

B.E.P.

Secteur 3 : MÉTIERES DE L'ÉLECTRICITÉ – ÉLECTRONIQUE – AUDIOVISUEL – INDUSTRIES GRAPHIQUES

Session 2008

Épreuve : Mathématiques – Sciences physiques

Durée : 2 heures

Coefficient : selon spécialité

Spécialités concernées :

- Installateur conseil en équipement électroménager
- Maintenance des équipements de commande des systèmes industriels
- Métiers de l'électronique
- Métiers de l'électrotechnique
- Métiers de la communication et des industries graphiques
- Optique lunetterie

Remarque :

Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.

Le formulaire est en dernière page.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.

Les candidats répondent sur une copie à part et joignent les annexes.

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Ce document comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10. Le formulaire est en dernière page. La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction interviendront pour une part importante dans l'appréciation des copies.
Les candidats répondent sur une copie à part et joignent toutes les annexes.
L'usage de la calculatrice est autorisé.

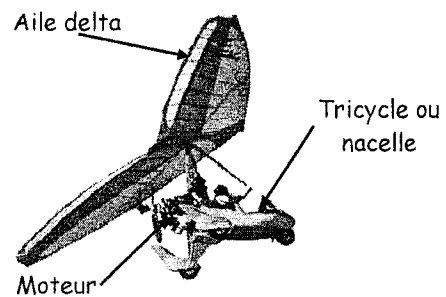
Mathématiques (10 points)

L'ULM, pour "Ultra Léger Motorisé" est une aile delta munie d'un moteur.

Exercice 1 (2 points)

Pour constituer un ULM, il faut choisir :

- un type de moteur,
- un type de tricycle ou nacelle,
- un type d'aile delta.



Le catalogue d'un fournisseur d'ULM présente le tableau de prix suivant pour différents modèles.

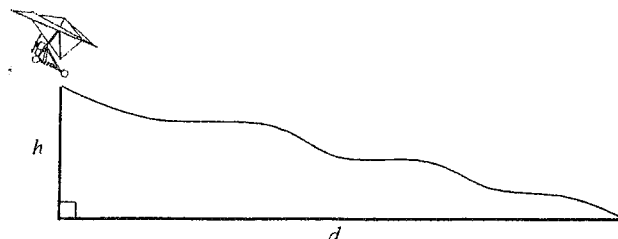
Eléments		Prix TC (taxe comprise) en €
Type de moteur	M1	6 854
	M2	7 840
	M3	8 993
Type de nacelle ou tricycle	T1	10 976
	T2	12 273
	T3	13 720
Type d'aile delta	A1	5 860
	A2	6 446
	A3	7 090

- 1.1. Calculer, en euro, le prix TC du modèle d'entrée de gamme constitué de M1, T1 et A1.
- 1.2. Un pilote a payé 28 006 € TC pour son ULM. Sachant qu'il a choisi le moteur M2 et la nacelle T3, préciser le type d'aile qu'il a choisi. Justifier la réponse.
- 1.3. Le vendeur décide d'offrir une remise de 15 % sur le prix de 29 803 € TC du modèle de démonstration. Calculer, en euro, le nouveau prix TC de ce modèle.

Exercice 2 (3,5 points)

On définit la finesse f , d'un ULM par le rapport de la distance horizontale d parcourue à la hauteur h descendue moteur coupé, c'est-à-dire en planant.

$$\text{Finesse } f = \frac{d}{h} \quad (d \text{ et } h \text{ en mètre})$$



Moteur coupé, un ULM réussit à parcourir une distance horizontale maximale $d = 1\,200$ m en planant, pour rejoindre un terrain d'atterrissage. Dans ce cas, la finesse vaut $f = \frac{1\,200}{h}$.

2.1. On modélise la situation précédente par la fonction g définie sur l'intervalle $[100 ; 1\,000]$ par $g(x) = \frac{1\,200}{x}$.

2.1.1. Compléter le tableau de valeurs numériques **annexe 1 page 8/10**. Arrondir les valeurs au dixième.

2.1.2. Sur le repère de **l'annexe 1**, tracer la représentation graphique de la fonction g .

2.1.3. Indiquer si la fonction g est croissante ou décroissante. Justifier la réponse.

2.1.4. Déterminer graphiquement la valeur de $g(400)$. Laisser apparents les traits utiles à la lecture.

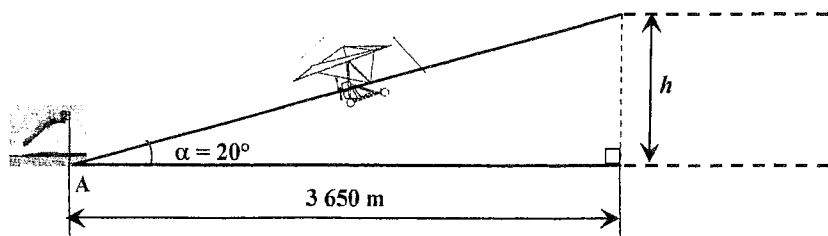
2.2. En déduire la finesse d'un ULM qui a plané depuis une altitude de 400 mètres.

2.3. A l'aide de la représentation graphique, recopier, parmi les affirmations ci-dessous, celle qui est correcte :

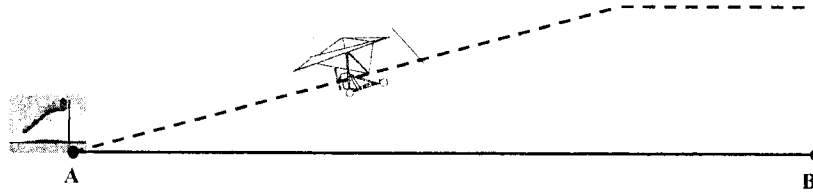
- La finesse f ne dépend pas de l'altitude,
- La finesse f augmente quand l'altitude augmente,
- La finesse f augmente quand l'altitude diminue.

Exercice 3 (4,5 points)

3.1. Au décollage, l'angle d'ascension de l'ULM est de 20° par rapport à l'horizontale. L'ULM monte régulièrement. A l'aide du schéma ci-dessous, calculer, en mètre, l'altitude h par rapport au sol que l'ULM atteint. Justifier les calculs. Arrondir la valeur à l'unité.



- 3.2. Lors d'un vol, l'ULM décolle du point A et se rend en ligne droite jusqu'à la verticale du point B(16 ; 3) qui est au sol.
En utilisant le repère de l'annexe 1 page 8/10, indiquer les coordonnées du point A.



- 3.3. Mesurer la distance AB sur l'annexe 1. En déduire, en km, la distance réelle au sol AB . Arrondir la valeur au dixième.
- 3.4. Arrivé à la verticale du point B, l'ULM poursuit son vol en faisant un virage à gauche, et rejoint la verticale du point C, distant de 5 km du point B. Placer le point C sur le repère de l'annexe 1 sachant que le vecteur \vec{BC} a pour coordonnées $(-3 ; 4)$. Tracer le vecteur \vec{BC} .
- 3.5. Le vecteur \vec{CA} a pour coordonnées $(-11,5 ; -6)$. Calculer, en km, la distance réelle au sol CA . Justifier la réponse.
- 3.6. Calculer, en km, la distance réelle au sol parcourue par l'ULM lors de ce vol.

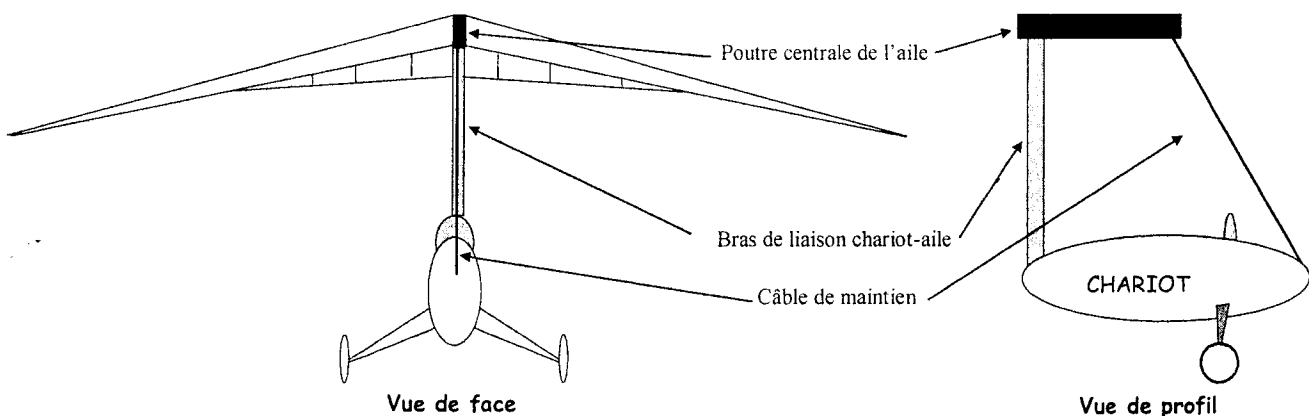
Sciences Physiques (10 points)

ATTENTION !

Les candidats traiteront obligatoirement les exercices 4 et 5, et choisiront un seul exercice supplémentaire parmi les exercices 6,7 et 8.

Exercice 4 obligatoire (3,5 points)

On schématise un ULM comme ci-dessous.



On considère que le chariot est soumis à trois actions :

- action exercée par le bras de liaison sur le chariot, représentée par la force \vec{L} ,
- action exercée par le câble de maintien sur le chariot, représentée par la force \vec{T} ,
- action de la Terre (le poids) représentée par \vec{P} .

BEP Secteur 3 Épreuve : Mathématiques - Sciences Physiques	Session 2008		
		Page :	5/10

- 4.1. Pour des raisons de sécurité, la masse maximale du chariot avec deux personnes à bord ne peut excéder 300 kg. Calculer, en N, la valeur du poids correspondant. Justifier la réponse.
Donnée : $g = 9,8 \text{ N/kg}$.
- 4.2. On considère que le chariot est en équilibre. Compléter le dynamique des forces sur **l'annexe 2 page 9/10**.
- 4.3. Déterminer graphiquement, en newton, la valeur T . Arrondir la valeur à la dizaine.
- 4.4. Compléter le tableau des caractéristiques des forces sur **l'annexe 2**.
- 4.5. Indiquer, en utilisant l'extrait de catalogue ci-dessous, le diamètre minimum (\varnothing) du câble de maintien utilisable sur cet ULM.

\varnothing du câble (mm)	1,5	2,5	3	4
Charge maximale (Newton)	800	1 500	2 500	4 000

Exercice 5 obligatoire (3,5 points)

Les ULM sont équipés de moteur utilisant une essence contenant de l'octane C_8H_{18} .

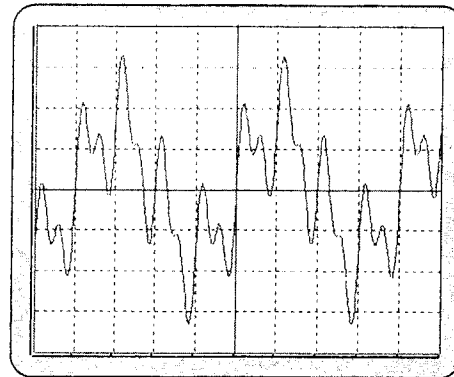
- 5.1. Nommer les atomes constituant la molécule d'octane.
- 5.2. Calculer, en g/mol, la masse molaire moléculaire de l'octane.
- 5.3. L'équation de sa combustion complète dans le dioxygène de l'air s'écrit,

$$2 \text{C}_8\text{H}_{18} + \dots \text{O}_2 \longrightarrow 16 \text{CO}_2 + \dots \text{H}_2\text{O}.$$
- 5.3.1. Nommer les produits formés.
- 5.3.2. Recopier cette équation de combustion complète et l'équilibrer en écrivant les coefficients stoechiométriques.
- 5.4. On suppose que lors d'un vol, le moteur d'un ULM a consommé 120 mol d'octane. Calculer, en mol, la quantité de dioxyde de carbone alors émise. Justifier la réponse.
- 5.5. En déduire, en kg, la masse de dioxyde de carbone rejetée. Arrondir la valeur à l'unité. Justifier la réponse.

Données : $M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$; $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$; $M(\text{CO}_2) = 44 \text{ g/mol}$

Exercice 6, au choix (3 points)

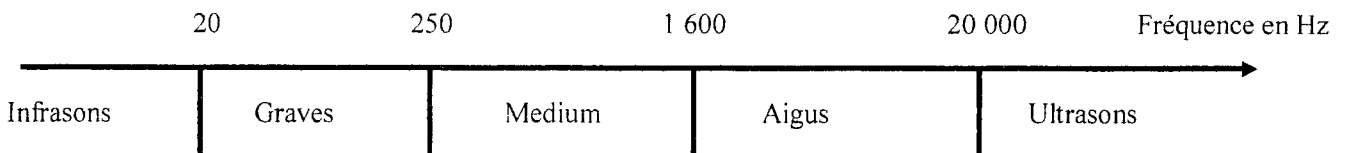
On a relevé à l'aide d'un micro et d'un oscilloscope l'allure du signal émis.



Calibre horizontal : 0,2 ms

Calibre vertical : 1 V

- 6.1. Calculer, en milliseconde, la période de ce signal à l'aide de l'oscillogramme ci-dessus.
- 6.2. Calculer, en hertz, la fréquence de ce signal. Justifier la réponse.
- 6.3. On a défini la fréquence de ce signal comme étant comprise entre 1 200 et 1 300 Hz. Préciser la hauteur de ce son.



- 6.4. L'ULM ne doit pas émettre un niveau d'intensité sonore supérieur à 65 dB à une distance de 200 m, où se situent les premières habitations, pour être autorisé à voler.

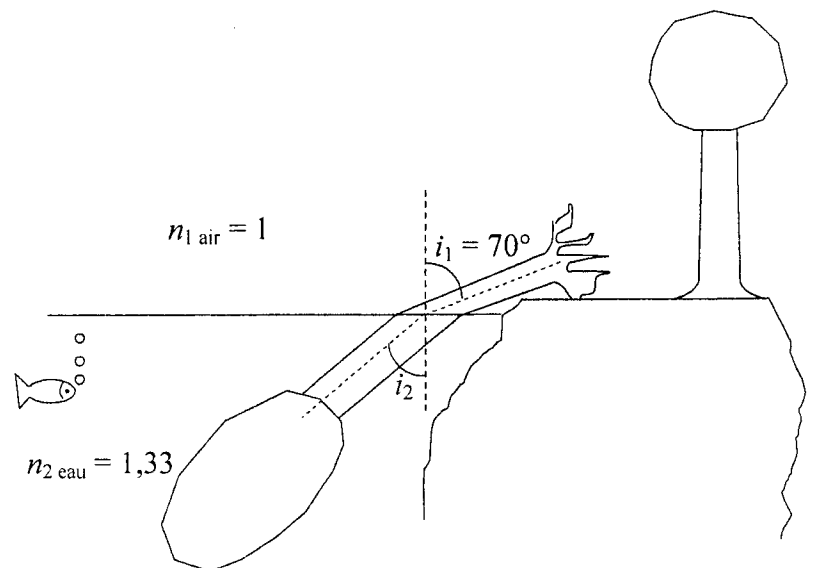
6.4.1. A cette distance, l'intensité sonore est de $0,8 \times 10^{-6} \text{ W/m}^2$. Calculer, en décibels, le niveau sonore. Justifier la réponse. Arrondir la valeur à l'unité.

Données : $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$ et $L = 10 \log \frac{I}{I_0}$.

6.4.2. Préciser si la norme est respectée. Justifier la réponse.

Exercice 7, au choix (3 points)

En survolant à basse altitude un lac de campagne, le pilote de l'ULM aperçoit un tronc d'arbre tombé dans l'eau du lac. L'arbre lui apparaît brisé comme schématisé ci-contre.



- 7.1. A l'aide du schéma, indiquer le milieu (air ou eau) le plus réfringent. Justifier la réponse.
- 7.2. En appliquant la loi de Descartes pour la réfraction, $n_1 \sin i_1 = n_2 \sin i_2$, calculer, en degré, la valeur de l'angle réfracté i_2 . Justifier la réponse. Arrondir la valeur à l'unité.

7.3. En altitude, le pilote est fortement soumis aux ultraviolets. Le rayonnement ultraviolet s'étend sur une bande de fréquence comprise entre 800 et 3 000 térahertz (10^{12} Hz).

7.3.1. Calculer, en mètres, la longueur d'onde λ d'un rayonnement ultraviolet de fréquence 1 500 térahertz. Justifier la réponse. Convertir, en nm, cette longueur d'onde λ .

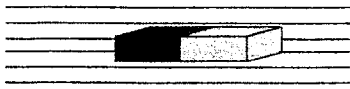
Données : $c = \lambda f$, avec $c = 3 \times 10^8$ m/s ; $1 \text{ nm} = 10^{-9}$ m.

7.3.2. Le rayonnement monochromatique visible à l'œil nu, qui a la plus petite longueur d'onde est le violet de longueur d'onde 400 nm. Préciser si le rayonnement ultraviolet est visible ou pas. Justifier la réponse.

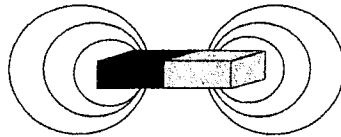
Exercice 8, au choix (3 points)

Pour se diriger, le pilote de l'ULM utilise une boussole.

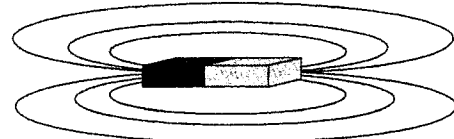
8.1. Indiquer parmi les trois spectres magnétiques ci-dessous celui qui caractérise un aimant droit.



Spectre 1



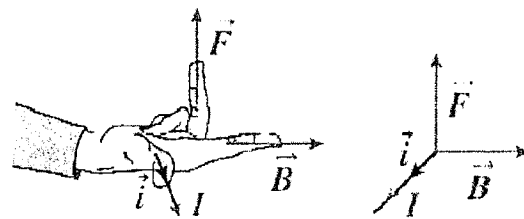
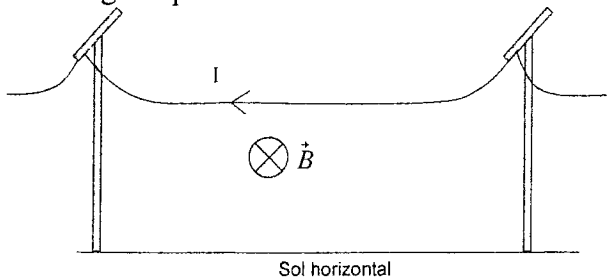
Spectre 2



Spectre 3

8.2. Sur l'annexe 2 page 9/10, on place une aiguille aimantée en A et B. Représenter dans chaque cas la position que prendrait une aiguille aimantée.

8.3. Les câbles de la ligne haute tension sont parcourus par un courant I et sont soumis au champ magnétique terrestre \vec{B} horizontal. Ci-dessous, le vecteur \vec{B} "rentre" dans la feuille.



main droite

En utilisant la règle dite de la "main droite", indiquer, en recopiant une des phrases proposées, la direction et le sens de la force \vec{F} à l'instant où le courant va dans le sens indiqué.

- Horizontale vers la droite.
- Horizontale vers la gauche.
- Verticale vers le bas.
- Verticale vers le haut.

8.4. En survolant d'un peu trop près les lignes à haute tension, le pilote s'aperçoit que l'aiguille de sa boussole a dévié. On propose trois phrases pour expliquer ce phénomène, recopier la proposition qui est correcte sur la copie.

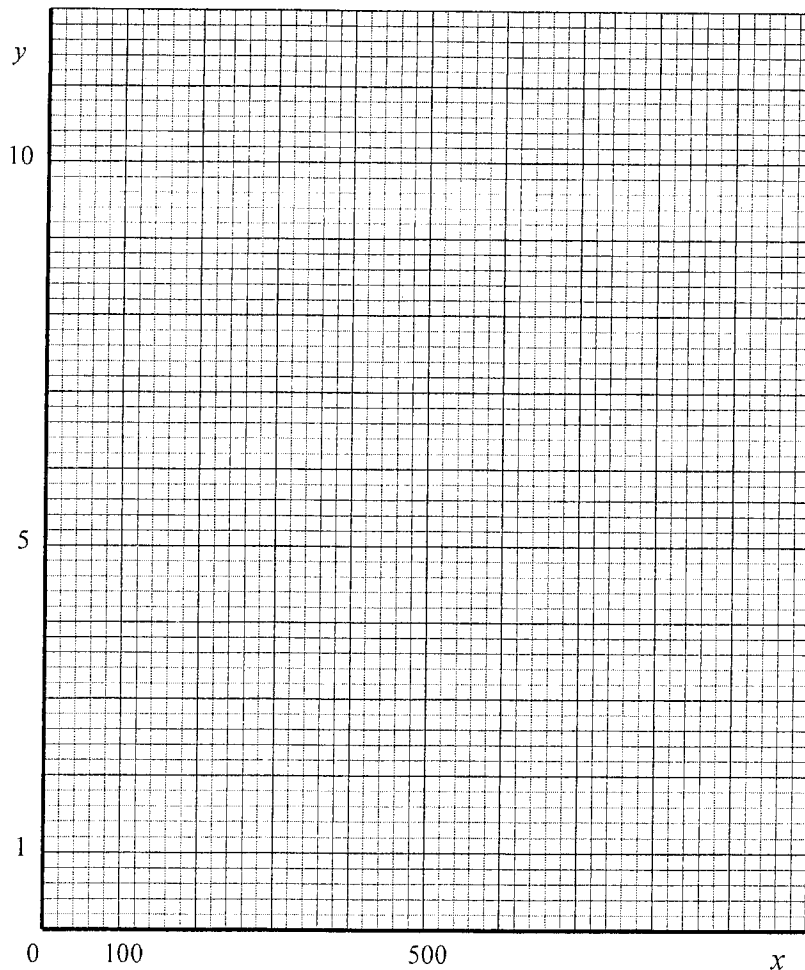
- L'aluminium composant les câbles est un métal attirant la boussole.
- La boussole est déviée par le champ magnétique produit par le courant parcourant les lignes à haute tension.
- Le champ magnétique terrestre est nul près des lignes à haute tension.

Annexe 1 à rendre avec la copie

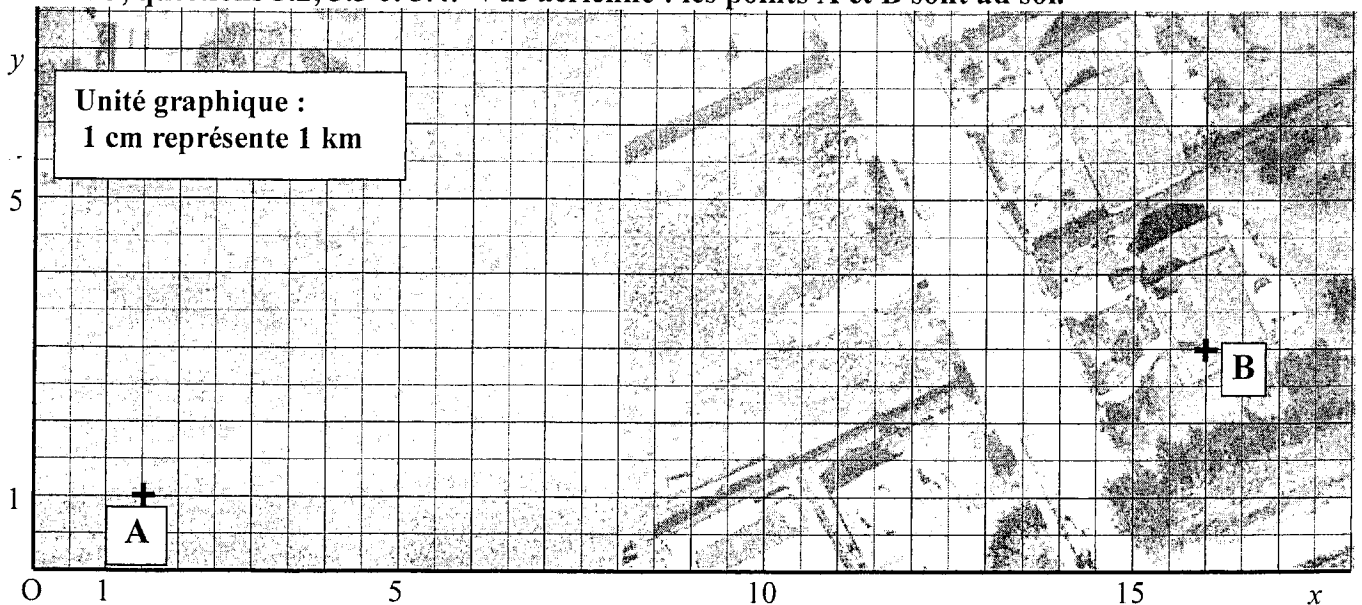
Exercice 2, question 2.1.1. : tableau de valeurs.

x	100	200	300	500	700	900	1 000
$g(x)$		6		2,4		1,3	

Question 2.1.2. : représentation graphique.

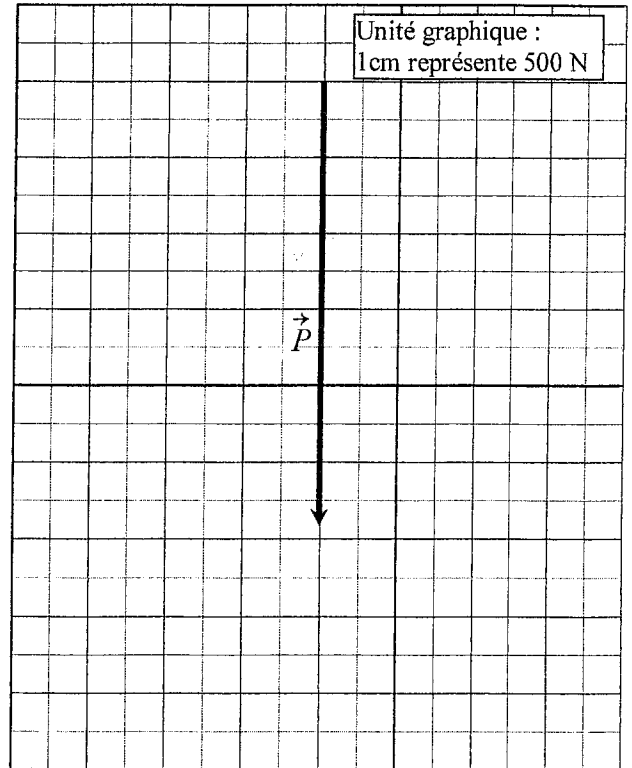
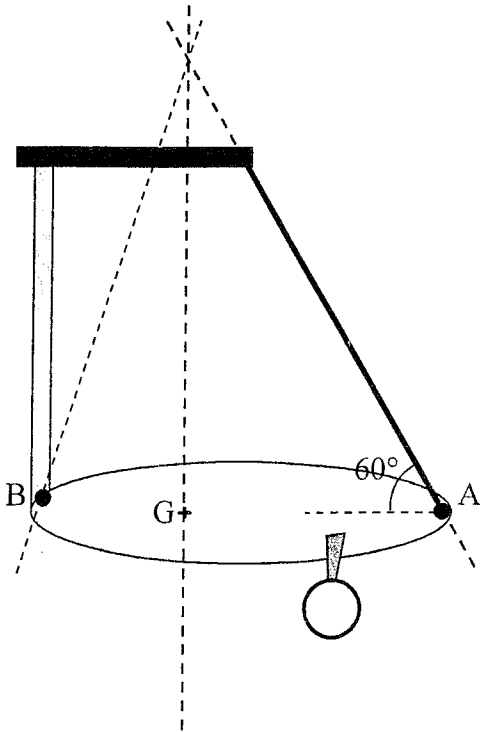


Exercice 3, questions 3.2, 3.3 et 3.4. Vue aérienne : les points A et B sont au sol.

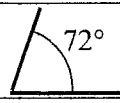


Annexe 2 à rendre avec la copie

Exercice 4, questions 4.2 et 4.3. : dynamique des forces.



Exercice 4, question 4.4. : tableau des caractéristiques des forces.

Action	Force	Point d'application	Droite d'action	Sens	Valeur en (N)
Action de la Terre	\vec{P}	G	verticale	vers le bas	2 940
Action exercée par le bras de liaison sur le chariot	\vec{L}	B	
Action exercée par le câble de maintien sur le chariot	\vec{T}

Exercice 8, question 8.2.



Schéma de l'aiguille aimantée



FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES- BEP DES SECTEURS INDUSTRIELS

Identités remarquables

$$(a + b)^2 = a^2 + 2ab + b^2;$$

$$(a - b)^2 = a^2 - 2ab + b^2;$$

$$(a + b)(a - b) = a^2 - b^2.$$

Puissances d'un nombre

$$(ab)^m = a^m b^m ; a^{m+n} = a^m \times a^n ; (a^m)^n = a^{mn}$$

Racines carrées

$$\sqrt{ab} = \sqrt{a}\sqrt{b} ; \sqrt{\frac{a}{b}} = \frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}}$$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

Terme de rang n : $u_n = u_1 + (n-1)r$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

Terme de rang n : $u_n = u_1 q^{n-1}$

Statistiques

Effectif total $N = n_1 + n_2 + \dots + n_p$

$$\text{Moyenne } \bar{x} = \frac{n_1 x_1 + n_2 x_2 + \dots + n_p x_p}{N}$$

Écart type σ

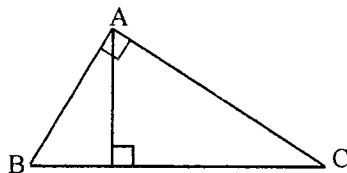
$$\sigma^2 = \frac{n_1 (x_1 - \bar{x})^2 + n_2 (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + n_p (x_p - \bar{x})^2}{N}$$

$$\sigma^2 = \frac{n_1 x_1^2 + n_2 x_2^2 + \dots + n_p x_p^2}{N} - \bar{x}^2$$

Relations métriques dans le triangle rectangle

$$AB^2 + AC^2 = BC^2$$

$$AH \cdot BC = AB \cdot AC$$

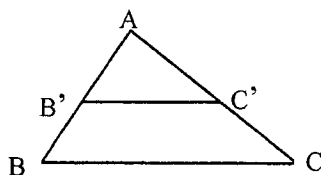


$$\sin \widehat{B} = \frac{AC}{BC}; \quad \cos \widehat{B} = \frac{AB}{BC}; \quad \tan \widehat{B} = \frac{AC}{AB}$$

Énoncé de Thalès (relatif au triangle)

Si $(BC) \parallel (B'C')$

$$\text{alors } \frac{AB}{AB'} = \frac{AC}{AC'}$$



Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2} B h.$

Parallélogramme : $B h.$

Trapèze : $\frac{1}{2} (B + b) h.$

Disque : $\pi R^2.$

Secteur circulaire angle α en degré :

$$\frac{\alpha}{360} \pi R^2$$

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou **Prisme droit**

d'aire de base B et de hauteur h :

Volume : $B h.$

Sphère de rayon R :

Aire : $4 \pi R^2$

Volume : $\frac{4}{3} \pi R^3.$

Cône de révolution ou **Pyramide**

d'aire de base B et de hauteur h

Volume : $\frac{1}{3} B h.$

Position relative de deux droites

Les droites d'équations $y = ax + b$ et

$y = a'x + b'$ sont :

- parallèles si et seulement si $a = a'$

- orthogonales si et seulement si $a a' = -1$

Calcul vectoriel dans le plan

$$\vec{v} \begin{vmatrix} x \\ y \end{vmatrix}; \vec{v}' \begin{vmatrix} x' \\ y' \end{vmatrix}; \vec{v} + \vec{v}' \begin{vmatrix} x + x' \\ y + y' \end{vmatrix}; \lambda \vec{v} \begin{vmatrix} \lambda x \\ \lambda y \end{vmatrix}$$

$$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$$

Trigonométrie

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

$$\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$$

Résolution de triangle quelconque

$$\frac{a}{\sin \widehat{A}} = \frac{b}{\sin \widehat{B}} = \frac{c}{\sin \widehat{C}} = 2R$$

R : rayon du cercle circonscrit

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \widehat{A}$$