CHEMIA UKŁADU SŁONECZNEGO

RZECZ O WYBRANYCH ZWIĄZKACH CHEMICZNYCH

OBECNYCH W REJONIE UKŁADU SŁONECZNEGO



Danielowi dedykuję

Układ Słoneczny fascynuje, nie tylko z uwagi na obecne w nim zadziwiające obiekty astronomiczne. Świadomość, że są planety spowite woalem mgieł kwasu siarkowego, mocno działa na wyobraźnię. W niniejszym opracowaniu zostanie przedstawiona charakterystyka wybranych związków chemicznych, wchodzących w skład systemu planetarnego otaczającego naszą Dzienną Gwiazdę.

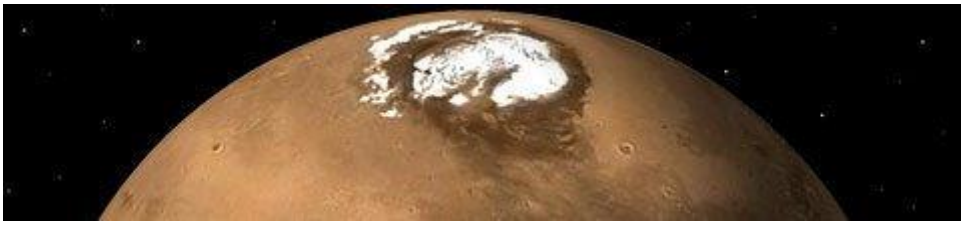
KWAŚNA NATURA PIĘKNEJ WENUS

Najbliższa Ziemi planeta to ogromny rezerwuar kwasów mineralnych o szczególnych właściwościach. Wenus jest planetą skalista- podobnie jak Ziemia. Ale otacza ją bardzo gęsta atmosfera, której głównym składnikiem jest dwutlenek węgla. Sam w sobie nie jest może kwasem, ale w kontakcie z wodą, w której nieznacznie się rozpuszcza, formuje słaby kwas węglowy (H_2CO_3). Chętnie reaguje z zasadami, tworząc sole- węglany. Mówimy zatem, że CO_2 to bezwodnik kwasotwórczy.

Atmosfera Wenus zawiera również mgły kwasu siarkowego. Jest to związek chemiczny, o którym większość z nas słyszała. Nie bez przyczyny- to jeden z ważniejszych surowców mających szerokie zastosowanie- nie tylko w laboratoriach badawczych, ale przede wszystkim w przemyśle. Jest stosowany także jako elektrolit w akumulatorach samochodowych. Pełni kluczową rolę w syntezach organicznych (m.in. przy produkcji barwników albo leków). H_2SO_4 to kwas wysokiej mocy. Zwęgla materię organiczną odbierając od niej wodę, roztwarza metale- nawet te półszlachetne, jak miedź czy srebro, oporne na działanie większości kwasów nieutleniających. Reaguje nie tylko z zasadami, ale także z niektórymi niemetalami, np. fosforem czy węglem, utleniając je. I oczywiście wchodzi w skład atmosfery pięknej, urzekającej Gwiazdy Zarannej, uroczej Jutrzenki- Wenus, podziwianej o poranku lub tuż po zachodzie Słońca. Czyż nie ironia?

SUCHY LÓD NA MARSIE i MARSJAŃSKA RDZA

Druga co do odległości od Ziemi planeta również zaskakuje swoim składem chemicznym. Jak wiadomo, bieguny Marsa pokrywają rozległe czapy polarne o pięknym białym kolorze, mocno kontrastującym z rdzawą powierzchnią planety. Ich głównym składnikiem, prócz lodu wodnego, jest tzw. suchy lód, czyli dwutlenek węgla w stanie stałym. CO_2 jest w temperaturze pokojowej gazem. Ale, kiedy temperatura spadnie poniżej ok. -78^oC , substancja ta może ulec resublimacji, czyli zestaleniu (bezpośrednio z fazy gazowej). Suchy lód wyglądem przypomina zwykły lód wodny lub śnieg. W warunkach ziemskich otrzymuje się go sztucznie na szeroką skalę, gdyż zyskał on ważne zastosowanie jako czynnik chłodniczy, m.in. przy transporcie żywności łatwo ulegającej zepsuciu. W laboratoriach używa się suchego lodu w mieszaninie z acetonem- również jako czynnik chłodzący.



Obserwując Marsa przez teleskop, zapewne nie raz zastanawialiśmy się skąd pochodzi jego wyjątkowa czerwona barwa. Otóż źródłem niezwykłego koloru marsjańskiej powierzchni są tlenki żelaza, a zwłaszcza tlenek żelaza (III), o wzorze Fe_2O_3. Jest to ta sama substancja, która wchodzi w skład rdzy (występuje tam w postaci uwodnionej, a więc jako dość luźne połączenie z cząsteczkami wody). Bywa stosowana jako czerwony pigment.
Fe_2O_3 ma charakter amfoteryczny. Oznacza to, że reaguje równie ochoczo z kwasami jak i z zasadami. Z częścią kwasów formuje sole tworzące roztwory o żółtej barwie. Na

przykład chlorek żelaza (III) $FeCl_3$, stosowany niegdyś do tzw. wytrawiania płytek elektronicznych.

WYBUCHOWY POTENCJAŁ JOWISZA

Jowisz nazywany jest gazowym gigantem. Jak się okazuje, w pełni zasługuje na to miano- nie tylko w znaczeniu stricte astronomicznym. Trudno o ciekawszą i bardziej złożoną kompozycję lotnych związków o wyjątkowych właściwościach. Przyjrzyjmy się uważniej poniższemu zestawieniu:

Atmosfera Jowisza aż w 86 procentach składa się z wodoru. W warunkach beztlenowych to tylko lekki, występujący w postaci dwuatomowych cząsteczek gaz. Spróbujmy wyobrazić sobie, co by się stało, gdyby owe olbrzymie pokłady H_2 miały styczność z tlenem. Czynnik zewnętrzny, np. wyładowanie atmosferyczne spowodowałoby potężny wybuch. W silnie egzotermicznej reakcji syntezy powstałaby woda, w myśl równania:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Atmosfera Jowisza zawiera również niewielkie ilości siarkowodoru. H_2S jest silnie trującym gazem o obrzydliwej woni zepsutych jaj. Działaniem toksycznym niewiele ustępuje cyjanowodorowi. Podobnie jak wodór, H_2S jest palny i tworzy z tlenem mieszaniny wybuchowe. Komplet toksycznych właściwości uzupełnia fosforowodór,

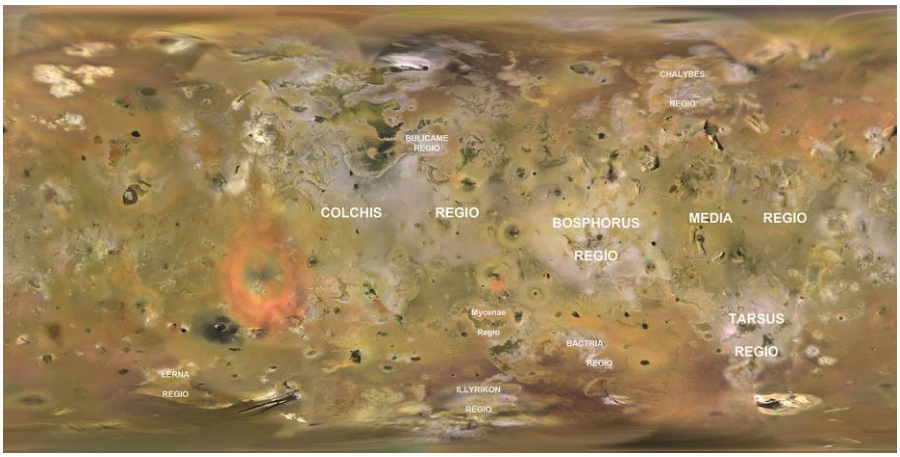
Species	Volume Mixing Ratio
Hydrogen, H_2	0.86
Helium, He	0.136
Methane, CH_4	0.0018
Ammonia, NH_3	0.0007
Water, H_2O	>0.0005
Hydrogen Sulfide, H_2S	77 ppm
Neon, Ne	20 ppm
Argon, Ar	16 ppm
Hydrogen Deuteride, HD	15 ppm
Phosphine, PH_3	0.5 ppm
Deuterated methane, CH_3D	0.3 ppm
Krypton, Kr	7.6 ppb
Carbon Monoxide, CO	0.75 ppb
Xenon, Xe	0.76 ppb
Germane, GeH_4	0.6 ppb
Arsine, AsH_3	0.2 ppb

Michigan), Th. Encrenaz (Obs. de Paris), D. M. Hunten (University of Arizona), P. G. J. Irwin (Oxford University), T. C. Owen (University of Hawaii)

PH_3- fosforowy odpowiednik amoniaku (NH_3), który przewyższa pod tym względem nawet cyjanowodór.

DEPOZYTY SIARKI NA IO

Io, jeden z księżyców Galileuszowych Jowisza, to istny rezerwuar siarki oraz jej prostych połączeń: SO_2 lub SO_2Cl_2. Jego cechą specyficzną są liczne wulkany, które uwalniają płynną siarkę oraz dwutlenek siarki. Stąd wyjątkowy żółty kolor księżyca, z dodatkami pomarańczowego i zieleni. Na tak wysoką aktywność wulkaniczną mają wpływ siły pływowe Ganimedesa i Europy, z którymi Io jest w rezonansie, oraz wpływ grawitacyjny Jowisza.



Siarka jest pierwiastkiem niemetalicznym, który występuje pod kilkoma odmianami alotropowymi- stad wielobarwna powierzchnia księżyca Io. Łatwo spala się w tlenie. Płonie pięknym, intensywnie niebieskim, pełzającym płomieniem wytwarzając lotny, duszący, kwasowy tlenek siarki (IV): SO_2, który jest silnie bakteriobójczy i grzybobójczy. Stad jego zastosowanie do dezynfekcji pomieszczeń i pojemników, zbiorników.
SO_2, który obok siarki, również występuje na Io, z racji niskiej temperatury ulega resublimacji, formując na powierzchni księżyca białe obszary. Można zatem przyjąć, że na Io pada śnieg z dwutlenku siarki.

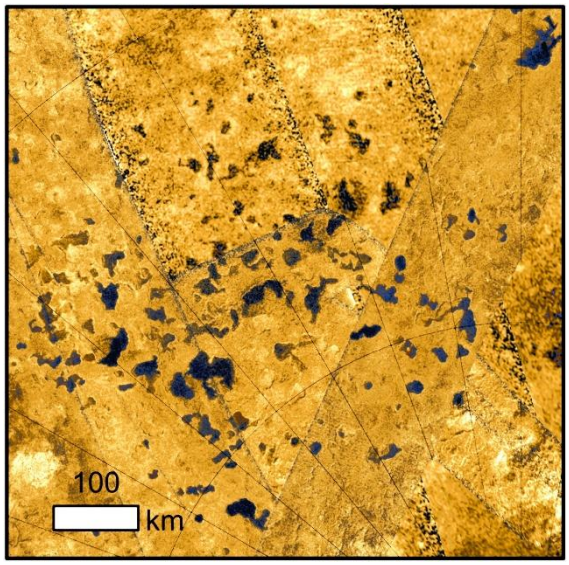
GANIMEDES- WŁADCA TLENU

Największy z wszystkich znanych księżyców Układu Słonecznego, a zarazem księżyc galileuszowy Jowisza- Ganimedes, zasługuje na szczególny podziw, nie tylko z racji rozmiarów. Okazuje się, że jego cienka atmosfera złożona jest prawie wyłącznie z

tlenu. O roli tego pierwiastka nie trzeba przypominać, ale jak wiadomo, stężenie tlenu w powietrzu atmosferycznym na Ziemi jest bliskie 21% objętościowych. Jakie właściwości ma czysty tlen? Oczywiście jest silnym utleniaczem i podtrzymuje oraz umożliwia proces spalania. Jednak spalanie w atmosferze czystego tlenu przebiega znacznie intensywniej niżeli wobec powietrza. Tak więc wełna stalowa (cienki zwinięty drut ze stali) spala się bardzo jasnym płomieniem, magnez, który wobec tlenu atmosferycznego daje biały płomień, wprowadzony do naczynia z czystym tlenem ulega gwałtownej reakcji połączonej z silnym rozbłyskiem. Siarka w atmosferze 100-procentowego O_2 spala się pięknym jasnym, szafirowym płomieniem. Możemy próbować sobie wyobrazić co by mogło nastąpić, gdyby atmosfera Ganimedesa zawierająca tlen w stężeniu 100% roztaczała się nad powierzchnią sąsiedniego księżyca galileuszowego: Io, który jest pokryty olbrzymimi pokładami siarki…

JEZIORA PARAFIN I MORZA BEZ WÓD

Tytan posiada niezwykły księżyc, który jest ogromnym rezerwuarem węglowodorów. Węglowodory, to najprostsze związki organiczne, a więc połączenia węgla i wodoru. Na Ziemi występują pod postacią paliw kopalnych- jako składniki ropy naftowej. Mają więc zastosowanie jako surowiec energetyczny, ale również jako substrat do otrzymywania polimerów, tworzyw sztucznych, leków, farb i wielu innych materiałów. Na powierzchni Tytana widoczne są formy, które najprawdopodobniej zostały uformowane przez strumienie ciekłych węglowodorów (m.in. metan). Parafiny (węglowodory) utworzyły koryta rzeczne oraz ogromne jeziora. Co więcej, na księżycu obserwujemy zjawiska pogodowe, podobne do ziemskich. Jednak chmury, które się formują oraz deszcze padające na powierzchnię Tytana, składają się z węglowodorów.

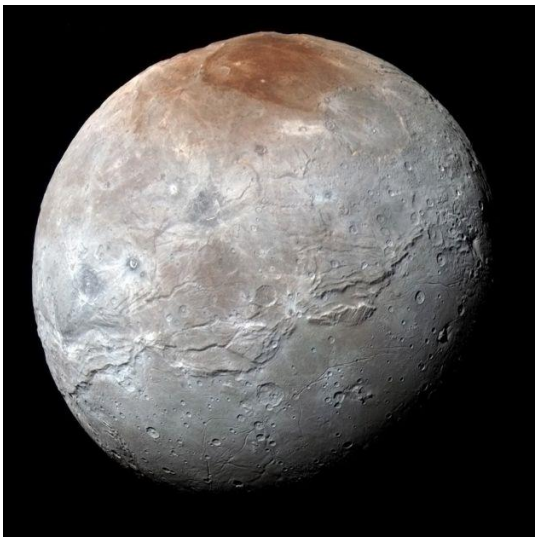


Wyobraźmy sobie jezioro benzyny albo metanowy deszcz... Na całe szczęście, atmosfera Tytana nie zawiera znaczącej ilości tlenu- w przeciwnym razie wyładowanie elektryczne lub inny impuls zainicjowałby potężny wybuch, jaki ma miejsce w mieszaninach tlen- węglowodór.
Niezwykłym, niespotykanym związkiem organicznym, który odkryto w atmosferze Tytana jest tzw. diacetylen. Jest to substancja wyjątkowo reaktywna i podatna na rozkład. Posiada bardzo nietrwałe, wielokrotne wiązanie potrójne.



CZERWONY POLIMER

Na biegunie północnym Charona oraz na powierzchni Plutona znajduje się czerwonawe przebarwienie. Uczeni sugerują, że pochodzi ono od tzw. tolin. Toliny to są substancje organiczne o charakterze mieszanych polimerów. Powstają one w wyniku reakcji polimeryzacji prostych węglowodorów aktywowanych silnym promieniowaniem ultrafioletowym. Tholiny mają czerwonawy odcień.



Czym są polimery? To związki wielkocząsteczkowe, które powstają na skutek połączenia ze sobą wielu prostych jednostek (zwanych merami). Dzięki reakcji łańcuchowej (często inicjowanej czynnikiem zewnętrznym) tworzy się znacznych rozmiarów struktura o szczególnych właściwościach, odmiennych od cech jednostek budulcowych. Przykładem polimerów są tworzywa sztuczne, taki jak polietylen oraz polipropylen. Oba materiały to ciała stałe, z których wykonuje się różne plastikowe przedmioty. Ale elementy wyjściowe, z których powstały, to gazy: eten (etylen) oraz propen (propylen). Na skutek procesu polimeryzacji, utworzyły one materiał o nowych, odmiennych właściwościach. Podobnie jest z tholinami. Uformowały się z prostych węglowodorów obecnych w cienkiej atmosferze niektórych odległych ciał Układu

Słonecznego lub w ich pokrywie lodowej, zawierającej m.in. zamrożone alkany i proste związki nieorganiczne. Tholiny mają brudno-czerwonawą, ciemną barwę i tworzą charakterystyczne przebarwienia, np. u Plutona i Charona.