



**Rozwiązanie zadania F 573.**  
Oznaczmy przez  $p_0$  ciśnienie atmosferyczne. Z równania Bernoulliego mamy:

$$p - p_0 = \frac{1}{2}\rho(v_0^2 - v^2),$$

zatem

$$v_0^2 = \frac{2(p - p_0)}{\rho} + v^2,$$

gdzie  $v$  jest prędkością przepływu gazu wewnątrz zbiornika.



**Rozwiązanie zadania F 574.**  
Ciągłość przepływu masy, przy zaniedbaniu zmian gęstości gazu, oznacza, że

$$Sv = S_0v_0.$$

Jeżeli otwór jest bardzo mały, tzn.  $S_0 \gg S$ , wtedy  $v_0 \gg v$  i w równaniu na prędkość wypływu gazu otrzymanym w poprzednim zadaniu możemy pominąć człon  $v^2$ . Wtedy wzór na prędkość wypływu przyjmuje postać:

$$v_0 = \sqrt{\frac{2(p - p_0)}{\rho}}.$$

Siła ciągu rakiety wyraża się przez prędkość wypływu masy, tzn. jest równa  $v_0 \, dM/dt$ . Masa gazu wypływającego w czasie  $dt$  wynosi  $dM = \rho S_0 v_0 dt$ , zatem siła ciągu rakiety wynosi:

$$F_{\text{ciągu}} = \rho S_0 v_0^2;$$

biorąc pod uwagę wyrażenie na  $v_0$ , mamy:

$$F_{\text{ciągu}} = 2S_0(p - p_0).$$

Cząstki zwykłego gazu wymieniają się energią i pędem w wyniku zderzeń. Wyobrażenie sobie takiego zderzenia jako zderzenia po prostu dwóch sprężystych kulek całkiem nieźle odpowiada rzeczywistości. Przy każdym zderzeniu łączny pęd i energia pary kulek nie zmieniają się, niemniej jednak układ zawierający np. bilion cząstek bardzo szybko ewoluuje. Przyczyną jest ogromna częstość zderzeń cząstek gazu w najczęściej spotykanych warunkach. Bardzo podobnie zachowuje się „gaz”, którego cząstkami są gwiazdy. Mechanizm zderzeń jest tu całkiem inny, gdyż gwiazdy działają wzajemnie na siebie dalekozasięgowymi siłami przyciągania (a nie krótkozasięgowymi siłami odpychania), a jednak ewolucja gazu gwiazdowego przebiega pod wieloma względami podobnie. Na przykład w obu przypadkach rozkład prędkości cząstek dąży do rozkładu Maxwella. Oznacza to, że w stanie równowagi najwięcej cząstek ma prędkość zbliżoną do średniej, a odpowiednio mniej jest cząstek bardzo powolnych i bardzo szybkich. I tu pojawia się różnica między gazem w naczyniu a zbiorowiskiem gwiazd. Mianowicie „gaz gwiazdowy” nie ma ścianek i dlatego gwiazdy wyjątkowo szybkie mogą z danej galaktyki uciec. Nie ulega wątpliwości, że w przestrzeni międzygalaktycznej błąka się sporo gwiazd wyrzuconych z galaktyk w wyniku tego elementarnego zjawiska.

A czy gwiazdy mogą powstawać w przestrzeni międzygalaktycznej? Na zdrowy rozum miejsce powstawania wydaje się mniej istotne, najważniejsze, by gwiazdy te miały z czego powstać. Wszystko wskazuje na to, że gaz międzygalaktyczny jest zbyt rzadki, by mógł stać się budulcem gwiazd, chyba że z innych powodów został już zgęszczony. O jednym takim przypadku wspomnieliśmy w *Patrz w niebo* w *Delcie* 9/2001: gwiazdy mogą powstać w strumieniu materii wyciągniętym z galaktyki działaniem sił pływowych galaktyki sąsiedniej. Niedawno wykonane obserwacje tzw. Kwintetu Stephana ujawniły drugi taki przypadek. Kwintet Stephana to znajdująca się w Pegazie ciasno zgrupowana na niebie piątka galaktyk (NGC 7317, 7318A, 7318B, 7319 i 7320), fizycznie tworząca właściwie kwartet, bo NGC 7320 do zespołu nie należy – znajduje się w zupełnie innej odległości niż pozostała czwórka. Otóż zdjęcie Kwintetu w podczerwieni wykonane przez satelitę ISO (*Infrared Space Observatory*) ujawniło obecność szóstej „plamy świetlnej” nieobecnej na zdjęciach w świetle widzialnym. Drobiazgowo badania wydają się świadczyć o tym, że jest to zgęszczony wskutek ruchu galaktyki NGC 7318B obłok materii międzygalaktycznej, który świeci dlatego, że formują się w nim młode gwiazdy. Skąd ten obłok tam się wziął – to inna sprawa. Na razie nie wiadomo, nasuwa się jednak przypuszczenie, że również wyrwany został z którejś galaktyki (a może z niejednej) wskutek działania sił pływowych.

Tomasz KWAST

## Czerwiec

Gwiazda nowa to przede wszystkim gwiazda podwójna. Jednym z jej składników jest biały karzeł, a drugim olbrzym, z którego materia, czyli głównie wodór, przepływa na białego karła. Gdy zbiera się go tam dostatecznie dużo, biały karzeł wybuchowo pozbywa się go, inaczej mówiąc w otocze białego karła następuje eksplozja termojądrowa – i to jest właśnie rozbłysk gwiazdy nowej. Potem cały cykl powtarza się, a przynajmniej w to obecnie wierzymy, gdyż odstęp czasu między wybuchami liczy się setkami lat. Podobny typ gwiazd, tzw. nowe powrotne, to takie gwiazdy nowe, które wybuchają z mniejszą mocą, za to częściej. Nazwa ta nie jest zbyt szczęśliwa, bo w końcu wszystkie nowe są „powrotne”, ale akurat u nich zaobserwowano już w czasach nowożytnych po kilka rozbłysków. Taką gwiazdą jest np. T Korony Północnej, który to gwiazdozbiór wieczorem w czerwcu widać blisko zenitu. Gwiazda ta w latach 1866 i 1946 zwiększyła jasność z 10 mag

do 2 mag, czyli podczas wybuchu była jaśniejsza niż alfa tego gwiazdozbioru.

Venus jest w Raku i świeci na zachodnim niebie. Bliżej Słońca, w Bliźniętach, znajdują się Mars i Jowisz, zachodzą więc jeszcze wcześniej niż Venus, a Saturn jest za Słońcem i w ogóle go nie widać. Nów Księżycy wypada 11 VI i nastąpi wtedy obrączkowe zaćmienie Słońca, ale widoczne we wschodniej Azji, na Pacyfiku, w USA i Kanadzie. Pełnia będzie 24 VI i nastąpi wtedy półcieniowe zaćmienie Księżycy. Maksymalna faza wypada około północy, ale zaćmienia półcieniowe są właściwie niezauważalne. 12 VI Księżyc zakryje Marsa, ale zjawisko to będzie widoczne tylko z okolic arktycznych. 21 VI będzie przesilenie letnie, czyli formalnie początek lata i zarazem od tej daty dnia będzie już ubywać. Tego samego dnia nad ranem można próbować odszukać Merkurego, gdyż znajdzie się w maksymalnej kątowej odległości od Słońca.

T.K.