„Chemie – die stimmt!“ 2018/2019
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 9

1 Multiple Choice

Unabhängig von der Fragestellung sind bei den folgenden Fragen eine oder mehrere Antworten richtig.

1. Welche Elektronegativität hat Fluor?

a) 0	*b) 1*	*c) 2*	*d) 3*	*e) 4*

2. Welcher der folgenden Stoffe ergibt in Wasser eine saure Lösung?

a) $FeCl_3$	*b) $B(OH)_3$*	*c) SO_3*	*d) MgO*	*e) N_2O*

3. Welches der folgenden Atome/Ionen hat den kleinsten Radius?

a) C	*b) Na^+*	*c) Kr*	*d) F^-*	*e) Fe^{3+}*

4. Welches Salz ist gelb?

a) $CuSO_4$	*b) PbI_2*	*c) CH_3COONa*	*d) Ag_3PO_4*	*e) $BaCO_3$*

5. Welches Element verursacht eine grüne Flammenfärbung?

a) Natrium	*b) Barium*	*c) Cäsium*	*d) Lithium*	*e) Kupfer*

6. Welche der folgenden Verbindungen ist in Wasser schwerlöslich?

a) NaCl	*b) $BaSO_4$*	*c) PbO*	*d) AgCl*	*e) $CuCl_2$*

7. Welche Farbe hat Mangan(V)?

a) violett	*b) grün*	*c) blau*	*d) rot*	*e) farblos*

8. Welche der folgenden Verbindungen besitzt ein Dipolmoment?

a) CO_2	*b) CCl_4*	*c) SO_2*	*d) H_2O*	*e) $AlCl_3$*

9. In welcher der Verbindungen/Ionen kommt ein Atom in der Oxidationsstufe +7 vor?

a) $Cr_2O_7^{2-}$	*b) MnO_4^-*	*c) $KClO_4$*	*d) CrO_4^{2-}*	*e) $MnO(OH)_2$*

10. Welcher Indikator ist im Basischen rot?

a) Phenolphthalein	*b) Bromthymolblau*	*c) Universalindikator*	*d) Kongorot*	*e) Methylrot*

11. Welches ist kein Element?

a) Praseodym	*b) Darmstadtium*	*c) Kryptonit*	*d) Samarium*	*e) Adamantium*

12. Welche der folgenden Säuren ist die stärkste?

a) H_2SO_4	*b) HF*	*c) NH_4^+*	*d) H_3PO_4*	*e) H_2O*

13. Welches Wasserstoffisotop existiert nicht?

a) Tritium	*b) Protium*	*c) Quatrium*	*d) Deuterium*	*e) Hydronium*

14. Welche Verbindung ist unter Standardbedingungen gasförmig?

a) Ammoniak	*b) Magnesiumoxid*	*c) Brom*	*d) Methan*	*e) Pentanol*

15. Welches Element wird mithilfe der Knallgasprobe nachgewiesen?

a) Sauerstoff	*b) Kohlenstoff*	*c) Schwefel*	*d) Chlor*	*e) Wasserstoff*

2 Treib(haus)gas Distickstoffmonoxid

Distickstoffmonoxid ist als Lebensmittelzusatzstoff E942 zugelassen und wird unter anderem als Treibgas in Schlagsahne-Sprühdosen verwendet. In höheren Dosen findet das Gas als Narkosemittel Anwendung, was ihm seinen deutlich bekannteren Trivialnamen verschafft hat. Die Verbindung ist zwar nicht brennbar, aber brandfördernd.

a) Zeichne die Lewis-Formel von Distickstoffmonoxid (eine mesomere Grenzformel genügt).

b) Begründe, warum Distickstoffmonoxid als Treibgas für Schlagsahne besser geeignet ist als Luft oder CO_2 (2 Gründe basierend auf Stoffeigenschaften).

c) Gib den allgemein bekannten Trivialnamen von Distickstoffmonoxid an.

d) Nenne den Namen eines einfachen Nachweises für brandfördernde Stoffe.

Zur Herstellung von Distickstoffmonoxid wird Ammoniumnitrat (NH_4NO_3) thermisch zersetzt. Die Temperatur muss dabei streng kontrolliert werden, da das Edukt sonst explosiv zerfällt.

e) Entwickle die Reaktionsgleichung für die Darstellung von Distickstoffmonoxid.

f) Entwickle die Reaktionsgleichung für den explosiven Zerfall von Ammoniumnitrat.

Distickstoffmonoxid ist nach CO_2 und Methan das drittbedeutendste anthropogene Treibhausgas. Es wird in der Natur von Mikroorganismen vor allem in Böden und im Ozean produziert, darüber hinaus setzt die Menschheit große Mengen durch Landwirtschaft und die Nutzung fossiler Brennstoffe frei. Die größte Senke von Distickstoffmonoxid ist die Stratosphäre: Dort wird das Gas durch UV-Strahlung unter anderem zu NO abgebaut, das in der Folge zum Abbau der Ozonschicht beiträgt.

g) Alle Treibhausgase können mit Hilfe der Infrarotspektroskopie nachgewiesen werden. Begründe diese Tatsache.

h) Entwickle die Reaktionsgleichung für die Reaktion von Ozon mit NO.

i) Erkläre anhand einer Lewis-Formel, warum NO ein Radikal ist.

Eines der unter h) entstehenden Reaktionsprodukte kann unter Einwirkung von sichtbarem Licht wieder zurück zu NO reagieren, sodass die Reaktion h) erneut (und immer wieder) ablaufen kann.

j) Gib einen allgemeinen Namen für einen solchen Prozess an.

3 Das Element Mysterium

Auf einem fernen Planeten haben Wissenschaftler das Element Mysterium (My) entdeckt. Die Untersuchungen von Mysterium gestalten sich dabei unterschiedlich im Vergleich zur Erde, da auf dem fernen Planeten keine Waagen, aber dafür Geräte zur Bestimmung von Stoffmengen existieren. Erste Versuche ergeben, dass die maximale Oxidationsstufe von Mysterium 1 ist. Außerdem vermuten einige Wissenschaftler, dass es sich um ein bereits bekanntes Element handelt.
Zunächst wird Mysterium mit Sauerstoff oxidiert. Dabei bilden sich unter unterschiedlichen Reaktionsbedingungen 2 verschiedene Oxide: My_2O, My_2O_2.

a) Benenne die 2 Oxide.

b) Zeichne die Lewis-Formel für das O_2^{2-}-Ion.

My_2O löst sich in Wasser ohne Gasentwicklung und My_2O_2 löst sich in Wasser unter Gasentwicklung.

c) Formuliere die ablaufenden Reaktionen bei Auflösen von My_2O und My_2O_2 in Wasser.

20 mol Mysterium werden in Sauerstoff vollständig so verbrannt, dass nur My_2O und My_2O_2 entstehen. Die entstandene Mischung wird anschließend in 2 L Wasser gelöst. Dabei entstehen unter Standardbedingungen 8 L eines Gases.

d) Berechne die jeweiligen Stoffmengen an My_2O und My_2O_2, die sich bei der Verbrennung mit Sauerstoff gebildet hatten.

Im Anschluss werden 20 mol Chlorwasserstoff in die Lösung eingeleitet. Hierdurch hat sich aus allem Mysterium Mysteriumchlorid gebildet. Ein Teil des Mysteriumchlorides ist ausgefallen. Die verbliebene Lösung wird gefiltert und solange Silbernitrat zugegeben, bis kein weiterer Feststoff mehr ausfällt.

e) Gib die Formel von Mysteriumchlorid an. Welche Ionen können mit $AgNO_3$ nachgewiesen werden, und mit welchem Reagenz können diese unterschieden werden?

20 °C	Löslichkeit / $g(100\,mL)^{-1}$
LiCl	83,5
NaCl	35,89
KCl	34,2
RbCl	91
CsCl	187

f) Es wurden 12,28 mol $AgNO_3$ verwendet. Ermittle, um welches Element es sich handelt.

4 Kalkwäsche

Steinkohle enthält neben Kohlenstoff auch geringe Mengen an Schwefel. Bei der Verbrennung der Steinkohle in Kohlekraftwerken wird der Schwefel daher ebenfalls verbrannt.

a) Nenne das umweltschädigende Gas, das bei der Verbrennung von Schwefel entsteht.

Um die Umweltbelastung des Kraftwerkes zu reduzieren, müssen die Abgase des Kraftwerkes gereinigt werden. Der dafür verwendete Prozess wird Rauchgasentschwefelung genannt. Dabei werden die Abgase mit Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung) gewaschen. Hierbei entsteht im ersten Schritt Calciumsulfit. Zur weiteren Reinigung wird das Calciumsulfit mit Sauerstoff oxidiert.

b) Formuliere für beide Reaktionen, die bei der Rauchgasentschwefelung ablaufen, die Reaktionsgleichungen.

c) Benenne das ausgefällte Endprodukt systematisch und nenne seinen Trivialnamen. Stelle außerdem die Lewisformel des Anions auf und nenne einen Verwendungszweck für das Reaktionsprodukt.

d) Ein Kraftwerk erhält eine Lieferung von 100 t Calciumhydroxid. Wie viel Steinkohle kann das Kraftwerk verbrennen, ohne eine erhöhte Emission zu verursachen? Für die Berechnung soll angenommen werden, dass der Stoffumsatz vollständig ist und Steinkohle 1 % Schwefel (Massenprozent) enthält.

Der Prozess wird im Gegenstromverfahren durchgeführt: Dabei wird das Gas unten in den Reaktor eingeleitet, während die Waschlösung von oben fein verteilt herabregnet. Der sogenannte Sumpf am Boden des Reaktors wird schließlich für den letzten Reaktionsschritt mit Sauerstoff begast.

e) Begründe, warum das beschriebene Gegenstromverfahren eingesetzt wird und warum nicht stattdessen Gas und Waschlösung parallel in den Reaktor gegeben werden. Erkläre weiterhin, warum das Kalkwasser zu kleinen Tröpfchen zerstäubt wird.

5 Über den Schematisch gezogen

Gegeben ist das Schema mit den 8 unbekannten Verbindungen A bis H. Durch Zugabe der Verbindungen auf den Reaktionspfeilen lassen sich diese ineinander umwandeln. Dabei entstehen auch einige Nebenprodukte, die nicht im Schema stehen.
Hinweise:

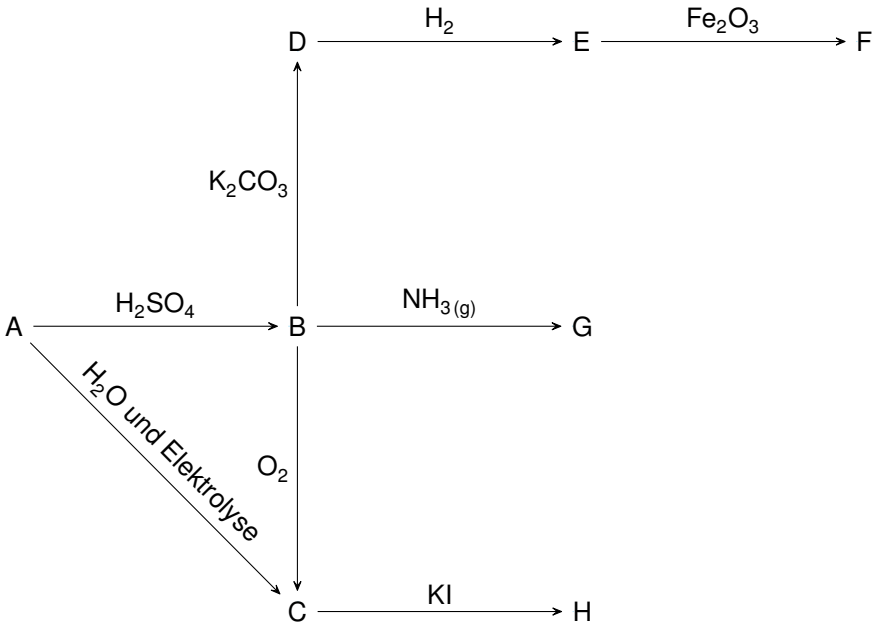
- Die gesuchten Stoffe A bis H sind jeweils verschieden.
- Bei der Reaktion von A zu C entstehen (neben C) ein Stoff, der eine Flamme gelb färbt, und ein Stoff, der sich mittels Knallgasprobe nachweisen lässt.
- C ist ein grünliches Gas.
- D ist ein Gas.
- E ist giftig.
- G entsteht bei der Reaktion als weißer Rauch.
- H ist ein Feststoff, der beim Erhitzen sublimiert.

a) Fülle das Schema auf dem Lösungsbogen aus.

b) Formuliere alle 8 Reaktionsgleichungen, die im Schema auftauchen.

c) Beschreibe den Versuchsaufbau und die Beobachtung für einen Nachweis von D.

d) Begründe, warum G bei der Reaktion als Rauch entsteht.



6 Metallionenlotto

Zur Untersuchung von Metallionen können eine Vielzahl von unterschiedlichen Methoden verwendet werden. Eisen kann beispielsweise durch die Reinhardt-Zimmermann-Titration quantitativ bestimmt werden. Für den Nachweis verwendet man eine Kaliumpermanganat-Lösung. Mangan weist viele unterschiedliche Oxidationsstufen auf. Die Verwendung von Mangan ist daher besonders sinnvoll, da die verschiedenen Mangan-Oxidationsstufen alle unterschiedliche Farben aufweisen, sodass die Titration durch die Maßlösung selbst indiziert wird.

a) Stelle die Reaktionsgleichung für die Umsetzung von $KMnO_4$ mit Fe^{2+} im sauren, wässrigen Millieu auf.
(Hinweis: Das Permanganat wird zu Mangan(II) reduziert. Es brauchen lediglich die MnO_4^-- und Fe^{2+}-Ionen als Ausgangsstoffe berücksichtigt werden, die Gegenionen können vernachlässigt werden.)

b) Stelle die Lewisformel des Permanganat-Ions auf und bestimme die Oxidationszahl des Mangans.

Viele andere Metallionen können durch die Elektrogravimetrie quantitativ untersucht werden. Dabei wird eine Spannung zwischen zwei Elektroden in einer Metalllösung angelegt. Diese Spannung ist von der Art des Analyten abhängig. Eine Möglichkeit die Elektrogravimetrie quantitativ zu beschreiben ist das Faraday'sche Gesetz. Nach dem Faraday'schen Gesetz ist die abgeschiedene Stoffmenge proportional zur geflossenen Ladung. Der Proportionalitätsfaktor ist die Faraday-Konstante F und z ist die Zahl der Ladungen des Analyten.

c) Berechne die benötigte Ladung für die vollständige elektrogravimetrische Abscheidung von Nickel aus einer Nickel(II)-sulfat-Lösung mit der Konzentration 0,1 mol L^{-1} und einem Volumen von 100 mL.

d) Wie lange dauert die Elektrolyse, wenn ein Strom von $I = 1{,}5\,\mathrm{A}$ fließt? (Falls du c) nicht lösen konntest, nimm an, dass eine Ladung von $Q = 2000\,\mathrm{C} = 2000\,\mathrm{A \cdot s}$ geflossen ist.)

Um Lösungen zu untersuchen, die mehr als ein Metall enthalten, kann zum Beispiel die Polarographie verwendet werden. Hierbei wird die Spannung zwischen den Elektroden in positiver Richtung gescannt. Die Messgröße in der Polarographie ist der auftretende Strom. Die meist verwendete Technik ist die Differenzpulspolarographie, dabei entsteht ein Polarogramm wie auf dem Antwortbogen abgebildet ist. Die Reihenfolge der Abscheidung der Analyten ist durch die elektrochemische Spannungsreihe vorgegeben. Diese gibt Informationen über das Redox-Potential eines Stoffes. Aus dem Polarogramm kann ebenfalls eine quantitative Information gewonnen werden. Die Höhe des aufgenommen Signals (Peaks) ist direkt proportional zur Konzentration des Analyten in der Lösung. Genauere Ergebnisse werden erhalten, wenn man anstelle der Peakhöhe die Fläche unter dem Peak verwendet.

Reaktion	E in V
$Ca^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Ca$	-2,868
$Al^{3+} + 3e^- \rightleftharpoons Al$	-1,677
$Cd^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cd$	-0,380
$Pb^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pb$	-0,126
$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Cu$	0,339
$Pt^{2+} + 2e^- \rightleftharpoons Pt$	1,18
$Au^{+} + e^- \rightleftharpoons Au$	1,69

e) Eine Wasserprobe wurde polarographisch vermessen. Es konnten die drei Ionen Kupfer, Blei und Cadmium nachgewiesen werden. Ordne den Peaks die Analyten zu.

f) In einer Kalibrierung des Aufbaus wurde ermittelt, dass eine Peakhöhe von 0,01 µA einer Konzentration von 0,01 mg L^{-1} entspricht. Bestimme aus dem Polarogramm die Konzentration der Analyten in der Wasserprobe.

7 Silizium

Silizium ist nach Sauerstoff das zweithäufigste Element in der Erdkruste. Siliziumdioxid in Form von Sand ist ein wichtiger Rohstoff für die Industrie. Zur Gewinnung von elementarem Silizium wird zunächst Sand mit Kohle vermahlen und bei ungefähr 2000 °C zur Reaktion gebracht. Neben dem Rohsilizium entsteht dabei Kohlenstoffmonoxid als Nebenprodukt.

a) Stelle die Gleichung für die Reduktion von Sand mit Kohle auf. Warum wird der Sand und die Kohle zuvor vermahlen?

Das so erhaltene Rohsilizium enthält noch alle Verunreinigungen des eingesetzten Sandes. Zur Aufreinigung wird es mit Chlorwasserstoff zu Trichlorsilan HCl_3Si umgesetzt. Dieses ist flüssig und kann daher destilliert werden.

b) Zeichne die Strukturformel von Trichlorsilan. Warum ist der Siedepunkt des Trichlorsilans viel niedriger als der von Silizium?

Das destillierte Trichlorsilan wird durch Erhitzen wieder zu Silizium mit höherer Reinheit zersetzt. Für Anwendungen in der Halbleiterindustrie wird allerdings noch wesentlich reineres Silizium benötigt. Um das Silizium weiter aufzureinigen, kann das Zonenschmelzverfahren verwendet werden: Ein Siliziumeinkristall wird von einer Heizspule in einem kleinen Bereich umgeben. Die Heizspule erwärmt das Silizium bis zur Schmelze. Der Schmelzbereich wird durch den Siliziumstab bewegt. Am Ende des Verfahrens sind die Verunreinigungen am Ende des Stabes angereichert, dieser Teil wird dann vom Kristall abgeschnitten. Der Rest des Stabes kann für unterschiedliche technische Anwendungen, wie zum Beispiel für Halbleiter, verwendet werden.

c) Warum reichern sich die Verunreinigungen am Ende des Stabes an?

Silizium ist jedoch nicht nur in Halbleitern oder seiner hochreinen elementaren Form von technischer Bedeutung. Die wohl bekannteste Anwendung von Silizium ist das Glas. In einem chemischen Labor sind die meisten Geräte aus Glas, weil es gegen fast alle Chemikalien beständig ist. Die Ausnahmen hiervon sind konzentrierte Alkalilaugen und einige fluorhaltige Verbindungen. Insbesondere Fluorwasserstoff greift das Glas an und reagiert dabei zu SiF_4 und Wasser. Andere fluorhaltige Chemikalien, die Glas zerstören, tun dies meist durch Freisetzung von Fluorwasserstoff. So kann man beispielsweise nur mit sorgfältig getrocknetem Fluor in Glasgeräten arbeiten, da Fluor mit Wasser zu Fluorwasserstoff und Sauerstoff reagiert.

d) Welche Triebkraft steckt hinter der Reaktion von Fluor und Wasser?

e) Bereits kleine Wasserspuren reichen aus, um Glas zu korrodieren, wenn mit elementarem Fluor in Glasgeräten gearbeitet wird. Erkläre den Korrosionsprozess mithilfe von Reaktionsgleichungen. Welche Rolle hat das Wasser?

„Chemie – die stimmt!“ 2018/2019
Lösungsblatt
3. Runde – Klasse 9

1 Multiple Choice

1. b), e)
2. a), b), c)
3. e)
4. b), d)
5. b), e)
6. b), c), d)
7. d)
8. d)
9. b), c)
10. d)
11. c), e)
12. a)
13. c), e)
14. a), d)
15. e)

2 Treib(haus)gas Distickstoffmonoxid

a) $|\mathrm{N}\equiv\overset{\oplus}{\mathrm{N}}-\overset{\ominus}{\underline{\mathrm{O}}}| \longleftrightarrow |\overset{\ominus}{\underline{\mathrm{N}}}=\overset{\oplus}{\mathrm{N}}=\overline{\underline{\mathrm{O}}}$ 2 P.

Eine mesomere Grenzformel genügt.

b) Mögliche Antworten (zwei genügen): 2 P.

- *N_2O ist (besonders unter Druck) gut fettlöslich. - Es ist in flüssiger Sahne gelöst, beim Sprühen gast es aus und schäumt die Sahne auf ein Vielfaches des Volumens auf.*
- *An Luft (bzw. O_2) wird Sahne schnell ranzig, N_2O wirkt dagegen als Schutzgas.*
- *CO_2 reagiert (im Gegensatz zu N_2O) sauer und würde die Sahne eher aufsprudeln als aufschäumen (ähnlich Mineralwasser) sowie wahrscheinlich den Geschmack verändern. Unter Umständen könnte die Sahne auch gerinnen.*

c) Lachgas 1 P.

d) Glimmspanprobe 1 P.

e) $NH_4NO_3 \longrightarrow N_2O + 2H_2O$ 2 P.

f) $2NH_4NO_3 \longrightarrow 2N_2 + O_2 + 4H_2O$ 2 P.

g) Der Treibhauseffekt basiert, ebenso wie die Infrarotspektroskopie, auf der Absorption von Infrarotstrahlung. Ein Treibhausgas ist folglich grundsätzlich im IR-Spektrum sichtbar. 1 P.

h) $NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$ 2 P.

0,5 Punkte für die richtige Formel von Ozon

i) NO besitzt ein ungepaartes Valenzelektron und ist daher ein Radikal 1 P.

$\cdot\!\cdot\mathrm{N}=\mathrm{O}\cdot\!\cdot$ 1,5 P.

j) Katalyse 1 P.

$\Sigma = 16{,}5$ *Punkte*

$$|\underline{\overline{O}}-\underline{\overline{O}}|^{2-}$$

3 Das Element Mysterium

a) Mysteriumoxid, Mysteriumperoxid 2 P.
b) 2 P.
c) $My_2O + H_2O \rightleftharpoons 2MyOH$ 1 P.
$My_2O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 2MyOH + H_2O_2$ 1 P.
$2H_2O_2 \rightleftharpoons 2H_2O + O_2$ 1 P.
oder alternativ: $2My_2O_2 + 2H_2O \rightleftharpoons 4MyOH + O_2$ (2 P.)
d)

$$n = \frac{p \cdot V}{R \cdot T} = \frac{101325\,\text{Pa} \cdot 0{,}008\,\text{m}^3}{8{,}314\,\frac{\text{J}}{\text{mol K}} \cdot 298\,\text{K}} = 0{,}3272\,\text{mol}$$

$$\frac{n_{\mathrm{My_2O_2}}}{n_{\mathrm{O_2}}} = \frac{2}{1}$$

$$n_{\mathrm{My_2O_2}} = 0{,}654\,\text{mol}$$

$$n_{\mathrm{My_2O}} = 10\,\text{mol} - 0{,}654\,\text{mol} = 9{,}35\,\text{mol}$$

3 P.

e) Mysteriumchlorid: MyCl 0,5 P.
Cl^-, Br^-, I^- 1,5 P.
Unterscheidung durch Ammoniaklösung unterschiedlicher Konzentrationen f) Die Konzentration einer gesättigten Mysteriumchlorid-Lösung beträgt: 1 P.

$$c = \frac{12{,}28\,\text{mol}}{2\,\text{L}} = 6{,}14\,\frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

1 P.

Die Konzentration der gesättigten Lösungen der in der Tabelle angegebenen Chloride sind: (Rechnungen analog) (ab einer Rechnung 1 Punkt)

$$c_{\mathrm{Li}} = \frac{83{,}5\,\text{g}}{42{,}4\,\frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0{,}1\,\text{L}} = 19{,}7\,\frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Natrium: $6{,}14\,\frac{mol}{L}$ 1 P.
Kalium: $4{,}59\,\frac{mol}{L}$
Rubidium: $7{,}52\,\frac{mol}{L}$
Caesium: $11{,}1\,\frac{mol}{L}$
Es handelt sich um das Element Natrium. 1 P.
$\Sigma = 16$ *Punkte*

4 Kalkwäsche

a) Schwefeldioxid 1 P.
b) $2SO_2 + 2Ca(OH)_2 \longrightarrow 2CaSO_3 + 2H_2O$ 2 P.
$2CaSO_3 + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 2CaSO_4$ 2 P.
c) Systematischer Name: Calciumsulfat 1 P.
Trivialname: Gips 1 P.
Verwendung: z.B. im Bauwesen 1 P.
korrekte Lewisformel von Sulfat 1 P.
d)

$$n_{\mathrm{Ca(OH)_2}} = n_{\mathrm{SO_2}} = n_{\mathrm{S}}$$
$$\frac{m_{\mathrm{Ca(OH)_2}}}{M_{\mathrm{Ca(OH)_2}}} = \frac{m_{\mathrm{S}}}{M_{\mathrm{S}}} = \frac{0{,}01 \cdot m_{\mathrm{C}}}{M_{\mathrm{S}}}$$
$$m_{\mathrm{C}} = \frac{m_{\mathrm{Ca(OH)_2}} \cdot M_{\mathrm{S}}}{M_{\mathrm{Ca(OH)_2}} \cdot 0{,}01} = \frac{100 \cdot 10^3\,\mathrm{kg} \cdot 32\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}}}{74\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{mol}} \cdot 0{,}01}$$
$$m_{\mathrm{C}} = 4324 \cdot 10^3\,\mathrm{kg}$$

3 P.

e) Im Gegenstromverfahren kommt es (im Vergleich zum Gleichstromverfahren) zu einer besseren Durchmischung bzw. intensiverem Kontakt zwischen beiden Phasen, was die Reaktion beschleunigt. Außerdem ist dort der Konzentrationsgradient größer, was den Gasaustausch beschleunigt – das Gleichstromverfahren dagegen kann man sich so vorstellen, als stünde die gleiche „Portion“Gas immer mit der gleichen „Portion“Flüssigkeit in Kontakt, sodass der Gasaustausch mit der Zeit immer langsamer wird.
Das Zerstäuben beschleunigt durch die Vergrößerung der Oberfläche ebenfalls den Gasaustausch und damit die Reaktion. 3 P.
$\Sigma = 15$ *Punkte*

5 Über den Schematisch gezogen

a) A: NaCl
B: HCl
C: Cl_2
D: CO_2
E: CO
F: Fe
G: NH_4Cl
H: I_2 8 P.
b) $2NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow 2HCl + Na_2SO_4$ *oder* $NaCl + H_2SO_4 \longrightarrow HCl + NaHSO_4$
$2NaCl + 2H_2O \longrightarrow Cl_2 + H_2 + 2NaOH$
$4HCl + O_2 \longrightarrow 2H_2O + 2Cl_2$
$2HCl + K_2CO_3 \longrightarrow CO_2 + 2KCl + H_2O$
$CO_2 + H_2 \longrightarrow CO + H_2O$
$3CO + Fe_2O_3 \longrightarrow 2Fe + 3CO_2$
$HCl + NH_3 \longrightarrow NH_4Cl$
$Cl_2 + 2KI \longrightarrow I_2 + KCl$ 8 P.
c) Das nachzuweisende Gas wird in eine Waschflasche oder ein Gärröhrchen mit $Ba(OH)_2$ *geleitet. Wenn* CO_2 *enthalten ist, fällt ein weißer Niederschlag aus.* 2 P.
d) HCl und NH_3 *liegen als Gase vor. Da NH4Cl ein festes Salz ist, entsteht es bei dieser Gasphasenreaktion in Form von kleinen Feststoffpartikeln, also als Rauch.* 1 P.
$\Sigma = 19$ *Punkte*

6 Metallionenlotto

a) $MnO_4^- + 8H^+ + 5Fe^{2+} \longrightarrow Mn^{2+} + 5Fe^{3+} + 4H_2O$ 2 P.
b) eine korrekte Lewisformel für Permanganat 1 P.
c)

$$n = c \cdot V = 0{,}1\,\frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 100\,\text{mL} = 0{,}01\,\text{mol}$$
$$Q = 0{,}01\,\text{mol} \cdot 2 \cdot 96485{,}309\,\frac{\text{A s}}{\text{mol}} = 1929{,}7\,\text{C}$$

2 P.

d)

$$t = \frac{Q}{I} = \frac{1929{,}7\,\text{A s}}{1{,}5\,\text{A}} = 1286{,}5\,\text{s} = 21{,}4\,\text{min}(22{,}2\,\text{min})$$

1 P.

e)

- *erster Peak bei* $U = -0{,}6\,\text{V}$ *ist Cadmium*
- *zweiter Peak bei* $U = -0{,}3\,\text{V}$ *ist Blei*
- *dritter Peak bei* $U = 0{,}0\,\text{V}$ *ist Kupfer*

3 P.

f)

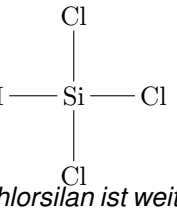
$$c = \frac{H_{\text{Peak}}}{H_{\text{Text}}} \cdot c_{\text{Text}}$$
$$c_{\text{Cd}} = \frac{0{,}07\,\mu\text{A}}{0{,}01\,\mu\text{A}} \cdot 0{,}01\,\frac{\text{mg}}{\text{mol}} = 70\,\frac{\mu\text{g}}{\text{L}}$$
$$c_{\text{Pb}} = \frac{0{,}14\,\mu\text{A}}{0{,}01\,\mu\text{A}} \cdot 0{,}01\,\frac{\text{mg}}{\text{mol}} = 140\,\frac{\mu\text{g}}{\text{L}}$$
$$c_{\text{Cu}} = \frac{0{,}80\,\mu\text{A}}{0{,}01\,\mu\text{A}} \cdot 0{,}01\,\frac{\text{mg}}{\text{mol}} = 800\,\frac{\mu\text{g}}{\text{L}}$$

3 P.

$\Sigma = 12$ *Punkte*

7 Silizium

a) $SiO_2 + C \longrightarrow Si + CO_2$ 1 P.
Um die Oberfläche des Siliziumdioxides und der Kohle zu vergrößern. 1 P.

b) 

1 P.

Trichlorsilan ist weitesgehend unpolar: Es können keine starken elektrostatischen Wechselwirkungen zwischen den Bindungen (bzw. sogar Bindungen) ausgebildet werden. 1 P.
c) Die Verunreinigungen sind in der Schmelze besser löslich, als im festen Silizium. 1 P.
d) Das Fluor hat die größere Elektronegativität und bindet damit das Wasserstoff stärker als Sauerstoff, sodass die Reaktion exotherm abläuft. 1 P.
e) $SiO_2 + 4HF \longrightarrow SiF_4 + 2H_2O$ 1 P.
Das Wasser stellt einen Katalysator dar. 1 P.
$\Sigma = 8$ *Punkte* ***Gesamt: 86,5 Punkte***

„Chemie – die stimmt!“ 2018/2019
Aufgabenblatt
3. Runde – Klasse 10

1 Multiple Choice

Unabhängig von der Fragestellung sind bei den folgenden Fragen eine oder mehrere Antworten richtig.

1. Welche Größe ändert sich bei einem isochoren Prozess nicht?

a) Enthalpie	*b) Volumen*	*c) Temperatur*	*d) Druck*	*e) Entropie*

2. Welcher der folgenden Stoffe ergibt in Wasser eine saure Lösung?

a) $FeCl_3$	*b) $B(OH)_3$*	*c) SO_3*	*d) MgO*	*e) N_2O*

3. Bei welcher der Verbindungen handelt es sich um einen Alkohol?

a) Pentanol	*b) Toluol*	*c) Anilin*	*d) Glycerin*	*e) Pyrrol*

4. Welches Salz ist gelb?

a) $CuSO_4$	*b) PbI_2*	*c) CH_3COONa*	*d) Ag_3PO_4*	*e) $BaCO_3$*

5. Welches Element verursacht eine grüne Flammenfärbung?

a) Natrium	*b) Barium*	*c) Cäsium*	*d) Lithium*	*e) Kupfer*

6. Welche der folgenden Verbindungen ist in Wasser schwerlöslich?

a) NaCl	*b) $BaSO_4$*	*c) PbO*	*d) AgCl*	*e) $CuCl_2$*

7. Welche Farbe hat Mangan(V)?

a) violett	*b) grün*	*c) blau*	*d) rot*	*e) farblos*

8. Welche der folgenden Verbindungen besitzt ein Dipolmoment?

a) CO_2	*b) CCl_4*	*c) SO_2*	*d) H_2O*	*e) $AlCl_3$*

9. In welcher der Verbindungen/Ionen kommt ein Atom in der Oxidationsstufe +7 vor?

a) $Cr_2O_7^{2-}$	*b) MnO_4^-*	*c) $KClO_4$*	*d) CrO_4^{2-}*	*e) $MnO(OH)_2$*

10. Welcher Indikator ist im Basischen rot?

a) Phenolphthalein	*b) Bromthymolblau*	*c) Universalindikator*	*d) Kongorot*	*e) Methylrot*

11. Wie viele Isomere hat C_6H_{14}?

a) 3	*b) 4*	*c) 5*	*d) 6*	*e) 7*

12. Welche der folgenden Säuren ist die stärkste?

a) H_2SO_4	*b) HF*	*c) NH_4^+*	*d) H_3PO_4*	*e) H_2O*

13. Welches Wasserstoffisotop existiert nicht?

a) Tritium	*b) Protium*	*c) Quatrium*	*d) Deuterium*	*e) Hydronium*

14. Welches Element hat die Elektronenkonfiguration $[Ar]3d^{10}4s^1$?

a) Mangan	*b) Argon*	*c) Zink*	*d) Kupfer*	*e) Magnesium*

15. Was kann mit der Tollens-Probe nachgewiesen werden?

a) Alkohole	*b) Alkene*	*c) Ketone*	*d) Aldehyde*	*e) Carbonsäuren*

2 It's not rocket science!

Vor 50 Jahren, am 20. Juli 1969, betraten die ersten Menschen den Mond. Die Saturn-V-Rakete, die die Astronauten der Apollo-11-Mission dorthin gebracht hat, gehört mit 111 m Höhe und 3000 t Masse zu den größten und leistungsstärksten Raketen, die jemals gebaut wurden. Sie bestand aus 3 sog. Stufen: Immer wenn eine Stufe ausgebrannt war, wurden deren leere Treibstofftanks und Triebwerke abgeworfen und die nächste Stufe gezündet. Im Vergleich zu einer einstufigen Rakete (d.h. nur ein großer Tank + Triebwerk) können so größere Geschwindigkeiten und damit Reichweiten erzielt werden.

a) Beschreibe kurz das grundsätzliche Funktionsprinzip eines Raketentriebwerks.

b) Begründe, warum mit mehrstufigen Raketen höhere Geschwindigkeiten als mit einer einstufigen Rakete erreicht werden können.

Die erste (unterste) Stufe der Saturn V verwendete als Treibstoff RP-1 (Rocket Propellant 1) und flüssigen Sauerstoff. Prinzipiell ist RP-1 nochmals destilliertes Kerosin besonders hoher Qualität. In der zweiten und dritten Stufe kam stattdessen flüssiger Wasserstoff als Reduktionsmittel zum Einsatz.

c) Nenne die beiden Reaktionsprodukte, die bei vollständiger Umsetzung von RP-1 mit flüssigem Sauerstoff entstehen.

d) Formuliere die Reaktionsgleichung für die 2. und 3. Raketenstufe.

Der Treibstoff der Mondlandefähre wird als Aerozin 50 bezeichnet und bestand aus einem 1:1-Gemisch von Hydrazin (N_2H_4) und 1,1-Dimethylhydrazin ($H_2N{-}N(CH_3)_2$). Als Oxidationsmittel diente Distickstofftetroxid, außerdem wurde Helium als Treibgas verwendet. Das Gemisch ist hypergol, d.h. die Komponenten reagieren bei Kontakt spontan (und mitunter explosiv) miteinander.

e) Formuliere für beide Komponenten von Aerozin 50 jeweils die Reaktionsgleichung für deren Reaktion mit Distickstofftetroxid. Tipp: In beiden Fällen entsteht Stickstoff.

f) Nenne einen wesentlichen Grund, warum Hypergolität eine wünschenswerte Eigenschaft für den Treibstoff der Mondlandefähre war. Erläutere kurz.

Auch die Space Shuttles verwendeten Flüssigtreibstoff in Form von Wasserstoff und Sauerstoff, die sich in dem charakteristischen orangefarbenen Tank befanden. Die beiden weißen Tanks an den Seiten waren hingegen sog. Feststoffbooster, die mit dem festem Treibstoff APCP rund 80 % des Schubes in den ersten zwei Minuten nach dem Start bereitstellten. APCP (zu deutsch: Ammoniumperchlorat-Verbundtreibstoff) besteht neben NH_4ClO_4 aus Aluminiumpulver und einem Bindemittel und wird z.B. auch in Flugzeug-Schleudersitzen (dort in kleineren Mengen...) genutzt. Ammoniumperchlorat zersetzt sich bei der Verbrennung zu Wasser und drei Elementsubstanzen.

g) Formuliere die Reaktionsgleichung für die thermische Zersetzung von Ammoniumperchlorat. Bestimme Oxidations- und Reduktionsmittel bei dieser Reaktion.

h) Begründe anhand zweier Reaktionsgleichungen, welche Rolle das Aluminium im Feststofftriebwerk spielt.

3 Erdgas

Alkane sind überall in unserer modernen Welt. Es gibt sie in verschiedenen Formen, von langen Ketten bis zu vielen Verzweigungen. Diese verschiedenen Formen heißen Konstitutionsisomere.

a) Zeichne alle Konstitutionsisomere des Alkans C_5H_{12}.

Der Hauptbestandteil von Erdgas ist das einfachste Alkan Methan (CH_4).

b) Zeichne die räumliche Struktur von CH_4. Welcher Polyeder entsteht, wenn man die Wasserstoffatome verbindet?

c) Nenne zwei Beispielmoleküle, in denen eine andere Zahl an Atomen (als 4) an ein zentrales Atom gebunden ist und benenne die geometrische Anordnung.

Neben Methan enthält Erdgas auch Anteile höherer Alkane wie Ethan, Propan und Butan. Propan und Butan werden gerne in Druckflaschen beispielsweise zur Anwendung in Gasgrillen verkauft. Methan und Ethan werden zur Speisung von Gasleitungen verwendet.

d) Wie kann man die verschiedenen Alkane im Erdgas trennen? Welchen Grund hat die Bevorzugung von Propan und Butan für die Abfüllung in Druckflaschen?

Reines Methan kann wie andere Erdgasbestandteile eine Gefahrenquelle darstellen, etwa wenn eine Leitung undicht wird.

e) Welche Eigenschaft ist hier so gefährlich? Welche Gefahrensymbole muss man an einer Druckgasflasche, die mit Methan befüllt ist, anbringen?

Alkane sind geruchlos. Der typische Gasgeruch rührt von zugesetztem Tetrahydrothiophen (C_4H_8S), einem Fünfring, der ein Schwefelatom enthält, her.

f) Zeichne die Struktur von Tetrahydrothiophen.

g) Warum wird Tetrahydrothiophen dem Erdgas zugesetzt?

4 Einmal tief Luft holen und pusten!

Die Alkohole sind eine Stoffklasse der organischen Chemie. Der gewöhnliche Trinkalkohol ist dabei Ethanol, der zum Beispiel in der Bierbrauerei durch Gärung aus Zucker gewonnen wird.
Eine Möglichkeit, die Fahrtüchtigkeit über den Alkoholgehalt im Atem festzustellen, sind „Puströhrchen“. Diese enthalten eine Mischung aus gelbem Kaliumdichromat $K_2Cr_2O_7$ und Schwefelsäure, die auf hochporösem Silicagel aufgetragen ist. Benutzt wird das Röhrchen, indem man durch Hindurchblasen einen am Ausgang angebrachten Plastikbeutel mit Atemluft füllt. Das Kaliumdichromat oxidiert den Ethanol in der Atemluft zu Essigsäure und die Reaktion kann durch das durchsichtige Röhrchen beobachtet werden.

a) Zeichne die Strukturformeln von Ethanol und Essigsäure. Welches Kohlenstoffatom wird oxidiert? Bestimme seine Oxidationszahl in Ethanol und Essigsäure.

b) Das Kaliumdichromat wird in der Reaktion zu $Cr_2(SO_4)_3$ reduziert. Bestimme die Oxidationszahl des Chroms in Kaliumdichromat und dem genannten Chromsulfat.

c) Stelle die Reaktionsgleichung, die im Röhrchen abläuft, auf.

d) Es kann nicht nur die bloße Anwesenheit von Ethanol, sondern auch dessen Gehalt in der Atemluft erkannt werden. Warum wird bei dem Test ein Plastikbeutel mit Atemluft gefüllt? Woran kann eine positive Probe erkannt werden und wie kann der Ethanolgehalt bestimmt werden?

Der Körper baut Ethanol ebenfalls durch Oxidation zu Essigsäure ab. Als Zwischenprodukt entsteht dabei zunächst Ethanal oder auch Acetaldehyd, das auch für den Kater mitverantwortlich ist. Es lässt sich mit der Tollensprobe nachweisen. Hierzu wird die Probesubstanz mit einer basischen Lösung von Silberionen versetzt. Wenn sich ein Silberspiegel abscheidet, ist die Probe positiv.

e) Schreibe die Strukturformel des Ethanals auf und schreibe die Reaktionsgleichung, die bei der Probe abläuft, auf.

f) Als Base wird in der Tollensreaktion Ammoniak verwendet. Warum können keine anderen Basen wie z.B. Alkalihydroxide verwendet werden?

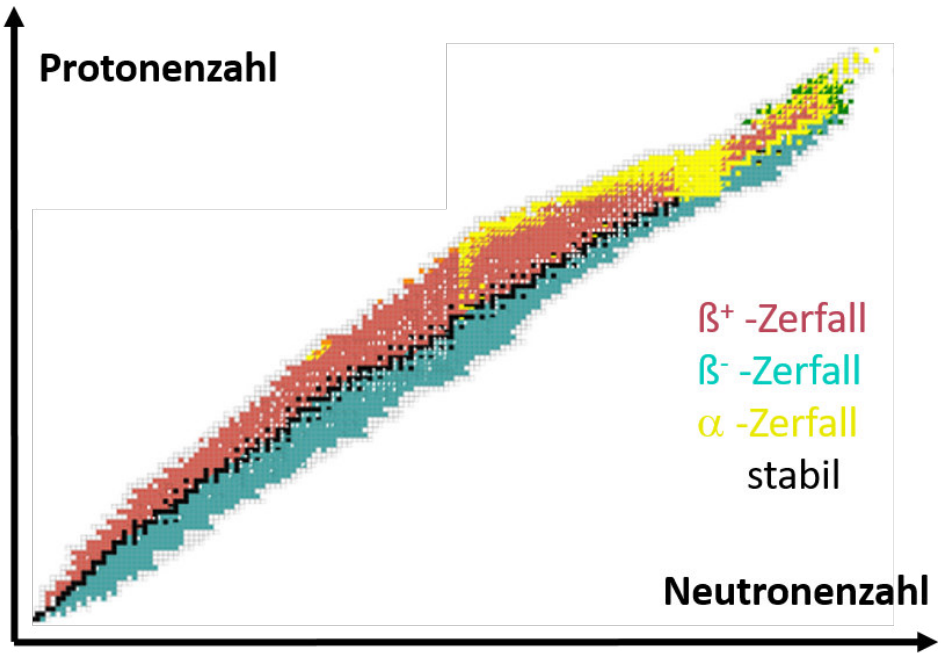
g) Silberionen sind auch sonst ein wichtiges Nachweisreagenz. Nenne vier Ionen, die mit Silbernitrat zu deren Nachweis geeignete schwerlösliche Niederschläge bilden. Wie kann man diese Niederschläge voneinander unterscheiden?

In selbstgebranntem Alkohol kommt es häufig dazu, dass neben dem Ethanol auch der kürzere Alkohol Methanol entsteht. Dieses ist ikm Gegensatz zu Ethanol akut giftig.

h) Welches der folgenden Reagenzien würdest du benutzten, um Methanol und Ethanol zu unterscheiden: Schwefelsäure (H_2SO_4), gelbes Blutlaugensalz ($K_4[Fe(CN)_6]$), Borsäure ($B(OH)_3$), Natriumhydrogencarbonat ($NaHCO_3$),Kaliumdichromat ($K_2Cr_2O_7$), Kupfersulfat ($CuSO_4$)? Schreibe die vollständige Reaktionsgleichung des Nachweises auf und die Beobachtung bei einem positiven Ergebnis.

5 Kernchemie

Atomkerne setzen sich aus Neutronen und Protonen zusammen. Dementsprechend lassen sie sich anhand der Anzahl dieser Bestandteile als Nuklide kategorisieren. Die Anzahl der Protonen und Neutronen bestimmt, zu welchem Nuklid ein Atomkern gehört. Ähnlich dem Periodensystem der Elemente ist eine Nuklidkarte eine Darstellung aller bekannten Nuklide. Jedes Kästchen entspricht einem Nuklid und ist entsprechend seiner Protonenzahl Z auf der y-Achse und seiner Neutronenzahl N auf der x-Achse angeordnet. Die Farbe der Nuklide zeigt an, ob sie stabil sind (schwarz) oder radioaktiv zerfallen (alle anderen Farben).



a) Was charakterisiert Atomkerne, die zum selben Element gehören? Wodurch kennzeichnen sie sich in der Nuklidkarte?

Aufgrund der Coloumb-Kraft stoßen sich die Protonen in Atomkernen ab. Demgegenüber steht die anziehende, starke Wechselwirkung, welche nur auf extrem kurzen Distanzen (wie denen in einem Atomkern) wirkt, dafür aber wesentlich stärker ist. Das Wechselspiel dieser Kräfte bestimmt letztendlich, welche Nuklide stabil sind und wie der Rest zu anderen Nukliden zerfällt. Nuklide mit großem Neutronenüberschuss zerfallen meist durch β^--Zerfall unter Umwandlung eines Neutrons in ein Proton, Nuklide

mit großem Protonenüberschuss zerfallen meist durch β^+-Zerfall unter Umwandlung eines Protons in ein Neutron und sehr schwere Nuklide zerfallen meist durch α-Zerfall unter Abgabe eines Heliumkerns.

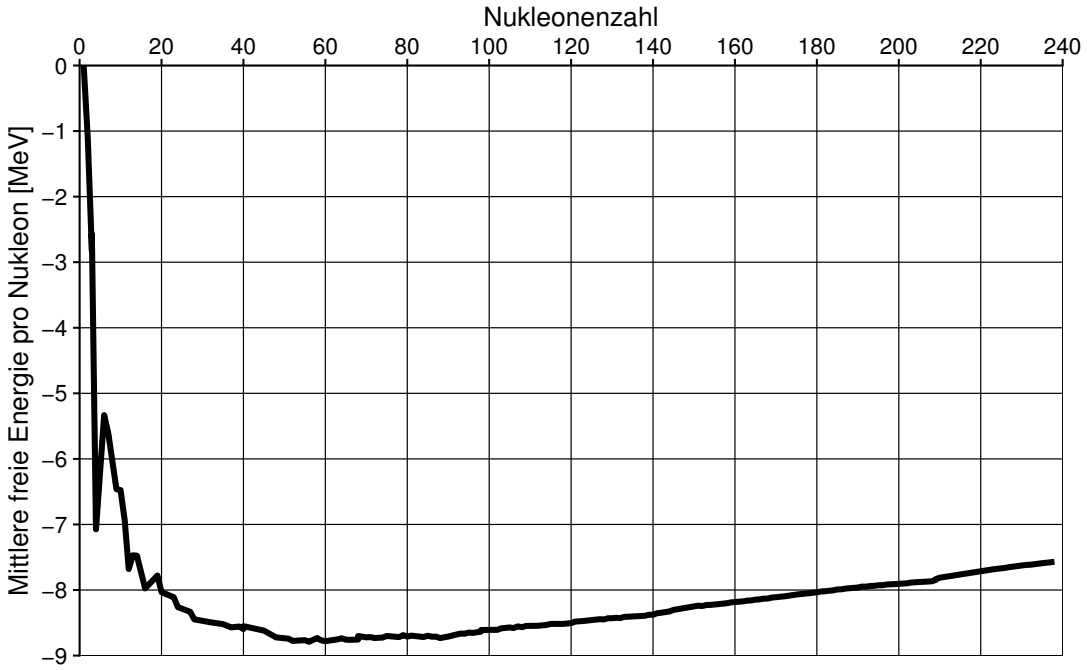
b) Das Verhältnis von Neutronen zu Protonen in leichten stabilen Kernen ist sehr ähnlich. Aber schwere stabile Kerne besitzen einen immer größeren Neutronenüberschuss, je schwerer sie sind. Was ist der Grund dafür?

In der Natur kommen fast ausschließlich stabile Nuklide vor. Die Ausnahmen sind ^{235}U, ^{238}U und ^{232}Th, die sehr langsam zerfallen, sowie solche Nuklide, die durch einen oder mehrere radioaktive Zerfälle aus diesen gebildet werden. Diese durch Zerfall von langlebigen Nukliden gebildeten Nuklide befinden sich in einem Zerfallsgleichgewicht, da eine kleine Menge dieser genauso schnell gebildet wird, wie sie wieder zerfallen.

c) ^{232}Th, das einzige natürlich vorkommende Thoriumisotop, zerfällt zu dem Radiumisotop ^{228}Ra. ^{232}Th hat einen Anteil von 11 ppm (parts per million) in der Erdkruste. Ein ^{232}Th-Atom zerfällt mit einer Wahrscheinlichkeit von $5 \cdot 10^{-9}$ % pro Jahr. ^{228}Ra besitzt eine Halbwertszeit von 5,8 Jahren. Berechne den ^{228}Ra-Gehalt der Erdkruste.

d) Die drei oben genannten Nuklide sind Ausgangspunkte sogenannter Zerfallsreihen. Markiere auf dem Lösungsblatt alle Nuklide, die beim Zerfall des häufigsten Uranisotops ^{238}U und seiner Zerfallsprodukte gebildet werden.

Eine andere Art, die Stabilität von Atomkernen zu betrachten, ist es, die mittlere freie Energie pro Nukleon gegen die Nukleonenzahl aufzutragen.



e) Warum ist die mittlere freie Energie als negative Energie aufgetragen?

f) Sowohl durch Fusion sehr leichter Kerne als auch durch Spaltung sehr schwerer Kerne lässt sich Energie freisetzen. Warum ist dies so?

g) Wie viel Energie wird ungefähr bei der Spaltung eines ^{235}U-Kerns zu einem ^{144}Ba-Kern und ^{89}Kr-Kern und zwei Neutronen frei?

6 Elementarzelle

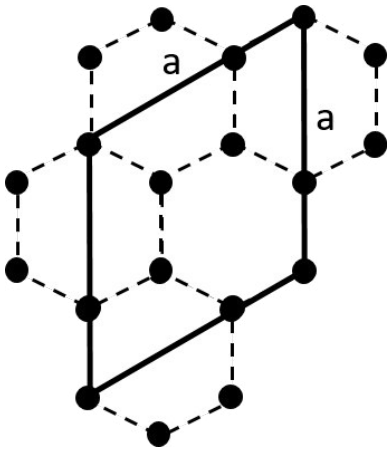
Kristallstrukturen von Salzen und Feststoffen werden durch Angabe der Position der Atome oder Ionen in einem Gitter beschrieben. Die Atome werden dabei als harte Kugeln betrachtet, die sich direkt berühren. Das Gitter ist eine periodische Anordnung, das heißt, dass die Strukturmotive immer wiederkehren. Man kann nun den kleinsten Ausschnitt aus dem Gitter finden, der durch wiederholte Aneinanderreihung die Struktur des ganzen Festkörpers beschreibt. Dieser kleinste Ausschnitt heißt Elementarzelle.

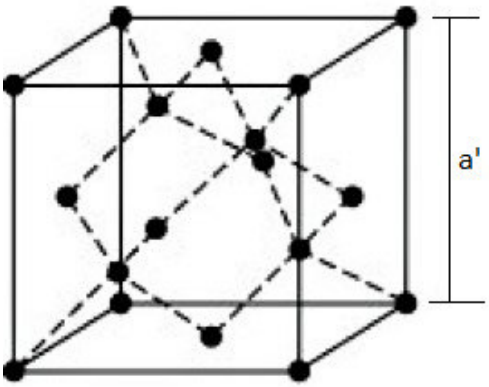
a) Die gleiche Definition gilt auch für eine Elementarzelle in zwei Dimensionen: Zeichne eine mögliche Elementarzelle in das Muster ein.

Kohlenstoff ist das zentrale Element der Organischen Chemie und jedes Lebens, aber auch in seiner reinen Elementarform weist es interessante Eigenschaften auf. Eine davon ist die Fähigkeit verschiedene Formen, die Allotrope genannt werden, zu bilden.

b) Nenne vier Allotrope, die Kohlenstoff bildet.

Die Allotrope des Kohlenstoffes haben verschiedene Strukturen. Dadurch sind auch die Elementarzellen verschieden. Die Elementarzellen zweier der Allotrope des Kohlenstoffes sind hier dargestellt: Die





Elementarzelle des Diamants ist würfelförmig und der Ausschnitt aus der Graphitebene ist ein Parallelogramm. Die Seitenlängen des Würfels im Fall der Elementarzelle des Diamants betragen $a' = b' = c' =$ 357 pm. Im Graphit sind die Seitenlängen des Ebenenausschnitts $a = b =$ 426 pm.

c) Berechne das Volumen eines Kohlenstoffatoms aus dem Schnitt von Graphit. (Hinweise: Die Kohlenstoffatome berühren sich entlang der gestrichelten Linien, das Volumen einer Kugel beträgt $V = 4/3\pi r^3$ mit dem Radius r.)

Die Eigenschaften der Elementarzelle haben auch direkten Einfluss auf die Eigenschaften der Modifikation.

d) Berechne, wie viel Prozent des Volumens in der Elementarzelle des Diamants ausgefüllt sind. (Falls du c) nicht gelöst hast, gehe davon aus, dass ein Kohlenstoffatom ein Volumen von $1{,}9 \cdot 10^{-30}$ m^3 = $1{,}9 \cdot 10^6$ pm^3 besitzt.)

Die Unterschiede in der Raumausfüllung einer Elementarzelle führen auch zu anderen makroskopischen Eigenschaften. Eine davon ist die Dichte.

e) Berechne die Dichte von Diamant. Nimm für diese Berechnung an, dass die Masse eines Kohlenstoffatoms das zwölffache der atomaren Masseneinheit ist. ($1u = 1{,}660 \cdot 10^{-27}$ kg)

7 Wasser-Alkohol-Gemische und ihre „verborgenen Effekte“

Um die Zusammensetzung von Mischungen beschreiben zu können, werden unterschiedliche Größen verwendet. Die bekannteste Größe ist in diesem Zusammenhang die Konzentration. Es können allerdings auch der Massenbruch oder Molenbruch verwendet werden. Für eine Mischung, die nur aus Wasser und Ethanol besteht, ist der Molenbruch wie folgt definiert:

$$x_{Ethanol} = \frac{n_{Ethanol}}{n_{Ethanol} + n_{Wasser}}$$

Der Massenbruch für eine solche Mischung ist wie folgt definiert:

$$\epsilon_{Ethanol} = \frac{m_{Ethanol}}{m_{Ethanol} + m_{Wasser}}$$

Eine Wasser-Alkohol-Mischung besteht aus 2303,5 g Ethanol und 900,8 g Wasser.

a) Welchen Vorteil besitzen der Massenbruch oder Molenbruch gegenüber der Konzentration?

b) Berechne den Massenbruch von Ethanol in der gegebenen Mischung.

c) Berechne den Molenbruch von Ethanol.

d) Welches Volumen weist die Lösung auf? Nimm dafür an, dass sich das Volumen der Lösung aus dem Volumen des Wassers und dem Volumen des Ethanols zusammensetzt. Nimm für die Dichte von Wasser $\rho = 0{,}997\,\mathrm{g\,cm^{-3}}$ und für die Dichte von Ethanol $\rho = 0{,}784\,\mathrm{g\,cm^{-3}}$ an.

Bei der Mischung von zwei reinen Stoffen ist jedoch das tatsächliche Volumen der Mischung häufig ungleich der Summe der einzelnen Volumen. Die Differenz der Volumen wird als Exzessvolumen bezeichnet. Wird die oben beschriebene Wasser-Alkohol-Mischung hergestellt erhält, man tatsächlich ein Volumen von 3734,7 mL.

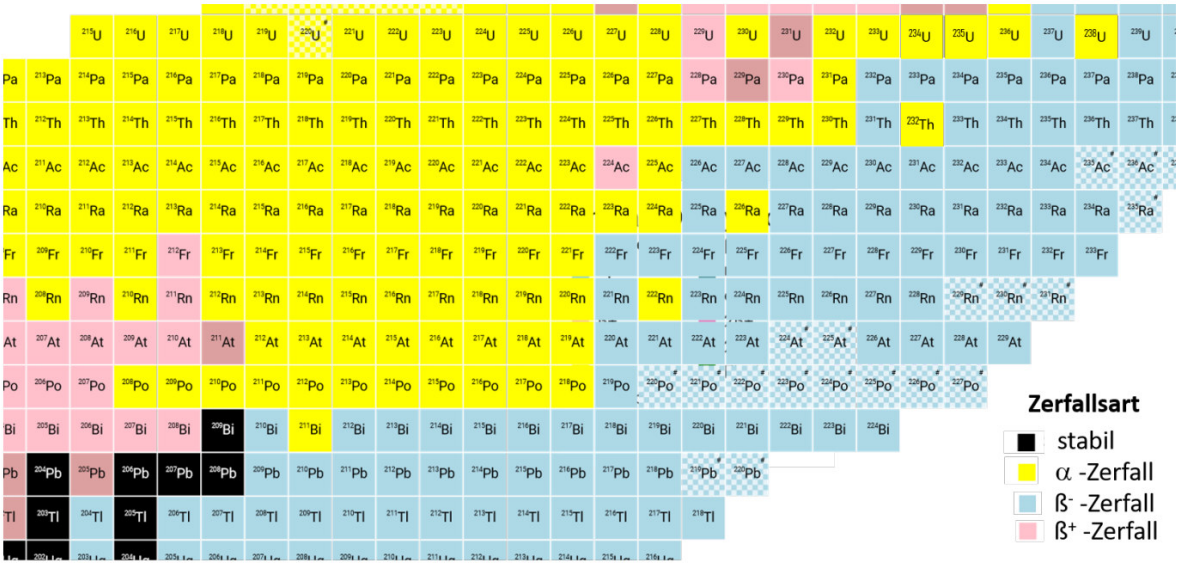
e) Berechne das Exzessvolumen des Wasser-Alkohol-Gemisches.

f) Wodurch kommt das Exzessvolumen zustande? Erkläre kurz mit den Wechselwirkungen der Teilchen.

Wenn sich das Volumen nicht additiv aus den Einzelvolumina ergibt, müssen sich die molaren Volumina der beiden Komponenten verändern. Mit Hilfe des Roozeboomschen Tangentenverfahrens kann man die partiellen molaren Größen bestimmen. Dabei werden die experimentell bestimmten molaren Volumina der Lösung gegen den Molenbruch oder Massenbruch einer Komponente aufgetragen. Anschließend wird eine Tangente, bei der Zusammensetzung der Mischung, an die erhaltene Kurve angelegt. Auf der y-Achse kann das molare Volumen einer Komponente abgelesen werden. Das molare Volumen der zweiten Komponente kann auf einer zur y-Achse parallelen Gerade durch die Zusammensetzung 1 abgelesen werden.

g) Bestimme mit Hilfe des Roozeboomschen Tangentenverfahrens die molaren Volumina von Wasser und Ethanol in der Mischung. Verwende dazu die bereits vorgegebene Auftragung der molaren Volumina der Mischung.
Vergleiche dein Ergebnis mit dem molaren Volumen von reinem Wasser ($V_\mathrm{m} = 18{,}1\,\mathrm{cm^3\,mol^{-1}}$).

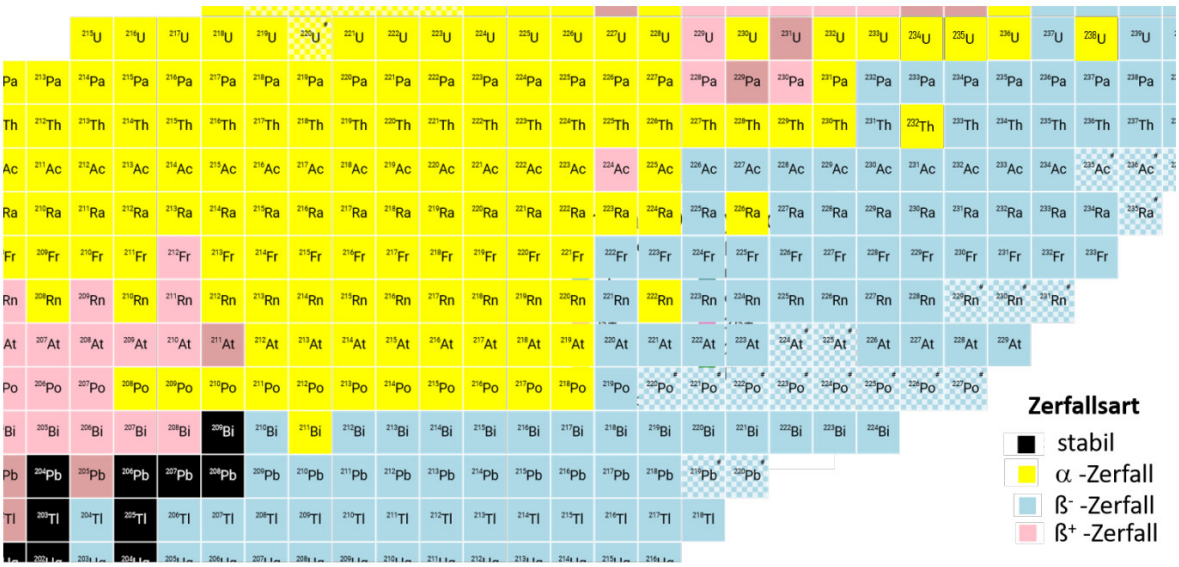
d)


Zerfallsart
stabil
α -Zerfall
ß⁻ -Zerfall
ß⁺ -Zerfall

d)

Zerfallsart
stabil
α -Zerfall
ß⁻ -Zerfall
ß⁺ -Zerfall

d)


Zerfallsart
stabil
α -Zerfall
ß⁻ -Zerfall
ß⁺ -Zerfall

1 Multiple Choice

1. a), b), c)
2. b), d)
3. b), e)
4. b), c), d)
5. d)
6. b)
7. d)
8. a), d)
9. b), c)
10. d)
11. a)
12. c)
13. d)
14. c), e)
15. d)

2 It’s not rocket science!

a) Raketentriebwerke basieren auf dem Rückstoßprinzip: Bei der Reaktion im Triebwerk entstehen Gase, die durch die freiwerdende Energie nach unten/hinten beschleunigt werden. Der erzeugte Rückstoß (Actio = Reactio) beschleunigt die Rakete selbst im Vakuum. 2 P.
(1 P für beschleunigte Gase und Energie o.ä. = „chemischer Part + 1 P für Impulserhaltung, Rückstoß o.ä. = „physikalischer Part“)
Anmerkungen für den Korrigierenden: “Impulserhaltung” wäre das perfekte Stichwort, höchstwahrscheinlich kennen die Schüler das aber noch nicht. Die größte Schubwirkung wird erreicht, wenn die bei der Reaktion freigesetzten Gase energiearm sind (d.h. mehr Energie wird freigesetzt und für die Beschleunigung verwandt) und eine geringe Molekülmasse aufweisen (d.h. die gleiche Energie führt zu mehr Geschwindigkeit).

b) Nicht mehr benötigte Tanks und Triebwerke sind Leermasse, die ebenfalls beschleunigt werden muss, was letztlich Treibstoff zur Beschleunigung der Nutzmasse verschwendet. Durch den Abwurf ausgebrannter Stufen wird die Gesamtmasse reduziert, sodass bei gleichem Treibstoffverbrauch eine höhere Geschwindigkeit erreicht wird. 2 P.

c) H_2O, CO_2 2 P.

d) $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$ 2 P.

e) $2N_2H_4 + N_2O_4 \longrightarrow 3N_2 + 4H_2O$
$H_2N{-}N(CH_3)_2 + 2N_2O_4 \longrightarrow 3N_2 + 4H_2O + 2CO_2$
(je 3 P) 6 P.

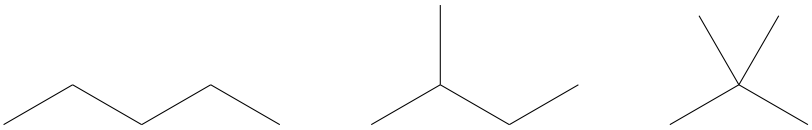
f) Mögliche Gründe: 2 P.
Dank der Selbstzündung ist keine Zündvorrichtung nötig → unkomplizierter, ausfallsicherer, spart Masse
Mehrfache Zündungen ohne Probleme möglich → ideal für Korrekturmanöver
Durch die spontane Reaktion kann sich nicht zu viel Treibstoff vor der Zündung in der Brennkammer ansammeln → sicherer

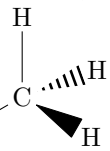
g) $2NH_4ClO_4 \longrightarrow 4H_2O + N_2 + 2O_2 + Cl_2$ 5 P.
Reduktionsmittel: NH_4^+ (Oxidationszahl N: -III → 0)
Oxidationsmittel: ClO_4^- (Oxidationszahl Cl: +VII → 0)
(3 P für die Gleichung und je 1 P für OM und RM)

h) $2Al + 3Cl_2 \longrightarrow 2AlCl_3$ 6 P.
$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$
Aluminium reagiert mit entstehendem Sauerstoff und Chlor unter Freisetzung größerer Energiemengen, die ebenfalls zum Schub beitragen und die Reaktion in Gange halten.
(je 2 P für die beiden Gleichungen und die Begründung)

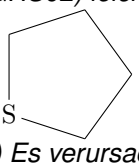
$\Sigma = 27$ Punkte

3 Erdgas

a)  3 P.

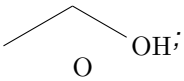


b) tetraedisch 2 P.
c) Korrekte Beispiele, je Beispiel 2 Punkte 4 P.
d) Nach den unterschiedlichen Siedepunkten 1 P.
Propan und Butan können leicht verflüssigt werden 1 P.
e) Methan ist ein leicht brennbares Gas, das in bestimmten Mischungsverhältnissen mit Luft ein explosives Gemisch ergibt. Die Gefahrensymbole auf einer mit Methan gefüllten Druckgasflasch sind (GHS02) leicht entzündlich und (GHS04) Gasflasche unter Druck 3 P.

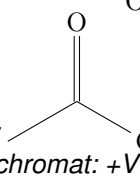


f) 1 P.
g) Es verursacht den typischen Geruch und dient damit der Warnung. 1 P.
$\Sigma = 16$ *Punkte*

4 Einmal tief Luft holen und pusten!

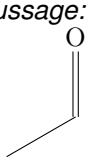
a) Ethanol: 

; Oxidationszahl: -I 2 P.



Essigsäure: *; Oxidationszahl: +III* 2 P.
b) Kaliumdichromat: +VI; Chromsulfat +III 2 P.
c) $2K_2Cr_2O_7 + 8H_2SO_4 + CH_3CH_2OH \longrightarrow 2Cr_2(SO_4)_3 + 3CH_3COOH + 2K_2SO_4 + 11H_2O$ 2 P.
d) Plastikbeutel zur Normierung des Volumens der Atmeprobe 1 P.

Beim Ablauf der Redoxreaktion ändert sich die Farbe des Chroms von gelb nach grün quantitative Aussage: Anteil des Puströhrchens, der sich verfärbt hat / Intensität der Färbung 1 P.

e)  1 P.

$CH_3CHO + 2Ag^+ + 2OH^- \longrightarrow CH_3COOH + 2Ag + H_2O$ 1 P.

f) Die Tollensprobe wird mit Silbernitrat durchgeführt, das durch Zutropfen von Ammoniak in den löslichen Diamminsilber(I)-komplex übergeht. Mit Alkalihydroxiden könnten schwerlösliche Hydroxide/Oxide des Silbers ausfallen. 2 P.

g) Zum Beispiel:
Chlorid: Fällen mit Silbernitrat zum unlöslichen weißen Silberchlorid (AgCl). Zugabe von Ammoniak löst den Niederschlag unter Komplexbildung zum Diamminsilber(I) ($[Ag(NH_3)_2]^+$)
Bromid: Fällen mit Silbernitrat zum unlöslichen weißen bis gelblichen Silberbromid (AgBr). Der Niederschlag löst sich nur bei Zugabe konzentrierten Ammoniaks.
Iodid: Fällen als gelb-grünlicher Niederschlag des Silberiodid (AgI). Löst sich auch bei konzentrierem Ammoniak nicht.
Chromat (CrO_4^{2-}): Bildet mit Silberionen unlöslichen Niederschlag einer rotbraunen Farbe.
Acetat (CH3COO-): Fällen als weißer Niederschlag bei neutralem pH in Form des Silberacetat (AgCH3COO). Löst sich leicht bei Zugabe verdünnter Salpetersäure. 4 P.

h) Borsäure: $B(OH)_3$: $B(OH)_3 + 3CH_3OH \longrightarrow B(OOCH_3)_3$ 1 P.

Borsäuretrimethylester verbrennt mit grüner Flamme. 1 P.

$\Sigma = 20$ *Punkte*

5 Kernchemie

a) Atomkerne die zum selben Element gehören enthalten die gleiche Anzahl an Protonen. Sie befinden sich in der selben Reihe der Nuklidkarte. 2 P.

b) Die Abstoßung wird größer, da mehr Protonen vorhanden sind. 1 P.

c)

$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{t_{\frac{1}{2}}^{(1)}}{t_{\frac{1}{2}}^{(2)}}$$

$$t_{\frac{1}{2}}^{(^{232}\mathrm{Th})} = \frac{50\,\%}{5 \cdot 10^{-9}\,\%} \cdot 1\mathrm{a} = 10^{10}\mathrm{a}$$

$$c_{^{228}\mathrm{Th}} = \frac{5{,}8\mathrm{a} \cdot 11\,\mathrm{ppm}}{10^{10}\mathrm{a}} = 6{,}38 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{ppm}$$

3 P.

d) U238, Th234, Pa234, U234, Th230, Ra226, Ra222, Po218, Pb214, Bi214, Po214, Pb210, Bi210, Po210, Pb206 5 P.

e) Weil Energie frei wird f) Weil die Maximale Bindungsenergie pro Nukleon bei Eisen erreicht wird. 1 P.

Entsprechend wird sowohl durch Fusion und Spaltung Energie frei 1 P.

g)

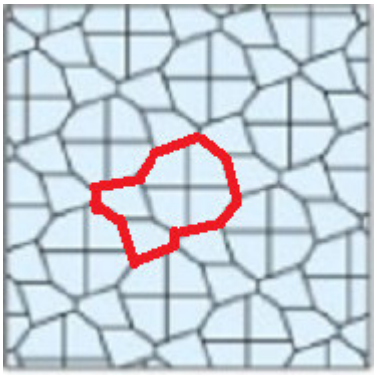
$$E = 235 \cdot 7{,}5\,\mathrm{eV} - 144 \cdot 8{,}3\,\mathrm{eV} - 89 \cdot 8{,}7\,\mathrm{eV} = -207\,\mathrm{eV}$$

3 P.

$\Sigma = 16$ *Punkte*

6 Elementarzelle

a) oder vergleichbare



1 P.

b) Graphit, Diamant, Fullerene, Kohlenstoffnanoröhrchen 2 P.

c)

$$L = \frac{a}{3}$$
$$r = \frac{L}{2} = \frac{a}{6} = \frac{426\,\text{pm}}{6} = 71\,\text{pm}$$
$$V = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r^3 = 1{,}5 \cdot 10^6\,\text{pm}^3 = 1{,}5 \cdot 10^{-30}\,\text{m}^3$$

3 P.

d)

$$V_q = a^3 = 4{,}54 \cdot 10^{-29}\,\text{m}^3 = 4{,}54 \cdot 10^7\,\text{pm}^3$$
$$N = 4 \cdot 1 + 6 \cdot \frac{1}{2} + 8 \cdot \frac{1}{8} = 8$$
$$V_\text{C} = 8 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-30}\,\text{m}^3 = 1{,}2 \cdot 10^{-29}\,\text{m}^3$$
$$\epsilon = \frac{1{,}2 \cdot 10^{-29}\,\text{m}^3}{4{,}54 \cdot 10^{-29}\,\text{m}^3} = 0{,}2641$$

4 P.

e)

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{8 \cdot 12 \cdot 1{,}660 \cdot 10^{-27}\,\text{kg}}{4{,}54 \cdot 10^{-29}\,\text{m}^3} = 3{,}51\,\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = 3{,}51 \cdot 10^{-39}\,\frac{\text{kg}}{\text{pm}^3}$$

2 P.

$\Sigma = 12$ *Punkte*

7 Wasser-Ethanol-Gemische und ihr „verborgenen Effekte“

a) Der Massenbruch oder Molenbruch ist nicht vom Volumen der Lösung abhängig, wodurch keine Temperaturabhängigkeit folgt. 1 P.

b)

$$\epsilon = \frac{2303{,}5\,\text{g}}{2303{,}5\,\text{g} + 900{,}8\,\text{g}} = 0{,}719$$

2 P.

c)

$$x = \frac{\frac{2303{,}5\,\text{g}}{46{,}069\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}}}{\frac{2303{,}5\,\text{g}}{46{,}069\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}} + \frac{900{,}8\,\text{g}}{18{,}015\,\frac{\text{g}}{\text{mol}}}} = 0{,}5$$

2 P.

d)

$$V = \frac{2303{,}5\,\mathrm{g}}{0{,}784\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}} + \frac{900{,}8\,\mathrm{g}}{0{,}997\,\frac{\mathrm{g}}{\mathrm{cm}^3}} = 3841{,}2\,\mathrm{mL}$$

3 P.

e)

$$\Delta V = 3734{,}7\,\mathrm{mL} - 3841{,}2\,\mathrm{mL} = -106{,}5\,\mathrm{mL}$$

1 P.

f) Das Exzessvolumen in einer Wasser-Ethanol-Mischung kommt hauptsächlich durch attraktive Wechselwirkungen zwischen den Teilchen zustande.
oder: Packungseffekte, Die kleineren Wasserteilchen passen in die Lücken zwischen den größeren Ethanolmolekülen. 1 P.

g)

$$V_m^{(\mathrm{H_2O})} = 16{,}88\,\frac{\mathrm{cm}^3}{\mathrm{mol}}$$
$$V_m^{(Ethanol)} = 57{,}72\,\frac{\mathrm{cm}^3}{\mathrm{mol}}$$

Das molare Volumen von Wasser in der Mischung ist geringer als das molare Volumen reinen Wassers, wodurch die Volumenabnahme bei der Mischung begründet werden kann. 2 P. 1 P.

$\Sigma = 13$ *Punkte* ***Gesamt: 104 Punkte***