

Kiedy zdano sobie sprawę, że gwiazdy są obiektami podobnymi do Słońca, przed astronomami stanął problem, z czego są one zbudowane: czy z materii znanej chemikom, czy może z jakiejś innej materii niebieskiej.

„Atmo sferę podniecenia, jakie ogarnęło astronomów, gdy stwierdzili, że w odległych ciałach niebieskich występują znane z laboratorium ziemskiego pierwiastki, oddają słowa jednego z nich, Williama Hugginsa (Atlas Reprezentatywnych Widm Gwiezdnych, 1899):

„Obserwatorium stało się miejscem, w którym chemia ziemską bezpośrednio zetknęła się z chemią niebieską. Charakterystyczne linie wodoru ziemskiego zajaśniały obok odpowiednich linii wodoru z gwiazd lub też natrafiły na ciemne prążki spowodowane pochłanianiem wodoru w Syriuszu lub Wedze. Linie pochodzące z żelaza z naszych kopalń kojarzono z ciemnymi prążkami żelaza z gwiazd w przeciwnych częściach sfery niebieskiej. Stwierdzono że sód, tak wszechobecny na Ziemi, szeroko rozpowszechniony jest w przestrzeniach kosmosu”.*

W ciągu ok. 80 lat od napisania tych słów odkryto istnienie w Kosmosie prawie wszystkich pierwiastków znanych (lub sztucznie wytworzonych!) na Ziemi. Dotychczas zidentyfikowano w widmach Słońca i gwiazd linie ponad 90 pierwiastków (w tym np. promet, pierwiastek odkryty na Ziemi w 1945 r., zidentyfikowany w widmach w 1970 r.; ameryk i kiur — 1944, 1972 itd.).

Wagowe zawartości kilkunastu pierwiastków w ciałach niebieskich (w %)

	Ziemia		Księżyc (skały)	Meteoryty	Słońce (fotosfera)	Otoczka gwiazdy ζ Ophiuchi	Promienie kosmiczne
	skorupa	woda morska					
H	< 0,1	10,8	< 0,01	76,8	74,5		54,1
He	< 0,1	< 0,01	< 0,01	21,4	23,4		34,3
C	< 0,1	< 0,01	< 0,01	0,34	0,36	0,09	2,05
N	< 0,1	< 0,01	< 0,01	0,13	0,13	0,03	0,76
O	48,3	85,9	41,0	0,83	0,76	0,26	2,17
Ne	< 0,1	< 0,01	< 0,01	0,17	0,06	< 0,01	0,43
Na	1,8	1,1	0,33	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,20
Mg	1,5	0,13	5,0	0,06	0,06	< 0,01	0,82
Al	8,4	< 0,01	5,5	0,01	0,01	< 0,01	0,18
Si	29,1	< 0,01	18,9	0,07	0,08	< 0,01	0,76
S	< 0,1	0,09	< 0,01	0,04	0,04	0,03	0,17
Ca	2,3	0,04	7,5	0,01	0,01	< 0,01	0,17
Fe	4,2	< 0,01	14,3	0,12	0,10	< 0,01	1,21
Ni	< 0,1	< 0,01	< 0,02	0,01	0,01	< 0,01	0,05

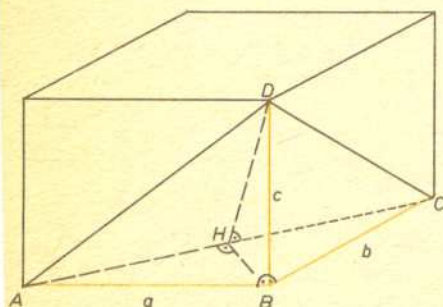
Opracowano wiele metod obliczania zawartości pierwiastków z obserwacji natężenia linii widmowych. W tabeli poniżej podano zawartości wagowe w procentach 14 najbardziej rozpowszechnionych w kosmosie pierwiastków w porównaniu z ich zawartością w materii bezpośrednio dostępnej analizie chemicznej (skały ziemskie, księżycowe i meteorytowe, woda morska). Skład Słońca wydaje się być typowy dla większości gwiazd. Niektóre z nich mają jednak bardzo zubożoną zawartość niektórych pierwiastków, np. otoczka gwiazdy ζ Oph ma ponad 1000 razy mniej wapnia (Ca) niż Słońce.

W ostatniej kolumnie tabelki podano również rozkład jąder atomowych bombardujących Ziemię w postaci promieniowania kosmicznego. Uderzająca jest tu niska zawartość wodoru względem innych pierwiastków, szczególnie C, N, O i Fe. Takiego składu chemicznego spodziewalibyśmy się przy obserwacji wybuchów gwiazd supernowych. Może więc promienie kosmiczne pochodzą z takich właśnie eksplozji?

Wnikliwy Czytelnik zapewne już dawno złapał za kalkulator i podsumował poszczególne kolumny. Nie zawsze wychodzi 100%. Oczywiście, bo pierwiastki, które są obfite na Słońcu, nie muszą być rozpowszechnione na Ziemi. Nie zamieszczono w tabeli takich pierwiastków jak np. potas (2,9% skorupy ziemskiej), chlor (1,9% wody morskiej), tytan (ok. 5,8% skał księżycowych) czy mangan (0,5% promieni kosmicznych).

mgr Tomasz CHLEBOWSKI

*cytat zaczerpnięto z książki B. Kuchowicza „Kosmochemia”, PWN, Warszawa 1979 r.



Rozwiązanie zadania M 329.

W oznaczeniach jak na rysunku mamy $AC = a^2 + b^2$,

$$BH^2 = \frac{a^2b^2}{a^2+b^2}, \quad DH^2 = c^2 + BH^2 = \frac{a^2c^2 + b^2c^2 + a^2b^2}{a^2+b^2}, \quad \text{zatem}$$

$$\begin{aligned} (\text{pole } \triangle ACD)^2 &= \frac{1}{4} (a^2 + b^2) \frac{a^2c^2 + b^2c^2 + a^2b^2}{a^2 + b^2} = \\ &= (\text{pole } \triangle ABC)^2 + (\text{pole } \triangle ABD)^2 + (\text{pole } \triangle BCD)^2. \end{aligned}$$



Rozwiązanie zadania M 330.

W oznaczeniach jak na rysunku z prawej mamy $a + b + c = d + e + f$ oraz $c + d + e = f + a + b$, skąd wyliczamy, że $c = f$; podobnie stwierdzamy, że

$$d = a + e = b. \quad \text{Zatem } \frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} \cdot \frac{e}{f} = 1 \quad \text{teza wynika}$$

z twierdzenia odwrotnego do twierdzenia Cey.

