

Concours A2GP/GCN/GIN session 2025

Option MATHS

Option SCIENCES DE L'INGÉNIEUR

Option MATHS, SCIENCES DE L'INGÉNIEUR ET PHYSIQUE

Composition : Chimie1

(Chimie générale)

Durée : 3 Heures



Institut National Polytechnique
Félix Houphouët – Boigny

BUREAU CENTRAL des CONCOURS

| | |
|-------------------------------------|---|
| Consignes pour les candidats | Merci de ne rien marquer sur le sujet. Pour chaque question de l'épreuve, une seule bonne réponse possible. Répondez sur la grille séparée qui comporte 20 questions (Q01 à Q20). Seules les grilles correctement remplies seront corrigées. |
|-------------------------------------|---|

Q01. Le nombre P_V de paires d'électrons de valence de l'ion ClO_2^- est :

On donne : $_{17}\text{Cl}$; $_{8}\text{O}$.

- A. $P_V = 10$ B. $P_V = 12$ C. $P_V = 8$ D. $P_V = 11$ E. ?

Q02. La réaction $2A \rightarrow B$ est d'ordre 1 si :

- A. La représentation $[A] = f(t)$ est une droite. B. La représentation $\ln[A] = f(t)$ est une droite.
La représentation $\ln[A]_0 = f(t)$ est une droite. D. La représentation $\frac{1}{[A]} = f(t)$ est une droite.
E. La représentation $\frac{1}{[A]^2} = f(t)$ est une droite.

Q03. La réaction de décomposition du pentaoxyde d'azote en phase gazeuse, $\text{N}_2\text{O}_5 \rightarrow 2\text{NO}_2 + \frac{1}{2}\text{O}_2$ est suivie en mesurant la concentration de N_2O_5 en fonction du temps. On observe les variations de concentrations suivantes :

| Temps (en min) | 0 | 10 | 20 | 30 | 60 | 90 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| $10^2 \cdot [\text{N}_2\text{O}_5] (\text{en mol.L}^{-1})$ | 1,24 | 0,92 | 0,68 | 0,50 | 0,20 | 0,08 |

Cette réaction est d'ordre :

- A. 0 par rapport au pentaoxyde de diazote. B. 2 par rapport au pentaoxyde de diazote.
C. 1 par rapport au pentaoxyde de diazote. D. sans ordre E. ?

Q04. Une pile est constituée par une électrode de cuivre plongeant dans une solution aqueuse de nitrate de cuivre (II) de concentration $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ et une électrode au calomel saturée (ECS) à 298 K. Calculer la force électromotrice de la pile constituée.

Données à 298 K : $E^\circ(\text{Cu}^{2+}/\text{Cu(s)}) = 0,34 \text{ V}$, $E_{\text{ref}}(\text{ECS}) = 0,25 \text{ V}$.

- A. $e = 0,30 \text{ V}$ B. $e = -30 \text{ V}$ C. $e = -0,30 \text{ V}$ D. $e = 30 \text{ mV}$ E. $e = ?$

Q05. Déterminer le paramètre de maille a du calcium (structure c.f.c.), sachant que sa masse volumique vaut 1550 kg.m^{-3} ($M_{\text{Ca}} = 40,08 \cdot 10^{-3} \text{ kg.mol}^{-1}$, $N_A = 6,023 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$).

- A. $a = 5,558 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ B. $a = 5,558 \cdot 10^{-10} \text{ mm}$ C. $a = 5,558 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ D. $a = 5,558 \cdot 10^{-10} \text{ pm}$ E. $a = ?$

Q06. L'enthalpie libre standard électrochimique de la réaction associée à la demi équation redox $\text{Ox} + ne^- = \text{Red}$ de potentiel standard d'oxydoréduction E° s'écrit :

- A. $\mathcal{F}E^\circ$ B. $-\mathcal{F}E^\circ$ C. $n\mathcal{F}E^\circ$ D. $-n\mathcal{F}E^\circ$ E. ?

Q07. On envisage une solution limpide d'ions Fe^{3+} associés à des contre-ions nitrates NO_3^- (la concentration de la solution est égale à $C_0 = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$). Le pH est fixé par l'utilisation d'une solution tampon adéquate à la

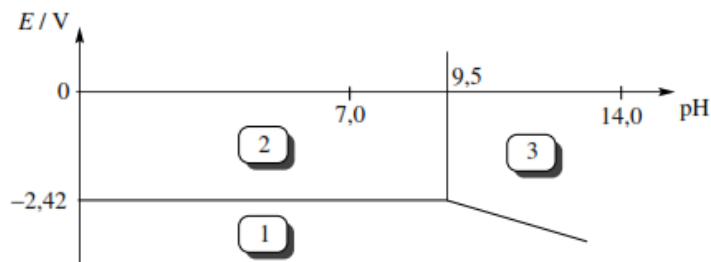
valeur pH = 1,0 (à 298 K). Une solution de soude est ajoutée (on néglige la variation de volume). Déterminer le pH limite d'existence du solide $\text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s})$ connaissant la valeur du pKs associé à 298 K : $\text{pKs}(\text{Fe}(\text{OH})_3) = 38$.

A. pH = 3,0 B. pH = 2,8 C. pH = 2,0 D. pH = 1,0 E. pH = ?

Q08. A température élevée, l'éthane se dissocie selon la réaction : $\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) = \text{C}_2\text{H}_4(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g})$. Entre 900 et 1000 K, pour la dissociation, $\Delta_r H^\circ$ et $\Delta_r S^\circ$ peuvent être considérés constantes. A 920 K, $\Delta_r H^\circ(920) = 102 \text{ kJ. mol}^{-1}$ et $\Delta_r G^\circ(920) = 20,2 \text{ kJ. mol}^{-1}$. Calculer à 920 K, la valeur de la constante d'équilibre K° et la fraction molaire de C_2H_6 sous 1 bar.

- A. $K^\circ = 0,071$ bar et $x_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,59$ B. $K^\circ = 0,071$ et $x_{\text{C}_2\text{H}_6} = 1,59$
 C. $K^\circ = 0,71$ et $x_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,59$ D. 0,071 et $x_{\text{C}_2\text{H}_6} = 0,59$ E. ?

Q09. Le diagramme potentiel-pH du magnésium est tracé ci-dessous pour une concentration de travail $c_{\text{tra}} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$. Les espèces du magnésium intervenant dans le diagramme sont $\text{Mg}(\text{s})$, Mg^{2+} et $\text{Mg}(\text{OH})_2(\text{s})$.



Indiquer à quelle zone du diagramme correspond chacune des espèces du magnésium considérées.

- A. 1 = $\text{Mg}(\text{OH})_3$; 2 = Mg^{2+} ; 3 = $\text{Mg}(\text{s})$. B. 1 = $\text{Mg}(\text{OH})_3$; 2 = $\text{Mg}(\text{s})$; 3 = Mg^{2+} .
 C. 1 = Mg^{2+} ; 2 = $\text{Mg}(\text{OH})_3$; 3 = $\text{Mg}(\text{s})$. D. 1 = Mg^{2+} ; 2 = $\text{Mg}(\text{s})$; 3 = $\text{Mg}(\text{OH})_3$. E. ?

Q10. D'après le diagramme potentiel-pH du magnésium de la question 9, déterminer le potentiel standard du couple $\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}(\text{s})$.

Veillez choisir la bonne réponse. Répondre sur la grille de réponses fournie.

- A. $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}(\text{s})) = 2,36 \text{ V}$. B. $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}(\text{s})) = 3,36 \text{ V}$. C. $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}(\text{s})) = - 2,36 \text{ V}$.
 D. $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}(\text{s})) = - 3,36 \text{ V}$. E. $E^\circ(\text{Mg}^{2+}/\text{Mg}(\text{s})) = ?$

Q11. D'après le diagramme potentiel-pH du magnésium de la question 9, calculer le produit de solubilité K_s de l'hydroxyde de magnésium $\text{Mg}(\text{OH})_3$.

- A. $K_s = 10^{10}$. B. $K_s = 10^{-10}$. C. $K_s = 10^{11}$. D. $K_s = 10^{-11}$. E. $K_s = ?$

Q12. Quelle est la quantité de chaleur nécessaire pour convertir 10 g de glace à $- 20^\circ \text{C}$ en vapeur à 100°C .

On donne :

L'enthalpie de fusion de la glace : $L_{\text{fus}} = 334,4 \text{ J.g}^{-1}$.

L'enthalpie de vaporisation de l'eau : $L_{\text{vap}} = 2257 \text{ J.g}^{-1}$.

$C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{s}) = 2,1 \text{ J.g}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$C_p(\text{H}_2\text{O}, \text{l}) = 4,18 \text{ J.g}^{-1} \text{ K}^{-1}$

- A. $Q = 30514 \text{ J}$ B. $Q = 30514 \text{ kJ}$ C. $Q = -30514 \text{ J}$ D. $Q = 35514 \text{ J}$ E. $Q = ?$

Q13. On introduit une mole de $\text{PCl}_5(\text{g})$ dans un récipient de 59 litres préalablement vide d'air et qu'on chauffe à 200°C . Il s'établit l'équilibre suivant :



Sachant qu'à l'équilibre, la moitié de $\text{PCl}_5(\text{g})$ initialement introduit s'est dissocié, calculer le nombre total de moles de gaz du mélange.

- A. $n_T = 2,5 \text{ mol}$ B. $n_T = 1,8 \text{ mol}$ C. $n_T = 1,5 \text{ mol}$ D. $n_T = 3,0 \text{ mol}$ E. ?

Q14. Un ballon de 1 L contient, à la température de 300 K, du monoxyde de carbone CO et du dioxyde de carbone CO_2 considérés comme des gaz parfaits.

Quelle est l'enthalpie libre du mélange gazeux ?

NB : On calculera d'abord le potentiel chimique de chaque gaz et on appliquera ensuite la relation entre G et les μ_i .

Données : à 300 K et sous $P^\circ = 1 \text{ bar}$, $\mu^0(\text{CO}) = -169 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\mu^0(\text{CO}_2) = -458 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

$n(\text{CO}) = 10^{-2} \text{ mol}$ et $n(\text{CO}_2) = 3\cdot 10^{-2} \text{ mol}$ et $R = 8,31 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$.

A. $\mu(\text{CO}) = -458,717 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\mu(\text{CO}_2) = -172,456 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $G = -15,486 \text{ kJ}$

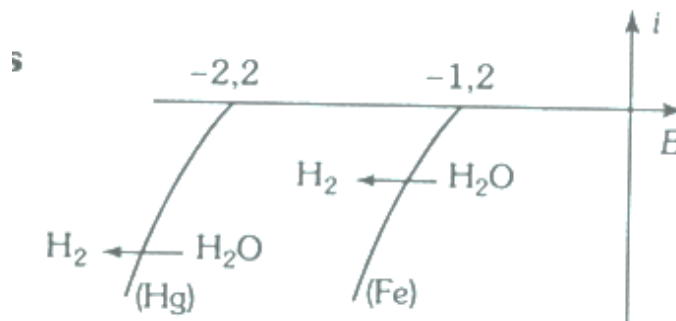
B. $\mu(\text{CO}) = -172,456 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\mu(\text{CO}_2) = -458,717 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $G = -15,486 \text{ kJ}$

C. $\mu(\text{CO}) = -172,456 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\mu(\text{CO}_2) = -458,717 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $G = 15,486 \text{ kJ}$

D. $\mu(\text{CO}) = 172,456 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $\mu(\text{CO}_2) = -458,717 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ et $G = -15,486 \text{ kJ}$

E. $\mu(\text{CO}) = ?$ et $\mu(\text{CO}_2) = ?$ et $G = ?$

Q15. On donne à $\text{pH} = 14$, les courbes de réduction cathodique de H_2O en H_2 sur fer et mercure ($E^\circ = 0,00 \text{ V}$). Déterminer les surtensions cathodiques de H_2 sur ces deux métaux.



A. $\eta_{\text{C}}(\text{sur Fe}) = -0,36 \text{ V}$ et $\eta_{\text{C}}(\text{sur Hg}) = -1,36 \text{ V}$

B. $\eta_{\text{C}}(\text{sur Fe}) = 0,36 \text{ V}$ et $\eta_{\text{C}}(\text{sur Hg}) = 1,36 \text{ V}$

C. $\eta_{\text{C}}(\text{sur Fe}) = -0,36 \text{ V}$ et $\eta_{\text{C}}(\text{sur Hg}) = 1,36 \text{ V}$

D. $\eta_{\text{C}}(\text{sur Fe}) = 0,36 \text{ V}$ et $\eta_{\text{C}}(\text{sur Hg}) = -1,36 \text{ V}$

E. $\eta_{\text{C}}(\text{sur Fe}) = -0,46 \text{ V}$ et $\eta_{\text{C}}(\text{sur Hg}) = ?$

Q16. Un calorimètre dont on négligera les fuites thermiques contient la masse $m_0 = 200 \text{ g}$ d'eau à la température $t_0 = 20^\circ\text{C}$. On verse $m_1 = 200 \text{ g}$ d'eau à $t_1 = 50^\circ\text{C}$. La température d'équilibre est $t_2 = 34,5^\circ\text{C}$. Quelle est la valeur en eau de ce calorimètre ?

A. $\mu = 245,6 \text{ g}$

B. $\mu = 419,6 \text{ g}$

C. $\mu = 345,6 \text{ g}$

D. $\mu = 219,6 \text{ g}$

E. $\mu = ?$

Q17. On donne pour le système $\text{H}^+/\text{H}_2(\text{g})$, à $\text{pH} = 0$ pour $j = 1,0 \text{ mA}\cdot\text{cm}^{-2}$, les surtensions cathodiques sur une électrode en platine platiné ($\eta_{\text{Pt}} = -0,01 \text{ V}$) et sur du zinc ($\eta_{\text{Zn}} = -0,75 \text{ V}$). La réaction de réduction cathodique ($2 \text{H}^+ + 2 \text{e}^- = \text{H}_2(\text{g})$) est :

A. Rapide sur les deux électrodes

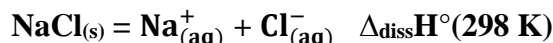
B. Lente sur les deux électrodes

C. Rapide sur Pt et lente sur Zn

D. Lente sur Pt et rapide sur Zn

E. ?

Q18. Lorsqu'un composé ionique est introduit dans l'eau, il « s'hydrate ». Les ions sont entourés de molécules d'eau formant autour d'eux une véritable cage. Cette hydratation s'accompagne généralement d'un échange énergétique appelé enthalpie standard d'hydratation $\Delta_{\text{hyd}}H^\circ$. La réaction chimique qui modélise la dissolution d'une mole de chlorure de sodium est la suivante :



Pour le chlorure de sodium, l'enthalpie réticulaire (passage du cristal aux ions gazeux) vérifie :

$$\Delta_{\text{rét}}H^\circ(298 \text{ K}) = 783 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}.$$

Les enthalpies standards d'hydratation des ions chlorure et sodium gazeux valent respectivement :

$$\Delta_{\text{hyd}}H^\circ(\text{Cl}^-) = -381 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \quad \Delta_{\text{hyd}}H^\circ(\text{Na}^+) = 409 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}, \quad \text{à } 298 \text{ K}.$$

Calculer l'enthalpie standard de dissolution du chlorure de sodium à 298 K.

A. $\Delta_{\text{diss}}H^\circ(298 \text{ K}) = -0,7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

B. $\Delta_{\text{diss}}H^\circ(298 \text{ K}) = 7 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$.

C. $\Delta_{\text{diss}}H^\circ(298 \text{ K}) = 7 \text{ kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$.

D. $\Delta_{\text{diss}}H^\circ(298 \text{ K}) = -7 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}$.

E. $\Delta_{\text{diss}}H^\circ(298 \text{ K}) = ?$

Q19. On effectue l'électrolyse d'une solution de sulfate de cuivre (II) dans le but d'obtenir du cuivre métallique. Pour apprécier l'efficacité de l'électrolyse, on mesure l'accroissement de masse de l'électrode

à la surface de laquelle se dépose le cuivre. L'intensité de l'électrolyse est maintenue constante à 3,7 mA durant 6 heures. Si la masse la masse de l'électrode a augmenté de 24,1 mg, le rendement faradique est :

Données : Masse molaire du cuivre : $63,5 \text{ g.mol}^{-1}$; constante de Faraday : $\mathcal{F} = 96480 \text{ C.mol}^{-1}$.

A. $r = 30\%$

B. $r = 60\%$

C. $r = 80\%$

D. $r = 50\%$

E. $r = ?$

Q20. Calculer l'enthalpie standard de formation de l'eau à l'état gazeux $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(g)})$.

Données à 298 K : $\Delta_f H^\circ(\text{H}_2\text{O}_{(l)}) = -285,5 \text{ kJ.mol}^{-1}$; $C_p(\text{H}_2(g)) = 29,3 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$;

$L_{\text{vap}}(\text{H}_2\text{O}) = 44,0 \text{ kJ.mol}^{-1}$; $C_p(\text{O}_2(g)) = 25,5 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; $C_p(\text{H}_2\text{O}(g)) = 30,1 \text{ J.mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$

A. $-341,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$

B. $-246,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$

C. $246,6 \text{ kJ.mol}^{-1}$

D. $246,6 \text{ J.mol}^{-1}$

E. ?