



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

**Ce document a été mis en ligne par le Réseau Canopé
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 DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

SCIENCES PHYSIQUES

SESSION 2017

Durée 3 heures

coefficient 3,5

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

Il est conseillé, pour chaque exercice, de lire attentivement l'ensemble du sujet avant de commencer sa résolution.

Matériel autorisé :

Calculatrice conformément à la circulaire n°99-186 du 16/11/1999

Sont autorisées 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'imprimantes.

Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre. Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.

Tout autre matériel est interdit

*Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Ce sujet comporte 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10.*

*Document à rendre avec la copie :
Annexe page 10/10*

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 1/10

CHIMIE (40 points)

En 1929, deux chimistes allemands Walter Bock et Eduard Tschunkur réalisent la polymérisation du butadiène en utilisant le sodium métal comme catalyseur. Cependant, la synthèse à partir du sodium métal est très chère et la qualité du matériau obtenu est inférieure à celle du caoutchouc naturel (NR). En 1930, les deux chercheurs ont l'idée de remplacer 25 % de butadiène par un autre monomère, meilleur marché, le styrène. Le nouveau caoutchouc obtenu est appelé Buna-S (S comme Styrène).

Le SBR (Styrène-Butadiène Rubber) était né, avec de bonnes propriétés dont certaines supérieures au caoutchouc naturel (NR). Les premiers pneus dotés d'une bande de roulement en Buna-S ont été commercialisés en 1936.



EXERCICE 1 : FABRICATION ET IDENTIFICATION D'UN COPOLYMÈRE (24 POINTS)

Partie A : propriétés du styrène

Données :

Formule brute du styrène : C_8H_8

Masses molaires : $M_C = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$

Fiche toxicologique du styrène



STYRÈNE

Dangers

H226 – Liquide et vapeurs inflammables

H332 – Nocif par inhalation

H319 – Provoque une sévère irritation des yeux

H315 – Provoque une irritation cutanée

H361d – Susceptible de nuire au fœtus

H372 – Risque avéré d'effets graves pour les organes (appareil auditif)

Voie	Espèce	DL50 / CL50
Orale	Rat	1 000 – 5 000 mg.kg^{-1}
	Souris	316 mg.kg^{-1}
Inhalation	Rat	2 770 – 6000 ppm / 4h
	Souris	4 940 ppm / 2h
		2 230 ppm / 4h
Cobaye	5 200 ppm / 4h	

Volume molaire d'un gaz à la température de 20 °C et à la pression de 1 013 hPa : $V_m = 24 \text{ L.mol}^{-1}$.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 2/10

1. Écrire la formule semi-développée du styrène.
2. Calculer la masse molaire du styrène.
3. Comment prépare-t-on du styrène, à partir de l'éthylbenzène ?
4. À partir des données, citer deux précautions à prendre lorsque l'on manipule du styrène.
5. Donner la signification de DL50 pour le rat par voie orale.
6. Exprimer la CL50 du cobaye en $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Partie B : étude du copolymère Styrène Butadiène Rubber (SBR)

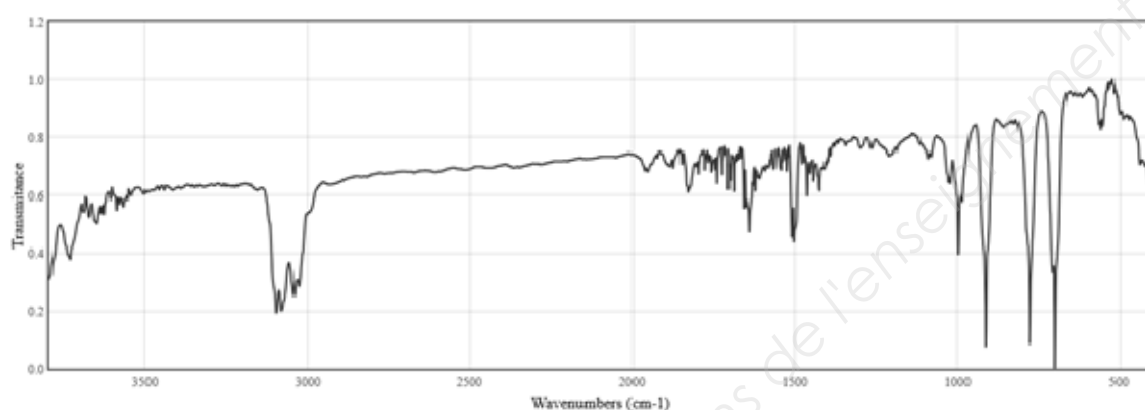


figure 1.a

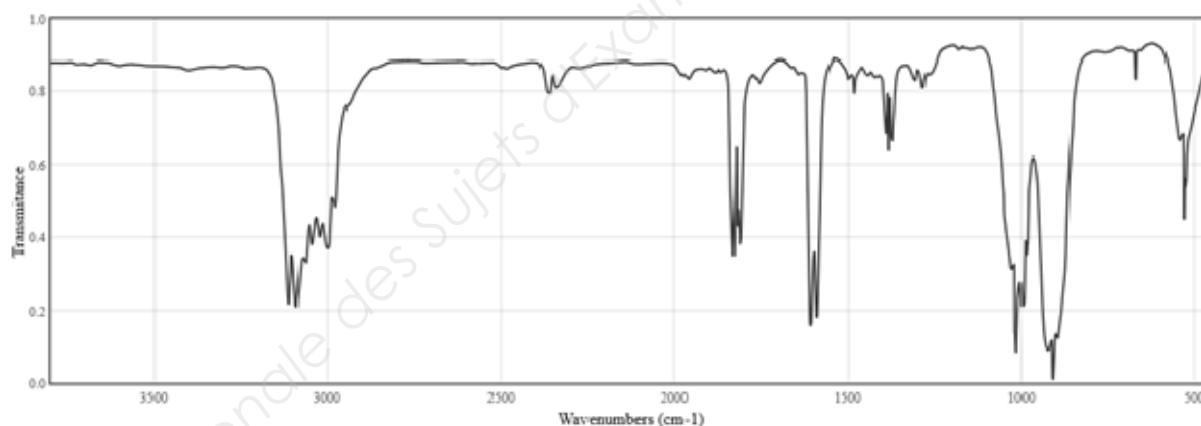


figure 1.b

Figure 1 : spectre infrarouge de deux molécules organiques

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 3/10

Groupe	Liaison	Nombre d'onde (cm ⁻¹)	Intensité
Alcènes	C = C	1675-1645	Moyenne
Aromatiques	C-H	3080-3030	Moyenne
HC=CH ₂ (vinyl)	C-H	3095-3075 3040-3010	Moyenne Moyenne
HC=CH ou C=CH alcènes	C-H	3040-3010	Moyenne
Aromatiques	C =C	1600 - 1450	Relativement faibles
-CH ₂ - alcanes	C-H	≅ 2925 ≅ 2850	Forte Moyenne à forte

Figure 2 : table de correspondance des fonctions organiques en spectroscopie infrarouge

1. Écrire la formule développée du buta-1,3-diène.
2. À l'aide de la table des nombres d'onde fournie ci-dessus, attribuez aux figures 1 et 2 les spectres infrarouges du styrène et celui du buta-1,3-diène. Justifier la réponse.
3. Le copolymère Styrène-Butadiène Rubber (SBR) est formé du monomère de styrène et du monomère de buta-1,3-diène.
 - 3.1. Donner la définition d'un copolymère.
 - 3.2. Écrire l'équation de polyaddition du Styrène-Butadiène Rubber (SBR).
4. Au moment de la polymérisation, les monomères peuvent s'agencer de plusieurs façons pour former le copolymère. Citer deux types de copolymères que l'on peut obtenir.
5. Qu'est-ce qu'un polymère isotactique (un schéma d'explication est possible) ?
6. La fabrication du (SBR) se fait par émulsion. Donner deux avantages et un inconvénient de cette technique.

EXERCICE 2 : ÉTUDE DES CARACTÉRISTIQUES DU COPOLYMÈRE STYRÈNE BUTADIÈNE RUBBER (SBR) (16 POINTS)

1. L'analyse enthalpique différentielle (Differential Scanning Calorimetry ou DSC) sert à étudier les transitions thermiques d'un polymère et peut permettre d'étudier la température de transition vitreuse d'un polymère.

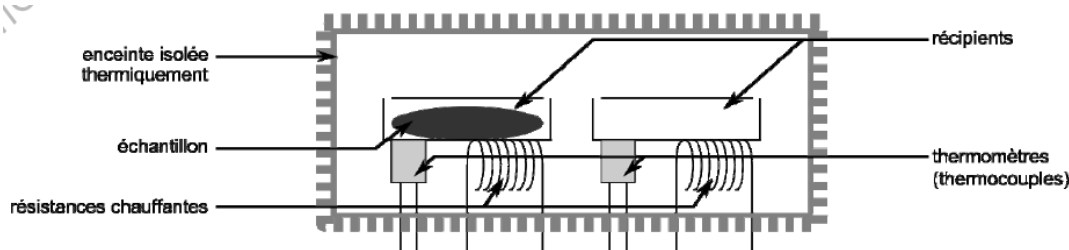
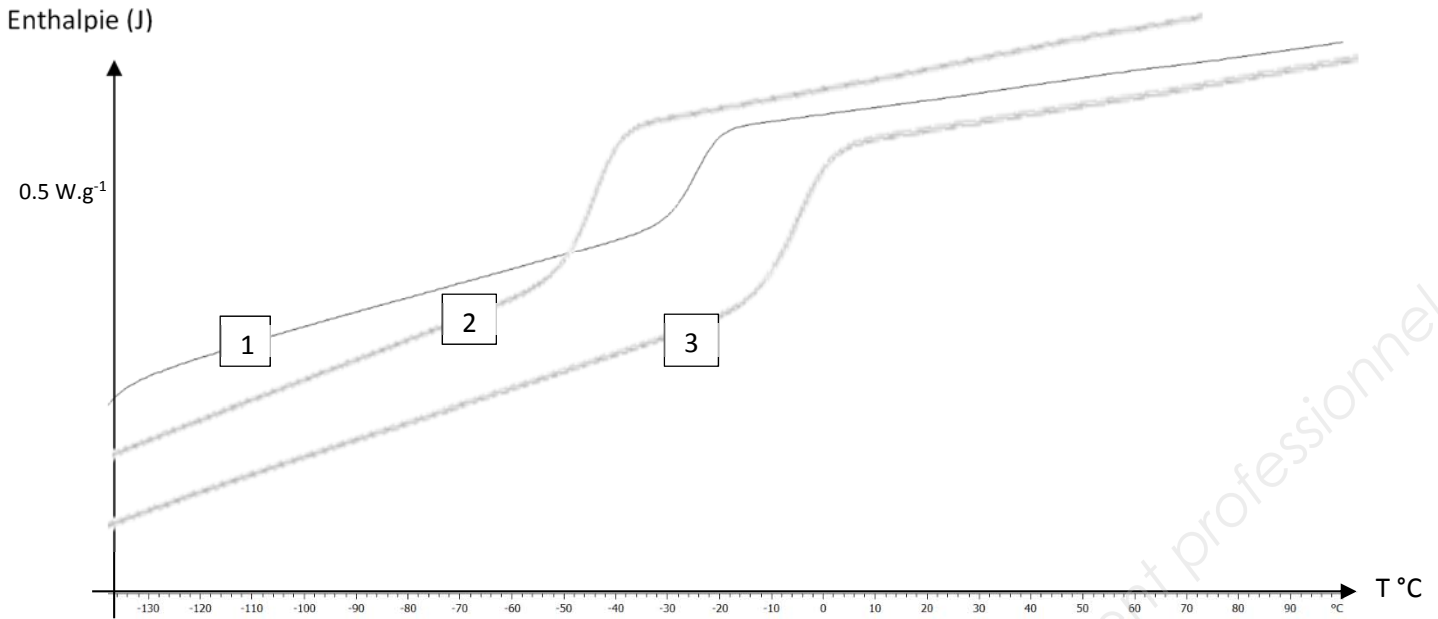


figure 3 : schéma du montage de l'analyse enthalpique différentielle

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 4/10



Axe des abscisses : température. Axe des ordonnées : différence d'enthalpie entre les deux récipients, témoin et référence.

figure 4 : mesures de différence d'enthalpie lors de la (DSC)

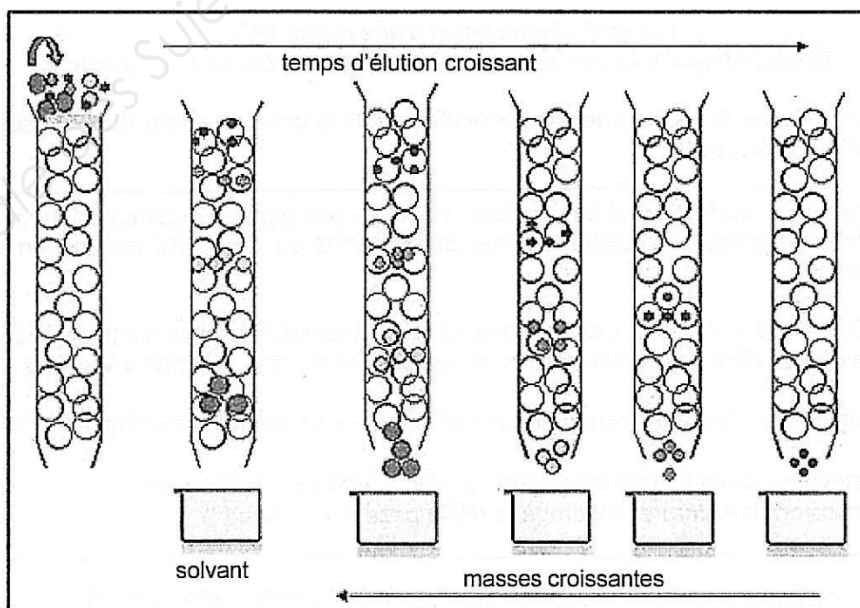
Les différents échantillons sont obtenus en ajoutant différents adjuvants ou additifs.

1.1. Donner la définition de la température de transition vitreuse T_g .

1.2. À partir du graphique, déterminer la valeur de la température de transition vitreuse T_g pour les trois échantillons.

1.3. À partir de quel (SBR) un pneu doit-il être fabriqué pour rouler par grand froid (température du pneu inférieure à 30 °C) ? Justifier la réponse.

2. La chromatographie stérique (SEC) est une méthode de chromatographie qui permet de séparer des macromolécules selon leur volume.



Principe de la chromatographie à exclusion stérique

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 5/10

2.1 Les macromolécules que l'on récupère en premier sont-elles les plus petites ou les plus grosses ?

2.2 L'analyse par (SEC) d'un échantillon de (SBR) donne les résultats suivants :

Mi (g/mol)	1,1x10 ⁷	9,0x10 ⁵	3,0x10 ⁵	1,3x10 ⁵	4,4x10 ⁴	1,4x10 ⁴
Xi=Ni/N	1,10x10 ⁻³	6,19x10 ⁻²	2,37x10 ⁻¹	3,05x10 ⁻¹	2,28x10 ⁻¹	1,67x10 ⁻¹

On donne : $\overline{M}_n = \sum X_i \times M_i$ avec M_i masse molaire de la fraction i et X_i fraction molaire de la fraction i .

2.2.1 Calculer la masse molaire moyenne \overline{M}_n en nombre de cet échantillon.

2.2.2 En déduire la valeur du degré de polymérisation moyen \overline{DP}_n .

2.2.3 Sachant que la masse molaire moyenne en masse est $\overline{M}_w = 1,1 \times 10^6 \text{ g.mol}^{-1}$, calculer l'indice de polydispersité de cet échantillon.

2.2.4 En déduire un qualificatif de la distribution des longueurs des macromolécules

3. Qualité du copolymère SBR

Données : $m_{PE} = 3,0189 \text{ g}$

$T_{HTBA} = 0,0112 \text{ mol.L}^{-1}$

$V_{\text{éq}} = 10,9118 \text{ mL}$

$V_b = 0,9690 \text{ mL}$

L'acidité totale du (SBR) peut être calculée en milliéquivalent par kilo (még.kg^{-1}).

Le SBR utilisé est conforme lorsque l'acidité totale est comprise entre 35,3 et 37,8 még.kg^{-1} .

Lors d'un contrôle qualité, on prélève un échantillon de (SBR).

Cet échantillon est mis en solution dans du toluène. La solution est ensuite dosée par une solution d'Hydroxyde de Tétrabutyl Ammonium (ou HTBA).

La teneur en acidité totale du SBR (en még.kg^{-1}) est donnée par la relation :

$$T_{\text{acidité}} = \frac{(V_{\text{éq}} - V_b) \times T_{HTBA} \times 1000}{m_{PE}}$$

Avec $V_{\text{éq}}$ le volume, en mL, de titrant versé à l'équivalence pour l'essai

V_b le volume, en mL, de titrant versé à l'équivalence pour le blanc

T_{HTBA} la concentration, en mol.L^{-1} , de la solution d'(HTBA)

m_{PE} la masse, en g, de la prise d'essai du (SBR).

3.1 Calculer la teneur en acidité totale de l'échantillon de (SBR).

3.2 L'échantillon de (SBR) est-il conforme ? Justifier la réponse.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 6/10

PHYSIQUE (20 points)

EXERCICE 1 : SÉCHAGE DU COPOLYMÈRE STYRÈNE BUTADIÈNE RUBBER (SBR) (5 POINTS)

Le (SBR) après polymérisation doit être séché. Divers procédés peuvent être utilisés.

Une des étapes possible consiste à utiliser un « Expander ». Cela consiste à extruder le produit au travers de multiples filières de quelques millimètres. Dans la vis, le SBR subit une montée en pression et en température. A la sortie des filières il se produit un « flash » : l'eau contenue dans le SBR s'évapore brutalement.

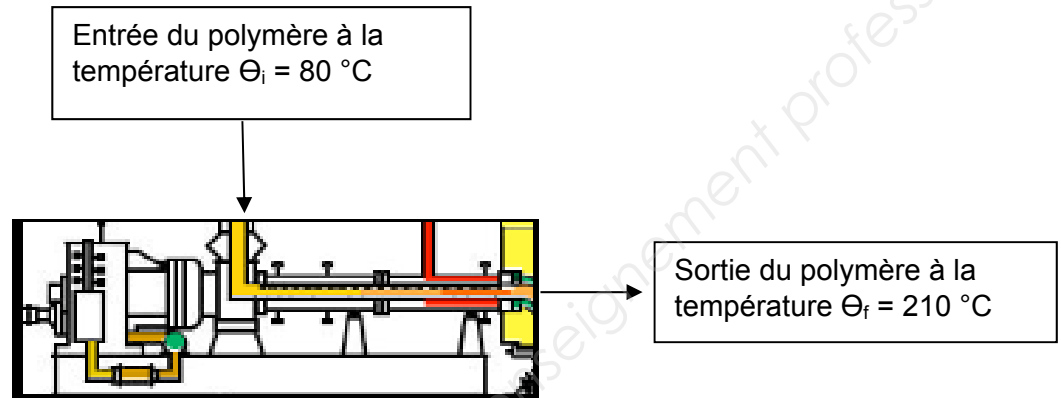


Figure 5 : représentation d'« Expander » d'après le site internet « www.andersonintl.net »

1. Le mélange de 65 kg arrive à l'entrée de l'expander à une température de $\Theta_i = 80 \text{ }^\circ\text{C}$. Sa température de sortie est de $\Theta_f = 210 \text{ }^\circ\text{C}$.

Calculer l'énergie à fournir pour que le mélange passe de $\Theta_i = 80 \text{ }^\circ\text{C}$ à $\Theta_f = 210 \text{ }^\circ\text{C}$.

On donne la capacité calorifique massique du SBR : $c_p = 1610 \text{ J.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

2. Convertir cette énergie en kilowattheure (kWh).

3. On souhaite que cette opération soit réalisée en 45 min. Calculer la puissance minimale développée par l'« Expander ».

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 7/10

EXERCICE 2 : ÉTUDE D'UN SPECTROPHOTOMETRE (15 POINTS)

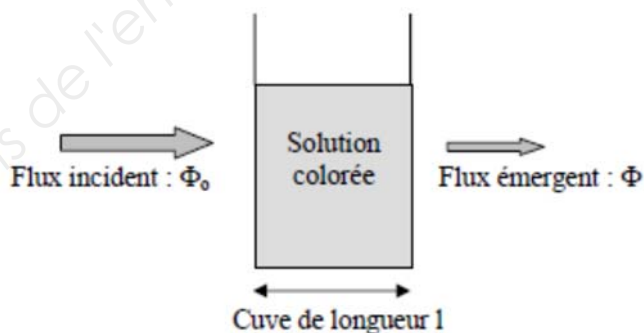
Lors d'une manifestation de tuning de voitures, on souhaite colorer un pneu en bleu. On utilise un colorant de couleur bleue que l'on étudie par spectrophotométrie.



figure 6 : concours de tuning d'après le site internet www.topito.com



figure 7 : présentation d'un spectrophotomètre



Partie A : étude de la lumière

1. Compléter la partie A du schéma en annexe à rendre avec la copie.

2. La lumière envoyée sur la cuve est une lumière monochromatique. Pour avoir une bonne sensibilité, il faut déterminer la longueur d'onde que la solution absorbe le plus, c'est-à-dire la longueur d'onde dont la teinte est complémentaire de celle de la solution.

Deux couleurs sont complémentaires lorsqu'elles donnent du blanc par addition.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES-EUROPLASTIC	SUJET	SESSION 2017
Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	Code : ILE3SP	Page : 8/10

<i>Couleurs primaires</i>	<i>Couleurs complémentaires</i>
Rouge (650 nm)	Cyan (vert - bleu) (500 nm)
Vert (550 nm)	Magenta (rouge violacé) (420 nm)
Bleu (480 nm)	Jaune (580 nm)

Quelle longueur d'onde faut-il choisir si l'on veut étudier une solution de couleur bleue ?

3. Pour une longueur d'onde de 580 nm, calculer l'énergie d'un photon.

Données : constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J.s
célérité dans le vide $c = 3,0 \times 10^8$ m.s⁻¹

Partie B : étude de la déviation au passage de la cuve

1. Le rayon incident issu du spectrophotomètre arrive perpendiculairement à la cuve comme le montre le schéma **de l'annexe question 1.1 partie B (annexe à rendre avec la copie).**

1.1 Schématiser la suite de la trajectoire du rayon à travers la cuve du spectrophotomètre

1.2 Le faisceau incident est-il dévié à la sortie de la cuve du spectrophotomètre?

2. En cas de dysfonctionnement, le faisceau n'arrive plus perpendiculairement à la cuve. Le rayon incident arrive avec un angle de 6,0° par rapport à la normale sur la cuve.

2.1 Calculer l'angle de réfraction après passage de la cuve (on admettra que la paroi de la cuve est suffisamment fine pour négliger la réfraction air - plexiglas).

Données : $n_{\text{solution}} = 1,49$
 $n_{\text{air}} = 1,0$

2.2 À la sortie de la cuve, le rayon est de nouveau dévié. Calculer l'angle de réfraction (on admettra que la paroi de la cuve est suffisamment fine pour négliger la réfraction plexiglas - air).

2.3 Comment sont les rayons d'entrée et de sortie de la cuve ? Vous pouvez compléter le schéma de **la feuille annexe partie B, question 2.3 que vous pouvez rendre avec la copie.**

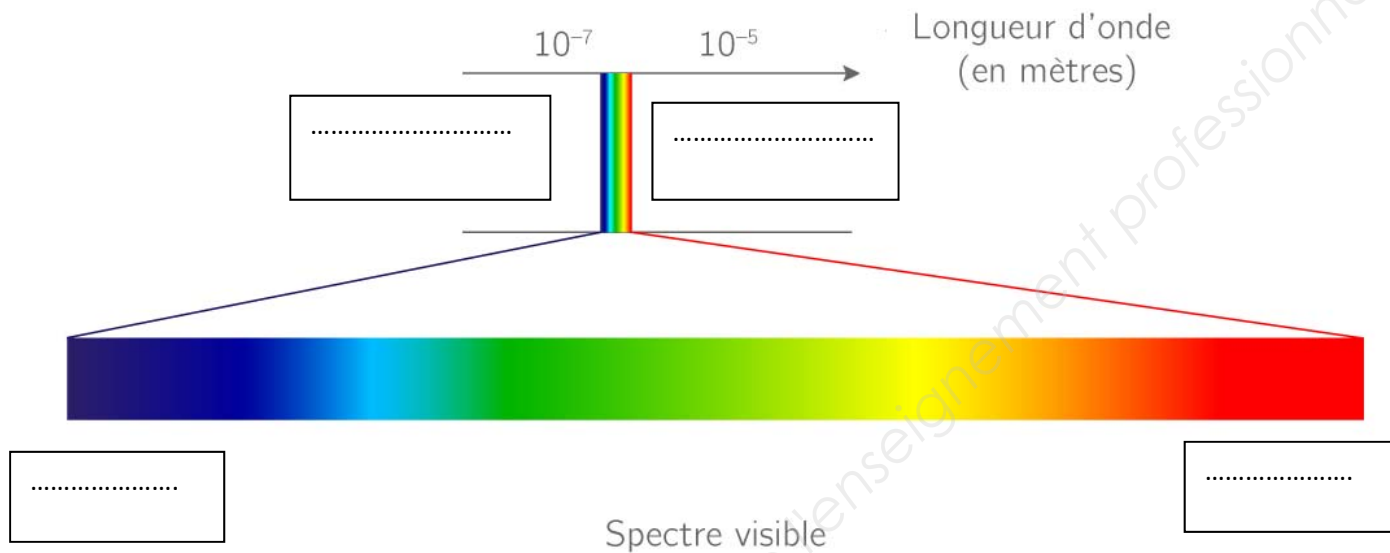
3. Si le rayon réfracté sort avec un angle supérieur à 10°, le spectrophotomètre ne donne plus d'informations. Donner l'angle maximal incident correspondant.

PHYSIQUE

Exercice 2 :

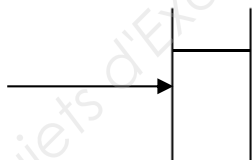
Partie A :

1.



Partie B :

1.1



2.3

