

## **Zastosowania teorii Einsteina w biologii i medycynie**

**E**instein przez większość ludzi uważany jest za człowieka, który był twórcą teorii względności, teorii wyjaśniającej prawa działania wszechświata na poziomie kosmosu. Jest ona fundamentem kosmologii, ale przeciętny człowiek nie dostrzega jej działania, gdyż odnosi się ona do wielkich prędkości i ogromnych mas. Bez Einsteina i jego teorii nie byłoby takich urządzeń jak odtwarzacze DVD czy fotokomórki w drzwiach. Einstein jest również opoką dla niektórych metod badawczych w biologii i może pomóc nam w leczeniu chorób. Poniżej przedstawiam wszystkie istotne odkrycia Einsteina oraz te, które wykorzystuje się dziś w biologii i medycynie:

### **Teorie Einsteina:**

- Zjawisko fotoelektryczne
- Matematyczny opis ruchów Browna
- Szczególna teoria względności
- Emisja wymuszona
- Ogólna teoria względności

### **Teorie wykorzystywane w biologii i medycynie:**

- Matematyczny opis ruchów Browna
- Zjawisko fotoelektryczne
- Emisja wymuszona

Chciałbym teraz wyjaśnić, dlaczego wybrałem akurat te teorie i jaki mają one związek z biologią i medycyną.

## **Ruchy Browna**

Odkryte w 1827 przez botanika Roberta Browna chaotyczne ruchy ziarna pyłku roślin w kropli wody oglądanej pod mikroskopem spędzały sen z powiek wielu fizykom. Myślano, że ma to związek z siłami elektrycznymi popychającymi drobiny materii lub parowaniem czy wpływem światła, lecz dopiero w 1905r. zjawisko to jako pierwszy poprawnie opisał Einstein. Otóż sformułował on hipotezę, że drobiny w cieczy wykonują bezładne ruchy na skutek zderzeń z nadbiegającymi zewsząd cząsteczkami wody. Zjawisko to opisane wzorami matematycznymi przez Einsteina stanowiło kolejny argument przemawiający za (wtedy kontrowersyjną) teorią wyjaśniającą naturę ciepła jako ruchu cząstek. W biotechnologii wykorzystuje się ów matematyczny opis ruchów Browna do budowy tzw. zapadki Browna.

## **Zapadka Browna**

J.C. Sturm i współpracownicy zbudowali zapadkę Browna wielkości paznokcia. W płytce krzemowej wytrawiono kanał zostawiając równo rozmieszczone słupki o szerokości 3 i 6  $\mu\text{m}$  pochylone pod kątem  $45^\circ$  i ustawione tak, że wszystkie drobiny unoszące się w cieczy przepływającej przez kanał co chwila w nie uderzały i odchyłały się w prawo. W układzie tym wykorzystano fakt, że mniejsze cząstki ulegają większym przemieszczeniom niż większe, dzięki temu można oddzielić od siebie DNA różnej wielkości. Zastosowanie technologii bazującej na teorii Einsteina może skrócić czas potrzebny na rozdzielenie dużych fragmentów DNA w stosunku do dzisiejszych metod nawet o dwie trzecie!

## **Emisja wymuszona**

Einstein w 1917 roku zauważył, że atomy, które pochłonęły światło wzbudzają się poczym spontanicznie emitują foton by wrócić do stanu podstawowego (wzbudzenie to przejście atomu w wyższy stan energetyczny). Einstein przewidział też, że gdy foton zmusza wzbudzony atom do emisji innego fotonu to po takim zjawisku mamy już dwa fotony, które zmuszają do emisji dwa inne atomy itd. Jest to tzw. **emisja wymuszona**.

W 1954 roku Charles H. Townes na podstawie teorii Einsteina zbudował maser, czyli pierwowzór lasera. Laser to dosłownie **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation (wzmocnienie światła przez wymuszoną emisję promieniowania).

Promieniowanie laserowe ma 3 właściwości:

- jest monochromatyczne (ma jedną długość fali)
- jest koherentne (spójne)
- jest emitowane w postaci mało rozbieżnej wiązki w jednym kierunku (średnica wiązki nie ulega zmianie w miarę oddalenia od lasera).

Aby otrzymać spójny strumień światła należy najpierw doprowadzić do inwersji obsadzeń, czyli do takiej sytuacji, gdy więcej atomów będzie znajdować się w stanie wzbudzonym niż w stanie najniższej energii. To oraz skupioną wiązkę można otrzymać, gdy ośrodek z inwersją obsadzeń umieścimy w tzw. wnęce rezonansowej, którą jest np. przestrzeń między dwoma zwierciadłami.

## Lasery

Lasery składają się z trzech części:

- ośrodka laserowego, który ma zdolność do wstępowania większej liczby atomów w stan wzbudzenia;
- źródła energii przekazującego energię do ośrodka, co zwiększa liczbę elektronów na poziomie metastabilnym;
- komory rezonansu utworzonej przez szereg lusterek odbijających wiązkę promieniowania.

Pozostałe części lasera to soczewki i przesłony.

Lasery powszechnie stosuje się w medycynie:

W **okulistyce** lasery są wykorzystywane do przecinania cyst powiek lub spojówek, przecinania naczyń wrastających w rogówkę, perforacji cyst tęczówki, przecinania zrostów tęczówkowo – rogówkowych, do zabiegów przeciwjaskrowych i przeciwwądmowych, do korekcji wad wzroku (astygmatyzmu, krótkowzroczności i dalekowzroczności) i do witreotomii. Szczególnym wskazaniem do laserowej korekcji wady refrakcji jest duża wada wzroku tylko w jednym oku. Najnowszą metodą korekcji wady refrakcji lub astygmatyzmu jest LASIK (Laser Assisted In Situ Keratomileusis). Polega ona na użyciu lasera ekscimerowego, który działając z dokładnością do 0,25 mikrometra odparowuje nierówności w głębszych warstwach rogówki. Metoda ta koryguje wadę refrakcji w zakresie od +6 do -13 dioptrii.

**Dermatolodzy** za pomocą laserów usuwają naczyniaki oraz niektóre nowotwory (np. raka podstawnokomórkowego).

W **laryngologii** laserem leczy się nowotwory krtani oraz wykonuje rekonstrukcję kosteczek słuchowych.

W **pulmonologii** lasery są stosowane do rekanalizacji dróg oddechowych, usuwania ciał obcych i źródeł krwawienia, fotokoagulacji receptorów kaszlu.

W **chirurgii** lasery służą do udrażniania przełyku w chorobach nowotworowych, hamowania krwawienia z górnego odcinka przewodu pokarmowego, leczenia łagodnych nowotworów jelita grubego.

W **ginekologii** lasery są stosowane w laparoskopii do uwalniania zrostów wewnątrzmacicznych i w miednicy, w leczeniu endometriozy, mięśniaków, łagodnych torbieli przydatków, wodniaków jajowodów.

W **urologii** są stosowane do kruszenia złogów w moczowodach, leczenia łagodnego przerostu prostaty.

W **neurochirurgii** są wykorzystywane do usuwania oponiaków, glejaków i nerwiaków.



W **chirurgii naczyniowej** za pomocą laserów wykonywana jest przezskórna angioplastyka.

Lasery niskoenergetyczne działają biostymulująco poprzez wpływ na metabolizm komórek. Jest to wykorzystywane w leczeniu ran, oparzeń, odleżyn oraz bólów stawowych.

#### **Wpływ lasera na komórki:**

- **Efekt fototermiczny** — po absorpcji promieniowania przez tkankę dochodzi do jej nagrzania, denaturacji i odparowania. Efekt ten zależy od ilości dostarczonej energii, czasu promieniowania oraz rodzaju tkanki.

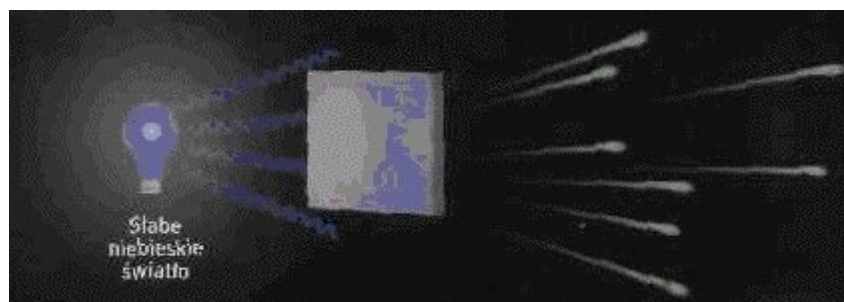
- **Efekt fotochemiczny** — wysyłanie krótkich impulsów o dużej gęstości mocy powoduje rozrywanie wiązań chemicznych bez nagrzewania tkanek, tzn. w miejscu oddziaływania promieniowania dochodzi do rozkładu i usunięcia tkanki, ale bez termicznego uszkodzenia tkanek sąsiednich.

- **Efekt fotojonizujący** — współistnieje z efektem fotochemicznym. Na skutek wysyłania krótkich impulsów o dużej gęstości mocy dochodzi do jonizacji cząsteczek w tkance. Powstaje plazma, która silnie absorbuje promieniowanie — dochodzi do ekspansji plazmy, co wywołuje powstanie uderzeniowej fali akustycznej. Destrukcja tkanki ma charakter eksplozji.

- **Efekt biostymulacji** — jest to efekt działania promieniowania o małej mocy. Zostaje stymulowany transport elektronów w łańcuchu oddechowym oraz dochodzi do kumulacji ATP.

## Zjawisko fotoelektryczne

Odkryta przez Einsteina w 1905 roku dualistyczna natura światła pozwoliła wyjaśnić to tajemnicze zjawisko znane już od 1839 roku. Założył on, że światło rozchodzi się nie jako fala a jako zbiór naładowanych energią „pakietów”. (Według teorii klasycznej energia świetlna jest jednorodnie rozłożona na całej powierzchni falowej. Zatem gdy wiązka światła jest dostatecznie słaba, powinno występować mierzalne opóźnienie czasowe pomiędzy chwilą, kiedy światło zaczyna padać na powierzchnię płytki, a momentem uwolnienia z niej elektronu. W tym właśnie czasie elektron powinien absorbować energię z wiązki światła aż do momentu, gdy nagromadzona energia będzie wystarczająca, aby elektron mógł wydobyć się z metalu. **Jednak nigdy nie stwierdzono żadnego mierzalnego opóźnienia czasowego.**) Te pakiety znane są dziś jako fotony. Fotony bombardujące metal wybijają z niego elektrony, które powodują napięcie w przewodniku. Taka teoria wyjaśnia, dlaczego nigdy nie zaobserwowano żadnego opóźnienia czasowego, otóż zgodnie z tą teorią energia skoncentrowana jest w porcjach, a nie rozłożona na całej powierzchni. Jeśli na płytkę pada światło nawet o małym natężeniu, to przynajmniej jeden foton zostanie zaabsorbowany przez elektron i uwolni go (tzn. dostarczy energii potrzebnej do elektronowi na pokonanie sił przyciągania wiążących go wewnątrz metalu, przekroczenie powierzchni i wydobyć się na zewnątrz). W 1921 roku Einstein otrzymał nagrodę Nobla z Fizyki za wyjaśnienie tego zjawiska.



Zjawisko fotoelektryczne

Dziś zjawisko to wykorzystuje się w fotokomórkach

## Fotokomórka

W biologii fotokomórka ma ogromne zastosowanie praktyczne. Jest ona ważnym składnikiem urządzeń służących do wyznaczania absorbancji różnych cieczy, co jest bardzo ważne w biochemii czy fizjologii, gdzie stężenie danej substancji mierzymy przez porównanie jej absorbancji z jej roztworem wzorcowym czyli roztworem o znanym stężeniu. Fotokomórka znajduje się w spektrofotometrze i dzięki niej komputer oblicza absorbancję badanej cieczy.

Mam nadzieję, że przytoczone wyżej przykłady wyjaśniły tajemniczy tytuł tej pracy i w przekonujący sposób udowodniły, że bez Einsteina świat wyglądałby inaczej niż dziś. Jego teorie wydają się abstrakcyjne, jednak stykamy się z nimi na co dzień nie tylko w pracowniach fizycznych i biologicznych, ale w życiu codziennym, bo przecież napędy CD czy DVD są dziś w prawie każdym domu...

\*

#### Literatura wykorzystana:

- F. Kaczmarek: "Podstawy działania laserów", W-wa 1983.
- P. Fiedor: „Zarys klinicznych zastosowań laserów”, W-wa 1995.
- Z. Kamiński: „Fizyka”, W-wa 1977.
- Świat Nauki, październik 2004, nr 10(158).

#### **Przemysław Rychlik**

Student biologii na Uniwersytecie Łódzkim. Interesuje się biotechnologią, fizyką relatywistyczną i mechaniką kwantową.

[Pokaż inne teksty autora](#)

(Publikacja: 28-03-2005 Ostatnia zmiana: 05-04-2005)

[Oryginał.](http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4049) (<http://www.racjonalista.pl/kk.php/s,4049>)

Contents Copyright © 2000-2008 by Mariusz Agnosiewicz

Programming Copyright © 2001-2008 Michał Przech

Autorem tej witryny jest Michał Przech, zwany niżej Autorem.

Właścicielem witryny są Mariusz Agnosiewicz oraz Autor.

Żadna część niniejszych opracowań nie może być wykorzystywana w celach komercyjnych, bez uprzedniej pisemnej zgody Właściciela, który zastrzega sobie niniejszym wszelkie prawa, przewidziane

w przepisach szczególnych, oraz zgodnie z prawem cywilnym i handlowym, w szczególności z tytułu praw autorskich, wynalazczych, znaków towarowych do tej witryny i jakiegokolwiek ich części.

Wszystkie strony tego serwisu, wliczając w to strukturę podkatalogów, skrypty JavaScript oraz inne programy komputerowe, zostały wytworzone i są administrowane przez Autora. Stanowią one wyłączną własność Właściciela. Właściciel zastrzega sobie prawo do okresowych modyfikacji zawartości tej witryny oraz opisu niniejszych Praw Autorskich bez uprzedniego powiadomienia. Jeżeli nie akceptujesz tej polityki możesz nie odwiedzać tej witryny i nie korzystać z jej zasobów.

Informacje zawarte na tej witrynie przeznaczone są do użytku prywatnego osób odwiedzających te strony. Można je pobierać, drukować i przeglądać jedynie w celach informacyjnych, bez czerpania z tego tytułu korzyści finansowych lub pobierania wynagrodzenia w dowolnej formie. Modyfikacja zawartości stron oraz skryptów jest zabroniona. Niniejszym udziela się zgody na swobodne kopiowanie dokumentów serwisu Racjonalista.pl tak w formie elektronicznej, jak i drukowanej, w celach innych niż handlowe, z zachowaniem tej informacji.

Plik PDF, który czytasz, może być rozpowszechniany jedynie w formie oryginalnej, w jakiej występuje na witrynie. **Plik ten nie może być traktowany jako oficjalna lub oryginalna wersja tekstu, jaki zawiera.**

Treść tego zapisu stosuje się do wersji zarówno polsko jak i angielskojęzycznych serwisu pod domenami Racjonalista.pl, TheRationalist.eu.org oraz Neutrum.eu.org.

Wszelkie pytania prosimy kierować do [redakcja@racjonalista.pl](mailto:redakcja@racjonalista.pl)