

Alle Aufgaben lehnen sich an Fragen aus den *Abschlussprüfungen für Biologielaboranten Teil 1* an. Die Zahlenwerte und die Stoffsysteme wurden verändert, der Schwierigkeitsgrad ist jedoch ähnlich. Wenn man hier die Aufgabe erfolgreich lösen konnte, kann man die dazugehörige original-Frage genauso erfolgreich lösen. Beachten Sie, dass es ein weiteres Aufgabenblatt zur Prüfungsvorbereitung gibt:

### 1. Rechnen mit Massenanteilen

- 1.1** Wie groß ist der Massenanteil an Sauerstoff in Calciumdihydrogenphosphat  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2006). **Ergebnis:**  $w = 0,547$
- 1.2** Wie viel Gramm chemisch gebundenen Stickstoff enthalten 200 g einer wässrigen Ammoniumnitrat-Lösung mit  $w(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 12,0\%$ . Anmerkung:  $M(\text{NH}_4\text{NO}_3) = 80,04 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{N}) = 14,01 \text{ g/mol}$ . **Ergebnis:** **8,4 g N**
- 1.3** Wie viel Gramm chemisch gebundenes Chlor sind in 250 g Natriumchlorid-Lösung mit einem Massenanteil von 5,00 % enthalten? **Ergebnis:** **7,6 g Cl**
- 1.4** Berechnen Sie die Masse an chemisch gebundenem Stickstoff in 150 g Harnstofflsg. mit  $w(\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}) = 10\%$ .  $M(\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}) = 60,055 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{N}) = 14,007 \text{ g/mol}$  (ähnlich Aufg. Abschlussprüf 1 für CBL, 2004 + 2006) **Ergebnis:** **7,0 g N**
- 1.5** Chlorophyll b enthält 1 Mg-Atom. 2,678% der Chlorophyll-b-Masse entfallen dabei auf Magnesium (Mg). Berechnen Sie die molare Masse von Chlorophyll b.  $M(\text{Mg}) = 24,305 \text{ g/mol}$ . (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2005) **Ergebnis:** **907,6 g/mol**
- 1.6** Erhitzt man zum Austreiben des Kristallwassers 5,25 Gramm Mangan(II)-sulfat ( $\text{MnSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), so entstehen ca. 1,96 Gramm  $\text{H}_2\text{O}$ . Berechnen Sie die Anzahl an Kristallwasser-Molekülen ( $x$ ) pro Formeleinheit Salz. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2019). **Ergebnis:**  $x = 5$

### 2. Rechnen mit Konzentrationsangaben ( $\beta$ , $c$ und $\sigma$ )

- 2.1** Wie groß ist die Stoffmengenkonzentration  $c(\text{NaHCO}_3)$  (in mmol/L) einer Lösung, die in 70 mL Lösung 105 mg  $\text{NaHCO}_3$  enthält? (ähnlich einer Aufgabe aus Zwischenprüfung BL, 1990, Aufgabensatz 2) **Ergebnis:** **17,9 mmol/L**
- 2.2** Es sollen 200 mL einer Bariumchloridlösung mit der Stoffmengenkonzentration von  $c(\text{BaCl}_2) = 0,25 \text{ mol/L}$  hergestellt werden. Wie viel Gramm Bariumchlorid-Dihydrat sind einzuwiegen?  $M(\text{BaCl}_2) = 208 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$ . (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2011). **Ergebnis:** **12,2 g**.
- 2.3** Zur Färbung von Wasser eines Aquariums für Wasserpflanzen werden 16 Tropfen Methyleneblau mit  $\beta(\text{Methyleneblau}) = 1 \text{ mg/mL}$  pro 10 Liter Wasser in das Aquarium gegeben. Eine Zählung ergab, dass 25 Tropfen der Methyleneblau-Lösung ein Volumen von  $V = 1,2 \text{ mL}$  besitzen.  
Welche Massenkonzentration  $\beta(\text{Methyleneblau})$  in mg/L resultiert, wenn das Füllvolumen des Aquariums 180 Liter beträgt? Die Volumenzunahme durch das Zutropfen der Methyleneblaulösung kann vernachlässigt werden. [ähnlich einer Prüfungsaufgabe, 2016]
- 2.4** Aus Methanol sollen 500 mL einer Methanollösung mit der Volumenkonzentration  $\sigma(\text{MeOH}) = 0,06$  hergestellt werden. Wie gehen Sie vor (RECHNUNG + HERSTELLUNG, ähnlich CBL Abschlussprüf. Teil 1, Sommer 2017) **Ergebnis:** **30 mL MeOH im Messkolben ad 500mL**

### 3. Herstellen von Lösungen aus Feststoffen

- 3.1** Es sollen 200 mL einer Magnesiumchloridlösung mit  $c(\text{MgCl}_2) = 0,075 \text{ mol/L}$  hergestellt werden. Welche Masse an  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sind einzuwiegen?  $M(\text{MgCl}_2) = 95,2 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$  (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2007+2011) **Ergebnis:** **3,05 g**
- 3.2** 500 mL einer Glucose-Lösung sollen hergestellt werden, die insgesamt 5 g chemisch gebundenen Kohlenstoff pro Liter enthalten. Berechnen Sie die Einwaage an Glucose.  $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ g/mol}$ ,  $M(\text{C}) = 12,0 \text{ g/mol}$  (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2005). **Ergebnis:** **6,25 g**
- 3.3** Aus 80 g  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sollen eine Lösung mit einem Massenanteil an Nickelnitrat von  $w(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 23\%$  hergestellt werden. Berechnen Sie die einzusetzenden Portionen an Salz und Wasser. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2001) **Ergebnis:** **138,5 g  $\text{H}_2\text{O}$  und 80g Salz**
- 3.4** Welche Masse  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ist einzuwiegen, um 500 mL einer Calciumchloridlösung mit  $c(\text{CaCl}_2) = 0,025 \text{ mol/L}$  herzustellen? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2008). **Ergebnis:** **1,84 g**
- 3.5** Wie viel Gramm Wasser sind einzusetzen, wenn aus 50 g Mangan(II)-sulfat-Heptahydrat eine Lösung den Massenanteil

$w(\text{MnSO}_4) = 20,0\%$  entstehen soll?  $M(\text{MnSO}_4) = 151,0 \text{ g/mol}$ ;  
 $M(\text{H}_2\text{O}) = 18,0 \text{ g/mol}$ . **Ergebnis: 86,28g**

- 3.6** Ein Lösung des Enzyms Summetrin mit  $c(\text{Summetrin}) = 20 \text{ } \mu\text{mol/L}$  soll hergestellt werden. Die Lösung soll zum Befüllen von 300 Proberöhrchen hergestellt werden, wobei das jeweilige Füllvolumen  $350 \text{ } \mu\text{L}$  beträgt. Berechnen Sie die einzuwiegende Masse Summetrin, wenn 5% Überschuss hergestellt werden soll.  $M(\text{Summetrin}) \approx 23400 \text{ g/mol}$

(ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2006) **Ergebnis: 0,0516 g**

- 3.7** Fünfzehn zylindrische Flaschen (Durchmesser:  $d = 60 \text{ mm}$ , Füllhöhe:  $120 \text{ mm}$ ) sollen mit einer Wirkstofflösung mit  $\beta = 2500 \text{ mg/L}$  befüllt werden. Das herzustellende Volumen wird auf eine ganze Literzahl abgerundet. Berechnen Sie die einzuwiegende Masse an Wirkstoff. (ähnlich wiederkehrender Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, z.B. 2022)  
**Ergebnis: 12,5 g**

#### 4. Verdünnen von Lösungen mit Wasser oder Konzentrieren von Lösungen durch Wasserentzug

- 4.1** 18,5 kg einer Proteinlösung mit  $w(\text{Protein}) = 2,3\%$  werden 7 kg Wasser entzogen. Berechnen Sie den prozentualen Massenanteil des Proteins im Konzentrat. (Aufgabenstellung ähnlich einer Aufgabe aus Zwischenprüfung BL, 1998, Aufgabensatz 2.) **Ergebnis: 3,7%**

**4.2** fehlt noch

- 4.3** 50 mL Salpetersäure mit  $w(\text{HNO}_3) = 10,97\%$  ( $\rho = 1,060 \text{ g/cm}^3$ ) werden auf 1250 mL aufgefüllt. Berechnen Sie  $c(\text{HNO}_3)$ .  $M(\text{HNO}_3) = 63,013 \text{ g/mol}$ . (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2006) **Ergebnis: 0,0738 mol/L**

- 4.4** Eine Natriumcarbonat-Lösung mit  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 1,5 \text{ mol/L}$  ( $\rho = 1,145 \text{ g/cm}^3$ ) wird mit Wasser auf das zwanzigfache Volumen verdünnt. Berechnen Sie  $w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  und  $c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  in der verdünnten Lösung.  $M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 105,989 \text{ g/mol}$ . (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2005) **Ergebnis:  $c = 0,075 \text{ mol/L}$ ,  $w = 0,8\%$**

- 4.5** 200 mL einer Lösung werden durch destillatives Abtrennen von Wasser auf 40 mL eingengt. Berechnen Sie die Massenkonzentration der verdünnten Lösung, wenn die Massenkonzentration der eingengten Lösung  $\beta = 80 \text{ } \mu\text{g/mL}$  beträgt. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2005) **Ergebnis: 16 } \mu\text{g/mL}**

- 4.6** Wie groß ist der Zellengehalt einer Ausgangslösung, wenn nach 6 Verdünnungsschritten (jeweils aus der vorangegangenen Verdünnungsstufe mit der Verdünnung 1 : 8 hergestellt) der Zellengehalt 250 Zellen pro mL beträgt? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2004) **Ergebnis:  $6,55 \cdot 10^7$  Zellen/mL**

- 4.7** Eine geometrische Verdünnungsreihe (eine Verdünnungsstufe wird immer aus der vorangegangenen mit dem selben

Verdünnungsfaktor hergestellt) liefert nach 11 Verdünnungsschritten eine Stoffmengenkonzentration von  $c = 2,1 \text{ } \mu\text{mol/L}$ . Wie groß war die Konzentration der Ausgangslösung, wenn mit dem Verdünnungsfaktor  $F = 1:3$  verdünnt wurde? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL) **Ergebnis: 0,3720 mol/L**

- 4.8** 820 g einer Proteinlösung mit  $w(\text{Protein}) = 2,3\%$  werden 250 g Wasser entzogen. Berechnen Sie den Massenanteil des Konzentrats. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 1998) **Ergebnis: 3,31%**

- 4.9** Eine Bakteriensuspension wurde zweimal 1:100 verdünnt und dreimal 1:5 verdünnt. Von der erhaltenen Verdünnung wurden  $V = 500 \text{ } \mu\text{L}$  auf einer Platte ausgestrichen. Auf der Platte wuchsen 8 Kolonien. Wie groß ist die Anzahl der Kolonienbildenden Einheiten (in KbE/mL) in der Ausgangskultur? **Ergebnis:  $20 \cdot 10^6$  KbE/mL**

- 4.10** 250 mL einer Glucoselösung mit  $\beta = 5,0 \text{ g/L}$  wurden durch Einengen auf 40 mL konzentriert. Wie groß ist die Massenkonzentration  $\beta(\text{Glucose})$  des Konzentrats? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2014) **Ergebnis: 31,25 g/L**

- 4.11** 86,1 Millimol eines Wirkstoffs werden mit Wasser zu 500 Milliliter Lösung gelöst. Die so entstehende Stammlösung wird fortgesetzt 7 mal hintereinander jeweils mit dem Verdünnungsfaktor 1:10 verdünnt. Berechnen Sie den Gehalt der so entstehenden Lösung in Picomol/mL (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2011+2013). **Ergebnis: 17,22 pmol/mL**

#### 5. Mischen von Lösungen

- 5.1** 115 mL einer Salzlösung mit der Dichte  $\rho = 1,09 \text{ g/mL}$  und der Massenkonzentration  $\beta = 4,0 \text{ g/100 mL}$  wurden mit 200 g einer Salzlösung mit dem Massenanteil  $w = 0,110$  gemischt. Berechnen Sie den prozentualen Massenanteil der Lösung. (Aufgabenstellung ähnlich einer Aufgabe aus Zwischenprüfung BL, 1990, Aufgabensatz 2) **Ergebnis: 8,18%**

- 5.2** Wie viel Gramm Kaliumchloridlösung mit  $w(\text{KCl}) = 0,10$  müssen zu 50 g Kaliumchloridlösung mit  $w(\text{KCl}) = 0,25$  zugegeben werden, um eine Kaliumchloridlösung mit  $w(\text{KCl}) = 0,17$  zu erhalten. (Aufgabenstellung ähnlich einer Aufgabe aus Zwischenprüfung BL, 1990, Aufgabensatz 2) **Ergebnis: 57,14 g**

- 5.3** 40,0 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $w = 0,09$ ) und 30 g  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ( $w = 0,24$ ) werden gemischt. Berechnen Sie den Massenanteil der Mischung. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2001). **Ergebnis:  $w_M = 0,154$**

#### 6. Umsatzberechnungen mit Reaktionsgleichungen

**6.1** Natriumchlorid wird mit Schwefelsäure zu Natriumsulfat und Chlorwasserstoff umgesetzt. Stellen Sie die Reaktionsgleichung auf und berechnen Sie welche Masse an Natriumsulfat ( $M = 142 \text{ g/mol}$ ) maximal gewonnen werden kann, wenn 75 g Natriumchlorid ( $M = 58,5 \text{ g/mol}$ ) mit einem Überschuss an Schwefelsäure umgesetzt wird. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2008 **Ergebnis: 91,0 g**)

**6.2** Bei der Umsetzung von 50 g Methanol mit Essigsäure entstanden 92 g Essigsäuremethylesters.  $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32,0 \text{ g/mol}$ ;  $M(\text{Ester}) = 74,0 \text{ g/mol}$ .

a) Notieren Sie die Reaktionsgleichung in Strukturformeln

b) Wie groß ist die Ausbeute in Prozent an Essigsäuremethylester? **Ergebnis: 79,6%**

**6.3** Wie viel Gramm Phosphor benötigt man zur Herstellung von 100 g Phosphor(V)-oxid ( $\text{P}_2\text{O}_5$ )? Notieren Sie auch die passende Reaktionsgleichung! **Ergebnis: 43,6 g**

## 7. Protolysen

**7.1** Nennen Sie OHNE Tabellenbuch jeweils zwei Beispiele einwertiger Säuren und mehrwertiger Säuren (incl. Formeln!) (ähnlich Prüfungsaufgabe Sommer 2017, 2020)

**7.2** Der pH-Wert einer Lösung beträgt  $\text{pH} = 2,5$ . Berechnen Sie die Hydroxid- und die Oxoniumionenkonzentration. (ähnlich Prüfungsaufgabe 2020, 2017, 2015)

**7.3** Kreuzen Sie alle falschen Antworten an. (ähnlich Prüfungsaufgabe Sommer 2017, 2022 und andere Jahre)

<input type="checkbox"/> Ⓐ Der pH-Wert hängt von der Temperatur ab.	<input type="checkbox"/> Ⓑ Die pH-Elektrode wird in $\text{H}_2\text{O}$ aufbewahrt, damit sie nicht austrocknet.
<input type="checkbox"/> Ⓒ Die pH-Elektrode wird in 3-M KCl-Lösung aufbewahrt.	<input type="checkbox"/> Ⓓ Die Kalibrierung des pH-Meters erfolgt mit Pufferlösungen.
<input type="checkbox"/> Ⓔ Zum Kalibrieren wird eine 3,000-M KCl-Lösung benutzt.	<input type="checkbox"/> Ⓕ Das Verdünnen mit Wasser hat keine Auswirkungen auf den pH-Wert einer Säure oder Base.

**7.4** Geben Sie die Summenformel des Säureanhydrids an von... (ähnlich Prüfungsaufgabe Sommer 2016)

a) Schwefelsäure b) Kohlensäure c) Ameisensäure

**7.5** Es soll Natriumchlorid gebildet werden. Hierzu soll einmal Natriumoxid, einmal Natronlauge und einmal elementares Natrium eingesetzt werden. Formulieren Sie alle drei Reaktionsgleichungen mit jeweils geeigneten Reaktionspartnern. (ähnlich Prüfungsaufgabe Sommer 2015)

**7.6** Geben Sie jeweils die konjugierte (korrespondierende) Säure oder Base als Formel an. Bei typischen Ampholyten geben Sie beide Teilchen an! (ähnlich Prüfungsaufgabe Sommer 2017)

a)  $\text{H}_3\text{O}^+$  b)  $\text{H}_2\text{O}$  c)  $\text{OH}^-$  d)  $\text{O}^{2-}$  e)  $\text{H}_2\text{SO}_4$  f) Hydrogensulfat-Ion  
g) Dihydrogenphosphat-Ion h) Ammoniak

**7.7** Salpetersäure reagiert mit Ammoniak. (ähnlich Prüfungsaufgaben 2022)

- a) Formulieren Sie die Reaktionsgleichung. Die Ausgangsstoffe sollen mit Strukturformeln (incl. freien Elektronenpaaren) dargestellt werden. (ähnlich Prüfungsaufgaben 2022)
- b) Definieren Sie die Begriffe BRÖNSTED-Säure und BRÖNSTED-Base und ordnen Sie beide Begriffe dem jeweiligen Ausgangsstoff zu. (ähnlich Prüfungsaufgaben 2022)

**7.8** Eine Lösung besitzt  $\text{pH} = 10,2$ . Berechnen Sie  $c(\text{OH}^-)$  der Lösung. [ähnlich Aufg. 2022, 2019, 2018]

- Ⓐ  $1,58 \cdot 10^{10} \text{ mol/L}$   Ⓑ  $6,31 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}$   
 Ⓒ  $7,92 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L}$   Ⓓ  $6,31 \cdot 10^3 \text{ mol/L}$   
 Ⓔ  $1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$   Ⓕ  $3,80 \text{ mol/L}$

**7.9** Definieren Sie den Begriff einer dreiwertigen Säure durch Ankreuzen der richtigen Option [ähnlich Aufg. 2020]

- Ⓐ Säuremoleküle, die drei Protonen abspalten können.  
 Ⓑ Säuremoleküle mit drei OH-Gruppen.  
 Ⓒ Säuremoleküle mit drei funktionellen Gruppen.  
 Ⓓ Säuremoleküle, die sowohl lipophil, hydrophil und zusätzlich amphiphil sind.  
 Ⓔ Säuren mit  $\text{pH} = 3$   
 Ⓕ Säuren mit drei Doppelbindungen.

**7.10** Eine wässrige Lösung mit pH = 3 soll auf pH=8,5 überführt werden. Kreuzen Sie alle Reagenzien an, mit denen das prinzipiell möglich ist. [ähnlich Aufg. 2020]

- (A) NaOH                      (B) H<sub>2</sub>O  
 (C) NaCl                      (D) Ca(OH)<sub>2</sub>  
 (E) NH<sub>4</sub>Cl                    (F) NH<sub>3</sub>

**7.11** Eine Lösung besitzt pH = 6. Berechnen Sie die H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-Konzentration der Lösung. [ähnlich Aufg. 2019, 2016]

- (A) 6 mol/L                    (B) 10<sup>6</sup> mol/L  
 (C) 10<sup>-6</sup> mol/L              (D) 10<sup>-8</sup> mol/L  
 (E) 10<sup>8</sup> mol/L              (F) 10<sup>-1</sup> mol/L

**7.12** Welche Aussage umschreibt den pH-Wert richtig. [ähnlich Aufg. 2020]

- (A) Die Stoffmengenkonzentration c(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)  
 (B) Der natürliche Logarithmus der Stoffmengenkonzentration c(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)  
 (C) Der negative natürliche Logarithmus der Stoffmengenkonzentration c(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)  
 (D) Der dekadische Logarithmus der Stoffmengenkonzentration c(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)  
 (E) Der negative dekadische Logarithmus der Stoffmengenkonzentration c(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)  
 (F) Die negative Zehnerpotenz der H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-Konzentration, 10<sup>-c(H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>)</sup>

**7.13** Eine Pufferlösung besitzt pH = 9,5. Es wird Luft durch die Lösung geperlt. Kreuzen Sie die richtige Aussage an. [ähnlich älterer Aufg., Jahr : ? - vor 2014]

- (A) Der pH-Wert wird die Aufnahme von Sauerstoff saurer.  
 (B) Der pH-Wert wird durch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> alkalischer.  
 (C) Der pH-Wert wird durch die Aufnahme von CO<sub>2</sub> saurer.  
 (D) Der pH-Wert ändert sich nicht.

**7.14** Kreuzen Sie ALLE falsch wiedergegebenen Formeln an (OHNE Tabellenbuch). PSE erlaubt [ähnlich Aufg. 2020,2023]

- (A) CaOH                      (G) Ca(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>  
 (B) NaOH                      (H) NaSO<sub>4</sub>  
 (C) Al(OH)<sub>3</sub>                    (I) Al(PO<sub>4</sub>)  
 (D) Mg(OH)<sub>2</sub>                    (J) Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>  
 (E) K(OH)<sub>2</sub>                      (L) K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>  
 (F) Li(OH)<sub>3</sub>                      (M) LiCl

## 8. Fotometrie

**8.1** ähnlich Prüfungsaufgabe 2023, 2019 Kreuzen Sie die BEIDEN richtigen Aussagen an.

*Das UV-VIS-Spektrum einer Verbindung dient der, ....*

- (A) ... Auswahl der Fehlergrenze  
 (B) ... Berechnung der Steigung der Kalibriergeraden.  
 (C) ... Identifizierung einer Substanz.  
 (D) ... Bestimmung einer geeigneten Messwellenlänge.  
 (E) ... Ermittlung eines geeigneten Lösungsmittels.  
 (F) ... Bestimmung des y-Achsenabschnitts der Kalibriergerade.

**8.2** Von einer Farbstoffprobe (M = 355 g/mol) wurde mit einem Fotometer eine Vierfachbestimmung durchgeführt.

ähnlich Prüfungsaufgabe 2023

A<sub>1</sub> = 0,198    A<sub>2</sub> = 0,200    A<sub>3</sub> = 0,198    A<sub>4</sub> = 0,201

Eine Referenzlösung mit c = 12,5 mmol/L besitzt unter den gleichen Bedingungen die Absorbanz A = 0,217.

Berechnen Sie die Massenkonzentration β.

- (A) 57,603 mg/L              (B) 407,45 mg/L  
 (C) 1147,8 mg/L              (D) 5760,3 mg/L  
 (E) 11,478 mg/L              (F) 4074,5 mg/L

**8.3** Wo ist der Blindwert („blank“) richtig definiert? *ähnlich*

Prüfungsaufgabe 2018

- Ⓐ Der Messwert, wenn die Flüssigkeit mit Analyten gesättigt ist.
- Ⓑ Der Messwert für Luft.
- Ⓒ Der Messwert, wenn die Messflüssigkeit nur aus dem Lösungsmittel besteht.
- Ⓓ Der Messwert, wenn die Messflüssigkeit nur den Analyten enthält, aber keine Reagenzien
- Ⓔ Der Messwert, wenn die Messflüssigkeit alles enthält, außer den Analyten

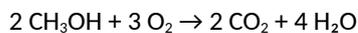
**8.4** Kreuzen Sie die richtige Antwort an. *ähnlich*

Prüfungsaufgabe 2016

- Ⓐ Die Absorbanz ist der negative Zehnerlogarithmus der Transmission.
- Ⓑ Die Absorbanz ist der Zehnerlogarithmus der Transmission.
- Ⓒ Die Transmission ist der Zehnerlogarithmus der Absorbanz.
- Ⓓ Die Absorbanz ist der Kehrwert der Transmission.
- Ⓔ Die Transmission ist der Kehrwert der Absorbanz.
- Ⓕ Die Transmission kann Werte zwischen -1 und 1 annehmen.

## 9. Gase

**9.1** In einer Brennstoffzelle wird Methanol zu CO<sub>2</sub> umgesetzt:



Innerhalb von 70 Minuten entstehen bei 40°C und 1050 mbar 55 mL CO<sub>2</sub>. Welche Masse Methanol wird pro Minute im Mittelwert umgesetzt? [*ähnlich Prüfungsaufg. CBL, 2010(?)*]

M(CH<sub>3</sub>OH) = 32,0 g/mol                  M(H<sub>2</sub>O) = 18,0 g/mol

M(CO<sub>2</sub>) = 44,0 g/mol                  M(O<sub>2</sub>) = 32,0 g/mol

Molares Normvolumen: V(Gas) = 22,4 L/mol

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2}$$

- Ⓐ 17,8 mg/min                  Ⓑ 4,4 mg/min
- Ⓒ 7,9 g/min                    Ⓓ 8,9 mg/min
- Ⓔ 4,0 g/min                    Ⓕ 7,9 g/min

**9.2** Ein Gas nimmt bei 30°C und einem Druck von 5 bar das

Volumen von 800 Litern ein. Welches Volumen hat die Gasportion bei 90°C und 7,5 bar Druck? *ähnlich einer häufig wiederkehrenden Prüfungsaufgabe CBL, z.B. 2022, 2017*

- Ⓐ 1326 L                                  Ⓑ 158 L
- Ⓒ 639 L                                  Ⓓ 926 L
- Ⓔ 119903 L                              Ⓕ 1600 L

**9.3** Zellen sollen für viele Jahrzehnte tiefgekühlt gelagert werden.

Welches Gas wird hierbei genutzt? [*ähnlich Prüfungsaufgabe CBL, 2019*]

- Ⓐ Stickstoff                              Ⓑ Wasserstoff
- Ⓒ Helium                                  Ⓓ Kohlenstoffdioxid
- Ⓔ Acetylen                                Ⓕ Sauerstoff
- Ⓖ Luft                                        Ⓖ Neon

**9.4** Kreuzen Sie die richtige Aussage an. [*ähnlich Prüfungsaufgabe*

*CBL, z.B. 2019*]

Der Transport einer Gasflasche ist nur ....

- Ⓐ ... mit geschlossenem Ventil und Schutzkappe erlaubt.
- Ⓑ ... liegend erlaubt.
- Ⓒ ... restentleert erlaubt.
- Ⓓ ... restentleert und mit geöffnetem Ventil erlaubt.
- Ⓔ ... mit angeschlossenem Reduzierventil und mit Schutzkappe erlaubt.
- Ⓕ ... restentleert, mit geöffnetem Ventil und mit Schutzkappe erlaubt.

## 10. Statistik

**10.1** In einem Tierversuch an 8 Tieren wurde nach Verabreichung eines Giftstoffs folgende Überlebenszeiten registriert: 3 Tage, 24 Tage, 16 Tage, noch am Leben, 28 Tage, noch am Leben, 25 Tage, 12 Tage. Berechnen Sie die harmonisch gemittelte Überlebenszeit der

Ratten. Harmonisches Mittel: 
$$\bar{x}_H = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$$

- Ⓐ 2,3 d      Ⓑ 12,0 d      Ⓒ 10,1 d  
 Ⓓ 13,4 d      Ⓔ 13,5 d      Ⓕ 18,0 d

**10.2** Berechnen Sie den Variationskoeffizient (VK) aus folgenden Messwerten:

38 mmol, 30 mmol, 36 mmol, 43 mmol, 39 mmol, 45 mmol

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum (x_i^2) - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}} \quad \text{und} \quad \text{VK} = \frac{100 \cdot s_{\bar{x}}}{\bar{x}} \%$$

- Ⓐ 15,0 %      Ⓑ 7,5 %      Ⓒ 38,5 %  
 Ⓓ 12,6 %      Ⓔ 13,0 %      Ⓕ 13,8 %

**10.3** Wie groß ist die relative prozentuale Standardabweichung einer Pipette, wenn sich bei Auswiegung des Pipetteninhaltes folgende Massen ergaben?

152,5 mg      149,8 mg      148,7 mg      150,8 mg  
 150,7 mg      151,1 mg      147,0 mg      147,1 mg

- Ⓐ 1,31 %      Ⓑ 1,23 %      Ⓒ 0,90 %  
 Ⓓ 0,29 %      Ⓔ 0,19 %      Ⓕ 0,13 %

**10.4** Der Durchmesser bestimmter Blutzellen wurde vermessen. Es wurden folgende Einzelergebnisse erhalten [in Mikrometer]:

7,1	7,5	6,9	7,0	6,8	6,9	7,3	7,1	6,7	6,9
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Berechnen Sie den Mittelwert, die Standardabweichung und den Variationskoeffizient (in %) mithilfe folgender Formeln (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, Sommer 2015):

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x_i^2) - \frac{(\sum x_i)^2}{n}}{n-1}} \quad \text{VK} = \frac{s_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100\% \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum x_i$$

**10.5** 8 Kaninchen wurde ein Wirkstoff appliziert. Der Wirkungseintritt erfolgte nach folgenden Zeiten:

1 h 03 min 34 s      1 h 00 min 43 s      0 h 57 min 59 s      1 h 00 min 02 s  
 0 h 58 min 58 s      1 h 04 min 51 s      1 h 02 min 30 s      1 h 04 min 00 s

Berechnen Sie das arithmetische Mittel, das harmonische Mittel und den Median, jeweils in der Angabe „h: ... m: s:“.

harmonisches Mittel: 
$$\bar{x}_H = \frac{n}{\sum \frac{1}{x_i}}$$

**11. Sonstiges und Aufgabenüberschuss**

**10.1** Eine Inosit-Lösung mit  $c(\text{Ino}) = 1,5 \text{ mol/L}$  wird 1:20 (Faktor = 0,05) verdünnt. Wie groß ist die Massenkonzentration (in g/L) und der Massenanteil (in %) der verdünnten Lösung, wenn die Dichte der verdünnten Lösung  $\rho = 1,025 \text{ g/mL}$  beträgt?  $M(\text{Ino}) = 180 \text{ g/mol}$ . (ähnlich einer häufigen Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, z.B. Sommer 2015).

**Ergebnis:** 0,075 M, 13,2 %

**10.2** 1,5 L einer Proteinlösung mit einem Massenanteil von  $w(\text{Protein}) = 2,5 \%$  und der Dichte  $\rho = 1,03 \text{ kg/L}$  werden 400 Gramm Wasser entzogen. Berechnen Sie den Massenanteil des entstehenden Konzentrats (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, Sommer 2015). **Ergebnis:**  $w_2 \approx 3,37\%$

**10.3** Eine Bakterienkultur wurde zwei mal hintereinander 1:1000 und dann noch zwei mal hintereinander 1:10 verdünnt. Nach Auftragung von 200  $\mu\text{L}$  der Verdünnung auf ein Nährmedium,

konnten 35 Kolonien gezählt werden. Wie groß ist der Gehalt an kolonienbildenden Einheiten pro mL (KBE/mL) in der Ausgangskultur? (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, Sommer 2015) **Ergebnis:**  $1,75 \cdot 10^{10} \text{ KBE/mL}$

**10.4** Ein Versuchstier besitzt eine Körpermasse von 200 Gramm. Es wurden ihm 5 Tage lang 2 mal täglich die Einzeldosis von 18 mg/kg KM appliziert. Welche Masse an Wirkstoff hat das Versuchstier insgesamt erhalten? (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, Sommer 2015). **Ergebnis:** 36 mg

**10.5** Eine Lösung hat eine Massenkonzentration von  $\beta(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 55 \text{ mg/L}$ . Berechnen Sie die Masse  $m(\text{SO}_4^{2-})$  in 5 mL dieser Lösung in Nanogramm. (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL,

2020). Hinweis:  $M(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 142 \text{ g/mol}$ .  $M(\text{H}_2\text{O}) = 18 \text{ g/mol}$ .

$M(\text{Na}^+) = 23 \text{ g/mol}$ . **Ergebnis: 82 mg**

- 10.6** Die Stoffmengenkonzentration einer Proteinlösung wurde im UV-Bereich ( $\lambda = 280 \text{ nm}$ ) gemessen. Bei einer Schichtdicke von  $d = 20 \text{ mm}$  ergab sich eine Transmission (Durchlässigkeit,  $T$ ) von  $T = 0,219$ . Der molare Absorptionskoeffizient beträgt  $\epsilon = 165 \text{ L/mol}\cdot\text{cm}$ . Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration in millimol/L (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL,

Sommer 2015. Hinweise:  $E = \epsilon \cdot c \cdot d$  und  $E = -\lg T = \lg 1/T$

**Ergebnis: 2 mM**

- 10.7** Es soll eine Saccharose-Lösung hergestellt werden, um damit 600 Röhrchen zu je 400 Mikroliter und  $c(\text{Saccharose}) = 45 \text{ mmol/L}$  zu füllen. Wie viel Milligramm Saccharose ist einzuwiegen, wenn ein Überschuss von 10% angesetzt wird?  $M(\text{Saccharose}) = 342 \text{ g/mol}$  (ähnlich einer Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, Sommer 2015.

**Ergebnis: 4063 mg**

## Lösungen (ohne Gewähr)

1.1.

$$w(O) = \frac{8 \cdot M(O)}{M(\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2)} = \frac{128 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{234 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,547$$

1.2.

Die Lösung enthält  $0,12 \cdot 200\text{g} = 24\text{ g}$  Ammoniumnitrat ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ )

$$w(N) = \frac{2 \cdot M(N)}{M(\text{NH}_4\text{NO}_3)} = \frac{28,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{80,04 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,3500$$

35,00 % der Masse von Ammoniumnitrat entfallen auf Stickstoff (N). 35,00% von 24 g sind 8,4 g. Die Lösung enthält also 8,4 g chemisch gebundenen Stickstoff.

1.3.

Die Lösung enthält 12,5 g NaCl (5% der Gesamtmasse der Lösung).

$$w(\text{Cl}) = \frac{M(\text{Cl})}{M(\text{NaCl})} = \frac{35,4527 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{58,4425 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,6066$$

60,66% der NaCl-Masse entfallen auf Cl. Da 12,5 g NaCl vorliegen, entfallen 7,6 g auf Cl (60,66% von 12,5 g).

1.4.

Die Lösung enthält 15 g Harnstoff. Massenanteil von N in Harnstoff:  $w(N) = 0,4665$ , d.h. 46,65% der Harnstoffmasse entfallen auf N. 46,65% von 15 g sind ca. 7,0 g. In der Lösung liegen ca. 7,0 g chemisch gebundener Stickstoff vor.

1.5.

Berechnung mit Formel

$$w(\text{Mg}) = \frac{M(\text{Mg})}{M(\text{Chloro-b})} \Rightarrow$$

$$M(\text{Chloro-b}) = \frac{M(\text{Mg})}{w(\text{Mg})} = \frac{24,305 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{0,02678} = 907,6 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

Berechnung mit Dreisatz

$$2,678\% \hat{=} 24,305 \text{ g/mol}$$

$$100\% \hat{=} x \quad \Rightarrow x = 907,6 \text{ g/mol}$$

1.6

Es sind enthalten 1,96 Gramm Wasser und also 3,29 Gramm  $\text{MnSO}_4$  (wasserfrei). Das sind ca. 0,1088 mol  $\text{H}_2\text{O}$  und ca. 0,0218 mol  $\text{MnSO}_4$ . Auf 1  $\text{MnSO}_4$  kommen also rechnerisch 5  $\text{H}_2\text{O}$ -Moleküle.

2.1.

105 mg  $\text{NaHCO}_3$  entsprechen 0,0012499 mol.

$$c(\text{NaHCO}_3) = \frac{n(\text{NaHCO}_3)}{V(\text{Lsg.})} \approx \frac{0,0012499 \text{ mol}}{0,07 \text{ L}} \approx 0,0179 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \approx 17,9 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$$

2.2

In 200 mL befinden sich 0,05 mol BaCl<sub>2</sub>. 0,05 mol BaCl<sub>2</sub> sind in 0,05 mol BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O (M = 208 g/mol + 2·18 g/mol = 244 g/mol) enthalten. Das sind 12,2 g.

3.1

Zuerst wird berechnet welche Stoffmenge n(MgCl<sub>2</sub>) sich in der Lösung befindet. Die Stoffmenge n(MgCl<sub>2</sub>) entspricht auch der Stoffmenge n(MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O), da in einer MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O genau eine Formeleinheit MgCl<sub>2</sub> enthalten ist. Wenn man also die Stoffmenge an MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O kennt, dann muss man nur noch mit entsprechenden molaren Masse m(MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) berechnen.

**Rechenweg mit Formeln**

$$n(\text{MgCl}_2) = c(\text{MgCl}_2) \cdot V(\text{Lsg.})$$

$$= 0,075 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,2 \text{L} = 0,015 \text{mol}$$

Es müssen 0,01 mol MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O eingesetzt werden.

$$m(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = n(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$

$$= 0,015 \text{mol} \cdot 203,30 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 3,05 \text{g}$$

**Rechenweg mit Dreisatz**

Wenn c(MgCl<sub>2</sub>) = 0,075 mol pro Liter (mol/L) beträgt, sind folglich in 0,2 L Lösung ein Fünftel davon, nämlich 0,015 mol MgCl<sub>2</sub> enthalten.

Es müssen also zur Herstellung 0,015 mol MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O eingesetzt werden, denn diese Stoffportion enthält auch 0,015 mol MgCl<sub>2</sub>.

1 mol MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O wiegt 203,30 g (molare Masse von MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O: M = 203,30 g/mol). Wie viel wiegen dann 0,015 mol? => Dreisatz =>

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ mol} & \hat{=} & 203,30 \text{ g} \\ 0,015 \text{ mol} & \hat{=} & x \text{ g} \end{array} \quad \Rightarrow x \approx 3,05 \text{ g.}$$

Es müssen also 3,05 g MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O eingewogen werden.

3.2.

a) Zuerst wird berechnet, welche Masse Kohlenstoff (m(C)) in dem herzustellenden Volumen enthalten sein sollen. b) Anschließend wird berechnet wie viel Prozent der Masse von Glucose auf das Element C entfallen (Massenanteil von C in Glucose, w(C)). c) Mithilfe dieses Massenanteils lässt sich dann berechnen, in welcher Glucosemasse (m(Gluc)) die erforderliche Masse Kohlenstoff enthalten ist.

**Rechenweg mit Formeln**

zu a)  
in 500 mL sind enthalten: m(C)=2,5 g.  
zu b)

$$w(\text{C}) = \frac{6 \cdot M(\text{C})}{M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} = \frac{6 \cdot 12 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{180 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,4$$

40% der Masse von Glucose entfallen auf C.  
zu c)

$$w(\text{C}) = \frac{m(\text{C})}{m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6)} \Rightarrow$$

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = \frac{m(\text{C})}{w(\text{C})} = \frac{2,5 \text{g}}{0,4} = 6,25$$

**Rechenweg mit Dreisatz**

zu a) Wenn in 1 L 5 g C enthalten sein sollen, dann müssen in 0,5 L 2,5 g C enthalten sein.

zu b) Dreisatz =>

$$\begin{array}{lll} 180 \text{ g/mol} & \hat{=} & 100\% \\ 6 \cdot 12 \text{ g/mol} & \hat{=} & x \% \end{array} \quad \Rightarrow x = 40\%$$

zu c) Dreisatz  
40% der Masse von Glucose entfallen auf C. Wie viel Gramm Glucose werden also benötigt, damit 40% davon 2,5 g entsprechen? => Dreisatz =>

$$\begin{array}{lll} 40\% & \hat{=} & 2,5 \text{g} \\ 100\% & \hat{=} & x \% \end{array} \quad \Rightarrow x = 6,25 \text{ g}$$

3.3.

a) Zuerst wird berechnet, welche Masse  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  in der eingesetzten Stoffportion überhaupt enthalten ist. b) Da wir jetzt wissen, wie groß  $m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2)$  ist und außerdem den Massenanteil der Lösung kennen, können wir berechnen, welche Masse die Lösung besitzt. c) Wenn wir die Masse der Lösung kennen und außerdem bekannt ist, welche Masse auf den gelösten Feststoff entfallen (hier: 80g), wird der Rest der Masse (Massendifferenz) auf das Lösungsmittel  $\text{H}_2\text{O}$  entfällt.

Zu a)

$$w(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{M(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2)}{M(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})} = \frac{182,70 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{290,79 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,6283.$$

$$m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = w(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) \cdot m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$$
$$m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = 0,6283 \cdot 80\text{g} \approx 50,263\text{g}$$

Zu b)

$$w_{\text{Lsg.}}(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2) = \frac{m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2)}{m(\text{Lsg.})} \Rightarrow$$
$$m(\text{Lsg.}) = \frac{m(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2)}{w_{\text{Lsg.}}(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2)} = \frac{50,263\text{g}}{0,23} \approx 218,53\text{g}$$

Zu c)

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Lsg.}) - m(\text{Salz}) = 218,53\text{g} - 80\text{g} \approx 138,5\text{g}$$

80 g des Ausgangsstoff müssen also in 138,5 g gelöst werden.

3.4.

#### Rechenweg mit Formeln

$$n(\text{CaCl}_2) = c(\text{CaCl}_2) \cdot V(\text{Lsg.})$$
$$= 0,025 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,5\text{L} = 0,0125\text{mol}$$

Es müssen 0,0125 mol  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  eingesetzt werden.

$$m(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) = n(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}) \cdot M(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$$
$$= 0,0125\text{mol} \cdot 147 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 1,84\text{g}$$

#### Rechenweg mit Dreisatz

Wenn  $c(\text{CaCl}_2) = 0,025$  mol pro Liter (mol/L) beträgt, sind folglich in 0,5 L Lösung 0,0125 mol  $\text{CaCl}_2$  enthalten.

Es müssen also zur Herstellung 0,0125 mol  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  eingesetzt werden, denn diese Stoffportion enthält auch 0,0125 mol  $\text{CaCl}_2$ .

1 mol  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  wiegt 147 g (molare Masse von  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ :  $M = 147$  g/mol). Wie viel wiegen dann 0,0125 mol? => Dreisatz =>

$$\begin{array}{lll} 1 \text{ mol} & \hat{=} & 147 \text{ g} \\ 0,0125 \text{ mol} & \hat{=} & x \text{ g} \end{array} \Rightarrow x \approx 1,84 \text{ g.}$$

Es müssen also 1,84 g  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  eingewogen werden.

3.5.

1. Zuerst wird berechnet, welche Masse Mangansulfat in 50 g  $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  enthalten sind. 2. Anschließend wird berechnet welche Masse die gesamte Lösung haben muss, wenn die bei 1 berechnete Masse 20% der Gesamtmasse ausmacht. 3. Es wird zum Schluss berechnet, welche Masse an Wasser zur Herstellung der Lösung einzusetzen ist.

$$\text{Zu 1: } w(\text{MnSO}_4) = \frac{1 \cdot M(\text{MnSO}_4)}{M(\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})} = \frac{151 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{277 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,545126 \quad m(\text{MnSO}_4) = 0,545126 \cdot 50\text{g} = 27,256\text{g}$$

$$\text{Zu 2: } w(\text{MnSO}_4) = \frac{m(\text{MnSO}_4)}{m(\text{Lsg})} \Rightarrow m(\text{Lsg}) = \frac{m(\text{MnSO}_4)}{w(\text{MnSO}_4)} = \frac{27,256\text{g}}{0,2} = 136,28\text{g}$$

$$\text{Zu 3: } m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{Lsg}) - m(\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 136,28\text{g} - 50\text{g} = 86,28\text{g}$$

3.6

Insgesamt benötigtes Volumen:  $V(\text{Lsg}) = 350 \mu\text{L} \cdot 300 + 5\% \text{ davon} = 105000 \mu\text{L} + 5250 \mu\text{L} = 110250 \mu\text{L} \hat{=} 110,25 \text{ mL} \hat{=} 0,11025 \text{ L}$

#### Rechenweg mit Formeln

$$c(\text{Summetrin}) = \frac{n(\text{Summetrin})}{V(\text{Lsg.})} \Rightarrow$$

$$n(\text{Summetrin}) = c(\text{Summetrin}) \cdot V(\text{Lsg.}) =$$

$$20 \cdot 10^{-6} \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,11025 \text{ L} = 2,205 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Umrechnung in die Masse:

$$m(\text{Summetrin}) \approx 0,0516 \text{ g}$$

#### Rechenweg mit Dreisatz

Wenn in 1 L Lösung 20  $\mu\text{mol}$  Summetrin enthalten sind ( $c = 20 \mu\text{mol}$  pro Liter), dann lässt sich mit dem Dreisatz berechnen, dass in 0,11025 L 2,205  $\mu\text{mol}$  enthalten sein müssen.

Wenn 1 mol Summetrin 23400 g entsprechen ( $M = 23400 \text{ g}$  pro mol), dann entsprechen  $1,89 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$  der Masse 0,0516 g.

4.1.

Nach dem Wasserentzug wiegt das Konzentrat noch 11,5 kg.

#### Rechenweg mit Formeln

Für das Verdünnen oder Konzentrieren durch Wasserzugabe bzw.

Wasserentzug gilt:

$$m_1 w_1 = m_2 w_2$$

$$18,5\text{kg} \cdot 2,3\% = 11,5\text{kg} \cdot w_2$$

$$\Rightarrow w_2 = 3,7\%$$

Das Konzentrat besitzt  $w(\text{Protein}) = 3,7\%$

#### Rechenweg mit Dreisatz

Die Masse des gelösten Proteins bleibt beim Konzentrieren unverändert.

2,3% der Masse der verdünnten Lösung entfallen auf

Protein. Da die Lösung 18,5 kg wiegt, sind das 0,4255 kg Protein.

Nach dem Konzentrieren befindet sich diese Masse Protein, also 0,4255 kg in insgesamt 11,5 kg Lösung. Der neue prozentuale (d.h. bezogen auf 100 kg) Massenanteil beträgt also:  $\Rightarrow$  Dreisatz  $\Rightarrow$

$$\begin{array}{lll} 0,4255 \text{ kg} & \hat{=} & 11,5 \text{ kg} \\ x \text{ kg} & \hat{=} & 100 \text{ kg} \end{array} \Rightarrow x = 3,7\text{kg}$$

$\Rightarrow$  Der prozentuale Massenanteil beträgt 3,7%

4.2.

fehlt noch

4.3.

Der Kerngedanke ist, dass Zugabe von Wasser zu einer Lösung die insgesamt gelöste Stoffmenge in der Flüssigkeit unverändert lässt.

a) Zuerst wird berechnet welche Masse und welche Stoffmenge  $\text{HNO}_3$  im Konzentrat vorliegt. Dazu muss zuerst das Volumen des Konzentrats (50 mL) mit der Dichte in eine Masse umgerechnet werden. Dann kann der Massenanteil zur Berechnung der

enthaltenen Masse  $\text{HNO}_3$  genutzt werden. b) Aus der Stoffmenge an  $\text{HNO}_3$  und dem Volumen nach der Verdünnung kann die Stoffmengenkonzentration der verdünnten Lösung berechnet werden.

Zu a)

$$\rho(\text{Lsg}) = \frac{m(\text{Lsg})}{V(\text{Lsg})} \Rightarrow m(\text{Lsg}) = \rho(\text{Lsg}) \cdot V(\text{Lsg.}) = 1,060 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 50 \text{mL} = 53 \text{g}$$

$$w(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{m(\text{Lsg.})} \Rightarrow$$

$$m(\text{HNO}_3) = w(\text{HNO}_3) \cdot m(\text{Lsg.}) = 0,1097 \cdot 53 \text{g} = 5,8141 \text{g}$$

$$n(\text{HNO}_3) = \frac{m(\text{HNO}_3)}{M(\text{HNO}_3)} = \frac{5,8141 \text{g}}{63,013 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,09227 \text{mol}$$

Zu b)

$$c(\text{HNO}_3) = \frac{n(\text{HNO}_3)}{V(\text{Lsg.})} = \frac{0,09227 \text{mol}}{1,250 \text{L}} \approx 0,0738 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

4.4

#### Berechnung von $c(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ in der Verdünnung

##### Rechenweg mit Mischungsgleichung

$c_1 V_1 = c_2 V_2$ , wobei  $V_2 = 20 \cdot V_1$  (zwanzigfaches Volumen) =>

$$c_1 V_1 = c_2 \cdot 20 \cdot V_1$$

$$c_2 = \frac{c_1 V_1}{20 V_1} = \frac{c_1}{20} = \frac{1,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}}{20} = 0,075 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

##### Berechnung von $w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ im Konzentrat:

Rechenweg mit Formel

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{Na}_2\text{CO}_3) \cdot M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{\rho(\text{Lsg.})} = \frac{1,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 105,989 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{1145 \frac{\text{g}}{\text{L}}} \approx 0,13885$$

##### Berechnung von $w(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ in der Verdünnung:

100 mL Lösung wiegen zum Beispiel 114,5 g (mit Dichte berechnet) und enthalten 13,885% dieser Masse an  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , nämlich 15,898 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Diese Lösung mit Wasser auf das 2000 mL verdünnt, es werden also näherungsweise ca. 1900 mL  $\text{H}_2\text{O}$  zur Lösung gegeben, wenn man Volumeneffekte vernachlässigt. Die neue Lösung wiegt also  $1900 \text{g} + 114,5 \text{g} = 2014,5 \text{g}$ . Mit  $m(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  und  $m(\text{Lsg})$  nach verdünnen, kann der Massenanteil in der Verdünnung berechnet werden:

##### Rechenweg mit Verdünnungsfaktor F

Wenn man eine Lösung auf das zwanzigfache Volumen verdünnt, nimmt die Konzentration um das zwanzigfache ab.

$$c = c_{\text{konz}} \cdot \frac{1}{F} = 1,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot \frac{1}{20} = 0,075 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Rechenweg mit Dreisatz

1 L Lösung wiegt 1145 g (mit Dichte berechnet) und enthält 1,5 mol  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (folgt aus  $c = 1,5 \text{ mol pro Liter}$ ). 1 mol 105,989 g wiegen ( $M = 105,989 \text{ g pro mol}$ ), dann wiegen 1,5 mol 159,9835 g. D.h. 1145 g Lösung enthalten 159,9835 g  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Mit dem Dreisatz kann man auf die gelöste Masse in 100 g Lösung runterrechnen, um den prozentualen Massenanteil auszurechnen.

1145 g Lsg	~ 159,9835 g	$\text{Na}_2\text{CO}_3$
100 g Lsg	~ 13,885 g	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \Rightarrow w = 13,885\%$

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{m(\text{Lsg})} = \frac{15,898\text{g}}{2014,5\text{g}} = 0,008 \text{ (ca. 0,8\%)}. \text{ Diese Rechnung ging von 100 mL Lösung aus. Man hätte}$$

jedoch auch jedes andere Volumen wählen können, und würde zum gleichen Ergebnis kommen.

4.5.

**Rechenweg mit Mischungsgleichung**

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_2 \cdot V_2 \Rightarrow \beta_2 = \frac{\beta_1 \cdot V_1}{V_2} \Rightarrow$$

$$c_2 = \frac{80 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}} \cdot 40\text{mL}}{200\text{mL}} = 16 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}}$$

**Rechenweg mit Verdünnungsfaktor F**

$$F = \frac{V_{\text{vor}}}{V_{\text{nach}}} = \frac{200\text{mL}}{40\text{mL}} = 5$$

Verdünnungsfaktoren F größer 1 bedeuten, dass die Lösung aufkonzentriert wurde.

$$\beta_{\text{vor}} = \frac{\beta_{\text{nach}}}{F} = \frac{80 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}}}{5} = 16 \frac{\mu\text{g}}{\text{mL}}$$

4.6.

Formel für geometrische Verdünnungsreihen:

$$c(\text{Zellen}) = F^n \cdot c_0(\text{Zellen}) \Rightarrow c_0(\text{Zellen}) = \frac{c(\text{Zellen})}{F^n} = \frac{250 \frac{\text{Zellen}}{\text{mL}}}{\left(\frac{1}{8}\right)^6} \approx 6,55 \cdot 10^7 \frac{\text{Zellen}}{\text{mL}}$$

4.7

Formel für geometrische Verdünnungsreihen: [...]

$$c_0(\text{Zellen}) \approx 372009 \frac{\mu\text{mol}}{\text{L}} \approx 0,3720 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

4.8

z.B. mit Mischungsgleichung:  $m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2$ ; Die Masse nach Wasserentzug beträgt  $m_2 = 820\text{g} - 250\text{g} = 570\text{g}$

$$w_2 = \frac{m_1 \cdot w_1}{m_2} = \frac{820\text{g} \cdot 2,3\%}{570\text{g}} \approx 3,31\%$$

4.9

Gesamtverdünnungsfaktor:  $F = 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 100 \cdot 100 = 1250000$

$$Z = 1250000 \cdot \frac{8 \text{ KbE}}{0,5\text{mL}} = 20 \cdot 10^6 \frac{\text{KbE}}{\text{mL}}$$

4.10

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_2 \cdot V_2 \Rightarrow 250\text{mL} \cdot 5 \frac{\text{g}}{\text{L}} = \beta_2 \cdot 40\text{mL} \Rightarrow \beta_2 = 31,25 \frac{\text{g}}{\text{L}}$$

4.11

Berechnung des Gehalts in der Ausgangslösung (in pmol/mL):

$$c(\text{Wirkstoff}) = \frac{n(\text{Wirkstoff})}{V(\text{Lsg})} = \frac{86,1 \text{ mmol}}{500 \text{ mL}} = \frac{86,1 \cdot 10^3 \mu\text{mol}}{500 \text{ mL}} = \frac{86,1 \cdot 10^6 \text{ nmol}}{500 \text{ mL}} = \frac{86,1 \cdot 10^9 \text{ pmol}}{500 \text{ mL}} = 7,722 \cdot 10^8 \frac{\text{pmol}}{\text{mL}}$$

Berechnung des Gehalts in der Ziellösung

Wenn man 7 mal hintereinander 1:10 verdünnt, so nimmt die Konzentration um den Faktor  $10^7$  ab:

$$c(\text{Wirkstoff}) = 7,722 \cdot 10^8 \text{ pmol/mL} : 10^7 = 77,22 \text{ pmol/mL}$$

5.1

Umrechnung von  $\beta(\text{Salz})$  in  $w(\text{Salz})$

$$w(\text{Salz}) = \frac{m(\text{Salz})}{m(\text{Lsg})} \quad \text{Um } w(\text{Salz}) \text{ berechnen zu können, muss bekannt sein, welche Masse Salz in einer bestimmten Masse an}$$

Lösung gelöst ist.

$$m(\text{Lsg}) = \rho(\text{Lsg}) \cdot V(\text{Lsg}) = 1,09 \frac{\text{g}}{\text{mL}} \cdot 115 \text{ mL} = 125,35 \text{ g} \quad (\text{Masse von 115 mL Lösung})$$

$$m(\text{Salz}) = \beta(\text{Salz}) \cdot V(\text{Lsg}) = 4 \frac{\text{g}}{100 \text{ mL}} \cdot 115 \text{ mL} = 4,6 \text{ g} \quad (\text{Gelöste Masse an Salz in 115 mL})$$

$$\Rightarrow w(\text{Salz}) = \frac{m(\text{Salz})}{m(\text{Lsg})} = \frac{4,6 \text{ g}}{125,35 \text{ g}} \approx 0,036697 \approx 3,67\%$$

Mischungsgleichung:  $m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_M w_M$

$$125,35 \text{ g} \cdot 0,036697 + 200 \text{ g} \cdot 0,110 = 325,35 \text{ g} \cdot w_M \Rightarrow w_M \approx 0,0818 \approx 8,18\%$$

5.2.

Rechnen mit erweiterter Mischungsgleichung

$m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 = m_M \cdot w_M$ ; außerdem gilt:  $m_M = m_1 + m_2$  (Die Massen der Lösungen addieren sich zur Gesamtmasse der Mischung)

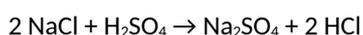
$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= (m_1 + m_2) \cdot w_M \Rightarrow \\ 0,1 m_1 + 0,25 \cdot 50 \text{ g} &= (m_1 + 50 \text{ g}) \cdot 0,17 \Rightarrow \\ \Rightarrow 0,1 m_1 + 12,5 \text{ g} &= 0,17 m_1 + 8,5 \text{ g} \Rightarrow \\ 0,07 m_1 &= 4,0 \text{ g} \\ m_1 &\approx 57,14 \text{ g} \end{aligned}$$

Es müssen 57,14 g der Kaliumchloridlösung mit  $w = 0,10$  mit 50 g der Kaliumchloridlösung mit  $w = 0,25$  gemischt werden.

5.3

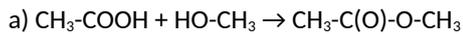
$$\begin{aligned} m_1 \cdot w_1 + m_2 \cdot w_2 &= m_M \cdot w_M \Rightarrow \\ 40 \text{ g} \cdot 0,09 + 30 \text{ g} \cdot 0,24 &= 70 \text{ g} \cdot w_M \Rightarrow \\ w_M &\approx 0,154 \end{aligned}$$

6.1



An den Koeffizienten der Reaktionsgleichung ist zu erkennen, dass halb so viel  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  entsteht, wie  $\text{NaCl}$  eingesetzt wird. Da also 1,282 mol  $\text{NaCl}$  ( $\hat{=} 75 \text{ g}$ ) eingesetzt werden, entstehen 0,641 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ . Umrechnung in die Masse:  $m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{Na}_2\text{SO}_4) \cdot M(\text{Na}_2\text{SO}_4) \approx \underline{91,0 \text{ g}}$ .

6.2



b) Die **Ausbeute** gibt an, wie viel Prozent der stöchiometrisch (theoretisch) maximal möglichen Masse eines Produkts tatsächlich entstehen. Aufgrund von Stoffverlusten und Nebenreaktionen ist die reale Ausbeute in der Regel nicht 100%, d.h. es entsteht in Wirklichkeit eine geringere Produktmasse, als stöchiometrisch erwartet.

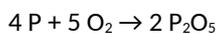
Umrechnung in die Stoffmenge =>  $n(\text{CH}_3\text{OH}) = 1,560549 \text{ mol}$  [mit  $M(\text{CH}_3\text{OH}) = 32,04 \text{ g/mol}$  (evtl. falscher Eintrag im Tabellenbuch)]

Wegen der Koeffizientenverhältnisse erwartet man, dass die gleiche Stoffmenge an Ester entsteht.  $n(\text{Ester}) = 1,560549 \text{ mol}$

Umrechnung in die Masse =>  $m(\text{Ester}) \approx 115,61 \text{ g}$  [mit  $M(\text{Ester}) = 74,08 \text{ g/mol}$ ]

92 g sind 79,6% von 115,61 g. Ausbeute = 79,6%

6.3.



$100 \text{ g P}_2\text{O}_5 \hat{=} 0,7045 \text{ mol}$

Wegen Koeffizientenverhältnisses:  $n(\text{P}) = 1,0409 \text{ mol P}$

Umrechnung in die Masse:  $m(\text{P}) \approx 43,6 \text{ g}$

7.1

einwertig: Salzsäure, Salpetersäure, Chlorsäure, Essigsäure

mehrwertig: Schwefelsäure, Phosphorsäure, Citronensäure

7.2

z.B.  $c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,5} \approx 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ M}$ .  $\text{pOH} = 14 - 2,5 = 11,5. \Rightarrow c(\text{OH}^-) \approx 10^{-11,5} \approx 3,162 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$

(alternativ:  $c(\text{H}_3\text{O}^+) \cdot c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \text{ M}^2 \Rightarrow c(\text{OH}^-) = 10^{-14} \text{ M}^2 / c(\text{H}_3\text{O}^+) \approx 10^{-14} \text{ M}^2 / 3,16 \cdot 10^{-3} \text{ M} \approx 3,162 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$ )

7.3

FALSCH sind: b) und d). Diese müsse angekreuzt werden.

7.4

**Säureanhydride** sind wasserfreie Formen, die in Wasser eingebracht Säuren ergeben. Typischerweise sind es Nichtmetall-Oxide. Löst man Nichtmetalloxide in Wasser entstehen Säuren. Man kommt zum Säureanhydrid, indem man von der Säure formal 1  $\text{H}_2\text{O}$  abzieht. (z.B.  $\text{H}_2\text{SO}_4 - \text{H}_2\text{O} = \text{SO}_3 \Rightarrow \text{SO}_3$  ist das Säureanhydrid von Schwefelsäure)

**Säure**



**Säureanhydrid**

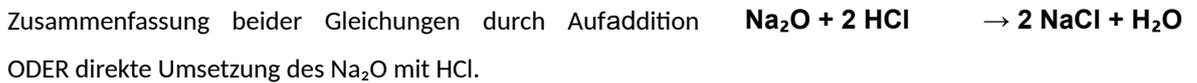
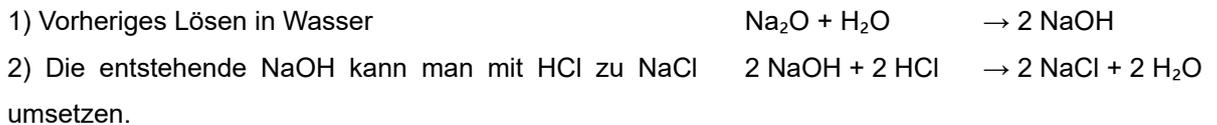


(nach Verdoppelung:  $\text{H}_2\text{N}_2\text{O}_6$ , kann man auch hier  $\text{H}_2\text{O}$  abziehen  $\Rightarrow \text{N}_2\text{O}_5$ )

Säureanhydride werden hergestellt, indem man aus der Säure Wasser entzieht (z.B. mit hygroskopischen Substanzen). Nur **Sauerstoffsäuren** (O-haltige Säure) besitzen Säureanhydride. So ist  $\text{HCl}$  beispielsweise keine Sauerstoffsäure. Es existiert hierfür deshalb kein Säureanhydrid.

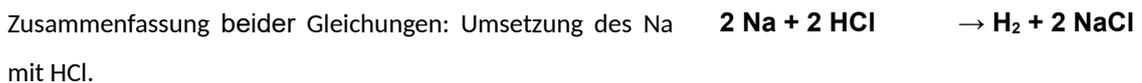
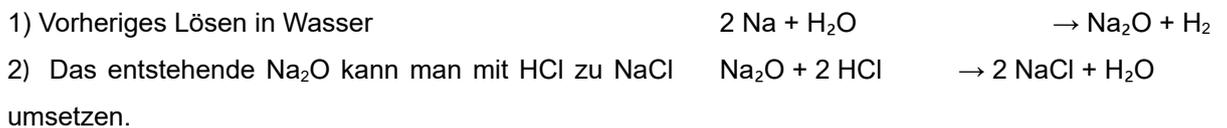
7.5

- So wie alle Nichtmetalloxide in Wasser gelöst Säuren ergeben (siehe Antwort zu Aufgabe 6.12), ergeben Metalloxide in Wasser gelöst, Laugen. Metalloxide sind Basen, da das Oxidion ( $O^{2-}$ ) ist eine Base. Sie können direkt mit Säuren zum Salz umgesetzt werden (oder über vorheriges Lösen in Wasser, in dem sie NaOH ergeben)



- Die zweite Zeile oben gibt auch die geforderte Reaktionsgleichung, ausgehen von NaCl an.
- Man kann Na direkt mit  $Cl_2$  zu NaCl umsetzen ( $2 Na + Cl_2 \rightarrow 2 NaCl$ ) ODER durch Zugabe zu Salzsäure-Lösung: Na ist ein extrem unedles Metall und ergibt bei der erstbesten Gelegenheit, z.B. wenn man es in Wasser löst,  $Na_2O$ . Dann geht es weiter wie in der Tabelle oben.

Vorgänge beim Lösen in Salzsäure:



7.6

**Ampholyte** sind Teilchen, die sowohl Protonen aufnehmen als auch Protonen abgeben können, und bei denen beide Eigenschaften in vergleichbarem Ausmaß ausgeprägt sind.

Gegenbeispiel:  $H_2SO_4$  kann nicht nur Protonen abspalten. Es kann unter Extrembedingungen auch dazu gezwungen werden, Protonen aufzunehmen.  $H_2SO_4 + H^+ \rightarrow H_3SO_4^+$ . Es wird aber deshalb nicht als Ampholyt angesehen, weil die Tendenz zur Protonenabgabe viel stärker ausgeprägt ist.

korrespondierende Säure	korrespondierende Base	Bemerkungen
a) $H_3O^+$	$H_2O$	
b) Teil 1: $H_3O^+$ Teil 2: $H_2O$	$H_2O$ $OH^-$	$H_2O$ ist ein Ampholyt. Dieses amphotere Teilchen kann also als Säure oder auch als Base reagieren.
c) $H_2O$	$OH^-$	$OH^-$ hat eine deutlich höhere Tendenz zur Protonenaufnahme ( $pK_B(OH^-) \approx 0$ ), als zur Protonenabgabe ( $pK_S(OH^-) = 29$ ). Man kann also nicht wirklich von amphoteren Eigenschaften sprechen.
d) $OH^-$	$O^{2-}$	
e) $H_2SO_4$	$HSO_4^-$	
f) Teil 1: $HSO_4^-$ Teil 2: $H_2SO_4$	$SO_4^{2-}$ $HSO_4^-$	$HSO_4^-$ besitzt $pK_S \approx 2,0$ und $pK_B = 17$ . Es überwiegen also bei weitem die sauren Eigenschaften! Auf dem Papier kann es natürlich auch als Base reagieren. Ob man es als Ampholyt ansieht, ist auch Geschmackssache.
g) Teil 1: $H_2PO_4^-$ Teil 2: $H_3PO_4$	$HPO_4^{2-}$ $H_2PO_4^-$	$pK_S(H_2PO_4^-) \approx 7,2$ $pK_B(H_2PO_4^-) \approx 11,8$ Man erkennt an diesen Zahlenwerten, dass $H_2PO_4^-$ zwar eine höhere Neigung zur Protonenabgabe als zur

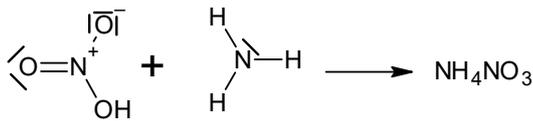
h)  $\text{NH}_4^+$

$\text{NH}_3$

Protonenaufnahme hat. Trotzdem sind beide Eigenschaften in ähnlicher Größenordnung vorhanden, und man kann von einem typischen Ampholyten sprechen.

Löst man Natriumdihydrogenphosphat in Wasser, so reagiert die Lösung leicht sauer.

7.7



Brönsted-Säure    Brönsted-Base

Brönsted-Säure: Protonen-Donator, gibt also  $\text{H}^+$  ab.

Brönsted-Base: Protonen-Akzeptor, nimmt also  $\text{H}^+$  auf.

7.8

$$\Rightarrow \text{pOH} = 14 - 10,2 = 3,8$$

$$\Rightarrow c(\text{OH}^-) = 10^{-\text{pOH}} = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$$

$\Rightarrow$  Es ist  $\textcircled{\text{E}}$  anzukreuzen

7.9

Merke: Dreiwertige Säuren (man sagt manchmal auch: „dreibasige Säuren“ oder „dreiprotonige Säure“) können bis zu 3  $\text{H}^+$  abspalten.

$\Rightarrow$  Es ist  $\textcircled{\text{A}}$  anzukreuzen.

Anmerkung1:  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (ortho-Phosphorsäure) ist eine dreiwertige Säure

Anmerkung2: Das heißt aber nicht, dass dreiprotonige Säuren unbedingt eine große Tendenz dazu besitzen müssen. Insbesondere jedes weitere Proton wird immer schwieriger abgespalten, die  $\text{pK}_\text{S}$ -Werte dieser Protolysestufen nimmt immer weiter zu,

7.10

Das müssen Reagenzien sein, die einen alkalischen pH-Wert erzeugen können:

$\Rightarrow$   $\textcircled{\text{A}}$ ,  $\textcircled{\text{D}}$  und  $\textcircled{\text{F}}$  sind anzukreuzen.

Anmerkung: Alle Metallhydroxide ergeben, sofern sie zumindest ein wenig wasserlöslich sind, alkalische pH-Werte.

7.11

$c(\text{H}_3\text{O}^+) = 10^{-\text{pH}} \Rightarrow$  Es ist  $\textcircled{\text{C}}$  anzukreuzen.

### 7.12

Es muss  D angekreuzt werden.

Anmerkung: Warum ist der pH-Wert als **negativer** Logarithmus definiert?  $\Rightarrow$  Meist liegt die  $\text{H}_3\text{O}^+$ -Konzentrationen wässriger Lösungen im Bereich 0,0 - 0,99 mol/L. Wenn man „nur“ den Logarithmus bilden würde, käme etwas Negatives heraus. Mit anderen Worten: Wenn  $x < 1$  ist, dann gilt:  $\lg x < 0$

Um das zu vermeiden, hat man ihn negativ definiert.

$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}_3\text{O}^+)$$

Natürlich muss man deshalb damit leben, dass pH-Wert rechnerisch bei Konzentrationen  $c(\text{H}_3\text{O}^+) > 1$

mol/L dann rechnerisch negativ wird. Auch deshalb, werden pH-Werte nur bei dünnen Lösungen angegeben. Man sagt auch häufig folgende

Redewendung: „Der pH-Wert ist nur zwischen 0 und 14

definiert.“

### 7.13

Es ist  C anzukreuzen.

Dass eine wässrige Lösung durch Durchperlen von  $\text{CO}_2$  sauer wird, sollte man auch als Laie herleiten können, wenn man an Sprudel denkt.

Die Lösung die entsteht, wenn man  $\text{CO}_2$  in Wasser löst, heißt **Kohlensäure**. Wenn die Lösung bereits von sich aus alkalisch ist, dann wird sie durch das Durchperlen von  $\text{CO}_2$  *abgestumpft*, d.h. der pH-Wert wird saurer in Richtung Neutralpunkt.

Eines der größten Probleme der Menschheit ist die Übersäuerung der Meere durch den steigenden  $\text{CO}_2$ -Gehalt in der Atmosphäre. Das  $\text{CO}_2$  wird nämlich zunehmen auch durch das Meerwasser absorbiert und säuert dieses an. Korallen sterben ab. Man denke auch an das *Great Barrier Reef* vor Australien.

### 7.14

Die Ladungen der Metallionen ergibt sich aus der HG-Nummer des PSE. z.B.  $\text{K}^+$   $\text{Ca}^{2+}$ . Die Ladung der Anionen ergibt sich daraus, wie viel Protonen ausgehend von der neutralen Säure abgespalten worden ist: z.B.  $\text{SO}_4^{2-}$  oder  $\text{Cl}^-$  oder  $\text{HPO}_4^{2-}$  oder  $\text{OH}^-$  oder  $\text{PO}_4^{3-}$ . Die Ionen besitzen ein Zahlenverhältnis, der einen elektrisch neutraler Stoff ergibt.

z.B.  $\text{Ca}^{2+}$  und  $\text{OH}^- \Rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$

A  $\text{CaOH}$

K  $\text{Ca}(\text{PO}_4)_3$

B

L  $\text{NaSO}_4$

C

I

D

J

E  $\text{K}(\text{OH})_2$

L

F  $\text{Li}(\text{OH})_3$

M

**8.1**

Das UV-VIS-Spektrum einer Verbindung dient der, ....

© ... Identifizierung einer Substanz.

**Anmerkung:** Das Spektrum ist wie ein Fingerabdruck für den Stoff. Das erlaubt eine Identifizierung.

Ⓓ ... Bestimmung einer geeigneten Messwellenlänge.

**Anmerkung:** Gemessen wird beim

Absorptionsmaximum ( $\lambda_{\max}$ ), weil dort  $\epsilon$  bzw.  $\epsilon_{\text{spez}}$  am größten ist. Bei dieser Wellenlänge ist die Absorbanz am größten, wegen des L-B-Gesetzes:  $A = \epsilon \cdot c \cdot d$ .

**8.2**

**Mittelwert:**  $A_0 = 0,19925$

**Dreisatz:**  $\Rightarrow c = 11,47753456 \text{ mmol/L}$

**Umrechnung in  $\beta$ :**  $\Rightarrow 4074,5 \text{ mg/L}$

**Es ist also Ⓕ anzukreuzen**

**8.3**

Ⓔ Der Messwert, wenn die Messflüssigkeit alles enthält, außer den Analyten

**Anmerkung:** Beim Blanken wird das Fotometer so justiert, dass bei dieser Wert die Anzeige 0,000 anzeigt..

**8.4**

**Merke:** Genau wie der pH-Wert ist die Absorbanz logarithmisch definiert. Warum definiert man diese Größe logarithmisch? Antwort: Damit man eine Größe erhält, die linear vom Gehalt abhängt! *siehe L-B-Gesetz: A ist proportional zur Konzentration.*

Da die Transmission (Durchlässigkeit) Werte zwischen 0 und 1 annimmt (0% - 100%), muss die Absorbanz als negativer Logarithmus definiert sein, sonst würden negative Zahlen resultieren, denn für eine Zahl zwischen 0 -1 ist der Logarithmus negativ. Es muss also Ⓐ angekreuzt werden:

Ⓐ Die Absorbanz ist der negative Zehnerlogarithmus der Transmission.

**9.1**

**Alternative 1.** Ist einfacher als Alternative 2. Setzt aber voraus dass man den Wert der Gaskonstante R auswendig kennt:

$$R = 0,08314 \text{ L}\cdot\text{bar}/\text{K}\cdot\text{min}$$

Universelle Gasgleichung:  $pV = nRT \Rightarrow n = pV/RT \Rightarrow$  einsetzen

$$n = \frac{1,050 \text{ bar} \cdot 0,055 \text{ L}}{0,08314 \frac{\text{L}\cdot\text{bar}}{\text{K}\cdot\text{mol}} \cdot 313,15 \text{ K}} \approx 0,00222 \text{ mol CO}_2$$

- Schließen auf die Methanol-Stoffmenge (wegen 2:2-Koeffizientenverhältnis):  $n = 0,00222 \text{ mol Methanol}$
- Umrechnung in eine Masse:  $m = n \cdot M = 0,0710 \text{ g}$

**Alternative 2:** Berechnung ausschließlich mit gegebenen Formeln.

Bei Normbedingungen (273,15 K, 1013 hPa) beträgt das molare Volumen nimmt ein mol eines beliebigen Gases 22,4 L ein, d.h. 22,4 Liter pro mol. Mit der allgemeinen Zustandsgleichung können wir auf das molare Volumen bei den angegebenen Bedingungen schließen.

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{1013 \text{ hPa} \cdot 22,4 \text{ L}}{273,15 \text{ K}} = \frac{1050 \text{ hPa} \cdot V_2}{313,15 \text{ K}} \Rightarrow V_2 = 24,775 \text{ L}$$

$$\Rightarrow V_m = 24,775 \text{ mol pro Liter}$$

Berechnung der Stoffmenge über Schlussrechnung:

$$1 \text{ mol} \hat{=} 24,775 \text{ L}$$

$$x \hat{=} 0,055 \text{ L} \quad \Rightarrow x \approx 0,00222 \text{ mol CO}_2$$

- Pro Minute werden also ca. 8,9 mg verbraucht. (ca. 8,9 mg/min)

9.2

639 L

9.3

Es muss sich um eine chemisch **inertes** Gas handeln, d.h vollkommen unreaktiv. Damit scheiden aus: H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Acetylen, O<sub>2</sub> und Luft.

Es muss sich um ein Gas handeln, das physiologisch indifferent ist. Hierfür bietet sich N<sub>2</sub> an. Die Flüssigkeit siedet bei -196 °C.

9.4

Die Gasflasche muss mit Schutzkappe versehen und stehend und mit geschlossenem Ventil transportiert werden.



Gasflaschen, bereit zum Transport mit 'Schutzkappe. Mit einer Kette sind sie vor Umfallen gesichert.

10.1

Die Lösung wird zwanzig mal dünner.  $\Rightarrow c = 0,075 \text{ mol/L}$ .

Mit der Dichte kann man berechnen, dass 1 Liter dieser dünnen Lösung 1025 g wiegt. Mit der molaren Masse kann man berechnen, dass darin 13,5 g Inosit gelöst sind. Also beträgt der Massenanteil 0,0132 (1,32%).

10.2

1,5 Liter wiegen 1545 Gramm. Nach dem Wasserentzug wiegt das Konzentrat 1145 Gramm.

$$m_1 w_1 = m_2 w_2 \Rightarrow 1545 \text{ g} \cdot 2,5\% = 1145 \text{ g} \cdot w_2 \Rightarrow w_2 \approx 3,37\%$$

10.3

Die ausgezählte Verdünnung enthält 175 KBE/mL.

Gesamter Verdünnungsfaktor:  $\frac{1}{10} \cdot \frac{1}{10} \cdot \frac{1}{1000} \cdot \frac{1}{1000} = \frac{1}{10^8}$ .

Im Konzentrat liegt also 10<sup>8</sup> mal größere Zellzahl vor:  $10^8 \cdot 175 \text{ KBE/mL} = 1,75 \cdot 10^{10} \text{ KBE/mL}$

10.4

Das Tier bekommt insgesamt 10 Dosen.

$$10 \cdot 18 \text{ mg/kg} = 180 \text{ mg/kg KM}$$

Berücksichtigung der tatsächlichen Körpermasse (200g)  $\Rightarrow m(\text{Wirkstoff}) = 0,2 \text{ kg} \cdot 180 \text{ mg/kg} = 36 \text{ mg}$ .

10.5

- $M(\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 142 \text{ g/mol} + 10 \cdot 18 \text{ g/mol} = 322 \text{ g/mol}$ . UND
- $M(\text{SO}_4^{2-}) = 142 \text{ g/mol} - 2 \cdot 23 \text{ g/mol} = 96 \text{ g/mol}$ .

- In 5 mL sind 0,275 mg  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  gelöst. Das sind 0,00085404 mol  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ . Es sind also auch 0,00085404 mol  $\text{SO}_4^{2-}$  enthalten. Diese wiegen 0,0820 g (82 mg).

10.6

$$A = E = -\lg 0,219 \approx 0,659556$$

$$A = \epsilon \cdot c \cdot d \Rightarrow c = 2,00 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L} = 2 \text{ mmol/L}$$

10.7

- Volumen: 240000  $\mu\text{L}$  = 240 mL. Addition von 10%: **264 mL**
- Es werden also 11,88 mmol Saccharose benötigt.
- Das sind ca. 4063 mg Saccharose.