

Cola genauer betrachtet – Experimente rund um das Kultgetränk

Ein Beitrag von Sarah Höxter, Hamburg
Mit Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier, Barbing

Einst als Allheilmittel gegen gesundheitliche Beschwerden entwickelt, mauserte es sich bald zum beliebtesten Erfrischungsgetränk weltweit: Cola!

Begeben Sie sich mit Ihren Schülern auf eine experimentelle Reise rund um das Kultgetränk. Dabei entwickeln Ihre Schüler einen Versuch zum Zuckergehalt von Cola und Cola light, entfärben Cola mithilfe der Adsorption und nehmen in weiteren Versuchen die Inhaltsstoffe genauer unter die Lupe. Gleichzeitig werden wichtige Lerninhalte wie Trennverfahren, Redoxreaktionen und Titration wiederholt.



Foto: Thinkstock/Stockbyte

Cola – das beliebteste Erfrischungsgetränk weltweit

Mit einem Kartenlegenspiel!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 9/10

Dauer: 8 Stunden (Minimalplan: 2)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- führen das Trennverfahren der Adsorption durch.
- planen ein Experiment zur Beantwortung einer Ausgangsfrage.
- zeichnen eine Titrationskurve und werten diese aus.
- führen Experimente selbstständig durch und protokollieren ihre Vorgehensweise.

Versuche:

- Wir entfärben Cola (SV)
- Wir untersuchen Cola und Cola light (SV)
- Wir testen Cola als Rostumwandler (SV)
- Wir testen Cola als Silberreinigungsmittel (SV)
- Wir bestimmen die Konzentration der Phosphorsäure in Cola (LV)

Übungsmaterial:

- Teste dich selbst! – Was weißt du über Cola?



Was Sie zum Thema wissen müssen

Cola – die Geschichte des Kultgetränks

Am 8. Mai 1886 braute der amerikanische Pharmazeut **John Stith Pemberton** aus Wasser, Zucker, der Kola-Nuss, Koka-Strauchblättern und natürlichen Aromastoffen einen Sirup, den er mit Sodawasser vermischt und unter dem Namen **Coca-Cola** vertrieb. Damals wurde es als Medizin gegen Kopfschmerzen und Müdigkeit verkauft. Mit Sodawasser vermischt etablierte sich Coca-Cola aber schnell zum beliebten Erfrischungsgetränk, das weltweit reißenden Absatz fand. Seit 1929 ist Coca-Cola auch in Deutschland zu haben. Neben Coca-Cola entstanden auch zahlreiche weitere Marken wie Pepsi-Cola (USA), Afri-Cola (Deutschland) oder Chinotto (Italien).

Im Jahr 1888 verkaufte Pemberton für nur 2.300 Dollar alle Rechte für Coca-Cola an einen ehrgeizigen Unternehmer. Vier Jahre später entstand **The Coca-Cola Company** in Atlanta. Heute ist Coca-Cola eine der bekanntesten Marken der Welt.

Die Inhaltsstoffe von Cola

Ursprünglich enthielt Cola die koffeinhaltige **Kola-Nuss** und den Extrakt aus Blättern der *Erythroxylum coca*, einer kokainhaltigen **Coca-Strauchart**. Nachdem sich die suchterzeugende Wirkung von Kokain herumgesprochen hatte, ging Coca-Cola 1902 zu einer anderen Erythroxylum-Art über, die kein Kokain mehr, dafür aber besonders viel Koffein enthält.

Die heutige Cola erhält ihren Geschmack neben der Kola-Nuss v. a. durch die folgenden Aromastoffe: Vanille, Zimtöl, Nelkenöl und Zitrone. Auch die enthaltene **Phosphorsäure**, die gleichzeitig emulsionsstabilisierend wirkt, macht den typischen Colageschmack aus.

Die meisten Colasorten enthalten **Koffein** mit einem Gehalt von 10 mg/100 ml, was geringer ist als der Koffeinanteil in Kaffee oder schwarzem Tee. Afri-Cola oder Fritz-Kola haben sogar einen Koffeingehalt von 25 mg/100 ml.

Die typische dunkle Farbe von Cola stammt vom **Zusatzstoff E 150d (Zuckerkulör)**. Diese schwarze Lebensmittelfarbe wird durch Karamellisierung hergestellt.

Seit Mitte der 1980er Jahre bieten die meisten Cola-Hersteller auch **Light-Produkte** an, die anstelle von Zucker Zuckerersatzstoffe wie Aspartam enthalten.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung


Voraussetzungen der Lerngruppe


Die Unterrichtseinheit setzt voraus, dass die Themen **Titration** und **Redoxreaktionen** bereits behandelt worden sind. In diesem Zusammenhang sollte auch der **Vorgang des Rostens** schon Unterrichtsinhalt gewesen sein.

Aufgrund des recht hohen experimentellen Anteils dieser Einheit sollte die Klasse im **Experimentieren** geübt sein und Sicherheitsvorschriften einhalten können.



Aufbau der Unterrichtseinheit

Der Einstieg in die Unterrichtseinheit erfolgt mit **Farbfolie M 1**, die Bilder zur Geschichte und zu den Zutaten der ursprünglichen Cola zeigt. Im Unterrichtsgespräch erhalten Sie einen Überblick über das Vorwissen Ihrer Klasse und können einen kurzen Abriss über die Geschichte des Kultgetränks geben.

In den **ersten beiden Stunden** wird im **Schülerversuch M 2** mithilfe von Aktivkohle der Farbstoff Zuckerkulör aus der Limonade entfernt. Der Vorgang der Adsorption wird mithilfe des **Zahlenrätsels M 3** vertieft. Die farblose Cola kann später für die anspruchsvollere Variante von **Versuch M 4★★** () verwendet werden.

In **Stunde 3** planen die Lernenden einen Versuch, um Cola und Cola light auf ihren Zuckergehalt hin zu prüfen. Hierbei stehen zwei verschiedenen Niveaustufen zur Verfügung: Einfaches Eindampfen für den Anfangsunterricht (Schülerversuch M 3) oder der anspruchsvollere Nachweis mit Fehling-Reagenz (**Versuch M 4★★** ).

In den **Stunden 4 und 5** zeigen die **Schülerversuche M 6 und M 8** die reinigende Wirkung von Cola: In **M 6** wird Cola als Rostumwandler und in **M 8** als Silberreinigungsmittel eingesetzt. Beide Versuche visualisieren die zugrundeliegenden Redoxvorgänge. Die jeweiligen Versuche werden in den dazugehörigen **Arbeitsblättern M 5 bzw. M 7** weiter vertieft. Es bietet sich an, die beiden Versuche arbeitsteilig durchführen zu lassen.



Dass in Cola tatsächlich eine Säure enthalten ist, wie sie sich auch im Chemielabor findet, lässt sich durch die Titration der Phosphorsäure (**Lehrerversuch M 9**) verdeutlichen. Den Versuchsaufbau besprechen Sie anhand von **Material M 10**. Schwächeren Schülerinnen und Schülern*, die Unterstützung bei der Auswertung von Lehrerversuch M 9 benötigen, stehen **Tippkarten** () zur Verfügung. Auch kann für die grafische Auswertung der Titration die Vorlage für eine **Titrationsskurve** () zur Unterstützung schwächerer Schüler eingesetzt werden.

Üben

Die Erkenntnisse aus der Einheit können mithilfe des **Kartenlegspiels M 11** spielerisch wiederholt werden.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Angebote zur Differenzierung

Schülerversuch M 4 steht Ihnen auf zwei verschiedenen Niveaustufen zur Verfügung. Falls die Einheit zu „Rostvorgang“ bzw. „Silberreinigung“ noch nicht allzu lange zurückliegt, kann auf den Einsatz der Info-Texte M 5 und M 7 verzichtet werden. Schwächere Schüler, die bei der Auswertung von Lehrerversuch M 9 Hilfe benötigen, stehen **Tippkarten zur Titration** () zur Verfügung. Auch kann für die grafische Auswertung der Titration die Vorlage für eine **Titrationsskurve** () zur Unterstützung schwächerer Schüler eingesetzt werden.

Ideen für die weitere Arbeit

Die Unterrichtseinheit eignet sich zur Vertiefung der Themen **Säuren und Basen** und **Redoxreaktionen**. Einzelne Themenblöcke dieser Einheit lassen sich auch dann einsetzen, wenn die entsprechenden Themen gerade im laufenden Unterricht behandelt werden.

Darüber hinaus kann die Einheit auch im Rahmen eines Projekts eingesetzt und durch weitere Versuche (z. B. „Cola und Mentos als explosive Mischung“ oder „Wir stellen Cola selbst her“) ergänzt werden.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- führen das Trennverfahren der Adsorption durch.
- planen ein Experiment zur Beantwortung einer Ausgangsfrage.
- zeichnen eine Titrationsskurve und werten diese aus.
- führen Experimente selbstständig durch und protokollieren ihre Vorgehensweise.

Die Einheit im Überblick

⌚ V = Vorbereitung

FO = Folie

AB = Arbeitsblatt

⌚ D = Durchführung



SV = Schülerversuch




LEK = Lernerfolgskontrolle

LV = Lehrerversuch

TK = Tippkarte

📄 = Zusatzmaterial auf CD

Stunden 1–2: Wir entfärben Cola	
M 1 (FO)	Vom Allheilmittel zum Kultgetränk
M 2 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min Exemplar(e) pro Gruppe	Hab den Durchblick! – Wir entfärben Cola <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 50 ml Cola oder Cola light <input type="checkbox"/> Aktivkohle <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (100 ml) <input type="checkbox"/> 1 Erlenmeyerkolben (100 ml) <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührstäbchen <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührer <input type="checkbox"/> 1 Glastrichter <input type="checkbox"/> 1 Filterpapier <input type="checkbox"/> 1 Rolle pH-Papier <input type="checkbox"/> Stativmaterial <input type="checkbox"/> 1 Spatellöffel
M 3 (AB)	Die Adsorption als Trennverfahren – ein Zahlenrätsel
Stunde 3: Wir untersuchen den Zuckergehalt von Cola und Cola light	
M 4★ (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 20 min Exemplar(e) pro Gruppe	Völlig ohne Zucker? – Wir untersuchen Cola (light) <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Flasche Cola <input type="checkbox"/> 1 Flasche Cola light <input type="checkbox"/> 2 Teelichtbehälter <input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner <input type="checkbox"/> 1 Dreifuß mit Netz <input type="checkbox"/> 1 Tiegelzange <input type="checkbox"/> 1 Anzünder
M 4★★ (SV, 📄) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 15 min	Völlig ohne Zucker? – Wir untersuchen Cola (light) <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille pro Schüler <input type="checkbox"/> 1 Paar Schutzhandschuhe <input type="checkbox"/> Cola, entfärbt <input type="checkbox"/> Cola light, entfärbt <input type="checkbox"/> Fehling I  <input type="checkbox"/> Fehling II  <input type="checkbox"/> 2 Pipetten (2,5 ml) <input type="checkbox"/> 1 Peleusball/Pipettenheber <input type="checkbox"/> 3 Pasteurpipetten <input type="checkbox"/> 3 Reagenzgläser mit Stopfen <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer
Stunden 4–5: Wir testen Cola als Rostumwandler und Silberreinigungsmittel	
M 5 (AB)	Aus Alt macht Neu – Cola als Rostumwandler
M 6 (SV) ⌚ V: 5 min ⌚ D: 5 min (+ 60 min Wartezeit)	Wir testen Cola als Rostumwandler <input type="checkbox"/> Cola <input type="checkbox"/> 1 neuer Nagel <input type="checkbox"/> 1 rostiger Nagel <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer <input type="checkbox"/> 1 Trichter <input type="checkbox"/> 1 Pipette <input type="checkbox"/> 1 Pinzette
M 7 (AB)	In neuem Glanz – Cola als Silberreinigungsmittel
M 8 (SV) ⌚ V: 15 min ⌚ D: 5–10 min (+ 60 min Wartezeit)	Wir testen Cola als Silberreinigungsmittel <input type="checkbox"/> Cola <input type="checkbox"/> Ei, frisch, hart gekocht <input type="checkbox"/> 1 Stück Aluminiumfolie <input type="checkbox"/> 1 Becherglas (500 ml) <input type="checkbox"/> 1 Silberlöffel

Stunden 6–7: Wir bestimmen die Konzentration der Phosphorsäure in Cola	
M 9 (LV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 20 min	Wir bestimmen die Konzentration der Phosphorsäure in Cola <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille <input type="checkbox"/> 150 ml entfärbte Cola <input type="checkbox"/> 20 ml verdünnte Natronlauge. (c = 0,1 mol/l)  <input type="checkbox"/> 1 Erlenmeyerkolben (200 ml) <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührer <input type="checkbox"/> 1 Magnetrührstäbchen <input type="checkbox"/> 1 Erlenmeyerkolben (150 ml) <input type="checkbox"/> 1 Bürette (10 ml) <input type="checkbox"/> 1 Vollpipette (100 ml) <input type="checkbox"/> 1 Peleusball/Pipettenheber <input type="checkbox"/> Stativmaterial <input type="checkbox"/> 1 pH-Meter mit Elektrode
M 10 (Bild)	Wir bestimmen die Konzentration der Phosphorsäure in Cola – Versuchsaufbau
 (TK)	Wir bestimmen die Konzentration der Phosphorsäure in Cola – Tippkarten
 (AB)	Wir werten die Titration aus – Zeichnen einer Titrationskurve
Stunde 8: Wir testen unser Wissen zu Cola	
M 11 (LEK)	Teste dich selbst! – Was weißt du über Cola?

Die Gefährdungsbeurteilungen zu den Versuchen finden Sie auf CD 14 .

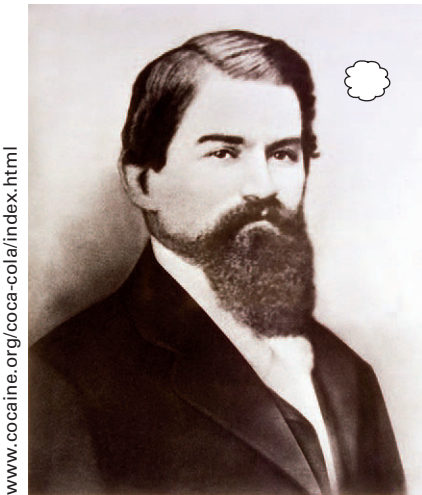
Minimalplan

Wenn die Zeit knapp ist oder Ihre Schüler bereits über Vorwissen zum Thema **Redoxreaktion** und **Titration** verfügen, können Sie die Einheit auf **sechs Stunden** verkürzen, indem Sie auf die **Info-Texte M 5 und M 7** verzichten und die **Schülerversuche M 6 und M 8** arbeitsteilig durchführen lassen. Die **Lernerfolgskontrolle M 11** wird während der Wartezeiten bei den Versuchen oder als Hausaufgabe eingesetzt.

Generell können einzelne Themenbereiche dieser Einheit auch weggelassen oder losgelöst voneinander im Unterricht an geeigneter Stelle eingesetzt werden, z. B. **M 2–M 4** beim Thema „Trennverfahren“, **M 5–M 8** beim Thema „Redoxreaktionen“ und **M 9/M 10** beim Thema „Titration“. Die **Lernerfolgskontrolle M 11** entfällt dann.

Vom Allheilmittel zum Kultgetränk

M 1



www.cocaine.org/coca-cola/index.html

Dr. John Stith Pemberton
1831–1888, USA

Ich suchte nach einem Mittel gegen Kopfschmerzen, Müdigkeit, Völlegefühl und Abgeschlagenheit. Also braute ich aus Wasser, Zucker, Kola-Nüssen, Koka-Strauchblättern und natürlichen Aromastoffen einen Sirup.



Wasser – die Basis der Limonade



Zucker – die Hauptzutut



Zitronen (geben Aroma)



Kola-Nüsse (koffeinhaltig)



Laubblätter und unreife Früchte des Kola-Baums

Zitronen: Colourbox; Laubblätter: wikimediacommons, Marco Schmidt, cc-by-sa-2.5; restliche Fotos: Thinkstock/iStock

Wir testen Cola als Rostumwandler

M 6

Es hält sich das Gerücht, dass Cola als Rostentferner eingesetzt werden kann. Stimmt das wirklich? In diesem Versuch stellt ihr das Kultgetränk auf die Probe.

Foto: Thinkstock/iStock



Schülerversuch in Vierergruppen

- 🕒 Vorbereitung: 5 min
- 🕒 Durchführung: 5 min (+ 60 min Wartezeit)

Aufgabe: Führt den folgenden Versuch durch.

So führt ihr den Versuch durch

1. Stellt die folgenden Materialien bereit.

- | | | |
|---|---|-------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Cola | <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglas | <input type="checkbox"/> 1 Pipette |
| <input type="checkbox"/> 1 neuer Nagel | <input type="checkbox"/> 1 Reagenzglasständer | <input type="checkbox"/> 1 Pinzette |
| <input type="checkbox"/> 1 rostiger Nagel | <input type="checkbox"/> 1 Trichter | |



2. Vergleicht den rostigen Nagel mit dem neuen Nagel.

3. Nehmt den rostigen Nagel und legt ihn in das Reagenzglas. Gebt anschließend so viel Cola hinzu, dass der Nagel zu 3/4 bedeckt ist. Notiert, was unmittelbar nach dem Einfüllen der Cola passiert.

4. Lasst das Reagenzglas eine Stunde stehen.

5. Entnehmt den Nagel nach einer Stunde und beschreibt sein Aussehen. Vergleicht ihn erneut mit dem neuen Eisennagel.



Beobachten und Auswerten

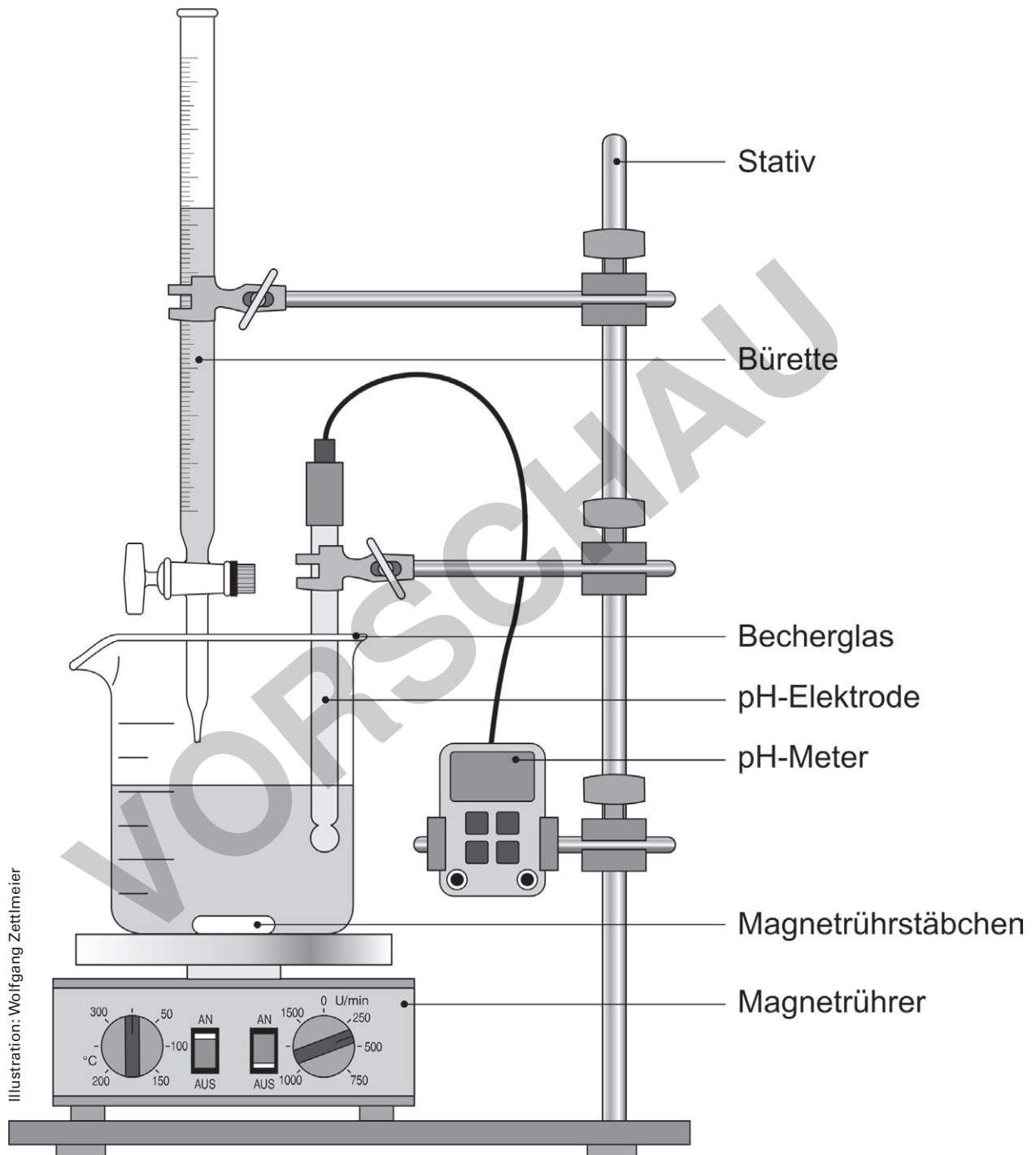
1. Tragt eure Beobachtungen in die folgende Tabelle ein.

	Aussehen	Geruch
Cola vor Nagelzugabe		
Cola kurz nach Nagelzugabe		
Cola nach Nagelentnahme		
Nagel neu		
Nagel rostig		
Nagel aus Cola		

2. Welche Schlüsse zieht ihr aus euren Beobachtungen? Notiert

Wir bestimmen die Konzentration der Phosphorsäure in Cola – Versuchsaufbau

M 10



Teste dich selbst! – Was weißt du über Cola?

M 11

Was hast du alles über das Kultgetränk Cola gelernt? Teste dein Wissen!

Aufgabe

Schneide die Wortkarten aus und finde zu den ersten Satzteilen (grau hinterlegt) die zugehörigen zweiten Satzteile. Kontrolliere, ob alles richtig geordnet ist. Klebe dann die Kartenpaare nebeneinander in das Heft.

a) ... 1 Stück Alufolie.	b) ... entstehen Silbersulfid und Wasser.	1) Cola wurde ursprünglich erfunden als Mittel gegen ...	
2) Farblose Cola erhält man durch ...	c) ... Titration.	3) Die Hauptbestandteile von Cola sind ...	4) Die braune Farbe erhält Cola durch ...
5) Erhitzt man Cola, ...	d) ... Natronlauge.	6) Erhitzt man Cola light, ...	e) ... weniger als 0,05 g Phosphorsäure.
7) Cola eignet sich als Rostumwandler, da ...	8) Die chemische Bezeichnung für Rost lautet ...	f) ... der Extraktion von Kola-Nüssen.	9) Die Entrostung durch Cola wird beschleunigt durch ...
g) ... Kopfschmerzen, Müdigkeit, Völlegefühl und Abgeschlagenheit.	h) ... Wasser und Zucker.	i) ... Eisenoxidhydroxid.	j) ... den Vorgang der Adsorption.
k) ... verdampft sie vollständig.	10) Möchte man einen Silberlöffel mit Cola reinigen, benötigt man zusätzlich ...	l) ... Cola Phosphorsäure enthält, die mit dem Rost zu Eisenphosphat reagiert.	
11) Kommt ein Silberlöffel in Kontakt mit Schwefelwasserstoff, ...	m) ... sie nur recht wenig Säure enthält.	12) 100 ml Cola enthalten ...	n) ... Zuckeraustauschstoffe.
13) Die Konzentration von Phosphorsäure in Cola bestimmt man durch ...	o) ... Zitronen- und Kohlenensäure.	14) Cola light enthält ...	p) ... den Farbstoff Zuckerkulör.
15) Ursprünglich stammte das Koffein in Cola aus ...	q) ... bleibt eine schwarze Masse aus verkohltem Zucker zurück.	16) Cola eignet sich nur bedingt zum Entrosten, da ...	17) Zur Titration von Cola eignet sich als Maßlösung ...