



## KĄCIK DOŚWIADCZALNY

### Tajemnice jajek

Aneta Szczygielska, Jerzy Jarosz

Uniwersytet Śląski, Katowice

W letnim numerze *Fotonu* opisano proste doświadczenia z jajkami surowymi i ugotowanymi. W wyścigach jajek na równi pochyłej szybsze okazuje się jajko surowe... Mimo prostoty eksperymentu wynik jest zaskakujący dla większości z nas. Tymczasem wyjaśnienie jest równie proste jak sam eksperyment, ale tak to już bywa, że często mamy ochotę wykrzyknąć „przecież to takie oczywiste!” dopiero w momencie, gdy zrozumiemy istotę zjawiska. Często też wnioski zbyt szybko wyciągane z obserwacji prowadzą nasze rozumowanie na manowce, a często trudno nam jest oddzielić obserwacje istotne od nieistotnych.

Co więc powoduje, że spodziewamy się raczej, że to jajko ugotowane stoczy się szybciej? „Każdy z nas wie, jak odróżnić jajko ugotowane od jajka surowego” – tak zaczyna się wspomniany artykuł i tutaj chyba tkwi przyczyna, że nasza intuicja zawodzi w przewidywaniu wyników wyścigu. Doświadczenie uczy nas, że jajko ugotowane łatwo jest „rozkręcić” na stole i wiruje ono chętnie i długo. Jajko surowe natomiast kręci się niechętnie i szybko przestaje się obracać. Nie wnikając zbyt głęboko w przyczyny takiego zachowania, skłonni jesteśmy przypisać jajku gotowanemu „łatwość obracania się” i... oczekujemy, że tocząc się z góry, powinno wyprzedzić jajko surowe, które przecież obracać się nie chce. No i nagle stajemy przed koniecznością zweryfikowania wniosków, które wyciągnęliśmy z naszych doświadczeń.

Spróbujmy zastanowić się najpierw, dlaczego jajko gotowane „chce się kręcić”, a surowe nie. Różnica polega na tym, że w tym pierwszym cała zawartość jest związana mocno ze sobą i ze skorupką, tworząc bryłę, którą fizyk nazwałby bryłą sztywną. Nadając jajku ruch obrotowy, wprawiamy w ruch równocześnie całą jego masę. Wprawiając w ruch obrotowy jajko surowe, obracamy właściwie tylko skorupkę, podczas gdy płynna zawartość jajka pozostaje prawie nieruchoma. Praca wykonana przez nas w pierwszym przypadku jest wielokrotnie większa niż w drugim i w rezultacie energia ruchu obrotowego, jaką uzyskuje jajko gotowane, jest znacznie większa od tej, jaką udaje się nam nadać jajku surowemu. Gdybyśmy jednak kręcili nim wystarczająco długo, wirowałoby równie dobrze jak jajko gotowane!

Sytuacja wygląda nieco inaczej, gdy jajka staczają się z równi pochyłej pod wpływem siły grawitacji. Siła ta działa nie tylko na skorupkę jajka, ale na całą jego masę. O prędkości toczenia się w dół równi decydują teraz inne czynniki.

Najprościej można rozpatrzeć ten problem, korzystając z zasady zachowania energii. Na szczycie równi jajka mają taką samą energię potencjalną grawitacji; gdy staczają się w dół, energia ta zamienia się na energie kinetyczne ruchów postępowego i obrotowego. U podstawy równi (i w każdym jej punkcie) suma tych energii dla obu jajek musi być jednakowa. Wnętrze jajka surowego nie obraca się razem ze skorupką, a więc jego energia kinetyczna związana z ruchem obrotowym będzie mniejsza, niż dla jajka na twardo. Odwrotnie więc, energia kinetyczna ruchu postępowego jajka surowego musi być większa niż ugotowanego, co oznacza większą prędkość staczania się z równi i... jajko surowe wygrywa wyścigi! Udało nam się rozwikłać problem, nie odwołując się do wzorów. Proponujemy jednak sprawdzić, czy uda się Wam poprzez podane rozumowanie odpowiednimi równaniami.

Korzystając z zasady zachowania energii i zakładając, że jajka o masie  $m$  i promieniu  $r$  staczają się z równi pochyłej o długości  $l$ , nachylonej do poziomu pod kątem  $\alpha$  możemy łatwo otrzymać równanie na czas potrzebny na przebycie równi:

$$t = \sqrt{\frac{2l}{g \sin \alpha} \left( \frac{I}{mr^2} + 1 \right)}$$

$I$  oznacza moment bezwładności jajka.

Jak wynika z równania, im mniejszy moment bezwładności staczającej się bryły, tym krótszy czas  $t$  wystarcza na przebycie drogi  $l$ .

A swoją drogą, istnieje bardzo ważna przyczyna, dla której żółtko nie bierze udziału w ruchu obrotowym jajka. Otóż na górnej części żółtka umieszczona jest płytko zarodkowa, która niezależnie od tego, jak jajko potoczy się do gniazda, pozostaje zawsze u góry. Dzięki temu jest zawsze blisko źródła ciepła – kwoki wysiadującej jajka. Pozwala to na utrzymanie odpowiedniej temperatury niezbędnej do rozwoju nowego życia.



Jeśli chcecie poćwiczyć wyścigi jajek i walców o różnych momentach bezwładności, zapraszamy na naszą stronę: [www.us.edu.pl/dydaktykafizyki/prezentacje.php](http://www.us.edu.pl/dydaktykafizyki/prezentacje.php) i zabawę z programem „Przygody jajka z momentem bezwładności”.