIGNES SPECIFIQUES AUX CANDIDATS PROFIL « VERT »

Pour cette épreuve, chaque candidat :

- **Ne doit répondre qu'à 30 questions (au choix)** parmi les 40 proposées afin d'obtenir la note maximale. S'il répond à plus de 30 questions, seules les 30 premières répondues seront prises en compte lors de la correction.
- Doit utiliser **la grille n°2 uniquement**.

CONSIGNES COMPLEMENTAIRES

Barème valable pour toutes les questions :

Pour chaque question, une seule réponse est correcte. Afin d'éliminer les stratégies de réponses au hasard, chaque réponse exacte est gratifiée de 3 points, tandis que chaque réponse fausse est pénalisée par le retrait de 1 point. Une question non traitée n'apporte et ne retire aucun point.

L'usage de tout appareil électronique (connecté ou non) **est interdit**.

Aucun autre document que le sujet et sa grille réponse fournis par l'organisation n'est autorisé.

Des feuilles de brouillon détachables sont disponibles au centre de ce sujet. **Seules ces feuilles fournies peuvent être utilisées à l'usage de brouillon.**

ATTENTION, vous devez porter UNE ATTENTION TOUTE PARTICULIERE AUX CONSIGNES EGALEMENT PRESENTES SUR LA GRILLE REPONSES DE L'EPREUVE DE SCIENCES. SON UTILISATION DIFFERE EN FONCTION DE VOTRE PROFIL (violet, jaune ou vert).

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 !



L'œil humain est l'organe de la vision de l'être humain. Il lui permet de capter la lumière, pour ensuite l'analyser et interagir avec son environnement. Il lui permet également de distinguer les formes et les couleurs.

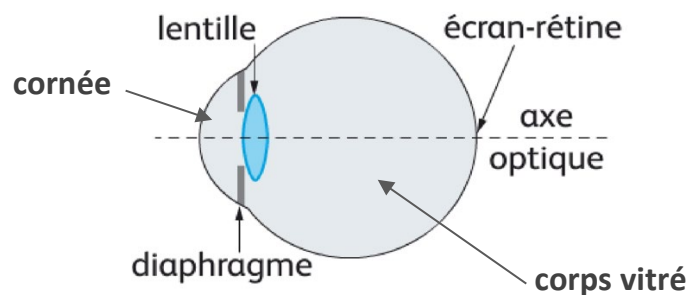
L'œil humain est constitué d'un globe oculaire comportant :

- Sur sa partie antérieure, la cornée, qui est une calotte sphérique transparente ;
- Sur le reste du globe, la sclère, ou sclérotique, qui forme le « blanc » de l'œil.

Le globe oculaire mesure environ $2,5\text{ cm}$ de diamètre. Avant d'arriver à la rétine, la lumière pénètre l'œil par la cornée puis traverse le cristallin (lentille convergente) et le corps vitré (principalement constitué d'eau) qui sert à maintenir la forme de l'œil.

L'œil s'adapte en premier lieu à la lumière ambiante. L'adaptation provient de l'écartement de l'iris (diaphragme).

Schéma modélisant l'œil :



Ce sujet étudie quelques notions liées à l'œil, sa modélisation et son fonctionnement.

Exercice n°1 :

Dans cette partie, on s'intéresse à la constitution de l'œil humain et à la lumière visible.

- Données :
- Masse volumique de l'œil : $\rho_{\text{œil}} = 1\text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$
 - Pression atmosphérique : $P_{\text{atm}} = 1\text{ bar}$
 - Pression à l'intérieur de l'œil : $P_{\text{œil}} = 1,5\text{ bar}$
 - Volume de l'œil : $V = 7\text{ cm}^3$
 - Rayon de la cornée : $r = 1\text{ cm}$
 - On considèrera que la surface de la cornée en contact avec l'air est égale à la surface d'un disque de rayon r
 - Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 10\text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$
 - L'axe (Ox) , de même direction que l'axe optique, est orienté de gauche à droite sur le schéma et son vecteur unitaire est \vec{u}_x . Le point O est le centre de la lentille.

1. La masse du globe oculaire est :
 - A. $m = 7 \text{ g}$
 - B. $m = 0,7 \text{ g}$
 - C. $m = 0,07 \text{ g}$
 - D. $m = 0,007 \text{ g}$
2. Pour fermer l'œil, le bord de la paupière parcourt une distance de 2 cm. La fréquence moyenne des clignements est de 30 battements par minute. La vitesse moyenne du bord de la paupière est :
 - A. $v = 4 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
 - B. $v = 2 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
 - C. $v = 1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
 - D. $v = 0,5 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$
3. L'unité de la pression est le Pascal ou le Bar mais peut également s'exprimer en :
 - A. $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}$
 - B. $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
 - C. $\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
 - D. $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$
4. La force pressante exercée par l'air sur la cornée est :
 - A. $F_{\text{ext}} = P_{\text{atm}} \times (2 \cdot \pi \cdot r)$
 - B. $F_{\text{ext}} = \frac{P_{\text{atm}}}{2 \cdot \pi \cdot r}$
 - C. $F_{\text{ext}} = P_{\text{atm}} \times (\pi \cdot r^2)$
 - D. $F_{\text{ext}} = \frac{P_{\text{atm}}}{\pi \cdot r^2}$
5. La force pressante \vec{F}_{ext} qu'exerce l'air sur la cornée et la force pressante \vec{F}_{int} qu'exerce le corps vitré sur le cristallin s'expriment en fonction du vecteur unitaire \vec{u}_x par :
 - A. $\vec{F}_{\text{int}} = F_{\text{int}} \cdot \vec{u}_x$ et $\vec{F}_{\text{ext}} = F_{\text{ext}} \cdot \vec{u}_x$ avec F_{int} et F_{ext} les normes des vecteurs forces
 - B. $\vec{F}_{\text{int}} = -F_{\text{int}} \cdot \vec{u}_x$ et $\vec{F}_{\text{ext}} = -F_{\text{ext}} \cdot \vec{u}_x$ avec F_{int} et F_{ext} les normes des vecteurs forces
 - C. $\vec{F}_{\text{int}} = -F_{\text{int}} \cdot \vec{u}_x$ et $\vec{F}_{\text{ext}} = F_{\text{ext}} \cdot \vec{u}_x$ avec F_{int} et F_{ext} les normes des vecteurs forces
 - D. $\vec{F}_{\text{int}} = F_{\text{int}} \cdot \vec{u}_x$ et $\vec{F}_{\text{ext}} = -F_{\text{ext}} \cdot \vec{u}_x$ avec F_{int} et F_{ext} les normes des vecteurs forces
6. La lumière est une onde électromagnétique qui se propage dans le vide à la célérité :
 - A. $c = 3 \cdot 10^3 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
 - B. $c = 3 \cdot 10^5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
 - C. $c = 3 \cdot 10^7 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
 - D. $c = 3 \cdot 10^8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$
7. Lorsque la lumière traverse des milieux d'indices de réfraction différents, sa vitesse :
 - A. Devient transversale
 - B. Devient longitudinale
 - C. Varie en fonction du milieu traversé
 - D. Reste constante quel que soit le milieu traversé
8. Le domaine des longueurs d'ondes visibles par l'œil humain est :
 - A. $0,4 \mu\text{m} < \lambda < 0,8 \mu\text{m}$
 - B. $4 \mu\text{m} < \lambda < 8 \mu\text{m}$
 - C. $40 \mu\text{m} < \lambda < 80 \mu\text{m}$
 - D. $400 \mu\text{m} < \lambda < 800 \mu\text{m}$

9. Pour effectuer quelques interventions chirurgicales sur l'œil, on utilise un laser à une fréquence de 30 THz. La longueur d'onde du laser utilisé est :

- A. $\lambda = 1 \text{ nm}$
- B. $\lambda = 10 \text{ nm}$
- C. $\lambda = 1 \text{ }\mu\text{m}$
- D. $\lambda = 10 \text{ }\mu\text{m}$

10. L'élément dispersif dans un spectroscopie qui permet de réaliser le spectre d'une source peut être :

- A. Une lentille convergente
- B. Une fente
- C. Un prisme
- D. Un demi-cylindre en plexiglas

Exercice n°2 :

Dans cette partie, on s'intéresse à l'œil et à la propagation de la lumière. L'œil sera modélisé par une lentille convergente de distance focale f' .

L'œil normal (emmétrope) permet de voir des objets situés devant lui depuis la distance d_{min} (Punctum Proximum) jusqu'à la distance d_{max} (Punctum Remotum). La distance rétine-cristallin est anatomiquement invariable. C'est pourquoi la distance focale de la lentille (le cristallin) doit s'adapter pour que l'image soit vue nettement et qu'elle soit donc toujours située sur la rétine. On dit que l'œil accommode.

On considère que le milieu de l'œil a un indice de réfraction identique à celui de l'air et que l'axe optique est orienté de la lentille vers la rétine avec l'origine placée au centre de la lentille (voir schéma modélisant l'œil).

- Données :
- Punctum Proximum pour un œil sain : $d_{min} = 25 \text{ cm}$
 - Pour un œil sain, on considère que d_{max} tend vers l'infini.
 - On considère qu'une distance de 5 m peut être considérée comme l'infini pour l'œil.
 - Distance rétine-cristallin pour un œil sain : $D = 1,5 \text{ cm}$
 - Un œil myope est un œil qui forme l'image d'un objet situé à 5 m de lui à moins de 1,5 cm de la lentille, l'œil étant au repos.
 - Un œil hypermétrope est un œil qui forme l'image d'un objet situé à 5 m de lui à plus de 1,5 cm de la lentille, l'œil étant au repos.
 - Distance focale de la lentille quand l'œil sain voit nettement un objet situé au Punctum Proximum : $f' = 14 \text{ mm}$

11. En optique, on caractérise une lentille mince par sa vergence, qui est l'inverse de sa distance focale. La vergence s'exprime en dioptries (δ) qui sont des :

- A. m
- B. m^{-1}
- C. cm
- D. cm^{-1}

12. Pour construire graphiquement l'image d'un objet à travers une lentille convergente, on utilise plusieurs rayons dont un issu de l'objet qui :

- A. Passe par le centre optique O et émerge de la lentille parallèlement à l'axe optique
- B. Arrive à la lentille en étant parallèle à l'axe optique et émerge de celle-ci en passant par le foyer image
- C. Arrive à la lentille en étant parallèle à l'axe optique et émerge de celle-ci en passant par le foyer objet
- D. Passe par le foyer objet et qui n'est pas dévié en traversant la lentille

13. Avec la formule de conjugaison pour une lentille convergente, on en déduit l'expression de $\overline{OA'}$:

- A. $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} + f'}$
- B. $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} - f'}$
- C. $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} - f'}$
- D. $\overline{OA'} = \frac{\overline{OA} \times f'}{\overline{OA} + f'}$

14. Pour un objet situé au Punctum Proximum d'un œil sain, la position de son image vue nettement est :

- A. $\overline{OA'} = 3,0 \text{ cm}$
- B. $\overline{OA'} = 1,3 \text{ cm}$
- C. $\overline{OA'} = 1,5 \text{ cm}$
- D. $\overline{OA'} = 0,7 \text{ cm}$

15. Pour un objet situé au Punctum Proximum de l'œil, son image sera :

- A. Réelle et droite
- B. Réelle et renversée
- C. Virtuelle et droite
- D. Virtuelle et renversée

16. Le grandissement de l'œil sain lorsqu'il voit nettement l'image d'un objet situé au Punctum Proximum est :

- A. $\gamma = -17$
- B. $\gamma = -0,06$
- C. $\gamma = 0,06$
- D. $\gamma = 17$

17. Pour un objet situé au Punctum Remotum, l'image vue nettement par l'œil sain au repos se forme dans le plan focal image de la lentille. La distance focale de la lentille vaut alors :

- A. $f' = 13 \text{ mm}$
- B. $f' = 14 \text{ mm}$
- C. $f' = 15 \text{ mm}$
- D. $f' = 16 \text{ mm}$

18. Un œil observe un objet situé à 5 m de lui. L'œil est au repos et la distance focale de sa lentille vaut $f' = 17 \text{ mm}$. Cet œil est :

- A. Emmétrope
- B. Myope
- C. Hypermétrope
- D. Presbyte

Exercice n°3 :

Dans cette partie, on s'intéresse aux rayons lumineux qui arrivent sur les cellules de la rétine et aux couleurs.

19. L'œil humain possède des récepteurs dont les maximums de sensibilités sont pour :

- A. Toutes les couleurs visibles
- B. Trois couleurs : jaune, cyan, magenta
- C. Trois couleurs : vert, rouge, bleu
- D. Sept couleurs : rouge, orange, jaune, vert, bleu, indigo et violet

20. L'œil humain peut recréer toutes les couleurs perçues par synthèse :

- A. Soustractive
- B. Additive
- C. Multiplicative
- D. Complémentaire

21. Un objet vu bleu quand il est éclairé par de la lumière blanche absorbe :

- A. Uniquement le bleu
- B. Uniquement le rouge
- C. Uniquement le vert
- D. Le rouge et le vert

22. Si les cellules sensibles au vert d'un œil sont défailantes, il perçoit un objet cyan éclairé à la lumière blanche de couleur :

- A. Verte
- B. Bleue
- C. Jaune
- D. Rouge

23. Lors de la synthèse soustractive, le mélange de rouge, vert et bleu donne :

- A. Du blanc
- B. Du noir
- C. Du jaune
- D. Du cyan

Exercice n°4 :

Dans cette partie, on s'intéresse à l'énergie reçue par les cellules et à la transmission du courant électrique jusqu'au cerveau via le nerf optique pour une longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$.

Données : - Constante de Planck : $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
 - Rendement de la cellule : $\eta = 40 \%$

24. L'expression de l'énergie liée à un photon de longueur d'onde λ est :

- A. $E_{\text{photon}} = h \cdot \lambda$
- B. $E_{\text{photon}} = \frac{h}{\lambda}$
- C. $E_{\text{photon}} = \frac{h \cdot \lambda}{c}$
- D. $E_{\text{photon}} = \frac{h \cdot c}{\lambda}$

Une cellule reçoit pendant 1 ms une quantité de 500 photons de longueur d'onde $\lambda = 500 \text{ nm}$.

25. L'énergie totale perçue par la cellule est :

- A. $E_T = 3.10^{-16} \text{ J}$
- B. $E_T = 3.10^{-19} \text{ J}$
- C. $E_T = 6.10^{-19} \text{ J}$
- D. $E_T = 6.10^{-22} \text{ J}$

26. La puissance perçue par la cellule est alors :

- A. $P_T = 3.10^{-16} \text{ W}$
- B. $P_T = 3.10^{-13} \text{ W}$
- C. $P_T = 6.10^{-19} \text{ W}$
- D. $P_T = 6.10^{-22} \text{ W}$

27. La cellule transmet cette énergie au nerf optique. Il y a donc une conversion :

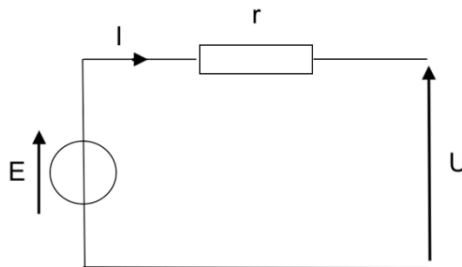
- A. D'énergie chimique en énergie radiative
- B. D'énergie radiative en énergie thermique
- C. D'énergie radiative en énergie électrique
- D. D'énergie électrique en énergie thermique

28. La puissance transmise au nerf optique est :

- A. $P = 1,2 \cdot 10^{-13} \text{ W}$
- B. $P = 7,5 \cdot 10^{-13} \text{ W}$
- C. $P = 1,5 \cdot 10^{-18} \text{ W}$
- D. $P = 2,4 \cdot 10^{-19} \text{ W}$

On modélise maintenant la cellule comme un générateur idéal de tension $E = 10 \mu\text{V}$ et le nerf optique par une simple résistance $r = 10 \text{ m}\Omega$. La tension $U = 8 \mu\text{V}$ est celle à l'entrée du cerveau.

Circuit modélisant la situation :



29. L'intensité est exprimée en A mais elle peut également s'exprimer en :

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

30. L'expression de l'intensité du courant qui parcourt ce circuit est :

- A. $I = \frac{E}{r}$
- B. $I = \frac{U}{r}$
- C. $I = \frac{1}{r}(E - U)$
- D. $I = \frac{1}{r}(U - E)$

31. La valeur de l'intensité du courant qui parcourt ce circuit est :

- A. $I = 2 \text{ mA}$
- B. $I = 0,2 \text{ mA}$
- C. $I = 0,02 \text{ mA}$
- D. $I = 0,002 \text{ mA}$

32. La charge électrique traversant le circuit pendant 1 ns est :

- A. $2 \cdot 10^{-12} \text{ C}$
- B. $2 \cdot 10^{-13} \text{ C}$
- C. $2 \cdot 10^{-14} \text{ C}$
- D. $2 \cdot 10^{-15} \text{ C}$

33. La caractéristique d'une source idéale de tension, c'est-à-dire la courbe qui représente $U = f(I)$:

- A. Est une droite horizontale
- B. Est une droite verticale
- C. Est une droite de pente positive passant par zéro
- D. Est une droite de pente négative

34. Pour mesurer l'intensité I à l'aide d'un ampèremètre, on peut le placer :

- A. En série entre la source idéale de tension et la résistance
- B. En dérivation avec la source idéale de tension
- C. En dérivation de la résistance
- D. Aux bornes de la tension U

Exercice n°5 :

Dans cette dernière partie, on s'intéresse à une goutte de larme qui effectue une chute verticale de $1,50\text{ m}$ depuis l'œil. On étudie son mouvement dans le référentiel terrestre supposé galiléen. La goutte part sans vitesse initiale. On considère que la goutte n'est soumise qu'à son poids \vec{P} et à des forces de frottement fluide $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}$ avec k une constante et \vec{v} la vitesse de la goutte.

- Données :
- Energie cinétique de la paupière : E_C
 - Vitesse de la goutte en fin de chute : $v_f = 2\text{ m.s}^{-1}$
 - Masse de la goutte : $m = 30\text{ mg}$
 - Intensité du champ de pesanteur terrestre : $g = 10\text{ N.kg}^{-1}$

35. Le poids de la goutte vaut :

- A. 300 mN
- B. 30 mN
- C. 3 mN
- D. $0,3\text{ mN}$

36. L'énergie cinétique s'exprime en joule mais peut également s'exprimer en :

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

37. L'expression de la vitesse de la goutte en fonction de son énergie cinétique est :

- A. $v = \frac{2.E_C}{m}$
- B. $v = \frac{\sqrt{2.E_C}}{m}$
- C. $v = \frac{2\sqrt{E_C}}{m}$
- D. $v = \sqrt{\frac{2.E_C}{m}}$

38. D'après la seconde loi de Newton, pour déterminer la variation du vecteur vitesse de la goutte entre deux moments, on doit déterminer :

- A. Uniquement le travail des forces de frottements sur le chemin parcouru
- B. Uniquement le travail du poids sur le chemin parcouru
- C. La somme vectorielle de toutes les forces extérieures s'exerçant sur la goutte
- D. La somme des travaux de toutes les forces extérieures s'exerçant sur la goutte sur le chemin parcouru

39. La variation d'énergie mécanique de la goutte entre le début de sa chute et la fin vaut :

- A. $\Delta E_m = 0\text{ J}$
- B. $\Delta E_m = -0,39\text{ mJ}$
- C. $\Delta E_m = 61,8\text{ mJ}$
- D. $\Delta E_m = -0,45\text{ mJ}$

40. Le mouvement de la goutte est tout d'abord rectiligne accéléré puis devient rectiligne uniforme. On peut écrire lorsque son mouvement est rectiligne uniforme :
- A. $m \cdot g > k \cdot v$
 - B. $m \cdot g < k \cdot v$
 - C. $m \cdot g = k \cdot v$
 - D. $m \cdot g + k \cdot v = 0$

• • • 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.