

METEORYT

Biuletyn wydawany przez
Olsztyńskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne
i Society of Meteoritophiles
dla polskich miłośników meteorytów

Księżyc, Meteoryty, Mars i Magnetyzm

David W. Collinson

WSTĘP

Mało jest ludzi, którzy nie zetknęli się z magnezem, a większość z nas zabawiała się nim w dzieciństwie i później, ucząc się o biegunie północnym i południowym, przyciąganiu i odpychaniu i obserwując linie sił pola magnetycznego przy pomocy opiłków żelaza. Jednak nie jest tak powszechnie znany fakt, że magnesy istnieją w przyrodzie w postaci ziaren minerałów, które są w istocie mikroskopijnymi magnesami ze wszystkimi właściwościami dobrze znanych magnesów sztabkowych i podkowiastych. Na Ziemi tymi magnetycznymi minerałami są głównie tlenki żelaza: *magnetyt* (Fe_3O_4) i *hematyt* (Fe_2O_3). Minerały te występują powszechnie w skałach, zazwyczaj w ilościach do kilku procent wagowo, i te skały są w rezultacie słabymi magnesami stałymi, chociaż ich siła przyciągania jest przeważnie milion razy słabsza niż typowego magnesu sztabkowego. W meteorytach i skałach księżycowych ważnymi minerałami magnetycznymi są odpowiednio: metaliczne żelazo z niklem i niemal czyste metaliczne żelazo. Chociaż namagnesowanie tych skał jest bardzo słabe, jest łatwo mierzalne za pomocą dostępnych obecnie magnetometrów, a badanie tego naturalnego namagnesowania jest znane jako *paleomagnetyzm* ("skamieniałości" magnetyczne).

Minerały magnetyczne musiały zostać namagnesowane zanim one, i skały, których są częścią, mogły stać się magnesami. Ogólnie biorąc wymaga to, aby minerały lub skały przeżyły pewne zdarzenia w obecności pola magnetycznego. Przykładami takich zdarzeń są: tworzenie się minerałów magnetycznych, ogrzewanie i chłodzenie minerałów lub skały i silne uderzenia. Wynikające stąd na-

magnesowanie, zwane powszechnie *naturalną pozostałością magnetyczną* (NRM) jest ogólnie bardzo stabilne i może utrzymywać się w skałach i minerałach przez wiele milionów a nawet miliardów lat. Kierunek NRM (tj. oś w skałe zawierająca efektywne bieguny N i S) jest równoległy do kierunku magnesującego pola. Tak więc skały zawierają skamieniały zapis istnienia i kierunku pola magnetycznego w momencie magnesującego zdarzenia.

Badania paleomagnetyzmu ziemskiego są głównym źródłem informacji o historii ziemskiego pola magnetycznego i o przemieszczaniu się kontynentów po powierzchni Ziemi w geologicznej skali czasu. Ten artykuł koncentruje się na zastosowaniu badań paleomagnetycznych do materiałów pozaziemskich, a mianowicie próbek przywiezionych z Księżyca przez misje Apollo w latach 1969-72, oraz meteorytów.

PALEOMAGNETYZM KSIĘŻYCOWY

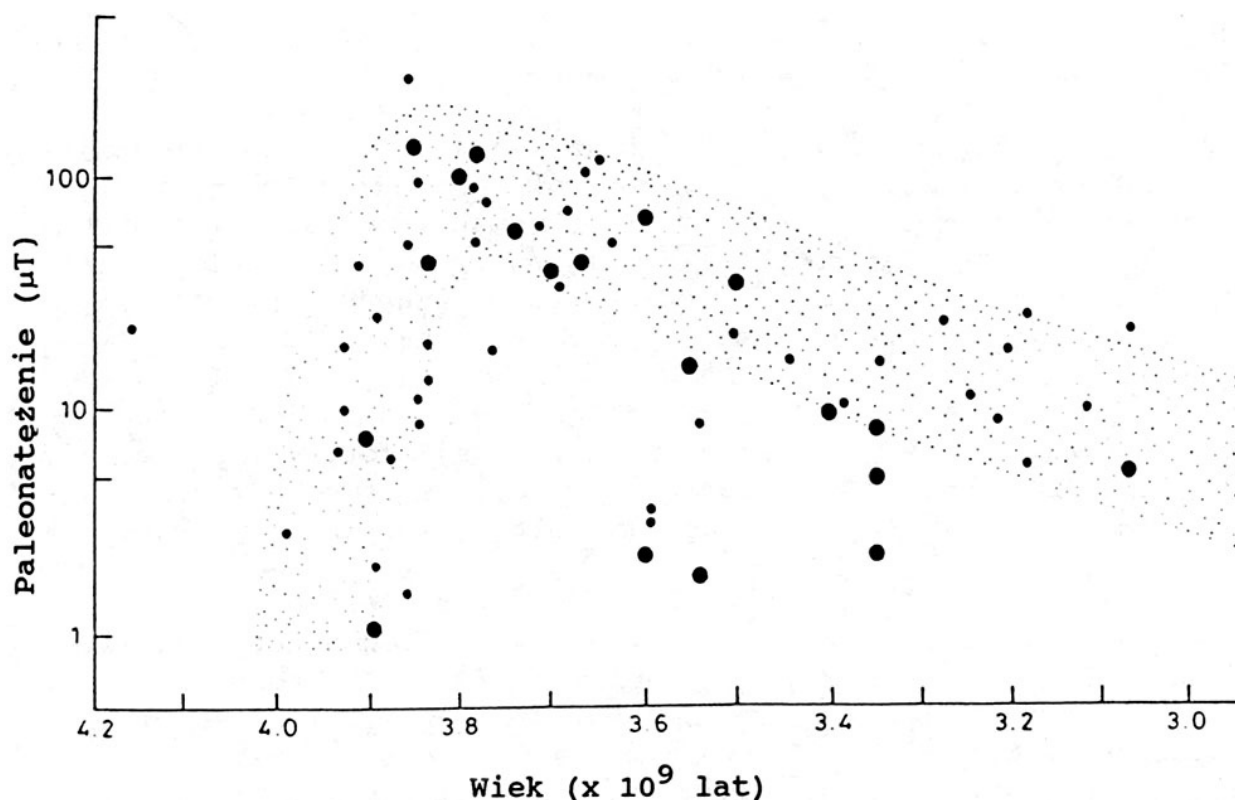
Wynikiem wypraw Apollo na Księżyc było dostarczenie na Ziemię 381,7 kg skał i pyłu, z których około 5% zostało przekazane naukowcom do zbadania. Chociaż z naszej wcześniejszej wiedzy o Księżycu wynikało, że był on zawsze "martwym" ciałem i mało prawdopodobne aby kiedykolwiek posiadał pole magnetyczne, postanowiono jednak przetestować część próbek na obecność NRM. Ku zdziwieniu badaczy prawie wszystkie testowane skały posiadały NRM, której własności zgadzały się z tezą, że wytworzyła się ona w polu magnetycznym Księżyca. Nośnikiem NRM są małe ilości (0,1 - 1%) silnie rozdrobnionych cząsteczek żelaza, czasem zawierających małe ilości niklu. Wiele badanych skał było bazaltami, podobnymi do law wulkanicznych na Ziemi. Sugeruje to, że skały uzyskały swoją NRM, gdy stygły po wyrzuceniu na powierzchnię Księżyca w otaczającym polu magnetycznym. Jest to dobrze znany proces uzyskiwania NRM znanej jako *termiczna pozostałość magnetyczna* (TRM). Wyznaczenie momentu tworzenia się skał księżycowych metodami radiometrycznymi pokazało, że różne skały uzyskały NRM w ciągu przybliżonego przedziału czasu 4,0 - 3,0 mld lat.

Te obserwacje, sugerujące istnienie dawnego pola magnetycznego na Księżycu, wzbudziły duże zainteresowanie ze względu na możliwość wyciągnięcia wniosków dotyczących budowy i historii Księżyca. Wynika to ze sposobu tworzenia się pola. Powszechnym źródłem pól magnetycznych planet jest tak zwany "proces dynamo", w którym pole jest generowane przez prądy elektryczne wywoływane przez ruchy w ciekłym, przewodzącym elektrycznie, jądrze. W Ziemi i być może w Merkurym jądro jest głównie ze stopionego żelaza, podczas gdy w planetach zewnętrznych prądy są generowane w wewnętrznym obszarze ciekłego wodoru lub, w przypadku Urana i Neptuna, być może zjonizowanej wody. Teoria samowzbudnego dy-

namo wytwarzającego pole jest obecnie bardzo złożona i niekompletna, ale są pewne wskazania, że proces dynamo może nie być zdolny do życia w małym ciele takim jak Księżyc, nawet jeśli posiada ono stopione, żelazne jądro. Obecnie nie ma bezpośrednich dowodów na istnienie żelaznego jądra księżycowego, stałego czy ciekłego, ani nie jest znane źródło energii dla dawnego dynamo.

Z powodu tych wątpliwości dotyczących księżycowego dynamo rozważano inne źródła pola, z których najpopularniejsze było generowanie pola magnetycznego przez zderzenia. W momencie uderzenia dużego meteorytu w powierzchnię Księżyca jest wyrzucana rozległa, gorąca, turbulentna chmura pyłu i plazmy, w której mogą być generowane chwilowe pola magnetyczne. Sąsiadujące skały mogą uzyskiwać TRM lub być magnesowane przez uderzenie. Laboratoryjne testowanie, w małej skali, zderzeń z wysokimi prędkościami sugeruje, że jest możliwe generowanie pól, a także ściskanie i wzmacnianie istniejącego wcześniej, słabego pola magnetycznego. Jednak nie jest łatwo przeskalować takie wyniki laboratoryjne na duże, naturalne zderzenia.

13)



Rys. 1: Paleonatężenia pola magnetycznego Księżyca wyznaczone z różnych próbek skał. Duże i małe kółka odpowiadają dwóm różnym metodom, a kropkowany obszar ukazuje sugerowaną tendencję zmiany pola magnetycznego z czasem. Obecne równikowe pole magnetyczne Ziemi jest około 30 μT.

Z tych alternatywnych teorii pochodzenia magnetyzmu księżycowego zderzeniowe wytwarzanie pola i magnesowanie może być interesującym zjawiskiem fizycznym, ale niewiele powiększa wiedzę o Księżycu. Dynamo księżycowe natomiast, wskazując na obecność stopionego, przewodzącego elektrycznie jądra na początku historii Księżyca, ma w oczywisty sposób ważne konsekwencje dla historii i budowy Księżyca.

Czy badania magnetyzmu dostarczają dowodów pozwalających wybrać między jądrowym dynamo a magnesowaniem zderzeniowym? Jednym ze sposobów jest zbadanie, jak natężenie magnesującego pola zmienia się z wiekiem skały. Natężenie dawnego pola magnesującego (paleonatężenie) można ocenić z natężenia NRM w różnych skałach i zrobić wykres w zależności od wyznaczonego radiometrycznie wieku każdej skały. Wyniki są przedstawione na rys. 1. Dane paleonatężenia nie są wysokiej jakości, ale jest widoczna tendencja sugerująca, że pole magnetyczne wzrosło do maksymalnej wartości około 3,8 mld lat temu, po czym nastąpił spadek pola o czynnik około dziesięciu przez następne 1300 milionów lat. Jest to zgodne z uruchomieniem i wzrostem działania dynamo między około 4,0 i 3,8 mld lat i następującym po tym stygnięciem jądra i stałym spadkiem pola.

W ciągu ostatnich 3,0 mld lat działanie dynamo ustało pozostawiając Księżyc z, w zasadzie zerowym, obecnym polem magnetycznym. Wyniki na rys. 1 nie potwierdzają magnesowania zderzeniowego. Z powodu zasadniczo przypadkowej natury występowania i wielkości uderzeń w Księżyc nie oczekuje się żadnych systematycznych zmian paleonatężenia z czasem typu sugerowanego przez rys. 1.

Innny dowód na korzyść teorii dynamo pochodzi z istnienia rozległych obszarów jednorodnie namagnesowanej skorupy księżycowej, w których kierunki NRM w różnych miejscach są zgodne z kierunkami oczekiwanymi w wyniku działania pola wytworzonego przez dynamo.

Obecnie uważa się powszechnie, że dawne pole magnetyczne Księżyca było wytwarzane przed dynamo jądrowe, które działało w przybliżonym przedziale czasu 4,0 - 3,0 mld lat temu i jest odpowiedzialne za główne cechy magnetyzmu księżycowego obserwowanego obecnie. Choć brak niezbitych dowodów na istnienie obecnie jądra księżycowego obojętne czy ciekłego czy stałego, niektóre kierunki dowodzenia są zgodne z jego obecnością. Jest możliwe, że niektóre skały, utworzone ostatnio (młodsze niż około miliarda lat) były magnesowane przez procesy zderzeniowe, ponieważ w czasie ich tworzenia się globalne pole spadło w zasadzie do zera, a jednak posiadają one stabilne NRM uzyskane w polu magnetycznym.

MAGNETYZM METEORYTOW

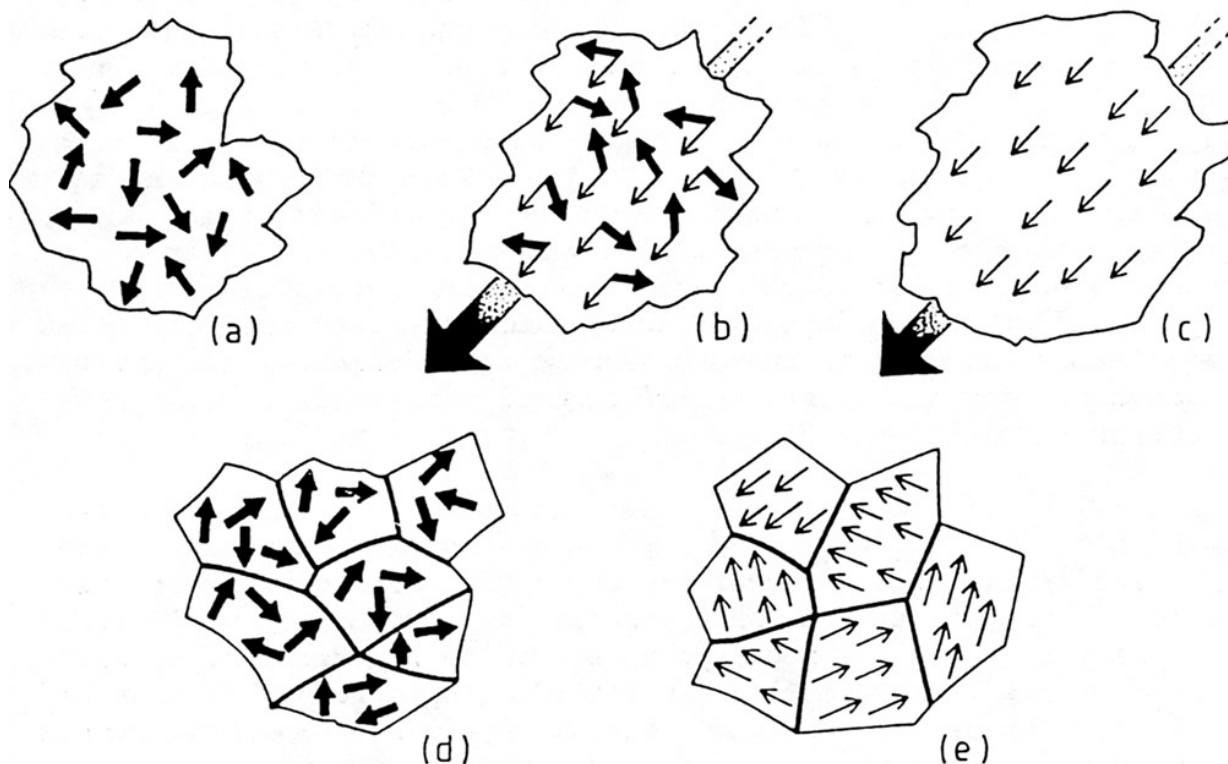
Z szybkim rozwojem badań paleomagnetycznych od 1950 r. stało się oczywiste, że zastosowanie technik paleomagnetycznych do meteorytów może być bardzo korzystne. Meteoryty zawierają różne ilości żelaza i żelaza z niklem, a czasem tlenków żelaza, i podczas ich powstawania i ewolucji podlegały ogrzewaniu i zderzeniom, podczas których, jeśli było obecne pole magnetyczne, powinny były uzyskać pozostałość magnetyczną. Tak więc badania paleomagnetyczne mogłyby w zasadzie wykryć dawne pola magnetyczne w Układzie Słonecznym i być może dostarczyć danych rzucających światło na pochodzenie i ewolucję meteorytu.

Istnieje duża rozpiętość zawartości metalu w meteorytach od blisko 100% w meteorytach żelaznych, do 0,1% i mniej w niektórych achondrytach. W meteorytach żelaznych jest zwykle dominujący silny składnik NRM, który jest magnetycznie bardzo "miękki" i nietrwały. To tak zwane *lepkie* namagnesowanie może zmieniać się co do kierunku i wielkości po prostu przez wpływ ziemskiego pola magnetycznego. Żadna pierwotna NRM w meteorytach żelaznych, odzwierciedlająca istnienie dawnego pola magnetycznego, nie może zwykle być wykryta w obecności lepkiego NRM. Badano głównie chondryty i achondryty z typową zawartością metalu mniejszą od 5% i niektóre aspekty ich własności magnetycznych będą teraz opisane. Można stwierdzić w tym miejscu, że nie zachodzą znaczące zmiany czy uzyskiwanie NRM podczas przejścia meteorytu przez atmosferę. Silne ogrzewanie, które pojawia się, jest ograniczone do powierzchni obiektu, która szybko odrywa się i ciepło nie przenika znacząco do wnętrza z powodu niskiego przewodnictwa cieplnego. Jeśli dla pewności zrezygnujemy z pobierania próbek z obszaru do kilku milimetrów od skórki obtopieniowej, NRM we wnętrzu będzie niezmienną.

Meteoryty wszystkich typów posiadają NRM, z których część lub wszystkie posiadają charakterystyki zgodne z uzyskaniem ich w pozaziemskim polu magnetycznym. Te NRM zostały uzyskane podczas zdarzenia lub zdarzeń w historii meteorytów lub w historii tworzących je cząstek magnetycznych. Ponieważ meteoryty, których spadków nie obserwowano, mogły leżeć na powierzchni Ziemi przez tysiące lub nawet miliony lat, może być w nich obecna miękka, lepka NRM uzyskana przez długi pobyt w polu magnetycznym Ziemi. Może być ona łatwo usunięta przez demagnetyzację zmiennym polem, proces, w którym próbki podlegają zmiennemu polu magnetycznemu, którego amplituda maleje do zera od kolejno coraz wyższych wartości początkowych.

Często obserwowaną własnością pozostałości magnetycznej meteorytów jest niejednorodność kierunku i natężenia NRM. Gdy masa skały (np. wylew lawy) stygnie do normalnej temperatury w ota-

czającym polu magnetycznym i nabywa TRM, to TRM powinna być jednorodna pod względem kierunku w całej skale i równoległa do kierunku magnesującego pola. Jeśli składowe cząstki magnetyczne mają jednorodne własności i są rozmieszczone jednorodnie w całej skale, to namagnesowanie skały (moment magnetyczny na jednostkę objętości) będzie również jednorodne. Powszechną przyczyną zmian natężenia NRM w próbkach z różnych obszarów masy skały jest niejednorodny rozkład cząstek niosących NRM. W ziemskich skałach z określonego miejsca powszechny jest rozrzut głównych kierunków NRM, spowodowany przez jedną lub więcej dobrze rozumianych przyczyn, zgrupowanych wokół dobrze określonego głównego kierunku. Jednak w każdym badanym okazie, typowo o wielkości 25 g. kierunek NRM będzie jednorodny. W tej samej masie wielu meteorytów stwierdzono, że różne obszary zostały namagnesowane w całkiem innych kierunkach. Określono to przez rozbicie próbki na kilka fragmentów i pomiar kierunku NRM, z których każdy został odniesiony do wspólnego układu odniesienia.



Rys. 2. Możliwe typy NRM w meteorytach. (a) Zgromadzenie się cząstek magnetycznych w ciało macierzyste meteorytu z zachowaniem przypadkowego rozkładu osi magnetycznych. (b) Jednorodna, wtórna NRM nałożona na NRM typu (a), dająca rozrzut NRH w podpróbkach skupiająca się wokół kierunku magnesującego pola. (c) Całkowite, wtórne przemagnesowanie zamazujące jakąkolwiek pierwotną NRM. (d) i (e) Brekcjonowane meteoryty powstałe z materii mającej NRM typu (a) lub (c).

Najprostszym wyjaśnieniem tego zjawiska jest, że fragmenty składowe meteorytu uzyskały pozostałość magnetyczną zanim zebrały się w końcową postać meteorytu, i że od tego czasu meteoryt nie uzyskał TRM lub innej postaci pozostałości magnetycznej, która przemagnesowałaby go jednorodnie.

Rys. 2 pokazuje możliwe pochodzenie niejednorodności NRM. Rys. 2 (a) jest jedną z możliwości, w której strzałki przedstawiają cząstki magnetyczne z osiami pozostałości magnetycznej rozproszonymi co do kierunku. Jeśli jest stosunkowo mało cząstek w próbce, to powstanie wypadkowa pozostałość magnetyczna próbki, a przypadkowo rozproszone kierunki NRM będą obserwowane w małych fragmentach usuniętych z próbki. Jeśli taka próbka ulegnie częściowemu przemagnesowaniu w jednorodnym polu magnetycznym, wynikająca NRM może być przedstawiona, jak na rys. 3(b). Będzie tam składnik NRM zgodny z kierunkiem pola nałożony na resztkowo rozproszone NRM. Ogólnie wynikiem tego będą mniej lub bardziej rozproszone, ale nie przypadkowe kierunki NRM w fragmentach próbki z głównym kierunkiem pozostałości magnetycznej równoległym do magnesującego pola. Im silniejsze przemagnesowanie tym bliżej średniej będą grupować się NRM fragmentów. W skrajnym przypadku całkowitego przemagnesowania meteoryt będzie jednorodnie namagnesowany równolegle do kierunku pola. Rys. 3(c).

W większej skali niejednorodność NRM może pojawić się, gdy meteoryt składa się z wcześniej namagnesowanych fragmentów skał, odłupanych z macierzystego ciała meteorytu podczas zderzenia z innym obiektem. Jeśli te fragmenty połączą się następnie tworząc inne (brekcjonowane) ciało meteorytowe, bez wystąpienia przemagnesowania, powstanie niejednorodność NRM. Sytuacje pokazane na rysunkach 3(d) i 3(e) występują, jeśli fragmenty składowe pochodzą z materii odpowiadającej tej pokazanej odpowiednio na rys. 3(a) i 3(c).

Z meteorytów, które były badane na niejednorodność NRM, zjawisko to wykazuje wiele chondrytów zwyczajnych i przynajmniej jeden meteoryt żelazno-kamienny. Uważa się na ogół, że po zgromadzeniu się chondrytów zwyczajnych w ich ciała macierzyste, przechodziły one przez okres ogrzewania o zmiennej sile (300°C - 800°C) zanim ciała zostały rozbite i meteoryty przyjęły końcową postać. Ten proces nie jest całkowicie zgodny z zauważoną niejednorodnością NRM, ponieważ nie jest prawdopodobne, aby takie namagnesowanie przetrwało powyższe temperatury. Gdyby pole magnetyczne nie było obecne podczas ogrzewania i następującego stygnięcia, NRM zostałaby znacznie osłabiona lub usunięta, podczas gdy w obecności pola wystąpiłoby całkowite lub częściowe przemagnesowanie, to ostatnie prowadzące do jednorodnej NRM. Obserwacje NRM w tych chondrytach sugerują silnie, że fragmenty składowe meteorytów

zostały namagnesowane przed końcową akumulacją, i że potem nie było znaczącego ogrzewania. W przypadku jednego chondrytu, Olivenza, który spadł w Hiszpanii w 1924 r. najmniejsze fragmenty, w których zostało zmierzone przypadkowo rozrzucone NRM były rzędu zaledwie 1-2 mm średnicy. Jest możliwe, że w tym meteorycie cząsteczki żelaza z niklem niosące NRM uzyskały pozostałość magnetyczną przy, lub wkrótce po, uformowaniu się w mgławicy słonecznej i zostały następnie zebrane w materię meteorytową z osiami magnetycznymi rozproszonymi co do kierunku. Dalsze znaczące procesy magnesujące nie wystąpiły. Tak więc jest tu możliwy dowód na ewolucję meteorytu Olivenza i także na obecność znaczącego pola magnetycznego w mgławicy słonecznej, gdy kondensowała z niej elementarna materia planetarna.

Wyraźna niejednorodność pozostałości magnetycznej występuje także w niektórych meteorytach żelazno-kamiennych (np. w mezosyderycie Estherville) i w achondrytach. Większość tych ostatnich, to meteoryty brekcjonowane, których składniki uległy stopieniu i dyferencjacji w początkach swej historii. Przypadkowo skierowana NRM w meteorytach, w których występuje, wskazuje pozostałość magnetyczną materii w ciele macierzystym zanim zostało ono rozbite i fragmenty zgromadziły się w końcową zbrekcjonowaną materię meteorytową.

Jest możliwe w zasadzie wyznaczenie natężenia dawnych pól, w których meteoryty uzyskały swe NRM, w ten sam sposób, jak to robiono z próbkami księżycowymi. Dla słabych pól, natężenie TRM jest generalnie proporcjonalne do natężenia magnesującego pola. Dlatego jeśli skała zawierająca naturalną TRM jest ogrzana do dostatecznie wysokiej temperatury w laboratorium i pozwala jej się ostygnąć w znanym polu magnetycznym, dawne pole magnesujące można wyprowadzić ze stosunku laboratoryjnej TRM do naturalnej i ze znanego pola laboratoryjnego. Założeniem w tej metodzie jest, że nie ma cieplnej przemiany minerałów magnetycznych podczas ogrzewania laboratoryjnego. Niestety nie jest to rzadkie i w modyfikacji tej metody stosuje się pozostałość magnetyczną laboratoryjną uzyskiwaną w temperaturze pokojowej, analogicznie do TRM. Chociaż jest wiele doniesień w literaturze na temat paleonatężeń w meteorytach, wiele z nich było uzyskanych zanim zostało odkryte powszechne występowanie niejednorodności w NRM, co podważa wartość wyników. Dla tych meteorytów, w których stwierdzono jednorodność NRM, otrzymano natężenia dawnych pól w przedziale 1 - 50 μT (1 μT = 10^{-6} Tesli). Pole magnetyczne Ziemi w obszarach równikowych jest w przybliżeniu 30 μT .

Pochodzenie dawnego pola magnesującego jest wciąż przedmiotem hipotez i spekulacji. Możliwym źródłem są pola związane z mgławicą słoneczną lub później ze Słońcem i pola wytwarzane wew-

nętrnie w ciałach macierzystych meteorytów. Mało prawdopodobną możliwością jest ta, wspomniana w związku z magnetyzmem księżycowym, mianowicie chwilowe pola magnetyczne generowane podczas zderzeń, ale obecnie jest mało dowodów, że one występują. Obecne pole słoneczne w obszarze planetek jest rzędu kilku nT ($1 \text{ nT} = 10^{-9} \text{ T}$) i wymagane by było znacznie wzmocnione pole, aby wyjaśnić niektóre z obserwowanych paleonatężeń. Magnetyzm achondrytów jest zgodny z ich powstaniem w polu generowanym w stopionym jądrze żelaznym w ciałach macierzystych meteorytów, chociaż teoretycy nie popierają na ogół generowania pól w bardzo małych ciałach planetarnych. Jednak nie można tego wykluczyć tylko na tej podstawie i jest prawdopodobne, że dalsze badania w tej dziedzinie będą owocne. Warto zauważyć, że stosunkowo silne pole magnetyczne ($\sim 100 \mu\text{T}$) jest potrzebne do wyjaśnienia transferu momentu pędu od pierwotnego Słońca do planet.

METEORYTY SNC

I MARSJANSKIE POLE MAGNETYCZNE

Jednym z najbardziej interesujących ostatnich osiągnięć w badaniach meteorytów było badanie achondrytów: shergottytów, nakhlitów i chassignitów (SNC) i pojawienie się dowodów, że ich ciałem macierzystym jest planeta Mars. Jeśli to jest istotnie ich źródło, ich petrologiczne i fizyczne własności dostarczają możliwości uzyskania danych o marsjańskiej historii i procesach ewolucyjnych. Pozostałość magnetyczna posiadana przez meteoryty SNC może być dowodem istnienia pola magnetycznego Marsa w momencie, gdy przeżyły one zdarzenia magnesujące na Marsie (np. przez ogrzewanie lub uderzenie). Istnienie obecnie pola magnetycznego Marsa jest przedmiotem pewnych kontrowersji, ale jest ono z pewnością bardzo słabe, jeśli w ogóle istnieje. Górna granica pola równikowego jest 50 nT i jest oczywiście interesujące stwierdzenie, czy silniejsze pole istniało w przeszłości.

Obecnie jest osiem udokumentowanych meteorytów SNC nazwanych według typowych okazów z Shergotty (Indie), Nakhla (Egipt) i Chassigny (Francja). Gdy badano ich magnetyczne własności, stwierdzono, że posiadają one ogólnie stabilną NRM, i z obecnie dostępnych wyników wynika, że rozsądne jest przypuszczenie, że przynajmniej część ich NRM została uzyskana w otaczającym polu ciała macierzystego. Materia meteorytowa została wyrzucona z wnętrza w stanie stopionym i mogła uzyskać TRM podczas końcowego stygnięcia, lub być może później w wyniku zderzenia.

Próby wyznaczenia natężenia magnesujących pól meteorytów SNC nie były zbyt owocne. Jednak wyniki, które uzyskano, wskazują paleonatężenia $0,3 - 5 \mu\text{T}$, znacznie wyższe niż obecne pole Marsa. Tymczasowo wnioskuje się, że było słabe pole magnetyczne na Marsie w czasie wyrzucenia i stygnięcia materii meteorytów SNC,

który został oceniony przez datowanie radiometryczne na 1,3 mld. lat temu. Tak jak w przypadku Księżyca interesujące jest pochodzenie pól magnetycznych. Najbardziej prawdopodobne jest ich wytwarzanie w stopionym, przewodzącym elektrycznie żelaznym jądrze, z ważnymi konsekwencjami tego dla marsjańskiej budowy wewnętrznej i historii.

Problemem związanym z marsjańskim pochodzeniem meteorytów SNC jest mechanizm wyrzucenia ich z powierzchni planety na orbitę sięgającą Ziemi, bez zniszczenia ich w tym procesie. Kilka zderzeń miało przypuszczalnie miejsce i jest możliwe, że każda NRM posiadana przez te meteoryty była modyfikowana, lub nawet przemagnesowana przez magnesowanie uderzeniowe, jeśli otaczające pole magnetyczne było wciąż obecne.

WNIOSKI

Magnetyzm materii pozaziemskiej jest pasjonującym polem badań i potencjalnym źródłem informacji dla różnych tematów w geofizyce i badaniach planet. Warto zauważyć, że podstawowa informacja jest niesiona przez małe, nawet mikroskopijne cząstki magnetyczne, które były magnesowane tysiące, miliony, a nawet miliardy lat temu i które zachowały swe namagnesowanie do dziś.

Istnieją pasjonujące perspektywy przyszłych badań. Gdy Człowiek wróci na Księżyc i w końcu wyruszy na Marsa, z przywiezionych próbek uzyskamy więcej danych o dawnych księżycowych i marsjańskich polach magnetycznych. Patrząc w przyszłość w dziedzinie badań meteorytów, pomiary pola magnetycznego blisko planetek i pobranie próbek materii z planetek posuną naprzód naszą wiedzę o planetarnych i międzyplanetarnych polach magnetycznych w Układzie Słonecznym i o budowie i ewolucji planet. W tym samym czasie nowe i udoskonalone techniki laboratoryjne zostaną zastosowane do szeregu problemów. Ostatnie, niezwykle interesujące wydarzenie to, że magnetometr znajdujący się na sondzie Galileo wykrył pole magnetyczne blisko planetki Gaspra podczas ostatniego przelotu w jej pobliżu (patrz *Nowiny*, **Meteoryt** nr 2/93).

David W. Collinson odszedł ostatnio z Wydziału Fizyki na Uniwersytecie Newcastle upon Tyne, gdzie był docentem zajmującym się paleomagnetyzmem doświadczalnym. Nauczał szeregu zagadnień z zakresu geofizyki i astronomii i prowadził badania magnetycznych własności skał z Księżyca i meteorytów.

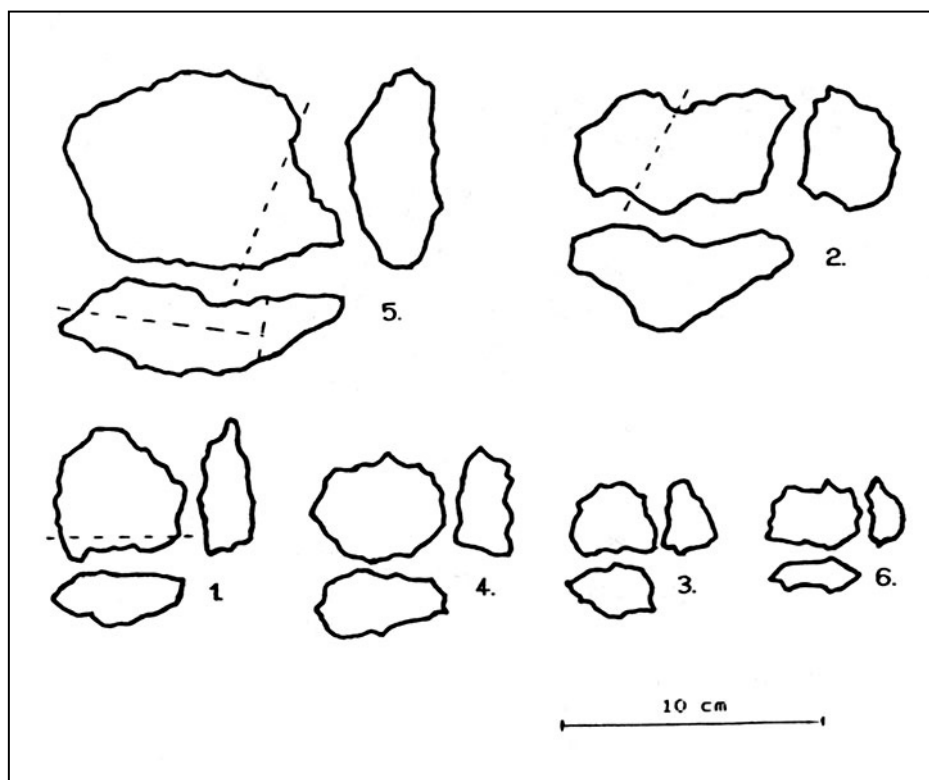
ZALECANA LEKTURA

- S.M.Cisowski, 1987. *Magnetism of Meteorites*. w **Geomagnetism**, Vol.2, p.525 Academic Press.
D.W.Collinson, 1992. *Palaeomagnetism in the Solar System*. **Advances in Space Research**, 12, p. 227
S.J.Morden, D.W.Collinson, 1992. *Implications of the Magnetism of Ordinary Chondrites*. **Earth and Planetary Science Letters**, 109 p. 185
S.K.Runcorn, 1987. *The Moon's Ancient Magnetism*. **Scientific American** 257, No.6, p.34

Nowe znaleziska meteorytu MORASKO

Leszek Chróst, Mirosław Ciesielski, Lucjan Miazga

Trzech zapaleńców z Gliwic, zachęconych artykułem o meteoryt w miesięczniku "Wiedza i Życie" ze stycznia 1992 r. postanowiło spróbować znaleźć meteoryt. Plonem kilkudniowych poszukiwań przeprowadzonych w otoczeniu grupy kraterów pod Moraskiem jest sześć zardzewiałych kawałków meteorytu o łącznej masie powyżej jednego kilograma (rys. 1). Wszystkie odłamki znaleziono w warstwie ornej gleby, na polach otaczających rezerwat "Meteoryt Morasko". Posługiwano się wykrywaczami metalu C-SCOPE CS 707 produkcji angielskiej.



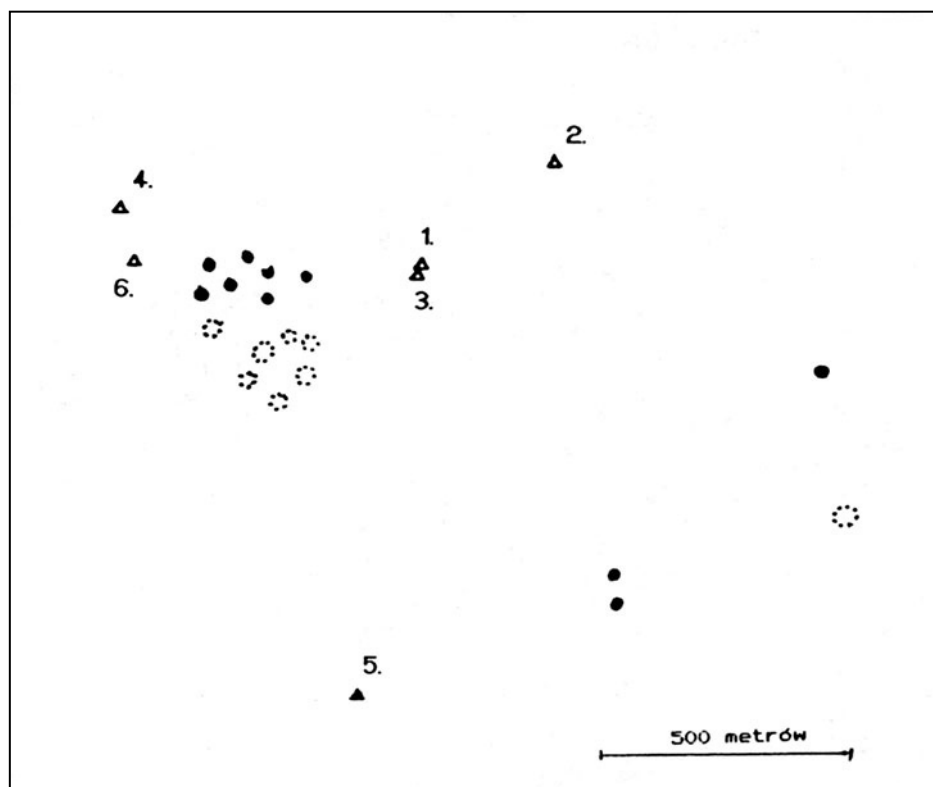
Rys. 1: Rzuty poszczególnych egzemplarzy meteorytu na trzy prostopadle płaszczyzny rzutowania. Linia przerywaną zaznaczono płaszczyzny cięcia.

Pięć z sześciu zebranych okazów ma płaski kształt (Rys. 1). Charakterystyczne dla opisywanego meteorytu są wrostki o połysku metalicznym. Wrostki występują w utlenionej, zewnętrznej warstwie o grubości do kilku milimetrów. Są one widoczne po wypolerowaniu tej warstwy.

Charakterystycznym jest zjawisko odpadania płatami utlenionej warstwy metalu, postępujące w dłuższym przedziale czasu, aż do powierzchni metalu nieutlenionego.

Gleba przylegająca do powierzchni zwietrzałych meteorytów upodabnia je do skib ziemi, co w znacznym stopniu utrudnia poszukiwania.

Na rysunku 2 pokazano miejsca znalezienia poszczególnych kawałków na tle znalezisk i kraterów przedstawionych przez Jerzego Pokrzywnickiego w pracy "Meteoryty Polski" - Studia Geologica Polonica Vol. XV, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1964 r.



- ⊙ - istniejące kratery
- - okazy meteorytu zebrane wcześniej
- ▲ - okazy meteorytu zebrane w 1992 r.

Rys. 2: Miejsca znalezienia poszczególnych okazów meteorytu Mo-rasko.

Charakterystykę poszczególnych okazów przedstawiono w tabeli:

=====		
Nr	Waga po	C h a r a k t e r y s t y k a o k a z u
okazu	znalez- zeniu	
=====		
1.	145,0 g	Znaleziony w obniżeniu terenu. Na wytrawionej powierzchni przekroju widoczne są równoległe ułożone pasma schreibersytu o szerokości ok. 0,7 mm, różnej długości, przebiegające w odstępach co 2-3 mm przez podatną na trawienie rozcieńczonym kwasem azotowym powierzchnię metalu.

2. 324,0 g Znaleziony w grupie kamieni na środku drogi prowadzącej z Moraska w stronę poligonu woj- skowego.
Budowa przypomina okaz nr 1, lecz pasemka schreibersytu są krótsze i mniej regularnie ułożone. Wypolerowana, a następnie wytrawiona powierzchnia metalu wykazuje kierunkowe róż- nicowanie w odbiciu światła. Okaz najmniej zwietrzały ze znalezionych. Kształtem podobny do okazów przechowywanych w zbiorach Zakładu Geologii Dynamicznej Instytutu Nauk Geolo- gicznych PAN w Krakowie.
3. 22,3 g Znaleziony w obniżeniu terenu blisko okazu 1. Ze względu na niewielką masę zachowany w ko- lekcji z warstwą rdzy, która nie odpadła od okazu mimo powstałych w niej pęknięć.
4. 82,5 g Znaleziony w obniżeniu terenu. Zachowany w kolekcji w postaci, jaką uzyskał po odpadnięciu warstwy rdzy.
5. 554,5 g Znaleziony w obniżeniu terenu.
Pasemka schreibersytu są cienkie i powygina- ne, rozmieszczone rzadko i nierównomiernie. Struktura wypolerowanej powierzchni wskazuje na powstanie okazu przez zgniecenie w jedną całość trzech brył. Na liniach spojenia brył występują drobne ziarna minerałów niezela- znych i układy łatwo rdzewiejących struktur, po części silnie utlenionych. Partie central- ne zgniecionych kawałków zachowują znacznie dłużej wypolerowaną powierzchnię, niż partie usytuowane bliżej spoin.
6. 30,0 g Jedyne znaleziony poza lokalnym obniżeniem terenu. Ze względu na niewielką masę zachowa- ny w kolekcji w postaci, jaką uzyskał po od- padnięciu warstwy rdzy.

=====

NOWINY

Nowe znalezisko meteorytu Moraska

Około 70 kg bryła meteorytu Morasko została dostarczona przez pewnego rolnika do Instytutu Geologii UAM w Poznaniu. Od obecnych właścicieli nie udało się uzyskać informacji o miejscu i okolicznościach znalezienia i dokładanej wadze znaleziska.

Nowe typy meteorytów w polskich kolekcjach

Katalog meteorytów, opublikowany w nr 4/92 **Meteoryt-u**, ukazuje, jak wiele rodzajów meteorytów nie można zobaczyć w Polsce, zwłaszcza wśród achondrytów. Ostatnio, dzięki wymianom prowadzonym przez Olsztyńskie Planetarium, udało się wzbogacić nasze zbiory o dwa typy achondrytów, dotychczas w Polsce nie oglądane.

Największym rarytasem jest maleńka płytka meteorytu z Mar- sa, shergottytu Zagami. Nie prezentuje się on zbyt efektownie: szarozielona skała z wyraźnie widocznymi kryształami piroksenu osadzonymi w szkliwie plagioklazowym. Można go zobaczyć w Olsz- tyńskim Planetarium.

Pierwszy raz w Polsce można też zobaczyć okazy aubrytu, które trafiły do kolekcji Olsztyńskiego Planetarium oraz Obser- watorium Astronomicznego UJ w Krakowie. Jest to anomalny aubryt Mount Egerton z inkluzjami metalicznego żelaza z niklem, klasy- fikowany wcześniej jako anomalny mezosyderyt.

Tajlandzkie władze skonfiskowały "święty" meteoryt.

17 kg meteoryt żelazny, który spadł w Tajlandii na początku tego roku, został skonfiskowany przez władze, gdy miejscowi za- częli oddawać mu cześć boską, pomimo sprzeciwu właścicieli terenu, na który on spadł.

DYDAKTYCZNA KOLEKCJA METEORYTOW

Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego
w Krakowie

Andrzej S. Pilski

(referat plakatowy przedstawiony na XXVI zjeździe Polskiego
Towarzystwa Astronomicznego)

Celem tworzonej kolekcji jest pokazanie studentom, jakie istotne informacje o budowie i historii Układu Słonecznego można uzyskać analizując budowę różnych rodzajów meteorytów. Kolekcja powstaje w wyniku wymian kilku okazów meteorytu łowicz na meteoryty reprezentujące niemal całe bogactwo typów z wyjątkiem kilku najrzadziej występujących, a więc nie do zdobycia. Ponieważ tworzenie kolekcji jeszcze trwa, w referacie wykorzystano kilka zdjęć meteorytów z innych kolekcji. Zostały one opisane *kursywą*. Ze względu na możliwości graficzne "Meteorytu" wygląd okazów pozostawiono wyobraźni czytelników. Autor będzie wdzięczny za uwagi na temat sposobu uporządkowania kolekcji.

Kolekcja zawiera trzy podstawowe rodzaje meteorytów:

I: Meteoryty pochodzące z planetek (lub jąder komet), które nigdy nie zostały ogrzane do temperatury umożliwiającej stopienie skał. Mają teksturę zlepieńców, czyli składają się z ziaren pyłu międzygwiazdowego, z którego formowały się ciała Układu Słonecznego. W niektórych meteorytach, pod działaniem temperatury i ciśnienia, granice między ziarnami zostały niemal zatarte (typ petrologiczny 6), w innych ziarna są wyraźnie widoczne i **nie ulegały istotnym przeobrażeniom od początku istnienia Układu Słonecznego** (typ petrologiczny 3). W niektórych ziarna pyłu zostały przeobrażone pod działaniem wody (typ petrologiczny 1 i 2). Do tej grupy należą tylko meteoryty kamienne zwane **chondrytami** (*χονδραιοί* = ziarno).

Chondryty węgliste mają ziemistą barwę, zawierają wodę związaną w minerałach, trochę węgla, związki organiczne, tlenki żelaza. Jeśli pominąć kilka najlżejszych pierwiastków chemicznych, ich skład chemiczny jest taki sam jak skład chemiczny atmosfery Słońca. Uważa się, że zawierają niezmienione ziarna pyłu, z których składała się mgławica słoneczna, z której powstał nasz układ planetarny.

*Chondryt węglisty **Orgueil**, typ CI1 (podejrzewany o pochodzenie kometarne. Spadł 14 maja 1864 r. we Francji. Kolekcja Muzeum Mineralogicznego we Wrocławiu.*

Chondryt węglisty **Allende**, typ CV3 (połówka o wadze 30,5 g. z widocznym przekrojem i skórką obtopieniową). Pochodzi z planetki uformowanej w niskiej temperaturze z udziałem ziaren lodu i rozgrzanej do temperatury umożliwiającej stopienie lodu. Zawiera tlenki wapnia, glinu i tytanu starsze niż Układ Słoneczny. Spadł 8 lutego 1969 r. w Meksyku. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Chondryty zwyczajne pochodzą z planetek formujących się bliżej Słońca, w wyższych temperaturach niż chondryty węgliste, przy niedoborze tlenu. Dlatego żelazo występuje w nich także w postaci metalu.

Typ LL z bardzo małą zawartością żelaza:

Chondryt zwyczajny **Tuxtuac**, typ LL5 (płytką 16 g., doskonale widoczne chondry). Spadł 16 października 1975 r. w Meksyku. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Typ L z małą zawartością żelaza:

Chondryt zwyczajny **Marlow**, typ L5 (płytką 41,5 g.). Wyraźne chondry z obwódkami z troilitu i metalu. Znalezione w roku 1936 i 1987 w Oklahomie, w USA. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Chondryt, zwyczajny **Tenham**, typ L6 (połówka 104 g z przekrojem i skórką obtopieniową. Najczęściej spadający na Ziemię typ meteorytu. Ciemne żyłki powstały wskutek zderzenia macierzystej planetki z inną. Spadł wiosną 1879 r. w Queensland, w Australii. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Typ H z dużą zawartością żelaza:

Chondryt zwyczajny **Gao**, typ H4 (połówka 90 g z przekrojem i nieco zwiędniętą skórką obtopieniową). Dobrze widoczne chondry. Interesujące inkluzje troilitu w metalu. Spadł 5 marca 1960 r. w Burkina Faso (wówczas Górna Wolta) w Afryce Zachodniej. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Chondryt zwyczajny **Açfer 011**, typ H5 (połówka 60 g z przekrojem i zwiędniętą skórką obtopieniową wypolerowaną płaskim pustyni). Drugi najczęściej spadający typ meteorytu. Znaleziony w marcu 1989 r. w Algierii (na Saharze). Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Chondryty enstatytowe pochodzą z planetek formujących się najbliżej Słońca, w wysokiej temperaturze, w której przeważały ziarna krzemianu magnezu zwanego enstatytem i metalicznego żelaza. Bardzo rzadko spotykane.

Chondryt enstatytowy **Ilafegh 009**, typ E6/7 (płytką 1,4 g. ze skórką obtopieniową). Znaleziony w 1989 r. w Algierii. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

II: Meteoryty pochodzące z planetek (i planet), które po uformowaniu się z ziaren pyłu, zostały ogrzane do temperatury umożliwiającej stopienie ziaren pyłu i powstanie magmy. Magma ta uległa dyferencjacji rozdzielając się na żelazne jądro, krzemianowy płaszcz i skorupę. W wyniku stygnięcia i krzepnięcia magmy utworzyły się skały podobne w wielu przypadkach do ziemskich skał magmowych. Trafiają one na Ziemię jako meteoryty:

kamienne zwane **achondrytami**, będące fragmentami skorupy i płaszczem,
żelazno-kamienne zwane **pallasytami**, będące fragmentami obszaru przejściowego między jądrem a płaszczem,
żelazne będące fragmentami jądra.

W niektórych przypadkach nie dochodziło do stopienia całej planetki, a jedynie do stopienia żelaza w niektórych jej częściach. Żelazo to szybko zastygało nie przemieszczając się do środka i nie tworząc jądra. Z takich planetek pochodzą meteoryty **żelazne z krzemianami**.

Skorupa:

Achondryty **eukryty** pochodzą najprawdopodobniej z powierzchniowych warstw planetki **Westa**.

Eukryt **Millbillillie** (płytką 77,8 g, pełny przekrój z nieco zwiędniętą skórką obtopieniową. Spadł w październiku 1960 r. w Australii Zachodniej. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Achondryty **shergottyty** pochodzą najprawdopodobniej z powierzchni planety **Mars**.

*Shergottyt **Zagami** (płytką 0,2 g). Widoczne kryształy piroksenu tkwiące w szkliwie o składzie plagioklazu. Spadł 3 października 1962 r. w Nigerii. Kolekcja OPiOA.*

Płaszcz:

Achondryty **aubrvty** pochodzą prawdopodobnie z płaszczu planetki enstatytowej, której skorupę stanowiły chondryty enstatytowe.

Aubryt **Mount Egerton**, anomalny, z inkluzjami metalicznego żelaza z niklem (połówka 3,5 g). Znaleziony w 1941 r. w Australii Zachodniej. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Granica płaszcz/jądro:

Meteority żelazno-kamienne **pallasyty**; stopione żelazo z niklem z jądra wnikało w szczeliny dolnych warstw płaszcza złożonych z kryształów oliwinu i zastygało

*Pallasyt **Imilac** (płytką 20,2 g). Znajdowany od 1822 r. na pustyni Atacama w Chile (m. in. przez Ignacego Domeykę). Kolekcja prywatna*

Lokalne obszary stopienia żelaza wewnątrz planetki:

Meteority żelazne typu **IAB (oktaedryty gruboziarniste i z krzemianami)**; zawierają ok. 7% niklu i liczne inkluzje siarczku żelaza, fosforu żelazowo niklowego, grafitu i krzemianów

*Oktaedryt gruboziarnisty **Campo del Cielo** z inkluzją krzemianów (płytką 141,4 g, przekrój trawiony kwasem). widoczne figury Widmanstättena i duża inkluzja krzemianowa. Znajdowany od 1576 r. w Argentynie. Kolekcja prywatna.*

Meteoryt żelazny z krzemianami **Zagora** (połówka 15 g., przekrój trawiony kwasem}. Figury Widmanstättena nieregularne, przerywane inkluzjami krzemianów, troilitu, schreibersytu. Znaleziony w 1987 r. w Maroku. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.

Jądro:

Meteority żelazne typu **IIAB (heksaedryty i oktaedryty bardzo gruboziarniste)**; zawierają niecałe 6% niklu. Na wytrawionej kwasem powierzchni przekroju widoczne są cienkie, równoległe **linie Neumanna** będące skutkiem zderzenia macierzystej planetki. Ten typ meteorytów pochodzi prawdopodobnie z jądra planetki enstatytowej.

*heksaedryt **North Chile** (płytką 196 g. trawiona kwasem). Znaleziony w 1875 r. w Chile. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

*oktaedryt bardzo gruboziarnisty **Sikhote-Alin**, (odłamek znaleziony przy kraterze, 343 g). Spadł 12 lutego 1947 r. na dalekim wschodzie Rosji. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

*oktaedryt bardzo gruboziarnisty **Sikhote-Alin**, pojedynczy okaz obtopiony podczas przelotu przez ziemską atmosferę, 199 g. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

Meteority żelazne typu **IIIAB (oktaedryty średnioziarniste)**, zawierają około 8-9% niklu, pochodzą z jąder planetek typu Westy, ich metal pasuje do metalu obecnego w pallasytach i mezosyderytach. Jest to najczęściej spadający na Ziemię typ meteorytów żelaznych. Podobnie jak inne meteority żelazne zaliczane do oktaedrytów, po wytrawieniu kwasem ujawniają figury Widmanstättena.

*oktaedryt średnioziarnisty **Hidden Valley** (płytką 304 g, pełny przekrój ze zwiędziałą skórką obtopieniową, trawiony kwasem). Znaleziony w 1991 r. w Australii. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

Meteority żelazne typu **IVA (oktaedryty drobnoziarniste)**, zawierają ok. 10% niklu, wskutek czego paski w figurach Widmanstättena są węższe.

*oktaedryt drobnoziarnisty **Gibeon** (płytką 164,6 g). Znajdowany od 1836 r. w Namibii. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

Meteority żelazne typu **IVB, (ataksyty)**, zawierają ponad 11% niklu i dlatego nie mają figur Widmanstättena.

*ataksyt **Hoba** (fragment), największy meteoryt znaleziony na Ziemi. Znaleziony w 1920 r. w Namibii i nadal tam się znajduje. Kolekcja OPiOA.*

III: Meteoryty pochodzące z planetek (lub ich części), które, wkrótce po uformowaniu się zostały rozbite na kawałki i ponownie zlepione z okruchów. Mają teksturę podobną do ziemskich skał okruchowych zwanych brekcjami. Bywają zlepione z okruchów skał tego samego rodzaju, lub różnych rodzajów. Szczególnymi przypadkami są: wśród meteorytów kamiennych: **howardyty** będące zestaloną "glebą" z powierzchni planetki; wśród meteorytów żelazno-kamiennych: **mezosyderyty** - wymieszane i zlepione okruchy pochodzące z jądra, płaszcza i skorupy planetki, która uległa stopieniu i dyferencjacji, a następnie została całkowicie rozbita w zderzeniu z inną planetką.

Achondryty **howardyty** są zlepione z okruchów skał znajdujących się na powierzchni planetki, porozbijanych uderzeniami fragmentów innych planetek i wymieszanych z okruchami tych fragmentów.

*Howardyt **Hughes 005** (płytką 1,2 g ze zwietrzałą skórą obtopieniową). Widoczne okruchy różnych skał. Znalezione w 1991 r. na równinie Nullarbor w Australii Południowej. Kolekcja prywatna.*

Achondryty **eukryty** również mogą być brekcjami zlepionymi, w przeciwieństwie do howardytów, z okruchów jednego rodzaju skały.

*Eukryt **Millbillillie** (płytką 23 g z przekrojem i skórą obtopieniową). Widoczna tekstura okruchowa. Spadł w październiku 1960 r. w Australii Zachodniej. Kolekcja OPiOA. (Warto zauważyć, że z tego samego spadku pochodzą okazy, które nie są brekcjami; przykład wyżej w kolekcji dydaktycznej OAUJ).*

Meteority żelazno-kamiennie **mezosyderyty** są fragmentami planetki całkowicie stopionej, rozdzielonej na jądro, płaszcz i skorupę, całkowicie rozbitej i ponownie zlepionej z wymieszanych okruchów.

*Mezosyderyt **Łowicz** (połówka 526 g. z widocznym przekrojem i skórą obtopieniową). Różnej wielkości kryształy i zgrupowania kryształów krzemianów żelaza i magnezu są wymieszane z fragmentami metalicznego żelaza z niklem. Spadł 12 marca 1935 r. na południe od Łowicza. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

*Mezosyderyt **Łowicz** (połówka 50 g z widocznym przekrojem i skórą obtopieniową). Unikalny okaz złożony tylko z krzemianów z drobnymi ziarenkami i wąskimi żyłkami metalu. Spadł 12 marca 1935 r. na południe od Łowicza. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

*Mezosyderyt **Łowicz** (połówka 40 g z widocznym przekrojem i skórą obtopieniową). Unikalny okaz będący bryłą metalicznego żelaza z niklem, z inkluzjami krzemianowymi. Spadł 12 marca 1935 r. na południe od Łowicza. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

Znaczna część **chondrytów zwyczajnych** jest **brekcjami** czyli jest zlepiona z okruchów materii chondrytowej.

*Chondryt zwyczajny **Pułtusk** typ H5 (połówka 20 g z widocznym przekrojem i skórą obtopieniową). Jest zlepiony z różniących się zabarwieniem fragmentów chondrytów. Spadł 30 stycznia 1868 r. na południowy wschód od Pułtuska. Kolekcja OPiOA.*

Silne uderzenie w planetkę spowodowało zgruchotanie płaszcza at po granicę z jądrem. Płynny metal wszedł w szczeliny obejmując i łącząc spękane kryształy oliwinu.

*pallasyt **Admire**. (płytką 154 g) Znalezione w 1881 r. w stanie Kansas w USA. Kolekcja dydaktyczna OAUJ.*

O Natural History Museum słów kilka

Marek Ścibior

Natural History Museum (NHM) jest jednym z najsłynniejszych muzeów na świecie. Szczególnie znana jest niezmiernie bogata kolekcja meteorytów, największa w Europie. Będąc w Londynie każdy miłośnik meteorytów powinien koniecznie złożyć wizytę w NHM.

Skromne początki

Natural History Museum w South Kensington (dzisiaj taką nazwę nosi stacja metra tuż przy muzeum) zaczynało jako jeden z działów British Museum w Bloomsbury. W roku 1753 niejaki Sir Hans Sloane, zamożny fizyk, przekazał swoją pokaźną kolekcję na rzecz państwa pobierając za to godziwą zapłatę. Rok 1753 był pierwszym rokiem istnienia muzeum, natomiast ostatnim w życiu Sloane'a. Zwiedzający mieli wstęp do budynku od 18 kwietnia 1881 r. W roku 1985 NHM zaopiekowało się swoim bliskim sąsiadem, Muzeum Geologicznym. Obecnie w muzeum znajduje się ponad 65 mln rozmaitych okazów, milion książek i manuskryptów. Zatrudnionych jest ponad 300 specjalistów z różnych dziedzin.

co znajduje się w Muzeum?

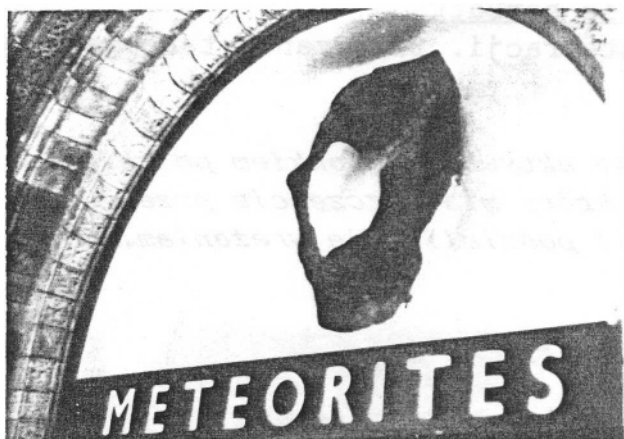
Już przy wejściu wita zwiedzających 26-metrowy Diplodok, a ściślej jego szkielet. Właśnie dinozaurom poświęcono sporo miejsca, ponieważ dlatego, że są duże i go potrzebują. Do oglądania ich szkieletów stworzono odpowiedni nastrój, a punktem kulminacyjnym jest scena pożerania słabszego osobnika przez silniejszego w scenerii grozy przy akompaniamencie przeraźliwych odgłosów.

Poza tym zbiory muzealne obfitują w tysiące ptaków, ssaków' różnej wielkości współczesnych i dawno wymarłych, morskich żyjątek, koralu, muszli. Zespół sal poświęcony jest biologii człowieka. Są też szkodniki mieszkające w naszych domach, pajęczaki, motyle etc.

Niezwykle fascynująca jest wystawa zatytułowana "Opowieść o ziemi". Zaczyna się od początków wszystkiego tj. od Wielkiego Wybuchu, przez kształtowanie się galaktyk, powstanie Ziemi, jej budowa wewnętrzna, procesy geologiczne. Film video przedstawia na życzenie 4 mld lat historii Ziemi w ciągu kilku minut. Dla bardziej zainteresowanych są przy wystawach telefony. Wystarczy podnieść słuchawkę, a informacja zaczyna się odtwarzać. Wszystko otacza półmrok.

W kolejnych salach są skarby Ziemi: bogactwa naturalne, minerały, kamienie szlachetne. Znakomita jest wystawa o ropie naftowej i gazie z pokazaniem metod wydobywania. Można zobaczyć około 3000 okazów minerałów o fascynujących barwach, odcieniach i kształtach. Wszystkie znajdują się w niewysokich gablotach

oszkłonych od góry. Od minerałów już tylko krok do sali, której tytuł wabi z daleka:



Przy wejściu wita nas kilkudziesięciokilogramowy, cudowny meteoryt żelazny. Wchodzimy do okrągłej sali o promieniu pięciu metrów. Wokół gabloty, a w nich meteoryty i informacje o ich odkrywaniu, historii, o kraterze w Arizonie, o Układzie Słonecznym, o meteorytach w Anglii. Są okazy meteorytów kamiennych, żelaznych i żelazno-kamiennych. Tych pierwszych jest jednak najmniej. Jeden okaz z Marsa, dwa z Księżyca, sporo tektytów. Pośrodku sali, specjalnie oświetlona **niezwykle piękna** olbrzymia płyta meteorytu Mundrabilla, obok okazały meteoryt kamienny i jeszcze jakiś, ale nie pamiętam.

Rozczarowanie

Tak, rozczarowałem się widząc tylko około 40 okazów na wystawie. Idąc do jednej z największych kolekcji myślałem, że zobaczę wielokrotnie więcej. Jednak wędrując dalej po muzeum można natknąć się zupełnie przypadkowo na 4 gabloty z meteorytami. Jest tam też trochę informacji o kamieniach udających meteoryty i klasyfikacja meteorytów z przykładami.

W NHM znajduje się w ogóle około 4000 meteorytów. Niestety większość jest skrzętnie ukryta przed okiem laika w niezliczonej liczbie szufladek i półek w części muzeum dostępnej dla naukowców. Każdy okaz jest dokładnie zbadany, opisany i łatwo można do niego dotrzeć.

W muzeum jest księgarnia, w której można kupić lekturę o wszystkim co pokazuje muzeum. Według moich obserwacji ilość treści na dany temat jest adekwatna do ilości prezentowanych okazów. O meteorytach była tylko jedna publikacja, czego nie można powiedzieć o innych tematach.

Co rzuca się w oczy?

W londyńskich muzeach można zauważyć liczne grupy dzieci z wychowawcami. Nie tylko zwiedzają one muzeum, ale bardzo uważnie studiują jego zbiory. Mają notatniki, bloki rysunkowe

i kredki. Rysują to, co godne uwagi. Zwykle zajmują pozycje siedzące lub nawet leżące (na podłodze oczywiście).

Na zakończenie herbatka

w muzealnej restauracji. Zwiedzanie tak ogromnych zbiorów jest naprawdę męczące.

Marek Ścibior jest aktywnym członkiem polskiej sekcji Society of Meteoritophiles, który miał szczęście przebywać kilka dni w Londynie i postanowił podzielić się wrażeniami,

NOWINY

Planetki sugerują związek Westa - HED

Pojawiły się nowe dowody, że grupa meteorytów HED może być związana z planetką 4 Westa.

Bazaltowe achondryty występują w trzech głównych postaciach, jako: howardyty, eukryty i diogenity. Eukryty pochodzą z powierzchniowych wylewów lawy, gdy diogenity złożone są z magmy, która zastygała pod powierzchnią planetki. Jeśli skład meteorytu jest mieszaniną tych dwóch wymienionych, jest on klasyfikowany jako howardyt. W latach 70-tych okazało się, że Westa ma widmo podobne do widma bazaltu. Jednak Westa jest planetką z głównego pasa i nie jest blisko żadnej ze stref rezonansowych, z których materia jest wyrzucana, jak się przypuszcza, na orbity prowadzące bliżej Słońca i Ziemi.

Dr Richard P. Binzel z Massachusetts Institute of Technology i jego student Shui Xu odnaleźli osiem małych planetek do 7 km średnicy, mających wiele cech widmowych i orbitalnych Westy. Twierdzą oni, że te osiem planetek jest fragmentami odłupanymi od Westy przez uderzenia ze względną prędkością około 500 m/s. Wskutek tego mniejsze fragmenty do 1 km średnicy zostały wyrzucone z prędkościami ponad 1 km/s, co wystarczyło, aby osiągnęły one jedną z dwóch głównych stref rezonansowych. Ponadto dwie małe planetki odnaleziono blisko rezonansu 3:1 z Jowiszem (to znaczy z okresem obiegu równym jednej trzeciej okresu obiegu Jowisza wokół Słońca). Chociaż nie ma bezpośredniego dowodu, że są one fragmentami Westy, to mają one takie same cechy widma jak Westa i diogenity. Ten dowód może wskazywać, że zderzenia były w stanie wydobyć materię z głębszych warstw planetki, i że meteoryty HED mogą być związane z Westą.

Binzel i Xu wykorzystali do swych badań 2,4 m teleskop Hiberna z obserwatorium Kitt Peak.

TO BYŁO BLISKO!

Planetka o rozmiarach kilku metrów minęła ziemię w odległości zaledwie 150 000 km 20 maja, stając się najbliższą i najmniejszą planetką z dotychczas obserwowanych.

Astronom Tom Gehrels z Uniwersytetu Arizyńskiego odkrył ten obiekt zaledwie na kilka godzin przed maksymalnym zbliżeniem. W tym czasie obiekt był oddalony o 700 000 km i oddalał się od Słońca.

Krater odkryty na Morzu Barentsa

Norweski geolog Steinar Thor Gudlaugsson odkrył krater zderzeniowy o średnicy 39 km w Morzu Barentsa. Dobrze zachowana struktura Mjølnir leży na szelfie kontynentalnym pod 400-metrową warstwą wody i półkilometrową warstwą osadów. Gudlaugsson sądzi, że krater powstał pod koniec okresu Jury lub na początku Kredy, 125 - 161 milionów lat temu, gdy planetka o średnicy między 0,7 a 2,5 km uderzyła w dno płytkiego morza, które było pokryte ponad 5 km warstwą osadów. Dane sejsmiczne ujawniły, że Mjølnir ma górkę centralną i rozległy obszar zniszczeń typowy dla dużych kraterów uderzeniowych.

Komputer ukazuje strukturę Pasa Kuipera...

Ogromny program symulacji orbit uruchomiony na potężnym komputerze pokazał, że Pas Kuipera może mieć wyraźną strukturę z obszarami stabilności w których komety mogą istnieć przez długie okresy.

Harold Levison z Southwest Research Institute w San Antonio w Teksasie i Martin Duncan z Queen's University w Kingston w Ontario obliczyli, jak obiekty w Pasie Kuipera zachowują się pod grawitacyjnym wpływem Neptuna i Urana. Ich praca pokazała, że Pas Kuipera może być źródłem wszystkich komet krótkookresowych i może obiektów podobnych do 1992 QB₁.

Aby przetestować program symulacyjny Levison i Duncan obliczyli orbity gazowych olbrzymów, a potem zastosowali symulację do ponad tysiąca testowych cząstek na orbitach od 30 do 50 j.a. (Neptun znajduje się około 30 j.a. od Słońca).

Symulacje pokazały, że Pas Kuipera ma zawiłą strukturę. Wszystkie komety wewnątrz 34 j.a. od Słońca doświadczają grawitacyjnej erozji swych orbit. Ale tuż przed 36 j.a. i tuż za 40 j.a. leżą dwa pasma stabilności orbitalnej. Obiekty w tych pasmach pozostają tam przez bardzo długi okres zanim nagle nie przeskoczą na orbitę przecinającą orbitę Neptuna, która zaprowadzi je ku Słońcu. Obiekt 1992 QB₁ jest w jednej z tych stabilnych stref, na prawie kołowej orbicie w odległości 41 j.a. od Słońca. Symulacje sugerują, że są liczne obiekty tego typu krążące między 35 a 45 j.a.

...co potwierdzają 1993 FW i 1993 HA₂.

Jane Luu z Uniwersytetu Kalifornijskiego w Berkeley i David Jewitt z Uniwersytetu Hawajskiego odkryli obiekt 23 wielkości gwiazdowej, który Brian Marsden z Centrum Astrofizyki Harvard-Smithsonian umieszcza między 38 i 56 j.a. od Słońca, w Pasie Kuipera.

Luu i Jewitt, którzy również odkryli 1992 QB₁ przed rokiem, odnaleźli nowy obiekt w gwiazdozbiorze Panny, 28 marca. Gdyby te obiekty były kometami, musiałyby mieć około 200 km średnicy.

Tymczasem Dave Rabinowitz z Uniwersytetu Arizonskiego w Tucson odkrył obiekt na bardzo wydłużonej orbicie, która według Marsdena sięga poza Neptuna. Nowy obiekt, 1993 HA₂ jest obecnie tuż poza Saturnem i prawdopodobnie ma średnicę 50 - 100 km.

Od redaktora:

Zebrało się trochę materiałów dotyczących naszego kraju. Dlatego z sierpniowego numeru **Impact!** wybrałem tylko jeden artykuł i trochę nowin pozostawiając inne tematy do grudniowego numeru **Meteorytu**. Znajdą się w nim: artykuł Philipa M. Bagnalla o rozwoju systemów klasyfikacji meteorytów i artykuł Reet Tiirmaa o kraterach meteorytowych Kaali na wyspie Saaremaa. Zaprezentowane będą także zmiany w polskich kolekcjach meteorytów, jakie zaszły od opublikowania katalogu w 4 numerze **Meteorytu**.

Z sierpniowego numeru **Impact!** proponuję jeszcze

KONKURS

Na ostatniej stronie jest reprodukcja z ostatniego numeru **Impact!** dotycząca konkursu, w którym mogą brać udział członkowie Society of Meteoritophiles, a więc także wszyscy prenumeratorzy **Meteoryt-u**. Choć czasu zostało niewiele, zachęcam do wzięcia udziału.

Andrzej S. Pilski
redaktor

COMPETITION

WIN a Slice of Gao!

On 5th March 1960 an olivine-bronzite chondrite plunged to Earth at Gao in the former Upper Volta. Now you can own a piece of the Gao meteorite, thanks to Dr. Wayne Walton and Le Centre d'Etudes des Meteorites d'Afrique Occidentale who are sponsoring this competition.



All you have to do is answer as many of the following questions as you can and send your entry to us. The person with the most correct answers will win a slice of Gao. In the event of a tie the winner will be drawn from a hat. The answers to all the questions can be found in Philip Bagnall's *The Meteorite & Tektite Collector's Handbook*. Entries should reach us by November 1st.

- 1) Microscopic diamonds were first discovered in 1888 in which meteorite?
- 2) The letters *SEAN* are an abbreviation for which organization?
- 3) Name the substance found in iron meteorites that causes increased alteration of the meteorite.
- 4) Which meteorite type represents less than 2% of all stones?
- 5) What is the rarest type of meteorite seen to fall?
- 6) What type of meteorite was Steinbach once regarded as being?
- 7) The silicate fraction of mesosiderites is broadly analogous to which suite of achondrites?
- 8) What do the initials *SNC* stand for?
- 9) Which two types of meteorites are formed of almost pure $MgSiO_3$ with minor accessory minerals?
- 10) What does *ANOM* signify?
- 11) Who, in the 1840s, was the first person to classify meteorites?
- 12) What can be classed as *net*, *warty* or *striated*?
- 13) According to their Cosmic Ray Exposure Age, which type of meteorites appear to have experienced a single catastrophic event?
- 14) Who discovered schreibersite in 1847, and in which meteorite was it found?
- 15) Name the four desert regions of the Earth in which meteorites are being found in large quantities.
- 16) What is the thickness of the standard thin section?
- 17) What chemical is commonly used to detect nickel in iron meteorites?
- 18) Which asteroid is believed to be the parent of the eucrites?
- 19) What alteration process produces hydrous phyllosilicates in Types 1 & 2 carbonaceous chondrites?
- 20) Where does the word *chondrule* come from?

RULES

- 1) Entries, in a sealed envelope, must reach us by November 1st, 1993.
- 2) The winner will be the person with the most correct answers.
- 3) In the event of a tie the winner will be the first name drawn from a hat.
- 4) Only SocMet Members may enter.
- 5) Entry is free of charge.
- 6) The Gao slice will be provided by Dr. Wayne Walton and CEMAO.
- 7) The Editor's decision is final, and no correspondence will be entered into.
- 8) Send your entry to: *Impact!* (Comp), 9 Airedale, Hadrian Lodge West, Wallsend, Tyne & Wear, UK, NE28 8TL