



Silnie toksyczne właściwości talu

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Mapa pojęć](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Silnie toksyczne właściwości talu

Siarczan talu jest trucizną bezwoną, pozbawioną smaku. Był kiedyś stosowany jako trutka na szczury, które ginęły po kilku dniach od spożycia. Martwe gryzonie były jednak niebezpieczne dla zwierząt domowych, gdyż tal pozostawał aktywny długo po śmierci gryzonia.

Źródło: pixabay.com, domena publiczna.

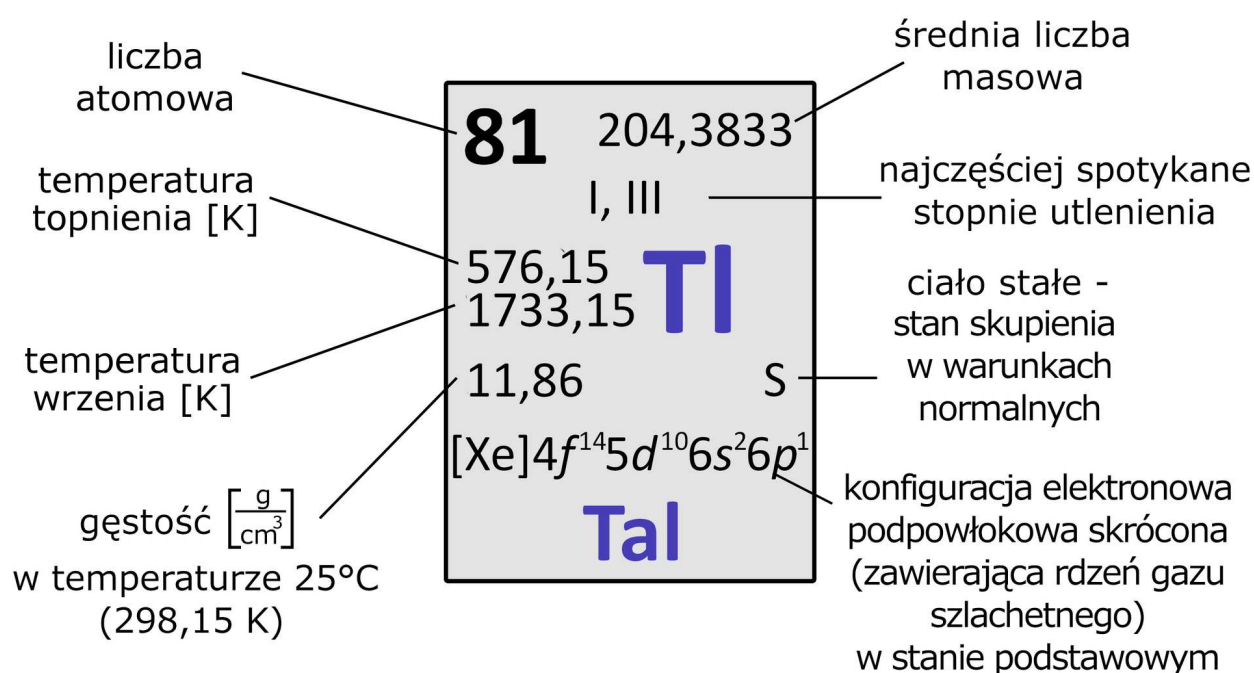
Czy wiesz, że tal po grecku to *thallos*, czyli „zielona gałązka”, bowiem najjaśniejsze linie w widmie emisyjnym talu są zielone? Tal został odkryty w 1861 roku przez Williama Crookesa. Szybko jednak zauważono jego toksyczność, szczególnie w związkach jednowartościowych, w tym siarczanu(VI), octanu (etanian) i węgłanu talu(I). Jego letalna dawka wynosi około 900 mg. Również pierwiastkowy tal jest toksyczny, ponieważ utlenia się w kontakcie z powietrzem. Czy wiesz, że siarczan(VI) talu(I) jest doskonałą trucizną, ponieważ jest bezbarwny, bezwonny i bez smaku, działa powoli i jest trudny do zdiagnozowania? Czy wiesz, że siarczan(VI) talu(I) był często stosowany jako środek gryzoniobójczy oraz środek owadobójczy? Czy wiesz, że pod koniec XIX wieku stosowano siarczan(VI) talu do leczenia kiły (*Sifilis*) czy rzeżączki? Jednak ze względu na skutki uboczne został wycofany. Czy wiesz, że zatrucia talem leczy się błękitem pruskim, czyli heksacyjanożelazianem(II) żelaza(III)?

Twoje cele

- Sporządzisz listę objawów zatrucia talem.
- Określisz działania biologiczne talu.
- Wymienisz źródła zanieczyszczeń środowiska talem.

Przeczytaj

Tal



Tal

Źródło: GroMar Sp. z o. o. na podstawie Mizerski W., *Tablice chemiczne*, Wydawnictwo Adamantan, Warszawa 2008, licencja: CC BY-SA 3.0.

Tal jest bardzo miękki i łatwo się topi. Pozostawi on ślad na papierze, jeśli zostanie nim potarty. Tal występuje w minerałach. Stosowany jest w fotokomórkach, szkle optycznym i termometrach. Tal występuje w związkach na I i III stopniu utlenienia. Kationy Tl^+ są bezbarwne, wodorotlenek talu(I) (TlOH) jest rozpuszczalną w wodzie, mocną zasadą. Jony Tl^{3+} istnieją w roztworze tylko przy pH bliskim 0, w wyższym wytrąca się $\text{Tl}(\text{OH})_3$. W medycynie radioaktywny ^{201}Tl używa się do wykrywania niedokrwienia mięśnia sercowego.

Tal posiada 41 izotopów, których masy atomowe mieszczą się w zakresie od 176 do 216. Istnieją dwa stabilne izotopy talu: ^{203}Tl i ^{205}Tl .



Próbka talu.

Źródło: 2x910, dostępny w internecie: wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Źródła zanieczyszczeń środowiska talu

- Źródła zanieczyszczenia
- Huty metali
- Cementownie
- Huty szkła
- Spalanie

Źródła zanieczyszczania środowiska talu

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

Toksyczność związków talu

Pierwiastkowy tal nie jest toksyczny, ale w kontakcie z powietrzem utlenia się on do toksycznych jonów. Szczególnie toksyczne są związki jednowartościowe, w tym siarczan(VI) talu(I), octan (etanian) talu(I) i węglan talu(I). Bezbarwna, bardzo toksyczna i bez smaku sól Tl_2SO_4 używana była jako [rodentycyd](#), [insektycyd](#), środek antygrzybiczny, a nawet środek do depilacji. Po zatruciu w największym stężeniu kumuluje się w: jelitach, wątrobie, nerkach, sercu, mózgu i mięśniach. Wydalany jest częściowo z kałem i moczem, a okres jego półtrwania to 1-30 dni.

Sole talu:

- siarczan(VI) talu(I) - Tl_2SO_4 ;
- octan (etanian) talu(I) - CH_3COOTl ;
- chlorek talu(I) - $TlCl$;
- jodek talu(I) - TlI ;
- azotan(V) talu(I) - $TlNO_3$;
- węglan talu(I) - Tl_2CO_3 .

Działanie biologiczne soli talu

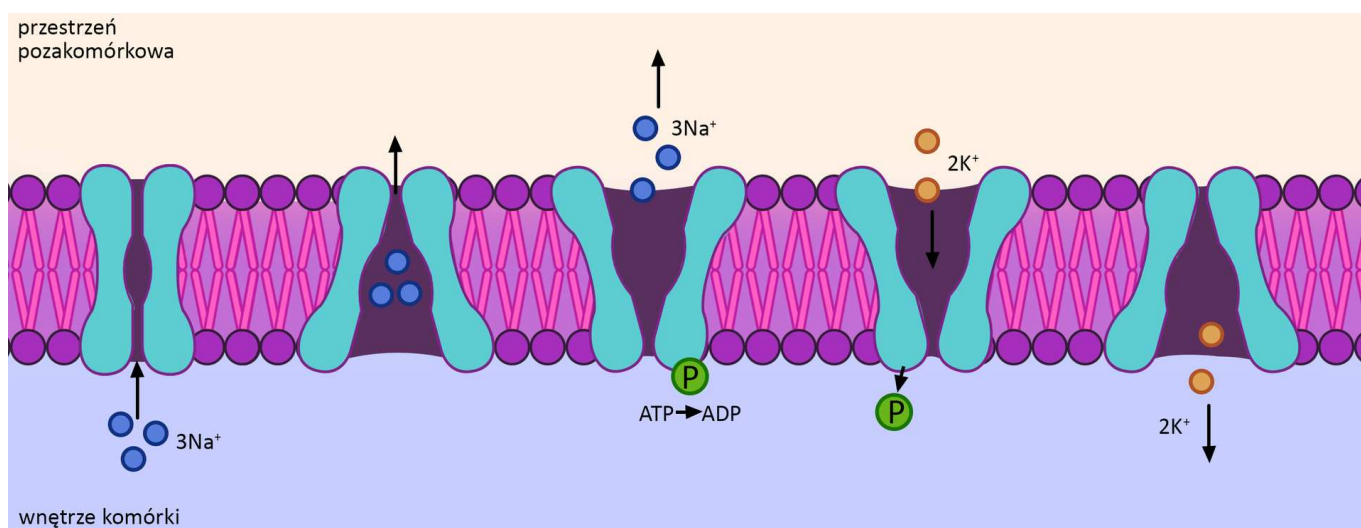
Sole talu są bardzo silną, akumulującą się trucizną. Już 15-20 mg rozpuszczonej soli na kilogram masy ciała jest dawką śmiertelną.

Talu wchłania się zarówno przez skórę, błony śluzowe, jak i płuca, dlatego zatrucie nim możliwe jest zarówno drogą oddechową, pokarmową, jak i w kontakcie ze skórą. Talu akumuluje się w organizmie w: nerkach, kościach, żołądku, jelitach, śledzionie, wątrobie, mięśniach, płucach oraz mózgu. Drogi dostarczenia go do organizmu nie są istotne, ponieważ zachowuje się on jak [analog](#) potasu, dzięki temu jest dystrybuowany po całym organizmie.

Tal działa drażniąco na układ współczulny. Jest trucizną na poziomie komórkowym, gdzie uszkadza rybosomy, wpływając przez to na zaburzenia syntezy białek. Hamuje on zarówno niezbędny do życia proces oddychania komórkowego, jak i aktywność wielu enzymów, działając negatywnie na niezbędne procesy metabolizmu oraz syntezy.

1. Podobieństwa w ładunku i promieniu jonowym między jonami K^+ i Tl^+ . Tl^+ zastępuje K^+ , blokując aktywny transport jonów monowalentnych, m.in. K^+ przez błonę komórkową. Tal ma 10-krotnie większe powinowactwo do receptorów znajdujących się w błonie komórkowej niż K^+ . Blokuje też wytwarzanie energii z glukozy: ADP do ATP.

	Tl^+	K^+
Promień jonowy	1,49 Å	1,33 Å
Entalpia hydratacji	$-78 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$	$-77 \frac{\text{kcal}}{\text{mol}}$



Schemat przedstawia transport jonów sodu i potasu przez kanały w błonie komórkowej z udziałem energii dostarczanej w postaci ATP.

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

2. Niszczy ryboflawinę, tworząc nierozpuszczalny kompleks oraz witaminę B6.
3. Wiąże się z grupami – SH i zakłóca tworzenie wiązań dwusiarczkowych w keratynie - uszkodzenia strukturalne włosów, paznokci.

Ciekawostka

Sole talu posiadają powinowactwo do grup – SH znajdujących się w łańcuchach bocznych cysteiny i tworzących wiązania disiarczkowe. Reakcja z grupami tiolowymi prowadzi do zmiany trzeciorzędowej struktury kreatyny, na skutek zniszczenia jej mostków disiarczkowych, czego skutkiem może być łysienie, łamliwość i kruchość paznokci.

Mostki disiarczkowe stabilizują strukturę białka.

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

4. Powoduje hamowanie działania różnych enzymów (syntaza ALA, metabolizm B12).

Objawy



Depresja jest jednym z częstych objawów zatrucia związkami talu.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com/pl/,
domena publiczna.

Początkowe objawy zatrucia związkami talu są niewyraźne. Duże dawki zabijają zanim jakiegokolwiek objawy zdążą się uwidocznić. Przy niższych dawkach obserwuje się wypadanie włosów, zazwyczaj po 2-3 tygodniach. Charakterystyczne jest również uszkodzenie nerwów, powodujące ogromny ból.

Najczęstszymi objawami zatrucia związkami talu, są: łysienie, wysypka lub trądzik twarzy, porażenie nerwów wzrokowych, wymioty, depresja, bóle nóg, **dystrofia** paznokci.

Detekcja zatrucia związkami talu

Jako metodę detekcji talu najczęściej stosuje się metodę [atomowej spektrometrii absorpcyjnej](#) próbek moczu. Testy jakościowe na obecność talu w moczu można też przeprowadzić dokładniejszą metodą z wykorzystaniem azotanu(V) bizmutu(III) oraz jodku potasu. Reakcję tę przeprowadza się w temperaturze 20°C. W tym celu należy rozpuścić badaną sól w wodzie, a następnie do roztworu soli należy dodać 0,4% roztwór azotanu(V) bizmutu(III) ($\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$) w 20% roztworze kwasu azotowego(V) (HNO_3). Jeżeli podczas reakcji powstał osad, to wówczas należy go usunąć. Następną czynnością jest dodanie 10% roztwór jodku sodu (NaI) w nasyconym roztworze tiosiarczanu sodu. Gdy w badanej próbce występuje tal, wówczas obserwuje się formowanie czerwonego osadu. Czułość analizy wynosi $10 \frac{\text{mg}}{\text{L}}$.

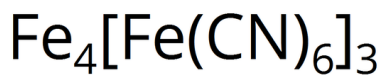


Detekcja talu w moczu

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

Leczenie zatrucia talem

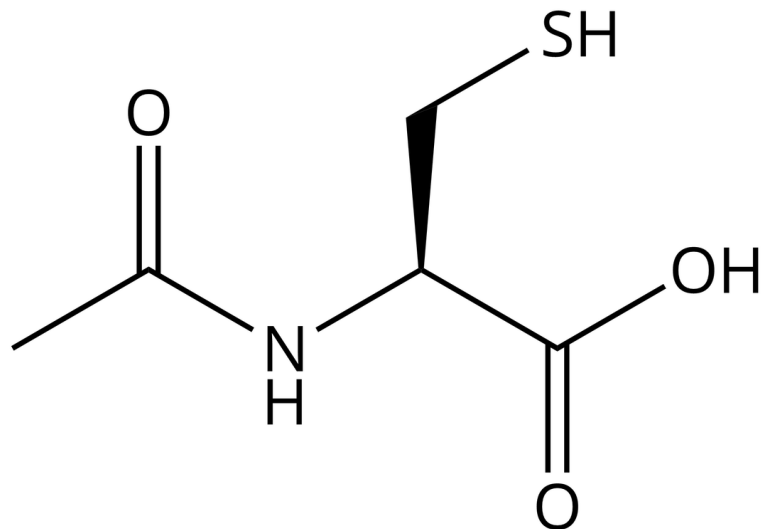
Żadna substancja nie może usunąć talu, który został już zaabsorbowany przez tkanki. Niewchłonięty z przewodu pokarmowego tal usuwa się za pomocą [błękitu pruskiego](#) i jodku sodu. Stosowana jest także N-acetylocysteina, gdyż tal wiąże się z grupą tiolową aminokwasu, jednakże Agencja Żywności i Leków (FDA) nie zaleca jej stosowania.



błękit pruski

NaI

jodek sodu



N-acetylocysteina

N-acetylocysteina, błękit pruski i jodek sodu stosowane są w celu usunięcia talu z organizmu.

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

Słownik

rodentycydy

związki chemiczne działające letalnie na gryzonie wyrządzające szkody w gospodarstwie domowym

analog

pierwiastek z szeregu pierwiastków o analogicznej budowie elektronowej

błękit pruski

błękit Turnbulla (heksacyjanożelazian(II) żelaza(III), żelazocyjanek żelazowy); $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$; nieorganiczny związek chemiczny, sól kompleksowa zawierająca

anion heksacyjanożelazianowy(II) oraz kationy żelaza(III); wykazuje silne, niebieskie zabarwienie, spowodowane absorpcją światła powodującą przeniesienie elektronu pomiędzy atomami żelaza na różnych stopniach utlenienia

insektycydy, środki owadobójcze

(łac. *insecta* „owady” + *caedo* „zabijam”) substancje z grupy pestycydów używane do zwalczania szkodników w uprawach rolnych, lasach, w magazynach z żywnością, a także w mieszkaniach; zależnie od składu chemicznego insektycydy zabijają owady lub jedynie ograniczają ich rozród, co również wpływa na ich liczebność

dystrofia

zaburzenie rozwojowe spowodowane brakiem odżywiania lub niewłaściwym odżywianiem tkanek lub narządów, prowadzące do powstawania w nich zmian zwyrodnieniowych, a w skrajnych przypadkach – zaniku (atrofii)

Atomowa Spektrometria Absorpcyjna

(ASA lub AAS – Atomic Absorption Spectrometry) technika analityczna pozwalająca na oznaczanie pierwiastków chemicznych (przede wszystkim metali) w próbkach ciekłych, stałych i gazowych; zasada pomiaru opiera się na zjawisku absorpcji promieniowania o specyficznej długości fali przez wolne atomy metali

Bibliografia

Bańkowski E., *Wykład: Biochemia. Podręcznik dla studentów uczelni medycznych*, Amsterdam 2009, wyd. 2, s. 406.

Biełański A., *Podstawy Chemii nieorganicznej*, t. 1-2, Warszawa 2010.

Henderson R., Knott L., *Thallium Poisoning*, 2015.

Litwin M., Styka-Wlaziło Sz., Szymońska J., *To jest chemia 1*, Warszawa 2013.

Szczeklika I., *Podręcznik chorób wewnętrznych*, Kraków 2012.

Traczyk W. Z., Trzebski A., *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, Warszawa 2015, wyd. 3.

Muszyńska, B., Rojowski, J., Dobosz, K., Opoka, W. *MIR*, 2015, 4, 105.

Wenger, P., Rusconi, Y. *Helv. Chim. Acta*, 1943, **26**, 2263-2264.

Mapa pojęć

Polecenie 1

Kto odkrył tal? Który z izotopów talu znalazł zastosowanie w medycynie? Jakie są wady i zalety izotopu? Przeanalizuj grafikę interaktywną, a następnie na jej podstawie **stwórz własną mapę pojęć, rozpoczynając od słowa Tal**. Kolejno wykonaj ćwiczenia sprawdzające.

Silnie toksyczne właściwości talu - mapa interaktywna

Źródło: Muszyńska, B.; Rojowski, J.; Dobosz, K.; Opoka, W.; *MIR*, 2015, 4, 180-185; oraz en.wikipedia.org, domena publiczna.

Stwórz własną mapę pojęć

o Tal

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

■

Ćwiczenie 1

Który z izotopów talu znalazł zastosowanie w medycynie ze względu na wysoką toksyczność, brak smaku, zapachu oraz koloru jego soli? Zaznacz prawidłową odpowiedź.

^{202}Tl

^{203}Tl

^{204}Tl

^{201}Tl

Ćwiczenie 2

Wymień cechy talu, które sprawiły, że znalazł on zastosowanie jako zabójcza trucizna.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Ile wynosi okres półtrwania izotopu ^{201}Tl ? Zaznacz poprawną odpowiedź.

15 dni

7 dni

10 dni

12 dni

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Wskaż, jakie stopnie utlenienia przyjmuje tal.

I, II, III

I, II, V

I, III, V

I, III

Ćwiczenie 2



Wskaż, do czego stosowano sól talu, Tl_2SO_4 .

jako środek na grypę

jako środek grzybobójczy

jako środek gryzoniobójczy

jako środek owadobójczy

Ćwiczenie 3



Które z poniższych objawów są spowodowane przez zatrucie związkami talu? Wskaż prawidłowe odpowiedzi.

Dystrofia paznokci Ogromny ból Problemy z chodzeniem Łysienie Wypadanie zębów
Łamliwość kości

Ćwiczenie 4



Zaznacz właściwości fizyczne talu.

podobny z wyglądu do ołowiu

miękki metal

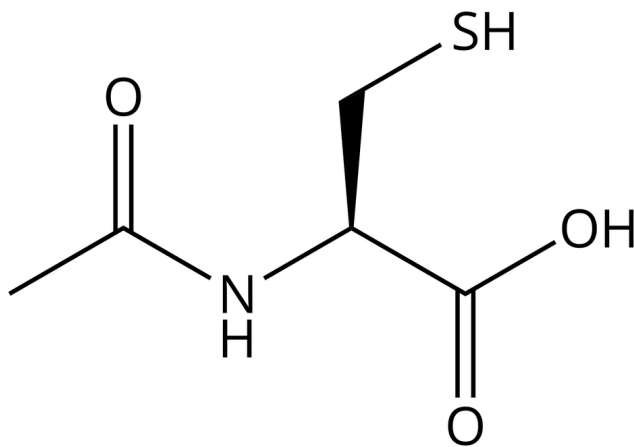
posiada matową powierzchnie

srebrzysto-niebieski metal

Ćwiczenie 5



Wskaż informacje prawdziwe dla przedstawionego związku chemicznego.



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

Związek zwiększający wchłanianie talu

Lek stosowany na zatrucia talem

N-acetylocysteina

Pochodna aminokwasu

Ćwiczenie 6



Wskaż metody detekcji związków talu.

Reakcja talu z siarczanem(VI) baru.

Reakcja talu z azotanem(V) sodu.

Absorpcja promieniowania o danej długości fali przez atomy talu.

Reakcja talu z azotanem(V) bizmutu(III) i jodkiem sodu.

Ćwiczenie 7



Odpowiedz, czy można wyleczyć człowieka zatrutego talem.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Wyjaśnij, dlaczego tal(I) może zastępować jony potasu w pompie sodowo-potasowej i jaki ma to wpływ na organizm człowieka.

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Maćkiewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Silnie toksyczne właściwości talu

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

- 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
- 2) wskazuje na związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływem na środowisko naturalne;
- 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną.

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:

- wymienia objawy zatrucia talem;
- określa działania biologiczne talu;
- omawia sposoby detekcji i leczenia zatrucia talem.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- eksponująca.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- dyskusja dydaktyczna;
- mapa pojęciowa;
- odgrywanie ról (sąd na talem);
- metoda lekcji odwróconej;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

A. Przed lekcją

Metoda lekcji odwróconej. Uczniowie tydzień czy dwa tygodnie przed lekcją (termin określa nauczyciel) dzielą się na grupy i będą wcielać się w odpowiednie role na lekcji: oskarżonych, sędziów, oskarżycieli, adwokatów, ławników, i dziennikarzy. Uczniowie przed lekcją przygotowują informacje dotyczące działania toksycznego talu (patrz opisane role w fazie realizacyjnej) wykorzystując wszelkie możliwe źródła informacji, w tym e-materiał oraz mapę pojęciową.

B. Podczas lekcji

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje i pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania: Na czym polegają właściwości toksyczne talu?

3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyjaśnia uczniom metodę, którą będą pracowali na lekcji, rozdaje niezbędne materiały biurowe potrzebne uczniom. Uczniowie siadają w grupach ustalonych przed lekcją.
2. Nauczyciel omawia role w jakie będą musieli się wcielić uczniowie podczas rozprawy sądowej:
 - OSKARŻENI - osoby stosujące substancje chemiczne zawierające pierwiastek tal
 - SĘDZIA (może to być skład 3-osobowy) - prowadzi proces, udziela głosu, wsłuchuje się w argumenty stron, aby wydać sprawiedliwy wyrok.
 - OSKARŻYCIEL - ustala argumenty świadczące o negatywnej roli talu i jego związków chemicznych.
 - ADWOKAT - poszukuje argumentów świadczących o pozytywnej roli talu i jego związków.
 - ŁAWNICY - słuchają argumentów obrońcy i oskarżyciela, ustalają swój końcowy werdykt i jego uzasadnienie.
 - DZIENNIKARZE - obserwatorzy procesu, którzy napiszą artykuł z przebiegu procesu sądowego, ocenią wystąpienia stron, ocenią wyrok sądu.
3. Nauczyciel podsumowuje i udziela informacji zwrotnej uczniom.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę wykonując zawarte w e-materiale „sprawdź się” ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom sklerotki. Prowadzący zajęcia rysuje na tablicy kieszeń, a obok niej zapisuje: *Co zabieram ze sobą?* Tutaj uczeń ma wpisać to, co wyniósł z zajęć, co do niego szczególnie przemówiło, co się spodobało lub co mu się przyda w przyszłości. Poniżej nauczyciel rysuje szufladę i białą plamę. Obok szuflady zapisuje: *Co mi się nie przyda?*, a obok białej plamy: *Czego zabrakło?* Poniższe rysunki uczeń wypełnia sklerotkami z zapisanymi krótkimi zdaniami, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 3. - Przypomniałem/łam sobie, że...
 4. - Co było dla mnie łatwe...
 5. - Dziś nauczyłam/łem się...
 6. - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – sprawdź się.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Multimedium może być wykorzystane przez ucznia w fazie przygotowania do lekcji.

Materiały pomocnicze:

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

- Jakie są źródła zanieczyszczeń talu?
- Jakie są najpopularniejsze sole talu?
- gdzie kumuluje się tal w organizmie człowieka?
- Do czego stosowane są/były związki talu?
- Na czym polega działanie toksyczne związków talu?
- Na czym polega detekcja zatrucia związkami talu?
- Jak można leczyć zatrucie talem?

2. Nauczyciel przygotowuje sklerotki (karteczki samoprzylepne), arkusze papieru A3/A4, mazaki.