

Conseils pour l'épreuve écrite de sciences physiques

1. LE SUJET

1.1. L'épreuve

L'épreuve de sciences physiques dure 3 heures et 30 minutes et comporte trois exercices. La répartition des deux disciplines est d'environ 60% pour la physique et 40% pour la chimie.

Cette épreuve est évaluée sur 16 points arrondis au $\frac{1}{2}$ point près. Donc on peut estimer que la durée nécessaire pour obtenir un point est d'environ 10 minutes.

Remarque

Il existe de nombreux centres d'examen du baccalauréat, ce qui permet d'obtenir, au cours du dernier trimestre, au moins 3 ou 4 sujets exploitables avant l'épreuve de France métropolitaine.

Sur la première page de l'énoncé, on trouve plusieurs indications comme par exemple :

- Si l'usage de la calculatrice est autorisé ou non.
- Le titre et le nombre de points attribués à chaque exercice.

1.2. Les différents exercices

Avant de traiter les exercices, il est impératif de lire intégralement le sujet afin de dégager les grandes lignes de l'épreuve.

Ensuite, il faut relire attentivement l'exercice à résoudre et être méthodique. Il est possible par exemple de procéder de la façon suivante :

- A l'aide de plusieurs surligneurs, mettre en évidence :
 - Les données numériques en jaune.
 - Les formules fournies en orange.
 - Les mots clés importants en vert.
- Noter au brouillon les notions utilisables dans les domaines concernant l'exercice (formules, définitions...).
- Repérer les aides indirectes du sujet, comme les formules dans les questions suivantes, des résultats à vérifier...
- Puis travailler dans un premier temps sur les notions maîtrisées. Le temps restant à la fin de l'épreuve permettra de compléter les réponses.

Exercice d'application 1 _____

Extrait du sujet juin 2007 (Exercice 2 : Découvertes liées à des éclipses de Soleil ; § 2. Caractéristiques des ondes créées).

L'équipe en charge du projet a pu détecter à faible altitude, une série d'ondes dont la période moyenne est de l'ordre de 10 minutes et la célérité moyenne est de l'ordre de 100 km.h⁻¹.

- 2.1. Vérifier que la fréquence de l'onde est effectivement largement inférieure à 20 Hz.
- 2.2. Ces ondes peuvent-elles être diffractées par des montagnes séparées par une distance de 10 km ? Justifier la réponse.

<i>Aide au calcul</i>	
$\frac{1}{6} = 1,7 \times 10^{-1}$	$\frac{1}{36} = 2,8 \times 10^{-2}$

Question : Analysez, sans résoudre, cette partie du sujet.

2. Caractéristiques des ondes créées

L'équipe en charge du projet a pu détecter à faible altitude, une série d'ondes dont la période moyenne est de l'ordre de 10 minutes et la célérité moyenne est de l'ordre de 100 km.h⁻¹.

On dispose donc de deux informations : $\begin{cases} T = 10 \text{ min} \\ v = 100 \text{ km.h}^{-1} \end{cases}$.

2.1. Vérifier que la fréquence de l'onde est effectivement largement inférieure à 20 Hz.

Brouillon : Formule de la fréquence : $F = \frac{1}{T}$.

Remarque : On devra obligatoirement trouver $F \ll 20 \text{ Hz}$.

2.2. Ces ondes peuvent-elles être diffractées par des montagnes séparées par une distance de 10 km ? Justifier la réponse.

On a : $a = 10 \text{ km}$.

Brouillon : On sait qu'il y a diffraction à la condition suivante $a < \lambda$, il faut donc calculer λ . On a la formule : $\lambda = v \times T$.

Remarque : S'il y a diffraction, on doit avoir λ de l'ordre de 10 km.

2. LES REPONSES AUX QUESTIONS

2.1. La réponse à une question

Lorsqu'on répond à une question, il est impératif de respecter certaines règles :

- On doit toujours répondre par une phrase en français correct qui reprend les termes de la question.
- Les réponses littérales doivent toujours reprendre les notations de l'exercice.
- Les réponses numériques doivent être exprimées avec la précision nécessaire mais surtout avec leurs unités.

2.2. Comment résoudre une question de type numérique ou littéral ?

Méthode de résolution

Si certaines questions sont simples, d'autres peuvent, par leur formulation, être mal interprétées. Il faut donc être méthodique lorsque la question semble difficile. Pour cela, il suffit de se poser quelques questions simples.

- Qu'est-ce que je cherche ? C'est la question Q.
- Qu'est ce que je sais ? Ce sont les hypothèses H.
- Quelles relations puis-je utiliser ? Ce sont les formules F.
- J'applique la formule modifiée ou non. C'est l'application A.
- Je conclus. C'est la conclusion C.

Rappels sur la précision des résultats

Chaque mesure possède sa propre incertitude absolue, qu'on peut noter sous la forme $x \pm \Delta x$. Lors d'un calcul mettant en jeu plusieurs mesures, il est nécessaire de tenir compte de ces différentes incertitudes.

- Pour une addition ou une soustraction, le résultat possède autant de décimales que la donnée qui en possède le moins.
- Pour les autres opérations, le résultat possède autant de chiffres significatifs que la donnée qui en possède le moins.

Rappels sur les unités

Une unité est associée à chaque grandeur physique. Cependant il n'existe que sept unités de référence, toutes les autres sont des unités usuelles ou des combinaisons des unités de référence.

Il existe donc une possibilité d'analyser l'unité d'une grandeur, c'est l'analyse dimensionnelle.

Grandeur physique	Longueur	Masse	Durée	Intensité électrique
Unité	Mètre	Kilogramme	Seconde	Ampère
Symbole	m	kg	s	A
Grandeur physique	Température thermodynamique	Quantité de matière	Intensité lumineuse	
Unité	Kelvin	Mole	Candela	
Symbole	K	Mol	cd	

Lors de ces études, il est impératif de connaître les multiples et sous-multiples traduits par les puissances de 10.

Nom	déci	centi	milli	micro	nano	pico	femto	atto
Symbole	d	c	m	μ	n	p	f	a
Puissance	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻⁶	10 ⁻⁹	10 ⁻¹²	10 ⁻¹⁵	10 ⁻¹⁸
Nom	déca	hecto	kilo	méga	giga	tera	peta	exa
Symbole	da	h	k	M	G	T	P	E
Puissance	10 ¹	10 ²	10 ³	10 ⁶	10 ⁹	10 ¹²	10 ¹⁵	10 ¹⁸

✂ Exercice d'application 2 _____

En classe de première S, on a vu que l'énergie cinétique d'un solide était déterminée par la relation : $E_K = \frac{1}{2}mv^2$.

Un solide de masse $m = 50$ kg se déplace à la vitesse $v = 72,5$ km.h⁻¹.

1. Déterminez la vitesse dans son unité légale.
2. Déterminez l'énergie cinétique mise en jeu lors de ce déplacement.
3. Quelle est l'unité usuelle de l'énergie ? Son unité légale ?

Conseil : Utilisez la définition de la vitesse pour déterminer son unité légale.

Rappel : 1 m.s⁻¹ correspond à 3,6 km.h⁻¹.

_____ Corrigé

1. La vitesse se détermine par la relation $v = \frac{d}{t}$, donc d'après le tableau des unités légales, on en déduit que l'unité de la vitesse est le **m.s⁻¹**.

2. La formule de l'énergie cinétique est donnée : $E_K = \frac{1}{2}mv^2$, où m est la masse en kilogramme et la vitesse en m.s⁻¹, donc il faut convertir la vitesse.

$$v = \frac{72,5}{3,6} = 20,139$$

Le calcul de l'énergie donne :

$$E_K = \frac{1}{2} \times 50 \times 20,139^2 = 10139,371 \text{ J}$$

La précision des données (2 chiffres significatifs pour la masse et 3 pour la vitesse) impose que l'énergie mise en jeu est de :

$$E_K = 1,0.10^4 \text{ J}$$

3. L'unité usuelle de l'énergie est le Joule. Son unité légale se détermine par analyse dimensionnelle.

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2 \Rightarrow [E] = [\text{kg}] \times [\text{m.s}^{-1}]^2.$$

L'unité légale de l'énergie est $\text{kg.m}^2.\text{s}^{-2}$.

2.3. Comment résoudre une question type graphique ?

L'étude des axes du graphe permet de connaître les grandeurs physiques mises en jeu. On peut alors écrire une relation mathématique de la forme $y = f(x)$ où :

- y est la grandeur physique étudiée.
- x est la variable qui influence la grandeur y.

La forme de la courbe mathématique permet d'accéder à certains points caractéristiques :

- La courbe est périodique, on cherche donc la période.
- La courbe présente une asymptote, on cherche donc une valeur limite.
- La courbe coupe donc un axe, on cherche alors les coordonnées de ce point.
- La courbe présente un extremum (minimum ou maximum), la dérivée de cette courbe sera alors nulle au point considéré...

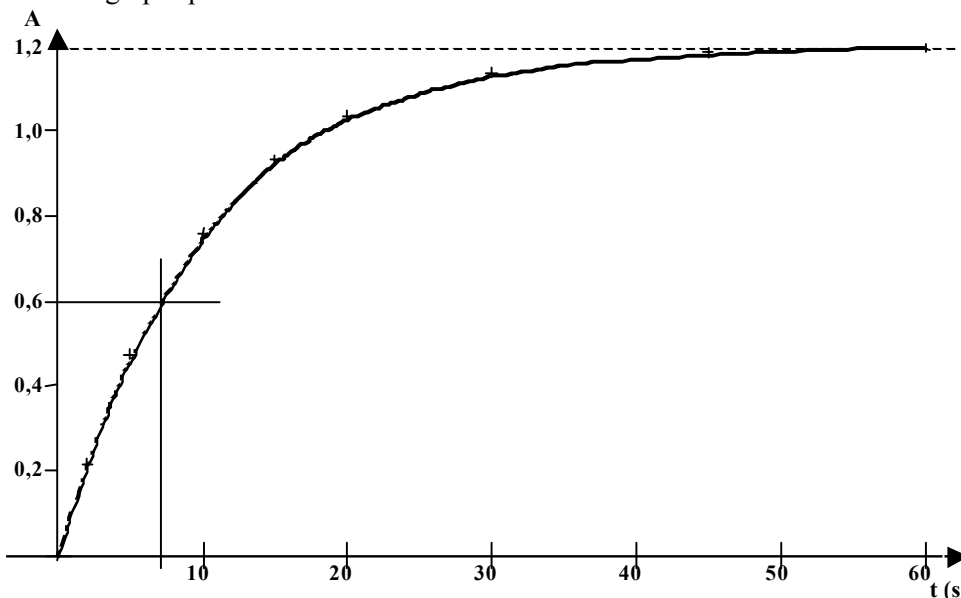
Exercice d'application 3

La réaction entre le peroxyde d'hydrogène H_2O_2 (eau oxygénée) et les ions iodures suit l'équation bilan suivante : $\text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{I}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{I}_2$. La quantité de diiode formé peut être suivie de plusieurs façons au cours du temps. On décide d'utiliser un spectrophotomètre d'absorption. A chaque instant, on dispose de la relation entre l'avancement x et l'absorbance A mesurée suivante : $x(t) = k \times A(t)$ où k est une constante. A l'instant $t = 0$ min, on mélange les réactifs, on obtient alors les résultats suivants.

t en minutes	0	2	5	10	15	20	30	45	60
A	0	0,22	0,47	0,76	0,93	1,04	1,14	1,19	1,20

1. Tracez la courbe $A = f(t)$.
2. La valeur de l'absorbance mesurée à $t = 0$ min est-elle compatible avec les informations de l'énoncé ?
3. Que remarque-t-on pour des durées supérieures à 50 minutes ?
4. En déduire le temps de demi-réaction $t_{1/2}$ (durée au bout de laquelle l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final).

1. Voir graphique ci-dessous.



2. A $t = 0$ s, les réactifs sont mis en présence, il n'y a donc pas de produits formés. La seule substance colorée suivie par spectrophotométrie d'absorption est le **diiodo** (de couleur jaune-marron). Ce composé n'a pas encore été produit, donc l'absorbance est nulle, ce qui correspond à la première mesure effectuée.

3. Pour des durées supérieures à 50 minutes, la courbe présente une asymptote horizontale (trait discontinu sur le graphe) telle que l'absorbance reste constante à la valeur $A_f = 1,20$.

4. Puisqu'on a la relation $x(t) = k \times A(t)$, on peut également écrire que :

$$x_f = k \times A_f$$

On cherche à obtenir $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$.

En multipliant cette expression par k, on obtient alors :

$$k \times x(t_{1/2}) = k \times \frac{x_f}{2} \Rightarrow A(t_{1/2}) = \frac{A_f}{2}$$

Par construction graphique on obtient finalement :

$$t_{1/2} = 7,5 \text{ min.}$$

3. ESTIMATION DE LA REPONSE

A l'issue de la question, il est indispensable d'apprécier la validité de sa réponse. Pour cela, il existe plusieurs possibilités.

- Si la réponse est une formule, il s'agit peut-être d'une formule connue.
- Si la réponse est numérique alors il faut vérifier si la valeur est possible ou non.

Dans tous les cas, il faut lire le reste de l'énoncé pour trouver des informations qui permettent de valider le choix effectué.

PHYSIQUE
Résumé de cours
et
exercices d'application

1

Les ondes progressives

1. LES ONDES

Les ondes nous entourent en permanence, on connaît par exemple :

- Les ondes radios.
- Les micro-ondes.
- Les vagues...

Définition

Une onde, c'est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu, sans transport de matière.

Si le milieu (lieu où l'onde peut se déplacer) est matériel (existe physiquement), l'onde est qualifiée d'onde mécanique.

Remarque : Une onde non mécanique peut exister dans un milieu matériel, mais une onde mécanique ne peut exister dans le vide.

2. LES CARACTERISTIQUES D'UNE ONDE

2.1. La perturbation

Sur l'image ci-contre, on aperçoit l'onde créée à la surface de l'eau lors de la chute d'une goutte.

On peut voir que l'onde modifie la hauteur de l'eau par rapport à la position initiale. C'est la perturbation du milieu de propagation.



Selon les ondes étudiées, la perturbation est la variation d'une grandeur physique caractéristique du milieu :

- Pour l'eau, c'est la hauteur par rapport à l'état d'équilibre.
- Pour l'air, c'est la pression par rapport à la pression atmosphérique initiale.
- Pour le vide, c'est la valeur du champ électrique...

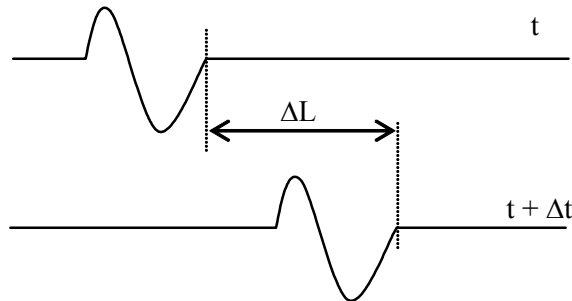
2.2. La propagation

Le point où l'onde est créée, est appelé la source. La perturbation se déplace de proche en proche dans toutes les directions offertes par le milieu de propagation.

Comme l'onde se déplace, entre deux instants t et $t + \Delta t$, l'onde progresse d'une distance ΔL .

On peut donc définir la célérité par la relation :

$$v = \frac{\Delta L}{\Delta t}$$



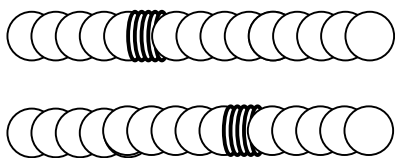
Remarque : Pour une onde, on parle de célérité alors que le terme de vitesse est réservé à un déplacement matériel.

2.3. Les types d'ondes

Les directions de perturbation et de propagation peuvent prendre deux directions particulières :

- Soit elles sont perpendiculaires entre elles, l'onde est dite transversale.
- Soit elles sont parallèles entre elles, l'onde est dite longitudinale.

Dans l'exemple présenté en 2.2, on a une direction de propagation horizontale et une direction de perturbation verticale. Ces deux directions sont bien perpendiculaires, il s'agit donc d'une onde transversale.



Dans l'exemple ci-contre, la direction de propagation est horizontale, mais la direction de perturbation est également horizontale. Les deux directions sont parallèles entre elles, on a donc dans ce cas une onde longitudinale.

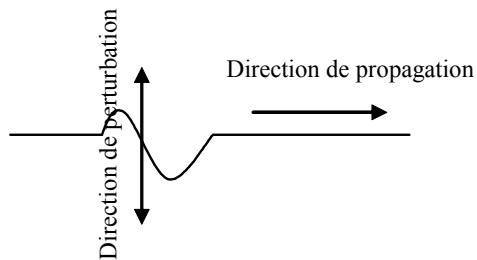
🔪 Exercice d'application 1 _____

Un caillou tombe verticalement dans un plan d'eau. Après la chute, on observe quelques vagues circulaires concentriques.

1. Les vagues produites par la chute de caillou constituent une onde longitudinale ou transversale ?
2. Quel est le milieu de propagation mis en jeu ?
3. Les ondes produites sont-elles mécaniques ou non ?
4. Pourquoi observe-t-on des vagues circulaires ?

Corrigé

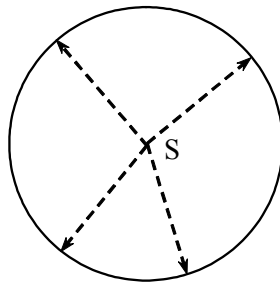
1. On remarque que les deux directions de propagation et de perturbation sont orthogonales, donc l'onde est transversale.



2. Les vagues se propagent à la surface de l'eau. L'eau est donc le milieu de propagation.

3. L'eau est un milieu matériel nécessaire à l'existence des vagues. Les ondes produites sont donc des ondes mécaniques.

4. L'onde produite se propage dans toutes les directions possibles du plan d'eau. De plus la vitesse de propagation est la même dans toutes les directions. Il se forme donc des cercles centrés sur la source (point de chute du caillou).



3. EVOLUTION D'UN POINT DU MILIEU AU COURS DU TEMPS

3.1. Mouvement de la source

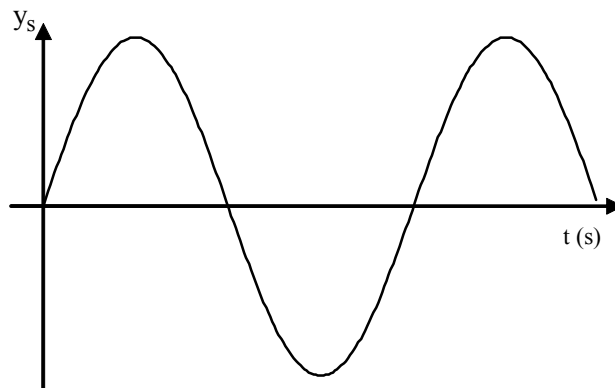
Comme on l'a déjà dit, la source est le point du milieu de propagation où se crée l'onde.

On peut donc suivre la variation au cours du temps de la grandeur physique caractéristique de la perturbation.

On pourra décrire le mouvement de la source sur le graphe ci-contre par une équation du type :

$$y_s(t) = A \times \sin(\omega \times t)$$

- y_s représente la hauteur de la source en cm par rapport à l'état de repos.
- A représente l'amplitude maximale, c'est-à-dire la hauteur maximale atteinte par la source.
- ω ($\omega = \frac{2\pi}{T}$) représente la pulsation de l'onde, c'est une grandeur liée à la période.

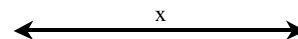


3.2. Mouvement d'un point quelconque du milieu

On connaît la forme de la perturbation grâce à l'étude de la source.



On sait également que l'onde se propage avec une célérité v dans le milieu de propagation.



Si la distance entre la source S et un point quelconque M vaut $x = SM$, l'onde émise par la source mettra une durée τ pour atteindre le point M qui subira la même perturbation. Cette durée est appelée retard et se détermine par :

$$\tau = \frac{x}{v}$$

3.3. Superposition de deux ondes

S'il existe plusieurs sources dans le milieu de propagation, un point M peut être soumis simultanément à plusieurs ondes. Chaque onde se propage comme si les autres n'existaient pas et au point M, les amplitudes des différentes ondes s'ajoutent.

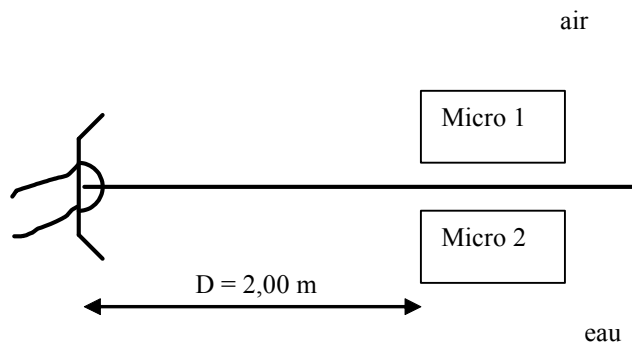
🔪 Exercice d'application 2

Une source sonore émet un son très court à l'interface eau-air. On dispose deux microphones superposés à une distance $D = 2,00$ m de la source.

Le premier microphone atteint est sous-marin. On mesure la durée séparant la détection du son par les deux microphones, on obtient $\Delta t = 4,46$ ms.

Dans les conditions de l'expérience, la célérité du son dans l'air est de :

$$v_{\text{air}} = 344 \text{ m.s}^{-1}.$$



1. Pourquoi existe-il un décalage entre les deux détections de l'onde émise ?
2. Exprimez le retard τ_e de l'onde sonore entre la source et le microphone sous-marin. De même pour le retard τ_a entre la source et le microphone aérien.
3. Exprimer Δt en fonction des retards τ_e et τ_a ?
4. Montrez qu'on a $\frac{1}{v_{\text{eau}}} = \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{\Delta t}{D}$.
5. En déduire la célérité du son dans l'eau.

1. Le son émis se propage dans deux milieux différents donc avec des célérités différentes. On utilise la relation de définition de la célérité :

$$v = \frac{x}{\tau} \Rightarrow \tau = \frac{x}{v}$$

Pour une même distance, la durée de propagation dépend donc du milieu, ce qui implique un décalage des deux détections.

2. Par définition, on a :

$$\tau_e = \frac{D}{v_{\text{eau}}}$$

On a donc également :

$$\tau_a = \frac{D}{v_{\text{air}}}$$

3. Puisque la première détection a lieu dans l'eau Δt s'écrit :

$$\Delta t = \tau_a - \tau_e$$

4. D'après les questions 2 et 3, on a :

$$\Delta t = \tau_a - \tau_e = \frac{D}{v_{\text{air}}} - \frac{D}{v_{\text{eau}}} = D \left(\frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \right)$$

Donc :

$$\frac{\Delta t}{D} = \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \Rightarrow \frac{1}{v_{\text{eau}}} = \frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{\Delta t}{D}$$

5. L'application numérique donne :

$$\frac{1}{v_{\text{eau}}} = \frac{1}{344} - \frac{4,46 \cdot 10^{-3}}{2,00} = 6,77 \cdot 10^{-4}$$

$$v_{\text{eau}} = \frac{1}{6,77 \cdot 10^{-4}} = 1480 \text{ m.s}^{-1}$$

La vitesse de propagation du son dans l'eau est :

$$v_{\text{eau}} \approx 1,48 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$$