Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)
Prénom(s) :
N° candidat : N° d'inscription :
(Les numéros figurent sur la convocation.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

ÉVALUATIONS

CLASSE : première

VOIE : ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)

ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie

DURÉE DE L'ÉPREUVE : 2 h

CALCULATRICE AUTORISÉE : ☒Oui ☐ Non

☐ Ce sujet contient des parties à rendre par le candidat avec sa copie. De ce fait, il ne peut être dupliqué et doit être imprimé pour chaque candidat afin d'assurer ensuite sa bonne numérisation.

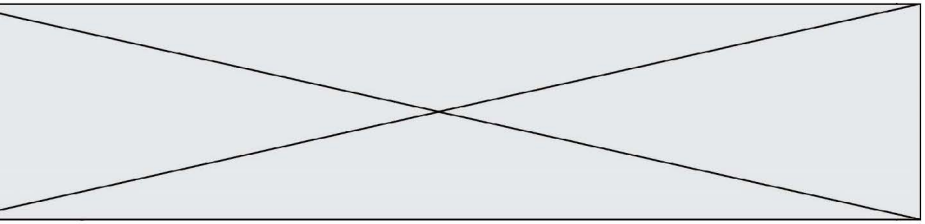
Nombre total de pages : 9

PARTIE A

Le projet SEAREV : Système Électrique Autonome de Récupération de l'Énergie des Vagues (10 points)

Comment fonctionne le système SEAREV ? SEAREV est un système offshore de deuxième génération composé d'un flotteur clos et étanche dans lequel est suspendue une roue chargée qui joue le rôle d'un pendule embarqué. Cette roue à axe horizontal, de grand diamètre (9 m), dont la moitié supérieure est évidée, a sa masse concentrée dans la moitié inférieure, lestée de béton, d'où l'effet de pendule. Sous l'action de la houle et des vagues, le flotteur se met à osciller, entraînant à son tour un mouvement de va-et-vient de la roue pendulaire. Chacun a son propre mouvement, et c'est le mouvement relatif entre le flotteur et la roue qui actionne un système hydro-électrique de conversion de l'énergie mécanique en électricité : des pompes hydrauliques liées à la roue pendulaire chargent des accumulateurs à haute pression ; en se déchargeant, ces derniers livrent à leur tour leur énergie à des moteurs hydrauliques qui entraînent des générateurs d'électricité. Plusieurs flotteurs SEAREV mouillés au large forment un parc (ou ferme). L'électricité est ramenée à terre par un câble sous-marin.

http://www2.cnrs.fr/sites/communique/fichier/08searev.pdf



Pour comprendre le fonctionnement complexe de la roue pendulaire du SEAREV, il a fallu s'intéresser aux oscillations libres des systèmes. Dans cet exercice, la roue pendulaire est modélisée par un pendule simple composé d'une bille de masse m et d'un fil de longueur L. On considère que la roue pendulaire, au passage d'une vague, effectue une oscillation complète (soit un aller-retour).

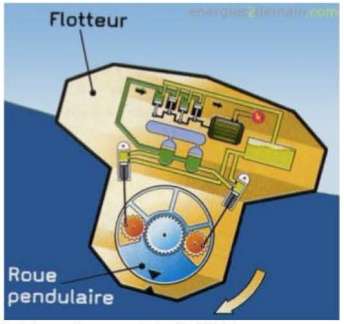


Schéma d'un module SEAREV
www.energies2demain.com

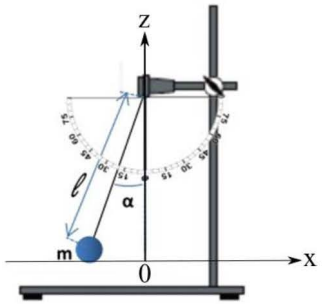
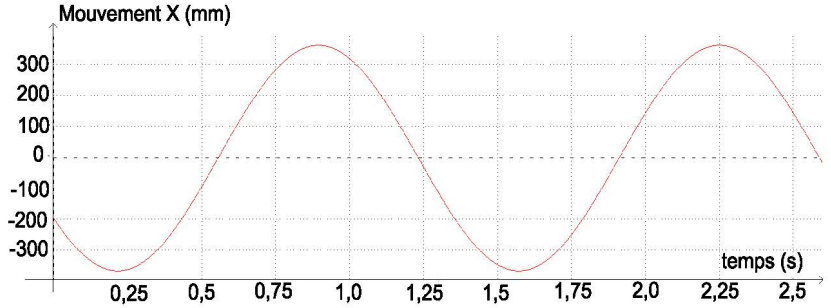


Schéma d'un pendule simple

Afin d'étudier le pendule simple, une vidéo enregistrant les oscillations du pendule a été réalisée ainsi que le pointage des positions occupées par le pendule au cours du temps. On obtient la courbe présentée ci-après.

Oscillations du pendule simple



1. Déterminer la valeur de la période des oscillations du pendule simple étudié.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)
Prénom(s) :
N° candidat : N° d'inscription :
(Les numéros figurent sur la convocation.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

2. En déduire celle de la fréquence des oscillations de ce pendule.
3. On considère que des vagues atteignent un module SEAREV à un rythme constant. On modélise la roue pendulaire par le pendule simple étudié ci-dessus. Calculer le nombre de vagues qui atteindraient le module en 50 secondes. Commenter le résultat obtenu.

L'énergie des vagues

On considère la puissance moyenne annuelle transportée par mètre perpendiculaire à la direction de propagation des vagues. Les valeurs maximales à la surface du globe, 100 kW·m^{-1}, se trouvent au Cap Horn, alors que dans le Golfe de Gascogne en face de nos côtes, on trouve des niveaux de 40 kW·m^{-1}. La ressource moyenne globale en puissance des vagues se situerait entre 1,3 et 2 TW (soit entre 1,3.10^{12} et 2.10^{12} W) d'après le World Energy Council, soit l'ordre de grandeur de la puissance électrique mondiale installée (~2 TW). L'énergie récupérable avec les moyens envisagés aujourd'hui serait de l'ordre de 140 à 750 TWh par an. Les développeurs estiment que l'on pourrait installer en mer des parcs de machines avec une densité de puissance de l'ordre de 25 MW par km^2 de mer occupée, ce qui pourrait alimenter de 7 000 à 8 000 foyers français en électricité (moyenne annuelle hors chauffage).
http://www2.cnrs.fr/sites/communique/fichier/08searev.pdf

4. Indiquer si le module SEAREV est un convertisseur d'énergie. Justifier.

Afin de mieux comprendre l'aspect énergétique du module SEAREV, on étudie les énergies associées aux oscillations d'un pendule simple. On obtient les courbes simulées ci-après représentant les variations des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un pendule simple.

5. Un joule équivaut à un kg·m^2·s^{-2}. Parmi les expressions suivantes, choisir, en justifiant à l'aide d'une analyse des unités, celle de l'énergie cinétique E_C puis celle de l'énergie potentielle de pesanteur E_{PP}:

a) $E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

b) $E_C = \frac{1}{2} \times m \times v$

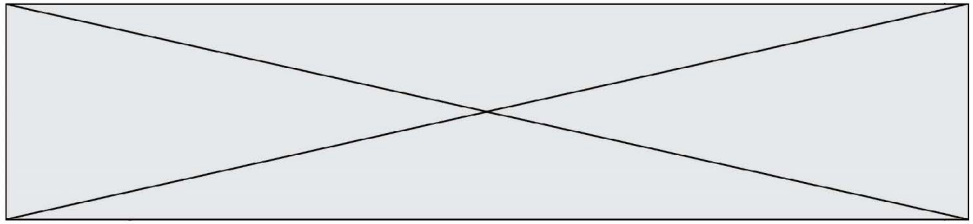
c) $E_C = \frac{1}{2} \times v^2$

d) $E_{PP} = m \times g$

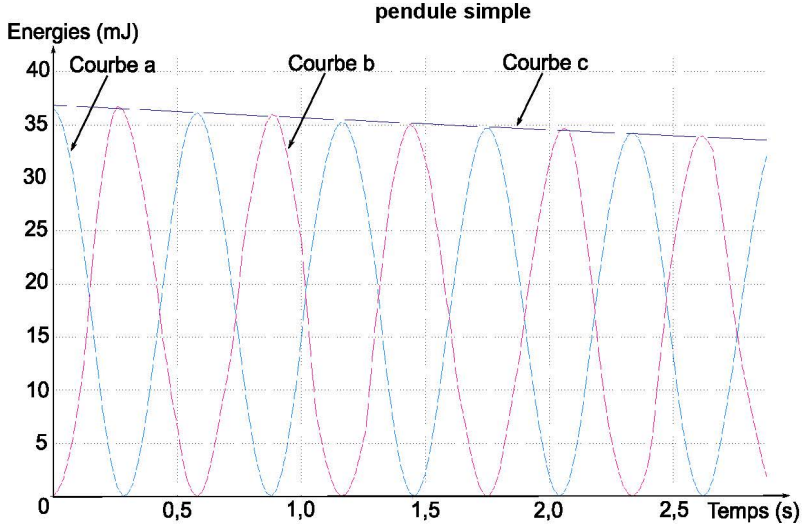
e) $E_{PP} = m \times g \times z$

f) $E_{PP} = g \times z$

où m est la masse du système étudié, v est la vitesse, g est l'intensité de la pesanteur et z l'altitude.



Simulation des variations des énergies cinétique, potentielle et mécanique d'un pendule simple



6. Le pendule est lâché, sans vitesse initiale, avec un angle α = 30°. Associer à chaque courbe (a, b et c) de la simulation, une énergie (cinétique, potentielle ou mécanique). Justifier.
7. Indiquer si l'énergie mécanique du pendule est conservée au cours de son mouvement. Justifier.
8. Déterminer la valeur du travail des forces non conservatives s'exerçant sur le pendule pendant une durée Δt = 2,5 s. Justifier.
9. Citer une force non conservative s'exerçant sur un module SEAREV.

Des parcs de machines composés de dizaines de module SEAREV sont envisagés pour produire de l'électricité. On estime la surface d'un parc de machine à 1 km². D'après le site futura-science.com, la consommation d'électricité annuelle moyenne par foyer en France est d'environ 5 MWh.

10. Déterminer si un parc de machines permettrait de répondre aux besoins énergétiques annuels de 8 000 foyers français, comme indiqué précédemment.

Donnée : 1 Wh = 3 600 J.

Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)
Prénom(s) :
N° candidat : N° d'inscription :
(Les numéros figurent sur la convocation.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

PARTIE B

Synthèse d'un composé chimique photochrome (10 points)

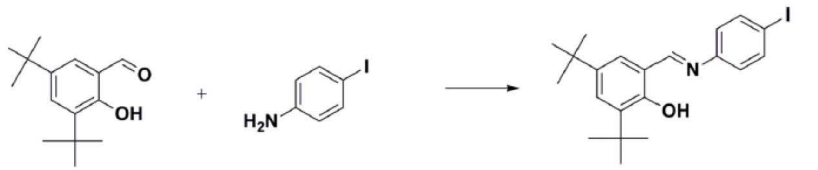
Le photochromisme est la transformation d'une espèce chimique d'une forme A vers une forme B (ou inversement) provoquée par l'absorption d'un rayonnement électromagnétique. Chacune des deux formes, A et B, possède un spectre d'absorption différent. Le passage d'une forme à l'autre est accompagnée par un changement des propriétés physiques de l'espèce chimique, telles que l'indice de réfraction, la solubilité, la viscosité.

La plupart des composés photochrome passe d'une forme incolore ou légèrement colorée (jaune pâle) à une forme plus colorée (bleu, rouge...). Les applications de ce type de composé sont nombreuses : verre photochromique (qui s'assombrit à la lumière du soleil), capteurs UV, revêtements intelligents, stockage d'information, encre de sécurité.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Photochromisme

Nous nous intéressons à la synthèse d'un composé photochrome le N-(3,5-di-tert-butylsalicylidène)-4-iodobenzène, que nous noterons DTSIB.

L'équation de la réaction modélisant la synthèse du DTSIB à partir du 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde (1) et du 4-iodoaniline (2) est la suivante :



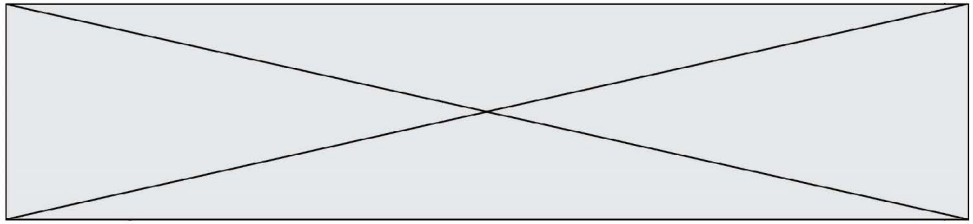
1 2 "DTSIB (forme énol) / Jaune"

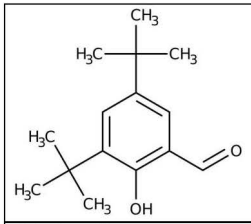
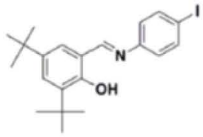
Synthèse et étude d'un composé photochrome de la famille des salicylidène-anilines par Jonathan Piard et Rémi MÉTIVIER, Le Bup n° 955-956

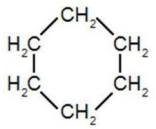
Données

- Electronégativité de certains atomes : hydrogène χ(H) = 2,2 ; carbone χ(C) = 2,5 ; oxygène χ(O) = 3,44.
- Informations concernant certaines molécules :

Molécule	Propriétés	Dangers
3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde (ou pourra la noter DTBHB)	▪ Etat solide à température ambiante ▪ Soluble dans le méthanol et l'éthanol	▪ Provoque une irritation cutanée ▪ Provoque une sévère irritation des yeux



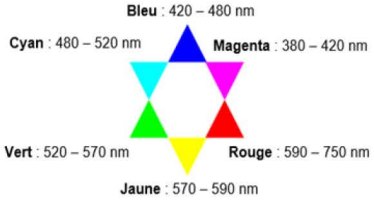
	▪ Masse molaire moléculaire: 234,33 g·mol^{-1}	▪ Peut irriter les voies respiratoires
4-iodoaniline	▪ Etat solide à température ambiante ▪ Légèrement soluble dans l'eau. Soluble dans le chloroforme, le méthanol et l'éthanol ▪ Masse molaire moléculaire: 219,02 g·mol^{-1}	▪ Nocif par contact cutané ▪ Provoque une sévère irritation des yeux ▪ Nocif par inhalation ▪ Provoque une irritation cutanée ▪ Nocif en cas d'ingestion ▪ Peut irriter les voies respiratoires
N-(3,5-di-tert-butylsalicylidène)-4-iodobenzène (on pourra le noter DTSIB) 	▪ Peu soluble dans le méthanol Soluble dans le dichlorométhane ▪ Masse molaire moléculaire: 435,34 g·mol^{-1}	
Dichlorométhane	▪ Masse molaire moléculaire : 84,93 g·mol^{-1}	▪ Nocif par contact cutané ▪ Provoque une sévère irritation des yeux ▪ Nocif par inhalation ▪ Provoque une irritation cutanée ▪ Nocif en cas d'ingestion ▪ Cancérogénicité
Méthanol $CH_3 - OH$	▪ Masse molaire moléculaire : 32 g·mol^{-1}	
Ethanol	▪ Masse molaire moléculaire :	

$CH_3 - CH_2 - OH$	46 g·mol^{-1}	
Cyclohexane 	▪ Masse molaire moléculaire : 78 g·mol^{-1}	

- Table de données pour la spectroscopie infrarouge :

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O–H	2900-3200	forte
N–H amine	3100–3500	moyenne
O–H acide carboxylique	2500–3200	forte à moyenne, large
N–H amine ou amide	1560–1640	forte
C = N imine	1615-1700	forte

- Cercle chromatique :

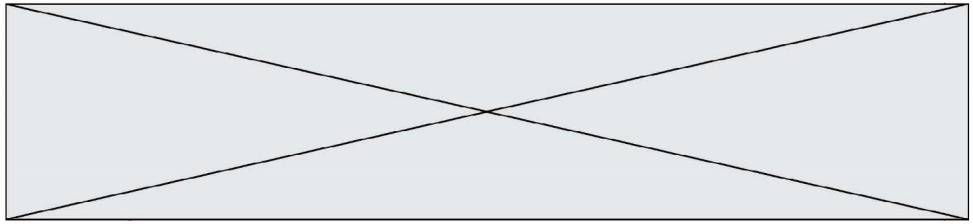


Étude du protocole expérimental

Le protocole expérimental de la synthèse du DTSIB est le suivant :

Dans un erlenmeyer, introduire 400 mg de 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde et 400 mg de 4-iodoaniline dissous dans 15 mL d'éthanol. Le 4-iodoaniline est donc ajouté en léger excès.
Ajouter une pointe de spatule d'acide para-toluènesulfonique. Agiter vigoureusement la solution à température ambiante. Au bout de vingt minutes d'agitation environ, vérifier l'apparition d'un précipité jaune persistant. Après quarante-cinq minutes d'agitation, le mélange réactionnel est filtré sur Büchner, lavé avec 15 mL d'éthanol par petites fractions, essoré cinq minutes sous vide puis séché sur papier filtre.

Synthèse et étude d'un composé photochromede la famille des salicylidène-anilines par Jonathan Piard et Rémi MÉTIVIER, Le Bup n° 955-956



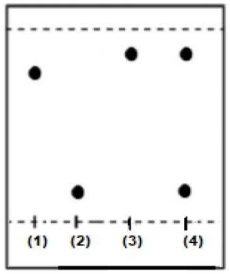
1. Indiquer les précautions à prendre lors de l'utilisation du 3,5 di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde et du 4-iodoaniline.
2. Justifier par un calcul la phrase suivante : « Le 4-iodoaniline est donc ajouté en léger excès. »
3. Indiquer le rôle joué par l'éthanol lors de cette synthèse.
4. Déterminer le caractère polaire ou apolaire des molécules d'éthanol et de cyclohexane.
5. Indiquer si on peut utiliser le cyclohexane à la place de l'éthanol lors de cette synthèse.
6. Indiquer le nom de la technique de séparation utilisée à la fin de la synthèse. Schématiser le matériel utilisé et légender le schéma.

A la fin de la synthèse, on recueille 392 mg de DTSIB brut.

7. Déterminer le rendement de cette synthèse. Commenter le résultat obtenu.

Identification et propriétés du produit obtenu

Une analyse du produit de synthèse obtenu par chromatographie sur couche mince donne les résultats suivants :



(1) 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde
(2) 4-iodoaniline
(3) DTSIB pur
(4) Produit de synthèse brut

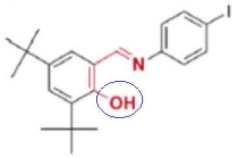
8. Interpréter le chromatogramme obtenu.
9. Indiquer si les résultats de la CCM paraissent en accord avec les conditions expérimentales choisies.

Afin de purifier le produit brut obtenu, on peut procéder à une recristallisation en utilisant du méthanol comme solvant de recristallisation.

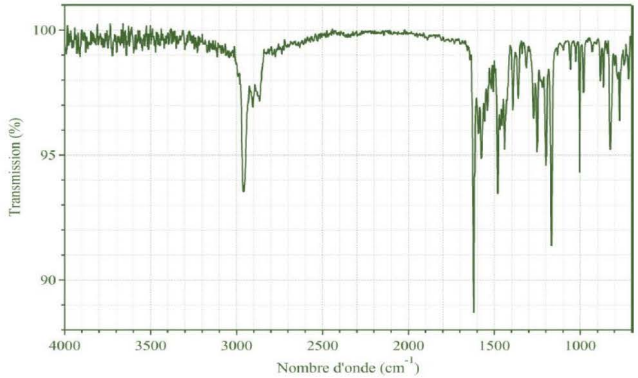
Modèle CCYC : ©DNE
Nom de famille *(naissance)* :
(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)
Prénom(s) :
N° candidat : N° d'inscription :
(Les numéros figurent sur la convocation.)
Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Né(e) le : / /
1.1

10. Justifier l'utilisation du méthanol comme solvant permettant d'éliminer les éventuelles traces de 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde et de 4-iodoaniline présentes dans le produit final.

11. Nommer la famille associée au groupe caractéristique entouré sur la molécule DTSIB représentée ci-dessous :



Les groupes caractéristiques présents dans cette molécule peuvent être identifiées grâce aux spectres infrarouge (I.R.). Celui de cette molécule DTSIB est proposé ci-dessous :



Spectre infrarouge du DTSIB sous sa forme énol

Synthèse et étude d'un composé photochromede la famille des salicylidène-anilines par Jonathan Piard et Rémi MÉTIVIER, Le Bup n° 955-956

12. Analyser le spectre infrarouge ci-dessus et justifier qu'il peut correspondre à celui de la molécule de DTSIB.

Le DTSIB existe sous deux formes : une forme énol de couleur jaune et une forme cétone de couleur rouge. Il est possible d'analyser le passage de la forme cétone à la forme énol grâce à la spectrophotométrie.

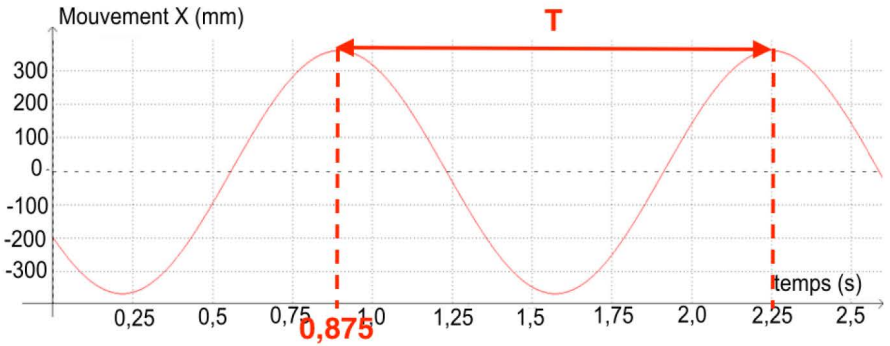
13. Indiquer dans quel intervalle de longueur d'onde régler le spectrophotomètre afin de suivre la disparition de la forme cétone.

ÉVALUATION COMMUNE 2024 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Première	**VOIE :** ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui ☐ Non

Le projet SEAREV - Système Électrique Autonome de Récupération de l'Énergie des Vagues

Oscillations du pendule simple

1.



$T = 2{,}25 - 0{,}875$
$T = 1{,}38\ s$

La période des oscillations du pendule simple étudié a pour valeur 1,375 s.

2.

$f = \frac{1}{T}$
$f = \frac{1}{1{,}38}$
$f = 0{,}72\ Hz$

3.

$1\ vague$	$1{,}38\ s$
$N\ vague$	$50\ s$

$N = \frac{1 \times 50}{1{,}38}$
$N = 36$

Si on considère que des vagues atteignent un module SEAREV à un rythme constant, 36 vagues atteindraient le module en 50 secondes.

Les nombre de vague est important au vu du temps dans lequel elles arrivent.

L'énergie des vagues

4.

Le module SEAREV reçoit de l'énergie mécanique et délivre de l'énergie electrique : le module SEAREV est un convertisseur d'énergie.

5.

Faisons une analyse des unités des expressions proposées :

a)

$Ec = \frac{1}{2} \times m \times v^2$
$[Ec] = \left[\frac{1}{2}\right] \times [m] \times [v]^2$
$J = Kg \cdot (m \cdot s^{-1})^2$
$J = Kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$

Vrai

L'énoncé nous indique que « un joule équivaut à un $kg{\cdot}m^2{\cdot}s^{-2}$ » : l'expression proposée est correcte au vu de l'analyse des unités.

b)

$Ec = \frac{1}{2} \times m \times v$
$[Ec] = \left[\frac{1}{2}\right] \times [m] \times [v]$
$J = Kg \cdot m \cdot s^{-1}$

Faux

L'énoncé nous indique que « un joule équivaut à un $kg{\cdot}m^2{\cdot}s^{-2}$ » : l'expression proposée est fausse au vu de l'analyse des unités.

c)

$\mathrm{Ec} = \frac{1}{2} \times \mathrm{v}^2$
$[\mathrm{Ec}] = \left[\frac{1}{2}\right] \times [\mathrm{v}]^2$
$\mathrm{J} = (\mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-1})^2$
$\mathrm{J} = \mathrm{m}^2 \cdot \mathrm{s}^{-2}$

Faux

L'énoncé nous indique que « un joule équivaut à un $kg{\cdot}m^2{\cdot}s^{-2}$ » : l'expression proposée est fausse au vu de l'analyse des unités.

d)

$\mathrm{Epp} = \mathrm{m} \times \mathrm{g}$
$[\mathrm{Epp}] = [\mathrm{m}] \times [\mathrm{g}]$
$\mathrm{J} = \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2}$

Faux

L'énoncé nous indique que « un joule équivaut à un $kg{\cdot}m^2{\cdot}s^{-2}$ » : l'expression proposée est fausse au vu de l'analyse des unités.

e)

$\mathrm{Epp} = \mathrm{m} \times \mathrm{g} \times \mathrm{z}$
$[\mathrm{Epp}] = [\mathrm{m}] \times [\mathrm{g}] \times [\mathrm{z}]$
$\mathrm{J} = \mathrm{kg} \cdot \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2} \cdot \mathrm{m}$
$J = Kg \cdot m^2 \cdot s^{-2}$

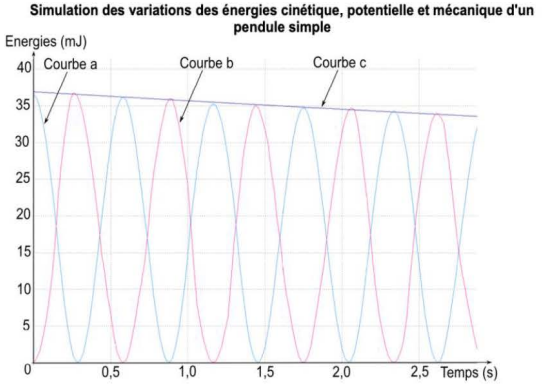
Vrai
L'énoncé nous indique que « un joule équivaut à un kg·m²·s⁻² » : l'expression proposée est correcte au vu de l'analyse des unités.

f)
$\mathrm{Epp} = \mathrm{g} \times \mathrm{z}$
$[\mathrm{Epp}] = [\mathrm{g}] \times [\mathrm{z}]$
$\mathrm{J} = \mathrm{m} \cdot \mathrm{s}^{-2} \cdot \mathrm{m}$
$J = m^2 \cdot s^{-2}$
Faux
L'énoncé nous indique que « un joule équivaut à un kg·m²·s⁻² » : l'expression proposée est fausse au vu de l'analyse des unités.

6.
$\mathrm{Em} = \mathrm{Ec} + \mathrm{Epp}$: l'énergie mécanique est la somme de l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur. La courbe la représentant est la somme des deux autres : courbe c

$\mathrm{Ec} = \frac{1}{2} \times \mathrm{m} \times v^2$: Le pendule est lâché, sans vitesse initiale. Ainsi, à l'instant initiale, la vitesse étant nulle, l'énergie cinétique est nulle : courbe b

$\mathrm{Epp} = \mathrm{m} \times \mathrm{g} \times \mathrm{z}$: l'énergie potentielle de pesanteur est proportionnelle à l'altitude. Le pendule est lâché, avec un angle α=30°. L'altitude initiale n'est pas nulle. L'énergie potentielle initiale Epp n'est pas nulle : Courbe a

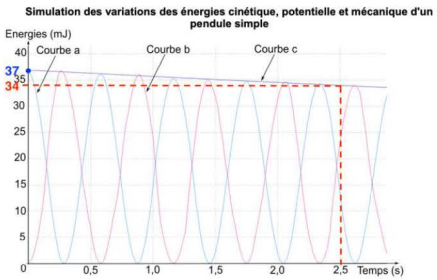


7.
L'énergie mécanique (courbe c) du pendule diminue au cours du temps. Ainsi, l'énergie mécanique n'est pas conservée au cours de son mouvement.

8.
Théorème de l'énergie mécanique :
$\Delta\mathrm{Em} = W_{BC}(\vec{F}_{\text{non conservatives}})$
$W_{BC}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}) = \Delta\mathrm{Em}$
$W_{BC}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}) = \mathrm{Em}(t = 2{,}5\ s) - \mathrm{Em}(t = 0\ s)$

Graphiquement, on obtient :
- $\mathrm{Em}(t = 2{,}5\ s) = 34\ \mathrm{mJ}$
- $\mathrm{Em}(t = 0\ s) = 37\ \mathrm{mJ}$

$W_{BC}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}) = 34 - 37$
$W_{BC}(\vec{F}_{\text{non conservatives}}) = -3{,}0\ \mathrm{mJ}$



9.
La force de frottement est une force non conservative s'exerçant sur un module SEAREV.

10.
La consommation d'électricité annuelle moyenne par foyer en France est d'environ 5 MWh.

Calculons la consommation d'électricité annuelle moyenne de 8 000 foyers français :
$E_{8000} = 5 \times 10^6 \times 8000$
$E_{8000} = 4 \times 10^{10}\ Wh$

D'après l'énoncé : « Les développeurs estiment que l'on pourrait installer en mer des parcs de machines avec une densité de puissance de l'ordre de 25 MW par km² »

Calculons l'énergie annuelle produite par un parc de machine à 1 km² :
$E_{produite} = P_{produite} \times \Delta t$
Remarque : en mettant le temps (une année ici) en h on obtient des Wh
$E_{produite} = 25 \times 10^6 \times 1 \times 365{,}25 \times 24$
$E_{produite} = 2{,}2 \times 10^{11}\ Wh$

L'énergie annuelle produite par un parc de machine à 1 km² est supérieure à la consommation d'électricité annuelle moyenne de 8 000 foyers français.

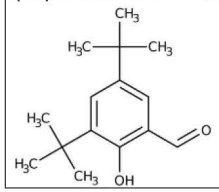
Ainsi, un parc de machines permettrait de répondre aux besoins énergétiques annuels de 8 000 foyers français, comme indiqué précédemment.

ÉVALUATION COMMUNE 2024 CORRECTION Yohan Atlan © https://www.vecteurbac.fr/	
CLASSE : Première	**VOIE :** ☒ Générale ☐ Technologique ☐ Toutes voies (LV)
VOIE : ☒ Générale	**ENSEIGNEMENT : Spécialité physique-chimie**
DURÉE DE L'ÉPREUVE : 1 h	**CALCULATRICE AUTORISÉE :** ☒Oui ☐ Non

Synthèse d'un composé chimique photochrome

Étude du protocole expérimental

1.

Molécule	Propriétés	Dangers
3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde (ou pourra la noter DTBHB) 	▪ Etat solide à température ambiante ▪ Soluble dans le méthanol et l'éthanol ▪ Masse molaire moléculaire : 234,33 g·mol^{-1}	▪ Provoque une irritation cutanée ▪ Provoque une sévère irritation des yeux ▪ Peut irriter les voies respiratoires

Le 3,5 di-tert-butyl-2- hydroxybenzaldéhyde (DTBHB) :

- Provoque une irritation cutanée
- Provoque une sévère irritation des yeux
- Peut irriter les voies respiratoires

Il faut donc mettre une blouse, des gants et des lunettes de protections et travailler sous hotte aspirante pour ne pas être en contact avec les vapeurs de ce produit.

Molécule	Propriétés	Dangers
4-iodoaniline	▪ Etat solide à température ambiante ▪ Légèrement soluble dans l'eau. Soluble dans le chloroforme, le méthanol et l'éthanol ▪ Masse molaire moléculaire: 219,02 g·mol^{-1}	▪ Nocif par contact cutané ▪ Provoque une sévère irritation des yeux ▪ Nocif par inhalation ▪ Provoque une irritation cutanée ▪ Nocif en cas d'ingestion ▪ Peut irriter les voies respiratoires

Le 4-iodoaniline :

- Nocif par contact cutané
- Provoque une sévère irritation des yeux
- Nocif par inhalation
- Provoque une irritation cutanée
- Nocif en cas d'ingestion
- Peut irriter les voies respiratoires

Il faut donc mettre une blouse, des gants et des lunettes de protections et travailler sous hotte aspirante pour ne pas être en contact avec les vapeurs de ce produit.

Ainsi, les précautions à prendre lors de l'utilisation du 3,5 di-tert-butyl-2- hydroxybenzaldéhyde et du 4-iodoaniline sont :

- mettre une blouse
- porter lunettes de protections
- porter des lunettes de protections
- travailler sous hotte aspirante

2.

Calculons la quantité de 3,5 di-tert-butyl-2- hydroxybenzaldéhyde (DTBHB) introduit initialement dans le milieu réactionnel :

$$n_{DTBHB} = \frac{m_{DTBHB}}{M_{DTBHB}}$$

$$n_{DTBHB} = \frac{400 \times 10^{-3}}{234{,}33}$$

$$n_{DTBHB} = 1{,}71 \times 10^{-3}\ mol$$

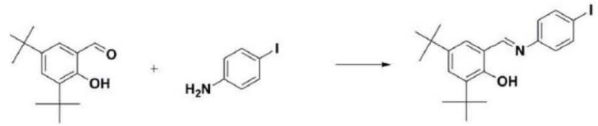
Calculons la quantité de 4-iodoaniline introduit initialement dans le milieu réactionnel :

$$n_{4-iodoaniline} = \frac{m_{4-iodoaniline}}{M_{4-iodoaniline}}$$

$$n_{4-iodoaniline} = \frac{400 \times 10^{-3}}{219{,}02}$$

$$n_{4-iodoaniline} = 1{,}82 \times 10^{-3}\ mol$$

L'équation de la réaction modélisant la synthèse du DTSIB à partir du 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde (1) et du 4-iodoaniline (2) est la suivante :



1 2 "DTSIB (forme énol) / Jaune"

Synthèse et étude d'un composé photochrome de la famille des salicylidène-anilines par Jonathan Piard et Rémi MÉTIVIER, Le Bup n° 955-956

$$x_{max1} = \frac{n_{DTBHB}}{1}$$

$$x_{max1} = \frac{1{,}71 \times 10^{-3}}{1}$$

$$x_{max1} = 1{,}71 \times 10^{-3}\ mol$$

$$x_{max2} = \frac{n_{4-iodoaniline}}{1}$$

$$x_{max2} = \frac{1{,}82 \times 10^{-3}}{1}$$

$$x_{max2} = 1{,}82 \times 10^{-3}\ mol$$

$x_{max1} < x_{max2}$: $x_{max} = x_{max1} = 1{,}71 \times 10^{-3}$ mol

La différence entre les deux valeurs est faible.

C'est pourquoi, on peut affirmer que se 4-iodoaniline est donc ajouté en léger excès.

3.
Le 3,5 di-tert-butyl-2- hydroxybenzaldéhyde (DTBHB) est soluble dans le méthanol et l'éthanol.
Le 4-iodoaniline est soluble dans le chloroforme, le méthanol et l'éthanol

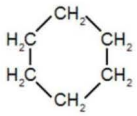
Lors de cette synthèse, l'éthanol joue le rôle de solvant.

4.
Calculons la différence d'électronégativité entre l'atome d'oxygène et l'atome d'hydrogène :
$\Delta\chi = \chi(O) - \chi(H)$
$\Delta\chi = 3{,}44 - 2{,}2$
$\Delta\chi = 1{,}24$
$\Delta\chi > 0{,}4$: la liaison O—H est polaire.

Calculons la différence d'électronégativité entre l'atome de carbone et l'atome d'hydrogène :
$\Delta\chi = \chi(C) - \chi(H)$
$\Delta\chi = 2{,}5 - 2{,}2$
$\Delta\chi = 0{,}3$
$0 \leq \Delta\chi \leq 0{,}4$: la liaison C—H n'est polaire.

Calculons la différence d'électronégativité entre l'atome d'oxygène et l'atome de carbone :
$\Delta\chi = \chi(O) - \chi(C)$
$\Delta\chi = 3{,}44 - 2{,}5$
$\Delta\chi = 0{,}94$
$\Delta\chi > 0{,}4$: la liaison C—O est polaire.

Le cyclohexane ne contient que du carbone et de l'hydrogène. Toutes les liaisons ne sont pas polaires : le cyclohexane est apolaire.

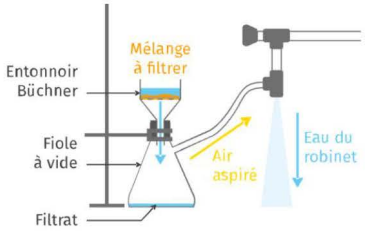


L'éthanol à des liaisons O—H et C—O sui sont polaires. L'éthanol est une molécule polaire.

$CH_3 - CH_2 - OH$

5.
Le cyclohexane est apolaire et l'éthanol est une molécule polaire. Ainsi, on ne peut pas utiliser le cyclohexane à la place de l'éthanol lors de cette synthèse.

6.
La technique de séparation utilisée à la fin de la synthèse s'appelle la filtration sous vide ou filtration Büchner.

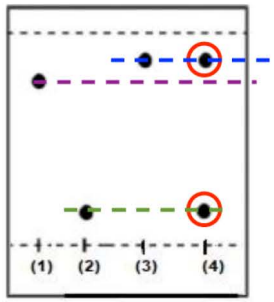


7.
Déterminons la masse maximale de de DTSIB qu'il est possible d'obtenir si la transformation est considérée comme totale :
$n_{DTSIB}^{max} = \frac{m_{DTSIB}^{max}}{M_{DTSIB}}$
$\frac{m_{DTSIB}^{max}}{M_{DTSIB}} = n_{DTSIB}^{max}$
$m_{DTSIB}^{max} = n_{DTSIB}^{max} \times M_{DTSIB}$
Or
$n_{DTSIB}^{max} = x_{max}$
$m_{DTSIB}^{max} = x_{max} \times M_{DTSIB}$
$m_{DTSIB}^{max} = 1{,}71 \times 10^{-3} \times 435{,}34$
$m_{DTSIB}^{max} = 0{,}744\ g$
$m_{DTSIB}^{max} = 744\ mg$

Déterminons le rendement :
$\eta = \frac{m_{DTSIB}^{experimentale}}{m_{DTSIB}^{max}}$
$\eta = \frac{392}{744}$
$\eta = 0{,}527$
$\eta = 52{,}7\ \%$

Le rendement de cette synthèse est de 52,7 %.

Identification et propriétés du produit obtenu
8.



(1) 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde
(2) 4-iodoaniline
(3) DTSIB pur
(4) Produit de synthèse brut

Le produit de synthèse brut obtenu par synthèse (4) présente deux taches dans la chromatographie sur couche mince.
Une tache est sur le même niveau que la tâche du DTSIB pur (3). Ainsi, il y a du DTSIB dans le produit obtenu par synthèse.
Une tache est sur le même niveau que la tâche du 4-iodoaniline (2). Ainsi, il y a du 4-iodoaniline dans le produit obtenu par synthèse.
Il n'y a pas de tâche sur le même niveau que la tâche du 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde (1). Ainsi, il n'y a pas de 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde dans le produit obtenu par synthèse.

En conclusion, le produit de synthèse brut obtenu contient du DTSIB et du 4-iodoaniline : il ne contient pas de 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde.

9.
Le produit de synthèse brut obtenu contient du DTSIB et du 4-iodoaniline : il ne contient pas de 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde. (Voir question **8.**)

La réaction est totale (sinon il y aurait encore du 3,5- di-tert-butyl-2 hydroxybenzaldéhyde) et il reste du 4-iodoaniline car il a été ajouté en léger excès.

Ainsi, les résultats de la CCM paraissent en accord avec les conditions expérimentales choisies.

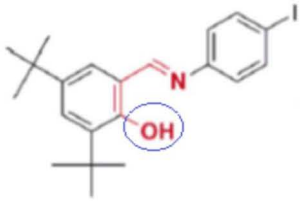
10.
Le produit final DTSIB est peu soluble dans le méthanol, il ne va donc pas se dissoudre avec l'ajout de méthanol.
Le 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde et de 4-iodoaniline sont solubles dans le méthanol, elles vont donc se dissoudre dans le méthanol.

En filtrant, on récupère le DTSIB sans le 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde et le 4-iodoaniline qui sont dissous.

Ainsi, l'utilisation du méthanol comme solvant permettant d'éliminer les éventuelles traces de 3,5-di-tert-butyl-2-hydroxybenzaldéhyde et de 4-iodoaniline présentes dans le produit final.

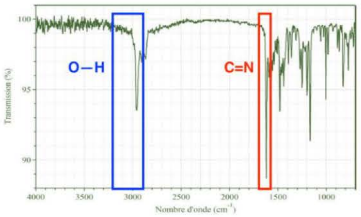
11.

La famille associée au groupe caractéristique entouré sur la molécule DTSIB est la famille des alcools.



12.

Liaison	Nombre d'onde (cm^{-1})	Intensité
O–H	2900-3200	forte
N–H amine	3100–3500	moyenne
O–H acide carboxylique	2500–3200	forte à moyenne, large
N–H amine ou amide	1560–1640	forte
C = N imine	1615-1700	forte



Spectre infrarouge du DTSIB sous sa forme énol

D'après la table spectroscopique IR pour la spectroscopie infrarouge, la molécule de DTSIB qui contient une liaison O—H et C=N donne un spectre ayant :

- Une bande forte dont le nombre d'onde est compris entre 2900 et 3200 cm^{-1} pour la liaison O-H
- Une bande forte dont le nombre d'onde est compris entre 1615 et 1700 cm^{-1} pour la liaison C=N

Ces bandes caractéristiques sont présentes dans le spectre. Ainsi, le spectre IR peut correspondre à celui de la molécule de DTSIB.

13.
Le DTSIB existe sous deux formes : une forme énol de couleur jaune et une forme cétone de couleur rouge.
Les deux se distinguent avec de la lumière visible (jaune et rouge).
Il faut donc régler le spectrophotomètre dans intervalle des longueurs d'ondes du visible entre 400 nm et 800nm afin de suivre la disparition de la forme cétone.

CORRECTION Yohan Atlan © www.vecteurbac.fr