ⵜⴰⴳⵍⴷⵉⵜ ⵏ ⵍⵎⵖⵔⵉⴱ
ⵜⴰⵎⴰⵡⴰⵙⵜ ⵏ ⵓⵙⴳⵎⵉ ⴰⵏⴰⵎⵓⵔ ⴷ ⵓⵙⵎⵓⵜⵜⴳ ⴰⵣⵣⵓⵍⴰⵏ
ⴷ ⵓⵙⵙⵍⵎⴷ ⴰⵏⴰⴼⵍⵍⴰ ⴷ ⵓⵔⵣⵣⵓ ⴰⵎⴰⵙⵙⴰⵏ

المملكة المغربية
وزارة التربية الوطنية والتكوين المهني
والتعليم العالي والبحث العلمي

Centre Régional des Métiers de l'Education et de la Formation Casablanca-Settat

Concours d'entrée en première année du cycle de préparation à l'agrégation de sciences physiques
Session : Juillet-2017

EPREUVE DE CHIMIE

Durée 4 heures

- ✓ *Cette épreuve comporte 12 pages au format A4. Les données utiles aux différentes parties sont rassemblées à la fin de l'épreuve. L'usage de la calculatrice est autorisé.*
- ✓ *On veillera à une présentation claire et soignée des copies. Il convient en particulier de rappeler avec précision les* références *des questions abordées.*
- ✓ *Dans le cas où un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il le signale très lisiblement dans sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.*

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

AUTOUR DU SOUFRE

Le soufre est un élément qui était déjà connu dans l'Antiquité. Il est présent dans plusieurs composés et, avec le sel, la chaux, la houille, le pétrole, est l'une des matières premières de base de l'industrie chimique. Quatre-vingt-cinq pour cent de sa production sert à la fabrication d'acide sulfurique, le reste étant utilisé sous forme de soufre pur ou combiné dans, par exemple, les allumettes, les fongicides, les peintures, la poudre noire, les médicaments ou la vulcanisation du caoutchouc.

La production mondiale, qui vient en grande partie de gisements de soufre natif et, pour plus du quart, du gaz naturel, des gaz industriels et du pétrole, a été au moins multipliée par 50 depuis le début du siècle. Le soufre se trouve également en grande quantité, associé à d'autres éléments sous forme de sulfures et de sulfates.

A – Configuration électronique, énergie d'ionisation et isotopes du soufre

1)- Donner la configuration électronique du soufre dans son état fondamental en énonçant les règles utilisées.

2)- Préciser quels sont les électrons de cœur et ceux de valence. En déduire les deux nombres d'oxydation extrêmes pour l'élément soufre.

3)- Déduire de la question 1 la place de l'élément soufre dans la classification périodique. Citer un autre élément appartenant à la même colonne.

On mesure les énergies de première ionisation du phosphore et du soufre :

Atome	phosphore	soufre
E_i/ kJ·mol^{-1}	1012	1000

4)- Définir l'énergie de première ionisation en précisant les états physiques des espèces mises en jeu.

5)- Comment évolue l'énergie de première ionisation E_i des éléments au sein d'une même période ? Au sein d'une même colonne ? Commenter brièvement.

6)- Exprimer, sur l'exemple du soufre, l'énergie de première ionisation en fonction des énergies, E(ns,np), des différentes orbitales atomiques de l'atome et de son ion.

7)- Calculer, dans l'approximation de Slater, les valeurs des charges nucléaires effectives perçues par les électrons de valence du soufre et du phosphore, ainsi que celles de leurs ions, nécessaires au calcul de l'énergie de première ionisation de ces atomes.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 2/13

8)- En déduire les valeurs des énergies de première ionisation, en eV et en kJ.mol^{-1}, du phosphore et du soufre. Comparer aux valeurs expérimentales et commenter vos résultats.

Le soufre naturel est constitué de quatre isotopes stables dont deux présents en majorité : x% de l'isotope ^{32}S et y% de l'isotope ^{34}S. La masse molaire de l'isotope 34 est de 33,968 g.mol^{-1} et celle de l'isotope 32 est de 31,972 g.mol^{-1}.

9)- Calculer les pourcentages isotopiques x et y sachant que la masse molaire atomique du soufre est de 32,066 g.mol^{-1} et en supposant que les autres isotopes sont en quantité négligeable.

Une des structures du soufre moléculaire est cyclique et de formule brute S_8. Dans cette structure, les angles S–S–S valent 107°.

10)- Donner la structure de Lewis de S_8.

11)- Commenter la valeur de cet angle en vous appuyant sur la méthode VSEPR.

B – Etude de quelques sulfures métalliques

B-1) Précipitation sélective de sulfures métalliques

Les sulfures métalliques font partie des principaux minerais de soufre.

Le sulfure d'hydrogène est un gaz très soluble dans l'eau. On fait buller du sulfure d'hydrogène $H_2S(g)$ sous la pression de 1,0 bar jusqu'à l'obtention d'une solution saturée. La concentration molaire de $H_2S(aq)$ dans l'eau est alors de C_0= 0,10 mol.L^{-1}.

À 1,0 L de la solution précédente, on ajoute (sans variation de volume) deux sels très solubles : 1,2 g de nitrate de manganèse (II) $Mn(NO_3)_2(s)$ et 1,2 g de nitrate de fer (II) $Fe(NO_3)_2(s)$. On peut faire varier le pH de la solution par addition d'acide fort ou de base forte, tout en maintenant la saturation de $H_2S(aq)$ en continuant à faire buller $H_2S(g)$; on admet donc que la concentration molaire en $H_2S(aq)$ reste égale à C_0= 0,10 mol.L^{-1} indépendamment du pH obtenu.

12)- Classer les sulfures métalliques susceptibles de précipiter par ordre de solubilité décroissante. Justifier en vous appuyant sur les données numériques.

13)- Écrire la condition de précipitation de chacun de ces solides.

14)- Exprimer le pH de début de précipitation en fonction de pK_S pour chacun des sulfures métalliques.

15)- Effectuer l'application numérique pour chaque sulfure métallique et représenter les pH d'apparition des précipités sur un axe gradué.

16)- Dans quel domaine de pH doit-on se placer pour précipiter sélectivement au moins **99%** de l'un des ions sans faire précipiter l'autre ?

17)- En déduire une méthode de séparation des cations métalliques considérés.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 3/13

B-2) Structure d'un sulfure métallique ZnS

Le sulfure du zinc existe sous deux variétés allotropiques principales : la blende, qui a une structure cubique et la würtzite de structure hexagonale.

18)- Définir le terme variété allotropique.

La structure de type blende ZnS de paramètre de maille noté ***a***, est décrite comme suit : les ions S^{2-} forment un réseau cubique à faces centrées et les ions Zn^{2+} occupent la moitié des sites tétra hydriques de manière alternée.

19)- Représenter, sur trois schémas distincts, les centres des ions effectivement présents, en se limitant à une seule maille du réseau :

- sur un plan correspondant à une face du cube
- sur un plan parallèle à une face du cube et passant par le milieu du cube
- sur un plan contenant deux arêtes parallèles et n'appartenant pas à une même face du cube.

20)- Calculer le nombre de motifs de la maille conventionnelle ainsi que la coordinence cation-anion de la blende ZnS.

21)- Etablir l'expression du paramètre de maille ***a*** en fonction des rayons des ions constituant la blende ZnS.

22)- Sachant que la densité de la blende ZnS est de **4,1**, calculer une valeur du paramètre de maille *a*.

23)- Calculer, à l'aide des rayons ioniques puis covalents de Zn et S, deux valeurs du paramètre de maille *a*. Comparer ces deux valeurs à celle précédemment calculée. Que dire du caractère de la liaison ZnS de la blende ?

C- Dérivés oxygénés du soufre : Conversion industrielle de dioxyde de soufre

C-1 – Étude de quelques propriétés de dioxyde de soufre

Considérons le dioxyde de soufre SO_2 : c'est un gaz incolore, dense et toxique dont l'inhalation est fortement irritante. Il est libéré dans l'atmosphère terrestre par les volcans. Produit par de nombreux procédés industriels, il est soumis à des traitements chimiques pour en limiter les rejets dans l'atmosphère.

24)- Donner la structure de Lewis de cette molécule, l'atome de soufre étant l'atome central. Proposer alors une géométrie pour ce composé.

25)- Que représente l'électronégativité d'un atome ? Comment évolue cette propriété dans une même colonne de la classification périodique ? En déduire qui, de l'oxygène ou du soufre, est l'atome le plus électronégatif.

Lorsque deux atomes différents sont liés par une liaison covalente, les électrons mis en jeu dans la liaison peuvent être plus attirés par un atome que par l'autre. Il en résulte une charge partielle sur chacun des atomes de la liaison et donc un moment dipolaire.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 4/13

Une molécule de plus de deux atomes peut posséder un moment dipolaire résultant de l'addition vectorielle des moments dipolaires de chacune de ses liaisons. Le moment dipolaire mesuré du dioxyde de soufre est de 1,65 D (Debye) avec $1D=0{,}333.10^{-29}$C.m. L'angle des deux liaisons S–O est $\varphi = 119°$.

26)- Représenter le vecteur moment dipolaire de la liaison soufre–oxygène.

27)- En déduire la valeur de la norme du moment dipolaire de liaison soufre-oxygène.

C-2 – Étude de l'oxydation de dioxyde de soufre : procédé de contact

La production industrielle d'acide sulfurique repose sur l'oxydation du dioxyde de soufre SO_2 en trioxyde de soufre SO_3 (procédé dit de contact) en présence de catalyseur. Le dioxyde de soufre provient soit de l'oxydation directe du soufre liquide finement pulvérisé, soit des gaz issus des fours de calcination de sulfures métalliques, tels pyrite (FeS) ou galène (PbS).

La réaction d'oxydation de SO_2, réalisée dans un convertisseur où règne la pression P, a pour équation-bilan :

$$SO_2(g) + ½\ O_2(g) ===SO_3(g) \quad (1)$$

28)- A l'aide des données thermodynamiques fournies en annexe, évaluer l'enthalpie libre standard $\Delta_r G_1°(T)$ de la réaction (1) en fonction de la température, en se plaçant dans les conditions de l'approximation d'Ellingham ; définir le domaine de température où cette réaction peut réellement s'opérer.

29)- Exprimer la constante d'équilibre K°(T) en fonction de la température et l'écrire sous la forme $Ln\ [K°(T)] = a/T + b$ (identifier a et b). Calculer K° pour T = 718 K.

30)- Déterminer et analyser la variance v de l'équilibre (1).

31)- Comment choisir la température pour favoriser la synthèse de SO_3 ?

32)- Qualifier la pression qui doit régner dans l'enceinte pour optimiser la production de SO_3.

Le taux de conversion α de la réaction est défini comme le rapport entre le nombre de moles de SO_3 (à l'instant t) et le nombre initial de moles de SO_2.

33)- Montrer que le taux de conversion à l'équilibre α, la constante d'équilibre K°(T), la pression partielle d'oxygène (exprimée en bar) ainsi que la pression de référence p° (1 bar) vérifient la relation :

$$\alpha = \frac{1}{1+\frac{1}{K°(T)}\sqrt{\frac{p°}{p(O_2)}}}$$

34)- En déduire l'effet d'un accroissement de la pression partielle d'oxygène sur la conversion de SO_2, tous les autres paramètres restant inchangés.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 5/13

Pour des raisons économiques, l'oxygène de l'air (on rappelle qu'une mole d'air est très sensiblement constituée de 0,2 mole de dioxygène et de 0,8 mole de diazote) est préféré à l'oxygène pur. Pour un certain état d'équilibre obtenu, la composition étant de **a** moles de SO_2, **b** moles de O_2, **c** moles de SO_3, **d** moles de N_2 (soit au total **N** moles gazeuses), introduisons, à température et pression constantes une faible quantité **dx** de moles d'O_2.

35)- Ecrire l'affinité chimique A(T) de la réaction (1). En déduire l'expression de sa différentielle dA en fonction de R, T et de la variation relative dQ/Q du quotient de réaction.

36)- Exprimer dA en fonction de R, T et de la variation relative dN/N du nombre total de moles gazeuses, puis en fonction de R, T, b, dx et $\tau(O_2)$, la fraction molaire de dioxygène.

37)- Analyser, à partir des expressions de dA, l'influence de l'air ou de l'oxygène pur sur le déplacement de l'équilibre. Quel est le rôle joué par l'azote de l'air ?

C-3 Synthèse industrielle de SO_3

A la sortie du four de grillage, on récupère (après dépoussiérage) le dioxyde de soufre dans un mélange (SO_2, O_2, N_2) puis on le transforme en trioxyde de soufre par action de l'oxygène de l'air. La réaction ne se produit, avec une vitesse intéressante du point de vue industriel, qu'au-dessus de 800 K ; il est donc nécessaire d'utiliser un catalyseur solide V_2O_5 (procédé de contact), pour travailler à plus basse température.

Les gaz issus d'un réacteur d'oxydation du soufre liquide ont la composition molaire suivante :

7,6 % SO_2 11,0 % O_2 81,4 % N_2

38)- Définir un catalyseur. De quelle type de catalyse s'agit-il ?

39)- Partant de 100 moles de gaz (SO_2, O_2, N_2), déterminer l'expression reliant la constante d'équilibre, la quantité (notée ξ) de SO_3 formé et la pression totale P.

40)- Le convertisseur fonctionnant à T = 718 K, à la pression atmosphérique p°, calculer le taux de conversion α de SO_2 en SO_3, (effectuer les simplifications que vous jugerez nécessaires à l'obtention d'un taux de conversion proche de l'unité).

L'évolution exacte du taux de conversion α en fonction de la température (la pression totale P demeurant constante), est représentée sur l'abaque suivant (**Figure 1**) :

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 6/13

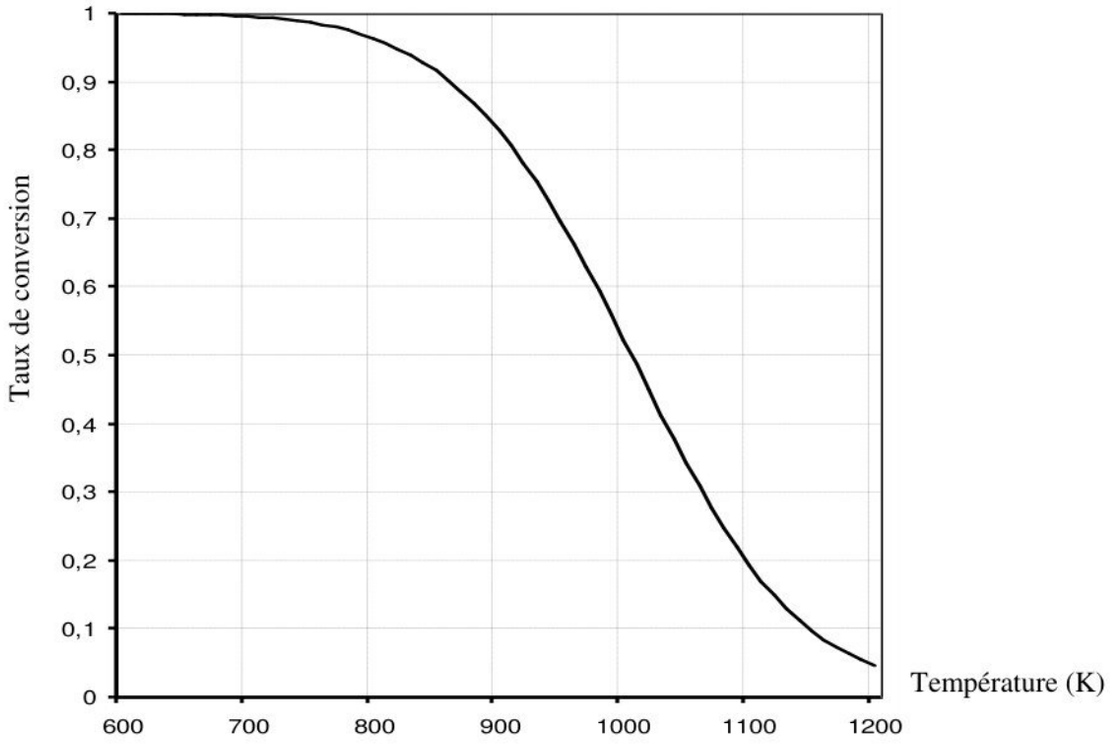

Figure 1 : Taux de conversion α en fonction de la température

41)- A partir de quelle valeur (approchée) de la température, le taux de conversion α se met-il à chuter ? Sachant que d'un point de vue cinétique, la réaction ne démarre que vers 600 K, évaluer l'intervalle de travail possible.

Dans le contexte industriel, la conversion $SO_2 \rightarrow SO_3$ se déroule dans un réacteur d'oxydation catalytique à quatre étages. Dans chaque étage, adiabatique et isobare, la température des gaz passe de T_E à l'entrée à T_S à la sortie. Considérons le premier compartiment, où l'oxydation de SO_2 est réalisée à 718 K sous 1 bar, durant un temps tel que le rendement atteigne seulement $\alpha_1 = 65$ %.

42)- Quelle est la composition molaire du mélange de sortie ?

43)- Déterminer l'écart (T_{S1} - T_{E1}), puis la température de sortie T_{S1}, en considérant que la durée du contact est suffisante pour que ce rendement α_1 soit atteint (les capacités thermiques molaires à pression constantes sont fournies en annexe).

44)- Les gaz, à cette température T_{S1}, peuvent-ils être introduits dans le second étage d'oxydation catalytique ? Quel serait alors le taux de conversion à cette température ? Que conviendra-t-il de faire subir aux gaz entre ces deux étages ? Quel type d'appareil faudra-t-il utiliser ?

45)- Les gaz dont la composition relative est celle de sortie du premier étage, sont ramenés à une température de 713 K puis sont introduits dans le second étage où le taux de conversion atteint $\alpha_2 = 80$ %. En déduire, à la sortie de ce second étage, la composition molaire du mélange de sortie, l'écart (T_{S2} - T_{E2}), puis la température de sortie T_{S2}, pour le rendement α_2.

46)- Reproduire succinctement le graphe donnant le taux de conversion en fonction de la température

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 7/13

en reportant les résultats obtenus précédemment (pour des deux premiers étages de conversion) sur la figure 1.

47)- Comment imaginez-vous la suite des opérations jusqu'au quatrième étage, afin d'obtenir un taux de conversion final de 99,9 % ?

48)- Imaginer un schéma synoptique simple décrivant le parcours des gaz à travers le convertisseur et l'ensemble de l'installation.

D – Titrage d'une solution d'acide sulfurique

D.1) Titrage pH-métrique et conductimétrique

L'acide sulfurique H_2SO_4 est un diacide dont la première acidité est forte.

49)- L'acide commercial utilisé est une « solution aqueuse » à 98% en masse de H_2SO_4, de masse volumique 1,84 $g.cm^{-3}$. Déterminer la valeur de la concentration molaire de l'acide sulfurique commercial.

Un volume V_0= 5,0 mL d'une solution aqueuse d'acide sulfurique est introduit avec 10 mL d'eau dans un bécher. Cette solution est titrée par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire C_B= 0,5 $mol.L^{-1}$.Le titrage est suivi par pH-métrie.

50)- Quelle(s) électrode(s) est (sont) utilisée(s) avec le pH-mètre ?

51)- Quels sont les acides présents, en quantités non négligeables, avant tout ajout de la solution titrante ? Justifier avec soin votre réponse.

52)- Une simulation de ce titrage est donnée en **figure 2.** Attribuer à chacune des courbes les représentations suivantes : pH = f(V), $\%[HSO_4^-]$= g(V) et $\%[SO_4^{2-}]$ = h(V).

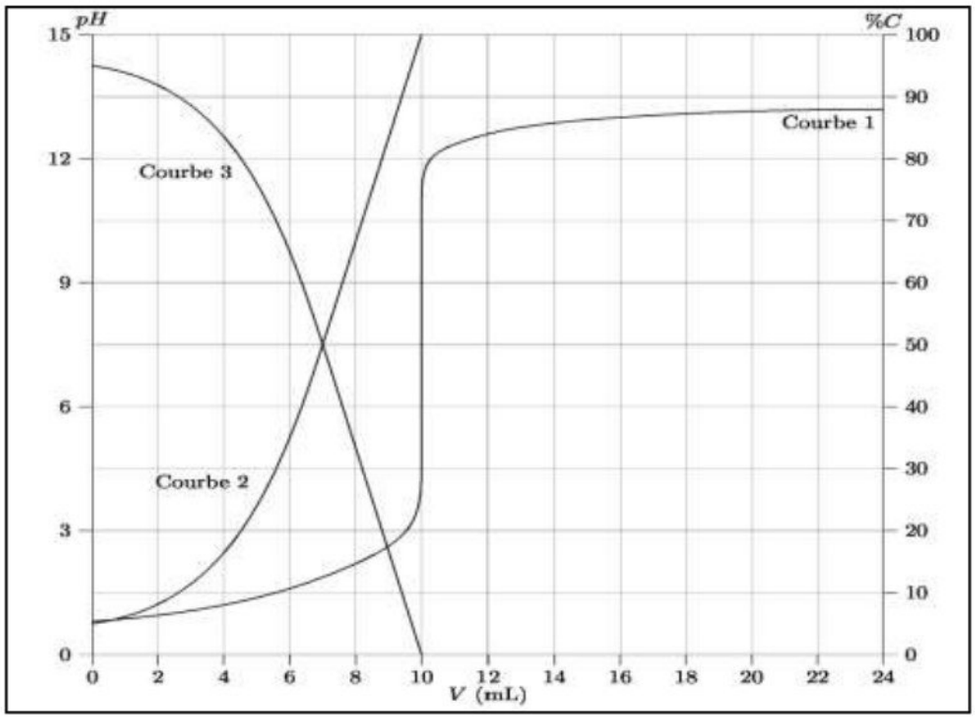

Figure 2 : Titrage de l'acide sulfurique

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 8/13

53)- En déduire la ou les réactions prépondérantes qui ont lieu avant l'équivalence. Déterminer la valeur de leur constante d'équilibre à 25°C.

54)- Quelle la concentration molaire C_A de l'acide sulfurique titré ?

55)- Le titrage pH-métrique met-il en évidence les deux acidités ? Justifier.

56)- Ce titrage est également réalisé par conductimétrie. Les conditions expérimentales sont identiques. Décrire le fonctionnement d'une cellule conductimétrique.

57)- Le conductimètre doit-il être étalonné ? Justifier.

58)- En supposant que l'effet de la dilution peut être négligé, représenter l'allure du graphique $\sigma = f(V)$ (V désignant le volume de soude versé). Indiquer, pour chaque partie du graphique, la réaction prépondérante associée et justifier les changements de pente en utilisant les valeurs des conductivités ioniques molaires fournies dans les données.

59)- Combien de volumes équivalents détecte-t-on ? Déterminer ces volumes équivalents.

60)- Comparer les deux méthodes : titrage pH-métrique et titrage conductimétrique.

D.2) Titrage d'un mélange d'acides : acide sulfurique et dioxyde de soufre dissout dans l'eau

On réalise maintenant le titrage de $V_0 = 40$ mL d'une solution aqueuse contenant de l'acide sulfurique à la concentration molaire C_1 et du dioxyde de soufre dissout (SO_2, H_2O encore noté H_2SO_3) à la concentration molaire C_2 par la solution aqueuse d'hydroxyde de sodium à $C_B = 0{,}5\ mol.L^{-1}$.

On réalise deux titrages.

- Le premier titrage est réalisé en présence de quelques gouttes de rouge de métacrésol. Le changement de couleur a alors lieu pour $V_{E1} = 20$ mL.
- Lors d'un deuxième titrage en présence de rouge de crésol, le virage de l'indicateur coloré est observé pour $V_{E2} = 32$ mL.

61)- Sur un axe de pH, faire apparaître tous les couples acido-basiques mis en jeu dans ce titrage, ainsi que leur pK_A.

62)- Quelles espèces ont été titrées lors de l'équivalence observée en présence de rouge de métacrésol ? En déduire les réactions prépondérantes qui ont eu lieu et déterminer la valeur de leur constante d'équilibre.

63)- Répondre à la même question lors de l'équivalence observée en présence de rouge de crésol.

64)- En déduire les valeurs des concentrations C_1 et C_2 des deux acides titrés.

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 9/13

E- Etude cinétique suivie par spectrophotométrie

On se propose de déterminer l'ordre et la constante de vitesse de la réaction d'oxydation des ions iodures par les ions peroxodisulfates $S_2O_8^{2-}$ en solution aqueuse.

65)- Écrire l'équation bilan de la réaction (2) entre les ions iodures et les ions peroxodisulfates. Exprimer puis calculer sa constante d'équilibre. Conclure.

66)- Dans cette réaction, seule la solution aqueuse de diiode est colorée. Préciser cette couleur.

La réaction (2) sera suivie en mesurant l'absorbance de la solution au cours du temps. On rappelle la loi de Beer-Lambert donnant l'absorbance A d'une solution de I_2 à la concentration C placée dans une cuve d'épaisseur l : $A = \varepsilon_\lambda . l .C$. où ε_λ est le coefficient d'extinction molaire de I_2 à la longueur d'onde λ.

67)- Si on souhaite vérifier cette loi, comment choisit-on habituellement la longueur d'onde de travail? Quelle courbe doit-on tracer au préalable pour déterminer expérimentalement cette longueur d'onde?

68)- Faire le lien entre cette longueur d'onde et la couleur du diiode.

A la longueur d'onde de 454 nm on mesure l'absorbance A de différentes solutions de diiode, préparées à partir d'une solution mère de diiode à 2.10^{-3} mol.L^{-1}. On obtient la courbe représentée dans **la figure 3**.

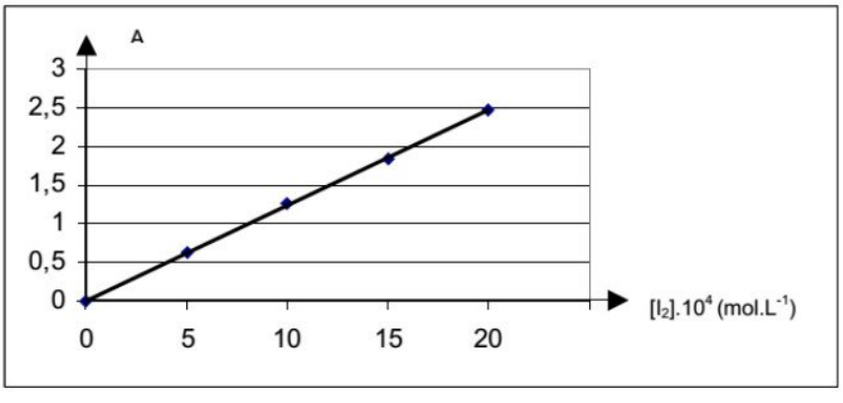

Figure 3 :L'absorbance en fonction de la concentration des solutions en I_2

69)- Expliquez comment vous prépareriez 20 mL de la solution de diiode à 5.10^{-4} mol.L^{-1} à partir de la solution mère (volumes prélevés, verrerie utilisée).

70)- La loi de Beer-Lambert est-elle vérifiée?

On suppose que la réaction étudiée admet un ordre partiel **p** par rapport aux ions iodures et un ordre partiel **q** par rapport aux ions peroxodisulfates.

A l'instant t = 0, on mélange 25 mL de solution d'iodure de potassium à 0,250 mol.L^{-1} et 15 mL de solution de peroxodisulfate d'ammonium à $6,25.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

71)- Calculer les concentrations des réactifs juste après le mélange et avant que ne débute la réaction. Montrer sans calcul supplémentaire que ces conditions initiales permettront de déterminer l'ordre

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 10/13

de la réaction par rapport aux ions peroxodisulfates. Donner alors l'expression de la constante apparente de vitesse.

72)- En faisant un bilan de matière, déterminer la concentration en peroxodisulfate à un instant t en fonction de la concentration en diiode à ce même instant.

73)- En supposant la réaction d'ordre 1 par rapport aux ions peroxodisulfates, établir quelle fonction de sa concentration $[S_2O_8^{2-}]$ faut- il tracer expérimentalement pour le vérifier?

74)- Expliquer brièvement comment à partir de la mesure de l'absorbance du mélange au cours du temps, on pourra déterminer à tout instant la concentration en ions $S_2O_8^{2-}$.

On obtient les résultats suivants:

t (min)	0	4	8	12	16
A	0	0,349	0,670	0,940	1,178

Tableau-1 : Evolution de l'absorbance du mélange réactionnel en fonction du temps

75)- Montrer que ces résultats sont en accord avec une cinétique d'ordre 1. On tracera la courbe adéquate sur la copie après avoir présenté un tableau de valeurs.

76)- Calculer la constante apparente de vitesse.

Données numériques générales :

	H	Fe	Mn	N	O	P	S	Zn
Numéro atomique	1	26	25	7	8	15	16	30
Masse molaire ($g.mol^{-1}$)	1,0	55,8	54,9	14,0	16,0	31,0	32,1	65,4

Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$.
Constante des gaz parfaits $R = 8{,}31\ J.K^{-1}.mol^{-1}$
Constante de Faraday : $F = 96500\ C.mol^{-1}$
Charge élémentaire $e = 1{,}6.10^{-19} C$. $1\ eV = 1{,}6.10^{-19} J$.
$E°(I_2/I^-) = 0{,}62\ V$ $E°(S_2O_8^{2-}/SO_4^{2-}) = 2{,}01\ V$
On prendra $RT/F\ Ln(x) = 0{,}06\ log(x)$ Produit ionique de l'eau : $K_e = 10^{-14}$

Rayons covalents et ioniques :

Eléments	Zinc	Soufre
Rayon covalent (pm)	125	102
Rayon ionique (pm)	70	180

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 11/13

Règle de Slater

Groupe de l'électron étudié i	Contribution σ_{ji} des électrons j des niveaux n'						
	n' < n-1	n' = n-1	n' = n				n' > n
			1s	n's et n'p	n'd	n'f	
1s	----	----	0,30	----	----	----	0
n s et n p	1,00	0,85	----	0,35	0	0	0
n d	1,00	1,00	----	1,00	0,35	0	0
n f	1,00	1,00	----	1,00	1,00	0,35	0

n	1	2	3	4	5
n*	1	2	3	3,8	4

Données thermodynamiques : (à 298 K) supposées indépendantes de la température

Elément ou composé	Capacité calorifique molaire (pression constante) C_p ($J.K^{-1}.mol^{-1}$)	Enthalpie standard de formation $\Delta_f H°$ ($kJ.mol^{-1}$)	Entropie molaire standard $S°$ ($J.K^{-1}.mol^{-1}$)
O_2 (g)	34,2	0	205,0
N_2 (g)	31,2	0	191,5
SO_2 (g)	51,1	- 296,9	248,0
SO_3 (g)	76,6	- 395,7	256,6

Produits de solubilité:

Espèce	pK_S	Espèce	pK_S
FeS	17,2	MnS	9,6

Constantes d'acidité :

Couple	pK_A	Couple	pK_A	Couple	pK_A
H_2S/HS^-	7,0	HS^-/S^{2-}	13,0	HSO_3^-/SO_3^{2-}	7,6
HSO_4^-/SO_4^{2-}	1,9	H_2SO_3/HSO_3^-	2,0	-	-

Indicateurs colorés :

- Rouge de métacrésol (Rouge--- Jaune) pK_A=1,7 - Rouge de crésol (Jaune-Rouge) pK_A=8,2

Conductivités ioniques molaires limites :

Ion	$\lambda°$($mS.m^2.mol^{-1}$)	Ion	$\lambda°$($mS.m^2.mol^{-1}$)	Ion	$\lambda°$($mS.m^2.mol^{-1}$)
Na^+	5,01	H_3O^+	34,99	HO^-	19,92
HSO_4^-	5,20	(½)SO_4^{2-}	8,00	-	-

wadifa-info.com نماذج المباريات من موقع وظيفة إنفو

Source: www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/4221 - Wadifa Info - page 12/13

Wadifa Info

www.wadifa-info.com

Le sujet suivant à préparer — **النموذج التالي للتحضير**

نموذج مباراة ولوج مسلك تكوين أطر الإدارة التربوية - اختبار في علوم التربية - دورة 2025

Modèle : Concours d'accès à la filière de formation des cadres de l'administration pédagogique - épreuve de sciences de

www.wadifa-info.com/fr/modele-concours/1329

Chaîne WhatsApp — **قناة واتساب**

المباريات الجديدة والنتائج كل يوم

Nouveaux concours et résultats chaque jour

wadifa-info.com/wa

Chaîne YouTube — **قناة يوتيوب**

امتحانات تجريبية بالتصحيح، بالدارجة

Examens blancs corrigés, expliqués en darija

youtube.com/@wadifainfo

Envoyer à un ami — **أرسل النموذج لصديق**

شارك هذا النموذج على واتساب مع من يحضّر معك

Partagez ce sujet sur WhatsApp

wa.me