

THIERRY BRIERE

<http://personnel.univ-reunion.fr/briere>

  CERTAINS DROITS RÉSERVÉS	<p>Cette page (et tous les documents qui y sont attachés) est mise à disposition sous un contrat Creative Commons</p> <p>Vous pouvez l'utiliser à des fins pédagogiques et NON COMMERCIALES, sous certaines réserves dont la citation obligatoire du nom de son auteur et l'adresse http://personnel.univ-reunion.fr/briere de son site d'origine pour que vos étudiants puissent y accéder. Merci par avance de respecter ces consignes. Voir contrat...</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

PCEM - TEST N°8 - CORRIGE

$\text{NH}_4^+ / \text{NH}_3$: $\text{pK}_a = 9$
 HNO_3 est un acide fort

x	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
log x	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,65	0,7

	NN	NH	OH	OO
Energie de liaison en kJ.mol^{-1}	1000	400	450	500

Soit la réaction **R(1)** : $4 \text{NH}_3 (\text{g}) + 3 \text{O}_2 (\text{g}) = 2 \text{N}_2 (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
Pour cette réaction à 300 K : $\Delta_R G^0_1 = -1300 \text{ kJ.mol}^{-1}$ et $\Delta_R H^0_1 = -1270 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Soit la réaction **R(2)** : $4 \text{NH}_3 (\text{g}) + 5 \text{O}_2 (\text{g}) = 4 \text{NO} (\text{g}) + 6 \text{H}_2\text{O} (\text{g})$
Pour cette réaction à 300 K : $\Delta_R H^0_2 = -900 \text{ kJ.mol}^{-1}$ et $\Delta_R S^0_2 = + 200 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

Question 1 : On dissout dans un litre d'eau pure 0,2 mole de HNO₃ et 0,6 mole de NH₃. Le pH de la solution obtenue sera de :

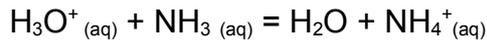
Réponse A : pH = 8,7

Réponse B : pH = 9,0

Réponse C : pH = 9,3

Réponse D : pH = 9,6

Réponse E : pH = 9,9



$$K_R = [\text{NH}_4^+] / \{ [\text{H}_3\text{O}^+] [\text{NH}_3] \} = 1 / K_a = 10^9$$

On peut considérer cette réaction comme totale.

	H ₃ O ⁺	NH ₃	NH ₄ ⁺
Etat Initial	0,2 (défaut)	0,6 (excès)	0
Etat Final	0	0,4	0,2

$$\text{pH} = \text{p}K_a + \log \{ [\text{NH}_3] / [\text{NH}_4^+] \}$$

$$\text{pH} = 9 + \log \{ 0,4 / 0,2 \} = 9 + \log 2 = 9,3$$

Réponse C : pH = 9,3

Question 2 :

La variation d'entropie standard $\Delta_R S^0_1$ de la réaction R(1) à 300 K est de :

Réponse A : $\Delta_R S^0_1 = -200 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Réponse B : $\Delta_R S^0_1 = -100 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Réponse C : $\Delta_R S^0_1 = -50 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Réponse D : $\Delta_R S^0_1 = +100 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Réponse E : $\Delta_R S^0_1 = +200 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Soit la réaction **R(1)** : $4 \text{ NH}_3 (\text{g}) + 3 \text{ O}_2 (\text{g}) = 2 \text{ N}_2 (\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O} (\text{g})$

Pour cette réaction à 300 K : $\Delta_R G^0_1 = -1300 \text{ kJ.mol}^{-1}$ et $\Delta_R H^0_1 = -1270 \text{ kJ.mol}^{-1}$

$$\Delta_R G^0_1 = \Delta_R H^0_1 - T \Delta_R S^0_1$$

$$T \Delta_R S^0_1 = \Delta_R H^0_1 - \Delta_R G^0_1$$

$$\Delta_R S^0_1 = \{ \Delta_R H^0_1 - \Delta_R G^0_1 \} / T$$

$$\Delta_R S^0_1 = \{ -1270 + 1300 \} / 300 = 30 / 300 = 0,1$$

$$\Delta_R S^0_1 = 0,1 \text{ kJ.mol}^{-1} \text{ K}^{-1} = 100 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Réponse D : $\Delta_R S^0_1 = +100 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Question 3 :

A 300 K, l'ordre de grandeur de la variation d'enthalpie standard de formation de $\text{NO}_{(g)}$, est de :

Réponse A : $\Delta_f H^0_{\text{NO}_{(g)}} = + 500 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

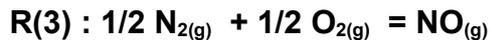
Réponse B : $\Delta_f H^0_{\text{NO}_{(g)}} = - 500 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse C : $\Delta_f H^0_{\text{NO}_{(g)}} = + 300 \text{ kJ.mol}^{-1}$

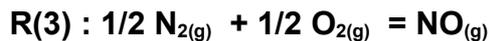
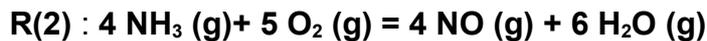
Réponse D : $\Delta_f H^0_{\text{NO}_{(g)}} = - 300 \text{ J.mol}^{-1}.\text{K}^{-1}$

Réponse E : $\Delta_f H^0_{\text{NO}_{(g)}} = + 100 \text{ kJ.mol}^{-1}$

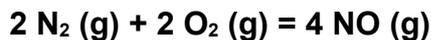
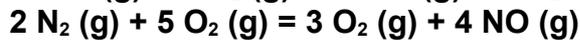
Réaction de formation standard de $\text{NO}_{(g)}$:



On peut utiliser une combinaison linéaire des deux réactions connues pour obtenir la réaction cherchée.



On voit que : $\text{R(3)} = \frac{1}{4} \{ \text{R(2)} - \text{R(1)} \}$



$$\Delta_R H^0_3 = \frac{1}{4} [\Delta_R H^0_2 - \Delta_R H^0_1]$$

$$\text{exact} : \Delta_R H^0_3 = \frac{1}{4} [-900 - (-1270)] = \frac{1}{4} [-900 + 1270] = \frac{1}{4} [370] = 92,5$$

$$\text{approximatif} : \Delta_R H^0_3 = \frac{1}{4} [-900 - (-1300)] = \frac{1}{4} [-900 + 1300] = \frac{1}{4} [400] = 100$$

Réponse E : $\Delta_f H^0_{\text{NO}_{(g)}} = + 100 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Question 4 : L'ordre de grandeur de l'énergie de la liaison NO dans NO(g) est de :

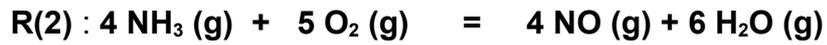
Réponse A : $E_{\text{NO}} = 10 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse B : $E_{\text{NO}} = 100 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse C : $E_{\text{NO}} = 200 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse D : $E_{\text{NO}} = 700 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse E : $E_{\text{NO}} = 1200 \text{ kJ.mol}^{-1}$



$$\Delta_{\text{R}}\text{H}_2^0 = 12 E_{\text{NH}} + 5 E_{\text{OO}} - 4 E_{\text{NO}} - 12 E_{\text{OH}}$$

$$4 E_{\text{NO}} = 12 E_{\text{NH}} + 5 E_{\text{OO}} - 12 E_{\text{OH}} - \Delta_{\text{R}}\text{H}_2^0$$

$$4 E_{\text{NO}} = 12 (E_{\text{NH}} - E_{\text{OH}}) + 5 E_{\text{OO}} - \Delta_{\text{R}}\text{H}_2^0$$

$$4 E_{\text{NO}} = 12 (400 - 450) + 5 * 500 - -900$$

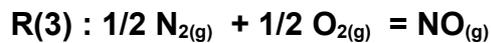
$$4 E_{\text{NO}} = -600 + 2500 + 900$$

$$4 E_{\text{NO}} = 2800$$

$$E_{\text{NO}} = 2800 / 4 = 700 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Réponse D : $E_{\text{NO}} = 700 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Remarque : On peut aussi utiliser le résultat de la question précédente :



$$\Delta_{\text{R}}\text{H}_3^0 = 1/2 (E_{\text{NN}} + E_{\text{OO}}) - E_{\text{NO}}$$

$$E_{\text{NO}} = 1/2 (E_{\text{NN}} + E_{\text{OO}}) - \Delta_{\text{R}}\text{H}_3^0$$

$$E_{\text{NO}} = 1/2 (1000 + 500) - 100$$

$$E_{\text{NO}} = 1/2 (1500) - 100 = 750 - 100 = 650$$

Réponse D : $E_{\text{NO}} = 700 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Question 5 : L'ordre de grandeur de la variation d'enthalpie libre standard de la réaction R(2) est de :

Réponse A : $\Delta_R G^0_2 = -5000 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse B : $\Delta_R G^0_2 = -1000 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse C : $\Delta_R G^0_2 = -200 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse D : $\Delta_R G^0_2 = +1000 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Réponse E : $\Delta_R G^0_2 = + 3000 \text{ kJ.mol}^{-1}$

Soit la réaction **R(2)** : $4 \text{ NH}_3 (\text{g}) + 5 \text{ O}_2 (\text{g}) = 4 \text{ NO} (\text{g}) + 6 \text{ H}_2\text{O} (\text{g})$

Pour cette réaction à 300 K : $\Delta_R H^0_2 = -900 \text{ kJ.mol}^{-1}$ et $\Delta_R S^0_2 = + 200 \text{ J.mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$$\Delta_R G^0_2 = \Delta_R H^0_2 - T \Delta_R S^0_2$$

$$\Delta_R G^0_2 = -900000 - 300 * 200$$

$$\Delta_R G^0_2 = -900000 - 60000$$

$$\Delta_R G^0_2 = -960000 \text{ J.mol}^{-1}$$

$$\Delta_R G^0_2 = -960 \text{ kJ.mol}^{-1}$$

Réponse B : $\Delta_R G^0_2 = -1000 \text{ kJ.mol}^{-1}$