

Informations générales

Instructions

- Ecris ton nom sur chaque page et numérote les.
- Tu as trois heures pour résoudre les problèmes. Attends le signal **START** avant de commencer.
- Utilise une nouvelle page pour chaque problème. Indique clairement sur quel problème tu travailles.
- Ecris tous les calculs nécessaires de manière lisible.
- Mets tes pages dans l'enveloppe fournie à la fin de l'examen. Ne referme pas l'enveloppe.
- Arrête immédiatement ton travail quand le signal **STOP** est donné.
- Ne quitte pas ta place avant d'y être autorisé.
- Seules les **réponses écrites sur les feuilles réponses** peuvent être prises en compte.
- Cet examen compte **11** problèmes.

Viel Erfolg!

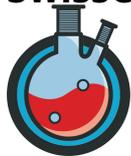
Bonne chance!

Buona fortuna!

Good luck!

**Constantes physiques et formules****Constantes**

Constante de Planck	$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Boltzmann	$k_B = 1.381 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Vitesse de la lumière	$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Charge élémentaire	$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$
Nombre d'Avogadro	$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
Constante universelle des gaz	$R = 8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
Constante de Faraday	$F = 9.648 \times 10^4 \text{ C mol}^{-1}$
Pression standard	$p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$
Electronvolt	$1 \text{ eV} = 1.602 \times 10^{-19} \text{ J}$
Zéro absolu	$0 \text{ K} = -273.15 \text{ }^\circ\text{C}$
Ångstrom	$1 \text{ \AA} = 1 \times 10^{-10} \text{ m}$
Pi (π)	$\pi \approx 3.141592$
Nombre d'Euler	$e \approx 2.718281$



Formules et équations

Loi des gaz parfaits	$pV = nRT = Nk_B T$
Energie libre de Gibbs	$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$
Relation entre ΔG et K	$\Delta G = -RT \ln(K)$
Relation entre ΔG et ΔE_{cell}^0	$\Delta_r G^0 = -nF\Delta E_{cell}^0$
ΔG non-standard	$\Delta_r G = \Delta_r G^0 + RT \ln(Q)$
Quotient de réaction Q pour la réaction $aA + bB \rightleftharpoons cC + dD$	$Q = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$
Equation de Nernst	$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln(Q)$
Courant électrique	$I = \frac{Q}{t}$
Loi d'Arrhenius	$k = Ae^{-\frac{E_A}{RT}}$
Loi de Lambert-Beer	$A = \epsilon Lc = \log\left(\frac{I_0}{I}\right)$
Equation tampon	$\text{pH} = \text{pK}_a + \log\left(\frac{[A^-]}{[HA]}\right)$
Energie d'un photon	$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$
Demi-vie pour une réaction de premier ordre	$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln(2)}{k}$
Activité d'un échantillon radioactif	$A = kN$
Aire d'une sphère	$A = 4\pi R^2$
Volume d'une sphère	$V = \frac{4\pi}{3} R^3$

Pour les calculs des constantes d'équilibre ainsi que pour toutes les concentrations, réfère-toi aux concentrations standards $1 \text{ mol dm}^{-3} = 1 \text{ mol L}^{-1}$. Sauf indication contraire dans l'exercice, considère tous les gaz comme parfait durant l'examen.



Tableau périodique des éléments

Periodic Table of Elements

1 H 1.008																	2 He 4.003
3 Li 6.94	4 Be 9.01															9 F 19.00	10 Ne 20.18
11 Na 22.99	12 Mg 24.31															17 Cl 35.45	18 Ar 39.95
19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.87	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.69	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80
37 Rb 85.47	38 Y 88.91	39 Zr 91.22	40 Nb 92.91	41 Mo 95.95	42 Tc [98]	43 Ru 101.07	44 Rh 102.91	45 Pd 106.42	46 Ag 107.87	47 Cd 112.41	48 In 114.82	49 Sn 118.71	50 Sb 121.76	51 Te 127.60	52 I 126.90	53 Xe 131.29	
55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57-71 La 138.91	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 Ac [227]	104 Rf [261]	105 Db [268]	106 Sg [266]	107 Bh [264]	108 Hs [270]	109 Mt [278]	110 Ds [281]	111 Rg [282]	112 Cn [285]	113 Nh [286]	114 Fl [289]	115 Mc [290]	116 Lv [293]	117 Ts [294]	118 Og [294]
57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 140.91	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			
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 [266]			



Feuille de résultats

NE DOIT PAS ETRE REMPLI PAR LE PARTICIPANT

Nom du participant

Problème	Titre	Maximum de points	Points obtenus	Pages
Q1	Questions mixtes	17.5		1
Q2	Uranium, radium et autres drôles d'éléments	11.0		1
Q3	L'extase de l'or et de la stoechiométrie	10.0		1
Q4	Solubilité des sels de calcium	15.5		1
Q5	Titrage	9.0		1
Q6	Chimie redox	7.5		1
Q7	Deux façons d'observer les électrons ; VSEPR et résonance.	10.5		1
Q8	Des explosions et (peut-être) du feu	14.0		2
Q9	Cinétique de la décoloration du bleu de méthylène	9.0		2
Q10	Chimie organique	6.0		1
Q11	Assortiment de réactions organiques	9.0		2
Total		119.0		14



Questions mixtes

1.1 Dessine les structures de Lewis des composés suivants et détermine le nombre d'oxydation de tous les atomes: C_2H_5OH , NH_3 , HNO_3 , H_2SO_4 , OF_2 . 5.0pt

1.2 Quelle est la valeur du pH d'une solution d'acide nitrique 0.05 mol l^{-1} ? 1.0pt

1.3 Quand un atome entre en collision avec un faisceau de lumière d'énergie suffisante, il peut être ionisé et perdre un électron. Davantage d'énergie est nécessaire pour ôter un deuxième électron, plus encore pour le troisième, etc. Les huit premières énergies d'ionisation successives d'un atome élémentaire appartenant à la troisième période (du sodium jusqu'à l'argon) sont telles que suit (toutes en MJ mol^{-1}): 1.0pt

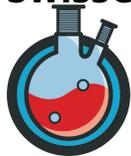
Quel est le nom et le symbole chimique de cet élément ?

0.78	1.57	3.23	4.65	16.1	19.8	23.7	29.2
------	------	------	------	------	------	------	------

1.4 Certains élèves du laboratoire ont été chargés d'étiqueter les récipients avec les formules des substances qu'ils contiennent. Cependant, ils n'ont pas fait du bon travail et certaines formules n'ont aucun sens. Voici toutes les formules, écris sur ta feuille de réponse celles ont du sens et celles qui n'en ont pas: CH_4Cl , $CHCl_3$, CHS , CH_2Cl_2 , H_2O_2 , CO_5H 1.5pt

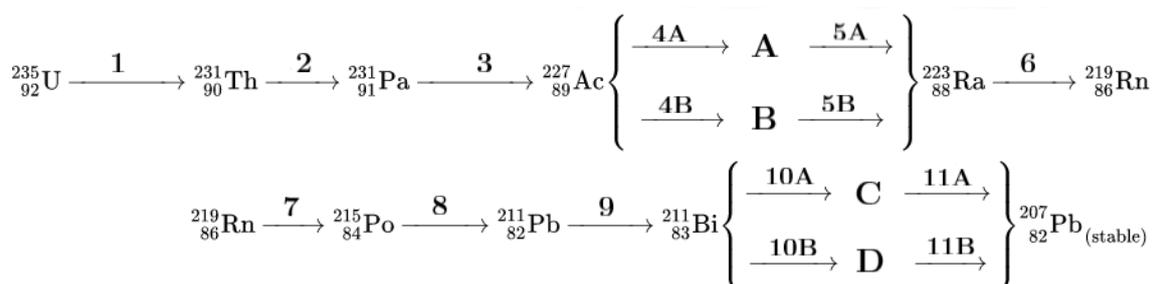
1.5 Combien de fer est contenu dans 25 mol de magnétite Fe_3O_4 ? Exprime ton résultat en kilogrammes, en arrondissant à deux décimales. 1.0pt

1.7 La formule C_4H_8O décrit 32 composés différents. Dessine 8 d'entre eux qui ont au moins un centre de chiralité. Marque les centres de chiralité avec un astérisque (*) et ajoute les descriptions correctes (R/S) aux positions appropriées. 8.0pt



Uranium, radium et autres drôles d'éléments (11.0 points)

L'uranium-235 est un radionucléide naturel avec une demi-vie de 703.8 millions d'années. Sa chaîne de désintégration est la suivante:



Chaîne de désintégration de ${}_{92}^{235}\text{U}$ en ${}_{82}^{207}\text{Pb}$.

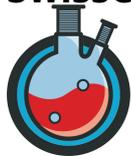
2.1 Nomme le type de désintégration radioactive se produisant dans les réactions 4A, 4B, 5A, 5B, ainsi que les produits intermédiaires **A** à **D**. 5.75pt

2.2 Le radium-223 qui fait partie de la chaîne de désintégration montrée ci-dessus a une application médicale sous la forme ${}^{223}\text{RaCl}_2$ pour traiter les cancers des os métastatiques. Quelle pourrait être une des raisons pour l'utilisation du radium pour cibler spécifiquement le cancer des os. Donne une réponse brève. 1.0pt

2.3 Le radium-223 a une demi-vie de 11.434 jours. A partir de cette information, calcule la constante de vitesse de la désintégration. 1.25pt

2.4 Une activité d'une désintégration par seconde 1 s^{-1} est souvent décrite comme un Becquerel (1 Bq), nommé d'après Henri Becquerel. L'activité du Xofigo, un médicament à base de ${}^{223}\text{RaCl}_2$, est formulée pour être 1100 kBq mL^{-1} . Maintenant, tu es chargé de créer 1000 L de Xofigo. De combien de ${}^{223}\text{RaCl}_2$ isotopiquement pur (en mg) as-tu besoin de peser ? Si tu n'as pas pu résoudre le problème 2.3, suppose une constante de vitesse $k_{{}^{223}\text{Ra}} = 5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ pour la désintégration de cet isotope. 2.5pt

2.5 ${}^{89}\text{Sr}$ peut être utilisé pour traiter le cancer des os pour les mêmes raisons soulignées dans le problème 2.2, cependant sa désintégration en ${}^{89}\text{Y}$ est parfois problématique. Nomme le type de désintégration se produisant ici et donne une raison pour laquelle cela pourrait être problématique. 0.5pt



L'extase de l'or et de la stoechiométrie (10.0 points)

3.1 Equilibre les réactions suivantes de manière correcte. Tous les coefficients stoechiométriques doivent être des entiers. 4.75pt

- $C_{13}H_{26}O_2 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$
- $P + KClO_3 \longrightarrow P_4O_{10} + KCl$
- $FeS_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow FeSO_4 + H_2SO_4$
- $HNO_3 + HCl + Au \longrightarrow HAuCl_4 + NOCl + H_2O$

La réaction 4 se produit lorsque de l'or est dissous dans de l'eau régale (mélange de HCl et HNO₃), ainsi nommée car il s'agit d'un des seuls mélanges capables de dissoudre des "métaux nobles", par exemple l'or.

Un jour, un camarade chimiste te tend un échantillon d'acide chloroaurique (HAuCl₄), fait à partir d'une médaille d'or. Tu es chargé de récupérer l'or de l'échantillon. Tu sais qu'ajouter une solution aqueuse de métabisulfite de sodium (Na₂S₂O₅) à l'acide chloroaurique réduit l'or à sa forme métallique. Puisque l'or fraîchement précipité semble terne, tu le fonds dans une forge et le laisses reformer une médaille pour lui redonner son apparence brillante.

3.2 Formule une équation de réaction équilibrée pour le processus présenté ci-dessus, tout en sachant que du hydrogénosulfate de sodium et de l'acide chlorhydrique sont formés durant la réaction. 2.25pt

L'échantillon reçu contenait 150 g d'acide chloroaurique, or ton collègue prétendait que la médaille originale pesait 120 grammes. Puisque tu es un excellent chimiste mais pas un métallurgiste hors pair, tu t'attends à un rendement de 97.5% pour l'or contenu initialement grâce à ton procédé.

3.3 Détermine la teneur originale en or (en % m/m) de la médaille. Ensuite détermine combien de carats contenait la médaille originale. 3.0pt



Solubilité des sels de calcium (15.5 points)

Le carbonate de calcium est un sel rencontré fréquemment dans la vie courante, principalement comme calcaire dans la cuisine ou la salle de bain, spécialement si l'eau est dure. Il se trouve aussi sous forme de calcaire ou craie dans la nature, créant par exemple les falaises blanches de Douvres. De manière générale, le carbonate de calcium est peu soluble dans l'eau, ayant un produit de solubilité de $K_S = 3.36 \times 10^{-9} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$.

4.1 Calcule la quantité de carbonate de calcium (en mol) qui peut être dissoute dans l'eau. 1.0pt

4.2 Calcule la solubilité du carbonate de calcium en g L^{-1} . 1.0pt

4.3 Le calcaire dans la cuisine est souvent enlevé en utilisant des produits de nettoyage acides. Quant un produit de nettoyage contenant de l'acide chlorhydrique est appliqué sur du calcaire, le résidu crayeux se dissout facilement. Ecris la (ou les) équation(s) de la réaction (ou les réactions) qui a/ont lieu ici, et explique pourquoi cette (ou ces) réaction(s) ont lieu. 1.0pt

4.4 Tu as une solution de 0.5 mol L^{-1} de Na_2CO_3 et tu y ajoutes du CaBr_2 . Calcule la concentration maximale de bromure de calcium dissous qui peut être atteinte avant que le carbonate de calcium ne précipite (suppose que la protonation du carbonate soit négligeable). 3.0pt

4.5 Tu as un litre de solution de carbonate de calcium saturée et un litre de solution d'hydroxyde de calcium saturée ($K_S(\text{Ca}(\text{OH})_2) = 8 \times 10^{-6} \text{ mol}^3 \text{ L}^{-3}$). Tu ajoutes ces deux solutions à 3 L d'eau. Vas-tu observer une précipitation ? Si oui, quel(s) sel(s) va(vont) précipiter ? Montre ton raisonnement. 6.5pt

4.6 Pour les solutions mélangées dans l'exercice 4.5, calcule la concentration finale d'ions de calcium en solution (après la potentielle précipitation). 3.0pt



Titration (9.0 points)

Tu reçois un échantillon d'un acide organique diprotique inconnu et décides de l'identifier par titrage avec de l'hydroxyde de sodium. Tu dissous 8.689 g d'acide dans 100 mL d'eau. Tu titres 10 mL de la solution obtenue avec de la phénolphtaléine comme indicateur coloré.

5.1 Tu observes un changement de couleur après l'addition de 33.4 mL d'une solution de NaOH à 0.5 mol L^{-1} . Calcule la concentration d'acide dans la solution originale. 1.0pt

5.2 Calcule la masse moléculaire de l'acide. 0.5pt

5.3 En sachant que l'acide contient seulement des atomes de carbone, d'hydrogène et d'oxygène, détermine la formule chimique de l'acide titré. De plus, dessine la formule chimique de l'acide. 3.0pt

5.4 Ecris les équations de réaction pour les deux étapes de déprotonation de cet acide dans l'eau (tu peux abbréger l'acide par sa formule chimique). 1.0pt

5.5 Indépendamment de tes expériences précédentes, tu veux préparer une solution tampon de phosphate au pH 7.5 avec une concentration totale d'agent tampon de 0.1 mol L^{-1} . Quelle est la concentration d'ions biphosphate HPO_4^{2-} dans la solution tampon ? ($\text{p}K_{\text{a},2} = 7.21$) 3.5pt



Chimie rédox (7.5 points)

La pile de Daniell (aussi appelée l'élément de Daniell) est l'une des premières versions d'une batterie qui est utilisée dans le monde entier comme introduction pratique à l'électrochimie et aux réactions d'oxydation-réduction. Elle se compose de deux récipients; l'un avec une solution de sulfate de zinc et une plaque de zinc suspendue dans la solution; l'autre avec une solution de sulfate de cuivre et une plaque de cuivre suspendue dans la solution. Les deux plaques sont connectées par un fil conducteur alors que les deux solutions sont reliées par un pont salin. En chimie rédox, les potentiels de réduction standards sont une mesure de la facilité des ions en solution à accepter des électrons. Le potentiel de réduction standard E_{red}^0 du zinc et ses ions est $E_{red}^0(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+}) = -0.76 \text{ V}$, pour le cuivre et ses ions, il est de $E_{red}^0(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) = 0.34 \text{ V}$.

D'importantes équations dont tu auras besoin pour ce problème:

Equation de Nernst pour la demi-pile:

$$E = E^0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{c(\text{Ox})}{c(\text{Red})}$$

Simplification de l'équation de Nernst pour la demi-pile à 298.15 K:

$$E = E^0 + \frac{0.059 \text{ V}}{z} \log \frac{c(\text{Ox})}{c(\text{Red})}$$

Equation de Nernst pour la pile complète:

$$\Delta E = \Delta E^0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{c(\text{Products})}{c(\text{Reactants})}$$

Simplification de l'équation de Nernst pour la pile complète à 298.15 K:

$$\Delta E = \Delta E^0 + \frac{0.059 \text{ V}}{z} \log \frac{c(\text{Products})}{c(\text{Reactants})}$$

6.1 Ecris les deux demi-réactions se produisant dans la pile de Daniell. 1.0pt

6.2 Calcule le potentiel total/la tension de sortie de la pile de Daniell. 1.0pt

6.3 Comment augmenterais-tu la tension de sortie totale ? Donne deux actions possibles sans changer la réaction chimique qui se produit. 2.0pt

6.4 Calcule la tension complète pour une pile de Danielle modifiée avec $c(\text{Cu}^{2+}) = 3.0 \text{ mol L}^{-1}$ et $c(\text{Zn}^{2+}) = 0.007 \text{ mol L}^{-1}$ à une température de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. 3.0pt

6.5 Qu'arriverait-il au potentiel de la pile si la masse de cuivre était doublée ? Donne une raison pour ta réponse. 0.5pt



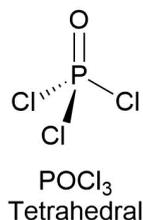
Deux façons d'observer les électrons ; VSEPR et résonance

Le soufre est un élément essentiel pour bien des formes de vie; pour l'humain il est indispensable à la production de cystéine et de méthionine, accomplit des réactions métaboliques vitales en tant que partie de la coenzyme A, et fait savoir à tout le monde dans le train que tu as consommé du brocoli et des oeufs pour le dîner d'hier. De plus, le soufre est un élément intéressant pour la VSEPR et ses structures. En nombre d'oxydation zéro, le soufre peut exister en tant qu'octamère (parfois appelé une couronne de soufre à cause de sa forme).

- 7.1** Dessine la structure de la molécule S_8 de sorte que sa conformation 3D soit bien visible. 1.0pt

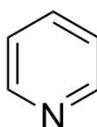
Toutefois, dès que le soufre n'est pas dans l'état d'oxydation zéro, les choses deviennent plus intéressantes.

- 7.2** Dessine les structures 3D correctes des composés suivants selon VSEPR: H_2S , S_2O_2 , SO_3 , H_2SO_4 , OSF_4 . Chacun de tes dessins doit ressembler à cela:

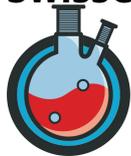


Pour la plupart des composés inorganiques, seule une formule structurale représente fidèlement la véritable forme du composé. Cependant, les composés organiques sont capables de ce que l'on appelle la résonance, ou mésomérie, où deux structures voire plus décrivent les différentes propriétés d'un même composé sans qu'une seule structure ne puisse toutes les résumer.

- 7.3** Dessine au moins trois structures de résonance pour chacun des composés suivants: nitrobenzène ($Ph-NO_2$), 4-diméthylaminopyridine ($Py-N(CH_3)_2$), et succinate ($^-OOC-CH_2-CH_2-COO^-$).
Pour référence:

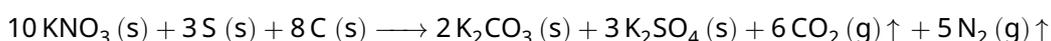


Pyridine



Des explosions et (peut-être) du feu (14.0 points)

La poudre à canon (parfois appelée poudre noire) est le plus ancien explosif connu. Mentionnée pour la première fois dans un texte chinois du 9^{ème} siècle, elle a permis le développement de la première arme à feu: le canon à main. La poudre à canon provient du mélange de salpêtre (nitrate de potassium) avec du soufre et du charbon de bois. Lorsqu'elle est enflammée, elle brûle rapidement selon l'équation de réaction suivante :



Comme tu le sais peut-être, la poudre à canon possède des usages moins militaires: les feux d'artifice. En tant que chimiste, tu es chargé de créer la fusée d'artifice ultime. S'il te plaît, ne te fais pas exploser durant le procédé, le nettoyage pourrait s'avérer compliqué.

Dans un manuel de chimie physique, tu trouves les données thermodynamiques suivantes:

Composé	$\Delta H_f^0 / \text{kJ mol}^{-1}$	$S^0 / \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$
KNO_3	-494.6	133.1
S	0.0	32.1
C	0.0	5.7
K_2CO_3	-1151.0	155.5
K_2SO_4	-1437.8	175.6
CO_2	-393.5	213.8
N_2	0.0	191.6

Données thermodynamiques pour différents composés à 100 000 Pa et 298.15 K.

8.1 Commençons par le commencement: calcule l'enthalpie standard et l'entropie standard pour la réaction mentionnée dans l'introduction. Exprime tes résultats en kJ mol^{-1} et $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ respectivement, en arrondissant à une décimale. 4.0pt

8.2 A partir de tes résultats en 8.1, calcule l'enthalpie libre de Gibbs en kJ pour la réaction mentionnée dans l'introduction, en supposant que 3 mol de KNO_3 réagissent. La réaction a lieu à une température de 1700 °C et à pression standard. Si tu n'as pu résoudre le problème 8.1, suppose $\Delta_r H^0 = -4300 \text{kJ mol}^{-1}$ et $\Delta_r S^0 = 2000 \text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$. 2.0pt

En se basant là-dessus, nous constatons que cette réaction a un énorme pouvoir explosif. Faisons-en bon usage !

Ton superviseur veut que tu formules une recette pour 10 kilogrammes de poudre à canon qui réagira correctement (sans restes mis à part beaucoup de gaz, du carbonate de potassium et du sulfate de



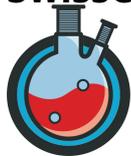
potassium).

- | | | |
|------------|--|-------|
| 8.3 | Calcule les quantités de réactifs que tu as besoin de peser pour produire 10 kg de poudre à canon. Exprime tes résultats en grammes, en arrondissant à une décimale. | 4.0pt |
|------------|--|-------|

Tu as pesé tes produits chimiques et les as précautionneusement transférés dans un récipient antidéflagrant. Maintenant, ton superviseur veut une estimation de combien de force cette réaction génère. Le récipient peut être décrit comme un cylindre renversé d'un volume de 5 L, avec une ouverture circulaire placée en direction du sol. L'ouverture mesure 10 cm de diamètre et la combustion est déclenchée à distance. Ton manuel (américain) indique que la réaction va atteindre une crépitante température de 3300 degrés Fahrenheit, ce que tu convertis en 1815.556 °C. Suppose que seuls les gaz produits durant la réaction contribuent à la force.

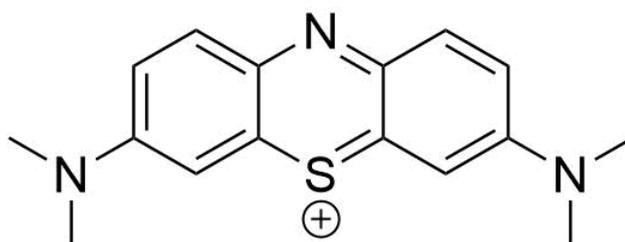
- | | | |
|------------|--|-------|
| 8.4 | Quelle sera la force appliquée sur le sol lorsque la charge s'enflamme, en supposant que les 10 kg de poudre à canon se consomment complètement. | 4.0pt |
|------------|--|-------|

Une force tout à fait impressionnante ! Heureusement, personne n'a été blessé lorsque le récipient a décollé et heurté le plafond. La prochaine fois, il faudra peut-être effectuer le test d'explosion à l'extérieur...



Cinétique de la décoloration du bleu de méthylène (9.0 points)

Le bleu de méthylène est un pigment cationique qui peut être utilisé comme indicateur redox. Il est bleu dans sa forme oxydée (voir la structure ci-dessous). Cette forme de l'indicateur possède son maximum d'absorption λ_{max} à 665 nm.



Bleu de méthylène, forme oxydée.

- | | | |
|------------|---|-------|
| 9.1 | Le bleu de méthylène peut être réduit par l'acide ascorbique. Lors de cette réaction, le bleu de méthylène prend formellement deux électrons et deux protons à l'agent réducteur. Dessine le schéma de réaction de la réduction du bleu de méthylène ; il suffit de dessiner les structures du bleu de méthylène sous ses formes oxydée et réduite. | 2.0pt |
| 9.2 | Lors de la réduction, le bleu de méthylène perd sa couleur bleue caractéristique. Donne une explication pour ce phénomène. | 1.0pt |
| 9.3 | Afin de déterminer le coefficient d'extinction moléculaire, tu prépares une solution de bleu de méthylène $1 \times 10^{-5} \text{ mol L}^{-1}$. Tu ajoutes 1 mL de ta solution dans une cuvette de 1 cm de longueur et détermine une absorbance de 0.7402. Calcule le coefficient d'extinction molaire ϵ_{max} . | 1.0pt |

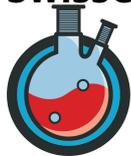


- 9.4** Tu effectues des expériences pour observer la cinétique de décoloration à différentes concentrations de bleu de méthylène et d'acide ascorbique. Tu observes les vitesses de réactions suivantes ν_i (i étant le numéro de l'expérience que tu conduis). Détermine les ordres de réactions par rapport au bleu de méthylène (MB^+) et à l'acide ascorbique (AsA). 3.0pt

Expérience no.	$c(\text{MB}^+) / \text{mol L}^{-1}$	$c(\text{AsA}) / \text{mol L}^{-1}$	$\nu / \text{mol L}^{-1} \text{s}^{-1}$
1	1.8×10^{-5}	0.023	1.12×10^{-6}
2	1.3×10^{-5}	0.023	7.93×10^{-7}
3	8.9×10^{-6}	0.023	5.66×10^{-7}
4	3.5×10^{-6}	0.023	2.14×10^{-7}
5	1.3×10^{-5}	0.011	3.97×10^{-7}
6	1.3×10^{-5}	0.046	1.59×10^{-6}
7	1.3×10^{-5}	0.101	3.46×10^{-6}
8	1.3×10^{-5}	0.399	1.38×10^{-5}

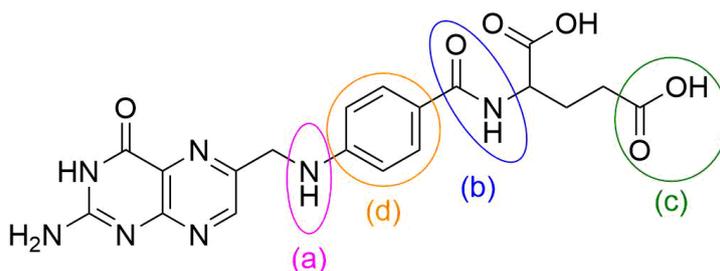
- 9.5** Ecris la loi de vitesse correcte pour la réaction. 1.0pt

- 9.6** Pour l'expérience no. 5, calcule l'absorbance directement au début de la réaction. Si tu n'as pas pu résoudre le problème 9.3, suppose un coefficient d'extinction moléculaire de $70\,000 \text{ L mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$. 1.0pt



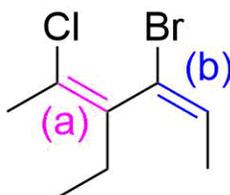
Chimie organique (6.0 points)

- 10.1** Identifie les groupes fonctionnels mis en évidence (a)-(c) dans la molécule ci-dessous. 1.5pt



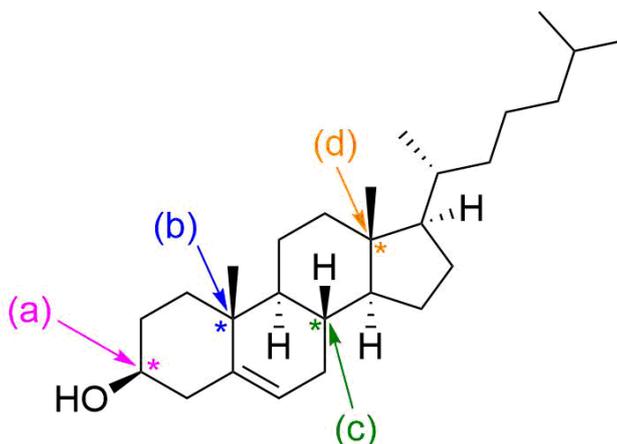
- 10.2** Nomme les positions de substitution du cycle benzène (d) de la structure de l'acide folique (ci-dessus). 0.5pt

- 10.3** Donne le qualificatif correct E/Z pour les doubles liaisons (a) et (b) dans la molécule suivante. 1.0pt

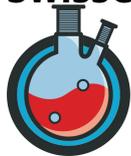




- 10.4** Attribue les qualificatifs corrects R/S aux centres de chiralité du cholestérol 2.0pt
marqués (a) à (d) selon la nomenclature CIP.

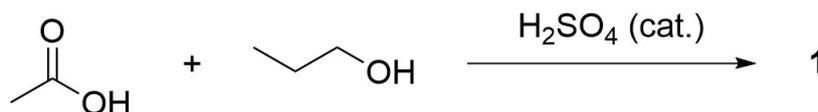


- 10.5** Combien de centres de chiralité le cholestérol possède-t-il au total? Combien de stéréoisomères du cholestérol pourraient potentiellement exister en se basant sur cette information? 1.0pt



Assortiment de réactions organiques (9.0 points)

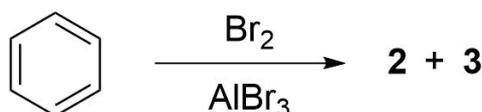
11.1 Dessine le produit 1 de la réaction ci-dessous. 0.5pt



11.2 Indique le nom de la réaction du problème 11.1. 0.5pt

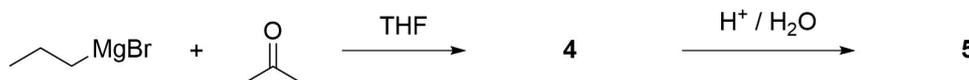
11.3 Identifie le type de réaction dans le problème 11.1. Choisis parmi: réaction de condensation, hydrolyse, substitution nucléophile, élimination, neutralisation. 0.5pt

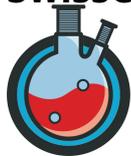
11.4 Dessine les produits 2 et 3 de la réaction ci-dessous. Indice : Les deux produits sont aromatiques. 1.0pt



11.5 Identifie le type de réaction dans le problème 11.4. Choisis parmi: substitution nucléophile, substitution nucléophile aromatique, substitution électrophile, substitution électrophile aromatique. 0.5pt

11.6 Dessine l'intermédiaire 4 et le produit 5 de la réaction de Grignard ci-dessous. 1.0pt





- 11.7 Pour chacune des réactions suivantes, copie le schéma de réactions sur ta 5.0pt
feuille de réponse et complète le(s) produit(s) et réactif(s) manquant(s). De plus,
écris pour chaque réaction s'il s'agit d'un mécanisme de S_N1 , S_N2 , E1 ou E2.

