21EMES OLYMPIADES NATIONALES DE LA CHIMIE MARS 2005

EPREUVE PRATIQUE
QUESTIONS ET DOCUMENTS-REPONSES
DOCUMENT DESTINE AUX CANDIDATS

NOM :

PRÉNOM :

TERMINALE(1) **:** **S** **CLPI**

CENTRE(1) **:** **ENSCP** **UPMC** **ENCPB**

Durée de l'épreuve : 3 h 30

Le document comporte **11** pages

Notes importantes

- ***Document annexe : une feuille de résultats.***
- ***La numérotation des questions correspond à la numérotation des étapes du protocole.***
- ***Les résultats des calculs numériques seront donnés avec 3 chiffres significatifs au maximum.***
- ***Les valeurs des masses seront consignées sur la feuille de résultats en annexe.***

(1) Entourer la bonne réponse

	P	***M***
3. Calculer la valeur de la quantité de matière notée n_1 d'ions hydrogénocarbonate apportée.		
$n_1 =$		
5.1. Calculer la valeur de la quantité de matière notée n_2 d'ions cobalt(II) apportée.		
$n_2 =$		
Compte tenu de la nature des constituants apportés, trois formules de constitution sont proposées pour le solide **A** : - $CoCO_3$ noté **A1**, - $Co(OH)_2$ noté **A2**, - un « solide mixte », mélange des deux précédents. Les équations de réaction correspondantes sont indiquées ci-après, non ajustées. Certains nombres stœchiométriques peuvent être nuls. **5.2.1.** Ajuster l'équation suivante de formation du composé **A1**.		
$\square\ Co^{2+}(aq) + \square\ HCO_3^-(aq) = \square\ CoCO_3(s) + \square\ H_2O + \square\ CO_2(g)$		
5.2.2. Ajuster l'équation suivante de formation du composé **A2**.		
$\square\ Co^{2+}(aq) + \square\ HCO_3^-(aq) = \square\ Co(OH)_2(s) + \square\ H_2O + \square\ CO_2$		
	P1 =	*M1 = 0*

		P	***M***
5.3.1.	Calculer la valeur du rapport n_1 / n_2 .		
	$\frac{n_1}{n_2} =$		
5.3.2.	Pour chacun des deux cas envisagés, quel est le réactif limitant ?		
	cas du solide **A1** : cas du solide **A2** :		
5.3.3.	Indiquer la verrerie utilisée pour mesurer le volume de solution d'hydrogénocarbonate de sodium et justifier ce choix.		
8.	Consigner ci-après les observations effectuées sur l'évolution du contenu de l'erlenmeyer.		
10.1.	Pourquoi faut-il refroidir le contenu de l'erlenmeyer ?		
10.2.	Faire l'inventaire des espèces prépondérantes présentes dans le milieu réactionnel à la fin de la transformation.		
		P2 =	*M2 =*

	P	***M***
12.1. Justifier le choix de l'eau comme liquide de lavage.		
15.1. Justifier le choix de l'acétone comme liquide de lavage.		
15.2. Pourquoi faut-il « casser le vide » pour effectuer les lavages du solide ?		
16. Pourquoi le produit fragmenté est-il laissé sous pression réduite pendant 5 minutes ?		
17. Consigner ci-après la valeur de la masse m_3 de la demi-boîte de Pétri vide.		
$m_3 =$		
18.1. Consigner ci-après la valeur de la masse m_4 de l'ensemble {demi-boîte de Pétri + solide **A**}.		
$m_4 =$		
18.2. En déduire la valeur de la masse m'_4 de solide **A** contenu dans la boîte de Pétri, avant passage à l'étuve.		
$m'_4 =$		
	P3 =	*M3 =*

		P	***M***
19.	Quelle transformation subit le solide **A** pendant le passage à l'étuve ?		
20.1.	Consigner ci-après la valeur de la masse m_5 de l'ensemble {demi-boîte de Pétri + solide **A**}, après passage à l'étuve.		
	$m_5 =$		
20.2.	En déduire la valeur de la masse m'_5 de solide **A** contenu dans la boîte de Pétri, après passage à l'étuve.		
	$m'_5 =$		
22.	Consigner ci-après la valeur de la masse m_6 du cristallisoir de calcination vide.		
	$m_6 =$		
23.1.	Consigner ci-après la valeur de la masse m_7 de l'ensemble {cristallisoir de calcination + solide **A**}.		
	$m_7 =$		
23.2.	En déduire la valeur de la masse m'_7 de solide **A** introduite dans le cristallisoir.		
	$m'_7 =$		
27.1.	Consigner ci-après la valeur de la masse m_8 de l'ensemble {cristallisoir de calcination + solide **B**}.		
	$m_8 =$		
27.2.	En déduire la valeur de la masse m'_8 de solide calciné **B** ainsi obtenu.		
	$m'_8 =$		
		P4 =	*M4 =*

	P	***M***
Dans le but de déterminer la nature du solide **A** préparé, la valeur expérimentale de la perte relative de masse lors de la calcination est comparée aux deux valeurs théoriques correspondant aux deux hypothèses faites sur l'identité du solide **A** (voir question 5). **27.3.** Calculer la valeur Δm_{exp} de la perte de masse observée pendant la transformation. En déduire la valeur du rapport $r_{\text{exp}} = \dfrac{\Delta m_{\text{exp}}}{m'_7}$		
$\Delta m_{\text{exp}} =$ $r_{\text{exp}} = \dfrac{\Delta m_{\text{exp}}}{m'_7} =$		
27.4.1. Dans l'hypothèse de la formation du solide **A1** de formule $CoCO_3$ (voir question 5.2.1.), ajuster l'équation de la réaction de calcination sachant que la formule du solide **B** est Co_3O_4.		
$\square\ CoCO_3(s) + \square\ O_2(g) = \square\ Co_3O_4(s) + \square\ CO_2(g)$		
27.4.2. Dans l'hypothèse de la formation du solide **A2** de formule $Co(OH)_2$ (voir question 5.2.2.), ajuster l'équation de la réaction de calcination.		
$\square\ Co(OH)_2(s) + \square\ O_2(g) = \square\ Co_3O_4(s) + \square\ H_2O(g)$		
27.4.3. Dans chacun de ces deux cas, sur une quantité de matière de solide **Ai** égale à $n = 1{,}00\ \text{mol}$, calculer la valeur de la perte théorique $\Delta m_{\text{A}i} / n$ de masse au cours de la calcination.		
cas 1 : $\Delta m_{\text{A1}} / n =$ cas 2 : $\Delta m_{\text{A2}} / n =$		
	P5 =	*M5 = 0*

	P	***M***
27.4.4. Dans chacun de ces deux cas, en déduire la valeur r_i de la perte relative de masse au cours de la calcination ($M_{\mathrm{A}i}$ est la masse molaire du solide **Ai**).		
cas 1 : $r_1 = \dfrac{\Delta m_{\mathrm{A1}} / n}{M_{\mathrm{A1}}} =$ cas 2 : $r_2 = \dfrac{\Delta m_{\mathrm{A2}} / n}{M_{\mathrm{A2}}} =$		
27.5. Qu'est-il possible d'en déduire sur la nature du solide **A** ? Justifier la réponse à la lumière des calculs précédents.		
	P6 =	*M6 =*

	P	***M***
PARTIE 3 – DOSAGE COMPLEXOMETRIQUE DES IONS COBALT(II) *Objectif* L'objectif de ce dosage est de déterminer par une autre méthode la formule de composition du solide **A**. *Principe du dosage complexométrique* Un échantillon du solide **A** est dissous en milieu acide aqueux. La solution (S) est ainsi obtenue. Une prise d'essai de la solution est titrée par une solution notée (Y) préparée par dissolution du sel disodique de l'EDTA (acide éthylènediaminetétraacétique), agent de complexation des cations divalents. La solution de titrage, dont la concentration molaire c_Y est donnée, contient des ions H_2Y^{2-}. En solution aqueuse tamponnée, les ions H_2Y^{2-} réagissent avec les ions cobalt(II) selon l'équation de réaction : $Co^{2+}(aq) + H_2Y^{2-}(aq) = CoY^{2-}(aq) + 2\,H^+(aq)$ équation (1) Dans les conditions de pH choisies, la transformation est totale et permet le titrage des ions cobalt(II). L'équivalence est détectée à l'aide d'un indicateur coloré, l'orangé de xylénol, noté Ind. Ce composé réagit aussi avec les ions cobalt(II) pour former un ion complexe noté $CoInd^{2+}$. Dans les conditions de pH choisies, la solution aqueuse d'orangé de xylénol est de couleur jaune et la solution aqueuse de l'ion complexe $CoInd^{2+}$ est de couleur violette. Pour le dosage considéré, l'équivalence est repérée par le changement de couleur de la solution, passant du violet au jaune franc.		
29. Consigner ci-après la valeur de la masse m_9 de solide **A** pesée.		
m_9 =		
30.1. Consigner ci-après les observations relatives à l'évolution du contenu du becher.		
	P7 =	*M7 =*

	P	***M***
30.2. Compte tenu des observations effectuées au point précédent, est-il possible de rejeter une des propositions faites (question 5.2) pour le solide **A** ? Justifier la réponse.		
33.1. Consigner ci-après le résultat de l'essai rapide.		
essai rapide :		
33.2. À l'aide de l'observation de l'évolution de la couleur de la solution contenue dans le becher au fur et à mesure de l'avancée du titrage, indiquer si les espèces suivantes sont présentes (par un signe +) ou absentes (par un signe –) dans le becher de titrage. Préciser dans chaque cas la coloration de la solution contenue dans le becher de titrage.		

Avancée du dosage	Couleur de la solution	Ions présents				
		Co^{2+}	H_2Y^{2-}	CoY^{2-}	Ind	$CoInd^{2+}$
Contenu du becher avant ajout de l'indicateur						
Contenu du becher après ajout de l'indicateur	violet					
Contenu du becher nettement avant le virage						
Contenu du becher juste avant le virage						
Contenu du becher lors du passage au jaune franc						
Contenu du becher après le virage	jaune					

	P8 =	*M8 =*

	P	***M***
35.1. Consigner ci-après les valeurs des volumes de fin de titrage.		
essais précis concordants : V_{e2} = V_{e3} =		
35.2. Quelle valeur V_e faut-il retenir ? Justifier la réponse		
valeur retenue V_e =		
35.3. Calculer la valeur de la quantité de matière n_3 de cobalt présente dans la prise d'essai.		
n_3 =		
35.4. Calculer la valeur de la quantité de matière n_4 de cobalt présente dans la fiole jaugée.		
n_4 =		
35.5. Calculer la valeur de la fraction massique τ_{Co} en cobalt dans l'échantillon pesé de solide **A**. NOTE : cette fraction massique est définie comme le rapport de la masse de cobalt contenue dans l'échantillon et de la masse de l'échantillon.		
τ_{Co} =		
	P9 =	*M9* =

		P	***M***
35.6.	Dans l'hypothèse de la formation du solide **A1** de formule $CoCO_3$ (voir question 5.2.1.), calculer la valeur notée τ_1 de la fraction massique en cobalt dans le solide **A**.		
	τ_1 =		
35.7.	Dans l'hypothèse de la formation du solide **A2** de formule $Co(OH)_2$ (voir question 5.2.2.), calculer la valeur notée τ_2 de la fraction massique en cobalt dans le solide **A**.		
	τ_2 =		
35.8.	Qu'est-il possible d'en déduire sur la nature du solide **A** ? Justifier la réponse à la lumière des calculs précédents.		
41.	Réalisation de l'émail		
		P10 =	*M10* =

FIN DU DOCUMENT

****