

- 1.1 Ein Hund von 12,3 kg erhält  $0,085 \cdot 10^{-3}$  g/kg eines Wirkstoffs verabreicht. Das Injektionsvolumen soll 10 mL betragen. Welche Massenkonzentration hat die Injektionslösung? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL)
- 1.2 Eine Ratte mit der Masse  $m = 180$  g frisst am Tag 27 g Futter mit einem Zusatz von 0,8% einer Wirksubstanz. Wie viel mg/kg an Substanz nimmt das Tier am Tag auf?
- 1.3 Allen Kaninchen in einem Kaninchenstall soll folgende Lösung infundiert werden: Substanz B 0,5 mg/kg in 5 Minuten. Das Injektionsvolumen soll bei allen Tieren 5 ml betragen.
- Berechnen Sie den Ansatz für die Stammlösung, ausgehend davon, dass ein Kaninchen im Durchschnitt ca. 3 kg wiegt und das Volumen für gerade 20 Kaninchen reichen soll.
  - Wie müssen Sie die Stammlösung für 1 Kaninchen der Masse 2,1 kg verdünnen, damit es die richtige Dosierung bekommt?
- 1.4 Einer Maus wurden ein Schmerzmittel injiziert, wobei das Injektionsvolumen 0,20 mL pro 10 g Körpermasse betrug. Die Schmerzmittellösung hatte dabei eine Konzentration von  $\beta = 700$  mg/L. Berechnen Sie die verabreichte Dosis in  $\mu\text{g}$  pro kg Körpergewicht. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL)
- 1.5 Einem Meerschweinchen mit der Masse  $m = 300$  g wird das Volumen  $V = 1,2$  mL einer Natriumacetatlösung, mit  $w(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,62\%$  appliziert. Die Dichte der Lösung betrage näherungsweise  $\rho = 1,0$  kg/L. Wie groß ist die verabreichte Dosis  $\text{Na}^+$  (in mg/kg Tier)? (Aufgabenstellung ähnlich einer Aufgabe aus Zwischenprüfung BL, 1990)
- 1.6 Ein Versuchstier mit dem Körpergewicht 380 g soll ein Wirkstoff mit der Dosis 1,5 mg/kg Körpergewicht infundiert werden. Das Infusionsvolumen soll 1 mL pro 100 g Körpergewicht betragen. Berechnen Sie das Infusionsvolumen und die insgesamt verabreichte Masse Wirkstoff für das Tier. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2007, zuletzt 2024)
- 1.7 Das Applikationsvolumen eines Medikaments soll 1 mL pro kg Körpermasse betragen und die Wirkstoff-Dosis 6 mg/100 g Körpergewicht. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2006)
- Berechnen Sie die gewünschte Massenkonzentration der zu applizierenden Lösung.
  - Eine Stammlösung des Wirkstoffs besitzt die Massenkonzentration  $\beta(\text{Wirkstoff}) = 85$  mg/mL. Berechnen Sie den Verdünnungsfaktor ( $F$ ) mit dem die Stammlösung verdünnt werden muss.
- 1.8 Eine Population von 20 Mäusen mit einem durchschnittlichen Körpergewicht von 24 g erhält dreimal täglich eine Wirkstofflösung mit  $\beta(\text{Wirkstoff}) = 3$  g/L in einer Dosis von 8 mg pro 100 g Körpergewicht appliziert. Berechnen Sie den jährlichen Verbrauch an Wirkstofflösung (in L) und an Wirkstoffmasse. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2006).
- 1.9 Ein Wirkstoff soll in den Dosierung 1,5 mg /100 g KM angewendet werden, bei einem Infusionsvolumen von 0,2 mL pro 100 g Körpermasse. (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2005 und 2024).
- Berechnen Sie das erforderliche Infusionsvolumen in  $\mu\text{L}$ , wenn das Versuchstier 350 g wiegt.
  - Es soll das doppelte Volumen an Infusionslösung hergestellt werden. Die Herstellung soll durch Verdünnen aus einem Konzentrat mit 20 mg/mL erfolgen. Berechnen Sie die einzusetzenden Volumina an Konzentrat und an Verdünnungsmittel (z.B. physiologische Kochsalzlösung).
- 1.10 Eine Ratte mit der Körpermasse 225 g sollen 0,8 mmol eines Wirkstoffs pro 100 g Körpermasse verabreicht werden. Welches Volumen muss dem Tier appliziert werden, wenn die Massenkonzentration der Wirkstofflösung  $\beta = 75$  mg/mL beträgt. Hinweis:  $M(\text{Wirkstoff}) = 175$  g/mol (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2004)
- 1.11 Ein Hamster mit der Körpermasse 220g erhielt eine Infusion mit der Geschwindigkeit von 0,3 mL/min verabreicht. Die Infusionslösung enthielt in 18 mL 2,4 mg Wirkstoff. Nach 5 Minuten und 15 Sekunden trat der gewünschte Effekt ein. Welche Dosis [in  $\mu\text{g}$  pro kg Körpergewicht] wurde bis zu diesem Zeitpunkt verabreicht? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, Sommer 2004, 02/03)
- 1.12 Einem Versuchstier mit der Körpermasse 305 g werden durch eine Infusion 6,5 mL einer Albuminlösung mit  $\beta(\text{Albumin}) = 40$  g/L appliziert. Die Infusionsgeschwindigkeit beträgt 50  $\mu\text{L}/\text{s}$ . Berechnen Sie, die insgesamt applizierte Masse Albumin und die Gesamtapplikationszeit.
- 1.13 Eine Narkose-Lösung besitzt  $\beta(\text{Narkotikum}) = 2,5$  g/100 mL. Wie viel Milliliter müssen einer Katze ( $m = 1500$  g) appliziert werden, wenn die Dosis 25 mg/kg beträgt? (ähnlich einer Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2011)
- 1.14 Ein Kaninchen mit der Körpermasse 650 Gramm soll eine Dosis von  $D(\text{Na}^+) = 45$  mmol/kg Natriumionen erhalten. In einer ersten Applikation wurden dem Tier 5 mL einer Lösung mit  $\beta(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 100$  mg/mL gegeben. Welches Volumen einer NaCl-Lösung mit einem Na-Gehalt von  $w(\text{Na}^+) = 2\%$ , muss dem Tier noch appliziert werden, wenn die Dichte der Lösung  $\rho(\text{Lsg}) = 1,055$  kg/L beträgt? (ähnlich einer regelmäßig wiederkehrenden Aufgabe aus Abschlussprüfung Teil 1 für CBL, 2017 (?))

## 2. Ankreuzaufgaben in Anlehnung an Prüfungsaufgaben zum Thema pharmakologische Berechnungen

2.1 Ein Versuchstier mit der Masse KM = 850 g soll ein Wirkstoff in der Dosis  $D = 0,5$  g/kg KM bei einem Applikationsvolumen von 1,5 mL/kg KM bekommen. Wie hoch ist die erforderliche Massenkonzentration  $\beta(\text{Wirkstoff})$ ? [ähnlich einer regelmäßig wiederkehrenden Prüfungsaufgabe, z.B. 2022]

- (A) 3,30 g/mL    (B) 0,30 g/L    (C) 3,00 g/mL    (D) 3,00 g/L    (E) 0,33 g/mL    (F) 0,33 g/L

## Lösungen - ohne Gewähr

Wenn Ihnen diese Musterlösungen geholfen haben, dann geben Sie etwas zurück, indem Sie mich auf Rechenfehler, Verständnisschwierigkeiten o.ä. aufmerksam machen. Letztendlich haben alle Schüler etwas davon, wenn die Musterlösungen weitgehend fehlerfrei und verständlich sind.

Nr. 1.1

Masse Wirkstoff für den gesamten Hund:

$$m(WS) = m(Hund) \cdot D \Rightarrow m(WS) = 12,3 \text{ kg} \cdot 0,085 \cdot 10^{-3} \frac{\text{g}}{\text{kg}} = 0,0010455 \text{ g} \quad (1,0455 \text{ mg})$$

Massenkonzentration der Injektionslösung:

$$\beta(WS) = \frac{m(WS)}{V(Lsg)} = \frac{1,0455 \text{ mg}}{0,010 \text{ L}} = 104,5 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \quad (0,1045 \frac{\text{g}}{\text{L}} = 0,1045 \frac{\text{mg}}{\text{mL}})$$

Nr. 1.2

Masse an Wirkstoff pro Tag und Tier

$$m(WS) = w(WS) \cdot m(Futter) = 0,008 \cdot 27 \text{ g} = 0,216 \text{ g}$$

Berechnung der Dosis (Hochrechnung auf 1 kg Tier)

$$D = \frac{m(WS)}{m(Tier)} = \frac{0,216 \text{ g}}{0,180 \text{ kg}} = 1,2 \frac{\text{g}}{\text{kg}}$$

Alternative DREISATZ

$$100\% \triangleq 27 \text{ g}$$

$$0,8\% \triangleq x$$

$$x = 0,216 \text{ g}$$

$$0,18 \text{ kg} \triangleq 0,216 \text{ g}$$

$$1 \text{ kg} \triangleq x$$

$$x = 1,2 \text{ g}$$

$$\Rightarrow D = 1,2 \text{ g/kg} \quad (1,2 \text{ g Wirkstoff pro kg Tier})$$

Nr. 1.3

a) Masse an Wirkstoff in der Stammlösung:

$$m(Wirkstoff) = Dosis \cdot m(Tier) \cdot Anzahl \Rightarrow$$

$$m(Wirkstoff) = 0,5 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot 3 \text{ kg} \cdot 20 = 30 \text{ mg}$$

30 mg Wirkstoff sind mit Lösungsmittel (z.B. physiologische Kochsalzlösung) auf insgesamt  $5 \text{ mL} \cdot 20 = 100 \text{ mL}$  aufzufüllen.

b) Dreisatz:  $3 \text{ kg} \triangleq 5 \text{ mL Stammlösung}$

$2,1 \text{ kg} \triangleq x \text{ mL Stammlösung} \Rightarrow$

$$x = 3,5 \text{ mL Stammlösung}$$

3,5 mL Stammlösung sind mit Lösungsmittel auf ein Gesamtvolumen von 5 mL zu bringen.

Nr. 1.4

Berechnung des Injektionsvolumens pro kg Maus

Formel

$$I = \frac{\text{Injektionsvolumen}}{m(Tier)} \Rightarrow I = \frac{0,20 \text{ mL}}{0,01 \text{ kg}} = 20 \frac{\text{mL}}{\text{kg}}$$

Dreisatz

$$\begin{aligned} \text{Dreisatz:} \quad 0,01 \text{ kg} &\triangleq 0,2 \text{ mL} \\ 1 \text{ kg} &\triangleq x \text{ mL} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$x = 20 \text{ mL}$$

20 mL Injektionsvolumen pro kg Maus:  $I = 20 \text{ mL/kg}$

Berechnung der Masse Wirkstoff in 20 mL

$$\beta(\text{Wirkstoff}) = \frac{m(\text{Wirkstoff})}{V(\text{Lsg.})} \Rightarrow m(\text{Wirkstoff}) = \beta(\text{Wirkstoff}) \cdot V(\text{Lsg.}) = 700 \frac{\text{mg}}{\text{L}} \cdot 0,02 \text{ L} = 14 \text{ mg}$$

Nr. 1.5

Umrechnung  $B(\text{Lsg.})$  in  $m(\text{Lsg.})$  (mithilfe der Dichte)

**Formel**

$$\rho = \frac{m(\text{Lsg.})}{V(\text{Lsg.})} \Rightarrow m(\text{Lsg.}) = \rho \cdot V(\text{Lsg.})$$

$$\Rightarrow m(\text{Lsg.}) = 1,0 \frac{1000 \text{ g}}{1000 \text{ mL}} \cdot 1,2 \text{ mL} = 1,2 \text{ g}$$

**Dreisatz**

$$\begin{array}{lcl} 1000 \text{ g} & \cong & 1000 \text{ mL} \\ x & \cong & 1,2 \text{ mL} \\ & & x = 1,2 \text{ g} \end{array}$$

Berechnung der in der applizierten Lösung enthaltenen  $m(\text{NaAc})$

**Formel**

$$w(\text{NaAc}) = \frac{m(\text{NaAc})}{m_{\text{gesamt}}} \Rightarrow m(\text{NaAc}) = w(\text{NaAc}) \cdot m_{\text{gesamt}}$$

$$\Rightarrow m(\text{NaAc}) = 0,0062 \cdot 1,2 \text{ g} = 0,00744 \text{ g}$$

**Dreisatz**

$$\begin{array}{lcl} 100 \% & \cong & 1,2 \text{ g} \\ 0,62 \% & \cong & x \\ & & x = 0,00744 \text{ g} = m(\text{NaAc}) \end{array}$$

Berechnung der in 0,00744 g NaAc enthaltenen Masse  $m(\text{Na}^+)$

**Formel**

$$w(\text{Na}^+) = \frac{M(\text{Na}^+)}{M(\text{NaAc})} \Rightarrow w(\text{Na}^+) = \frac{22,990 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{82,034 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} \approx 0,2802497$$

28,02 % der Masse von NaAc entfallen auf  $\text{Na}^+$ .

$$w(\text{Na}^+) = \frac{m(\text{Na}^+)}{m(\text{NaAc})} \Rightarrow m(\text{Na}^+) = w(\text{Na}^+) \cdot m(\text{NaAc}) \Rightarrow$$

$$m(\text{Na}^+) = 0,2802497 \cdot 0,00744 \text{ g} \approx 0,0020851 \text{ g}$$

**Dreisatz**

Die Molaren Massen  $M(\text{Na}^+)$  und  $M(\text{NaAc})$  verhalten sich zueinander wie die darin enthaltenen Massen  $m(\text{Na}^+)$  und  $m(\text{NaAc})$ :

$$\begin{array}{lcl} 22,990 \text{ g/mol} & \cong & 82,034 \text{ g/mol} \\ x & \cong & 0,00744 \text{ g} \\ & & x \approx 0,0020851 \text{ g} \end{array}$$

Berechnung der Dosis

**Formel**

$$D = \frac{m(\text{Na}^+)}{m(\text{Tier})} \Rightarrow D = \frac{0,0020851 \text{ g}}{0,3 \text{ kg}} \approx 0,00695 \frac{\text{g}}{\text{kg}}$$

**Dreisatz: Hochrechnung auf 1 kg Tier**

$$\begin{array}{lcl} 0,3 \text{ kg} & \cong & 0,0020851 \text{ g} \\ 1 \text{ kg} & \cong & x \\ & & x = 0,00695 \text{ g} \\ & & 1 \text{ kg Tier entsprechen } 0,00695 \text{ g Na}^+ \\ & & \Rightarrow D = 0,00695 \text{ g/kg} \end{array}$$

## Umrechnung der Einheit

$$D = 0,00695 \frac{g}{kg} = 0,00695 \frac{1000mg}{kg} = 6,95 \frac{mg}{kg}$$

Nr. 1.6

## Berechnung des infundierten Volumens

$$V(Lsg.) = I \cdot m(Tier) \Rightarrow V(Lsg.) = 1 \frac{mL}{100g} \cdot 380g = 3,8mL$$

## Berechnung von m(Wirkstoff)

$$m(Wirkstoff) = D \cdot m(Tier) \Rightarrow m(Wirkstoff) = 1,5 \frac{mg}{kg} \cdot 0,38kg = 0,57mg$$

Nr. 1.7

Für ein Tier mit  $m(Tier) = 1 \text{ kg}$  werden benötigt:

$V(Lsg.) = 1 \text{ mL}$  Infusionsvolumen (vgl. Angabe im Aufgabentext)

$m(Wirkstoff) = D \cdot m(Tier) = 6 \text{ mg}/100 \text{ g} \cdot 1000 \text{ g} = 60 \text{ mg}$  Wirkstoff (vgl. Angabe im Aufgabentext)

## Berechnung der erwünschten Massenkonzentration

$$\beta(WS) = \frac{m(WS)}{V(Lsg)} \Rightarrow \beta(WS) = \frac{60 \text{ mg}}{1 \text{ mL}} = 60 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}$$

## Berechnung von F

$$\beta_{verdunnt} = \beta_0 \cdot F^1 \Rightarrow F = \frac{\beta_0}{\beta_{verdunnt}} \Rightarrow F = \frac{60 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}}{85 \frac{\text{mg}}{\text{mL}}} \approx 0,70588 \approx \frac{0,70588}{1}$$

Die Stammlösung muss mit  $F \approx 0,7058824$  verdünnt werden. 0,7058824 VT werden auf 1 VT aufgefüllt, also z.B. ca. 0,706 mL ad 1 mL ODER 705,9 mL ad 1000 mL.

Nr. 1.8

## Berechnung des jährlichen Verbrauchs an Wirkstoff:

$$m(Wirkstoff) = \bar{m}(Maus) \cdot D \cdot N(Tagesgaben) \cdot N(Mäuse) \cdot N(Tage) \Rightarrow$$

$$m(Wirkstoff) = 24g \cdot 8 \frac{mg}{100g} \cdot 3 \cdot 20 \cdot 365 = 42048mg \approx 42g$$

## Berechnung des jährlichen Verbrauchs an Volumen:

$$\beta(Wirkstoff) = \frac{m(Wirkstoff)}{V(Lsg.)} \Rightarrow V(Lsg.) = \frac{m(Wirkstoff)}{\beta(Wirkstoff)} = \frac{42,048g}{3\frac{g}{L}} = 14,016L \approx 14L$$

Nr. 1.9

a)z.B. Dreisatz:

$$100 \text{ g} \hat{=} 200 \mu\text{L}$$

$$350 \text{ g} \hat{=} x \quad \Rightarrow x = 700 \mu\text{L}$$

b) Es sollen also  $2 \cdot 700 \mu\text{L} = 1400 \mu\text{L}$  hergestellt werden.

Aus der Dosierung 1,5 mg /100 g KM und dem Infusionsvolumen (0,2 mL pro 100 g) kann man herleiten, dass die erforderliche Massenkonzentration der Infusionlösung 1,5 mg/0,2 mL beträgt, also  $\beta = 7,5 \text{ mg/mL}$

Verdünnungsformel:

$$\underbrace{\beta_1 V_1}_{\text{Konzentrat}} = \underbrace{\beta_2 V_2}_{\text{Verdünnung}} \Rightarrow 20 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} V_1 = 7,5 \frac{\text{mg}}{\text{mL}} \cdot 700 \mu\text{L} \Rightarrow 262,5 \mu\text{L Konzentrat}$$

$$\Rightarrow V(\text{Verdünnungsmittel}) = 700 \mu\text{L} - 262,5 \mu\text{L} = 437,5 \mu\text{L}$$

Nr. 1.10

Berechnung der zu applizieren Masse an Wirkstoff:

$$n(Wirkstoff) = D \cdot m(\text{Tier}) \Rightarrow n(Wirkstoff) = 0,8 \frac{\text{mmol}}{100\text{g}} \cdot 225\text{g} = 1,8 \text{mmol} = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{mol}$$

$$m(Wirkstoff) = n(Wirkstoff) \cdot M(Wirkstoff) \Rightarrow m(Wirkstoff) = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{mol} \cdot 175 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 0,315\text{g} \quad \text{315mg}$$

Berechnung des zu applizierenden Volumens:

$$\beta(Wirkstoff) = \frac{m(Wirkstoff)}{V(Lsg.)} \Rightarrow V(Lsg.) = \frac{m(Wirkstoff)}{\beta(Wirkstoff)} = \frac{315\text{mg}}{75\frac{\text{mg}}{\text{mL}}} = 4,2 \text{mL}$$

Nr. 1.11

Bis zum Wirkungseintritt appliziertes Volumen:

$$V(Lsg.) = v \cdot t = 0,3 \frac{\text{mL}}{\text{min}} \cdot 5,25 \text{min} = 1,575 \text{mL}$$

In diesem Volumen enthaltene Wirkstoffmasse:

$$18 \text{ mL} \hat{=} 2,4 \text{ mg}$$

$$1,575 \text{ mL} \hat{=} x$$

$$x = 0,21 \text{ mg Wirkstoff}$$

Berechnung der Dosis

$$D = \frac{m(Wirkstoff)}{m(\text{Tier})} \Rightarrow D = \frac{0,21\text{mg}}{0,22\text{kg}} = 0,9545 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \quad 9545 \frac{1000\mu\text{g}}{\text{kg}} = 954,5 \frac{\mu\text{g}}{\text{kg}}$$

Nr. 1.12

Wenn pro Liter Albuminlösung 40 g Albumin enthalten sind, dann sind in 6,5 mL dieser Lösung 0,26 g Albumin enthalten. Die Ratte bekommt also 0,26 g Albumin. Wenn zur Applikation von 0,05 mL 1 Sekunde benötigt werden, dann werden für 6,5 mL 130 Sekunden benötigt, also etwas mehr als 2 Minuten.

Nr. 1.13

Die Katze muss  $1,5 \text{ kg} \cdot 25 \text{ mg/kg} \approx 37,5 \text{ mg}$  verabreicht bekommen.

Berechnung in welchem Volumen der Narkoselösung diese Masse enthalten ist:

z.B. mit dem Dreisatz:

$$\begin{array}{lll} 2500 \text{ mg} & \hat{=}& 100 \text{ mL} \\ 37,5 \text{ mg} & \hat{=}& x \text{ mL} \end{array} \Rightarrow 1,5 \text{ mL}$$

Nr. 1.14

selber rechnen!

- zuerst berechnen, welche Stoffmenge das Tier bekommen soll
- dann berechnen, welche Stoffmenge das Tier schon bekomme hat
- dann berechnen, welche Stoffmenge also noch fehlt
- zum Schluss berechnen, in welcher Portion die gewünschte Stoffmenge enthalten ist. Achtung:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$

Endergebnis: 24,2 mL