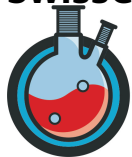


Allgemeine Informationen

Diese Prüfung enthält	45 Fragen
Dauer	40 Minuten
Aufgabentyp	Multiple Choice (MC)
Bewertung	Jede vollständig richtige Antwort ist einen Punkt wert.
Hilfsmittel	Alle Hilfsmittel sind erlaubt (Bücher, Taschenrechner, PSE, usw.). Die Prüfung muss jedoch selbständig gelöst werden, ohne die Hilfe von anderen.
Teilnahmebedingungen (gemäss IChO)	am oder nach dem 1. Juli 2004 geboren noch nicht an einer Universität immatrikuliert besucht eine schweizer Schule (jetzt oder früher)
Abgabetermin	13. Oktober 2023
Sende die ausgefüllten Antwortbögen an	Wissenschafts-Olympiade Universität Bern Hochschulstrasse 6 3012 Bern

Die Online-Teilnahme wird empfohlen. Für die Druckversion der Prüfung und Details zur Teilnahme auf Papier, siehe chemistry.olympiad.ch/de/lehrpersonen

Viel Erfolg!



Allgemeine Fragen

Beachten Sie, dass bei jeder Frage eine oder mehrere Antworten richtig sein können. Wenn nicht anders angegeben, gehen Sie immer von Standardbedingungen aus (Konzentrationen von 1 mol L^{-1} , Temperatur von 298.15 K , Druck von 101325 Pa) und davon, dass sich Gase ideal verhalten.

1.1 Wie viel Calciumchlorid muss für 0.9 L einer 1.25 mol L^{-1} -Lösung von CaCl_2 eingewogen werden? 1.0pt

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

1.2 Welches der folgenden Atome hat den kleinsten Atomradius? 1.0pt

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

1.3 Welche der folgenden Bindungen ist am polarsten? 1.0pt

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

1.4 Welche der unten aufgeführten Elektronenkonfigurationen entspricht dem elektronegativsten Element? 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 Welche(s) Molekül(e) enthält (enthalten) mindestens 5 Kohlenstoffatome? 1.0pt

- A) 1,1-Difluoroethan
- B) 3,3-Diethylpentan
- C) 2-Chloro-3-hydroxybutan
- D) 2,3-Difluoro-4-nitrocyclopentanon



- 1.6** Welches der folgenden Elemente hat den höchsten Siedepunkt? 1.0pt
- A) Helium
 - B) Wolfram
 - C) Uran
 - D) Silizium
 - E) Kupfer

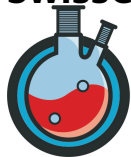
- 1.7** Der pH-Wert einer 0.1 mol L^{-1} -Lösung von KOH ist 1.0pt
- A) 4
 - B) 6.5
 - C) 13
 - D) 8
 - E) 11

- 1.8** Um welche Art von Reaktion handelt es sich: $2 \text{Au}^{3+} + 3 \text{Cu} \longrightarrow 2 \text{Au} + 3 \text{Cu}^{2+}$? 1.0pt
- A) Redox
 - B) Fällung
 - C) Neutralisierung
 - D) Kondensation

- 1.9** Welche der folgenden Verbindung(en) ist/sind isoelektronisch zu CO? 1.0pt
- A) CN^-
 - B) NO
 - C) NO^+
 - D) O_2

- 1.10** Welche Elektronenkonfiguration hat Schwefel? 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** Betrachte die folgende exotherme Reaktion: $\text{N}_2 (\text{g}) + 3 \text{H}_2 (\text{g}) \longrightarrow 2 \text{NH}_3 (\text{g})$. 1.0pt
Durch welche der folgenden Änderungen an der Reaktion wird die Ausbeute des Produkts erhöht?
- A) Erhöhen des Drucks
 - B) Senken der Temperatur
 - C) Erhöhen der Temperatur
 - D) kontinuierliche Entfernung des Ammoniaks durch Destillation



Chemische Puffer

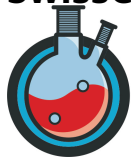
- 2.1** Welches der folgenden Gemische ergibt, in Wasser gelöst, eine Pufferlösung? 1.0pt
- A) NaOAc + HOAc
 - B) NaCl + HCl
 - C) KCl + KOH
 - D) HF + HCl

- 2.2** Du stellst 1.0 L einer Pufferlösung aus 8.203 g wasserfreiem Natriumacetat und 3.216 mL Essigsäure ($\rho = 1.05 \text{ g mL}^{-1}$) her. Wie hoch ist der resultierende pH-Wert? 1.0pt
- A) 3
 - B) 5
 - C) 6
 - D) 9

- 2.3** Nun gibst Du 50 mL von 1 mol L^{-1} HCl Lösung zu 1 L einer Pufferlösung, bestehend aus 8.203 g wasserfreiem Natriumacetat und 3.216 mL Essigsäure ($\rho = 1.05 \text{ g mL}^{-1}$). Wie hoch ist der neue pH-Wert? 1.0pt
- A) 5.72
 - B) 5.08
 - C) 3.29
 - D) 4.42

- 2.4** Warum sind Pufferlösungen in der Chemie nützlich? 1.0pt
- A) Sie halten den pH-Wert mehr oder weniger konstant
 - B) Sie haben schöne Farben
 - C) Sie machen jede Chemikalie, die man ihnen hinzufügt, löslich
 - D) Sie dienen, um den pH-Wert einer unbekannten Lösung zu testen

- 2.5** Phosphorsäure hat drei pK_s -Werte: $\text{pK}_{s,1} = 2,1$, $\text{pK}_{s,2} = 7,2$, $\text{pK}_{s,3} = 12,3$. Was muss man ausgehend von einer Lösung mit 1 mol Natriumdihydrogenphosphat hinzufügen, um einen Phosphatpuffer mit annähernd neutralem pH-Wert zu erreichen? 1.0pt
- A) 0.5 mol NaOH
 - B) 1.0 mol NaOH
 - C) 1.5 mol NaOH
 - D) 0.5 mol HCl



Säuren und Basen

3.1 Wie gross ist der pH-Wert einer Lösung, die 0.1 mol L^{-1} Essigsäure ($\text{pK}_s = 4.75$) enthält? 1.0pt

- A) 4.75
- B) 2.88
- C) 1.88
- D) 6.5

3.2 Wenn Du eine schwache Säure mit einer starken Base titrierst, welche Art von Verbindung befindet sich am Äquivalenzpunkt in Deinem Titrationsgefäss? 1.0pt

- A) schwache Säure
- B) starke Säure
- C) schwache Base
- D) starke Base

3.3 100 mL von 0.1 mol L^{-1} Essigsäure werden mit einer 0.05 mol L^{-1} NaOH-Lösung titriert. Welches Volumen der NaOH-Lösung wird benötigt, um einen End-pH-Wert von 4,75 zu erhalten? 1.0pt

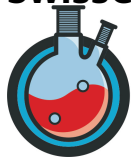
- A) 10 mL
- B) 250 mL
- C) 500 mL
- D) 100 mL
- E) 200 mL

3.4 Du stellst eine Pufferlösung her aus 100 mL 0.1 mol L^{-1} Essigsäure und 100 mL 0.05 mol L^{-1} NaOH. Wie hoch ist die Endkonzentration von Natriumacetat in dieser Lösung? 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 Du stellst eine Pufferlösung her aus 100 mL 0.1 mol L^{-1} Essigsäure und 100 mL 0.05 mol L^{-1} NaOH. Nun fügst du 10 mL dieser Lösung zu 1 L 0.1 mol L^{-1} KOH-Lösung hinzu. Wie lautet der ungefähre pH-Wert, der sich daraus ergibt? 1.0pt

- A) 7
- B) 9
- C) 11
- D) 13



Chemie der Elemente

4.1 Um Sauerstoff in seinem Blutkreislauf zu transportieren, verwendet der Mensch Hämoglobin. Welches Ion ist für die korrekte Funktion dieses Proteins entscheidend? 1.0pt

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

4.2 Welche der folgenden Stoffe ergeben eine saure Lösung, wenn sie in Wasser gelöst werden? 1.0pt

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

4.3 Boran (BH_3) ist ein instabiles und etwas ungewöhnliches Molekül, weil 1.0pt

- A) seine Wasserstoffatome die Oktettregel nicht einhalten
- B) sein Boratom die Oktettregel nicht einhält
- C) die Wasserstoffatome miteinander verbunden sind
- D) es Dimere bildet

4.4 Was geschieht bei der Elektrolyse von Wasser, in dem Natriumchlorid gelöst ist (der pH-Wert der Lösung ist null)? 1.0pt

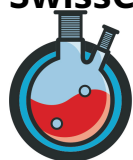
- A) An der Anode bilden sich Wasserstoffbläschen
- B) Wasserstoffbläschen bilden sich an der Kathode
- C) Chlorbläschen bilden sich an der Anode
- D) Sauerstoffbläschen bilden sich an der Kathode

4.5 RDX, auch als Hexogen bekannt, ist ein extrem starker Sprengstoff, der von Armeen auf der ganzen Welt verwendet wird. Es hat die Summenformel $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6\text{O}_6$ und benötigt etwas Sauerstoff, um vollständig zu reagieren. Welche Reaktionsgleichung beschreibt die vollständige Zersetzung von RDX richtig? 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 Elementarer Schwefel (1) kann durch Verbrennen in einer sauerstoffreichen Atmosphäre zu Schwefeltrioxid (2) oxidiert werden, das dann mit Wasser zu Schwefelsäure (3) reagieren kann. Welche Zuordnung der Oxidationsstufen zu den Verbindungen (1-3) ist richtig? 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 Wie viele Gramm reines H_2SO_4 kann hergestellt werden, wenn man 160 g elementarem Schwefel zu Schwefeltrioxid verbrennt und dann Wasser hinzugibt, um Schwefelsäure herzustellen? 1.0pt

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

4.8 Du baust eine einfache Batterie mit einem Kupferstück, das in eine 1.0 mol L^{-1} CuSO_4 -Lösung getaucht ist, und einem Zinkelement, das in eine 1.0 mol L^{-1} ZnSO_4 -Lösung getaucht ist. Wenn Du den Stromkreis schliesst, welche Spannung erzeugt Deine Batterie? 1.0pt

- A) 0.32 V
- B) 1.10 V
- C) -0.32 V
- D) Keine Spannung; die Batterie funktioniert nicht



Kinetik

Stickoxid (Stickstoffmonoxid) reagiert mit Sauerstoff nach der folgenden Reaktionsgleichung: $2 \text{NO (g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \longrightarrow 2 \text{NO}_2 \text{(g)}$

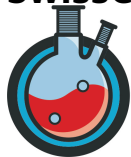
Die folgende Tabelle zeigt, wie sich die Reaktionsgeschwindigkeit ändert, wenn die Konzentration der Reaktanten verändert wird:

Experiment Nr.	Anfangs-c(NO) / mol dm^{-3}	Anfangs-c(O ₂) / mol dm^{-3}	Anfangsreaktionsrate / $\text{mol dm}^{-3} \text{s}^{-1}$
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** Wie ist die Reaktionsordnung bezüglich NO und bezüglich O₂? 1.0pt
- A) 1. Ordnung bezüglich NO, 1. Ordnung bezüglich O₂
 B) 1. Ordnung bezüglich NO, 2. Ordnung bezüglich O₂
 C) 2. Ordnung bezüglich NO, 1. Ordnung bezüglich O₂
 D) 2. Ordnung bezüglich NO, 2. Ordnung bezüglich O₂

- 5.2** Wie lautet das Geschwindigkeitsgesetz für die Reaktion $2 \text{NO (g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \longrightarrow 2 \text{NO}_2 \text{(g)}$? 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** Bestimme den richtigen Wert für die Geschwindigkeitskonstante k für die Reaktion $2 \text{NO (g)} + \text{O}_2 \text{(g)} \longrightarrow 2 \text{NO}_2 \text{(g)}$ 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) $7.5 \times 10^6 \text{ dm}^6 \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$



Löslichkeit

6.1 Das Löslichkeitsprodukt von Silberchlorid ist $K_S = 2 \times 10^{-10} \text{ mol}^2 \text{ L}^{-2}$. Wie groß ist die maximale Menge an Silberchlorid, die in 1 L Wasser gelöst werden kann? 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 Meerwasser enthält etwa 3,5 Massen-% Natriumchlorid. Wie viele mol NaCl sind in 5 L Meerwasser enthalten? 1.0pt

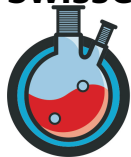
- A) 3 mol
- B) 4.4 mol
- C) 0.23 mol
- D) 2.3 mol

6.3 Von welchen Variablen hängt die Löslichkeit einer Verbindung (in g L^{-1}) ab? 1.0pt

- A) Farbe des Gefässes
- B) Temperatur
- C) Druck
- D) Volumen des Lösungsmittel

6.4 Welche der folgenden Substanzen löst sich leicht in Wasser mit Raumtemperatur? 1.0pt

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

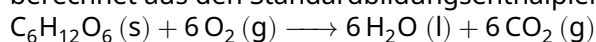


Thermodynamik

Tabelle der Standardbildungsenthalpien bei 25 °C und 101 325 Pa

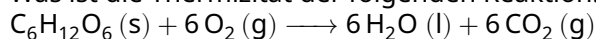
Verbindung	$\Delta H_f^0 / \text{kJ mol}^{-1}$
$\text{CO}_2 (\text{g})$	-393
$\text{H}_2\text{O} (\text{g})$	-242
$\text{H}_2\text{O} (\text{l})$	-286
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{s})$	-1274

- 7.1** Wie hoch ist die Standard-Reaktionsenthalpie für die Verbrennung von Glukose, 1.0pt
berechnet aus den Standardbildungsenthalpien?



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

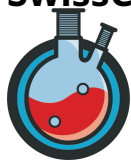
- 7.2** Was ist die Thermizität der folgenden Reaktion: 1.0pt



- A) endotherm
- B) exotherm
- C) weder exo- noch endotherm
- D) lässt sich nicht beantworten

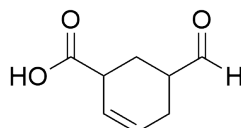
- 7.3** Wir verbrennen einen Überschuss an Glucose mit 2.00 L reinem Sauerstoff 1.0pt
unter Standardbedingungen. 70% der Reaktionsenthalpie wird in 1000 g
Wasser übertragen (die Wärmekapazität von Wasser ist $4.184 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$).
Angenommen, die Anfangstemperatur des Wassers beträgt 20 °C, wie hoch ist
die Endtemperatur des Wassers?

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



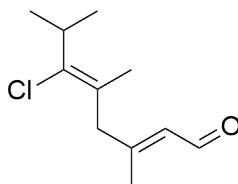
Organische Chemie

- 8.1 Welche funktionelle Gruppe hat im folgenden Molekül die höchste Priorität? 1.0pt



- A) Alkohol
- B) Keton
- C) Aldehyd
- D) Carbonsäure

- 8.2 Was ist die korrekte Stereochemie des folgenden Moleküls? 1.0pt



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

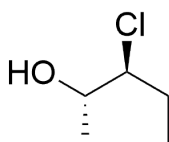
- 8.3 Welche der folgenden Aussagen über Delokalisierung und Resonanzstrukturen (mesomere Grenzstrukturen) ist/sind richtig? 1.0pt

- A) Verbindungen mit einem Benzolring haben immer mindestens zwei Resonanzstrukturen
- B) Resonanzstrukturen mit benachbarten Ladungen desselben Vorzeichens werden bevorzugt
- C) Resonanzstrukturen zeigen Verbindungen, die isoliert werden können
- D) Die Delokalisierung sagt aus, wie die Elektronen in einer Struktur verteilt sind.



8.4 Welches ist die korrekte Stereochemie des folgenden Moleküls?

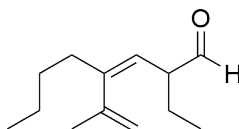
1.0pt



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

8.5 Wie lautet der korrekte Name der folgenden Verbindung?

1.0pt



- A) (Z)-2-Ethyl-4-butylhex-3,5-dienal
- B) (Z)-2-Ethyl-4-(propen-2-yl)oct-3-enal
- C) (Z)-3-Butyl-2-methylhept-1,3-diene-5-carbaldehyd
- D) (Z)-4-Butyl-2-ethylhex-3,5-dienal
- E) (Z)-3-Formyl-5-(propen-2-yl)non-4-en

8.6 Was ist das Hauptprodukt der folgenden Reaktion?

1.0pt



- A

B

C

D