

różniczkowych, np. w hydrodynamice lub aerodynamice. Równania te, najczęściej bardzo skomplikowane, rzadko potrafimy rozwiązać ściśle w postaci analitycznej. Jedyną możliwością jest wówczas znalezienie dużej liczby rozwiązań numerycznych i próba wyciągania wniosków o charakterze analitycznym. Czasami się to udaje i można pokusić się o znalezienie rozwiązania analitycznego lub analitycznego przybliżonego. W innych przypadkach komputer może przyjąć z pomocą pokazując załamanie się naszego zdroworozsądkowego rozumowania, które często zawodzi w dziedzinie zjawisk nieliniowych. Koronnym przykładem jest tak zwany problem Fermiego-Pasty-Ulana. Polegał on na rozwiązaniu równań ruchu 32 punktów materialnych połączonych nieliniowymi sprężynkami (takimi, których wychylenie nie jest proporcjonalne do siły) i ograniczonych ściankami, od których mogły się odbijać. Punkty te wychyleno i badano ich ruch (w komputerze oczywiście). Zdrowy rozsądek fizyka przewidywał, że po dostatecznie długim czasie nastąpi równomierny rozkład energii na wszystkie stopnie swobody (zasada ekwipartycji). Nastąpi on zawsze, gdy sprężynki są liniowe i będzie tym lepiej obserwowany, im więcej mamy punktów materialnych (32 to już dostatecznie dużo).

Doświadczenie przyniosło jednak zupełnie inny wynik. Po 30 000 cykli układ wrócił do położenia pierwotnego. Warto zauważyć, że ten problem był jednym z pierwszych problemów fizyki komputerowej. Rachunki zostały wykonane na komputerze MANIAC w Los Alamos w USA, a sam Stanisław Ulam, jeden z autorów problemu, polski matematyk ze szkoły lwowskiej, jest uważany za ojca *computer science*.

Warto wspomnieć, że komputer sprawdził się również jako „numeryczny tunel aerodynamiczny”, testujący nowe typy skrzydeł i samolotów. (Oczywiście przed zabraniami pasażerów samoloty były sprawdzane w lotach próbnych.)

Komputer jest dziś narzędziem fizyka tak, jak akcelerator, teleskop, mikroskop czy detektor promieniowania i tak też należy go traktować. Na zakończenie warto wspomnieć, że nowe metody informatyki, takie jak: sztuczna inteligencja i systemy eksperckie znalazły już zastosowanie w fizyce komputerowej. Służą one jako narzędzia do sterowania eksperymentem fizycznym oraz do automatycznej analizy danych, np. z akceleratora. Grafika komputerowa, a szczególnie animowane filmy komputerowe, są znakomitą metodą wyprowadzania wyników obliczeń. Fizyka komputerowa jest już dobrze wyodrębnioną dziedziną fizyki.

## Patrz w niebo

Pogodne noce w czerwcu czy lipcu wcale nie są odpowiednim czasem do przeprowadzania optycznych obserwacji astronomicznych. Przede wszystkim są one krótkie — znacznie krótsze (o około 10 godzin) od nocy zimowych. Ponadto nie są dostatecznie ciemne na to, aby można dostrzec słabsze obiekty niebieskie. Można powiedzieć, że w obserwacjach przeszkadza wtedy ... Słońce. Jest ono w tym czasie na tyle płytko schowane pod horyzontem, że rozproszone w atmosferze ziemskiej promieniowanie znacznie rozjaśnia nocne niebo.

Prawdziwą długość dnia określa się pojawianiem i znikaniem górnego brzegu tarczy słonecznej za horyzontem. Nie tak proste jest określenie nocy, gdyż między dniem a nocą trwa krótszy lub dłuższy zmierzch i brzask. Długość trwania zmierzchu zależy od szerokości geograficznej miejsca obserwacji i od deklinacji Słońca. W życiu codziennym koniec zmierzchu (tzw. zmierzchu cywilnego) określa się koniecznością zapalenia sztucznego oświetlenia dla bezpieczeństwa ruchu ulicznego. Słońce znajduje się wtedy  $6^\circ$  pod horyzontem. Jest to, oczywiście, określenie teoretyczne, bowiem w praktyce nierzadko podczas złych warunków atmosferycznych sztuczne oświetlenie jest włączane znacznie wcześniej.

Jeśli na danym obszarze Słońce przez całą noc nie schodzi głębiej niż  $6^\circ$  pod horyzont, tj. — gdy na obszarze tym przez całą noc panuje co najwyżej zmierzch cywilny — mówimy, że występują tam „białe noce”. Warunek występowania „białych nocy” jest więc następujący:  $h_d \geq -6^\circ$ , gdzie  $h_d$  jest wysokością dołowania Słońca, tj. jego najniższego położenia w ciągu doby. Ponieważ  $|h_d| = 90^\circ - \varphi - \delta_\odot$ , gdzie  $\delta_\odot$  — deklinacja Słońca,  $\varphi$  — szerokość geograficzna miejsca obserwacji (patrz rysunek), graniczna wartość szerokości geograficznej, w której występują „białe noce”, określona jest przez warunek:  $\varphi \geq 84^\circ - \delta_\odot$ . Rzecz jasna, najdogodniejszym momentem na półkuli północnej jest przesilenie letnie — wtedy bowiem deklinacja Słońca osiąga największą wartość:  $23^\circ 27'$ . Dla tej maksymalnej wartości  $\delta_\odot$  otrzymujemy  $\varphi_{min} = 60^\circ 33'$ . Analogicznie, graniczna szerokość geograficzna, w której mogą występować „białe noce” na półkuli południowej, ma wartość  $\varphi_{max} = -60^\circ 33'$ .

Wysunięte najbardziej na północ obszary Polski leżą poniżej równoleżnika  $55^\circ$  szerokości geograficznej północnej. Wobec tego nawet tam nie mogą występować „białe noce”. Jednak w okolicach przesilenia letniego, przy dobrej pogodzie, nad morzem przez całą noc widać jasną poświatę nad północnym widnokregiem świadcząca o stosunkowo małej głębokości Słońca pod horyzontem. W wyjątkowo sprzyjających warunkach atmosferycznych poświatę taką widać nawet w środkowej Polsce.

Inaczej definiuje się koniec zmierzchu astronomicznego — następuje on, gdy Słońce obniży się o  $18^\circ$  pod horyzont. Moment ten charakteryzuje się szybkim zwiększeniem widzialności słabych gwiazd. Obliczenia analogiczne jak dla zmierzchu cywilnego prowadzą do następującego wyniku na graniczną wartość szerokości geograficznej, przy której w momencie przesilenia letniego zmierzch astronomiczny trwa przez całą noc:  $\varphi_{min} = 48^\circ 33'$ . Widać stąd, że na obszarze Polski w tym czasie przez całą noc trwa zmierzch astronomiczny i przez to warunki obserwacyjne nie są zbyt dobre. Od początku czerwca do połowy lipca w naszych szerokościach geograficznych Słońce nie schodzi głębiej niż  $18^\circ$  pod horyzont, a więc obserwacji astronomicznych lepiej dokonywać, o ile to możliwe, w innym terminie.

