BURHAN

État d'équilibre d'un système chimique : exercices, niveau examen

2ème Année Baccalauréat · Sciences Physiques · Physique-Chimie

Corrigé détaillé en ligne : burhan.ma/2bac/pc/physique-chimie/etat-d-equilibre-d-un-systeme-chimique/exercices/examen

Chapitre	Palier	Exercices
État d'équilibre d'un système chimique	Niveau examen	5

Exercice 1 6 pts

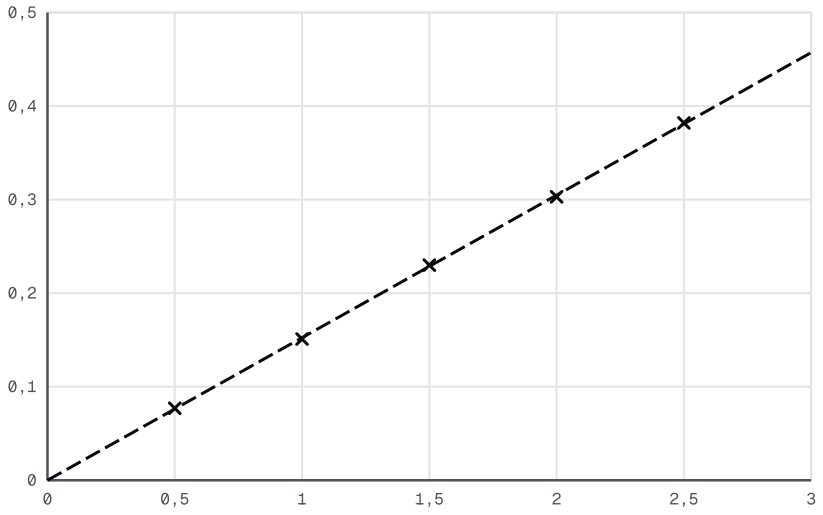
Cellule étalonnée et détartrant à l'acide lactique

Un laboratoire vérifie un détartrant ménager à base d'acide lactique. Il dispose d'une cellule conductimétrique dont la constante est inconnue.

Il l'étalonne d'abord avec des solutions de nitrate de potassium, totalement dissous en ions et , puis il mesure une solution diluée du détartrant.

Données à , en : ; ; ; pour l'ion lactate.

Document. Conductances des étalons de nitrate de potassium et droite de modélisation passant par l'origine.



Étalonnage de la cellule avec le nitrate de potassium

A.1. 0,75 pts

Partie A : constante de la cellule.

Proposer un montage pour mesurer la conductance d'une solution étalon, et préciser le rôle de chaque appareil.

INDICE

Outil : la définition de la conductance ; il faut deux mesures électriques et un générateur adapté.

A.2. 0,75 pts

Montrer que la conductance d'un étalon de concentration apportée s'écrit , avec

INDICE

Outil : la loi de conductivité et la constante de cellule.

A.3. 0,5 pts

Déterminer la pente de la droite d'étalonnage, en par .

INDICE

Outil : le coefficient directeur de la droite de modélisation, lu sur un point de la droite éloigné de l'origine.

A.4. 0,75 pts

En déduire la constante de la cellule, en mètres.

INDICE

Outil : l'expression de la pente établie plus haut, avec des unités cohérentes :

.

B.1. 0,5 pts

Partie B : acide lactique du détartrant. On admet que la cellule a pour constante .
On note l'acide lactique. Après dilution, la solution du détartrant a une concentration apportée en acide lactique. À l'équilibre, sa conductance vaut .

On néglige les autres ions. Écrire l'équation de la transformation entre l'acide lactique et l'eau. Quels ions conduisent le courant dans la solution ?

INDICE

Outil : le couple de l'acide et celui de l'eau ; seules les espèces chargées conduisent.

B.2. 0,5 pts

Calculer la conductivité de la solution diluée.

INDICE

Outil : la relation entre la conductance et la conductivité.

B.3. 0,75 pts

Calculer la concentration en ions oxonium , en .

INDICE

Outil : la somme des contributions des deux ions, dont les concentrations à l'équilibre sont égales.

B.4. 0,75 pts

Dresser le tableau d'avancement pour un volume de solution, puis calculer le taux d'avancement final .

INDICE

Outil : le tableau d'avancement avec l'eau en excès, puis la définition du taux d'avancement final.

B.5. 0,75 pts

Calculer la constante d'équilibre associée à l'équation de la question B.1.

INDICE

Outil : le quotient de réaction à l'équilibre, avec les concentrations du tableau d'avancement.

Exercice 2 6 pts

Acide fluorhydrique : quotient à l'équilibre et taux d'avancement final

L'acide fluorhydrique sert à graver le verre. Au laboratoire, on prépare trois solutions de cet acide et on mesure leur conductivité à l'équilibre, à .

Données, en : et . On néglige les autres ions.

Document. Mesures de conductivité.

Solution	( )	( )

A.1. 0,5 pts

Partie A : quotient de réaction à l'équilibre.

Écrire l'équation de la réaction de l'acide fluorhydrique avec l'eau.

INDICE

Outil : la définition d'un acide de Brønsted ; ici, c'est la molécule d'eau qui capte le proton.

A.2. 0,75 pts

Dresser le tableau d'avancement pour un volume de solution de concentration apportée . En déduire et en fonction de et de .

INDICE

Outil : le tableau d'avancement avec l'eau en excès, puis les concentrations obtenues en divisant par .

A.3. 0,75 pts

Calculer , en , pour chacune des trois solutions du document.

INDICE

Outil : la somme des contributions des ions à la conductivité, avec les deux ions formés.

A.4. 1 pts

Calculer le quotient de réaction à l'équilibre de chacune des trois solutions.

INDICE

Outil : la définition du quotient de réaction, avec les concentrations de la question A.2.

A.5. 0,5 pts

Que montrent ces résultats ? Donner la valeur de la constante d'équilibre associée à l'équation.

INDICE

Outil : la définition de la constante d'équilibre associée à une équation.

B.1. 1 pts

Partie B : taux d'avancement final et état initial. On admet que la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction de l'acide fluorhydrique avec l'eau vaut à . On note le taux d'avancement final d'une solution de concentration apportée .

Montrer que vérifie l'équation

INDICE

Outil : le tableau d'avancement et la constante d'équilibre.

B.2. 0,75 pts

Calculer le taux d'avancement final d'une solution d'acide fluorhydrique de concentration apportée .

INDICE

Outil : la racine positive d'une équation du second degré, seule valeur acceptable pour un taux.

B.3. 0,75 pts

Une solution d'acide fluorhydrique de concentration apportée a un taux d'avancement final . Comparer avec le taux calculé à la question B.2 et conclure sur l'effet de la dilution.

INDICE

Outil : l'influence de la concentration apportée sur le taux d'avancement final, à constante d'équilibre fixée.

Exercice 3 — 6 pts

Acide chloroéthanoïque : taux d'avancement final et dilution

L'acide chloroéthanoïque , noté , est un intermédiaire de synthèse. On étudie sa réaction avec l'eau à :

Données, en : et pour l'ion chloroéthanoate.

A.1. — 0,5 pts

Partie A : taux d'avancement final d'une solution. Une solution d'acide chloroéthanoïque de concentration apportée a, à l'équilibre, une conductivité . On néglige les autres ions.

Quels ions assurent la conduction ? Que peut-on dire de leurs concentrations à l'équilibre ?

INDICE

Outil : l'équation de la réaction et les coefficients des ions formés.

A.2. — 0,75 pts

Calculer en , puis en .

INDICE

Outil : la somme des contributions des ions à la conductivité, avec en .

A.3. — 0,5 pts

Dresser le tableau d'avancement pour un volume , puis calculer le taux d'avancement final de cette solution.

INDICE

Outil : le tableau d'avancement avec l'eau en excès, puis la définition du taux d'avancement final.

A.4. — 0,5 pts

On veut préparer d'une solution d'acide chloroéthanoïque de concentration apportée à partir de la solution précédente. Proposer un protocole et préciser la verrerie.

INDICE

Outil : la conservation de la quantité de soluté lors d'une dilution.

B.1. 1 pts

Partie B : relation entre la constante d'équilibre et le taux. On considère une solution d'acide chloroéthanoïque de concentration apportée , de taux d'avancement final .

Montrer que la constante d'équilibre associée à l'équation s'écrit

INDICE

Outil : les concentrations à l'équilibre exprimées avec et grâce au tableau d'avancement, puis le quotient de réaction à l'équilibre.

B.2. 0,5 pts

Une solution de concentration apportée a pour taux d'avancement final . Calculer .

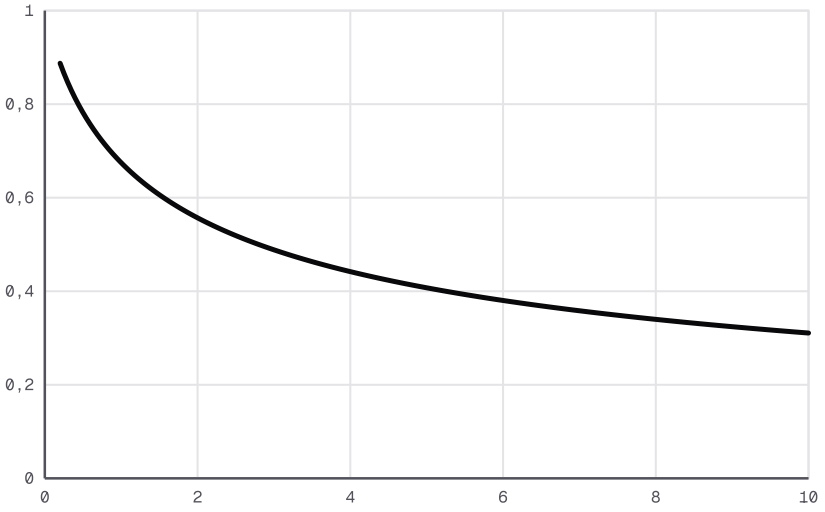
INDICE

Outil : la relation de la question précédente.

B.3. 0,5 pts

Document. La courbe ci-dessous donne le taux d'avancement final calculé pour , en fonction de la concentration apportée.

Lire, à près, le taux d'avancement final d'une solution de concentration apportée .



Taux d'avancement final de l'acide chloroéthanoïque

INDICE

Outil : une lecture graphique à l'abscisse demandée, donnée avec le signe .

B.4. 1 pts

On admet que la relation de la question B.1 conduit à l'équation , dont est la racine positive. En déduire l'expression littérale de , puis vérifier par le calcul la lecture précédente.

INDICE

Outil : la résolution d'une équation du second degré.

B.5. 0,75 pts

À partir de la relation ——, expliquer pourquoi se rapproche de quand la solution est très diluée.

INDICE

Outil : le lien entre , et , à fixée.

Exercice 4 6 pts

Acide benzoïque solide en solution : deux équilibres

L'acide benzoïque, noté , est un conservateur alimentaire peu soluble dans l'eau. On note l'ion benzoate. On étudie à sa dissolution, puis sa réaction avec l'eau.

Données : masse molaire ; ; .

A.1. 0,5 pts

Partie A : un équilibre avec un solide. On introduit de l'acide benzoïque solide en excès dans de l'eau. L'équilibre de dissolution s'écrit :

Sa constante d'équilibre vaut . Écrire l'expression du quotient de réaction de cet équilibre.

INDICE

Outil : la définition du quotient de réaction.

A.2. 0,75 pts

Montrer que, tant qu'il reste de l'acide benzoïque solide, la concentration de l'acide dissous à l'équilibre vaut , quelle que soit la masse de solide introduite.

INDICE

Outil : l'égalité entre le quotient de réaction à l'équilibre et la constante d'équilibre.

A.3. 0,75 pts

On néglige la part de l'acide dissous qui réagit avec l'eau. Calculer la masse maximale d'acide benzoïque que l'on peut dissoudre dans d'eau à .

INDICE

Outil : la concentration maximale de l'acide dissous, puis la relation entre quantité de matière et masse.

A.4. 0,5 pts

L'acide dissous réagit avec l'eau selon l'équation rappelée en partie B. Écrire l'expression de la constante d'équilibre associée à cette équation.

INDICE

Outil : la définition du quotient de réaction appliquée à l'équilibre, sans terme pour le solvant.

B.1. 0,75 pts

Partie B : mesures de conductance. On prépare une solution d'acide benzoïque de concentration apportée . L'acide dissous réagit avec l'eau selon l'équation

de constante d'équilibre notée . On néglige les autres ions. On mesure, à l'équilibre, la conductance d'une portion de avec une cellule de constante , pour plusieurs tensions.

Document. Valeurs efficaces mesurées.

( )	( )

Montrer que ces mesures donnent une même conductance, et donner sa valeur.

INDICE

Outil : la définition de la conductance, calculée pour chaque ligne du tableau.

B.2. 0,25 pts

Quelle grandeur physique de la solution, autre que sa concentration, faut-il maintenir constante pendant toute la série de mesures ? Justifier.

INDICE

Outil : les grandeurs dont dépend la conductivité d'une solution donnée.

B.3. 0,5 pts

Calculer la conductivité de la solution .

INDICE

Outil : la relation entre la conductance et la conductivité.

B.4. 1 pts

En utilisant un tableau d'avancement pour un volume , calculer puis le taux d'avancement final de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.

INDICE

Outil : le tableau d'avancement, puis la somme des contributions des deux ions formés à la conductivité.

B.5. 1 pts

Calculer la constante d'équilibre associée à l'équation de la réaction de l'acide benzoïque avec l'eau.

INDICE

Outil : le quotient de réaction à l'équilibre, avec les concentrations du tableau d'avancement.

Exercice 5 6 pts

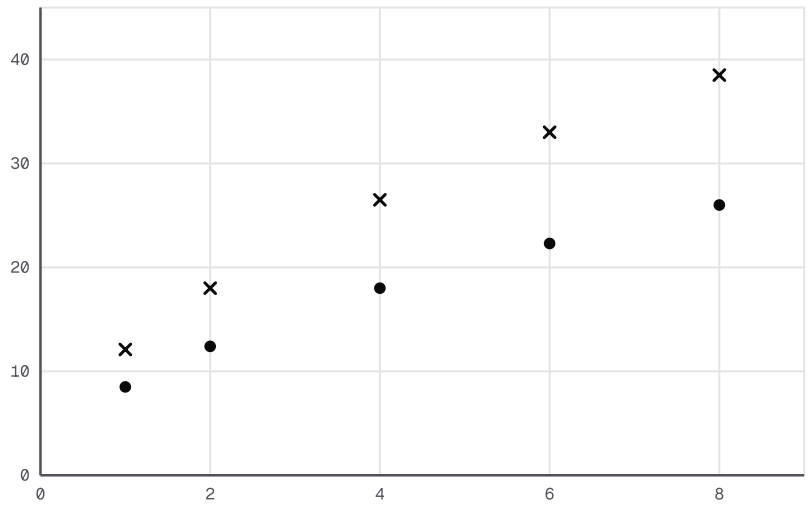
Deux conservateurs alimentaires : comparer deux acides

L'acide lactique, noté , et l'acide benzoïque, noté , servent de conservateurs alimentaires. On note et leurs bases conjuguées. On mesure à la conductivité de solutions de chaque acide, pour plusieurs concentrations apportées .

Données, en : ; ; .

On admet la relation entre la constante d'équilibre et le taux d'avancement final d'un acide : ——.

Document. Conductivité des solutions à l'équilibre en fonction de la concentration apportée.



× ●

Conductivité de deux acides selon la concentration

A.1. 0,5 pts

Partie A : deux acides à la même concentration.

Pour chaque acide, noté ici , donner l'équation de la transformation entre l'acide et l'eau. On néglige les autres ions. Quels ions portent le courant ?

INDICE

Outil : le couple de l'acide et celui de l'eau ; seules les espèces chargées conduisent.

A.2. 0,5 pts

Exprimer en fonction de la conductivité et des conductivités molaires ioniques.

INDICE

Outil : la somme des contributions des ions présents à la conductivité.

A.3. 0,5 pts

Lire sur le document la conductivité de chaque solution de concentration apportée .

INDICE

Outil : une lecture graphique sur le point de mesure de chaque série, donnée avec le signe .

A.4. 0,75 pts

Calculer le taux d'avancement final de l'acide lactique et de l'acide benzoïque, pour .

INDICE

Outil : l'expression de la question A.2, puis le taux exprimé avec la concentration en ions oxonium et .

A.5. 0,5 pts

Lequel des deux acides réagit dans la plus grande proportion avec l'eau ? Pourquoi la comparaison est-elle valable ici ?

INDICE

Outil : les conditions dans lesquelles deux taux d'avancement finals peuvent être comparés.

B.1. 1 pts

Partie B : constantes d'équilibre. On admet que, pour , les taux d'avancement finals valent pour l'acide lactique et pour l'acide benzoïque.

Calculer les constantes d'équilibre et des réactions de ces acides avec l'eau.

INDICE

Outil : la relation admise entre la constante d'équilibre et le taux d'avancement final.

B.2. 1,25 pts

Une autre solution d'acide lactique, de concentration apportée , a une conductivité . Calculer son taux d'avancement final , puis montrer que cette solution donne la même constante d'équilibre. Conclure.

INDICE

Outil : la concentration en ions oxonium tirée de la conductivité, le taux, puis la relation admise.

B.3. 1 pts

Un élève compare l'acide lactique à , de taux , et l'acide benzoïque à , de taux . Il conclut que l'acide benzoïque réagit davantage avec l'eau que l'acide lactique. Discuter ce raisonnement, puis classer les deux acides.

INDICE

Outil : les grandeurs dont dépend le taux d'avancement final, et celles dont dépend la constante d'équilibre.