

„Chemie – die stimmt!“
Schnupper-Chemieolympiade des Landes Hessen
Aufgaben für die Stufe 9: 2020/2021



1. Aufgabe „PSE – Periodensystem der Elemente“

2019 begingen die Chemiker ein besonderes Ereignis. Um ihm auf die Spur zu kommen, nutze das PSE der IUPAC (<https://iupac.org/what-we-do/periodic-table-of-elements>) und die folgende Beschreibungen.

Vom **Startelement** – die Anzahl der Außenelektronen stimmt mit der Anzahl der besetzten Schalen überein – erreichst du mit einem Rösselsprung ein **Element mit einsilbigem Namen**. Im tiefen Fall begib dich dann zu den „Ausquartierten“, gehe nach links zu einem „**strahlenden**“ **Element**, von dessen natürlichen Atomen seit der Entstehung der Erde knapp die Hälfte zerfallen ist. Von seinem **diagonalen Nachbarn**, notiere nur den zweiten Buchstaben. Besuche von dort eines der „**jüngsten**“ **Elemente**, welches man wegen seiner Einordnung als superschweres Halogen bezeichnen könnte. Gehe weiter zu einem in der Chirurgie genutzten **Übergangsmetall**, um von dort zu dem **Seltenerdenmetall** zu gelangen, welches nach dem Entdecker des ersten dieser besonderen Metalle benannt wurde. Nicht weit entfernt befindet sich ein **Element**, welches den Namen eines sehr bedeutenden deutschen Physikers trägt. Kehre nun zurück in die Nähe des Startpunktes, zu einem **in verschiedenfarbigen Modifikationen auftretenden Element**, dessen Entdeckung in einem Gemälde festgehalten wurde. Beende die Reise beim **Zielelement**, welches von seinem Entdecker nach einer Göttin unseres Erdtrabanten benannt wurde.

- Gib die deutschen Namen und die Symbole der zehn beschriebenen Elemente in der vorgegeben Reihenfolge an.
- Finde auf dem PSE den kürzesten Weg vom Start- zum Zielelement und gib die Anzahl zurückgelegten Schritte an, wobei ein Schritt dem Erreichen des benachbarten Elements entspricht und der Schritt nur waagrecht oder senkrecht erfolgen darf (auch von der 7. Periode zu den „Ausgelagerten“).
- Das gesuchte besondere Ereignis ergibt sich, wenn du zu der Hälfte der zurückgelegten Schritte die Anzahl der bis 2019 benannten Elemente addierst und dann die Symbole der Elemente als Worte liest. Nenne das Ereignis.

2. Aufgabe „Wer bin ich?“

☺ kommt elementar aber auch in Verbindungen vor. In der (1) ist er enthalten. ☺ hat eine größere (2) als Luft. Mit der (3) weist man ihn nach. ☺ wurde in den 1770er Jahren entdeckt. Man erkannte die Bedeutung des ☺ für alle (4). Die Reaktion eines Stoffes mit ☺ nennt man (5). Dabei wird meist (6) frei, manchmal (7). Technisch gewinnt man ☺ durch (8) flüssiger Luft. Im Labor kann man ☺ durch katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid herstellen. Dabei entsteht ☺ und Wasser.

- Ergänze fachlich korrekt den Lückentext (1) bis (8) und ermittle ☺.
- Berechne das Volumen an ☺, das bei der katalytischen Zersetzung aus 1 ml einer 30%igen Wasserstoffperoxid-Lösung bei einer Temperatur von 20°C gewonnen werden kann. Die Dichte von Wasserstoffperoxid beträgt bei 20°C 1,11 g/cm³.
- ☺ bildet u. a. folgende Verbindungen: C☺, Cu₂☺, Fe₂☺₃ und Os☺₄. Benenne die Verbindungen exakt.

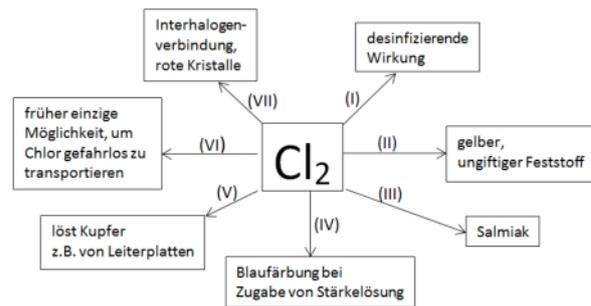
3. Aufgabe „Smartphone“

Im Smartphone sind verschiedene Metalle verarbeitet.

- Dieses Edelmetall wird auch als Lebensmittelzusatzstoff E175 verwendet.
 - Der älteste bekannte Gegenstand aus diesem Metall ist die etwa 300 n. Chr. hergestellte Schnalle des chinesischen Generals Chou-Chou.
 - Dieses wertvolle Metall wurde von den Spaniern als „schlechtes Silber“ bezeichnet, weil es sich schwierig verarbeiten ließ.
- Bestimme das unter (i) bis (iii) beschriebene Metall und nenne, wo es im Smartphone verarbeitet ist.
 - Zur Herstellung der Akkus wird „Cobalt“ verwendet. Nenne die drei Staaten mit den höchsten Fördermengen an Cobalt-Erzen.
 - Cobalt kann aus Co₃O₄ durch Reaktion mit Kohlenstoff gewonnen werden. Berechne die zu Herstellung von 100 g Cobalt benötigte Masse an Co₃O₄ und das entstehende Volumen an Kohlenstoffdioxid bei Normalbedingungen.

4. Aufgabe „Chlor – eines der reaktivsten Elemente!“

Im Schema sind Reaktionen von Chlor mit jeweils einem Reaktionspartner dargestellt.



Die Aussagen in den Kästchen geben einen Hinweis zu jeweils einem Reaktionsprodukt

- Entwickle die Reaktionsgleichungen (I) bis (VII).
- Erkläre die zu (I) und (IV) angegebenen Bemerkungen.

5. Aufgabe „Wasser“

Im Wasserwerk wird Grundwasser, bevor es als Leitungswasser in die Haushalte kommt, die natürliche Kohlensäure entzogen, der Anteil an Eisen-Ionen gesenkt und manchmal auch Chlor zugegeben. Im Frankfurter Norden befinden sich durchschnittlich 11 mg Natrium-Ionen in einem Liter Leitungswasser. In Mineralwässern variiert der Gehalt an Natrium-Ionen. In Hassia-Sprudel beträgt er 164 mg und im RhönSprudel 3,2 mg pro Liter.

- Begründe die Maßnahmen zur Wasseraufbereitung.
- Zur Zubereitung von Babynahrung sollte Wasser mit wenig Natrium-Ionen verwendet werden. Berechne jeweils das maximale Volumen an Frankfurter Leitungswasser, Hassia Sprudel und RhönSprudel, um den Grenzwert für Kleinkinder von 130 mg pro Tag nicht zu überschreiten.
- Vergleiche den Bau von Natrium-Ionen und Natrium-Atomen und zeichne das Natrium-Ion im Schalenmodell.

! Abgabeschluss bei eurer betreuenden Lehrkraft: 30.11.2020 bzw. nach Absprache !

! Eingabeschluss für eure Betreuer*in auf lehrerportal.fcho.de 15.01.2021 !

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2020/2021



1. Aufgabe „PSE – Periodensystem der Elemente“

a)

**Germanium Ge, Bor B, Uran U, Praseodym (P)r, Tennes Ts,
 Tantal Ta, Gadolinium Gd, Einsteinium Es, Phosphor P, Selen Se**

1/2 P je deutschem Namen und Symbol

5 P

b)

64 Schritte

1 P für richtige Anzahl der Schritte

1 P

c)

118 benannte Elemente + (64 : 2) Schritte = 150
 gesuchtes Ereignis: **150. GeBURTsTaG dEs PSE**

1 P für 150 und 1 P für „Geburtstag des PSE“

2 P

Gesamtpunktzahl

8 P

2. Aufgabe “Wer bin ich?”

a)

(1) Luft, (2) Dichte, (3) Glimmspanprobe, (4) Verbrennungsvorgänge *oder* Lebewesen,
 (5) Redoxreaktion *oder* Oxidation, (6) Wärme, (7) Licht, (8) Destillation, ☺ Sauerstoff

1/2 P je einzusetzendem Wort und 1 P für Sauerstoff

5 P

b)

Berechnung der Masse an Wasserstoffperoxid:

$$1 \text{ ml } 30\% \text{iges Wasserstoffperoxid wiegt } 1,11 \text{ g} \rightarrow m = 1,11 \text{ g} \cdot 0,3 = 0,333 \text{ g}$$

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2020/2021



Berechnung der Stoffmenge an Wasserstoffperoxid:

$$n = m : M = 0,333 \text{ g} : 34 \text{ g/mol} = 0,0098 \text{ mol}$$

Ableiten des Stoffmengenverhältnisses aus der Reaktionsgleichung: $2 \text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{O}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$

$$n(\text{H}_2\text{O}_2) : n(\text{O}_2) = 2 : 1, \text{ daraus folgt } \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}_2) = n(\text{O}_2)$$

Berechnung des gewonnenen Volumens an Sauerstoff bei 20°C:

$$V(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) * V_m = \frac{1}{2} n(\text{H}_2\text{O}_2) * V_m = 0,5 * 0,0098 \text{ mol} * 24 \text{ l/mol} = 0,1181 \text{ (117,6 ml)}$$

1 P für $m(\text{H}_2\text{O}_2)$ und $n(\text{H}_2\text{O}_2)$, 2 P für $V(\text{O}_2)$

4 P

-0,5 P, wenn folgerichtig aber nicht mit dem richtigen Wert von V_m gerechnet wurde

c)

C \odot (Mono)Kohlenstoffmon(o)oxid, Cu $_2$ \odot Dikupfer(monooxid bzw. Kupfer(I)-oxid
Fe $_2$ \odot_3 Dieisentrioxid bzw. Eisen(III)-oxid Os \odot_4 Osmiumtetraoxid bzw. Osmium(VIII)-oxid

1/2 P je Namen

2 P

Gesamtpunktzahl

11 P

3. Aufgabe „Smartphone“

a)

- (i) Gold z. B. für beanspruchte Kontakte auf Leiterplatten, Steckverbindungen, ...
(ii) Aluminium z. B. als dünne Abschirmplatte und als Batteriehülle
(iii) Platin z. B. bei Kontakten auf Leiterplatte, die hohe Temperaturen aushalten müssen

1 P je Metall, 1 P je Verwendungsort

6 P

b)

Kongo, China, Kanada

1 P bei drei, 1/2 P bei 2 und 0 P bei einer richtigen Nennungen

1 P

c)

Aufstellen der Reaktionsgleichung: $\text{Co}_3\text{O}_4 + 2 \text{C} \rightarrow 3 \text{Co} + 2 \text{CO}_2$

Berechnung der Stoffmenge von 100 g Cobalt:

$$n(\text{Co}) = m(\text{Co}) : M(\text{Co}) = 100 \text{ g} : 58,9 \text{ /mol} = 1,7 \text{ mol}$$

Berechnung der benötigten Masse Co_3O_4 , nach Ableiten des Stoffmengenverhältnisses aus Reaktionsgleichung

$$n(\text{Co}_3\text{O}_4) : n(\text{Co}) = 1 : 3, \text{ daraus folgt } n(\text{Co}_3\text{O}_4) = \frac{1}{3} n(\text{Co})$$

$$m(\text{Co}_3\text{O}_4) = n(\text{Co}_3\text{O}_4) * M(\text{Co}_3\text{O}_4) = \frac{1}{3} n(\text{Co}) * M(\text{Co}_3\text{O}_4) = \frac{1}{3} * 1,7 \text{ mol} * 240,8 \text{ g/mol} = 136,5 \text{ g}$$

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2020/2021



Berechnung des entstehenden Volumens CO₂ bei Normalbedingungen (0°C)

$$n(\text{Co}) : n(\text{CO}_2) = 3 : 2, \text{ daraus folgt } n(\text{CO}_2) = \frac{2}{3} n(\text{Co})$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) * V_m = \frac{2}{3} n(\text{Co}) * V_m = \frac{2}{3} * 1,7 \text{ mol} * 22,4 \text{ l/mol} = 25,4 \text{ l}$$

1 P Reaktionsgleichung, 1 P je Berechnung $n(\text{Co})$, $m(\text{Co}_3\text{O}_4)$ und $V(\text{CO}_2)$ 4 P
-0,5 P, wenn folgerichtig aber nicht mit dem richtigen Wert von V_m gerechnet wurde

Gesamtpunktzahl

11 P

4. Aufgabe “Chlor – eines der reaktivsten Elemente!”

a)

- (I) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HCl} + \text{HOCl}$
(II) $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{S} + 2 \text{HCl}$
(III) $\text{Cl}_2 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_2\text{Cl}$
(IV) $\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow \text{I}_2 + 2 \text{Cl}^-$
(V) $3 \text{Cl}_2 + 2 \text{Fe} \rightarrow 2 \text{FeCl}_3$
(VI) $\text{Cl}_2 + \text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{CaCl}(\text{OCl}) + \text{H}_2\text{O}$
(VII) $\text{Cl}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2 \text{ICl}$ (auch $3\text{Cl}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{ICl}_3$)

1 P je Reaktionsgleichung

7 P

b)

- (I) Die desinfizierende Wirkung beruht auf der oxidativen Eigenschaft des Hypochlorits. Durch Protonierung des Hypochlorit-Anions entsteht Hypochlorige Säure, die als Oxidationsmittel für die desinfizierende Wirkung verantwortlich ist.
(IV) Die bei der Reaktion entstehenden Iod-Moleküle lagern sich in die Stärke-Moleküle ein und bilden einen blauen Iod-Stärke-Komplex.

1 P je Erklärung

2 P

Gesamtpunktzahl

9 P

5. Aufgabe “Wasser”

a)

„Kohlensäure entziehen“: Senkung des Korrosionsvermögens
„Anteil an Eisen-Ionen senken“: Verhindert Braunfärbung des Wassers durch Bildung von Eisenhydroxid
„Chlor zugeben“: Desinfektion des Wassers

1 P je Begründung

3 P

**„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 9: 2020/2021**



b)

Berechnung des Volumens an Leitungswasser aus dem Frankfurter Norden:

$$m = 11 \text{ mg pro Liter: } 11 \text{ mg} \cdot x = 130 \text{ mg (Grenzwert)} \rightarrow x = 11,82, \text{ d. h. } V = 11,82 \text{ l}$$

Berechnung des Volumens an Hassia Sprudel:

$$m = 164 \text{ mg pro Liter: } 164 \text{ mg} \cdot x = 130 \text{ mg (Grenzwert)} \rightarrow x = 0,79, \text{ d. h. } V = 0,79 \text{ l}$$

Berechnung des Volumens an RhönSprudel:

$$m = 3,2 \text{ mg pro Liter: } 3,2 \text{ mg} \cdot x = 130 \text{ mg (Grenzwert)} \rightarrow x = 40,62, \text{ d. h. } V = 40,62 \text{ l}$$

1 P ein richtiges Ergebnis, 2 P alle Ergebnisse richtig

2 P

c)

Gemeinsamkeit: 11 Protonen und 12 Neutronen im Atomkern

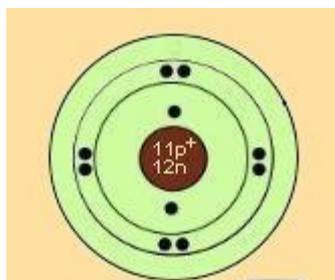
Unterschied: Anzahl der Elektronen in der Atomhülle (Atom enthält ein Elektron mehr als das Ion)

Anzahl der Außenelektronen/Elektronen auf der äußeren Schale (Atom 1 Außenelektron, Ion 8 Außenelektronen)

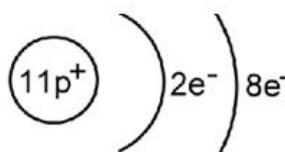
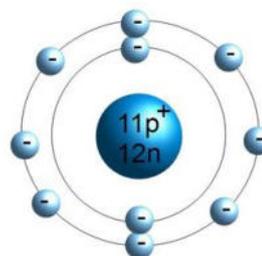
Anzahl der Elektronenschalen in der Atomhülle (Atom enthält eine Elektronenschale mehr als das Ion)

elektrische Ladung (neutral geladenes Atom und positiv geladenes Ion)

Schalenmodell des Natrium-Ions (inkl. Kernbausteine) – gleichwertige Lösungen:



oder



oder verkürztes Schalenmodell (inkl. 12n):

3 P für Gemeinsamkeit und Unterschiede, 1 P Schalenmodell

4 P

Gesamtpunktzahl

9 P

Gesamtpunktzahl Aufgabenblatt

48 P

„Chemie – die stimmt!“
Schnupper-Chemieolympiade des Landes Hessen
Aufgaben für die Stufe 10 (E1 bei G8): 2020/2021



1. Aufgabe „Göttliche Chemie“

Viele chemische Elemente wurden nach Gestalten der griechischen Mythologie benannt. Bei den gesuchten sechs Elementen handelt es sich um drei Nichtmetalle und drei Metalle.

- α** Element besitzt eine gerade Ordnungszahl
Gott der Sonne _____ **os**
- β** Nichtmetall, mit den Oxidationsstufen -II,
+IV und +VI
Göttin des Mondes _____ **e**
- γ** Verhältnis der Anzahl der Elektronen γ
zu α ist 46.
Gott des Himmels **U**_____ **os**
- δ** Nichtmetall, dessen Atom im Grund-
zustand zweimal weniger Elektronen
als β^{4+} -Ion besitzt.
Bringer der Morgendämmerung _____ **oros**
- ε** Element, dessen Atom im Grundzustand
die gleiche Elektronenanzahl wie ein
theoretisches ψ^{4+} -Ion hätte
Sohn des Zeus **T**_____ **s**
- ψ** Metall der Cobaltgruppe
Göttin des Regenbogens _____ **s**

- a) Ermittle die Elemente **α** bis **ψ** und gib die Namen der entsprechenden Götter an.
- b) Gib für jede Oxidationsstufe des Elements **β** den Namen und die Formel einer möglichen Verbindung an.
- c) Das Element **δ** bildet ein Oxid ($M = 284 \text{ g/mol}$), in dem die Elemente **δ** und Sauerstoff in einem Massenverhältnis von 44% zu 56% vorliegen. Bestimme die Formel des Oxids und gib den Namen an.

2. Aufgabe „E-Autos“

Die Anzahl an Elektroautos im Verkehr wird zukünftig zunehmen. Deren Akkumulatoren (kurz: Akkus) enthalten große Mengen an „Lithium“ und „Cobalt“. So benötigt man pro Akku 12,5 kg Cobalt. Schätzungen zufolge werden im Jahr 2035 etwa 122000 Tonnen Cobalt benötigt, weshalb das Recycling verbrauchter Akkus von großer Bedeutung sein wird. Heute wird beim Recycling „Cobalt“ meist als Cobalt(II)-sulfat-Heptahydrat gewonnen.

- a) Nenne die drei Staaten mit den höchsten Fördermengen an Cobalt.
- b) Cobalt wird häufig aus Cobalt(II,III)-oxid durch Reaktion mit Kohlenstoff gewonnen. Berechne die für einen Akku benötigte Masse an Cobalt(II,III)-oxid und das dabei entstehende Volumen an Kohlenstoffdioxid bei Normalbedingungen.
- c) Erkläre mithilfe einer Redoxgleichung und Oxidationszahlen den Lade- und Entladevorgang eines Lithium-Cobaltdioxid-Akkumulators.
- d) Skizziere die räumlich Struktur des komplexen Kations in Cobalt(II)-sulfat-Heptahydrat und benenne die Geometrie.

3. Aufgabe „Silber – doch nicht harmlos?“

Silber-Ionen besitzen in kleinsten Mengen auf Bakterien und Pilze eine abtötende Wirkung. Erhöht sich die Konzentration gibt es eine toxische Wirkung auf den menschlichen Körper. Für Gewässer und Kläranlagen wird das Risiko im Moment als gering eingestuft. Verschiedene Wasserparameter haben Einfluss auf die Schädlichkeit. So ist diese z. B. bei Chloriden, Sulfiden und Sulfaten im Wasser geringer, da dann bestimmte Silberverbindungen ausgefällt werden.

- a) Schlussfolgere aus der antibakteriellen Wirkung der Silber-Ionen vier Verwendungsmöglichkeiten.
- b) Entwickle die Reaktionsgleichungen für vier Fällungsreaktionen, deren schwerlösliche Silber-Verbindungen sich farblich unterscheiden. Benenne die Reaktionsprodukte und deren Farben.
- c) Nenne zwei weitere Möglichkeiten, um Silber-Ionen aus dem Wasser zu entfernen.

4. Aufgabe „Säuren – nicht nur ätzend!“

Säuren sind wichtige Grundchemikalien und können auf verschiedene Art und Weisen hergestellt werden.

- Chlorwasserstoff aus zwei Gasen
 - Schwefelsäure aus einem Gas und einer Flüssigkeit
 - Phosphorsäure aus einer Flüssigkeit und einem Feststoff
 - Chlorwasserstoff aus einem Salz und einer anderen Säure.
- a) Entwickle die Reaktionsgleichungen i bis iv.
- b) Beschreibe, wie aus Chlorwasserstoff Salzsäure hergestellt wird.
- c) Gib für Salzsäure, Schwefelsäure und Phosphorsäure je zwei Verwendungsmöglichkeiten an.

5. Aufgabe „Industrieabwasser“

Im Abwasser einer Färberei wurden in einem Liter 18,0 mg Weinsäure ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) und 170 μmol Phenol ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$) gefunden.

- a) Gib die Strukturformeln der beiden Substanzen an.
- b) Beide Substanzen führen zu einer Versauerung des Abwassers. Erkläre am Beispiel der Weinsäure, wie es zu einer Versauerung des Abwassers kommt und gib eine Reaktionsgleichung an.
- c) Die Substanzen werden biochemisch mit Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid und Wasser abgebaut. Entwickle die Reaktionsgleichungen für den Abbau.
- d) Berechne das Volumen von Sauerstoff bei 20°C und Normaldruck, welches beim vollständigen Abbau der gelösten organischen Substanzen in einem Liter Wasser benötigt wird.

**! Abgabeschluss bei eurer betreuenden Lehrkraft:
30.11.2020 bzw. nach Absprache !**

**! Eingabeschluss für eure Betreuer*in auf
lehrportal.fcho.de: 15.01.2021 !**

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10 (E1 bei G8): 2020/2021



Aufgabe „Göttliche Chemie“

a)

α :	Helium	Helios
β :	Selen	Selene
γ :	Uran	Uranos
δ :	Phosphor	Eosphoros
ϵ :	Tantal	Tantalus
ψ :	Iridium	Iris

1/2 P je Element, 1/2 P je Gott

6 P

b)

Oxidationsstufe	Beispiel einer Verbindung
-II	H ₂ Se Selenwasserstoff
+IV	SeO ₂ Selendioxid
+VI	SeO ₃ Selentrioxid

(Oxidationszahlen können auch in arabischen Ziffern angegeben sein)

1 1/2 P je Oxidationsstufe

4,5 P

c)

Massenanteil: $\omega_{(i)} = m_{(i)} : m_{(ges)}$		
$\omega_P = \frac{n_P \cdot M_P}{M_{Oxid}}$	$0,44 = \frac{n_P \cdot 31}{284}$	$n_P = 4$
$\omega_O = \frac{n_O \cdot M_O}{M_{Oxid}}$	$0,56 = \frac{n_O \cdot 16}{284}$	$n_O = 10$
P ₄ O ₁₀ :	Phosphor(V)-oxid, Tetraphosphordecaoxid oder historische Bezeichnung Phosphorpentaoxid, Diphosphorpentoxid (P ₂ O ₅)	

2 P Bestimmung der Formel, 1/2 P Name der Verbindung

2,5 P

Gesamtpunktzahl

13 P

Aufgabe „E-Autos“

a)

Kongo, China, Kanada

1 P bei drei, 1/2 P bei 2 und 0 P bei einer richtigen Nennungen

1 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10 (E1 bei G8): 2020/2021



b)

Aufstellen der Reaktionsgleichung: $\text{Co}_3\text{O}_4 + 2 \text{C} \rightarrow 3 \text{Co} + 2 \text{CO}_2$

Berechnung der Stoffmenge von 12500 g Cobalt:

$$n(\text{Co}) = m(\text{Co}) : M(\text{Co}) = 12500 \text{ g} : 58,9 \text{ g/mol} = 212,2 \text{ mol}$$

Berechnung der benötigten Masse Co_2O_3 , nach Ableiten des Stoffmengenverhältnisses aus Reaktionsgleichung

$$n(\text{Co}_3\text{O}_4) : n(\text{Co}) = 1 : 3, \text{ daraus folgt } n(\text{Co}_3\text{O}_4) = 1/3 n(\text{Co})$$

$$m(\text{Co}_3\text{O}_4) = n(\text{Co}_3\text{O}_4) * M(\text{Co}_3\text{O}_4) = 1/3 n(\text{Co}) * M(\text{Co}_3\text{O}_4) = 1/3 * 212,2 \text{ mol} * 240,8 \text{ g/mol} = 17034,6 \text{ g (17 kg)}$$

Berechnung des entstehenden Volumens CO_2 bei Normalbedingungen (0°C)

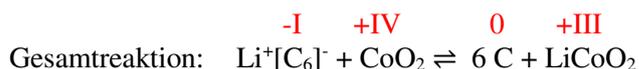
$$n(\text{Co}) : n(\text{CO}_2) = 3 : 2, \text{ daraus folgt } n(\text{CO}_2) = 2/3 n(\text{Co})$$

$$V(\text{CO}_2) = n(\text{CO}_2) * V_m = 2/3 n(\text{Co}) * V_m = 2/3 * 212,2 \text{ mol} * 22,4 \text{ l/mol} = 3168,9 \text{ l}$$

1 P Reaktionsgleichung, 1 P je Berechnung $n(\text{Co})$, $m(\text{Co}_3\text{O}_4)$ und $V(\text{CO}_2)$

4 P

c)



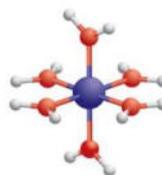
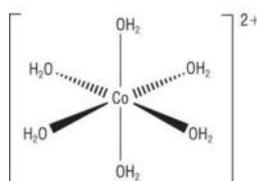
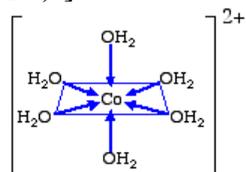
Bei einem Lithium-Cobaltdioxid-Akkumulator besteht die negativ geladene Elektrode aus Graphit (C) mit eingelagerten Lithium-Ionen und die positive aus Lithiumcobaltdioxid (LiCoO_2). Beim Entladevorgang reagiert Cobaltdioxid mit Lithium-Ionen unter Aufnahme eines Elektrons zu Lithiumcobaltdioxid (Reduktion) und die negativ aufgeladene Graphitschicht gibt ein Elektron ab. Beim Ladevorgang an der Spannungsquelle findet jeweils die umgekehrte Reaktion statt, die Graphitschichten lädt sich negativ auf. Cobalt liegt im entladenen Zustand in der Oxidationsstufe +III vor. Etwa die Hälfte der Cobalt(III)-Ionen wird während des Ladevorgangs zu Cobalt(IV)-Ionen in Form von $\text{LiCo}^{+III}\text{Co}^{+IV}\text{O}_2$ oxidiert. Dabei werden Li-Ionen freigesetzt, die am Minuspol zum Ladungsausgleich zwischen den negativ aufgeladenen Graphitschichten eingelagert werden. Die Lithium-Ionen fungieren nur als Ladungsträger und nehmen an den Elektrodenreaktionen nicht teil.

1 P für Reaktionsgleichung, 3 P für vollständige Erklärung

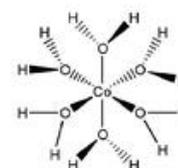
4 P

d)

$[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ -Ion



oder



Struktur des Hexaaquacobalt(II)-Kations: Oktaederstruktur

1 P für Skizze, 1 P Benennung der geometrischen Struktur

2 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10 (E1 bei G8): 2020/2021



Aufgabe „Silber – doch nicht harmlos“

a)

Beispielsweise: Trinkwasserentkeimungstabletten für Camper, Schwimmbadpflegemittel, Beschichtung von Operationsbesteck, Wundauflage mit kolloidalem Silber

1/2 P je Verwendungsmöglichkeit

2 P

b)

weiß:	z.B.: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$	Fällung von Silberchlorid,
hellgelb:	z.B.: $\text{Ag}^+ + \text{Br}^- \rightarrow \text{AgBr} \downarrow$	Fällung von Silberbromid,
	$2 \text{Ag}^+ + \text{CO}_3^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{CO}_3 \downarrow$	oder Fällung von Silbercarbonat
gelb:	z.B.: $\text{Ag}^+ + \text{I}^- \rightarrow \text{AgI} \downarrow$	Fällung von Silberiodid
	$3 \text{Ag}^+ + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ag}_3\text{PO}_4 \downarrow$	oder Fällung von Silberphosphat,
braun:	z.B.: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} \downarrow$	Fällung von Silberhydroxid
schwarz:	z.B.: $2 \text{Ag}^+ + \text{S}^{2-} \rightarrow \text{Ag}_2\text{S} \downarrow$	Fällung von Silbersulfid

1/2 P je Kombination Reaktionsgleichung, Name und Farbe des Fällungsprodukts 6 P

c)

Entfernung von Silber-Ionen durch Ionenaustauscher (z. B. Zeolithe), oder Aktivkohle-Filter oder Sandfilter
<https://wasserhelden.net/ratgeber/produkte/silber-filtern/>

1/2 P je Möglichkeit

1 P

Gesamtpunktzahl

9 P

Aufgabe „Säuren – nicht nur ätzend!“

a)

i:	$\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2 \text{HCl}$	
ii:	$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$	
iii:	$\text{P}_4\text{O}_{10} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 4 \text{H}_3\text{PO}_4$	oder $\text{P}_2\text{O}_5 + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2 \text{H}_3\text{PO}_4$
	alternativ: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + 3 \text{CaSO}_4 \downarrow$	
iv:	$\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 \downarrow + 2 \text{HCl}$	
	als Beispiel, alternativ mit anderen Chloriden bzw. mit anderen starken Säuren	

2 P je Reaktionsgleichung

8 P

b)

Salzsäure entsteht, wenn Chlorwasserstoff-Gas in Wasser eingeleitet wird.

1 P für Entstehung

1 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10 (E1 bei G8): 2020/2021



c)

Salzsäure: beispielsweise Aufarbeitung von Erzen, zum Entfernen von Calciumcarbonat-(auch Kesselstein genannt) Ablagerungen, als Reinigungsmittel zum Entfernen von Mörtelstellen am Mauerwerk im Baugewerbe, Chemikalie zur Wasseraufbereitung

Schwefelsäure: beispielsweise als Elektrolyt im Bleiakкумуляtor von Kraftfahrzeugen, zur Herstellung von Düngemittel (vor allem Ammoniumsulfat-Dünger), zur Herstellung von Sulfonat-Tensiden für die Waschmittelindustrie, zur Herstellung von Dynamit, als Trocknungsmittel für Gas

Phosphorsäure: beispielsweise als Säuerungsmittel für Lebensmittel und Getränke (z. B. Cola), zur Herstellung von phosphathaltigem Düngemittel, als Rostentferner bzw. Rostumwandler, zur Herstellung von Puffer-Lösungen, als Elektrolyt in der Phosphorsäure-Brennstoffzelle

1 P je Säure (½ P für unterschiedliche Verwendungszwecke)

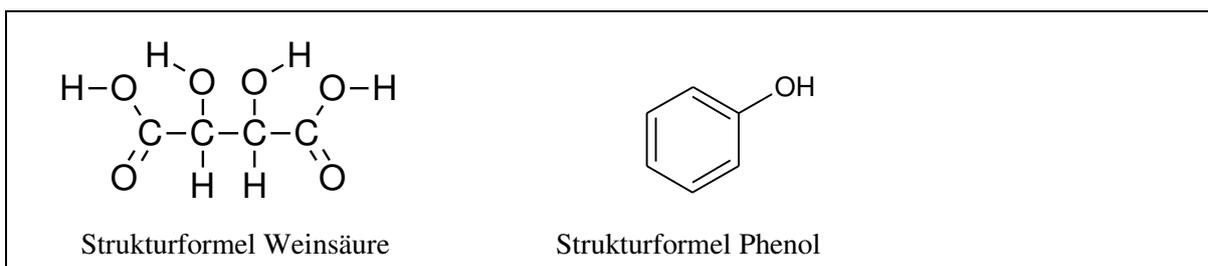
3 P

Gesamtpunktzahl

12 P

Aufgabe “Industrieabwasser”

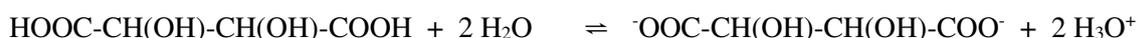
a)



1 P je Strukturformel

2 P

b)



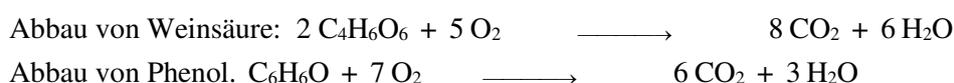
Weinsäure-Moleküle reagieren jeweils mit zwei Wasser-Molekülen unter Bildung eines Tartrat-Ions (2,3-Dihydroxybutandioat-Ion) und zwei Hydronium-Ionen (Oxonium-Ionen). Durch die Bildung der Hydronium-Ionen sinkt der pH-Wert des Wassers unter pH 7, das Wasser wird saurer, so dass man von einer Versauerung des Wassers spricht.

Reaktionsgleichung und Erklärung mit Wasserstoff-Ion (H^+) ergibt Hälfte der Punkte.

1 P für Reaktionsgleichung, 2 P für Erklärung

3 P

c)



1 P je Reaktionsgleichung

2 P

„Chemie – die stimmt!“
SchnupperChemieolympiade des Landes Hessen
Lösungen für die Stufe 10 (E1 bei G8): 2020/2021



d)

Berechnung der Stoffmenge von 18,0 mg Weinsäure in einem Liter:

$$n(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6) = \frac{m}{M} = \frac{0,018 \text{ g}}{150 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,00012 \text{ mol} = 0,12 \text{ mmol}$$

Berechnung der zugehörigen Stoffmenge O_2 aus dem Stoffmengenverhältnis (Rgl b):

$$n(\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6) : n(\text{O}_2) = 2 : 5, \text{ daraus folgt } n(\text{O}_2) = 5/2 * 0,00012 \text{ mol} = 0,0003 \text{ mol} = 0,3 \text{ mmol}$$

Berechnung der zu 170 μmol Phenol gehörenden Stoffmenge O_2 aus dem Stoffmengenverhältnis (Rgl b):

$$n(\text{C}_6\text{H}_6\text{O}) : n(\text{O}_2) = 1 : 7, \text{ daraus folgt } n(\text{O}_2) = 7 * 170 \mu\text{mol} = 1190 \mu\text{mol} = 1,19 \text{ mmol} = 0,00119 \text{ mol}$$

Berechnung des benötigten Volumens O_2 bei 20°C und Normaldruck 101325 Pa.

$$n(\text{O}_2) = 0,3 \text{ mmol} + 1,19 \text{ mmol} = 1,49 \text{ mmol} = 0,00149 \text{ mol}$$

$$V(\text{O}_2) = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0,00149 \text{ mol} \cdot 8,315 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \text{ Pa}} = \frac{0,00149 \text{ mol} \cdot 8,315 \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 293,15 \text{ K}}{101325 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}$$
$$= 0,0000358 \text{ m}^3 = 0,03581 \text{ (36 ml)}$$

1 P je Stoffmengenberechnung, 2 P Volumenberechnung

6 P

Gesamtpunktzahl

13 P

Gesamtpunktzahl Aufgabenblatt

58 P