

Infusion und Osmolarität

Der Fall

Auf einer Station bekommt eine Patientin eine Infusion. Die Lösung muss zum Blutplasma passen: Mit zu wenigen gelösten Teilchen nehmen rote Blutkörperchen Wasser auf und können platzen; mit zu vielen geben sie Wasser ab und schrumpfen. Entscheidend ist nicht die Masse des gelösten Stoffs, sondern die **Zahl der gelösten Teilchen je Liter**, die **Osmolarität** (Einheit osmol/l oder mosmol/l); für die Wasserbewegung zählen dabei nur Teilchen, die die Zellmembran **nicht** passieren können. Das Blutplasma hat etwa 0,3 osmol/l (rund 290 mosmol/l).

Beim Lösen zerfallen Salze in Ionen: Aus einer Formeleinheit NaCl werden zwei Teilchen (Na^+ , Cl^-), aus CaCl_2 drei. Glucose bleibt als Molekül erhalten. Die Zahl der Teilchen je Formeleinheit heißt **Van-'t-Hoff-Faktor i**. In verdünnter Lösung und bei vollständiger Dissoziation gilt: **Osmolarität = $c \cdot i$** .

1 Teilchen zählen

Verstehen · 4 Punkte

Ergänze die Tabelle. Welche Teilchen entstehen beim Lösen, und wie groß ist i?

Stoff	Teilchen in Lösung	i
NaCl		
CaCl_2		
Glucose ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)		
MgSO_4		

2 Die „physiologische Kochsalzlösung“

Rechnen · 4 Punkte

Eine 0,9-%-Kochsalzlösung enthält 9 g NaCl je Liter. Berechne die Stoffmengenkonzentration $c(\text{NaCl})$ und daraus die Osmolarität. Vergleiche mit dem Blutplasma. $M(\text{Na}) = 23,0 \text{ g/mol}$, $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g/mol}$. Rechne ohne Taschenrechner und runde sinnvoll.

3 TMSnat-Training: Multiple Choice

eigene Übungsaufgabe · Richtwert 90 Sekunden · ohne Taschenrechner · 2 Punkte

Welche Osmolarität hat eine Calciumchlorid-Lösung (CaCl_2) mit $c = 0,1 \text{ mol/l}$ bei vollständiger Dissoziation (idealisierte, verdünnte Lösung)?

(A) 0,03 osmol/l

(B) 0,1 osmol/l

(C) 0,2 osmol/l

(D) 0,3 osmol/l

(E) 0,4 osmol/l

4 Osmolarität im Vergleich zum Plasma

Transfer · 5 Punkte

Ordne die Lösungen ein: nahezu **isoosmotisch** zum Plasma, **hypoosmotisch** oder **hyperosmotisch**. Begründe mit $c \cdot i$.

Lösung	Osmolarität	Einordnung
Glucose 5 % ($c \approx 0,28 \text{ mol/l}$)		
NaCl 0,45 % ($c \approx 0,077 \text{ mol/l}$)		
CaCl_2 0,1 mol/l		

Zusatzfrage: Glucose wird von Zellen aufgenommen und verstoffwechselt. Warum verhält sich die 5%-Glucoselösung im Körper nach einiger Zeit anders, als die Osmolarität allein vermuten lässt?

LÖSUNGEN · INFUSION UND OSMOLARITÄT

Lösungen und Lösungswege

1 Teilchen zählen

Stoff	Teilchen in Lösung	i
NaCl	$\text{Na}^+ + \text{Cl}^-$	2
CaCl_2	$\text{Ca}^{2+} + 2 \text{Cl}^-$	3
Glucose	bleibt als Molekül gelöst, keine Dissoziation	1
MgSO_4	$\text{Mg}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$ (das Sulfat-Ion bleibt ein Teilchen)	2

Typischer Fehler: Ladungen statt Teilchen zählen, etwa „ CaCl_2 : $i = 4$, weil Ca^{2+} zweifach geladen ist“. Für die Osmolarität zählt nur, wie viele Teilchen entstehen.

2 Die „physiologische Kochsalzlösung“

$M(\text{NaCl}) = 23,0 + 35,5 = 58,5 \text{ g/mol}$. $c = 9 \text{ g/l} \div 58,5 \text{ g/mol} \approx 0,154 \text{ mol/l}$ (Überschlag: $9 \div 60 = 0,15$).

Osmolarität $= c \cdot i = 0,154 \text{ mol/l} \cdot 2 \approx 0,31 \text{ osmol/l}$, also rund 310 mosmol/l. Das liegt in der Größenordnung des Plasmas (etwa 290 mosmol/l), knapp darüber; die Lösung gilt als nahezu isoosmotisch. Gemessen ist der Wert etwas kleiner, weil die Ionen nicht völlig unabhängig voneinander sind; Aufgaben rechnen deshalb ausdrücklich idealisiert.

Typischer Fehler: die Konzentration direkt als Osmolarität nehmen (i vergessen) und auf 0,15 osmol/l kommen.

3 TMSnat-Training: Multiple Choice

Richtig ist (D) **0,3 osmol/l**. CaCl_2 zerfällt in drei Teilchen, $i = 3$; $0,1 \text{ mol/l} \cdot 3 = 0,3 \text{ osmol/l}$.

- (A) teilt die Konzentration durch i , statt zu multiplizieren ($0,1 : 3 \approx 0,03$).
- (B) wäre die Antwort ohne Dissoziation ($i = 1$), richtig nur für Glucose oder Harnstoff.
- (C) rechnet mit $i = 2$, als wäre CaCl_2 ein 1:1-Salz wie NaCl.
- (E) zählt die Ladung des Calcium-Ions mit ($2 + 2 = 4$) statt der Teilchen.

Im Test gibt es fünf Antworten, genau eine ist richtig; falsche Antworten kosten keine Punkte. Wer die Teilchenzahl sicher bestimmt, braucht für diese Aufgabe unter einer Minute.

4 Osmolarität im Vergleich zum Plasma

Lösung	Osmolarität	Einordnung
Glucose 5 % ($c \approx 0,28 \text{ mol/l}$)	$0,28 \cdot 1 \approx 0,28 \text{ osmol/l}$	nahezu isoosmotisch
NaCl 0,45 % ($c \approx 0,077 \text{ mol/l}$)	$0,077 \cdot 2 \approx 0,15 \text{ osmol/l}$	hypoosmotisch (halbe Kochsalzlösung)
CaCl_2 0,1 mol/l	$0,1 \cdot 3 = 0,3 \text{ osmol/l}$	nahezu isoosmotisch, knapp darüber

Zusatzfrage: Osmolarität und Tonizität sind nicht dasselbe. Glucose wird von den Zellen aufgenommen und abgebaut; übrig bleibt Wasser. Die Lösung ist beim Anlegen isoosmotisch, wirkt im Körper aber wie zugeführtes freies Wasser, also hypoton. Für die Wasserbewegung zählen nur Teilchen, die die Membran nicht passieren.

Typische Fehler: die Richtung der Osmose umkehren (Wasser strömt zur Seite mit *mehr* gelösten Teilchen, nicht umgekehrt); „isoosmotisch“ und „isoton“ ungeprüft gleichsetzen.

Quellen und Lehrplanbezug

- OpenStax, Chemistry 2e, Kap. 11.4 „Colligative Properties“: Osmose, osmotischer Druck, Van-'t-Hoff-Faktor (CC BY 4.0): <https://openstax.org/books/chemistry-2e/pages/11-4-colligative-properties>
- OpenStax, Biology 2e, Kap. 5.2 „Passive Transport“: Tonizität und Zellvolumen (CC BY 4.0): <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/5-2-passive-transport>
- Atommassen: IUPAC/CIAAW, Abridged Standard Atomic Weights (Na 22,990; Cl 35,45): <https://ciaaw.org/atomic-weights.htm>
- KMK-Bildungsstandards Chemie für die Allgemeine Hochschulreife (2020): https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf; Kernlehrplan NRW Biologie, Einführungsphase (Osmose).
- Weitere Übungsfragen zum Thema: tmsnat-trainer.de/tmsnat/chemie