Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

GAPHYS

Session **2010**

Brevet de Technicien Supérieur

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

SCIENCES PHYSIQUES

*Durée : **2 heures***

*Coefficient : **1,5***

Calculatrice réglementaire autorisée.

Tout autre matériel est interdit.

Avant de composer, le candidat s'assurera que le sujet comporte bien 12 pages numérotées de 1/12 à 12/12.

Le sujet comporte deux parties indépendantes :
- **1ère partie : physique appliquée (pages 2/12 à 8/12)**
- **2ème partie : physique et chimie (pages 9/12 à 12/12)**

ATTENTION :

Le **DOCUMENT RÉPONSE** (pages 7/12 et 8/12) est fourni en double exemplaire, un exemplaire étant à remettre avec la copie ; l'autre servant de brouillon éventuel.

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

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

1ère PARTIE : PHYSIQUE APPLIQUÉE (10 points)

ÉNERGIES RENOUVELABLES

L'énergie est l'un des moteurs du développement des sociétés. La civilisation industrielle s'est bâtie autour de l'exploitation du charbon à la fin du XVIIIe siècle, puis du pétrole au milieu du XXe siècle, deux types d'énergies en voie d'épuisement donc considérées comme non renouvelables. L'émergence de nouveaux pays industrialisés, les besoins énergétiques en forte croissance ainsi que l'impact sur l'environnement et le climat des énergies fossiles obligent les pays et les individus à se tourner vers d'autres ressources énergétiques. L'énergie éolienne, l'énergie solaire, l'énergie hydraulique, la biomasse, la géothermie sont des énergies quasi inépuisables et n'ont en outre que peu d'effets négatifs sur l'environnement ; leur exploitation ne donne, en particulier, pas lieu à des émissions de gaz à effet de serre.

Le problème se propose d'étudier **deux systèmes** exploitant ces énergies renouvelables.

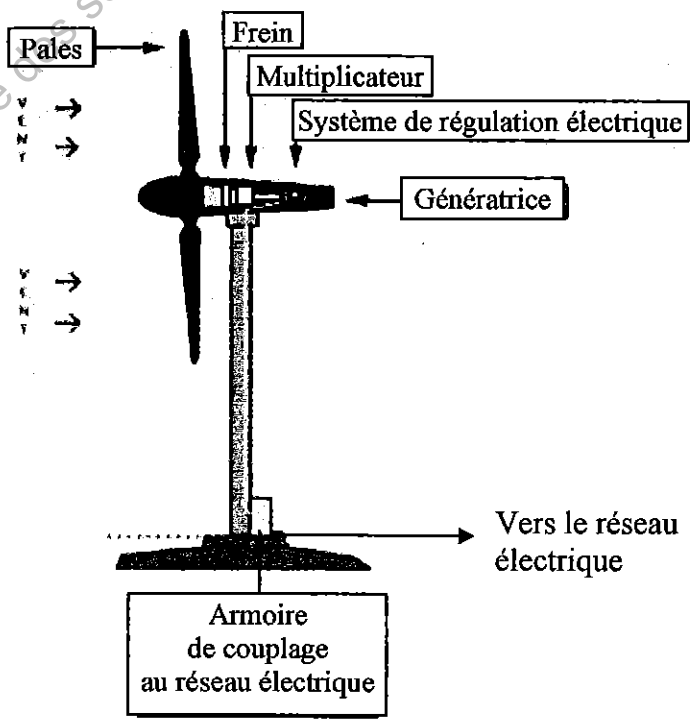
Base Nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

A) L'éolienne

Une éolienne permet de transformer l'énergie cinétique du vent en énergie électrique. Elle est constituée d'un mat au sommet de laquelle se trouve une nacelle équipée d'un **rotor à axe horizontal**, à trois pales mises en rotation par le vent. **L'énergie mécanique** ainsi produite est transformée en **énergie électrique** grâce à une **génératrice** placée dans la nacelle et couplée mécaniquement au rotor.

Les installations d'éoliennes se développent beaucoup sous forme de parcs éoliens.
Le « petit éolien », c'est à dire les éoliennes pour maisons individuelles, pour exploitations agricoles ou petites industries connaît aussi un essor vertigineux.

Principe de fonctionnement simplifié :



Le rotor de l'éolienne entraîne ici un **alternateur triphasé** à aimants permanents **couplé en étoile** de type **800 STK 6M**.
Il possède les caractéristiques techniques suivantes en régime de fonctionnement nominal :

800 STK 6M	unités	
Fréquence nominale	tr / min	350
Puissance électrique moyenne nominale (1)	W	98 974
Moment du couple nominal d'entrée nécessaire (1)	N.m	2 868
Rendement à puissance nominale (1)	%	94
Valeur efficace de l'intensité du courant à puissance nominale (1)	A	252,0
Valeur efficace de la tension simple à puissance nominale (1) (2)	V	133

(1) température ambiante 40°C, vent de 10 m/s
(2) le niveau de tension peut être adapté en fonction de l'application

Question A.1

1.1 Compléter le **document réponse figure 1** en plaçant les barrettes (liaisons électriques) sur la plaque à bornes de l'alternateur couplé en étoile.
Préciser les fils de phase et le neutre sur le schéma.

1.2 Déterminer la valeur efficace de la tension composée U du réseau triphasé obtenue en sortie de l'alternateur.

Question A.2

2.1 Déterminer la puissance mécanique de l'alternateur triphasé en régime nominal.

2.2 Calculer le facteur de puissance de l'alternateur dans les conditions nominales de fonctionnement.

Question A.3

3.1 En vous aidant de la documentation constructeur pour les alternateurs de la série 800 STK (**document annexe 1 figure 1**), déterminer, pour une fréquence de rotation du rotor de 175 tr/min (c'est-à-dire à mi-fréquence), la puissance électrique délivrée par l'alternateur.

3.2 En supposant le facteur de puissance égal à 0,985 et la valeur efficace de la tension simple aux bornes de la charge de 133V, déterminer la nouvelle valeur efficace I' de l'intensité du courant débité par l'alternateur.

3.3 La valeur du moment du couple d'entrée pour ce point de fonctionnement intermédiaire étant de 3 297 N.m, en déduire la puissance mécanique nécessaire au fonctionnement de l'alternateur à mi-fréquence.

3.4 En déduire le rendement η' de l'alternateur pour ce fonctionnement à mi-fréquence.

Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

B) Les panneaux solaires

Les panneaux solaires photovoltaïques, appelés modules solaires convertissent l'énergie lumineuse en énergie électrique.

Schéma de principe d'une installation photovoltaïque domestique connectée au réseau :

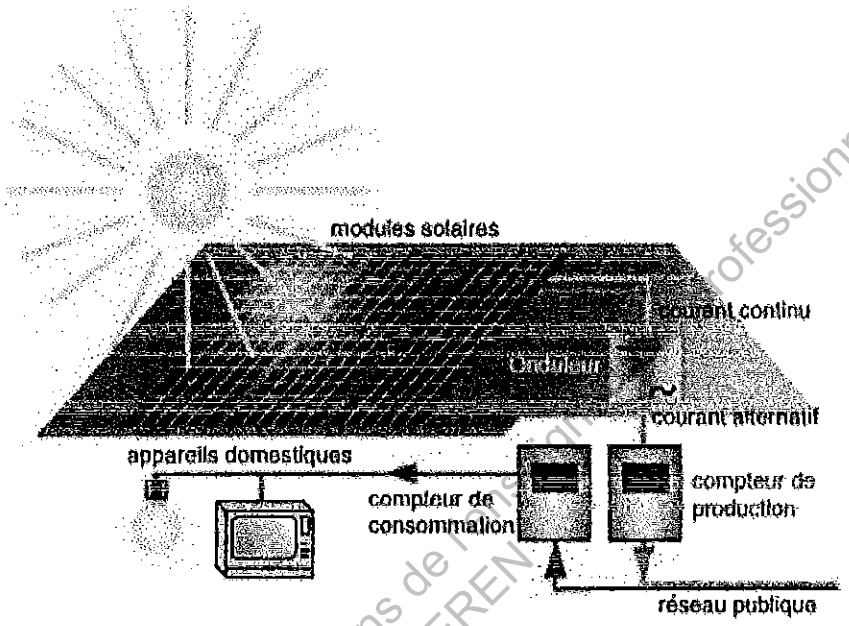
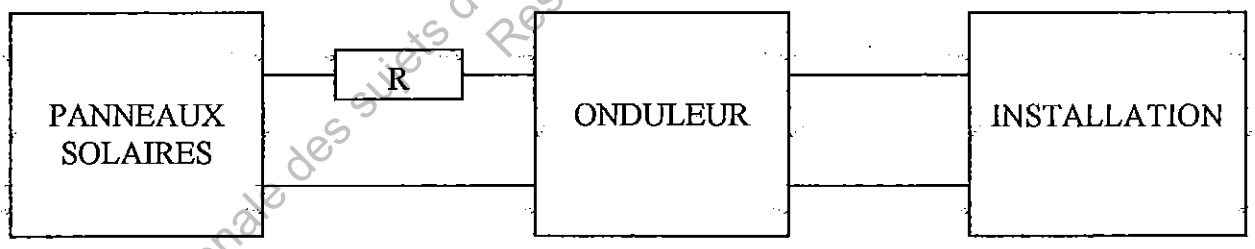


Schéma simplifié de l'installation :



R représente la résistance totale des conducteurs de liaison.

On s'intéressera d'abord au raccordement des panneaux solaires avant d'étudier l'onduleur autonome.

Question B.1

On veut dimensionner l'installation et ainsi déterminer le nombre de panneaux à placer sur le toit de la maison.

Caractéristiques d'un panneau solaire :

- Tension maximale : $U_P = 17{,}3$ V
- Puissance crête d'un panneau : $P_P = 70$ W

1.1 Calculer la valeur de l'intensité du courant I_P délivrée par un panneau solaire dans les conditions nominales de fonctionnement.

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

1.2 On désire obtenir une tension continue E = 230 V à l'entrée de l'onduleur. On considérera qu'il se produit une chute totale de tension ΔU = 10 V due à la résistance totale R des conducteurs. Déterminer le nombre de panneaux solaires à placer en série.

1.3 Que vaut l'intensité du courant I délivré par l'ensemble des modules solaires dans les conditions nominales de fonctionnement ? Justifier.

Question B.2 : Onduleur autonome

Le **document annexe 1 figure 2** donne le schéma de principe de l'onduleur autonome.

La valeur de E, tension délivrée par chacune des deux sources, vaut 230 V.

Les interrupteurs K_1 et K_2, supposés parfaits, sont commandés périodiquement et à tour de rôle. La fréquence de commande de ces interrupteurs est 50 Hz.

Sur l'intervalle [0 ; T/2] : K_1 est fermé et K_2 ouvert
Sur l'intervalle [T/2 ; T] : K_1 est ouvert et K_2 fermé

2.1 Quel composant électronique peut être utilisé comme interrupteur commandé K ?

2.2 Tracer sur le **document réponse figure 2** l'allure de la tension de sortie uc(t) en supposant la charge résistive.

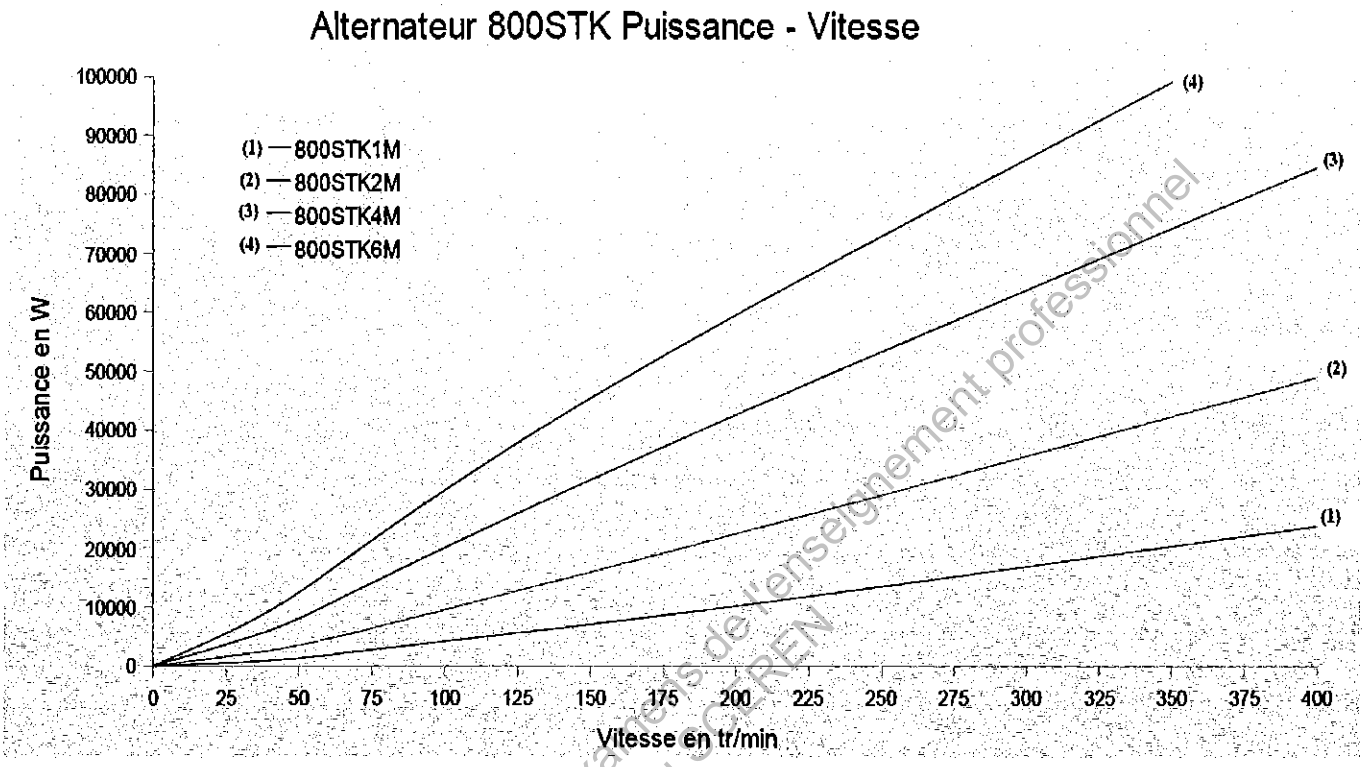
2.3 Calculer **en précisant la méthode**, la valeur efficace U_c de la tension de sortie de l'onduleur.

2.4 Préciser le type et la position (AC ou DC) de l'appareil permettant la mesure de cette valeur efficace U_c.

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

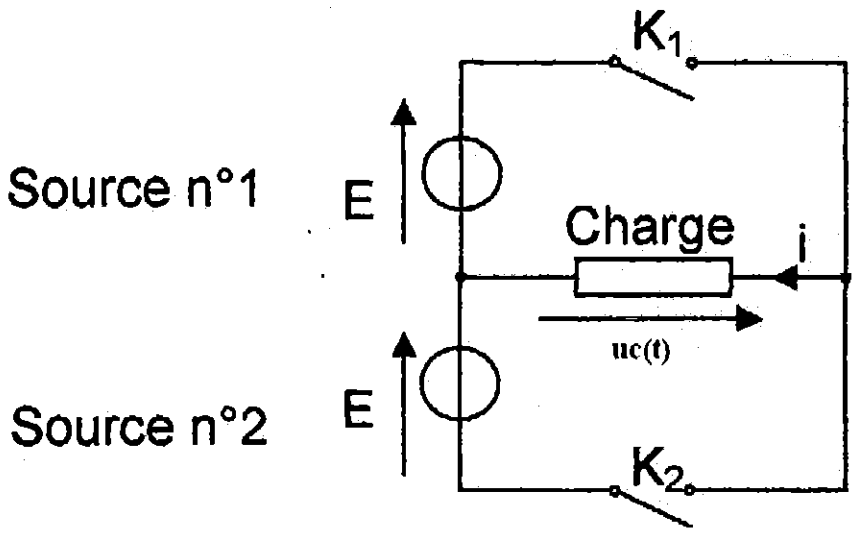
DOCUMENT ANNEXE 1

Figure 1 : document constructeur pour les alternateurs de la série 800 STK



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

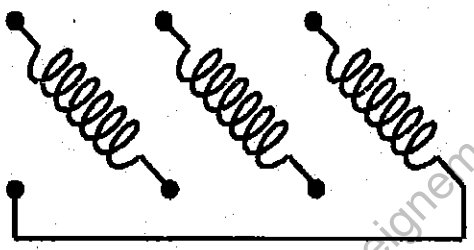
Figure 2 : schéma de principe de l'onduleur autonome



EXEMPLAIRE POUVANT SERVIR DE BROUILLON

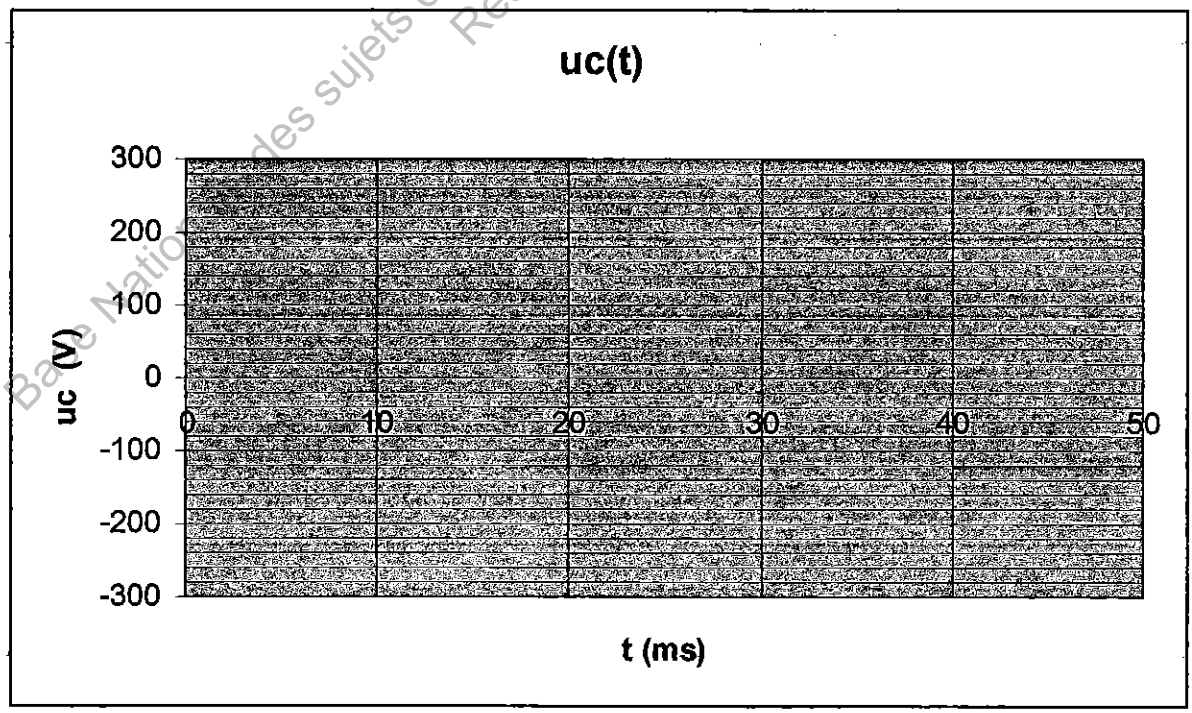
DOCUMENT RÉPONSE

Figure 1 : plaque à bornes de l'alternateur



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

Figure 2 : tension uc(t) aux bornes de la charge résistive en sortie de l'onduleur



2ème PARTIE : PHYSIQUE ET CHIMIE (10 points)

EXERCICE A – GRANULOMÉTRIE ET MICROSCOPIE OPTIQUE (5 POINTS)

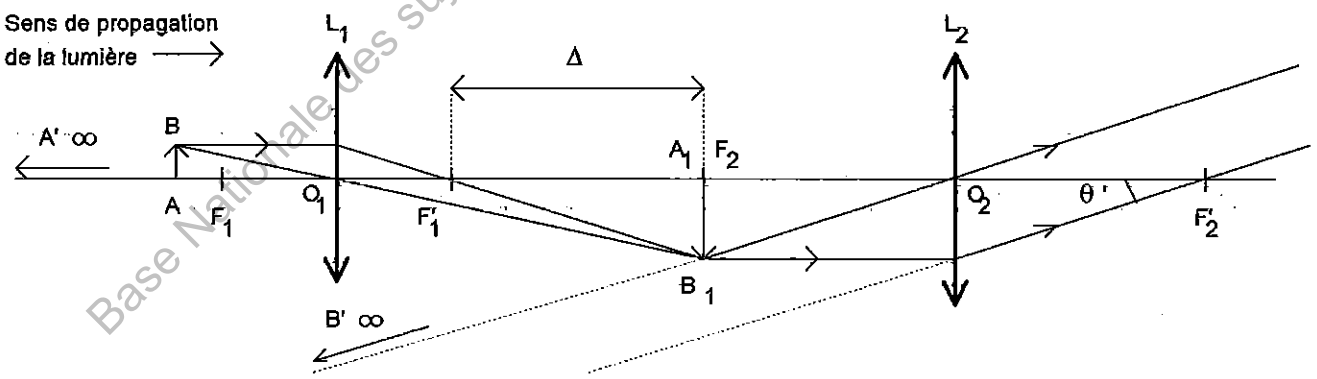
La granulométrie a pour objet la mesure de la taille des particules ou grains qui constituent les sols tels que poussières, sables, graviers, galets, fragments de roches, etc. En géologie, la texture du sol ainsi analysé permet de déterminer des propriétés importantes comme la conductivité capillaire, l'humidité disponible, la perméabilité, le tassement, les conditions de sédimentation entre autres. Certains échantillons microscopiques sont examinés sous loupe binoculaire ou microscope optique pour en mesurer la taille et identifier leur composition.

Un grain de poussière est observé à l'aide d'un microscope optique constitué de deux systèmes convergents : l'objectif et l'oculaire.

⇨ La fiche technique du microscope utilisé est donnée ci-dessous :

Objectif L_1	**Distance focale $f'_1 = 4{,}0$ mm**
	Grandissement $\lvert\gamma_1\rvert = 10$
Oculaire L_2	**Distance focale $f'_2 = 20{,}0$ mm**
	Grossissement $G_2 = 12{,}5$
Grossissement commercial du microscope	**$G = 125$**
Intervalle optique	**$\Delta = F'_1F_2 = 160$ mm**

- l'objectif est assimilé à une lentille mince L_1 de centre optique O_1 et de distance focale f'_1 ;
- l'oculaire est assimilé à une lentille mince L_2 de centre optique O_2 et de distance focale f'_2 ;
- le grain de poussière observé a un diamètre AB de l'ordre de **80 µm** (1 µm = 1×10^{-6} m) et est placé perpendiculairement à l'axe optique du microscope conformément au schéma ci-dessous sur lequel aucune échelle n'est respectée :



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

Question A.1 : Position de l'image intermédiaire et position de l'image définitive

Le grain de poussière observé est fixé sur une lame placée à **4,1 mm** du centre optique de l'objectif L_1. L'observateur regarde à travers l'oculaire L_2, effectue la mise au point et voit l'image définitive A'B' de l'objet AB donnée par l'instrument.

1.1. En utilisant la formule de conjugaison des lentilles minces, déterminer la position $\overline{O_1A_1}$ de l'image intermédiaire A_1B_1 de l'objet AB donnée par l'objectif. En déduire que cette image A_1B_1 est située dans le plan focal objet de l'oculaire.

1.2. Le diamètre AB du grain de poussière est de **80 µm**. Connaissant le grandissement $|\gamma_1|$ de l'objectif, calculer la taille de l'image intermédiaire A_1B_1.

1.3. Où se forme l'image définitive A'B' de l'objet AB ? Justifier votre réponse sans calcul.

Question A.2 : Diamètre apparent et pouvoir séparateur de l'œil

Le punctum proximum d'un œil normal (encore appelé œil emmétrope) est situé à une distance $\mathbf{d_m = 25\ cm}$. Cette distance est la distance minimale de vision distincte. On rappelle que le diamètre apparent θ d'un objet est l'angle sous lequel il est vu à l'œil nu.

2.1. En s'aidant d'un schéma, exprimer le diamètre apparent θ de ce grain de poussière lorsque qu'il est placé à la distance minimale de vision distincte d_m. L'angle θ est exprimé en radian. Calculer la valeur de θ.

On indique que lorsque l'angle θ est petit et exprimé en radian, on peut écrire que :

$$\tan\theta \approx \theta$$

2.2. Un œil emmétrope ne peut distinguer deux points que s'ils sont vus sous un diamètre apparent au moins égal à $\mathbf{3{,}0\times10^{-4}\ rad}$. Cet angle limite est appelé pouvoir séparateur de l'œil. Ce grain de poussière est-il visible à l'œil nu ? Justifier votre réponse.

Question A.3 : Grossissement du microscope et puissance optique

On définit θ' comme étant l'angle délimité par l'axe optique et le rayon issu de B_1 passant par le foyer principal image F'_2 de l'oculaire L_2 (voir schéma).

3.1. θ' est l'angle sous lequel est vue l'image A'B' à travers le microscope.
- Donner l'expression de l'angle θ' en fonction de f'_2 et de A_1B_1.
- Calculer la valeur de θ' (en radian).

3.2. Le grossissement G du microscope est défini par :

$$\mathbf{G = \theta' / \theta} \qquad (\theta' \text{ et } \theta \text{ sont exprimés en radian})$$

- Calculer la valeur de G à partir des questions **3.1.** et **2.1.**
- Comparer cette valeur de G au grossissement commercial donné par la fiche technique.

3.3. On définit la puissance optique P du microscope (exprimée en dioptries) par le rapport du diamètre apparent θ' de l'image par la longueur de l'objet :

$$\mathbf{P = \theta' / AB} \qquad (\theta' \text{ en radian et AB en mètre})$$

Calculer cette puissance optique P.

3.4. Quelle relation existe-t-il entre le grossissement commercial G du microscope, sa puissance optique P et la distance minimale de vision distincte d_m ?

Base Nationale des Sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

EXERCICE B – TENEUR EN FER DANS UN MINERAI (5 POINTS)

Les minerais de fer sont des mélanges naturels d'oxyde de fer : magnétite Fe_3O_4, hématite Fe_2O_3, sidérose $FeCO_3$, etc. Il est utile de connaître le pourcentage massique en fer dans un minerai pour la fabrication des fontes et des aciers dans l'industrie.

☞ ***Données :***

Couples rédox	$Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$	$Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$	$Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$
Potentiels rédox Standard E^0 (V)	1,33	0,77	- 0,76
Masse molaire atomique de l'élément fer :		$Fe = 55,8\ g.mol^{-1}$	

Traitement du minerai

Un minerai de fer, de masse **m = 0,120 g**, préalablement broyé et séché, est traité à l'acide sulfurique concentré. La dissolution complète du minerai est ensuite obtenue par chauffage. L'élément fer se trouve alors essentiellement sous forme d'ions fer (III) Fe^{3+}. Pour pouvoir effectuer le dosage de l'élément fer, il doit se trouver sous forme d'ions fer (II) Fe^{2+}. Pour réaliser cette opération, on effectue la réduction des ions Fe^{3+} par le métal zinc. Soit S la solution obtenue.

Titrage des ions Fe^{2+}

Il est réalisé à l'aide d'une solution de dichromate de potassium $K_2Cr_2O_7$ à $\mathbf{c = 9{,}5\times10^{-3}\ mol.L^{-1}}$, en milieu acide en présence de diphénylaminesulfonate de baryum comme indicateur de fin de réaction.

- À la solution S, acidifiée avec de l'acide sulfurique, on ajoute 3 à 4 gouttes d'indicateur.
- On dose alors la solution S par la solution de dichromate de potassium de concentration c. L'apparition progressive des ions Cr^{3+} fait prendre à la solution une teinte vert pâle.

L'équivalence est observée pour un volume versé équivalent V_E égal à **24,7 mL**. La couleur de la solution passe alors du vert pâle au violet très foncé

Exploitation des résultats

Question B.1 : Couples rédox

Les couples oxydant/réducteur mis en jeu sont :

$Cr_2O_7^{2-}(aq)/Cr^{3+}(aq)$, $Fe^{3+}(aq)/Fe^{2+}(aq)$ et $Zn^{2+}(aq)/Zn(s)$.

Pour les trois couples précédents, citer les trois espèces oxydantes ainsi que les trois espèces réductrices.

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

Question B.2 : Réduction des ions fer (III) par le métal zinc

2.1. Écrire l'équation de la réduction des ions fer (III) par le métal zinc.

2.2. On rappelle que pour l'équilibre d'oxydo-réduction $n_2\ ox_1 + n_1\ red_2 = n_2\ red_1 + n_1\ ox_2$ mettant en jeu les deux couples rédox ox_1/red_1 et ox_2/red_2 de potentiels standard respectifs E^0_1 et E^0_2, la constante d'équilibre K est donnée par la relation :

$$0{,}059 \times \log K = n_1\, n_2\, (E^0_1 - E^0_2)$$

Calculer la constante d'équilibre de la réaction précédente et vérifier que cette transformation est bien totale dans le sens de la réduction des ions fer (III).

Question B.3 : Titrage des ions fer (II)

3.1. Écrire la demi-équation rédox de chaque couple mis en jeu et en déduire l'équation de l'oxydation des ions fer (II) par les ions dichromate en milieu acide.

3.2. On donne les colorations des solutions aqueuses en fonction des ions présents :

ESPECES	$Cr_2O_7^{2-}$	Cr^{3+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}
COULEUR	orangé	vert	vert pâle	rouille

On indique ci-dessous quelques tests relatifs à l'indicateur de fin de réaction utilisé :

	Couleur initiale	Couleur après ajout de quelques gouttes de diphénylaminesulfonate de baryum
Solution aqueuse de sulfate de fer (II)	vert pâle	vert pâle
Solution aqueuse de dichromate de potassium	orangé	violet foncé

Justifier l'utilisation du diphénylaminesulfonate de baryum comme indicateur de fin de réaction sachant que la superposition des couleurs « vert et rouille » donne une teinte tirant sur le marron.

Question B.4 : Teneur en fer du minerai

4.1. On indique que tout le fer présent dans l'échantillon a été transformé en ions Fe^{2+} lors du traitement. En utilisant la relation à l'équivalence du dosage, déterminer la quantité de matière d'élément fer présent dans l'échantillon de ce minerai.

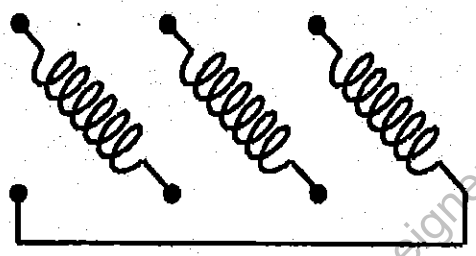
4.2. En déduire la masse de fer contenue dans l'échantillon, puis le pourcentage massique en fer du minerai analysé.

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

EXEMPLAIRE À RENDRE AVEC LA COPIE

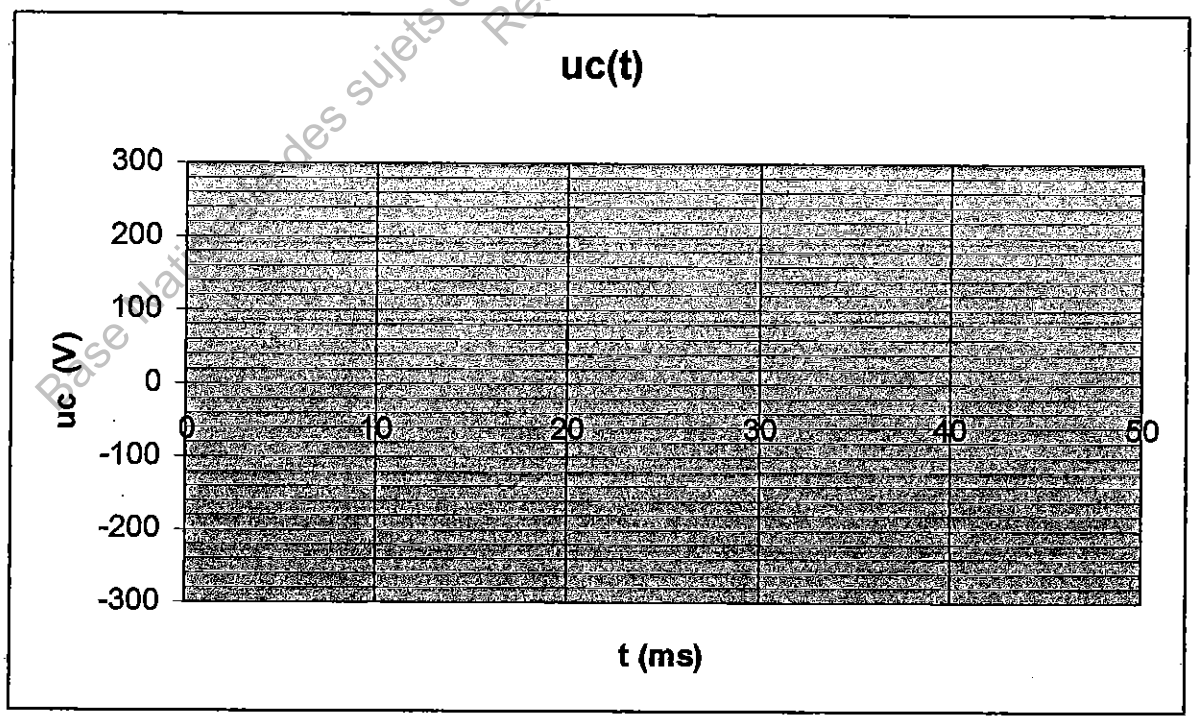
DOCUMENT RÉPONSE

Figure 1 : plaque à bornes de l'alternateur



Base nationale des sujets d'examens de l'enseignement professionnel
Réseau SCEREN

Figure 2 : tension uc(t) aux bornes de la charge résistive en sortie de l'onduleur



Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.