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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du Bac STL, veuillez visiter :
bacstl.fr/annales-sujets-et-corriges

BAC STL • CORRIGÉ DÉTAILLÉ

Sciences physiques et chimiques en laboratoire

Session 2024 • Code sujet : **24-TLSPCLPO1** • Durée : **3 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **La pelouse synthétique pour l'épreuve de hockey sur gazon** (14 questions) — **Page 3**
2. **L'épreuve de surf aux Jeux olympiques** (11 questions) — **Page 9**
3. **Le centre aquatique olympique** (12 questions) — **Page 14**
4. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 19**

Sujet officiel (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Sciences physiques et chimiques en laboratoire/2024/Bac STL - Sciences physiques et chimiques en laboratoire - Session 2024 - 3-Sujet.pdf

1. La pelouse synthétique pour l’épreuve de hockey sur gazon

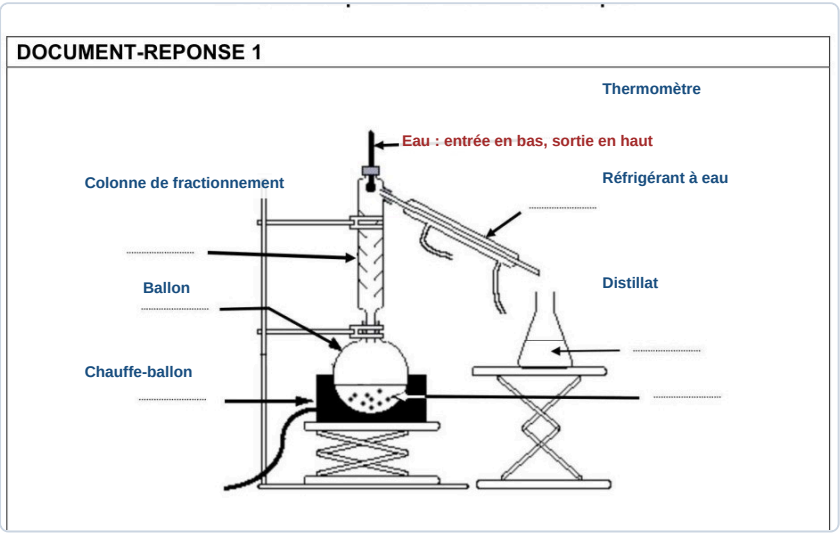
Les fibres de la pelouse synthétique sont majoritairement en polyéthylène biosourcé, produit à partir d’éthène issu de l’éthanol de canne à sucre. Les questions portent sur la distillation, le dosage en retour de l’éthanol, la déshydratation de l’éthanol et le contrôle par spectroscopie IR.

Extraction de l’éthanol

Question 1. Légender le schéma de distillation du document-réponse 1 et préciser le sens de circulation de l’eau dans le réfrigérant.

La vapeur monte du ballon dans la colonne de fractionnement, puis passe dans le réfrigérant incliné où elle se liquéfie. Le distillat tombe dans le récipient. Le thermomètre mesure la température des vapeurs. Pour que la gaine du réfrigérant reste entièrement remplie, l’eau y entre par l’orifice inférieur et ressort par l’orifice supérieur. Sur le schéma, l’entrée est donc située du côté bas du réfrigérant et la sortie du côté haut.

Document-réponse 1 complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Thermomètre, colonne de fractionnement, ballon, chauffe-ballon, réfrigérant à eau, récipient de distillat. Eau : entrée en bas, sortie en haut.

Dosage en retour

Question 2. Montrer que la quantité de matière d’ions dichromate restant à la fin de l’étape 1 vérifie $n(Cr_2O_7^{2-})_{restant} = C_2 \times V_2 - 2/3\ n_1$, où n_1 est la quantité d’éthanol oxydé.

L’équation de l’étape 1 montre que 3 mol d’éthanol réagissent avec 2 mol d’ions dichromate. Si la quantité d’éthanol oxydé est n_1, l’avancement final vaut $\xi_f = n_1/3$. La quantité de dichromate consommée est alors $2\xi_f = 2n_1/3$. Au départ, il y avait C_2V_2 d’ions dichromate. La quantité restante est donc la quantité initiale diminuée de la quantité consommée.

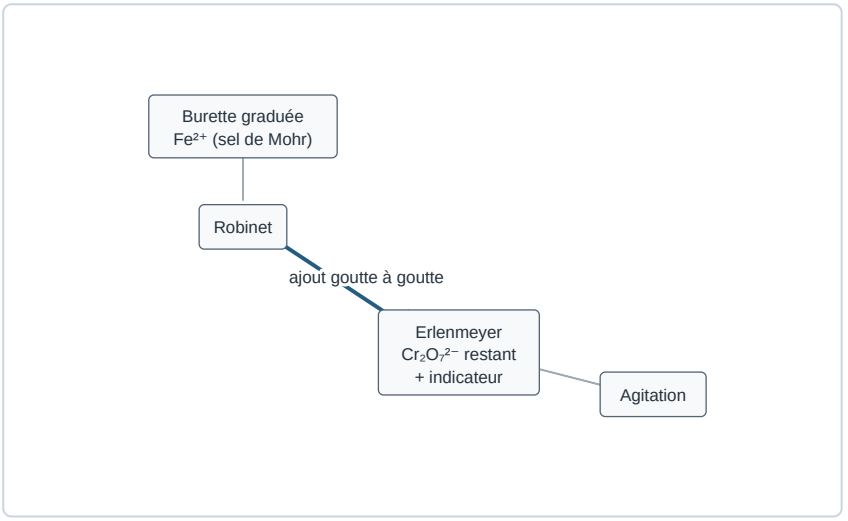
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

$n(Cr_2O_7^{2-})_{restant} = C_2V_2 - \frac{2}{3}n_1$.

Question 3. Réaliser un schéma légendé du montage permettant de titrer les ions dichromate restants par les ions Fe^{2+} de la solution de sel de Mohr.

Le titrant, la solution de sel de Mohr contenant les ions Fe^{2+}, est placé dans une burette graduée. L'erlenmeyer contient la solution verdâtre avec les ions dichromate restants et l'indicateur de fin de réaction. On verse le titrant progressivement dans l'erlenmeyer tout en agitant son contenu. Le changement de couleur persistant permet de repérer l'équivalence. Un agitateur magnétique peut être placé sous l'erlenmeyer pour assurer une agitation régulière.

Montage de titrage des ions dichromate



Le titrant Fe^{2+} est versé dans l'erlenmeyer contenant l'espèce titrée.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Burette : solution de Fe^{2+}. Erlenmeyer : dichromate restant et indicateur, sous agitation.

Question 4. Définir l'équivalence d'un titrage.

L'équivalence est atteinte lorsque la quantité de titrant versée a réagi exactement avec la quantité d'espèce titrée initialement présente. À cet instant, les réactifs sont dans les proportions stœchiométriques de l'équation de réaction : aucun des deux réactifs n'est en excès. En pratique, un indicateur coloré permet de repérer le changement correspondant à l'équivalence. Il faut distinguer ce repérage expérimental de sa définition chimique.

✓ **RÉPONSE À RETENIR**

À l'équivalence, titrant et espèce titrée sont en proportions stœchiométriques.

Question 5. À partir de l'équation de la réaction de l'étape 2, écrire la relation à l'équivalence entre les quantités de matière d'ions dichromate restants et d'ions Fe^{2+} versés.

Dans l'équation de l'étape 2, un ion dichromate réagit avec six ions Fe^{2+}. Les coefficients stœchiométriques indiquent donc que la quantité de Fe^{2+} versée à l'équivalence est six fois la quantité de dichromate restant dans l'erlenmeyer. Cette relation concerne les quantités de matière ayant réagi selon l'équation équilibrée, et non les concentrations seules. On peut aussi l'écrire en plaçant la quantité de dichromate à gauche.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n(Fe^{2+}) = 6\, n(Cr_2O_7^{2-})_{restant}$.

Question 6. Montrer que la quantité d'éthanol n_1 présente dans 10,0 mL de solution S_1 vérifie $n_1 = 3/2\ C_2 \times V_2 - 1/4\ C_3 \times V_e$.

À l'équivalence, la quantité de dichromate restante vaut $n(Fe^{2+})/6$, soit $C_3V_E/6$. D'après l'étape 1, cette même quantité vaut $C_2V_2 - \frac{2}{3}n_1$. On égalise ces deux expressions : $C_2V_2 - \frac{2}{3}n_1 = C_3V_E/6$. En isolant n_1, on obtient $n_1 = \frac{3}{2}\, C_2V_2 - \frac{1}{4}\, C_3V_E$. Pour une application numérique, les volumes doivent être en litres.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_1 = \frac{3}{2}\, C_2V_2 - \frac{1}{4}\, C_3V_E$.

Question 7. Calculer la valeur numérique de la quantité de matière n_1 d'éthanol présente dans 10,0 mL de solution S_1.

On utilise la relation établie à la question précédente. Les volumes sont convertis en litres : $V_2 = 10{,}0$ mL $= 0{,}0100$ L et $V_E = 11{,}8$ mL $= 0{,}0118$ L. Ainsi, $n_1 = \frac{3}{2} \times 0{,}50 \times 0{,}0100 - \frac{1}{4} \times 2{,}0 \times 0{,}0118 = 0{,}0016$ mol. Le résultat, exprimé à deux chiffres significatifs, correspond à la quantité d'éthanol contenue dans les 10,0 mL prélevés de S_1.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $n_1 = 1{,}6 \times 10^{-3}$ mol.

Question 8. Déduire de n_1 la concentration en quantité de matière C_1 en éthanol de la solution diluée S_1.

La concentration molaire est le quotient de la quantité de matière par le volume de solution prélevé. Les 10,0 mL de S_1 correspondent à 0,0100 L et contiennent $1{,}6 \times 10^{-3}$ mol d'éthanol. On calcule donc $C_1 = n_1/V_1 = 1{,}6 \times 10^{-3}/0{,}0100$. Le volume est bien exprimé en litres, ce qui donne la concentration en $mol \cdot L^{-1}$.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$C_1 = 0{,}16$ mol·L^{-1}.

Question 9. Calculer la concentration en quantité de matière C en éthanol dans le moût fermenté, appelé solution S.

La solution S_1 est obtenue par dilution au cinquantième de la solution S. Une dilution par un facteur 50 divise la concentration par 50 ; pour retrouver la concentration initiale, on multiplie donc celle de S_1 par 50. Avec $C_1 = 0{,}16$ mol·L^{-1}, on obtient $C = 50 \times 0{,}16$. Cette valeur correspond à la concentration en éthanol du moût fermenté avant dilution.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$C = 8{,}0$ mol·L^{-1}.

Question 10. Comparer l'ordre de grandeur de la valeur de C obtenue avec celle donnée dans l'introduction de la partie A.

La concentration calculée est $C = 8{,}0$ mol·L^{-1}. Son ordre de grandeur est 10^0 mol·L^{-1}. La valeur indiquée dans l'introduction, 7,5 mol·L^{-1}, a le même ordre de grandeur et reste proche de la valeur obtenue par dosage. Les deux résultats sont donc cohérents à l'échelle de l'ordre de grandeur, même si la valeur expérimentale est légèrement supérieure.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Les deux valeurs sont du même ordre de grandeur, 10^0 mol·L^{-1}, et sont proches.

Question 11. Identifier deux sources d'erreur dans la mesure de C.

La concentration déterminée dépend notamment des volumes mesurés et du repérage de l'équivalence. Deux sources d'erreur possibles sont :

- l'incertitude de lecture des volumes, par exemple lors de la lecture de V_E sur la burette ou du prélèvement de 10,0 mL ;
- le repérage visuel du changement de couleur, qui peut conduire à ajouter un peu trop de solution titrante.

Ces erreurs influencent la quantité de dichromate restante calculée, puis la concentration obtenue.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Deux sources d'erreur : mesure des volumes et repérage visuel de l'équivalence.

Production de l’éthène

Question 12. Parmi les termes addition, élimination, substitution, acide-base, oxydation et réduction, identifier le type de réaction chimique auquel appartient la production de l’éthène par déshydratation de l’éthanol.

La réaction transforme l’éthanol en éthène et en eau : une molécule d’eau est éliminée de l’éthanol et une double liaison C=C se forme entre les deux atomes de carbone. La perte d’un groupe d’atomes avec formation d’une liaison multiple caractérise une réaction d’élimination. Dans ce cas précis, cette élimination correspond à une déshydratation, car la molécule éliminée est l’eau.

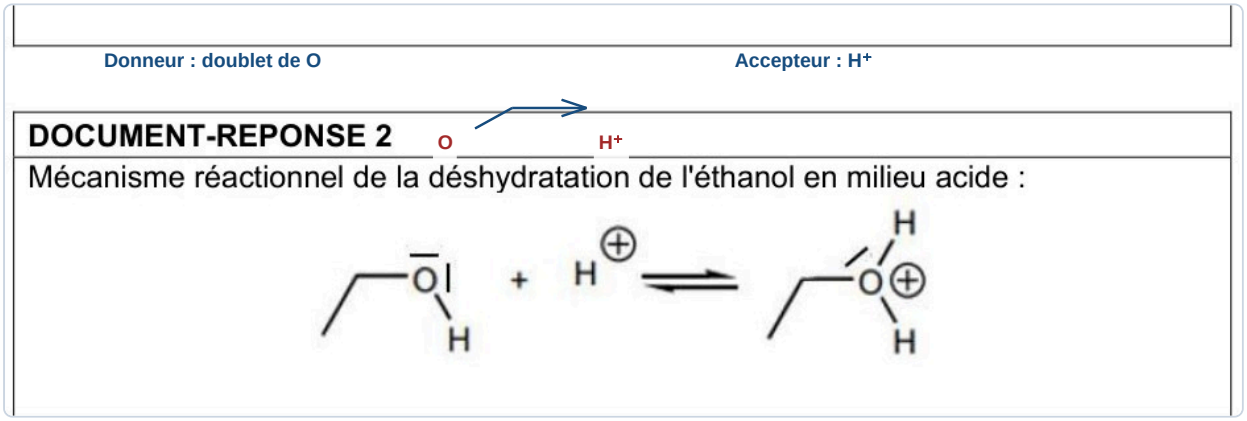
✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Réaction d’élimination, appelée déshydratation.

Question 13. Sur le document-réponse 2, identifier le site donneur et le site accepteur d’électrons de la première étape entre une molécule d’éthanol et un ion H^+, puis représenter le mouvement du doublet d’électrons par une flèche courbe.

Dans la molécule d’éthanol, l’atome d’oxygène porte un doublet non liant. Ce doublet est donné pour former une liaison avec le proton H^+, qui accepte le doublet. Le site donneur est donc le doublet non liant de l’oxygène et le site accepteur est H^+. Sur le document-réponse, la flèche courbe part du doublet de l’oxygène et pointe vers H^+. Le produit porte une charge positive sur l’oxygène.

Document-réponse 2 complété



✓ **RÉPONSE À RETENIR**

Donneur : doublet non liant de O. Accepteur : H^+. Flèche du doublet de O vers H^+.

Contrôle de pureté

Question 14. À l'aide du spectre IR et des nombres d'ondes fournis, justifier qu'il ne reste plus d'éthanol.

L'éthanol possède une liaison O–H caractéristique d'un alcool, qui absorbe entre 3200 et 3550 cm^{-1}. Sur le spectre, la transmittance reste élevée dans cette zone : aucune bande d'absorption caractéristique de O–H alcool n'est visible. Cette absence permet de conclure que l'éthanol n'est plus détectable dans le produit analysé par spectroscopie IR. La présence de bandes vers 2850-3020 cm^{-1} ne contredit pas cette conclusion, car elles correspondent aux liaisons C–H.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Aucune bande O–H d'alcool entre 3200 et 3550 cm^{-1} : pas d'éthanol détectable.

2. L’épreuve de surf aux Jeux olympiques

À partir d’un document de météo marine sur Teahupo’o, l’épreuve étudie les vagues comme ondes mécaniques puis leur fréquence et leur vitesse de propagation. Elle aborde ensuite la polarisation des lunettes de surf, l’angle de Brewster à l’interface air-eau et l’analyse d’une série de mesures expérimentales.

Ondes mécaniques

Question 15. Préciser, en justifiant, si les vagues sont des ondes longitudinales ou transversales.

Une onde est transversale lorsque le déplacement du milieu est perpendiculaire à la direction de propagation. Ici, la vague avance horizontalement à la surface de l’eau, tandis que la déformation de cette surface est principalement verticale. Ces directions sont perpendiculaires. Les vagues sont donc considérées comme des ondes transversales dans le modèle étudié, même si le mouvement réel des particules d’eau peut être plus complexe.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les vagues sont des ondes transversales.

Question 16. À l’aide du document 1, déterminer la fréquence des vagues le mardi 26 septembre 2023.

Dans le document 1, la période de la houle est indiquée égale à 7 s. La fréquence correspond au nombre de périodes par seconde : elle est donc l’inverse de la période. En appliquant la relation **f = 1/T**, on obtient **f = 1/7 ≈ 0,14 Hz**. L’unité hertz équivaut à une période par seconde. Le résultat est donné à deux chiffres significatifs, en cohérence avec la donnée de période.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> f ≈ 0,14 Hz.

Question 17. Montrer que la vitesse de propagation des vagues est d’environ 11 m·s⁻¹.

Le document 1 donne une longueur d’onde de 80 m et une période de 7 s. La célérité d’une onde périodique est la distance parcourue pendant une période, soit **v = λ/T**. Ainsi, **v = 80/7 ≈ 11,4 m·s⁻¹**. En arrondissant à deux chiffres significatifs, la vitesse de propagation est d’environ 11 m·s⁻¹, comme demandé. Les unités confirment le résultat : m divisés par s.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> v ≈ 11 m·s⁻¹.

Polarisation des lunettes

Question 18. Préciser si la lumière est polarisée dans la zone A et, si oui, indiquer sa direction de polarisation au début de l'expérience.

La zone A se trouve après le premier filtre polarisant, entre ce filtre et le verre de lunette. Le protocole précise que le filtre impose une polarisation verticale à la lumière qui le traverse. La lumière n'est donc plus non polarisée dans cette zone : elle est polarisée rectilignement. La direction demandée est verticale, avant même que le faisceau atteigne le verre de lunette.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> En zone A, la lumière est polarisée verticalement.

Question 19. À partir de l'expérience, justifier que le verre de lunette est polarisant et déterminer sa direction de polarisation.

Au départ, la lumière qui atteint le verre est polarisée verticalement et une tache apparaît sur l'écran. En tournant le filtre de 90°, la polarisation incidente devient perpendiculaire à la direction initiale et la tache s'éteint. Le verre transmet donc une direction privilégiée et bloque la direction perpendiculaire : il est polarisant. Comme il transmettait la lumière initiale, son axe de transmission est vertical.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le verre est polarisant, avec un axe de transmission vertical.

Polarisation et réflexion

Question 20. La surface de la mer étant considérée horizontale, expliquer l'intérêt pour le surfeur de porter des verres de lunettes polarisés verticalement.

La surface de la mer est horizontale. Près de l'angle de Brewster, la lumière réfléchie est polarisée parallèlement à cette surface : sa polarisation est donc horizontale. Un verre polarisé verticalement transmet principalement la composante verticale et atténue la composante horizontale réfléchie par l'eau. Il réduit ainsi l'éblouissement dû aux reflets et améliore le confort visuel du surfeur.

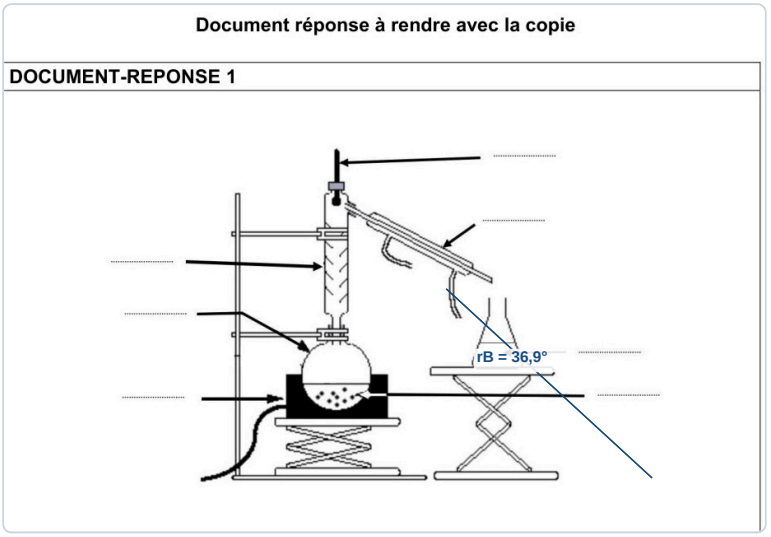
> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les verres verticaux atténuent les reflets horizontaux de la mer.

Angle de Brewster

Question 21. En appliquant la relation de Snell-Descartes, déterminer la valeur numérique de l'angle réfracté rB et placer le rayon réfracté et cet angle sur le document-réponse 3.

À l'interface air-eau, la relation de Snell-Descartes s'écrit $\mathbf{n_{air}\ \sin(i_B) = n_{eau}\ \sin(r_B)}$. Avec $i_B = 53{,}1°$, $n_{air} = 1{,}00$ et $n_{eau} = 1{,}33$, on obtient $r_B = \arcsin[\sin(53{,}1°)/1{,}33] \approx 36{,}9°$. Sur le document-réponse, le rayon réfracté part du point d'incidence, pénètre dans l'eau et s'écarte de la normale vers la droite.

Rayon réfracté et angle réfracté



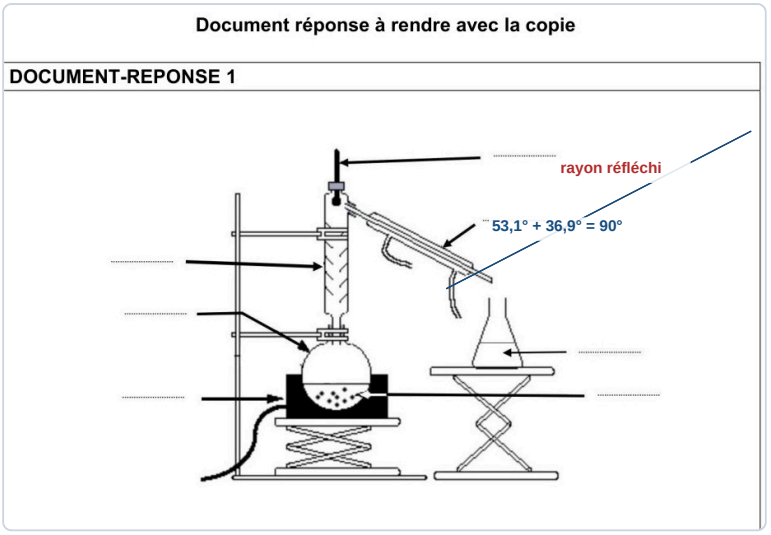
✓ RÉPONSE À RETENIR

$r_B \approx 36{,}9°$.

Question 22. Tracer le rayon réfléchi sur le document-réponse 3 et expliquer, en justifiant la réponse, que la condition de Brewster est vérifiée.

La loi de la réflexion impose que le rayon réfléchi fasse avec la normale le même angle que le rayon incident, soit 53,1°. Il reste dans l'air et se trace de l'autre côté de la normale par rapport au rayon incident. L'angle entre le rayon réfléchi et le rayon réfracté vaut alors **53,1° + 36,9° = 90°**. Les deux rayons sont perpendiculaires : la condition de Brewster est vérifiée.

Rayon réfléchi et condition de Brewster



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le rayon réfléchi fait 53,1° avec la normale et est perpendiculaire au rayon réfracté.

Validation expérimentale

Question 23. À partir des sept mesures fournies, déterminer la valeur moyenne de l'angle réfracté rB et son écart-type expérimental.

La somme des sept mesures est 271°. La moyenne vaut donc **271/7 = 38,71°**. Pour l'écart-type expérimental d'une série de mesures, on utilise l'écart-type estimé avec le diviseur $n - 1$: $\mathbf{s = \sqrt{[\Sigma(r_i - \bar{r})^2/(7 - 1)]}}$. Ici, la somme des carrés des écarts vaut 266/49, d'où **s ≈ 0,95°**.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$\bar{r}_B$ = 38,71° ; écart-type expérimental s ≈ 0,95°.

Question 24. Calculer l'incertitude-type sur la valeur moyenne de l'angle réfracté rB à l'aide de la relation fournie.

L'incertitude-type sur la moyenne est égale à l'écart-type expérimental divisé par la racine carrée du nombre de mesures. Avec les sept mesures et l'écart-type obtenu à la question précédente, on calcule $\mathbf{u(\bar{r}_B) = s/\sqrt{7} = 0,951/\sqrt{7} \approx 0,36°}$. Cette incertitude concerne la moyenne des mesures, et non une mesure individuelle.

✓ RÉPONSE À RETENIR

$u(\bar{r}_B) \approx 0,36°$.

Question 25. Discuter la validité du résultat expérimental en s'appuyant sur le rapport fourni et sur la valeur de référence de 36,9°.

On compare la moyenne expérimentale à la référence en calculant le rapport demandé : **|38,71 − 36,9|/0,36 ≈ 5,0**. L'écart entre les deux valeurs est donc d'environ cinq fois l'incertitude-type sur la moyenne. La mesure expérimentale n'est pas compatible avec la valeur de référence au regard de ce critère. La conclusion est inchangée si l'on conserve davantage de chiffres dans les calculs.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Rapport ≈ 5,0 : résultat expérimental non compatible avec la référence.

3. Le centre aquatique olympique

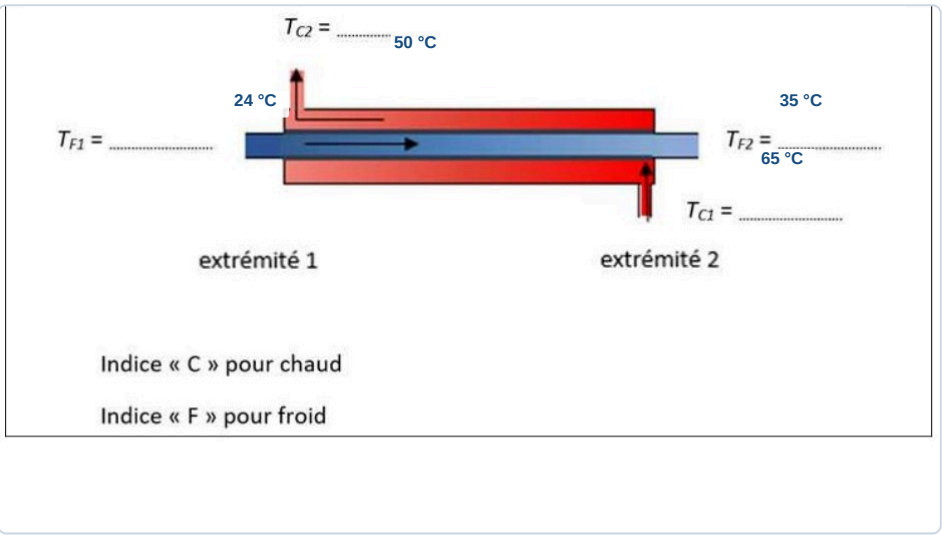
La chaleur rejetée par un centre de données est récupérée pour chauffer l'eau de la piscine olympique au moyen d'un échangeur thermique à contre-courant. Les questions évaluent les transferts et bilans thermiques, le dimensionnement de l'échangeur et la régulation de température par un microcontrôleur.

Étude de l'échangeur thermique

Question 26. À partir des données de la situation étudiée, indiquer sur le schéma du document-réponse 4 les températures TF1, TF2, TC1 et TC2.

L'eau de la piscine est le fluide froid : elle entre à 24 °C et ressort à 35 °C. L'eau provenant du data center est le fluide chaud : elle entre à 65 °C et ressort à 50 °C. Sur le schéma à contre-courant, le fluide froid circule de l'extrémité 1 vers l'extrémité 2, tandis que le fluide chaud circule en sens inverse. On inscrit donc chaque température à l'entrée ou à la sortie correspondante.

Document-réponse 4 complété : températures



✓ RÉPONSE À RETENIR

TF1 = 24 °C ; TF2 = 35 °C ; TC1 = 65 °C ; TC2 = 50 °C.

Question 27. Citer le mode de transfert thermique permettant l'échange d'énergie à travers la paroi de l'échangeur.

Dans l'échangeur, l'énergie thermique passe du fluide chaud au fluide froid en traversant la paroi solide qui les sépare. Dans un solide, ce transfert se fait de proche en proche, sans transport global de matière : c'est la conduction thermique. La convection concerne, elle, le transfert associé au déplacement d'un fluide. Ici, la question porte spécifiquement sur le passage de l'énergie à travers la paroi.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le transfert thermique à travers la paroi se fait par conduction.

Question 28. À partir des conductivités thermiques fournies, identifier et justifier le matériau à privilégier pour l'échangeur.

Matériau	Conductivité thermique λ (W·m⁻¹·K⁻¹)
Titane	20
Acier inoxydable	26
Aluminium	237

Une conductivité thermique plus élevée favorise le transfert thermique à travers la paroi. Parmi les valeurs données, celle de l'aluminium est la plus grande. À géométrie comparable, c'est donc le matériau à privilégier si l'on se fonde uniquement sur le critère de conductivité thermique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Privilégier l'aluminium : λ = 237 W·m⁻¹·K⁻¹, la conductivité la plus élevée des matériaux proposés.

Question 29. Citer l'autre sens de circulation possible des fluides et identifier, parmi les fonctionnements A et B du schéma, celui qui correspond au contre-courant.

L'autre sens de circulation possible est le co-courant : les deux fluides progressent dans le même sens. Pour reconnaître le contre-courant, on compare les flèches des deux fluides sur les schémas. Dans le fonctionnement A, elles sont opposées. Dans le fonctionnement B, elles sont orientées dans le même sens. Le fonctionnement A correspond donc bien au mode indiqué dans l'énoncé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'autre sens est le co-courant ; le fonctionnement A représente le contre-courant.

Puissance thermique

Question 30. En exploitant la relation de puissance thermique reçue par le fluide froid du document 2, montrer que le débit massique de l'eau livrée à la piscine à 35 °C doit être égal à 5,9 kg·s⁻¹ pour obtenir la puissance annoncée de 270 kW.

La puissance reçue par le fluide froid vérifie $P = Q_m \times C \times (TF2 - TF1)$. L'eau se réchauffe de 24 °C à 35 °C, soit un écart de 11 K. Avec P = 270 kW = 270 000 W et C = 4 180 J·kg⁻¹·K⁻¹, on isole le débit massique : Q_m = 270 000 ÷ [4 180 × (35 − 24)] = 5,87 kg·s⁻¹. À deux chiffres significatifs, cela donne 5,9 kg·s⁻¹.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Débit massique requis : 5,9 kg·s⁻¹.

Dimensionnement de l’échangeur

Question 31. À l’aide du document 2 et du schéma complété du document-réponse 4, calculer ΔT_1 et ΔT_2, puis montrer que leur moyenne logarithmique ΔTm est de 28 °C.

Extrémité	Écart de température	Calcul
1	ΔT_1	TC2 − TF1 = 50 − 24 = 26 °C
2	ΔT_2	TC1 − TF2 = 65 − 35 = 30 °C

La moyenne logarithmique vaut $\Delta T_m = (\Delta T_2 - \Delta T_1) / \ln(\Delta T_2 / \Delta T_1) = (30 - 26) / \ln(30 / 26) \approx 27{,}96$ °C, soit 28 °C.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> $\Delta T_1 = 26$ °C ; $\Delta T_2 = 30$ °C ; $\Delta T_m \approx 28$ °C.

Question 32. Déduire la surface de l’échangeur à choisir, sachant que son coefficient global d’échange thermique U est égal à 4,0 kW·m⁻²·K⁻¹.

La relation de l’échangeur est $P = U \times S \times \Delta T_m$. On isole la surface : $S = P / (U \times \Delta T_m)$. En conservant les unités cohérentes, P = 270 kW, U = 4,0 kW·m⁻²·K⁻¹ et $\Delta T_m = 28$ K. Ainsi, $S = 270 / (4{,}0 \times 28) = 2{,}41$ m². La surface à choisir doit donc être d’environ 2,4 m².

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface d’échange requise : environ 2,4 m².

Régulation de la température

Question 33. Parmi le débit d’eau provenant du data center, la température de l’eau de piscine en sortie de l’échangeur et sa température en entrée, identifier la grandeur réglée X, la grandeur réglante Y et une grandeur perturbatrice Z.

Grandeur	Rôle dans la régulation
Température de l’eau de piscine en sortie	Grandeur réglée X
Débit d’eau provenant du data center	Grandeur réglante Y
Température de l’eau de piscine en entrée	Grandeur perturbatrice Z

La température de sortie doit être maintenue à la consigne de 35 °C. Le débit provenant du data center est modifié pour agir sur elle. La température d’entrée de la piscine peut varier indépendamment et perturber le fonctionnement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

X : température de sortie ; Y : débit d'eau du data center ; Z : température d'entrée de l'eau de piscine.

Question 34. Dans le programme du document 3, repérer la ligne qui pilote le port de sortie du microcontrôleur commandant la vitesse de la pompe.

La ligne 30 calcule la commande de vitesse, puis les lignes 33 et 34 la limitent entre 0 et 100 %. La commande est ensuite envoyée au port de la pompe par la fonction analogWrite. Il faut donc repérer la ligne 38, qui écrit la valeur de commande sur le port déclaré comme portPompe à la ligne 4.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ligne 38 : analogWrite (portPompe,255*commandeVitesse/100).

Question 35. Indiquer, en justifiant la réponse à partir du programme, si la régulation utilisée est discontinue ou continue.

Le programme calcule une commande proportionnelle à l'écart entre la consigne et la température mesurée. Cette commande peut prendre différentes valeurs, puis les lignes 33 et 34 la bornent entre 0 et 100 %. Elle n'est donc pas limitée à deux états, comme dans une régulation tout-ou-rien. La sortie est transmise à la pompe par la ligne 38.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La régulation est continue : la commande varie avec l'écart, entre 0 et 100 %.

Question 36. En supposant que la température mesurée est égale à 37 °C, expliquer l'utilité de la ligne 34 du programme.

Lorsque la température mesurée est de 37 °C, l'écart consigne − température vaut 28 − 37 = −9 °C. La ligne 30 calcule alors une commande de 20 × (−9) = −180 %. Cette valeur négative ne peut pas être appliquée à la pompe. La ligne 34 la ramène à 0 %, ce qui impose une commande minimale valide.

✓ RÉPONSE À RETENIR

La ligne 34 ramène à 0 % une commande calculée négative, ici −180 %.

Question 37. Préciser le type de correction à apporter à la régulation afin d'annuler l'écart statique.

Le programme utilise une correction proportionnelle. Avec ce type de correction, la température peut se stabiliser sans atteindre exactement la consigne, laissant un écart statique. Pour l'annuler, il faut ajouter une action intégrale, qui accumule l'écart au cours du temps et adapte la commande tant que cet écart persiste. On obtient

alors une correction de type proportionnel-intégral.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Ajouter une action intégrale : utiliser une correction PI.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2024)

Bilan de l'épreuve : Épreuve de spécialité Sciences et technologies de laboratoire, en sciences physiques et chimiques en laboratoire, session 2024, code 24-TLSPCLPO1, durée 3 heures, sans coefficient imprimé. Les trois parties étudient l'éthanol biosourcé pour une pelouse synthétique, les vagues et la polarisation à Teahupo'o, puis la récupération de chaleur d'un data center. L'épreuve mobilise chimie, optique, mesures, transferts thermiques et régulation.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- Au titrage du dichromate restant par Fe^{2+}, 1 mol de $Cr_2O_7^{2-}$ réagit avec 6 mol de Fe^{2+}.
- Pour une onde périodique, la célérité vérifie $v = \lambda/T = \lambda f$, avec des unités cohérentes.
- La loi de Snell-Descartes s'écrit $n_1 \sin(i_1) = n_2 \sin(i_2)$; à Brewster, le rayon réfléchi est perpendiculaire au rayon réfracté.
- Dans l'échangeur, $P = U \times S \times \Delta Tm$ et P = débit massique × capacité thermique massique × variation de température.

Points de vigilance & attentes du jury

- Convertir les volumes en litres dans les calculs de quantité de matière et vérifier la cohérence des unités.
- Distinguer période, fréquence et longueur d'onde avant de calculer la célérité des vagues.
- Mesurer les angles d'incidence et de réfraction par rapport à la normale à l'interface.
- Pour l'échangeur à contre-courant, repérer les entrées et sorties avant de calculer ΔT_1, ΔT_2 et ΔTm.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment retrouver la concentration d'éthanol avec un dosage en retour ?

Le dichromate ajouté en excès oxyde l'éthanol, puis le titrage par Fe^{2+} mesure le dichromate restant. La stœchiométrie donne la quantité d'éthanol oxydé; on en déduit la concentration de S_1, puis celle de S en tenant compte de la dilution par 50.

Q : Comment vérifier la condition de Brewster à partir du schéma ?

Déterminez l'angle réfracté avec Snell-Descartes et tracez le rayon réfléchi avec un angle égal à l'incidence, tous deux mesurés par rapport à la normale. La condition de Brewster est vérifiée si les rayons réfléchi et réfracté sont perpendiculaires.

Q : Comment répartir le temps pendant cette épreuve de trois heures ?

Le sujet comporte trois parties notées 7, 6,5 et 6,5 points. Répartissez le temps selon ces pondérations, gardez une marge pour vérifier les calculs et les unités, et n'oubliez pas de rendre les documents-réponses demandés.

Q : Qu'attend le jury pour les calculs et les conclusions ?

Présentez la relation utilisée, remplacez les grandeurs par leurs valeurs avec les unités, puis donnez un résultat adapté aux données. Justifiez les comparaisons et les conclusions demandées plutôt que de fournir uniquement une valeur numérique.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacstl.fr/assets/annales/bac-stl/Sciences physiques et chimiques en laboratoire/2024/Bac STL - Sciences physiques et chimiques en laboratoire - Session 2024 - 3-Sujet.pdf
Ressources Bac STL : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.