



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

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**PEINTURES, ENCRE, ET ADHÉSIFS****SCIENCES PHYSIQUES**

Durée : 3 h 00

Coefficient : 3

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

CALCULATRICE AUTORISÉE

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.

**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.**

Documents à rendre avec la copie :

Annexepage 8/10

Annexepage 10/10

Chimie générale et minérale (22 points)

Au cours d'une transformation chimique, l'énergie du système chimique est modifiée et un échange d'énergie a lieu avec le milieu extérieur. L'énergie chimique relative à la transformation peut être convertie en énergie thermique, mécanique, électrique ou lumineuse. Au cours d'une réaction nucléaire, c'est l'énergie de cohésion du noyau atomique qui est mise en jeu.

Cette partie du sujet est consacrée aux processus d'échange et de conversion d'énergie en chimie. Elle est constituée de trois exercices totalement indépendants.

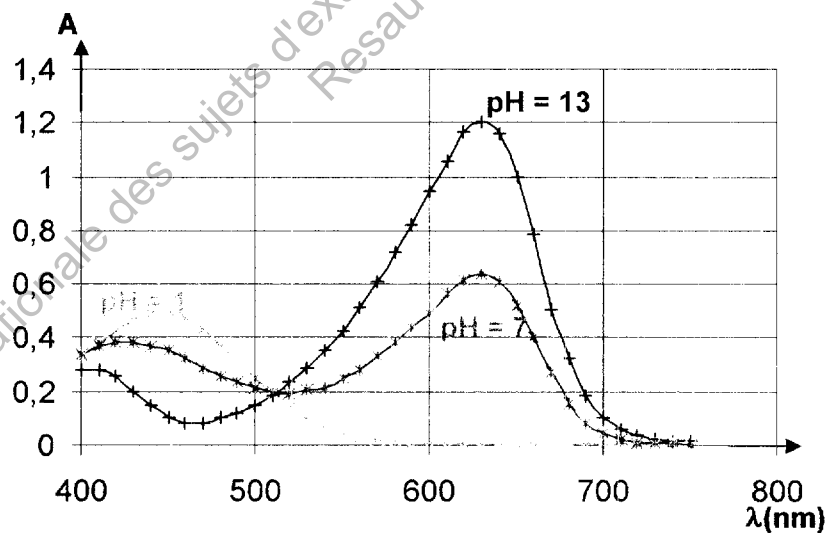
A. Conversion de l'énergie d'excitation en énergie lumineuse (7 points)

Données : Constante de Planck $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J.s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ J}$;
 Célérité de la lumière dans le vide $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$

1. En utilisant les couleurs suivantes : **rouge, bleu, jaune, violet, orangé et vert**, représenter l'étoile des couleurs correspondant au spectre du **visible** et attribuer à ces couleurs les valeurs des longueurs d'onde correspondantes parmi celles-ci : **400 nm, 800 nm, 500 nm, 600 nm, 450 nm et 630 nm**.

2. Absorbance d'un indicateur coloré : le bleu de bromothymol (BBT)

L'absorbance d'une solution de bleu de bromothymol de concentration égale à $3 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ à différents pH est donnée par le diagramme suivant :



Spectre d'une solution de BBT à $3 \times 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$

2.1. Donner l'expression de la loi de BEER-LAMBERT et expliciter les grandeurs de cette expression.

2.2. La cuve utilisée a une longueur $\ell = 1,0 \text{ cm}$; calculer le coefficient d'absorption molaire du bleu de bromothymol à pH = 13 pour une longueur d'onde de 630 nm (correspondant au maximum d'absorption).

2.3. Quelle couleur peut-on prévoir pour les deux formes du bleu de bromothymol à pH = 1 et pH = 13, connaissant leurs longueurs d'onde d'absorption maximale, respectivement 450 nm et 630 nm ?

2.4. On étudie le maximum d'absorption à 630 nm.

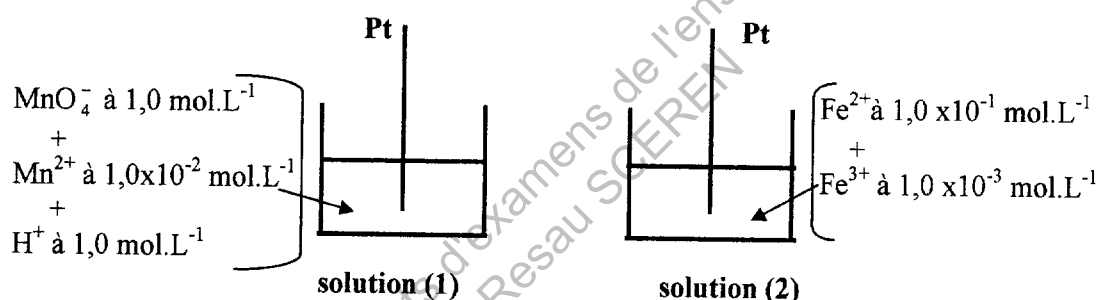
2.4.1. Que se passe-t-il du point de vue énergétique lorsqu'un atome absorbe un photon ? Faire un schéma simplifié. On notera E_1 le niveau d'énergie de l'atome avant l'absorption du photon.

2.4.2. Calculer, en joules et en électron-volts, l'énergie du photon dont la longueur d'onde est de 630 nm.

B. Conversion de l'énergie chimique en énergie électrique (9 points)

Données : $E^\circ(\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}) = 1,51 \text{ V}$ $E^\circ(\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}) = 0,77 \text{ V}$.
 dans tout cet exercice, on pose $(RT/nF) \text{Ln}(x) = (0,06 / n) \log(x)$

On considère les deux demi - piles suivantes :



1. On réalise une pile à l'aide de ces deux demi-piles en les reliant par un pont salin. La pile constituée alimente un circuit électrique comprenant une résistance $R = 10 \text{ ohms}$.

1.1. Qu'est ce qu'un pont salin ? Donner un exemple.

1.2. Étude de la pile

1.2.1. Indiquer les couples rédox associés aux demi-piles données ci-dessus et écrire les demi-équations associées à ces couples.

1.2.2. Calculer le potentiel de chaque électrode et en déduire la polarité de la pile.

1.2.3. Faire un schéma complet de la pile en précisant la cathode et l'anode.

1.2.4. Donner les réactions qui se produisent aux électrodes et en déduire la réaction globale qui traduit le fonctionnement de la pile.

1.3. Calculer la force électromotrice e de cette pile au temps $t = 0$ de la réaction.

2. Sous quelle forme est convertie l'énergie électrique produite dans la pile lorsqu'on relie une résistance entre les deux bornes de la pile ?

C. Énergie de cohésion du noyau d'un atome**(6 points)**

« Le chlore a 13 isotopes avec des nombres de masse s'étendant de 31 à 43. Seulement trois de ces isotopes existent à l'état naturel : le ^{35}Cl stable (75,77 %), le ^{37}Cl stable (24,23 %) et le ^{36}Cl radioactif.

Le « chlore 36 » (^{36}Cl) se désintègre essentiellement en « argon 36 » (^{36}Ar). La demi-vie du ^{36}Cl est de 301×10^3 ans. Cette valeur le rend approprié pour dater géologiquement les eaux souterraines sur une durée de soixante mille à un million d'années. »

Extrait d'un article d'encyclopédie

Données :

- Relation entre le temps de demi-vie $t_{1/2}$ et la constante radioactive λ : $t_{1/2} = \frac{\ln 2}{\lambda}$
- $1 \text{ an} = 3,156 \times 10^7 \text{ s}$; $1 \text{ MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{ J}$
- Célérité de la lumière dans le vide : $c = 2,99795 \times 10^8 \text{ m.s}^{-1}$

- Masse et numéro atomique (ou nombre de charge) de quelques particules et noyaux:

Particule	proton	neutron	chlore 36	argon 36
Masse (10^{-27} kg)	1,67262	1,67492	59,71128	x
Z	1	0	17	18

1. Dans le texte ci-dessus, l'auteur indique des valeurs 35 et 37 pour les isotopes stables du chlore.

Que désignent précisément ces valeurs pour un noyau de chlore ?

2. Définir le terme « isotope ».

3. Donner la constitution du noyau de « chlore 36 » et son symbole complet.

4. En vous servant de la constitution du noyau du « chlore 36 », calculer le défaut de masse Δm de ce noyau. En déduire, en MeV, l'énergie de cohésion E_c d'un noyau de « chlore 36 ». Exprimer le résultat final avec quatre chiffres significatifs.

5. Le texte évoque la réaction de désintégration d'un noyau de « chlore 36 ».

Écrire l'équation de cette réaction, en indiquant :

- les lois utilisées ;
- le type de radioactivité mise en jeu.

6. Donner la définition du temps de « demi-vie » $t_{1/2}$ du « chlore 36 ».

7. Calculer la constante radioactive de l'isotope de « chlore 36 » en respectant l'unité de base du système international.

Chimie organique et polymères (14 points)

A. Chimie organique

(9 points)

Données : masses molaires atomiques

$$M(\text{H}) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{C}) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1} \quad M(\text{O}) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$$

Soit un composé organique $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$ de masse molaire $74,0 \text{ g.mol}^{-1}$.

1. Déterminer sa formule brute connaissant sa composition centésimale:

$$\% \text{ C} = 64,9 \quad \% \text{ H} = 13,6$$

2. Isomères

2.1. Donner les différents isomères correspondants à cette formule. De quel type d'isomérisation s'agit-il ?

2.2. Quels sont, parmi ces isomères, ceux qui possèdent une activité optique ? Justifier.

3. Réactivité

3.1. Quel est, parmi ces isomères, celui que l'on obtiendrait par hydratation anti-Markovnikov du but-1-ène $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$? Quel est le nom de cette réaction et à quelle famille de réactions appartient-elle ?

3.2. L'oxydation, par le permanganate de potassium ($\text{K}^+ \text{MnO}_4^-$) concentré à chaud, du but-1-ène conduit à deux composés. Donner les formules semi développées et les noms de ces composés.

3.3. Donner le nom et la formule du produit obtenu par oxydation, du but-1-ène, par le permanganate de potassium ($\text{K}^+ \text{MnO}_4^-$) dilué à froid.

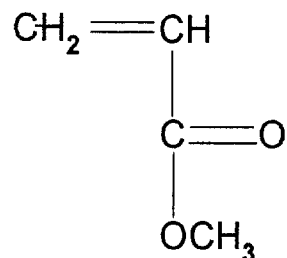
B. Polymères

(5 points)

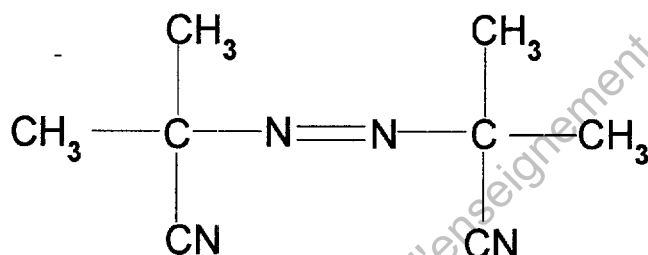
Un fabricant de polymère synthétise du polyacrylate de méthyle par polyaddition, en utilisant un procédé par émulsion. Pour réaliser cette polymérisation, il utilise :

- de l'eau,
- un tensioactif,
- de l'alcool polyvinylique (polymère soluble dans l'eau),

- de l'acrylate de méthyle :



- de l'AIBN (Azo-bis(isobutyronitrile)) :



1. Donner le motif constitutif du polyacrylate de méthyle.
2. Écrire le mécanisme réactionnel de ce type de polymérisation à partir des formules chimiques des produits utilisés.
3. Décrire le procédé industriel d'émulsion en expliquant le rôle des différentes matières premières utilisées.

PHYSIQUE**(24 points)****A. Le microscope****(14 points)**

Une société experte en colorimétrie utilise pour le dosage des couleurs des préparations pigmentaires sous forme de granulés. La dispersion des pigments est contrôlée au microscope. Un microscope est un instrument d'optique destiné à l'observation d'objets dont les dimensions sont de l'ordre du micromètre. Il est constitué de deux systèmes convergents, assimilés à des lentilles minces, associés selon leur axe principal : l'objectif et l'oculaire.

Caractéristiques du microscope :

Objectif L_1	Distance focale $f'_1 = 16,0$ mm
	Diamètre $D_1 = 8,0$ mm
	Grandissement $ \gamma_1 = 10$
Oculaire L_2	Distance focale $f'_2 = 50,0$ mm
	Grossissement commercial $G_2 = 5,0$
Grossissement commercial du microscope	$G = 50$
Intervalle optique	$\Delta = F'_1F_2 = 160$ mm
Pour faire la mise au point, déplacer l'ensemble constitué par les deux lentilles par rapport à l'objet étudié, d'abord à l'aide du bouton de commande de la crémaillère (réglage grossier) puis à l'aide de la vis micrométrique (réglage fin).	

1. Construction de l'image définitive $A'B'$:

Sur la figure 1 du document réponse à rendre avec la copie, on modélise:

- l'objectif par une lentille mince L_1 de centre optique O_1 et de distance focale f'_1 ,
- l'oculaire par une lentille mince L_2 de centre optique O_2 et de distance focale f'_2
- l'objet microscopique observé, placé perpendiculairement à l'axe optique de l'instrument, par un segment fléché AB.

1.1. Sur la figure 1, construire A_1B_1 , image de l'objet AB donnée par l'objectif.

1.2. Quel rôle joue cette image intermédiaire A_1B_1 pour l'oculaire ?

1.3. Où se trouve l'image définitive $A'B'$ de l'objet AB donnée par le microscope en considérant que la mise au point est réalisée? Justifier votre réponse.

1.4. Les rayons lumineux (1) et (2) tracés sur la figure 1 sont les limites extrêmes d'un faisceau issu du point B qui arrive sur l'objectif. La marche de ce faisceau entre les deux lentilles est hachurée. Représenter la marche de ce faisceau à la sortie de l'oculaire sur la figure 1. Le hachurer.

2. Observation d'un pigment.

L'objet observé est un pigment microscopique fixé sur une lamelle de verre pour préparation placée à 17,6 mm du centre optique de l'objectif.

La mise au point étant réalisée, l'œil normal de l'observateur placé au foyer image de l'oculaire voit l'image définitive A'B' de l'objet AB donnée par l'appareil.

2.1 Position et taille de l'image intermédiaire et de l'image définitive.

2.1.1 Appliquer la relation de conjugaison des lentilles minces pour déterminer la position de l'image intermédiaire A_1B_1 en calculant $\overline{O_1A_1}$. Montrer que $\overline{O_1A_1} = 176$ mm.

2.1.2 Comparer la position du point A_1 à celle du point F_2 (foyer principal objet de L_2).

2.1.3 Où se forme l'image définitive A'B' ? Justifier votre réponse (aucun calcul n'est demandé).

2.1.4 Le diamètre AB du pigment est de l'ordre de 50 μm ($1 \mu\text{m} = 1 \times 10^{-6}$ m). Déterminer par le calcul la taille de l'image intermédiaire A_1B_1 .

2.2 Diamètre apparent :

Par convention, la distance minimale de vision distincte pour l'œil normal vaut $d_m = 25$ cm (Punctum Proximum).

2.2.1 Donner la définition du diamètre apparent d'un objet.

2.2.2 Calculer le diamètre apparent α de ce pigment lorsque l'objet est placé à la distance d_m de l'œil. Exprimer α en radian.

2.2.3 Un œil normal n'est capable de distinguer deux points que s'ils sont vus sous un diamètre apparent au moins égal à $3,0 \times 10^{-4}$ rad. Ce pigment est-il visible à l'œil nu ? Justifier.

2.3 Grossissement du microscope.

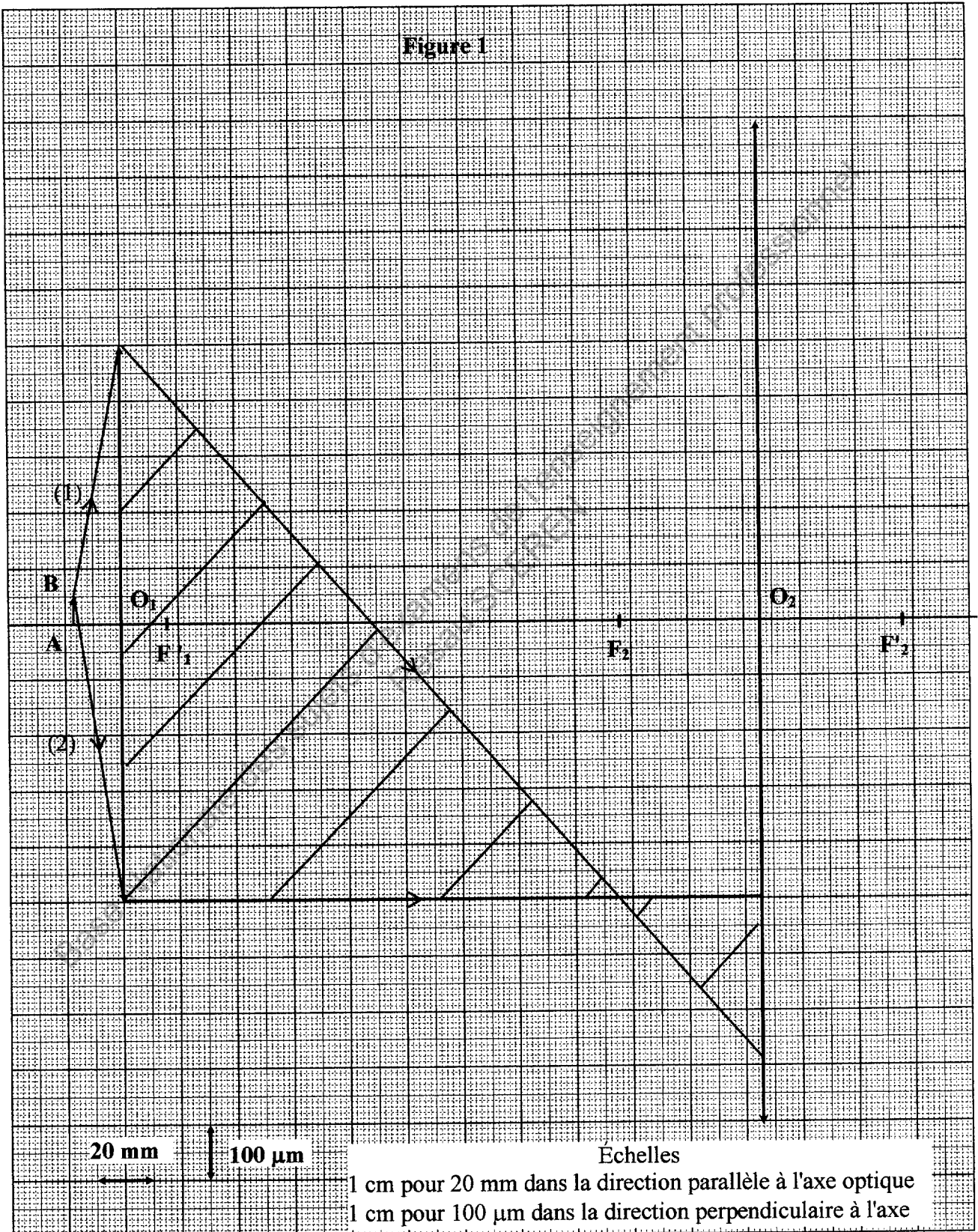
2.3.1 On définit par α' l'angle délimité par l'axe optique et le rayon issu de B_1 passant par O_2 . Exprimer l'angle α' sous lequel est vue l'image A'B' à travers le microscope en fonction de f'_2 et de A_1B_1 . Calculer α' (en radian).

2.3.2 Le grossissement commercial G du microscope est défini par : $G = \alpha' / \alpha$ (α' et α en radian).

Calculer G dans les conditions d'observation décrites ci-dessus.

Document réponse
à rendre avec la copie

Figure 1



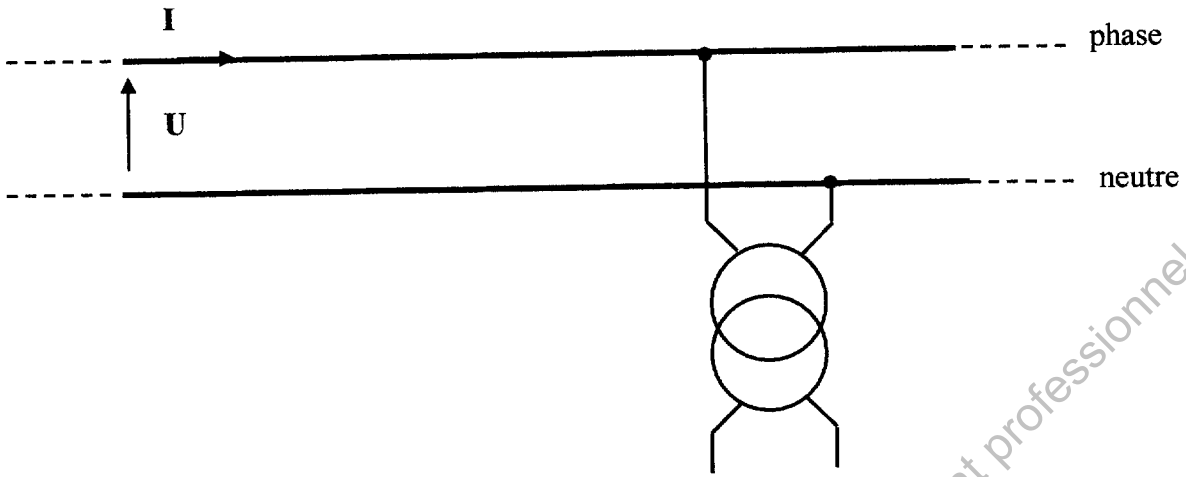
B. Étude du circuit électrique d'une piscine.**(10 points)**

L'installation électrique d'une piscine, alimentée par un réseau monophasé 230 V – 50 Hz, comporte :

- un moteur asynchrone monophasé entraînant la pompe de caractéristiques nominales :
 - Tension $U = 230 \text{ V}$
 - Puissance utile $P_u = 1,5 \text{ kW}$
 - Rendement $\eta = 0,78$
 - Intensité efficace $I_M = 12,8 \text{ A}$
- une résistance électrique utilisée pour réchauffer l'eau de la piscine :
 - $P_R = 3,0 \text{ kW}$ sous 230 V
- un transformateur supposé parfait:
 - 230 V / 24 V
 Les intensités efficaces seront notées I_{T1} (primaire) et I_{T2} (secondaire)
- deux lampes immergées (basse tension), alimentées par le transformateur, pour l'éclairage de l'eau du bassin:
 - $P_L = 300 \text{ W}$ (chacune) sous 24 V.

1. Compléter le schéma électrique de cette installation, dans la figure du document réponse à rendre avec la copie.
2. Calculer la puissance P_a reçue par le moteur. Déterminer le facteur de puissance $\cos \varphi_M$ du moteur seul.
3. Calculer l'intensité efficace I_R du courant circulant dans la résistance électrique.
4. Calculer les intensités efficaces I_{T1} et I_{T2} des courants circulant dans les enroulements du transformateur.
5. Tous les appareils fonctionnent simultanément. Calculer la puissance active totale P_{tot} et la puissance réactive totale Q_{tot} absorbées.
6. En utilisant la méthode de Boucherot, montrer que l'intensité efficace I du courant dans l'installation vaut $I = 26 \text{ A}$.

DOCUMENT RÉPONSE
À rendre avec la copie



Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Resau SCEREN