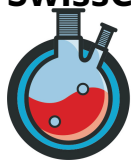


Informations générales

Cet examen contient	45 questions
Durée	40 minutes
Types de questions	Questions à choix multiples
Évaluation	Chaque réponse entièrement correcte vaut un point
Aides et outils	Tous les outils sont autorisés (manuels, calculatrices, tableau périodique, etc.) Cependant, l'examen doit être résolu par les candidats eux-mêmes sans l'aide des autres.
Conditions de participation (selon IChO)	né le 1 juillet 2004 ne pas encore immatriculé dans une université fréquentant une école suisse (actuellement ou antérieurement)
Date de clôture	13 octobre 2023
Envoyez svp les feuilles de réponse complétées à	Wissenschafts-Olympiade Universität Bern Hochschulstrasse 6 3012 Bern

La participation en ligne est recommandée. Pour la version imprimée des examens et les détails concernant la participation sur papier, voir chemistry.olympiad.ch/fr/enseignant-e-s

Bonne chance!



Questions générales

Note que pour chaque question, une ou plusieurs réponses peuvent être correctes. Sauf indication contraire, il faut toujours supposer que les conditions sont normales (concentrations de 1 mol L^{-1} , température de 298.15 K , pression de 101325 Pa) et que les gaz se comportent de manière idéale.

1.1 Quelle quantité de chlorure de calcium faut-il peser pour obtenir 0.9 L d'une solution de CaCl_2 de 1.25 mol L^{-1} ? 1.0pt

- A) 124.85 g
- B) 84.97 g
- C) 79.91 g
- D) 154.14 g
- E) 29.74 g

1.2 Quel atome a le plus petit rayon atomique? 1.0pt

- A) Na
- B) Co
- C) F
- D) Ar
- E) Ne

1.3 Quelle est la liaison la plus polaire? 1.0pt

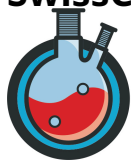
- A) Si—Si
- B) O—H
- C) C—F
- D) Si—F
- E) N—O

1.4 Laquelle des configurations électroniques ci-dessous correspond à l'élément le plus électronégatif? 1.0pt

- A) $[\text{Ne}] 3s^2$
- B) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^5$
- C) $[\text{He}] 2s^2 2p^4$
- D) $[\text{Ar}] 4s^1$
- E) $[\text{Ne}] 3s^2 3p^1$

1.5 Quelle(s) molécule(s) contient/contiennent au moins 5 atomes de carbone? 1.0pt

- A) 1,1-difluoroéthane
- B) 3,3-diéthylpentane
- C) 2-chloro-3-hydroxybutane
- D) 2,3-difluoro-4-nitrocyclopentanone



1.6 Lequel de ces éléments a le point d'ébullition le plus élevé? 1.0pt

- A) Hélium
- B) Tungstène
- C) Uranium
- D) Silicium
- E) Cuivre

1.7 Le pH d'une solution de KOH de 0.1 mol L^{-1} est de 1.0pt

- A) 4
- B) 6.5
- C) 13
- D) 8
- E) 11

1.8 De quel type de réaction s'agit-il ici? $2 \text{Au}^{3+} + 3 \text{Cu} \longrightarrow 2 \text{Au} + 3 \text{Cu}^{2+}$ 1.0pt

- A) oxydoréduction
- B) précipitation
- C) neutralisation
- D) condensation

1.9 Quel(s) composé(s) est/sont isoélectronique(s) par rapport à CO? 1.0pt

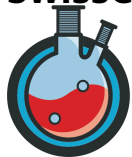
- A) CN^-
- B) NO
- C) NO^+
- D) O_2

1.10 Quelle est la configuration électronique du soufre? 1.0pt

- A) $1s^2 2s^2 3s^2 2p^6 3p^4$
- B) $1s^2 2s^2 3s^2 2p^6 3p^6$
- C) $1s^2 2s^2 2p^4 3s^2 3p^4$
- D) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$

1.11 Considérons la réaction exothermique suivante : $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g})$ 1.0pt
Laquelle des modifications suivantes apportées à la réaction augmentera le rendement du produit?

- A) augmenter la pression
- B) diminuer la température
- C) augmenter la température
- D) éliminer l'ammoniac en continu par distillation



Tampons chimiques

- 2.1 Lequel des mélanges suivants, dissous dans l'eau, donne une solution tampon? 1.0pt
- A) NaOAc + HOAc
 - B) NaCl + HCl
 - C) KCl + KOH
 - D) HF + HCl

- 2.2 Tu prépares 1.0 L d'une solution tampon à partir de 8.203 g d'acétate de sodium anhydre et 3.216 mL d'acide acétique ($\rho = 1.05 \text{ g mL}^{-1}$). Quelle est la valeur de pH obtenue? 1.0pt
- A) 3
 - B) 5
 - C) 6
 - D) 9

- 2.3 Tu ajoutes maintenant 50 mL d'une solution de HCl à 1 mol L^{-1} à une solution tampon contenant 8.203 g d'acétate de sodium anhydre et 3.216 mL d'acide acétique ($\rho = 1.05 \text{ g mL}^{-1}$). Quelle est la nouvelle valeur du pH? 1.0pt
- A) 5.72
 - B) 5.08
 - C) 3.29
 - D) 4.42

- 2.4 Pourquoi les solutions tampons sont-elles utiles en chimie? 1.0pt
- A) Elles maintiennent la valeur du pH plus ou moins constante
 - B) Elles ont de jolies couleurs
 - C) Elles rendent solubles les produits chimiques que tu y ajoutes
 - D) Pour tester la valeur du pH d'une solution inconnue

- 2.5 L'acide phosphorique a trois valeurs pK_a : $pK_{a,1} = 2,1$, $pK_{a,2} = 7,2$, $pK_{a,3} = 12,3$. Si tu veux obtenir un tampon phosphate de pH presque neutre, que dois-tu ajouter à partir d'une solution contenant 1 mol de dihydrogénophosphate de sodium? 1.0pt
- A) 0.5 mol NaOH
 - B) 1.0 mol NaOH
 - C) 1.5 mol NaOH
 - D) 0.5 mol HCl



Acides et bases

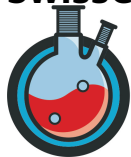
- 3.1** Quel est le pH d'une solution contenant 0.1 mol L^{-1} d'acide acétique ($\text{pK}_a = 4,75$)? 1.0pt
- A) 4,75
 - B) 2,88
 - C) 1,88
 - D) 6,5

- 3.2** Si tu titres un acide faible avec une base forte, quel type de composé est présent dans ton récipient de titrage au point d'équivalence? 1.0pt
- A) acide faible
 - B) acide fort
 - C) base faible
 - D) base forte

- 3.3** 100 mL d'acide acétique 0.1 mol L^{-1} sont titrés avec une solution 0.05 mol L^{-1} de NaOH. Quel volume de solution de NaOH est nécessaire pour obtenir un pH final de 4,75? 1.0pt
- A) 10 mL
 - B) 250 mL
 - C) 500 mL
 - D) 100 mL
 - E) 200 mL

- 3.4** Tu crées une solution tampon en utilisant 100 mL d'acide acétique 0.1 mol L^{-1} et 100 mL de NaOH 0.05 mol L^{-1} . Quelle est la concentration finale d'acétate de sodium dans cette solution? 1.0pt
- A) 0.033 mol L^{-1}
 - B) 0.067 mol L^{-1}
 - C) 0.05 mol L^{-1}
 - D) 0.1 mol L^{-1}

- 3.5** Tu crées une solution tampon en utilisant 100 mL d'acide acétique 0.1 mol L^{-1} et 100 mL de NaOH 0.05 mol L^{-1} . Tu ajoutes maintenant 10 mL de cette solution à 1 L de 0.1 mol L^{-1} KOH. Quelle sera la valeur approximative du pH obtenu? 1.0pt
- A) 7
 - B) 9
 - C) 11
 - D) 13



Chimie des éléments

4.1 Pour transporter l'oxygène dans leur sang, les êtres humains utilisent l'hémoglobine. Quel ion est essentiel au bon fonctionnement de cette protéine? 1.0pt

- A) Fe^+
- B) Fe^{3+}
- C) Fe^{2+}
- D) Co^{3+}

4.2 Laquelle ou lesquelles des substances suivantes donne(nt) une solution acide lorsqu'elle(s) est/sont dissoute/s dans l'eau? 1.0pt

- A) NaHSO_4
- B) CH_3COONa
- C) NH_4Cl
- D) CaO

4.3 Le borane (BH_3) est une molécule instable et quelque peu inhabituelle, car 1.0pt

- A) ses atomes d'hydrogène ne respectent pas la règle de l'octet
- B) son atome de bore ne respecte pas la règle de l'octet
- C) ses atomes d'hydrogène se lient entre eux
- D) il forme des dimères

4.4 Que se passe-t-il lors de l'électrolyse de l'eau dans laquelle est dissous du chlorure de sodium (le pH de la solution est zéro)? 1.0pt

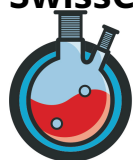
- A) Des bulles d'hydrogène se forment à l'anode
- B) Des bulles d'hydrogène se forment à la cathode
- C) Des bulles de chlore se forment à l'anode
- D) Des bulles d'oxygène se forment à la cathode

4.5 Le RDX, également connu sous le nom d'hexogène, est un explosif extrêmement puissant utilisé par les services militaires du monde entier. Sa formule brute est $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ et il a besoin d'un peu d'oxygène pour réagir complètement. Quelle équation de réaction décrit correctement la décomposition complète du RDX? 1.0pt

- A) $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6 + \text{O}_2 \longrightarrow 3 \text{CO}_2 + 3 \text{N}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$
- B) $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6 + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 6 \text{CO}_2 + 3 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- C) $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6 + 5 \text{O}_2 \longrightarrow 9 \text{CO}_2 + 7 \text{N}_2 + 9 \text{H}_2\text{O}$
- D) $2 \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6 + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{N}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$

4.6 Le soufre élémentaire (1) peut être oxydé en le brûlant dans une atmosphère riche en oxygène pour donner du trioxyde de soufre (2), qui peut ensuite être combiné avec de l'eau pour donner de l'acide sulfurique (3). Quelle est l'attribution correcte des états d'oxydation aux composés (1-3)? 1.0pt

- A) 1 : 0, 2 : +VI, 3 : +VI
- B) 1 : 0, 2 : +III, 3 : +VI
- C) 1 : -II, 2 : 0, 3 : +III
- D) 1 : 0, 2 : +IV, 3 : +V

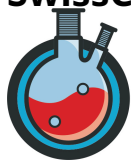


4.7 Combien de grammes de H_2SO_4 pur peut-on obtenir en brûlant d'abord 160 g de soufre élémentaire pour créer du trioxyde de soufre, puis en ajoutant de l'eau pour produire l'acide sulfurique? 1.0pt

- A) 244.74 g
- B) 4894.8 g
- C) 489.48 g
- D) 24.47 g

4.8 Tu construis une pile simple, en utilisant un élément de cuivre plongé dans une solution de CuSO_4 de 1 mol L^{-1} et un élément de zinc plongé dans une solution de ZnSO_4 de 1 mol L^{-1} . Lorsque tu fermes le circuit, à quelle tension ta pile fonctionnera-t-elle? 1.0pt

- A) 0.32 V
- B) 1.10 V
- C) -0.32 V
- D) Aucune tension, la pile ne fonctionne pas



Cinétique

Le monoxyde d'azote (oxyde nitrique) réagit avec l'oxygène selon l'équation suivante : $2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g})$

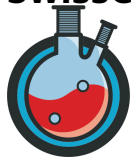
Le tableau ci-dessous montre comment la vitesse de réaction change lorsque la concentration des réactifs est modifiée :

Expérience	$c(\text{NO})$ initiale / mol dm^{-3}	$c(\text{O}_2)$ initiale / mol dm^{-3}	Vitesse de réaction initiale / $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
1	0.100	0.100	7.50×10^{-5}
2	0.100	0.200	15.01×10^{-5}
3	0.200	0.100	30.03×10^{-5}
4	0.300	0.100	60.07×10^{-5}

- 5.1** Quel est l'ordre de réaction par rapport à NO et par rapport à O₂? 1.0pt
- A) 1^{er} ordre pour NO, 1^{er} ordre pour O₂
 B) 1^{er} ordre pour NO, 2^{ème} ordre pour O₂
 C) 2^{ème} ordre pour NO, 1^{er} ordre pour O₂
 D) 2^{ème} ordre pour les deux

- 5.2** Quelle est la loi de vitesse pour la réaction $2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ 1.0pt
- A) $v = k [\text{NO}] [\text{O}_2]$
 B) $v = k [\text{NO}]^3 [\text{O}_2]^2$
 C) $v = k [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]^2$
 D) $v = k [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$

- 5.3** Détermine la valeur correcte de la constante de vitesse k pour la réaction $2 \text{NO} (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NO}_2 (\text{g})$ 1.0pt
- A) $7.5 \times 10^{-3} \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 B) $7.5 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 C) $7.5 \times 10^3 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 D) $7.5 \times 10^6 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$



Solubilité

6.1 Le produit de solubilité du chlorure d'argent est $K_S = 2 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$. Quelle est la quantité maximale de chlorure d'argent qui peut être dissoute dans 1 L d'eau? 1.0pt

- A) $1.53 \times 10^{-3} \text{ g}$
- B) $1.31 \times 10^{-7} \text{ g}$
- C) $2.03 \times 10^{-3} \text{ g}$
- D) $1.31 \times 10^{-4} \text{ g}$

6.2 L'eau de mer contient environ 3,5 % en masse de chlorure de sodium. Combien de mol de NaCl sont contenues dans 5 L d'eau de mer? 1.0pt

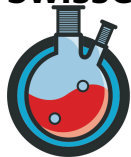
- A) 3 mol
- B) 4.4 mol
- C) 0.23 mol
- D) 2.3 mol

6.3 De quelle(s) variabl(es) dépend la solubilité d'un composé (en g L^{-1})? 1.0pt

- A) la couleur du récipient
- B) la température
- C) la pression
- D) le volume du solvant

6.4 Laquelle/lesquelles des substances suivantes se dissout/dissolvent facilement dans l'eau à température ambiante? 1.0pt

- A) KCl
- B) CH_3COONa
- C) HCl
- D) $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$



Thermodynamique

Tableau des enthalpies de formation standard à 25 °C et 101 325 Pa

Composé	$\Delta H_f^0 / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-393
$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	-242
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-286
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s})$	-1274

7.1 Quelle est l'enthalpie standard de réaction pour la combustion du glucose, 1.0pt
calculée à partir des enthalpies standard de formation ?

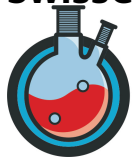
- A) $-2536 \text{ kJ mol}^{-1}$
- B) -595 kJ mol^{-1}
- C) 595 kJ mol^{-1}
- D) $-2800 \text{ kJ mol}^{-1}$

7.2 Quelle est la thermicité de la réaction suivante : $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s}) + 6 \text{O}_2 (\text{g}) \longrightarrow$ 1.0pt
 $6 \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + 6 \text{CO}_2 (\text{g})$

- A) endothermique
- B) exothermique
- C) ni exo- ni endothermique
- D) ne peut pas dire

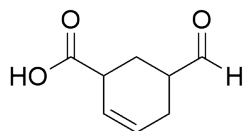
7.3 Nous brûlons un excès de glucose avec 2.00 L d'oxygène pur dans des conditions 1.0pt
standard. 70 % de l'enthalpie de la réaction est transférée dans 1000 g
d'eau (la capacité thermique de l'eau est $4.184 \text{ J g}^{-1} \text{ K}^{-1}$). En supposant que la
température initiale de l'eau est de 20 °C, quelle est la température finale de
l'eau ?

- A) 13.49 °C
- B) 26.51 °C
- C) 33.02 °C
- D) 265.12 °C



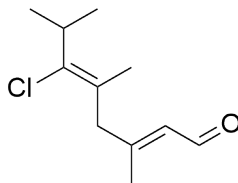
Chimie organique

8.1 Quel est le groupe fonctionnel le plus prioritaire dans la molécule suivante? 1.0pt



- A) alcool
- B) cétone
- C) aldéhyde
- D) acide carboxylique

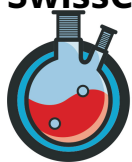
8.2 Quelle est la stéréochimie correcte de la molécule suivante? 1.0pt



- A) (3Z,6E)
- B) (3E,6E)
- C) (2E,5E)
- D) (1E,4E)
- E) (2E,5Z)

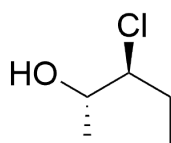
8.3 Parmi les affirmations suivantes concernant la délocalisation et les structures de résonance, laquelle/lesquelles est/sont correcte(s)? 1.0pt

- A) Les composés comportant un noyau benzénique ont toujours au moins deux structure de résonance
- B) Les structures de résonance dont les charges voisines sont du même signe sont favorisées
- C) Les structures de résonance indiquent les composés qui peuvent être isolés
- D) La délocalisation concerne la manière dont les électrons sont répartis dans une structure



8.4 Quelle est la stéréochimie correcte de la molécule suivante?

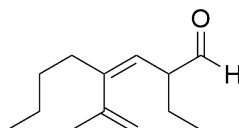
1.0pt



- A) (2*S*,3*S*)
- B) (2*S*,3*R*)
- C) (2*R*,3*S*)
- D) (2*R*,3*R*)

8.5 Quel est le nom correct du composé suivant?

1.0pt



- A) (Z)-2-éthyl-4-butylhex-3,5-diéнал
- B) (Z)-2-éthyl-4-(propen-2-yl)oct-3-enal
- C) (Z)-3-butyl-2-méthylhept-1,3-diène-5-carbaldéhyde
- D) (Z)-4-butyl-2-éthylhex-3,5-diéнал
- E) (Z)-3-formyl-5-(propen-2-yl)non-4-ene

8.6 Quel est le produit principal de la réaction suivante?

1.0pt

