Skript: Rechnen mit Anteilen C1BL

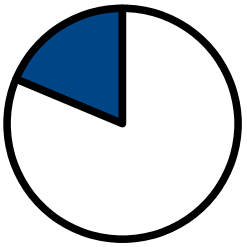
CC BY NC SA
laborberufe.de

A. Überblick über Anteilsgrößen

In Verbindungen oder Gemischen die aus mehreren Komponenten bestehen, gibt der Anteil der Komponente A(X) an, wie viel auf eine Komponente (X) entfällt, wenn das Gesamte als 1 betrachtet wird. Bei ***prozentualen* Anteilen** ($A_{\%}$), geht man davon aus, dass das gesamte Gemisch aus 100 Teilen besteht, bei ***Promille*-Anteilen** von 1000 Teilen etc.

Beispiel für eine Anteilangabe:

0,23 = 23 % = 230 ‰ = 230000 ppm = ….



***A.1** Ergänzen Sie folgende Tabelle sinnig.*

Bezeichnung	Teile aus denen das Ganze besteht („gesamte Torte“)	„Einheit“	Umrechnung ausgehend von wahren Anteil (A)	Bemerkungen
wahrer Anteil	1		-	-
prozentualer Anteil	100	%	$A_{\%}$ = A·100 %	-
Promille-Anteil		‰		-
Parts per million		ppm		-
Parts per				dt. „Milliarde“ = engl.

B. Massenanteil allgemein und Massenanteil in Lösungen (engl: mass fraction)

Die mit Abstand am weitesten verbreitete Anteilsgröße ist der **Massenanteil (w)**. Er gibt den Anteil der Masse einer Komponente (X, z.B. Verbindung, Zellen, Ionensorte) am der Gesamtmasse des Gemisches.

$$w(X)=\frac{m(X)}{m_{gesamt}}$$ Formel Nr. 9 auf Formelblatt

Für den häufigsten Fall, dass es sich beim Gemisch um eine Lösung handelt, kann man die Gesamtmasse auch konkretisieren:

$$w(X)=\frac{m(X)}{m(Lsg)}$$ Formel Nr. 3 auf Formelblatt

***B.1** Lösen Sie die Aufgaben 2.1 bis 2.3 auf dem Blatt „Rechnen mit Anteilen und Volumenkonzentration“*

C. Massenanteil in Reinstoffen

Reinstoffe/Verbindungen bestehen meistens auch verschiedenen Komponenten, hier sind die Komponenten Atomsorten (Elemente) oder ganze Atomgruppen (z.B. Molekül(-ionen)). So kann man für die einzelnen Komponenten auch Massenanteile angeben. Beispielsweise besteht Natriumchlorid (NaCl) aus Natrium-Ionen und Chlorid-Ionen, deren Massenanteile man getrennt berechnen und angeben kann.

Berechnung der Massenanteile Na^+ und Cl^- in reinem Natriumchlorid (Mit Tabellenbuch nachvollziehen)

Wir gehen von 1 g Natriumchlorid aus („Das Ganze“). Wir müssen berechnen welche Masse Na^+ und Cl^- darin enthalten ist.

Schritt 1: Hierfür rechnen wir erst in die Masse m(NaCl) in n(NaCl) um	n(NaCl) ≈		
Schritt 2: Da in 1 Teilchen Na_1Cl_1 auch 1 Na+ und 1 Cl^- enthalten ist, gilt:	$n(Na^+)$ ≈ $n(Cl^-)$ ≈		
Schritt 3: Umrechnung in die Massen	$m(Na^+)$ ≈ $m(Cl^-)$ ≈		
Schritt 4: Angabe des Massenanteils	$w(Na^+)$ ≈ $w(Cl^-)$ ≈ Selbstverständlich ist die Summe aller Massenanteile im Gemisch 100%.	(= (=	%) und %)

Wenn in einem Teilchen des Reinstoffs mehr als 1 Teilchen der Komponente enthalten ist, muss dies in Schritt 2 berücksichtigt werden. So enthält z.B. Na_2SO_4 pro Teilchen Na_2SO_4 insgesamt 2 Na^+. Die Stoffmenge Na^+ ist also doppelt so groß (a = 2, *siehe Formel unten*) wie die Stoffmenge Na_2SO_4. Schritt 1 – 4 kann man zusammenfassen! Den Massenanteil einer Komponente (X) in einem Reinstoff kann man mit folgender Formel berechnen:

$$w(X)=\frac{a\cdot M(X)}{M(Reinstoff)}$$

Formel Nr. 2 auf Formelblatt

a gibt an, wie oft X im Reinstoff enthalten ist.

C.1 *Prüfen Sie die Anwendbarkeit der Formel mit dem Beispiel Natriumchlorid (Ergebnisse siehe oben).*

C.2 *Berechnen Sie den Massenanteil von Na in Natriumsulfat (Na_2SO_4). [Ergebnis: 32,36%]*

C.3 *Berechnen Sie alle oder eine Auswahl der Aufgaben 1.1 bis 3.5 auf dem Arbeitsblatt*

D Berücksichtigung von Verunreinigung

Häufig sind Verbindungen verunreinigt. Um diese Verunreinigungen zu berücksichtigen muss der Reinheitsgehalt bekannt sein. Die Verunreinigung wird rechnerisch vorteilhaft erst ganz am Ende berücksichtigt!

Beispielaufgabe: *Ein Harnstoffpräparat ($CO(NH_2)_2$) besitzt eine Reinheit von 93,5%. Es sollen 150 Gramm einer Lösung hergestellt mit einem Massenanteil von w(N) = 3,5% hergestellt werden. Welche Masse des Präparats und des Wassers müssen eingesetzt werden?*

ACHTUNG: w(N) ist doppeldeutig, denn es gibt mehrere Stickstoff-Massenanteile: Es gibt den Massenanteil von N in der Lösung, der beträgt w(N) = 3,5 %. Es gibt den Massenanteil von N in der Verbindung Harnstoff, der beträgt w(N) = 46,65%. Nicht miteinander verwechseln!

Schritt 3: Berechnung der erforderlichen Masse reinen Harnstoffs:

Es werden 5,25 g Stickstoff benötigt. Die Stickstoffhaltige Verbindung besitzt 46,65% Stickstoff. Man kann also rechnen:

Schritt 1: *Berechnung der in der Lösung enthaltenen Masse an Stickstoff*

$$w(N)=\frac{m(N)}{m(Lsg)} \Rightarrow m(N)=0{,}035\cdot 150\,g=5{,}25\,g\ N$$

Schritt 2: *Berechnung von w(N) in reinem Harnstoff:*

$$w(X)=\frac{a\cdot M(X)}{M(Reinstoff)}\Rightarrow$$

$$w(N)=\frac{2\cdot 14{,}01\,\frac{g}{mol}}{60{,}06\,\frac{g}{mol}}\approx 0{,}4665\ \ (46{,}65\,\%)$$

$$w(N)=\frac{m(N)}{m(Harnstoff)}\Rightarrow$$

$$m(Harnstoff)=\frac{m(N)}{w(N)}=\frac{5{,}25\,g}{0{,}4665}\approx$$

$$\approx 11{,}254\,g\ reiner\ Harnstoff$$

Schritt 4: Erst ganz am Ende wird die Reinheit des Präparats berücksichtigt

$$w(Harnstoff)=\frac{m(Harnstoff)}{m(Präparat)}\Rightarrow$$

$$m(Präparat)=\frac{m(Harnstoff)}{w(Harnstoff)}\approx\frac{11{,}254\,g}{0{,}935}\approx 12{,}036\,g\ Präparat$$

Die Wassermasse beträgt 150 g – 11,036 g ≈ 137,964 g.

4. *Berechnen Sie die Aufgaben 3.6 bis 3.9. auf dem Arbeitsblatt „Rechnen mit Anteilen“. Link zu den Aufgaben*

E Verknüpfung mit weiteren Größen, wie Stoffmengen

Häufig gibt es Fragestellungen, bei denen man über die Stoffmengenkonzentration c = n/V zuerst auf die Stoffmenge und dann mit der stöchiometrischen Grundgleichung M = m/n zuerst auf eine Masse schließen muss. Erst dann kann man die oben vorgestellten Formeln für den Massenanteil anwenden. Einfacher ist es, wenn man mit der Massenkonzentration β = m/V direkt auf eine Masse schließen kann, bevor man dann mit den Formeln von oben weiter rechnet.

5. *Berechnen Sie die Aufgaben aus Abschnitt 4. Link zu den Aufgaben.*

F Weitere Anteilsgrößen

Sehr viel seltener als die Massenanteile, werden Anteile von anderen Portionsgrößen gebildet. Hierzu gehören die **Stoffmengenanteile** (χ, *sprich:* „chi“) und die Volumenanteile (φ, *sprich:* „fi“).

$$\chi(X)=\frac{n(X)}{n_{gesamt}}=\frac{n(X)}{n(X)+n(Y)+n(Z)+....} \quad \text{und} \quad \varphi(X)=\frac{V(X)}{V_{gesamt}}=\frac{V(X)}{V(X)+V(Y)+V(Z)+....}$$

Um mit χ rechnen zu können, müssen alle Komponenten bezüglich ihrer Stoffmenge bekannt sein.

Der Volumenanteil wird extrem selten benutzt und seine Angabe soll vermieden werden, denn die Gehaltsgröße wird häufig mit der **Volumenkonzentration** verwechselt, da sie die gleiche „Einheit“ haben und meist ähnlich groß sind: Der Volumenanteil bildet den Anteil mithilfe der **Summe aller Einzelvolumen** der Komponenten *(siehe Nenner in oberer Formel)*. Dieses Volumen wird auch als *„Gesamtvolumen“* bezeichnet (V_{gesamt}). **Es handelt sich aber nicht um das tatsächliche Volumen des Gemisches!** Beim Mischen von Volumina kann es nämlich zu **Volumeneffekten** kommen: Mischt man beispielsweise 50 mL Ethanol mit 50 mL H_2O, so resultiert ein Lösungsvolumen von ca. 97 mL (und nicht 100 mL!). Der Volumenanteil rechnet mit V_{gesamt} = 100 mL, also der Summe der gemischten Volumen!

Das tatsächliche Volumen (97 mL) wird hingegen bei der Berechnung der **Volumenkonzentration** genutzt. Hier lautet die Formel:

$$\sigma(X)=\frac{V(X)}{V(Lsg)}$$ Man achte, dass hier im Nenner steht: *Volumen der Lösung*

Sowohl der Volumenanteil als auch die Volumenkonzentration haben die gleiche „Einheit“ (1 (= -), %, ‰, ppm etc.). Beide Größen sind dann identisch, wenn keine Volumeneffekte auftreten. Mischt man flüssige Reinstoffe, können die Volumeneffekte erheblich sein, mischt man dünne wässrige Lösungen, so sind sie meist vernachlässigbar. Mischt man z.B. 50 mL dünne Zuckerlösung und 50 mL dünne Kochsalzlösung so resultieren nahezu 100 mL

Die Volumenkonzentration wird häufiger genutzt, und zwar um den Gehalt einer an sich flüssigen Komponente in einem flüssigen Medium anzugeben. Bekannte Beispiele sind der Alkoholgehalt von Getränken oder im Blut in Promille (‰).

6. *Rechnen Sie die Aufgaben zu Abschnitt 6.* *Link zu den Aufgaben.*