

**Rozwiązanie zadania F 973.**

Ilość gazu wypływającego w jednostce czasu (szybkość utraty gazu) przez niedomknięty zawór wynosi $I = \rho v S$, gdzie ρ jest gęstością gazu, v jest średnią prędkością wypływających cząstek, a S powierzchnią otworu. Na podstawie równania stanu gazu stwierdzamy, że gęstość gazu w pojemniku pod ciśnieniem p , w temperaturze T jest proporcjonalna do p/T . Średnia energia kinetyczna cząsteczek gazu jest proporcjonalna do temperatury T , a więc średnia wartość prędkości jest proporcjonalna do \sqrt{T} . Na tej podstawie stwierdzamy, że:

$$I = \rho v S \propto \frac{p}{\sqrt{T}}$$

(znak \propto oznacza proporcjonalność). W warunkach określonych w zadaniu z pierwszego z pojemników tlen ulatnia się więc $\sqrt{2} \approx 1,414$ raza szybciej niż z drugiego, mimo że, jak łatwo sprawdzić, początkowo w obu pojemnikach znajdowały się takie same ilości gazu.

Wynika stąd, że $X(E) > X_1(E_1)X_2(E_2)$ (ponieważ $X_1(E_1)X_2(E_2)$ jest jednym ze składników sumy), a więc entropia wzrosła. W sytuacji, gdy liczba cząstek w układzie jest odpowiednio duża, wyrażenie po prawej stronie jest zdominowane przez największy z wyrazów go tworzących (odpowiadający maksimum wyrażenia w wykładniku). Dostajemy wówczas

$$(2) \quad S(E) \approx S_1(E_1^*) + S_2(E - E_1^*),$$

gdzie E_1^* odpowiada maksimum wyrażenia po prawej stronie powyższego równania. Ukazuje to drugą zasadę jako zasadę ekstremum: gdy dwa układy doprowadzimy do kontaktu, pozwalając na ich oddziaływanie, nowy stan równowagi będzie taki, by entropia osiągała maksymalną możliwą wartość. Wybierając (losowo) jeden spośród $X(E)$ stanów, mamy oczywiście pewną szansę, że trafimy na przypadek, gdzie E_1 istotnie różni się od E_1^* , ale dla dużej liczby cząstek ($N = N_1 + N_2$) prawdopodobieństwo takiego trafu jest znikomo małe. Dzieje się tak dlatego, że przybliżenie, którego użyliśmy, pisząc wzór (2) i wybierając tylko wiodący wyraz w równaniu (1), jest tym lepsze, im większa wartość wykładnika, który z kolei jest rzędu N . Dla typowo spotykanych wartości N ($N \approx 20^{23}$) przybliżenie zastosowane w wyrażeniu (2) jest z praktycznego punktu widzenia niezwykle dokładne. Zauważyć można, że powyższe spojrzenie w ogóle nie rozpatruje ewolucji układu. Przyjmuje jedynie, że przy pomiarze stanu układu dostajemy z równymi (albo zbliżonymi) prawdopodobieństwami różne wyniki. W ujęciu, w którym śledzimy ewolucję układu, stwierdzilibyśmy, że układ niezależnie od stanu początkowego spędza przytłaczającą większość czasu w stanach odpowiadających maksimum entropii (czyli takich, że $E_1 = E_1^*$).

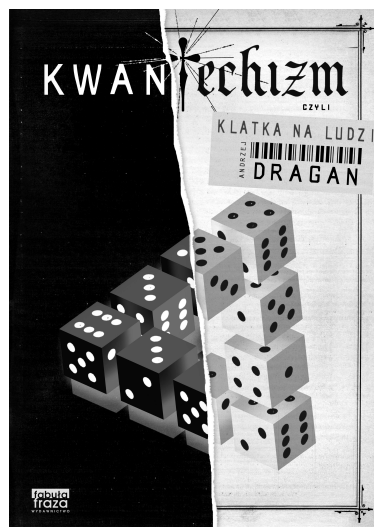
Paweł JAKUBCZYK

O kwantach, względności, hipnozie, przemijaniu i tym podobnych

Recenzja

Dwie fundamentalne teorie fizyczne: teoria względności i mechanika kwantowa są zaskakujące dla kogoś, kto spotyka się z nimi po raz pierwszy, i pełne są pozornych paradoksów. Są więc wdzięcznym tematem artykułów i książek popularnonaukowych, których powstało już wiele. Książka Andrzeja Dragana pt. „Kwantechizm, czyli klatka na ludzi”, mimo że poświęcona jest głównie teorii względności i mechanice kwantowej, nie jest kolejnym wcieleniem standardowych opowieści o paradoksie bliźniąt i dualizmie korpuskularno-falowym. To, co wyróżnia tę pozycję spośród innych, to wysuwająca się miejscami na pierwszy plan subiektywna, niestandardowa interpretacja wiedzy zgromadzonej w podręcznikach. Autor stara się przekazać Czytelnikowi nie tylko fakty, które same

w sobie są zaskakujące, ale dzieli się swoimi intuicjami, własnym sposobem myślenia i wizualizowania sobie tych faktów. Książka zawiera również omówienie pewnych bardzo świeżych odkryć z pogranicza teorii względności i mechaniki kwantowej, obszaru ciągle jeszcze słabo rozpoznanego, w którym wciąż prowadzone są pionierskie badania. Czytelnik otrzymuje więc relację z pierwszej linii frontu od jednego z pionierów tych badań.



Kolejnym wielkim walorem książki są liczne dygresje pokrywające szerokie spektrum tematów wykraczających nie tylko poza fizykę, ale całkiem poza nauki ścisłe. Autor szczerze przyznaje, że nie w każdej z dziedzin, o których pisze, jest ekspertem („Nie znam się, to się wypowiem” – to tytuł jednego z rozdziałów), co może złagodzić ewentualny sprzeciw ekspertów w tych dziedzinach (np. teorii ewolucji, biologii molekularnej, uczeniu maszynowym) wobec pewnej nonszalancji i powierzchowności w formułowaniu tez. Swoją opowieść o nauce autor przeplata anegdotami, żartami i elementami autobiograficznymi. Nie unika również manifestowania swojego emocjonalnego stosunku do tematów, o których pisze, i swoich osobistych przekonań. Nieuchronną konsekwencją tego faktu jest to, że znajdują się zapewne Czytelnicy uważający niektóre zawarte w książce tezy za prowokacyjne. Sądzę, że jeżeli autor chce do czegoś prowokować, to przede wszystkim do myślenia. Wezwanie do zdrowego krytycyzmu i sceptycznego podejścia do autorytetów jest jednym z głównych przesłań tej książki.

Szymon CHARZYŃSKI