



Tlen – pierwiastek życia – czy zawsze ?

Dr Paweł Krzyczmonik

25 października 2023



Plan wykładu

Wstęp - o tlenie

Tlen w stanie podstawowym i wzbudzonym

Tlen a problem energii

Ozon

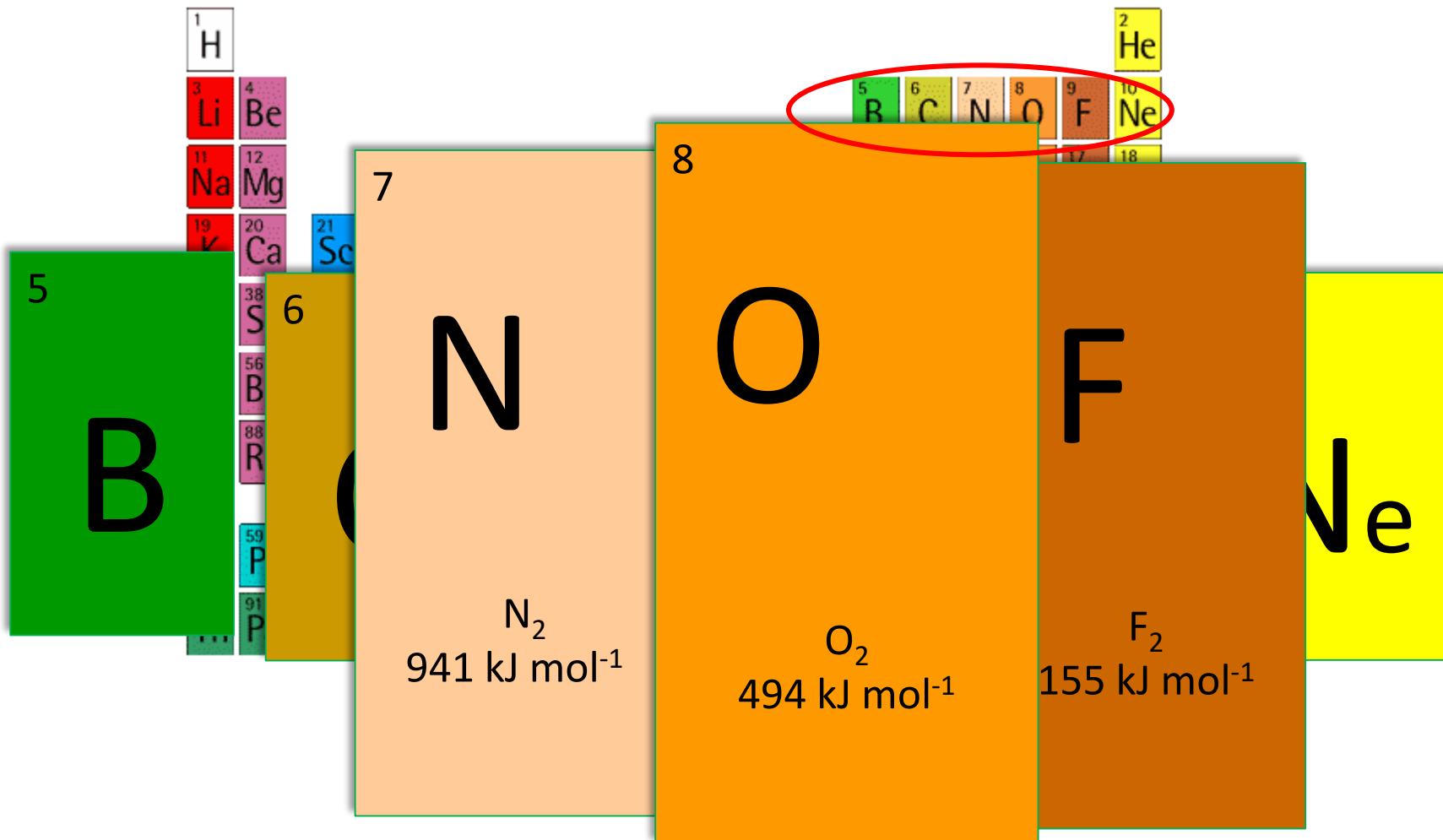
O oddychaniu

RFT (reaktywne formy tlenu) – czy jest się czego bać?

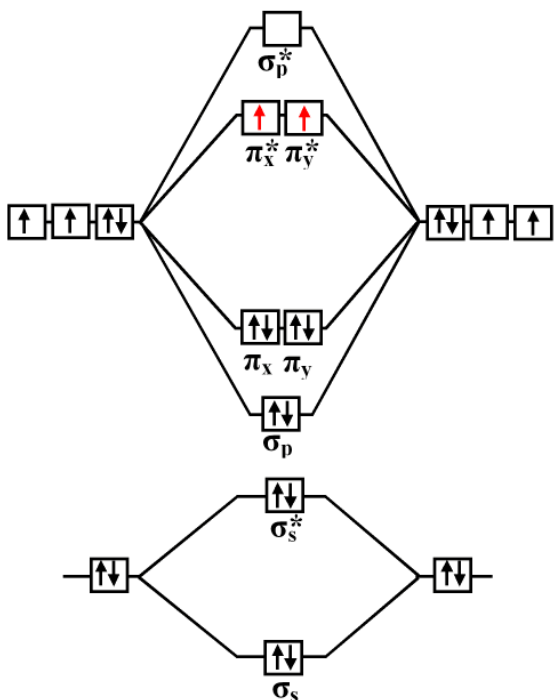
Podsumowanie czyli gdzie leży prawda?

Tlen O (łac. *oxygenium*, ang. *oxygen*):

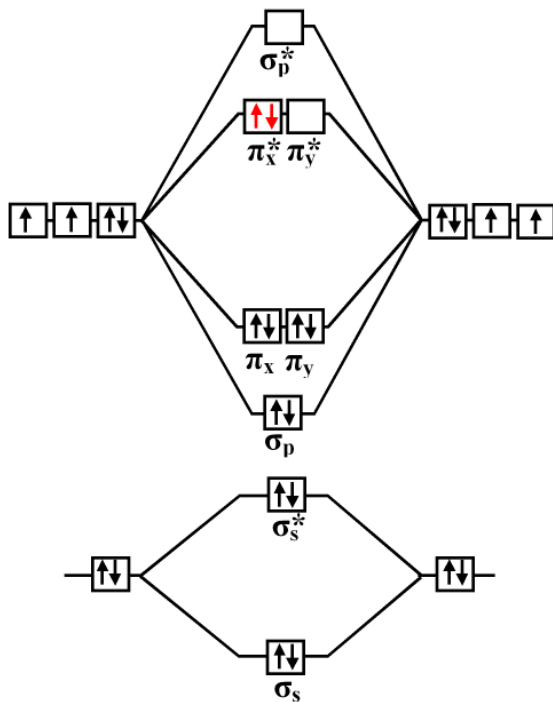
- gaz bezwonny, bezbarwny.
- cięższy od powietrza, gęstość = 1.42895 g/l.
- temp wrzenia 90.15 K, temp krzepnięcia 54.3 K.
- W stanie ciekłym ma błękitne zabarwienie.
- Tlen ma własności paramagnetyczne.
- Znane są dwa trwałe izotopy ^{17}O i ^{18}O występujące w małych ilościach w tlenie naturalnym.
- Odmiany alotropowe – tlen cząsteczkowy i ozon.



Tlen w stanie podstawowym i wzbudzony

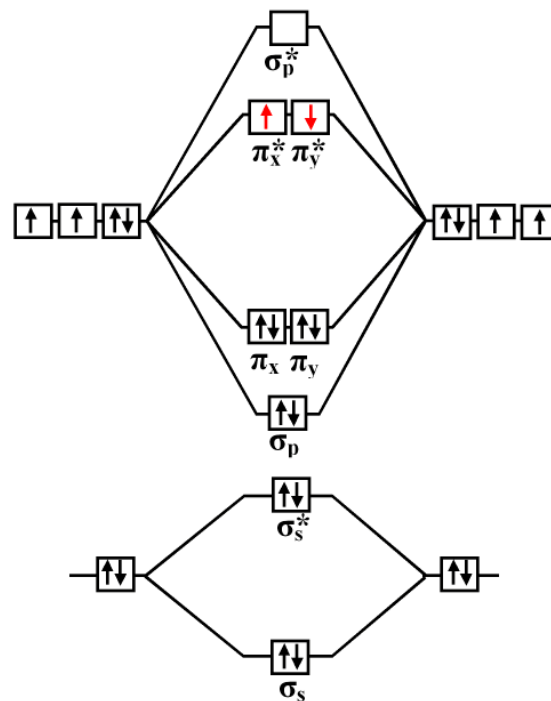


Stan trypletowy $^3\text{O}_2$
podstawowy



Stan singletowy $^1\text{O}_2$
Wzbudzony
94,3 kJ/mol

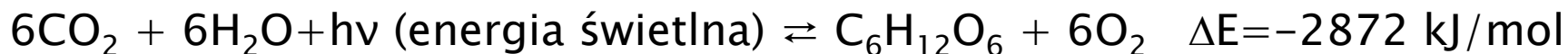
Czas życia = 45 min



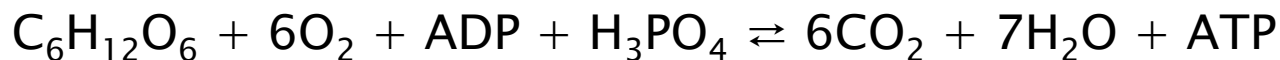
Stan singletowy $^1\text{O}_2$
Wzbudzony
158 kJ/mol

Czas życia = 12s

Fotosynteza (gromadzenie energii)- rośliny



Spalanie – organizmy zwierzęce i człowiek

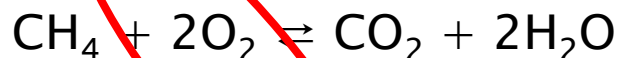


Paliwa wykorzystywane przez człowieka

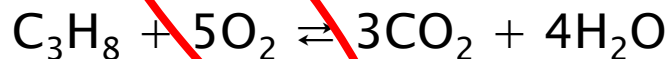
Węgiel



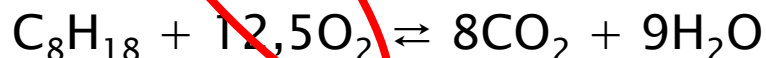
Gaz ziemny



Gaz prop-but



Benzyna



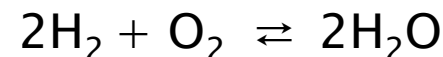
Alternatywny obieg energii

Elektroliza



Spalanie bezpośrednie - energia na sposób ciepła lub pracy mechanicznej.

Spalanie w ogniwie paliwowym - energia na sposób pracy elektrycznej.



Warstwa ozonowa w stratosferze

Promieniowanie UV

UV-C – długość fali: 100–280 nm

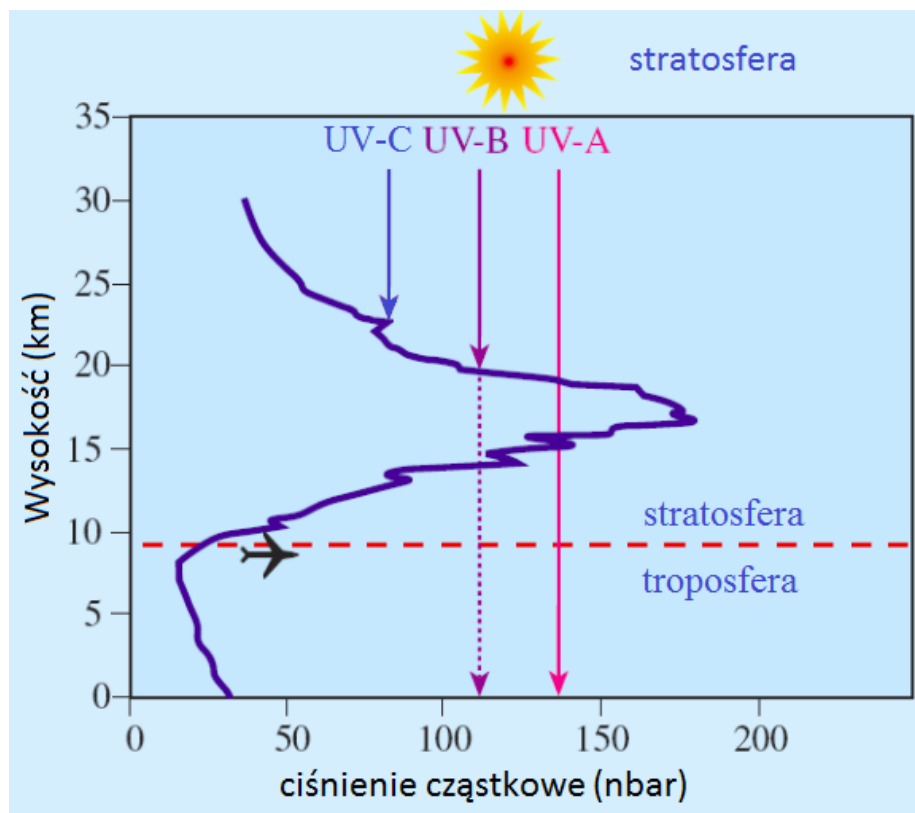
UV-B – długość fali: 280–315 nm

UV-A – długość fali: 315–400 nm

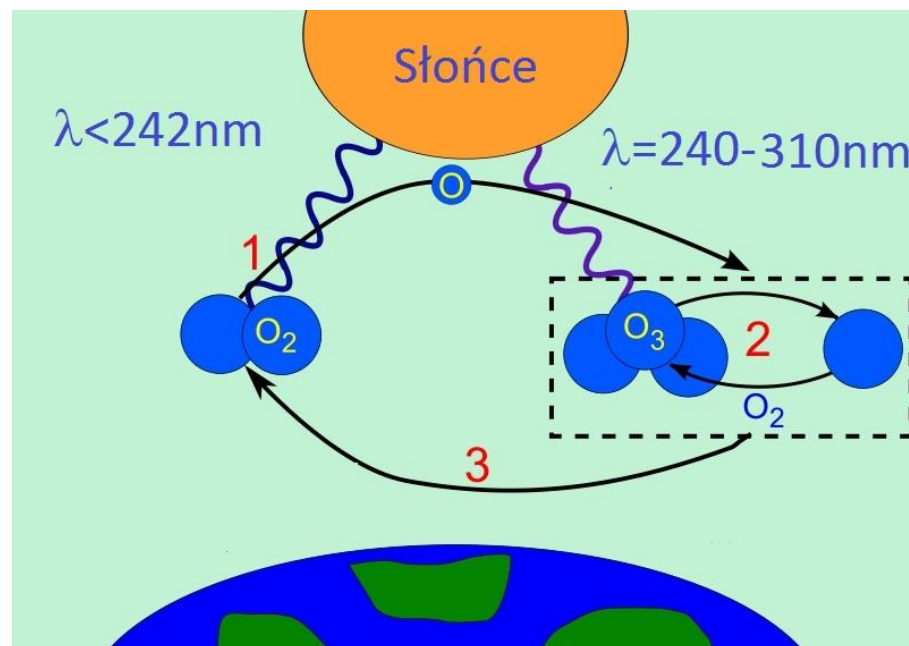
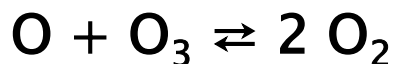
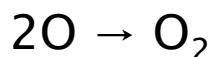
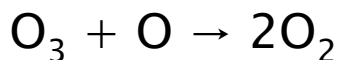
Skuteczność działania warstwy O₃

UV-C – 100%

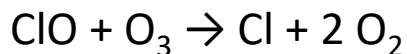
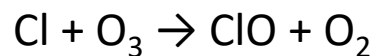
UV-B – 97%



Cykl ozonowy (Sydney Chapman 1930)



Reakcje freonów z ozonem:



1995 rok - nagroda Nobla dla Crutzen'a, Moliny i Rowland za badania nad ilością ozonu w stratosferze.



„Dobry” i „zły” ozon

„Dobry” ozon:

- warstwa ozonowa w dolnej stratosferze (ok. 20-30 km nad pow. Ziemi)
- ok. 10-krotnie wyższe stężenie ozonu niż w troposferze
- Pochłaniania całkowicie promieniowanie UV(C)
- Pochłaniania znaczną części promieniowania UV(B)

„Zły” ozon:

- zanieczyszczenie (gazy) przemysłowe
- składnik białego smogu
- bierze udział w reakcjach fotochemicznych jest silnym utleniaczem
- zwiększa stężenie ozonu w troposferze
- problemy oddechowe u zwierząt i człowieka
- Powoduje uszkodzenia roślin
- W USA wykazano korelację między stężeniem ozonu w atmosferze miast a liczbą przedwczesnych zgonów



Oddychamy powietrzem:

78% - N_2

21% - O_2

1% - pozostałe

średnie ciśnienie atmosferyczne - 1013,25 hPa.
Zmiany w zakresie od 965,2 hPa do 1054 hPa.

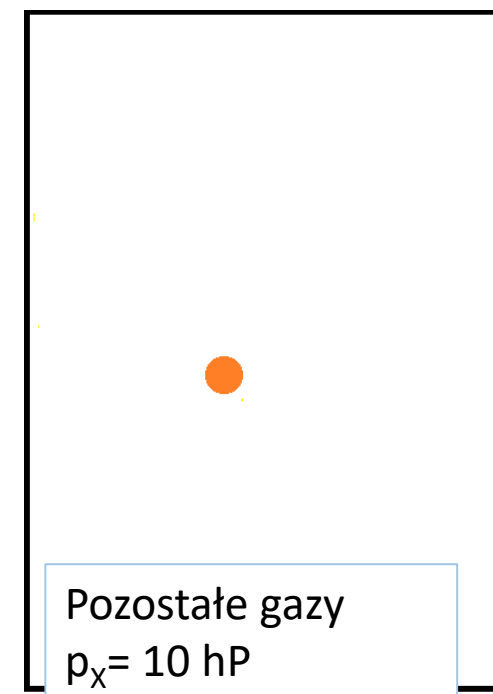
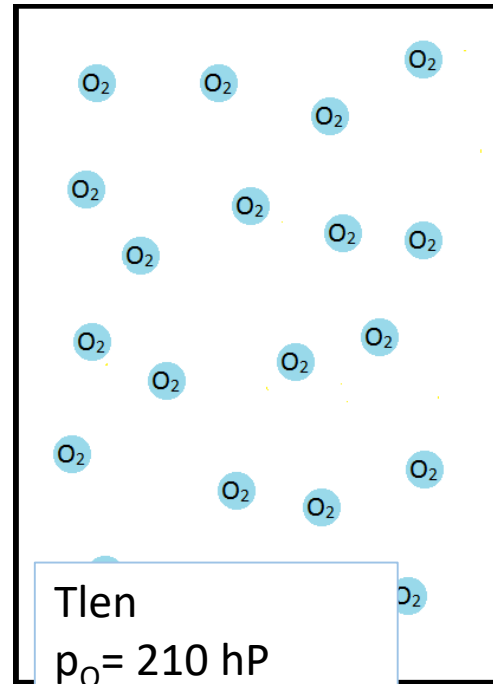
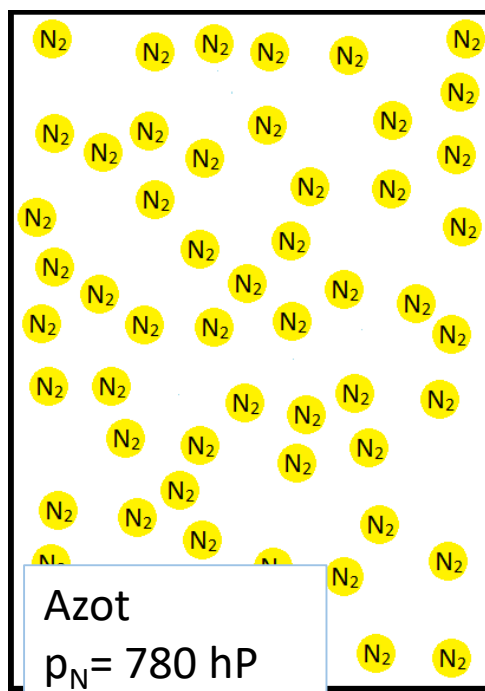
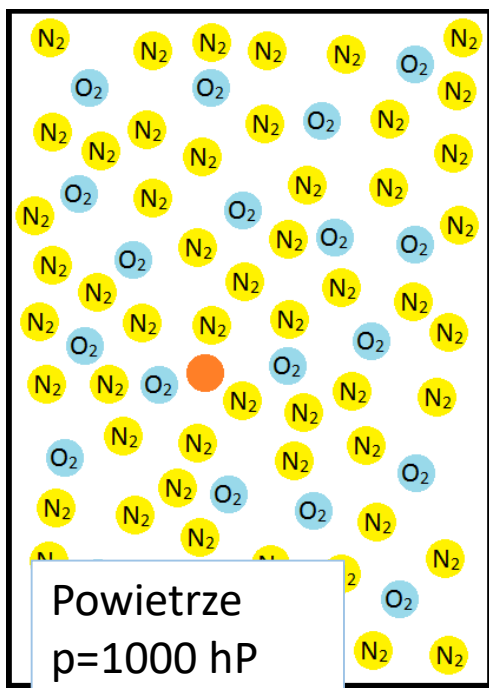
Niedobór tlenu staje się niebezpieczny dla życia, gdy jego zawartość w powietrzu spada poniżej 10-12%.

Organizm przeciętnego dorosłego człowieka zużywa w ciągu minuty ok. 200 cm^3 (0,3 g) tlenu

O oddychaniu – ciśnienia cząstkowe

Ciśnienie cząstkowe (ciśnienie parcjalne) - ciśnienie, jakie wywierałby dany składnik mieszaniny gazów, gdyby w tej samej temperaturze sam zajmował objętość całej mieszaniny.

Powietrze - 78% - N_2 , 21% - O_2 , 1% - pozostałe



$$p = p_N + p_O + p_X = 780 + 210 + 10 \text{ hP} = 1000 \text{ hP}$$

wytrzymałość organizmu na niedotlenienie

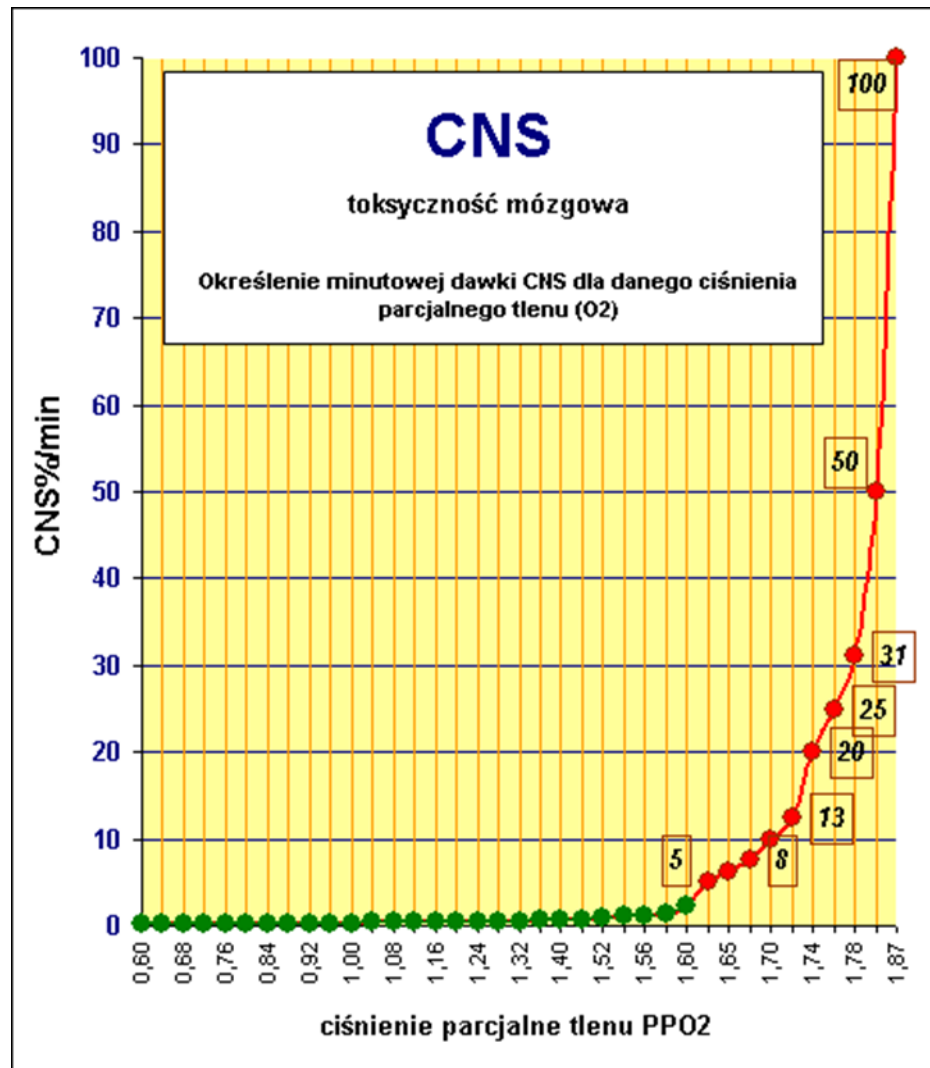
<u>bez tlenu</u>	<u>km</u>	<u>z tlenem</u>
	14	strefa śmierci
	13	próg krytyczny
	12	
	11	
	10	próg zaburzeń
	9	warunki wymiany gazowej odpowiadające naziemnym
	8	
strefa śmierci	7	
próg krytyczny	6	
strefa niecałkowitej kompensacji	5	
próg zaburzeń	4	
strefa całkowitej kompensacji	3	
	2	
strefa obojętna	1	

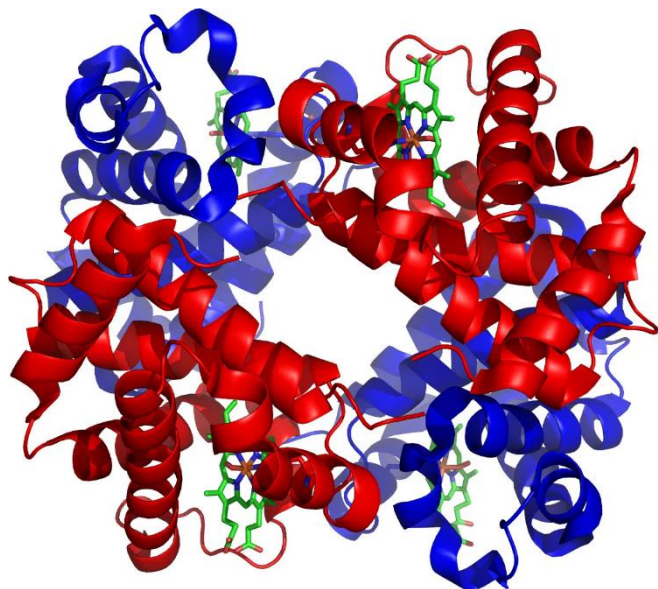
Granicznym ciśnieniem cząstkowym tlenu w trakcie nurkowania na powietrzu jest 1,4 atm, pozwala to nurkować do głębokości 56m.

Ostre zatrucie tlenem (efekt Paula Berta) - postać mózgową (CNS).

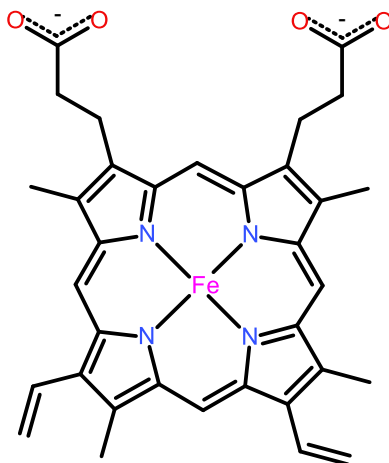
Tlen to bezlitosny gaz

Ostre zatrucie tlenem typu CNS występuje w większości przypadków bez ostrzeżenia. Objawia się wystąpieniem drgawek podobnych do ataku padaczki i prowadzi do śmierci w wyniku utonięcia. Nurek nie jest w stanie kontrolować swoich odruchów.

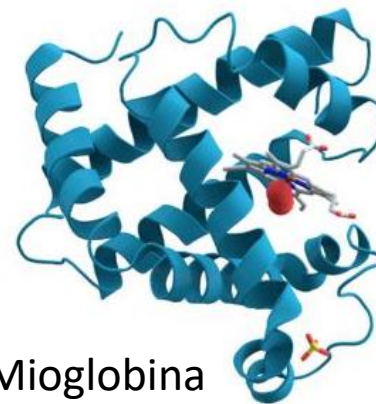




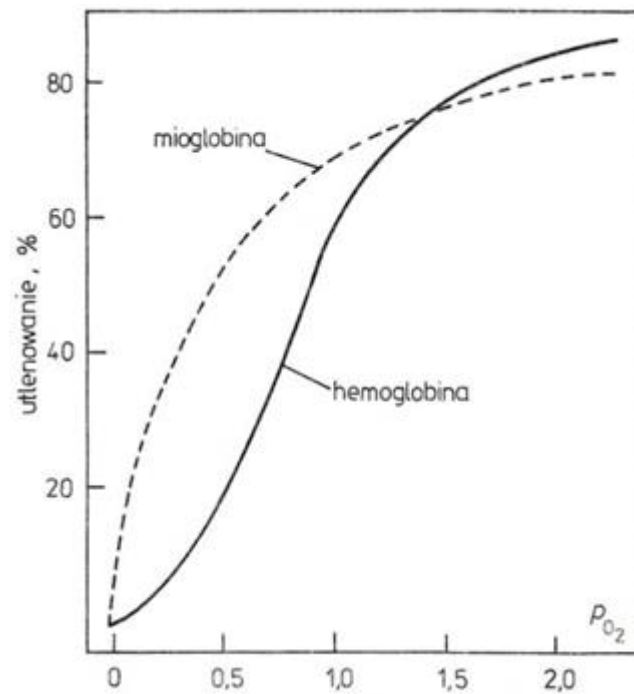
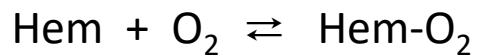
Hemoglobina



Hem



Mioglobina



Reaktywne formy tlenu (RFT) – indywidualne chemiczne zawierające w swoim składzie atomy tlenu z niesparowanym elektronem i zdolne do uczestniczenia w reakcjach chemicznych, które odgrywają znaczącą rolę w metabolizmie i starzeniu się organizmów żywych

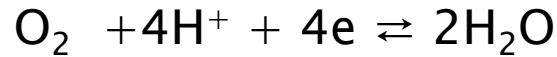
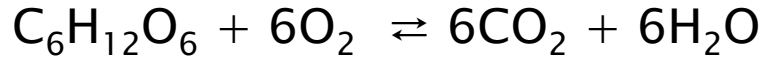
Reaktywne formy tlenu - rodniki:

- $\text{O}_2^{\bullet-}$ anionorodnik ponadtlenkowy
- HO_2^{\bullet} rodnik wodoronadtlenkowy
- $\bullet\text{OH}$ rodnik hydroksylowy

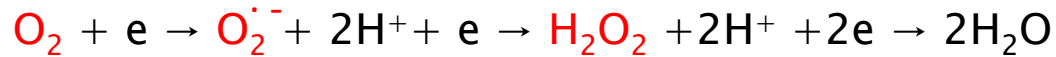
Reaktywne formy tlenu nie będące rodnikami:

- $^1\text{O}_2$ tlen singletowy
- O_3 ozon
- H_2O_2 nadtlenek wodoru

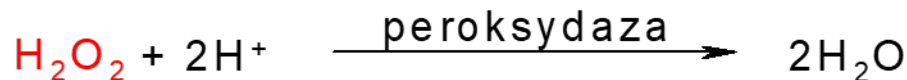
Chemiczne spalanie glukozy:



Reakcje redukcji tlenu:



Biochemiczne spalanie glukozy:



Jest źle

Stres oksydacyjny, (stres tlenowy, obciążenie tlenowe) występujący w komórkach żywego organizmu jest to stan zaburzonej równowagi między antyoksydantami, czyli przeciw-utleniaczami (np.: witamina C, witamina E, peroksydaza glutationu) a prooksydantami, czyli utleniaczami (np.: tiofenol - fenole, oksydazy) na rzecz prooksydantów.

Przyczyny powstawania stresu oksydacyjnego

- Podwyższone ciśnienie cząstkowe tlenu
- Ekspozycja na ozon
- Wzmożony wysiłek fizyczny
- Promieniowanie jonizujące
- Ekspozycja na niektóre substancje chemiczne
- Ekspozycja na dym papierosowy

Ale jest też dobrze

Wybuch oddechowy fagocytów. Fagocyty organizmu są w stanie wytworzyć ogromną ilość anionorodników ponadtlenkowych $O_2^{\bullet-}$, które są wykorzystywane do obrony organizmu przed zakażeniem. Pojedynczy fagocyt może wytworzyć około 3.2 mln anionorodników ponadtlenkowych na sekundę .



Jak organizm broni się przed złym wpływem RFT?

Niedopuszczanie do reakcji RFT ze związkami biologicznie ważnymi (prewencja).

Enzymy : dysmutaza ponadtlenkowa, katalaza, peroksydaza itp.

Przerywanie łańcuchowych reakcji wolnorodnikowych i niepożądanych nierodnikowych reakcji utlenienia (interwencja).

Antyoksydanty: witamina E, kwas askorbinowy, kwas moczowy itp.

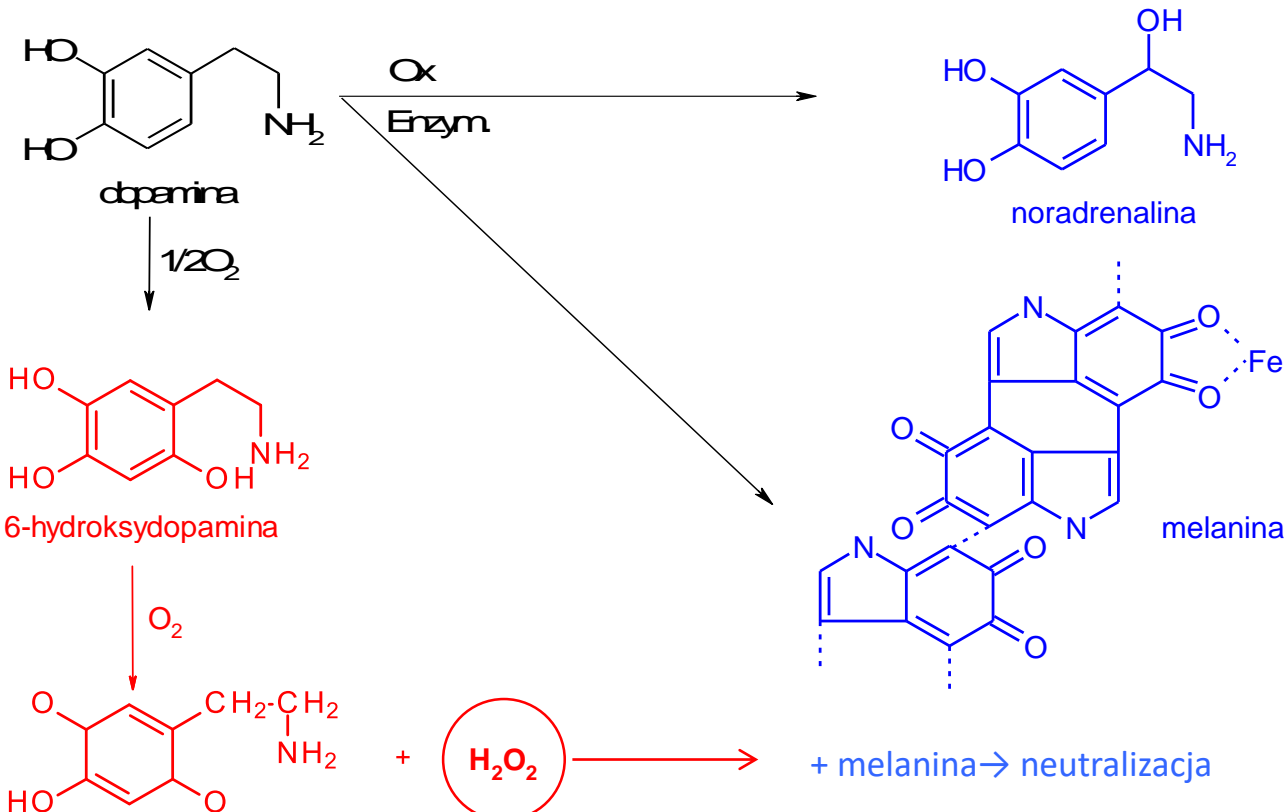
Usuwanie skutków reakcji RFT z biomolekułami (eliminacja i naprawa).

Uszkodzenia DNA są naprawiane

Uszkodzone białka są trawione szybciej

RFT – Przykład działania tlenu na dopaminę

procesy enzymatyczne



Procesy nieenzymatyczne

Powoduje nieodwracalne uszkodzenia zakończeń komórek nerwowych

Na plus

- Tlen jest podstawową substancją niezbędną do życia.
- Ozon w stratosferze jest substancją chroniącą życie na Ziemi przed szkodliwym promieniowaniem UV.
- RFT są metabolitami niezbędnymi do funkcjonowania naszych organizmów, mają duże znaczenie w funkcjonowaniu naszego układu immunologicznego.
- Tlen stanowi podstawowy składnik we wszystkich znanych systemach przetwarzania energii na Ziemi.

Na minus

- Tlen podany w nadmiarze jest toksyczny.
- Ozon w troposferze jest poważnym zagrożeniem dla naszego zdrowia i życia.
- Nadmiar RFT wywołuje uszkodzenia na poziomie komórkowym i jest jedną z przyczyn zachodzenia procesów starzenia się organizmu.
- Nadmiar RFT wywołuje stres oksydacyjny.

Tlen jak każda substancja chemiczna stosowana w nadmiarze może być szkodliwa.

Dziękuję za uwagę

