

## Drodzy Czytelnicy!

Są dwa pierwiastki lżejsze od uranu, a jednak nie występujące w skorupie ziemskiej: technet (nr 43) i promet (nr 61). Żaden z ich izotopów nie jest trwały. Oba zostały wytworzone sztucznie: technet za pomocą akceleratorów, natomiast promet za pomocą reaktorów – znajduje się on wśród produktów rozszczepienia uranu, a więc – prawdę mówiąc – pewna jego ilość w skorupie ziemskiej znajdować się musi, jest to jednak ilość nieuchwytna.

Tymczasem linie tych dwóch pierwiastków zaobserwowano u niektórych gwiazd, tzw. gwiazd osobliwych (nie tylko z tego powodu), co oznacza, że są one tam stale produkowane, i to w niemałych ilościach. Podobnie na Ziemi, pierwiastki nietrwale (począwszy od polonu) istnieją dlatego, że są stale odtwarzane przy naturalnym rozpadzie uranu i toru, a te z kolei pierwiastki są „prawie trwałe” – ich czasy połowicznego rozpadu są rzędu miliarda lat i więcej.

Obecność technetu w gwiazdach osobliwych tłumaczy chyba dość dobrze ugruntowana hipoteza, mianowicie że jest on tworzony w wyniku powolnego przyłączania neutronów przez lżejsze jądra atomowe (tzw. proces *s*, od *slow* – powolny) i wnoszony na powierzchnię gwiazdy przez konwekcję. „Powolność” procesu *s* polega na tym, że każde jądro po wychwyceniu neutronu ma dość czasu, by ewentualnie doznać rozpadu beta, a każdy taki rozpad zwiększa o jeden liczbę atomową. Proces ten zachodziłby wewnątrz spokojnej chłodnej gwiazdy, a więc gdzie gęstość swobodnych neutronów jest niewielka, natomiast konwekcją objęta jest niemal cała objętość gwiazdy.

Gorzej jest z wytłumaczeniem obecności prometu. Jeżeli nawet powstaje on w gwieździe w wyniku procesu *s*, to żadna konwekcja nie zdąży go wynieść z centrum gwiazdy na powierzchnię przed jego rozpadem. Proponowano różne mechanizmy tworzenia prometu na powierzchni gwiazdy, ale było to zbyt „na siłę”. Dlatego przypuszcza się, że promet znalazł się na gwiazdach osobliwych z zewnątrz. Mianowicie podczas niedawnego wybuchu sąsiedniej gwiazdy (np. towarzyszyki z układu podwójnego) w wyniku gwałtownego przyłączania neutronów (tzw. proces *r*, od *rapid* – gwałtowny) doszło do wyprodukowania wielkich ilości pierwiastków pozauranowych, które częściowo opady na drugą gwiazdę, czyniąc ją osobliwą. Pierwiastki te teraz rozpadają się na różne sposoby, w tym poprzez rozszczepienie uranowców, wytwarzając m.in. promet.

T.K.

Ten numer *Delty* jest inny. Postanowiliśmy opowiedzieć w nim jak najwięcej o własnościach otaczającej nas materii. Nie możemy, oczywiście, opisać wszystkich substancji znajdujących się na Ziemi, bo zidentyfikowano ich już ponad milion, a wydaje się, że może być ich nieskończenie wiele. Niecelowe wydało się nam w tym miejscu również opisywanie własności najdrobniejszych cegiełek materii, bo choć jest ich zupełnie niewiele, to opis własności materii poprzez własności cząstek elementarnych nie jest zbyt użyteczny w życiu codziennym. Zdecydowaliśmy zatrzymać się gdzieś pośrodku tej drabiny strukturalnej i przedstawić Wam własności pierwiastków. Istnieje ich w przyrodzie około 90, a ponadto kilkanaście zostało wytworzonych przez człowieka w sposób sztuczny w reakcjach jądrowych. Fizyczne i chemiczne własności pierwiastków zebraliśmy w postaci czterech tablic na wzór tablicy Mendelejewa. Po rozpięciu *Delty* można je wyjąć i, na przykład, powiesić na ścianie. Znajomość własności pierwiastków jest konieczna do opisu własności fizyko-chemicznych materii, bo przecież: „wszystkie rodzaje materii, stałe, ciekłe lub gazowe, różowe, zielone lub bezbarwne, twarde lub miękkie, żywe lub martwe są zbudowane wyłącznie z tych podstawowych substancji, które nazywamy pierwiastkami chemicznymi i z niczego innego”. Co więcej, wydaje się, że dotyczy to nie tylko materii w naszym najbliższym ziemskim otoczeniu. Nie ma żadnych podstaw do przypuszczenia, że wewnątrz Ziemi lub nawet inne ciała niebieskie składają się z innych pierwiastków niż te, które znamy. Meteority przybywające do nas z przestrzeni kosmicznej zawierają znane nam pierwiastki. Badając docierające do nas światło gwiazd również nie stwierdzono „obcych” pierwiastków.

Pojęcie pierwiastka w znaczeniu współczesnym narodziło się dopiero pod koniec XVII wieku, zawdzięczamy je Robertowi Boyle'owi.

Pierwszą istotną próbę uszeregowania pierwiastków podjął w 1829 r. J.W. Döbereiner zauważając po raz pierwszy związek między masą atomową a własnościami chemicznymi. Döbereiner sformułował tzw. prawo triad, według którego wśród pierwiastków można wydzielić trójki (triady) o analogicznych własnościach, takie, że masa atomowa pierwiastka środkowego równa jest średniej arytmetycznej mas pierwiastków skrajnych, tak np. masa atomowa selenu mało różni się od średniej arytmetycznej mas siarki i telluru.

W roku 1864 J.A.R. Newlands podał prawo oktaw. Zauważył on mianowicie, że jeśli ułożyć pierwiastki według rosnących mas atomowych, to co 7 pierwiastków powtarzają się własności chemiczne (nie odkryto jeszcze wówczas gazów szlachetnych).

Pięć lat później, w roku 1869, chemik rosyjski Dymitr Mendelejew podał tablicę układu okresowego pierwiastków. Ogłosił swoje poglądy w książce pod tytułem „O związku istniejącym między własnościami pierwiastków i ich ciężarami atomowymi”.

W roku 1870 analogiczną tablicę ogłosił (niezależnie od Mendelejewa) fizyk niemiecki Lothar Meyer, który zwrócił również uwagę na periodyczność fizycznych własności pierwiastków.

Analizując zaobserwowane prawidłowości Mendelejew przewidział istnienie nie znanych wówczas pierwiastków (skandu, galu i germanu), dla których zostawił wolne miejsca w układzie okresowym. Odkrycie tych pierwiastków o własnościach fizycznych i chemicznych zgodnych z przewidywaniami Mendelejewa było wielkim sukcesem twórcy tabeli i powodem jej uznania. Wbrew porządkowi mas atomowych umieścił Mendelejew, kierując się własnościami chemicznymi, tellur przed jodem i kobalt przed niklem. Takie ustawienie zostało potwierdzone przez wyniki pomiarów charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego tych atomów. W 1913 r. fizyk angielski H.G. Moseley dowiódł bowiem, że liczba atomowa, a nie masa, decyduje o położeniu pierwiastka w tabeli.

Gdy Mendelejew układał swoją tablicę, znane były 63 pierwiastki. Dopiero w latach 1894–1899 wykryte zostały gazy szlachetne. Jeszcze w 1938 r. nie znane były pierwiastki o liczbie atomowej 43, 61, 85 i 87. Ten ostatni został zidentyfikowany w roku 1939 przez fizyczkę francuską, M. Perey, w rodzinie promieniotwórczych pierwiastków pochodnych aktynu i otrzymał nazwę frans. Pierwiastek 85, astat, został odkryty w czasie drugiej wojny światowej. Między rokiem 1940 i połową lat 50. wytworzono sztucznie pierwiastki 93, 94, 99 i 100 poprzez naświetlanie neutronami w reaktorze. Pierwiastki od 95 do 98 i 101 zostały wyprodukowane poprzez naświetlanie cząstkami alfa. W latach 1958–1974 akceleratorzy ciężkich jonów w Berkeley (USA) i w Dubnej (ZSRR) umożliwiły syntezę pierwiastków od 102 do 106. Pierwiastek 107 został zidentyfikowany w roku 1981 w Darmstadt (RFN) przy użyciu akceleratora UNILAC. Do roku 1986 w ośrodku tym wyprodukowano jeszcze pierwiastki 108 i 109.

ciąg dalszy na str. 3

1s -252,7 0,108 -259,2 0,014 0,084 - 0,0004 3,45	1 H G Wodór	2s [He]2s 1830 32,48 180,5 0,72 0,53 0,108 0,17 0,79	2A 2 IIA [He]2s2 2770 73,9 1277 2,8 1,85 0,25 0,38 0,45
3s [Ne]3s 892 24,12 97,8 0,62 0,97 0,218 0,32 0,295	3 Li s Lit	3p [Ne]3p 1107 32,517 650 2,14 1,74 0,224 0,38 0,25	4 Be s Beryl

11 Na s Sód	12 Mg s Magnez
[Ar]4s 760 18,9 63,7 0,55 0,86 0,143 0,23 0,177	[Ar]4s2 1440 36,74 838 2,1 1,54 0,218 0,3 0,149

19 K s Potas	20 Ca s Wapń
[Ar]4s 688 18,1 38,9 0,55 1,53 0,080 0,080	[Ar]4s2 1380 33,8 768 2,1 2,63 0,043 0,176

37 Rb s Rubid	38 Sr s Stront
[Kr]5s 690 16,3 28,7 0,50 1,90 0,053 0,52	[Kr]5s2 1640 35,7 714 1,83 3,65 0,016 0,068

55 Cs s Cez	56 Ba s Bar
[Rn]7s (27) -	[Rn]7s2 - 27,4 700 2,4 5,50 -
87 Fr Frans	88 Ra s Rad
od 57 do 71	od 89 do 103

3A 3 IIIB [Ar]3d4s2 2730 81 1539 3,8 2,99 0,015 0,13	4A 4 IVB [Ar]3d34s2 3260 106,5 1668 3,7 4,51 0,024 -	5A 5 VB [Ar]3d34s2 3450 106 1900 4,2 6,09 0,04 0,120	6A 6 VIB [Ar]3d54s 2665 72,97 1875 3,3 7,14 0,078 0,16 0,11	7A 7 VIIB [Ar]3d54s2 2150 53,7 1245 3,50 7,44 0,054 -	8A 8 VIII [Ar]3d64s2 3000 84,6 1536 3,67 7,87 0,10 0,18 0,11	9A 9 VIII [Ar]3d74s2 2900 93 1495 3,64 8,59 0,16 0,16 0,099
21 Sc s Skand	22 Ti s Tytan	23 V s Wanad	24 Cr s Chrom	25 Mn s Mangan	26 Fe s Żelazo	27 Co s Kobalt
[Kr]4d5s2 2927 93 1509 2,7 4,47 0,019 0,035 0,071	[Kr]4d45s2 3580 120 1852 4,0 6,51 0,024 -	[Kr]4d45s 3300 - 2468 6,4 8,58 0,80 0,125 0,065	[Kr]4d55s 5560 128 2610 6,6 10,28 0,19 0,35 0,061	[Kr]4d65s - 120 21,40 5,3 11,49 - -	[Kr]4d75s 4900 148 2500 6,1 12,45 0,10 -	[Kr]4d85s 4500 127 1966 5,2 12,41 0,22 0,21 0,059
39 Y s Itr	40 Zr s Cyrkon	41 Nb s Niob	42 Mo s Molibden	43 Tc s Technet	44 Ru s Ruten	45 Rh s Rod
od 57 do 71	[Xe]4f145d26s2 5400 155 2222 5,2 13,31 0,031 0,22 0,035	[Xe]4f145d36s2 5425 180 2996 6,8 16,68 0,081 0,13 0,036	[Xe]4f145d46s2 5930 185 3410 8,05 19,26 0,181 0,40 0,032	[Xe]4f145d56s2 5900 152 3180 7,9 21,03 0,051 0,17 0,033	[Xe]4f145d66s2 5500 162 3000 6,4 22,61 0,11 -	[Xe]4f145d76s2 5300 152 2454 5,6 22,65 0,189 0,14 0,031
57 La-Lu	72 Hf s Hafn	73 Ta s Tantal	74 W s Wolfram	75 Re s Ren	76 Os s Osm	77 Ir s Iryd
[Rn]5f146d27s2	[Rn]5f146d37s2	[Rn]5f146d47s2	[Rn]5f146d57s2			
od 89 do 103	symbol wg IUPAC Unq	symbol wg IUPAC Unp				
87 Fr Frans	88 Ra s Rad	104 Rf/Ku	105 Ha/Ns	106 Unh	107 Uns	108 Uno
	Ac-Lr					109 Une

konfiguracja elektronowa

temperatura wrzenia [°C]  
temperatura topnienia [°C]  
gęstość w 20°C [g/cm³]  
(dla gazów w 1013 mbar [g/l])  
liczba atomowa  
symbol pierwiastka

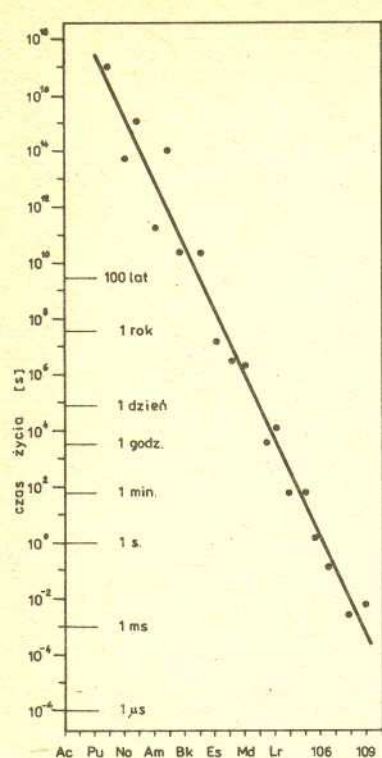
[Ar]3d64s2  
3000 84,6  
15,36 3,67  
7,86 0,10  
0,18  
0,11

26 Fe s  
Żelazo

ciepło parowania w punkcie wrzenia [kJ/mol]  
ciepło topnienia [kcal/gat]  
przewodność elektryczna w 20°C od 0°C do 20°C [ $\mu\Omega^{-1}\text{cm}^{-1}$ ]  
przewodność cieplna [cal/cm·s]  
ciepło właściwe [cal/g·K]  
stan skupienia w 20°C  
G - gaz  
L - ciecz  
S - ciało stałe

nazwa pierwiastka

[Xe]5d6s2 3470 96 920 1,5 6,16 0,017 0,033 0,045	[Xe]4f26s2 3468 95 795 1,2 6,77 0,013 0,026 0,042	[Xe]4f36s2 3127 79 935 1,60 6,48 0,015 0,028 0,048	[Xe]4f46s2 3027 69 1024 1,70 7,00 0,013 0,031 0,045	[Xe]4f56s2 - - (1027) - 7,22 - -	[Xe]4f66s2 1900 46 1072 2,1 7,54 0,011 -	[Xe]4f76s2 1439 -42 826 2,2 5,25 0,012 -	[Xe]4f75d6s2 3000 72 1812 3,70 7,89 0,007 0,021 0,071	[Xe]4f86s2 2800 45 1356 8,25
6 57 La s Lantan	58 Ce s Cer	59 Pr s Prazeodym	60 Nd s Neodym	61 Pm s Promet	62 Sm s Samar	63 Eu s Europ	64 Gd s Gadolin	65 Tb s Terb
[Rn]6d7s2 -	[Rn]6d27s2 3850 - 1750 4,6 11,72 0,055 -	[Rn]5f26d7s2 - 130 (1230) - 15,37 - -	[Rn]5f36d7s2 3818 110 1132 2,7 18,97 0,034 0,064 0,028	[Rn]5f46d7s2 - 94,3 637 - 20,48 - -	[Rn]5f67s2 3235 87,2 640 - 19,74 - -	[Rn]5f77s2 - 60,2 -	[Rn]5f76d7s2 -	[Rn]5f86d7s2 -
89 Ac s Aktyn	90 Th s Tor	91 Pa s Protaktyn	92 U s Uran	93 Np s Neptun	94 Pu s Pluton	95 Am s Ameryk	96 Cm s Kiur	97 Bk s Berkelej



Odkrywanie nowych pierwiastków nie jest dziś zajęciem chemików, synteza „supercieżkich” zajmują się fizycy jądrowi. I tak, na przykład, pierwiastek 109 (a w zasadzie jądro o liczbie atomowej 109) został wytworzony w reakcji wywołanej przez wiązkę jonów żelaza 58 (o energii wystarczającej na przezwycięzenie bariery odpychania elektrostatycznego) uderzającą w tarczę z bizmutu 209. Dotychczas nie udało się zidentyfikować jąder o liczbie atomowej większej od 109. Podstawowa trudność eksperymentalna związana jest z bardzo małym przekrojem czynnym na wytworzenie jądra superciężkiego. Dla przykładu – przekrój czynny na reakcję fuzji prowadzącą do syntezy pierwiastka 109 jest około 13 rzędów wielkości mniejszy od przekroju czynnego na reakcję wychwytu neutronu, która wiedzie do syntezy plutonu 239. Tak więc, o ile od czasu odkrycia plutonu w 1941 r. wyprodukowano około 400 ton tego pierwiastka (około  $10^{30}$  atomów), to zidentyfikowano dotychczas zaledwie kilka jąder pierwiastka 109. Trudności eksperymentalne wynikają również z bardzo krótkiego czasu życia „supercieżkich”, jest on coraz krótszy w miarę wzrostu liczby atomowej, co pokazuje rysunek obok. Możliwości obecnej techniki nie pozwalają na identyfikację jąder o czasie życia krótszym niż 100 nanosekund. Naukowcy z Darmstadt spodziewają się, że w niedalekiej przyszłości uda się wytworzyć i zidentyfikować pierwiastki 110 i 111. A więc na pewno cnd...

Przyczyny okresowości cech pierwiastków stanowiły zagadkę dla fizyki i chemii XIX w. Dopiero powstanie mechaniki kwantowej i poznanie struktury wewnętrznej atomu pozwoliło zrozumieć okresowość jako powtarzanie się konfiguracji elektronów. O budowie układu okresowego decyduje kolejność zapełniania powłok i podpowłok elektronami.

Przypomnijmy, że energia elektronu w atomie wodoropodobnym (jądro z jednym elektronem) może przyjmować wartości określone wzorem

$$E_n = \frac{Z^2 e^4 m}{2 \hbar^2 n^2}$$

gdzie  $n$  oznacza główną liczbę kwantową ( $n = 1, 2, 3, \dots$ ),  $Z$  – ładunek jądra,  $e$  i  $m$  – ładunek i masę elektronu,  $\hbar$  – stała Plancka. Stany energetyczne są zdegenerowane, to znaczy elektrony różniące się orbitalnym momentem pędu  $L$  i jego rzutem  $L_z$  oraz rzutem spinu  $S_z$  na wyróżniony kierunek mają tę samą energię.  $L$ ,  $L_z$  i  $S_z$  mogą przyjmować jedynie wartości określone wzorami:

$$L = \sqrt{l(l+1)}\hbar, \quad L_z = -l, -l+1, \dots, 0, 1, \dots, l, \quad S_z = \pm \frac{\hbar}{2}$$

gdzie  $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$  oznacza orbitalną liczbę kwantową. Zbiór stanów o tej samej wartości  $n$  ( $n$  i  $l$ ) nosi nazwę powłoki (podpowłoki). Liczba stanów w podpowłoce wynosi  $2(2l+1)$ , a w powłoce –  $2n^2$ . Stany odpowiadające kolejnym  $l = 0, 1, 2, \dots$  oznaczają się symbolami literowymi s, p, d, f, g, ..., a podpowłoki oznaczają się przez podanie głównej liczby kwantowej i symbolu literowego (np. 3d).

Analiza rozmieszczenia elektronów w poszczególnych powłokach prowadzi do sklasyfikowania pierwiastków w postaci układu okresowego. Można problem odwrócić i wówczas układ okresowy może pozwolić na odczytanie struktury elektronowej.

Aż do argonu elektrony zapełniają kolejne powłoki i podpowłoki. Dla potasu okazuje się, że od stanu 3d korzystniejsze energetycznie jest obsadzanie stanu 4s. Podobnie jest dla wapnia. Ale od skandiu do cynku zaczyna być zapełniana podpowłoka 3d pomimo częściowo rozbudowanej już powłoki 4. Podobnie dzieje się od itru do kadmu. Dla lantanowców i aktynowców sytuacja jest bardziej skomplikowana. Zaczynają być obsadzone podpowłoki f (4f dla lantanowców i 5f dla aktynowców), mimo że istnieją częściowo rozbudowane dwie następne powłoki.

Zapis struktury elektronowej w tabelach A i C jest skrótowy: w nawiasie kwadratowym podany jest symbol pierwiastka z grupy VIII (kolumna 18), którego struktura jest taka sama jak zapełnionych podpowłok danego pierwiastka, a jawnie podana jest obsada kolejnych podpowłok. W tabeli A zebrane są własności fizyczne: temperatury parowania i wrzenia, ciepła właściwe, przewodności itp. Tabela B zawiera informacje o strukturze krystalicznej, energii wzbudzenia rentgenowskiego, znaczeniu w biologii itp. W tabeli C podane są własności chemiczne pierwiastków. Ostatnia, tabela D, zawiera informacje o liczbie izotopów, częstości ich występowania, sposobach rozpadu niektórych z nich itp.

W każdej z tabel użycie pochyłej czcionki w symbolu pierwiastka oznacza, że jest on promieniotwórczy lub wytworzony sztucznie.

Nawet i dziś układ okresowy Mendelejewa znajduje zastosowanie w pracach naukowo-badawczych wymagających przewidywania określonych własności i zjawisk. Interesujące jest dokładne prześledzenie zmian własności fizycznych i chemicznych pierwiastków. Zachęcamy do tego. Pozwala to dogłębnie zrozumieć i docenić wpływ struktury elektronowej na wiele zjawisk.

Na podstawie materiałów VCH Verlagsgesellschaft i Werner Meyer AG

tabele opracowali Lidia GOETTIG, Jan KALINOWSKI i Maciej SZYMAŃSKI

# B

1A 1 IA

3,75	HEX
1,731	
-	-0,374
14,1	0,38

1 H	2A 2	ПА
Водород	3,49	BCC
	2,29	HEX
	1,567	
	-	-0,203
	13,1	6·10 <sup>-3</sup>
3 Li	4	Be
Литий	Бериллий	

4,23	BCC	3,21	HEX
1,07	0,363	1,624	
	К 11,91	1,30	0,537
		К 9,889	
23,7	2,64	14,0	1,94

11 Na	12 Mg	3A 3	IVB 4	5A 5	6A 6	7A 7	8	9	
Натрий	Магний	3,31	HEX	2,95	HEX	3,02	BCC	2,88	BCC
		1,594		1,588		1,594		1,588	
		4,49	1,23	4,95	-0,344	5,45	-0,038	5,98	0,363
		К 3,032		К 2,750		К 2,505		К 2,291	
		15,0	5·10 <sup>-4</sup>	10,6	0,41	8,35	0,01	7,23	0,02

19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni
Калий	Кальций	Скандий	Титан	Ванадий	Хром	Марганец	Железо	Кобальт	Никель
5,89	BCC	5,88	FCC	3,65	HEX	3,23	HEX	3,30	BCC
		1,571		1,593		1,571		1,593	
		17,0	0,775	18,0	0,716	19,0	0,705	20,0	0,695
		К 0,8302		К 0,7873		К 0,7476		К 0,7107	
		19,8	3·10 <sup>-3</sup>	14,1	0,02	10,8	2·10 <sup>-3</sup>	9,4	10 <sup>-3</sup>

37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd
Рубидий	Стронций	Иттрий	Цирконий	Нйобий	Молибден	Технеций	Рутений	Родий	Палладий
5,59	BCC	6,08	FCC	3,65	HEX	3,23	HEX	3,30	BCC
		16,1	0,702	17,0	0,775	18,0	0,705	19,0	0,695
		К 0,8766		К 0,8302		К 0,7873		К 0,7476	
		33,7	0,01	19,8	3·10 <sup>-3</sup>	14,1	0,02	10,8	2·10 <sup>-3</sup>

55 Cs	56 Ba	La-Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt
Цезий	Барий		Гафний	Тантал	Вольфрам	Рений	Осмий	Иридий	Платина
6,05	BCC	5,02	BCC	3,20	HEX	3,31	BCC	3,16	BCC
		37,4	0,525	11,3	0,77	11,7	0,691	12,1	0,477
		К 0,3866		L 1,569		L 1,522		L 1,476	
		39	0,03	13,6	4·10 <sup>-4</sup>	10,9	8·10 <sup>-4</sup>	9,53	6·10 <sup>-3</sup>

87 Fr	88 Ra	Ac-Lr	104 Rf/Ku	105 Ha/Ns	106 Unh	107 Uns	108 Uno	109 Une
Франций	Радий		Курчатовий	Нильсборий				
18,6								
L 1,030	L 1,009							
-	10 <sup>-21</sup>							

57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 U	64 Gd	65 Tb	
Лантан	Церий	Празеодим	Неодим	Прометий	Самарий	Европий	Гадолиний	Тербий	
5,31	FCC	5,08	FCC	3,92	TET	2,85	ROMB	4,72	ROMB
		0,825		2,056	1,736	1,411	1,036	1,411	1,036
		21,1	0,91	21,7	0,842		1,06		1,06
		L 0,933		L 0,911			L 0,911		L 0,911
		15,0	9·10 <sup>-11</sup>	12,5	3·10 <sup>-4</sup>	21,1	4·10 <sup>-17</sup>		21,1

89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk
Актиний	Торий	Протактиний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий	Берклий

stosunek  $\frac{c}{a}$  lub kąt  $\alpha$  w ukl. romboedr.  
 stosunek  $\frac{b}{a}$  w układzie rombowym  
 energia wzbudzenia prom. rentgen. [keV]  
 długość fali prom. rentgen. linii K $\alpha$  (K) lub L $\alpha_1$  (L) [Å]  
 objętość atomowa (masa at./gęstość) [cm<sup>3</sup>]  
 zawartość masowa pierwiastka w warstwie pow. Ziemi: atmosfera + hydrosfera + skorupa (do 16 km głębokości) [%]

10,47	ROMB
2,339	1,229
2,46	0,285
	К 5,373
15,5	0,05
16 S	Сера

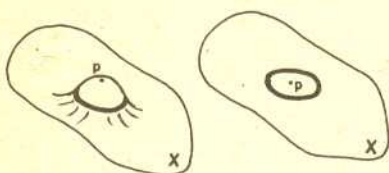
stała sieciowa  $a$  [Å]  
 struktura krystaliczna (najczęściej spotykana)  
 REG - układ regularny  
 BCC - przestrzennie c.  
 FCC - płasko centrow.  
 D - struktura diam.  
 HEX - układ heksagon.  
 TET - układ tetragon.  
 ROMB - układ rombowy.  
 RH - układ romboedr.  
 MC - układ jednoskośny.  
 długość rozpraszania termicznych na związkach  
 znaczenie biologiczne  
 ■ - ważny dla wszystkich organizmów  
 ● - ważny przynajmniej dla zwierząt  
 × - przypuszczalnie małe znaczenie  
 □ - ważny dla organizmów zwierzęcych  
 ○ - przypuszczalnie małe znaczenie

3,75	HEX	5,16	FCC	3,67	HEX	3,66	HEX	(HEX)	9,00	RH	4,61	BCC	3,64	HEX	3,60
1,619		6,54	0,484	1,614		1,614			23°13'		8,04	0,60	1,588		1,581
6,26	0,827		L 2,561	6,83	0,445	7,12	0,769	7,45	1,26	7,73			8,37	0,95	8,70
	L 2,665		L 2,561		L 2,463		L 2,370		L 2,283		L 2,199		L 2,046		
											L 2,120		L 2,046		
22,5	2·10 <sup>-3</sup>	21,0	4·10 <sup>-3</sup>	20,8	5·10 <sup>-4</sup>	20,6	2·10 <sup>-3</sup>		10 <sup>-19</sup>	19,9	6·10 <sup>-4</sup>	28,9	10 <sup>-5</sup>	19,9	6·10 <sup>-4</sup>
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 U	64 Gd	65 Tb							
Лантан	Церий	Празеодим	Неодим	Прометий	Самарий	Европий	Гадолиний	Тербий							
5,31	FCC	5,08	FCC	3,92	TET	2,85	ROMB	4,72	ROMB		MC				
		0,825		2,056	1,736	1,411	1,036	1,411	1,036						
		21,1	0,91	21,7	0,842		1,06		1,06		0,77		0,83		0,95
		L 0,980		L 0,956		L 0,933		L 0,911							
		19,9	10 <sup>-3</sup>	15,0	9·10 <sup>-11</sup>	12,5	3·10 <sup>-4</sup>	21,1	4·10 <sup>-17</sup>		2·10 <sup>-19</sup>		20,8		
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk							
Актиний	Торий	Протактиний	Уран	Нептуний	Плутоний	Америций	Кюрий	Берклий							

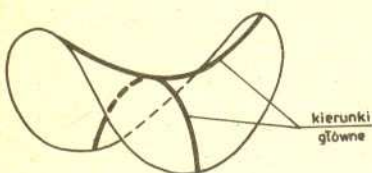
# Na przełaj przez matematykę, czyli o błonie mydlanej

Dr Krzysztof S.

NOWIŃSKI



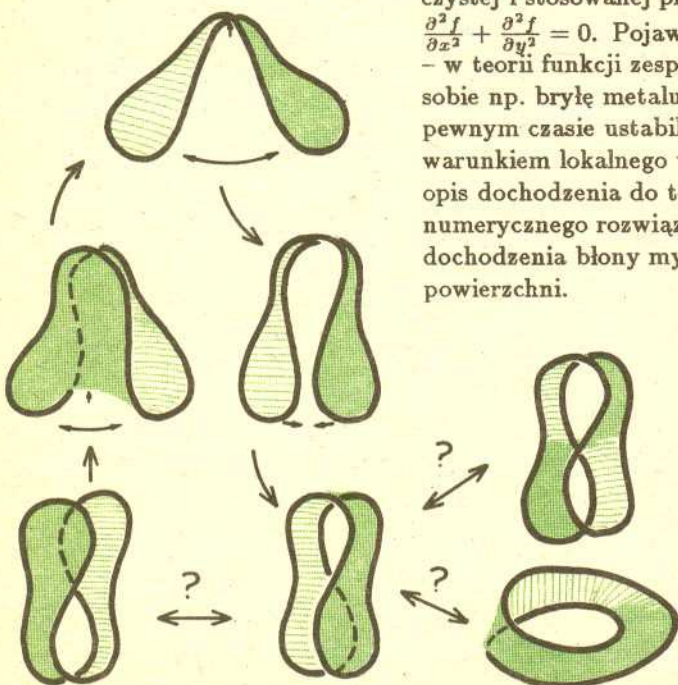
Po spłaszczeniu „garbka” zmniejszyło się pole powierzchni.



$a > b$

$a = b$

Gdy np.  $a > b$ , to pole powierzchni siodła przedstawionego na rysunku 1) możemy zmniejszyć deformując je zgodnie z rysunkiem 2).



Kształt powierzchni utworzonej przez błonę mydlaną rozpiętą na drucianym konturze jest wyznaczany przez napięcie powierzchniowe minimalizujące pole tej powierzchni. U podstaw zapoczątkowanej w latach 70. zeszłego wieku przez J.A.F. Plateau teorii błony mydlanej leży możliwość łatwego, pogładowego niemal, lokalnego opisu takiej powierzchni minimalnej.

Zauważmy mianowicie, że dowolny fragment  $A$  powierzchni minimalnej  $X$  ograniczony konturem  $K_A$  również ma najmniejsze możliwe pole – gdyby tak nie było, moglibyśmy zmniejszyć pole ograniczone przez  $K_A$  nie zmieniając nic na zewnątrz tego konturu i w ten sposób zmniejszyć pole całego  $X$  wbrew założeniu o jego minimalności. Wynika stąd łatwo, że powierzchnia  $X$  nie może zawierać punktów eliptycznych, czyli takich, w których otoczeniu  $X$  nie przecina płaszczyzny stycznej – taki „dołek” czy „górkę” można spłaszczyć zmniejszając pole.

Pozostają więc tylko punkty, w otoczeniu których powierzchnia nasza przypomina mniej lub bardziej rozplaszczone siodło. W punkcie takim można wyróżnić dwa prostopadle kierunki główne. Gdy pójdziemy w jednym z tych kierunków nie opuszczając powierzchni  $X$ , droga nasza zacznie zakrzywiać się „w górę”, gdy pójdziemy w kierunku prostopadłym – zaczniemy schodzić „w dół”.

W stosownie wybranym układzie współrzędnych (osiąmi  $x, y$  uczynimy kierunki główne, a osią  $z$  kierunek prostopadły do powierzchni) możemy  $X$  aproksymować wykresem funkcji  $z = f(x, y) = ax^2 - by^2$ . Liczby  $\frac{a}{2}$  i  $-\frac{b}{2}$  nazywamy krzywiznami głównymi w punkcie  $p$ , a ich sumę  $\frac{a}{2} - \frac{b}{2}$  – krzywizną średnią. Okazuje się, że warunek lokalnej minimalności pola powierzchni pociąga za sobą znikanie krzywizny średniej, czyli  $a = b$ .

Zauważmy teraz, że siodło o równych krzywiznach głównych ma pewną ciekawą własność: dla dowolnej liczby  $\varepsilon$  zbiór punktów oddalonych od „środką” siodła o  $\varepsilon$  tworzy krzywą, której środkiem ciężkości jest właśnie środek siodła. Wyraźnie widać, że tak nie jest, gdy  $p$  jest punktem eliptycznym, a nieco bardziej precyzyjna analiza wykazuje, że równość krzywizn głównych (z przeciwnymi znakami), a więc symetria siodła jest konieczna dla spełnienia wyżej sformułowanego warunku.

Własność „lokalnego uśredniania” pojawia się w wielu zagadnieniach matematyki czystej i stosowanej prowadząc do tzw. eliptycznych równań różniczkowych typu  $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 0$ . Pojawiają się one zarówno w rozważaniach natury teoretycznej – w teorii funkcji zespolonych, jak i w problemach praktycznych. Wyobraźmy sobie np. bryłę metalu grzaną z jednej strony, a chłodzoną z drugiej. Po pewnym czasie ustabilizuje się pewien rozkład temperatur opisany właśnie warunkiem lokalnego uśredniania, a więc i równaniem eliptycznym. Również opis dochodzenia do tego stanu stabilnego, dający w wyniku pewien algorytm numerycznego rozwiązywania równań eliptycznych, ma swą analogię w opisie dochodzenia błony mydlanej do stanu równowagi, tzn. stanu minimalizacji pola powierzchni.

Problem powierzchni minimalnych kryje w sobie nietrywialne pytania topologiczne. Okazuje się na przykład, że deformując w sposób ciągle pewien kontur tak, że po zakończeniu deformacji wróci on do postaci pierwotnej, możemy otrzymać „nieodwracalną” deformację błony mydlanej, a pewne kształty konturu dają wysoce nietrywialne formy powierzchni minimalnych. Podobne rozważania w przypadku wielowymiarowym prowadzą do nie rozwiązanych problemów z najtrudniejszych działów topologii, analizy globalnej i kombinatoryki.

1A 1 IA

1s	1, -1
37,8	30
100	210 <sub>1</sub> <sup>-</sup>
	0(1;g)
313	2,2
1 H	N
Hydrogen	

2A 2 IIA

[He]2s	[He]2s <sup>2</sup>
1	2
152	123
50 <sub>2</sub> <sup>+</sup>	76 <sub>2</sub> <sup>+</sup>
	111,3(α) 89
	27 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	45 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	-1,85(2)
124	1,0
3 Li	4 Be
Lithium	Beryllium

[Ne]3s	[Ne]3s <sup>2</sup>
1	2
185,8	157
99 <sub>1</sub> <sup>+</sup>	102 <sub>2</sub> <sup>+</sup>
	159,0 136
	57 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	72 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	-2,372(2)
119	1,0
11 Na	12 Mg
Sodium	Magnesium

[Ar]4s	[Ar]4s <sup>2</sup>
1	2
227,2	203
138 <sub>1</sub> <sup>+</sup>	151 <sub>2</sub> <sup>+</sup>
	197,4α 174
	100 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	112 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	-2,87(2)
100	0,9
19 K	20 Ca
Potassium	Calcium

[Kr]5s	[Kr]5s <sup>2</sup>
1	2
247,5	216
152 <sub>1</sub> <sup>+</sup>	161 <sub>2</sub> <sup>+</sup>
	215,1α 191
	118 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	126 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	-2,89(2)
96	0,9
37 Rb	38 Sr
Rubidium	Strontium

[Xe]6s	[Xe]6s <sup>2</sup>
1	2
265,5	253
167 <sub>1</sub> <sup>+</sup>	174 <sub>2</sub> <sup>+</sup>
	217,4 198
	135 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	142 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	-2,912(2)
90	0,9
55 Cs	56 Ba
Caesium	Barium

[Rn]7s	[Rn]7s <sup>2</sup>
1	2
180 <sub>1</sub> <sup>+</sup>	
	148 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	170 <sub>2</sub> <sup>2+</sup>
	-2,92(2)
	1,0
87 Fr	88 Ra
Francium	Radium

3A 3 IIIB 4A 4 IVB 5A 5 VB 6A 6 VIB 7A 7 VIIB 8 VIII 8 VIII 8 9 VIII 8

[Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>	[Ar]3d <sup>3</sup> 4s <sup>2</sup>
3	4
160,6	144
75 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	87 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>
	144,8α 132
	42 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>
	61 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>
	-1,63(2)
151	1,2
21 Sc	22 Ti
Scandium	Titanium

[Kr]4d <sup>3</sup> 5s <sup>2</sup>	[Kr]4d <sup>3</sup> 5s <sup>2</sup>
3	4
177,6	162
90 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	90 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>
	159,0 145
	50 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>
	72 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>
	-1,553(4)
152	1,1
39 Y	40 Zr
Yttrium	Zirconium

[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>14</sup> 5d <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>
4	4
156,4α	144
71 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>	76 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>
	143,0 134
	64 <sub>5</sub> <sup>5+</sup>
	74 <sub>5</sub> <sup>5+</sup>
	-0,750(5)
127	1,2
72 Hf	73 Ta
Hafnium	Tantalum

[Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>14</sup> 6d <sup>3</sup> 7s <sup>2</sup>
4	4
187,8	165
112 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	105 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>
	179,8α 165
	94 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>
	105 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>
	-1,90(4)
89 Ac	90 Th
Actinium	Thorium

C

konfiguracja elektronowa

wartościowość

energia jonizacji [kcal/gmol]

nazwa angielska wg IUPAC

[Ar]3d<sup>6</sup>4s<sup>2</sup>

6,3,2,0,-2

124,1α 116

65<sub>6</sub><sup>3+</sup> 76<sub>6</sub><sup>2+</sup>

-0,447(2)

182 1,6

26 Fe A

Iron

wszystkie promienie podane w pm = 10<sup>-12</sup> m

- promień atomu (1/2 odległości międzysiatk)
- promień kowalencyjny dla wiązania pojedynczego (wiązania polarne i wielokrotne mają mniejszy promień)
- promienie jonowe dla wartościowości liczby koordynacyjnej (dla gazów oraz węgla, siarki, bromu i jodu: na pierwszym miejscu promień Van der Waalsa)
- potencjał redukcyjno-utleniający [V]
- elektroujemność (wg Alfreda i Rochowa)
- własności kwasowe tlenków (dla wyższych wartościowości)
- K - kwasowy
- Z - zasadowy
- A - amfoteryczny
- N - nie można określić

1

2

3

4

5

6

7

6

7

[Xe]5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>2</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>3</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>7</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>	[Xe]4f <sup>7</sup> 5d <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup>
3	4,3	4,3	3	3	3,2	3,2	3	3
187,0α 169	182,5 165	182,0α 165	181,4 164	163	162	199,5 185	178,7 161	176,3
103 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	116 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	87 <sub>4</sub> <sup>4+</sup>	101 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	85 <sub>5</sub> <sup>5+</sup>	99 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	96 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	113 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	95 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>
	-2,522(3)	-2,483(3)	-2,35(3)	-2,431(3)	-2,29(3)	-2,30(3)	-2,407(3)	-2,29(3)
129	1,1	159	1,1	133	1,1	129	1,1	131
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb
Lanthanum	Cerium	Praseodymium	Neodymium	Promethium	Samarium	Europium	Gadolinium	Terbium
[Rn]6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>2</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>3</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>4</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>5</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>	[Rn]5f <sup>7</sup> 6d <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup>
3	4	5,4	6,5,4,3	6,5,4,3	6,5,4,3	6,5,4,3	6,5,4,3	4,3
187,8	179,8α 165	156,1	138,5α 142	130,0α	151,3γ	151,3γ	85 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>	98 <sub>6</sub> <sup>3+</sup>
112 <sub>3</sub> <sup>3+</sup>	94 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>	105 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>	78 <sub>6</sub> <sup>5+</sup>	89 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>	72 <sub>6</sub> <sup>5+</sup>	75 <sub>6</sub> <sup>5+</sup>	85 <sub>6</sub> <sup>4+</sup>	98 <sub>6</sub> <sup>3+</sup>
	-1,90(4)	-1,49(3)	-1,798(3)	-1,856(3)	-2,031(3)	-2,07(3)	≈ 1,2	≈ 1,2
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk
Actinium	Thorium	Protactinium	Uranium	Neptunium	Plutonium	Americium	Curium	Berkelium

# Mała delta

## Nazywają się proste

System rachunkowy starożytnych Egipcjan (np. 1500 lat p.n.e.) używał tylko liczb naturalnych i ich odwrotności. Zapisywano to bardzo prosto – jeśli jakiś hieroglif oznaczał liczbę naturalną, to oznaczenie jej odwrotności uzyskiwano przez dorysowanie (zawsze takiego samego) stosownego znaczka.

$$\overline{\text{III}} \quad \overline{\overline{\text{III}}}$$

$\frac{1}{12} \quad \frac{1}{12}$

Nie było natomiast znaczków na oznaczenie innych ułamków (w późniejszych tekstach pojawia się oddzielny znaczek na  $\frac{2}{3}$ , ale tylko on).

Jak więc radzono sobie z innymi ułamkami? Bo przecież poziom zadań rachunkowych, jakie wówczas rozwiązywano, wymagał użycia i innych ułamków. Otóż uważano, że wystarczy zajmować się sumami liczb naturalnych i pewnej liczby ich odwrotności.

A czy rzeczywiście wystarczy? Dokładniej – czy każdy ułamek między 0 a 1 da się przedstawić jako sumę odwrotności różnych (bo tego Egipcjanie wymagali) liczb naturalnych?

Dzisiaj przedstawienie ułamka właściwego jako sumy odwrotności różnych liczb naturalnych nazywa się rozkładem na ułamki proste. Czy zatem każdy ułamek właściwy da się rozłożyć na ułamki proste? Zamieszczona tabelka podaje takie rozkłady dla (dzisiejszych) ułamków o mianownikach od 2 do 7. Proponuję Czytelnikom przedłużenie jej. Bo da się to zrobić dowolnie daleko.

$$\begin{array}{ccccccc} \frac{1}{2} & & & & & & \\ \frac{1}{3} & \frac{1}{2} + \frac{1}{6} & & & & & \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} + \frac{1}{4} & & & & \\ \frac{1}{5} & \frac{1}{3} + \frac{1}{15} & \frac{1}{2} + \frac{1}{10} & \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{20} & & & \\ \frac{1}{6} & \frac{1}{3} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} + \frac{1}{6} & \frac{1}{2} + \frac{1}{3} & & \\ \frac{1}{7} & \frac{1}{4} + \frac{1}{28} & \frac{1}{3} + \frac{1}{11} + \frac{1}{231} & \frac{1}{2} + \frac{1}{14} & \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{70} & \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{42} & \end{array}$$

Zauważmy najpierw, że rozkład na ułamki proste nie jest jednoznaczny. Istotnie, np.

$$\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{20} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} + \frac{1}{12} + \frac{1}{20} + \frac{1}{24}$$

Każdy widzi, jaką sztuczkę należy tu zastosować, np.

$$1 = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{6}$$

Ale zastanówmy się, jak w ogóle jakiś rozkład otrzymać. Odpowiedź jest prosta. Od ułamka, który chcemy rozłożyć, odejmujemy największy, spośród mniejszych od niego, ułamek prosty. I kontynuujemy tę operację, aż reszta też będzie ułamkiem prostym. Np.

$$\begin{aligned} \frac{9}{19} - \frac{1}{3} &= \frac{27 - 19}{57} = \frac{8}{57}, \\ \frac{8}{57} - \frac{1}{8} &= \frac{64 - 57}{456} = \frac{7}{456}, \\ \frac{7}{456} - \frac{1}{66} &= \frac{462 - 456}{30096} = \frac{6}{30096} = \frac{1}{10016}, \end{aligned}$$

czyli  $\frac{9}{19} = \frac{1}{3} + \frac{1}{8} + \frac{1}{66} + \frac{1}{10016}$ .

Aby przekonać się, że takie postępowanie zawsze zakończy się sukcesem, wystarczy zauważyć, iż ułamki otrzymane po każdym takim odejmowaniu muszą mieć coraz mniejsze liczniki (a dlaczego?). Tak więc  $\frac{a}{n}$  jest sumą co najwyżej  $a$  różnych ułamków prostych.

*Małą Deltę przygotował Marek KORDOS*

P.S. O tym, że rozkłady na ułamki proste (już niekoniecznie różne) mogą być przedmiotem bardzo twardej matematyki, świadczą np. następujące, do tej pory nie rozwiązane, problemy:

Czy każdy ułamek  $\frac{4}{n}$ , dla  $n > 1$ , da się przedstawić jako sumę dokładnie trzech ułamków prostych? (problem Erdösa)

Czy dla każdego  $a$  każdy ułamek  $\frac{a}{n}$  o mianowniku większym od pewnej, dobranej do  $a$ , liczby  $n_a$  jest sumą dokładnie trzech ułamków prostych? (problem Schinzla)

# D

1A 1 IA

1,00794 2 1 2 99,985 0,015 3( $\beta^-$ )12,3a 13,598	2A 2 IIA
1 H Wasserstoff	

6,941 2 6 7 7,5 92,5 3( $\beta^-$ )842ms 5,392	9,012182 1 9 100 7( $\epsilon$ , $\gamma$ )53d 9,322
2 Li Lithium	4 Be Beryllium

22,989768 1 23 100 22( $\beta^+$ , $\gamma$ )2,6a 5,139	24,3050 3 24 25 26 79,0 10,0 11,0 28( $\beta^-$ , $\gamma$ )21h 7,646
11 Na Natrium	12 Mg Magnesium

39,0983 3 39 40 41 93,3 0,01 6,7 42( $\beta^-$ , $\gamma$ )12h 4,341	40,078 6 40 42 44 96,9 0,6 2,1 45( $\beta^-$ )163d 6,113	44,955910 1 45 100 46( $\beta^-$ , $\gamma$ )84d 6,54	47,88 5 46 47 48 8,0 7,3 73,8 44( $\epsilon$ , $\gamma$ )47,3a 6,82	50,9415 2 50 51 0,2 99,8 49( $\epsilon$ )330d 6,74	51,9961 4 50 52 53 100 4,3 83,8 9,6 51( $\epsilon$ , $\gamma$ )28d 6,766	54,93805 1 55 100 54( $\epsilon$ , $\gamma$ )312d 7,435	55,847 4 54 56 57 5,8 91,7 2,2 59( $\beta^-$ , $\gamma$ )312d 7,870	58,93320 1 59 100 60( $\beta^-$ , $\gamma$ )5,3a 7,86	58,69 6 58 60 68,3 2 63( $\beta^-$ ) 7,86
19 K Kalium	20 Ca Calcium	21 Sc Scandium	22 Ti Titan	23 V Vanadium	24 Cr Chrom	25 Mn Mangan	26 Fe Eisen	27 Co Cobalt	28 Ni Nickel

85,4678 2 85 87 72,2 27,8 86( $\beta^-$ , $\gamma$ )19d 4,177	87,62 4 86 87 88 9,9 7,0 82,6 90( $\beta^-$ )28,5a 5,695	88,90585 1 89 100 88( $\epsilon$ , $\gamma$ )107d 6,38	91,224 5 90 92 94 51,5 17,1 17,4 95( $\beta^-$ , $\gamma$ )64d 6,84	92,90638 1 93 100 94( $\beta^-$ , $\gamma$ )2·10 <sup>4</sup> a 6,88	95,94 7 95 96 98 15,9 16,7 24,1 99( $\beta^-$ , $\gamma$ )66h 7,099	98,9063* (r) 99( $\beta^-$ )2,1·10 <sup>5</sup> a 7,28	101,07 7 101 102 104 17,0 31,6 18,7 103( $\beta^-$ , $\gamma$ )39d 7,37	102,90550 1 103 100 105( $\beta^-$ , $\gamma$ )36h 7,46	106,42 6 105 107 22,3 2 103( $\beta^-$ ) 7,46
37 Rb Rubidium	38 Sr Strontium	39 Y Yttrium	40 Zr Zirconium	41 Nb Niobium	42 Mo Molybdän	43 Tc Technetium R	44 Ru Ruthenium	45 Rh Rhodium	46 Pd Palladium

132,90543 1 133 100 137( $\beta^-$ , $\gamma$ )30,2a 3,894	137,327 7 136 137 138 7,9 11,2 71,7 133( $\epsilon$ , $\gamma$ )10,5a 5,212	od 57 do 71	178,49 6 177 178 180 18,6 27,3 35,1 181( $\beta^-$ , $\gamma$ )42d 7,0	180,9479 2 180 181 0,01 ≈100 182( $\beta^-$ , $\gamma$ )114d 7,89	183,85 5 182 184 186 26,3 30,7 28,6 185( $\beta^-$ )75d 7,98	186,207 2 185 187 37,4 62,6 186( $\beta^-$ , $\gamma$ )91h 7,88	190,2 7 189 190 192 16,1 26,4 41,0 185( $\epsilon$ , $\gamma$ )94d 8,7	192,22 2 191 193 37,3 62,7 192( $\beta^-$ , $\gamma$ )74d 9,1	195,08 4 194 196 32,9 3 197( $\beta^-$ ) 9,1
55 Cs Cäsium	56 Ba Barium	La-Lu	72 Hf Hafnium	73 Ta Tantal	74 W Wolfram	75 Re Rhenium	76 Os Osmium	77 Ir Iridium	78 Pt Platin

223,0197* 1(r) 223( $\beta^-$ , $\gamma$ )22m 4,0	226,0254* 4(r) 226( $\alpha$ , $\gamma$ )1600a 5,279	od 89 do 103	261,1087* 0 261( $\alpha$ )65s	262,1138* 0 262( $\alpha$ , sf)35s	263,1182* 0 263( $\alpha$ )0,9s	262,1239* 0 262( $\alpha$ )106ms	265( $\alpha$ )1,8ms	266( $\alpha$ )3,4ms	
87 Fr Francium R	88 Ra Radium R	Ac-Lr	104 Rf/Ku S	105 Ha/Ns S	106 Unh S	107 Uns S	108 Uno S	109 Une S	

138,9055 2 138 139 0,1 99,9 140( $\beta^-$ , $\gamma$ )40h 5,577	140,115 4 138 140 142 0,3 88,5 11,1 141( $\beta^-$ , $\gamma$ )33d 5,47	140,90765 1 141 100 143( $\beta^-$ )14d 5,42	144,24 7 142 144 146 27,1 23,8 17,2 147( $\beta^-$ , $\gamma$ )11d 5,49	146,9151* (r) 147( $\beta^-$ )2,6a 5,55	150,36 7 147 152 154 15,0 26,7 22,7 153( $\beta^-$ , $\gamma$ )47h 5,63	151,965 2 151 153 47,8 52,2 152( $\epsilon$ , $\gamma$ )13,3a 5,67	157,25 7 156 158 160 20,5 24,8 21,9 153( $\epsilon$ , $\gamma$ )242d 6,14	158,92 4 159 100 160( $\beta^-$ ) 6,14
67 La Lanthan	68 Ce Cer	69 Pr Praseodym	60 Nd Neodym	61 Pm Promethium R	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium

227,0278* 2(r) 227( $\beta^-$ )21,8a 6,9	232,0381 2 230 232 ≈5·10 <sup>-4</sup> ≈100 232( $\alpha$ )1,4·10 <sup>10</sup> a 6,95	231,0359* 2(r) 231( $\alpha$ , $\gamma$ )3,3·10 <sup>4</sup> a	238,0289 3 234 235 238 0,005 0,72 99,275 238( $\alpha$ )4,5·10 <sup>9</sup> a 6,08	237,0482* (r) 237( $\alpha$ , $\gamma$ )2,1·10 <sup>6</sup> a	244,0642* (r) 244( $\alpha$ )8,3·10 <sup>7</sup> a 5,8	243,0614* 0 243( $\alpha$ , $\gamma$ )7370a 6,0	247,0703* 0 247( $\alpha$ , $\gamma$ )1,6·10 <sup>7</sup> a	247,0182 4 247( $\alpha$ ) 6,0
89 Ac Actinium R	90 Th Thorium R	91 Pa Protactinium R	92 U Uran R	93 Np Neptunium R	94 Pu Plutonium R	95 Am Americium S	96 Cm Curium S	97 Bk Berkelium S

138,9055 2 138 139 0,1 99,9 140( $\beta^-$ , $\gamma$ )40h 5,577	140,115 4 138 140 142 0,3 88,5 11,1 141( $\beta^-$ , $\gamma$ )33d 5,47	140,90765 1 141 100 143( $\beta^-$ )14d 5,42	144,24 7 142 144 146 27,1 23,8 17,2 147( $\beta^-$ , $\gamma$ )11d 5,49	146,9151* (r) 147( $\beta^-$ )2,6a 5,55	150,36 7 147 152 154 15,0 26,7 22,7 153( $\beta^-$ , $\gamma$ )47h 5,63	151,965 2 151 153 47,8 52,2 152( $\epsilon$ , $\gamma$ )13,3a 5,67	157,25 7 156 158 160 20,5 24,8 21,9 153( $\epsilon$ , $\gamma$ )242d 6,14	158,92 4 159 100 160( $\beta^-$ ) 6,14
67 La Lanthan	68 Ce Cer	69 Pr Praseodym	60 Nd Neodym	61 Pm Promethium R	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium

227,0278* 2(r) 227( $\beta^-$ )21,8a 6,9	232,0381 2 230 232 ≈5·10 <sup>-4</sup> ≈100 232( $\alpha$ )1,4·10 <sup>10</sup> a 6,95	231,0359* 2(r) 231( $\alpha$ , $\gamma$ )3,3·10 <sup>4</sup> a	238,0289 3 234 235 238 0,005 0,72 99,275 238( $\alpha$ )4,5·10 <sup>9</sup> a 6,08	237,0482* (r) 237( $\alpha$ , $\gamma$ )2,1·10 <sup>6</sup> a	244,0642* (r) 244( $\alpha$ )8,3·10 <sup>7</sup> a 5,8	243,0614* 0 243( $\alpha$ , $\gamma$ )7370a 6,0	247,0703* 0 247( $\alpha$ , $\gamma$ )1,6·10 <sup>7</sup> a	247,0182 4 247( $\alpha$ ) 6,0
89 Ac Actinium R	90 Th Thorium R	91 Pa Protactinium R	92 U Uran R	93 Np Neptunium R	94 Pu Plutonium R	95 Am Americium S	96 Cm Curium S	97 Bk Berkelium S

138,9055 2 138 139 0,1 99,9 140( $\beta^-$ , $\gamma$ )40h 5,577	140,115 4 138 140 142 0,3 88,5 11,1 141( $\beta^-$ , $\gamma$ )33d 5,47	140,90765 1 141 100 143( $\beta^-$ )14d 5,42	144,24 7 142 144 146 27,1 23,8 17,2 147( $\beta^-$ , $\gamma$ )11d 5,49	146,9151* (r) 147( $\beta^-$ )2,6a 5,55	150,36 7 147 152 154 15,0 26,7 22,7 153( $\beta^-$ , $\gamma$ )47h 5,63	151,965 2 151 153 47,8 52,2 152( $\epsilon$ , $\gamma$ )13,3a 5,67	157,25 7 156 158 160 20,5 24,8 21,9 153( $\epsilon$ , $\gamma$ )242d 6,14	158,92 4 159 100 160( $\beta^-$ ) 6,14
67 La Lanthan	68 Ce Cer	69 Pr Praseodym	60 Nd Neodym	61 Pm Promethium R	62 Sm Samarium	63 Eu Europium	64 Gd Gadolinium	65 Tb Terbium

227,0278* 2(r) 227( $\beta^-$ )21,8a 6,9	232,0381 2 230 232 ≈5·10 <sup>-4</sup> ≈100 232( $\alpha$ )1,4·10 <sup>10</sup> a 6,95	231,0359* 2(r) 231( $\alpha$ , $\gamma$ )3,3·10 <sup>4</sup> a	238,0289 3 234 235 238 0,005 0,72 99,275 238( $\alpha$ )4,5·10 <sup>9</sup> a 6,08	237,0482* (r) 237( $\alpha$ , $\gamma$ )2,1·10 <sup>6</sup> a	244,0642* (r) 244( $\alpha$ )8,3·10 <sup>7</sup> a 5,8	243,0614* 0 243( $\alpha$ , $\gamma$ )7370a 6,0	247,0703* 0 247( $\alpha$ , $\gamma$ )1,6·10 <sup>7</sup> a	247,0182 4 247( $\alpha$ ) 6,0
89 Ac Actinium R	90 Th Thorium R	91 Pa Protactinium R	92 U Uran R	93 Np Neptunium R	94 Pu Plutonium R	95 Am Americium S	96 Cm Curium S	97 Bk Berkelium S

masa atomowa  
\* - dla pierwiastków radioaktywnych:  
masa jednego z ważnych izotopów;  
dla U i Th: naturalna mieszanina izotopów

liczby masowe najbardziej rozpowszechnionych izotopów oraz ich procentowa zawartość w przyrodzie

55,847 4 54 56 57 5,8 91,7 2,2 59( $\beta^-$ , $\gamma$ )312d 7,870	26 Fe Eisen X
---	------------------

nazwa niemiecka

liczba izotopów wyst (r): tylko radioizotopy w n promieniotwórczych

liczba masowa najbardziej rozpowszechnionych izotopów (sposób rozpadu) czas

energia jonizacji [eV]

R - występuje tylko w szej przyrodzie  
S - sztucznie wytworzony



zotopów występujących w przyrodzie  
o radioizotopy w naturalnych szeregach  
promieniotwórczych

masowa najbardziej trwałego izotopu  
(bez rozpadu) czas połowicznego zaniku

jonizacji [eV]

Występuje tylko w szeregu promieniotwórczym  
nie wytworzony

4,002602	2
3	4
$10^{-4}$	$\approx 100$
$6(\beta^-)$	808ms
	24,587

9 VIII		10 VIII		11 VIII		12 VIII		13 IIIA		14 IVA		15 VA		16 VIA		17 VIIA		18 He	
8	1B	2B	3B	4B	5B	6B	7B	8B	9B	10B	11B	12B	13B	14B	15B	16B	17B	18B	19B
320	1	58,69	5	63,546	2	65,39	5	69,723	2	72,61	5	74,92159	1	78,96	6	79,904	2	83,80	6
		58 60 62		63 65		64 66 68		69 71		70 72 74		75		78 80 82		79 81		82 84 86	
		68,3 26,1 3,6		69,2 30,8		48,6 27,9 18,8		60,1 39,9		20,5 27,4 36,5		100		23,6 49,7 9,2		50,7 49,3		11,6 57,0 17,3	
		$63(\beta^-)$ 100a		$64(\beta^-, \epsilon)$ 13h		$65(\epsilon, \gamma)$ 244d		$67(\epsilon, \gamma)$ 78h		$77(\beta^-, \gamma)$ 11h		$73(\epsilon, \gamma)$ 80d		$75(\epsilon, \gamma)$ 120d		$82(\beta^-, \gamma)$ 35h		$85(\beta^-)$ 10,8a	
		7,46		7,635		9,394		5,999		7,899		9,81		9,752		11,814		13,999	
Co		28 Ni		29 Cu		30 Zn		31 Ga		32 Ge		33 As		34 Se		35 Br		36 Kr	
		Nickel		Kupfer		Zink		Gallium		Germanium		Arsen		Selen		Brom		Krypton	
0550	1	106,42	6	107,8682	2	112,411	8	114,82	2	118,710	10	121,75	2	127,60	8	126,90447	1	131,29	9
		105 106 108		107 109		111 112 114		113 115		116 118 120		121 123		126 128 130		127		129 131 132	
		22,3 27,3 26,5		51,8 48,2		12,8 24,1 28,7		4,3 95,7		14,5 24,2 32,6		57,3 42,7		19,0 31,7 33,8		100		26,4 21,2 26,9	
		$103(\epsilon)$ 17d		$110m(\beta^-, \gamma)$ 250d		$109(\epsilon)$ 453d		$114m(\beta^-, \gamma)$ 50d		$113(\epsilon, \gamma)$ 115d		$125(\beta^-, \gamma)$ 2,8a		$127m(\beta^-, \gamma)$ 109d		$129(\beta^-, \gamma)$ 1,6-10 <sup>7</sup> a		$133(\beta^-, \gamma)$ 5d	
		7,46		8,34		8,993		5,786		7,344		8,641		9,009		10,451		12,130	
th		46 Pd		47 Ag		48 Cd		49 In		50 Sn		51 Sb		52 Te		53 I		54 Xe	
		Palladium		Silber		Cadmium		Indium		Zinn		Antimon		Tellur		Iod		Xenon	
2	2	195,08	6	196,96654	1	200,59	7	204,3833	2	207,2	4	208,98037	1	208,9824*	7(r)	209,9871*	4(r)	222,0176*	4(r)
		194 195 196		197		199 200 202		203 205		206 207 208		209		209(a)102a		210(c, \gamma)8h		222(a)4d	
		32,9 33,8 25,3		100		16,8 23,1 29,8		29,5 70,5		24,1 22,1 52,4		100		8,42		9,5		10,748	
		$197(\beta^-, \gamma)$ 18h		$195(\epsilon, \gamma)$ 183d		$203(\beta^-, \gamma)$ 47d		$204(\beta^-)$ 3,8a		$210(\beta^-, \gamma)$ 22,3a		$207(\epsilon, \gamma)$ 33,4a							
		9,1		9,0		10,437		6,108		7,416		7,289							
r		78 Pt		79 Au		80 Hg		81 Tl		82 Pb		83 Bi		84 Po		85 At		86 Rn	
		Platin		Gold		Quecksilber		Thallium		Blei		Bismut		Polonium R		Astat R		Radon R	

0  
3,4ms  
S

5	7	158,92534	1	162,50	7	164,93032	1	167,26	6	168,93421	1	173,04	7	174,967	2
158 160		159		162 163 164		165		166 167 168		169		172 173 174		175 176	
24,8 21,9		100		25,5 24,9 28,2		100		33,6 22,9 26,8		100		21,9 16,1 31,8		97,4 2,6	
$160(\beta^-)$ 72d		$165(\beta^-)$ 72d		$166m(\beta^-)$ 1200a		$169(\beta^-)$ 9d		$170(\beta^-)$ 129d		$169(\epsilon, \gamma)$ 32d		$177(\beta^-)$ 7d		5,426	
6,14		5,85		6,02		6,10		6,18		6,254					
Gd		65 Tb		66 Dy		67 Ho		68 Er		69 Tm		70 Yb		71 Lu	
Terbium		Dysprosium		Holmium		Erbium		Thulium		Ytterbium		Lutetium			
703*	0	247,0703*	0	251,0796*	0	252,0829*	0	257,0951*	0	258,0986*	0	259,1009*	0	260,1053*	0
$247(\alpha, \gamma)$ 1,6-10 <sup>7</sup> a		$247(\alpha, \gamma)$ 1380a		$251(\alpha, \gamma)$ 898a		$252(\alpha, \gamma)$ 472d		$257(\alpha, \gamma)$ 101d		$258(\alpha)$ 56d		$259(\alpha, \epsilon)$ 58m		$260(\alpha)$ 3m	
Om		97 Bk		98 Cf		99 Es		100 Fm		101 Md		102 No		103 Lr	
		Berkelium S		Californium S		Einsteinium S		Fermium S		Mendelevium S		Nobelium S		Lawrencium S	

Rozwiązania prosimy nadsyłać do dnia 1 IX 1990 r. Wśród Czytelników, którzy nadesłały prawidłowe rozwiązania, rozlosujemy 10 książek z serii *Delta przedstawia*.

Redakcja



### Rozwiązanie zadania F 382.

W naczyniach połączonych ciśnienia na tej samej wysokości są jednakowe. Ponieważ rurki manometru są otwarte, czyli połączone z atmosferą, więc i ciśnienie w nich zmienia się z wysokością tak, jak ciśnienie atmosferyczne. Wynika stąd, że ciśnienia wywierane na ciecz w obu ramionach są na tej samej wysokości takie same. Poziom cieczy w obu ramionach (w równowadze) jest więc taki sam i nasz manometr nie wskaże różnicy ciśnień między parterem a piętrem.



### Rozwiązanie zadania M 563. Niech

$$\epsilon = \cos \frac{2\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{2\pi}{3}$$

(jest to jeden z pierwiastków trzeciego stopnia z jedności). Mamy

$$2^n = \binom{n}{0} + \binom{n}{1} + \dots + \binom{n}{n}$$

$$(1 + \epsilon)^n = \binom{n}{0} + \binom{n}{1} \epsilon + \dots + \binom{n}{n} \epsilon^n$$

$$(1 + \epsilon^2)^n = \binom{n}{0} + \binom{n}{1} \epsilon^2 + \dots + \binom{n}{n} \epsilon^{2n}$$

Zauważmy teraz, że  $1 + \epsilon^k + \epsilon^{2k} = 3$  dla  $k$  podzielnych przez 3, w przeciwnym razie  $1 + \epsilon^k + \epsilon^{2k} = 0$ . Stąd

$$2^n + (1 + \epsilon)^n + (1 + \epsilon^2)^n = 3 \left[ \binom{n}{0} + \binom{n}{3} + \binom{n}{6} + \dots \right]$$

ponadto  $1 + \epsilon = -\epsilon^2$ ,  $1 + \epsilon^2 = -\epsilon$ , czyli

$$(1 + \epsilon)^n = (-\epsilon^2)^n = \left( \cos \frac{\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{\pi}{3} \right)^n = \cos \frac{n\pi}{3} + i \cdot \sin \frac{n\pi}{3}$$

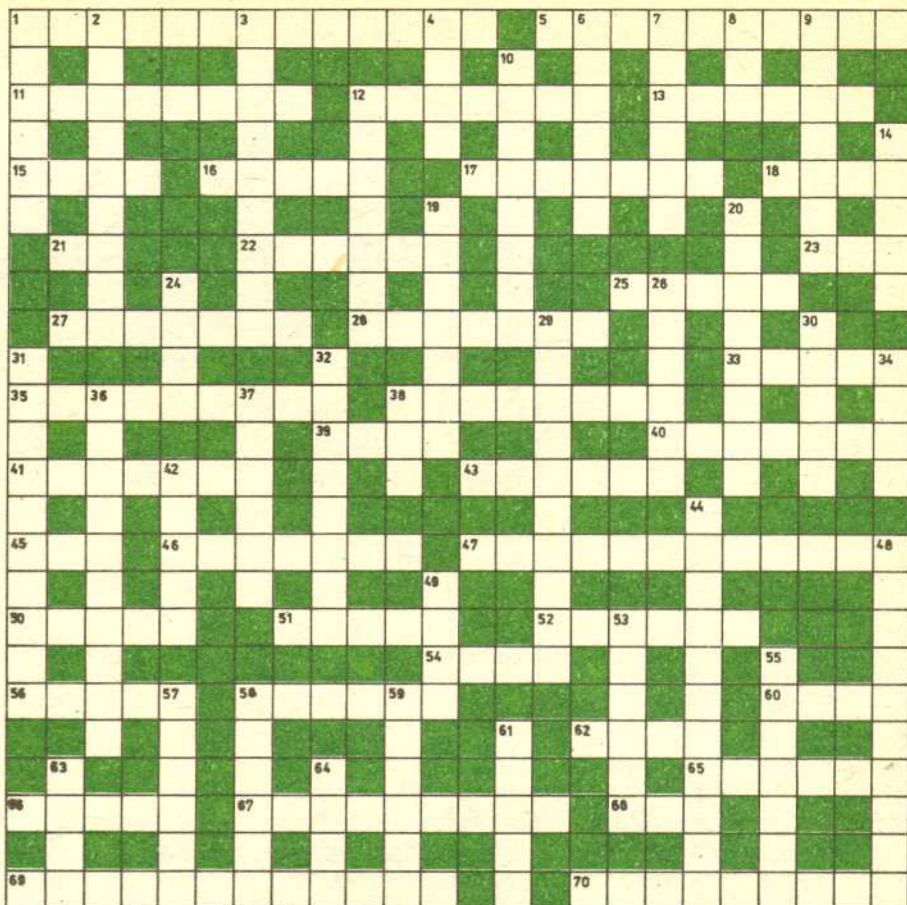
$$(1 + \epsilon^2)^n = (-\epsilon)^n = \left( \cos \frac{\pi}{3} - i \cdot \sin \frac{\pi}{3} \right)^n = \cos \frac{n\pi}{3} - i \cdot \sin \frac{n\pi}{3}$$

i ostatecznie

$$2^n + (1 + \epsilon)^n + (1 + \epsilon^2)^n = 2^n + 2 \cos \frac{n\pi}{3}$$

czyli

$$\binom{n}{0} + \binom{n}{3} + \binom{n}{6} + \dots = \frac{1}{3} \left( 2^n + 2 \cos \frac{n\pi}{3} \right)$$



**Poziomo:** 1. Świątynia astronomii. 5.  $3 \cdot 10^{22}$  m. 11. Seria sztucznych satelitów, z których jeden odkrył pasy Van Allena. 12. Obiega gwiazdę. 13. Najjaśniejszy prawdopodobnie obiekt we Wszechświecie. 15. Zauważył, że Galaktyka się obraca. 16. Satelita Urana. 17. W nim jest Proxima. 18. Cudowna gwiazda. 21. Zasiarczony satelita Jowisza. 22. Satelita Plutona. 23. Nie widać Księżyca. 25. Zodiaku. 27. Góra ze sławnym obserwatorium. 28. Inny satelita Jowisza. 33. Otwarta gromada gwiazd (wspak). 35. Przyrząd astronomiczny, chociaż może też świecić. 38. Przyrząd astronomiczny, którego ten spod 35 jest szczególnym przypadkiem. 39. Kryptonim sztucznego satelity na podczerwień. 40. Mniejsze kółko biegnące po większym kole. 41. Chwianie się osi ziemskiej. 43. Gwiazdozbiór długi jak rzeka. 45. Pisarz, którego twórczość jest tak związana z Kosmosem, że trudno go tu pominąć. 46. Jest tam radioteleskop wielkości stadionu. 47. Jedna ze współrzędnych niebieskich. 50. Gwiazdozbiór z cudowną gwiazdą (po łacinie!). 51. Duży krater księżycowy. 52. Imieniem tej bogini nazwana jest duża planetoida. 54. Jedna z czterech. 56. W tym gwiazdozbiórze (po łacinie!) był kiedyś najważniejszy punkt nieba. 58. Planeta jak cieplarnia. 60. Coś przeciwnego do tej spod 54. 62. W odniesieniu do kalendarzy może być stary lub nowy. 65. Zdolność odbijająca. 66. Miasto słynące z wielkiego astronoma. 67. Kąt np. między kierunkami na planetę i Słońce. 68. Widać gwiazdy. 69. Otacza niektóre planety, ale jej nie widać. 70. Dzięki temu zjawisku m.in. wyznaczono odległości gwiazd.

**Pionowo:** 1. Też satelita Urana. 2. Kosmiczny fajerwerk. 3. Może być sferyczna, chromatyczna lub być jednym z dowodów ruchu Ziemi. 4. Planeta z osobliwie ustawioną osią obrotu. 6. Liczby określające, którym dniem po nowiu jest 1 stycznia. 7. Czwarta co do jasności gwiazda nieba. 8. Krzyżówkowa papuga, ale też łacińska nazwa południowego gwiazdozbioru. 9. Jednostka długości użyta przy pierwszym pomiarze promienia Ziemi. 10. Kamień, który spadł z nieba. 12. Gwiazda bardzo ważna dla żeglarzy. 14. Otaczająca nas rzeczywistość (wspak). 19. Jedna z najjaśniejszych i z najbardziej czerwonych gwiazd nieba. 20. Może to z gwiazdą zrobić np. Księżyc. 24. Jeden z twórców tajemniczej reguły określającej rozmiary orbit planet. 26. Jedna z planet (wspak). 29. Pochłanianie światła, np. w atmosferze. 30. To miasto chciało kiedyś leżeć na zerowym południku. 31. Gotowanie się powierzchni Słońca. 32. Pewien rój meteorów. 34. Ma to Galaktyka, ale może też mieć Słońce lub Księżyc. 36. Mierzenie jasności gwiazd. 37. Tworzy go pewna czwórka gwiazd w Orionie. 38. Jedyna litera grecka będąca zarazem skrótem nazwy gwiazdozbioru. 42. Panował podobno przed stworzeniem świata. 44. Uczona nazwa migotania gwiazd. 48. Jej poświęcona jest ta krzyżówka. 49. Ludowa nazwa alfy Woźnicy. 53. Sformułował prawo gravitacji. 55. Obiekt jeszcze młodszy od protogwiazdy. 57. Gwiazda bardzo ważna dla nas wszystkich. 58. Polski optyk (ok. 1230-1280). 59. Seria sztucznych satelitów fotografujących Księżyc z bliska. 61. Kicający gwiazdozbiór. 63. Jeżeli gwiazdowa, to ma  $23^h 56^m 4^s$ . 64. Wykrył okresowość aktywności Słońca.

= 10<sup>-12</sup> m

głości międzycząsteczkowej, tutaj dla α-Fe)

wiązania pojedynczego  
cząsteczki (mają mniejszy promień)

wartościowości  
cząsteczki koordynacyjnej  
promienia i jodu:

Van der Waalsa)

cząsteczki [V]

cząsteczki i Rochowa)

(dla wyższej wartościowości)

VIII 8 10 VIII 1B 11 IB 2B 12 IIB

Table of elements from Boron (B) to Radon (Rn). Columns correspond to groups 3B, IIIA, 4B, IVA, 5B, VA, 6B, VIA, 7B, VIIIA. Includes atomic numbers, symbols, names, and various physical/chemical data points.

Table of elements from Terbium (Tb) to Lawrencium (Lr). Columns correspond to groups 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Includes atomic numbers, symbols, names, and various physical/chemical data points.



## Pytania

Gra w 20 pytań jest powszechnie znana. Gracz  $A$  wybiera liczbę od 1 do 1 000 000, gracz  $B$  zadaje 20 pytań typu: „Czy wybrana liczba należy do zbioru  $X$ ?”, gdzie  $X \subseteq [1, 10^6]$ . Gracz  $A$  udziela odpowiedzi „tak” lub „nie”. Wiadomo, że jeśli gracz  $A$  wybierze liczbę z przedziału  $[1, 2^n]$ , to graczowi  $B$  wystarczy  $n$  pytań.

Teraz rozważamy uogólnienie tego zadania. Gracz  $A$  wybiera 2 liczby z przedziału  $[1, n]$ . Gracz  $B$  zadaje pytanie typu: „Czy w zbiorze  $X$  jest co najmniej jedna z wybranych liczb?”, gdzie  $X \subseteq [1, n]$ . Ile tego typu pytań musi zadać gracz  $B$ , by określić, jakie liczby wybrał  $A$ ?

Inne uogólnienie: gracz  $B$  zadaje pytania typu: „Ile wybranych liczb znajduje się w zbiorze  $X$ ?”. Ten problem jest innym sformulowaniem następującego problemu poszukiwania fałszywych monet. Mamy  $n$  monet, wśród których jest  $k$  fałszywych. Moneta prawdziwa waży 10 g, fałszywa 11 g. W ilu ważeniach na wadze sprężynowej możemy oddzielić monety prawdziwe od fałszywych?

Inny, podobny problem: gracz  $A$  wybiera jedną liczbę z przedziału  $[1, n]$ , drugą z przedziału  $[n + 1, 2n]$ . Gracz  $B$  zadaje pytanie: „Czy w zbiorze  $X$  jest co najmniej jedna wybrana liczba?”, gdzie  $X \subseteq [1, 2n]$ . Oczywiście, jeśli do znalezienia jednej liczby w przedziale  $[1, n]$  wystarczy  $k$  pytań (tzn. jeśli  $n \leq 2^k$ ), to w tej grze graczowi  $B$  wystarczy  $2k$  pytań. Ale czasami może zastosować lepszą strategię. Np. dla  $n = 17$  wystarczy zadać pierwsze pytanie o zbiór  $X = \{17, 34\}$ , by potem w co najwyżej 8 pytaniach odnaleźć obie liczby. A jaka jest najmniejsza liczba pytań dla dowolnego  $n$ ? W tej grze znów możemy rozważać wariant pytań o liczbę wybranych liczb.

Wydaje się, że odpowiedź na którekolwiek z tych pytań, nawet częściowa, będzie interesująca.

doc. dr Wojciech GUZICKI

Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

## KORESPONDENCYJNY KLUB FIZYKÓW

Drodzy Członkowie i Sympatycy Klubu!

Przypominamy, że co miesiąc przyznajemy nagrodę książkową dla autora najciekawiej opracowanego rozwiązania postawionych zagadnień. A oto nowa seria propozycji:

1. Postaraj się o dwie lupy z rączką. Mogą być takie, jakich używają filatelisci. Przymocuj je do jakichkolwiek podstawek tak, aby można je było ustawić pionowo na stole. Jest ważne, aby obie lupy były na tej samej wysokości. Na trzeciej podstawie umocuj kalkę techniczną. Na kalce będziemy obserwować obraz przedmiotu, którym może być, na przykład, świecąca żaróweczka latarki kieszonkowej. Przystępujemy teraz do doświadczenia, którego celem ma być zbadanie działania mikroskopu. Zapalamy latarkę i ustawiamy ją z jednej strony lupy. Z drugiej umieszczamy ekran z kalki technicznej w takim położeniu, aby widać było na nim wyraźny obraz świecącej żarówki. Popatrz teraz na otrzymany obraz przez drugą lupę. Zobaczysz obraz powiększony. Sprawdź, co się stanie, gdy usuniesz kalkowy ekran. Czy obraz zniknie, a jeżeli nie, to dlaczego? Narysuj bieg promieni w obu przypadkach.

2. Dysponując oprawioną lupą na podstawce i ekranem znajdź ogniskową soczewki lupy. Możesz wykorzystać wzór soczewkowy łączący ogniskową  $f$  z odległością  $a$  przedmiotu od soczewki i odległością  $b$  obrazu od soczewki:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}.$$

3. Istnieje jednak dokładniejsza metoda, polegająca na znalezieniu dwóch położzeń lupy, dla których na ekranie widać wyraźny obraz przedmiotu. Przesuwamy wtedy tylko soczewkę, a nie zmieniamy położenia ekranu i przedmiotu. Ogniskowa  $f$  związana jest z odległością  $l$  między obrazem i przedmiotem oraz z różnicą  $d$  dwóch położzeń lupy wzorem:

$$f = \frac{l^2 - d^2}{4 \cdot l}.$$

W metodzie tej, zwanej metodą Bessela, unikamy błędów związanych z wyznaczaniem odległości przedmiotu lub obrazu od środka soczewki, którego zwykle nie znamy bardzo dokładnie. Spróbuj wyprowadzić podany wzór.

Redaguje doc. dr Tomasz HOFMOKL

Listy prosimy przysyłać pod adresem:  
Korespondencyjny Klub Fizyków  
Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego  
ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa.

a krystaliczna  
 ciej spotykanej fazy)  
 układ regularny  
 przestrzennie centrowana sieć regularna  
 płasko centrowana sieć regularna  
 struktura diamentu  
 układ heksagonalny  
 układ tetragonalny  
 układ rombowy  
 układ romboedryczny (trygonalny)  
 układ jednoskośny

rozpraszania koherentnego neutronów  
 nych na związanych jądrach [10<sup>-14</sup>m]

e biologiczne pierwiastka  
 ny dla wszystkich sbadanych gatunków  
 ny przynajmniej dla jednego gatunku  
 rpuszczalnie ma funkcję biologiczną  
 ny dla organizmu człowieka  
 rpuszczalnie ważny dla organizmu człowieka

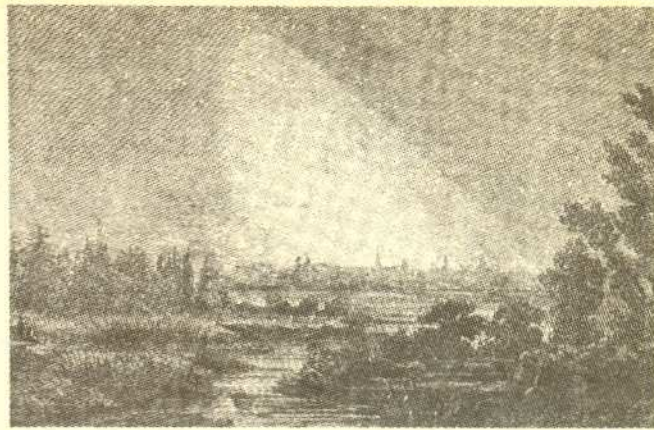
9 VIII 8	10 VIII 1B	11 IB 2B	12 IIB
HEX 0,253 0,790 4·10 <sup>-3</sup>	3,52 FCC 8,29 1,03 K 1,659 6,6 0,01	3,61 FCC 8,86 0,772 K 1,542 7,1 0,01	2,66 HEX 1,856 9,65 0,568 K 1,436 9,2 0,01
28 Ni Никель	29 Cu Медь	30 Zn Цинк	31 Ga Галлий
FCC 0,593 0,6147 10 <sup>-7</sup>	3,89 FCC 24,4 0,591 K 0,5869 8,9 10 <sup>-6</sup>	4,09 FCC 25,5 0,597 K 0,5608 10,3 10 <sup>-5</sup>	2,98 HEX 1,886 26,7 0,50 K 0,5365 13,1 3·10 <sup>-5</sup>
46 Pd Палладий	47 Ag Серебро	48 Cd Кадмий	49 In Индий
FCC 1,06 0,352 10 <sup>-7</sup>	3,92 FCC 13,9 0,95 L 1,313 9,10 5·10 <sup>-7</sup>	4,08 FCC 14,4 0,763 L 1,277 10,2 5·10 <sup>-7</sup>	2,99 RH 70°45' 14,8 1,266 L 1,242 14,8 4·10 <sup>-5</sup>
78 Pt Платина	79 Au Золото	80 Hg Ртуть	81 Tl Таллий

13 IIIA 3B	14 IVA 4B	15 VA 5B	16 VIA 6B	17 VIIA 7B	18 VIII 8
8,73 TET 0,576 - 0,535 4,6 10 <sup>-3</sup>	3,57 D 0,252 0,665 K 44,59 5,3 0,09	4,039 HEX 1,651 - 0,930 17,3 0,03	6,83 REG 0,51 0,580 K 23,66 14,0 49,4	MC 0,664 0,565 K 18,32 17,1 0,03	3,57 HEX 1,633 - 0,326 31,8 4·10 <sup>-7</sup>
5 B Бор	6 C Углерод	7 N Азот	8 O Кислород	9 F Фтор	10 Ne Неон
4,05 FCC 1,55 0,345 K 8,338 10,0 7,57	5,43 D 1,83 0,415 K 7,126 12,1 25,8	7,17 REG 2,14 0,513 K 6,155 17,0 0,09	10,47 ROMB 2,339 1,229 2,46 0,285 K 5,373 15,5 0,05	6,24 ROMB 1,324 0,718 2,82 0,958 K 4,729 18,7 0,19	2 He Гелий 4,43 FCC - 0,455 16,8 5·10 <sup>-7</sup>
13 Al Алюминий	14 Si Кремний	15 P Фосфор	16 S Сера	17 Cl Хлор	18 Ar Аргон
4,51 ROMB 1,695 1,001 10,4 0,729 K 1,341 11,8 10 <sup>-3</sup>	5,66 D 11,1 0,819 K 1,255 13,6 6·10 <sup>-4</sup>	4,13 RH 54°10' 11,9 0,658 K 1,177 13,1 6·10 <sup>-4</sup>	4,36 HEX 1,136 12,7 0,797 K 1,106 16,5 8·10 <sup>-5</sup>	6,67 ROMB 1,307 0,672 13,5 0,679 K 1,041 23,5 6·10 <sup>-4</sup>	5,26 FCC - 0,188 24,2 4·10 <sup>-4</sup>
32 Ge Германий	33 As Мышьяк	34 Se Селен	35 Br Бром	36 Kr Криптон	
4,59 TET 1,076 27,9 0,406 K 0,5136 15,7 10 <sup>-5</sup>	5,82 TET 0,546 29,1 0,623 K 0,4920 16,3 3·10 <sup>-3</sup>	4,51 RH 57°6' 30,4 0,564 K 0,4718 18,4 7·10 <sup>-5</sup>	4,45 HEX 1,330 31,8 0,580 K 0,4528 20,5 10 <sup>-6</sup>	7,27 ROMB 1,347 0,659 33,2 0,528 K 0,4348 25,7 6·10 <sup>-6</sup>	6,20 FCC - 0,489 42,9 2·10 <sup>-9</sup>
49 In Индий	50 Sn Олово	51 Sb Сурьма	52 Te Теллур	53 I Иод	54 Xe Ксенон
3,46 HEX 1,599 15,3 0,879 L 1,207 17,2 3·10 <sup>-5</sup>	4,95 FCC 15,8 0,940 L 1,175 18,3 2·10 <sup>-3</sup>	4,75 RH 57°14' 16,4 0,853 L 1,144 21,3 2·10 <sup>-5</sup>	3,35 MC 16,9 L 1,114 22,7 2·10 <sup>-14</sup>	17,5 L 1,085 3·10 <sup>-24</sup>	(FCC) - 6·10 <sup>-16</sup>
81 Tl Таллий	82 Pb Свинец	83 Bi Висмут	84 Po Полоний	85 At Астат	86 Rn Радон

HEX 0,95 0,046 6·10 <sup>-4</sup>	3,60 HEX 1,581 8,70 0,738 L 1,976 19,2 9·10 <sup>-5</sup>	3,59 HEX 1,573 9,03 1,69 L 1,909 19,0 4·10 <sup>-4</sup>	3,58 HEX 1,570 9,38 0,808 L 1,845 18,7 10 <sup>-4</sup>	3,56 HEX 1,570 9,73 0,803 L 1,785 18,4 2·10 <sup>-4</sup>	3,54 HEX 1,570 10,1 0,708 L 1,726 18,1 2·10 <sup>-5</sup>	5,49 FCC 10,5 1,24 L 1,672 24,8 3·10 <sup>-4</sup>	3,51 HEX 1,585 10,9 0,73 L 1,619 17,8 7·10 <sup>-5</sup>
65 Tb Тербия	66 Dy Диспрозий	67 Ho Гольмий	68 Er Эрбий	69 Tm Тулия	70 Yb Иттербия	71 Lu Лютеций	
0,95							
97 Bk Берклий	98 Cf Калифорний	99 Es Эйнштейний	100 Fm Фермий	101 Md Менделевий	102 No Нобелий	103 Lr Лоуренсий	

Wiadomo od dawna, że w płaszczyźnie Układu Słonecznego zalega warstwa pyłu międzyplanetarnego, co widać gołym okiem jako tzw. światło zodiakalne. Jest to poświata widoczna w pobliżu Słońca, ale, oczywiście, po jego zachodzie lub przed wschodem, gdy niebo jest dostatecznie ciemne. W naszej szerokości geograficznej ekliptyka zawsze tworzy z horyzontem kąt niezbyt wielki i dlatego, gdy Słońce zagłębi się pod horyzont, to duża część ekliptyki również, w wyniku czego światła zodiakalnego nie widzimy – widać je tylko w krajach podzwrotnikowych, gdzie ekliptyka jest niemal prostopadła do horyzontu.

Wprowadzony na orbitę pod koniec 1983 r. sztuczny satelita IRAS (InfraRed Astronomical Satellite) oprócz wielu nowych informacji pochodzących z głębin Wszechświata dostarczył też nie znanych dotychczas wiadomości o naszym najbliższym otoczeniu. Mianowicie wykonane przez niego obserwacje wykazały, że oprócz warstwy znanego światła zodiakalnego Układ Słoneczny otaczają cztery inne pasma pyłu leżące w przybliżeniu symetrycznie i równoległe po dwa po obu stronach ekliptyki. Rzecz jasna, cząstki pyłu nie mogą obiegać Słońca „nad” i „pod” ekliptyką, gdyż według praw mechaniki Słońce musi leżeć w płaszczyźnie orbity każdego pyłku. Można więc przypuszczać, że cząstki te krążą po orbitach wprawdzie rozmaicie zorientowanych, ale o zbliżonym nachyleniu do ekliptyki odpowiadającym kątownej odległości pasma od ekliptyki. Wtedy bowiem pyłki przebywając stosunkowo długo w pobliżu swoich apheliów mogą utworzyć z dala od Słońca i od ekliptyki statystyczne zagęszczenia, co właśnie zaobserwował IRAS. Mielibyśmy zatem dwie „rodziny” pyłków, a każdą z nich tworzyłyby te pyłki, których aphelia układają się w dwa pasma jednakowo odległe od ekliptyki. Rzecz jasna, narzuca się pytanie o pochodzenie tych rodzin. Być może stanowią one resztki jakichś komet, ale wysunięte zostały bardziej chyba przekonujące hipotezy. Według jednej z nich warstwy pyłu pochodzą z planetoid. Otóż dwa zewnętrzne pasma o szerokości ekliptycznej  $\pm 10^\circ$  mogłyby pochodzić z rozproszenia materii planetoid grupy *Eos*, gdyż one właśnie mają w przybliżeniu takie nachylenie orbit.



Rycina pochodząca z książki Amadée/Guillemina *The Heavens* (1871) przedstawia światło zodiakalne zaobserwowane przez Eduarda Heisa z Münster. Miasto to leży na szerokości geograficznej  $52^\circ$ , czyli na szerokości Warszawy, ale szukanie światła zodiakalnego na horyzoncie Warszawy jest obecnie raczej skazane na niepowodzenie.

Dwa pasma wewnętrzne z tego samego powodu mogłyby pochodzić z planetoid grupy *Themis*, aczkolwiek – jak przyznają autorzy hipotezy – niekoniecznie, gdyż trudno z mnóstwa planetoid wybrać bezbłędnie grupę właściwą. W każdym razie, jeżeli planetoidy danej grupy czasami się zderzają, to produkowany przy tym pył powinien z biegiem czasu wypełnić torus o rozmiarach określonych przez zasięgi orbit planetoid.

Według innej hipotezy pasma pyłu mogły powstać w wyniku pojedynczego zderzenia dwóch dużych planetoid. Oszacowano nawet, że ilość pyłu zaobserwowanego przez IRASa wymagałaby rozproszenia około  $5 \cdot 10^{15}$  kg materii, czyli tyle, ile zawiera bryła o rozmiarach rzędu 15 km. Twórcy tej hipotezy twierdzą, że wskutek możliwych zderzeń innych planetoid powinny powstać jeszcze słabsze pasma pyłu zodiakalnego, które mogą zostać odkryte w przyszłości. Wreszcie, nic nie stoi na przeszkodzie, by przyroda uruchomiła oba mechanizmy, ale chyba nieprędko dowiemy się, jak było naprawdę.

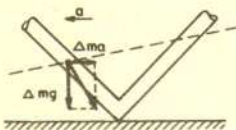
dr Tomasz KWAST



### Rozwiązanie zadania F 288.

Jeśli naczynie z cieczą porusza się wzdłuż poziomego kierunku  $x$  z przyspieszeniem  $a$ , to powierzchnia cieczy pochyla się tak, by ciśnienie wypadkowe było do niej prostopadłe. Na element cieczy o masie  $\Delta m$  znajdujący się na powierzchni działa siła ciężkości  $\Delta mg$  i siła bezwładności  $\Delta ma$ . Kąt nachylenia powierzchni dany jest więc związkiem:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\Delta m \cdot a}{\Delta m \cdot g}$$



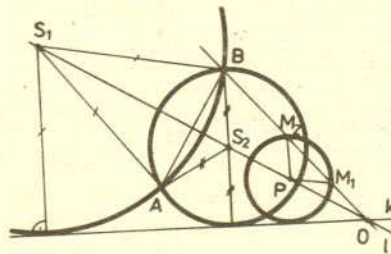
Rurka jest naczyniem połączonym, a więc poziomy cieczy w obu jej ramionach będą układały się wzdłuż tej samej powierzchni. Stąd

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{h_2 - h_1}{h_2 + h_1}, \text{ czyli } a = \frac{g(h_2 - h_1)}{h_2 + h_1}$$



### Rozwiązanie zadania M 562.

Poszukiwane punkty ( $S_1$  i  $S_2$ ) są środkami okręgów, przechodzących przez  $A$  i  $B$ , stycznych do  $k$  (można założyć, że  $A$  i  $B$  leżą po tej samej stronie prostej  $k$ ). Muszą zatem leżeć na symetralnej  $l$  odcinka  $AB$ .

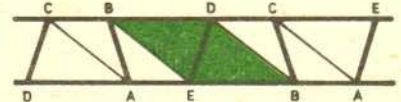


Jeśli  $k \parallel l$ , to dalsza konstrukcja jest oczywista, przyjmijmy więc, że  $k \cap l = O$ . Wystarczy teraz narysować dowolny okrąg o środku na  $l$ , styczny do  $k$  (na rysunku okrąg o środku  $P$ ) i znaleźć jego obrazy przy odpowiednich jednokładnościach o środku  $O$ . W tym celu znajdujemy  $M_1$  i  $M_2$  – punkty przecięcia prostej, zawierającej odcinek  $BO$  z okręgiem o środku  $P$ , i prowadzimy przez  $B$  proste, równoległe do  $PM_1$  i  $PM_2$ . Przetną one prostą  $l$  w punktach  $S_1$  i  $S_2$ .



### Rozwiązanie zadania M 564.

Po rozprostowaniu taśmy otrzymamy cztery trapezy.



Wystarczy wykazać, że są one przystające. Otóż  $|\angle BAE| = |\angle ABC|$ , dlatego trapezy  $EABC$  i  $DCBA$  są równoramienne, mają równe odpowiednie kąty i przekątne ( $AC$ ) równej długości, są zatem przystające. Zatem  $BD = BE$  i widać, że trapezy  $BDEA$  i  $BEDC$  są przystające: po wycięciu trójkąta równoramiennego  $BDE$  pozostają trójkąty równoramienne przystające  $ABE$  i  $CBD$  ( $AE = BC$ ,  $AB = CD$ ,  $AB = BC$  – ponieważ skrajne trapezy są przystające). Ale  $AB = BC$  implikuje, że wszystkie cztery trapezy są przystające. To daje natychmiast równość boków i kątów pięciokąta  $ABCDE$ .

