

Aura sprawiła nam w tym roku niespodziankę. Jeszcze nie nacieszyliśmy się ani białym latem, ani kolorami jesieni, jak sypnęło śniegiem, deszczem. Jako fizycy, nie jesteśmy tym zdumieni, tak się ma prawo wydarzać. Nasze pocziwe i sprawdzone prawa fizyki zezwalają na takie niespodzianki.

Wróćmy do naszej jesieni. W tym zeszycie możecie się, Drodzy Czytelnicy, dowiedzieć skąd się biorą piękne kolory jesieni. Zrozumienie zjawisk optycznych jest do tego niezbędne – jak też i fizjologii roślin, zjawiska fotosyntezy.

Warto zrozumieć, dlaczego należy zmienić opony na zimowe. Po przeczytaniu artykułu na ten temat macie szansę stać się prawdziwymi ekspertami. Podpowiemy Wam doświadczenie demonstrujące potęgę siły tarcia, tak niezbędnej w czasie jazdy samochodem.

Tegoroczna decyzja Komitetu Noblowskiego przyznania nagrody fizykom, których odkrycia zmieniły zupełnie nasze współczesne życie (np. doprowadziły do powstania światłowodów i matryc CCD), przekona największych sceptyków do tego, że bez fizyki nie ma rozwoju cywilizacyjnego.

Artykuł o meteorach pozwoli Wam na nieco inny romantyzm w oglądaniu zimowych rojów meteorów. Może przystąpiacie do klubu łowców meteorów zaopatrzeni, w opisany w tym zeszycie, wykrywacz metali. Zachęcamy do lektury.

## Spis treści

|                                                                        |    |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| Jesienne kolory .....                                                  | 1  |
| Zobaczyć niewidzialne .....                                            | 4  |
| Nagroda Nobla z fizyki 2009 .....                                      | 5  |
| Spadające gwiazdy – wysłańcy z Kosmosu .....                           | 8  |
| Szybkość ucieczki z planety .....                                      | 12 |
| Polski detektor min .....                                              | 13 |
| Droga Michaela Faradaya do sławy .....                                 | 15 |
| Kilka faktów o oponach: dlaczego zimą warto używać opon zimowych ..... | 16 |
| Rodzeństwo na huśtawce .....                                           | 18 |
| Co czytać .....                                                        | 19 |
| Książki telefoniczne – potęga siły tarcia .....                        | 20 |
| Żarówka w mikrofalówce .....                                           | 21 |



FENIKS – długofalowy program odbudowy, popularyzacji i wspomagania fizyki w szkołach w celu rozwijania podstawowych kompetencji naukowo-technicznych, matematycznych i informatycznych uczniów.

Projekt współfinansowany jest ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## Jesienne kolory

Każdego roku jesienią mamy okazję podziwiać przepiękne kolory liści na drzewach. Ale dlaczego liście jednych gatunków drzew stają się żółte, a innych purpurowe?

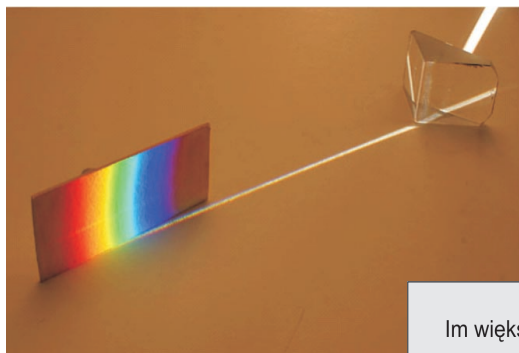
Kolor liścia, podobnie jak każdego innego przedmiotu, zależy między innymi od rodzaju oświetlenia. Dlatego czasem dziwny się, że sweter, który oglądaliśmy w sklepie w świetle jarzeniówek ma nieco inny odcień w świetle słonecznym. Każdy przedmiot pochłania (fachowo mówi się *absorbuje*) część padającego na niego światła, a przepuszcza (lub odbija) inną część. I od tego, jaka część zostaje pochłonięta, a jaka przepuszczona (lub odbita), zależy właśnie jego kolor.

Światło słoneczne, nazywane *światłem białym*, jest mieszaniną światła o różnych barwach. Każdy z nas może się o tym przekonać wykonując szkolne doświadczenie z pryzmatem. Jeśli skierujemy na pryzmat wiązkę światła słonecznego, to na ekranie po przeciwnej stronie pryzmatu zaobserwujemy charakterystyczny „tęczowy” układ kolorów, zwany *widmem*. W fizyce każdemu z kolorów światła przypisuje się ściśle określoną częstotliwość, która odpowiada długości emitowanej fali światła. I tak na przykład światło o długości fali 700 nm jest czerwone (1 nanometr (nm) to  $10^{-9}$  m, więc 700 nm to 0,0000007 m), światło o długości fali 550 nm – zielone, a światło o długości fali 450 nm – niebieskie. Wszystkie barwy wchodzące w skład światła białego zawierają się w zakresie od 380 nm do 780 nm.



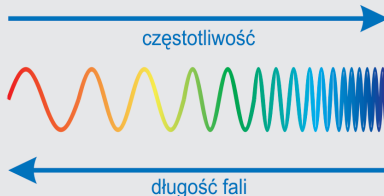
Liście brzozy

Źródło: [www.wymarzonyogrod.pl](http://www.wymarzonyogrod.pl)

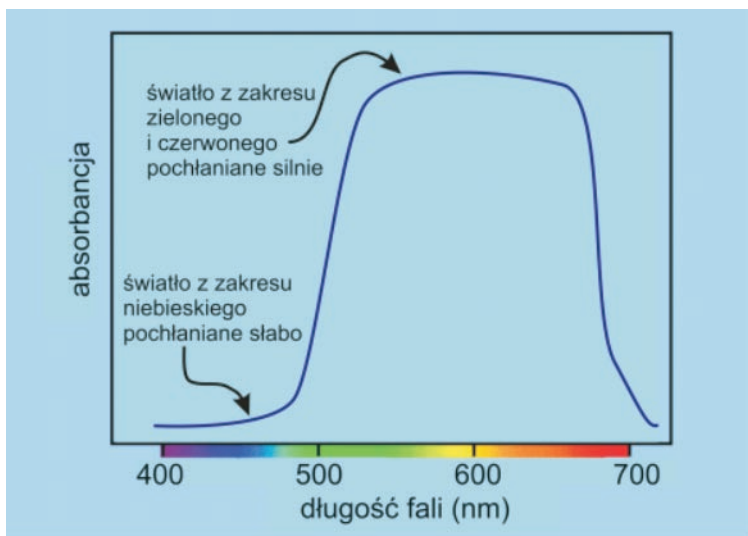


Widmo światła białego rozszczepionego przez pryzmat

Im większa częstotliwość, tym mniejsza długość fali



Zastanówmy się teraz co się stanie, jeśli ze światła białego, będącego mieszaniną światła o wszystkich kolorach usunie się pewien zakres barw. Możemy to zrobić wstawiając w wiązkę światła zabarwioną na kolorowo szybkę. Jeśli szybka jest niebieska, to przechodzące przez nią światło będzie oczywiście niebieskie. Oznacza to tyle, że szybka pochłonięła światło z całego zakresu od światła czerwonego, aż po zielone, przepuszczając jedynie odcienie niebieskiego. Żeby opisać w jaki sposób różne materiały pochłaniają i przepuszczają światło naukowcy posługują się wykresem, na którym zaznaczają, ile światła danego koloru zostało pochłonięte przez konkretny materiał. Taki wykres nazywa się *widmem absorpcyjnym*. Widmo absorpcyjne wspomnianej wyżej szybki zilustrowane zostało na rysunku obok. Na osi poziomej zaznaczono długość fali, a na osi pionowej stopień absorpcji światła danego koloru. Możemy zauważyć, że szybka pochłania niewiele światła w niebieskiej części widma, natomiast w zakresach zielonym i czerwonym – absorbuje bardzo dużo.



Widmo absorpcyjne niebieskiej szybki

Źródło: [http://people.rit.edu/andph/photofile-c/spectrum\\_8657.jpg](http://people.rit.edu/andph/photofile-c/spectrum_8657.jpg)

Wróćmy teraz do koloru liści. Świeże wiosenne liście mają intensywny zielony kolor. Dzieje się tak dlatego, że w komórkach liści znajduje się bardzo duża ilość *chlorofilu* – barwnika biorącego udział w reakcji fotosyntezy. Fotosynteza to proces, w którym roślina z prostych związków takich jak woda i dwutlenek węgla produkuje konieczne do życia substancje odżywcze. Do reakcji tej potrzebne jest światło. Pierwszy etap fotosyntezy polega na pochłonięciu fotonów (najmniejszych porcji światła) przez chlorofil. Ale chlorofil nie pochłania w równym stopniu fotonów o każdej częstotliwości. Najsilniej absorbuje światło czerwone i niebieskie, a najslabiej – światło zielone. Dlatego kolor liści bogatych w chlorofil jest właśnie zielony – tylko ta część promieniowania unika bowiem pochłonięcia i dociera do naszych oczu.

Co w takim razie dzieje się z liśćmi na jesień i dlaczego zmieniają się ich kolory? Otóż, w okresie wiosennym i letnim, cząsteczki chlorofilu są rozkładane i produkowane w liś-

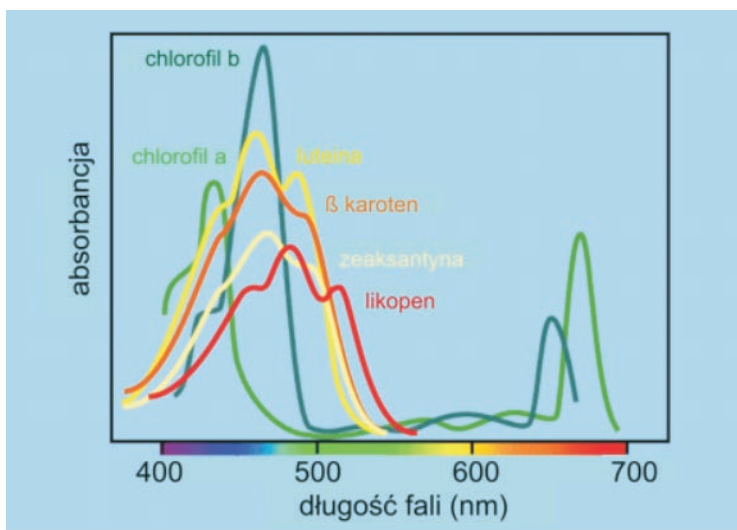
ciach na bieżąco. Jednak wraz ze skracaniem się czasu dziennego oświetlenia, rośliny produkują coraz mniej chlorofilu. Wskutek tego jego stężenie w liściach maleje, a wraz z tym – znika również zielony kolor. Wychodzi wówczas na jaw, że w liściach oprócz chlorofilu obecne są też inne barwniki – *karotenoidy*. Związki te wybiórczo pochłaniają światło z zielonego i niebieskiego zakresu widma, a przepuszczają promieniowanie o większych długościach fali. To właśnie te barwniki odpowiadają za żółty, pomarańczowy i brązowy kolor liści. Kolory te możemy zaobserwować dopiero jesienią, ponieważ duże stężenie chlorofilu przez cały okres wegetacyjny rośliny maskuje obecność pozostałych barwników, występujących w znacznie mniejszych ilościach.

Liście niektórych gatunków drzew (na przykład klonu czerwonego) mają również piękną, intensywnie czerwoną barwę. Za kolor ten odpowiada jeszcze inna grupa barwników, nosząca nazwę *antocyjanów*. W odróżnieniu od poprzednich barwników, związki te nie występują w liściach w ciągu całego roku, lecz produkowane są dopiero jesienią.



Liście klonu

Źródło: [www.netmark.pl](http://www.netmark.pl)



Widmo absorpcyjne dwóch typów chlorofilu (chlorofil typu a i b) oraz kilku karotenoidów (luteiny,  $\beta$  karotenu, zeaksantyny i likopenu)

Na podstawie: [plantphys.info/plant\\_physiology/light.shtm](http://plantphys.info/plant_physiology/light.shtm)

## Zobaczyć niewidzialne

Pewnie zastanawialiście się, czy można zobaczyć niewidzialne. Niewidzialne, czyli coś, czego nasze oczy nie mogą zobaczyć, jak np. promieniowanie podczerwone. Przypomnijmy, że światło, które widzimy dzięki naszemu narządowi wzroku, to tylko bardzo mały zakres fal elektromagnetycznych. Komórki pręcików i słupków w oku są wrażliwe (czułe) tylko na fale elektromagnetyczne o długości fali od około 380 nm do około 780 nm. W zależności od długości fali (a właściwie od częstotliwości) mamy wrażenie różnych barw światła, przy czym światło o najmniejszych widzialnych długościach fali widzimy jako fioletowe, a to o najdłuższych – jako czerwone. Podczerwień to fale elektromagnetyczne o długości fali trochę większej niż światło czerwone (do około 1 mm). Promieniowanie to wykorzystuje się np. w pilotach do sterowania sprzętem RTV. O tym, że „gołe” oko nie widzi podczerwieni można, się łatwo przekonać – wystarczy nacisnąć dowolny przycisk na pilocie i patrzeć na znajdującą się z przodu pilota diodę świecącą (LED – z ang. *light-emitting diode*), która wygląda jak przeźroczysta kulka. Naciskamy przyciski, ale świecenia diody nie widzimy!

Co zrobić, jeśli zachodzi potrzeba „zobaczenia” (detekcji) fal elektromagnetycznych o innej długości fali niż światło widzialne? Na przykład do detekcji promieniowania podczerwonego może nam posłużyć kamera CCD znajdującą się w cyfrowym aparacie fotograficznym, nawet takim prostym jak w telefonie komórkowym. Wystarczy skierować pilota w stronę obiektywu aparatu i nacisnąć przycisk na pilocie. Na ekranie aparatu będzie widać, że dioda świeci (lub lekko mruga), choć patrząc znowu samym okiem na tę diodę świecenia nie widać.

Dlaczego kamera CCD „widzi” podczerwień? Otóż elementy tego „elektronicznego oka” są czułe nie tylko na światło widzialne, ale również na promieniowanie podczerwone. Niech jednak nikogo nie zmyli biała lub lekko fioletowa barwa tej diody na ekranie aparatu. Promieniowanie podczerwone nie ma bowiem koloru, tak po prostu „reaguje” układ elektroniczny w aparacie fotograficznym. A to, że taki aparat robi zdjęcia, z pewnością zasłużyło sobie na tegoroczną Nagrodę Nobla.



Zdjęcia pilota do telewizora wykonane aparatem z matrycą CCD. Na prawym zdjęciu widać świecącą w podczerwieni diodę LED



## Nagroda Nobla z fizyki 2009

Tegoroczna nagroda Nobla z fizyki została przyznana za odkrycia głęboko już zakorzenione w naszym codziennym życiu. Inaczej niż w przypadku większości wcześniej nagradzanych odkryć fizycznych, niełatwych do objaśnienia laikom, tegoroczne nagrody przyznano za prace, których wyniki są powszechnie stosowane. Komitet Noblowski postanowił uhonorować połową nagrody **Charlesa Kuen Kao** za **opracowanie światłowodów pozwalających na przesyłanie informacji na duże odległości**, a drugą połową **Willarda Sterlinga Boyle'a** i **George'a Elwooda Smitha** za **opracowanie cyfrowych czujników optycznych**.

Urządzenia te są już tak powszechne, że wiele osób było zaskoczonych decyzją jury. Okazuje się jednak, że osiągnięcia te nie były wcale takie oczywiste w latach 60. i 70., gdy ich dokonywano.

Od dawna doskonale było wiadomo, że dzięki zjawisku całkowitego wewnętrznego odbicia fal elektromagnetycznych na granicy dwóch ośrodków, możliwa jest transmisja światła wewnątrz różnych materiałów przezroczystych (szklanych, ceramicznych, krystalicznych lub w strugach cieczy). Rzecz w tym, że było to możliwe tylko na bardzo krótkich dystansach, niepozwalających na jakiegokolwiek praktyczne zastosowania. Żadnego z takich „przewodów świetlnych” nie można było nazwać światłowodami, bo jeśli dotyczyły czegokolwiek, światło natychmiast „wyciekało” w miejscu styku. W latach 50. nauczono się wytwarzać „przewody świetlne” z przezroczystego plastyku i szkła, a także chronić je przed stratami przez otoczenie specjalnym „płaszczem”. W ten sposób powstały już prawdziwe światłowody, ale pozwalały one na transmisję światła na odległości rzędu zaledwie kilku metrów. To już jednak wystarczyło do ogromnie ważnych zastosowań w rozmaitych wznioskach medycznych (gastroskopy, itp.) i dostarczyło bodźców do rozwoju dalszych badań.

W tych wczesnych latach prac nad światłowodami, szczególnie

ważne były badania prowadzone przez naszego rodaka **Antoniego Emila Karbowiaka**, który po służbie w RAF i udziale w bitwie o Anglię w czasie II wojny światowej, ukończył studia w Wielkiej Brytanii i został kierownikiem grupy pracującej nad tym tematem w laboratorium telekomunikacyjnym w Harlow pod Londynem. To on wprowadził w te zagadnienia swego młodszego kolegę, urodzonego w Szanghaju i wykształconego w Hong-Kongu tegoroczego noblistę – Charlesa K. Kao. Gdy A. Karbowiak wyjechał z Harlow do Australii (objął profesurę na Uniwersytecie Południowej Walii), Kao samodzielnie już rozpoczął badania nad własnościami szkła, z którego robiono włókna szklane. Przełomem było odkrycie identyfikujące główne mechanizmy strat energii świetlnej we włóknach – rozpraszanie i absorpcję, oraz zbadanie ich zależności od długości fali, pozwalającą na znalezienie takich materiałów i długości fali, dla których te straty są minimalne. Kolejnym



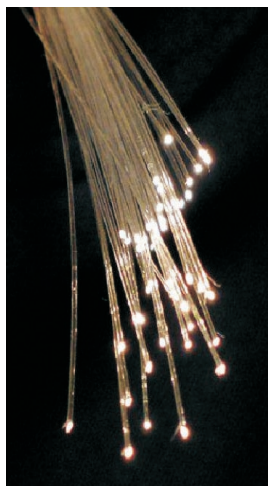
Charles K. Kao



Willard S. Boyle



George E. Smith



sukcesem Kao było stwierdzenie, że straty na „wyciekanie światła” z włókien stają się zaniedbywalne, jeśli średnica włókien jest porównywalna z długością fali światła. W takich warunkach włókno staje się tzw. falowodem, w którym fale elektromagnetyczne propagują się z bardzo małymi stratami.

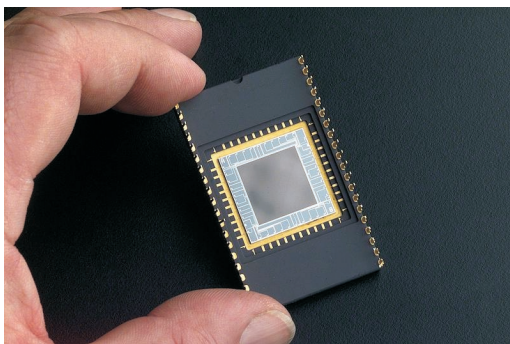
Dzięki badaniom Charlesa K. Kao, możemy dziś przysyłać pojedynczymi włóknami kwarcowymi o średnicach kilku mikrometrów światło o długości fali 1,5  $\mu\text{m}$  (niewidzialne dla ludzkiego oka) na odległości rzędu 100 km!

Druga część tegorocznej nagrody została przyznana W.S. Boyle’owi i George’owi Smithowi za odkrycie, które zrewolucjonizowało technikę rejestracji obrazów optycznych – czujnik typu CCD. Nazwa jest skrótem tajemniczo brzmiącego określenia *Charge-Coupled Device* (urządzenie ze sprzężeniem ładunkowym). Za tą zagadkową nazwą kryje się w istocie elektroniczne oko – macierz (matryca) elementów reagujących na światło i generujących impulsy elektryczne proporcjonalne do natężenia padającego światła. W oku tę rolę pełnią komórki pręcików i słupków tworzące siatkówkę, a wytworzone przez nie bodźce transportowane są do „centralnego procesora”, czyli mózgu. O ile stosunkowo łatwo skonstruowano elektroniczne światłoczułe czujniki – dzięki wczesnym pracom Einsteina znamy zjawisko fotoelektryczne i umiemy je wykorzystać w fotodiodach, o tyle poważne problemy stwarzała konieczność miniaturyzacji i odpowiednio szybkiego przesyłania sygnałów od poszczególnych fotodiod do układu procesora, w którym miały one zostać złożone w obraz.

Zauważmy, że w oku każdy pręcik i czopek przekazuje swe sygnały za pomocą pojedynczych neuronów do mózgu. Stopień miniaturyzacji, jaki osiągnęła natura, jest znakomity. Gdyby podobną rolę miały przejąć tradycyjne połączenia elektryczne za pomocą drutów, rozmiary takiego sztucznego oka byłyby monstrualne! Rozwiązanie tego problemu stało się możliwe dzięki rozwojowi techniki produkcji miniaturowych układów półprzewodnikowych o wielkim stopniu integracji, tzw. *chipów* elektronicznych, które już wcześniej doprowadziły do rewolucji w elektronice i informatyce. W latach 70. możliwe stało się wyprodukowanie chipu z macierzami obejmującymi 100×100 fotoelementów (pikseli). Nadal jednak pozostawał nierozwiązany problem transportu ładunków elektrycznych wygenerowanych światłem w każdym z tych elementów. Połączenie każdego z nich pojedynczym przewodem było wprawdzie możliwe, ale ponieważ liczba tych przewodów rosła kwadratowo ze wzrostem liczby fotoelementów (i już dla macierzy 100×100 wynosiła 10 000), nie było to praktycznym rozwiązaniem.

Pracujący razem w sławnym *Bell Laboratories* w New Jersey W.S. Boyle i G.E. Smith rozwiązyali ten problem. Jak to zrobili?

Zastosowali do sczytywania ładunków zasadę „łańcucha strażackiego” – gaszący pożar strażacy ustawieni w szereg przekazują wiadra z wodą kolejno od jednego do drugiego. W czujniku CCD, ładunki wygenerowane w jednej linii macierzy fotoelementów są przekazywane za pomocą tranzystorów od diody do diody wzdłuż danej linii i odczytywane na brzegu macierzy. Odczytywanie sygnałów poszczególnych diod jest taktowane zegarem układu, co sprawia, że sygnał z całej linii macierzy na jej brzegu ma formę regularnych impulsów elek-



Matryca CCD używana do detekcji obrazów w zakresie promieniowania ultrafioletowego

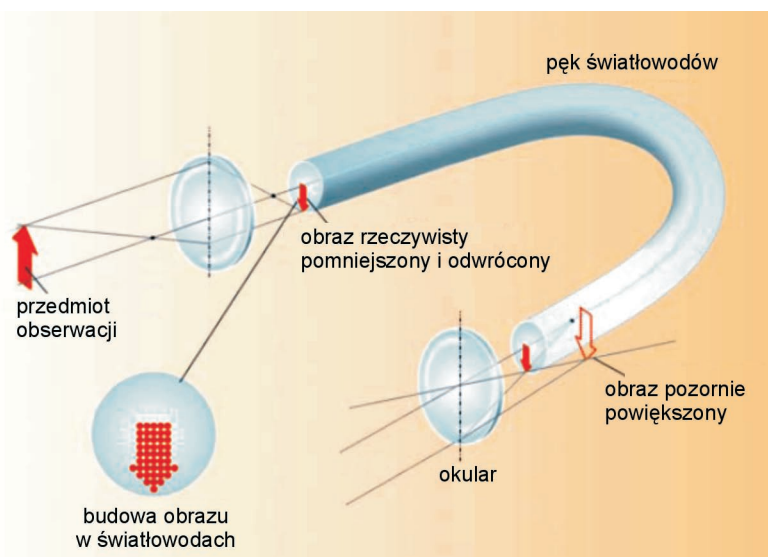
trycznych o różnych amplitudach, pozwalających na jednoznaczne przypisanie konkretnego impulsu konkretnej komórce czujnika. Z  $n^2$  elementów macierzy obejmującej  $n \times n$  pikseli, otrzymujemy więc sygnał od  $n$  linii, który w ten sam sposób można kolejno czytać i przesłać pojedynczym przewodem do dalszej obróbki.

Ten sposób odczytu okazał się być bardzo skuteczny i został szeroko zastosowany. Macierze CCD stały się coraz powszechniejsze, ich jakość systematycznie się poprawiała, a ceny malały. Szybko pojawiły się także macierze pozwalające na rejestrację obrazów kolorowych. W tym celu konieczne było opracowanie czujników reagujących w różny sposób na różne kolory światła (różne długości fali). Najprostszym, do dziś powszechnie stosowanym sposobem jest użycie filtrów transmisyjnych (odpowiednio barwionych materiałów syntetycznych), które w formie mozaiki przykrywają macierz fotodiod. Dla odtworzenia czułości ludzkiego oka na kolory, w mozaice tej  $\frac{1}{2}$  filtrów przepuszcza kolor zielony (G, *green*),  $\frac{1}{4}$  czerwony (R, *red*) i  $\frac{1}{4}$  niebieski (B, *blue*). Tworzone są grupki trzech sąsiadujących fotoelementów RGB, które dają informacje o rozkładzie natężenia różnych widmowych składowych światła na powierzchni macierzy, a w konsekwencji kolorowy obraz cyfrowy.

Czujniki i kamery CCD, jak wiadomo zrewolucjonizowały fotografię i kinematografię. Cyfrowe aparaty i kamery fotograficzne są już montowane nawet do telefonów komórkowych. Poza domowymi potrzebami, zastosowań kamer CCD jest bez liku. Wymieńmy tu przynajmniej dwa: Teleskop Hubble'a, którego znaczenie dla astronomii jest trudne do przecenienia, byłby mało przydatny, gdyby rejestrował obrazy na tradycyjnej kliszy fotograficznej, bez możliwości ich natychmiastowego przesyłania na Ziemię. W medycynie coraz powszechniej stosowane są miniaturowe kamery wprowadzane do organizmu pacjenta, aby śledzić zmiany chorobowe, nadzorować przebieg zabiegów chirurgicznych dokonywanych w trudno dostępnych miejscach, a także – w połączeniu z odpowiednimi programami – rejestrować niewidoczne gołym okiem zmiany chorobowe.

Powszechność i ważność zastosowań wynalazków dokonanych przez tegorocznych Laureatów Nagrody Nobla świadczy o ich doniosłości.

Wojciech Gawlik



Endoskop światłowodowy – przykład zastosowania światłowodów w medycynie



## Spadające gwiazdy – wysłańcy z Kosmosu

Na początek ustalmy słownictwo:

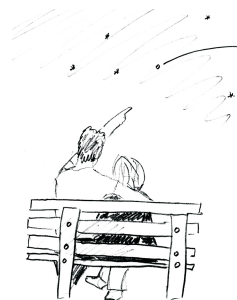
**Meteor**, poetycko nazywany spadającą gwiazdą, to widoczna na nocnym niebie smuga światła, trwająca od ułamków sekundy do paru sekund. Szczególnie jasne meteory to **bolidy**.

**Meteoroid** to okruch materii, który wpada do atmosfery ziemskiej i powoduje jej świecenie.

**Meteoryt** to pozostałość z meteoroidu, który zderzył się z powierzchnią Ziemi.

Nasi przodkowie wykazali się niezłym zmysłem obserwacyjnym, wiążąc tzw. spadające gwiazdy ze znaleziskami geologicznymi, „niepasującymi” do skał ziemskich. Tym razem przypuszczenie, że to, co niezwykle, jest pozaziemskie okazało się bardzo trafną hipotezą.

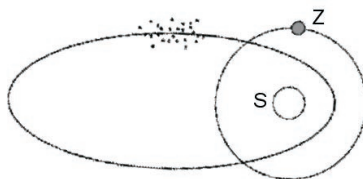
Współcześnie dysponujemy narzędziami pozwalającymi badać znaleziska zarówno pod względem chemicznym jak i fizycznym. Mamy też coraz doskonalsze instrumenty astronomiczne, nie mówiąc już o sondach mogących pobierać próbki meteoroidów, Księżyca, a nawet Marsa. Wiedza, jaką uzyskujemy badając zjawisko meteorów oraz badając meteoryty, dostarcza nam coraz dokładniejszych informacji o budowie i historii naszego Układu Słonecznego. Na szczęście dla Was pozostało jeszcze trochę zagadek, problemów nierozwiązanych.



### Obserwacje meteorów

Meteory można obserwować w każdą pogodną noc. Są one śladami okruchów materii wpadających do naszej atmosfery na wysokościach 100–130 km, a gasną na wysokościach 70–90 km nad powierzchnią Ziemi. Ich szybkość – waha się od 12 do 72 km/s – zależy od tego, czy meteoroidy doganiają Ziemię, czy wpadają „czołowo” do atmosfery.

Już od dawna wiadomo, że w pewnych porach roku obserwuje się zwiększoną liczbę meteorów. Ślady tych obiektów kosmicznych, a dokładniej ich przedłużenia, przecinają się w pewnych ściśle określonych, co roku tych samych, miejscach nieboskłonu (tzw. radianty). Z tego powodu roje meteorów biorą swoje nazwy od nazw gwiazdozbiorów znajdujących się w tych miejscach. Roje powstają w wyniku „przecinania się” trajektorii Ziemi z orbitami warkoczy komet, czy orbitami planetoid (patrz rysunek). Meteory są odłamkami naszego układu planetarnego, a odległe gwiazdy służą jako punkty orientacyjne na kopule nieba.



### Roje meteorów

Corocznie pojawia się około 20 rojów meteorów. W tabeli wymienione zostały najobfitsze z nich z informacją, z której półkuli Ziemi są widoczne, zaznaczono też ich pochodzenie.

| Nazwa i czas występowania       | Półkula  | Pochodzenie                                                         |
|---------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------|
| Kwadrantydy (1–6 I)             | Północna | Planetoida 2003 EH <sub>1</sub> , rozbita w katastrofie w 1490 roku |
| Eta Akwarydy (24 IV–20 V)       | Obydwie  | Kometa 1P/Halley                                                    |
| Delta Akwarydy (15 VII–20 VIII) | Obydwie  | Krachta lub Machholzta grupa komet muskających Słońce               |
| Gemindy (7–16 XII)              | Obydwie  | Planetoida 3200 Phaethon                                            |
| Perseidy (23 VII–20 VIII)       | Północna | Kometa 109P/Swift-Tuttle                                            |
| Oriondy (16–27 X)               | Obydwie  | Kometa 1P/Halley                                                    |
| Taurydy (20 X–30 XI)            | Obydwie  | Planetoida 2004 TG <sub>10</sub> , kometa 2P/Encke i inne           |
| Leonidy (15–20 XI)              | Obydwie  | Planetoida 4450 Pan                                                 |

Najwcześniej zajęli się meteorytami geolodzy, krystalografowie i petrologowie (uczeni badający skały). Znalezione były klasyfikowane pod względem wielkości, składu chemicznego oraz miejsca znalezienia.

Pod względem składu chemicznego meteoryty dzieli się na:

- żelazne (syderyty),
- kamienne (aerolity),
- kamienno-żelazne (siderolity).

Ponadto w miejscach zderzeń z Ziemią znajduje się meteoryty szkliste (tektyty) i tzw. impakty. Są to jednak nie tyle przybysze z Kosmosu, ile przetopione i pogruchotane kawałki ziemskiej materii. W głębi Ziemi znaleziono wiele brył złożonych głównie z czystego żelaza, będących niewątpliwie meteorytami. Największy znany me-

teoryt kopalny Hoba West (Afryka) ma masę około 56 ton, a największy meteoryt znaleziony na ziemiach polskich w Morasku k. Poznania w 2006 r. (zdjęcie obok) waży 164 kg.

Meteoryty znajdowane na Ziemi wyglądają jak kawałki skał, czasem są jakby spalone, nadtopione. Tektyty mogą wyglądać jak szklane kuleczki. Do wykrywania żelaznych meteorytów użyteczny jest, opisany w tym zeszycie, wykrywacz do metali.



Rycina przedstawiająca rój meteorów (Leonidy) (Źródło: Internet)

Meteoryt kamienny BASZKÓWKA – chondryt zwyczajny L5.

25 sierpnia 1994 r. naoczni świadkowie usłyszeli głośny świst, po czym spadł „z nieba” jeden kamień



### Hipotezy o pochodzeniu meteorytów

Uważa się, że szesnaście meteorytów znalezionych na Antarktyce jest pochodzenia marsjańskiego. Gazy uwięzione w tych meteorytach są takie, jakie w marsjańskiej atmosferze, którą poznaliśmy dzięki sondzie Viking, która wylądowała na Marsie i pobrała próbki. Nie ma pewności, czy struktura tych meteorytów zawiera szczątki bakterii, czy są to czysto geologiczne formy. Do porównywania meteorytów dysponujemy tylko 3 pozaziemskimi fragmentami, są to próbki zebrane z Księżyca, Marsa i asteroidy Vesty.

Jeśli masa początkowa meteoroidu przekracza 1000 ton, to meteoroid może przetrwać lot przez atmosferę i przy uderzeniu w powierzchnię Ziemi spowodować znaczne zniszczenia. Na szczęście meteoroidy o tak znacznej masie zdarzają się niezwykle rzadko, tym niemniej liczne kraterory, występujące na całej kuli ziemskiej, świadczą o tym, że upadki takie miały wielokrotnie miejsce w przeszłości.



Słynny krater Barringera w Arizonie. Pozostałość po kosmicznej kolizji z bardzo dużym meteorytem żelaznym (lub małą asteroidą) o średnicy około 50 metrów. Kolizja miała miejsce około 50 000 tysięcy lat temu. Średnica krateru wynosi około 1200 m, a głębokość 120 m (Fot. NASA, Internet)

O różnym pochodzeniu meteorytów świadczy ich skład chemiczny i budowa fizyczna. Te, znane pod nazwą chondrytów węglistych, składają się z materii, z której tworzyło się Słońce i wszystkie planety. Przetrwały one w niezmienionej postaci do naszych czasów. Inne pochodzenie mają **meteoryty kamienne** zwane chondrytami zwyczajnymi oraz **meteoryty żelazne** i **żelazno-kamiennie**. Pochodzą one z powierzchni oraz z wnętrza ciał niebieskich zwanych planetoidami, których wiele można spotkać między orbitami Marsa i Jowisza. Materia tworząca planetoidy zastała uprzednio przetworzona pod wpływem działania wysokiej temperatury i ma inną budowę niż ta, która tworzy chondryty węgliste. Spotyka się również meteoryty będące fragmentami skał pochodzących z powierzchni naszego satelity Księżyca oraz z Marsa.

### Jak skały z Księżyca mogły się znaleźć na Ziemi?

Wyobraźmy sobie ogromny meteoryt uderzający w powierzchnię Księżyca. Powstałe przy zderzaniu fragmenty muszą mieć taką energię kinetyczną, by móc uwolnić się od pola grawitacyjnego Księżyca, czyli by pokonać przyciąganie księżycowe. Niektóre z nich krążą po zacieśniającej się orbicie, by w końcu uderzyć w Ziemię. Inne mogą wejść na orbitę okołosłoneczną. Te fragmenty, tak jak i komety, mogą zderzyć się z Ziemią.

### Rezerwat w Morasku

W poznańskim Morasku, w rezerwacie o powierzchni 54 hektarów istniejącym od 1976 roku, znajduje się siedem kolistych kraterów różnej wielkości, które powstały około 5 tysięcy

cy lat temu w wyniku uderzenia o powierzchnię Ziemi odłamków meteorytu żelazoniklowego. Łączna masa znalezionych odłamków wynosi ponad 300 kilogramów. Największy z nich waży 164 kilogramy. Rezerwat Meteorytów Morasko jest jednym z największych tego rodzaju obiektów na Ziemi.



Krater po meteorycie w rezerwacie Morasko

**Rada internaty Łukasza Wieczorka:** „Gdy jednak zauważymy jakiś nietypowy obiekt, nie możemy przechodzić koło niego obojętnie. Pierwszą rzeczą, jaką należy zrobić, to sprawdzić czy bryła przyciąga magnes. Następnie należy dokładnie obejrzeć okaz czy ma skorupę obtopieniową oraz porównać wagę znalezionej bryły do ciężaru innych skał o tej samej wielkości. Ponieważ prawie każdy meteoryt zawiera metal, jest więc znacznie cięższy od innych ziemskich skał. Należy także zwrócić uwagę na to, czy okaz nie posiada na powierzchni dziur po gazach oraz regularnych kątów i płaszczyzn równoległych. Jeżeli są takie, może to sugerować, że nasz „meteoryt” może pochodzić z dymarki do wytapiania stali lub być odpadem z huty, a to ostatnia rzecz jaką chcemy znaleźć. Ale najlepiej każdy podejrzany obiekt wziąć ze sobą do domu, aby dokonać ostatecznej weryfikacji, która wykaże czy znaleźliśmy nowy meteoryt!”

Polecamy lekturę:

- Piotr Gronkowski, *Zjawisko meteorów – wybrane zagadnienia*, „Foton” 106, 27.
- Piotr Gronkowski, *Komety – Kosmiczni wędrowcy*, „Fizyka w Szkole”, 4/2009, 11.
- Krzysztof Ziółkowski, *Kosmiczne bombardowanie Ziemi*, Centrum Badań Kosmicznych PAN, „Fizyka w Szkole”, 4/2009.

W Internecie znajduje się bardzo dużo materiałów na temat meteorytów. Polecamy: Wikipedię, Polski Serwis Meteorytów, serwisy astronomiczne. Łowcy i poszukiwacze meteorytów mają również swoje strony, prowadzą blogi.

Z.G-M

## Szybkość ucieczki z planety

Szybkość ucieczki z planety, nazywana drugą prędkością kosmiczną, to najmniejsza prędkość, jaką należy nadać ciału, by je „oderwać” od planety. Zarówno Słońce, jak i planety, przyciągają inne obiekty, które pod wpływem tego oddziaływania albo spadają na nie, albo poruszają się wokół nich po orbitach, jak np. Księżyc wokół Ziemi, Ziemia wokół Słońca.

Jeśli ciału na powierzchni planety nada się wystarczająco dużą szybkość – a tym samym energię kinetyczną – to „wystarczy” jej na uwolnienie się ciała od wpływu siły grawitacji i ucieczkę do nieskończoności. To jest możliwe, ponieważ siła grawitacji  $F = \frac{GmM}{r^2}$

( $G$  – stała grawitacji,  $r$  – odległość od środka planety,  $m$  – masa ciała,  $M$  – masa planety) maleje przy oddalaniu od środka planety i praca (nauczycie się ją wyliczać w liceum) wykonana przeciwko tym siłom przyciągającym ma skończoną wartość  $G \frac{mM}{R}$  ( $R$  – promień

planety).

Jeśli przyrównamy ją do energii kinetycznej ciała na powierzchni planety dostaniemy związek  $G \frac{Mm}{R} = \frac{mv^2}{2}$ , z którego bez trudu wyliczymy prędkość  $v_{II}$ .

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$



Po podstawieniu danych dla Ziemi, Marsa i Księżyca dostajemy odpowiednio:

$$v_{IIZ} = 11,2 \frac{\text{km}}{\text{s}}; \quad v_{IIM} = 2,4 \frac{\text{km}}{\text{s}}; \quad v_{IIK} = 5,0 \frac{\text{km}}{\text{s}}.$$



Z jaką prędkością musi wystartować Mały Książę znajdujący się na planetoidzie 1221 Amor (masa  $3,5 \times 10^{12}$  kg i średnica 1,5 km), aby poszybować w Kosmos?



Odpowiedź: zaledwie 0,8 m/s.



**Ciekawostka z prasy codziennej:** 40 lat po pierwszym lądowaniu na Księżycu w serwisie eBay wystawiono na sprzedaż fragment meteorytu księżycowego. Za płytkę o masie 141 gramów trzeba zapłacić... 144 tys. dolarów.

Z.G-M



## Polski detektor min

Zgodnie z anegdotą, Michael Faraday zapytany o pożytek, jaki można odnieść z zaprezentowanego przez niego zjawiska indukcji elektromagnetycznej, odpowiedział: „A jaki jest pożytek z noworodka?”. Niezliczona liczba współczesnych urządzeń działających w oparciu o to zjawisko świadczy o spełnieniu nadziei, które pokładał w nim odkrywca. Wpływ odkryć Faradaya na rozwój techniki jest bowiem olbrzymi. Z efektu indukcji elektromagnetycznej korzysta się m.in. w prądnicach do wytwarzania prądu zmiennego, w silnikach i transformatorach, w piecach indukcyjnych oraz różnego rodzaju miernikach i detektorach.

Jednym z detektorów działających w oparciu o zjawisko indukcji elektromagnetycznej jest wykrywacz metalu. Urządzenie to wykorzystywane jest obecnie powszechnie na lotniskach i w chronionych budynkach, zapobiegając wnoszeniu na ich teren broni i innych zakazanych przedmiotów. Używają go również poszukiwacze skarbów, archeolodzy, geolodzy, łowcy meteorytów oraz wojskowi.

Historia wykrywaczy metali sięga około połowy XIX wieku. Początkowo głównym przeznaczeniem tych urządzeń było poszukiwanie skarbów oraz złóż minerałów. Wielu badaczy podejmowało próby opracowania projektu prostego w konstrukcji i użyciu, przenośnego urządzenia, które mogliby wykorzystywać górnicy i geolodzy, a także poszukiwacze zatopionych pod wodą i ukrytych w ziemi klejnotów i monet.

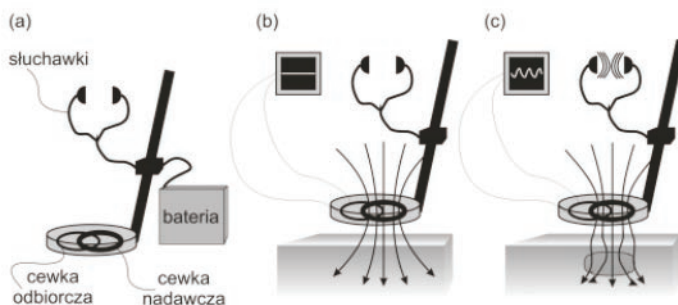
Druga wojna światowa zainicjowała również pracę nad innym zastosowaniem wykrywaczy metali – detekcją niewypałów i niewybuchów. W rozwój tej dziedziny wkład miał polski inżynier i oficer **Józef Stanisław Kosacki**. Będąc pracownikiem Centrum Wyszkożenia Łączności Polskich Sił Zbrojnych w szkockiej bazie wojskowej w St. Andrews razem z **Andrzejem Garbosiem** opracował prototyp detektora min. Projekt polskiego inżyniera wygrał w konkursie ogłoszonym w 1941 roku przez brytyjskie Ministerstwo Zaopatrzenia. Test sprawdzający polegał na wykryciu w wyznaczonym czasie największej liczby rozsypanych w trawie monet. Przy użyciu prototypu Józefowi Kosackiemu udało się zebrać wszystkie monety i tym



Fot. 1. Saper z „polskim wykrywaczem min”.

1 – głowica detekcyjna, 2 – uchwyt z przeciwwagą, 3 – układ sterujący, 4 – wzmacniacz i bateria zasilająca oscylator (w plecaku), 5 – słuchawki.

Źródło: Wikipedia



Rys. 1



Fot. 2. „Polski wykrywacz min”. Źródło: zbiory Zbigniewa Wawra

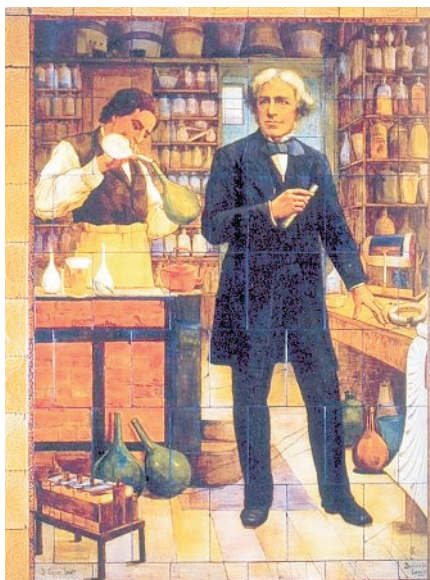
samym pokonać sześciu innych projektantów. Tzw. „polski wykrywacz min” ważył 14 kg i mógł być obsługiwany przez jednego żołnierza (fot. 1). Po raz pierwszy 500 wykrywaczy min tego typu zostało użytych w Bitwie pod El Alamein w Afryce Północnej w 1942 roku. Szacuje się, że dzięki ich zastosowaniu możliwe stało się dwukrotne przyspieszenie oczyszczania pól minowych przez saperów. Kosacki nie opatentował swojego wynalazku, lecz oddał go armii brytyjskiej.

„Polski wykrywacz min” (fot. 2) działał na zasadzie „równoważenia indukcyjności”. W skład głowicy detektora wchodziły dwie cewki, z których jedna (cewka nadawcza) podłączona była do generatora o częstotliwości akustycznej, a druga (odbiorcza) – do wzmacniacza i słuchawki telefonu (rys. 1a). Sygnał zmienny generowany przez oscylator powodował powstanie zmiennego strumienia magnetycznego w pierwszej cewce. Poprzez odpowiednie ułożenie cewek wewnątrz głowicy minimalizowano ich wzajemne oddziaływanie. O takim układzie cewek mówimy, że ich indukcja wzajemna jest zerowa, lub że cewki te nie są sprzężone – w stanie spoczynku wypadkowy strumień magnetyczny przechodzący przez cewkę odbiorczą jest bowiem równy zeru. W tak skompensowanym układzie w cewce odbiorczej nie był indukował sygnał i w słuchawkach nie słychać było żadnego dźwięku, jeśli tylko głowica detekcyjna była oddalona od obiektów metalowych (rys. 1b). Tego typu układ „wagi indukcyjnej” jest bardzo czuły na wszelkiego typu zakłócenia pola magnetycznego. Obecność metalowego przedmiotu w obszarze detekcyjnym zmieniała rozkład pola magnetycznego w obszarze cewek i prowadziła do zakłócenia równowagi pomiędzy nimi. Na skutek tego w cewce odbiorczej pojawiał się sygnał i w słuchawkach można było usłyszeć dźwięk tym silniejszy, im bliżej znajdował się wykryty materiał (rys. 1c).

Współcześnie używane typy detektorów metalu są czulsze, a niektóre z nich pozwalają również na rozróżnianie typów metali. Wszystkie jednak działają w oparciu o zjawisko indukcji elektromagnetycznej.

## Droga Michaela Faradaya do sławy

Michael Faraday urodził się w 1791 (w Polsce czasy rozbiorowe, w Anglii rewolucja przemysłowa). Jeszcze za życia osiągnął sławę i mir w nauce. Jego pasja poznawcza, naukowa, upór i pracowitość przywiodły go do tej sławy. Nie miał łatwo. Rodzice, ojciec był kowalem, przed urodzeniem się Michaela osiedlili się na przedmieściu Londynu, dzisiejszej okolicy dworca kolejowego Waterloo. Wiedli pracowite i bardzo nabożne, skromne życie. W swojej początkowej szkole bynajmniej nie był celerem, nauczył się zaledwie czytać, pisać i nieco arytmetyki. W wieku 12 lat został posłany do terminu introligatorskiego, służył też jako chłopak na posyłki, roznosił klientom książki. I tu los się do niego uśmiechnął. Miał dostęp do książek, nie tylko oprawiał książki naukowe, ale i czytał je. Rozmawiał z uczonymi klientami. Uczęszczał na publiczne wykłady popularnonaukowe. W Akademii Królewskiej (*Royal Society*) w Londynie wysłuchał między innymi cyklu wykładów wygłoszonych przez słynnego chemika i wspaniałego wykładowcę Sir Davy'ego. Michael sporządził z tych wykładów dokładne notatki, opatrzył je rysunkami, oprawił i sprezentował Davy'emu. Doczekał się nagrody. Profesor Davy zaoferował 21-letniemu Faradayowi posadę laboranta. I taki był początek kariery naukowej jednego z największych fizyków, odkrywcy między innymi prawa nazwanego jego imieniem (jednego z dwóch, drugie prawo dotyczy elektrolizy). Dzięki znajomości tego prawa ludzkość otrzymała nie tylko opisane w tym zeszycie wykrywacze metali, ale przede wszystkim „prąd z kontaktu”, co niebawem przyspieszyło dalej rewolucję przemysłową.



Faraday z żoną w laboratorium (Źródło: Internet)

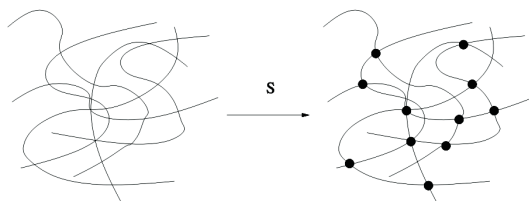
Więcej o Faradayu czytaj w dostępnym w Internecie *Fotonie* 93, Lato 2006, 30.

Z.G-M

## Kilka faktów o oponach: dlaczego zimą warto używać opon zimowych

### 1. Historia opon w pigułce

W 1839 roku Charles Goodyear wynalazł proces wulkanizacji kauczuku naturalnego [1]. Po dodaniu siarki do żywicy kauczukowej zaobserwował jej przestoczenie w elastyczne ciało stałe (rys. 1). W ten sposób pierwszy raz uzyskano gumę. Niedługo później, w 1845 roku Richard Thompson po raz pierwszy opatentował projekt opon – wypełnianych końskim włosiem – dla karet. Projekt ten nie znalazł uznania, lecz w roku 1888 temat został podjęty ponownie przez Johna Boyda Dunlopa, który zaproponował wypełnioną powietrzem oponę dla rowerów.



Rys. 1. Wulkanizacja kauczuku: dodanie siarki powoduje powstanie wiązań między luźnymi łańcuchami polimeru (sieciowanie) i stabilizację mieszanki

Wynalazek się przebił. Dalsze wdrożenia potoczyły się szybko, a w 1895 roku bracia Michelin zastosowali pneumatyczne opony w samochodzie Daimlera. W niedługim czasie chemia przemysłu gumowego rozwinęła się. Zjawisku temu sprzyjały przerwy w dostawach kauczuku naturalnego spowodowane szczególnie pierwszą i drugą wojną światową.

Przemysł zbrojeniowy, aby przetrwać, musiał proponować materiały zastępcze. W ten sposób powstały pierwsze kauczuki syntetyczne, w szczególności niemiecki kauczuk SBR (kopolimer styrenu i butadienu, ang. *styrene-butadiene rubber*), stosowany do dziś jako główny materiał w oponach samochodowych [2]. Odkrycie różnych rodzajów mieszanek kauczukowych otworzyło drogę zastosowaniom specjalistycznym, wymagającym rozmaitych właściwości gumy, m.in. pracujących w niskich temperaturach, jak ma to miejsce w przypadku opon zimowych.

### 2. Rodzaj mieszanki kauczukowej a temperatura

Najważniejszym wymogiem konstrukcyjnym dla opony zimowej jest to, by w niskich temperaturach guma zachowywała swoje właściwości elastyczne. Tylko w ten sposób można zapewnić maksymalną powierzchnię kontaktu opony z podłożem co zwiększa adhezję (siłę przylegania). Wynika stąd, że guma musi pracować w odpowiednio dużej odległości od temperatury zeszklenia  $T_g$  (przy której guma traci właściwości elastyczne). Typowe kauczuki SBR mają temperaturę zeszklenia na poziomie do  $-52^{\circ}\text{C}$ , kauczuk naturalny  $-70^{\circ}\text{C}$ , podczas gdy kauczuk butadienowy charakteryzuje się temperaturą zeszklenia  $-100^{\circ}\text{C}$ . Właśnie kauczuku butadienowego dodaje się zazwyczaj do mieszanek opon zimowych (najlepiej w połączeniu z kauczukiem naturalnym, choć ekonomia nie zawsze na to pozwala).

Oprócz stosowania właściwego polimeru, miękkość mieszanki można poprawić stosując podczas wulkanizacji niskotemperaturowe dodatki zmiękczające. Przykładem dodatków omawianych w patentach są oleje roślinne. Oleje takie stwarzają w jej wnętrzu poprawione warunki do ślizgania się łańcuchów polimerowych.

### 3. Rola napelniacza

Okolo roku 1915 opracowana została technika wzmacniania gumy za pomocą sadzy (ang. *carbon black reinforcement*). Substancja wzmacniająca nosi nazwę *napelniacza* (ang. *filler*) i stanowi 20–30% mieszanki gumowej.

Napelnianie sadzą pozwala na osiągnięcie większej sztywności materiału (wyższego modułu Younga) przy zachowaniu możliwości dużych odkształceń powierzchni. Wysoki moduł Younga można osiągnąć oczywiście za pomocą wulkanizacji z dużą ilością siarki. Niestety, taka guma nie może być silnie odkształcana gdyż cząstki polimeru tworzą zwartą sieć, która ulega zerwaniu przy większych obciążeniach. W uproszczeniu, wzmocnienie za pomocą sadzy umożliwia przyjmowanie wysokich obciążeń dlatego, że cząstki sadzy nie wiążą gumy wiązaniami chemicznymi, a jedynie przyciągają ją do siebie. Na tych połączeniach możliwy jest poślizg i materiał nie ulega zrywaniu.

Do lat dziewięćdziesiątych jako napelniacz wykorzystywana była w zasadzie wyłącznie sadza. W latach dziewięćdziesiątych udało się skutecznie zastąpić sadzę krzemionką. Okazało się, że przy podobnej trwałości mieszanki można poprawić przyczepność w warunkach wilgotnych i zmniejszyć opory toczenia (poszerzono słynny „magiczny trójkąt” przemysłu oponiarskiego). Jest to zasługa silniejszego wiązania kauczuku z krzemionką niż z sadzą<sup>\*</sup>. Te własności, mimo wyższych kosztów technologicznych, z zainteresowaniem zostały wykorzystane w technologii opon zimowych.

### 4. Bieżnik opony zimowej

Do jazdy w ciepłych i suchych warunkach drogowych najlepiej nadają się gładkie opony bez bieżnika, takie jak tzw. slicki w Formule 1. Zapewniają one największą powierzchnię kontaktu opony z drogą i najsilniejszą adhezję. Przypominam tu, że współczynnik tarcia gumy o podłoże maleje z obciążeniem, więc najefektywniejszego działania opon można spodziewać się przy dużej powierzchni kontaktu z podłożem.

Gładkie opony przestają zdawać egzamin w deszczu. Pod takimi oponami tworzy się wówczas warstewka wody, uniemożliwiająca kontakt z podłożem. Brak kontaktu z podłożem to brak adhezji, a to już zupełny brak przyczepności. Z tej przyczyny opony letnie wyposażone są w bieżnik pomiędzy liniami którego znajdują się klocki gumy zdolne do związania się z podłożem po wyciśnięciu wody do szczelin.

Zwykłe opony bieżnikowane nie wystarczą na lód. Adhezja gumy do lodu jest słaba i pożądana jest między nimi jak największa powierzchnia kontaktu. Lód jest bardzo nieprzyjemnym materiałem który lubi się topić pod naciskiem koła. Dlatego opony zimowe oprócz tradycyjnego bieżnika posiadają specjalne nacięcia (lamelki) na powierzchni gumy stykającej się z podłożem (rys. 2)<sup>\*\*</sup>. Lamelek na oponie może znajdować się do 2000 [3]. Wchłaniają one generowaną naciskiem wilgoć i gwarantują dobrą adhezję. Dodatkową ich funkcją jest również mechaniczne wgrzanie się w podłoże. W nowoczesnych produktach bywają one uzupełniane mikropęcherzykami powietrznymi.

A co ze śniegiem? Aby jechać po śniegu konieczne jest ugniatanie go za pomocą wystających szerokich klocków opony o ostrych kantach. Klocki ugniatając śnieg umożliwiają następne odepchnięcie się od takiej zgniecionej struktury. Im głębiej są one wycięte, tym lepsza przyczepność na śniegu.



Rys. 2. Lamelki i bieżnik opony zimowej

\* Używa się tu specjalnych związków łącznikowych. W efekcie mniejsze są w takiej strukturze straty ciepła.

\*\* Lamelki są obecne i w oponach letnich, lecz w znacznie mniejszej ilości.



## 5. Granica 7°C

Firmy oponiarskie proponują granice przejścia na opony zimowe przy spadku temperatury poniżej 7°C. W tygodniku „Spiegel” opisano testy opon zimowych i letnich w takiej temperaturze. Opony zimowe na suchym asfalcie wymagały o 5–7 metrów *dłuższej* drogi hamowania z prędkości 100 km/h<sup>\*\*\*</sup>!

Producenci opon nie zaprzeczyli dotąd tym wynikom, utrzymują jednak (i jest to rozsądne rozumowanie), że przy średnich temperaturach na poziomie 7°C bardzo prawdopodobne są poranne i wieczorne przymrozki, a to oznacza możliwość pojawienia się lodu. W takim wypadku konstrukcja opony zimowej zdecydowanie wygrywa z oponą letnią. Przy dalszym spadku temperatur, ok. –10°C, sztywność kauczuku SBR powiększa się niemal dwukrotnie. Drastyczne pogorszenie własności sprężystych zaczyna się przy –20°C.

## 6. Podsumowanie

Z podanych tu informacji jasno wynika, że opony zimowe są bardzo wyspecjalizowane. Technologii stosowanej w tych oponach (np. lamelki przeznaczone na lód, bieżnik zgniający śnieg) nie ma sensu przenosić na opony letnie, gdzie nie byłyby wykorzystywane, a wręcz mogłyby pogarszać własności jezdne. Ponadto opony zimowe, ze względu na miękkość mieszanki, w ciepłych warunkach zużywają się znacznie szybciej niż twardsze opony letnie. Generują również zwiększone opory toczenia (przyczyniają się do wyższego spalania). Dlatego gdy nadchodzi wiosna lepiej wymienić je na letnie.

### Literatura

- [1] Wikipedia: Vulcanization.
- [2] International Institute of Synthetic Rubber Producers, Brief history and Introduction of Rubber; <http://www.iisrp.com>
- [3] G. Wojtyrowski, *Na zimę – opony zimowe*; <http://www.motofakty.pl>

Przemysław Borys

---

<sup>\*\*\*</sup> Łatwo to zrozumieć, gdy przypomnimy sobie temperaturę zeszklenia kauczuku SBR (–52°C), choć dla porządku należałoby wziąć jeszcze pod uwagę zachowanie użytych substancji zmiękczających.

## Rodzeństwo na huśtawce

Małgosia z Jasiem huśtają się na huśtawce. Siedzą na siedzeniu obok siebie. Młodszy Jasiu przestraszył się wysokości w chwili, gdy huśtawka była w najwyższym punkcie (podczas powrotu) i ześlizgnął się z huśtawki. Przy zderzeniu z ziemią potłukł się.

Małgosia pomyślała: „baba z wozu, koniom lżej, polecę teraz wyżej”. Ku rozczarowaniu Małgosi tak się jednak nie stało. Osiągnęła tę samą wysokość (bo to taka idealna huśtawka?). Pomyślała i powiedziała: „wiem dlaczego”.

Za jakiś czas znowu huśtała się z młodszym bratem. Tym razem brat stracił zapal do huśtania w najniższym punkcie huśtawki i wtedy ześlizgnął się delikatnie. Niestety potłukł się równie dotkliwie. Małgosia zaś po utracie brata poszybowała tak samo wysoko jak poprzednio. Po zastanowieniu powiedziała: „wiem dlaczego”.



Przy następnym wahnięciu, gdy huśtawka była w najniższej pozycji, Małgosia błyskawicznym ruchem uniosła brata i posadziła obok siebie. Jednak tym razem nie poszybowali już tak samo wysoko.

Małgosia stwierdziła, że wie dlaczego i postanowiła lepiej pilnować brata na huśtawce.

### Pytania:

- Jaką energię kinetyczną ma Jasiu przy zderzeniu z ziemią w obu przypadkach (Jaś delikatnie się ześlizguje, a nie wyskakuje z huśtawki)?
- Dlaczego idealna huśtawka z Małgosią poszybowała tak samo wysoko w obu przypadkach opuszczania huśtawki przez brata?
- Dlaczego uniesienie brata i posadzenie na huśtawce obniżyło loty huśtawki?
- Co nazywamy izochronizmem wahadła?



### Odpowiedź:

Okres wahadła nie zależy od wahającej masy i wynosi  $\sqrt{l/g}$ , gdzie  $l$  to długość wahadła, a  $g$  wartość przyspieszenia ziemskiego grawitacyjnego. Tę własność wahadła nazywamy izochronizmem.

Jaś i Małgosia na huśtawce poruszają się jakby niezależnie od siebie. Oboje mają te same szybkości i przyspieszenia. Jasiu w chwili maksymalnego wzlotu ma tylko energię potencjalną, i jej wartość decyduje o bolesnych konsekwencjach w chwili zderzenia z ziemią.

Jeśli jednak Jasiu zsuwa się w najniższym punkcie huśtawki, ma energię kinetyczną równą poprzedniej potencjalnej, zatem skutki zderzenia z ziemią są w zasadzie takie same (oczywiście życie niesie rozmaite komplikacje, których tutaj nie rozpatrujemy). Małgosia bez Jasia huśta się więc dalej tak samo w obydwu przypadkach.

Co innego, gdy Małgosia podnosi Jasia z ziemi. Jest to rodzaj zderzenia niesprężystego. Małgosia była w ruchu, Jaś nie. Po „zderzeniu” poruszają się razem, ale już z inną prędkością (można by ją wyliczyć z prawa zachowania pędu). A skoro tak, to huśtawka nie osiągnie poprzedniej wysokości.

Z.G-M

## Co czytać?



*Dlaczego pingwinom nie zamarzają stopy*, Mick O'Hare, Wydawnictwo Insignis, 2009, tłum. Maria Brzozowska

„Dlaczego pingwinom nie zamarzają stopy” to jedno ze 115 pytań, które znalazło się w świeżo wydanej w Polsce książce. Inne pytania to np.

Dlaczego psy mają czarne nosy?

Czy to prawda, że trzmiel lata wbrew prawom fizyki?

Dlaczego ryby nie puszczają bąków?

Dlaczego śpiące ptaki nigdy nie spadają z drzew?

Czy okna w samolotach muszą być aż tak małe?

Co sprawia, że bumerangi wracają?

Dlaczego tuż przed deszczem chmury stają się czarne?

Jak to jest, że super glue nie klei się do wnętrza własnej tubki?

Odpowiedzi udzielają dwaj lub trzej eksperci, zwykle się uzupełniają, ale czasem ich wypowiedzi są lekko rozbieżne; widać że problemy nie są do końca zbadane i zrozumiałe. Czytelnik może mieć wrażenie niedosytu. Zostaje pole do popisu dla kolejnych badaczy.

## Książki telefoniczne – potęga siły tarcia

**Przygotuj:** 2 grube książki takich samych rozmiarów (dwa tomy encyklopedii, dwie książki telefoniczne), 2 kartki papieru A4.

### Eksperyment:

**Część pierwsza:**

1. Połóż na stole jedną na drugiej dwie kartki papieru. Pociągnij górną kartkę równoległe do stołu.

**Część druga:**

1. Ponownie połóż na stole jedną kartkę na drugiej, a na nich jedną z książek.
2. Spróbuj wyciągnąć kartkę papieru włożoną pomiędzy książkę i drugą kartkę papieru.

**Część trzecia:**

1. Poprzekładaj **jedną po drugiej** kartki obu książek – tak, by książki zostały w ten sposób szczepione ze sobą. Ważne jest, żeby pierwsza kartka pierwszej książki leżała na pierwszej kartce drugiej książki, a ta na drugiej kartce pierwszej książki i tak dalej.
2. Złap mocno obiema rękami za grzbiet jednej książki, a osoba, która Ci pomaga – niech złapie obiema rękami za grzbiet drugiej książki.
3. Na wspólny sygnał pociągnijcie książki do siebie, starając się je rozdzielić. Nie podnoście pojedynczych kartek!



### Obserwacja:

**Część pierwsza:**

1. Co się dzieje z dolną kartką papieru, gdy ciągniesz za górną kartkę papieru równoległe do stołu?
2. Czy czujesz jakikolwiek opór, gdy ciągniesz górną kartkę?

**Część druga:**

1. Czy łatwo jest wyciągnąć pojedynczą kartkę papieru spod książki?

**Część trzecia:**

1. Czy łatwo jest rozdzielić obie książki „zaciśnięte” jedna w drugiej?

### Komentarz:

Gdy chcemy przesunąć pojedynczą kartkę po powierzchni innej kartki natrafiamy na lekki opór, tak zwaną siłę tarcia. Im bardziej nierówne (chropowate) są powierzchnie tych kartek, tym większe tarcie.

Tarcie zależy także od nacisku jednej powierzchni na drugą. Im bardziej ściśnięte są kartki, tym tarcie większe. Dlatego, gdy na dwóch kartkach papieru kładziesz ciężką książkę znacznie trudniej jest wówczas wysunąć kartkę leżącą pomiędzy książką a drugą kartką papieru – gdy książka jest bardzo ciężka, staje się to wręcz niemożliwe.

Tarcie istnieje pomiędzy każdymi dwoma kartkami (przesuwanymi jedna po powierzchni drugiej). Aby rozdzielić książki, musimy pokonać siły tarcia pomiędzy każdą parą kartek. Choć siła tarcia pomiędzy dwoma kartkami nie jest zbyt duża, to jej wartość pomnożona przez liczbę kartek jednej książki (których jest kilkaset) jest już tak duża, że rozdzielenie książek staje się niemożliwe.



Chcesz wiedzieć więcej o tarcu – przeczytaj, dostępny w Internecie, artykuł Przemysław Borysa „Skąd się bierze tarcie”, *Foton* 106, Jesień 2009.

DS



## Żarówka w mikrofalówce

Jednym z przełomowych odkryć naukowych było wykazanie przez niemieckiego fizyka Heinricha Hertza istnienia fal elektromagnetycznych. To dzięki temu odkryciu możemy dzisiaj słuchać radia, oglądać telewizję, rozmawiać przez telefon komórkowy. Ale fale elektromagnetyczne to nie tylko fale radiowe – to także światło widzialne, podczerwień, ultrafiolet oraz mikrofałe. Te różne „rodzaje” fal elektromagnetycznych mają wiele cech wspólnych, a to, co je od siebie odróżnia, to sposób powstawania oraz częstotliwość i długość fali.

Światło – to ono sprawia, że widzimy otaczający nas świat, to ono „przenosi” do naszego oka obrazy dzieł sztuki w muzeum i widok Księżyca w pełni, to dzięki światłu możemy podziwiać urodę naszych koleżanek. Pierwszym źródłem światła było dla człowieka Słońce, później – rozniecony ogień, paląca się pochodnia, a jeszcze później – lampa naftowa.

Najpowszechniej stosowanym obecnie źródłem światła jest żarówka. Pierwsze żarówki skonstruowano już ponad 150 lat temu, a ich masowa produkcja rozpoczęła się około 130 lat temu. Patent na żarówkę uzyskał w 1879 r. słynny już wtedy wynalazca, Thomas Alva Edison. Najważniejszym elementem każdej żarówki jest tzw. żarnik – cienki, zwinięty w spiralę drucik wolframowy. Prąd elektryczny przepływający przez żarnik, rozgrzewa go do wysokiej temperatury, około 2000°C, dzięki czemu drucik emituje światło o barwie zbliżonej do barwy światła słonecznego. Aby zabezpieczyć żarnik przed utlenianiem oraz przed parowaniem, umieszcza się go w szklanej bańce wypełnionej obojętnym gazem, najczęściej argonem i azotem. Przedłuża to żywotność żarówki.

Mikrofałe – to także fale elektromagnetyczne, lecz niewidzialne dla oka. Mają one częstotliwość od 1 do 300 GHz – oznacza to, że pole elektryczne takiej fali zmienia swój zwrot miliardy razy na sekundę. Natomiast długość fali tego typu promieniowania wynosi od 1 mm do 30 cm. Promieniowanie mikrofalowe może być pochłaniane przez materię – jeśli na przykład cząsteczki materii są tzw. dipolami elektrycznymi (tzn. dodatni i ujemny ładunek elektryczny są w nich nieco rozsunięte), to pole elektryczne fali obraca te cząsteczki miliardy razy na sekundę. Cząsteczki te z kolei zderzają się z innymi cząsteczkami, którym przekazują energię otrzymaną od fali elektromagnetycznej. Na takiej zasadzie działa właśnie kuchenka mikrofalowa, w której mikrofałe o częstotliwości 2,45 GHz „ogrzewają” wodę zawartą w umieszczonej wewnątrz kuchenki potrawie.

Mikrofałe w kuchence mogą ogrzać również przedmioty metalowe, np. włókno żarówki. Jeśli cząsteczki gazu w bańce żarówki są dipolami elektrycznymi, to gaz ten również zostanie podgrzany. W odpowiednio wysokiej temperaturze gaz taki staje się plazmą – świeci się gaz w całej bańce żarówki, a nie tylko jej żarnik. Gaz świeci się pomimo, że żarówka nie jest podłączona do prądu.

**Uwaga! Niebezpieczeństwo!** Podczas podgrzewania gazu zwiększa się jego ciśnienie, zatem przy zbyt wysokiej temperaturze żarówka może pęknąć!

**Eksperyment niebezpieczny! Nie wolno wykonywać go w domu!**

