



**LE RÉSEAU DE CRÉATION
ET D'ACCOMPAGNEMENT PÉDAGOGIQUES**

**Ce document a été mis en ligne par le Canopé de l'académie de Montpellier
pour la Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BREVET DES MÉTIERS D'ART BRODERIE

EPREUVE : MATHÉMATIQUES – SCIENCES PHYSIQUES

SUJET

SESSION 2014

Le sujet comporte deux parties : il est numéroté sur 13 pages de 1/13 à 13/13. Vérifier qu'il est complet.

▪ **Partie mathématiques**

- **exercice 1** : suite numérique **7 points**
- **exercice 2** : géométrie **6 points**
- **exercice 3** : statistiques et calculs commerciaux **7 points**

Total 20 points

▪ **Partie sciences physiques**

- **exercice 4** : chimie **9 points**
- **exercice 5** : hydrostatique **3 points**
- **exercice 6** : électricité et optique **8 points**

Total 20 points

Un formulaire de mathématiques est joint au sujet (page 2) et des rappels de relations sont donnés dans certains exercices de mathématiques et/ou de sciences physiques.

Les annexes pages 11, 12 et 13 sont à agraffer avec la copie.

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.

BREVET DES METIERS D'ART : BRODERIE			
SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 1 sur 13

**FORMULAIRE DE MATHÉMATIQUES
BREVET DES MÉTIERS D'ART BRODERIE**

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

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

$$\ln(a/b) = \ln(a) - \ln(b)$$

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 double :

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

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

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

Suites arithmétiques

Terme de rang 1 : u_1 ; raison r ;

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

Somme des k premiers termes :

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

Suites géométriques

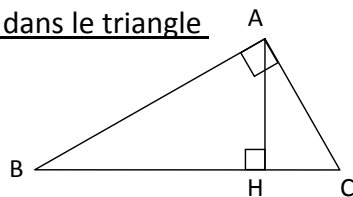
Terme de rang 1 : u_1 ; raison q ;

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

Somme des k premiers termes :

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

Relations métriques dans le triangle rectangle



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

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

Résolution de triangle quelconque

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

R : rayon du cercle circonscrit

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

Aires dans le plan

$$\text{Triangle} : \frac{1}{2} bc \sin(\hat{A})$$

$$\text{Trapèze} : \frac{1}{2} (B + b) h$$

$$\text{Disque} : \pi R^2$$

Aires et volumes dans l'espace

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

Sphère de rayon R :

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

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

$$\vec{v} \cdot \vec{v}' = x x' + y y' \quad \vec{v} \cdot \vec{v}' = x x' + y y' + z z'$$

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

$$\text{Si } \vec{v} \neq \vec{0} \text{ et } \vec{v}' \neq \vec{0} : \vec{v} \cdot \vec{v}' = \|\vec{v}\| \|\vec{v}'\| \cos(\vec{v}, \vec{v}')$$

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

BREVET DES MÉTIERS D'ART : BRODERIE

SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 2 sur 13

PARTIE MATHÉMATIQUES : 20 points

EXERCICE 1 : suite numérique

7 points

La réalisation d'une broderie nécessite de fixer des motifs, sous forme de losange, selon une disposition pyramidale comme le montre la figure 1 ci-dessous :

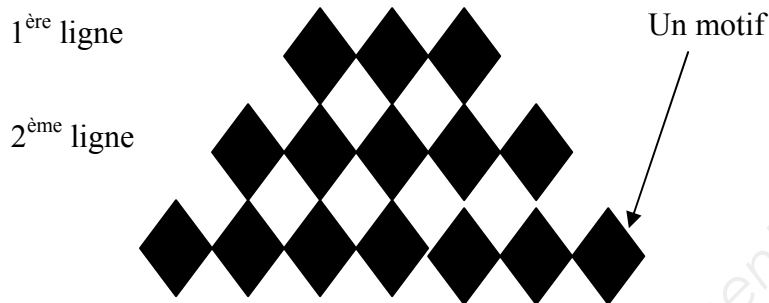


Figure 1 : disposition pyramidale des motifs

- 1) Combien y a-t-il de motifs sur chacune des trois premières lignes.
- 2) Soit une suite numérique u_n , dont les premiers termes sont $u_1 = 3$, $u_2 = 5$ et $u_3 = 7$.
 - a) **Montrer que** u_n est une suite arithmétique. **Justifier la réponse.**
 - b) **Donner** les termes u_4 et u_5 .
- 3) Soit une suite u_n de premier terme 3 et de raison 2.
 - a) **Démontrer que** u_n s'exprime, en fonction de n , par : $u_n = 2n + 1$.
 - b) **Calculer** u_{17} .
- 4) Une première broderie est composée de 17 lignes.
 - a) **Ecrire** la relation donnant la somme des n premiers termes.
 - b) **Calculer** la somme du nombre de motifs de cette broderie.
- 5) Une deuxième broderie, inspirée de la première est composée de quelques lignes supplémentaires. 440 losanges ont été utilisés. On cherche à déterminer en combien de lignes.
 - a) **Ecrire** la relation donnant la somme des k premiers termes.
 - b) **Démontrer que** la somme des k lignes peut s'écrire $S_k = k^2 + 2k$.
 - c) **Résoudre** l'équation $k^2 + 2k - 440 = 0$.
 - d) **En déduire** le nombre de lignes pour la seconde broderie.

BREVET DES METIERS D'ART : BRODERIE			
SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 3 sur 13

EXERCICE 2 : géométrie

6 points

Chacun des motifs en forme de losange est décomposé en deux parties comme le montre la figure 2 ci-contre.

On cherche à déterminer l'aire de chacune des parties \mathcal{A}_1 et \mathcal{A}_2 .

On donnera les longueurs en millimètre et les surfaces en millimètre carré.

- 1) On considère le triangle ABC, issu du losange ABDC. Soit H le pied de la hauteur issue de A sur le segment [BC].
 - a) **Tracer** [BC] puis [AH] sur la figure de l'**annexe 1 page 11**.
 - b) **Donner** la nature du triangle ABC.
 - c) **Déterminer** les longueurs AH et BH.
 - d) **Déterminer** la longueur AB.
 - e) **Déterminer** la mesure de l'angle \widehat{BAH} . **Arrondir le résultat au dixième de degré.**
 - f) **En déduire** la mesure de l'angle \widehat{BAC} . **Arrondir le résultat au dixième de degré.**

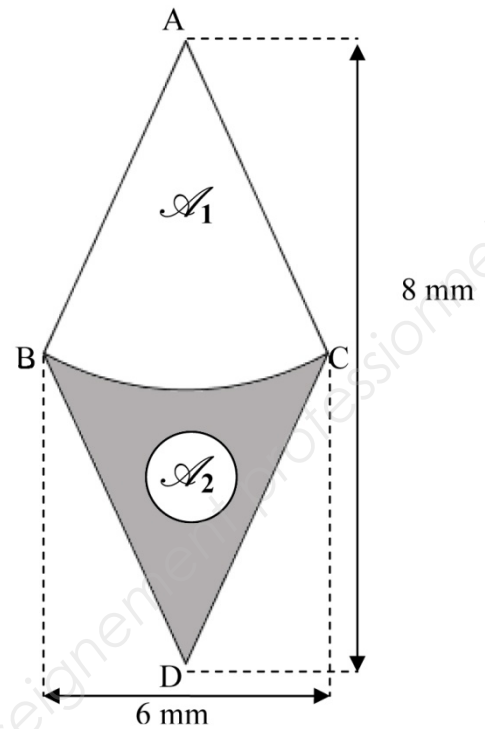


Figure 2 : vue plane d'un motif

La surface de la partie \mathcal{A}_1 est une portion de disque de centre A et de rayon AB.

- g) **Calculer** $\mathcal{A}_{\text{disque}}$ l'aire du disque de centre A et de rayon AB. **Arrondir le résultat à 0,01 mm².**
 - h) On donne $\mathcal{A}_1 = \mathcal{A}_{\text{disque}} \times \frac{\widehat{BAC}}{360}$.
En déduire l'aire \mathcal{A}_1 . **Arrondir le résultat à 0,01 mm².**
- 2)
 - a) **Déterminer** l'aire du losange : $\mathcal{A}_{\text{losange}}$.
 - b) **Déduire** des aires $\mathcal{A}_{\text{losange}}$ et \mathcal{A}_1 , l'aire de la partie 2 notée : \mathcal{A}_2 . **Arrondir le résultat à 0,01 mm².**

BREVET DES METIERS D'ART : BRODERIE			
SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 4 sur 13

EXERCICE 3 : statistiques et calculs commerciaux**7 points**

- 1) On souhaite estimer le coût d'achat des motifs en forme de losange. Les prix varient selon le fournisseur et le nombre de motifs pour chaque lot.

Le tableau ci-dessous donne le prix d'achat de différents lots en fonction du nombre de motifs du lot.

Nombre de motifs : x_i	80	120	160	200	240	320	360	400
Prix (en euro): y_i	14,00	20,00	30,00	36,00	43,00	48,00	52,00	74,00

- a) Soit le repère orthogonal en **annexe 2 page 12** tel que :

en abscisses 1 cm représente 40 et en ordonnées 1 cm représente 4.

Représenter le nuage de points de coordonnées $(x_i ; y_i)$ correspondant à cette série statistique.

- b) **Calculer** les coordonnées du point moyen G correspondant aux sept points du nuage.
 c) Soit le point A de coordonnées A (40 ; 8).
 On prend pour coordonnées du point moyen G : G (235 ; 39,6).

Tracer la droite (AG).

- d) **Montrer qu'**une équation de la droite (AG) est : $y = 0,162x + 1,52$.
 e) **Calculer** le prix pour 440 motifs en utilisant l'équation de cette droite (AG)
 f) **Vérifier ce résultat graphiquement. Laisser apparents les traits utiles à la lecture.**

- 2) Pour broder 10 modèles avec 440 motifs, on cherche à négocier une remise sur les 4 400 motifs à commander, facturés à 750 €. Le fournisseur propose un montant de remise par tranche :

Nombre de motifs par tranche	Taux de remise pour la tranche
[0 ; 100 [0 %
[100 ; 500[2 %
Au delà de 500 €	5 %

- a) **Calculer** la remise pour un montant initial de 750 €.
 b) **Déterminer** alors le prix d'achat net après la remise.
 c) **Déterminer** le taux global de la remise. *Arrondir le résultat à 0,01.*

PARTIE SCIENCES PHYSIQUES : 20 points

Pour chaque exercice de sciences physiques, les valeurs numériques et les formules pouvant être utilisées sont données après chaque énoncé.

EXERCICE 4 : chimie

9 points

Soie artificielle

La cellulose est un polymère du glucose qui se rencontre dans pratiquement tous les végétaux. Le coton est de la cellulose pratiquement pure.

Sa formule générale est $(C_6H_{10}O_5)_n$.

Sa masse molaire moléculaire M est donnée par la relation : $M = n \times M(C_6H_{10}O_5)$.

- 1) Calculer la masse molaire moléculaire de la cellulose pour $n = 3\,000$.
- 2) L'acétate de cellulose est une matière plastique sous forme de fil textile, vendu sous le nom de rayonne ou soie artificielle.
Sa formule générale est $(C_6H_{10}O_5)_n$.
Déterminer le nombre n pour une macromolécule de masse $M = 448,46$ kg.
- 3) Pour donner la teinte finale à la soie artificielle, on la plonge dans trois bains différents. Le pH des différentes solutions, **solution 1** ou **2** ou **3**, est déterminé à l'aide d'indicateurs colorés.
 - a) Des indications sont données dans le **tableau 1 « zone de virage » page 13**, concernant les différentes zones de virage.
Compléter le tableau 2 « coloration » en annexe 3.
Préciser les valeurs possibles du pH de chaque solution et sa nature : acide, basique, ou neutre.
 - b) On ajoute de l'eau distillée dans la **solution 1**.
 - b.1 **Donner** l'évolution du pH de la **solution 1** si on ajoute de l'eau.
 - b.2 **Donner** la valeur numérique limite que ne peut pas dépasser le pH si on continue de verser de l'eau.
 - b.3 **Déterminer** alors la concentration des ions $[H_3O^+]$ et celle des ions $[OH^-]$ dans la solution.

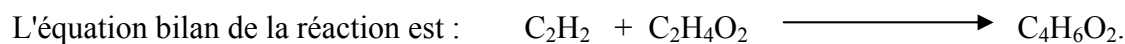
Vernis et colle

Pour coller et vernir en même temps des images sur les textiles, on utilise un produit à base d'acétate de vinyle $C_4H_6O_2$. La masse volumique de l'acétate de vinyle est : $\rho = 1,118$ g/cm³.

- 4) **Calculer** la masse molaire moléculaire de l'acétate de vinyle.
- 5) **Calculer** le nombre de moles de cette substance contenue dans un bidon de **5 litres**.

BREVET DES METIERS D'ART : BRODERIE			
SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 6 sur 13

- 6) La synthèse de l'acétate de vinyle, $C_4H_6O_2$, est produite par la réaction de l'acétylène C_2H_2 sur de l'acide acétique $C_2H_4O_2$.



Le rendement de cette réaction est de 80 %.

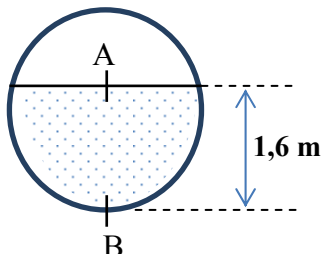
- a) **Calculer** la masse molaire moléculaire de l'acétylène.
 b) **Déterminer** la masse d'acétylène à utiliser pour produire **5 litres** d'acétate de vinyle.

Données numériques	Formules	Grandeurs et unités
$M(H) = 1 \text{ g/mol}$ $M(C) = 12 \text{ g/mol}$ $M(O) = 16 \text{ g/mol}$ Acétate de vinyle : $\rho = 1,118 \text{ g/cm}^3$ $1 \text{ L} = 1\,000 \text{ cm}^3$	$K_e = [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$ $\rho = \frac{m}{V}$ $n = \frac{m}{M}$	K_e : produit ionique de l'eau $[H_3O^+]$: concentration en ions hydronium (mol/L) $[OH^-]$: concentration en ions hydroxyde (mol/L) ρ : masse volumique (g/cm^3) m : masse (g) V : volume (cm^3) n : quantité de matière (mol) M : masse molaire moléculaire (g/mol)

Fabrication de la soie

Pour la fabrication de la soie, la chrysalide doit être tuée sans abîmer le cocon. Les cocons sont donc étouffés dans des étuves de 70 à 80 °C, puis trempés dans l'eau bouillante pour ramollir le grès. La figure ci-dessous représente une vue en coupe du réservoir de trempage.

Figure 3 : réservoir de trempage



1) On donne la pression au point A : $p_A = 1,84 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$.

Calculer, en N/m^2 puis en bars, la pression au point B, le plus bas de la cuve.

2) On considère que la pression est la même sur toute la surface de la vanne.

Calculer, la valeur F de la force pressante \vec{F} exercée sur une vanne circulaire de 60 mm de diamètre dont le centre est placé en un point où la pression est de 2 bars.

Données numériques	Formules	Grandeurs et unités
$\rho_{\text{eau}} = 1\,000 \text{ kg/m}^3$ $1 \text{ bar} = 10^5 \text{ N/m}^2$ $g = 10 \text{ N/kg}$ $\pi = 3,14$	$p_B - p_A = \rho g h$ $p = \frac{F}{S}$ $S = \frac{\pi D^2}{4}$	ρ : masse volumique de l'eau (kg/m^3) g : intensité de la pesanteur (N/kg) p : pression (N/m^2) h : hauteur d'eau (m) S : surface de la vanne (m^2) D : diamètre de la vanne (m)

EXERCICE 6 : électricité et optique**8 points**

Le tissu en soie est brodé dans un atelier alimenté par un réseau monophasé : 230 V, 50 Hz. Il comporte 60 machines à broder. Chaque machine est éclairée par une lampe.

Partie A : Etude de l'éclairage

Les lampes, considérées comme purement résistives, sont équipées d'une ampoule comportant les indications suivantes : 12 V, 24 W.

Leur fonctionnement nécessite donc l'usage d'un transformateur monophasé : 230 V / 12 V, supposé parfait.

On suppose que le fonctionnement du transformateur se fait dans des conditions nominales. Tous les calculs se font donc en tenant compte de ce fonctionnement.

- 1) **Calculer** la valeur de l'intensité du courant électrique qui circule dans chaque lampe du secondaire.
- 2)
 - a) **Calculer** le rapport de transformation du transformateur.
 - b) **En déduire** la valeur de l'intensité du courant qui traverse le primaire.
- 3) L'ensemble des 60 lampes fonctionne pendant 7 heures par jour en moyenne.
 - a) **Calculer**, en watt heure, l'énergie consommée chaque jour par les 60 lampes.
 - b) L'atelier est ouvert en moyenne 21 jours par mois.
Calculer l'énergie consommée par trimestre par l'ensemble des 60 lampes.

Formules	Grandeurs et unités
$k = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_1}{I_2}$	k : rapport de transformation
$P = U I$	E : énergie électrique (Wh)
$E = P t$	P : puissance électrique (W)
	U : tension électrique (V)
	I : intensité électrique (A)
	t : temps (s)

Partie B : Etude de la lampe loupe

L'atelier dispose d'une lampe loupe éclairante pour les travaux minutieux. Elle est équipée d'un éclairage fluorescent et d'une lentille à faces parallèles.

Un rayon lumineux passe du verre dans l'air, figure ci-dessous.

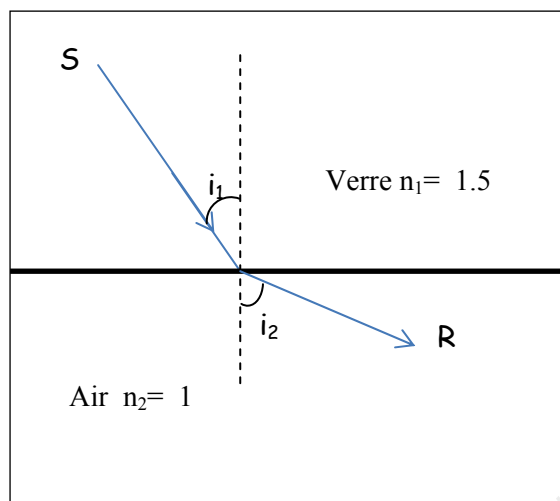


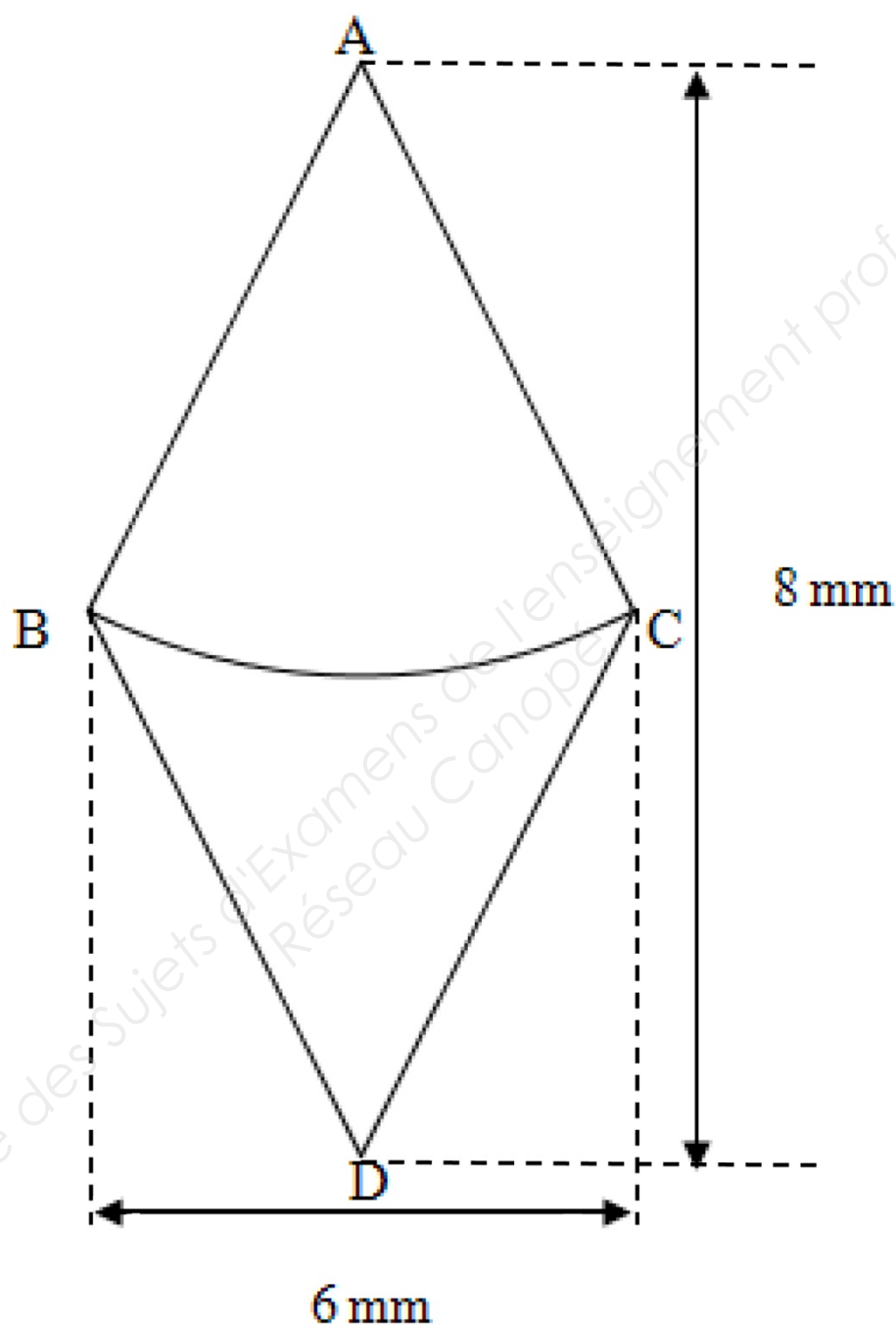
Figure 4 : propagation d'un rayon lumineux issu de la lampe loupe

- 1) **Donner** le nom :
 - du rayon SI ;
 - du rayon IR ;
 - de l'angle i_1 ;
 - de l'angle i_2 .
- 2) Calculer la valeur de l'angle i_2 pour un angle $i_1 = 30^\circ$.
- 3)
 - a) **Donner** la valeur maximale que peut prendre l'angle i_2 . *Arrondir le résultat au dixième.*
 - b) **Calculer**, dans ce cas la valeur correspondante de l'angle i_1 . Nous la notons λ .
 - c) **Qu'observe-t-on** si $i_1 > \lambda$?

Formules	Grandeurs et unités
$n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$	n : indice de réfraction.

ANNEXE 1 à rendre avec la copie

Exercice 2

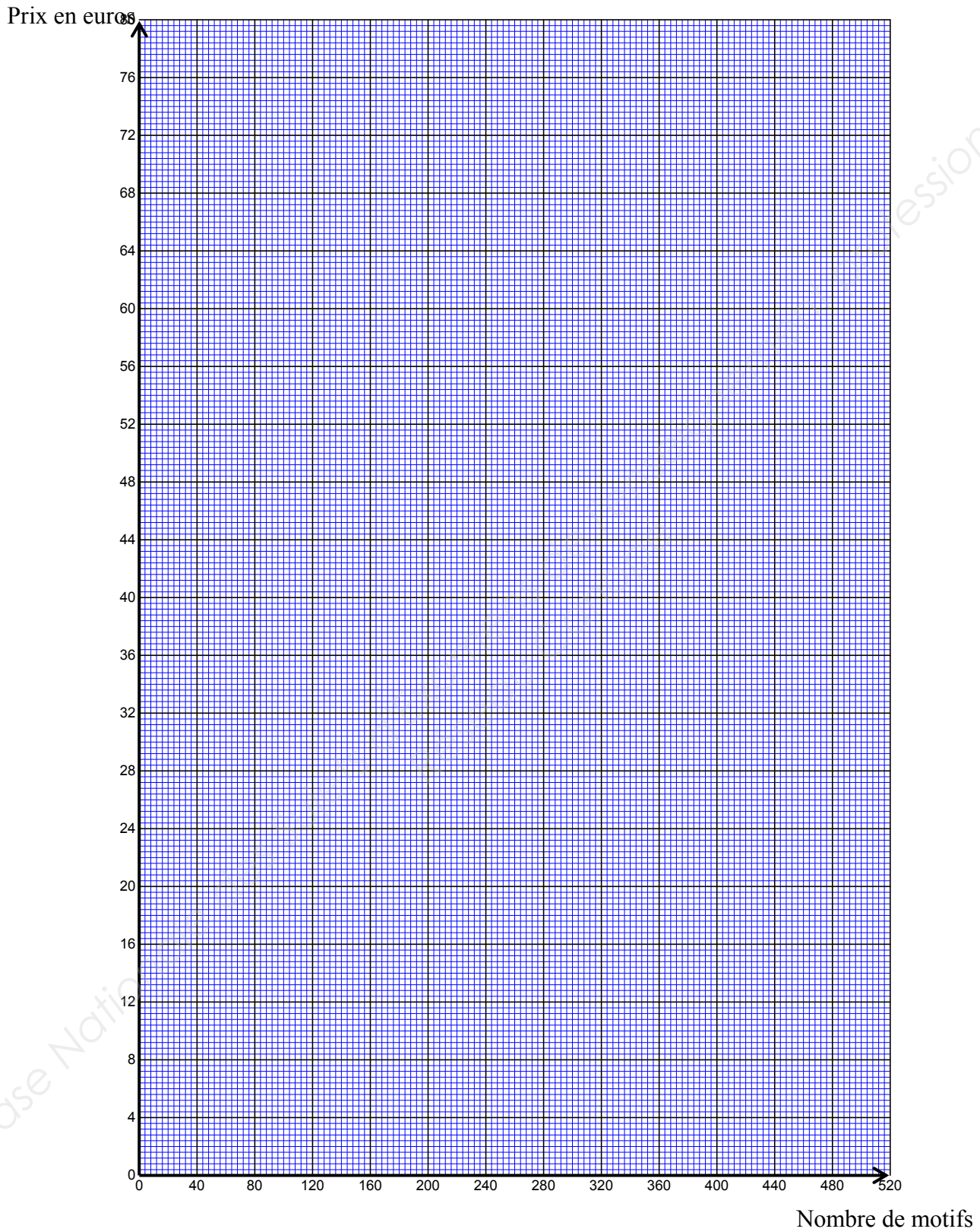


Le schéma n'est pas à l'échelle

BREVET DES METIERS D'ART : BRODERIE			
SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 11 sur 13

ANNEXE 2 à rendre avec la copie

Exercice 2



BREVET DES METIERS D'ART : BRODERIE			
SUJET	Durée : 4 heures	Coefficient : 2	SESSION 2014
EPREUVE : MATHÉMATIQUES / SCIENCES PHYSIQUES			Page 12 sur 13

ANNEXE 3 à rendre avec la copie

Exercice 1 : chimie

Tableau 1 « zone de virage »

pH	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Couleur du Bleu de Bromothymol	JAUNE					Zone de virage		BLEU						
Couleur de la Phénolphtaléine	INCOLORE					Zone de virage		VIOLET						

Tableau 2 « coloration »

	Bleu de Bromothymol	Phénolphtaléine	pH	Nature de la solution
Solution 1	Bleu	Zone de virage		
Solution 2	Zone de virage	Incolore		
Solution 3	Jaune	Incolore		