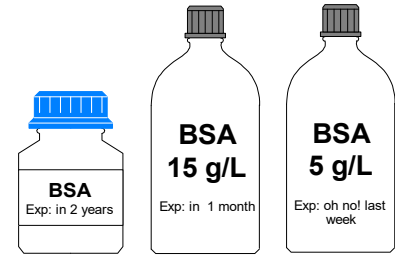


Rechnen mit dem Mischungskreuz und der Mischungsgleichung**C1BL****1. Basisaufgaben**

[Beispielaufgabe mit Lehrer]: Benötigt werden 500 mL einer BSA-Lösung mit $\beta = 12 \text{ g/L}$. Zur Verfügung stehen drei BSA-Gebinde (siehe Abb. rechts):

- Welche Möglichkeiten gibt es zur Herstellung?
- Welche Herstellungsmöglichkeit würden Sie bevorzugen?
- Leiten Sie Formeln zur Berechnung her.



- 1.1** Welche Volumina einer 0,15M-NaCl-Lösung und einer 0,5M-NaCl-Lösung müssen gemischt werden, um 250 mL einer 0,4M-Lösung herzustellen?
- 1.2** Aus 0,7 M $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ -Stammlösung und H_2O sollen **a)** 10 mL mit $c = 0,3 \text{ mol/L}$ UND **b)** 15 mL mit $c = 0,1 \text{ mol/L}$ hergestellt werden. Berechnen Sie die erforderlichen Volumina an Stammlösung und Wasser.
- 1.3** Aus einer Glucose-Stammlösung der Konzentration $\beta = 20 \text{ g/L}$ sollen **a)** 100 mL mit $\beta = 0,18 \text{ g/L}$ UND **b)** 650 mL mit $\beta = 19 \text{ g/L}$ hergestellt werden. Berechnen Sie die erforderlichen Volumina an Stammlösung.
- 1.4** Die Acetat-Konzentration einer Pufferkonzentrats beträgt 500 mmol/L. Beschreiben Sie die einzelnen Arbeitsschritte um 80 mL mit der Stoffmengenkonzentration von 150 mmol/L herzustellen.
- 1.5** 40 mL einer Lösung mit der CuCl_2 -Konzentration $c = 0,6 \text{ mol/L}$ werden mit 50 mL Wasser gemischt. Berechnen Sie die Endkonzentration $c(\text{CuCl}_2)$. Wie hoch ist die Konzentration $c(\text{Cl}^-)$ vor und nach verdünnen?
- 1.6** Aus einer Zuckerlösung mit dem Massenanteil $w(\text{Zucker}) = 10\%$ sollen durch Verdünnen 100 g einer 2,1%igen Zuckerlösung hergestellt werden.
- a) Berechnen Sie die erforderlichen Massen an Wasser und Stammlösung. (ähnlich Prüfungsaufgabe Abschlussprüfung Teil 1 für BL, 2024).
- b) Welchen Massenanteil wird erreicht, wenn 15 g der Stammlösung mit 50 g H_2O gemischt wurden?
- 1.7** Eine Medikamentenlösung (Lösung A) enthält 5 g/L Glucose und 20 mg/L einer Wirkstoffs. Eine andere Medikamentenlösung (Lösung B) enthält 1,5 g/L Glucose und 70 mg/L Wirkstoff.
- a) In welchen Volumenverhältnissen müssen A und B gemischt werden um 200 mL einer Lösung mit 3,0 g/L Glucose herzustellen (Lösung C) ?
- b) Welche Wirkstoffkonzentration besitzt die Lösung C?
- 1.8** Wie viel Gramm a) Calciumchlorid und b) Calciumchlorid-Dihydrat müssen zu 350 g einer 5%igen CaCl_2 -Lösung gegeben werden, damit jeweils eine 6%ige CaCl_2 -Lösung entsteht?
- 1.9** In einem Zellkulturlabor wird eine Zellsuspension 1:20 verdünnt und danach in einer NEUBAUER-Zählkammer unter dem Mikroskop die Anzahl der Zellen bestimmt. In einem Quader mit der 0,2 mm Breite, 0,2 mm Länge und 0,1 mm Höhe wurde die Zellzahl $N = 78$ bestimmt.
- a) Berechnen Sie die Zellzahl in der unverdünnten Suspension (in mL^{-1})
- b) Welches Volumen der Suspension benötigen Sie um 10 mL einer Zellkultur mit $3 \cdot 10^7$ Zellen pro Milliliter herzustellen?
- 1.10** Welches Volumen Wasser müssen aus 500 mL einer Kochsalzlösung ($c = 1,8 \text{ mol/L}$) abdestilliert werden um eine Salzlösung mit $c = 2,5 \text{ mol/L}$ zu erhalten?
- 1.11** 250 mL einer Natriumsulfatlösung (Na_2SO_4) mit $c(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1 \text{ mol/L}$ sollen mit einer 1-M-NaCl-Lösung so gemischt werden, dass eine Lösung mit $c(\text{Na}^+) = 0,5 \text{ mol/L}$ entstehen.
- a) Berechnen Sie das benötigte Volumen NaCl-Lösung.

b) Berechnen Sie die Stoffmengenkonzentration $c(\text{Cl}^-)$ der Lösung.

- 1.12** Wie viel technisches Soda mit $w(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}) = 95\%$ müssen zu 500 g 5%iger Na_2CO_3 -Lösung gegeben werden um eine 8%ige Na_2CO_3 -Lösung zu erhalten?
- 1.13** 50 mL einer Medikamentenlösung mit $c(\text{Med}) = 100 \mu\text{M}$, werden mit 80 mL mit $c(\text{Med}) = 500 \mu\text{M}$ und 100 mL mit $c(\text{Med}) = 150 \mu\text{M}$ gemischt. Berechnen Sie $c(\text{Med})$ in der entstehenden Lösung.
- 1.14** Aus einer 0,5-M- Na_2SO_4 -Lösung sollen 2 Liter einer Lsg. mit $\beta(\text{Na}^+) = 5 \text{ g/L}$ hergestellt werden. Wie gehen Sie vor?
- 1.15** 1,5 g Natriumphosphat werden zu 100 mL einer Natriumphosphat-Lösung mit $\beta(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 5 \text{ g/L}$ gegeben. Welchen Gehalt hat die Lösung schätzungsweise? Warum ist die Gehaltsangabe mit (großen) Fehlern behaftet?
- 1.16** Aus *Sapropterin-Dihydrochlorid* (*Sapr·2HCl*) soll eine Stammlösung angesetzt werden, aus der dann jeweils 10 mL folgender *Verdünnungen* hergestellt werden: 110 mg/L, 220 mg/L, 330 mg/L und 440 mg/L. Die zu pipettierenden Volumina sollen 500 μL oder Vielfache davon sein. Welche $\beta(\text{Sapropterin})$ muss die Stammlösung haben? Welches Volumen der Stammlsg. würden Sie herstellen? Wie wird die gewünschte Lösung aus *Sapropterin-Dihydrochlorid* (*Sapr·2HCl*) hergestellt. Molare Masse der freien Base, also ohne HCl: $M(\text{Sapr}) = 241,25 \text{ g/mol}$
- 1.17** 500 g einer Kochsalzlösung besitzen einen Wasseranteil von 99%. Wie viel Wasser muss verdampft werden, damit der Massenanteil des Wassers auf 98% sinkt?
- 1.18** 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 häufiger Prüfungsaufgabe aus der Abschlussprüfung Teil 1 für BL, z.B. 2015, 2022*).
- 1.19** 20 mL eine Bakteriensuspension besitzt eine Gesamtzellzahl von $N = 1,4$ Milliarden. Welches Volumen an Medium muss zugesetzt werden, damit der Zellgehalt auf $z = 350000$ Zellen pro Milliliter eingestellt wird? (*ähnlich einer Prüfungsaufgabe CBL Abschlussprüfung Teil 1, Sommer 2017*)
- 1.20** Welches Volumen Calciumchlorid-Lösung mit $\beta(\text{CaCl}_2) = 150 \text{ g/L}$ muss zu 100 mL einer Proteinlösung gegeben werden, damit das Gemisch anschließend eine Konzentration von $c(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L}$ besitzt?

Aufgabenüberschuss (z.B. aus Klassenarbeiten und Prüfungen) – noch mehr Aufgaben u.U. in online-Version dieses Blatts

- 2.1** 20 g Calciumchlorid (CaCl_2) wurden mit 100 g H_2O gelöst. Die Lösung nimmt ein Volumen von 111,5 mL ein.
- Welche Masse Natriumchlorid (NaCl) muss zugegeben werden, damit der Chloridgehalt auf $w(\text{Cl}^-) = 15\%$ steigt?
 - Die Ausgangslösung soll so mit H_2O verdünnt werden, dass 100 mL mit $c(\text{Ca}^{2+}) = 250 \text{ mmol/L}$ entstehen. Wie geht man in der Praxis vor?
- 2.2** Aus einer Lithiumcitrat-Stammlösung solle 5 Verdünnungen mit jeweils 200 mL hergestellt werden. Die 5 Verdünnungen sollen den Bereich bis $\beta(\text{Li}^+) = 175 \text{ mg/L}$ gleichmäßig abdecken. Zum Pipettieren stehen ausschließlich 25-mL-Vollpipetten zur Verfügung. (*Klassenarbeit C1BL. 2017*)
- Welche Konzentration $\beta(\text{Li}^+)$ muss die Stammlösung haben? Wie werden die einzelnen Verdünnungen hergestellt?
 - Wie wird die Stammlösung aus Lithiumcitrat hergestellt, wenn Sie einen Überschuss einplanen, um auf den nächstgrößeren üblichen Messkolben zurückgreifen zu können. Hinweis: $M(\text{Li}_3\text{Cit}) = 209,923 \text{ g/mol}$.
- 2.3** Durch Mischen von 170 Gramm einer 15%igen Phosphorsäurelösung (H_3PO_4) mit 50 Gramm einer zweiten Phosphorsäurelösung, soll der Gehalt auf $w(\text{H}_3\text{PO}_4) = 17,5\%$ steigen.
- Welchen Massenanteil muss die zweite Lösung besitzen?
 - Auch durch Abdampfen von Wasser aus der ersten Lösung lässt sich der gewünschte Gehalt einstellen. Wie viel Wasser muss verdampft werden?
 - Berechnen Sie Phosphat-Massenkonzentration $\beta(\text{PO}_4^{3-})$ der ersten Lösung ($w(\text{H}_3\text{PO}_4) = 15\%$), wenn die Dichte $\rho(\text{Lsg}) = 1,0824 \text{ kg/L}$ beträgt.
- 2.4** Eine Isopropanollösung besitzt die Volumenkonzentration $\sigma(\text{Isoprop}) = 25\%$. Wie werden daraus 3 Liter einer Verdünnung mit $\sigma(\text{Isoprop}) = 4\%$ hergestellt? (*ähnlich einer Prüfungsaufgabe CBL Abschlussprüfung Teil 1, Sommer2018, Winter2024*)

2.5 Eine Zuckerlösung besitzt den Massenanteil $w(\text{Zucker}) = 12,5\%$ und die Dichte $\rho = 1,087 \text{ g/mL}$. 1500 mL werden 410 Gramm Wasser entzogen. Wie hoch ist der Massenanteil der entstehenden Lösung? (ähnlich Prüfungsaufgabe CBL Abschlussprüfung Teil 1, 2022)

2.6 200 g einer Lösung mit $w(X) = 12\%$ werden mit 65 g einer Lösung mit $w(Y) = 5\%$ gemischt. Berechnen Sie den Massanteil $w(X)$ in der Mischung *ähnlich Prüfungsaufgabe CBL Abschlussprüfung Teil 1, Winter2024*

- Ⓐ $w(X) = 0,1028\%$
 Ⓑ $w(X) = 10,28\%$
 Ⓒ $w(X) = 1,028\%$
 Ⓓ $w(X) = 0,906\%$
 Ⓔ $w(X) = 9,06\%$
 Ⓕ $w(X) = 0,012\%$

Abschnitt 3 – Aufgaben, die die Universalität der Mischungsgleichung für Mischprobleme aller Art illustrieren

3.0 Computertechnik-Aufgabe: Keine Lust mehr, so viele gleichförmige Aufgaben zu lösen? Erstellen Sie eine CALC-Maske in LibreOffice (alternativ: Excel) die die einzusetzenden Portionen der beiden Komponenten für Sie berechnet. Mit der Maske haben Sie dann alle verbleibenden Aufgaben in nicht mal 5 Minuten gelöst! Layout der Maske:

Der Aufbau gleicht dem Mischungskreuz:

	A	B	C	D	E	F
1	Gehalt1	3,25		0,3	Ergebnis: Portion von 1	36
2			3,05			
3	Gehalt2	2,75		0,2	Ergebnis: Portion von 2	24
4			Summe:	0,5	Wunschportion	60
5						

Erläuterungen: In den Zellen B1 und B3 werden die Gehalte der beiden Komponenten eingegeben, in Zelle C2 der Wunschgehalt der Mischung. In F4 wird die Größe der gewünschten Portion angegeben. In den Zellen F1 und F3 kann man die zu mischenden Portionsgrößen entnehmen.

Hier ausgefüllt mit den Zahlenwerten für die Aufgabe 3.1

3.1 [nicht relevant für Klassenarbeit, da nicht fachspezifisch]. 60 kg einer Mischung aus Walnüssen und Erdnüssen soll 3,05 Euro pro Kilogramm kosten. Die Walnüsse kosten 3,25 Euro je Kilogramm, die Erdnüsse 2,75 Euro je Kilogramm. Wie viel ist von den beiden Sorten zu nehmen, damit sich der gewünschte Preis für die Mischung ergibt?

3.2 Ein Biermischgetränk in einer 0,33-l-Flasche hat einen Alkoholgehalt von 2,9 % (d.h. 2,9% des Getränkevolumens entfällt auf Alkohol). Das ursprüngliche Bier hat 4 % Alkoholgehalt. Wie viel Cola und wie viel Bier sind darin gemischt?

3.3 [nicht relevant für Klassenarbeit, da nicht fachspezifisch]. Zwei Sorten Weizen sollen so gemischt werden, dass eine Dezitonne (dt) der Mischung für 49 € verkauft werden kann. Der Verkaufspreis für Sorte A beträgt 52 €/dt, der für Sorte B beträgt 45 €/dt. a) In welchem Verhältnis müssen die beiden Sorten gemischt werden? b) Wie viel dt müssen von jeder Sorte genommen werden, wenn insgesamt 24 dt Mischung benötigt werden?

3.4 [nicht relevant für Klassenarbeit, da nicht fachspezifisch] Eine Teesorte 1 kostet 2,60 Euro pro 100 g, Teesorte 2 kostet 3,70 Euro pro 100 g. Berechnen Sie ein Mischungsverhältnis für eine Teemischung vom Preis 3,40 Euro pro 100 g.

3.5 [nicht relevant für Klassenarbeit, da nicht fachspezifisch] Für den Inhalt einer Pralinschachtel sollen 2 Pralinsorten verwendet werden. Die eine Sorte (A) kostet 2,90 € pro 100 g, wobei eine Praline ca. 6,5 Gramm wiegt. Die zweite Sorte (B) kostet 1,90 € pro 100 Gramm, eine Praline wiegt hier ca. 4,8 Gramm. Welche ungefähre Anzahl an Pralinen beider Sorten müssen pro Pralinschachtel mit 20 Pralinen enthalten sein, wenn die Kosten pro Schachtel bei ca. 2,20 € liegen sollen?

3.6 100 mg eines Feststoffs haben einen Wirkstoffgehalt von 90%. Es soll so mit einem Feststoff mit einem Wirkstoffgehalt von 65% gemischt werden, dass der Wirkstoffgehalt 80% entspricht. Welche Masse ist zuzugeben?

Lösungen ohne Gewähr – Ausführliche Lösungswege unter www.laborberufe.de

1.1) 1.2a) 4,29 mL; 1.2b) 2,14 mL; 1.3a) 0,9 mL; 1.3b) 617,5 mL; 1.4) 24 mL; 1.5) 0,267 mol/L; $c(\text{Cl}^-) = 0,533 \text{ mol/L}$; 1.6a) $m(\text{Stamm}) = 21 \text{ g}$; 1.6b) 2,31%; 1.7a) $V_A = 85,71 \text{ mL}$, $V_B = 114,29 \text{ mL}$; 1.7b) 48,57 mg/L; 1.8a) 3,723 g; 1.8b) 5,037g; 1.9a) 390 Mio/mL; 1.9b) 0,769 mL 1.10) 140 mL 1.11a) 150 mL; 1.11b) 0,375 mol/L; 1.12) 55,17 g; 1.13) 260,9 µM; 1.14) 434,9 mL; 1.15) ca. 20 g/L; 1.16) 2200 mg/L, 28,6 mg für 10 mL; 1.17) 250 g; 1.18) 3,37% 1.19) fehlt noch. 1.20) 53,73mL 2.1a) 11,43 g; 2.1b) 15,47 mL Konzentrat ad 100 mL; 2.2a) Stamm: 280 mg/L, Lsg1: 25 mL ad 200 mLm Lsg2: 2x25 mL ad 200 mL etc. 2.2b) z.B. 1,411 g Li3Cit ad 500 mL; 2.3a) 26% 2.3b) 24,3 g 2.3c) 157,39 g/L; 2.4) 0,4 L ad 3 L; 2.5) 16,7%; 2.6) 9,06%; 3.1) 36 kg Walnüsse, 24 kg Erdnüsse; 3.2) 239,25 mL Bier, 90,75 mL Cola; 3.3)a Mischung im Verhältnis 4:3; 3.3b) 13,71 dt Sorte A und 10,29 dt Sorte B 3.4) 27,27 g Teesorte 1 und 72,72 g Teesorte 2; 3.5) Sorte A: 4 Pralinen, Sorte B: 16 Pralinen; 3.6)

Lösungen und Lösungswege ohne Gewähr

Wenn Sie von diesen Musterlösungen profitieren, dann geben Sie etwas zurück, indem Sie mich auf Rechenfehler, Verständnisschwierigkeiten o.ä. aufmerksam machen. Letztendlich profitieren auch andere Schüler davon, wenn die Musterlösungen weitgehend fehlerfrei und verständlich sind.

Beispielaufgabe

Möglichkeiten der Herstellung

1. Herstellung durch Auflösen des Feststoffs in Wasser.
2. Hinzumischen von Feststoff zu der Lösung mit 5 g/L, bis 12 g/L erreicht sind (d.h. Gehalt aufstocken)
3. Mischen der beiden Lösungen mit 15 g/L und 5 g/L in einem Verhältnis, die zu 12 g/L führen.
4. Verdünnen der Lösung mit 15 g/L mit Wasser, bis 12 g/L erreicht ist.

Bevorzugt werden die Möglichkeiten genutzt, bei der Chemikalien aufgebraucht werden, die bald ablaufen (oder vor kurzem abgelaufen sind, wenn man das verantworten kann)

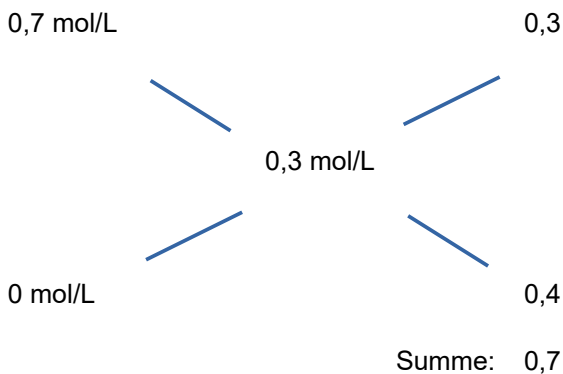
Nr. 1.1

Siehe Unterrichtsunterlagen

Nr. 1.2

a)

Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz



0,3 mL Stammlösung + 0,4 mL H₂O ergeben 0,7 mL Lösung. Hochrechnung auf 10 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{0,3 \text{ mL}}{0,7 \text{ mL}} \cdot 10 \text{ mL} \approx 4,29 \text{ mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_{\text{gesamt}} - V(\text{Stammlösung}) = 10 \text{ mL} - 4,29 \text{ mL} = 5,71 \text{ mL}$$

Lösungsweg mit Mischungsgleichung

$$\text{Mischungsgleichung: } c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_M$$

Da H₂O Mischungskomponente: $c_2 = 0 \text{ mol/L}$

$$\Rightarrow \text{Mischungsgleichung (vereinfacht): } c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$$

$$\Rightarrow 0,7 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_1 = 0,3 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ mL} \Rightarrow V_1 \approx 4,29 \text{ mL}$$

$$\Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = V_M - V_1 = 10 \text{ mL} - 4,29 \text{ mL} \approx 5,71 \text{ mL}$$

b)

Lösungsweg mit Mischungskreuz und Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Dreisatz

0,7 mol/L

0,1

Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente: $c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$

$$\Rightarrow 0,7 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot V_1 = 0,1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 15 \text{mL} \Rightarrow V_1 \approx 2,14 \text{mL}$$

$$\Rightarrow V(\text{H}_2\text{O}) = V_M - V_1 = 15 \text{mL} - 2,14 \text{mL} \approx 12,86 \text{mL}$$

0,1 mol/L

0 mol/L

0,6

Summe: 0,7

0,1 mL Stammlösung + 0,6 mL H₂O ergeben

0,7 mL der gewünschten Lösung.

Hochrechnung auf 15 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{0,1 \text{mL}}{0,7 \text{mL}} \cdot 15 \text{mL} \approx 2,14 \text{mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_{\text{gesamt}} - V(\text{Stammlösung}) =$$

$$15 \text{mL} - 2,14 \text{mL} = 12,86 \text{mL}$$

b) 15 mL mit $c = 0,1 \text{ mol/L}$

0,7 mol/L

$30 \cdot 10^{-6}$

$30 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L}$

0 mol/L

0,69997

Summe: 0,7

$30 \cdot 10^{-6} \text{ mL}$ Stammlösung + 0,69997 mL H₂O ergeben 0,7 mL der gewünschten Lösung. Hochrechnung auf 5000 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{30 \cdot 10^{-6} \text{mL}}{0,69997 \text{mL}} \cdot 5000 \text{mL} \approx 0,214 \text{mL}$$

$$V(\text{H}_2\text{O}) = V_{\text{gesamt}} - V(\text{Stammlösung}) = 5000 \text{mL} - 0,214 \text{mL} = 4999,786$$

Die Lösung wird besser über eine Verdünnungsreihe hergestellt, dann müssen nicht so kleine Volumina pipettiert werden.

a) Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

$$\begin{array}{rcl}
 20 \frac{g}{L} & & 0,18 \\
 & \swarrow & \searrow \\
 & 0,18 \frac{g}{L} & \\
 & \swarrow & \searrow \\
 0 \frac{g}{L} & & 19,82 \\
 & \Sigma & 20
 \end{array}$$

0,18 mL Stammlösung auf 20 mL mit H₂O aufgefüllt, ergeben die gewünschte Lösung. Hochrechnung auf 100 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{100 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} \cdot 0,18 \text{ mL} = 0,9 \text{ mL}$$

Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente:

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_M \cdot V_M$$

$$\Rightarrow 20,0 \frac{g}{L} \cdot V_1 = 0,18 \frac{g}{L} \cdot 0,1 \text{ L} \Rightarrow V_1 0,0009 \text{ L} = 0,9 \text{ mL}$$

b) Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

$$\begin{array}{rcl}
 20 \frac{g}{L} & & 19 \\
 & \swarrow & \searrow \\
 & 19 \frac{g}{L} & \\
 & \swarrow & \searrow \\
 0 \frac{g}{L} & & 1 \\
 & \Sigma & 20
 \end{array}$$

19 mL Stammlösung auf 20 mL Gesamtlösung ergeben die gewünschte Massenkonzentration. Hochrechnung auf 650 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{650 \text{ mL}}{20 \text{ mL}} \cdot 19 \text{ mL} = 617,5 \text{ mL}$$

Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente:

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_M \cdot V_M$$

$$\Rightarrow 20,0 \frac{g}{L} \cdot V_1 = 19 \frac{g}{L} \cdot 650 \text{ mL} \Rightarrow V_1 = 617,5 \text{ mL}$$

Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

$$\begin{array}{rcl}
 500 \text{ mM} & & 150 \\
 & \swarrow & \searrow \\
 & 150 \text{ mM} & \\
 & \swarrow & \searrow \\
 0 \text{ mM} & & 350 \\
 & \Sigma & 500
 \end{array}$$

150 mL Stammlösung auf 500 mL Gesamtlösung ergeben die gewünschte Massenkonzentration. Berechnung für 80 mL Gesamtvolumen über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{80 \text{ mL}}{500 \text{ mL}} \cdot 150 \text{ mL} = 24 \text{ mL}$$

150 mL Stammlösung werden in einem Messkolben auf 500 mL Gesamtvolumen aufgefüllt.

Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente:

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M$$

$$\Rightarrow 500 \frac{\text{mmol}}{L} \cdot V_1 = 150 \frac{\text{mmol}}{L} \cdot 80 \text{ mL} \Rightarrow V_1 = 24 \text{ mL}$$

Nr. 1.5

Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente:

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M \text{ bzw.}$$

$$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot (V_1 + V_2) \text{ (Bei Mischung wässriger Lösungen kann die Volumenkontraktion vernachlässigt werden).}$$

$$\Rightarrow c_M = \frac{c_1 \cdot V_1}{(V_1 + V_2)} \Rightarrow c_M = \frac{0,6 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 40 \text{mL}}{90 \text{mL}} \approx 0,267 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Die Verhältnisformel des Salzes zeigt, dass bei der Lösung von einer CuCl₂-Formeleinheit die Bildung von 1 Cu²⁺ und 2 Cl⁻-Ionen entstehen.

$$\text{Vor Verdünnen: } c(\text{CuCl}_2) = 0,6 \text{ mol/L} \Rightarrow c(\text{Cu}^{2+}) = 0,6 \text{ mol/L}; c(\text{Cl}^-) = 1,2 \text{ mol/L}$$

$$\text{Nach Verdünnen: } c(\text{CuCl}_2) = 0,267 \text{ mol/L} \Rightarrow c(\text{Cu}^{2+}) = 0,267 \text{ mol/L}; c(\text{Cl}^-) = 0,533 \text{ mol/L}$$

Nr. 1.6

Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

$$\begin{array}{ccc} 10\% & & 2,1 \\ & \ddots & \\ & 2,1\% & \\ & \ddots & \\ 0\% & & 7,9 \\ & \Sigma & 10 \end{array}$$

Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente:

$$w_1 \cdot m_1 = w_M \cdot m_M$$

$$\Rightarrow 10\% \cdot m_1 = 2,1\% \cdot 100 \text{g} \Rightarrow m_1 = 21 \text{g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{g} - 21 \text{g} = 79 \text{g}$$

2,1 g Stammlösung und 7,9 g H₂O ergeben den gewünschten Massenanteil (w = 2,1%). Hochrechnung auf 100 g Lösung über den Dreisatz:

$$m(\text{Stammlösung}) = \frac{100 \text{g}}{10 \text{g}} \cdot 2,1 \text{g} = 21 \text{g}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 100 \text{g} - 21 \text{g} = 79 \text{g}$$

6b)

$$w_1 \cdot m_1 = w_M \cdot m_M \text{ bzw. } w_1 \cdot m_1 = w_M \cdot (m_1 + m_2) \Rightarrow w_M = \frac{w_1 \cdot m_1}{(m_1 + m_2)} \Rightarrow w_M = \frac{10\% \cdot 15 \text{g}}{65 \text{g}} \approx 2,31\%$$

Nr. 1.7

a)

Lösungsweg mit Mischungskreuz und Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Dreisatz

$$\begin{array}{ccc} 5 \frac{\text{g}}{\text{L}} & & 1,5 \\ & \ddots & \\ & 3,0 \frac{\text{g}}{\text{L}} & \\ & \ddots & \\ 1,5 \frac{\text{g}}{\text{L}} & & 2 \\ & \Sigma & 3,5 \end{array}$$

1,5 mL A und 2 mL B ergeben 3,5 mL des gewünschten Gehalts. Hochrechnung über

$$\text{Mischungsgleichung: } \beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot V_C$$

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot (V_A + V_B)$$

$$\Rightarrow \beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot V_A + \beta_C \cdot V_B$$

$$\Rightarrow \beta_A \cdot V_A - \beta_C \cdot V_A = \beta_C \cdot V_B - \beta_B \cdot V_B$$

$$\Rightarrow (\beta_A - \beta_C) \cdot V_A = (\beta_C - \beta_B) \cdot V_B$$

Dreisatz:

$$V_A(\text{Gluc}) = \frac{200\text{mL}}{3,5\text{mL}} \cdot 1,5\text{mL} \approx 85,71\text{mL} \quad \Rightarrow \quad \frac{V_A}{V_B} = \frac{(\beta_C - \beta_B)}{(\beta_A - \beta_C)} \Rightarrow \frac{V_A}{V_B} = \frac{(3\frac{\text{g}}{\text{L}} - 1,5\frac{\text{g}}{\text{L}})}{(5\frac{\text{g}}{\text{L}} - 3\frac{\text{g}}{\text{L}})} = \frac{1,5}{2}$$

$$V_B(\text{Gluc}) = 200\text{ mL} - 85,71\text{ mL} \approx 114,29\text{ mL}$$

Die Volumenverhältnis beträgt $V_A:V_B = 1,5 : 2$. \Rightarrow Hochrechnung auf 200 mL: **siehe links**

ALTERNATIV: Auch die direkte Berechnung von V_A und V_B ist möglich:

$$\text{Mischungsgleichung: } \beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot V_C$$

$$\Rightarrow \beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot (V_C - V_A) = \beta_C \cdot V_C$$

$$\Rightarrow \beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_C - \beta_B \cdot V_A = \beta_C \cdot V_C$$

$$\Rightarrow \beta_A \cdot V_A - \beta_B \cdot V_A = \beta_C \cdot V_C - \beta_B \cdot V_C$$

$$\Rightarrow (\beta_A - \beta_B) \cdot V_A = \beta_C \cdot V_C - \beta_B \cdot V_C$$

$$\Rightarrow V_A = \frac{\beta_C \cdot V_C - \beta_B \cdot V_C}{\beta_A - \beta_B} = \frac{3\frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 200\text{mL} - 1,5\frac{\text{g}}{\text{L}} \cdot 200\text{mL}}{5\frac{\text{g}}{\text{L}} - 1,5\frac{\text{g}}{\text{L}}} \approx 85,71\text{mL}$$

$$\Rightarrow V_B(\text{Gluc}) = 200\text{ mL} - 85,71\text{ mL} \approx 114,29\text{ mL}$$

7b)

$$\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B = \beta_C \cdot V_C \Rightarrow \beta_C = \frac{\beta_A \cdot V_A + \beta_B \cdot V_B}{V_C} \Rightarrow \beta_C = \frac{20\frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 0,08571\text{L} + 70\frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 0,11429\text{L}}{0,2\text{L}} \approx 48,57\frac{\text{mg}}{\text{L}}$$

Nr. 1.8

$$\text{Mischungsgleichung: } w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot m_M \Rightarrow w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot (m_1 + m_2) \quad \Rightarrow$$

$$w_1 \cdot m_1 + w_2 \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 + w_M \cdot m_2 \Rightarrow w_2 \cdot m_2 - w_M \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1 \Rightarrow (w_2 - w_M) \cdot m_2 = w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1 \Rightarrow$$

$$m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M}$$

a) Für reines CaCl_2 : $w_2 = 100\%$.

$$m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M} \Rightarrow$$

$$m_2 = \frac{6\% \cdot 350\text{g} - 5\% \cdot 350\text{g}}{100\% - 6\%} \approx 3,723\text{g}$$

b) Für $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Der Massenteil von CaCl_2 in $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ergibt sich aus dem Verhältnis der molaren Massen:

$$w(\text{CaCl}_2) = \frac{M(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O})} = \frac{110,983\frac{\text{g}}{\text{mol}}}{147,014\frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,7549 \approx 75,49\%$$

$$m_2 = \frac{w_M \cdot m_1 - w_1 \cdot m_1}{w_2 - w_M} \Rightarrow m_2 = \frac{6\% \cdot 350\text{g} - 5\% \cdot 350\text{g}}{75,49\% - 6\%} \approx 5,037\text{g}$$

Nr. 1.9

$$V(\text{Quader}) = 0,2\text{mm} \cdot 0,2\text{mm} \cdot 0,1\text{mm} = 0,004\text{mm}^3 = 0,004(0,1\text{cm})^3 = 0,004 \cdot 0,1^3 \cdot \text{cm}^3 = 4 \cdot 10^{-6} \text{cm}^3 = 4 \cdot 10^{-6} \text{mL}$$

$$a) c = \frac{\text{Zellzahl}}{\text{Volumen}} \cdot \text{Verdünnungsfaktor} = \frac{78}{4 \cdot 10^{-6} \text{ mL}} \cdot 20 = 390 \cdot 10^6 \frac{1}{\text{mL}}$$

b) Mischungsgleichung mit H₂O als Komponente:

$$c_1 \cdot V_1 = c_M \cdot V_M \Rightarrow V_1 = \frac{c_M \cdot V_M}{c_1} \Rightarrow V_1 = \frac{3 \cdot 10^7 \text{ mL}^{-1} \cdot 10 \text{ mL}}{390 \cdot 10^6 \text{ mL}^{-1}} \approx 0,769 \text{ mL}$$

Nr. 1.10

Mischungsgleichung: Aufkonzentrieren von Wasser ist mathematisch gesehen ein „negatives Verdünnen“: \Rightarrow Mischungsgleichung:

$$c_{\text{Verdünn}} \cdot V_{\text{Verdünn}} = c_{\text{Konzentrat}} \cdot V_{\text{Konzentrat}} \Rightarrow V_{\text{Konzentrat}} = \frac{c_{\text{Verdünn}} \cdot V_{\text{Verdünn}}}{c_{\text{Konzentrat}}} \Rightarrow V_{\text{Konzentrat}} = \frac{1,8 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 500 \text{ mL}}{2,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 360 \text{ mL}$$

Es müssen abdestilliert werden: $V = 500 - 360 \text{ mL} = 140 \text{ mL}$

Nr. 1.11

$c_1(\text{Na}^+) = 0,2 \text{ mol/L}$; (da Na_2SO_4)

$c_2(\text{Na}^+) = 1 \text{ mol/L}$

a)

Lösungsweg mit Mischungskreuz und Lösungsweg mit Mischungsgleichung

Dreisatz

$$\left(\begin{array}{ccc} 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & & 0,5 \\ & \otimes & \bullet \\ & & 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \\ & \bullet & \otimes \\ 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & & 0,3 \\ & \Sigma & 0,8 \end{array} \right)$$

$$V_2:V_1 = 0,3:0,5 \Rightarrow V_2 = (0,3:0,5) \cdot V_1 \Rightarrow$$

$$V_2 = (0,3:0,5) \cdot 250 \text{ mL} = 150 \text{ mL}$$

$$\text{Mischungsgleichung: } c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_M$$

$$\Rightarrow c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot (V_1 + V_2) \Rightarrow c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_1 + c_M \cdot V_2$$

$$\Rightarrow c_2 \cdot V_2 - c_M \cdot V_2 = c_M \cdot V_1 - c_1 \cdot V_1 \Rightarrow (c_2 - c_M) \cdot V_2 = c_M \cdot V_1 - c_1 \cdot V_1$$

$$\Rightarrow V_2 = \frac{c_M \cdot V_1 - c_1 \cdot V_1}{c_2 - c_M} \Rightarrow$$

$$V_2 = \frac{0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{ L} - 0,2 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{ L}}{1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} - 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}}} = 0,15 \text{ L} = 150 \text{ mL}$$

250 mL Na_2SO_4 -Lösung müssen mit 150 mL NaCl -Lösung gemischt werden.

b) $c_1(\text{Cl}^-) = 0 \text{ mol/L}$. In der Na_2SO_4 -Lösung befinden sich keine Cl^- -Ionen.

$c_2(\text{Cl}^-) = 1 \text{ mol/L}$

$$\text{Mischungsgleichung: } c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 = c_M \cdot V_M \Rightarrow c_M = \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2}{V_M} = \frac{0 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,25 \text{ L} + 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \cdot 0,15 \text{ L}}{0,4 \text{ L}} = 0,375 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Nr. 1.12

Massenanteil von Na_2CO_3 in chemisch reinem Soda ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{ H}_2\text{O}$):

$$w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{M(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{M(\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O})} = \frac{105,989 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{286,142 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,3704$$

Berücksichtigen des technischen Charakters (95%): $w(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,3704 \cdot 0,95 \approx 0,3519 \hat{=} 35,19\%$

Jetzt kann man die Mischungsgleichung anwenden:

$$m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_M w_M \Rightarrow 0,3519 \cdot m_1 + 0,05 \cdot 500\text{g} = 0,08 \cdot (500\text{g} + m_2) \Rightarrow 0,3519 \cdot m_1 + 25\text{g} = 40\text{g} + 0,08 m_2 \Rightarrow m_2 = 55,167\text{g}$$

g. Es müssen 55,167 g technisches Soda hinzugegeben werden.

Nr. 1.13

Mischungsgleichung für 3 Komponenten

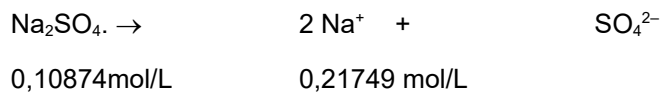
$$c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + c_3 \cdot V_3 = c_M \cdot V_M \Rightarrow \frac{c_1 \cdot V_1 + c_2 \cdot V_2 + c_3 \cdot V_3}{V_M} = c_M \Rightarrow$$

$$c_M = \frac{100\mu\text{M} \cdot 50\text{mL} + 500\mu\text{M} \cdot 80\text{mL} + 150\mu\text{M} \cdot 100\text{mL}}{230\text{mL}} \approx 260,9\mu\text{M}$$

Nr. 1.14

$$c(\text{Na}^+) = \frac{\beta(\text{Na}^+)}{M(\text{Na}^+)} \Rightarrow c(\text{Na}^+) = \frac{5 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{22,990 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,21749 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Aus der Verhältnisformel des Salzes geht hervor, dass eine Formeleinheit 2 Na⁺-Ionen liefert, d.h. die Na₂SO₄-Konzentration muss halb so groß, wie die gewünschte Na⁺-Konzentration gewählt werden:



Lösungsweg mit Mischungskreuz und Dreisatz

$$\left(\begin{array}{ccc} 0,5 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & & 0,10874 \\ & \otimes & \odot \\ & 0,10874 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & \\ \odot & & \otimes \\ 0 \frac{\text{mol}}{\text{L}} & & 0,39126 \\ & \Sigma & 0,5 \end{array} \right)$$

0,10874 mL Stammlösung auf 0,5 mL mit H₂O aufgefüllt, ergeben die gewünschte Lösung.

Hochrechnung auf 2000 mL über den Dreisatz:

$$V(\text{Stammlösung}) = \frac{2000\text{mL}}{0,5\text{mL}} \cdot 0,10874\text{mL} = 434,9\text{mL}$$

434,9 mL werden in einen 2000mL-Messkolben pipettiert und mit H₂O bis zur Marke aufgefüllt.

Nr. 1.15

Löst man 1,5 g Na₃PO₄ in 100 mL einer Na₃PO₄-Lösung, so verändert sich das Volumen (**Volumenkontraktion, Volumendilatation**). Das Volumen nach Mischen ist also nicht mehr 100 mL, sondern liegt leicht darüber oder darunter. Geht man für die Schätzung davon aus, dass sich das Volumen nicht ändert, so kann man berechnen:

In 100 mL der ursprünglichen Lösung sind enthalten. 0,5 g Na_3PO_4 . Es werden weitere 1,5 g Na_3PO_4 dazugegeben.
 $\Rightarrow m(\text{Na}_3\text{PO}_4) = 0,5 \text{ g} + 1,5 \text{ g} = 2 \text{ g} \Rightarrow \beta \approx 2 \text{ g}/100 \text{ mL}$ bzw. $\beta \approx 20 \text{ g/L}$. Es handelt sich jedoch nur um eine grobe Schätzung.

Die Volumenkontraktion bzw. Volumendilatation kann in der Regel vernachlässigt werden, wenn wässrige Lösungen (oder Wasser) miteinander gemischt werden. Sie kann nicht vernachlässigt werden, wenn feste Stoffe zur Herstellung der Lösung eingesetzt werden.

Nr. 1.16

Die dünnste der Verdünnungen, soll entstehen, indem man 500 μL der Stammlösung auf 10 mL Gesamtvolumen verdünnt. Mit der Mischungsgleichung lässt sich berechnen, wie hoch β der Stammlösung sein muss:

$$\beta_1 \cdot V_1 = \beta_M \cdot V_M \Rightarrow \beta_1 \cdot 0,5 \text{ mL} = 110 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 10 \text{ mL} \Rightarrow \beta_1 = 2200 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \quad \text{[Gehalt der Stammlösung]}$$

Pipettierschema:

$\beta(\text{Sapropterin})$	V(Stammlsg.)	Gesamtvolumen
110	500 μL	10 mL
220	1000 μL	10 mL
330	1500 μL	10 mL
440	2000 μL	10 mL

Benötigtes Gesamtvolumen an Stammlösung: 5000 μL . Mit Reserve also z.B. 10 mL herstellen – eine gängige Messkolbengröße.

Wenn pro Liter 2200 mg Wirkstoff enthalten sein sollen, dann sind in 10 mL insgesamt 22 mg Wirkstoff enthalten. Das sind 0,0911917 millimol *Sapropterin*. Es werden also auch 0,0911917 millimol *Sapropterin-Dihydrochlorid* benötigt, da pro Teilchen *Sapropterin-Dihydrochlorid* auch 1 Teilchen Sapropterin enthalten ist. Da die molare Masse von *Sapropterin-Dihydrochlorid* $241,25 \text{ g/mol} + 2 \cdot 36,46 \text{ g/mol} = 314,17 \text{ g/mol}$ beträgt, werden 28,6 mg *Sapropterin-Dihydrochlorid* benötigt.

Nr. 1.17

Mit anderen Worten: Wie viel Wasser muss entfernt werden um den Massenanteil an NaCl von $w = 1\%$ auf $w=2\%$ zu erhöhen.

$$\text{Mischungsgleichung. } m_1 \cdot w_1 = m_2 \cdot w_2 \Rightarrow 500 \text{ g} \cdot 1\% = m_2 \cdot 2\% \Rightarrow m_2 = 250 \text{ g}$$

Es müssen also 250 g Wasser entfernt werden.

Nr. 1.18

Mit der Dichte kann man berechnen, dass die Anfangslösung 1545 Gramm wiegt.

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

Nr. 1.19

fehlt noch

Nr. 1.20 Calciumchlorid zu Protein

Zuerst machen wir die Gehaltsangaben gleichnamig.

$$c(\text{CaCl}_2) = \frac{\beta(\text{CaCl}_2)}{M(\text{CaCl}_2)} = \frac{150 \frac{\text{g}}{\text{L}}}{111,0 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 1,35135 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \quad c(\text{Cl}^-) = 2 \cdot 1,35135 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \approx 2,7027 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$$

Jetzt lösen wir die Aufgabe zum Mischungsrechnen

$$c_1 V_1 + c_2 V_2 = c_M V_M \Rightarrow 2,7027 V_1 + 0 V_2 = 1 (V_1 + 100) \Rightarrow 2,7027 V_1 = V_1 + 100 \Rightarrow V_1 \approx 53,73 \text{ mL}$$

Nr. 2.1

a) Chloridgehalt der Ausgangslösung:

20 g CaCl_2 sind $n = \frac{m}{M} = \frac{20 \text{ g}}{110,983 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,18021 \text{ mol}$ Da 1 CaCl_2 -Teilchen 2 Cl^- -Ionen besitzt gilt:

$$\Rightarrow n(\text{Cl}^-) = 0,18021 \text{ mol} \cdot 2 \approx 0,36042 \text{ mol} \Rightarrow m(\text{Cl}^-) = 0,36042 \text{ mol} \cdot 35,453 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \approx 12,778 \text{ g}$$

$$w(\text{Cl}^-) = \frac{m(\text{Cl}^-)}{m(\text{Lsg})} \approx \frac{12,778 \text{ g}}{120 \text{ g}} \approx 0,1065 \quad (10,65 \%)$$

Chloridgehalt im Natriumchlorid:

$$w(\text{Cl}^-) = \frac{1 \cdot M(\text{Cl}^-)}{M(\text{NaCl})} \approx \frac{35,453 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{58,4425 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,6066 \quad (60,66 \%)$$

Mischungsgleichung

$$w_1 m_1 + w_2 m_2 = w_m m_m \Rightarrow 10,65 \% \cdot 120 \text{ g} + 60,66 \% \cdot m_2 \approx 15 \% \cdot (120 \text{ g} + m_2) \Rightarrow m_2 = 11,43 \text{ g}$$

Es müssen 11,43 g NaCl hinzu gegeben werden.

b) In der Lösung sind 0,18021 mol Ca^{2+} gelöst. $c(\text{Ca}^{2+}) = \frac{n}{V} \approx \frac{0,18021 \text{ mol}}{0,1115 \text{ L}} \approx 1,6162 \frac{\text{mol}}{\text{L}} \approx 1616,2 \frac{\text{mmol}}{\text{L}}$

Verdünnungsgleichung: $c_1 V_1 = c_2 V_2 \Rightarrow 1616,2 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} \cdot V_1 \approx 250 \frac{\text{mmol}}{\text{L}} \cdot 100 \text{ mL} \Rightarrow V_1 \approx 15,47 \text{ mL}$. 15,47 mL

Konzentrat ad 100 mL verdünnen.

Nr. 2.2

Gehalte der Verdünnung bei gleichmäßiger Verteilung: 35 mg/L 70 mg/L 105 mg/L 140 mg/L
175 mg/L

Die dünnste der Verdünnungen soll entstehen, wenn man 25 mL (1 mal mit Vollpipette pipettieren) des Konzentrats auf 200 mL verdünnt.

Verdünnungsgleichung: $c_1 V_1 = c_2 V_2 \Rightarrow c_1 \cdot 25 \text{ mL} \approx 35 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 200 \text{ mL} \Rightarrow c_1 = 280 \text{ mg/L}$. Die Stammlsg. muss eine Konzentration von 280 mg/L besitzen.

35 mg/L: 25 mL ad 200 mL **70 mg/L:** 50 mL ad 200 mL **105 mg/L:** 75 mL ad 200 mL etc.

140 mg/L: 100 mL ad 200 mL **175 mg/L:** 125 mL ad 200 mL

b) Summe Stammlsg: 375 mL. \Rightarrow 500 mL mit $\beta(\text{Li}^+)$ 280 mg/L herstellen. Lösung enthält 140 mg Li^+ . Das sind

$n(\text{Li}^+) = \frac{m(\text{Li}^+)}{M(\text{Li}^+)} = \frac{0,14 \text{ g}}{6,941 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,02017 \text{ mol}$. Da jedes Li_3Cit 3 Li^+ liefert, werden also nur 0,0067233 mol Li_3Cit benötigt. Das sind 1,411 g Li_3Cit für 500 mL.

Nr. 2.3

a) $m_1 w_1 + m_2 w_2 = m_m w_m \Rightarrow 170 \text{ g} \cdot 15 \% + 50 \text{ g} \cdot w_2 = 220 \text{ g} \cdot 17,5 \% \Rightarrow w_2 = 26 \%$

b) $m_1 w_1 = m_2 w_2 \Rightarrow 170 \text{ g} \cdot 15 \% = m_2 \cdot 17,5 \% \Rightarrow m_2 = 145,714 \text{ g}$ Es müssen ca. 24,3 g verdampft werden.

c) 1 L Lösung wiegt 1082,4 g. 15% davon sind H_3PO_4 , also 162,36 g. $n(\text{H}_3\text{PO}_4) = \frac{162,36 \text{ g}}{97,99 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 1,656904 \text{ mol}$.

Sie enthalten die gleiche Stoffmenge, also auch 1,656904 mol PO_4^{3-} . Mit $M(\text{PO}_4) = 94,99 \text{ g/mol}$ kann man berechnen, dass dies 157,39 g sind. Es folgt also $\beta(\text{PO}_4^{3-}) = 157,39 \text{ g/L}$.

2.4

Mischungsgleichung:

$$\sigma_1 V_1 = \sigma_2 V_2 \Rightarrow 4 \% \cdot 3 \text{ L} = 30 \% \cdot V_2 \Rightarrow V_2 = 0,4 \text{ L} \quad . \quad 0,4 \text{ L Konzentrat auf 3 Liter Gesamtvolumen verdünnen.}$$

2.5 Wasserentzug aus einer Zuckerlösung

Hinweis: Man könnte die Aufgabe auch ohne Verdünnungsformel rechnen.

Damit man $m_1 w_1 = m_2 w_2$ anwenden kann, muss man erst die Masse der Ausgangslösung (m_1) berechnen. m_2 ist damit dann auch bekannt, denn diese Masse ist 410 Gramm kleiner. Da auch der Massenanteil der Ausgangslösung (w_1) bekannt ist, kann man damit w_2 berechnen. Ergebnis: $w_2 \approx 16,7\%$.

3.1 Walnüsse und Erdnüsse

Gehalt1	3,25		0,3	Ergebnis: Portion von 1	36
		3,05			
Gehalt2	2,75		0,2	Ergebnis: Portion von 2	24
		Summe:	0,5	Wunschportion	60

$m_1 \cdot \text{Kilopreis}_1 + m_2 \cdot \text{Kilopreis}_2 = m_M \cdot \text{Kilopreis}_M$ einsetzen!

$m(\text{Walnüsse}) = 36 \text{ kg}$ $m(\text{Erdnüsse}) = 24 \text{ kg}$

3.2 Biermischgetränk

239,25 mL Bier, 90,75 mL Cola

3.3 Weizen

Gehalt1	52		4	Ergebnis: Portion von 1	13,71428571
		49			
Gehalt2	45		3	Ergebnis: Portion von 2	10,28571429
		Summe:	7	Wunschportion	24

3.4 Teesorten

Gehalt1	2,6		0,3	Ergebnis: Portion von 1	27,27272727
		3,4			
Gehalt2	3,7		0,8	Ergebnis: Portion von 2	72,72727273
		Summe:	1,1	Wunschportion	100

3.5 Pralinen

Man muss das Mischungskreuz über den Stückpreis bilden, weil der „Wunschgehalt“, die Wunschkosten pro Stück angegeben sind (20 Pralinen sollen zusammen 2,20 € kosten).! Die Wunschportion ist die Anzahl der Pralinen, also 20.

Stückpreis	0,1885		0,0188	Ergebnis: Portion von 1	3,864337102
		0,11			
Stückpreis	0,0912		0,0785	Ergebnis: Portion von 2	16,1356629
		Summe:	0,0973	Wunschportion	20

Antwort: Sorte A: 4 Pralinen, Sorte B: 16 Pralinen

3.6 100 mg eines weißen Pulvers haben einen Wirkstoffgehalt von 90%. Es soll so mit einem minderwertigeren Pulver mit einem Wirkstoffgehalt von 65% gestreckt werden, dass der Wirkstoffgehalt 80% entspricht. Welche Masse des minderwertigeren Pulvers ist zuzugeben.