

**CHEMISTRY.
OLYMPIAD.CH**
CHEMIE-OLYMPIADE
OLYMPIADES DE CHIMIE
OLIMPIADI DELLA CHIMICA

17^{èmes} Olympiades Suisses et Liechtensteinoises de Chimie

Premier tour

- QCM : 47 questions
- Durée : 40 minutes
- Questions : - Questions à choix multiples (MC)
- Questions à multiples vraies et fausses (MTF)
- Consignes : Chaque réponse toute correcte rapporte un point.
- Moyens autorisés : Tous les moyens auxiliaires sont autorisés (livres de chimie, calculatrice, tableau périodique, etc.). Le test doit toutefois être résolu individuellement et sans aide extérieure.
- Participation conditions (selon IChO) : - être né(e) après le 1^{er} juillet 2003
- Ne pas être immatriculé(e) à l'université
- Avoir suivi une école suisse
- Date limite : le 14 octobre 2021
- Adresse d'envoi : Wissenschafts-Olympiade
Universität Bern
Hochschulstrasse 6
3012 Bern

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

Bonne chance !

Questions générales

Question 1 (MC):

Quelle masse de CuSO_4 est nécessaire pour produire 0,6 L d'une solution de $0,25 \text{ mol L}^{-1}$ de CuSO_4 ?

- A 9,91 g
- B 23,94 g
- C 47,88 g
- D 95,77 g

Question 2 (MC):

Quel élément a le plus grand rayon atomique ?

- A Li
- B Be
- C N
- D O

Question 3 (MC):

Quelle liaison est la plus polaire ?

- A N-H
- B O-H
- C C-O
- D C-H

Question 4 (MC):

Quelle est la configuration électronique de l'état fondamental correspondant à l'élément le plus électropositif ?

- A $(3s)^1$
- B $(3s)^2(3p)^3$
- C $(3s)^2$
- D $(3s)^2(3p)^5$

Question 5 (MC):

Quelle molécule ne contient pas 6 atomes de carbone ?

- A 1,2-dichloro-3-méthylpentane
- B Acide 2,2-diméthylpropanoïque
- C 4-méthylpent-1-ène
- D 1,2-diméthylcyclobutane

Question 6 (MC):

Laquelle de ces molécules contient un atome autre que H pour lequel la règle de l'octet n'est pas satisfaite ?

- A H_2CO_3
- B BF_3
- C NH_3
- D CBr_4

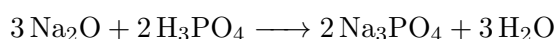
Question 7 (MC):

La valeur du pH d'une solution de $10^{-9} \text{ mol L}^{-1}$ de HCl est :

- A en dessous de 5
- B entre 6 et 7
- C environ 9
- D au-dessus de 10

Question 8 (MC):

Quel est le type de réaction suivant ?



- A réaction d'oxydoréduction
- B neutralisation
- C précipitation
- D condensation

Métathèse

En mélangeant des parties égales d'une solution de $1,0 \text{ mol L}^{-1}$ de Na_3PO_4 et une solution de $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ de $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, il se forme un produit insoluble qui est filtré.

Question 9 (MTF):

Le produit insoluble contient :

- A PO_4^{3-}
- B Na^+
- C SO_4^{2-}
- D Fe^{3+}

Question 10 (MC):

Le produit insoluble est :

- A incolore à jaune pâle
- B de couleur brun rougeâtre
- C vert
- D une couleur différente

Question 11 (MTF):

Le liquide restant contient :

- A Fe^{3+}
- B PO_4^{3-}
- C SO_4^{2-}
- D Na^+

Question 12 (MC):

L'évaporation du liquide restant donne :

- A un solide neutre
- B une substance acide
- C un oxyde
- D une substance différente

Titrage

100 mL d'acide formique $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ sont titrés avec $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH. Pour l'acide formique, $pK_a = 3,75$.

Question 13 (MC):

L'acide formique a pour formule somme :

- A HCOOH
- B $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$
- C HF
- D aucune de ces réponses

Question 14 (MC):

L'acide formique est :

- A un acide fort
- B une base forte
- C un acide faible
- D aucune de ces réponses

Question 15 (MC):

Une solution d'acide formique de $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ a un pH de :

- A 2,00
- B 2,87
- C 3,75
- D aucune de ces réponses

Question 16 (MC):

Quelle est l'équation de cet titrage ?

- A $\text{HCOOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{HCOONa} + \text{H}_2\text{O}$
- B $\text{HCOOH} + 2\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}_2\text{COO} + 2\text{H}_2\text{O}$
- C $2\text{HCOOH} + \text{NaOH} \longrightarrow \text{NaH}(\text{HCOO})_2 + \text{H}_2\text{O}$
- D Aucune de ces réponses n'est correcte

Question 17 (MC):

Quel volume de $0,02 \text{ mol L}^{-1}$ de NaOH est nécessaire dans le titrage pour obtenir un pH final de 3,75 ?

- A 0 mL
- B 50 mL
- C 100 mL
- D 25 mL

Question 18 (MC):

Quelle est la concentration du produit final dans la solution lorsque l'acide est entièrement neutralisé (aucun excès de base) ?

- A $0,01 \text{ mol L}^{-1}$
- B $0,02 \text{ mol L}^{-1}$
- C $0,0067 \text{ mol L}^{-1}$
- D aucune de ces réponses

Question 19 (MC):

Quel est le pH de la solution lorsque l'acide est entièrement neutralisé (aucun excès de base) ?

- A 7,00
- B 7,50
- C 7,83
- D aucune de ces réponses

Question 20 (MC):

Quel est le pH obtenu dans le titrage si on ajoute 1,00 L de 0,01 mol L⁻¹ de NaOH à la solution initiale d'acide formique ?

- A environ 7
- B environ 12
- C environ 14
- D aucune de ces réponses

Chimie des Eléments

Question 21 (MTF):

NO₂ est une molécule inhabituelle, car :

- A son atome d'azote ne respecte pas la règle de l'octet
- B elle est décomposée par l'eau
- C son atome d'oxygène ne respecte pas la règle de l'octet
- D elle possède un électron non apparié

Question 22 (MTF):

Laquelle/Lesquelles des substances suivantes constitue(nt) une solution basique dans l'eau ?

- A NH₄Cl
- B CaO
- C AlCl₃
- D CH₃COONa

Question 23 (MTF):

Parmi les substances suivantes, lesquelles peuvent réagir entre elles en solution aqueuse ?

- A H₂ + Cl₂
- B H₂ + Cu²⁺
- C Ag + Cu²⁺
- D Zn + Cu²⁺

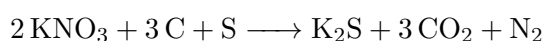
Question 24 (MTF):

Pendant l'électrolyse de CuCl₂ en solution aqueuse, lequel/lesquelles des phénomènes suivants se produit/produisent ?

- A Des bulles d'hydrogène peuvent se former à l'anode
- B Le métal est oxydé à la cathode
- C Des bulles d'oxygène peuvent se former à l'anode
- D Des bulles de chlore peuvent se former à l'anode

Question 25 (MC):

La poudre noire est un mélange de nitrate de potassium (KNO₃), charbon de bois (C) et de soufre (S). Sa décomposition se produit selon l'équation de réaction suivante :

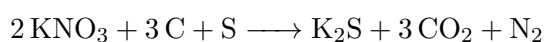


Quel atome subit le plus grand changement d'état d'oxydation ?

- A Le soufre
- B Le potassium
- C Le carbone
- D L'azote

Question 26 (MC):

La poudre noire est un mélange de nitrate de potassium (KNO₃), charbon de bois (C) et de soufre (S). Sa décomposition se produit selon l'équation de réaction suivante :



Quelle proportion de la masse initiale est perdue sous forme de gaz après la réaction ?

- A 60%
- B 85%
- C 50%
- D 100%

Question 27 (MC):

La pyrite est un minéral dont la formule sommaire est FeS_2 , qui brûle dans l'air pour donner de l'oxyde de fer(III) et du dioxyde de soufre. Quel est le coefficient stœchiométrique de O_2 lorsque l'équation de la réaction est équilibrée ?

- A 5
- B 8
- C 11
- D aucune de ces réponses

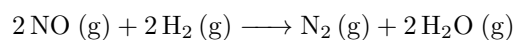
Question 28 (MC):

La pyrite est un minéral dont la formule sommaire est FeS_2 , qui brûle dans l'air pour donner de l'oxyde de fer(III) et du dioxyde de soufre. Combien de moles d'oxygène sont nécessaires à la combustion complète de 1,2 kg de pyrite ?

- A 11 mol
- B 27,5 mol
- C 44 mol
- D aucune de ces réponses

Cinétique chimique

L'oxyde d'azote(II) (monoxyde d'azote) réagit avec l'hydrogène selon l'équation de réaction suivante :



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

Expérience	[NO] initiale / mol dm ⁻³	[H ₂] initiale / mol dm ⁻³	Vitesse initiale de la réaction / mol _{N₂} dm ⁻³ s ⁻¹
1	0,100	0,100	2,53*10 ⁻⁶
2	0,100	0,200	5,05*10 ⁻⁶
3	0,200	0,100	10,10*10 ⁻⁶
4	0,300	0,100	22,80*10 ⁻⁶

Question 29 (MC):

Quel est l'ordre de réaction par rapport au NO et par rapport au H₂ ?

- A 1^{er} ordre pour NO, 2^{ème} pour H₂
- B 1^{er} ordre pour les deux
- C 2^{ème} ordre pour NO, 1^{er} ordre pour H₂
- D 2^{ème} ordre pour les deux

Question 30 (MC):

Quelle est la loi de vitesse pour cette réaction ?

- A $v = k[\text{N}_2][\text{H}_2\text{O}]$
- B $v = k[\text{N}_2]^2[\text{H}_2]$
- C $v = k[\text{NO}]^2[\text{H}_2]$
- D $v = k[\text{NO}][\text{H}_2\text{O}]$

Question 31 (MC):

Quelle est la valeur de la constante de vitesse ?

- A 0,0506 dm⁶ mol⁻² s⁻¹
- B 2,53 dm⁶ mol⁻² s⁻¹
- C 0,0253 dm⁶ mol⁻² s⁻¹
- D 0,000253 dm⁶ mol⁻² s⁻¹

Solubilité

La lithiase urinaire (ou rénale) est une affection caractérisée par la formation de petites accrétions cristallines appelées « calculs rénaux ». Ces « calculs » sont principalement constitués de cristaux d'oxalate de calcium (CaC₂O₄). Sachant que la valeur K_S de ce sel est $2,3 \cdot 10^{-9}$:

Question 32 (MC):

Quelle est l'expression correcte du produit ionique de l'espèce en solution ?

- A $Q_S = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{CaC}_2\text{O}_4][\text{H}_2\text{O}]}$
- B $Q_S = [\text{CaC}_2\text{O}_4]$
- C $Q_S = [\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]$
- D $Q_S = \frac{[\text{Ca}^{2+}][\text{C}_2\text{O}_4^{2-}]}{[\text{CaC}_2\text{O}_4]}$

Question 33 (MC):

Quel est le volume minimum de solution aqueuse nécessaire pour solubiliser un calcul rénal d'oxalate de calcium pur pesant 768 mg ?

- A 125 L
- B 1250 L
- C 1,25 L
- D 250 L

Question 34 (MC):

Dans l'échantillon d'urine d'un patient, on trouve de l'oxalate (C₂O₄²⁻) à une concentration de $2,5 \cdot 10^{-6}$ mol L⁻¹ et du calcium (Ca²⁺) à une concentration de $5,0 \cdot 10^{-4}$ mol L⁻¹. Y a-t-il un risque de précipitation d'un calcul rénal chez ce patient ?

- A $Q_S > K_S$, donc non
- B $Q_S < K_S$, donc oui
- C $Q_S > K_S$, donc oui
- D $Q_S < K_S$, donc non

Thermodynamique

Les enthalpies de formation standard du D-glucose, du CO₂ et du H₂O sont respectivement de -1271 kJ mol⁻¹, -393,6 kJ mol⁻¹ et -285,8 kJ mol⁻¹.

Question 35 (MC):

Quelle équation de réaction décrit correctement la combustion du D-glucose ?

- A $2 \text{C}_{11}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_2 + 23 \text{O}_2 \longrightarrow 8 \text{H}_2\text{O} + 20 \text{CO}_2 + 2 \text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$
- B $6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2$
- C $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{O}_2 \longrightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
- D $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3 + 3 \text{O}_2 \longrightarrow 3 \text{CO}_2 + 3 \text{H}_2\text{O}$

Question 36 (MC):

Quelle est l'enthalpie standard de réaction pour la combustion du D-glucose ?

- A -5081,6 kJ mol⁻¹
- B -2540,8 kJ mol⁻¹
- C -2805,4 kJ mol⁻¹
- D +2540,8 kJ mol⁻¹

Question 37 (MC):

Comment cette réaction est-elle classée thermodynamiquement ?

- A exothermique
- B endothermique
- C ni exo- ni endothermique
- D on ne peut pas le dire d'après les données

Question 38 (MC):

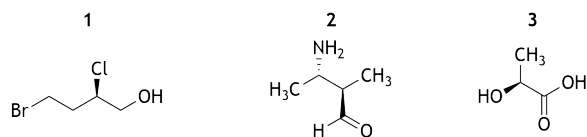
À quelle température peut-on amener 500 g d'eau, à partir de 25°C, en brûlant un excès de D-glucose avec 2,00 L d'oxygène pur dans des conditions normales, sachant que 70% de l'enthalpie de la réaction est libérée sous forme de chaleur ?

- A 12,6°C
- B 37,6°C
- C 50°C
- D 298 K

Chimie organique

Question 39 (MC):



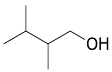
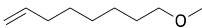
Quelle est la configuration absolue correcte des carbones asymétriques dans les molécules suivantes ?



- A 1: *R*, 2: *R* pour C-NH₂ et *R* pour C-CH₃, 3: *R*
- B 1: *R*, 2: *S* pour C-NH₂ et *R* pour C-CH₃, 3: *S*
- C 1: *S*, 2: *S* pour C-NH₂ et *R* pour C-CH₃, 3: *R*
- D 1: *S*, 2: *S* pour C-NH₂ et *S* pour C-CH₃, 3: *S*

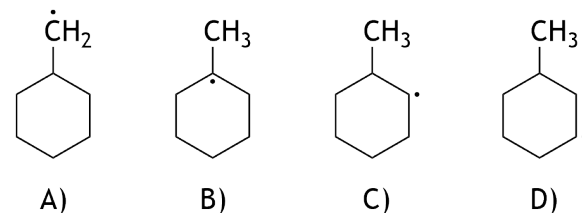
Question 40 (MTF):

Laquelle des paires de structures suivantes décrit la même molécule ?

- A) $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{Cl}$ 
- B) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CO}-\text{CH}_3$ 
- C) $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{OH}$ 
- D) $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_3$ 

Question 41 (MC):

Laquelle des structures suivantes présente le radical le plus stable ?



Question 42 (MC):

Par rapport à son alcane parent, un radical alkyle contient :

- A un atome de carbone en moins
- B un atome d'hydrogène en moins
- C un atome de carbone supplémentaire
- D un atome d'hydrogène supplémentaire

Question 43 (MC):

Lors de la dénomination des *n*-alcane, le nom de la tige indique le nombre :

- A d'atomes d'hydrogène
- B d'atomes de carbones
- C d'atomes d'oxygène
- D de liaisons

Question 44 (MC):

Les alcools sont caractérisés par la fixation :

- A d'un atome d'hydrogène à la chaîne hydrocarbonée
- B d'un groupe HX à la chaîne hydrocarbonée
- C d'un atome d'oxygène à la chaîne hydrocarbonée
- D d'un groupe OH à la chaîne hydrocarbonée

Question 45 (MC):

Laquelle des formules suivantes est la formule générale des amines ?

- A R_2-CH
- B $R-COOH$
- C $R-CH_2$
- D $R-NH_2$

Question 46 (MC):

Un alcane dont la formule sommaire est C_7H_{16} est appelé :

- A butane
- B pentane
- C hexane
- D heptane

Question 47 (MC):

Les éthers sont formés par la fixation de :

- A deux groupes alkyles au même atome d'oxygène
- B deux groupes alkyles sur des atomes d'oxygène différents
- C trois groupes alkyles au même atome d'oxygène
- D quatre groupes alkyles au même atome d'oxygène