

## Wyznaczanie odległości Słońca w nocy



### Rozwiązanie zadania F 461.

Zamieniając jednostki otrzymujemy  $E = 4,86 \cdot 10^{17} \text{ J}$ . Z zasady zachowania energii mamy  $E = \eta \epsilon m c^2$ , skąd

$$m = \frac{E}{\eta \epsilon c^2} = 24\,000 \text{ kg} = 24 \text{ tony}.$$

Dla porównania: w elektrowniach węglowych trzeba spalić 3 miliony razy więcej węgla dla uzyskania tej samej ilości energii.



### Rozwiązanie zadania M 823.

Ustalmy w przestrzeni taki kartezjański układ współrzędnych, by wektor  $v_1$  miał drugą i trzecią współrzędną równą zeru, a pierwszą dodatnią (jedną z osi układu ma ten sam zwrot i kierunek, co  $v_1$ ). Łatwo zauważyć, że wówczas wektory  $v_2, v_3, \dots, v_n$  muszą mieć pierwszą współrzędną ujemną na mocy założeń zadania. Jeżeli usuniemy z każdego z nich pierwszą współrzędną tworząc w ten sposób  $n - 1$  wektorów na płaszczyźnie, to iloczyny skalarne tych wektorów się zmniejszą, a więc powstałe wektory na płaszczyźnie będą nadal tworzyły kąty rozwarte. Zatem  $n - 1 \leq 3$  (dlaczego?), więc  $n \leq 4$ , co było do udowodnienia.



### Rozwiązanie zadania F 462.

Obliczając krytyczne  $B$  w temperaturze ciekłego helu otrzymujemy  $B = 0,67 \text{ T}$ .

Pole magnetyczne na powierzchni przewodnika  $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$  jest tym samym polem, które niszczy stan nadprzewodnictwa. Stąd

$$r = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = 3 \text{ mm}.$$



### Rozwiązanie zadania M 824.

Nie. Podobną własność ma ośmiościan foremny, czyli bryła wypukła o wierzchołkach w środkach ścian ustalonego sześcianu.

A może Czytelnicy znają inne przykłady?

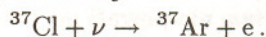
Znajomość odległości ciał niebieskich to jedno z najważniejszych zagadnień w astronomii. Już Kopernik znał dość dobrze stosunki rozmiarów orbit planet, ale długo jeszcze nie znane były ich absolutne rozmiary. Dla Układu Słonecznego wygodną jednostką odległości jest średnia odległość Ziemi od Słońca, zwana nawet po prostu jednostką astronomiczną. W ogóle rozmiary Układu Słonecznego w jednostkach astronomicznych znane są od dawna, ale ile metrów ma sama jednostka astronomiczna?

Zanim wynaleziono radar i lasery, jedyną możliwość mierzenia odległości w Układzie Słonecznym dawała metoda paralaksy geocentrycznej. Polega ona na tym, że obiekt obserwowany z dwóch miejsc na Ziemi (rozdzielonych możliwie dużą odległością) jest widoczny w nieco różnych miejscach na tle nieba. Pomiar tego pozornego przesunięcia (paralaksy) i znajomość rozmiarów Ziemi pozwala określić odległość obiektu już w metrach – na takiej zasadzie działa też klasyczny dalmierz. Niestety, nie dawało się to zastosować do Słońca chociażby dlatego, że Słońca nie widać na żadnym tle – w dzień przecież nie widać gwiazd. Szczęśliwie okazało się, że istnieją planetoidy zbliżające się do Ziemi bardziej niż jakakolwiek z planet. Np. Eros zbliża się niekiedy na 0,12 jednostki. Jego paralaksa jest wtedy łatwa do zmierzenia, bo jest on obiektem praktycznie punktowym i jego położenie na tle gwiazd (a więc w nocy) można określić bardzo dokładnie. Tak właśnie wyznaczono odległość Erosa w 1901 i 1931 r. – w metrach! No, a odległość Słońca? Z tym już żaden problem. Jak wspomnieliśmy, mechanika nieba podaje precyzyjnie stosunki wszelkich odległości w Układzie Słonecznym, więc wyznaczenie absolutnej odległości Erosa jest właściwie równoważne wyznaczeniu odległości Słońca.

T.K.

## Astronomia pod ziemią

Obserwacje astronomiczne prowadzone pod ziemią – brzmi to jak kiepski żart. A jednak jest nośnik informacji o Wszechświecie, który najkorzystniej jest rejestrować właśnie tam – są to mianowicie neutrino. Cząstki te, produkowane w ogromnych ilościach we wnętrzach gwiazd, są niezwykle przenikliwe. Wydostają się niemal swobodnie z wnętrza każdej gwiazdy (a najbliższą jest Słońce), przenikają swobodnie przez całą Ziemię i jedynie dzięki swojej liczbie mogą zostać zaobserwowane. Fizycy bowiem stwierdzili, że stosunkowo wysokie jest prawdopodobieństwo zajścia reakcji



Pierwsze eksperymenty wykorzystujące tę reakcję wykonał Raymond Davis w 1968 r. Głęboko w kopalni (by odizolować urządzenie od zakłócającego wpływu cząstek promieniowania kosmicznego) zainstalował cysternę z czterochlorkiem węgla, która przez kilka tygodni poddana była w ten sposób działaniu jedynie neutrin słonecznych. Powstający w tej reakcji argon jest nietrwały, więc po dłuższym czasie w cysternie ustala się stan równowagi: tyle samo w jednostce czasu atomów argonu powstaje co rozpada się. Na podstawie liczby atomów nietrwałego argonu, zawartych w cysternie, można ocenić strumień neutrin. O subtelności tego eksperymentu świadczy fakt, że w cysternie znajduje się naraz nie więcej niż 100 (słownie: sto!) atomów argonu i że są sposoby ich policzenia.

Później podobne obserwacje przeprowadzono z użyciem galu, który w wyniku reakcji z neutrinami (o innej energii) przechodzi w german. Obecnie astronomię uprawia się też pod wodą. Detektorem neutrin jest basen o ścianach gęsto wyłożonych fotopowielaczami zdolnymi rejestrować każdy błysk w wodzie. Neutrino o dostatecznie wysokiej energii może pewnemu elektronowi, obecnemu w wodzie, przekazać taką energię, że określona przez nią prędkość elektronu będzie większa od prędkości światła w wodzie. Elektron emituje wtedy tzw. promieniowanie Czerenkowa i te właśnie błyski rejestrują otaczające basen fotopowielacze. Takimi detektorami stwierdzono np. w 1987 r. przybycie neutrin wyemitowanych przez supernową w Wielkim Obłoku Magellana.

T.K.