



Metal, który jest ciecżą, czyli o właściwościach rtęci i jej zastosowaniach

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



Metal, który jest cieczą, czyli o właściwościach rtęci i jej zastosowaniach



Rtęć znana jest z takich zastosowań, jak wypełnienie termometrów, barometrów oraz manometrów.

Źródło: Franz von Duns, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

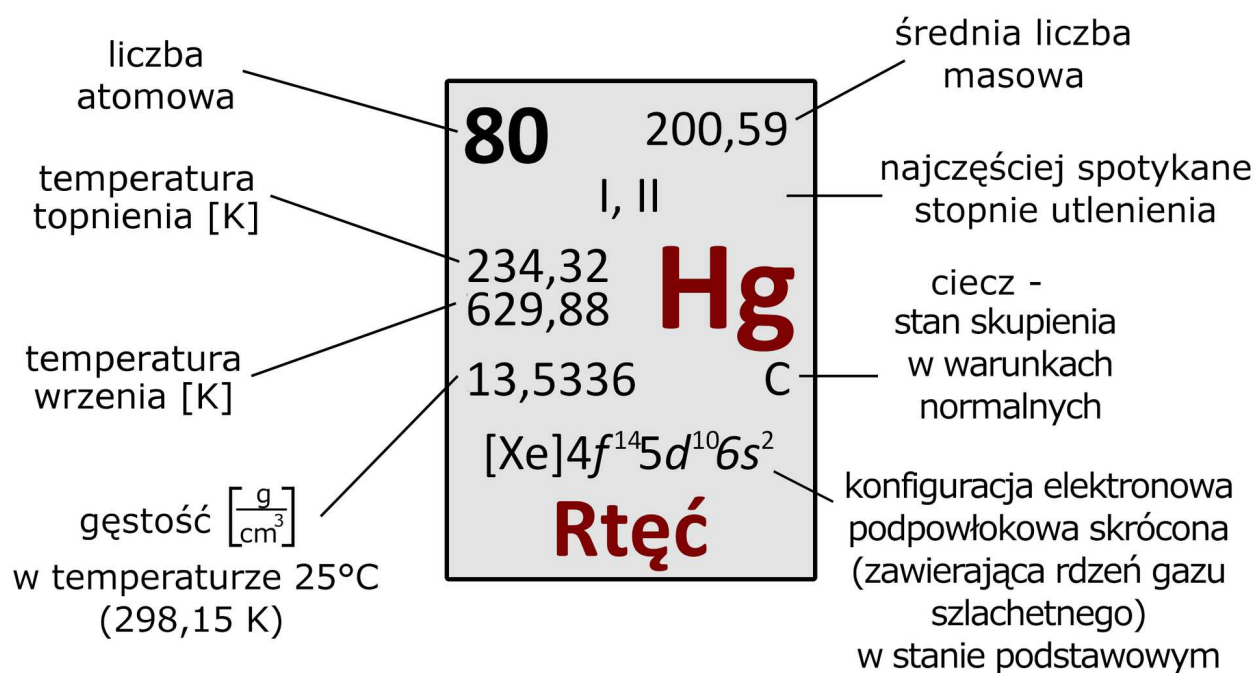
Czy wiesz, że rtęć to jedyny ciekły metal w temperaturze pokojowej? Nazywano ją żywym srebrem. Czy wiesz, że znana jest już od ponad 2000 lat p.n.e.? Miała znaczenie religijne w alchemii hinduskiej, której bóstwem był sziwa. Czy wiesz, że rtęci przypisywano właściwości przedłużania życia, leczenia złamań oraz utrzymywania człowieka w dobrym zdrowiu? Była nawet stosowana do mumifikacji. Czy wiesz, że średniowieczni alchemicy uważali ją za materię, z której powstały wszystkie metale? Czy wiesz, że używano jej także do produkcji maści i kosmetyków? Siarczek rtęci(II) był głównym składnikiem czerwonej farby, którą stosowano do szminek. Czy wiesz, że przedmioty z rtęci używane były w domach jako zabawki? Wiadomo, że jest to pierwiastek zanieczyszczający środowisko przyrodnicze. Jednak wciąż możemy znaleźć rtęć (w formie wolnej oraz związanej) w rolnictwie (pestycydy), w farmacji (np. thimerosal w szczepionkach dla dzieci), w elektronice czy w stomatologii.

Twoje cele

- Poznasz właściwości rtęci.
- Wymienisz zastosowania rtęci.
- Wskażesz źródła rtęci.
- Określisz, jakie związki rtęci oraz w jakiej formie są toksyczne.
- Poznasz sposoby postępowania w sytuacji rozlania rtęci.

Przeczytaj

Właściwości fizykochemiczne rtęci



Rtęć.

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

Rtęć jest ciężkim, srebrzysto-białym ciekłym metalem i jest substancją toksyczną.

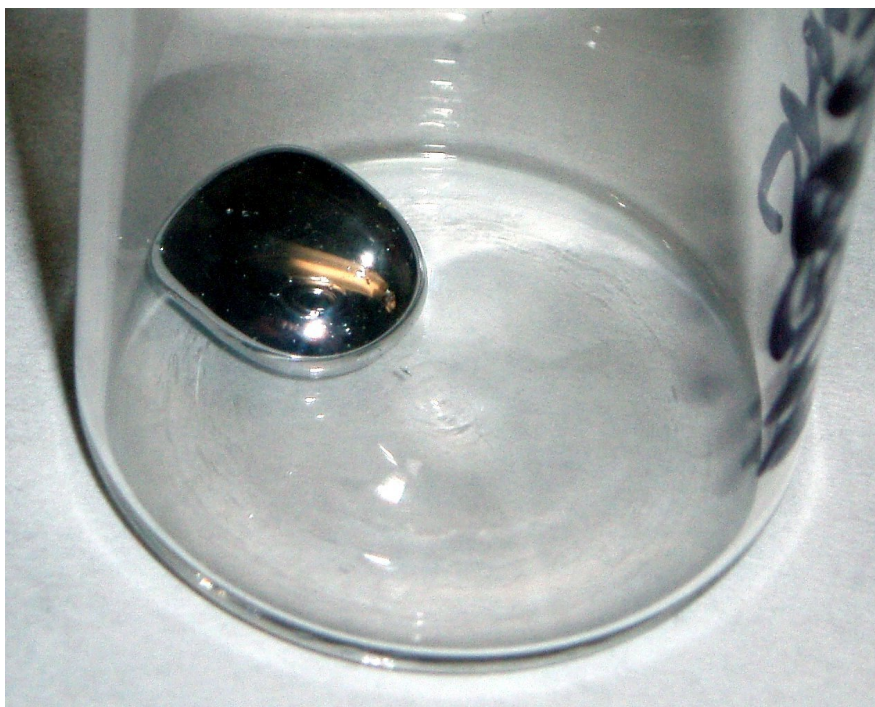


Piktogramy dotyczące rtęci. Od lewej:
- substancja toksyczna;

- substancja rakotwórcza;
- substancja szkodliwa dla środowiska.

Źródło: dostępny w internecie: <http://www.unece.org/>, domena publiczna.

W porównaniu z innymi metalami, jest słabym przewodnikiem ciepła, ale dobrym przewodnikiem elektryczności. Ma temperaturę krzepnięcia wynoszącą $-38,83^{\circ}\text{C}$ i temperaturę wrzenia o wartości $356,73^{\circ}\text{C}$. Zestalona rtęć jest plastyczna i ciągliwa, więc można ciąć ją nożem. Rtęć nie reaguje z większością kwasów, takich jak choćby rozcieńczony kwas siarkowy(VI). Chociaż kwasy utleniające, np. stężony kwas siarkowy(VI) i kwas azotowy(V) lub także woda królewska roztwarzają ją. Podobnie jak srebro, rtęć reaguje z atmosferycznym siarkowodorem, ale i z płatkami siarki, węglem aktywnym oraz sproszkowanym cynkiem. Te związki wykorzystuje się do pochłaniania jej oparów czy zebrania, gdy się rozlała. Rtęć rozpuszcza wszystkie metale z wyjątkiem żelazowców i platynowców. Złoto, srebro i cyna rozpuszczają się w niej, tworząc amalgamaty już w temperaturze pokojowej, a pozostałe metale w temperaturze podwyższonej. Rtęć jest tak gęsta (gęstość $13,5336 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$), że nawet ołów pływa po jej powierzchni. Jest 13,6 razy cięższa niż woda.



Rtęć

Źródło: A, dostępny w internecie: wikipedia.org, domena publiczna.

Rtęć w związkach chemicznych tworzy kationy rtęci(II) - Hg^{2+} , i rtęci(I) - Hg_2^{2+} , a także związki nieorganiczne (chlorki, azotany(V), siarczany(VI)) oraz bardzo dużą grupę związków metaloorganicznych (np. metylortęć, fenylortęć, dimetylortęć). Charakteryzują się różną aktywnością chemiczną, rozpuszczalnością i lotnością.

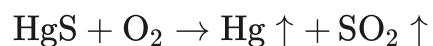


Zdjęcie przedstawia zdolność rtęci do wypierania ciężkich przedmiotów.

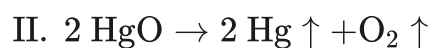
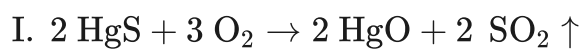
Źródło: Alby, dostępny w internecie: www.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Otrzymywanie rtęci

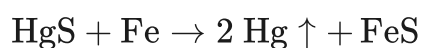
Rtęć otrzymuje się na skalę przemysłową poprzez ogrzewanie w obecności powietrza minerału o nazwie cynober, czyli siarczku rtęci(II):



Proces ten przebiega w dwóch etapach:



Inną metodą jest ogrzewanie HgS wobec reduktora, np. żelaza:



Występowanie związków rtęci w przyrodzie

W naturze rtęć występuje jako cynober, HgS . (Hg^{2+}). Jest bardzo ściśle związana z siarką, ale **wietrzenie** skały powoli uwalnia ją do środowiska. W węglu również są śladowe ilości rtęci. Połowa tego pierwiastka to wytwór człowieka. Największym źródłem emisji rtęci do powietrza atmosferycznego są procesy spalania paliw do wytwarzania energii elektrycznej i ciepła, np. spalanie węgla brunatnego czy węgla kamiennego. Jest ona naturalnym składnikiem zanieczyszczającym, obecnym w węglu w kilku formach, w którym większość jej związków występuje w połączeniu z siarką w postaci pirytu (FeS_2) oraz siarczku rtęci (HgS). Wulkany i pożary lasów są również jej źródłem. Fabryki chloru (w których stosuje się elektrolizery rtęciowe) czy kopalnie złota też przyczyniają się do jej uwolnienia. Rtęć nieorganiczna może zostać przekształcona przez bakterie w metaloorganiczny kation, znany jako metylortęć, CH_3Hg^+ , który bioakumuluje się w rybach, takich jak tuńczyk i miecznik.

Toksyczność rtęci

Za bezpieczną dawkę rtęci przyjęto 0,05 mg w 1 m³ powietrza. Długotrwały kontakt z tym pierwiastkiem prowadzi do choroby nazywanej „chorobą szalonych kapeluszników”. Nazwa wzięła się od stosowania rtęci do produkcji filcu na kapelusze – wszyscy je noszący, byli narażeni na jej opary.



Niegdyś związki rtęci stosowane były do produkcji filcu na kapelusze. **Ciekawostka** – Kapelusznik z *Alicji w Krainie Czarów* był prawdopodobnie wzorowany właśnie na postaci, która zatruta się tym pierwiastkiem. Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com/pl/, domena publiczna.

Długotrwały kontakt z rtęcią powodował kumulowanie się jej w organizmie, co wywoływało przewlekłe zatrucie, którego objawami były, m.in.: bezsenność, zawroty i bóle głowy, stany depresyjne, zaburzenia pamięci i koordynacji ruchów, osłabienie ostrości wzroku i słuchu, a także niestabilność emocjonalna, drżenie palców i ramion, nerwowość oraz halucynacje. Szczególną toksyczność wykazują organiczne związki rtęci – w ich przypadku nawet krótkotrwały kontakt ze skórą powoduje zatrucie organizmu. Spożycie pokarmów zatrutych rtęcią było przyczyną tragedii, takiej jak ta w Iraku w latach 1971-72, kiedy ok. 3000 ludzi zmarło po zjedzeniu pszenicy zatrutej właśnie związkami rtęci.



W Iraku, w latach 1971-72, ok. 3000 ludzi zmarło po spożyciu pszenicy zatrutej związkami rtęci.

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

Podobne wypadki (po spożyciu ryb) miały miejsce w Japonii, Gwatemali i Pakistanie. Takie zatrucie powoduje nieodwracalną, gwałtownie przebiegającą chorobę, kończącą się śmiercią po około 10 dniach. Rtęć metaliczna, podobnie jak [amalgamaty](#) i jej nierozpuszczalne sole, nie jest groźna dla zdrowia i po połknięciu zostałaby wydalona z organizmu. Toksyczne są opary metalicznej rtęci oraz jej rozpuszczalne związki. Jeżeli rtęć metaliczna dostanie się do środowiska wodnego, mikroorganizmy [metylują](#) ją i w ten sposób powstaje związek metaloorganiczny – dimetylortęć. Jest on rozpuszczalny w tłuszczach, a zarazem bardzo toksyczny i trwały – to główna postać rtęci, która przedostaje się do organizmów żywych i tam się kumuluje. Rtęć w postaci dimetylortęci była przyczyną kilku przypadków masowego skażenia środowiska. Ostre zatrucie parami rtęci wywołuje zapalenie płuc i oskrzeli, co prowadzi niekiedy do śmiertelnej niewydolności oddechowej. Innymi objawami są: krwotoczne zapalenie jelit, niewydolność krążenia, zapalenie błony śluzowej jamy ustnej. Uszkodzeniu ulegają również nerki i układ nerwowy. Przypadkowo rozlana rtęć powinna być starannie zebrana, a jej resztki

zneutralizowane przez zasypianie siarką, pyłem cynkowym lub specjalnym roztworem, jak np. 20% roztworem wodnego chlorku żelaza(III).

Zastosowania rtęci

Dzięki swoim właściwościom znalazła szereg zastosowań – przede wszystkim do produkcji chemikaliów przemysłowych lub w przypadku przemysłu elektrycznego i elektronicznego. Jest już jednak powoli wycofywana z innych użyć, ze względu na przepisy dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa. W niektórych zastosowaniach rtęć zastępowana jest mniej toksycznym, ale znacznie droższym stopem [galinstanu](#).



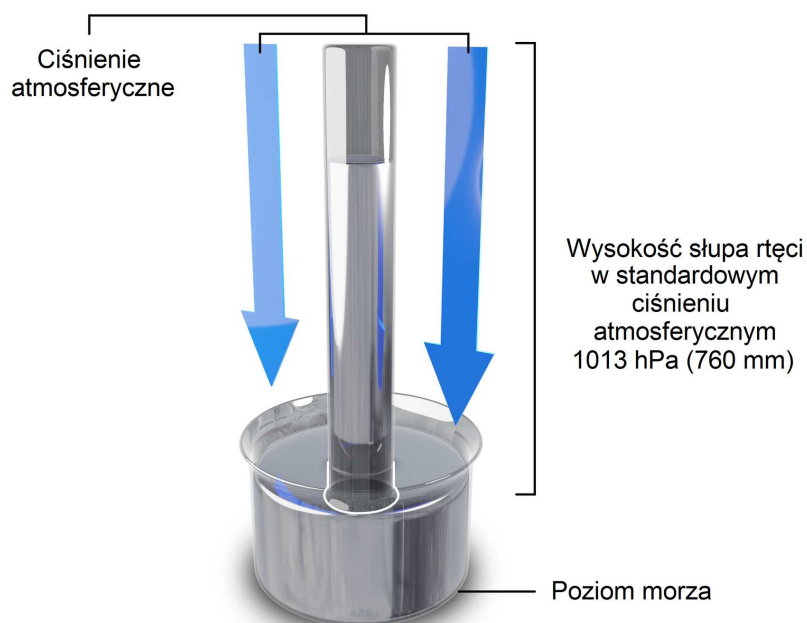
Dzięki temu, że jest mniej toksyczny niż rtęć, galinstan znalazł zastosowanie w produkcji termometrów.

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

Rtęć stosowana była jako wypełnienie termometrów, barometrów i manometrów. Służyła również jako składnik plomb amalgamatowych (w Polsce istnieje zakaz korzystania z nich przypadku dzieci, kobiet w ciąży oraz matek karmiących). Obecnie bierze udział w wydobywaniu złota i srebra dzięki swojej łatwości tworzenia amalgamatów z tymi metalami, ale także w produkcji materiałów wybuchowych czy środków dezynfekcyjnych. Opary rtęci wykorzystuje się jako źródło promieniowania ultrafioletowego – m.in. w solariach. Jest przydatna do wyrobu elektrod czy jako środek ochrony roślin.

Rtęć w termometrach i barometrach

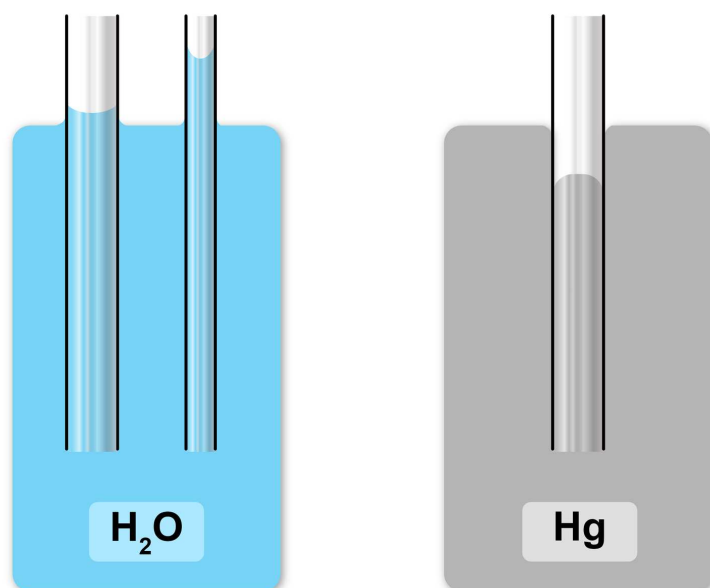
Właściwości rtęci pozwalają na jej zastosowanie w miernikach poziomu wody oraz ciśnienia i wysokich temperatur.



Zasada działania termometru rtęciowego

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

Zaletami rtęci stosowanej w termometrach jest niska temperatura krzepnięcia i wysoka temperatura wrzenia, dlatego termometr działa w szerokich zakresach temperatur. Ponadto zależność **rozszerzalności** (zmiana objętości rtęci) w reakcji od zmian temperatury jest liniowa. Rtęć nie wywiera **siły kapilarnej** na rurkę w termometrze, nie zwilża jej powierzchni, a tym samym nie tworzy się menisk dolny jak w przypadku wody.



Zdjęcia przedstawiające porównanie zjawiska kapilarnego dla rtęci i wody względem powierzchni polarnej, takiej jak szkło. Dla szklanej kapilary umieszczonej w ciekłej rtęci menisk jest wypukły, a poziom cieczy wewnątrz rurki jest niższy niż poziom cieczy na zewnątrz rurki. W przypadku wody obserwuje się menisk wklęsły, ponieważ woda silnie przylega do polarnej powierzchni szkła, podczas gdy rtęć, która nie przylega do szkła, posiada menisk wypukły.

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

Niestety rtęci nie można użyć w **termografach**, ze względu na jej wolną reakcję na temperaturę. Z kolei termometry rtęciowe w praktyce nie działają w temperaturze poniżej -390°C , a opary tego pierwiastka są przecież trujące (obecnie termometry rtęciowe są usuwane z użycia i już się ich nie produkuje).

Rtęć w katalizie

Właściwości katalityczne rtęci wykorzystywane są w procesie wytwarzania polimerów, chloru i sody kaustycznej oraz podczas wydobywania złota z rudy, ponieważ złoto rozpuszcza się w rtęci, tworząc amalgamat.

Rtęć w oświetleniu



Rtęć wykorzystywana jest w produkcji świetlówek.

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

Rtęć jest używana w stanie gazowym w lampach fluorescencyjnych. Przykładem może być tu **światłówka kompaktowa (CFL)**, która zużywa mniej mocy do generowania większej ilości światła i wytrzymuje dłużej niż tradycyjne żarówki. Ma jednak pewną wadę – w przypadku rozbicia szkła, może dojść do uwolnienia rtęci. Z tego pierwiastka korzysta się także w lampach rtęciowych (HQL) jako źródło światła imitującego promieniowanie słoneczne czy też emitującego UV. Często stosuje się je do oświetlania ulic i fabryk.

Rtęć w medycynie

Znalazła swoje miejsce w medycynie, chociaż dziś w znacznie mniejszym stopniu niż kiedyś. Rtęć jest składnikiem amalgamatów dentystycznych. Tiomersal (znany jako Thimerosal w Stanach Zjednoczonych) jest związkiem organicznym, stosowanym jako środek konserwujący w szczepionkach, ale już się odchodzi od tej techniki.

Co więcej, znanych jest kilkanaście radioaktywnych izotopów rtęci. Izotopy rtęć-197 i rtęć-203 są wykorzystywane w badaniu mózgu i nerek za pomocą scyntygrafii.

Ciekawostka

Rtęć przez kilka wieków (XV-XX w.) przydawała się w leczeniu kiły (*Syphilis*). Jedną z popularniejszych terapii wyglądała tak, że chorego nacierano maścią rtęciową i poddawano go działaniu wysokich temperatur poprzez sadzanie pacjenta w łaźni

parowej. W czasie tej terapii, chory przebywał w toksycznych oparach rtęci przez kilka tygodni. Istniały także terapie działające od wewnątrz – podawane były syropy rtęciowe i przeprowadzane były lewatywy.



Tiomesal, organiczny związek rtęci, jest wykorzystywany jako konserwujący składnik szczepionek.

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

Rtęć w dezynfekcji

Metylortęć (CH_3Hg) używana jest w **fungicydach** i **pestycydach**, stąd małe ilości tego pierwiastka znajdują się w warzywach, owocach i ziarnach. Główną drogą ich wchłaniania z żywności jest przewód pokarmowy. Z kolei chlorek rtęci(II) (HgCl_2) to znany środek dezynfekujący, **insektycyd**.



Związki rtęci wchodzą w skład niektórych pestycydów i fungicydów.

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

Rtęć w pirotechnice

Jest surowcem stosowanym do produkcji środków wybuchowych ze względu na swoje dobre właściwości fizykochemiczne. Dobrym przykładem będzie piorunian rtęci(II) (rtęć piorunująca) $\text{Hg}(\text{CNO})_2$, który był pierwszym środkiem wykorzystywanym do produkcji spłonek, czyli małego ładunku wybuchowego, inicjującego eksplozję właściwego materiału.

Słownik

termograf

przyrząd mierzący temperaturę i rejestrujący jej zmiany w funkcji czasu

aqua regia, woda królewska

mieszanina stężonego kwasu solnego i azotowego(V) w stosunku objętościowym 3:1; ma bardzo silne właściwości utleniające, roztwarza złoto, platynę, pallad i inne metale szlachetne oraz inne odporne chemicznie metale

galinstan

niskotopliwy stop eutektyczny galu, indu i cyny płynny w temperaturze pokojowej, zestala się w temperaturze około -20°C ; dzięki temu, że jest mniej toksyczny od rtęci, znajduje zastosowanie w termometrach zamiast rtęci; nazwa pochodzi z sylab łacińskich nazw metali składowych: galium, indium, stannum

fungicydy, środki grzybobójcze

(łac. *fungus* „grzyb”, *caedo* „zabijam”) związki chemiczne (najczęściej związki organiczne siarki i miedzi) mające zastosowanie w zwalczaniu grzybów atakujących rośliny

rozszerzalność cieplna, rozszerzalność termiczna)

właściwość fizyczna ciał polegająca na zwiększaniu się ich długości (rozszerzalność liniowa) lub objętości (rozszerzalność objętościowa) w miarę wzrostu temperatury

siły kapilarne

wypadkowa dwóch sił: napięcia powierzchniowego cieczy i sił przylegania pomiędzy cieczą i ściankami

amalgamat

ogólna nazwa stopów metali, w których jednym z podstawowych składników jest rtęć; tworzy się poprzez rozpuszczenie innych metali w rtęci w warunkach otoczenia

metylowanie, metylacja

wprowadzanie grupy metylowej do cząsteczki substratu; jedna z reakcji alkilowania polegająca na reakcji czynnika metylującego z centrum nukleofilowym substratu

wietrzenie

rozpad mechaniczny i rozkład chemiczny skał wskutek działania energii słonecznej, powietrza, wody i organizmów

eutektyka

(gr. *eútēktos* „łatwo topliwy”) mieszanina eutektyczna; eutektyk; składnik strukturalny stopów, będący mieszaniną o stałym składzie chem. 2 lub więcej faz (w postaci czystych składników, roztworów stałych granicznych lub faz międzymetalicznych) powstających bezpośrednio z fazy ciekłej (o takim samym składzie)

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1987.

Friend J. N., *Człowiek i pierwiastki chemiczne*, Warszawa 1959.

Kabata-Pendias A., *Trace elements in soils and plants*, New York 2011.

Kabata-Pendias A., Mukherjee A. B., *Trace elements from soil to human*, Berlin 2007.

Pirrone N., Mason R., *Mercury Fate and Transport in the Global Atmosphere*, New York 2009.

Animacja

Polecenie 1

Rtęć jest metalem i jako jedyny spośród znanych pierwiastków metalicznych występuje w stanie ciekłym w temperaturze pokojowej. Czy wiesz, jakie właściwości ma ten metal? Czy potrafisz podać przykłady zastosowania rtęci? Zapoznaj się z animacją, a następnie wykonaj ćwiczenia.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1FyglqEz>

Animacja pt. „Rtęć – niezwykle metal”

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

Film nawiązujący do treści materiału związanej z rtęcią.

Ćwiczenie 1

Amalgamat to:

- ☐ minerał, w którym rtęć występuje naturalnie w przyrodzie.
- ☐ metoda wydobycia złota.
- ☐ stop rtęci z innymi metalami.
- ☐ kompleks rtęci z grupami -SH.

Ćwiczenie 2

Wskaż cechę dimetylortęci, która sprawiła, że Karen Wetterhahn uległa śmiertelnemu zatruciu tym związkiem.

☐ lipofilowość

☐ rozpuszczalność w wodzie

☐ wysoka lotność

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Który z poniższych związków chemicznych nosi nazwę "cynober"? Wskaż poprawną odpowiedź.

☐ HgCl_2

☐ Hg_2Cl_2

☐ HgS

☐ HgSO_4

Ćwiczenie 2



Wybierz poprawne dokończenia poniższego zdania.

Rtęć nie tworzy amalgamatów z:

☐ cynkiem.

☐ glinem.

☐ złotem.

☐ żelazem.

Ćwiczenie 3



Który z poniższych związków rtęci jest stosowany w pirotechnice? Wskaż poprawną odpowiedź.

☐ kalomel

☐ siarczek rtęci(II)

☐ siarczan(VI) rtęci(II)

☐ piorunian rtęci(II)

Ćwiczenie 4



Wskaż zalety lamp rtęciowych.

☐ niska toksyczność

☐ odporność na zniszczenie

☐ długa żywotność

☐ energooszczędność

Ćwiczenie 5



Bezpieczna dawka rtęci wynosi w 1 m³ powietrza. Długotrwały kontakt z rtęcią prowadzi do choroby zwanej . Kiedyś była ona stosowana do produkcji filcu na kapelusze, których posiadacze byli narażeni na jej opary. Długotrwały kontakt z rtęcią powodował , co wywoływało przewlekłe zatrucie w postaci szeregu uporczywych skutków ubocznych. rozpuszczalna jest w , dlatego jest bardzo toksyczna i trwała. To główna postać rtęci, która przedostaje się do organizmów żywych, odkładając się w nich, przez co jest jedną z niebezpiecznych form.

najbardziej 2 mg zmiany skórne wodzie kumulowanie się jej w organizmie
 siarczek rtęci(II) srebrzycy Dimetylortęć najmniej 0,05 mg tłuszczach
 "chorobą szalonych kapeluszników"

Ćwiczenie 6



Za pomocą którego z poniższych związków należy zebrać rozlaną rtęć, uniemożliwiając jej parowanie? Wskaż poprawną odpowiedź.

☐ za pomocą węgla.

☐ za pomocą soli kuchennej.

☐ za pomocą siarki.

☐ za pomocą cynku.

Ćwiczenie 7



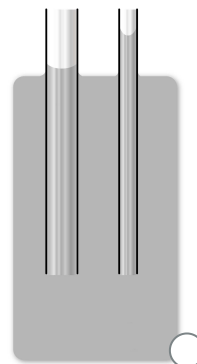
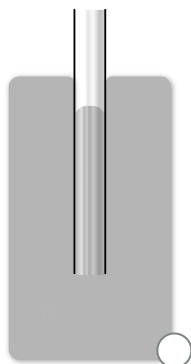
Wyjaśnij, jakie są wady stosowania rtęci w termografach.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 8



Która z grafik przedstawia menisk występujący w przypadku rtęci? Odpowiedź uzasadnij.



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

Odpowiedź:

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Marcin Maćkiewicz, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Metal który jest cieczą, czyli o właściwościach rtęci i jej zastosowaniach

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.

Wymagania szczegółowe

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

- 1) opisuje podobieństwa we właściwościach pierwiastków w grupach układu okresowego i zmienność właściwości w okresach;
- 2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego.

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:

- omawia właściwości rtęci;
- omawia zastosowania rtęci;
- wymienia źródła rtęci;
- określa toksyczność związków rtęci;
- wymienia sposoby neutralizowania toksyczności rtęci.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- World Cafe;
- dyskusja dydaktyczna;
- eksperyment chemiczny;
- kieszeń i szuflada;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- animacje;
- metoda lekcji odwróconej.

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.

Przed lekcją:

Metoda lekcji odwróconej. Nauczyciel informuje uczniów, co najmniej tydzień wcześniej, że wszyscy mają poszukać odpowiedzi w dostępnych źródłach informacji, w tym w e-materiale (również animację), na temat rtęci – właściwości i jej zastosowań. Nauczyciel podaje 5 pytań kluczowych: Jakie właściwości fizykochemiczne ma rtęć i jej związki? Jakie są źródła rtęci i jak się ją otrzymuje? Na czym polega toksyczność rtęci w stosunku do

organizmów stałocieplnych, w tym człowieka? Jakimi drogami rtęć dostaje się do środowiska? Gdzie rtęć znalazła zastosowanie?

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Nauczyciel wyjaśnia uczniom pracę metodą World Cafe, którą będą dziś pracowali.
2. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.
3. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

Faza realizacyjna:

1. Metoda World Cafe. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy, rozdaje arkusze papieru A2 z zapisanymi już pytaniami kluczowymi, mazaki. Uczniowie spośród siebie wybierają moderatora. Na początku pracy każda grupa ma przypisane już pytanie i opracowuje go – moderator wszystko zapisuje na arkuszu (planuje tak zapisy, żeby zostało wolne miejsce do wpisywania propozycji przez inne grupy). Uczniowie, podzieleni na kiluosobowe grupy, przemieszczają się pomiędzy stolikami, by przedyskutować wszystkie aspekty realizowanego tematu. Przy stolikach zostają na stałe tylko moderatorzy, którzy kierują rozmową i notują zgłaszane pomysły przez wszystkie grupy. Każda kolejna grupa pojawiająca się przy stoliku poznaje efekty pracy swoich poprzedników i bazuje na wygenerowanym przez nich materiale. Gdy komplet zagadnień zostanie przeanalizowany przez wszystkie grupy robocze, następuje podsumowanie dyskusji na forum klasy: moderatorzy prezentują na forum całokształt materiałów wypracowanych przy stolikach.
2. Eksperyment chemiczny – „Bijące serce rtęciowe”. Nauczyciel wybiera jednego ucznia do roli asystenta, który w jego obecności przeprowadzi eksperyment. Uczeń wybiera odpowiednie szkło, sprzęt laboratoryjny oraz odczynniki chemiczne i przeprowadza eksperyment wg instrukcji (patrz materiały pomocnicze). Po przeprowadzonym eksperymencie nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Dlaczego rtęć samoistnie zachowywała się jak bijące serce? Uczniowie w dyskusji poszukują odpowiedzi. Nauczyciel wspiera uczniów. Nauczyciel może wykorzystać film i wyświetlić uczniom na tablicy multimedialnej – link podany w materiałach pomocniczych.
3. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom karteczki samoprzylepne. 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 karteczkami samoprzylepnymi z zapisanymi krótkimi zdaniami, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Animacja może być wykorzystana podczas lekcji do zobrazowania wpływu podstawników aktywujących na przebieg reakcji chemicznej. Uczniowie mogą wykorzystać medium do samokształcenia, np. przed pracą kontrolną.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje karteczki samoprzylepne.
2. Nauczyciel przygotowuje arkusze papieru A2 z pytaniami kluczowymi oraz mazaki. Na każdym arkuszu powinno być napisane na samej górze wyraźnie jedno pytanie kluczowe: Jakie właściwości fizykochemiczne ma rtęć i jej związki? Jakie są źródła rtęci i jak się ją otrzymuje? Na czym polega toksyczność rtęci w stosunku do organizmów stałocieplnych, w tym człowieka? Jakimi drogami rtęć dostaje się do środowiska? Gdzie rtęć znalazła zastosowanie?
3. Doświadczenie chemiczne: „Bijące serce rtęciowe” – link:
<http://chemvlog.pl/32-bijace-serce-rteciowe/%3Cbr%3E> z dn. 17.05.2021.

Szkło i sprzęt laboratoryjny: parownica, pipety, bagietka szklana, stalowy gwóźdź.

Odczynniki chemiczne: roztwór kwasu siarkowego(VI) H_2SO_4 , roztwór manganianu(VII) potasu KMnO_4 , kuleczka rtęci.

Instrukcja wykonania:

- Umieść niewielką ilość rtęci (mała kulka) w parownicy.
- Do rtęci dodaj roztwór kwasu siarkowego(VI), celem jej rozpuszczenia, wymieszaj bagietką szklaną.
- Umieść gwóźdź w parownicy tak, żeby jego koniec dotykał rtęci.
- Dodaj do parownicy kilka cm^3 roztworu manganianu(VII) potasu.
- Dodawaj po kilka cm^3 (porcjami) roztworu kwasu siarkowego(VI) do parownicy.
- Obserwuj zachodzące zmiany (zachowanie rtęci).
- Można gwóździem poruszać kulkę rtęciową i obserwować dalej.

4. Karty charakterystyki substancji chemicznych.