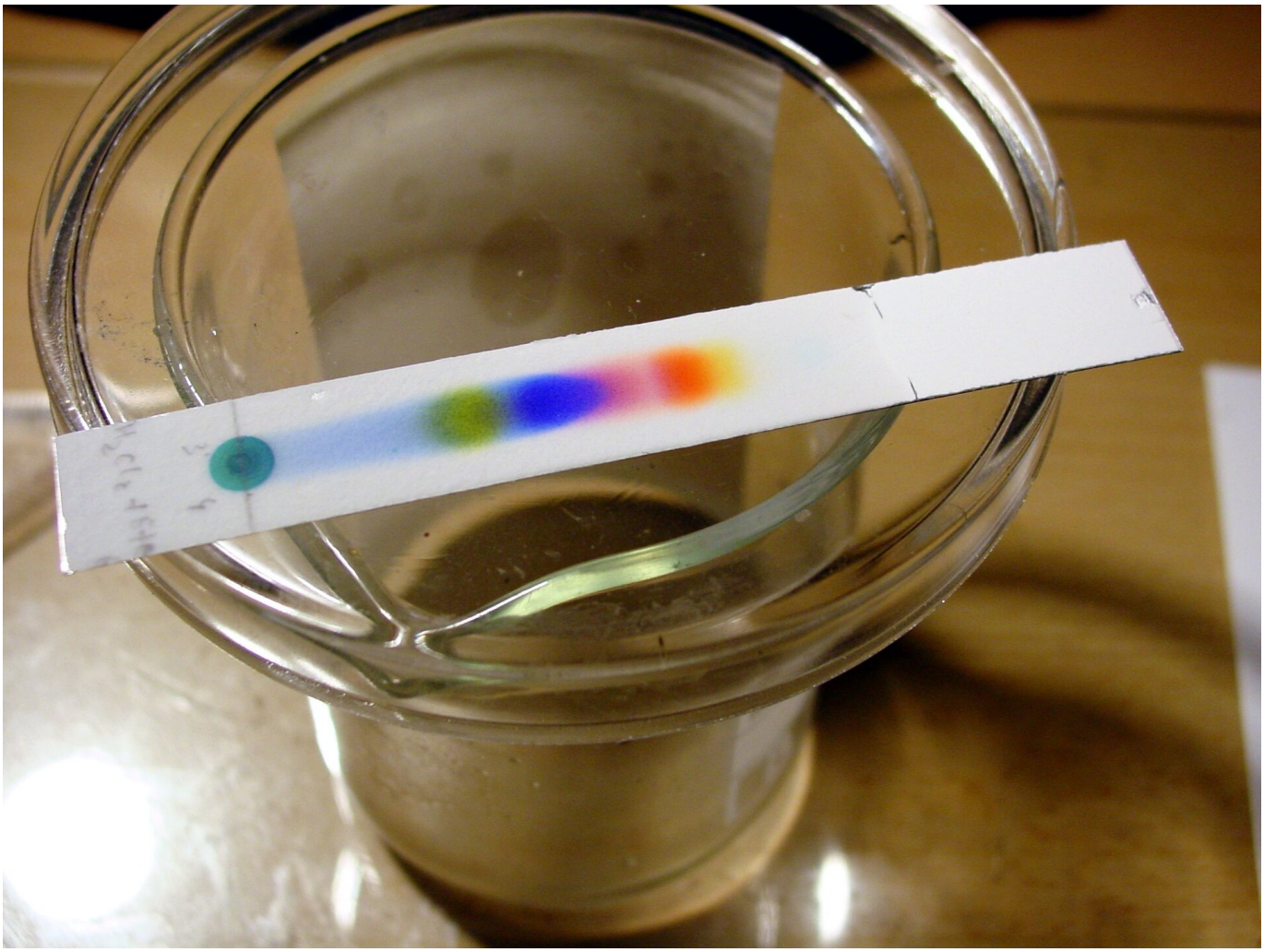
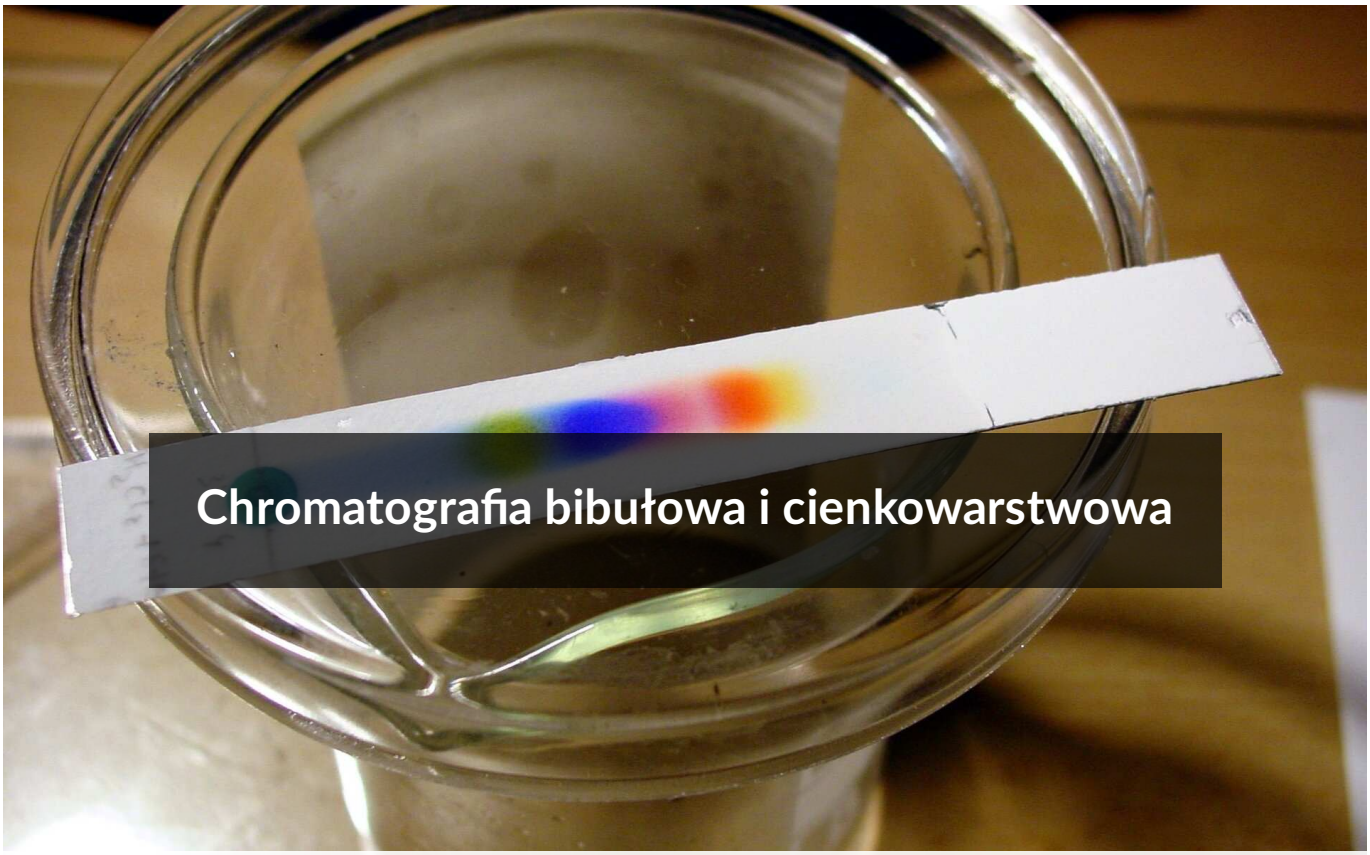


Chromatografia bibułowa i cienkowarstwowa

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium – I
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Atrament jest mieszaniną różnych barwników, a za pomocą chromatografii jesteśmy w stanie się dowiedzieć, jakie barwniki są w nim zawarte.

Źródło: Natrij, dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Czy zastanawiasz się czasami, jak chemicy w laboratorium kryminalistycznym ustalają, czy dana osoba miała kontakt z substancjami zabronionymi? Jedną z takich podstawowych metod analitycznych jest chromatografia. Polega na oddziaływaniu rozdzielanej substancji między fazą stacjonarną a fazą ruchomą. Chromatografie planarne, jak cienkowarstwowa TLC oraz bibułowa, są jednymi z prostszych metod. Stosuje się je głównie w laboratoriach analitycznych, farmaceutycznych lub też preparatywnych. Dzięki chromatografii możliwe jest rozdzielenie mieszanin złożonych z wielu składników.

Twoje cele

- Opiszesz, na czym polega chromatografia.
- Wyjaśnisz, jakim procesom podlega proces chromatografii.
- Porównasz właściwości związków poddanych chromatografii.

Przeczytaj

Czym jest chromatografia?

Chromatografia jest metodą rozdziału i analizy substancji chemicznych. Polega ona na rozdzieleniu składników jednorodnej mieszaniny między fazę ruchomą a nieruchomą układu chromatograficznego w wyniku ich różnego podziału. Dzięki niej możemy analizować zarówno pojedyncze związki (aminokwasy, cukry), jak i złożone mieszaniny: próbki krwi, próbki środowiskowe. Proces chromatografii opiera się na prawie podziału Nernsta, które mówi nam o podziale substancji między dwie niemieszające się fazy.

W przypadku chromatografii jest to faza stacjonarna i faza ruchoma. Można przedstawić je wzorem:

$$K_{\text{sub}} = \frac{C_{\text{subS}}}{C_{\text{subR}}}$$

K_{sub} – stała podziału substancji
C_{subS} – stężenie substancji w fazie nieruchomej $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right]$
C_{subR} – stężenie substancji w fazie ruchomej $\left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}\right]$

Substancja, która ma większe powinowactwo z fazą nieruchomą, wolniej wędruje po płytce chromatograficznej. Jej chromatografia trwa dłużej, a otrzymane plamki są rozmazane. Odwrotnie jest w przypadku substancji z większym stężeniem w fazie – jej chromatografia trwa krócej, a plamki są wyraźne i nierozmyte. Analiza chromatograficzna ma duże zastosowanie do analiz próbek środowiskowych czy biologicznych. Próbki te są złożone, przez co nie jest możliwe bezpośrednie ich analizowanie. W celu analizy próbek złożonych (środowiskowych czy biologicznych), należy wykonać ekstrakcję. Ekstrakcja wykorzystuje **prawo Nernsta**. Proces ekstrakcji

polega na wyodrębnieniu interesującego nas składnika, wykorzystując jego różną rozpuszczalność między dwoma niemieszającymi się cieczami.

Jakie wyróżniamy typy chromatografii?

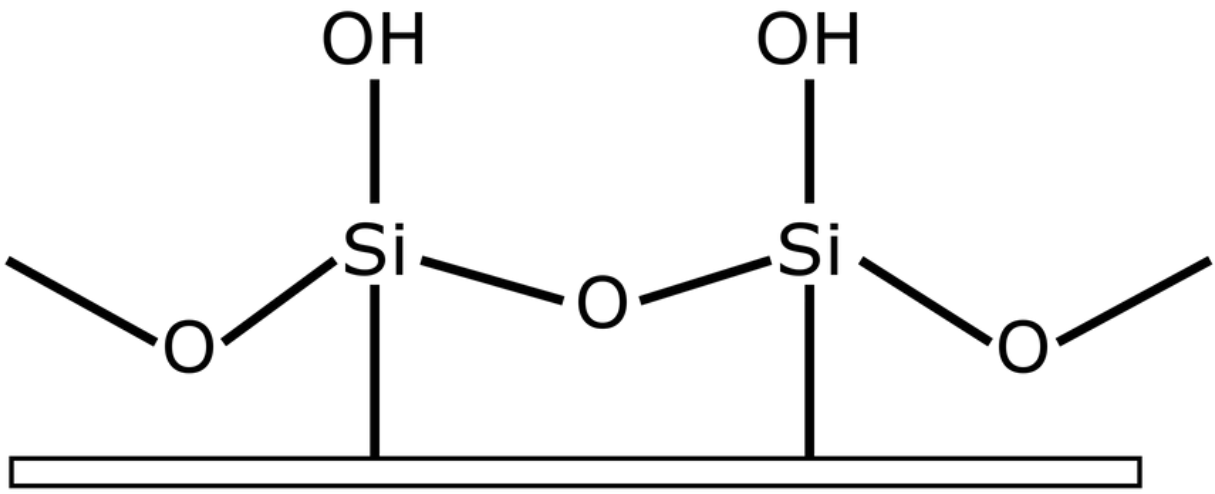
Podstawowy podział chromatografii zależy od fazy ruchomej. W chromatografii jest nią gaz, ciecz lub płyn, który przemieszcza się podczas tego procesu razem z substancjami oznaczanymi po płytce lub kolumnie chromatograficznej (fazie stacjonarnej – nieruchomej). W zależności od fazy ruchomej, wyróżniamy następujące typy chromatografii:

Chromatografię gazową (GC z ang. Gas Chromatography)
Fazą ruchomą jest gaz.
Chromatografię cieczową (LC z ang. Liquid Chromatography)
Fazą ruchomą jest ciecz.
Chromatografię nadkrytyczną (SFC z ang. Supercritical Fluid Chromatography)
Fazą ruchomą jest substancja w stanie nadkrytycznym, czyli takim, w którym dana substancja wykazuje właściwości pośrednie między gazem a cieczą.

Chromatografia cienkowarstwowa TLC (z angielskiego *thin layer chromatography*) i bibułowa są metodami **chromatografii cieczowej** lub **planarnej**, ponieważ proces rozdziału przeprowadzony jest na płaszczyźnie.

Chromatografia TLC

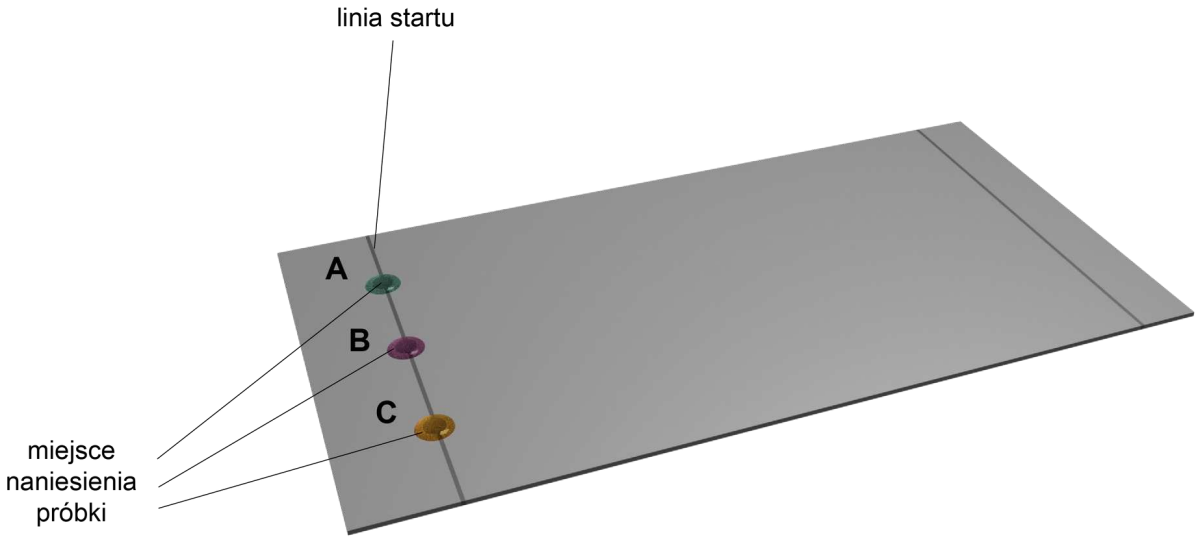
Chromatografię TLC przeprowadza się na płytkach aluminiowych pokrytych odpowiednim adsorbentem. Adsorbent jest substancją o bardzo dużej powierzchni, na której zachodzą wiązania różnych substancji. Wiązanie między fazą nieruchomą a związkiem może zachodzić przez m.in. wiązania wodorowe czy oddziaływania van der Waalsa. Na co dzień masz do czynienia z adsorbentem w postaci węgla aktywnego. Stosuje się go podczas zatruć różnymi substancjami chemicznymi. W przypadku chromatografii TLC zazwyczaj używa się silikażel, inaczej nazywany żelem krzemionkowym. Spotkasz go w woreczku umieszczonym w pudełku z nowymi butami w postaci białych kryształków silikażelu. Jak myślisz, jakie ma zastosowanie? Żel krzemionkowy jest polimerem kwasu krzemowego, a jego wzór można zapisać następująco: $SiO_2 \cdot nH_2O$.



Schematyczne przedstawienie pokrycia płytki TLC silikażelem. Jak widzisz na rysunku, silikażel ma skierowane „na zewnątrz” płytki grupy hydroksylowej (—OH), które mogą oddziaływać ze związkami polarnymi, takimi jak woda (dlatego właśnie saszetki z silikażelem dodaje się do butów, aby wchłonęły wilgoć, czyli cząsteczki wody z atmosfery). W zależności od potrzeb, fazę stacjonarną można modyfikować.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Po wybraniu odpowiedniej płytki, ostrożnie, nie dotykając powierzchni silikażelu palcem, na jej dole, co najmniej 1 cm od początku płytki, rysujemy ołówkiem linię startu, a na niej zaznaczamy kropki ołówkiem z podpisem substancji. Następnie nanosimy kapilarą niewielką kroplę substancji, uważając, aby krople substancji nie zmieszały się ze sobą. Tak jak jest to przedstawione na rysunku:



Płytka TLC przygotowana do chromatografii
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Po sporządzeniu płytki z substancjami przygotowujemy komorę chromatograficzną. Jest nią nic innego jak zlewka, ale z pokrywą, która ją szczelnie zamyka. Na dno wlewamy trochę fazy ruchomej – eluentu – pamiętając o tym, że wysokość eluentu nie może być większa bądź równa niż wysokość linii startu.

Eluent wybieramy, korzystając z tzw. szeregu eluotropowego. Jest to uszeregowanie rozpuszczalników wg rosnącej mocy elucji na odpowiedniej fazie stacjonarnej, w tym przypadku silikażelu:

- n–pentan (najsłabiej oddziałuje z fazą stacjonarną);
- disiarczek węgla;
- toluen (metylobenzen);
- eter dietylowy;
- chloroform;
- 1–nitropropan;
- aceton (propan–2–on);
- metanol;

- woda;
- kwas octowy (etanowy) (najmocniej oddziałuje z fazą stacjonarną.

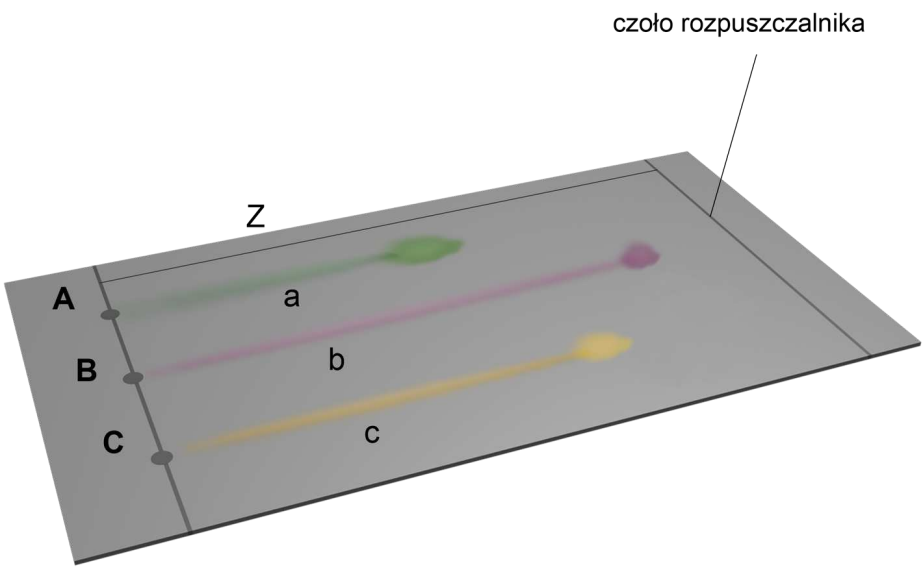
> **Ważne!**
>
> Czyli n–pentan wędruje najszybciej w górę płytki chromatograficznej, zaś kwas octowy porusza się po niej pomału. Można zaobserwować, że siła elucji rośnie wraz ze wzrostem polarności rozpuszczalnika.

Zamykamy komorę – wypełnia się ona parami eluentu. Proces ten nazywamy kondycjonowaniem komory chromatograficznej. Po upływie ok. 15 min możemy umieścić płytkę w komorze.

Komora, w której przeprowadzana jest chromatografia.
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Po kondycjonowaniu komory wkładamy płytkę, zamykamy naczynie przykrywką i czekamy, aż eluent dotrze na górę płytki, zostawiając około 1 cm przed górną krawędzią płytki.

Wyciągamy płytkę, zaznaczamy czoło chromatogramu ołówkiem i ją suszymy.



Płytka TLC po przeprowadzeniu chromatografii
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Po wysuszeniu płytki można czasami zauważyć, że z pojedynczej próbki naniesionej na linie startu, po rozwinięciu, widnieje kilka plamek – oznacza to nic innego, jak to, że nasza próbka była mieszaniną substancji. W zależności od ilości plamek, które pojawiły się między linią startu a linią czoła, możemy określić, ile różnych substancji jest w mieszaninie.

Ważnym parametrem chromatografii jest współczynnik retencji R_f – jest to droga, jaką przebył związek na płytce w stosunku do czoła chromatografu. Możemy przedstawić to wzorem:

$$R_\mathrm{f} = \frac{a}{Z}$$

gdzie:

- a – przebyta odległość przez związek od linii startu;
- Z – przebyta odległość przez rozpuszczalnik.

Przykład 1

Dla związku A:

$$R_{\mathrm{f}} = \frac{a}{Z}$$

Czoło rozpuszczalnika znajduje się $8\ \mathrm{cm}$ od linii startu, natomiast plamka związku znajduje się $4{,}3\ \mathrm{cm}$ od linii startu, więc współczynnik retencji wynosi:

$$R_{\mathrm{f}} = \frac{4{,}3\ \mathrm{cm}}{8{,}0\ \mathrm{cm}} = 0{,}54 \text{ (wartość bezwymiarowa)}$$

R_{f} przyjmuje wartości od 0 do 1. Im wartość jest mniejsza, tym związek silniej oddziałuje z fazą stacjonarną. Im R_{f} jest większy, tym związek słabiej oddziałuje z fazą stacjonarną. Współczynnik R_{f} jest stały dla danej substancji pod warunkiem, że jest chromatografowana takim samym eluentem – nawet niewielka zmiana warunków chromatografii może zmienić współczynnik retencji.

Możemy to porównać do zakupów w galerii handlowej: kierujesz się do wyjścia (podążasz z eluentem), patrzysz na boki i widzisz promocje, wchodzisz zatem do sklepu (oddziałujesz mocniej z fazą stacjonarną). Jednak im więcej sklepów odwiedzisz przed wyjściem, tym bardziej oddziałujesz z fazą stacjonarną i potrzebujesz więcej czasu, aby wydostać się z galerii.

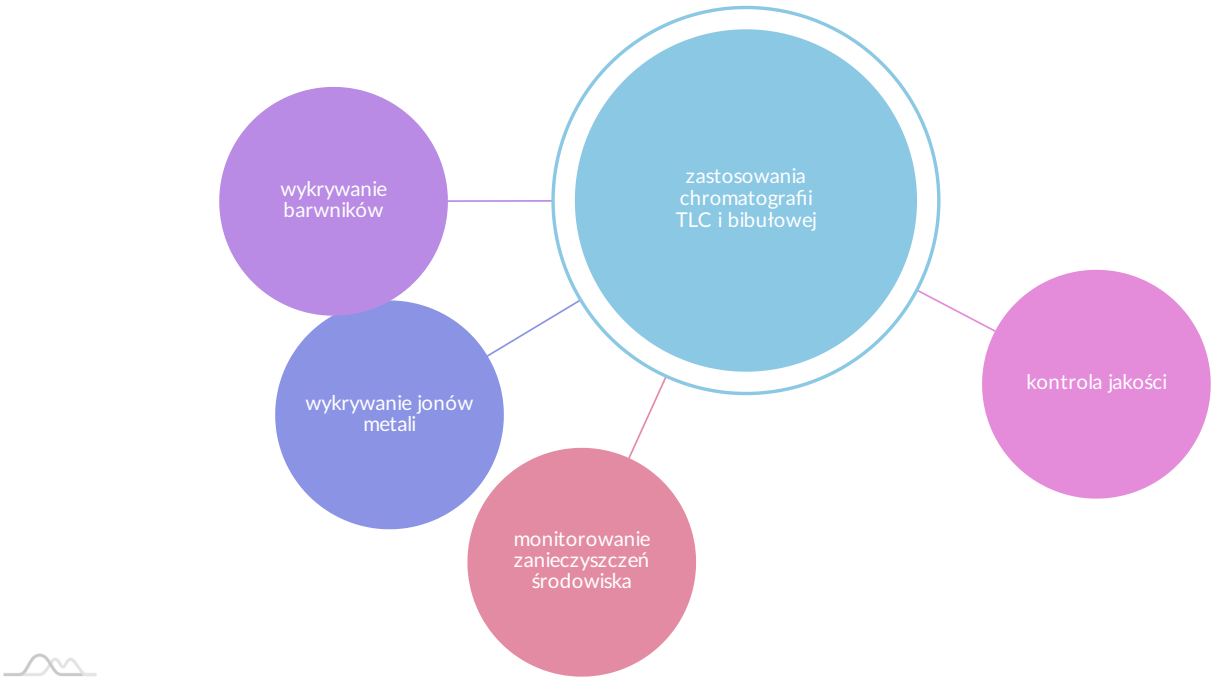
Zamiast płytki TLC możemy użyć bibuły. Zasada działania jest taka sama.

Zastosowanie chromatografii TLC

Chromatografia TLC i bibułowa znajdują zastosowanie w:

- wykrywaniu jonów metali;
- barwników;

- kontroli jakości;
- monitorowaniu zanieczyszczeń środowiska.



Mapa myśli pt.:"Zastosowania chromatografii TLC i bibułowej"
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Podsumowując, chromatografia dostarcza chemikowi dwie bardzo ważne informacje. Pierwszą z nich jest informacja **jakościowa** – zarówno liczba plamek, jak i sygnałów na chromatogramie określa nam ilość substancji w analizowanej próbce. Drugą informacją jest informacja **ilościowa** – zarówno wielkość plamki, jak i powierzchnia sygnału umożliwia nam obliczenie masy analitu w badanej próbce.

Słownik

> **adsorbent**
>
> substancja stała (krystaliczna lub żel), na powierzchni której zachodzi adsorpcja

> **aminokwasy**

(amin(a) + kwas) związki chemiczne występujące w organizmach żywych, które w swojej budowie zawierają grupę karboksylową (—$COOH$) oraz grupę aminową (—NH_2)

cukry

sacharydy (fr. *saccharide*); węglowodany polihydroksylowe; aldehydy (aldozy) lub ketony (ketozy) o wzorze sumarycznym $(CH_2O)_n$, a także ich pochodne

chromatografia

(gr. *chrôma* „barwa”, *gráphō* „piszę”) metoda rozdzielania jednorodnych mieszanin na składniki, w której wykorzystuje się różnicę sił oddziaływania tych składników z fazą ruchomą i nieruchomą (stacjonarną)

Prawo podziału Nernsta

w danej temperaturze opisuje równowagę stosunku stężeń substancji między dwoma niemieszającymi się fazami

adsorpcja

(ang. *adsorption*) proces wiązania się indywiduów chemicznych na powierzchni substancji chemicznej, np.: osadzanie się cząsteczek zanieczyszczeń na powierzchni węgla aktywnego

eluent

rozpuszczalnik, który wymywa substancje zaadsorbowane na fazie stałej

ekstrakcja

(łac. *extractio* „wyciągnięcie”, „wyjęcie”) techn. chemiczna metoda wyodrębniania określonych składników z mieszanin ciekłych lub stałych za pomocą odpowiednio dobranych, selektywnych rozpuszczalników (o różnej zdolności rozpuszczania poszczególnych składników lub określonych ich grup)

polarność

własność indywiduów chemicznych do występowania w nich nierównomiernego rozmieszczenia ładunku dodatniego i ujemnego

silikażel

żel krzemionkowa; wysuszony żel produktów polikondensacji anionów krzemotlenowych, będący uwodnionym ditlenkiem krzemu $SiO_2 \cdot nH_2O$

oddziaływania van der Waalsa

słabe dwuciałowe oddziaływania związane z kwantową naturą powłok elektronowych elektrycznie obojętnych atomów lub cząsteczek; oddziaływania związane z ruchem elektronów

wiązanie wodorowe

rodzaj oddziaływania międzycząsteczkowego lub wewnątrzcząsteczkowego za pośrednictwem atomu wodoru

Bibliografia

Sherma J., Fried B., *Handbook of Thin–Layer Chromatography,* Third Edition, New York 2003.

Witkiewicz Z., Kałużna–Czaplińska J., *Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych*, Warszawa 2012.

Wirtualne laboratorium – I

Polecenie 1

Przeprowadź doświadczenie w laboratorium chemicznym. Twoim zadaniem jest rozdział barwników w tuszu markera. Jaki eluent wybierzesz w celu przeprowadzenia tego doświadczenia? W formularzu zapisz swoje obserwacje i wyniki, a następnie sformułuj wnioski.

Rozdział barwników w tuszu markera.

Rozdzielenie barwników z zastosowaniem chromatografii bibułowej - aceton
Rozdzielenie barwników z zastosowaniem chromatografii bibułowej - alkohol etylowy
Rozdzielenie barwników z zastosowaniem chromatografii bibułowej - woda
Porównianie wyników chromatografii

Analiza doświadczenia: Rozdzielanie barwników z zastosowaniem chromatografii bibułowej.

Problem badawczy: Czy mieszaninę barwników można rozdzielić za pomocą chromatografii?

Hipoteza: Barwniki można rozdzielić za pomocą chromatografii.

Przebieg doświadczenia:

1. Wytnij pasek bibuły filtracyjnej o wymiarach 11 cm na 4 cm.
2. W odległości ok. 1-2 cm od dolnej krawędzi bibuły narysuj markerami dwie grube kropki.
3. Na dno komory chromatograficznej (cylinder) nalej niewielką ilość eluentu - acetonu, (tak, aby pokryć jej dno do wysokości około 0,5 cm^3.)
4. Umieść pasek bibuły z naniesioną linią.
5. Zamknij komorę przykrywką (szalka Petriego) i czekaj do momentu, aż pasek nasiąknie eluentem.
6. Wyjmij pasek i opisz jego wygląd.
7. Powtórz doświadczenie przy użyciu pozostałych dwóch eluentów (alkohol etylowy, woda).

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Wirtualne laboratorium pt. *„Rozdzielanie barwników z zastosowaniem chromatografii bibułowej”*
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Szafa laboratoryjna

1

probówka

2

zlewka

3

kolba kulista płaskodenna

4

kolba stożkowa

5

szalki Petriego

6

cylinder miarowy

7

lejek szklany

8

bagietka szklana

9

łyżka metalowa

10

łyżka do spalań

11

szczypce laboratoryjne

12

pipety Pasteura

13

łapa drewniana

14

trójnóg z siatką

15

palnik laboratoryjny

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:

Ćwiczenie 1

Przyporządkuj pojęcia do definicji.

eluent	rozpuszczalnik, który wymywa substancje zaadsorbowane w fazie stałej
chromatografia	metoda rozdziału i analizy substancji chemicznych
adsorpcja	proces wiązania się indywiduów chemicznych na powierzchni substancji chemicznej

Ćwiczenie 2

Rozwiń skróty: GC, LC, SFE.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Zweryfikuj prawdziwość zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
W chromatografii cieczowej fazą ruchomą jest gaz.	○	○
W chromatografii nadkrytycznej fazą ruchomą jest ciecz.	○	○
W chromatografii gazowej fazą ruchomą jest gaz.	○	○

Ćwiczenie 4

Oblicz współczynnik retencji R_{f} dla związku A, wiedząc, że czoło rozpuszczalnika ma wysokość $5{,}3\ \mathrm{cm}$, a analizowana substancja znajduje się na wysokości $1\ \mathrm{cm}$.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5

Przeanalizuj poniższą płytkę chromatograficzną. Ustal, czy nieznana próbka była mieszaniną związków, czy jednym związkiem. Uzasadnij swoją odpowiedź.

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

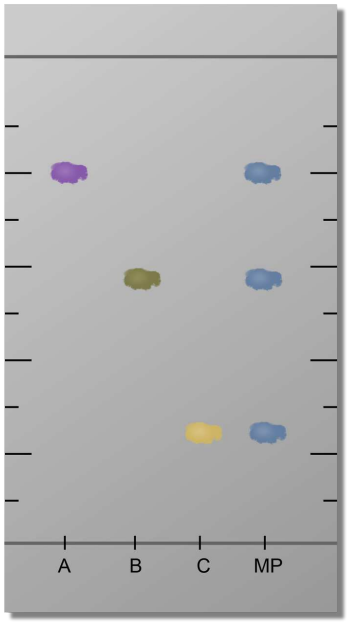
Odpowiedź:

Ćwiczenie 6

Przeprowadzono reakcję zgodnie ze schematem:

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} \rightarrow \mathrm{C}$$

Na rysunku przedstawiono chromatogram uzyskany metodą TLC. Na płytkę naniesiono pojedyncze substancje: A, B i C oraz mieszaninę poreakcyjną (MP).



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Czy w mieszaninie poreakcyjnej (MP) obserwowany jest produkt? Czy reakcja zaszła z całkowitym przereagowaniem związków A i B?

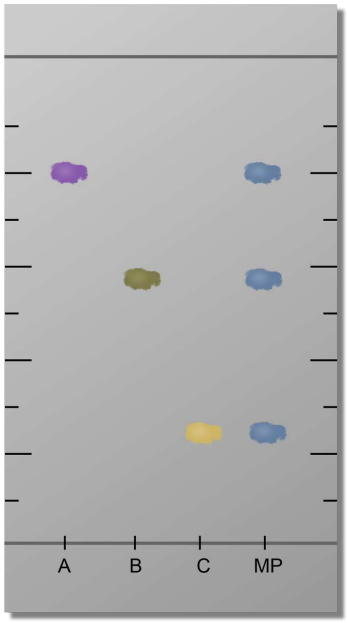
Odpowiedź:

Ćwiczenie 7

Przeprowadzono reakcję zgodnie ze schematem:

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} \rightarrow \mathrm{C}$$

Na rysunku przedstawiono chromatogram uzyskany metodą TLC. Na płytkę naniesiono pojedyncze substancje: A, B i C oraz mieszaninę poreakcyjną (MP).



Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W której substancji – A, B czy C – występują najbardziej spolaryzowane wiązania?

- C
- A
- B

Ćwiczenie 8

Uszereguj rozpuszczalniki zgodnie z wzrastającą mocą elucji w fazie stacjonarnej, którą jest silikażel.

- eter dietylowy
- kwas octowy
- *n*-pentan
- metanol
- 1-nitropropan

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Krzysztof Błaszczak, Robert Wróbel

Przedmiot: chemia

Temat: Chromatografia bibułowa i cienkowarstwowa

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

V. Roztwory. Uczeń:

4) opisuje sposoby rozdzielenia roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach, cieczy w cieczach) na składniki (m.in. ekstrakcja, chromatografia).

Zakres rozszerzony

V. Roztwory. Uczeń:

4) opisuje sposoby rozdzielenia roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach, cieczy w cieczach) na składniki (m.in. ekstrakcja, chromatografia, elektroforeza).

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne:

Uczeń:

- opisuje na czym polega chromatografia;
- wyjaśnia, jakim procesom podlega proces chromatografii;
- porównuje właściwości związków poddanych chromatografii.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- eksperyment;
- wirtualne laboratorium;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia laboratoryjne;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- tablety/smartfony z dostępem do internetu;;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;
- rzutnik multimedialny.

Przed lekcją:

Nauczyciel prosi uczniów aby przynieśli na zajęcia liście różnych roślin, np. rukoli, sałaty, roszponki.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytanie o metody rozdziału mieszanin jednorodnych.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół terminu chromatografia. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z wykorzystaniem tabletów/smartfonów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, jakie zostaną użyte w czasie lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Analiza tekstu źródłowego w e-materiale – procedura chromatografii, obliczanie współczynnika retencji.
2. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy, rozdaje karty pracy, rozdaje sprzęt, szkło laboratoryjne, odczynniki i instrukcję do eksperymentu. Uczniowie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, przeprowadzają eksperyment wg instrukcji, obserwują zmiany, wyciągają wnioski i dokonują obliczeń związanych ze współczynnikiem retencji barwników, zapisują wszystko w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wyjaśnia ewentualnie niezrozumiałe kwestie i wątpliwości.
3. Po przeprowadzeniu chromatografii i wykonaniu obliczeń chętni uczniowie prezentują efekty pracy grupowej na forum klasy. Nauczyciel kontroluje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów.
4. Nauczyciel odsyła uczniów do wirtualnego laboratorium w medium bazowym e-materiału. Uczniowie w parach pracują i wykonują ćwiczenia. Nauczyciel monitoruje pracę uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: co to jest chromatografia? Czy polarność cząsteczek ma wpływ na współczynnik retencji? Co to jest współczynnik retencji?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego się nauczyłem/łam...
- Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę wykonując ćwiczenia w e-materiale - zestaw ćwiczeń. Nauczyciel prosi uczniów, aby opisali jakie związki występują w chlorofilu.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Wirtualne laboratorium może być wykorzystane do przedstawienie procedury chromatografii. Uczniowie mogą wykorzystać przygotowując się do lekcji lub do sprawdzianu.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Co to jest chromatografia?
- Czy polarność cząsteczek ma wpływ na współczynnik retencji?
- Co to jest współczynnik retencji?

2. Karta pracy ucznia.

Plik o rozmiarze 82.20 KB w języku polskim

3. Szkło i sprzęt laboratoryjny: probówki lub cylindry miarowe, sączki z bibuły, płytki do chromatografii cienkowarstwowej TLC, końcówki kapilarne do nakładania roztworu barwników na płytkę, pipetki Pasteura, zlewki, komory chromatograficzne. 4. Odczynniki chemiczne: etanol 95% do izolacji barwników, aceton, benzyna ekstrakcyjna. 5. Instrukcja do doświadczenia:

- Umieść 2 g liści w zlewce, dodaj 15 cm^3 etanolu i mieszaj intensywnie zawartość zlewki przez około 10 min.
- Otrzymaną mieszaninę przesącz przez sączek.
- Przesącz nałóż na płytkę TLC za pomocą kapilary na linię startu, która musi znaleźć się 1 cm nad dolną krawędzią płytki.

- Wysusz płytkę.
- Przygotuj mieszaninę 30 cm^3 benzyny i 3 cm^3 acetonu, wlej ją do komory chromatograficznej, pamiętaj aby poziom cieczy w komorze był niższy niż 1 cm (pod linią startu).
- Włóż pionowo płytkę TLC do komory, zakryj komorę chromatograficzną.
- Prowadź chromatografię do momentu, gdy czoło rozpuszczalnika znajdzie się 1 cm pod górną krawędzią płytki.
- Wyjmij płytkę i wysusz.
- Oblicz współczynniki retencji dla barwników.