

## II.D.12

### Säuren – Basen – Salze

# Klausuraufgaben Säure-/Base-Reaktionen

Ein Beitrag von Anna Heidenblut



© Ritthichai/Stock/Getty Images Plus

Analytik auf der Grundlage von Neutralisationsreaktionen wird in der Oberstufe ausführlich behandelt. Dabei werden nicht nur die Titration mit Endpunktbestimmung, sondern auch die Definition des pH-Wertes und die Leitfähigkeitstimation behandelt. Hier erhalten Sie fünf kontextbezogene Klausuraufgaben mit Lösungen, die jeweils eine Bearbeitungszeit von etwa 70 Minuten haben. Alternativ können die Aufgaben auch als Lernaufgaben eingesetzt werden, um neue Inhalte kontextbasiert zu erarbeiten.

---

#### KOMPETENZPROFIL

**Klassenstufe:** 11 (G8) / 12 (G9)

**Dauer:** 8 Unterrichtsstunden

**Kompetenzen:** 1. Säuredefinition nach Brønsted anwenden; 2. Protolyse- und Neutralisationsgleichungen formulieren; 3. Wasserlöslichkeit von organischen Säuren erklären; 4. Titration mit Endpunktbestimmung quantitativ auswerten; 5. Wirkung starker und schwacher Säuren erklären; 6. Leitfähigkeitstimation auswerten; 7. pH-Werte starker Säuren und Laugen berechnen; 8. pH-metrische Titration auswerten

**Thematische Bereiche:** Donator-Akzeptor-Konzept (Protolyse), Struktur-Eigenschafts-Beziehungen (Löslichkeit von Säuren), chemisches Gleichgewicht (starke und schwache Säuren), Analytik (Titration mit Endpunktbestimmung, Leitfähigkeitstimation)

---

## Hintergrundinformationen

Inzwischen hat es sich an vielen Schulen durchgesetzt Chemie kontextbasiert zu unterrichten. Bei dem Unterrichtskonzept „Chemie im Kontext“ werden alle Fachinhalte des Chemieunterrichts im Kontext alltagsnaher Phänomene und Anwendungsbeispiele aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler erarbeitet.

Werden Prüfungsaufgaben kontextbasiert gestellt, müssen Schülerinnen und Schüler verschiedene fachliche Inhalte und fachmethodische Kompetenzen kombinieren, um alltägliche Phänomene zu erklären. Dies entspricht dem Anliegen des Chemieunterrichts, den Schülerinnen und Schülern zu ermöglichen, alltägliche Phänomene auf der Grundlage ihrer Chemiekenntnisse zu verstehen.

Jede der Klausuraufgaben beginnt mit einem Informationstext, der den Kontext vorstellt. Es folgt ein Abschnitt mit Zusatzinformationen wie Stoffeigenschaften, die zum Lösen der nun folgenden Aufgabenstellungen notwendig sind. Es gibt jeweils drei voneinander unabhängig lösbare Aufgaben pro Kontext, die jeweils mehrere operatorbasierte Arbeitsaufträge enthalten.

## Hinweise zur Methodik und Didaktik

### Voraussetzungen der Lerngruppe

Da die Schülerinnen und Schüler bei den vorliegenden kontextbasierten Klausuraufgaben selbst herausfinden müssen, welche fachliche Inhalte und Methoden zur Lösung der Aufgabe notwendig sind, ist es ratsam, dieses Aufgabenformat vor der Leistungsbewertung im Unterricht einzuüben. Welche fachlichen Inhalte in den einzelnen Aufgaben geprüft werden und somit zuvor im Unterricht behandelt worden sein müssen, sind im „Auf einen Blick“ (S. 4).

### Durchführung

Für eine Klausur im Umfang von ca. 140 bis 160 Minuten werden zwei der fünf hier vorgestellten Aufgaben kombiniert.

Als Lernaufgabe genutzt kann die Bestimmung des Zitronensäuregehaltes verschiedener Orangensäfte in **M 1** zur kontextbasierten Erarbeitung der Grundlagen der Säureanalytik von Lebensmitteln durch Titration mit Endpunktbestimmung dienen. Die Auswirkungen des Protolysegleichgewichts von Kohlenstoffdioxid auf die Wasserhärte und die Gewässerfruchtbarkeit in **M 2** können genutzt werden, um den Gleichgewichtscharakter der Protolysereaktion und den Begriff des pH-Wertes einzuführen. Die Bestimmung des Gehaltes an Natronlauge in einem flüssigen Rohrreiniger in **M 3** kann als Kontext für die Einführung der Leitfähigkeitstiteration dienen. In **M 4** können am Kontext der Titration von Calciumhydroxid mit einem Indikatoren die Grundlagen der pH-metrischen Titration erarbeitet werden, indem für verschiedene Zeitpunkte der Titration der pH-Wert berechnet wird. In **M 5** wird dann die pH-metrische Titration von Cola behandelt. Außerdem wird in **M 5** der in der Biologie wichtige Phosphatpuffer behandelt.

## Auf einen Blick

Kl = Klausuraufgabe, Br = Bewertungsraster

Für alle Klausuraufgaben kann ein Periodensystem als Hilfsmittel verwendet werden

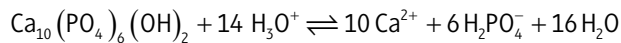
- M 1** (Kl) Klausuraufgabe „Zahnkiller Orangensaft?“
- Säuredefinition nach Brønsted
  - Protolyse von mehrprotonigen Säuren
  - Löslichkeit von Alkansäuren
  - Neutralisationsgleichungen
  - Titration mit Endpunktbestimmung durch Indikator
  - Berechnung der molaren Masse von Verbindungen
  - Berechnung der Massenkonzentration
- M 2** (Kl) Klausuraufgabe „Carbonat in Trink- und Teichwasser“
- Protolyse als Gleichgewichtsreaktion
  - Säurekonstante
  - pH-Wert
  - Titration mit Endpunktbestimmung durch Indikator
  - Berechnung der molaren Masse von Verbindungen
  - Berechnung der Massenkonzentration
- M 3** (Kl) Klausuraufgabe „Fahrradreiniger“
- Hydrolyse- und Neutralisationsreaktionen
  - Löslichkeitstiteration
  - Bewertung der Gefahren durch Alltagschemikalien
- M 4** (Kl) Klausuraufgabe „Entkalker mit Farbtrick“
- Protolyse als Gleichgewichtsreaktion
  - Säurekonstante
  - pH-Wert-Berechnung starker Säuren und Laugen
  - Indikatoren
- M 5** (Kl) Klausuraufgabe „Phosphorsäure und Phosphate“
- Protolyse von mehrprotonigen Säuren
  - Säurekonstante
  - pH-metrische Titration
  - Berechnung der molaren Masse von Verbindungen
  - Berechnung der Massenkonzentration
  - Wirkungsweise von Puffern
  - Berechnung der Pufferkapazität
- M 6** (Br) Bewertungsraster
- Ergebnismrückmeldung
  - Punkte-Noten-Zuordnung

## Klausuraufgabe „Zahnkiller Orangensaft?“

M 1

Zu dem Thema Orangensaft und Zahnschmelz lassen sich im Internet viele verschiedene Artikel und Internetseiten finden. Auch Zahnärzte raten von einem übermäßigen Verzehr von säurehaltigen Lebensmitteln, wie Orangensaft, ab. Dabei wird vor allem davor gewarnt, dass Zahnschmelz dem Säure-Angriff von Orangensaft nicht standhält. Und das, obwohl es sich bei Zahnschmelz um das Härteste handelt, was vom menschlichen Körper produziert werden kann.

Zahnschmelz besteht aus dem Mineral Hydroxylapatit, das mit Oxonium-Ionen zu löslichen Calcium- und Dihydrogenphosphat-Ionen reagiert:



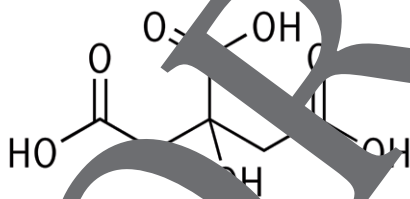
© colourbox

Orangensaft enthält Zitronensäure, eine wasserlösliche Carbonsäure mit einem Schmelzpunkt von 153 °C. Da das Säureanion der Zitronensäure als Citrat bezeichnet wird, wird Zitronensäure oft auch als  $\text{H}_3\text{Cit}$  abgekürzt.

Um herauszufinden, ob ein als „sanfter Saft“ beworbener Orangensaft tatsächlich weniger Zitronensäure enthält als ein herkömmlicher Orangensaft, wurden von beiden Säften jeweils 5 ml Probe genommen, mit Phenolphthalein als Indikator versetzt und gegen Natronlauge der Konzentration 0,1 mol/l bis zum Umschlagspunkt titriert. Dabei wurden bei der Probe des „sanften Saftes“ 6,0 ml Natronlauge und bei der Probe des herkömmlichen Saftes 12,2 ml Natronlauge verbraucht.

### Zusatzinformationen:

- Hydroxylapatit ist chemisch gesehen ein Salz, das aus Calcium-Ionen, Phosphat-Ionen und Hydroxid-Ionen besteht.
- Skelettformel der Zitronensäure ( $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$ ):



## Arbeitsaufträge

### Aufgabe 1

**Erläutern** Sie anhand der Säure-Base-Theorie nach Brønsted die Reaktion von Zitronensäure mit Wasser in drei Schritten in Fach- und Formelsprache und **kennzeichnen** Sie jeweils die korrespondierenden Säure-Base-Paare. **Erläutern** Sie mithilfe einer Skizze, warum Zitronensäure in Wasser löslich ist. Für die Betrachtung der Löslichkeit genügt es, wenn Sie eine der Carboxylgruppen des Zitronensäuremoleküls betrachten. (24 P)

### Aufgabe 2

**Zeichnen** Sie einen beschrifteten Versuchsaufbau zur Titration von Orangensaft und **stellen** Sie die Reaktionsgleichung der ablaufenden Reaktion **auf**. **Berechnen** Sie die Stoffmengenkonzentration der Zitronensäure in den untersuchten Orangensaftproben. **Berechnen** Sie die molare Masse von Zitronensäure und **geben** Sie den Zitronensäuregehalt der Proben in g/l an. (24 P)

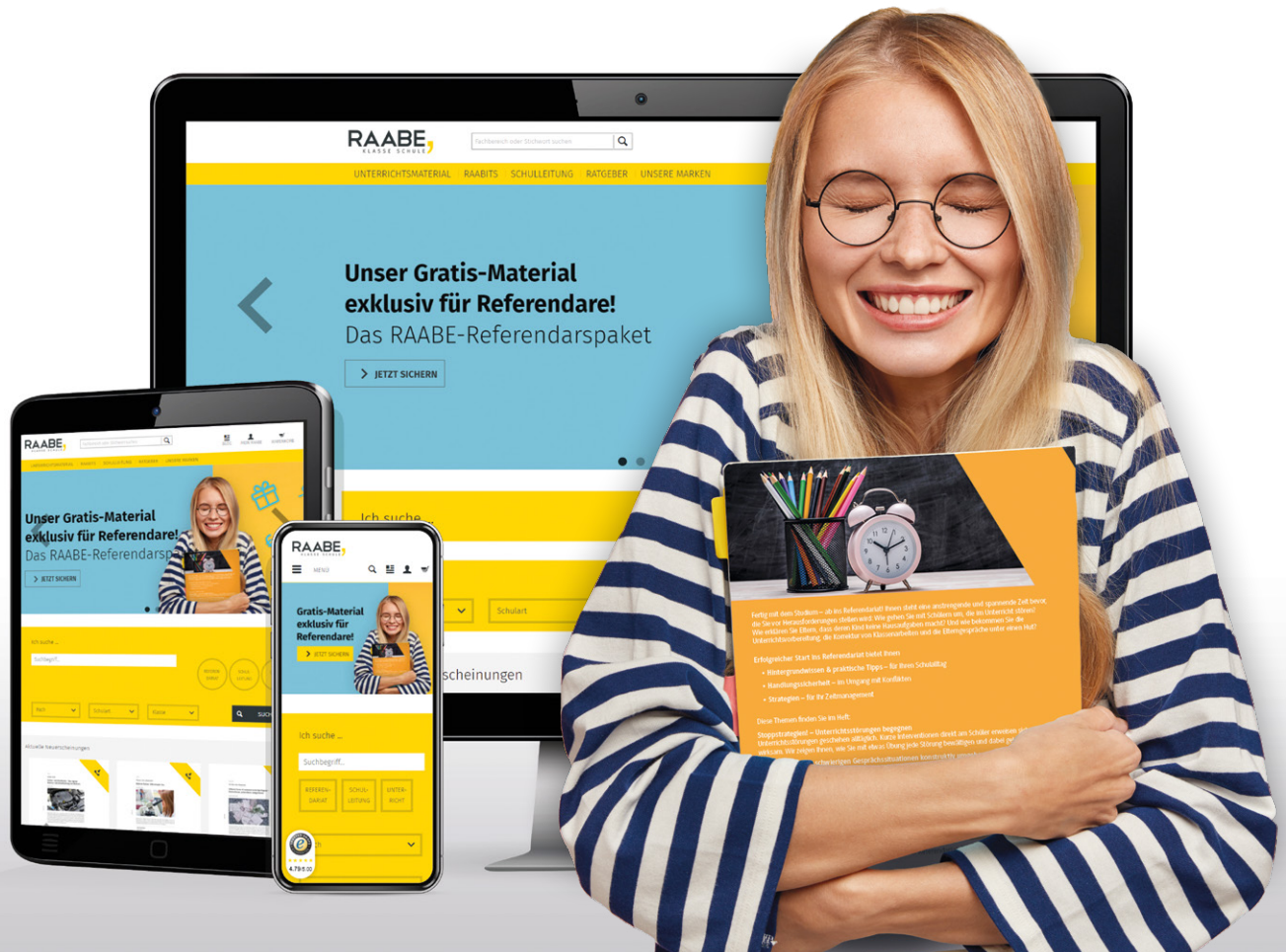
### Aufgabe 3

**Nennen** Sie eine bei der Auflösung von Hydroxylapatit ablaufende Säure-Base-Reaktion und **beurteilen** Sie, ob der sanfte Orangensaft weniger schädlich für die Zähne ist.<sup>1</sup> **Entwickeln** Sie begründete Empfehlungen für den „zahnfreundlichen“ Verzehr von Orangensaft. (12 P)

<sup>1</sup> Arbeiten Sie mit einer Zitronensäurekonzentration von 8,0 g/l für den „sanften“ und 8,2 g/l für den anderen Orangensaft, wenn Sie in Teilaufgabe 2 zu keinem Ergebnis gelangt sind. → Dies sind nicht die korrekten Lösungen zu den angegebenen Säften!

# Sie wollen mehr für Ihr Fach?

## Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



**Über 4.000 Unterrichtseinheiten**  
sofort zum Download verfügbar



**Sichere Zahlung** per Rechnung,  
PayPal & Kreditkarte



**Exklusive Vorteile für Abonnent\*innen**

- 20% Rabatt auf alle Materialien für Ihr bereits abonniertes Fach
- 10% Rabatt auf weitere Grundwerke



**Käuferschutz** mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:  
**www.raabe.de**