



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

Ce document a été numérisé par le **CRDP de Bordeaux** pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.

Campagne 2010

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES

SCIENCES PHYSIQUES APPLIQUÉES – U. 32

SESSION 2010

Durée : 2 heures

Coefficient : 1

Matériel autorisé :

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

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

Des données utiles sont fournies à la fin des exercices.

BTS INDUSTRIES DES MATÉRIAUX SOUPLES		Session 2010
Sciences physiques appliquées – U. 32	IMABSCA	Page : 1/6

Le candidat doit traiter 3 exercices.

Les exercices I et II sont obligatoires.

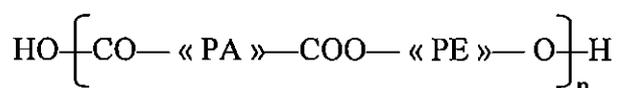
Le candidat traitera au choix l'exercice III ou l'exercice IV.

EXERCICE I : CHIMIE (7 points)

Une chaussure de tennis révolutionnaire, annoncée comme la plus technique du marché, a fait son entrée en juin 2007 à Roland Garros. Elle associe plusieurs technologies innovantes, dont un système qui répond à la perfection aux attentes des joueurs.

Ce système inégalé, de propulsion et de maintien, est obtenu grâce à l'utilisation du Pebax®, polymère capable d'apporter à la fois légèreté, flexibilité et résilience (résistance à la flexion par choc). Le Pebax® est un polymère de la famille des « polyéthers bloc amide » et peut être facilement mélangé à d'autres polymères.

1. Le Pebax® est constitué d'une alternance de blocs polyéther (PE) et polyamide (PA) (que l'on ne cherche pas à expliciter dans cette question 1.), séparés par des fonctions esters. Il peut être représenté par la formule :



Il est obtenu à partir de deux polymères portant des groupements fonctionnels aux extrémités et dont les formules sont les suivantes :



- 1.a. Recopier ces deux formules en donnant la forme développée des groupements présents aux extrémités. Préciser la nature de chacune des deux fonctions.
- 1.b. Repérer le groupe fonctionnel ester dans la formule de la molécule de Pebax® et expliciter les liaisons autour de l'atome de carbone concerné.
- 1.c. Donner le nom de ce type de polymérisation permettant d'obtenir le Pebax®. Justifier.
2. Le polyamide (PA) présent dans le Pebax® a pour formule :



2.a. Écrire la formule développée du motif représenté ci-dessus.

2.b. Nommer le groupe fonctionnel qui apparaît en gras.

2.c. Ce motif a été obtenu à partir d'une réaction entre une diamine et un diacide. Déterminer la formule semi-développée de chacun de ces deux réactifs.

2.d. Définir le degré de polymérisation n .

2.e. Calculer la masse molaire moyenne du polyamide (PA) pour un degré de polymérisation $n = 15$.

Données : masses molaires atomiques :

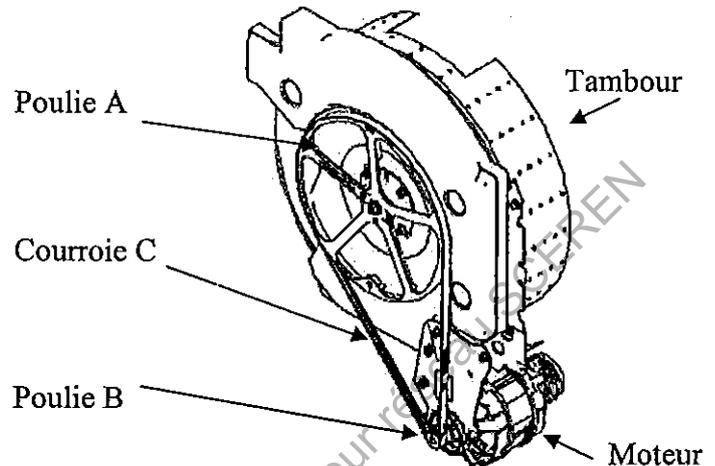
- Carbone : $M_C = 12 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Hydrogène : $M_H = 1 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Oxygène : $M_O = 16 \text{ g.mol}^{-1}$;
- Azote : $M_N = 14 \text{ g.mol}^{-1}$.

EXERCICE II : MÉCANIQUE ET THERMODYNAMIQUE (7 points)

Les questions 1 et 2 sont indépendantes.

Une entreprise utilise une machine à laver séchante. Le schéma ci-dessous représente en perspective le tambour de cette machine entraînée par sa poulie, ainsi que le moteur et sa poulie.

La poulie A, de rayon $R_A = 15,0$ cm est solidaire du tambour. Elle est entraînée par une courroie C reliée à une poulie B, de rayon $R_B = 6,00$ cm, solidaire du moteur M qui commande l'ensemble. Les mouvements s'effectuent sans glissement.



- La fréquence de rotation du tambour pendant l'essorage est réglée à $n = 1000$ tr.min⁻¹ compte tenu de la nature du linge.
 - Calculer la vitesse angulaire de rotation ω_A de la poulie A en rad.s⁻¹.
 - Montrer que la valeur de la vitesse linéaire d'un point de la courroie C est $v = 15,7$ m.s⁻¹.
 - Calculer la vitesse angulaire de rotation ω_B de la poulie B et en déduire la vitesse angulaire de rotation ω_M du moteur en rad.s⁻¹ puis sa fréquence de rotation en tr.min⁻¹.
 - En supposant les vitesses constantes, indiquer la nature du mouvement d'un point de la courroie :
 - entre les poulies ;
 - en contact avec l'une des poulies.
- Le séchage du linge s'obtient par élévation de la température de l'eau jusqu'à 100 °C, puis vaporisation à 100 °C. Le linge est initialement imprégné d'eau à 19 °C dont la masse est $m = 4,00$ kg. Le réglage de la fonction sèche-linge permet d'obtenir pour ce séchage une énergie thermique utile de valeur $E = 1,20 \times 10^7$ J.
 - Montrer que l'énergie thermique nécessaire pour élever la température de l'eau imprégnant le linge de 19 °C à 100 °C, a pour valeur $Q_1 = 1,35 \times 10^6$ J.
 - Calculer l'énergie thermique Q_2 nécessaire pour vaporiser l'eau imprégnant le linge à 100 °C.
 - En déduire l'énergie thermique Q_T nécessaire pour sécher totalement le linge humide initialement à 19 °C.
 - Le linge est-il totalement sec à l'issue de ce cycle de séchage ?

Données :

- capacité thermique massique de l'eau à l'état liquide : $c_e = 4,18 \times 10^3$ J.°C⁻¹.kg⁻¹ ;
- chaleur latente de vaporisation de l'eau : $L_v = 2,26 \times 10^6$ J.kg⁻¹ ;
- énergie thermique échangée lors :
 - d'une variation de température : $Q = m \times c \times (\theta_f - \theta_i)$,
 - d'un changement d'état (liquide → vapeur) $Q = m \times L_v$.

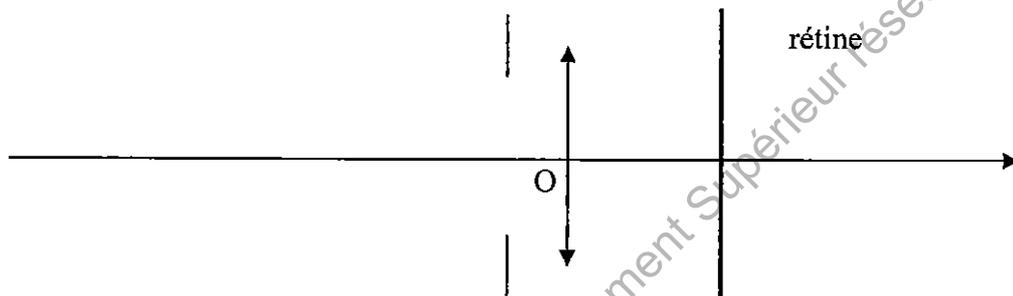
EXERCICE III : OPTIQUE (6 points)

Les 3 questions sont indépendantes.

L'œil est un système optique complexe qui peut être simplement modélisé par un diaphragme (l'iris), une lentille convergente (le cristallin) et une plaque sensible (la rétine).

Le cristallin est assimilable à une lentille convergente de distance focale variable pour réaliser l'accommodation de l'œil (adaptation de la vision en fonction de la position de l'objet observé).

Lorsqu'un objet est placé à une distance supérieure à 60 m, l'œil peut voir nettement sans accommodation (les objets sont considérés « à l'infini »).



1. Une source monochromatique émet une radiation de fréquence $N = 6,90 \times 10^{14}$ Hz.

1.a. Calculer la valeur de la longueur d'onde λ de cette radiation dans l'air (ou le vide).

1.b. Est-ce une radiation visible pour l'œil humain ?

Justifier, sachant que les radiations visibles ont des longueurs d'onde comprises entre 400 nanomètres et 750 nanomètres.

2. Pour l'œil modélisé, on considère que la distance entre le centre optique O de la lentille (modélisant le cristallin) et la rétine (où se forme l'image) est égale à 15 millimètres.

Un objet AB a pour image rétinienne A'B'.

Le point A est situé sur l'axe optique en avant du centre optique.

Un spectateur observe du fond de la salle un défilé de mode.

Il est situé à 70 mètres d'un décor de hauteur $h = 2,50$ m, placé sur scène.

2.a. Donner les valeurs algébriques \overline{OA} et $\overline{OA'}$.

2.b. Calculer la distance focale de l'œil modélisé en utilisant la formule de conjugaison. Le résultat est-il cohérent avec le texte introductif de la question 2 ci-dessus ? Justifier.

2.c. Calculer le grandissement γ du système optique modélisant l'œil.

2.d. En déduire la taille A'B' de l'image rétinienne du décor.

3. L'image se forme sur la rétine. Grâce à des photorécepteurs appelés **cônes**, le cerveau synthétise une impression colorée. Les cônes sont de trois types : rouge, vert et bleu. En faisant varier les quantités de rouge, vert et bleu de la lumière arrivant dans l'œil, on peut donner au cerveau des impressions de toutes les couleurs visibles.

3.a. Quel type de synthèse réalise l'œil pour percevoir les couleurs ?

3.b. Sur le décor observé, il y a aussi un soleil jaune, un ciel bleu ainsi qu'un nuage blanc. Recopier et compléter le tableau ci-après :

Objet	Couleur(s) primaire(s) (Rouge, Vert, Bleu) diffusée(s) par l'objet
Décor vert	
Soleil jaune	
Ciel bleu	
Nuage blanc	

3.c. De quelle couleur, un spectateur privé de l'usage de ses cônes verts, perçoit-il le nuage blanc ?

Données :

● longueur d'onde : $\lambda = \frac{c}{N}$;

● célérité de la lumière dans le vide et l'air : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$;

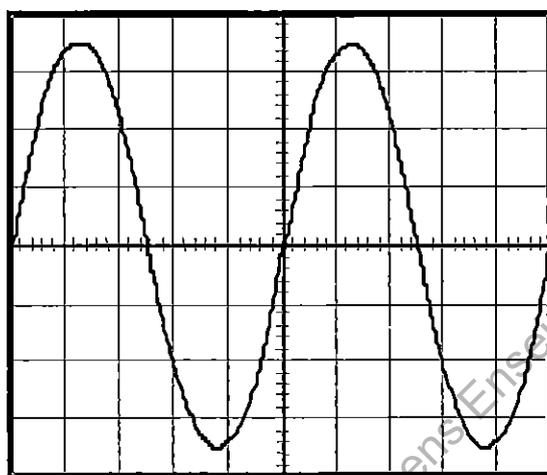
● formule de conjugaison avec origine au centre optique O :

$$\frac{1}{OA'} - \frac{1}{OA} = \frac{1}{OF'}$$

EXERCICE IV : ÉLECTRICITÉ (6 points)

Un transformateur monophasé, considéré comme parfait, est alimenté par le réseau EDF 230V, 50 Hz. Son primaire comporte un nombre de spires $N_1 = 256$. On branche aux bornes du secondaire un oscilloscope afin d'étudier la tension u_2 délivrée par ce transformateur à ses bornes.

1. Représenter sur la copie le schéma du transformateur, en y faisant apparaître les tensions primaire et secondaire $u_1(t)$ et $u_2(t)$, ainsi que le branchement de l'oscilloscope.
2. Quel appareil doit-on utiliser pour mesurer la valeur efficace U_2 de la tension secondaire $u_2(t)$? Doit-il être réglé en position « AC » ou « DC » ?
3. L'oscillogramme permettant d'étudier la tension $u_2(t)$ aux bornes du secondaire est le suivant :



Réglages de l'oscilloscope :

- sensibilité verticale : 20 V/div ;
- vitesse de balayage : 4 ms/div.

3.a. Calculer la valeur maximale \hat{U}_2 et vérifier que la valeur efficace U_2 de la tension secondaire $u_2(t)$ est $U_2 = 49$ V.

3.b. Calculer la période T , la fréquence f et la pulsation ω de la tension secondaire $u_2(t)$.

3.c. La valeur du rapport de transformation m du transformateur est-elle égale, supérieure ou inférieure à 1 ?

Calculer la valeur de m .

3.d. Calculer le nombre de spires N_2 du secondaire.

4. On alimente, grâce à ce transformateur considéré comme parfait, un moteur alternatif monophasé qui est parcouru par un courant d'intensité efficace $I_2 = 4,0$ A, sans modification de la tension secondaire.

Calculer :

4.a. la puissance apparente S de ce moteur ;

4.b. son facteur de puissance $\cos \varphi$, sachant que la puissance active est $P = 92$ W ;

4.c. l'intensité efficace I_1 du courant appelé par le primaire du transformateur.