

DS

TSI2

Physique-Chimie

4h

29 novembre 2024

Ce sujet est en quatre parties indépendantes.

I. Optimisation thermique d'une pièce (CCINP TSI 2017)

II. Machine frigorifique à compression de vapeur (CCS TSI 2020)

III. Etude des matériaux composant les cages de hockey (CCINP TSI 2020)

IV. Autour des dérivés halogénés (Banque PT 2016)

N.B. : le candidat attachera la plus grande importance à la clarté, à la précision et à la concision de la rédaction. Si un candidat est amené à repérer ce qui peut lui sembler être une erreur d'énoncé, il le signalera sur sa copie et devra poursuivre sa composition en expliquant les raisons des initiatives qu'il a été amené à prendre.

RAPPEL DES CONSIGNES

- *Utiliser uniquement un stylo noir ou bleu foncé non effaçable pour la rédaction de votre composition ; d'autres couleurs, excepté le vert, peuvent être utilisées, mais exclusivement pour les schémas et la mise en évidence des résultats.*
 - *Ne pas utiliser de correcteur.*
 - *Écrire le mot FIN à la fin de votre composition.*
-

Les calculatrices sont interdites
--

Partie I - Optimisation thermique d'une pièce

Données

Surface au sol : 80 m^2 ; largeur : $10,0 \text{ m}$; longueur : $8,0 \text{ m}$; hauteur sous plafond : $3,0 \text{ m}$

Tous les murs donnent sur l'extérieur

Température intérieure : $T_0 = 20,0^\circ\text{C}$, supposée uniforme

Température extérieure : $T_1 = 5,0^\circ\text{C}$, supposée uniforme

Surface vitrée : deux baies vitrées de $6,0 \text{ m}^2$ chacune

Épaisseur de verre : $e = 4,0 \text{ mm}$

Conductivités thermiques (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$) :

$$\lambda_v = 1,0; \quad \lambda_{air} = \frac{1}{3} 10^{-1} \approx 0,033; \quad \lambda_{ar} = 0,020 = \frac{1}{5} 10^{-1}$$

Capacité thermique de la pièce : $C = 3,0 \cdot 10^5 \text{ J} \cdot \text{K}^{-1}$

Puissance développée par la pompe à chaleur : $P = 300 \text{ W}$

Masses molaires atomiques (en $\text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$) : $M(\text{H}) = 1,0$; $M(\text{C}) = 12,0$; $M(\text{O}) = 16,0$

Numéros atomiques : $Z(\text{H}) = 1$; $Z(\text{C}) = 6$; $Z(\text{O}) = 8$

Masse volumique de l'éthanol : $\rho = 0,80 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$

Aides au calcul

$$46/11 \approx 4,2$$

$$11/46 \approx 0,24$$

$$5,0/46 \approx 0,11$$

$$46/5,0 \approx 9,2$$

$$52/3 \approx 17$$

$$3/52 \approx 5,8 \cdot 10^{-2}$$

$$52 \times 3 \approx 1,6 \cdot 10^2$$

$$\ln(3/2) \approx 0,41$$

I.1. Intérêt d'un double vitrage

Parmi les différents éléments constitutifs d'une habitation, les fenêtres jouent un rôle important dans le comportement thermique de l'habitation.

On cherche ici à montrer l'intérêt d'utiliser un double vitrage en commençant par étudier l'effet d'un simple vitrage.

On s'intéresse d'abord à un simple vitrage. On considère une paroi vitrée de surface S , d'épaisseur e , homogène, de conductivité thermique λ_v , constante et uniforme dans la paroi (voir **figure 1**).

On ne tient compte que des transferts thermiques par conduction. On considère la conduction comme unidimensionnelle selon $\vec{e}_x$ et en régime stationnaire. Ainsi, les grandeurs ne dépendent que de x .

On note $\Phi(x)$ le flux thermique à travers une surface S constante et $j_{th}(x)$ la densité surfacique de flux thermique.

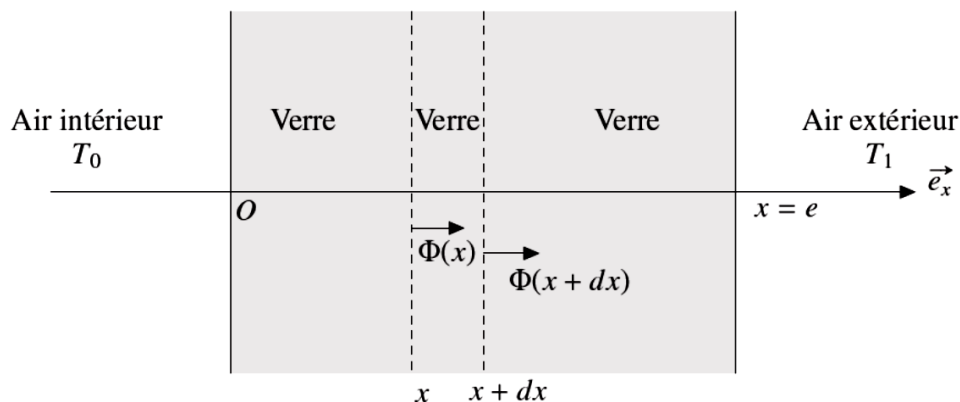


Figure 1 – Simple vitrage

- Q1.** Rappeler la loi de Fourier tridimensionnelle, qui régit le transfert thermique par conduction, ainsi que sa simplification dans le cas unidimensionnel selon $\vec{e}_x$.
- Q2.** Donner la relation entre $\Phi(x)$ et $j_{th}(x)$.
Donner l'unité dans le Système International de $\Phi(x)$.
- Q3.** On rappelle que l'on se place en régime stationnaire. Justifier que le flux thermique est alors le même à travers toutes les sections de la paroi.
- Q4.** En déduire que la température varie suivant une fonction affine de la position x à travers la paroi vitrée.
- Q5.** Déterminer cette fonction affine en fonction de T_0 , température à l'intérieur de la pièce et de T_1 , température à l'extérieur de la pièce.
- Q6.** Tracer l'allure de la courbe représentative de $T(x)$ pour $x \in [-e, 2e]$.

Dans le cas présent, on peut définir la résistance thermique R_{th} d'une paroi de surface S (exemple : vitre, mur, ...) par la relation $R_{th} = \frac{\Delta T}{\Phi}$, avec ΔT la différence de température entre les deux extrémités de la paroi et Φ le flux thermique à travers la surface S de la paroi.

- Q7.** R_{th} étant définie positivement, donner l'expression de R_{th} pour la paroi vitrée de surface S en fonction de e , λ_v et S .
- Q8.** Faire l'application numérique avec les valeurs proposées dans les données pour une baie vitrée en simple vitrage.

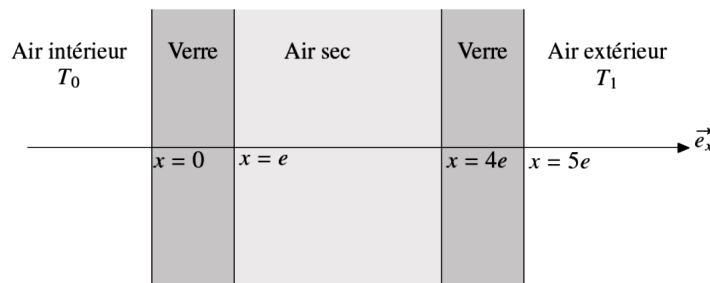


Figure 2 – Double vitrage

On considère désormais une baie vitrée de même surface mais en double vitrage. Elle est composée de deux parois vitrées identiques de surface S , d'épaisseur e , homogènes, de conductivité thermique λ_v , séparées par une couche d'air sec homogène, de surface S , d'épaisseur $3e$ et de conductivité thermique λ_{air} (voir **figure 2**).

On considère à nouveau qu'il n'y a que des transferts thermiques par conduction, sans mouvement fluide dans la couche d'air sec.

Comme en **Q3**, le flux, noté ici Φ' , est le même à travers toutes les sections de la paroi entre $x = 0$ et $x = 5e$.

On note R_{tot} la résistance thermique totale de la paroi.

- Q9.** Quelle analogie peut-on faire avec les résistances électriques ?
- Q10.** Exprimer R_{tot} pour la paroi double vitrage en fonction de S , e , λ_{air} et λ_v .
- Q11.** Calculer numériquement R_{tot} pour une baie vitrée en double vitrage. Commenter.
- Afin d'améliorer l'isolation thermique, il existe des fenêtres double vitrage à lame d'argon, de conductivité thermique λ_{ar} . L'isotope majoritaire de l'argon sur Terre est l'isotope $^{40}_{18}\text{Ar}$.
- Q12.** Donner la composition de l'atome d'argon $^{40}_{18}\text{Ar}$. est $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$, fournir le
- Q13.** la configuration électronique de l'argon dans son état fondamental nombre d'électrons de valence
- Q14.** En déduire sa position dans la classification périodique des éléments (numéros de ligne et colonne).
- Q15.** À quelle famille appartient-il ?
- Q16.** Calculer numériquement la résistance thermique R_{tot} pour une baie vitrée double vitrage à lame d'argon.
- Q17.** Comparer les résistances thermiques des trois types de parois vitrées évoqués dans ce sujet. Commenter.

I.2. Utilisation d'une pompe à chaleur

Un autre point important dans une maison est la qualité des appareils de chauffage. On s'intéresse ici à l'étude du fonctionnement d'une pompe à chaleur et de son efficacité.

L'intérieur de la maison est chauffé grâce à une pompe à chaleur cyclique ditherme, ce qui permet notamment de compenser les pertes thermiques de la maison.

L'intérieur de la maison tient lieu de source chaude à la température T_0 et l'extérieur de la maison tient lieu de source froide à la température T_1 .

Le système considéré est alors le fluide caloporteur contenu dans la pompe à chaleur. Les transformations qu'il subit sont supposées réversibles.

On suppose pour le moment qu'il n'y a aucune perte thermique entre la maison et l'extérieur.

Q18. Faire un schéma de principe de la pompe à chaleur en représentant le système fluide, la source chaude, la source froide, le travail W fourni au fluide par le moteur de la pompe à chaleur et les transferts thermiques Q_C et Q_F , reçus algébriquement par le fluide de la part, respectivement, de la source chaude et de la source froide. On précisera le signe de ces transferts algébriques.

Q19. L'efficacité ε d'une pompe à chaleur est donnée par le rapport $\varepsilon = \frac{-Q_C}{W}$. Justifier cette expression.

Q20. En appliquant les deux principes de la thermodynamique au fluide, exprimer l'efficacité de la pompe à chaleur en fonction de T_0 et T_1 . Calculer numériquement ε .

Le système pris en compte maintenant est l'air contenu à l'intérieur de la maison. On ne considère comme échanges d'énergie que le transfert thermique Q_C apporté par la pompe à chaleur et le transfert thermique Q' dû aux déperditions d'énergies.

On ne considère plus le régime comme stationnaire. On cherche ici à évaluer les pertes thermiques.

On note $\delta Q' = -aC(T - T_1)dt$ le transfert thermique algébrique et élémentaire avec l'extérieur pendant dt , avec C la capacité thermique de la pièce et a une constante positive. La température de la pièce étant initialement T_0 , la pompe est arrêtée. La pièce se refroidit et la température tombe à $T_f = 15^\circ\text{C}$ au bout de 3 heures.

Q21. Commenter le signe de $\delta Q'$. Qui reçoit effectivement ce transfert thermique ?

Q22. Déterminer l'unité de a .

Q23. En faisant un bilan énergétique sur l'intérieur de la maison, la pompe à chaleur étant éteinte, montrer qu'on obtient une équation différentielle du premier ordre sur la température de la forme

$$\frac{dT(t)}{dt} + aT(t) = B \quad (1)$$

avec B une constante à déterminer.

Q24. Résoudre cette équation pour exprimer l'évolution de $T(t)$.

Q25. En déduire l'expression de a . Faire l'application numérique.

Pour la suite, on prendra $a = 10^{-3}$ USI.

Une fois la température T_f atteinte, on met de nouveau en marche la pompe à chaleur.

Q26. Donner la relation liant la puissance P développée par le moteur de la pompe au travail δW fourni par celui-ci pendant une durée dt .

Q27. Déterminer la nouvelle équation différentielle portant sur $T(t)$.

On ne cherchera pas à résoudre cette équation différentielle.

Partie II

Machine frigorifique à compression de vapeur

On considère une machine frigorifique constituée d'un compresseur, d'un condenseur, d'un détendeur et d'un évaporateur, dans lesquels circule un fluide frigorigène R134a.

Q 8. Sur un schéma de principe, identifier les différents transferts énergétiques qui interviennent au sein de la machine entre les différents éléments schématisés figure 2 et donner leur signe.

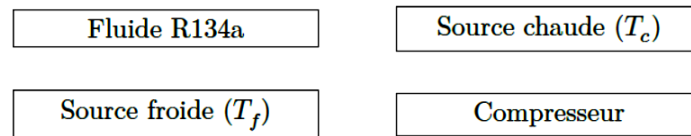


Figure 2

Q 9. Quel est le rôle du condenseur et au contact de quel élément de la figure 2 doit-il être mis ?

Q 10. Quel est le rôle de l'évaporateur et au contact de quel élément doit-il être mis ?

Q 11. Définir le coefficient de performance (COP) de cette machine puis exprimer le coefficient de performance de la machine de Carnot correspondante.

Pour toute la suite, on néglige toute variation d'énergie cinétique massique et d'énergie potentielle massique. De plus, on suppose un régime d'écoulement permanent au débit massique $D_m = 0,2 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

Pour simplifier, on considère la compression adiabatique et réversible. Le détendeur D, calorifugé et sans parties mobiles, permet une chute de pression. L'évaporateur EV et le condenseur CD sont des échangeurs thermiques isobares. Les notations des états du fluide sont précisées sur la figure 3.

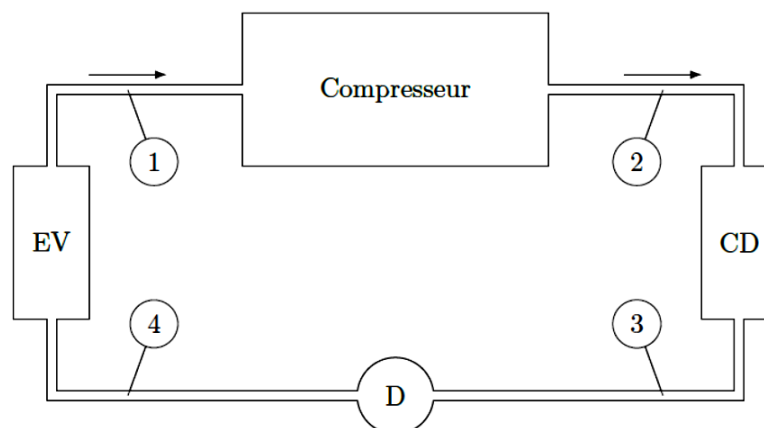


Figure 3

Q 12. Établir le premier principe pour un kilogramme de fluide frigorifique en écoulement stationnaire unidimensionnel dans un système à une entrée et une sortie. On notera h l'enthalpie massique, w_i le travail indiqué massique reçu de la part des parties mobiles de la machine et q le transfert thermique massique reçu.

Q 13. Montrer que le fluide subit une détente isenthalpique dans D.

La figure A du document réponse (à rendre avec la copie) représente l'allure du cycle décrit par le fluide dans le diagramme dit « des frigoristes » enthalpie massique h (en $\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$) en abscisse, pression P (en bar) en ordonnée, avec échelle logarithmique. Aucune connaissance préalable de ce diagramme n'est requise.

Seul le point 1, à l'entrée du compresseur, est mentionné sur ce diagramme.

Q 14. En repérant la courbe de saturation et les abaques de température, noter sur le diagramme les domaines où le fluide est à l'état liquide, vapeur sèche et vapeur-humide (ou mélange liquide-vapeur)

Q 15. Dans quel sens est parcouru le cycle ? Lorsqu'un cycle est parcouru dans le sens trigonométrique sur un diagramme de Clapeyron, la quantité de chaleur reçue par cycle est négative et donc fournie à l'extérieur. En est-il de même sur ce cycle dans le diagramme des frigoristes ? sur tout cycle ?

Q 16. Quelle est la forme des isothermes à l'intérieur de la courbe de saturation ? Justifier.

Q 17. Quelle est la forme des isothermes dans le domaine de la vapeur sèche ? Justifier lorsque l'on peut assimiler la vapeur sèche à un gaz parfait.

Q 18. Porter le numéro de chaque état du fluide (2, 3 et 4) dans chaque case prévue.

Q 19. Noter sur le diagramme, pour chacune des quatre transformations, la nature de la transformation et l'organe (compresseur, condenseur, détendeur, évaporateur) traversé par le fluide.

Q 20. Compléter le tableau du document réponse en s'aidant du diagramme.

Q 21. Exprimer, puis calculer, le travail massique indiqué w_{ic} reçu par le fluide dans le compresseur.

Q 22. Exprimer, puis calculer, le transfert thermique massique q_f reçu par le fluide dans l'évaporateur.

Q 23. En utilisant le débit massique, exprimer puis calculer la puissance frigorifique P_f de cette machine.

Q 24. Exprimer, puis calculer, le coefficient de performance de cette installation frigorifique. Le comparer au coefficient de performance de la machine de Carnot correspondante et interpréter la différence observée.

Q 25. On souhaite améliorer la puissance frigorifique de 5 % en sous-refroidissant jusqu'à T'_3 le fluide lors de la condensation isobare. En déduire h'_3 et placer le point 3' sur le diagramme. En déduire T'_3 et la valeur du sous-refroidissement ΔT .

Les fluides utilisés dans les systèmes précédents sont malheureusement des gaz à effet de serre, qui contribuent au réchauffement climatique. Des recherches sont menées pour tenter de trouver de nouveaux gaz frigorifiques moins polluants. Parallèlement, de nouvelles technologies sont à l'étude, pour réaliser des systèmes à haute efficacité énergétique, tout en ayant un impact environnemental faible.

Partie III

Etude des matériaux composant les cages de hockey

Les cages de hockey sont dotées de tiges en acier. Ce matériau est utilisé car les tiges de ces cages peuvent subir des impacts de palets à très hautes vitesses.

Document 2 - Le fer et ses propriétés

L'examen des propriétés du fer, qui est un métal gris, révèle qu'il n'est pas mécaniquement très performant.

Il manifeste en effet une faible résistance à la traction et une faible dureté. De plus, il est très peu résistant à la corrosion. Le fer pur existe sous différentes formes parmi lesquelles le fer α , qui est la forme stable à température ambiante et présente une structure cubique centrée et le fer γ , forme stable à température élevée et qui présente une structure cubique faces centrées. Le fer α a une masse volumique de $7,9 \text{ g cm}^{-3}$ alors que celle du fer γ est de $7,6 \text{ g cm}^{-3}$.

Pour augmenter les performances mécaniques du fer, il faut diminuer ses possibilités de déformation, en insérant par exemple des atomes étrangers dans la structure cristallographique. Les aciers, par exemple, sont des alliages d'insertion fer-carbone. Ils présentent de nombreux avantages tels qu'une forte résistance aux chocs et à la déformation. Ils sont de plus recyclables.

Document 3 - Les alliages

Les alliages sont des solides constitués par plusieurs métaux ou obtenus par addition d'un non-métal (type carbone ou bore) à un métal. Les propriétés physiques des alliages peuvent être très différentes de celles observées pour les corps purs constituant l'alliage.

Les alliages d'insertion sont obtenus en insérant des atomes dans les sites interstitiels de la structure cristallographique d'un métal. Dans des structures compactes, seuls des atomes de petits rayons tels que le carbone ($r = 77 \cdot 10^{-3} \text{ nm}$) peuvent occuper les interstices.

Source : *Chimie tout-en-un MPSI-PTSI*, Bruno Fosset, Jean-Bernard Baudin, Frédéric Lahitète (édition Dunod 2013)

Données 1

Masse molaire du fer : $M(\text{Fe}) = 56 \text{ g mol}^{-1}$

Constante d'Avogadro : $N_A = 6,0 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

Produit de solubilité de $\text{Fe}(\text{OH})_2$ dans l'eau : $K_{S1} = 10^{-15}$ à 25°C

Produit de solubilité de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dans l'eau : $K_{S2} = 10^{-37}$ à 25°C

Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$ à 25°C

Q21. Le fer peut passer de la forme fer α à la forme fer γ . Quel nom donne-t-on à ce type de transformation ?

L'austénite est un alliage dans lequel le fer peut adopter une structure de type cubique à faces centrées.

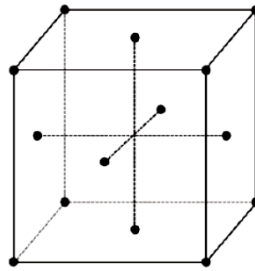


Figure 4 - Exemple de structure cubique à faces centrées.

Les points noirs représentent les centres des atomes de fer. La longueur de l'arête du cube (ou paramètre de maille) est notée a

Q22. À l'aide de la **figure 4**, déterminer le nombre d'atomes de fer dans une maille, noté N .

Q23. Connaissant la masse volumique et la masse molaire du fer, montrer que le paramètre de maille a vaut $3,7 \cdot 10^{-10}$ m.

Q24. Sachant que les sphères figurant les atomes sont en contact suivant la diagonale d'une face de la maille, vérifier que le rayon d'un atome de fer γ est d'environ $1,3 \cdot 10^{-10}$ m.

Q25. Reproduire la structure cubique à faces centrées sur votre copie. À l'aide de croix rouges, indiquer la position des sites octaédriques.

Q26. Quel doit-être le rayon maximal d'un atome s'insérant dans un site octaédrique pour créer un alliage ?

Q27. Comparer cette valeur au rayon d'un atome de carbone. Quel peut être l'effet de l'insertion d'un atome de carbone dans la maille ?

Partie IV

Autour des dérivés halogénés

Des matières plastiques (*PVC*) aux produits phytosanitaires, des solvants (dichlorométhane CH_2Cl_2 , chloroforme $CHCl_3$) à l'eau de Javel, les halogènes entrent dans la composition de nombreuses espèces chimiques. Ils apparaissent dans des corps simples sous forme d'ions halogénure (ions chlorure Cl^- dans le sel de table, ions fluorure F^- dans le dentifrice) ou de dihalogènes.

1. QUELQUES ASPECTS DE LA CHIMIE DES HALOGENES

Le brome *Br* est situé dans la 4^{ème} période de la classification périodique des éléments, dans la 17^{ème} colonne, au-dessous du chlore *Cl* et au-dessus de l'iode *I*.

- Q1.** la configuration électronique fondamentale de l'iode est $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^6 5s^2 4d^{10} 5p^5$, fournir le nombre d'électrons de valence
- Q2.** A partir de la position des halogènes dans la classification périodique des éléments, classer les dihalogènes Cl_2 , Br_2 et I_2 par ordre de pouvoir oxydant croissant.
- Q3.** A l'aide du tableau ci-dessous, élaborer un protocole permettant de montrer qualitativement l'évolution du caractère oxydant des dihalogènes.

	$Cl_{2(aq)}$	$Br_{2(aq)}$	$I_{2(aq)}$ (sous forme d'ions $I_{3(aq)}^-$ en présence d'ions iodure $I_{(aq)}^-$)
Couleur	Jaune pâle	Orange	Brun
	$(K^+ + Cl^-)_{(aq)}$	$(K^+ + Br^-)_{(aq)}$	$(K^+ + I^-)_{(aq)}$
Couleur	Incolore	Incolore	Incolore

- Q4.** Proposer un schéma de Lewis pour chacune des espèces chimiques suivantes :
- dichlore Cl_2
 - Acide hypochloreux $ClOH$
 - Ion triiodure I_3^-

Donnée : Numéro atomique de l'oxygène *O* $Z = 8$

A 298 K, le dichlore est un gaz, le dibrome est un liquide et le diiode est un solide.

- Q5.** Interpréter ces propriétés physiques par l'analyse des forces intermoléculaires.

2. SUIVI CINÉTIQUE DE LA DÉCOLORATION DE L'ÉRYTHROSINE B

L'érythrosine B (E127) est un colorant azoïque apparenté à l'éosine et utilisé pour colorer les aliments ou pour teinter les préparations microscopiques et les médicaments.

L'ensemble des manipulations est réalisé à 298 K.

Données à 298 K :

$$E^\circ(\text{ClO}^-_{(aq)}/\text{Cl}^-_{(aq)}) = 0,89 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{I}_{2(aq)}/\text{I}^-_{(aq)}) = 0,54 \text{ V}$$

$$E^\circ(\text{S}_4\text{O}_6^{2-}_{(aq)}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}) = 0,08 \text{ V}$$

2.1. Dosage de la solution d'hypochlorite de sodium commerciale

Après avoir introduit un volume $V_0 = 2,00 \text{ mL}$ de la solution d'hypochlorite de sodium commerciale $(\text{Na}^+ + \text{ClO}^-)_{aq}$ dans une fiole jaugée de volume $V_F = 100 \text{ mL}$, on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

A un volume $V_E = 10,0 \text{ mL}$ de cette solution fille, on ajoute environ 10 mL d'une solution d'iodure de potassium $(\text{K}^+ + \text{I}^-)_{aq}$ à 15% en masse et $5,0 \text{ mL}$ d'acide éthanóïque $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}_{(aq)}$ à $3,0 \text{ mol.L}^{-1}$. L'échantillon obtenu est titré par une solution de thiosulfate de sodium $(2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-})_{aq}$ de concentration $C = 2,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$: le volume équivalent est égal à $V' = 16,0 \text{ mL}$.

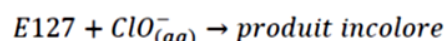
- Q6.** Proposer une équation pour la réaction entre les ions hypochlorite $\text{ClO}^-_{(aq)}$ et les ions iodure $\text{I}^-_{(aq)}$. Prévoir qualitativement le caractère favorisé ou défavorisé de la réaction.
- Q7.** Proposer une équation pour la réaction de titrage du diiode $\text{I}_{2(aq)}$ par les ions thiosulfate $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}_{(aq)}$. Prévoir qualitativement le caractère favorisé ou défavorisé de la réaction.
- Q8.** Sachant que les ions iodure et l'acide éthanóïque sont introduits en excès, déterminer la concentration en ions hypochlorite dans la solution commerciale.

2.2. Suivi cinétique de la décoloration de l'érythrosine B

On prépare dans quatre béchers les solutions suivantes :

Solution n°	①	②	③	④
Solution d'hypochlorite de sodium commerciale	3,0 mL	6,0 mL	9,0 mL	12,0 mL
Eau distillée	17,0 mL	14,0 mL	11,0 mL	8,0 mL

A chacune des quatre solutions précédentes, on ajoute à un instant pris comme origine des temps $10,0 \text{ mL}$ d'une solution aqueuse d'érythrosine B (E127) de concentration $8,4 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$ (la concentration initiale en érythrosine B après mélange vaut donc $[\text{E127}]_0 = 2,8 \cdot 10^{-6} \text{ mol.L}^{-1}$). On suit alors l'évolution temporelle de l'absorbance à 530 nm , longueur d'onde pour laquelle on considère que seul le colorant azoïque absorbe. La décoloration de la solution est due à la réaction supposée totale d'équation :

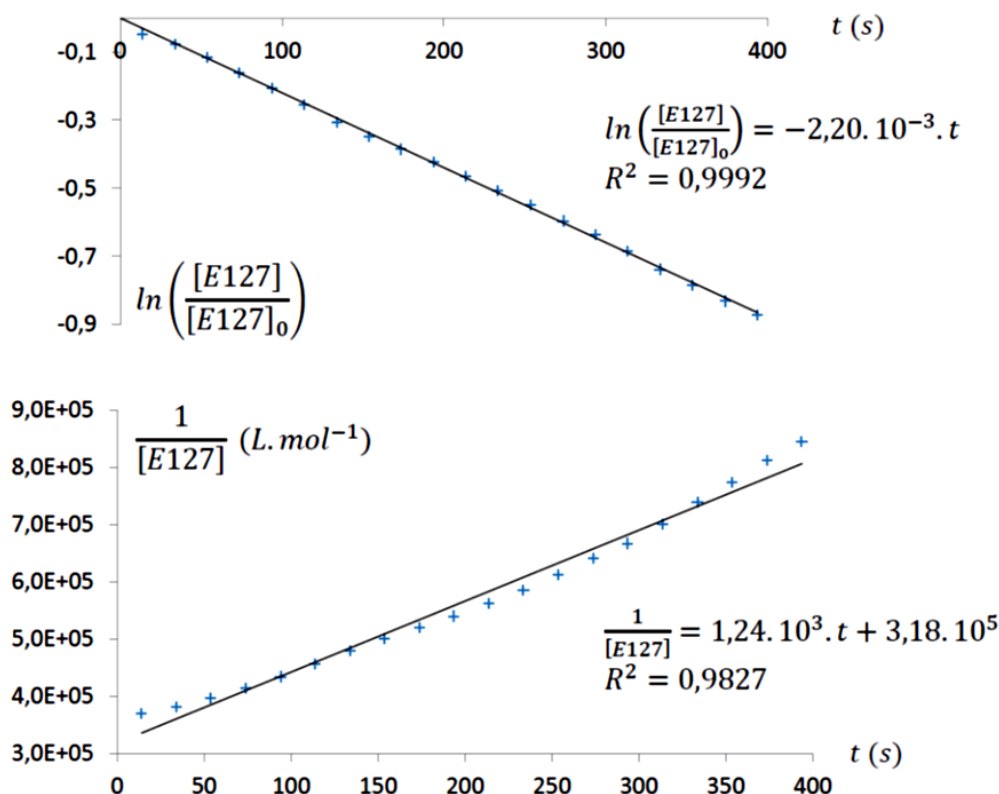


Connaissant le coefficient d'absorption molaire ε de l'érythrosine B à cette longueur d'onde ($\varepsilon = 8,2 \cdot 10^4 \text{ L.mol}^{-1}.\text{cm}^{-1}$), on détermine l'évolution temporelle de la concentration en érythrosine B.

On suppose que la loi de vitesse s'écrit sous la forme :

$$v = k[\text{E127}]^\alpha [\text{ClO}^-]^\beta$$

- Q9.** En comparant les concentrations initiales de réactifs, proposer une expression simplifiée de la loi de vitesse. On note k_{app} la constante de vitesse apparente.
- Q10.** Dans l'hypothèse où α est égal à 1, écrire l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la concentration en érythrosine B et donner sa solution.
- Q11.** Dans l'hypothèse où α est égal à 2, écrire l'équation différentielle régissant l'évolution temporelle de la concentration en érythrosine B et donner sa solution.



- Q12.** A partir des deux courbes précédentes obtenues à partir de la solution ①, déterminer la valeur probable de α . En déduire la valeur de la constante de vitesse apparente $k_{app}^{①}$ à 298 K, en précisant l'unité choisie.

On exploite de même les résultats des manipulations ①, ②, ③ et ④.

Solution	①	②	③	④
$[ClO^-]_0 \text{ (mol.L}^{-1}\text{)}$	0,0800	0,160	0,240	0,320
$k_{app} \text{ (unité S.I.)}$	?	$4,40 \cdot 10^{-3}$	$6,60 \cdot 10^{-3}$	$8,80 \cdot 10^{-3}$

Pour une manipulation analogue correspondant à une concentration initiale en ions hypochlorite $[ClO^-]_0$ égale à $1,00 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$, la constante de vitesse apparente k_{app} serait égale à $2,75 \cdot 10^{-3}$ unités S.I..

- Q13.** Déterminer la valeur de l'ordre partiel β et la valeur de la constante de vitesse k à 298 K, en précisant l'unité choisie.

Aides au calcul

$$\sin(20^\circ) \cong 0,34$$

$$\cos(20^\circ) \cong 0,94$$

$$\frac{68}{250} \cong 0,27$$

$$\frac{250}{6,8} \cong 37$$

$$\frac{200}{8} = 25$$

$$\sqrt[2]{\frac{2,24 \times 10^{-21}}{45,6}} \cong 7,0 \times 10^{-12}$$

$$\sqrt[3]{\frac{2,24 \times 10^{-21}}{45,6}} \cong 3,7 \times 10^{-8}$$

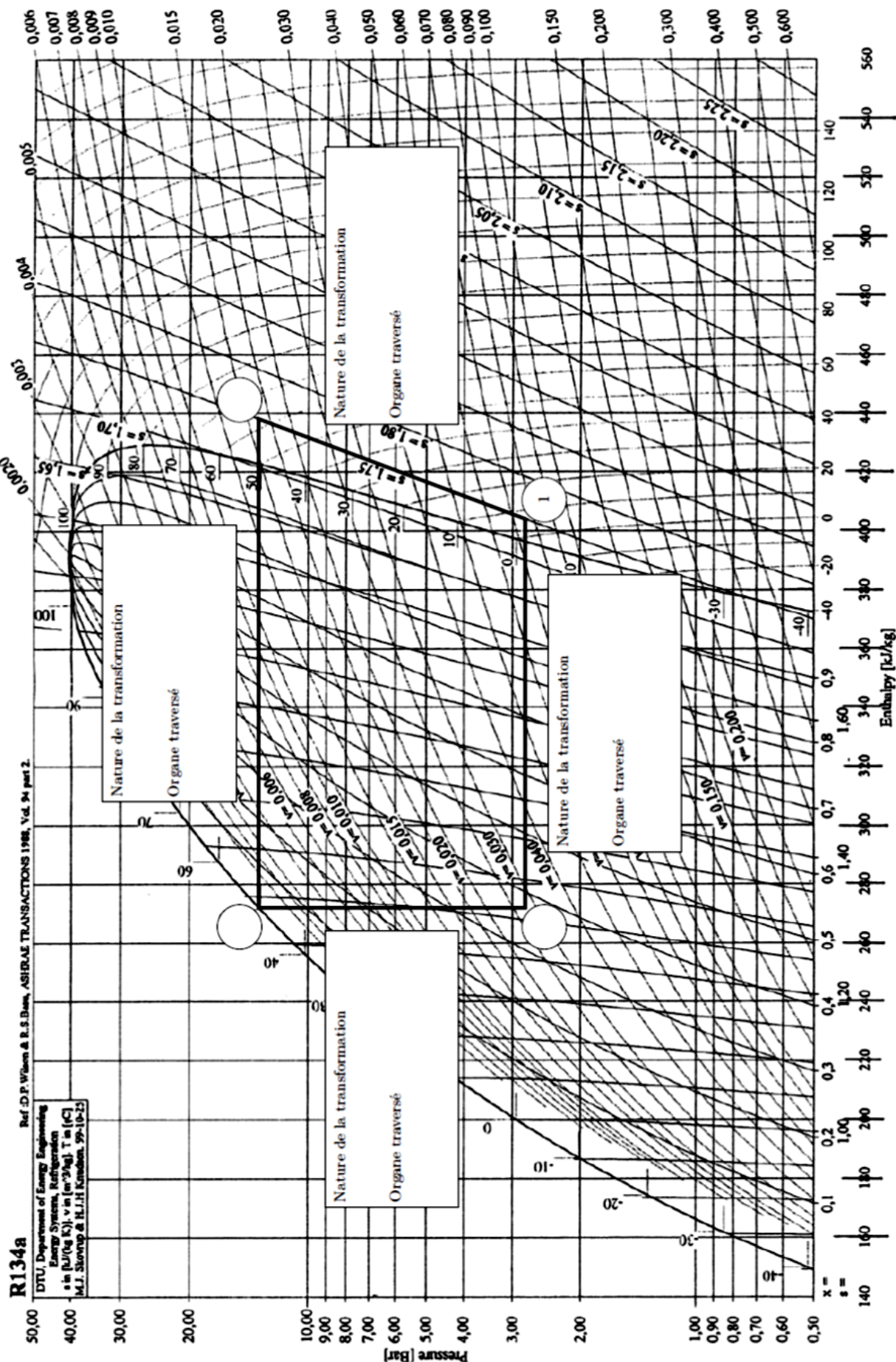
$$\frac{3,7}{\sqrt{2}} \cong 2,6$$

$$3,7 \times \sqrt{2} \cong 5,2$$

$$\frac{56}{8,3 \times 2000} \cong 3,4 \times 10^{-3}$$

$$e^{-3,4} \cong 0,033$$

$$e^{1,5} \cong 4,5$$



Question 20

État du fluide	1	2	3	4
Pression (bar)				
Température (°C)				
Enthalpie massique ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$)				
Titre en vapeur				