



Rozwiązanie zadania M256.



Kwazary i inne aktywne jądra galaktyk

Co wiemy o kwazarach? Większość astrofizyków jest pewna, że są to najbardziej aktywne jądra galaktyk, najjaśniejsze obiekty Wszechświata. Wiele galaktyk, zwłaszcza tych największych, ma w swym centrum bardzo małe i bardzo jasne jądro. W niektórych galaktykach świeci ono nieco mocniej od najjaśniejszych gwiazd. W innych świeci tak jak wszystkie gwiazdy całej galaktyki razem wzięte. Wreszcie w niektórych przypadkach jądro jest ponad stukrotnie jaśniejsze od całej ogromnej galaktyki złożonej z setek miliardów gwiazd. Takie właśnie jądro nazywane jest kwazarem.

Kwazary wysyłają ogromne ilości promieniowania podczerwonego, widzialnego, ultrafioletowego, rentgenowskiego i gamma, a także w niektórych wypadkach — radiowego. Z wielu kwazarów wyrzucane są wąskie strugi gazu z prędkością bliską prędkości światła. Zderzając się z niesłychanie rozrzedzonym gazem wypełniającym przestrzeń międzygalaktyczną strugi te wytwarzają ogromne obłoki pełne szybkich naładowanych cząstek, głównie elektronów i protonów. Obłoki te są najpotężniejszymi źródłami promieniowania radiowego. Ich rozmiary przekraczają niekiedy milion lat światła. Tymczasem źródło tych ogromnych ilości energii, czyli sam kwazar, ma rozmiary nie większe od naszego układu planetarnego, a więc zaledwie kilka godzin światła, czyli kilka miliardów kilometrów. Wiadomo też, że kwazary mają ogromne masy, co najmniej milion, a być może setki milionów razy większe od masy Słońca. I na tym kończy się nasza wiedza. Nie wiemy, czym są te stosunkowo małe, bardzo masywne i niezwykle jasne kwazary.

Kilkanaście lat temu sądzono, że są to supermasywne pojedyncze gwiazdy, lub bardzo zagęszczone gromady ogromnej ilości zwykłych gwiazd. Dziś najczęściej sądzi się, że są to bardzo masywne czarne dziury, do których wpada nieustannie duża ilość gazu. Gaz ten, zanim zniknie bezpowrotnie w otchłani, rozgrzewa się w silnym polu grawitacyjnym i wypromieniowuje kilkadziesiąt procent swojej masy. Czy tak jest naprawdę? Nie wiadomo. Wielu astrofizyków sądzi, że wpadający do czarnej dziury gaz wiruje tak szybko, że tworzy coś w rodzaju dysku. Prace nad takim właśnie modelem kwazarów prowadzone są między innymi przez pracowników Centrum Astronomicznego PAN w Warszawie.

Bohdan PACZYŃSKI

Metaliczny wodór?

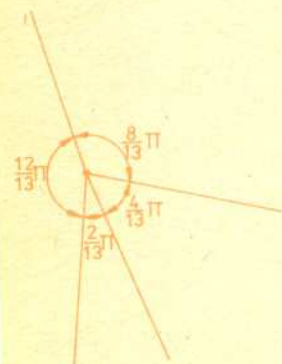
Zbliżając atomy dowolnego pierwiastka na odpowiednio małą odległość umożliwiamy powstanie kolektywnego pasma energetycznego elektronów, charakteryzującego stan metaliczny. Czyni to w normalnych warunkach ciśnienia i temperatury szereg pierwiastków, znanych nam jako metale w stanie stałym. Czyni to również rtęć w stanie ciekłym — a nawet ponadkrytycznym stanie gazowym, jeżeli tylko odpowiednio wysokie ciśnienie umożliwi dostateczne zbliżenie wzajemne atomów rtęci.

Czy jednak inne pierwiastki, których własności w normalnych warunkach dalekie są od własności metali, można przeprowadzić w stan metaliczny? Udało się to już zrealizować w szeregu przypadków stosując odpowiednio wysokie ciśnienie, a więc wymuszając zmniejszenie odległości międzyatomowych. W ten sposób otrzymano już metaliczny fosfor, jod, selen, a ostatnio również siarkę. Wymaga to stosowania ciśnień rzędu kilkudziesięciu, a nawet setek tysięcy atmosfer.

Szczególne zainteresowanie w tym względzie budzi wodór — najlżejszy pierwiastek chemiczny, należący, zgodnie z położeniem w układzie periodycznym pierwiastków, do metali alkalicznych. Dodatkową trudność stanowi w tym przypadku istnienie bardzo stabilnych energetycznie cząsteczek wodoru, które w pierwszym rzędzie powinny ulec dysocjacji na atomy. Do tego celu niezbędne byłoby odpowiednio wysokie ciśnienie. Ciśnienie to powinno ponadto spowodować zbliżenie wszystkich atomów na tak małą odległość, żeby stało się możliwe powstanie wspólnego dla całego zbioru pasma energetycznego elektronów. Teoretycy szacują to niezbędne ciśnienie na miliony atmosfer. Niestety otrzymanie takich ciśnień w warunkach laboratoryjnych napotyka bariery konstrukcyjno-materiałowe. Dostępne dotychczas materiały stają się w tym zakresie ciśnień plastyczne, a więc niezdolne do utrzymywania wymaganych obciążeń mechanicznych. Niezbędne są zatem nowe rozwiązania, których poszukuje się w zakresie materiałów wytwarzanych techniką wysokociśnieniową, jak np. spieki syntetycznych diamentów. Innym rozwiązaniem jest stosowanie ciśnień dynamicznych, to jest istniejących w bardzo krótkich czasach (rzędu mili- czy mikrosekund) w falach uderzeniowych. Grupa uczonych amerykańskich doniosła w ostatnich latach o obserwacji na tej drodze metalicznego zachowania się wodoru.



Rozwiązanie zadania M257.



Wiadomości takie przyjmowane są jednakże z dużą rezerwą, ponieważ przedtem kilkakrotnie pojawiały się już w literaturze i zawsze były później dementowane.

Tak więc wiemy z wielu obliczeń teoretycznych, że wodór może być metalem — na pewno najlżejszym ze wszystkich dotychczas znanych (może nawet ciekłym, jak to wynika z niektórych obliczeń). Przypuszcza się ponadto, że metal taki mógłby być nadprzewodnikiem o wysokiej temperaturze przejścia w stan nadprzewodzący. Sporną sprawą jest, co nastąpi po redukcji wysokiego ciśnienia. Czy stan metaliczny wodoru zostanie zachowany, czy też powróci on do postaci dwuatomowych cząsteczek, tak bardzo stabilnych w normalnych warunkach laboratoryjnych.

Zdania teoretyków są tutaj podzielone. Czekamy więc na odpowiedź doświadczenia na fascynujące pytanie: Wodór metaliczny?

Bogdan BARANOWSKI

Co to znaczy „zrozumieć” w fizyce?

W fizyce spotykamy dwa główne rodzaje pytań, podobnie zresztą jak we wszystkich chyba naukach przyrodniczych, a może i społeczno-humanistycznych. Po pierwsze, chodzi o to, aby, mówiąc skrótowo, zrozumieć „jak”. Odpowiadając na pytanie „jak?” staramy się jak najlepiej, najdokładniej, najściślej ustalić fakty. Chcemy przeanalizować w najdrobniejszych szczegółach przebieg zjawiska, znaleźć jego opis ilościowy, sformułować zależności między wielkościami, które je charakteryzują. Odpowiadając na pytanie „dlaczego?” staramy się odgadnąć przyczyny, które sprawiają, że zjawisko w ogóle występuje i że ma taki a nie inny przebieg. Zasadniczo sformułowaniem odpowiedzi na pytanie „jak?” zajmuje się fizyka doświadczalna (choć niekiedy fizycy doświadczalni!), a na pytanie „dlaczego?” — fizyka teoretyczna (z podobnym zastrzeżeniem). Błędem byłoby jednak sądzić, że pytania te są rozdzielne i że można je stawiać niezależnie, nawet — pytanie pierwsze w stosunku do drugiego.

W rzeczywistości bowiem, obserwując przebieg zjawiska nie jesteśmy w stanie śledzić wszystkich cech obiektów, biorących udział w procesie. Musimy więc zwrócić uwagę tylko na niektóre z tych cech. Na które? Na to pytanie wstępnej odpowiedzi możemy oczekiwać właśnie od teorii fizycznej, która zawiera jakieś oczekiwania w stosunku do badanego zjawiska. Ta ścisła symbioza elementu teoretycznego i doświadczalnego sprawia, że w ogóle trudno jest mówić w fizyce o „czystym” fakcie eksperymentalnym, gdyż każdy wynik pomiaru widzimy zawsze przez pryzmat teorii — dobrej lub złej.

Tym silniej zaznacza się współzycie teorii z doświadczeniem przy pytaniach „dlaczego?”. Nie możemy spekulować, jaka jest „natura rzeczywistości”, nie dysponując danymi eksperymentalnymi, najlepiej — liczbowymi. I dopiero mając te dane, możemy szukać odpowiedzi na pytanie „dlaczego?”

Odpowiedź na to pytanie nigdy nie jest jednoznacznie określona przez dane eksperymentalne. Zawsze mamy możliwość podania nie jednej lecz wielu teoretycznych interpretacji faktów eksperymentalnych. Wyboru dokonujemy kierując się kryteriami pozornie luźnymi i mało precyzyjnymi — jak kryterium prostoty, oszczędności, ogólności czy piękna. W rzeczywistości, stosując te kryteria w praktyce, docieramy do wyjaśnień poprawnych, potwierdzanych potem przez inne, nowe doświadczenia.

Rozumieć „dlaczego” znaczy więc znać wyjaśnienie faktów, zgodne z naszymi potrzebami umysłowymi a nawet estetycznymi. Nigdy nie jest to jednak wyjaśnienie ostateczne.

Wyjaśnienie ostateczne chyba nie istnieje. Każde wyjaśnienie stwierdza bowiem, że w Przyrodzie istnieje taka czy inna prawidłowość. Ale dlaczego? Dlaczego ta prawidłowość się pojawia? Czy nie ma ona jakichś jeszcze głębszych przyczyn i motywacji? Na pewno ma, warto ich szukać. I tak dochodzimy do nowego etapu badań, na którym nasze wczorajsze wyjaśnienie staje się samo faktem wymagającym wyjaśnienia.

Rola fizyki w poszukiwaniu wyjaśnień jest szczególnie duża. Zauważmy, że jeśli zadamy jakiegokolwiek pytanie „dlaczego?” w obrębie którejś z nauk przyrodniczych, znajdziemy na nie odpowiedź, zapytamy o „dlaczego?” dla tego wyjaśnienia, i tak dalej, to w pewnej chwili nasze pytanie „dlaczego?” stanie się pytaniem z zakresu fizyki. Na tym właśnie polega fundamentalna rola fizyki w świecie nauk przyrodniczych. Ona i tylko ona sama może dostarczyć sobie odpowiedzi na wszystkie swoje pytania; inne nauki muszą natomiast zawsze z niej korzystać, nie rezygnując ze swoistości metod i pojęć.

Grzegorz BIAŁKOWSKI