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 **2011**

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 8 pages numérotées de 1/8 à 8/8.

Le sujet comporte deux parties indépendantes :

- **1ère partie : sciences physiques (pages 2/8 à 4/8)**
- **2ème partie : physique appliquée (pages 5/8 à 8/8)**

ATTENTION :

Le **DOCUMENT RÉPONSE** (pages 7/8 et 8/8) est fournis 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

Première partie : SCIENCES PHYSIQUES (12 points)

Exercice A) Traitement du minerai de zinc en hydrométallurgie (5 points)

Dans la métallurgie du zinc, une des méthodes de production est l'hydrométallurgie. Cette opération est suivie d'une opération d'électrométallurgie.
La première opération consiste en un « grillage » du minerai de zinc, la blende ZnS, pour obtenir la calcine ZnO (oxyde de zinc).
Cette calcine est traitée par une solution d'acide sulfurique qui solubilise, en même temps que les ions Zn^{2+}, notamment des ions Fe^{3+} et Cu^{2+}, présents dans le minerai d'origine. Cette opération est appelée lixiviation acide.

L'objet de la première partie de l'exercice est d'étudier la méthode d'élimination de ces ions.

I) Séparation des ions Fe^{3+} et Cu^{2+}

Elle s'effectue par précipitation sélective des deux ions en fonction du pH de la solution.
On donne : Produit de solubilité d'un solide ionique X_aY_b : $K_s = [X^{n+}]^a \times [Y^{n'-}]^b$

I.1 Cette précipitation se fait par introduction d'ions hydroxyde $HO^-_{(aq)}$ dans la solution acide obtenue lors de la lixiviation.

I.1.a Écrire l'équation de la réaction de précipitation des ions Cu^{2+} par les ions hydroxyde.

I.1.b On introduit des ions hydroxyde dans une solution contenant des ions Cu^{2+} à une concentration égale à $[Cu^{2+}] = 3{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1}.
Sachant que le produit de solubilité de l'hydroxyde de cuivre à 20°C est $K_{S1} = 2{,}0 \times 10^{-20}$, calculer la concentration en ions hydroxyde $[HO^-]$ de ce milieu en début de précipitation des ions Cu^{2+}.

I.1.c Déduire de la question précédente la concentration en ions oxonium $[H_3O^+]$ de la solution.
Donnée : pour une solution aqueuse $[H_3O^+].[HO^-] = 10^{-14}$ à 20°C.

I.1.d En déduire le pH de la solution étudiée.
Rappel : $pH = -\log [H_3O^+]$.

I.2 Lorsqu'on réalise la même étude avec une solution contenant des ions Fe^{3+} à une concentration $[Fe^{3+}] = 3{,}0 \times 10^{-2}$ mol.L^{-1} le début de la précipitation de l'hydroxyde de fer (III) se produit à pH = 1,8.
Pour éliminer les ions Fe^{3+} de la solution issue de la lixiviation, on fixe son pH à 4,7.

I.2.a Déduire de ce pH, la concentration en ions hydroxyde HO^- (notée $[HO^-]$) de la solution.

I.2.b Sachant que le produit de solubilité de l'hydroxyde de fer (III) ($Fe(OH)_3$) est $K_{S2} = 1{,}0 \times 10^{-38}$, calculer la concentration en ions Fe^{3+} (notée $[Fe^{3+}]$) de cette solution.

I.2.c Peut-on considérer que la quasi-totalité des ions Fe^{3+} a précipité à ce pH ?

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

II) Séparation des ions Zn^{2+} et Cu^{2+}

Le début de la précipitation des ions Zn^{2+} contenus dans la solution issue la lixiviation précédente se fait à pH = 5,4.
À pH = 4,7 le milieu réactionnel obtenu après un premier traitement aux ions hydroxyde, contient donc les ions Zn^{2+} et Cu^{2+} et un précipité d'hydroxyde de fer (III) ($Fe(OH)_3$) qui est éliminé par filtrage.

La séparation des ions Zn^{2+} et Cu^{2+} est obtenu par introduction dans le filtrat précédent, de poudre de zinc (cette opération est appelée cémentation).

II.1 Le zinc étant plus réducteur que le cuivre, expliquer la réaction qui s'opère lors de cette opération et écrire l'équation de cette réaction.

II.2 Montrer que grâce à cette cémentation, le cuivre peut être éliminé par filtration.

III) Production du Zinc par électrolyse

Plus de 50% de la production mondiale est obtenue par électrolyse de la solution de sulfate de zinc issue des opérations décrites précédemment.
Lors de cette électrolyse, les couples oxydant/réducteur mis en jeux sont :

$$Zn^{2+}_{(aq)} / Zn_{(s)} \text{ et } O_{2(g)} / H_2O_{(l)}$$

Elle produit le Zinc solide et du dioxygène gazeux.

III.1 En écrivant les demi-équations d'oxydo-réduction qui entrent en jeu, montrer que l'équation globale de la réaction d'électrolyse est :

$$2\,Zn^{2+}_{(aq)} + 2\,H_2O_{(l)} = 2\,Zn_{(s)} + O_{2(g)} + 4\,H^+_{(aq)}$$

III.2 Sachant qu'une cellule d'un électrolyseur produit environ 2,4 tonnes de zinc en 24 h :
- calculer la quantité de matière de zinc produite en 24 h ;
- calculer la quantité de matière et le volume de dioxygène produits pendant ce temps.

Données : M(Zn) = 65 g.mol^{-1} ; volume molaire à température ordinaire : V_m = 24 L.mol^{-1}

Exercice B) Datation d'un granite par le couple Rubidium-Strontium (7 points)

Le rubidium *Rb* est présent dans les granites de la croûte terrestre sous la forme de deux isotopes : l'isotope $^{85}_{37}Rb$ stable (environ 72%) et l'isotope $^{87}_{37}Rb$ (environ 28%), radioactif, se désintégrant par émission β^- en strontium *Sr*.
Le strontium, lui, est présent sous forme de plusieurs isotopes, dont la plupart (et en particulier ceux concernés par cet exercice) sont stables.

I.1 Donner la définition des isotopes d'un élément chimique.

I.2 Donner la composition des noyaux $^{85}_{37}Rb$ et $^{87}_{37}Rb$.

I.3 Écrire l'équation de la désintégration du noyau $^{87}_{37}Rb$.

I.4 Décroissance radioactive

I.4.a La demi-vie radioactive du noyau $^{87}_{37}Rb$ est $t_{1/2}$ = 50 milliards d'années.
Donner la définition de la demi-vie radioactive (ou période radioactive) d'un isotope.

I.4.b On rappelle que la loi de désintégration radioactive s'écrit : $N = N_0 \times e^{-\lambda t}$
où : N = nombre de noyaux radioactifs présents à l'instant t
N_0 = nombre de noyaux radioactifs présent à l'instant initial (t = 0)
λ = constante de désintégration, caractéristique de l'isotope radioactif.
Montrer que la relation entre la demi-vie radioactive $t_{1/2}$ et la constante de désintégration λ s'écrit : $t_{½} = \frac{\ln 2}{\lambda}$.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

I.4.c Calculer la constante λ du noyau de $^{87}_{37}Rb$ en an^{-1} puis en s^{-1}.

I.4.d Donner la définition de l'activité A d'un noyau radioactif.

I.4.e On rappelle l'expression de l'activité d'un noyau radioactif : $A = \lambda N$
où : A = activité d'un échantillon contenant un isotope radioactif à un instant t.
λ = constante de désintégration de l'isotope radioactif.
N = nombre de noyau de l'isotope présents dans l'échantillon à l'instant t.
L'activité du noyau de $^{87}_{37}Rb$ dans un kilogramme de roche est A = 81,0 Bq.
Calculer le nombre de noyaux de $^{87}_{37}Rb$ présents dans ce kilogramme de roche.

I.4.f En déduire la masse de $^{87}_{37}Rb$ radioactif dans un kilogramme de roche.
Données : Nombre d'Avogadro : $N_A = 6{,}02 \times 10^{23}\ mol^{-1}$
Masse molaire du ^{87}Rb : $M_{Rb87} = 87{,}0\ g.mol^{-1}$

II. Méthode de datation

Dans la suite de l'énoncé on appellera :
N_{10} : le nombre de noyaux de ^{87}Rb présents à l'instant initial t = 0
N_1 : le nombre de noyaux de ^{87}Rb présents à un instant t
N_{20} : le nombre de noyaux de ^{87}Sr présents à l'instant initial t = 0
N_2 : le nombre de noyaux de ^{87}Sr formés depuis l'instant t = 0
N_{2T} : le nombre total de noyaux de ^{87}Sr présents à l'instant t
N_3 : le nombre de noyaux de ^{86}Sr présents à un instant t

II.1 On rappelle que si à un instant t, il reste N_1 noyaux de $^{87}_{37}Rb$, alors $(N_{10} - N_1)$ noyaux de $^{87}_{37}Rb$ se sont désintégrés depuis l'instant initial.

En utilisant l'équation de désintégration demandée à la question I.2 et la loi de désintégration radioactive rappelée à la question **I.4.b**, montrer que :

$$N_2 = N_{10} \times (1 - e^{-\lambda t})$$

II.2 En déduire que : $N_2 = N_1 \times (e^{-\lambda t} - 1)$

II.3 Le strontium 87 étant stable, à un instant t, le nombre de noyaux de ^{87}Sr présents est égal à

$N_{2T} = N_2 + N_{20}$ (N_{20} n'a pas varié depuis l'origine)

Un autre isotope stable du strontium, le ^{86}Sr, est présent dans les roches.

La datation du granite se fait à partir de la détermination, sur plusieurs échantillons d'une même roche, des rapports :

$$Y = \frac{N_{2T}}{N_3} \text{ et } X = \frac{N_1}{N_3}$$

et on montre que pour cette roche Y = f(X) est une fonction affine de la forme Y = aX + b.

Pour un granite de Guéret, dans le Limousin, on a déterminé pour 7 échantillons relevés sur 7 sites différents les valeurs suivantes :

Échantillon	1	2	3	4	5	6	7
X	1,76	2,19	2,63	3,13	3,37	3,72	4,11
Y	0,719	0,721	0,723	0,726	0,727	0,728	0,731

II.3.a Reporter les couples (X,Y) sur le graphique du document réponse.
II.3.b Tracer, à la règle, la droite moyenne passant le mieux par les points du graphique.
II.3.c Déterminer le coefficient directeur a de la droite représentée.

II.4 L'âge de la roche est donné par la relation $t = \frac{\ln(a+1)}{\lambda}$
Calculer l'âge, en années, du granite de Guéret en prenant $\lambda = 1{,}38 \times 10^{-11}\ an^{-1}$.

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

Deuxième partie : PHYSIQUE APPLIQUÉE (8 points)

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

Étude de l'alimentation d'un laboratoire d'analyse

I. Réseau triphasé

L'alimentation électrique du laboratoire se fait à partir d'une ligne triphasée (3 phases + neutre).
Le réseau électrique est un réseau pour lequel la valeur efficace de la tension entre phases vaut 400 V.
Quelle est la tension disponible entre le neutre et une phase ?

II. Moteur asynchrone

Sur ce réseau est couplé un moteur asynchrone triphasé : il a été couplé en triangle.
Il constitue pour le réseau une charge équilibrée.

II.1 Compléter le document réponse en représentant le branchement des enroulements de ce moteur à partir du schéma proposé.

II.2 Quelle est la tension U aux bornes de chaque enroulement du moteur ?

II.3 En fonctionnement, la mesure de la valeur efficace de l'intensité en ligne donne $I_M = 2,4$ A.

II.3.a Quelle est la valeur efficace de l'intensité du courant J_M dans chaque enroulement du moteur ?

II.3.b Chaque enroulement du moteur peut être considéré comme un dipôle d'impédance Z. Exprimer et calculer la valeur de cette impédance.

II.3.c Si le facteur de puissance est $\cos \varphi = 0,76$ (pour chaque enroulement du moteur), calculer les puissances active P, réactive Q et apparente S pour un enroulement du moteur.

III. Transformateur monophasé

Sur le réseau est branché un transformateur monophasé 230 V / 48 V.

III.1 Compléter sur le **document réponse** le schéma précédent en représentant la liaison entre le primaire du transformateur et le réseau.

III.2 En considérant que le transformateur est parfait :

III.2.a Exprimer le rapport m de transformation du transformateur.

III.2.b Si le transformateur porte $n_1 = 920$ spires au primaire, de combien de spires n_2 est constitué le secondaire de ce transformateur ?

III.2.c Si la valeur efficace I_2 de l'intensité du courant au secondaire vaut $I_2 = 2,0$ A, calculer la valeur efficace I_1 de l'intensité du courant primaire.

IV. Convertisseur continu

Le transformateur précédent, associé à un dispositif de redressement et de filtrage, constitue un réseau continu d'alimentation.
Ce réseau fournit au convertisseur représenté sur le schéma figure 1 (ci-dessous) une tension continue $U_0 = 65$ V.
Ce convertisseur alimente la charge constituée de l'induit d'un moteur à courant continu.

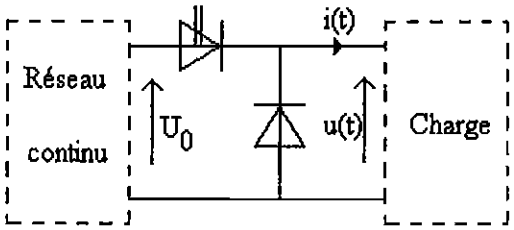


figure 1

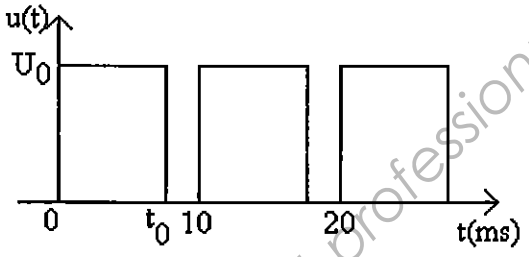


figure 2

IV.1 Le convertisseur représenté est-il :
a) un transformateur ? b) un hacheur ? c) un onduleur ? d) un redresseur commandé ?

IV.2 Justifier le choix de ce convertisseur.

IV.3 La tension de sortie u(t) du convertisseur est de la forme représentée sur la figure 2 ci-dessus.

IV.3.a Que valent la période et la fréquence de cette tension ?

IV.3.b Si $t_0 = 8$ ms, calculer la valeur moyenne $\langle u(t) \rangle$ de la tension de sortie du convertisseur.
On donne : $U_0 = 65$V.

V. Moteur à courant continu

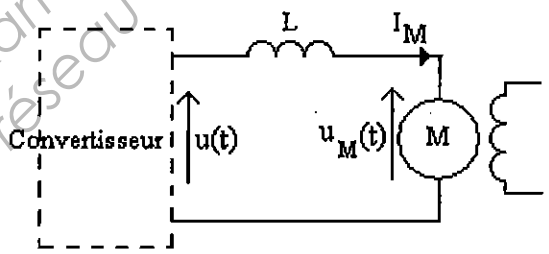


figure 3

Le convertisseur précédent alimente l'induit d'un moteur à courant continu à excitation indépendante. Grâce à une bobine de lissage, l'intensité du courant dans l'induit du moteur peut être considérée comme constante.
La tension aux bornes de cet induit peut varier de 0 à 60V en fonction de la commande du convertisseur.
La résistance de l'induit du moteur est $r = 2{,}5\ \Omega$. Sa force électromotrice est notée E.

V.1 Quand la valeur moyenne de la tension $\langle u_M \rangle$ aux bornes de l'induit vaut U = 50 V, l'intensité du courant dans le moteur est $I_M = 2{,}0$ A et sa fréquence de rotation est $n = 600$ tr.mn^{-1}.
Exprimer et calculer dans ce cas la valeur de la force électromotrice E du moteur.

V.2 On rappelle que la force électromotrice E d'un moteur à courant continu est liée à la fréquence de rotation n par une relation de proportionnalité.
Quand la valeur moyenne de la tension $\langle u_M \rangle$ aux bornes de l'induit vaut U' = 35V, l'intensité dans l'induit du moteur prend une valeur $I'_M = 1{,}5$ A.

V.2.a Calculer la force électromotrice E'.

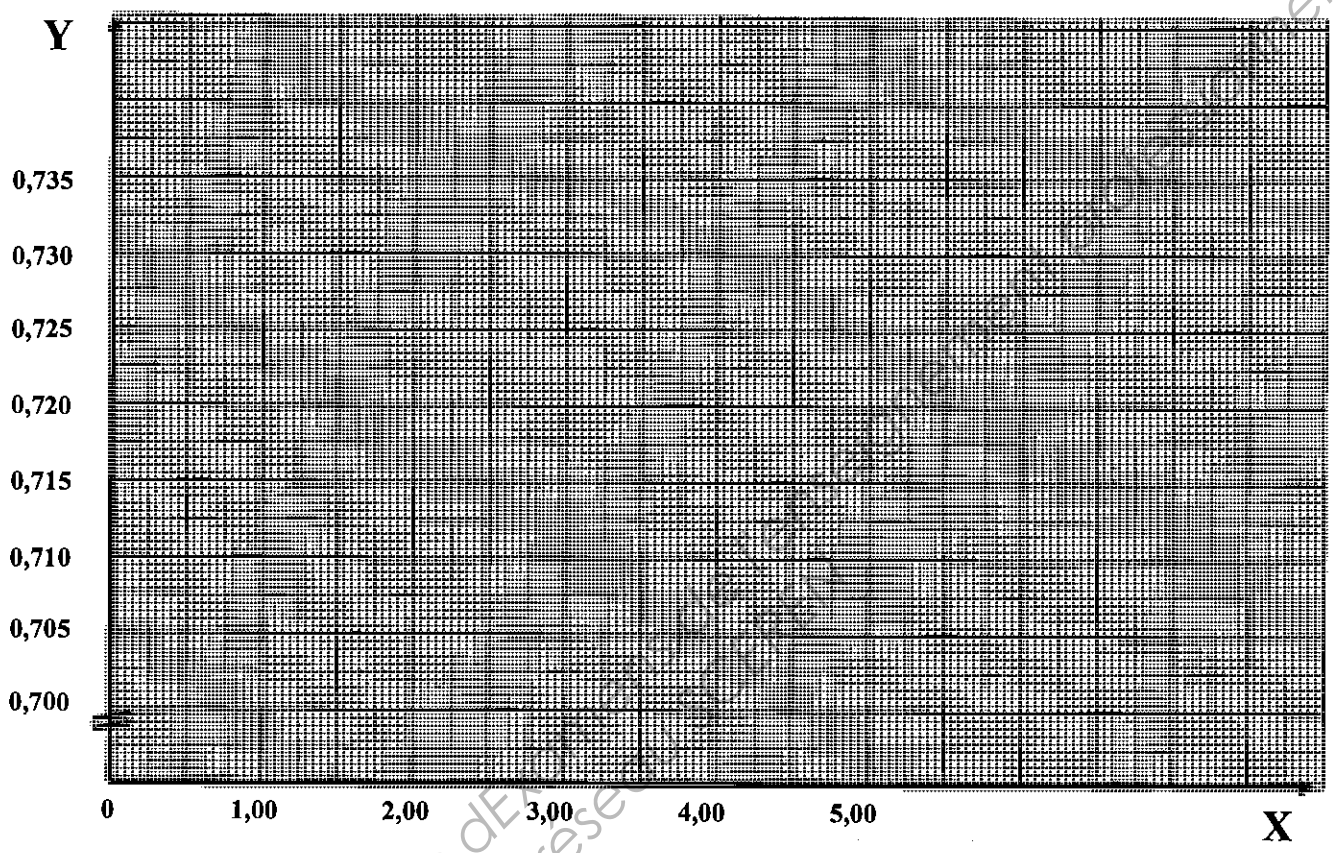
V.2.b Calculer la nouvelle fréquence de rotation n'.

Base Nationale des sujets d'Examens de l'enseignement professionnel
réseau SCEREN

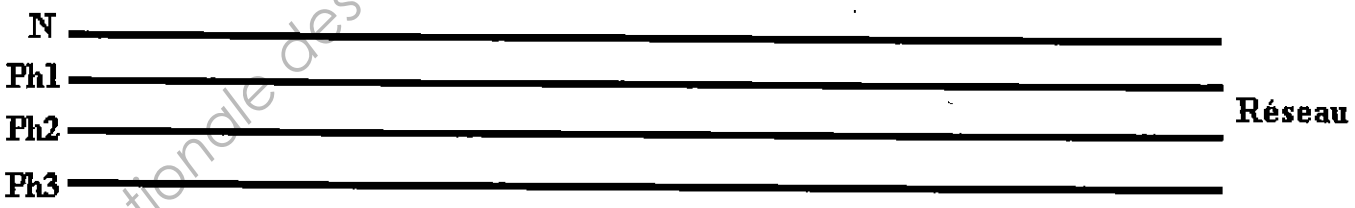
Exemplaire pouvant servir de brouillon

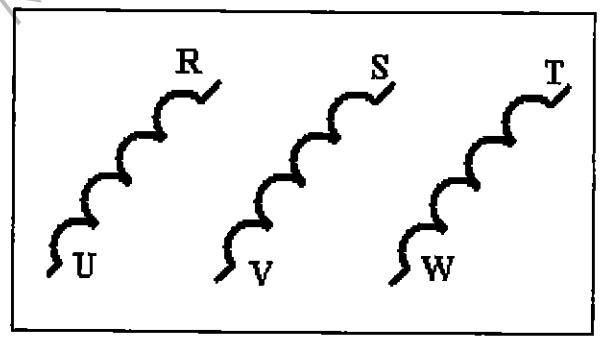
DOCUMENT RÉPONSE

Exercice de physique (radioactivité) : question II.3.



Exercice de physique appliquée : question "moteur asynchrone triphasé" II
et question "transformateur monophasé" III





Plaque à bornes du moteur asynchrone triphasé

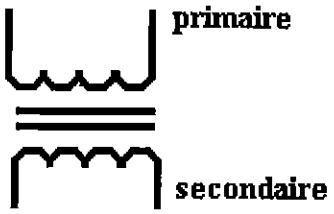


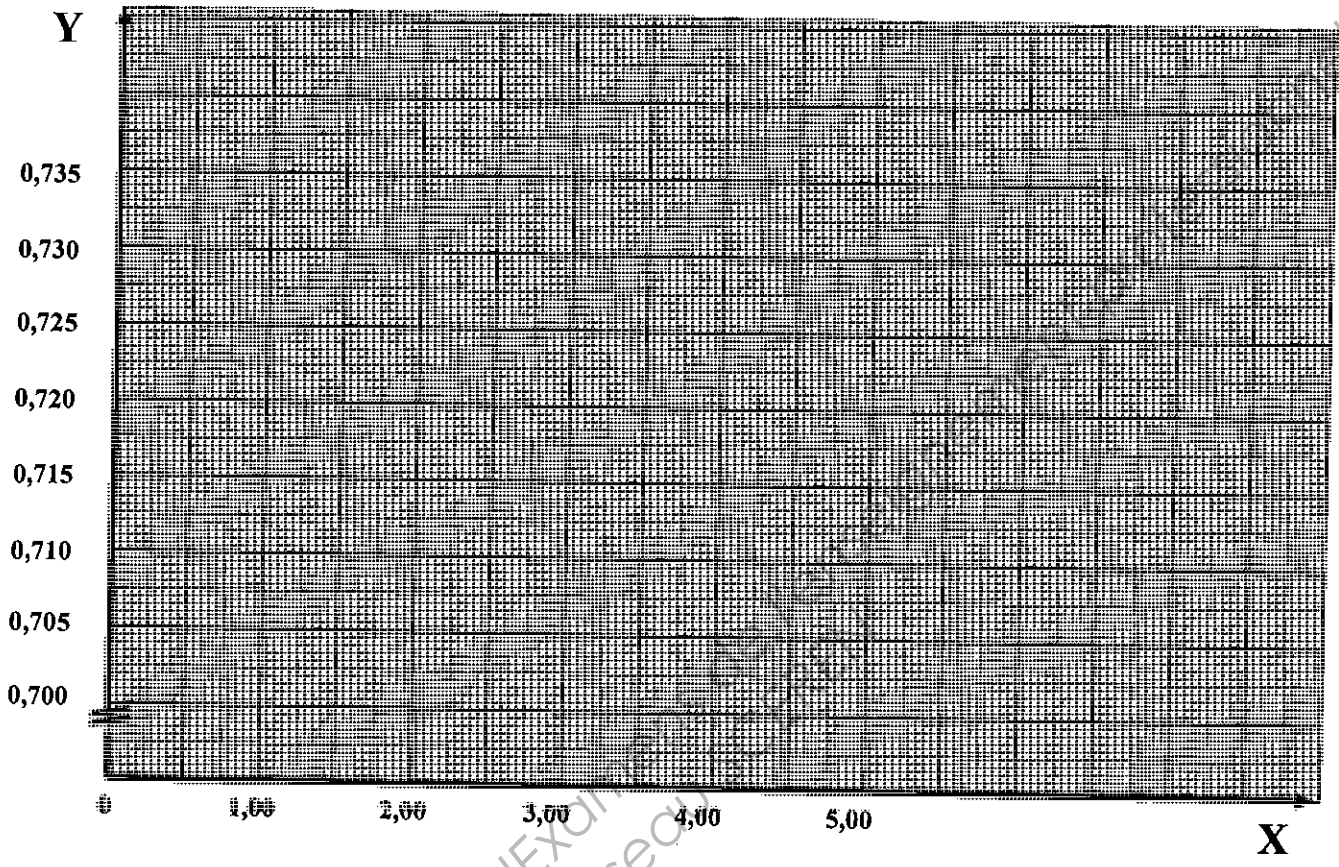
Schéma du transformateur monophasé

Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement professionnel réseau SCEREN

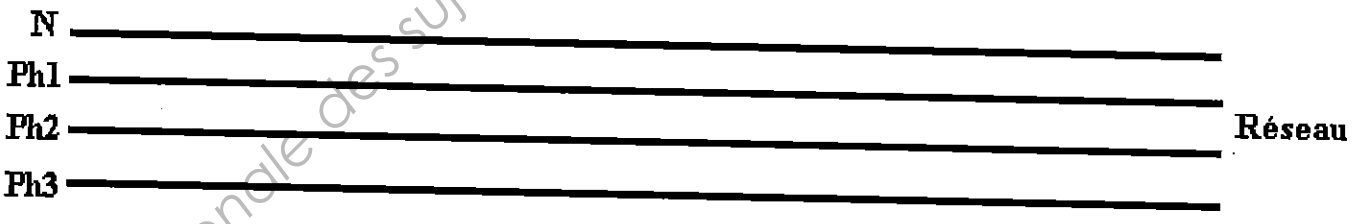
***Exemplaire à rendre avec la copie** sans aucun signe distinctif*

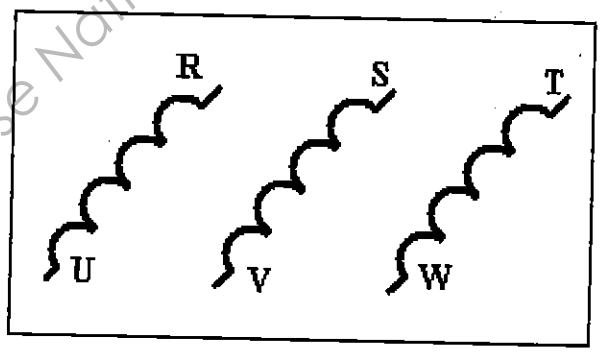
DOCUMENT RÉPONSE

Exercice de physique (radioactivité) : question II.3.



Exercice de physique appliquée : question "moteur asynchrone triphasé" II
et question "transformateur monophasé" III





Plaque à bornes du moteur asynchrone triphasé

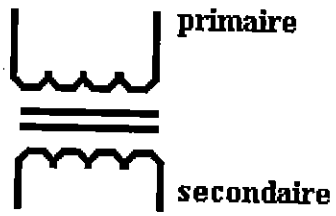


Schéma du transformateur monophasé

Base Nationale des sujets d'Examen de l'enseignement technologique
réservé

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.