



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION

Liberté
Égalité
Fraternité

**CONCOURS D'ACCÈS AU CORPS DES PROFESSEURS DE LYCÉE PROFESSIONNEL
AGRICOLE ET À LA QUATRIÈME CATÉGORIE DES EMPLOIS DE PROFESSEUR DES
ÉTABLISSEMENTS D'ENSEIGNEMENT AGRICOLE PRIVÉ**

Concours : **EXTERNE**

Section : **MATHÉMATIQUES - PHYSIQUE CHIMIE**

SESSION 2022

ÉPREUVE ÉCRITE D'ADMISSIBILITÉ N°1

Culture Disciplinaire

(Coefficient : 2 – Durée : 5 heures)

Matériel(s) et documents(s) autorisé(s) : Calculatrice

Ce sujet comporte **16** pages y compris celle-ci.

Vérifiez que l'exemplaire qui vous a été remis est complet. Si ce n'est pas le cas, signalez-le aussitôt.

Les annexes (page **15** et **16**) sont à rendre avec la copie.

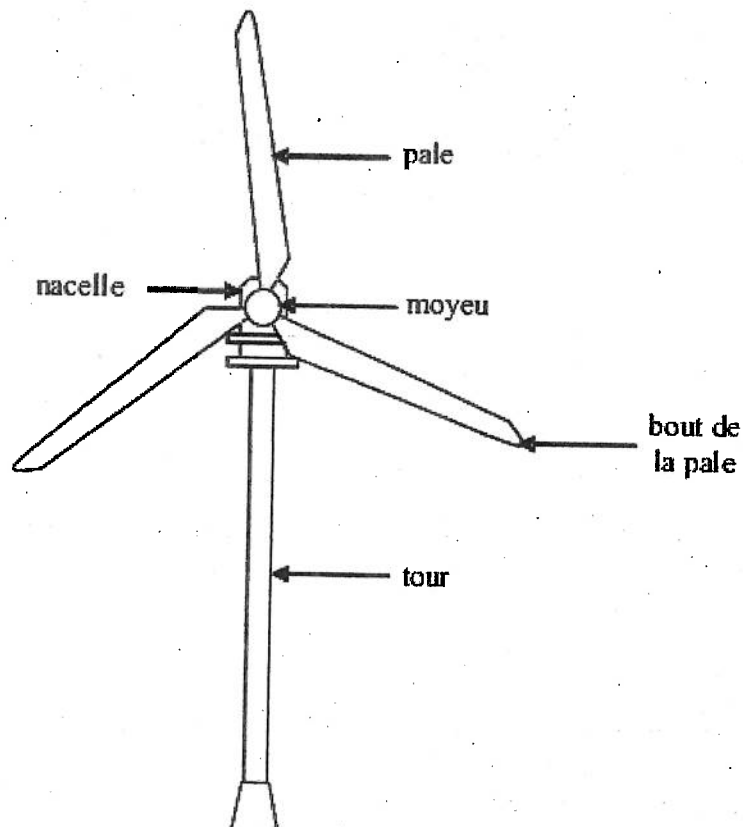
SUJET :

Éolienne, transformateur, gallium et azobenzène.

Partie 1 : éolienne

Les éoliennes sont des convertisseurs d'énergie capables d'exploiter l'énergie mécanique issue du déplacement des masses d'air atmosphérique. Les éoliennes à axe horizontal, représentées ci-dessous, sont largement majoritaires. Elles sont exploitées à grande échelle, rassemblées en fermes d'éoliennes, et on en trouve aussi maintenant chez certains particuliers ou dans des petites entreprises. Les éoliennes à axe horizontal des fermes d'éoliennes ont une hauteur allant de 25 à 180 mètres et une puissance qui peut aller de 100 kW à 7,5 MW. Les éoliennes domestiques d'une hauteur maximale de 12 mètres, permettent de délivrer une puissance de 100 W à 20 kW.

Vue de face d'une éolienne à axe horizontal



Caractéristiques de l'éolienne étudiée

Vitesse de vent nominale (ou vitesse du vent pour laquelle l'éolienne atteint sa puissance maximale)	14 m·s ⁻¹
Vitesse de vent minimale	3 m·s ⁻¹
Vitesse de vent de mise en sécurité	35 m·s ⁻¹
Diamètre du cercle défini par les pales en rotation	30 m
Hauteur du mât	65 m

Pour estimer les performances d'une éolienne, on cherche à déterminer la puissance mécanique exploitable par les pales en fonction de la vitesse du vent.

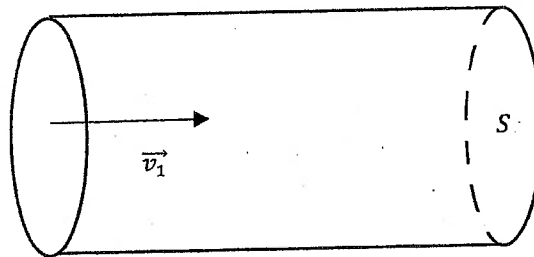
1. Citer les sept unités de base du Système international (SI) à partir desquelles sont obtenues par analyse dimensionnelle toutes les autres unités, ainsi que leur symbole.
2. Développer en quelques lignes quelques étapes de l'évolution de la définition de l'unité de mesure de longueur au cours des siècles.

L'unité dérivée de la puissance est le watt (W):

3. Exprimer cette unité dérivée de la puissance à partir des unités de base du Système international, en utilisant la formule physique de votre choix.

On fait comme approximation que l'air possède une masse volumique constante ρ et on considère qu'il se déplace à la vitesse constante $\vec{v}_1$.

Modélisation d'un tube de courant d'air



4. Montrer que la puissance théoriquement récupérable pour une surface S , perpendiculaire à la direction de propagation du vent est :

$$P = \frac{1}{2} \rho S v_1^3$$

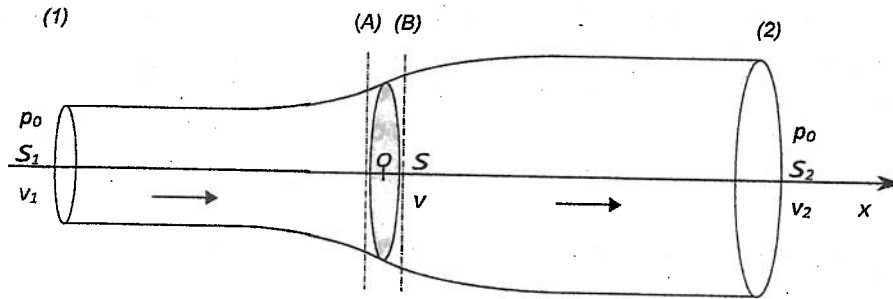
avec : P puissance récupérable (watt) ;
 ρ masse volumique de l'air $\rho = 1,3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
 v_1 vitesse de l'air traversant le dispositif en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$;
 S surface du dispositif de récupération en m^2 .

Cette puissance est une puissance théorique, il est bien sûr impossible qu'elle soit récupérée entièrement par une éolienne car cela reviendrait à arrêter le vent. En 1919, le physicien allemand Albert Betz montre que le rapport de la puissance théorique maximale récupérable par un capteur éolien à pales et de la puissance incidente du vent qui traverse l'éolienne est égale à 16/27 et que cette limite sera atteinte lorsque la vitesse du vent sera divisée par trois entre l'amont et l'aval de l'éolienne.

5. Déterminer la puissance nominale théorique maximale développée par l'éolienne dont les caractéristiques sont données précédemment.

Lorsque l'énergie cinétique du vent est convertie en énergie mécanique par le rotor de l'éolienne, le vent est freiné, sa vitesse en amont du rotor est toujours supérieure à celle en aval. Le tube de courant d'air traversant ainsi l'éolienne est représenté ci-dessous.

Tube de courant d'air en amont et en aval de l'éolienne



On note respectivement v_1 , v et v_2 , les vitesses loin en amont de l'éolienne, au niveau du rotor, et loin en aval de l'éolienne. Les sections correspondantes sont notées S_1 , S et S_2 . Les plans (A) et (B) sont situés immédiatement en amont et en aval du rotor.

On suppose les conditions ci-dessous réalisées.

- $S_A = S = S_B$
- $v_A = v = v_B$
- Les pressions p_A et p_B sont différentes.
- Au niveau des surfaces S_1 et S_2 , la pression de l'air est la pression atmosphérique p_0 .
- La surface S grisée se situe au niveau des pales du rotor et correspond à la surface du tube de courant échangeant de la puissance avec le rotor.
- L'écoulement est parfait et stationnaire.
- Le fluide de masse volumique ρ est supposé incompressible.

6. Justifier la forme du tube de courant d'air.

7. Exprimer le débit massique q_m de l'air incident traversant l'éolienne.

8. En appliquant le théorème de Bernoulli entre les sections (1) et (A) puis entre les sections (B) et (2), exprimer $p_A - p_B$ en fonction de ρ , v_1 et v_2 .

9. En déduire l'expression de la force F exercée par le vent sur le rotor. Pour cela on considère que la surface grisée, sur le schéma du tube de courant d'air de l'éolienne ci-dessus, correspond à la surface offerte au passage du vent sur laquelle s'appuie le tube de courant pour échanger de la puissance avec le rotor.

10. Déterminer la valeur de la force F permettant d'obtenir la puissance théorique maximale récupérable à la vitesse nominale du vent.

Quand la force exercée sur le rotor est trop grande, celui-ci risque d'être endommagé. On appelle F_d la valeur de la force à partir de laquelle le vent provoque des dommages sur le rotor. La mise en sécurité de l'éolienne est réalisée quand la force exercée sur le rotor représente 60 % de cette force F_d .

11. Déterminer la valeur de la force F_d provoquant des dommages sur le rotor dans les conditions optimales démontrées par Betz, c'est-à-dire lorsque la vitesse du vent sera divisée par trois entre l'amont et l'aval de l'éolienne.

Partie 2 : transformateur en sortie d'éolienne

En sortie d'éolienne, un transformateur permet d'adapter la tension du signal électrique à la tension nécessaire en entrée d'un système desservant une alimentation domestique.

Les transformateurs électriques présentent un très bon rendement. Toutefois ils n'échappent pas à la perte d'énergie qui accompagne toute conversion. Comme dans de nombreux dispositifs, l'énergie perdue se dissipe sous forme de chaleur.

On distingue essentiellement deux technologies de transformateurs.

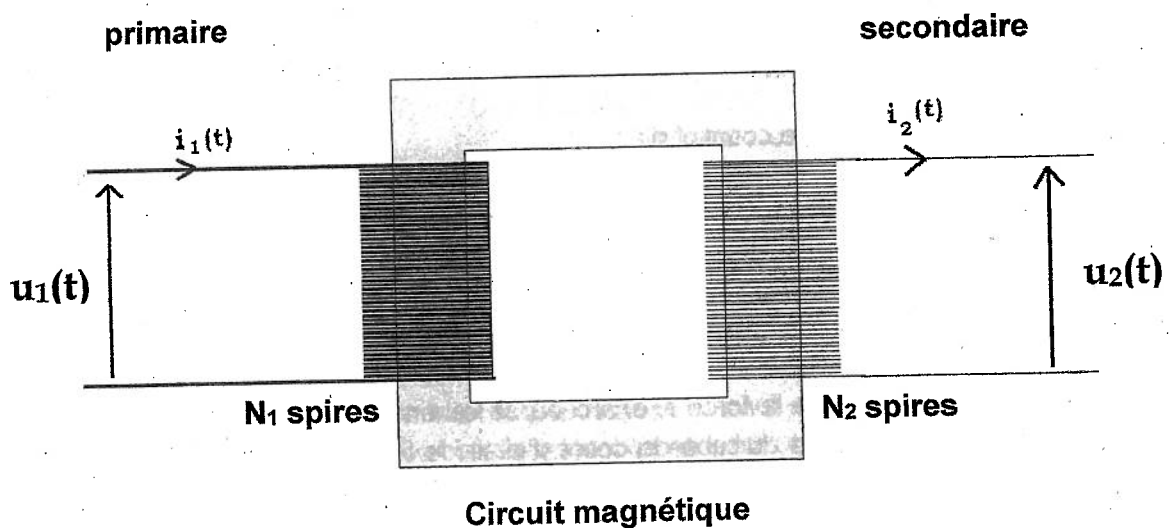
➤ Les transformateurs secs

Le circuit magnétique est isolé dans une matière isolante sèche. Le refroidissement est assuré par l'air ambiant.

➤ Les transformateurs à diélectrique liquide

Le circuit magnétique et les enroulements sont immergés dans un diélectrique liquide qui assure l'isolation et l'évacuation des pertes calorifiques du transformateur. L'huile est un bon conducteur thermique ; sa circulation au travers de radiateurs permet d'évacuer la chaleur transférée par les bobines et le circuit magnétique du transformateur. Elle permet aussi l'isolation diélectrique des enroulements entre eux. Le liquide utilisé comme diélectrique dans les transformateurs à diélectrique liquide est de l'huile minérale tirée du pétrole, ou des huiles de synthèse, ou enfin de l'huile végétale extraite des plantes.

Le schéma ci-dessous représente une modélisation simple du transformateur utilisé.



12. Expliquer en quelques lignes le principe physique mis en jeu lors du fonctionnement d'un transformateur.

13. Indiquer le rôle du circuit magnétique.

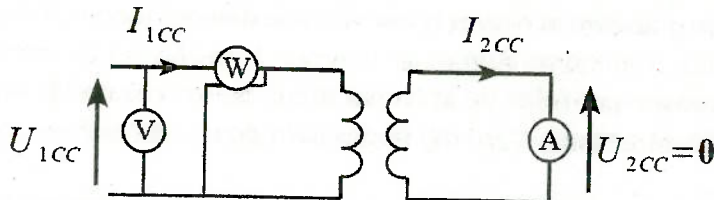
14. Les transformateurs sont aussi nécessaires pour le transport de l'électricité sur de grandes distances. Préciser alors leur fonction et l'intérêt de leur utilisation dans cette situation.

La plaque signalétique du transformateur utilisé pour adapter le signal à une alimentation domestique porte les indications suivantes :

1600 V / 225 V
50 Hz
45 kVA

On réalise trois essais sur ce transformateur, détaillés ci-dessous :

Essai en court-circuit :



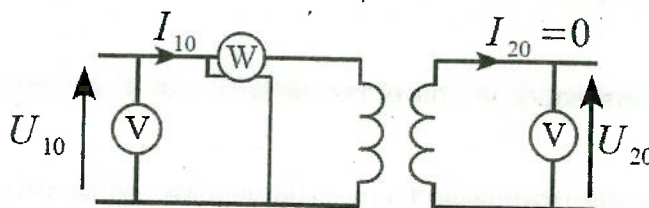
Les mesures donnent :

$$P_{1cc} = 250 \text{ W}$$

$$U_{1cc} = 22,5 \text{ V}$$

$$I_{1cc} = 28,5 \text{ A}$$

Essai à vide :



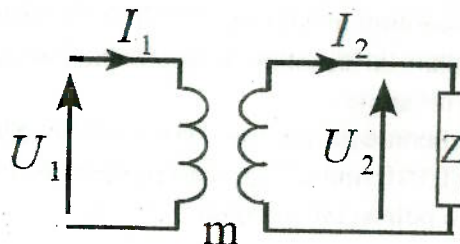
Les mesures donnent :

$$U_{10} = 1600 \text{ V}$$

$$U_{20} = 225 \text{ V}$$

$$P_{10} = 275 \text{ W}$$

Essai en charge :



Les mesures donnent :

$$U_2 = 220 \text{ V}$$

$$I_2 = 203 \text{ A}$$

$$\cos \phi_2 = 0,79$$

15. Compléter le schéma en annexe page 15 à rendre avec votre copie en dessinant les fils de branchements du wattmètre qui permettent de mesurer la puissance P_{1cc} dans l'essai en court-circuit.
16. Déterminer le rapport de transformation m et l'intensité nominale I_{2N} à partir de la plaque signalétique.
17. Expliquer l'origine des pertes fer et donner la valeur de la puissance P_F de ces pertes.
18. Déterminer la valeur du courant de court-circuit I_{2cc} .
19. Expliquer l'origine des pertes cuivre et déterminer la valeur de la puissance P_C de ces pertes.
20. Déterminer la puissance P_2 absorbée lors de l'essai en charge.
21. En déduire la puissance P_1 absorbée par le circuit primaire lorsque le transformateur est en charge.
22. Déterminer le rendement du transformateur en charge.

Partie 3 : diélectrique liquide constitué d'une huile végétale

Le transformateur utilisé est à diélectrique liquide constitué d'une huile végétale.

Les huiles utilisées sont soumises à différentes contraintes (électriques, thermiques, chimiques ...). Les huiles isolantes se détériorent alors progressivement. Une maintenance efficace des transformateurs immergés est indispensable pour prévenir les pannes ou éviter le bris de machine pouvant engendrer un éventuel incendie ou une pollution. Les techniques actuelles les plus utilisées pour surveiller l'état d'un transformateur en service sont fondées sur les analyses de l'huile.

Une huile végétale de transformateur est essentiellement formée d'un mélange de triesters. Cependant, une quantité faible et variable d'acides gras libres peut être présente.

On s'intéresse à cette quantité d'acide gras libre et plus précisément à la détermination de l'indice d'acidité d'une huile végétale de transformateur. Cet indice permet de détecter la présence de composés acides dont la formation dans l'huile est favorisée par l'effet de la température, de la pression et de l'oxygène. Il est mesuré par la masse d'hydroxyde de potassium en mg nécessaire pour « neutraliser » l'acidité dans un gramme d'huile (mg KOH/g).

L'acidité de l'huile accélère la corrosion du métal et augmente la conductivité électrique de l'huile.

23. L'huile peut être utilisée comme diélectrique dans les transformateurs immergés. Citer les propriétés d'un milieu diélectrique.

24. Citer un autre composant électrique dans lequel on trouve des diélectriques et préciser leur rôle au sein de ce composant.

25. Expliquer le problème que peut engendrer l'hydrolyse d'une huile végétale de transformateur et la nécessité de surveiller l'indice d'acidité de celle-ci.

Le protocole expérimental permettant de déterminer l'indice d'acidité d'une huile est le suivant :

Dans un erlenmeyer de 250 mL, on introduit précisément un volume $V = 20,0$ mL d'huile puis on ajoute 40 mL d'éthanol et 40 mL d'éther éthylique permettant la dissolution de l'huile puis quelques gouttes de phénolphthaléine. On agite pour homogénéiser le mélange.

On réalise le titrage du mélange contenu dans l'erlenmeyer par une solution S d'hydroxyde de potassium KOH en solution dans l'éthanol de concentration $0,010 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$. Le changement de couleur de l'indicateur coloré est obtenu pour un volume d'hydroxyde de potassium versé de 15,4 mL.

Données : masse volumique de l'huile végétale : $\rho_{\text{huile}} = 916 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$;
 masse molaire de l'hydroxyde de potassium : $M(\text{KOH}) = 56,1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$.

26. Justifier l'utilisation du mélange d'alcool et d'éther éthylique introduit dans le milieu réactionnel.

La fabrication d'un savon peut être envisagée par la réaction d'un triester avec de la soude ou de la potasse (solution d'hydroxyde de potassium).

27. Après avoir précisé les caractéristiques de cette réaction, expliquer pourquoi son influence n'est pas à envisager dans ce titrage.

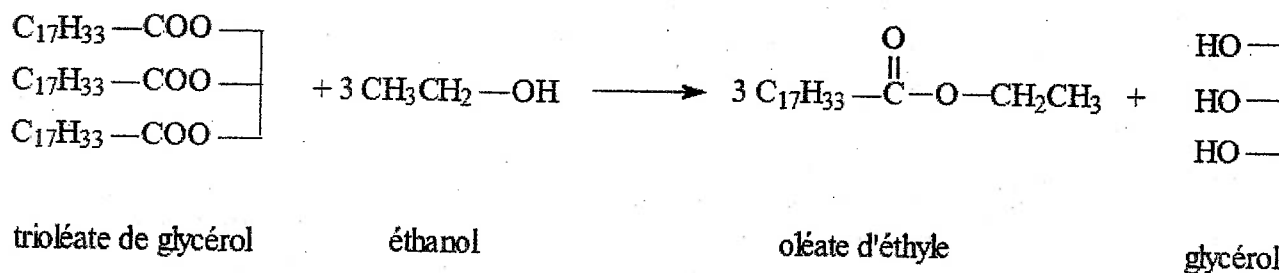
On note $\text{R-CO}_2\text{H}$ la formule de l'ensemble des acides gras libres présents.

28. Écrire l'équation chimique symbolisant la réaction support du titrage.

29. Citer les trois caractéristiques que doit vérifier la transformation chimique modélisée par la réaction support du titrage. On suppose que ces caractéristiques sont vérifiées dans l'expérience présentée.

30. Déterminer l'indice d'acidité de l'huile ainsi titrée.

Certaines huiles végétales ne peuvent être utilisées telles quelles en raison de leur viscosité et de leur pH élevé. Au vu de ces deux paramètres, elles ne répondent pas aux critères d'un diélectrique liquide pour un transformateur. Des traitements sont par conséquent nécessaires pour réduire cette viscosité et ce pH. Pour ce faire, le procédé de transestérification de ces huiles brutes permet de résoudre ce problème. On étudie la transestérification d'une huile de colza. L'huile de colza est composée de différents triglycérides. On considère néanmoins pour simplifier qu'elle est constituée uniquement de trioléate de glycérol. La transestérification permet de transformer un alcool (l'éthanol) et un ester (le trioléate de glycérol présent dans le colza) en un autre ester (l'oléate d'éthyle) et un autre alcool (le glycérol). Cette transformation est modélisée par la réaction d'équation suivante :



Le protocole expérimental de la transestérification d'une huile de colza est le suivant :

Hémi-synthèse

- Introduire, dans un ballon monocol sec de 250 mL, 0,9 g d'hydroxyde de potassium KOH(s) (catalyseur) et 50 mL d'éthanol.
- Agiter longuement à l'aide d'un bâton de verre pour dissoudre au maximum la potasse.
- Ajouter 100 mL d'huile de colza puis des grains de pierre ponce.
- Porter le mélange réactionnel à reflux pendant 30 à 45 min.
- Défaire le montage et laisser refroidir le contenu du ballon en le posant sur un valet.

Séparation de l'oléate d'éthyle formé

- Introduire le contenu du ballon dans une ampoule à décanter puis éliminer le glycérol.
- Ajouter très doucement environ 50 mL d'eau salée saturée.
- Agiter doucement afin de ne pas créer d'émulsion, puis laisser décanter 10 min.

Séchage

- Récupérer la phase organique. La sécher à l'aide de sulfate de magnésium anhydre.

Données physico-chimiques :

Nom	Trioléate de glycérol	Éthanol	Oléate d'éthyle	Potasse	Glycérol
Masse molaire (g.mol ⁻¹)	884	46	310	-	92
Masse volumique (g.mL ⁻¹)	0,90	0,79	0,88	-	1,25
Température d'ébullition (°C)	> 200	78	> 200	-	148
Miscibilité dans l'éthanol	moyenne	-	forte	faible	forte
Miscibilité dans l'oléate d'éthyle	forte	forte	-	nulle	faible
Miscibilité dans l'eau salée	très faible	forte	faible	forte	forte

31. Faire un schéma annoté du montage utilisé au cours de l'étape d'hémi-synthèse et justifier le matériel utilisé.

32. Préciser le rôle des grains de pierre ponce.

33. Faire un schéma annoté de l'ampoule à décanter après décantation mais avant élimination du glycérol en considérant des réactifs introduits dans les conditions stoechiométriques et une réaction totale. Justifier le schéma.

34. Donner le nom du glycérol en nomenclature systématique.

Dans le cas d'un triglycéride, le changement de groupe caractéristique s'applique aux trois groupes présents dans la molécule. Chacune de ces modifications se fait successivement. Pour simplifier, on étudie uniquement le remplacement de l'un de ces trois groupes.

Sur l'annexe page 15 est représenté le mécanisme réactionnel de la réaction de transestérification d'une huile végétale par un alcool, catalysée par une base.

35. Sur l'annexe page 16 à rendre avec la copie :

- préciser la formule semi-développée de l'intermédiaire réactionnel A ;
- compléter le mécanisme de chacune des étapes avec le minimum de flèches courbes ;
- indiquer la nature de chaque étape réactionnelle parmi les propositions suivantes : addition, élimination, substitution ou réaction acide-base.

36. Déterminer la quantité de matière des réactifs mis en jeu dans le protocole expérimental de la transestérification d'une huile de colza.

37. Déterminer le réactif limitant. Justifier votre réponse par un calcul.

La masse d'oléate d'éthyle obtenue est de 88 g après séchage.

38. Déterminer le rendement de cette réaction de transestérification.

Partie 4 : gallium

La production d'énergie électrique à partir d'une éolienne présente un caractère aléatoire lié aux conditions climatiques. Afin de satisfaire les besoins énergétiques à tout instant, il est nécessaire de positionner en aval de la chaîne énergétique un dispositif de stockage d'énergie, constitué de batteries. Les nouvelles générations de batteries utilisent des alliages à base de gallium. Cette partie aborde quelques propriétés de cet élément.



Par spectroscopie, Paul Emile Lecoq de Boisbaudran découvre le gallium en 1875.

Le gallium vient alors occuper la case que lui réservait la classification de Mendeleïev. En effet, dès 1869, ce dernier avait prédit l'existence et décrit à l'avance les propriétés d'un élément qu'il nomma alors « eka-aluminium » car il prévoyait des propriétés similaires à celle de l'aluminium.

Le gallium naturel est constitué de deux isotopes stables : ^{69}Ga et ^{71}Ga de masses molaires atomiques respectivement égales à $M(^{69}\text{Ga}) = 68,926 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $M(^{71}\text{Ga}) = 70,925 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Quelques données concernant les atomes :

Caractéristiques des atomes de gallium et arsenic :

Élément	Ga	As
Numéro atomique Z	31	33
Rayon covalent (nm)	0,126	0,119
Masse molaire ($\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$)	70	75

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Extrait de classification périodique :

Cuivre 29 Cu 63,546 (3)	Zinc 30 Zn 65,38 (2)	Gallium 31 Ga 69,723 (1)	Germanium 32 Ge 72,630 (8)	Arsenic 33 As 74,921595	Sélénium 34 Se 78,971 (8)	Brome 35 Br 79,904
---	--------------------------------------	--	--	---	---	------------------------------------

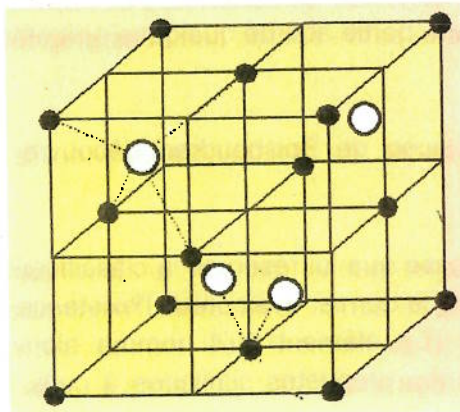
39. Définir ce que sont des isotopes.

40. Déterminer la valeur de l'abondance naturelle de chacun des isotopes sachant que la masse molaire atomique du gallium est de $69,723 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

41. Écrire la configuration électronique fondamentale du gallium. En déduire le nombre d'électrons de valence qu'il possède et sa position dans la classification périodique (groupe et période).

42. L'indium est situé sous le gallium dans la classification périodique. En déduire sa configuration électronique à l'état fondamental.

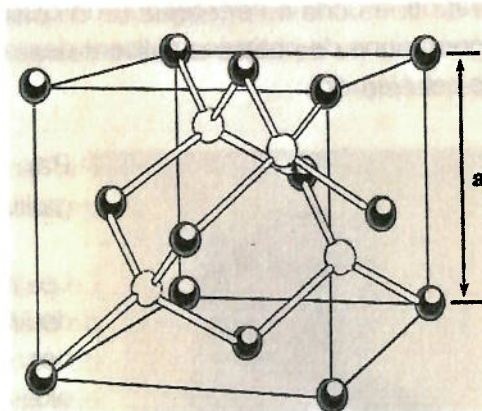
L'essentiel du gallium est utilisé en alliage avec l'arsenic. Il forme avec lui un composé covalent : l'arséniure de gallium. Ce composé est un semi-conducteur de très haute qualité utilisé dans les cellules photovoltaïques à haut rendement. L'arséniure de gallium possède une structure covalente du type blende ZnS , représentée ci-dessous :



Les atomes d'arsenic (en noir) sont en empilement de type cubique à faces centrées

Les atomes de gallium sont représentés en blanc.

Paramètre de maille :
 $a = 0,566 \text{ nm}$



43. Dans cette structure, donner la coordinence d'un atome d'arsenic et d'un atome de gallium.
44. Donner la nature des sites occupés par les atomes de gallium.
45. Déterminer le nombre d'atomes d'arsenic et le nombre d'atomes de gallium dans une maille.
46. En déduire la formule de l'arséniure de gallium.
47. Sachant que les atomes d'arsenic et de gallium sont tangents selon la diagonale du cube d'arrête $a/2$, retrouver la valeur du paramètre de maille a .
48. Déterminer la valeur de la compacité de cette maille.
49. Déterminer la masse volumique de cet alliage.

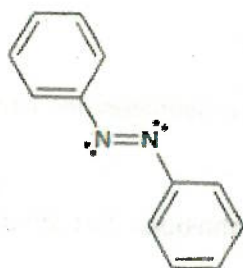
L'un des isotopes du Gallium, le gallium 68 (^{68}Ga) est un radionucléide émetteur de positons, utilisé en milieu hospitalier afin de cibler certaines pathologies telles que le cancer de la prostate et les tumeurs neuroendocrines. Ce radio-isotope ayant une demi-vie d'environ une heure, il n'est pas possible de conserver des doses de gallium 68 dans les hôpitaux. Il est donc obtenu directement sur site à l'aide d'un générateur d'isotopes à partir du germanium 68 (^{68}Ge). En effet, le germanium 68 se transforme en gallium 68 par capture électronique en émettant un neutrino électronique.

50. Énoncer les lois de conservation qui régissent une réaction nucléaire.
 51. Écrire l'équation de la réaction modélisant la transformation nucléaire permettant la formation du gallium 68 à partir du germanium 68 en précisant le numéro atomique, le nombre de masse et les symboles des différents nucléides et particules.
- Rapidement après sa formation, le gallium 68 se désintègre par radioactivité β^+ en émettant un neutrino.
52. Écrire l'équation de la réaction modélisant la désintégration radioactive du gallium 68 en précisant à nouveau le numéro atomique, le nombre de masse et les symboles des différents nucléides et particules.

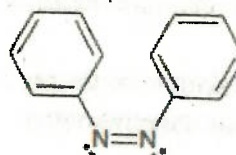
Partie 5 : azobenzène

En l'absence de vent, une production énergétique complémentaire peut être réalisée à partir de l'énergie rayonnante du Soleil. De récentes recherches permettent d'envisager de pouvoir emmagasiner l'énergie issue du rayonnement solaire afin de la restituer sur plusieurs mois, grâce à un matériau composite innovant, à base d'ions métalliques et de molécules d'azobenzène. Cette partie aborde quelques propriétés de l'azobenzène.

L'irradiation du (E)-azobenzène dans le proche ultraviolet provoque une isomérisation en (Z)-azobenzène. L'azobenzène, de formule brute $C_{12}H_{10}N_2$, existe donc sous les deux formes isomères suivantes :



Isomère 1



Isomère 2

Quelques données :

Polarité de quelques composés chimiques

Eau	Très polaire
Éthanol	Polaire
Toluène	Peu polaire
Gel de silice	Très polaire

Solubilités de l'azobenzène dans quelques solvants organiques

Solvants	Solubilité de l'Azobenzène
Eau	Aucune
  Éthanol	Très faible
   Toluène	Forte

Énergies de liaison : $E_{N=N} = 418 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ $E_{N-N} = 159 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$.

Célérité de la lumière dans le vide : $c = 3,0 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Nombre d'Avogadro : $N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

53. Identifier les deux descripteurs stéréochimiques Z et E des deux isomères de l'azobenzène.

54. Déterminer la relation d'isomérisation entre ces deux isomères.

55. Donner la particularité des doubles liaisons $C=C$ dans ces composés.

56. Citer l'isomère de configuration la plus stable en justifiant la réponse.

57. Représenter deux formes mésomères de l'isomère 1 en détaillant les déplacements électroniques permettant de passer de l'une à l'autre.

On admet que le moment dipolaire $\overrightarrow{\mu_{AB}}$ créé par une liaison A-B, vaut $\chi_A - \chi_B$ (électronégativité de Pauling), exprimé en debye (D) et que les moments dus à chaque liaison sont vectoriellement additifs.

58. Déterminer la direction, le sens du moment dipolaire de chaque molécule. Aucun calcul n'est exigé.

59. Conclure quant aux polarités relatives de ces deux isomères.

On souhaite mettre en évidence de façon expérimentale les deux isomères de l'azobenzène en utilisant une chromatographie sur couche mince.

60. Expliquer en quelques phrases l'intérêt et le principe d'une technique de chromatographie sur couche mince.

61. Cette analyse étant réalisée sur une phase stationnaire (PS) constituée de gel de silice, argumenter et proposer le choix d'une phase mobile (PM) qui permettrait de réaliser cette opération technique dans des conditions optimales, en précisant les consignes de sécurité à mettre en œuvre.

62. Déterminer dans ces conditions, et à l'aide des questions précédentes, l'isomère qui a la vitesse d'élution la plus grande.

La liaison azote N=N de l'azobenzène est photo-chimiquement fragile, c'est-à-dire qu'elle peut aisément devenir simple sous l'effet d'un rayonnement suffisamment énergétique.

63. À l'aide des informations fournies, déterminer l'énergie nécessaire pour transformer une double liaison N=N en simple liaison.

64. En déduire la longueur d'onde maximale capable de transformer une liaison double N=N en liaison simple.

65. Justifier alors l'affirmation « L'irradiation du (E)-azobenzène dans le proche ultraviolet provoque une isomérisation en (Z)-azobenzène » citée en introduction de la partie 5.

Nom de famille :

(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)



Prénom (s) :

Centre
d'épreuves :

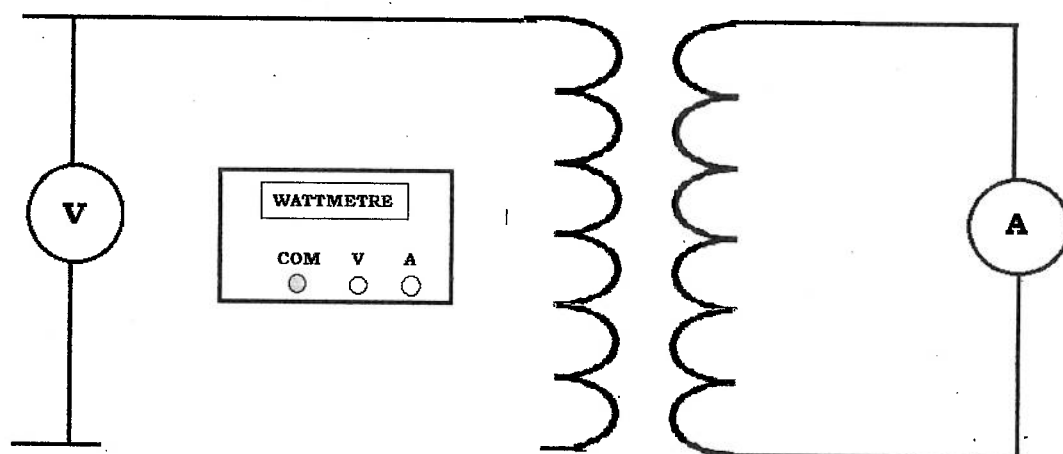
Né(e) le :

Concours/Examen : Épreuve : N° sujet :

Section-option/S spécialité/BAP/Domaine :

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Indiquer le n° du sujet quand l'épreuve comporte plusieurs sujets au choix.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre noire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

ANNEXE à rendre avec la copie**PLPA / 4ÈME CATÉGORIE MATHÉMATIQUES PHYSIQUE CHIMIE****Partie 2 – Question 15**

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Partie 3 – Question 35

