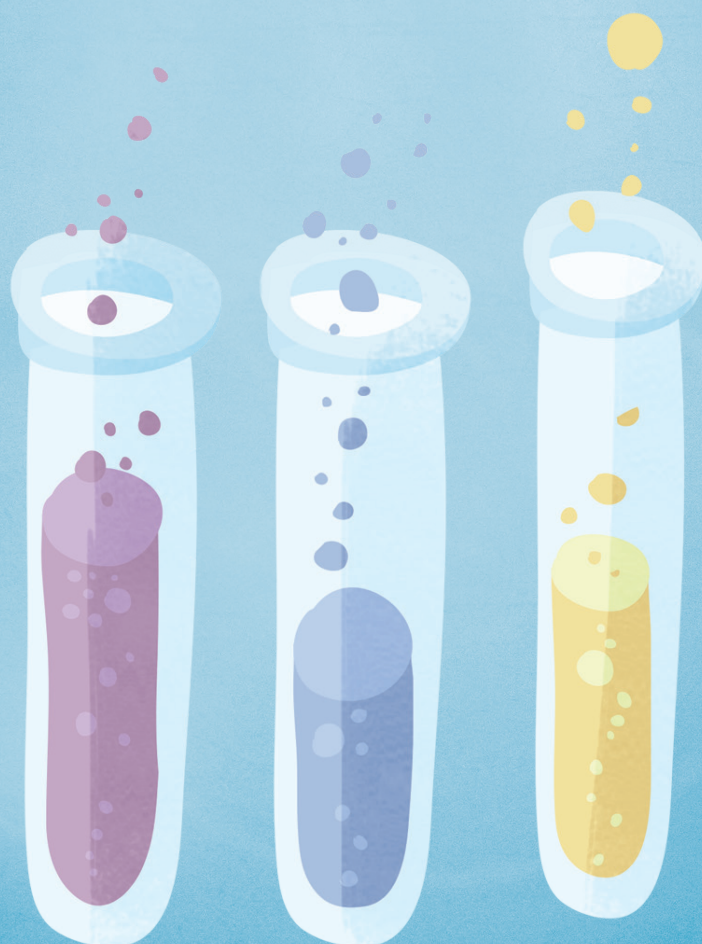


CHEMIE

SEPARAČNÍ METODY V CHEMII (FILTRACE, DESTILACE, EXTRAKCE, CHROMATOGRRAFIE, SUBLIMACE)



Akademie věd ČR hledá mladé vědce

OTEVŘENÁ VĚDA

AKADEMIE VĚD ČR



Úvodní list

Předmět:	Chemie
Cílová skupina:	1. ročník SŠ/G
Délka trvání:	90 min.
Název hodiny:	Separační metody v chemii (filtrace, destilace, extrakce, chromatografie, sublimace).
Výukový celek:	Směsi
Vzdělávací oblast v RVP:	Člověk a příroda
Průřezová témata:	<p><u>Multikulturní výchova</u> – Práce ve dvojicích i ve skupinách pomáhá při začleňování žáků minoritních skupin do majoritní společnosti, rozvoj empatie a tolerance k jiným etnikům.</p> <p><u>Výchova demokratického občana</u> – Rozvoj dovednosti formulovat vlastní myšlenky, výsledky pozorování, schopnost argumentace a obhajoba vlastního názoru.</p> <p><u>Osobnostní a sociální výchova</u> – Rozvoj kognitivních schopností, kooperace, práce ve dvojicích, práce ve skupinách.</p> <p><u>Environmentální výchova</u> – Rozvoj ekologického myšlení – žák si uvědomuje dopad lidské činnosti na životní prostředí.</p>
Mezipředmětové vztahy:	Fyzika – změny skupenství látek.
Výukové metody:	Vysvětlování, heuristický rozhovor, práce s textem, práce s obrazem, praktické experimentování, samostatná práce, diskuze.
Organizační formy výuky:	Frontální, individuální, párová.
Vstupní předpoklady:	Žák rozumí pojmům: homogenní/heterogenní směs, složka, látka, změny skupenství látek, dokáže je slovně popsat.



Očekávané výstupy: Žák porozuměl základním principům separačních metod, dokáže je vyjmenovat a vlastními slovy popsat. Na základě jednoduchých experimentů umí vysvětlit a realizovat dělení a izolaci látek vyskytující se v přírodě a v běžné praxi metodami filtrace, destilace, extrakce, sublimace a chromatografie. Žák rozumí následujícím pojmům: postupná filtrace, filtrační přepážka, filtrační koláč, filtrát, silice, destilát, destilační zbytek, prostá destilace, destilace s vodní parou, extrakce, beta-karoten, papírová chromatografie, tenkovrstvá chromatografie, stacionární a mobilní fáze, adsorpce, chromatogram, sublimace, desublimace a sublimát. A tyto pojmy dovede používat. Žák získal základní pracovní návyky v chemické laboratoři.

Výukové cíle: Žák umí rozlišit separační mechanismy jednotlivých technik filtrace, destilace, extrakce, sublimace a chromatografie. Žák dokáže samostatně / ve dvojicích sestavit jednoduché aparatury příslušných metod. Žák je schopen uvést příklady využití separačních metod v běžné praxi.

Klíčové kompetence: Kompetence k učení: Žák se naučí samostatné práci, hledání souvislostí v nových poznatcích, nové pojmy a jejich používání, práci s textem, komunikaci s pedagogem a v rámci skupiny.

Kompetence k řešení problémů: Žák se učí porozumět danému problému (základní principy jednotlivých separačních metod). Učí se správnému pořadí kroků k vyřešení problému (přesné postupy zadaných experimentů). Dokáže aplikovat získané poznatky v praktickém životě (příklady využití metod v praxi).

Kompetence komunikativní: Žák se učí úsporně a přesně komunikovat prostřednictvím odborného jazyka (postupná filtrace, filtrační přepážka, filtrační koláč, filtrát, silice, destilát, destilační zbytek, prostá destilace, destilace s vodní parou, extrakce, beta-karoten, papírová chromatografie, tenkovrstvá chromatografie, stacionární a mobilní fáze, adsorpce, chromatogram, sublimace, desublimace, sublimát). Žák se učí formulovat své myšlenky, vyjádřit vlastní názor a naslouchat názorům ostatních (diskuze v rámci skupiny).

Kompetence sociální a personální: Žák se učí vytvářet sebehodnocení. Učí se vytvářet metodiku práce ve dvojicích (realizace jednotlivých experimentů, práce s textem). Žák je veden k přiměřenému kritickému posouzení práce své i svých spolužáků.

Kompetence občanské: Žák se učí vážit si pomoci spolužáka a výsledku práce spolužáka.



Kompetence k podnikavosti: Žák se učí trpělivosti, pečlivosti a přesnosti při realizaci jednotlivých experimentů. Učí se nenechat se odradit neúspěšně provedeným pokusem.

Formy a prostředky hodnocení:	Slovní hodnocení průběžné i závěrečné, formou opakovacího testu.
Kritéria hodnocení:	Splnění zadaných úkolů, spolupráce v rámci skupiny, komunikativní a tvůrčí schopnosti.
Pomůcky:	<ol style="list-style-type: none">1. Obecné: pracovní listy, sešit, psací potřeby, nůžky, hadřík.2. Podle dané metody: filtrace, destilace, extrakce, chromatografie, sublimace (viz pracovní list).



Časový a obsahový plán výukového celku (90 min.)

Název hodiny: Směsi

Čas (min.)	Struktura výuky	Činnost učitele	Činnost žáků	Organizační formy výuky		Hodnocení	Pomůcky	Poznámka
				Výukové metody				
5	Úvod	Sdělení cíle hodiny a učiva	Vyjádření k cíli	Frontální, individuální Diskuse	Zpětná vazba	-	Otázky na porozumění tématu	
10	Informace o separačních metodách v chemii – extrakce, filtrace, sublimace, destilace, chromatografie	Úvod do daného tématu, učitel seznámí žáky s učivem	Poslech učitelovy prezentace, rozhovor s učitelem, diskuse nad úvodem	Frontální, individuální Vysvětlování, diskuse	Slovní hodnocení	PowerPointová prezentace	Otázky na zkušenosti žáků s daným tématem	
60	Experimentální část	Kontroluje žáky při plnění úkolů, pokud mají problém/dotaz, vysvětlí a pomáhá s experimenty	Vypracovávají zadané úkoly, vyplňují pracovní list	Individuální, párová Diskuse, heuristický rozhovor, praktické experimentování, práce s textem, práce s obrazem	Slovní hodnocení, zpětná vazba	Žáci pracují s laboratorními pomůckami sami nebo ve dvojicích, pracovní listy pro studenty	Otázky na porozumění tématu, pracovní list je uveden v příloze <i>Pracovní list pro studenta</i> ; řešení pracovního listu je v dokumentu <i>Pracovní list pro pedagoga</i>	
5	Ukončení experimentu, shrnutí	Úklid pomůcek, hodnota hodinu	Úklid pomůcek, vyjadřují se k tématu	Frontální, individuální Diskuse	Slovní, zpětná vazba	-	-	
10	Opakování	Kontroluje žáky při vyplnění závěrečného testu na probrané téma	Vypracovávají otázky v testu	Frontální Individuální -	Písemné hodnocení úkolů v testu učitelem	Opakovací pracovní list	Opakovací pracovní list je uveden v příloze <i>Opakování pro studenta</i> , řešení pracovního listu je v dokumentu <i>Opakování pro pedagoga</i>	



Pracovní list pro studenta

Název: Separační metody v chemii – extrakce

Jméno:

a) Úkol

Získej β -karoten z mrkve metodou extrakce.

b) Výklad

Extrakce (vyluhování) využívá rozdílné rozpustnosti jednotlivých složek směsi ve dvou vzájemně nemísitelných rozpouštědlech. Čím větší je rozpustnost látky v použitém rozpouštědle, tím lépe se od směsi oddělí. Častou technikou je *vytřepávání* neboli extrakce kapaliny z kapalné směsi. Vytřepáváme buď přímo ve zkumavce, nebo používáme dělicí nálevku, ve které můžeme extrakci několikrát opakovat. Obecně platí, že opakováním extrakce s menším množstvím rozpouštědla se dosáhne lepšího dělení než při extrakci celým množstvím rozpouštědla najednou. V praxi se extrakce provádí pro získávání látek z přírodních materiálů a je vhodná i pro izolaci tepelně nestálých látek, které nelze dělit destilací, krystalizací či sublimací. Vyluhovávají se hlavně tuky, barviva a různé cenné složky.

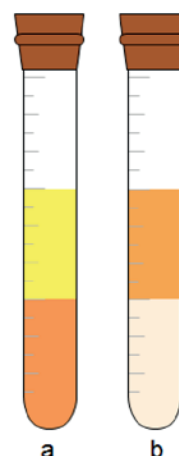
Beta-karoten je žlutočervené barvivo ze skupiny karotenoidů, ze kterého si naše tělo vyrábí vitamin A. Primárně se vyskytuje v rostlinných (mrkev), v malé míře i v živočišných (vaječný žloutek) zdrojích. Beta-karoten je rozpustný v tucích, čehož lze využít pro jeho izolaci extrakcí.

c) Pomůcky

Kádinka 400 ml, laboratorní stojánek (kádinka), odměrný válec 10 ml, zkumavka (18 x 180 mm), pryžová zátka, lžička, sítko, olej, směs vody a mrkve.

d) Pracovní postup

1. Připrav pomůcky pro extrakci.
2. Směs vody a mrkve přeced' přes sítko do menší kádinky.
3. Menším odměrným válcem odměř 10 ml vodné směsi do zkumavky a přidej stejné množství oleje. Zkumavku zavři pryžovou zátkou (obr. 1a), zaznamenej pozorování do schématu níže.
4. Vzniklou směs vytřepávej po dobu 2 minut.
5. Zkumavku postav do stojánku a nech fáze oddělit (obr. 1b).
(pozn. pokud v laboratoři není k dispozici stojánek lze využít kádinku).



Obr. 1: Schéma extrakce
a) před extrakcí,
b) po extrakci. ^[1]

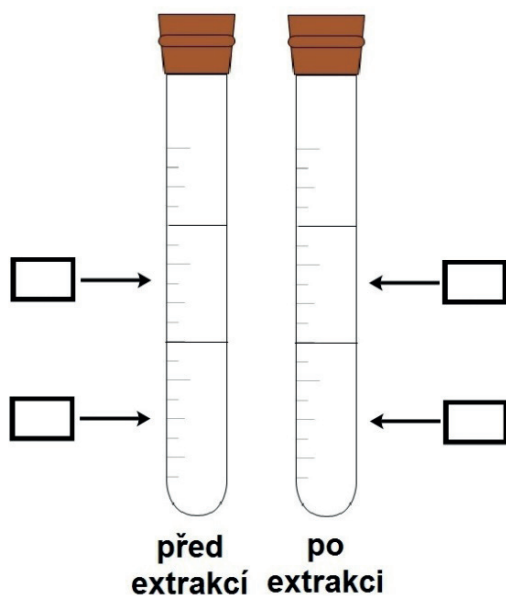


e) Zpracování pokusu

Vytřepávání prováděj tak, že uzavřenou zkumavku uchopíš jednou rukou a otočíš dnem nahoru, zátku přitom pevně přidržuj ukazováčkem a třepej.

Po rozdělení vrstev vodná fáze/olej pozoruj změny barvy a zapiš do obrázku 1, kde se nacházely nabídnuté složky A až D před extrakcí a po ní.

- A. voda
- B. olej
- C. voda + β -karoten
- D. olej + β -karoten



f) Závěr

Doplň (_ = 1 písmeno):

Beta-karoten je žlutočervené barvivo _____ v tucích. Lze ho izolovat extrakcí například z mrkve. Vhodnou technikou je _____. Extrakcí přejde beta-karoten z _____ fáze do _____, což pozorujeme jako odbarvení vody a přeměnu oleje ze žluté na oranžovou barvu.



Pracovní list pro studenta

Název: Separační metody v chemii – filtrace

Jméno:

a) Úkol

Odděl jednotlivé složky připravené heterogenní směsi pomocí postupné filtrace.

b) Výklad

Filtrace je metoda dělení složek heterogenních směsí tekutina/pevná látka pomocí pórovitého materiálu tzv. *filtrační přepážky*. Tekutina a případně i pevné částice menší než póry ve filtrační přepážce projdou filtrem jako tzv. *filtrát*. Větší pevné částice jsou na filtru zachyceny ve formě tzv. *filtračního koláče*. Dle povahy a velikosti částic volíme různé filtrační materiály, mohou jimi být například tkanina, gáza, vata, filtrační papír (s různou propustností a velikostí pórů), porcelánové či skleněné frity a další.

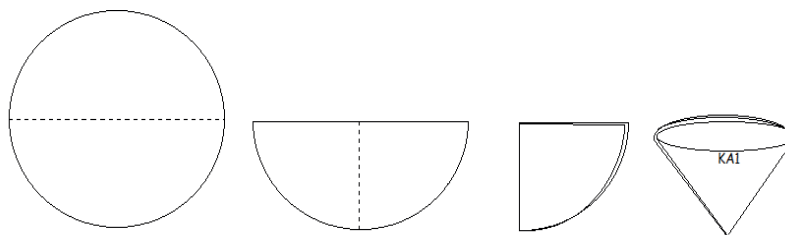
Postupná filtrace představuje několik kroků, v nichž každá následující filtrace využívá filtr o menší velikosti pórů. Výhodou tohoto přístupu je urychlení filtračního procesu a snížení opotřebení použitých filtrů.

c) Pomůcky

Laboratorní stojan, svorka, filtrační kruh, filtrační nálevka, 2 kádinky 100 ml, odměrný válec 50 ml, skleněná tyčinka, lžička, třecí miska s tloučkem, stříčka s vodou, gáza, filtrační papír (1x velikosti pórů KA1 a 1x KA4), lístky zeleného čaje, modrá křída.

d) Pracovní postup

1. Připrav pomůcky pro filtraci.
2. Pomocí třecí misky a tloučku rozmělni asi 0,5–1 cm kus modré křídy. Do kádinky připrav směs z připravené křídy, 2 lžiček čajových lístků a 25 ml vody.
3. Filtrační papíry 1x KA1 a 1x KA4 slož dle obrázku 1 a z vnější strany složený filtr označ tužkou příslušnou velikostí pórů (KA1 nebo KA4).

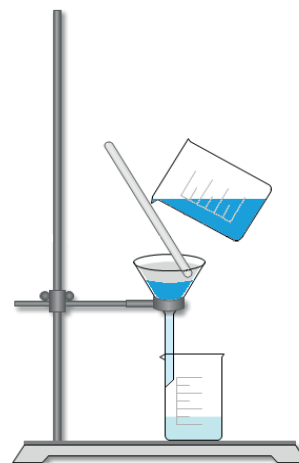


Obr. 1: Složení filtračního papíru.^[1]

4. Dle obrázku 2 sestav aparaturu pro prostou filtraci. Filtrační nálevku umísti tak, aby se špička seříznutého konce stonku nálevky dotýkala stěny kádinky asi ve $\frac{2}{3}$ její výšky.



- Do filtrační nálevky vlož třikrát přehnutou gázu, skleněnou tyčinku drž těsně nad filtrem a postupně po ní vlévej do nálevky veškerý roztok dle obrázku 2. Roztok nesmí přesáhnout okraj gázy!
- Z nálevky vyjmi použitou gázu. Složený filtrační papír KA1 vlož do nálevky. Před filtrací smoč papír pomocí stříčky a lehce přitiskni, aby přilnul ke stěnám nálevky. Veškerý roztok přefiltruj.
- Celý postup opakuj s filtračním papírem KA4.



Obr. 2: Filtrační aparatura.^[1]

e) Zpracování pokusu

Mezi jednotlivými filtračními procesy vždy **důkladně** omyj prázdnou kádinku na filtrát a případné nečistoty na filtrační nálevce. Pro smočení filtračního papíru před vlastní filtrací použij co nejmenší množství vody. Nedotýkej se tyčinkou filtračního papíru, roztokem ve filtru nemíchej, mohlo by dojít k protržení filtru! Roztok nalévej po skleněné tyčince směrem na ztrojenou část filtračního papíru, nikdy však přímo do ústí nálevky, zabráníš tak protržení filtru. Před vyjmutím použitého filtru vždy nejprve odstraň kádinku s filtrátem, v případě protržení filtru tak filtrát nebude znehodnocen uniknutým filtračním koláčem. Maximální úroveň hladiny roztoku ve složeném filtračním papíru nesmí přesáhnout 0,5 cm pod okraj filtru. **Po každém** filtračním procesu zaznamenej svá pozorování do následující tabulky:

Filtrační přepážka	Filtrát obsahoval	Filtrační koláč obsahoval
gáza		
filtrační papír KA1		
filtrační papír KA4		

f) Závěr

Škrtni nesprávnou odpověď nebo doplň:

Filtrací byly postupně odděleny složky *heterogenní/homogenní* směsi. Jelikož póry v gáze byly příliš *malé/velké*, nedokázala gáza *čajové lístky / křídu* odfiltrovat. Křída tak protekla skrz do *filtračního koláče / filtrátu* a filtrační *koláč/papír* obsahoval hlavně *čajové lístky / křídu*. Částice křídly dokázal zadržet až filtrační *koláč/papír*. Pokud by byla směs filtrována přímo skrz filtrační papír KA4, tedy filtrační *koláč/přepážku* s *nejmenší/největší* velikostí pórů, došlo by k zanesení filtru a značnému *zkrácení/prodloužení* doby filtrace v porovnání s poslední fází postupné filtrace na tomto filtru. Před filtrací měla směs barvu, po dokončení celého procesu postupné filtrace byl filtrát., jelikož došlo k:

.....



Pracovní list pro studenta

Název: Separáční metody v chemii – sublimace

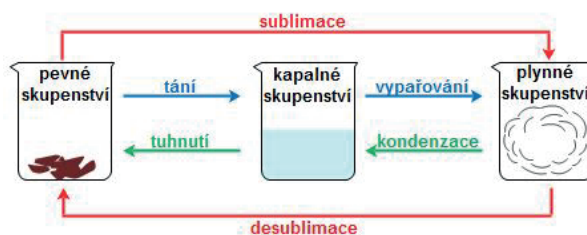
Jméno:

a) * kol*

Izoluj kyselinu benzoovou pomocí sublimace.

b) *Výklad*

Sublimace je proces oddělování pevn  látky schopn  sublimovat ze směsi pevných látek. Při sublimaci látka zahřev n m přechází z pevného skupenství do plynného bez vzniku kapaln  fáze. P ary plynu mohou ochlazením přejít na pevnou fázi tzv. procesem **desublimace** (obr. 1). Látka ziskn  sublimací se nazyv  *sublimát*. V laboratorní praxi se sublimace vyuřiv  k *oddělování* a * iřt n * krystalických látek od netěkavých nebo m lo těkavých p im s . Sublimují např. kofein, jód, kyselina benzoov , kyselina salicylov , kyselina ř avelov , naftalen a dalř .



Obr. 1: Skupensk  přeměny.^[1]

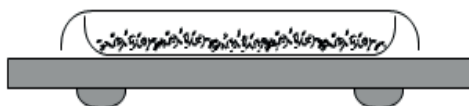
Kyselina benzoov  je aromatick  jednosytn  kyselina, kter  se vyuřiv  jako konzervační a dezinfek n n  prostředek a při l ebřb  kořn ch infekcí. Z pevn  směsi lze velmi snadno izolovat sublimací při teplotě 100  C a následnou desublimací.

c) *Pomůcky*

Petriho misky menř , elektrick  vař  , lř  ka, Deko (konzerva n n  přípravek).

d) *Pracovní postup*

1. Připrav pomůcky pro sublimaci.
2. Na spodní část Petriho misky navrstvi sm ř konzerva n n ho přípravku zbavenou hořčičných semínek a přikryj horní část Petriho misky (obr. 2).
3. Misku se sm ř poloř na elektrick  vař   a nastav jej na stupeň 1.



Obr. 2: Schéma sublimace.^[1]



4. Jakmile zpozoruješ proces sublimace a tvorbu podlouhlých krystalků, přesuň misku pomocí skleněné tyčinky z ploténky na kartičku složeného papíru a nech skla zchladnout.

e) Zpracování pokusu

Petriho misku zahřívěj pozvolna, aby nedošlo k jejímu prasknutí vlivem velkých rozdílů teplot a ke spálení sublimujícího materiálu. Totéž platí při chladnutí na konci pokusu. Do úplného vychladnutí **misku nikdy neodkrývej!** Krystalky kyseliny benzoové je možné pozorovat pouhým okem, pokud je v laboratoři lupa či mikroskop, využij ji/ho.

f) Závěr

Doplň (_ = 1 písmeno, ... = vlastní odpověď):

Sublimace je separační metoda vhodná pro izolaci látek, které jsou schopné sublimovat ze směsi pevných složek. Sublimací přechází látka z _ _ _ _ _ skupenství přímo do skupenství _ _ _ _ _ . Opačným procesem je _ _ _ _ _ . Příkladem sublimující látky je kyselina _ _ _ _ _ , která tvoří (barva) krystalky tvaru



Pracovní list pro studenta

Název: Separační metody v chemii – destilace

Jméno:

a) *Úkol*

Vydestiluj vonné silice z hřebíčku.

b) *Výklad*

Destilace je jedním z nejdůležitějších způsobů oddělování a čištění složek kapalných směsí. Jednotlivé složky kapalně směsi se od sebe dělí na základě odlišných teplot varu a za předpokladu, že se při teplotě varu nerozkládají. Při destilaci se kapalně látky vypařují a následnou kondenzací v chladiči se vrací zpět do skupenství kapalného. Jako první se destiluje složka s nejnižší teplotou varu. Kapalina získaná destilací se nazývá *destilát*, neodpařená část *destilační zbytek*.

Prostou destilací lze oddělit kapaliny o rozdílné teplotě varu či oddestilovat rozpouštědlo od netěkavého zbytku. *Destilací s vodní parou* lze při teplotě blízké 100 °C získat destiláty málo těkavých složek nemísitelných s vodou, ačkoliv jejich teplota varu je podstatně vyšší. Vodní pára vznikající při 100 °C strhává i páry těchto látek, ty s ní chlazením kondenzují.

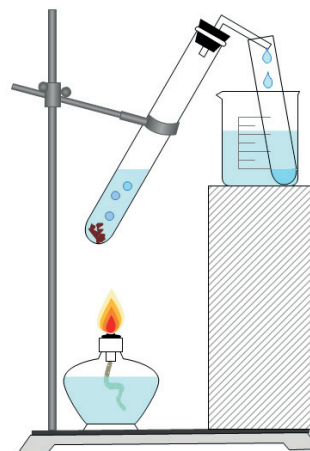
Rostlinné silice jsou vonné těkavé ve vodě nerozpustné látky ze skupiny terpenů, které lze izolovat destilací s vodní parou. V praxi se používají jako esenciální oleje pro výrobu parfémů. Pro jednoduchou demonstraci izolace silic je možné využít zjednodušující modifikaci destilace s vodní parou.

c) *Pomůcky*

Laboratorní stojan, svorka, klema, lihový kahan, kádinka 100 ml, odměrný válec 10 ml, větší zkumavka (16 x 150 mm), menší zkumavka (10 x 80 mm), třecí miska s tloučkem, lžička, pryžová zátka, skleněná trubička ve tvaru L, podkladový materiál (kniha, krabice,...), hřebíček.

d) *Pracovní postup*

1. Příprav pomůcky pro destilaci.
2. V třecí misce rozdrt' 5 ks hřebíčku.
3. Sestav destilační aparaturu podle obrázku 1.
4. Hřebíčkovou drť nadávkuj lžičkou do větší zkumavky a přidej 5 ml vody odměrným válcem.
5. Zkumavku uzavři zátkou s trubičkou ve tvaru L, která bude sloužit k chlazení plyných látek.
6. Trubičku veď do menší zkumavky a tu umísti do kádinky s vodou pro chlazení. Kádinku postav na podkladový materiál.
7. Zapal lihový kahan, pozoruj průběh destilace a kontroluj var ve zkumavce (měl by dosahovat maximálně do $\frac{3}{4}$ zkumavky).
8. Po vydestilování několika kapek silice pokus ukonči.
9. Zhasni kahan a nech aparaturu zchladnout.



Obr. 1: Schéma destilační aparatury.^[1]



e) Zpracování pokusu

V průběhu destilace dávej pozor při manipulaci s otevřeným ohněm zapáleného kahanu a nezapomeň, že aparatura je horká. Velkou pozornost věnuj varu probíhajícímu ve zkumavce, reguluj jej změnami pozice kahanu od zkumavky. Směs by měla vřít maximálně do $\frac{3}{4}$ zkumavky. Dbej, aby nedošlo ke kontaminaci trubičky vroucím roztokem či ke znehodnocení destilátu vlivem vniknutí destilované směsi. V průběhu destilace je možné pozorovat silice i v destilační zkumavce jako bílou tekutinu stékající zpět do zahřívané směsi.

f) Závěr

Doplň (_ = 1 písmeno):

Destilace je separační metoda, která odděluje směs látek na základě různých _____ . Při destilaci se kapalina zahřátím převede na páru, která následně ochlazením zkondenzuje a jímá se jako _____ . Zbylá kapalina se nazývá _____ .

Vonné těkavé látky rostlinného původu se nazývají _____ , jsou ve vodě _____ . Ze směsi s vodou se dají oddělit _____ .

Vzniklý destilát je heterogenní směs _____ a _____ , což pozorujeme jako olejovité kapičky na vodní hladině.



Pracovní list pro studenta

Název: Separační metody v chemii – chromatografie

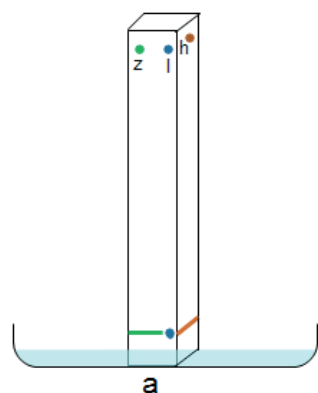
Jméno:

a) Úkol

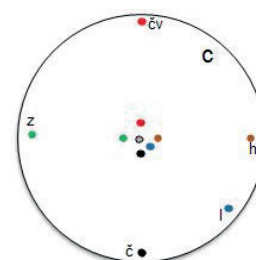
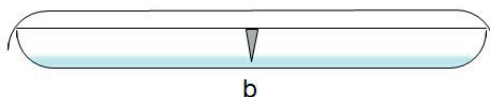
Rozděl barvy na základní složky metodou chromatografie.

b) Výklad

Chromatografie je analytická a zároveň separační metoda, která se používá k identifikaci a stanovení látek ve vzorku a současně k oddělení směsi s velmi podobnými vlastnostmi. Látky se rozdělují mezi dvě fáze: *mobilní* (pohyblivou) a *stacionární* (nepohyblivou).

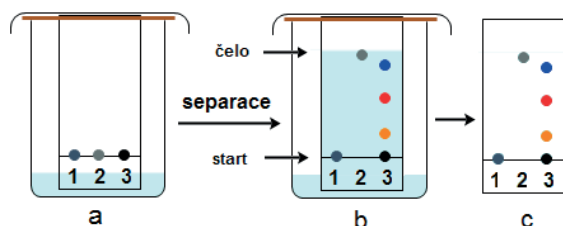


Nejjednodušší uspořádání je **planární chromatografie** zahrnující *tenkovrstvou TLC* (obr. 1a) a *papírovou PC* (obr. 1b) *chromatografii*. Stacionární fázi u TLC tvoří *pevná látka (adsorbent)* a u PC kapalina zachycená v papíře. Mobilní fáze je také kapalná a volí se podle typu dělené směsi. Planární chromatografie se používá v různém uspořádání: sestupná, vzestupná (obr. 1a) a kruhová (obr. 1b).



Obr. 1: Schéma tenkovrstvé (a) a papírové (b, c) chromatografie. [1]

Princip separace je uveden na obrázku 2. Směs látek se nanese na začátek stacionární fáze (obr. 2a), po které se pohybuje mobilní fáze a unáší dělené látky ze vzorku různou rychlostí (obr. 2b). Látky se dělí na základě různé interakce mezi mobilní a stacionární fází. Složky, které nejvíce interagují s mobilní fází, putují s čelem mobilní fáze. Naopak složky s nejmenší interakcí k rozpouštědлу zůstávají na startu (tab. 1). Výsledný záznam je *chromatogram* s jednotlivými odseparovanými složkami směsi (obr. 2c).



Obr. 2: Princip chromatografické separace. [1]

Tab. 1: Princip separace.

vzorek	interakce se stacionární fází	interakce s mobilní fází	separace
● 1	✓	✗	✗
● 2	✗	✓	✗
● 3	✓	✓	✓

Složení barviv fixů se liší v závislosti na výrobci. Chromatografií lze separovat jednotlivá barviva (pigmenty) a zjistit složení konkrétního barevného fixu. Dělení barviv pomocí **TLC** probíhá na základě rozdílné adsorpce molekul barviv na povrchu stacionární fáze



(křída – CaCO_3) a k separaci dochází na rozhraní **pevná látka/kapalina**. (*Adsorpce je proces nahromadění rozpuštěné látky v kapalině na povrchu pevné látky.*)

Základním separačním mechanismem u **PC** je využití rozdílné rozpustnosti látek mezi vodou zakotvenou v papíru (celulóze) a použitou mobilní fází. V takovém případě by se jednalo o separaci látek na rozhraní **kapalina/kapalina**. Avšak u pigmentů se často uplatňuje silná interakce přímo s celulózou a převládá adsorpční mechanismus dělení stejně jako u TLC.

c) Pomůcky

Petriho misky větší, filtrační papír (velikosti pórů KA1), bílá křída, kádinka 100 ml, odměrný válec 50 ml, skleněná tyčinka, barevné fixy Centropen, permanentní lihový fix Centropen, vata, ocet.

d) Pracovní postup

1. Příprav pomůcky pro chromatografii.
2. Uprostřed filtračního papíru vytvoř tužkou nebo nůžkami malý otvor (obr. 1c).
3. Z kousku vaty vytvoř knot pro mobilní fázi a prostrč ho otvorem v papíře (obr. 1b).
4. Nanes vzorky 0,5 cm od středu na filtrační papír (obr. 1c). Použij červený **čv**, černý **č**, hnědý **h**, zelený **z** fix na vodné bázi a lihový fix **l**. Tytéž barvy nanes 1 cm od kraje na křídu (obr. 1a).
5. Na opačný okraj křídy a papíru označ tužkou i příslušným fixem barvu (obr. 1a, c).
6. Příprav do kádinky mobilní fázi v poměru 1:3 (ocet:voda) = odměrným válcem odměř 5 ml octa a 15 ml H_2O a směs promíchej skleněnou tyčinkou.
7. Do každé Petriho misky odměř 10 ml připravené mobilní fáze. Filtrační papír se vzorky polož na Petriho misku. Křídu postav do druhé části Petriho misky.
8. Nech vyvíjet chromatogramy, až mobilní fáze dosáhne 1 cm od kraje papíru a horního okraje křídy, vyjmi je z mobilní fáze a odstraň knot z papíru.
9. Vyhodnot' chromatogramy.

e) Zpracování pokusu

Po nanesení vzorků, nech barvy fixů krátce zaschnout, než je vložíš do mobilní fáze. Dávej pozor, aby nanesené barvy fixů byly nad hladinou mobilní fáze, aby nemohlo dojít k vymytí do rozpouštědla (obr. 1a, b). Kontroluj, zda máš během experimentu dostatek mobilní fáze, doplň podle potřeby. Pečlivě hlídej konec vyvíjení chromatogramu, aby rozdělená barviva nepřesáhla papír nebo křídu.

Po vyvinutí chromatogramu pozoruj a zapiš do tabulky níže, na jaká barviva se jednotlivě barevné fixy odseparovaly. Zhodnot', zda separace byla (✓) či nebyla (✗) úspěšná. Pamatuj, že některé barvy se dělit nemusí (-).

(Pozn.: Barvivo 1 je nejbliž ke startu, barvivo 3 odseparovalo od startu nejdál.)

Papírová chromatografie – filtrační papír					Tenkovrstvá chromatografie – křída				
Barva fixu	Barvivo 1	Barvivo 2	Barvivo 3	✓	Barva fixu	Barvivo 1	Barvivo 2	Barvivo 3	✓
				✗					✗
černá					černá				
hnědá					hnědá				
zelená					zelená				
červená					červená				
lihovka					lihovka				



f) Závěr

Škrtni nesprávnou odpověď:

Separace barviv byla účinnější při použití *papírové/tenkovrstvé* chromatografie, protože došlo k dokonalejšímu odseparování jednotlivých pigmentů.

U tenkovrstvé chromatografie bylo odseparované modré barvivo unášeno mobilní fází *nejrychleji/nejpomaleji*, protože docházelo k *silné/slabé* adsorpci látky na povrch stacionární fáze. Zatímco u papírové chromatografie bylo modré barvivo unášeno mobilní fází *nejrychleji/nejpomaleji*, protože docházelo k *silné/slabé* adsorpci látky na povrch stacionární fáze.

Separace barviv lihových fixů *neprobíhala/probíhala*, protože byla zvolena *nevhodná/vhodná* mobilní fáze – lihové barvivo bylo ve vodě *rozpuštěné/nerozpuštěné*. Kdybychom chtěli barviva lihových fixů rozdělit, museli bychom použít směs *etanol a voda / olej a voda*.

[1] Zdrojem všech obrázků je autor tohoto textu.

Doporučená literatura

1) BENEŠ, P. a kol. *Základy praktické chemie 1*. Praha: Nakladatelství FORTUNA, 2006. (ISBN: 80-7168-879-7).

2) BENEŠ, P. a kol. *Základy praktické chemie 2*. Praha: Nakladatelství FORTUNA, 2006. (ISBN: 80-7168-880-0).

3) OPAVA, Z. *Chemie kolem nás*. Praha: Albatros, 1986.

4) BANÝR, J. a kol. *Chemie pro střední školy*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství a. s., 1999. (ISBN: 80-85937-46-8).

<<http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/welcome.html>> [cit. 12. 9. 2014]



Pracovní list pro pedagoga

Název: Separační metody v chemii – extrakce

a) Úkol

Získej β -karoten z mrkve metodou extrakce.

b) Výklad

Extrakce (vyluhování) využívá rozdílné rozpustnosti jednotlivých složek směsi ve dvou vzájemně nemísitelných rozpouštědlech. Čím větší je rozpustnost látky v použitém rozpouštědle, tím lépe se od směsi oddělí. Častou technikou je *vytřepávání* neboli extrakce kapaliny z kapalné směsi. Vytřepáváme buď přímo ve zkumavce, nebo používáme dělicí nálevku, ve které můžeme extrakci několikrát opakovat. Obecně platí, že opakováním extrakce s menším množstvím rozpouštědla se dosáhne lepšího dělení než při extrakci celým množstvím rozpouštědla najednou. V praxi se extrakce provádí pro získávání látek z přírodních materiálů a je vhodná i pro izolaci tepelně nestálých látek, které nelze dělit destilací, krystalizací či sublimací. Vyluhovávají se hlavně tuky, barviva a různé cenné složky.

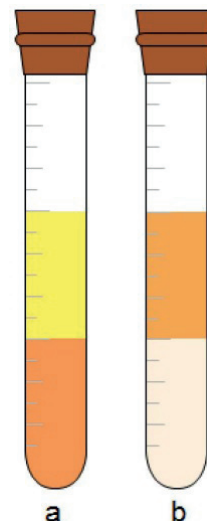
Beta-karoten je žlutočervené barvivo ze skupiny karotenoidů, ze kterého si naše tělo vyrábí vitamin A. Primárně se vyskytuje v rostlinných (mrkev), v malé míře i v živočišných (vaječný žloutek) zdrojích. Beta-karoten je rozpustný v tucích, čehož lze využít pro jeho izolaci extrakcí.

c) Pomůcky

Kádinka 400 ml, laboratorní stojánek (kádinka), odměrný válec 10 ml, zkumavka (18 x 180 mm), pryžová zátka, lžička, sítko, olej, směs vody a mrkve (*pozn. pedagog: směs připravte žákům před začátkem experimentů, 2 najemno nastrohané mrkve zalejte vodou tak, aby byla veškerá mrkev po stlačení ponořená – pro 10 pracovních skupin použijte minimálně 150 ml vody, nechte vyluhovat alespoň 10 min, nejdéle však 30 min*).

d) Pracovní postup

1. Připrav pomůcky pro extrakci.
2. Směs vody a mrkve přeced' přes sítko do menší kádinky.
3. Menším odměrným válcem odměř 10 ml vodné směsi do zkumavky a přidej stejné množství oleje. Zkumavku zavři pryžovou zátkou (obr. 1a), zaznamenej pozorování do schématu níže.
4. Vzniklou směs vytřepávej po dobu 2 minut.
5. Zkumavku postav do stojánek a nech fáze oddělit (obr. 1b). (pozn. pokud v laboratoři není k dispozici stojánek lze využít kádinku).



Obr. 1: Schéma extrakce
a) před extrakcí,
b) po extrakci. ^[1]

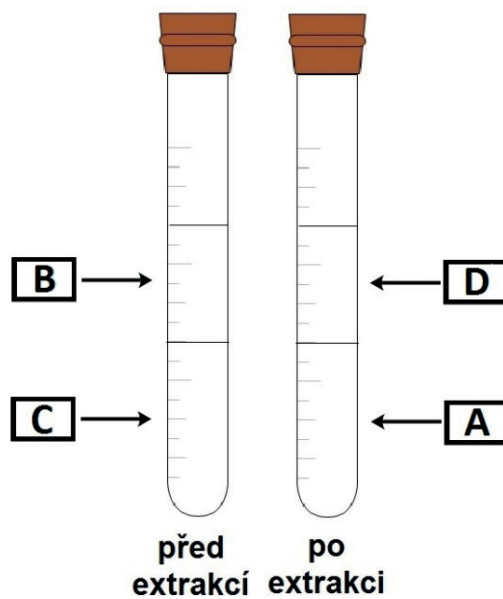


e) Zpracování pokusu

Vytřepávání prováděj tak, že uzavřenou zkumavku uchopíš jednou rukou a otočíš dnem nahoru, zátku přitom pevně přidržuj ukazováčkem a třepěj.

Po rozdělení vrstev vodná fáze/olej pozoruj změny barvy a zapiš do obrázku 1, kde se nacházely nabídnuté složky A až D před extrakcí a po ní.

- E. voda
- F. olej
- G. voda + β -karoten
- H. olej + β -karoten



f) Závěr

Doplň (_ = 1 písmeno):

Beta-karoten je žlutočervené barvivo R O Z P U S I N Ě v tucích. Lze ho izolovat extrakcí například z mrkve. Vhodnou technikou extrakce je V Y T Ě P Á V Á N Í. Extrakcí přejde beta-karoten z V O D N Ě fáze do O L E J E, což pozorujeme jako odbarvení vody a přeměnu oleje ze žluté na oranžovou barvu.



Pracovní list pro pedagoga

Název: Separační metody v chemii – filtrace

a) Úkol

Odděl jednotlivé složky připravené heterogenní směsi pomocí postupné filtrace.

b) Výklad

Filtrace je metoda dělení složek heterogenních směsí tekutina/pevná látka pomocí pórovitého materiálu tzv. *filtrační přepážky*. Tekutina a případně i pevné částice menší než póry ve filtrační přepážce projdou filtrem jako tzv. *filtrát*. Větší pevné částice jsou na filtru zachyceny ve formě tzv. *filtračního koláče*. Dle povahy a velikosti částic volíme různé filtrační materiály, mohou jimi být například tkanina, gáza, vata, filtrační papír (s různou propustností a velikostí pórů), porcelánové či skleněné frity a další.

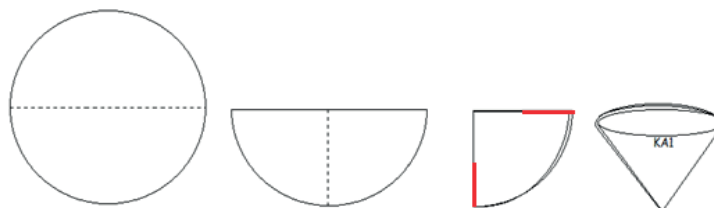
Postupná filtrace představuje několik kroků, v nichž každá následující filtrace využívá filtr o menší velikosti pórů. Výhodou tohoto přístupu je urychlení filtračního procesu a snížení opotřebení použitých filtrů.

c) Pomůcky

Laboratorní stojan, svorka, filtrační kruh, filtrační nálevka, 2 kádinky 100 ml, odměrný válec 50 ml, skleněná tyčinka, lžička, třecí miska s tloučkem, stříčka s vodou, gáza, filtrační papír (1x velikosti pórů KA1 a 1x KA4), lístky zeleného čaje, modrá křída (*pozn. pedagog: křída nemusí být nutně modrá, vyhovuje i zelená a červená, nepoužívejte však žlutou a nevýrazné barvy*).

d) Pracovní postup

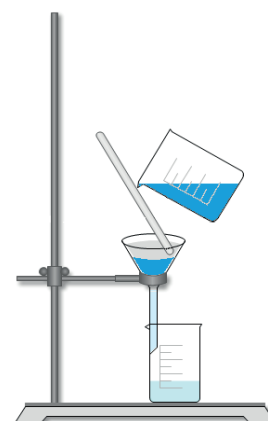
1. Připrav pomůcky pro filtraci.
2. Pomocí třecí misky a tloučku rozmělni asi 0,5–1 cm kus modré křídly. Do kádinky připrav směs z připravené křídly, 2 lžiček čajových lístků a 25 ml vody.
3. Filtrační papíry 1x KA1 a 1x KA4 slož dle obrázku 1 a z vnější strany složený filtr označ tužkou příslušnou velikostí pórů (KA1 nebo KA4). (*Pozn. pedagog: upozorněte studenty na křehkost vláken ve filtračním papíru – opakované přejíždění prstem či dokonce nehtem učiní papír náchylnějším k protržení, proto by se měl prstem přehýbat pouze na červeně vyznačených místech.*)



Obr. 1: Složení filtračního papíru.^[1]



- Dle obrázku 2 sestav aparaturu pro prostou filtraci. Filtrační nálevku umísti tak, aby se špička seříznutého konce stonku nálevky dotýkala stěny kádinky asi ve $\frac{2}{3}$ její výšky.
- Do filtrační nálevky vlož třikrát přehnutou gázu, skleněnou tyčinku drž těsně nad filtrem a postupně po ní vlévej do nálevky veškerý roztok dle obrázku 2. Roztok nesmí přesáhnout okraj gázy!
- Z nálevky vyjmi použitou gázu. Složený filtrační papír KA1 vlož do nálevky. Před filtrací smoč papír pomocí stříčky a lehce přitiskni, aby přilnul ke stěnám nálevky. Veškerý roztok přefiltruj.
- Celý postup opakuj s filtračním papírem KA4.



Obr. 2: Filtrační aparatura.^[1]

e) Zpracování pokusu

Mezi jednotlivými filtračními procesy vždy **důkladně** omyj prázdnou kádinku na filtrát a případné nečistoty na filtrační nálevce. Pro smočení filtračního papíru před vlastní filtrací použij co nejmenší množství vody. Nedotýkej se tyčinkou filtračního papíru, roztokem ve filtru nemíchej, mohlo by dojít k protržení filtru! Roztok nalévej po skleněné tyčince směrem na ztrojenou část filtračního papíru, nikdy však přímo do ústí nálevky, zabráníš tak protržení filtru. Před vyjmutím použitého filtru vždy nejprve odstraň kádinku s filtrátem, v případě protržení filtru tak filtrát nebude znehodnocen uniknutým filtračním koláčem. Maximální úroveň hladiny roztoku ve složeném filtračním papíru nesmí přesáhnout 0,5 cm pod okraj filtru. **Po každém** filtračním procesu zaznamenej svá pozorování do následující tabulky:

Filtrační přepážka	Filtrát obsahoval	Filtrační koláč obsahoval
gáza	<i>křída, voda</i>	<i>čajové lístky (křída)</i>
filtrační papír KA1	<i>stopy křídly, voda</i>	<i>křída</i>
filtrační papír KA4	<i>voda</i>	<i>stopy křídly</i>

f) Závěr

Škrtni nesprávnou odpověď nebo doplň:

Filtrací byly postupně odděleny složky *heterogenní/homogenní* směsi. Jelikož póry v gáze byly příliš *malé/velké*, nedokázala gáza *čajové lístky / křidu* odfiltrovat. Křída tak protekla skrz do *filtračního koláče / filtrátu* a filtrační *koláč/papír* obsahoval hlavně *čajové lístky / křidu*. Částice křídly dokázal zadržet až filtrační *koláč/papír*. Pokud by byla směs filtrována přímo skrz filtrační papír KA4, tedy filtrační *koláč/přepážku* s *nejmenší/největší* velikostí pórů, došlo by k zanesení filtru a značnému *zkrácení/prodloužení* doby filtrace v porovnání s poslední fází postupné filtrace na tomto filtru. Před filtrací měla směs *tmavě modrou* barvu, po dokončení celého procesu postupné filtrace byl filtrát (*viz možnosti a, b, c*), jelikož došlo k: (*viz možnosti a, b, c*).

- Bezbarvá – veškeré pevné částice byly z vody odfiltrovány.*
- Světle modrá – i filtračním papírem s nejmenšími póry prošly malé částice křídly nebo se část barviva z křídly mohla rozpustit ve vodě a obarvit ji, případně nebyla dokonale vymytá kádinka.*
- Světle zelená – mohlo dojít k obarvení vody výluhem z lístků čaje (pozn. nastane-li tato varianta, vybědňte žáky již během práce, aby zkusili přijít na odpověď, snažte se je navést vhodně volenými otázkami).*



Pracovní list pro pedagoga

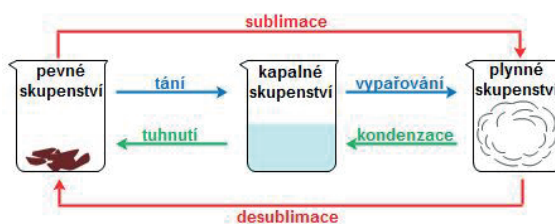
Název: Separační metody v chemii – sublimace

a) Úkol

Izoluj kyselinu benzoovou pomocí sublimace.

b) Výklad

Sublimace je proces oddělování pevné látky schopné sublimovat ze směsi pevných látek. Při sublimaci látka zahříváním přechází z pevného skupenství do plynného bez vzniku kapalné fáze. Páry plynu mohou ochlazením přejít na pevnou fázi tzv. procesem **desublimace** (obr. 1). Látka získaná sublimací se nazývá *sublimát*. V laboratorní praxi se sublimace využívá k *oddělování* a *čištění* krystalických látek od netěkavých nebo málo těkavých příměsí. Sublimují např. kofein, jód, kyselina benzoová, kyselina salicylová, kyselina šťavelová, naftalen a další.



Obr. 1: Skupenské přeměny.^[1]

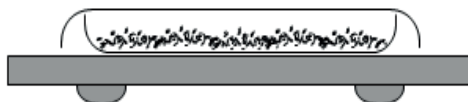
Kyselina benzoová je aromatická jednosytná kyselina, která se využívá jako konzervační a dezinfekční prostředek a při léčbě kožních infekcí. Z pevné směsi lze velmi snadno izolovat sublimací při teplotě 100 °C a následnou desublimací.

c) Pomůcky

Petriho misky menší, elektrický vaříč, lžička, Deko (konzervační přípravek).

d) Pracovní postup

1. Příprav pomůcky pro sublimaci.
2. Na spodní část Petriho misky navrství směs konzervačního přípravku zbavenou hořčičných semínek a přikryj horní část Petriho misky (obr. 2).
3. Misku se směsí polož na elektrický vaříč a nastav jej na stupeň 1.
4. Jakmile zpozoruješ proces sublimace a tvorbu podlouhlých krystalků, přesuň misku pomocí skleněné tyčinky z ploténky na kartičku složeného papíru a nech skla zchladnout. (Pozn. pedagog: důrazně upozorněte studenty, aby sublimaci jeden z nich nepřetržitě sledoval a misky závčas odsunul, jinak se směs začne tavit až pálit a dojde k znehodnocení krystalů.)



Obr. 2: Schéma sublimace.^[1]



e) Zpracování pokusu

Petriho misku zahřívěj pozvolna, aby nedošlo k jejímu prasknutí vlivem velkých rozdílů teplot a ke spálení sublimujícího materiálu. Totéž platí při chladnutí na konci pokusu. Do úplného vychladnutí **misku nikdy neodkrývej!** Krystalky kyseliny benzoové je možné pozorovat pouhým okem, pokud je v laboratoři lupa či mikroskop, využij ji/ho.

f) Závěr

Doplň (_ = 1 písmeno, ... = vlastní odpověď):

Sublimace je separační metoda vhodná pro izolaci látek, které jsou schopné sublimovat ze směsi pevných složek. Sublimací přechází látka z P E V N Ě H O skupenství přímo do skupenství P L Y N N Ě H O. Opačným procesem je D E S U B L I M A C E. Příkladem sublimující látky je kyselina B E N Z O O V Á, která tvoří bezbarvé/bílé krystalky tvaru jehliček apod.

Tip pro učitele:

Dalším sublimujícím materiálem, který lze použít, je kofein z mleté kávy. Na spodní část Petriho misky navrstvěte lžičkou malé množství mleté kávy. Začněte misku pozvolna zahřívat na elektrickém vařiči (stupeň 1) po dobu 5 minut, aby se odpařila přítomná vlhkost. Jakmile zpozorujete začínající proces sublimace na povrchu sublimujícího materiálu (tvorbu bílých krystalků), přikryjte spodní díl horní části Petriho misky. Na horní díl misky dejte navlhčený kousek vaty, po chvíli přidejte kostku ledu. Po ukončení sublimace vypněte vařič a nechte skla vychladnout.



Pracovní list pro pedagoga

Název: Separační metody v chemii – destilace

a) Úkol

Vydestiluj vonné silice z hřebíčku.

b) Výklad

Destilace je jedním z nejdůležitějších způsobů oddělování a čištění složek kapalných směsí. Jednotlivé složky kapalně směsi se od sebe dělí na základě odlišných teplot varu a za předpokladu, že se při teplotě varu nerozkládají. Při destilaci se kapalně látky vypařují a následnou kondenzací v chladiči se vrací zpět do skupenství kapalného. Jako první se destiluje složka s nejnižší teplotou varu. Kapalina získaná destilací se nazývá *destilát*, neodpařená část *destilační zbytek*.

Prostou destilací lze oddělit kapaliny o rozdílné teplotě varu či oddestilovat rozpouštědlo od netěkavého zbytku. *Destilací s vodní parou* lze při teplotě blízké 100 °C získat destiláty málo těkavých složek nemísitelných s vodou, ačkoliv jejich teplota varu je podstatně vyšší. Vodní pára vznikající při 100 °C strhává i páry těchto látek, ty s ní chlazením kondenzují.

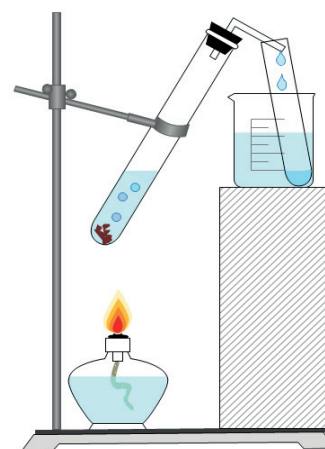
Rostlinné silice jsou vonné těkavé ve vodě nerozpustné látky ze skupiny terpenů, které lze izolovat destilací s vodní parou. V praxi se používají jako esenciální oleje pro výrobu parfémů. Pro jednoduchou demonstraci izolace silic je možné využít zjednodušující modifikaci destilace s vodní parou.

c) Pomůcky

Laboratorní stojan, svorka, klema, lihový kahan, kádinka 100 ml, odměrný válec 10 ml, větší zkumavka (16 x 150 mm), menší zkumavka (10 x 80 mm), třecí miska s tloučkem, lžička, pryžová zátka, skleněná trubička ve tvaru L, podkladový materiál (knihy, krabice,...), hřebíček.

d) Pracovní postup

1. Připrav pomůcky pro destilaci.
2. V třecí misce rozdrť 5 ks hřebíčku.
3. Sestav destilační aparaturu podle obrázku 1.
4. Hřebíčkovou drť nadávkuj lžičkou do větší zkumavky a přidej 5 ml vody odměrným válcem.
5. Zkumavku uzavři zátkou s trubičkou ve tvaru L, která bude sloužit k chlazení plynných látek.
6. Trubičku veď do menší zkumavky a tu umísti do kádinky s vodou pro chlazení. Kádinku postav na podkladový materiál.
7. Zapal lihový kahan, pozoruj průběh destilace a kontroluj var ve zkumavce (měl by dosahovat maximálně do $\frac{3}{4}$ zkumavky).
8. Po vydestilování několika kapek silice pokus ukonči.
9. Zhasni kahan a nech aparaturu zchladnout.



Obr. 1: Schéma destilační aparatury. ^[1]

e) Zpracování pokusu

V průběhu destilace dávej pozor při manipulaci s otevřeným ohněm zapáleného kahanu a nezapomeň, že aparatura je horká. Velkou pozornost věnuj varu probíhajícímu ve zkumavce,



reguluj jej změnami pozice kahanu od zkumavky. Směs by měla vřít maximálně do $\frac{3}{4}$ zkumavky. Dbej, aby nedošlo ke kontaminaci trubičky vroucím roztokem či ke znehodnocení destilátu vlivem vniknutí destilované směsi. V průběhu destilace je možné pozorovat silice i v destilační zkumavce jako bílou tekutinu stékající zpět do zahřívané směsi.

f) Závěr

Doplň (_ = 1 písmeno):

Destilace je separační metoda, která odděluje směs látek na základě různých I E P L O I V A R U. Při destilaci se kapalina zahřátím převede na páru, která následně ochlazením zkondenzuje a jímá se jako D E S T I L Á T. Zbývá kapalina se nazývá D E S T I L A Č N Í Z B Y T E K.

Vonné těkavé látky rostlinného původu se nazývají S I L I C E, jsou ve vodě N E R O Z P U S I N Ě. Ze směsi s vodou se dají oddělit D E S T I L A C Í S V O D N Í P A R O U. Vzniklý destilát je heterogenní směs S I L I C E a V O D Y, což pozorujeme jako olejovité kapičky na vodní hladině.



Pracovní list pro pedagoga

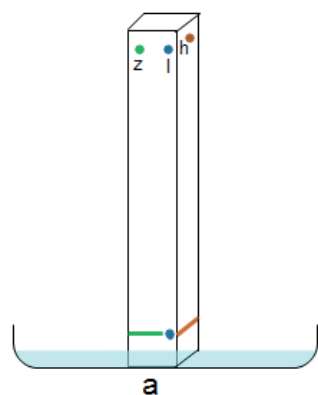
Název: Separační metody v chemii – chromatografie

a) Úkol

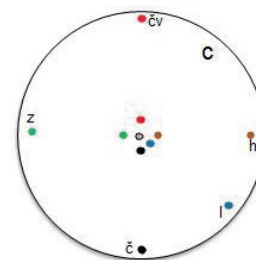
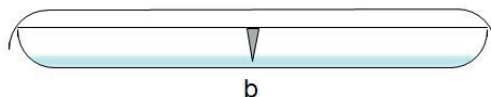
Rozděl barvy na základní složky metodou chromatografie.

b) Výklad

Chromatografie je analytická a zároveň separační metoda, která se používá k identifikaci a stanovení látek ve vzorku a současně k oddělení směsi s velmi podobnými vlastnostmi. Látky se rozdělují mezi dvě fáze: *mobilní* (pohyblivou) a *stacionární* (nepohyblivou).

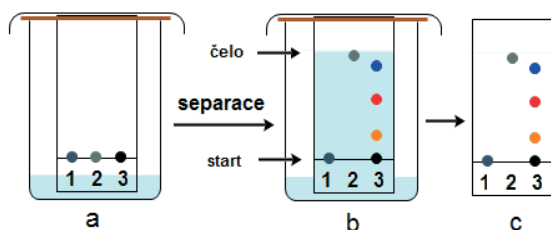


Nejjednodušší uspořádání je **planární chromatografie** zahrnující *tenkovrstvou TLC* (obr. 1a) a *papírovou PC* (obr. 1b) *chromatografii*. Stacionární fázi u TLC tvoří *pevná látka (adsorbent)* a u PC kapalina zachycená v papíře. Mobilní fáze je také kapalná a volí se podle typu dělené směsi. Planární chromatografie se používá v různém uspořádání: sestupná, vzestupná (obr. 1a) a kruhová (obr. 1b).



Obr. 1: Schéma tenkovrstvé (a) a papírové (b, c) chromatografie.^[1]

Princip separace je uveden na obrázku 2. Směs látek se nanese na začátek stacionární fáze (obr. 2a), po které se pohybuje mobilní fáze a unáší dělené látky ze vzorku různou rychlostí (obr. 2b). Látky se dělí na základě různé interakce mezi mobilní a stacionární fází. Složky, které nejvíce interagují s mobilní fází, putují s čelem mobilní fáze. Naopak složky s nejmenší interakcí k rozpouštědлу zůstávají na startu (tab. 1). Výsledný záznam je *chromatogram* s jednotlivými odseparovanými složkami směsi (obr. 2c).



Obr. 2: Princip chromatografické separace.^[1]

Tab. 1: Princip separace.

vzorek	interakce se stacionární fází	interakce s mobilní fází	separace
● 1	✓	✗	✗
● 2	✗	✓	✗
● 3	✓	✓	✓

Složení barviv fixů se liší v závislosti na výrobci. Chromatografií lze separovat jednotlivá barviva (pigmenty) a zjistit složení konkrétního barevného fixu. Dělení barviv pomocí **TLC** probíhá na základě rozdílné adsorpce molekul barviv na povrchu stacionární fáze (křída – CaCO_3) a k separaci dochází na rozhraní **pevná látka/kapalina**. (*Adsorpce je proces nahromadění rozpuštěné látky v kapalině na povrchu pevné látky*).

Základním separačním mechanismem u **PC** je využití rozdílné rozpustnosti látek mezi vodou zakotvenou v papíru (celulóze) a použitou mobilní fází. V takovém případě by se jednalo



o separaci látek na rozhraní **kapalina/kapalina**. Avšak u pigmentů se často uplatňuje silná interakce přímo s celulózou a převládá adsorpční mechanismus dělení stejně jako u TLC.

c) Pomůcky

Petriho misky větší, filtrační papír (velikosti porů KA1), bílá křída, kádinka 100 ml, odměrný válec 50 ml, skleněná tyčinka, barevné fixy Centropen, permanentní lihový fix Centropen, vata, ocet.

d) Pracovní postup

1. Příprav pomůcky pro chromatografii.
2. Uprostřed filtračního papíru vytvoř tužkou nebo nůžkami malý otvor (obr. 1c).
3. Z kousku vaty vytvoř knot pro mobilní fázi a prostrč ho otvorem v papíře (obr. 1b).
4. Nanes vzorky 0,5 cm od středu na filtrační papír (obr. 1c). Použij červený **čv**, černý **č**, hnědý **h**, zelený **z** fix na vodné bázi a lihový fix **l**. Tytéž barvy nanes 1 cm od kraje na křídu (obr. 1a).
5. Na opačný okraj křídy a papíru označ tužkou i příslušným fixem barvu (obr. 1a, c).
6. Příprav do kádinky mobilní fázi v poměru 1:3 (ocet:voda) = odměrným válcem odměř 5 ml octa a 15 ml H₂O a směs promíchej skleněnou tyčinkou.
7. Do každé Petriho misky odměř 10 ml připravené mobilní fáze. Filtrační papír se vzorky polož na Petriho misku, křídu postav do druhé části Petriho misky.
8. Nech vyvíjet chromatogramy, až mobilní fáze dosáhne 1 cm od kraje papíru a horního okraje křídy, vyjmi je z mobilní fáze a odstraň knot z papíru.
9. Vyhodnoť chromatogramy.

e) Zpracování pokusu

Po nanesení vzorků, nech barvy fixů krátce zaschnout, než je vložíš do mobilní fáze. Dávej pozor, aby nanesené barvy fixů byly nad hladinou mobilní fáze, aby nemohlo dojít k vymytí do rozpouštědla (obr. č. 1a, b). Kontroluj, zda máš během experimentu dostatek mobilní fáze, doplň podle potřeby. Pečlivě hlídej konec vyvíjení chromatogramu, aby rozdělená barviva nepřesáhla papír nebo křídu.

Po vyvinutí chromatogramu pozoruj a zapiš do tabulky níže, na jaká barviva se jednotlivě barevné fixy odseparovaly. Zhodnoť, zda separace byla (✓) či nebyla (✗) úspěšná. Pamatuj, že některé barvy se dělit nemusí (-).

(Pozn.: Barvivo 1 je nejbliž ke startu, barvivo 3 odseparovalo od startu nejdál.)

Papírová chromatografie – filtrační papír					Tenkovrstvá chromatografie – křída				
Barva fixu	Barvivo 1	Barvivo 2	Barvivo 3	✓ ✗	Barva fixu	Barvivo 1	Barvivo 2	Barvivo 3	✓ ✗
černá	červená	žlutá	modrá	✓	černá	modrá	červená	žlutá	✓
hnědá	červená	žlutá	modrá	✓	hnědá	modrá	červená	žlutá	✓
zelená	žlutá	modrá	-	✓	zelená	modrá	žlutá	-	✓
červená	červená	žlutá	-	✗	červená	červená	žlutá	-	✓
lihovka	-	-	-	✗	lihovka	-	-	-	✗

(Pozn. pedagog: Nezapomeňte, že složení barevných fixů se může lišit výrobcem, zde uvedeno pro fixy Centropen číslo výrobku 75500610, v experimentu je také možné použít potravinářská barviva či barviva na vajíčka. Výsledky se také mohou lišit s použitím jiných papíru.)



f) Závěr

Škrtni nesprávnou odpověď:

Separace barviv byla účinnější při použití ~~papírové~~/tenkovrstvé chromatografie, protože došlo k dokonalejšímu odseparování jednotlivých pigmentů.

U tenkovrstvé chromatografie bylo odseparované modré barvivo unášeno mobilní fází ~~nejrychleji~~/nejpomaleji, protože docházelo k ~~silné~~/slabé adsorpci látky na povrch stacionární fáze. Zatímco u papírové chromatografie bylo modré barvivo unášeno mobilní fází ~~nejrychleji~~/nejpomaleji, protože docházelo k ~~silné~~/slabé adsorpci látky na povrch stacionární fáze.

Separace barviv lihových fixů ~~neprobíhala~~/probíhala, protože byla zvolena ~~nevhodná~~/vhodná mobilní fáze – lihové barvivo bylo ve vodě ~~rozpuštěné~~/nerozpuštěné. Kdybychom chtěli barviva lihových fixů rozdělit, museli bychom použít směs ~~etanol a voda~~ / olej a voda.

[1] Zdrojem všech obrázků je autor tohoto textu.

Doporučená literatura

1) BENEŠ, P. a kol. *Základy praktické chemie 1*. Praha: Nakladatelství FORTUNA, 2006. (ISBN: 80-7168-879-7).

2) BENEŠ, P. a kol. *Základy praktické chemie 2*. Praha: Nakladatelství FORTUNA, 2006. (ISBN: 80-7168-880-0).

3) OPAVA, Z. *Chemie kolem nás*. Praha: Albatros, 1986.

4) BANÝR, J. a kol. *Chemie pro střední školy*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství a. s., 1999. (ISBN: 80-85937-46-8).

<<http://web.natur.cuni.cz/~pcoufal/welcome.html>> [cit. 12. 9. 2014]

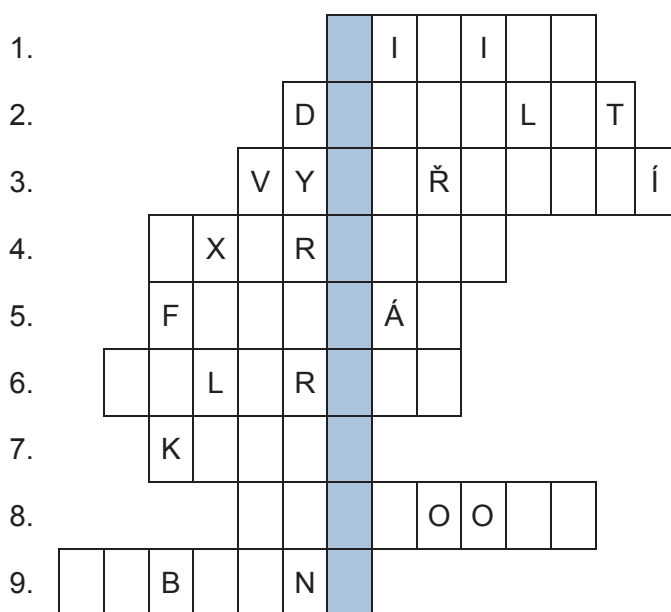


Opakování

Název: **Separační metody v chemii**

Jméno:

- 1) metody jsou fyzikálně-chemické metody oddělování složek směsí.
(viz tajenka)

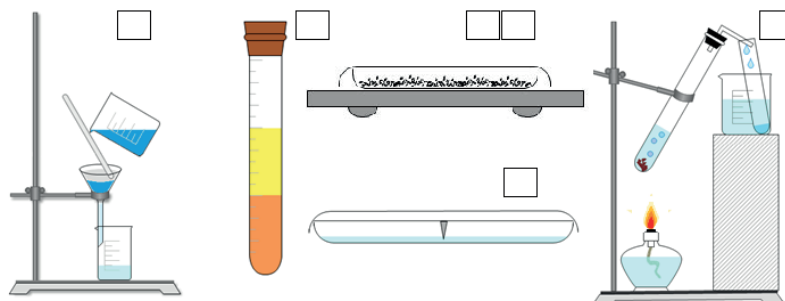


1. Vonné těkavé látky rostlinného původu, nerozpustné ve vodě. Získávají se destilací s vodní parou.
2. Kapalina kondenzující v destilačním chladiči, vzniká z par těkavější složky vroucí směsí.
3. Destilace je založená na dvou postupných skupenských přeměnách – a následné kondenzaci.
4. Synonymum vyluhování, metoda získávání láték z různých, většinou přírodních materiálů, do kapalného rozpouštědla na základě větší rozpustnosti.
5. Složka heterogenní směsi, která prošla skrz filtrační přepážku.
6. Technika dělení heterogenní směsi pevné fáze od kapalně či plynné fáze průchodem přes pórovitý materiál.
7. Filtrační obsahuje pevné částice zadržené při filtraci na filtrační přepážce.
8. Kyselina se využívá jako konzervační prostředek v potravinářství či jako složka hojivých krémů. Ze směsi pevných látek lze izolovat sublimací.
9. Pohyblivá fáze v chromatografii.



2) Přiřaď metodu k obrázku a principu následující v tabulce.

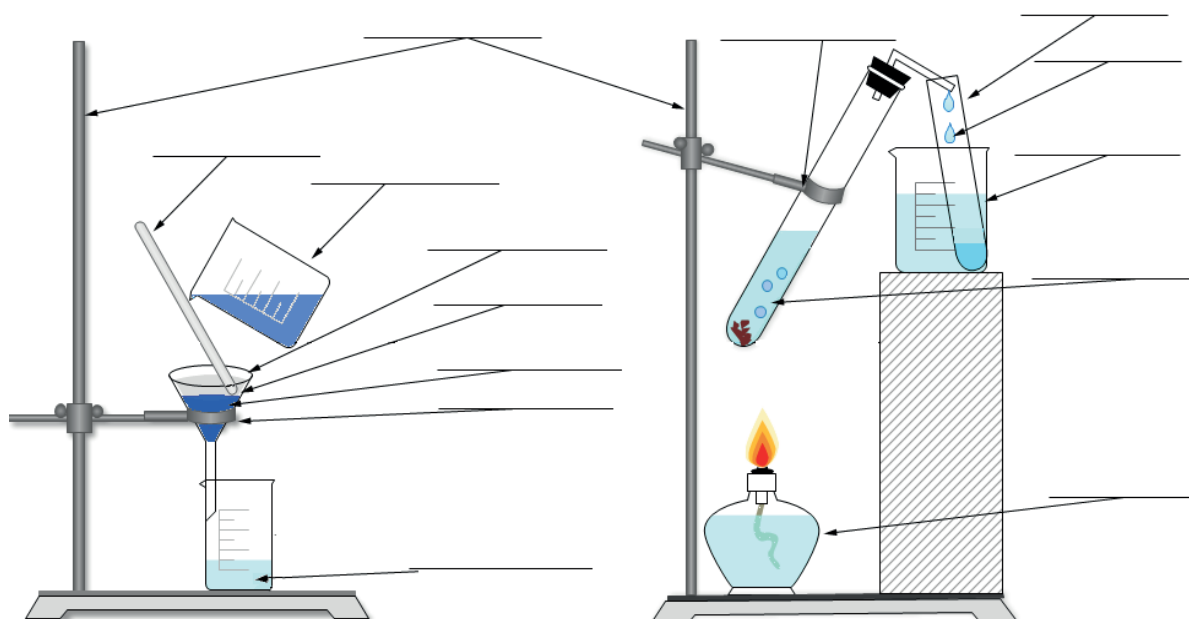
A destilace B extrakce C filtrace D desublimace E papírová chromatografie F sublimace



Princip separace	Separáčn metoda
skupenská pemna latky z pevne faze na plynnou	
skupenská pemna latky z plynne faze na pevnou	
zahivn misitelnych kapalin s ruznymi body varu	
rozdilna rozpustnost ve vzajemne nemisitelnych kapalinach	
delen pevne latky od tekutin prutokem pres porovity material	
rozdelen mezi mobiln a stacionrn fazi	

3) K obrazkum aparatur přiřaď A a O (dve moznosti jsou navíc):

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| A filtrační koláč | F kadinka (2x) | K filtrační sıtko |
| B laboratorn stojan | G filtrační nalevka | L destilat |
| C filtrat | H klema | M sklenena tyinka |
| D zkumavka | I destilační kotel | N destilační zbytek |
| E lihov kahan | J filtrační papır | O filtrační kruh |





4) Kde se s uvedenými principy můžeš setkat v běžném životě? (domácnost, průmysl, příroda)

- a) destilace:
- b) extrakce:
- c) filtrace:
- d) chromatografie:
- e) sublimace:

Dobrovolné úkoly, možnost práce ve skupinách formou diskuze:

5) Odpověz na otázky.

- a) Jaké dvě separační metody se využívají k dělení složek ze směsi v překapávači kávy?
- b) Zkus vysvětlit, proč v létě voní příroda po dešti více než před ním? Jakou separační metodu bys k tomu přirovnal?
- c) Jaké separační techniky bys použil(a) pro zjištění složení barviv například v listech špenátu, červené paprice, červené řepě, mrkvi a jiné?
- d) Který děj můžeš pozorovat v zimě za mrazu, kdy sníh i led ubývají, aniž by tály? (Nápověda: Přecházejí rovnou na vodní páru.)

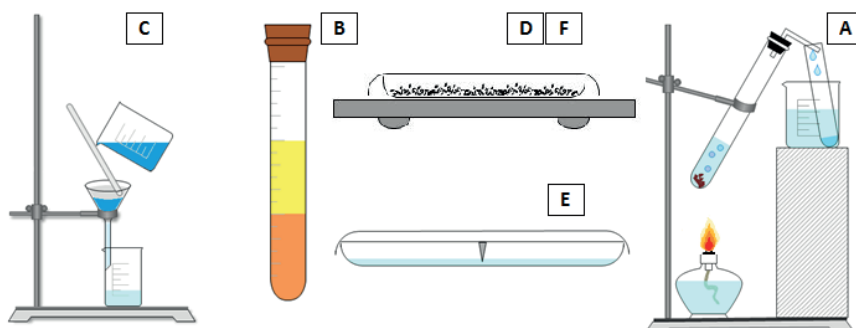
6) Navrhni postup jak rozdělit směsi na jednotlivé složky. Použij jednu či více separačních metod.

- a) voda, alkohol, mletá káva
- b) písek, voda, rostlinné barvivo rozpustné v tucích
- c) směs rostlinných barviv



2) Přiřaď metodu k obrázku a principu v tabulce.

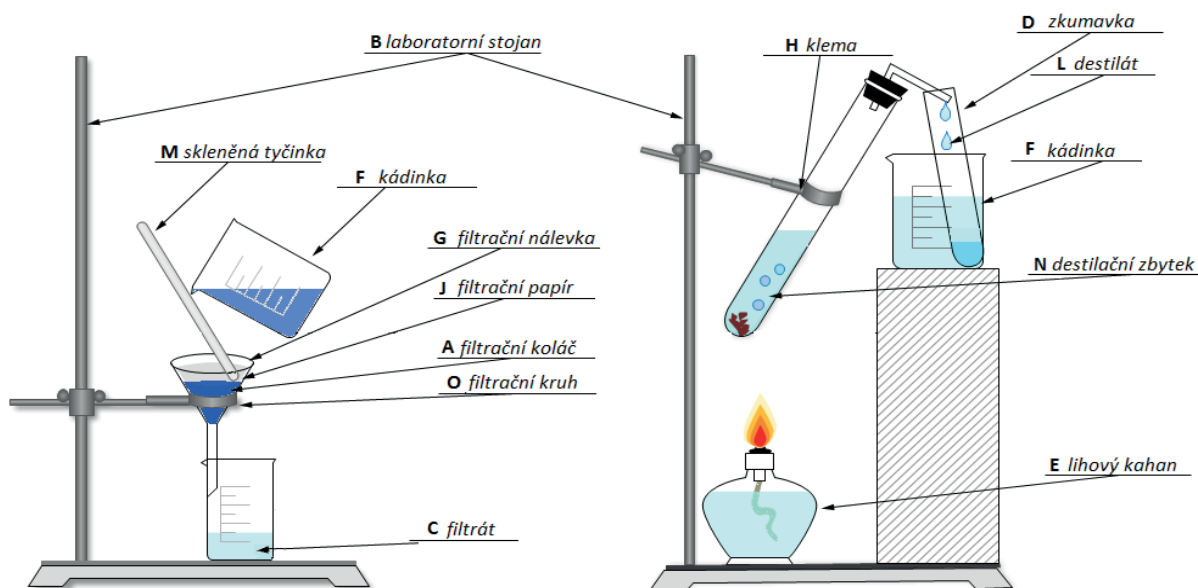
A destilace B extrakce C filtrace D desublimace E papírová chromatografie F sublimace



Princip separace	Separáčn í metoda
skupenská p ř em ě na l á tky z pevn é f á ze na plynnou	<i>F</i>
skupenská p ř em ě na l á tky z plynn é f á ze na pevnou	<i>D</i>
zahřív á n í m í siteln ý ch kapalin s r ů zn ý mi body varu	<i>A</i>
rozd í ln á rozpustnost ve vz á jemn ě nem í siteln ý ch kapalin á ch	<i>B</i>
d ě lení pevn é l á tky od tekutin p ř u t okem p ř es p ó rovit ý materi á l	<i>C</i>
rozd ě lení mezi mobiln í a stacion á rn í f á zi	<i>E</i>

3) K obrázkům aparatur přířaď A až O (dvě možnosti jsou navíc):

- | | | |
|------------------------------|-------------------------------|---|
| A filtrační koláč | F kádinka (2x) | K filtrační sítko |
| B laboratorní stojan | G filtrační nálevka | L destilát |
| C filtrát | H klema | M sklen ě n á tyčinka |
| D zkumavka | I destilační kotel | N destilační zbytek |
| E lihov ý kahan | J filtrační papír | O filtrační kruh |





4) Kde se s uvedenými principy můžeš setkat v běžném životě? (domácnost, průmysl, příroda)

- a) destilace: *zpracování ropy, produkce alkoholu, výroba destilované vody*
- b) extrakce: *příprava bylinných extraktů, příprava kávy/čaje*
- c) filtrace: *filtrace kávy/čaje, slévání těstovin, filtry do bazénů, akvárií, aut, spotřebičů*
- d) chromatografie: *těhotenský test, toxikologické proužkové testy, drogový test*
- e) sublimace: *sušení prádla při mrazu, sušení ovoce lyofilizací, vymražení vody z potravin při dlouhodobém skladování v mrazáku, sublimační tisk*

Dobrovolné úkoly, možnost práce ve skupinách formou diskuze:

5) Odpověz na otázky.

- a) Jaké dvě separační metody se využívají k dělení složek ze směsi v překapávači kávy?
Extrakce (vyluhování) a filtrace.
- b) Zkus vysvětlit, proč v létě voní příroda po dešti více než před ním? Jakou separační metodu bys k tomu přirovnal?
V létě po dešti se voda začne vypařovat a tím s sebou strhává z povrchu rostlin páry vonných látek, které se začnou rozptylovat ve vzduchu. Separační metodou je destilace s vodní parou.
- c) Jakou separační techniku bys použil(a) pro zjištění složení barviv například v listech špenátu, červené paprice, červené řepě, mrkvi a jiné?
Po extrakci a následné filtraci rozdělím na jednotlivé pigmenty pomocí papírové chromatografie nebo chromatografie na tenké vrstvě.
- d) Který děj můžeš pozorovat v zimě za mrazu, kdy sníh i led ubývají, aniž by tály? (Nápověda: přecházejí rovnou na vodní páru)
Sublimaci.

6) Navrhni postup jak rozdělit směsi na jednotlivé složky. Použij jednu či více separačních metod.

- a) voda, alkohol, mletá káva – *filtrace, destilace*
- b) olej, voda, písek – *filtrace, extrakce*
- c) směs rostlinných barviv – *chromatografie*

Separační metody v chemii (filtrace, destilace, extrakce, chromatografie, sublimace)

Mgr. Monika Klusáčková, Ing. Kateřina Nováková, Mgr. Magda Zlámalová



www.otevrenaveda.cz



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ