
CHIMIE 534

Examen B

Cahier de
l'élève

5^e
Secondaire

DIRECTIVES À L'ÉLÈVE

1. Incrire votre nom sur la page de titre du cahier de réponse.
2. Répondre dans le cahier de réponses aux cinq sections A, B, C, D et E du cahier de l'élève.
3. Chaque question vaut quatre points.
4. L'usage de livres, dictionnaires, manuels ou recueils de tables trigonométriques est interdit.
5. L'usage de la calculatrice non programmable est permis.
6. Aucun échange de matériel ou d'instruments n'est permis.
7. Consulter, au besoin, le tableau périodique des éléments, le tableau des constantes physiques, la table des équations et la table des potentiels normaux de réduction joints au cahier de l'élève.
8. Remettre le cahier de l'élève en même temps que le cahier de réponses.

DURÉE : 2 h 30 min

ÉQUATIONS

$$Q = mc \Delta t$$

$$pV = nRT$$

$$\frac{p_1 V_1}{n_1 T_1} = \frac{p_2 V_2}{n_2 T_2}$$

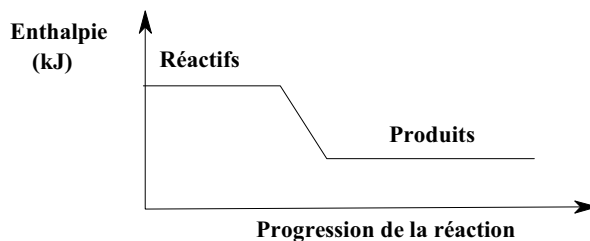
CONSTANTES PHYSIQUES

Symbole	Représentation	Valeur
$C_{\text{H}_2\text{O}}$	Capacité thermique massique de l'eau (chaleur massique de l'eau)	4190 J/(kg•°C) OU 4,19 J/(g•°C)
$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$	Masse volumique de l'eau	1,0 g/mL
R	Constante des gaz parfaits	8,31 kPa•L/(mol•K)

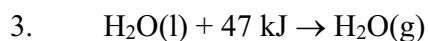
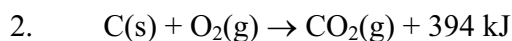
TABLEAU DE CLASSIFICATION PÉRIODIQUE DES ÉLÉMENTS

Légende		Symbole de l'élément		Numéro atomique		Masse atomique	
1	H	1	1,01	1			
IA	I	1	H	1,01	1		
		2	He	4,00	2		
	II A	3	Li	6,94	3		
		4	Be	9,01	4		
		11	Na	22,99	11		
		12	Mg	24,31	12		
		19	K	39,10	19		
		20	Ca	40,08	20		
		38	Sr	87,62	38		
		55	Rb	85,47	55		
		56	Ba	137,33	56		
		87	Fr	(223)	87		
		88	Ra	(226)	88		
		89-103	Ac-Lr	(226)	89-103		
		104	Rf	(261)	104		
		105	Ha	(262)	105		
		72	Hf	178,49	72		
		73	Ta	180,95	73		
		74	W	183,85	74		
		75	Re	186,21	75		
		76	Os	190,20	76		
		77	Ir	192,22	77		
		78	Pt	195,09	78		
		79	Au	196,97	79		
		80	Hg	200,59	80		
		49	In	114,82	49		
		50	Sn	118,71	50		
		51	Sb	121,75	51		
		52	Te	127,60	52		
		81	Tl	204,37	81		
		82	Pb	207,20	82		
		83	Bi	208,98	83		
		84	Po	(209)	84		
		85	At	(210)	85		
		86	Rn	(222)	86		
		31	Ga	69,72	31		
		32	Ge	72,59	32		
		33	As	74,92	33		
		34	Se	78,96	34		
		35	Br	79,90	35		
		36	Kr	83,80	36		
		47	Ag	107,87	47		
		48	Cd	112,41	48		
		29	Cu	63,55	29		
		28	Ni	58,71	28		
		27	Co	58,93	27		
		26	Fe	55,85	26		
		25	Mn	54,94	25		
		24	Cr	52,00	24		
		41	Nb	92,91	41		
		42	Mo	95,94	42		
		43	Tc	98,91	43		
		44	Ru	101,07	44		
		45	Rh	102,91	45		
		46	Pd	106,40	46		
		107	Ag	107,87	107		
		108	Cd	112,41	108		
		111	Cu	63,55	111		
		112	Zn	65,39	112		
		13	Al	26,98	13		
		14	Si	28,09	14		
		15	P	30,97	15		
		16	S	32,07	16		
		17	Cl	35,45	17		
		18	Ar	39,95	18		
		5	B	10,81	5		
		6	C	12,01	6		
		7	N	14,01	7		
		8	O	16,00	8		
		9	F	19,00	9		
		10	Ne	20,18	10		
		13	B	10,81	13		
		14	C	12,01	14		
		15	N	14,01	15		
		16	O	16,00	16		
		17	F	19,00	17		
		18	Ne	20,18	18		
		19	K	39,10	19		
		20	Ca	40,08	20		
		21	Sc	44,96	21		
		22	Ti	47,90	22		
		23	V	50,94	23		
		24	Cr	52,00	24		
		25	Mn	54,94	25		
		26	Fe	55,85	26		
		27	Co	58,93	27		
		28	Ni	58,71	28		
		29	Cu	63,55	29		
		30	Zn	65,39	30		
		31	Ga	69,72	31		
		32	Ge	72,59	32		
		33	As	74,92	33		
		34	Se	78,96	34		
		35	Br	79,90	35		
		36	Kr	83,80	36		
		37	Rb	85,47	37		
		38	Sr	87,62	38		
		39	Y	88,91	39		
		40	Zr	91,22	40		
		41	Nb	92,91	41		
		42	Mo	95,94	42		
		43	Tc	98,91	43		
		44	Ru	101,07	44		
		45	Rh	102,91	45		
		46	Pd	106,40	46		
		47	Ag	107,87	47		
		48	Cd	112,41	48		
		49	In	114,82	49		
		50	Sn	118,71	50		
		51	Sb	121,75	51		
		52	Te	127,60	52		
		53	I	126,90	53		
		54	Xe	131,30	54		
		55	Rb	85,47	55		
		56	Ba	137,33	56		
		57-71	La-Lu	(226)	57-71		
		72	Hf	178,49	72		
		73	Ta	180,95	73		
		74	W	183,85	74		
		75	Re	186,21	75		
		76	Os	190,20	76		
		77	Ir	192,22	77		
		78	Pt	195,09	78		
		79	Au	196,97	79		
		80	Hg	200,59	80		
		81	Tl	204,37	81		
		82	Pb	207,20	82		
		83	Bi	208,98	83		
		84	Po	(209)	84		
		85	At	(210)	85		
		86	Rn	(222)	86		
		87	Fr	(223)	87		
		88	Ra	(226)	88		
		89-103	Ac-Lr	(226)	89-103		
		104	Rf	(261)	104		
		105	Ha	(262)	105		
		57	La	138,91	57		
		58	Ce	140,12	58		
		59	Pr	140,91	59		
		60	Nd	144,24	60		
		61	Pm	145	61		
		62	Sm	150,36	62		
		63	Eu	151,96	63		
		64	Gd	157,25	64		
		65	Tb	158,93	65		
		66	Dy	162,50	66		
		67	Ho	164,93	67		
		68	Er	167,26	68		
		69	Tm	168,93	69		
		70	Yb	173,04	70		
		71	Lu	174,97	71		
		89	Ac	227,03	89		
		90	Th	232,04	90		
		91	Pa	231,04	91		
		92	U	238,03	92		
		93	Np	237,05	93		
		94	Pu	(244)	94		
		95	Am	(243)	95		
		96	Cm	(247)	96		
		97	Bk	(247)	97		
		98	Cf	(251)	98		
		99	Es	(254)	99		
		100	Fm	(257)	100		
		101	Md	(258)	101		
		102	No	(259)	102		
		103	Lr	(260)	103		

7. Voici un graphique qui illustre l'enthalpie de certains systèmes en fonction de la progression de la réaction.



Deux des équations ci-dessous peuvent être représentées par ce graphique.



Quels sont ces équations?

A) 1 et 2

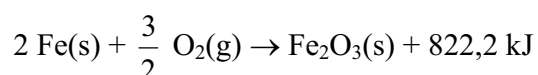
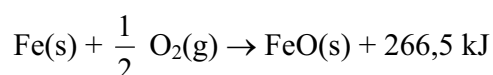
C) 2 et 4

B) 1 et 3

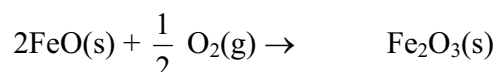
D) 3 et 4

8. Le fer est un matériau résistant dont l'usage est très répandu. Toutefois, ce métal a la fâcheuse tendance à s'oxyder rapidement s'il n'est pas protégé de l'air. La chaleur de formation de son oxyde, $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$, est toutefois difficile à mesurer par une méthode expérimentale simple.

Voici deux équations thermochimiques illustrant la réaction du fer avec le dioxygène :



À partir de ces équations, vous devez trouver la quantité de chaleur mise en jeu lors de la formation d'une mole de $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$ produite par la réaction suivante :



Quelle quantité de chaleur est mise en jeu lors de la formation d'une mole de $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{s})$?

- A) 1088,7 kJ libérés C) 289,2 kJ libérés
B) 555,7 kJ libérés D) 289,2 kJ absorbés
9. La dissolution de 2,14 g de chlorure d'ammonium solide, $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$, dans 400 mL d'eau a entraîné une diminution de la température de l'eau de 2,0 °C.

D'après ces données, quelle est la chaleur molaire de dissolution du $\text{NH}_4\text{Cl}(\text{s})$ dans l'eau?

- A) -84 kJ/mol C) +3,4 kJ/mol
B) -3,4 kJ/mol D) +84 kJ/mol

10. Afin de produire du gaz carbonique, vous faites réagir de la craie dans un becher contenant une solution acide.

Quel facteur ci-dessous N'INFLUENCE PAS la vitesse de formation du gaz carbonique?

- A) La nature de l'acide
 - B) La température de l'acide
 - C) Le format de la craie
 - D) La concentration des produits de la réaction
11. Lors de la préparation d'un repas, l'huile que vous aviez mise dans un chaudron pour frire des pommes de terre surchauffe et s'enflamme. Votre réaction est la suivante.
1. Vous retirez rapidement le chaudron de l'élément chauffant de la cuisinière.
 2. Vous versez abondamment du bicarbonate de sodium (soda à pate) sur les flammes.

Quel énoncé explique pourquoi vos gestes ont permis d'éteindre les flammes?

- A) Ils ont réduit les quantités de combustible et de comburant.
 - B) Ils ont réduit la quantité de chaleur et de combustible.
 - C) Ils ont réduit la quantité de chaleur tout en augmentant la quantité de comburant.
 - D) Ils ont réduit la quantité de chaleur et la quantité de comburant.
12. Au cours d'une expérience portant sur la mesure de vitesse d'une réaction chimique, vous faites réagir, à la température de la pièce, 6,35 grammes de cuivre solide dans une solution d'acide nitrique dont la concentration est de 1,0 mol/L. La réaction dure 1 min 40 s.

Quelle est la vitesse de cette réaction en mole de cuivre par seconde (mol/s)?

- A) $7,14 \times 10^{-4}$ mol/s
- B) $1,00 \times 10^{-3}$ mol/s
- C) $1,00 \times 10^{-2}$ mol/s
- D) $6,35 \times 10^{-2}$ mol/s

13. Vous tentez de neutraliser 100 mL d'acide chlorhydrique, HCl, dont la concentration est de 0,1 mol/L. Pour ce faire, vous ajoutez progressivement, en présence d'un indicateur coloré, 100 mL d'hydroxyde de sodium, NaOH, dont la concentration est de 0,01 mol/L. Vous placez ensuite un bouchon sur la fiole contenant la solution résultante.

Après un certain temps, vous constatez que la température de la solution résultante ainsi que l'intensité de sa coloration demeurent constantes.

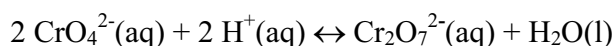
La réaction de neutralisation de ce système est représentée par l'équation



Lequel des énoncés ci-dessous caractérise ce système en équilibre?

- A) Il y a eu arrêt complet de toute réaction chimique.
 - B) Les concentrations de $\text{H}^+(\text{aq})$ et de $\text{OH}^-(\text{aq})$ sont égales.
 - C) La solution résultante ne contient aucun réactif.
 - D) La vitesse de la réaction directe est égale à celle de la réaction inverse.
14. Quel système ci-dessous peut atteindre un état d'équilibre?
- A) Un thermomètre à alcool qui indique une température de 25 °C.
 - B) Un verre qui contient de l'eau agitée par l'effervescence d'un antiacide.
 - C) Une rivière dont l'eau est saturée d'oxygène.
 - D) L'air avoisinant une centrale thermique alimentée au mazout qui est saturé de dioxyde de soufre.

15. Vous avez pu observer, en étudiant l'état d'équilibre d'un système chimique, le comportement de l'ion chromate, $\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq})$, en fonction de l'acidité du milieu. En effet, en modifiant le taux d'acidité du milieu, la couleur de la solution peut varier du jaune à l'orangée. Cette réaction est illustrée par l'équation suivante.



Quelle expression permet de calculer la valeur de la constante d'équilibre, K_c , de ce système?

- A) $\frac{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 [\text{H}^+]^2}{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}$ C) $\frac{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 [\text{H}^+]^2}{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}_2\text{O}]}$
- B) $\frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}] [\text{H}_2\text{O}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 [\text{H}^+]^2}$ D) $\frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]}{[\text{CrO}_4^{2-}]^2 [\text{H}^+]^2}$
16. Un ballon jaugé de 1,00 L contient 600 mL d'eau distillée dans laquelle vous ajoutez 0,40 g d'hydroxyde de sodium, $\text{NaOH}(\text{s})$. Une fois la dissolution complétée, vous versez de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge en maintenant la température à 25,0 °C; par la suite, vous fermez hermétiquement le ballon. La constante de dissociation de l'eau distillée est de $1,0 \times 10^{-14}$ à 25,0 °C.

Quel est le pH de la solution résultante?

- A) 2,0 C) 12,0
- B) 7,0 D) 12,2
17. Lorsqu'on plonge un fil de cuivre spiralé dans une solution de nitrate d'argent, des cristaux d'argent métallique croissent à la surface de la spirale de cuivre et la solution initiale bleuit lentement.

Laquelle des équations ci-dessous représente la réaction d'oxydation dans ce système chimique?

- A) $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$
- B) $\text{Ag}^+(\text{aq}) + 1\text{e}^- \rightarrow \text{Ag}(\text{s})$
- C) $\text{Cu}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
- D) $\text{Ag}(\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+ + 1\text{e}^-$

SECTION B

Cette section de l'épreuve comprend les questions 18 à 21. Répondez, à votre choix, à trois de ces questions dans le cahier de réponses. Inscrivez votre résultat dans l'espace approprié.

- 18.** L'hiver dernier, la pression interne dans les pneus d'une automobile a été ajustée à 175 kPa alors que la température était de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pour le type de pneus posés sur cette automobile, le fabricant recommande de ne pas excéder 250 kPa de pression à l'intérieur d'un pneu.

L'été suivant, le parallélisme des roues de cette automobile est faussé. Cette anomalie, combinée à la température assez élevée du pavé asphalté des routes en été, peut amener la température des pneus à dépasser $85\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Est-ce que la recommandation du fabricant sera respectée si la température des pneus atteint effectivement $85\text{ }^{\circ}\text{C}$?

Expliquez votre réponse.

- 19.** Au laboratoire, vous avez trouvé un récipient contenant un gaz incolore non identifié qui pourrait provenir de l'une des bonbonnes contenant les gaz suivants : SO_2 , H_2 , N_2 , CO_2 , NO_2 , NO , He , Ar . Par mesure de sécurité, vous avez décidé d'identifier ce gaz avant de le laisser s'échapper dans l'environnement.

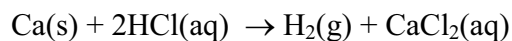
À l'aide d'une seringue, vous avez prélevé un échantillon du gaz inconnu et avez pris les mesures indiquées ci-dessous.

- Température ambiante	25,0 $^{\circ}\text{C}$
- Pression atmosphérique ambiante	101,3 kPa
- Volume du gaz inconnu	153 mL
- Masse de la seringue vide	68,30 g
- Masse totale de la seringue et du gaz inconnu	68,59 g

D'après ces mesures, quel était le gaz contenu dans le récipient que vous avez trouvé?

Laissez les traces de votre démarche.

20. Vous devez produire 30,0 L de dihydrogène gazeux, $\text{H}_2(\text{g})$, à une température de 20,0 °C et à une pression de 101,3 kPa. À cette fin, vous faites réagir de l'acide chlorhydrique, $\text{HCl}(\text{aq})$, avec du calcium, $\text{Ca}(\text{s})$. La réaction est illustrée par l'équation suivante.



Quelle masse de calcium avez-vous utilisé?

Laissez les traces de votre démarche.

21. Vous avez gonfler 300 ballons avec de l'hélium à une température de 20,0 °C et à une pression de 101,3 kPa. Les ballons ont un volume moyen de 1,5 L. L'hélium se vend dans des bonbonnes de 50 L sous une pression interne de 600 kPa à 20,0 °C.

Combien de bonbonnes d'hélium devrez-vous acheter?

Note : Considérez que tout l'hélium contenu dans une bonbonne est utilisé.

Laissez les traces de votre démarche.

SECTION C

Cette section de l'épreuve comprend les questions 22 à 24. Répondez, à votre choix, à deux de ces questions dans le cahier de réponses. Inscrivez votre résultat dans l'espace approprié.

22. Vous voulez vérifier le degré de pureté de la paraffine, $C_{25}H_{52}$, qui compose une bougie. Sachant que la chaleur molaire de combustion de la paraffine pure est de 15 300 kJ/mol, vous réalisez une expérience qui vous permettra de déterminer la chaleur molaire de combustion de la paraffine qui compose la bougie. Vous utilisez un calorimètre et vous notez les mesures suivantes.

- Masse de la bougie au début de l'expérience	28,52 g
- Masse de la bougie à la fin de l'expérience	24,29 g
- Température initiale de l'eau du calorimètre	20,0 °C
- Température finale de l'eau du calorimètre	42,0 °C
- Volume de l'eau dans le calorimètre	2000 mL

Note : Toute la chaleur dégagée lors de la combustion de la paraffine a été absorbée par l'eau contenue dans le calorimètre.

D'après ces mesures, pouvez-vous conclure que la paraffine qui compose la bougie est relativement pure?

Note : Considérez que la paraffine qui compose la bougie est relativement pure si la différence entre sa chaleur molaire de combustion et celle de la paraffine pure se situe entre 0 et 350 kJ/mol.

Laissez les traces de votre démarche.

23. Alors que vous rangez les différents produits dans l'armoire du laboratoire, vous trouvez un flacon contenant 500 mL d'une vieille solution d'acide chlorhydrique, HCl, de concentration 1,0 mol/L. Sachant que le déversement d'une telle substance est nocif pour l'environnement, vous convenez de la neutraliser avant d'en disposer.

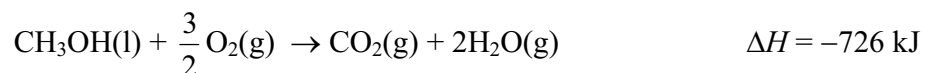
Pour ce faire, vous ajoutez dans le flacon contenant la vieille solution 500 mL d'une solution basique de concentration 1,0 mol/L. Vous constatez alors que la température de la solution résultante augmente de 20,0 °C.

Note : Considérez que la masse volumique ainsi que la capacité thermique massique des solutions aqueuses sont les mêmes que celles de l'eau.

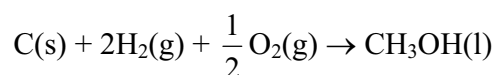
Quelle est la chaleur molaire de neutralisation de l'acide chlorhydrique?

Laissez les traces de votre démarche.

24. Comme il est difficile de mesurer par des méthodes simples, la chaleur molaire de formation du méthanol, CH_3OH , à partir de ses éléments, les chimistes préfèrent calculer cette chaleur à partir des équations thermochimiques suivantes :



La réaction de la formation du méthanol à partir de ses éléments est illustrée par l'équation suivante.



D'après ces données, quelle est la chaleur molaire de formation du méthanol à partir de ses éléments?

Laissez les traces de votre démarche.

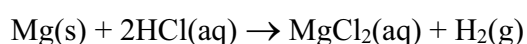
SECTION D

Cette section de l'épreuve comprend les questions 25 et 26. Répondez, à votre choix, à une de ces questions dans le cahier de réponses. Inscrivez votre résultat dans l'espace approprié.

- 25.** Aux fins d'une démarche portant sur la vitesse des réactions chimiques, vous devez mesurer la vitesse de réaction de certains métaux en présence de différents acides. L'une de vos expériences consiste à faire réagir un ruban de magnésium solide, Mg(s), dans une solution d'acide chlorhydrique, HCl(aq). Vous avez noté les mesures suivantes :

- Masse du ruban de magnésium utilisé	$1,78 \times 10^{-2}$ g	
- Pression atmosphérique ambiante	101,3 kPa	
- Température ambiante	25,0 °C	
- Température de la solution acide	25,0 °C	
- Durée de la réaction		6 min
	40 s	

La réaction chimique étudiée est illustrée par l'équation suivante.



Dans ces conditions expérimentales, quelle est la vitesse moyenne de production du H₂(g)?

Note : Exprimez cette vitesse en millilitres de H₂(g) produit par seconde (mL/s)

Laissez les traces de votre démarche.

- 26.** Un type de bougie en paraffine, C₂₅H₅₂, a selon le fabricant, une vitesse moyenne de combustion de $8,33 \times 10^{-4}$ mol/min. Ce type de bougie se vend en formats de 25, 50, 75 ou 100 g. Vous avez besoin d'une seule bougie de ce type pour assurer un éclairage continu pendant 4 heures.

Quel format minimal devrez-vous acheter?

Laissez les traces de votre démarche.

SECTION E

Cette section de l'épreuve comprend les questions 27 à 29. Répondez, à votre choix, à deux de ces questions dans le cahier de réponses. Inscrivez votre résultat dans l'espace approprié.

27. Un système fermé permettant au magnésium métallique de réagir sur l'acide chlorhydrique atteint un état d'équilibre. Ce système est illustré par l'équation ionique nette suivante.



Vous introduisez dans ce système une pastille d'hydroxyde de sodium, NaOH(s).

Qu'arrive-t-il à la concentration de chacune des substances présentes dans le système?

Expliquez votre réponse.

(Cette explication doit s'appuyer sur le principe de Le Chatelier).

28. Le vinaigre est un acide faible très utilisé en alimentation. Le vinaigre est en fait une solution d'acide acétique, HCH₃COO, largement dilué. La dissociation ionique de l'acide acétique est illustrée par l'équation suivante.



À une température de 25 °C, la concentration d'une solution de vinaigre est de 5 % *m/V*, c'est-à-dire 5 grammes de HCH₃COO par 100 mL de solution.

Quelle est la concentration molaire des ions H⁺(aq) dans cette solution de vinaigre?

Laissez les traces de votre démarche.

29. En prévision d'un laboratoire portant sur l'étude des piles électrochimiques, vous devez préparer les deux solutions suivantes.

- $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2(\text{aq})$ à une concentration de 1 mol/L.
- $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3(\text{aq})$ à une concentration de 1 mol/L.

Vous prévoyez utiliser une tige en fer pour agiter ces deux solutions.

Cette tige peut-elle servir à agiter les deux solutions sans subir de transformation chimique?

Expliquez votre réponse.

(Cette explication doit inclure les équations et les potentiels des demi-réactions ainsi que les équations globales d'oxydoréduction et leur potentiel.)