




Sprawdzamy właściwości fizyczne tlenu cząsteczkowego

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium - I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Sprawdzamy właściwości fizyczne tlenu cząsteczkowego

Zielona zorza polarna nad Lyngen w Norwegii

Źródło: Ximonic (Simo Räsänen), dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY-SA 3.0.

Tlen jest trzecim najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem we wszechświecie. Jego atomy stanowią $\frac{2}{3}$ masy ludzkiego ciała, a cząsteczki tlenu są nam niezbędne do życia. Dlaczego nie możemy oddychać pod wodą, a ryby radzą sobie całkiem dobrze? Czy tlen rzeczywiście jest bezbarwny? Co czyni go tak wyjątkowym? Poznaj właściwości fizyczne tlenu – flagowego przedstawiciela grupy tlenowców.

Twoje cele

- Opiszysz właściwości fizyczne tlenu.
- Zaplanujesz eksperyment, na podstawie którego zbadasz wybrane właściwości fizyczne tlenu.
- Wyjaśnisz, w jaki sposób zwierzęta wodne wykorzystują tlen.

Przeczytaj

Jak zapewne pamiętasz ze szkoły podstawowej, tlen cząsteczkowy (O_2) stanowi około 21% objętościowych atmosfery Ziemi. Sam tlen jest też najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej.

Procentowa zawartość pierwiastków w skorupie ziemskiej (procent masy).

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

Przyjrzyj się układowi okresowemu. Jakie informacje o tlenie i jego atomach możesz wywnioskować na podstawie jego położenia w tym układzie?

liczba atomowa

masa atomowa

symbol

nazwa

1	2											13	14	15	16	17	18																		
1	H																He																		
	1,01																4,00																		
	wodór																hel																		
3	Li	4	Be											5	6	7	8	9	10																
	6,94		9,01											10,81	12,01	14,01	16,00	19,00	20,18																
	lit		beryl											bor	węgiel	azot	tlen	fluor	neon																
11	Na	12	Mg											13	14	15	16	17	18																
	22,99		24,31											26,98	28,09	30,97	32,07	35,45	39,95																
	sód		magnez											glin	krzem	fosfor	siarka	chlor	argon																
19	K	20	Ca	21	Sc	22	Ti	23	V	24	Cr	25	Mn	26	Fe	27	Co	28	Ni	29	Cu	30	Zn	31	Ga	32	Ge	33	As	34	Se	35	Br	36	Kr
	39,10		40,08		44,96		47,87		50,94		52,00		54,94		55,85		58,93		58,69		63,55		65,38		69,72		72,63		74,92		78,97		79,90		83,80
	potas		wapń		skand		tytan		wanad		chrom		mangan		żelazo		kobalt		nikiel		miedź		cynek		gal		german		arsen		selen		brom		krypton
37	Rb	38	Sr	39	Y	40	Zr	41	Nb	42	Mo	43	Tc	44	Ru	45	Rh	46	Pd	47	Ag	48	Cd	49	In	50	Sn	51	Sb	52	Te	53	I	54	Xe
	85,47		87,62		88,91		91,22		92,91		95,95		97,91		101,07		102,91		106,42		107,87		112,41		114,82		118,71		121,76		127,60		126,90		131,29
	rubid		stront		ittr		cyrkon		niof		molibden		technet		ruten		rod		pallad		srebro		kadm		ind		cyna		antymon		tellur		jod		ksenon
55	Cs	56	Ba	57-71	La-Lu	72	Hf	73	Ta	74	W	75	Re	76	Os	77	Ir	78	Pt	79	Au	80	Hg	81	Tl	82	Pb	83	Bi	84	Po	85	At	86	Rn
	132,91		137,33		lantanowce		178,49		180,95		183,84		186,21		190,23		192,22		195,08		196,97		200,59		204,38		207,2		208,98		208,98		209,99		222,02
	cez		bar		lanthanowce		hafn		tantal		wolfram		ren		osm		iryd		platyna		złoto		rtęć		tal		ołow		bielut		polon		astat		radon
87	Fr	88	Ra	89-103	Ac-Lr	104	Rf	105	Db	106	Sg	107	Bh	108	Hs	109	Mt	110	Ds	111	Rg	112	Cn	113	Nh	114	Fl	115	Mc	116	Lv	117	Ts	118	Og
	223,02		226,03		aktynowce		226,12		268,13		271,13		274,14		277,15		278,16		281,17		282,17		285,18		286,18		289,19		290,20		293,21		294,21		294,21
	frans		rad		aktynowce		rutherford		dubn		seaborg		boh		has		meitner		darmstadt		roentgen		kopernik		nihon		flerow		moskow		livermor		tenes		oganeson
		lantanowce																																	
		metale																																	
		niemetale																																	
		gazy szlachetne																																	
		nieokreślone																																	
		aktynowce																																	
		nieokreślone																																	

Układ okresowy pierwiastków

Źródło: GroMar Sp. z o.o., na podstawie Peter Atkins, Loretta Jones, Chemia ogólna Cząsteczki materia reakcje, 2016, Wydawnictwo PWN, licencja: CC BY-SA 3.0.

Tlen jest niemetalem. Liczba atomowa atomu tlenu wynosi 8, co oznacza, że atom tego pierwiastka posiada 8 protonów w jądrze atomowym oraz 8 elektronów na powłokach elektronowych. Ponieważ tlen leży w 2. okresie układu okresowego, to w stanie podstawowym elektrony w atomie tlenu poruszają się w obrębie dwóch

powłok elektronowych, oznaczanych symbolami K i L. Ponieważ pierwiastek ten jest ulokowany w 16. grupie układu okresowego, to powłoka K jest zapełniona 6 elektronami, nazywanymi elektronami walencyjnymi.

Ciekawostka

W powietrzu występuje kilka stabilnych izotopów tlenu: tlen-16 oraz śladowe ilości tlenu-17 i tlenu-18. Pozostałe izotopy tlenu (^{13}O , ^{14}O , ^{15}O , ^{19}O , ^{20}O , ^{21}O) są wytwarzane sztucznie i mają właściwości promieniotwórcze.

Ciekawostka

Alchemiczny duch świata

Kiedyś uznawano, że tlen został odkryty przez Carla Sheelega przed 1773, ale swego odkrycia nie opublikował on aż do 1777 roku. W tym czasie za odkrywcę tlenu uznawany był Joseph Priestley, który ogłosił swoje odkrycie dwa lata wcześniej.

Prawdopodobnie jednak tlen został odkryty już XVII wieku przez polskiego alchemika Michała Sędziwoja, który nazywał go „pokarmem żywota” i „duchem świata”. Sędziwój wiedział, że „pokarm żywota, ukryty w powietrzu” jest niezbędny do życia i że przedostaje się z powietrza do krwi. Otrzymał tlen w drodze rozkładu termicznego azotanu(V) potasu.

Stan skupienia

Oczywiste jest, że w warunkach normalnych O_2 jest bezbarwnym, bezwonnym gazem. Dowód możemy znaleźć dosłownie w powietrzu – jest ono bezbarwne, a gdyby wchodzący w skład tej mieszaniny gazowy tlen posiadał jakąś barwę, zapewne bylibyśmy w stanie ją zauważyć. Zadajmy sobie teraz istotne pytanie:

Skoro tlen jest gazem, czy istnieją warunki, w których jest cieczą lub ciałem stałym?

Polecenie 1

Poniżej przedstawiono [diagram fazowy](#) tlenu – wykres przedstawiający warunki (ciśnienie i temperaturę), w których badana substancja występuje w danym stanie skupienia. PK to tzw. punkt krytyczny – punkt końcowy krzywej współistnienia cieczy i pary. PT to punkt potrójny, opisuje warunki, w których substancja współistnieje w trzech stanach skupienia (stałym, ciekłym i gazowym). Na podstawie wykresu odczytaj temperatury wrzenia i krzepnięcia tlenu w warunkach ciśnienia normalnego (1 atm).

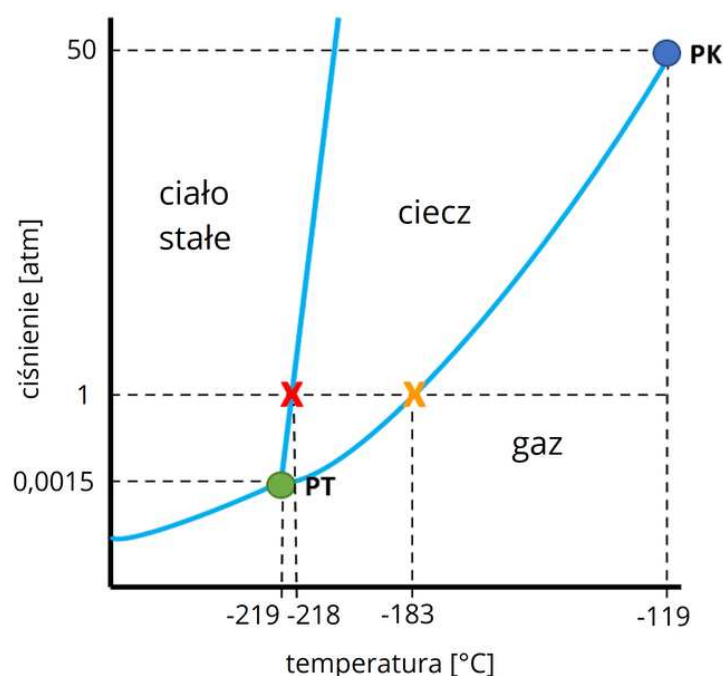


Diagram fazowy tlenu – skala nie została zachowana. 1 atm = 101325 hPa

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

Tlen cząsteczkowy może istnieć we wszystkich trzech stanach skupienia. Aby przeprowadzić gazowy tlen w inny stan skupienia, należy zapewnić odpowiednie warunki. Temperatura wrzenia tlenu pod ciśnieniem 1 atm wynosi około -183°C , a krzepnięcia -218°C .

Co ciekawe, ciekły tlen po raz pierwszy otrzymali profesorowie Uniwersytetu Jagiellońskiego, Zygmunt Wróblewski i Karol Olszewski, w 1883 roku.

Cechą charakterystyczną tlenu, jak i pozostałych tlenowców, jest zdolność do występowania w różnych postaciach molekularnych ([odmianach alotropowych](#)). Tlen w postaci gazowej może występować jako cząsteczki dwuatomowe O_2 lub jako ozon O_3 . W latach dziewięćdziesiątych dokonano odkrycia czteroatomowego tlenu O_4 , zwanego czerwonym tlenem.

Ciekawostka

Kolory tlenu i chemia błyskawicy

Ciekły i stały tlen są białoniebieskie. Jednak w ekstremalnie niskich temperaturach i odpowiednich warunkach ciśnienia, można otrzymać czysty tlen w kolorze różowym, pomarańczowym, czy nawet czerwonym do czarnego. Wzbudzone atomy tlenu odpowiadają za zielone i czerwone zorze polarne.

Błyskawice mogą rozrywać dwuatomowe cząsteczki tlenu na pojedyncze, wysoce reaktywne atomy. Te wchodzą w reakcje z innymi cząsteczkami O_2 , tworząc cząsteczki ozonu (O_3), który odpowiada za „zapach deszczu”. Błyskawice jonizują powietrze wokół siebie. Niebieskofioletowy kolor piorunów to konsekwencja emisji światła ze wzbudzonych atomów tlenu i azotu.



Błyskawice nad Flums w Szwajcarii

Źródło: Benjamin Stäubinger, dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, licencja: CC BY 2.0.

Rozpuszczalność tlenu w wodzie

Polecenie 2

Przeanalizuj poniższą krzywą rozpuszczalności gazów w wodzie. Czy cząsteczkowy tlen rozpuszcza się w wodzie. Czy potrafisz oszacować stopień rozpuszczalności tlenu w stosunku do innych gazów? Jak zmienia się jego rozpuszczalność pod wpływem temperatury?

Wykres zależności rozpuszczalności wybranych gazów (metanu, tlenu, wodoru oraz azotu) od temperatury

Tlen jest słabo rozpuszczalny w wodzie, ale rozpuszcza się w niej lepiej od azotu. Dodatkowo, jego rozpuszczalność zmniejsza się wraz ze wzrostem temperatury. Przypomnij sobie, co wpływa na rozpuszczalność substancji i odpowiedź na pytanie: Czy tlen lepiej rozpuszcza się w wodzie słodkiej, czy słonej (zakładając tę samą temperaturę)?

Tlen jest nieco lepiej rozpuszczalny w wodzie słodkiej niż słonej – na rozpuszczalność wpływa także zawartość innych substancji w wodzie. Ryby oddychają tlenem rozpuszczonym w wodzie. Podczas ruchu ryby, woda przepływa przez skrzela, co umożliwia rozpuszczonemu w niej tlenowi przedostawanie się do krwioobiegu zwierzęcia. Zwierzęta lądowe posiadają inne narządy do wymiany gazowej, które nie są przystosowane do pobierania rozpuszczonego w wodzie tlenu.

Inne wielkości fizyczne tlenu

Wielkości fizyczne ułatwiające przedstawienie zmian właściwości chemicznych pierwiastka w zależności od położenia w układzie okresowym to:

- **Promień atomowy** – promień atomu tlenu wynosi ok. 60 ppm; promień anionu tlenkowego O^{2-} jest większy niż promień atomu tlenu O (anion tlenkowy, przy takiej samej liczbie protonów, posiada większą liczbę elektronów niż atom tlenu).
- **Energia jonizacji** – ilość energii, jaką należy dostarczyć, aby oderwać elektron od obojętnego atomu. Kolejne energie jonizacji są coraz większe, pierwsza jest najmniejsza, ponieważ najłatwiej jest oderwać pierwszy elektron. Pierwsza energia jonizacji atomu tlenu wynosi $1313,9 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$, a druga $3388,3 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.
- **Powinowactwo elektronowe** – ilość energii, jaka się wydzieli podczas przyłączania elektronu do obojętnego atomu. Im większa jest wartość powinowactwa, tym łatwiej atom przyłącza elektrony. Wartość powinowactwa elektronowego atomu tlenu wynosi $141 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$.
- **Elektroujemność** – wielkość wprowadzona przez Paulinga. Jest to zdolność atomu do przyciągania ku sobie elektronów (własnych i obcych). Pierwiastki o największej elektroujemności znajdują się w prawym górnym rogu (pomijając gazy szlachetne) układu okresowego pierwiastków i mają charakter niemetalu. Według względnej skali elektroujemności Paulinga, elektroujemność tlenu wynosi 3,4.

Słownik

odmiana alotropowa

odmiana pierwiastka chemicznego, różniąca się właściwościami fizycznymi i chemicznymi; odmiany alotropowe pierwiastka mogą różnić się między sobą strukturą krystaliczną lub liczbą atomów w cząsteczce

diagram fazowy

wykres przedstawiający w jakich stanach skupienia występuje dana substancja w zależności od ciśnienia i temperatury

rozpuszczalność

maksymalna ilość substancji, jaka w danych warunkach ciśnienia i temperatury rozpuszcza się w 100 g rozpuszczalnika tworząc roztwór nasycony

Bibliografia

<https://sciencenotes.org/pure-oxygen-colors-including-red-and-black/> (dostęp: 12.05.2020)

<https://www.compoundchem.com/2018/07/31/thunderstorms/> (dostęp: 12.05.2020)

http://www1.lsbu.ac.uk/water/pure_water.html (dostęp: 13.05.2020)

Hassa R., Mrzigod A., Mrzigod J., *To jest chemia. Podręcznik dla szkół ponadgimnazjalnych. Zakres podstawowy*, Warszawa 2012.

<http://mlodyhydrolog.pl/bazawiedzy/baza/woda-to-zycie/19> (dostęp: 08.06.2020)

http://www.edupedia.pl/words/index/show/542907_slownik_chemiczny-diagram_fazowy.html (dostęp: 08.06.2020)

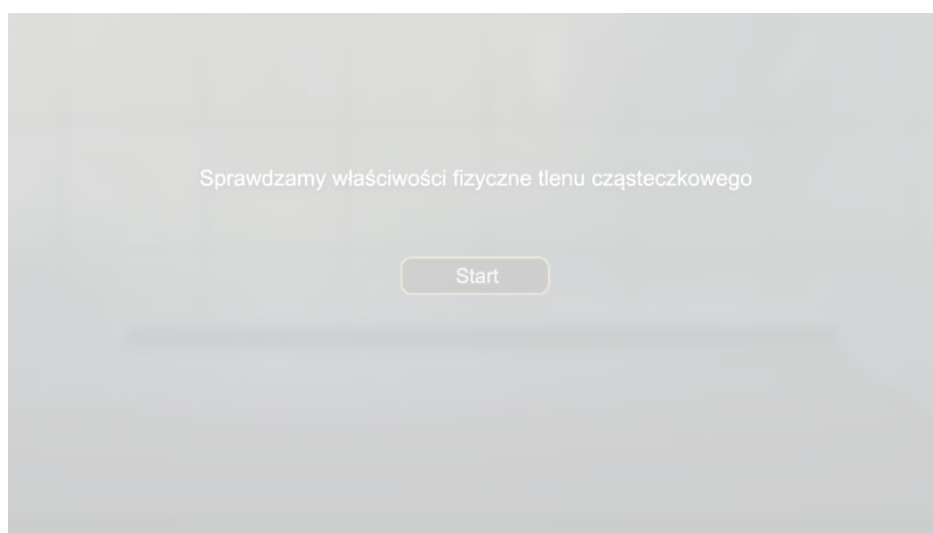
Litwin M., *To jest chemia 1. Chemia ogólna i nieorganiczna, podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum, zakres rozszerzony*, Warszawa 2012.

Hejwawoska S., *Odkrywamy na nowo. Chemia 1, podręcznik, zakres rozszerzony*, Gdynia 2012.

Wirtualne laboratorium – I

Laboratorium 1

Przeprowadź w wirtualnym laboratorium chemicznym doświadczenie na temat otrzymywania tlenu i badania jego właściwości fizycznych. Zapisz swoje obserwacje i wyniki oraz sformułuj wnioski. Spróbuj wykonać doświadczenie samodzielnie. Jeśli jednak będziesz mieć problemy, możesz skorzystać z instrukcji, która znajduje się pod znakiem zapytania w lewym górnym rogu ekranu wirtualnego laboratorium.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DYIAAiufI>

Wirtualne laboratorium pt. „Sprawdzamy właściwości tlenu cząsteczkowego”

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

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1

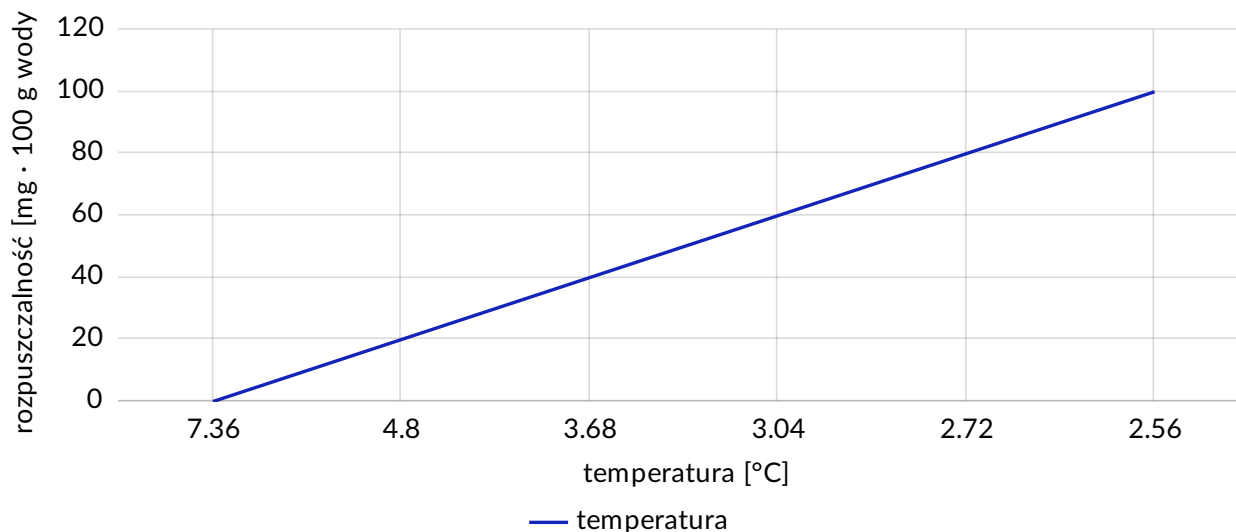


Zaznacz prawidłowe stwierdzenie. Może być więcej niż jedna poprawna odpowiedź.

- Odmiany alotropowe tlenu posiadają tyle samo atomów tlenu w cząsteczkach, ale różnią się sposobem ich połączenia.
- Jedną z odmian alotropowych tlenu jest ozon.
- Odmiany alotropowe tlenu różnią się między sobą m.in. liczbą atomów tlenu w cząsteczkach.
- Tlen w fazie gazowej występuje wyłącznie w formie cząsteczek O_2 .

Ćwiczenie 2

Przeanalizuj zamieszczoną poniżej krzywą rozpuszczalności tlenu w wodzie, a następnie oceń poprawność zamieszczonych pod nią stwierdzeń.



Stwierdzenie	Prawda	Fałsz
Wraz ze wzrostem temperatury rozpuszczalność tlenu w wodzie rośnie.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Stężenie tlenu w wodzie maleje wraz ze wzrostem temperatury.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roztwór, w którym w 100 g wody, w temperaturze 20 °C, rozpuszczono 4 mg tlenu, jest roztworem nienasyconym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roztwór, w którym w 100 g wody, w temperaturze 40 °C, rozpuszczono 3,68 mg tlenu, jest roztworem nasyconym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 3



Oblicz, ile moli tlenu rozpuszczone jest w wodzie wypełniającej akwarium o wymiarach $20 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 60 \text{ cm}$ w temperaturze 25°C , jeżeli rozpuszczalność tlenu wynosi $8,3 \frac{\text{mg}}{\text{dm}^3}$ wody. Wynik podaj z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



Na podstawie poniższego diagramu fazowego zaznacz, czy stwierdzenia są prawdziwe czy fałszywe.

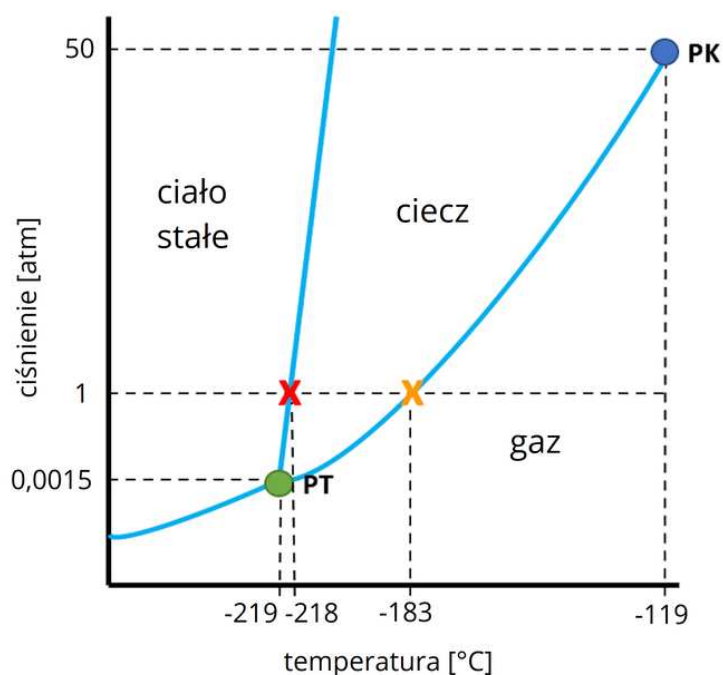


Diagram fazowy tlenu – skala nie została zachowana. 1 atm = 101325 hPa

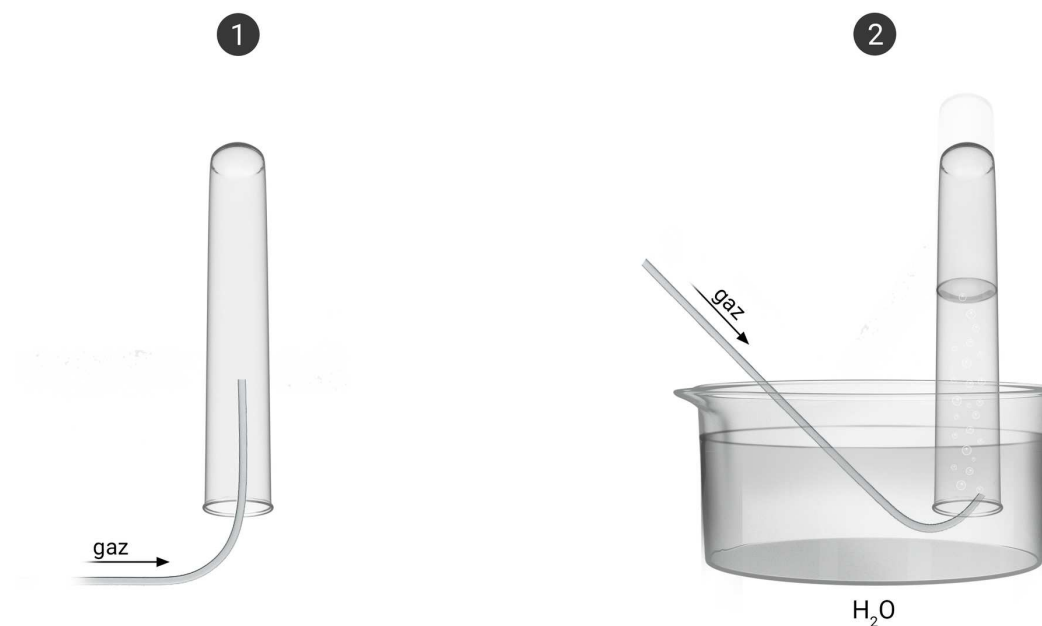
Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Ochładzając tlen pod stałym ciśnieniem 1 atm z temperatury -140°C do temperatury -190°C zachodzi proces sublimacji.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PT to punkt potrójny, opisuje warunki, w których substancja współistnieje w trzech stanach skupienia (stałym, ciekłym i gazowym).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PK to tzw. punkt krytyczny – punkt końcowy krzywej współistnienia cieczy i pary.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pod ciśnieniem mniejszym od 0,0015 atm i temperaturą niższą od -219°C tlen zawsze jest ciałem stałym.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Obniżenie ciśnienia z 1,1 atm do 0,5 atm w stałej temperaturze -183°C spowoduje przejście tlenu ze stanu ciekłego w stan gazowy.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ćwiczenie 5



Na poniższym rysunku przedstawione są dwa sposoby zbierania gazów.



Określ czy każdy z tych sposobów może zostać wykorzystany do efektywnego zebrania tlenu uzyskanego w laboratorium w warunkach pokojowych. Odpowiedź uzasadnij w oparciu o odpowiednie właściwości fizyczne tlenu.

Ćwiczenie 6



Oblicz gęstość tlenu w warunkach normalnych. Wynik podaj w $\frac{\text{g}}{\text{dm}^3}$ z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Zaprojektuj doświadczenie, dzięki któremu wykażesz, że tlen ma gęstość większą od gęstości powietrza. Opisz krótko plan na wykonanie doświadczenia, oczekiwane obserwacje i wynikające z nich wnioski.

Plan:

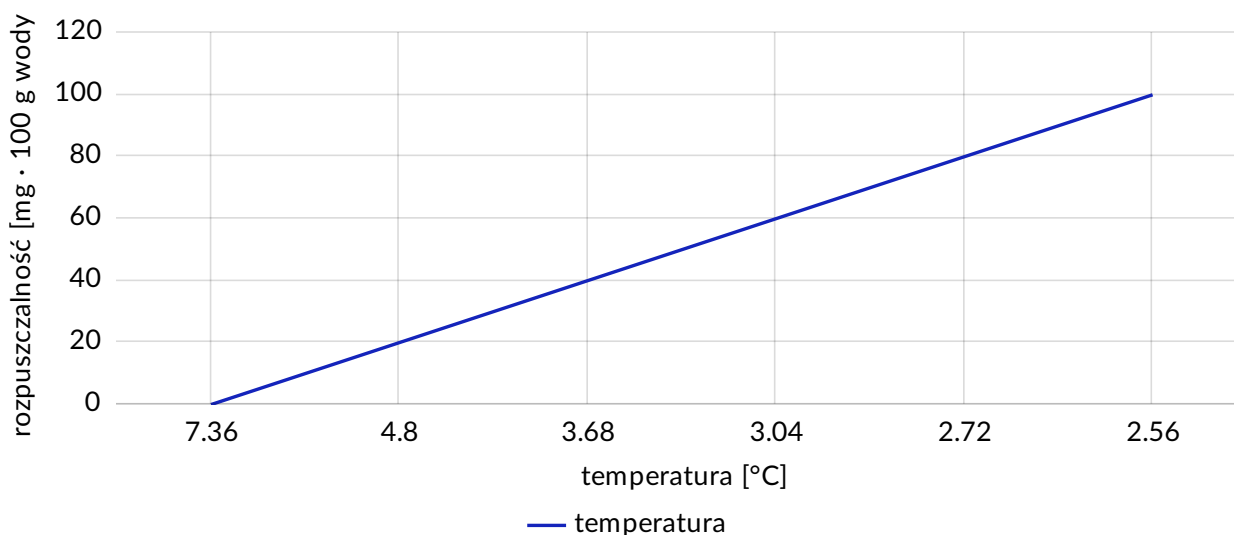
Obserwacje:

Wnioski:

Ćwiczenie 8



W temperaturze 60°C , przez 20 kg wody destylowanej przepuszczono 500 cm^3 tlenu (w przeliczeniu na warunki normalne). W oparciu o odpowiednie obliczenia ustal, czy cały wprowadzony do wody tlen uległ rozpuszczeniu.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Jak i ile razy zmieni się objętość zajmowana przez próbkę 7 moli tlenu, jeśli temperatura układu podniesiona zostanie z 0°C do 100°C , a wartość ciśnienia nie ulegnie zmianie?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Patrycja Leszczenko, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Sprawdzamy właściwości fizyczne tlenu cząsteczkowego.

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

II. Budowa atomu a układ okresowy pierwiastków. Uczeń:

3) wskazuje związek między budową elektronową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym i jego właściwościami fizycznymi (np. promieniem atomowym, energią jonizacji) i chemicznymi.

Zakres rozszerzony

II. Budowa atomu a układ okresowy pierwiastków. Uczeń:

5) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych: s, p i d układu okresowego na podstawie konfiguracji elektronowej; wskazuje związek między budową elektronową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym i jego

właściami fizycznymi (np. promieniem atomowym, energią jonizacji) i chemicznymi.

Zestaw doświadczeń:

24) otrzymywanie tlenu (np. w reakcji rozkładu H_2O_2 lub KMnO_4).

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:

- definiuje pojęcia: rozpuszczalność, odmiana alotropowa, ozon, diagram fazowy;
- wyjaśnia, jakich informacji dostarcza położenie tlenu w układzie okresowym;
- charakteryzuje właściwości fizyczne i występowanie tlenu;
- wymienia odmiany alotropowe, w jakich występuje tlen.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;

- wirtualne laboratorium;
- mapa myśli;
- doświadczenie chemiczne;
- ćwiczenia uczniowskie;
- quiz/krzyżówka;
- analiza materiału źródłowego.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przed lekcją:

Chętny uczeń przygotowuje informacje na temat odkrycia tlenu w formie referatu.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje pytania: Jak bardzo tlen jest rozpowszechniony w przyrodzie?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Zdiagnozowanie wiedzy uczniów na omawiany temat – przypomnienie informacji dotyczących tlenu z poprzedniego etapu edukacji – pytania dotyczące występowania tlenu, jego właściwości i zastosowania. Proponowana mapa myśli współtworzona przez uczniów i nauczyciela.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Przedstawienie zagadnienia występowania tlenu w przyrodzie – diagramy, inne pomocne materiały – można skorzystać z przygotowanych w ramach opracowania lub posłużyć się innymi przygotowanymi np. przez czasopisma popularnonaukowe.
2. Referat ucznia, który przygotował informacje na temat odkrycia tlenu.
3. Omówienie zagadnienia stanu skupienia tlenu – na podstawie pracy uczniów z diagramem fazowym – praca w parach.
4. Uczniowie w internecie wyszukują informacje na temat kolorów tlenu oraz jego odmian alotropowych, po czym trwa pogadanka na forum klasy.
5. Omówienie zagadnienia rozpuszczalności tlenu na podstawie wykresu w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”.
6. Doświadczenie chemiczne – „Otrzymywanie tlenu z KMnO_4 i badanie jego właściwości fizycznych”. Nauczyciel wyznacza jednego ucznia do roli asystenta, który przeprowadzi w jego obecności pokaz. Pozostali uczniowie, na podstawie obserwacji, określają właściwości fizyczne tlenu, takie jak stan skupienia, barwa i rozpuszczalność w wodzie.
7. Badanie właściwości fizycznych tlenu – wirtualne laboratorium. Uczniowie zapoznają się z poleceniem, przeprowadzają doświadczenia w wirtualnym laboratorium i uzupełniają dziennik laboratoryjny – praca w parach. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie prezentują obserwacje i wnioski na forum klasy.

8. Omówienie innych właściwości fizycznych tlenu (m.in. promień atomowy) na podstawie położenia pierwiastka w układzie okresowym – praca uczniów w parach/niewielkich grupach.
9. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując zawarte w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” ćwiczenia.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel przygotowuje krótki quiz dotyczący właściwości fizycznych tlenu, z wykorzystaniem aplikacji Kahoot/Quizziz.
2. Uczniowie mogą w generatorze krzyżówek danej aplikacji stworzyć krzyżówkę w nawiązaniu do tematu lekcji składającą się z min. 8 haseł. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie wyświetlają na tablicy interaktywnej hasła, a pozostali uczniowie odgadują je i zapełniają krzyżówkę.

Praca domowa:

Dokończenie zadań z zestawu ćwiczeń interaktywnych – dla uczniów, którzy nie zdążyli wykonać ich na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Uczniowie mogą wykonywać doświadczenia w wirtualnym laboratorium pojedynczo lub w parach, jednak każdy powinien prowadzić swoje notatki z doświadczenia.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Jakie znasz odmiany alotropowe tlenu?
 - Jakimi właściwościami fizycznymi charakteryzuje się tlen?
 - Jak zmienia się rozpuszczalność tlenu w zależności od temperatury?

2. Doświadczenie chemiczne – „Otrzymywanie tlenu z KMnO_4 i badanie jego właściwości fizycznych”.

Sprzęt i szkło laboratoryjne: statyw do probówek, dwie probówki (jedna z korkiem, druga z korkiem z zamontowaną rurką odprowadzającą), palnik, łyżeczka, łapa do probówek, krystalizator.

Odczynniki chemiczne: kryształy KMnO_4 , woda destylowana.

3. Karta charakterystyki KMnO_4 .