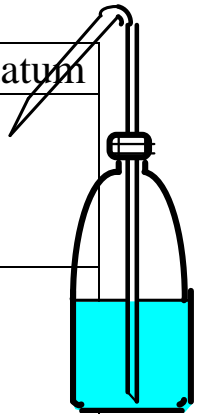


Trennverfahren

<i>Pflichtstationen</i>	Bearbeitungsdatum
Station 1 Untersuchung eines Suppenwürfels	
Station 2 Destillation von Traubensaft	
Station 3 Untersuchung von Filzstiften	
Station 4 Untersuchung eines unbekannten Stoffes	



<i>Wahlstationen</i>	
Station 5 Die Tinte der Römer	
Station 6 Spiele, Rätsel, Aufgaben	

Voraussetzungen

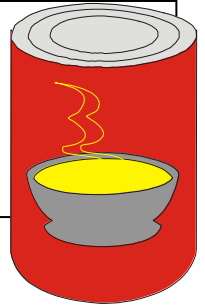
Umgang mit dem Bunsenbrenner
und unterschiedlichen Labor-
geräten
Gemischtypen
Element, Verbindung,
Erkennen von Substanzen an den
Stoffeigenschaften

Ziel

Unterschiedliche Trennverfahren nach
Anleitung sorgfältig durchführen und
lernen;
Versuche zur Trennung eines
Gemisches selber planen,
Beobachten und dokumentieren

STATION: 1

TRENNVERFAHREN Lösung



UNTERSUCHUNG EINES SUPPENWÜRFELS

Betrachte sehr genau den Suppenwürfel. Nimm eine Lupe zu Hilfe. Beschreibe das Aussehen. Welcher Gemischtyp liegt vor?

Was enthält ein Suppenwürfel?

Zerlegt den Suppenwürfel soweit wie möglich in seine Bestandteile.

Benutzt das vorliegende Chemiebuch.

Führt ein genaues Protokoll über die durchgeführten Versuche und deren Ergebnisse.

Mit der Lupe kann man erkennen, dass der Suppenwürfel ein heterogenes Feststoffgemisch ist. Man erkennt unterschiedlich gefärbte Pünktchen.

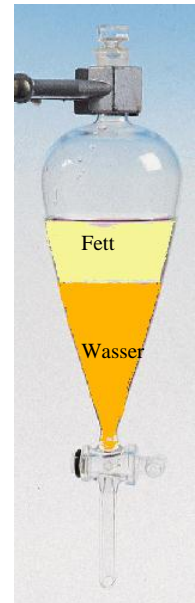
Löst man den Suppenwürfel in heißem Wasser erkennt man, dass oben auf dem Wasser Fett schwimmt.

Mit Hilfe eines Scheidetrichters lassen sich Fett und Wasser voneinander trennen. Das Fett wird nach dem Abkühlen fest.

Hat man den Suppenwürfel gewogen, kann der Fettgehalt bestimmt werden.

Lässt man das vorher zugegebene Wasser verdunsten, bleiben würfelförmige Kristalle und ein gelbes Pulver zurück.

Bei den Kristallen handelt es sich um Kochsalz, der Rest sind Gewürze.



Aus der Geschichte

Auf manchen Dosen oder Plakaten, die man z.B. auf Flohmärkten finden kann, fällt einem die Aufschrift „Liebig's Fleischextrakt“ auf. Der Chemiker Justus von Liebig ist der Erfinder des Suppenwürfels.

Er wurde 1803 in Darmstadt als zweiter Sohn eines Kaufmanns geboren.

Der Vater stellte in einem eigen Laboratorium Firnisse, Farben und Lacke her. Dazu besorgte er Literatur.

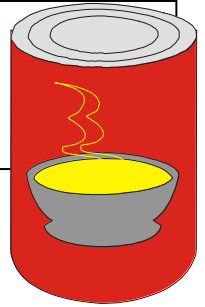
Der junge Justus las voller Begeisterung die zahlreichen Schriften. Dazu experimentierte er mit großer Begeisterung mit den Drogen und Chemikalien seines Vaters.

Er studierte Chemie und machte später unzählige Entdeckungen. Er starb 1873 in München.



STATION: 1

TRENNVERFAHREN



UNTERSUCHUNG EINES SUPPENWÜRFELS

Betrachte sehr genau den Suppenwürfel. Nimm eine Lupe zu Hilfe. Beschreibe das Aussehen. Welcher Gemischttyp liegt vor?

Was enthält ein Suppenwürfel?

Zerlegt den Suppenwürfel soweit wie möglich in seine Bestandteile.

Benutzt das vorliegende Chemiebuch.

Führt ein genaues Protokoll über die durchgeführten Versuche und deren Ergebnisse.

Sollte das gegebene Labormaterial nicht ausreichen müsst Ihr mit Eurer Lehrkraft sprechen.



Aus der Geschichte

Auf manchen Dosen oder Plakaten, die man z.B. auf Flohmärkten finden kann, fällt einem die Aufschrift „Liebig's Fleischextrakt“ auf. Der Chemiker Justus von Liebig ist der Erfinder des Suppenwürfels.

Er wurde 1803 in Darmstadt als zweiter Sohn eines Kaufmanns geboren.

Der Vater stellte in einem eigen Laboratorium Firnisse, Farben und Lacke her. Dazu besorgte er Literatur.

Der junge Justus las voller Begeisterung die zahlreichen Schriften. Dazu experimentierte er mit großer Begeisterung mit den Drogen und Chemikalien seines Vaters.

Er studierte Chemie und machte später unzählige Entdeckungen. Er starb 1873 in München.

LIEBIG COMPANY'S FLEISCH-EXTRACT
aus FRAY-BENTOS.

HÖCHSTE AUSZEICHNUNGEN AUF ERSTEN WELTAUSSTELLUNGEN SEIT 1867.
Ausser Preisbewerb seit 1885.

Nur echt wenn jeder Topf den Namenszug „J. v. LIEBIG“ in blauer Schrift quer durch die Etiquette trägt.

Scorzoneren oder Schwarzwurzeln. Die schneeweissen, aber mit einer schwarzen Schale umgebenen markigen Wurzeln werden rein gewaschen, mit einem scharfen Messer rein geschabt und sofort mit Milch oder Mehl vermisches Wasser geworfen, damit sie nicht roth werden. Sind alle Wurzeln gereinigt, so wäscht man sie wiederholt in frischem Wasser, schneidet sie in kurze Stücke und lässt sie in kochender Bouillon von Liebig's Fleisch-Extract mit Butter weich werden. Ehe sie völlig gar sind, macht man die Bouillon durch etwas Semmelkrumen seimig und köcht sie kurz ein. Die Schwarzwurzeln isst man zu gekochtem Fleisch oder übriggebliebenem Braten und servirt sie auch als selbstständige Speise, indem man sie vor dem Anrichten, wie den Kohlrabi, mit Fleischklößen vermischt.

Liebig Company's Fleisch-Extract ist überall erhältlich ausser in den bekannten Töpfen auch in Blechdosen à 2 und 5 Pfd. englisch.

Publishers: Liebig's Company, Antwerp.

Rückseite einer Liebig-Sammelkarte, Anfang letzten Jahrhunderts

STATION: 2

TRENNVERFAHREN

Destillation



Baut eine Apparatur entsprechend der folgenden Abbildung zusammen.

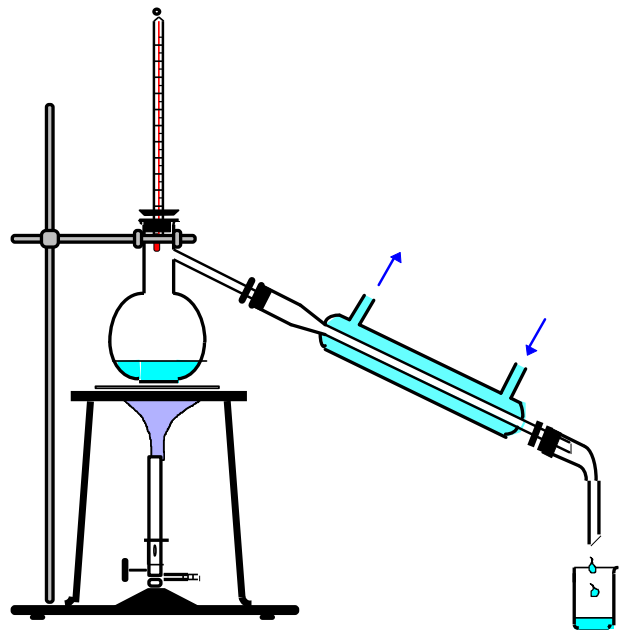
An den Kühler müssen Schläuche angeschlossen werden, durch die wie es die Pfeilrichtung zeigt Wasser geleitet werden muss.

Füllt den Rundkolben maximal zur Hälfte mit Wein und gib drei Siedesteinchen hinzu. Wenn Ihr so weit seid, lasst die Apparatur von der Lehrkraft abnehmen.

Erhitzt nach dem Zusammenbau den Wein.

Verfolgt die Siedetemperatur am Thermometer. Beim Erhitzen muss eine **Schutzbrille** getragen werden.

Beobachtung:



Erklärung wie das angewandte Trennverfahren funktioniert.

Bei welchen Gemischen ist die Destillation ein geeignetes Trennverfahren?



Aus der Geschichte

Maria die Jüdin (1. Jahrhundert nach Christus) war die bedeutendste Alchemistin der Antike. Sie lebte in Alexandria, einer ägyptischen Stadt, die damals zu römischen Reich gehörte. Durch ihre praktischen und theoretischen Arbeiten legte sie einen Grundstein für die moderne Chemie.

Ziel der Alchemistinnen war vor allem, durch Stoffumwandlung Gold und Silber aus unedlen Metallen herzustellen. Alchemie wurde als Geheimwissenschaft betrieben.

Um die Ergebnisse vor anderen zu verbergen und ihr Ansehen zu steigern, schrieben sie ihre Texte sehr phantasie- und geheimnisvoll und verwendeten viel Symbole aus Magie, Astrologie, Philosophie und verschiedenen Religionen.

Maria erfand die erste Destillationsapparatur, den „tribikos“, der aus Tongefäßen und Kupferröhren bestand. Das Tongefäß enthielt die zu destillierende Flüssigkeit. Darüber befand sich ein zweites mit drei Kupferausgängen, durch die das Kondensat entweichen und dann in Glasflaschen aufgefangen werden konnte. Zum Verbinden und Abdichten der Apparatur empfahl sie eine spezielle Teigmasse und zum Kühlen des oberen Teils kalte Schwämme.

Hausaufgabe:

Wie kann aus Meerwasser Trinkwasser gewonnen werden. Informiere Dich in Deinem Chemiebuch. Fasse die verschiedenen Trennverfahren kurz zusammen.

STATION: 2

TRENNVERFAHREN

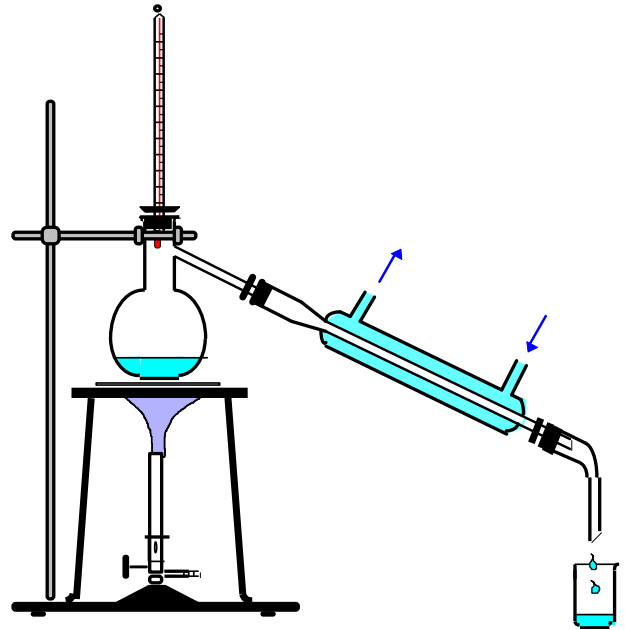
Destillation



Baue eine Apparatur entsprechend der folgenden Abbildung zusammen.

An den Kühler müssen Schläuche angeschlossen werden, durch die wie es die Pfeilrichtung zeigt Wasser geleitet werden muss.

Fülle den Rundkolben zur Hälfte mit Traubensaft und gib drei Siedesteinchen hinzu. Wenn Ihr so weit seid, bekommt Ihr das Thermometer von Eurer Chemielehrerin. Ihr müsst damit sehr sorgfältig umgehen, weil es Quecksilber enthält. Erhitze nach dem Zusammenbau den Traubensaft. Verfolge die Siedetemperatur am Thermometer. Beim Erhitzen muss eine **Schutzbrille** getragen werden.



Beobachtung:

Im Becherglas fängt man eine farblose Flüssigkeit auf.

Erkläre die Funktionsweise des angewandten Trennverfahrens.

Mit steigender Temperatur verlassen Teilchen das Gemisch und treten in die Gasphase über. Die Substanzen mit der niedrigsten Siedetemperatur verdampfen als erste. In unserem Fall verdampft das Wasser, es bleiben der Farbstoff des Saftes und der Zucker zurück.

Die Ursache liegt in der unterschiedlichen Anziehungskraft der Teilchen untereinander diese sind für Zucker und Farbstoff höher als zwischen den Teilchen des Wassers.

Im Kühler bei der dort herrschenden niedrigeren Temperatur wird das Wasser dann wieder flüssig und kann aufgefangen werden.

Nenne Gemische für die die Destillation ein geeignetes Trennverfahren ist.

Es ist für Stoffgemische gut geeignet, deren Bestandteile sich in ihren Siedepunkten deutlich voneinander unterscheiden.

Hausaufgabe:

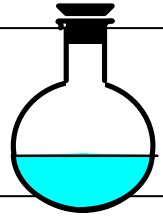
Wie kann aus Meerwasser Trinkwasser gewonnen werden. Informiere Dich in Deinem Chemiebuch. Fasse die verschiedenen Trennverfahren kurz zusammen.

Trinkwasser kann aus Meerwasser durch Destillation gewonnen werden. Möglich ist das z.B. wenn man die Sonnenenergie nutzt, um das Wasser zu verdampfen.

Ein sehr modernes Verfahren arbeitet mit der Membranfiltration. Dabei wird Meerwasser unter hohem Druck durch Kunststofffolien gepresst. Poren in diesen Folien sind so bemessen, dass sie nur für Wasser Teilchen durchlässig sind, nicht aber für Salzteilchen.

STATION: 3

TRENNVERFAHREN

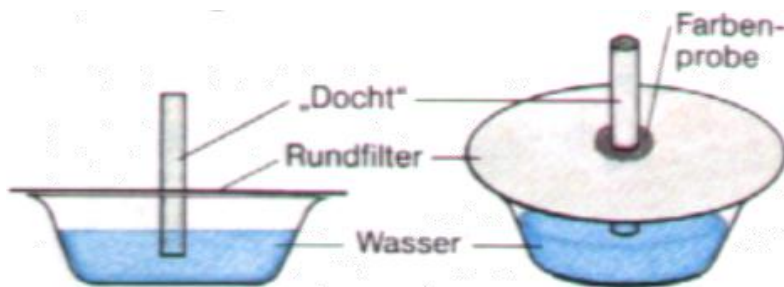


UNTERSUCHUNG VON FILZSTIFTEN

Nimm zwei schwarze Filzstifte von verschiedenen Firmen.

Male auf zwei verschiedene Rundfilter mit diesen Stiften einen dicken schwarzen Punkt in die Mitte. Scheide dann einen dritten Rundfilter in der Mitte durch und rolle jede Hälfte zu einem „Docht“ zusammen. Stecke die „Dochte“ mitten durch die schwarzen Punkte.

Lege nun die Rundfilter auf zwei flache Gefäße (Petrischalen) mit Wasser. Dabei sollen die „Dochte“ in das Wasser eintauchen (siehe Abbildung).



Untersuche auf die gleiche Weise andere Filzstiftfarben, außerdem Tinte und Kugelschreiber.

Überprüfe, ob die Untersuchungsergebnisse sich ändern, wenn Du an Stelle von Wasser ein Gemisch aus Brennspritus und Wasser im Verhältnis 1:1 in die Schale kippst.

Fertige ein Protokoll der Ergebnisse an.

Hausaufgabe



Manfred Müller
Obere Steige 105
Stuttgart

Stuttgart, den 27.4.

Anzeige

Hiermit erstatte ich Anzeige wegen Fälschung eines Schecks gegen Herrn Wolfgang Schmidt aus Heilbronn, Hauptstraße 6.

Das gebrauchte Auto, das ich von Herrn Schmidt gekauft habe, wurde von mir mit einem Scheck über

800,- DM

bezahlt. Bei meiner Bank ging jedoch ein Scheck über

2800,- DM

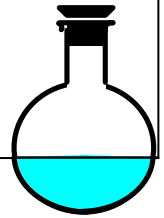
ein. Ich kann mir das nur so erklären, daß Herr Schmidt meinen Scheck durch Hinzufügen einer "2" gefälscht hat!

Manfred Müller

Kommissar Schröder geht mit dem angeblich gefälschten Scheck in das Labor. Er ist sich sicher, dass die Spezialisten dort die Behauptung von Herrn Müller überprüfen können.

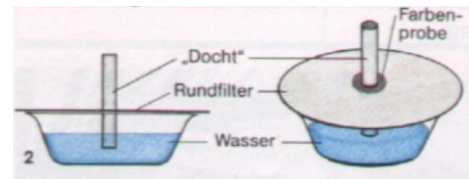
Wie werden die Spezialisten vorgehen?

STATION: 3 TRENNVERFAHREN LÖSUNG



UNTERSUCHUNG VON FILZSTIFTEN

Nimm zwei schwarze Filzstifte von verschiedenen Firmen. Male auf zwei verschiedene Rundfilter mit diesen Stiften einen dicken schwarzen Punkt in die Mitte. Scheide dann einen dritten Rundfilter in der Mitte durch und rolle jede Hälfte zu einem „Docht“ zusammen. Stecke die „Dochte“ mitten durch die schwarzen Punkte. Lege nun die Rundfilter auf zwei flache Gefäße (Petrischalen) mit Wasser. Dabei sollen die „Dochte“ in das Wasser eintauchen (siehe Abbildung).



Untersuche auf die gleiche Weise andere Filzstiftfarben, außerdem Tinte und Kugelschreiber.

Überprüfe, ob die Untersuchungsergebnisse sich ändern, wenn Du an Stelle von Wasser ein Gemisch aus Brennspritus und Wasser im Verhältnis 1:1 in die Schale kippst.

Fertige ein Protokoll der Ergebnisse an.

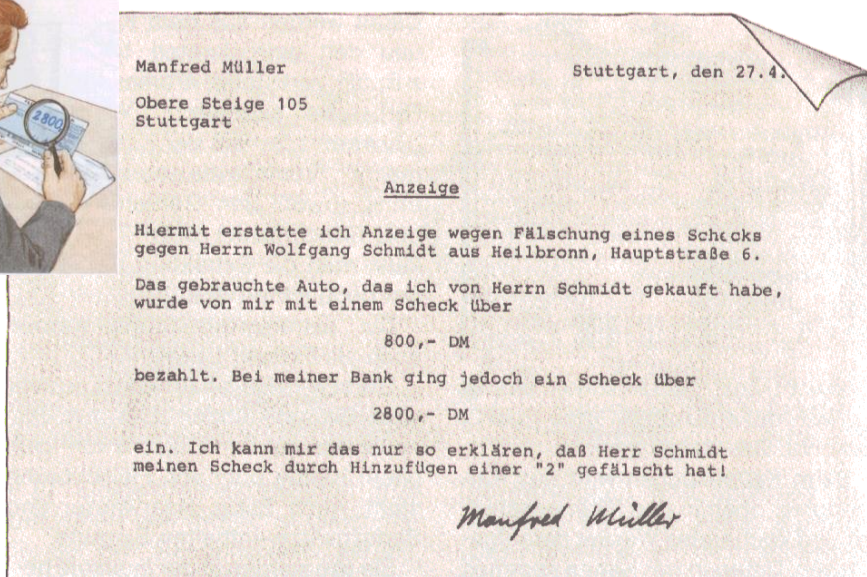
Beobachtung: Wasser bzw. Brennspritus wandern durch das Papier, die Farbe zerläuft darin und es bilden sich verschiedene Farbzonen

Erklärung: Die Farbe der Stifte ist ein Farbgemisch. Die Auftrennung kommt dadurch zustande, dass die verschiedenen Farbstoffe unterschiedlich gut in Wasser bzw. Brennspritus lösbar sind und unterschiedlich gut an den Papierfasern haften. Dieses Trennverfahren nennt man **Chromatographie** (aus dem griechischen: *chromos* = Farbe, *graphein* = schreiben)



Hausaufgabe

Kommissar Schröder geht mit dem angeblich gefälschten Scheck in das Labor. Er ist sich sicher, dass die Spezialisten dort die Behauptung von Herrn Müller überprüfen können.



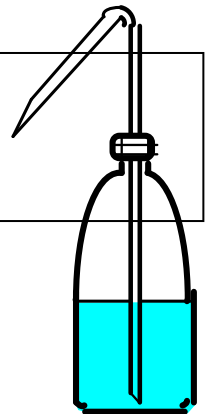
Beschreibe die Vorgehensweise der Spezialisten.

Die Zahlen 2 und 8 müssen herausgeschnitten werden. Die Tintenfarbe muss in einem geeigneten Lösungsmittel gelöst werden. Dann gibt man kleine Punkte der Farblösungen auf Papier und lässt durch dieses Papier z.B. ein Alkoholwassergemisch wandern. Trennt sich die

Tintenfarbe in unterschiedliche Farbstoffe auf, ist das der Beweis dafür, dass die Zahlen auf dem Scheck mit unterschiedlichen Stiften geschrieben wurden.

STATION: 4

TRENNVERFAHREN



untersuchung eines unbekannten stoffes.

Materialien:

Untersuchungsgemisch, dest. Wasser, Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Reagenzglashalter, Reagenzglasstopfen, Magnet, Erlenmeyerkolben, Trichter Filterpapier, Dreifuß mit Drahtnetz, Brenner und Abdampfschale

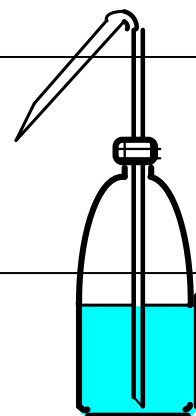
Durchführung:

- ☛ Betrachte das vorliegende Gemisch und beschreibe sein Aussehen.
- ☛ Gib jetzt das Gemisch in ein Reagenzglas, es soll etwa zu einem viertel gefüllt sein. Fülle das Reagenzglas bis zur Hälfte mit Wasser auf, verschließe es mit dem Stopfen und schüttele gut durch. Stelle es in das Reagenzglasgestell und warte einige Minuten.
- ☛ Betrachte das Reagenzglas. Beschreibe die Wirkung des Wassers auf das Gemisch.
- ☛ Lege das Filterpapier in den Trichter und gieße vorsichtig den oberen Teil der Lösung ab.
- ☛ Halte dabei den Bodensatz mit dem Magneten fest
- ☛ Gib das Filtrat in die Abdampfschale, und erhitze die Flüssigkeit, bis das gesamte Wasser verdampft ist.

- a) Notiere Deine Beobachtungen.
- b) Welche Eigenschaften der Stoffe wurden zur Trennung des Gemisches genutzt?
- c) Ist die Reihenfolge der Trennungsschritte beliebig vertauschbar? (Begründung)
- d) Nenne Stoffeigenschaften, mit denen sich die isolierten Bestandteile eindeutig identifizieren lassen.
- e) Welche Stoffe enthielt das Gemisch?

STATION: 4

TRENNVERFAHREN LÖSUNG



Untersuchung eines unbekannten Stoffes.

Materialien:

Untersuchungsgemisch, dest. Wasser, Reagenzglas, Reagenzglasgestell, Reagenzglashalter, Reagenzglasstopfen, Magnet, Erlenmeyerkolben, Trichter Filterpapier, Dreifuß mit Drahtnetz, Brenner und Abdampfschale

Durchführung:

- ☛ Betrachte das vorliegende Gemisch und beschreibe sein Aussehen.
- ☛ Gib jetzt das Gemisch in ein Reagenzglas, es soll etwa zu einem viertel gefüllt sein. Fülle das Reagenzglas bis zur Hälfte mit Wasser auf, verschließe es mit dem Stopfen und schüttle gut durch. Stelle es in das Reagenzglasgestell und warte einige Minuten.
- ☛ Betrachte das Reagenzglas. Beschreibe die Wirkung des Wassers auf das Gemisch.
- ☛ Lege das Filterpapier in den Trichter und gieße vorsichtig den oberen Teil der Lösung ab.
- ☛ Halte dabei den Bodensatz mit dem Magneten fest
- ☛ Gib das Filtrat in die Abdampfschale, und erhitze die Flüssigkeit, bis das gesamte Wasser verdampft ist.

a) Notiere Deine Beobachtungen.

Das Gemisch besteht aus weißen, grauen und gelben Anteilen.

Die grauen Teilchen sind magnetisch. Sie sinken im Wasser nach unten. Der gelbe Stoff schwimmt oben.

Im Filter bleibt ein gelber Rückstand. Man erhält ein farbloses Filtrat.

Nach dem Abdampfen des Wassers, bleibt ein weißer Stoff zurück. Er spritzt leicht aus der Abdampfschale.

b) Nenne die Eigenschaften der Stoffe, die zur Trennung des Gemisches genutzt

Ein Stoff ist magnetisch, ein Stoff ist wasserlöslich und ein Stoff ist nicht wasserlöslich, hat aber eine geringere Dichte als Wasser.

c) Ist die Reihenfolge der Trennungsschritte beliebig vertauschbar? (Begründung)

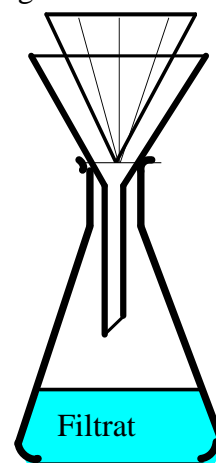
Die Trennung kann nur über die Behandlung mit Wasser erfolgen, ein Stoff ist löslich, die beiden anderen unterscheiden sich in der Dichte. Das Filtrieren muss vor dem Erhitzen des Wassers in einer Abdampfschale erfolgen, sonst macht es keinen Sinn. Die Reihenfolge der Trennungsschritte ist nicht austauschbar.

d) Nenne Stoffeigenschaften, mit denen sich die isolierten Bestandteile eindeutig identifizieren lassen.

Eindeutig identifiziert ist der magnetische Stoff, zur Eindeutigen Identifizierung der beiden anderen müssten Daten wie Schmelz-, Siedepunkt oder die Dichte herangezogen werden.

e) Welche Stoffe enthielt das Gemisch?

Eisen, Kochsalz, Schwefel



DIE TINTE DER RÖMER



Im 35. Buch, Kap. XXV seiner Naturkunde gibt *Plinius der Ältere*, der beim Ausbruch des Vesuves 79 n. Chr. umkam, eine Anweisung zur Herstellung von Tinte.

Atramentum quoque inter factitios erit... Fit enim e fuligine pluribus modis, resina vel Pice exustis, propter quod etiam officinas aedificavere fumum eum emittentes.

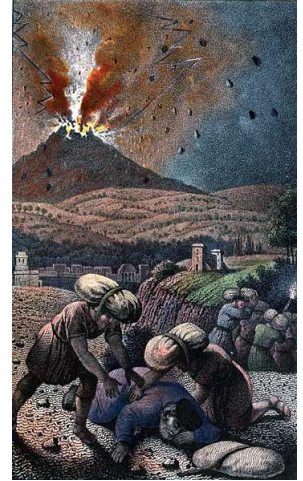
Laudatissimum eodem modo fit

e taedis. Adulteratur fornacium balinearumque fuligine, quo ad volumina sribenda utuntur.

Sunt, qui et vini faecem siccata exoquant adfirmentque, si es bono vino facta fuerit, Indici speciem id atramentum praebere...

Fit et ligno e taedis combusto tritisque in mortario carbonibus...

Omne autem atramentum Sole perficitur, librarium cumme, tectorium glutino admixto. Quod aceto liquefactum est, aegre eluitur.



ANLEITUNG ZUR HERSTELLUNG VON ATRAMENTUM

Geräte und Chemikalien: Holzkohlepulver, Gummi arabicum, Mörser, Pistill, Wasser, Essig

Durchführung: Das gummi arabicum wird unter ständigem Rühren mit dem Pistill im Verhältnis 1:2 mit Wasser versetzt, bis eine dickflüssige Lösung entsteht

Dazu werden unter ständigem Rühren 2-3 Spatelspitzen Holzkohlepulver gegeben, bis ein schwarzes tuscheartiges Gemenge entsteht. Zum Schluss werden unter Rühren wenige Tropfen Essig darunter gemischt.

Erstellt ein Expertise über die Qualität Eurer Tinte.

Welche Aufgabe haben die einzelnen Zugaben? Überprüft Eure Vermutungen experimentell.



Gummi arabicum



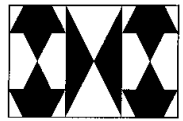
Gummi arabicum ist eine an der Luft gehärtete gummiartige Ausscheidung von vor allem im Sudan und im Einzugsgebiet des oberen Nil wachsenden Akazienarten.

Man gewinnt es durch Einschneiden der Stämme und Äste.

Zwei gut miteinander mischbare Flüssigkeiten können meist mit Hilfe der (Feld 04) von einander getrennt werden.



Die drei Aggregatzustände sind (Feld 08), (Feld 12) und (Feld 21).



Den Übergang von „fest“ zu „flüssig“ nennt man (Feld 23), den Übergang von „flüssig“ zu „gasförmig“ nennt man (Feld 15). Die umgekehrten Übergänge nennt man (Feld 22) und (Feld 11).



Um zwei Feststoffe zu trennen, die unterschiedliche Korngrößen besitzen, kann man sie (Feld 19).

Die „Zustandsform“ eines Stoffes wird mit dem Fachbegriff (Feld 07) umschrieben.

Bei den auf diesem Arbeitsblatt dargestellten Laborgeräten handelt es sich um (Feld 01), (Feld 05) und (Feld 10).

Ist es gelungen, ein Gemisch in seine Bestandteile zu zerlegen, so liegen alle Bestandteile als (Feld 17) vor.



Wird ein Feststoff in einer Flüssigkeit aufgeschlämmt, so kann man ihn entweder durch (Feld 02) oder durch (Feld 06) von der Flüssigkeit trennen.



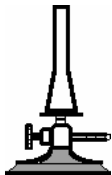
Der Vorgang des „warm machen“ wird durch den Fachbegriff (Feld 20) beschrieben.

Geht ein Stoff vom Zustand „fest“ direkt in den Zustand „gasförmig“ über, so nennt man diesen Übergang (Feld 13). Den umgekehrten Übergang nennt man (Feld 09).

Bei den auf diesem Arbeitsblatt dargestellten Gefahrensymbolen handelt es sich um (Feld 03), (Feld 14) und (Feld 18).

Ein Gemisch aus zwei Flüssigkeiten nennt man (Feld 16), ein Gemisch aus Feststoff und Gas wird als (Feld 24) bezeichnet.

- | | |
|-----------------|------------------------|
| 20) sieben | 23) destillieren |
| 09) Filtration | 17) Reagenzglas |
| 01) Feststoff | 05) Flüssigkeit |
| 22) flüssig | 16) gasförmig |
| 01) zerfließen | 15) zerstäuben |
| 19) verdampfen | 15) kondensieren |
| 24) erhitzen | 14) backen |
| 14) Doppelmuffe | 06) Erlenmeyerkolben |
| 03) Gemenge | 07) Reinstoff |
| 01) Sublimation | 09) Emulsion |
| 11) Entzündlich | 24) Oxidationsfördernd |



- | |
|--------------------------|
| 04) dekantieren |
| 02) Becherglas |
| 21) Gas |
| 05) gefrieren |
| 13) verflüssigen |
| 02) abdampfen |
| 17) vermischen |
| 15) Abdampfschale |
| 22) Lösung |
| 23) Gesundheitsschädlich |
| 08) Explosiv |



- | | |
|--------------------------|----------------------|
| 06) filtrieren | 08) Destillation |
| 22) Reagenzglasklammer | 09) Gasbrenner |
| 14) Aggregatzustand | 18) fest |
| 21) schmelzen | 13) erstarren |
| 05) sublimieren | 03) resublimieren |
| 19) verkochen | 20) kochen |
| 07) Dreifuß | 01) Tiegelzange |
| 18) Gemisch | 23) Rauch |
| 12) Mischung | 21) Nebel |
| 12) Giftig | 10) Ätzend |
| 03) Reizend/Mindergiftig | 22) Umweltgefährdend |