

CC1

Panorama sur la Physique
11 Octobre 2022 — PréIng1

Durée : 45 minutes (1h en cas de tiers temps)

Sont interdits :

- les documents ;
- tous les objets électroniques (calculatrice, téléphone, tablette, ordinateur...) de même que les montres connectées ;
- les déplacements et les échanges.

Consignes :

1. Vérifiez que le sujet est composé de 9 pages et 21 questions ;
2. Seule la dernière feuille doit être rendue ;
3. Remplir complètement au stylo noir la case correspondant à la bonne réponse ;
4. Complétez avec vos nom, prénom et groupe cette dernière feuille dès le début officiel de l'épreuve ;
5. Chaque question ne comporte qu'une seule réponse (sauf si il y a une icône ♣ et qu'il est précisé qu'il y a plusieurs réponses possibles) ;
6. Il n'y a pas de point négatif pour une mauvaise réponse ;
7. Une case simplement cochée ne sera pas comptabilisée.

Le barème est donné à titre indicatif.

Questions de cours (4 points)

Question 1 (1 point)

Laquelle de ces unités est une unité de base du système international (S.I.) ?

A g (gramme)

B m (mètre)

C Pa (Pascal)

D J (Joule)

E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 2 (0.5 point)

Laquelle de ces unités est une unité de base du système international ?

A kg (kilogramme)

B V (Volt)

C C (Coulomb)

D g (gramme)

E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 3 (1 point)

L'accélération de pesanteur g a pour dimension :

A $[g] = L T^{-2}$

B $[g] = L T^{-1}$

C $[g] = M L T^{-2}$

D $[g] = M L T^{-1}$

E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 4 ♣ (1 point)

Les unités S.I. d'une énergie sont (plusieurs réponses possibles) :

A $m s^{-1}$

B J

C $kg m^2 s^{-2}$

D $m^2 s^{-2}$

E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 5 (0.5 point)

Un angle est une grandeur

A avec une dimension mais sans unité.

B sans unité donc sans dimension.

C sans dimension mais avec une unité.

D sans dimension et donc sans unité.

E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Astérosismologie (3 points)

L'observation continue de milliers d'étoiles avec une très grande précision permet de faire de nombreuses études en astrophysique. L'une d'entre elles est l'étude des oscillations de la surface des étoiles (des "tremblements d'étoiles") qui se manifestent par de petites variations périodiques de la luminosité des étoiles.

Ces observations peuvent être utilisées pour étudier la structure interne des étoiles, un peu comme les tremblements de terre sont utilisés pour étudier la structure de la croûte terrestre. On modélise alors une étoile par une sphère.

Nous allons faire ici les premiers pas de ce travail en cherchant une relation entre la fréquence f des oscillations observées et les propriétés de l'étoile par analyse dimensionnelle. On utilise les grandeurs caractéristiques suivantes :

- \mathcal{G} la constante universelle de gravitation ;
- R le rayon de l'étoile ;
- ρ la masse volumique de l'étoile.

Question 6 (1 point)

À partir de l'expression de la force d'interaction gravitationnelle entre deux corps qui fait apparaître la grandeur \mathcal{G} , on déduit que \mathcal{G} a pour dimension :

- A $[\mathcal{G}] = \text{M L}^3 \text{T}^{-2}$
- B $[\mathcal{G}] = \text{M}^{-1} \text{L}^3 \text{T}^{-2}$
- C $[\mathcal{G}] = \text{M}^{-1} \text{L}^3 \text{T}^2$
- D $[\mathcal{G}] = \text{M}^{-1} \text{L}^2 \text{T}^{-2}$
- E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

On veut trouver une loi (à une constante multiplicative k près, sans dimension) donnant la fréquence f des oscillations de l'étoile en fonction des grandeurs caractéristiques sous la forme :

$$f = k\mathcal{G}^\alpha R^\beta \rho^\gamma$$

On cherche donc la valeur des exposants α , β et γ .

Question 7 (1 point)

Par analyse dimensionnelle, on peut trouver les équations suivantes :

- A $-2\alpha = -1, -\alpha + \gamma = 0, 3\alpha + \beta - 3\gamma = 0$
- B $2\alpha = -1, -\alpha + \gamma = 0, 3\alpha + \beta - 3\gamma = 0$
- C $-2\alpha = -1, \alpha + \beta = 0, 3\alpha + 3\beta + \gamma = 0$
- D $2\alpha = -1, \alpha + \beta = 0, 3\alpha + 3\beta + \gamma = 0$
- E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

CORRECTION

Question 8 (1 point)

En résolvant les équations précédentes, on trouve les valeurs suivantes :

A $\alpha = -1/2, \beta = 1/2$ et $\gamma = 0$

B $\alpha = -1/2, \beta = 0$ et $\gamma = -1/2$

C $\alpha = 1/2, \beta = -1/2$ et $\gamma = 0$

$\alpha = 1/2, \beta = 0$ et $\gamma = 1/2$

E *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Poussée d'Archimède (3 points)

La *poussée d'Archimède* P_A est une force qui est fonction du volume du corps immergé V , de la masse volumique ρ du fluide et de l'accélération de pesanteur g .

On exprimera cette force P_A sous la forme :

$$P_A = CV^\alpha \rho^\beta g^\gamma$$

avec C une constante sans dimension.

Question 9 (1 point)

La dimension de ρ est donnée par :

A $[\rho] = \text{M L}^{-2}$

B $[\rho] = \text{M L}^3$

$[\rho] = \text{M L}^{-3}$

D $[\rho] = \text{M L}$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 10 (1 point)

La grandeur g a pour dimension :

A $[g] = \text{L T}^{-1}$

B $[g] = \text{M L T}^{-2}$

C $[g] = \text{M L T}^{-1}$

$[g] = \text{L T}^{-2}$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 11 (1 point)

À l'aide d'une analyse dimensionnelle, on trouve que les exposants valent :

$\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 1$

B $\alpha = 5/3, \beta = 1, \gamma = -1$

C $\alpha = -1, \beta = 0, \gamma = 1$

D $\alpha = 3, \beta = 1, \gamma = 1$

E Aucune de ces réponses n'est correcte.

Unités et dimensions (7 points)

La loi de Coulomb énonce qu'une charge q_1 exerce une force \vec{F} sur la charge q_2 de la forme :

$$\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2} \vec{u}_{1 \rightarrow 2} \quad ,$$

avec r la distance entre les deux charges et $\vec{u}_{1 \rightarrow 2}$ un vecteur unitaire orienté de la charge q_1 vers q_2 . On cherche à trouver les dimension et unité de la constante ϵ_0 (permittivité du vide).

Question 12 (1 point)

La force F a pour dimension :

[F] = M L T⁻²

[F] = L T⁻¹

[F] = M L T⁻¹

[F] = L T⁻²

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 13 (1 point)

La charge q_1 (ou q_2) a pour dimension :

[q₁] = I T⁻¹

[q₁] = T I⁻¹

[q₁] = I⁻¹ T⁻¹

[q₁] = I T

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 14 (1 point)

La constante ϵ_0 a alors pour dimension :

[ε₀] = M⁻¹ L⁻³ T⁴ I²

[ε₀] = M⁻¹ L⁻³ T⁻⁴ I²

[ε₀] = M⁻¹ L⁻³ T³ I²

[ε₀] = L⁻³ T³ I²

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 15 (1 point)

L'unité de base de la constante ϵ_0 est donc :

kg⁻¹ m⁻³ s³ A²

m⁻³ m³ A²

kg⁻¹ m⁻³ s⁻⁴ A²

kg⁻¹ m⁻³ s⁴ A²

Aucune de ces réponses n'est correcte.

Question 16 (1 point)

On trouve la dimension du champ électrique \vec{E} car on sait que la force exercée par ce champ sur une charge q est de la forme $\vec{F} = q \vec{E}$.

Cette dimension vaut alors :

[A] $[E] = M L T^{-2} I^{-1}$

[B] $[E] = M L T^{-3} I$

[C] $[E] = M L T^{-2} I$

[D] $[E] = M L T^{-3} I^{-1}$

[E] *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

La conductivité électrique γ en un point d'un conducteur vérifie «la forme locale de la loi d'Ohm» :

$$\vec{j} = \gamma \vec{E}$$

avec le vecteur densité du courant \vec{j} . Celui-ci s'exprime aussi en fonction de la densité volumique de charges mobiles ρ et de la vitesse \vec{v} d'une charge, par la relation :

$$\vec{j} = \rho \vec{v}$$

Question 17 (1 point)

La densité volumique de charges mobiles ρ a pour dimension :

[A] $[\rho] = L^{-3} T^{-1} I^{-1}$

[B] $[\rho] = L^{-3} T I^{-1}$

[C] $[\rho] = L^{-3} T I$

[D] $[\rho] = L^{-3} T^{-1} I$

[E] *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 18 (1 point)

La conductivité électrique γ a alors pour dimension :

[A] $[\gamma] = L^{-3} M^{-1} T^{-3} I^2$

[B] $[\gamma] = L^{-3} M T^3 I^2$

[C] $[\gamma] = L^3 M^{-1} T^3 I^2$

[D] $[\gamma] = L^{-3} M^{-1} T^3 I^2$

[E] *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Gaz parfaits (3 points)

Un gaz constitué de N particules exerce une pression P sur les parois du récipient qui le contient.

En thermodynamique, on utilise la *loi des gaz parfaits* qui relie les quatre variables suivantes :

- la pression P ,
- le volume V du récipient,
- la température T ,
- le nombre de particules N de gaz.

On exprime cette loi sous la forme : $PV = Nk_B T$.

Question 19 (1 point)

Dans cette formule, on sait que N a pour dimension :

[A] $[N] = \text{L T}^{-1}$

[B] $[N] = \text{T}$

[C] $[N] = 1$

[D] $[N] = \text{L}^3$

[E] *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 20 (1 point)

La pression P est une force par unité de surface donc a pour dimension :

[A] $[P] = \text{M L}^{-1} \text{T}^2$

[B] $[P] = \text{M L}^1 \text{T}^2$

[C] $[P] = \text{M L}^{-1} \text{T}^{-2}$

[D] $[P] = \text{M L}^1 \text{T}^{-2}$

[E] *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

Question 21 (1 point)

Alors, on peut en déduire que la constante de Boltzmann k_B a pour dimension :

[A] $[k_B] = \text{M L}^2 \text{T}^{-2} \Theta^{-1}$

[B] $[k_B] = \text{M L}^2 \text{T}^2 \Theta$

[C] $[k_B] = \text{M L}^2 \text{T}^{-2} \Theta$

[D] $[k_B] = \text{M L}^{-2} \text{T}^{-2} \Theta^{-1}$

[E] *Aucune de ces réponses n'est correcte.*

CORRECTION

Nom et prénom :

.....

.....

Groupe :

Les réponses ne doivent être apportées que sur cette feuille.

La copie ne sera corrigée que si :

- elle comporte vos nom, prénom et groupe ;
- les cases sont complètement coloriées avec un stylo noir ;
- la feuille réponse ne comporte pas de ratures.

Question 1 : A B C D E

Question 2 : A B C D E

Question 3 : A B C D E

Question 4 : A B C D E

Question 5 : A B C D E

Question 6 : A B C D E

Question 7 : A B C D E

Question 8 : A B C D E

Question 9 : A B C D E

Question 10 : A B C D E

Question 11 : A B C D E

Question 12 : A B C D E

Question 13 : A B C D E

Question 14 : A B C D E

Question 15 : A B C D E

Question 16 : A B C D E

Question 17 : A B C D E

Question 18 : A B C D E

Question 19 : A B C D E

Question 20 : A B C D E

Question 21 : A B C D E