0706-AMA H ST B

Session 2007

Baccalauréat professionnel

ARTISANAT ET METIERS D'ART
Option : HORLOGERIE

Durée : 2 heures — Coefficient : 2

E1- EPREUVE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

Sous-épreuve B1 :

MATHEMATIQUES ET SCIENCES PHYSIQUES

Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.
(Réf. C. n° 99-186 du 16-11-1999)

Ce sujet comprend **6 pages** dont **une annexe** et **un formulaire de mathématiques.**
Seule l'annexe est à rendre avec la copie

Mathématiques (12 points)

Exercice 1 : (10 points)

Les parties A et B peuvent être traitées de façon ***indépendante***.

Partie A :

Pour modifier les propriétés physiques de leurs pièces les artisans horlogers ont recours à des traitements thermiques consistant en un ensemble d'opérations de chauffage et de refroidissement. Parmi ces techniques, le revenu est un traitement permettant de modifier la résilience c'est a dire la capacité d'allongement de la pièce. La résilience s'exprime en daJ/cm². L'entreprise « ***Traitherme*** » désire modéliser les variations de la résilience en fonction de la température.

On considère des températures comprises entre 100° C et 750° C. Dans la suite la température θ est exprimée en centaines de degrés Celsius et varie donc de 1 à 7,5.

La résilience *Res* s'exprime alors par la relation : $Res = -\theta^3 + 12\theta^2 - 36\theta + 36$.

1.1. Calculer la résilience pour une température de 300° C, c'est à dire pour $\theta = 3$.

1.2. Soit f la fonction définie sur l'intervalle [1 ; 7,5] par $f(x) = -x^3 + 12x^2 - 36x + 36$.

1.2.1. Calculer $f'(x)$ où f' est la dérivée de la fonction f.

1.2.2. Résoudre l'équation $f'(x) = 0$. Reporter les valeurs obtenues sur la première ligne du tableau de variation de **l'annexe page 5/6**.

1.2.3. Compléter le tableau de variation de la fonction f sur **l'annexe**.

1.2.4. Sur l'annexe, compléter le tableau de valeurs de $f(x)$.

1.2.5. Soit C la courbe représentative de la fonction f dans le repère de l'annexe. L'arc de la courbe C correspondant à l'intervalle [4 ; 7,5] est tracé.
Tracer l'arc de la courbe C correspondant à l'intervalle [1 ; 4].

1.2.6. Résoudre graphiquement l'inéquation $f(x) > 30$ en laissant apparents les traits utiles à la lecture.

1.3. On rappelle que $f(x)$, où x appartient à l'intervalle [1 ; 7,5] représente la résilience pour des températures comprises entre 100°C et 750° C.
Utiliser les résultats des questions précédentes pour déterminer :

1.3.1. La température permettant d'obtenir la résilience maximum.

1.3.2. Les températures permettant d'obtenir une résilience supérieure à 30 daJ/cm².

Partie B :

Le revenu modifie aussi la dureté du matériau. L'entreprise relève dans le tableau ci-dessous quelques valeurs de dureté pour des températures données.

Température (°C)	100	200	300	400
Dureté	60	48	38,4	30,72

On désigne par d_1 la dureté à la température 100° C , par d_2 la dureté à la température 200° C , et par d_n la dureté à la température 100 n.

1.4. On admet que la suite (d_n) est une suite géométrique.
  1.4.1. Calculer la raison de la suite.
  1.4.2. Donner l'expression de d_n en fonction de n.

1.5. En utilisant les propriétés des logarithmes, résoudre l'équation : $60 \times 0{,}8^x = 19{,}66$. Arrondir la solution à l'unité.

1.6. On admet que l'équation précédente a pour solution la valeur $x = 5$. Déterminer la valeur de n telle que $d_n = 19{,}66$.

1.7. En déduire la température permettant d'obtenir une dureté de 19,66.

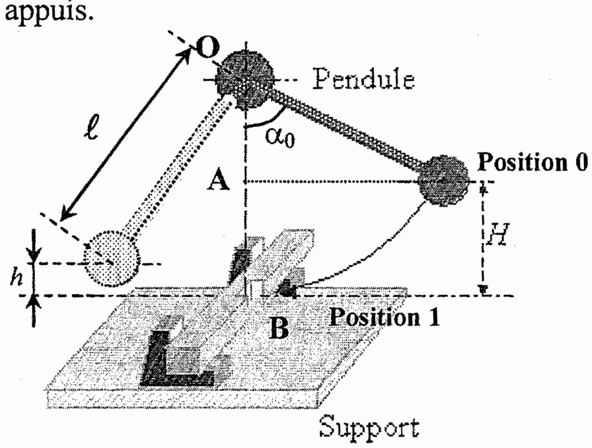
Partie C :

1.8. Le cahier des charges concernant la fabrication de cette pièce spécifie que la dureté ne doit pas être inférieure à 19,66 et que la résilience doit être supérieure à 30.
Parmi les intervalles de température (en degrés Celsius) proposés ci dessous, indiquer celui qui permettra de respecter le cahier des charges.

[490 ; 690] [550 ; 595] [520 ; 700] [400 ; 550]

Exercice 2 : (2 points)

Pour vérifier expérimentalement la résilience des pièces fabriquées, on utilise le test dit « du mouton de Charpy ». L'essai consiste à rompre d'un seul coup de pendule, une éprouvette reposant sur deux appuis.



Données

Energie potentielle initiale :

$W_0 = 180 \times H$.
W en joule et $H = AB$ en mètre.

$OB = \ell = 0{,}9$ m.

2.1. Déterminer H sachant que l'énergie potentielle initiale du pendule est 108 J.

2.2. La position initiale (position 0) est repérée par l'angle au sommet α_0.
Calculer OA.
En déduire la mesure de l'angle au sommet α_0. Arrondir le résultat au degré.

Sciences physiques (8 points)

Exercice 3 : (4 points)

L'entreprise veut vérifier si les pièces fabriquées remplissent le cahier des charges imposé par l'horloger, c'est à dire avoir une résilience supérieure à 30. Elle procède donc à un essai sur une éprouvette fabriquée avec le matériau ayant subit le traitement thermique.

3.1. **Recopier** et compléter les phrases suivantes avec l'un des mots « *potentielle* » ou « *cinétique* ».
On libère le pendule. Lors du passage de la position 0 à la position 1, son énergie .... se transforme en énergie ....
En passant à la verticale, juste avant le choc, son énergie .... est maximale.

3.2. On réalise l'expérience en libérant le pendule d'une hauteur $H = 0,6$ m. Il possède alors l'énergie potentielle W_0 et après le choc remonte à une hauteur $h = 0,47$ m correspondant à l'énergie potentielle exprimée en joule, $W_1 = 180\ h$.
Calculer la déperdition d'énergie $W = W_0 - W_1$.

3.3. Calculer la résilience x du matériau donnée par la relation : $x = \frac{W}{0,5}$ avec x et W exprimée en unités du système international.
D'après cet essai (voir schéma page 3/6), indiquer si le matériau est conforme au cahier des charges. Justifier la réponse.

3.4. Après avoir brisé l'éprouvette, le pendule effectue quelques oscillations.
On compte 10 oscillations pour une durée de 19 s.
Calculer la période du pendule et en déduire sa fréquence arrondie au centième.

Exercice 4 : (4 points)

Afin de protéger les pièces contre la corrosion, il est nécessaire d'effectuer un traitement chimique. Cette réaction est une réaction d'oxydoréduction entre les couples Fe^{2+}/Fe et O_2/OH^-

4.1. Nommer l'oxydant et le réducteur du couple Fe^{2+}/Fe.
4.2. Ecrire la demi équation électronique d'oxydation du fer.
4.3. On donne la demi équation de réduction du dioxygène en milieu humide :

$$H_2O + \frac{1}{2}O_2 + 2\,e^- \longrightarrow 2\,OH^-$$

Ecrire l'équation bilan de la réaction d'oxydoréduction entre les couples ci-dessus.

4.4. Pour protéger contre la corrosion, mais aussi pour des raisons esthétiques, les horlogers réalisent le chromage de leur boîtier de montre.

Expliquer en utilisant la classification électrochimique ci-contre, pourquoi le chrome ne peut pas se déposer spontanément sur une pièce constituée principalement de fer.

Cette opération s'effectue par dépôt électrolytique de chrome à l'aide d'une solution contenant des ions Cr^{3+}.
A quelle borne de l'électrolyseur doit être relié le boîtier en fer ?

Couples oxydo-réducteurs

Oxydants de plus en plus forts ↑

Ag^+/Ag
Cu^{2+}/Cu
H^+/H_2
Fe^{2+}/Fe
Cr^{3+}/Cr
Zn^{2+}/Zn

↓ Réducteurs de plus en plus forts

Annexe à rendre avec la copie

Exercice 1

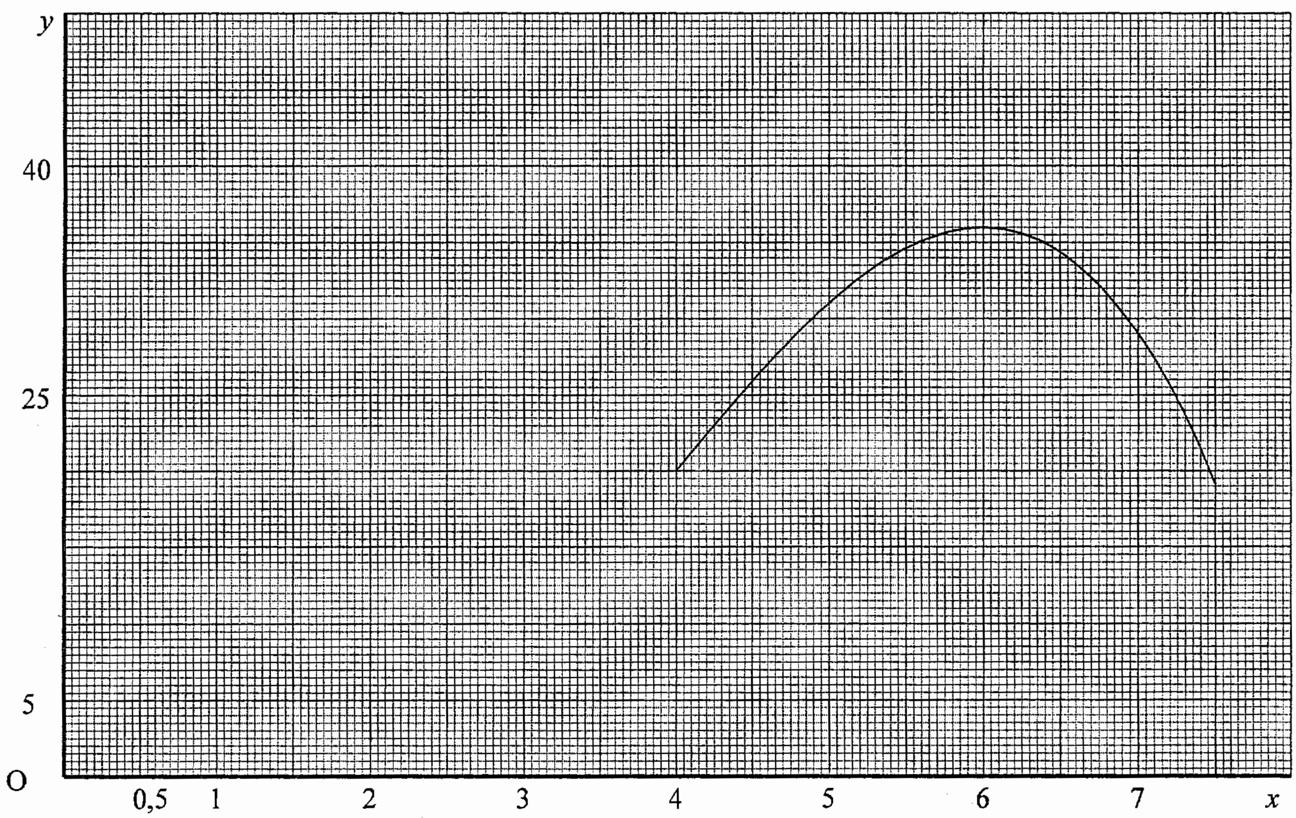
Question1.5. Tableau de variation de f

x	1	....	....	7,5
Signe de $f'(x)$		0	0	
Variation de f				

Question 1.6. : Tableau de valeurs

x	1	2	3	4
$f(x)$	11			20

Représentation graphique de la fonction f :



FORMULAIRE BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
Horlogerie

Fonction f	Dérivée f'
$f(x)$	$f'(x)$
$ax+b$	a
x^2	$2x$
x^3	$3x^2$
$\frac{1}{x}$	$-\frac{1}{x^2}$
$u(x)+v(x)$	$u'(x)+v'(x)$
$a\,u(x)$	$a\,u'(x)$

Logarithme népérien : ln

$\ln(ab) = \ln a + \ln b$ $\quad \ln(a^n) = n \ln a$

$\ln\left(\frac{a}{b}\right) = \ln a - \ln b$

Equation du second degré $ax^2+bx+c=0$

$\Delta = b^2 - 4ac$

- Si $\Delta > 0$, deux solutions réelles :

$$x_1 = \frac{-b+\sqrt{\Delta}}{2a} \quad \text{et} \quad x_2 = \frac{-b-\sqrt{\Delta}}{2a}$$

- Si $\Delta = 0$, une solution réelle double :

$$x_1 = x_2 = -\frac{b}{2a}$$

- Si $\Delta < 0$, aucune solution réelle

Si $\Delta \geq 0$, $ax^2+bx+c = a(x-x_1)(x-x_2)$

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 et raison r

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

Somme des k premiers termes :

$$u_1 + u_2 + \ldots + u_k = \frac{k(u_1+u_k)}{2}$$

Suites géométriques

Terme de rang 1 : u_1 et raison q

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

Somme des k premiers termes :

$$u_1 + u_2 + \ldots + u_k = u_1 \frac{1-q^k}{1-q}$$

Trigonométrie

$\sin(a+b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$

$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$

$\cos 2a = 2\cos^2 a - 1$

$\quad\quad\; = 1 - 2\sin^2 a$

$\sin 2a = 2 \sin a \cos a$

Statistiques

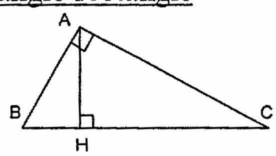
Effectif total $N = \sum_{i=1}^{p} n_i$

Moyenne $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i}{N}$

Variance $V = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i (x_i - \bar{x})^2}{N} = \frac{\sum_{i=1}^{p} n_i x_i^2}{N} - \bar{x}^2$

Ecart type $\sigma = \sqrt{V}$

Relations métriques dans le triangle rectangle



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

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

Résolution de triangle

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

R : rayon du cercle circonscrit

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

Aires dans le plan

Triangle : $\frac{1}{2}$ BC sin $\widehat{A}$ $\quad$ Trapèze : $\frac{1}{2}(B+b)h$

Disque : πR^2

Aires et volumes dans l'espace

Cylindre de révolution ou prisme droit d'aire de base B et de hauteur h : Volume Bh

Sphère de rayon R :

Aire : $4\pi R^2$ $\quad$ Volume : $\frac{4}{3}\pi R^3$

Cône de révolution ou pyramide de base B et de hauteur h : Volume $\frac{1}{3}Bh$

Calcul vectoriel dans le plan - dans l'espace

$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy'$	$\vec{v}.\vec{v}' = xx' + yy' + zz'$
$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2+y^2}$	$\|\vec{v}\| = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$

Si $\vec{v} \neq \vec{0}$ et $\vec{v}' \neq \vec{0}$: $\vec{v}.\vec{v}' = \|\vec{v}\| \times \|\vec{v}'\| \times \cos(\widehat{\vec{v}, \vec{v}'})$

$\vec{v}.\vec{v}' = 0$ si si et seulement si $\vec{v} \perp \vec{v}'$