

## Żywoty fizyków

# Robert Hooke (1635 – 1703)

Tadeusz Wibig



Miał to nieszczęście, że był niemal rówieśnikiem wielkiego Newtona. A sam był wzrostu niedużego, dodatkowo garbił się jeszcze, szczupły, żeby nie powiedzieć chudy wręcz, na starość skóra i kości. Twarz miał bladą, a w niej wylupiające, rozbiegane szare oczka, nos cienki, umiarkowany, usta zaś szerokie i cienkie, na głowie niedużego niedbałe brązowe loki nieprzycinane i zwisające w nieladzie. Tak widzieli go niechętni mu współcześni, a takich, z Newtonem na czele, było bardzo wielu. Trudny charakter Hooke'a mógł mieć źródła w jego wczesnym dzieciństwie, gdzie był zdecydowanie najmłodszym dzieckiem w rodzinie, znacznie młodszym od swoich dwóch siostr i dwojga braci, choć nie wiemy nic, aby rodzeństwo znęcało się nad nim nadmiernie.

Gdy miał 13 lat umarł jego ojciec zostawiając mu spadek w wysokości 40 funtów. Było to na tyle dużo, że Robert mógł wybrać się do Londynu i rozpocząć tam studia. Szybko opanował grekę i łacinę, *Elementy* Euklidesa i grę na organach. To ostatnie właśnie sprawiło, że pojawił się w Oksfordzie. Tam jako dalekiego krewnego zatrudnił go w charakterze asystenta znany i uznany badacz ludzkiego ciała ze szczególnym uwzględnieniem mózgu niejaki Tomasz Willis. Niedługo potem Hooke poznał Roberta Boyle'a badacza sprężania i rozprężania gazów. Boyle zatrudnił dwudziestoletniego Hooke'a na etacie swojego asystenta. Razem przez siedem lat sprężali i rozprężali, coraz lepiej i efektywniej, co się tylko dało.

Niektórzy twierdzą, że to Hooke odkrył prawo znane dziś jako prawo Boyle'a (Boyle'a-Mariotte'a), historia jednak nazwisko asystenta w tym miejscu zamilczała. A on w międzyczasie zajmował się na krótko teorią lotów maszyn ciężkich od powietrza, ale i transportem wody w roślinach badając efekty kapilarne. Boyle tymczasem wraz z kolegami naukowcami utworzył coś na kształt kółka zainteresowań zwanego „Niewidocznym Uniwersytetem” (*Invisible College*), które w 1663 włączyło się i zdominowało praktycznie istniejące od trzech lat *The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge* (Towarzystwo Królewskie). Boyle i Hooke zostali jednymi z pierwszych jego członków.

Od roku 1663 Hooke oglądał świat głównie przez mikroskop. Jego pomnikowa praca *Micrographia* ukazała się w 1665 i zawiera najwcześniejszy zaobserwowany

mikroorganizm, pleśniak, właściwie grzyb. To Hooke przyglądając się strukturze korka ukuł termin komórka, sugerując podobieństw struktury ścian komórkowych do komórek w plastrze miodu. W *Micrographii* możemy też znaleźć przepiękne obrazy much, komarów, wszy i pcheł i innych nie lubianych stworzeń, a także innych przedstawicieli świata ożywionego w dużym powiększeniu.

W tej samej *Micrographii* Hooke zajmował się nie tylko pięknym mikroświatem. Poświęcił tam wiele miejsca grawitacji jako przyciąganiu się ciał niebieskich. Rok później w 1666 roku na wykładzie sformułował dwa postulaty w tym względzie: po pierwsze „ciała poruszają się zawsze po liniach prostych, chyba, że jakaś siła zmusi je do zmiany kierunku” i „siła przyciągania (grawitacja) jest silniejsza, gdy ciała są bliżej siebie”. Nie będziemy tu rozwodzić się nad tym, jak ma się to do grawitacji opisanej w „*Principiach*” Newtona (1687). To osobna, długa i niejasna do końca historia. Dziś w szkole uczymy się, że grawitacja to pomysł Newtona i tylko jego.

Poza tym w *Micrographii* znajdują się Hooke'a rozważania paleontologiczne. Obserwując pod mikroskopem strukturę skamieniałego drewna porównał ją z obrazem drewna dzisiejszego i zauważył znaczące podobieństwo. Doprowadziło go to do konkluzji, że także i inne skamienieliny, jak choćby skamieniałe amonity, to nic innego jak pozostałości dawnego, bardzo dawnego życia i niewykluczone, że kiedyś żyły na Ziemi stworzenia, których dziś już nie ma. Trzeba przyznać, że był to pogląd dość nietraktowany i zdecydowanie wyprzedzający swe czasy i jako taki został zapomniany.

Hooke nie tylko patrzył na świat w skali mikro, ale także poświęcał sporo uwagi badaniom astronomicznym. Próbował metodą paralaksy zmierzyć odległość od gwiazdy Eltanin (*Gamma Draconis*) najjaśniejszej w gwiazdozbiórze Smoka. W *Micrographii* mamy rysunek gromady Plejad, mamy rysunki kraterów na Księżycu i pierścieni Saturna. Hooke jako pierwszy zaobserwował też gwiazdę podwójną Mesarthim -  $\gamma$  w gwiazdozbiórce Barana.

*Micrographia* zawiera również pomysły Hooke'a, a może Boyle'a i Hooke'a, dotyczące procesu spalania. Eksperymenty Hooke'a doprowadziły go do wniosku, że do spalania niezbędna jest obecność powietrza. Gdyby Hooke pociągnął swe badania dalej w tym kierunku,

mógłby odkryć tlen na sto lat przed Priestleyem. Historia jednak potoczyła się inaczej.

Hooke trafił jednak do podręczników fizyki. Znały jest przede wszystkim z **prawa Hooke'a**. Wymyślił je w roku 1676 i ogłosił światu pisząc „*ceiiinossttutv*”. Dziś piszemy „ $F = -kx$ ” i wszyscy wiedzą o co chodzi, ale Hooke'owi nie chodziło o to, by wszyscy prawo to poznali, ale by zapewnić sobie pierwszeństwo, gdyby ktoś inny próbował zawłaszczyć jego odkrycie. Dwa lata później wyjaśnił w dziele „*Lectures de Potentia Restitutiva, Or of Spring Explaining the Power of Springing Bodies*”, że „*ceiiinossttutv*” to anagram, który odczytać należy jako „*ut tensio, sic vis*”, czyli po polsku „jakie rozciągnięcie, taka i siła”, czyli właśnie  $F = -kx$ .

Odkrycie to wygląda niepozornie, jednak jego znaczenie jest ogromne. Już sam Hooke wykorzystał je praktycznie do budowy zegarka, którego chód stabilizował mechanizm ze sprężynowym balansem i wychwytem kotwicznym. Powstał tak zegarek przenośny i dzięki niemu można było budować bardzo dokładne zegary niezbędne w nawigacji do ustalania aktualnej pozycji, długości geograficznej okrętów na morzu. Hooke próbował opatentować, acz bez powodzenia swój wynalazek, co więcej, przy okazji pokłócił się z innym wybitnym naukowcem z kontynentu Holendrem Christiaanem Huygensem, który opatentował swój zegarek kieszonkowy dopiero pięć lat później, a mimo to uznany został przez historię za twórcę sprężynowego mechanizmu balansowego.

Hooke nie zdawał sobie najpewniej sprawy z tego, jakie znaczenie ma jego „*ceiiinossttutv*”. Przybliżenie  $F = -kx$  doskonale się sprawdza nie tylko dla mas zawieszonych na sprężynkach, ale i przy niewielkich odchyleniach od położenia równowagi i innych układów fizycznych. Ponieważ z drugiej strony mamy  $F = ma$  (drugie prawo Newtona), to w połączeniu z prawem Hooke'a możemy sformułować proste równania ruchu dla takich układów. Rozwiązaniem ich są oscylacje zwane harmonicznymi:  $x(t) = x_0 \sin(\omega t + \varphi)$ . Drgań harmonicznymi wokół nas jest mnóstwo.

Hooke był też oficjalnym geodetą Londynu i pomagał w odbudowie Londynu po wielkim pożarze w 1666 roku, a także pracował nad projektem Królewskiego Obserwatorium Greenwich i wielu innych budynków. Jego pomysły urbanistyczne przeprojektowania ulic Londynu na wzór siatki z szerokimi ulicami i bulwarami znalazły uznanie nie tylko w Anglii, ale i we Francji, a nawet Ameryce i do dziś są aktualne, choć o Hookeu jak architekcie specjalnie się nie pamięta. Hooke zajmował się też pamięcią, teoretycznie. Jego w dużej części zapomniane koncepcje są zaskakująco nowoczesne, nawet, jak na dzisiejsze czasy.

Warto jeszcze wspomnieć jego prace z zakresu akustyki i opis dwuwymiarowych obrazów na szklanych płytach pobudzanych do drgań o określonych częstościach. Sto lat później opisał je i badał intensywnie niejaki Ernst Chladni. Figury, jakie obserwował Hooke znane są dziś na świecie pod nazwą *figury Chladniego*. I tym razem historia dla Hooka nie okazała się łaskawa.

Tadeusz Wibig  
Katedra Fizyki Teoretycznej  
Uniwersytet Łódzki

## Doświadczenie domowe:

### Figury Chladniego

#### A. Potrzebne materiały

1. smartfon,
2. duży głośnik, a nawet kolumna głośnikowa,
3. wzmacniacz akustyczny, do którego wejścia podłączymy smartfon, a do wyjścia głośnik,
4. płytka z plexi, może być z innego tworzywa, czy metalu, byle by była dostatecznie sztywna, a jednocześnie lekka,
5. cztery szklanki lub duża miska, albo doniczka, albo coś w tym rodzaju,
6. sól.

#### B. Narzędzia – odpowiednie kabelki do podłączenia smartfonu, wzmacniacza i głośnika.

#### C. Kolejność czynności

1. Korzystając ze smartfona ściągnąć i zainstalować na nim jakąś aplikację „generator akustyczny” (*frequency generator, tone generator* dla znających angielski), jest ich w sieci bardzo wiele, można wybierać. Podłączyć smartfon do wzmacniacza, a wzmacniacz z głośnikiem.
2. Uruchomić aplikację w modzie sinusoidalnym i sprawdzić, czy z głośnika wydobywa się właściwy dźwięk. Jego głośność musi być duża, piszczenie przy wysokich częstotliwościach musi osiągać „granice wytrzymałości” normalnego człowieka (no, bez przesady).
3. Kolumnę/głośnik ustawić membraną ku górze.
4. Zamontować płytkę plexi nad kolumną (głośnikiem). Mocowanie powinno być dokonane z użyciem elementów twardych, solidnych, nie pochłaniających istotnie drgań. Można ją na przykład oprzeć na szklankach, czy innych sztywnych postawach. (w przykładzie pokazanym na zdjęciu użyłem głośnika włożonego do kamionkowej miski i moja płytka (faktycznie użyłem szufladki na dokumenty) leży po prostu na tej misce).



5. Posypać delikatnie płytkę solą.
6. Włączyć generator w smartfonie i zmieniać powoli częstotliwość dźwięku kontrolując jednocześnie głośność.
7. Przy pewnych częstotliwościach powinniśmy zaobserwować drgania ziarenek soli, które dla odpowiednich częstości powinny gromadzić się w miejscach, gdzie na płycie pojawiają się węzły fali stojącej.
8. Niewielkie zmiany częstości prowadzą do zdecydowanej zmiany wzorów na płycie.



Może figura pokazana na zdjęciu nie jest najpiękniejsza, ale jak ktoś chce, może łatwo znaleźć bardzo ładne przykłady w internecie, a najlepiej, gdyby spróbował zrobić je samemu.