Résultat : _____ / 100 Nom : _____

Cinétique et équilibre chimique

Chimie – Prétest A – Partie théorique

Révisé par IA

Évaluation des compétences (70 points)

* Tâche 1 (15 points)

Le dioxyde de soufre est un polluant atmosphérique. Il peut réagir avec le dioxygène selon l'équation suivante :

$2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g) + 193\ kJ$

Pour étudier cet équilibre, on considère un mélange gazeux dans un système fermé dont le volume peut être modifié. Votre collègue affirme que la formation de trioxyde de soufre sera favorisée dans chacun des cas suivants, étudiés séparément :

• Une baisse de température à volume constant.
• Une augmentation de la pression par compression, à température constante.

Votre collègue a-t-il raison dans chaque cas? Expliquez clairement votre raisonnement à l'aide du principe de Le Chatelier.

Nom : _____

* Tâche 2 (15 points)

La méthylamine (CH_3NH_2), une substance gazeuse utilisée notamment dans la fabrication de médicaments, réagit avec l'eau lorsqu'elle est dissoute :

$CH_3NH_2(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons CH_3NH_3^+(aq) + OH^-(aq)$

À 25 °C, la concentration initiale de méthylamine dissoute est de 0,150 mol/L et sa constante de basicité K_b vaut $4{,}60 \times 10^{-4}$.

Quelle est la valeur du pH de la solution? Présentez votre démarche.

Nom : _____

* Tâche 3 (19 points)

L'iodure d'hydrogène (HI), une substance entrant dans la fabrication de produits iodés, se décompose selon l'équation suivante :

$2\ HI(g) \rightleftharpoons H_2(g) + I_2(g)$

Une certaine quantité d'iodure d'hydrogène est placée dans un récipient de 1,25 L. Au premier équilibre, le mélange contient 0,240 mol de dihydrogène, 0,240 mol de diiode et 2,11 mol d'iodure d'hydrogène.

On ajoute alors 79,9 g d'iodure d'hydrogène en maintenant la température et le volume constants. Toutes les substances restent à l'état gazeux.

Quelles sont les nouvelles concentrations des trois substances lorsque l'équilibre final est atteint? Présentez votre démarche.

Nom : _____

* Tâche 4 (21 points)

Le chlorure de nitrosyle (NOCl) est un gaz très toxique. Il intervient notamment dans un procédé de fabrication du caprolactame, utilisé pour produire du nylon. Il peut être obtenu à partir de monoxyde d'azote et de dichlore selon la réaction exothermique suivante :

$2\ NO(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2\ NOCl(g)$

Une compagnie vous demande d'étudier les concentrations initiales de réactifs à utiliser. Les essais ci-dessous sont réalisés à la même température. On s'intéresse à la vitesse initiale, alors que la réaction inverse est négligeable.

Essai	[NO] initiale (mol/L)	$[Cl_2]$ initiale (mol/L)	Vitesse initiale (mol/(L·s))
1	0,10	0,10	$2{,}53 \times 10^{-6}$
2	0,10	0,20	$5{,}06 \times 10^{-6}$
3	0,20	0,10	$10{,}1 \times 10^{-6}$
4	0,30	0,10	$22{,}8 \times 10^{-6}$

Pour cet exercice, le protocole impose une vitesse initiale maximale de $9{,}18 \times 10^{-5}$ mol/(L·s). On suppose que la loi de vitesse obtenue reste applicable aux concentrations recommandées.

Déterminez les concentrations initiales qui permettent d'atteindre cette vitesse maximale tout en évitant d'introduire un réactif en excès stœchiométrique. Justifiez votre choix et présentez toute votre démarche.

Nom : _____

* Tâche 4 — suite de la démarche

Poursuivez ici vos calculs et votre justification.

Nom : _____

Évaluation explicite des connaissances (30 points)

* Question 1 (6 points)

Parmi les énoncés suivants, un seul est vrai. Identifiez les énoncés faux et expliquez pourquoi.

A) L'ajout d'un catalyseur augmente la vitesse de la réaction en déplaçant l'équilibre vers la droite.

B) L'augmentation de la concentration des réactifs diminue la vitesse de la réaction car les molécules des substances qui réagissent deviennent moins mobiles.

C) Une diminution de la température entraîne une augmentation de la vitesse de la réaction.

D) À quantité égale, augmenter la surface de contact d'un réactif solide diminue le temps nécessaire à la réaction, les autres conditions restant identiques.

Énoncé faux : _____ Justification :

Énoncé faux : _____ Justification :

Énoncé faux : _____ Justification :

* Question 2 (2 points)

La réaction suivante est élémentaire :

$NO(g) + O_3(g) \rightarrow NO_2(g) + O_2(g)$

Quelle est l'expression mathématique de sa loi de vitesse?

Nom : _____

* Question 3 (3 points)

Soit l'équilibre suivant, en solution aqueuse :

$Cu^{2+}(aq) + 4\ NH_3(aq) \rightleftharpoons [Cu(NH_3)_4]^{2+}(aq)$

On ajoute du $Cu(NO_3)_2(s)$, un sel très soluble dans l'eau, sans changement appréciable de volume et à température constante. Comparativement à l'équilibre initial, comment varie la concentration de chacune des trois espèces lorsque l'équilibre est rétabli?

* Question 4 (2 points)

Chaque modification est appliquée au système correspondant, les autres conditions restant constantes.

Système à l'équilibre	Modification
1) $CCl_4(l) + 2\ HF(g) \rightleftharpoons CCl_2F_2(g) + 2\ HCl(g)$	Diminution de la pression par augmentation du volume gazeux
2) $3\ NO_2(g) + H_2O(l) \rightleftharpoons 2\ HNO_3(aq) + NO(g)$	Augmentation du volume de la phase gazeuse
3) $CH_3COOH(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + CH_3COO^-(aq)$	Augmentation du pH par ajout d'une base
4) $2\ SO_2(g) + O_2(g) \rightleftharpoons 2\ SO_3(g)$ + énergie	Augmentation de la température

Pour lequel ou lesquels des systèmes la modification favorise-t-elle la réaction directe?

Nom : _____

* Question 5 (3 points)

Le dihydrogénophosphate de sodium, NaH_2PO_4, est un sel acide qui se dissocie complètement dans l'eau. Les ions dihydrogénophosphate dissous participent notamment à l'équilibre suivant :

$H_2PO_4^-(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + HPO_4^{2-}(aq)$

Le pH de la solution à l'équilibre est de 5,0. Calculez la concentration en ions H^+. Écrivez ensuite l'expression de K_a et indiquez si le pH seul suffit pour en déterminer la valeur. Justifiez votre réponse.

* Question 6 (2 points)

Lorsqu'on mélange des solutions de nitrate de plomb(II) et d'iodure de sodium, l'équilibre de précipitation s'écrit sous forme ionique nette :

$Pb^{2+}(aq) + 2\ I^-(aq) \rightleftharpoons PbI_2(s)$

Quelle est l'expression de la constante d'équilibre K_c de cette réaction?

Nom : _____

Question 7 (2 points)

Soit le système à l'équilibre ci-dessous dont la solution est de couleur jaune orange.

$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 2\ OH^-(aq) \rightleftharpoons 2\ CrO_4^{2-}(aq) + H_2O(l)$

Dichromate : orange. Chromate : jaune.

Vous ajoutez, à ce système, une solution acide. Comparativement à l'équilibre initial, que devient la coloration de la solution une fois l'équilibre final atteint?

A) Elle devient plus orange.
B) Elle devient incolore.
C) Elle devient plus jaune.
D) Elle ne change pas.

* Question 8 (4 points)

Soit la réaction hypothétique suivante :

$A(aq) + B(s) \rightleftharpoons C(aq)$

À l'équilibre, 250 mL de solution contiennent 0,350 mol de A et 0,625 mol de C, en présence de 0,125 mol de B solide. Quelle est la valeur de la constante d'équilibre dans ces conditions? Présentez votre démarche.

Question 9 (2 points)

À une température donnée, laquelle des propriétés suivantes permet de classer les acides selon leur force?

A) Le pH de l'acide.
B) La concentration de l'acide.
C) La constante d'acidité (K_a) de l'acide.
D) Ces trois propriétés.

Nom : _____

* Question 10 (4 points)

Parmi les énoncés suivants, deux sont faux. Identifiez-les et corrigez-les de manière à les rendre vrais. Ne pas corriger à la négative.

A) Un système doit être isolé pour qu'un équilibre puisse s'y établir.

B) Une très petite valeur de la constante d'équilibre K_c indique que les réactifs sont favorisés à l'équilibre.

C) Dans le calcul de la constante d'équilibre, on ne considère que les substances gazeuses ou aqueuses.

D) On peut calculer la solubilité molaire d'un sel dans l'eau pure à une température donnée à partir de son Kps et de l'équation équilibrée de sa dissociation, en l'absence de réactions secondaires.

E) Puisque, à l'équilibre, les vitesses des réactions directe et inverse sont égales, leurs constantes d'équilibre sont donc aussi égales.

Énoncé faux : _____ Correction :

Énoncé faux : _____ Correction :

TOTAL : _____ / 100

Nom : _____

* Annexe — Formules

Formules	Symboles et précisions
$C = \frac{n}{V}$	C : concentration molaire (mol/L) n : quantité de matière (mol) V : volume de solution (L)
$PV = nRT$	P : pression (kPa); V : volume (L) n : quantité de matière (mol) R : constante des gaz parfaits T : température absolue (K)
$v_{produit} = \frac{\Delta[P]}{\Delta t}$ $v_{réactif} = -\frac{\Delta[A]}{\Delta t}$	[P], [A] : concentrations du produit et du réactif (mol/L) Δt : durée (s); v : vitesse moyenne (mol/(L·s)) Pour une quantité de matière, remplacer [ ] par n : v est alors en mol/s.
$a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$ $v_g = \frac{v_A}{a} = \frac{v_B}{b} = \frac{v_C}{c} = \frac{v_D}{d}$	v avec indice A, B, C ou D : vitesse positive de disparition ou de formation de chaque substance. a, b, c, d : coefficients stœchiométriques; v avec indice g : vitesse générale.
$v = k[A]^m[B]^n$	k : constante de vitesse [A], [B] : concentrations (mol/L) m, n : ordres partiels de réaction, déterminés expérimentalement.
$a\,A + b\,B \rightleftharpoons c\,C + d\,D$ $K_c = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}$	Constante d'équilibre en concentrations. Les concentrations sont celles à l'équilibre. Les solides et liquides purs ne figurent pas dans cette expression.
$M_aX_b(s) \rightleftharpoons a\,M^{b+}(aq) + b\,X^{a-}(aq)$ $K_{ps} = [M^{b+}]^a[X^{a-}]^b$	Produit de solubilité d'un sel peu soluble. Les charges des ions et les coefficients assurent l'électroneutralité du sel.

Nom : _____

* Annexe — Formules (suite)

Formules	Symboles et précisions
$HA(aq) \rightleftharpoons H^+(aq) + A^-(aq)$ $K_a = \frac{[H^+][A^-]}{[HA]}$	Constante d'ionisation d'un acide. HA : acide; A^- : sa base conjuguée.
$B(aq) + H_2O(l) \rightleftharpoons BH^+(aq) + OH^-(aq)$ $K_b = \frac{[BH^+][OH^-]}{[B]}$	Constante d'ionisation d'une base. B : base; BH^+ : son acide conjugué.
$K_a K_b = K_{eau} = 1 \times 10^{-14}$ *à 25 °C*	Cette relation s'applique à un acide et à sa base conjuguée, à la même température.
$H_2O(l) \rightleftharpoons H^+(aq) + OH^-(aq)$ $K_{eau} = [H^+][OH^-] = 1 \times 10^{-14}$ *à 25 °C*	Constante d'ionisation de l'eau, aussi notée K avec l'indice H_2O. Le liquide pur $H_2O(l)$ est omis de l'expression.
$pH = -log[H^+]$	$[H^+]$: concentration en ions hydrogène (mol/L).
$ax^2 + bx + c = 0 \ (a \neq 0)$ $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$	a, b, c : coefficients de l'équation quadratique. Retenir la ou les racines compatibles avec le contexte physique.

Grandeurs et constantes

Grandeur	Valeur
Température normale	0 °C ou 273,15 K (≈ 273 K)
Pression normale	101,3 kPa ou 1 atm
Température ambiante de référence	25,0 °C ou 298,15 K (≈ 298 K)
Masse volumique de l'eau (approximation)	1,00 g/mL
Constante des gaz parfaits R	8,31 kPa·L/(mol·K)
Constante d'ionisation de l'eau à 25 °C	1×10^{-14}

Nom : _____

TABLEAU PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Numéros atomiques, symboles et masses atomiques relatives

1																	18
1 **H** 1,0080	2		**Comment lire une case** En haut : numéro atomique Au centre : symbole chimique En bas : masse atomique relative*									13	14	15	16	17	2 **He** 4,0026
3 **Li** 6,94	4 **Be** 9,0122											5 **B** 10,81	6 **C** 12,011	7 **N** 14,007	8 **O** 15,999	9 **F** 18,998	10 **Ne** 20,180
11 **Na** 22,990	12 **Mg** 24,305	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13 **Al** 26,982	14 **Si** 28,085	15 **P** 30,974	16 **S** 32,06	17 **Cl** 35,45	18 **Ar** 39,95
19 **K** 39,098	20 **Ca** 40,078	21 **Sc** 44,956	22 **Ti** 47,867	23 **V** 50,942	24 **Cr** 51,996	25 **Mn** 54,938	26 **Fe** 55,845	27 **Co** 58,933	28 **Ni** 58,693	29 **Cu** 63,546	30 **Zn** 65,38	31 **Ga** 69,723	32 **Ge** 72,630	33 **As** 74,922	34 **Se** 78,971	35 **Br** 79,904	36 **Kr** 83,798
37 **Rb** 85,468	38 **Sr** 87,62	39 **Y** 88,906	40 **Zr** 91,222	41 **Nb** 92,906	42 **Mo** 95,95	43 **Tc** [97]	44 **Ru** 101,07	45 **Rh** 102,91	46 **Pd** 106,42	47 **Ag** 107,87	48 **Cd** 112,41	49 **In** 114,82	50 **Sn** 118,71	51 **Sb** 121,76	52 **Te** 127,60	53 **I** 126,90	54 **Xe** 131,29
55 **Cs** 132,91	56 **Ba** 137,33	**57-71** ci-dessous	72 **Hf** 178,49	73 **Ta** 180,95	74 **W** 183,84	75 **Re** 186,21	76 **Os** 190,23	77 **Ir** 192,22	78 **Pt** 195,08	79 **Au** 196,97	80 **Hg** 200,59	81 **Tl** 204,38	82 **Pb** 207,2	83 **Bi** 208,98	84 **Po** [209]	85 **At** [210]	86 **Rn** [222]
87 **Fr** [223]	88 **Ra** [226]	**89-103** ci-dessous	104 **Rf** [267]	105 **Db** [268]	106 **Sg** [269]	107 **Bh** [270]	108 **Hs** [269]	109 **Mt** [277]	110 **Ds** [281]	111 **Rg** [282]	112 **Cn** [285]	113 **Nh** [286]	114 **Fl** [290]	115 **Mc** [290]	116 **Lv** [293]	117 **Ts** [294]	118 **Og** [294]

Lanthanides	57 **La** 138,91	58 **Ce** 140,12	59 **Pr** 140,91	60 **Nd** 144,24	61 **Pm** [145]	62 **Sm** 150,36	63 **Eu** 151,96	64 **Gd** 157,25	65 **Tb** 158,93	66 **Dy** 162,50	67 **Ho** 164,93	68 **Er** 167,26	69 **Tm** 168,93	70 **Yb** 173,05	71 **Lu** 174,97
Actinides	89 **Ac** [227]	90 **Th** 232,04	91 **Pa** 231,04	92 **U** 238,03	93 **Np** [237]	94 **Pu** [244]	95 **Am** [243]	96 **Cm** [247]	97 **Bk** [247]	98 **Cf** [251]	99 **Es** [252]	100 **Fm** [257]	101 **Md** [258]	102 **No** [259]	103 **Lr** [262]

* Pour les calculs scolaires, la valeur numérique correspond à la masse molaire en g/mol.

Entre crochets : nombre de masse d'un isotope (ce n'est pas une masse atomique moyenne).

Données : valeurs abrégées CIAAW 2024, incertitudes non reproduites; nombres entre crochets : IUPAC, 4 mai 2022.

Sources : ciaaw.org/abridged-atomic-weights.htm et iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements/