

Czy wszystkie atomy tego samego pierwiastka są identyczne?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Film edukacyjny
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela

Bibliografia:

- Źródło: Bielański A, *Podstawy Chemii Nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2010.
- Źródło: Martin Chaplin, *Water Properties (including isotopologues)*, dostępny w internecie: www1.lsbu.ac.uk [dostęp 3.08.2019].



Czy wszystkie atomy tego samego pierwiastka są identyczne?

Czy ciężka woda jest obojętna dla naszego zdrowia, czy jednak szkodliwa?
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Bitwa o tzw. ciężką wodę była jedną z przyczyn II Wojny Światowej. Alianci podejrzewali, że uczeni niemieccy budują bombę atomową i w tym celu mieli wykorzystać ciężką wodę, którą zdobyli w zakładach chemicznych Norsk Hydro w Norwegii. Znasz ten fragment historii? Czy wiesz, co to jest ciężka woda? Czy naprawdę jest cięższa od tej „zwykłej”? Czy jej właściwości fizyczne i chemiczne są takie same? Jak ją otrzymać? I czy obecnie ma zastosowanie, a jeżeli tak, to do czego?

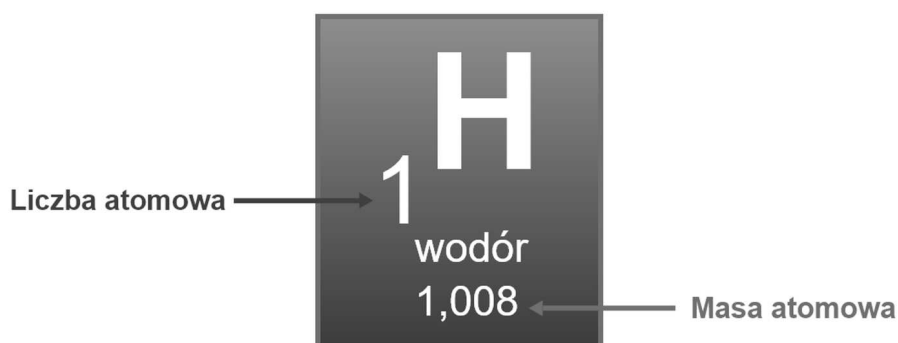
Twoje cele

- Porównasz budowę atomów różnych pierwiastków.
- Poznasz budowę izotopów tego samego pierwiastka.
- Omówisz różnice między właściwościami fizycznymi izotopów danego pierwiastka.
- Poznasz budowę izotopów wodoru.

Przeczytaj

Co określa liczba atomowa?

Popatrz na fragment układu okresowego dotyczącego wodoru. Jakie informacje możesz z niego odczytać?



Wodór jest pierwiastkiem o liczbie atomowej równej 1.

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

Liczba atomowa danego pierwiastka informuje nas o:

- miejscu danego pierwiastka w układzie okresowym;
- ilości **protonów** w jądrze;
- ilości elektronów w chmurze elektronowej atomu pierwiastka.

Ważne!

Pamiętaj jednak, że z układu okresowego nie odczytasz, ile **neutronów** ma dany atom, ponieważ o przynależności atomu do danego pierwiastka decyduje liczba protonów w jądrze atomowym (liczba atomowa). W definicji pierwiastka nie ma określonej liczby neutronów, dlatego też atomy danego pierwiastka mogą różnić się liczbą neutronów w jądrze.

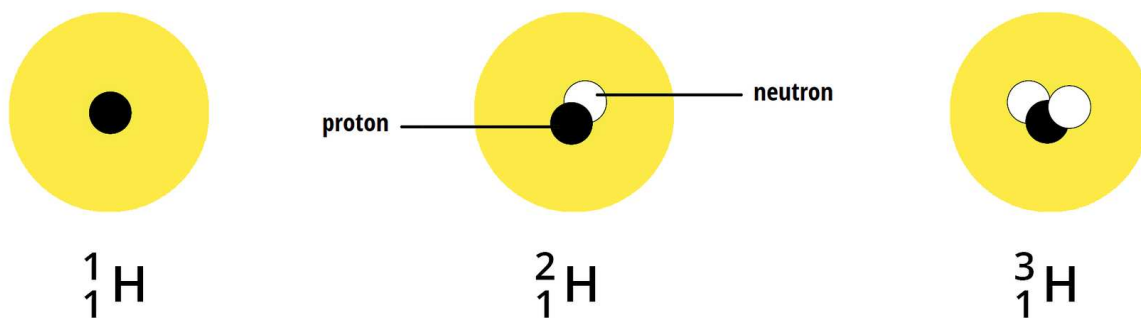
Ważne!

Liczba masowa jest sumą nukleonów, czyli sumą protonów i neutronów w jądrze atomu.

Masa atomowa (względna) wyrażana jest w jednostce zwanej unitem. Unit (u) równoważny jest $\frac{1}{12}$ masy atomu węgla ^{12}C . Wartość 1 u odpowiada $1,66 \cdot 10^{-24}$ g.

Czy wszystkie atomy wodoru są tak samo zbudowane?

W przypadku wodoru występują trzy rodzaje atomów; 99,974% atomów wodoru posiada w jądrze tylko 1 proton – ich liczba masowa wynosi 1. Za pomocą symboli zapisujemy ten atom jako ^1_1H , czasami dla atomów tej odmiany wodoru stosuje się nazwę [prot](#). Natomiast 0,016% atomów wodoru ma w jądrze 1 proton i 1 neutron – ich liczba masowa wynosi 2. Atomy te nazywa się „ciężkim wodorem” lub [deuterem](#). Mają one nawet swój symbol chemiczny D, ale stosuje się też zapis ^2_1H lub wodór-2. Śladowe ilości atomów wodoru mają w jądrze 1 proton i 2 neutrony – ich liczba masowa wynosi 3. Atomy te nazywa się [trytem](#), a ich symbol chemiczny to T lub stosuje się zapis ^3_1H , wodór-3. Na ilustracji poniżej przedstawiono rodzaje atomu wodoru.



Rodzaje atomu wodoru

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie www.pl.wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Atomy, które mają taką samą liczbę protonów w jądrze, ale różną liczbę neutronów, nazywamy izotopami. Nazwa ta pochodzi z greckiego (*izo* „taki sam”, *topos* „miejsce”), ponieważ atomy izotopów zajmują to samo miejsce w układzie okresowym.

Izotop	${}^1_1\text{H}$	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$
Nazwa	Prot	Deuter	Tryt
Symbol	H	D	T

Jakimi właściwościami różnią się izotopy danego pierwiastka?

Izotopy tego samego pierwiastka mają zbliżone własności fizyczne. Jednak im większa jest różnica mas atomowych izotopów (co ma miejsce np. w przypadku wodoru), tym większe mogą być różnice ich własności fizycznych. Izotopy nie różnią się właściwościami chemicznymi.

Należy pamiętać, że aby badać zmiany stanów skupienia czy gęstości, musi występować pewien zbiór atomów czy też izotopów. Niemożliwe jest badanie właściwości dla pojedynczego nuklidu.

Izotopy danego pierwiastka mogą się różnić:

- temperaturą wrzenia;
- temperaturą topnienia;
- temperaturą sublimacji;
- gęstością.

Czy znasz wyżej wymienione pojęcia? Sprawdź się, podając definicję, a następnie, odsłaniając kolejne karty.

temperatura wrzenia	Temperatura, w której ciśnienie powstającej pary jest równe ciśnieniu otoczenia. Parowanie następuje w całej objętości cieczy.
temperatura topnienia	Temperatura, w której następuje przemiana fazowa z stanu stałego na stan ciekły
temperatura sublimacji	Temperatura, w której następuje przemiana fazowa ze stanu stałego (kryształu) na stan gazowy.
gęstość	Stosunek masy pewnej ilości substancji do zajmowanej przez nią objętości.

Izotopy wodoru różnią się liczbą **nukleonów**. Różnica mas pomiędzy izotopami wodoru jest bardzo duża – atom deuteru ma masę dwukrotnie większą od masy atomu protu, a tryt – aż trzykrotnie. Wpływ zmiany masy atomowej na właściwości tych izotopów zamieszczono w tabeli poniżej.

Izotop	Symbol	Temperatura topnienia X_2 [K]	Temperatura wrzenia X_2 [K]
--------	--------	------------------------------------	----------------------------------

Izotop	Symbol	Temperatura topnienia X_2 [K]	Temperatura wrzenia X_2 [K]
Prot	H	13,957	20,39
Deuter	D	18,73	23,67
Tryt	T	20,62	25,04

Źródło: Bielański A, *Podstawy Chemii Nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2010.

Cząsteczki **ciężkiej wody** (D_2O) mają masę cząsteczkową większą o 2 u od cząsteczek wody H_2O , co powoduje jej większą gęstość. Dzięki tej właściwości można oddzielać wodę ciężką od „zwykłej” poprzez wirowanie.

Parametr	D_2O	HDO	H_2O
Temperatura krzepnięcia [$^{\circ}C$]	3,82	2,04	0,00
Temperatura wrzenia [$^{\circ}C$]	101,42	100,74	100
Gęstość [$\frac{g}{cm^3}$] ($25^{\circ}C$, 1000 hPa)	1,104	1,051	0,997
pH [w $25^{\circ}C$]	7,41	7,27	7,00

Źródło: Martin Chaplin, *Water Properties (including isotopologues)*, dostępny w internecie: www1.lsbu.ac.uk [dostęp 3.08.2019].

Ciężka woda występuje naturalnie w przyrodzie. W normalnej wodzie znajduje się ok. 115 ppm wody ciężkiej. W tych stężeniach jest nieszkodliwa dla organizmów, jednak badania eksperymentalne wykazały, że wysokie stężenia D_2O mogą prowadzić do bezpłodności, a nawet śmierci organizmów żywych.

Ciekawostka

Większość pierwiastków ma kilka izotopów, ale istnieją również takie, które mają tylko jeden stabilny izotop.

Mapa myśli pt. „Pierwiastki posiadające jeden stabilny izotop”

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

Słownik

prot

nazwa izotopu wodoru, który posiada jeden proton w jądrze atomowym

deuter

nazwa izotopu wodoru; w jądrze atomu ma jeden proton i jeden neutron; został odkryty w 1931 r. przez H. C. Urey'a, chemika z Uniwersytetu Columbia – za to odkrycie otrzymał nagrodę Nobla z chemii w 1934 r.; występuje naturalnie w ilości ok. 1 atomu na 7000 atomów protu (wodoru zwykłego, ^1H)

tryt

nazwa izotopu wodoru; w jądrze atomu ma jeden proton i dwa neutrony

izotop

atomy tego samego pierwiastka chemicznego, mające jednakową liczbę protonów, lecz różne liczby neutronów

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 2012.

Drabik L., Sobol E., *Słownik języka polskiego*, Warszawa 2007.

Loretta J., Atkins P. W., Laverman L., *Chemia ogólna*, Warszawa 2020.

Film edukacyjny

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem edukacyjnym i odpowiedz pytania:

Trwa wczytywanie danych ..

***CZY WSZYSTKIE ATOMY TEGO SAMEGO
PIERWIASTKA SĄ DOKŁADNIE TAKIE SAME?***

opowiada dr Jacek Patkowski

Film dostępny pod adresem </preview/resource/R1DpGHPijnXkO>

Film edukacyjny pt. „Czy wszystkie atomy tego samego pierwiastka są identyczne?”

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

Film nawiązujący do treści materiału – dotyczy opisu budowy atomów – protonów, neutronów i elektronów oraz izotopów tego samego pierwiastka.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



100 g wody zwykłej zajmuje objętość około 100 cm^3 , podczas gdy ta sama masa wody ciężkiej mieści się w ok. $90,5 \text{ cm}^3$. Wyjaśnij, dlaczego taka sama masa wody ciężkiej i „zwykłej” ma inną objętość.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Uzupełnij poniższe zdania.

Zbiory atomów o takiej samej ilości , czyli o takiej samej ,
lecz różnej ilości , czyli różnej noszą nazwę
.

Nuklidy to atomowe o określonej liczbie protonów i .

Jednym z najpopularniejszych pierwiastków posiadających trzy izotopy jest
. Są to , oraz -
ułożone kolejno wraz ze wzrostem liczby neutronów.

Zarówno izotopy, jak i ich związki różnią się właściwościami .

Woda, zawierająca deuter zamiast protu, ma gęstość i
temperaturę wrzenia.

Ćwiczenie 3



Tzw. wody radonowe to wody mineralne, które zawierają niewielkie ilości nietrwałego pierwiastka promieniotwórczego radonu (a konkretnie jego izotopu ^{222}Rn) i produkty jego rozpadu promieniotwórczego. Mają one zastosowanie w leczeniu chorób układu krążenia, układu ruchu, schorzeń neurologicznych, ginekologicznych, układu pokarmowego, chorób skóry i niektórych chorób przemiany materii. Stosuje się je do kuracji leczniczych w wielu polskich uzdrowiskach, np. w Łądku-Zdroju. Opisz budowę izotopu radonu-222.

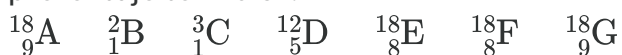
Opisz budowę izotopu radonu.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



Poniżej przedstawiono nuklidy pierwiastków. Określ, jaką liczbę pierwiastków chemicznych prezentuje ten zbiór?



3

5

2

4

Ćwiczenie 5



Poniżej przedstawiono atomy siarki. Odpowiedz, czym różnią się te atomy.

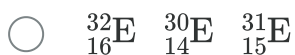
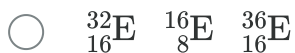
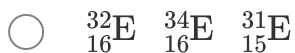
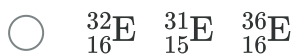
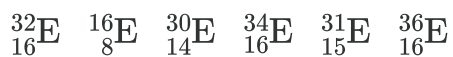


Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



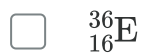
Wśród podanych nuklidów wskaż zbiór, których jądra atomowe zawierają taką samą liczbę neutronów.



Ćwiczenie 7



Wskaż nuklidy będące izotopami.



Ćwiczenie 8



W archeologii, w celu określenia, z jakiego okresu pochodzi dane znalezisko, stosuje się izotop węgla C-14. Powstaje on w wyniku przemian promieniotwórczych z atomu azotu pod wpływem promieniowania kosmicznego w wyższych partiach atmosfery. Analogicznie, jak w przypadku węgla C-12, również węgiel C-14 utlenia się do CO₂, który w procesie fotosyntezy/asymilacji trafia do organizmów roślinnych, a potem zwierzęcych. Tam obieg zarówno węgla C-12, jak i C-14 jest stały. Jeśli roślina lub zwierzę umiera, to dopływ węgla C-14 zostaje przerwany. Od tego momentu następuje systematyczny ubytek izotopu promieniotwórczego (następuje jego rozpad). Okres półtrwania (okres, po którym zostaje połowa pierwotnej ilości atomów) dla C-14 wynosi 5730 lat.

Narysuj wykres półtrwania dla izotopu C-14. Załóż, że na początku były 64 mole atomów.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Tadeusz Moroń, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Czy wszystkie atomy tego samego pierwiastka są identyczne?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum, technikum – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

1) stosuje pojęcia: nuklid, izotop, mol i liczba Avogadra;

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:

- porówna budowę atomów różnych pierwiastków i tego samego pierwiastka.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja;
- film edukacyjny;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących;
- metoda kruszenia.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami i dostępem do internetu/smartfony, tablety;
- słuchawki;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica;

- rzutnik multimedialny;
- aplikacja Mentimeter;
- pisak/kreda.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytania: „Co oznacza termin „ciężka woda”? Jak ją otrzymać? Czy obecnie ma zastosowanie, a jeżeli tak, to do czego? Czy ciężka woda jest obojętna dla naszego zdrowia, czy szkodliwa?”
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów w odniesieniu do wyrażenia - budowa atomu. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z wykorzystaniem tabletów/smartfonów. Wyniki burzy mózgów można powiązać z pytaniem w pkt. 1 w fazie realizacyjnej.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji.

Faza realizacyjna:

1. W oparciu o układ okresowy pierwiastków chemicznych uczniowie na forum klasy starają się odpowiedzieć na pytanie: O czym mówi liczba atomowa? Nauczyciel podsumowuje dyskusję. Nawiązanie do fazy wstępnej i powiązanie budowy atomu z liczbą atomową.
2. Nauczyciel dzieli uczniów na dwie grupy zadaniowe (grup pracowniczych może być więcej w ramach jednego zadania):
 - I grupa – izotopy wodoru;
 - II grupa – właściwości różniące izotopy tego samego pierwiastka.Na podstawie informacji zawartych w układzie okresowym i w e-materiale uczniowie opracowują treści dotyczące izotopów. Nauczyciel, poprzez zadawanie pytań, egzekwuje wiedzę od uczniów. Powrót do burzy mózgów z fazy wstępnej i określenie różnicy w budowie atomów tego samego pierwiastka.

3. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek – pojęcie izotopów na różnych przykładach. Nauczyciel podsumowuje film na zakończenie.
4. Uczniowie samodzielnie tworzą w zeszytach notatkę z lekcji w postaci mapy myśli. Chętni uczniowie prezentują efekty swojej pracy na forum klasy.
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: Wyjaśnij, dlaczego taka sama masa wody ciężkiej i „zwykłej” mają inną objętość? Co oznacza pojęcie nuklid? O czym informuje liczba atomowa danego pierwiastka? Jakimi właściwościami różnią się izotopy danego pierwiastka chemicznego?
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 trudności...

Praca domowa:

Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując pozostałe zadania z e-materiału – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film edukacyjny może być wykorzystany zarówno do bieżącej lekcji, jak i lekcji dotyczącej zastosowań izotopów, czy reakcji promieniotwórczych. Uczeń może wykorzystać medium podczas przygotowywania się do zajęć.

Materiały pomocnicze:

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

- Wyjaśnij, dlaczego taka sama masa wody ciężkiej i „zwykłej” mają inną objętość?
- Co oznacza pojęcie nuklid?
- O czym informuje liczba atomowa danego pierwiastka?
- Jakimi właściwościami różnią się izotopy danego pierwiastka chemicznego?

2. Układ okresowy pierwiastków chemicznych.