

Barème

Correction de l'examen de chimie I (session normale)  
SV-STU1  
2016/2017

I → 08,5

II → 07

III → 04,5

I- Le Bore naturel **B** ( $Z=5$ ) est un mélange de deux isotopes stables :  $^{10}\text{B}$  ( $M_1=10,013 \text{ g.mole}^{-1}$  ;  $x_1=0,20$ ) et  $^{11}\text{B}$  ( $M_2=11,009 \text{ g.mole}^{-1}$  ;  $x_2=0,80$ ).  $x_1$  et  $x_2$  étant les fractions molaires

1- Donner la composition de chaque isotope. ( $A = Z+N$ )

Isotope	Nombre de protons	Nombre de neutrons	Nombre d'électrons
$^{10}\text{B}$	5	5	5
$^{11}\text{B}$	5	6	5

→ 0,5  
→ 0,5

2- Combien y a-t-il d'atomes dans une masse 2 g de l'isotope  $^{11}\text{B}$ ? On donne :  $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mole}^{-1}$

$$n(\text{mole}) = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \Rightarrow N = \frac{m}{M} N_A \rightarrow 0,5$$

Application numérique :  $N(^{11}\text{B}) = \frac{2}{11,009} * 6,2 \cdot 10^{23} = 1,1 \cdot 10^{23} \text{ atomes} \rightarrow 0,5$

3- Calculer la masse molaire moyenne  $M$  du bore naturel  ${}_5\text{B}$ .

La masse molaire du bore naturel est donnée par l'expression suivante :

$$M(\text{B}) = \sum_{i=1}^2 (x_i * M_i) = (x_1 M_1 + x_2 M_2) \rightarrow 0,5$$

Application numérique :  $M(\text{B}) = (0,2 * 10,013) + (0,8 * 11,009) = 10,81 \text{ g/mole} \rightarrow 0,5$

4- Soient les éléments chimiques suivants : **B** ( $Z=5$ ) ; **F** ( $Z=9$ ) ; **P** ( $Z=15$ ) ; **Cr** ( $Z=24$ ) ; **Br** ( $Z=35$ )

a- Ecrire la configuration électronique de ces éléments à l'état fondamental en précisant le nombre d'électrons de valence :

Élément	Configuration électronique à l'état fondamental	Nombre d'électrons de valence
<b>B</b> ( $Z=5$ )	$1s^2 2s^2 2p^1$	CV : $2s^2 2p^1$ ; 3 électrons
<b>F</b> ( $Z=9$ )	$1s^2 2s^2 2p^5$	CV : $2s^2 2p^5$ ; 7 électrons
<b>P</b> ( $Z=15$ )	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$	CV : $3s^2 3p^3$ ; 5 électrons
<b>Cr</b> ( $Z=24$ )	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^4$ ; Anomalie : $4s^1 3d^5$	CV : $4s^1 3d^5$ ; 6 électrons
<b>Br</b> ( $Z=35$ )	$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^5$	CV : $4s^2 4p^5$ ; 7 électrons

0,5  
0,5  
0,5  
1  
0,5

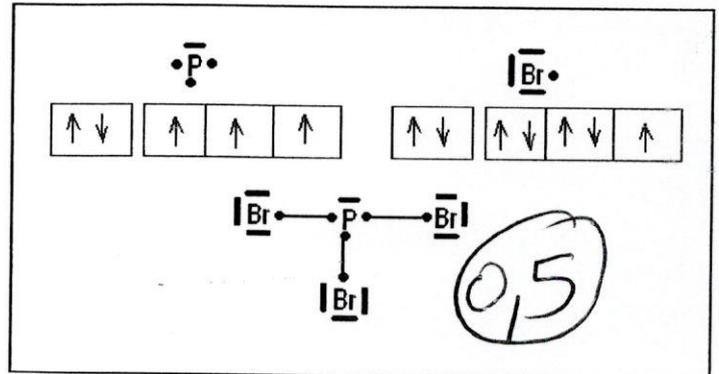
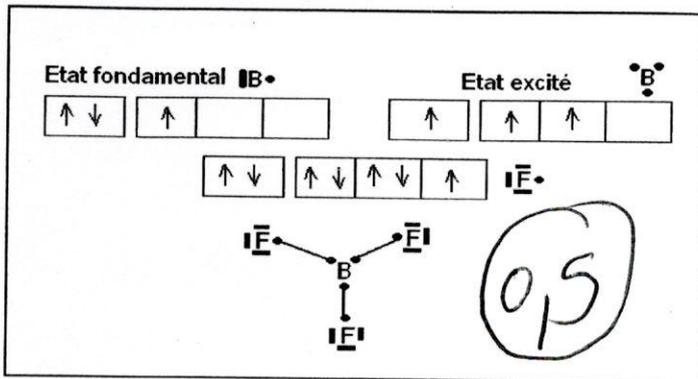
b- Parmi ces éléments quels sont ceux qui ont les mêmes propriétés chimiques? Justifier votre réponse.

Le fluor  ${}^9\text{F}$  et le brome  ${}^{35}\text{Br}$  présentent des propriétés chimiques analogues, car ils appartiennent à la même colonne (même nombre d'électrons de valence): groupe des halogènes ( $ns^2np^5$ )

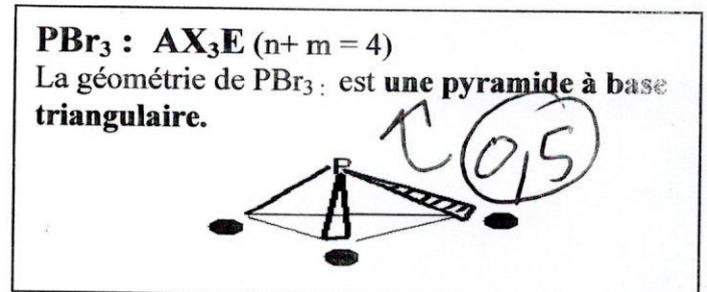
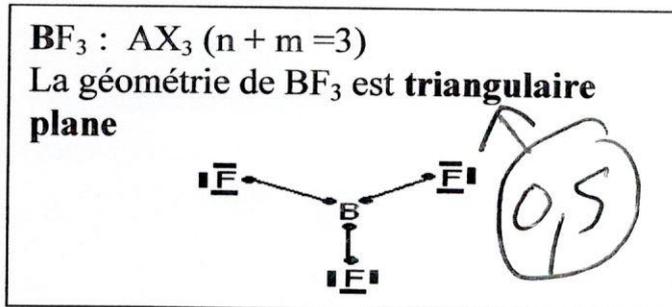
0,5

5- On considère les molécules suivantes :  $\text{BF}_3$  et  $\text{PBr}_3$

a- Donner la représentation de Lewis de ces molécules.



b- Donner la géométrie de ces molécules.



II- Soit la réaction chimique suivante :  $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{Br}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{Br}(\text{g}) + \text{HBr}(\text{g})$

Données :  $P = 1 \text{ atm}$  et  $T = 343 \text{ K}$

Espèces chimiques	$\text{CH}_4(\text{g})$	$\text{Br}_2(\text{g})$	$\text{CH}_3\text{Br}(\text{g})$	$\text{HBr}(\text{g})$
$\Delta H_f^\circ$ ( $\text{kJ}\cdot\text{mole}^{-1}$ )	-73,2	+36,2	-39,1	-35,1
$S^\circ$ ( $\text{J}\cdot\text{mole}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )	191	251	252	203

1- Calculer les grandeurs thermodynamiques suivantes à  $P = 1 \text{ atm}$  et  $T = 343 \text{ K}$  :

a- On applique la loi de Hess :

$$\Delta H_r^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{HBr}(\text{g})) + \Delta H_f^\circ(\text{CH}_3\text{Br}(\text{g})) - \Delta H_f^\circ(\text{Br}_2(\text{g})) - \Delta H_f^\circ(\text{CH}_4(\text{g})) \rightarrow 0,5$$

$$\Delta H_r^\circ = -35,1 - 39,1 - 36,2 + 73,2 = -37,2 \text{ kJ/mole} \rightarrow 0,5$$

$$\Delta S_r^\circ = S^\circ(\text{HBr}(\text{g})) + S^\circ(\text{CH}_3\text{Br}(\text{g})) - S^\circ(\text{Br}_2(\text{g})) - S^\circ(\text{CH}_4(\text{g})) \rightarrow 0,5$$

$$\Delta S_r^\circ = 203 + 252 - 251 - 191 = +13 \text{ J/mole/K} \rightarrow 0,5$$

c- On sait que :  $\Delta G_r^\circ(T) = \Delta H_r^\circ - (T \cdot \Delta S_r^\circ)$   $\rightarrow$  (0,5)

$$\Delta G_r^\circ(T=343\text{ K}) = -37,2 - (0,013 \cdot T) = -37,2 - (0,013 \cdot 343) = -41,66 \text{ kJ/mole}$$
 (0,5)

d- Commenter le signe de  $\Delta G_r^\circ$  de la réaction à  $T = 343\text{ K}$ .

$\Delta G_r^\circ(T=343\text{ K}) = -41,66 \text{ kJ/mole} < 0$ , donc cette réaction est spontanée (irréversible) à }  
 }  $T = 343\text{ K}$  et à  $P = 1\text{ atmosphère}$ . (0,5)

2- Dans un réacteur initialement vide on introduit **2 moles** de  $\text{CH}_4(\text{g})$  et **2 moles** de  $\text{Br}_2(\text{g})$ . On opère à la température de **1000 K** et à la pression de **2 atmosphères** maintenues constantes.

a- Quelle est l'influence sur cet équilibre d'une diminution de la pression à température constante ?

{ La pression totale n'a aucun effet sur cet équilibre, car cette réaction chimique se fait sans }  
 { variation du nombre de molécules gazeuses ( $\Delta v(\text{gaz}) = 0$ ). (0,5) }

b- Calculer  $K_p$ , sachant que  $\Delta G_r^\circ(T=1000\text{K}) = -50200 \text{ J.mole}^{-1}$ . On donne :  $R = 8,31 \text{ J.mole}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ .

A l'équilibre :  $\Delta G_r^\circ(T) + R T \ln(K_p) = 0 \Rightarrow K_p = \exp\left(-\frac{\Delta G_r^\circ(T)}{RT}\right) \rightarrow$  (0,5)

Application numérique :  $K_p = \exp\left(+\frac{50200}{8,31 \cdot 1000}\right) = 420,3 \rightarrow$  (0,5)

c- Calculer l'avancement molaire de la réaction à l'équilibre  $x_{\text{éq}}$ .

$T = 1000\text{ K}$  et  $P = 2\text{ atmosphères}$

	$\text{CH}_4$	$\text{Br}_2$	$\text{CH}_3\text{Br}$	$\text{HBr}$	nt(Gaz)
Etat initial	2	2	0	0	4mol
Etat d'équilibre	$2-x_{\text{éq}}$	$2-x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$	4

La constante d'équilibre :  $K_p = \frac{P_{\text{HBr}} \cdot P_{\text{CH}_3\text{Br}}}{P_{\text{Br}_2} \cdot P_{\text{CH}_4}}$

Les pressions partielles :  $P_i = X_i P_T$

$P_{\text{HBr}} = \frac{x_{\text{éq}}}{4} \cdot P_T$  ;  $P_{\text{CH}_3\text{Br}} = \frac{x_{\text{éq}}}{4} \cdot P_T$  ;  $P_{\text{Br}_2} = \frac{2-x_{\text{éq}}}{4} \cdot P_T$  ;  $P_{\text{CH}_4} = \frac{2-x_{\text{éq}}}{4} \cdot P_T$  (1)

$K_p = \frac{x_{\text{éq}}^2}{(2-x_{\text{éq}})^2} = \left(\frac{x_{\text{éq}}}{2-x_{\text{éq}}}\right)^2 \Rightarrow \frac{x_{\text{éq}}}{2-x_{\text{éq}}} = \sqrt{K_p} \Rightarrow x_{\text{éq}} = \frac{2\sqrt{K_p}}{1+\sqrt{K_p}}$

Application numérique :  $x_{\text{éq}} = \frac{2\sqrt{420,3}}{1+\sqrt{420,3}} = 1,906 \approx 1,91 \text{ mol}$   $\rightarrow$  (0,5)

III- On considère les solutions aqueuses suivantes :

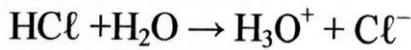
✓ Solution  $S_1$  : HCl de concentration molaire  $C_1 = 0,05 \text{ mol/L}$

✓ Solution  $S_2$  :  $\text{NH}_3$  de concentration molaire  $C_2 = 0,05 \text{ mol/L}$  ;  $\text{pK}_a(\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3) = 9,2$

1- Calculer le pH des solutions  $S_1$  (HCl) et  $S_2$  ( $\text{NH}_3$ ).

$S_1(\text{HCl})$  : .....

HCl est un acide fort : donc le pH de la solution  $S_1$  est :

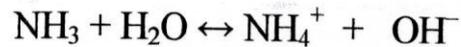


$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] = -\log(C_1) \quad (0,5)$$

$$\text{pH} = -\log(0,05) = 1,30 \quad (0,5)$$

$S_2(\text{NH}_3)$  : .....

$\text{NH}_3$  est une base faible ( $\text{pK}_a = 9,2$ ), donc le pH de la solution  $S_2$  est :



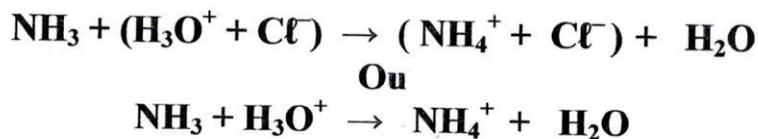
$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}(\text{pK}_a + \log(C_2)) \quad (0,5)$$

$$\text{pH} = 7 + \frac{1}{2}(9,2 + \log(0,05)) = 10,95 \quad (0,5)$$

2- On mélange 0,2 L de la solution  $S_1$  (HCl) et 0,8 L de la solution  $S_2$  ( $\text{NH}_3$ ) :

a- Ecrire la réaction acido-basique entre HCl et  $\text{NH}_3$ .

Réaction entre  $\text{NH}_3$  et HCl est une réaction totale :



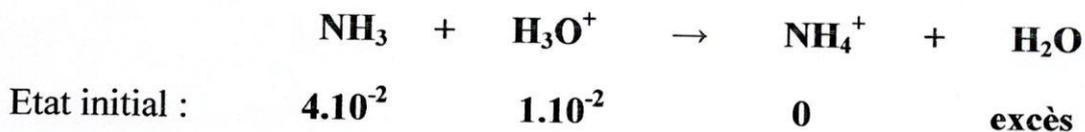
} (0,5)

b- Calculer le pH de ce mélange : on fait un bilan de matière

$$n_0(\text{HCl}) = n_0(\text{H}_3\text{O}^+) = C_1 * V = 0,05 * 0,2 = 0,01 \text{ mol} = 1.10^{-2} \text{ mol (réactif limitant)}$$

$$n_0(\text{NH}_3) = C_2 * V = 0,05 * 0,8 = 0,04 \text{ mol} = 4.10^{-2} \text{ mol (réactif en excès)}$$

} (0,5)



} (0,5)

Le mélange final est composé de la base faible  $\text{NH}_3$  (restante) et de son acide conjugué formé  $\text{NH}_4^+$  : solution tampon

$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[\text{NH}_3]}{[\text{NH}_4^+]}\right) = 9,2 + \log\left(\frac{3.10^{-2}}{1.10^{-2}}\right) = 9,68$$

} (1)

# Bon courage



## LIENS UTILES 🙌

### Visiter :

1. <https://biologie-maroc.com>

- Télécharger des cours, TD, TP et examens résolus (PDF Gratuit)

2. <https://biologie-maroc.com/shop/>

- Acheter des cahiers personnalisés + Lexiques et notions.
- Trouver des cadeaux et accessoires pour biologistes et géologues.
- Trouver des bourses et des écoles privées

3. <https://biologie-maroc.com/emploi/>

- Télécharger des exemples des CV, lettres de motivation, demandes de ...
- Trouver des offres d'emploi et de stage

