Jako pierwszy artykuł w tym *Neutrinie* zamieszczamy rozmowę Georgesa Charpaka z wnukiem, któremu noblista tłumaczy, co wiedzieć powinien. Przytaczamy tę rozmowę, choć mamy nadzieję, że czytelnicy *Neutrina* już to wiedzą. Przyda się jednak przypomnienie przed resztą lektury. W tym zeszycie wprowadzamy was w tajniki eksperymentu, który niedawno wstrząsnął światem, bowiem media donosiły, że odkrycie nadświetlnych neutrin mogłoby obalić Szczególną Teorię Względności. Na razie nie zanosi się jednak na tak radykalny wniosek.

Ponieważ idzie zima i dzień coraz krótszy, staramy się omówić energooszczędność żarówek, a przy okazji lodówek. Jak już o żarówkach mowa, to przypomnimy postać amerykańskiego wynalazcy Thomasa Alvy Edisona. To właśnie on udoskonalił żarówkę, tak że mogła wejść do powszechnego użycia. Edison był też pomysłodawcą pierwszych elektrowni. Edison żył 100 lat temu, ale wydaje się, że przywołany dzisiaj byłby zachwycony widząc, jak rozwinęły się jego pomysły. Miałby zapewne w głowie pełno nowych, które zamiast niego już wy, nowe pokolenie, będzie realizować.

Z.G-M

Spis treści

Co każdy czytelnik wiedzieć powinien! 1
Nadświetlne neutrina 3
Żarówki energooszczędne 5
Zadania 11
Lodówki z klasą 12
Thomas Alva Edison (1847–1931) ikona Stanów Zjednoczonych, genialny samouk 14
Telegraf Morse'a 17
Doświadczenia 19

Komunikaty

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.

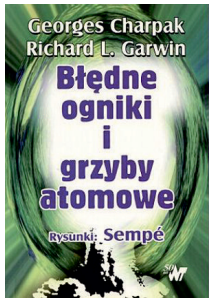
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

Człowiek – najlepsza inwestycja

Druk czasopisma współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego.

Co każdy czytelnik wiedzieć powinien!



W 1999 roku Wydawnictwa Naukowo-Techniczne wydały książkę noblisty Georgesa Charpaka i Amerykanina Richarda L. Garwina pod tytułem *Błędne ogniki i grzyby atomowe*. Ta ze wszech miar pożyteczna i ciekawa lektura ma zaznajomić czytelników z problemami uzyskiwania energii z elektrowni atomowych oraz bezpieczeństwem ich funkcjonowania. We wstępnym rozdziale znajduje się fragment, cytowany poniżej, skierowany przez Georgesa Charpaka do młodego czytelnika.

◘ W tym cukierku jest około 10 tysięcy miliardów miliardów atomów, co możesz zapisać jako jedynkę z 22 zerami:

10 000 000 000 000 000 000 000; uff!

– Powiedz dziadku, jak robisz obliczenia, to bazgrzesz na kartce całe mnóstwo zer?

◘ Nie. My, fizycy, oszczędzamy wysiłek i papier, bo żeby zrobić papier, trzeba ściąć piękne drzewa, a należy skończyć z bezmyślnym wycinaniem drzew. Piszemy po prostu: 10^{22}. U góry po prawej stronie, małymi cyframi, umieszczamy liczbę zer po jedynce. Oszczędzamy papier, a także cenny czas.

– A jaki jest atom cukierka? Mała kulka z cukierka?

◘ Nie, to mieszanka trzech małych kulek, sklejonych razem, atomów wodoru, węgla i tlenu, tego samego węgla, który spalamy, smażąc kiełbaski na grillu, i tego tlenu, którym oddychasz i którym oddychają zwierzęta oraz rośliny, obecnego w powietrzu i niezbędnego do życia.

– Są tylko trzy rodzaje atomów?

◘ Nie, jest ich ponad sto, i mogą mieszać się na niezliczone sposoby, albo przypadkowo w ciągu miliardów lat dziejów naszego Wszechświata, albo z woli ludzi, na przykład gdy twoja mama robi dla ciebie tę szarlotkę, której sekretu tak zazdrośnie strzeże.

– A jak jest zrobiony atom? Nie można go podzielić?

◘ Ależ oczywiście, że można. Wyobraźmy sobie atom jako małą, wydrążoną kulkę. Jest ona otoczona bardzo cienką chmurą elektryczności, chroniącą pustą skorupkę, wewnątrz której jest malutka, 100 000 razy mniejsza pestka – jądro.

– Chcesz powiedzieć: 10^5 razy mniejsza.

◘ Brawo, zrozumiałeś, jak nie wpuszczać zer na nasz papier.

– A czy można rozciąć pestkę, to całe jądro?

◘ Oczywiście, że tak! Na tym właśnie polega praca fizyków jądrowych. Wszystkie atomy mają różne jądra. Są one zbudowane z dwóch jeszcze mniejszych pesteczek różnego rodzaju, o bardzo podobnej masie, które nazywamy protonem i neutronem. Najlżejsze jest jądro wodoru, które ma tylko jeden proton, a jego chmurę elektronową tworzy dokładnie jeden elektron. Dla uranu, najcięższego jądra atomowego występującego w przyrodzie w sposób naturalny, całkowita liczba protonów i neutronów wynosi prawie 250, lecz ma on dokładnie 92 protony, a jego chmura elektryczności składa się z 92 elektronów.

– A czy można rozcinać protony i neutrony?

◘ Oczywiście, że można! Zajmują się tym fizycy badający cząstki elementarne. W protonie lub neutronie można znaleźć kwarki, które są 1000 razy mniejsze od jąder.

– Chciałeś powiedzieć: 10^3 razy mniejsze.

◘ Właśnie. Kwarki są posklejane gluonami.

– A czy można pociąć kwarki?

◘ Nie.

– A dlaczego?



◘ A dlatego!

– Jak będę większy, potnę kwarki na kawałki.

◘ To jest niemożliwe.

– Dlaczego?

◘ Dlatego! Dowiesz się, jak będziesz starszy i będziesz się dużo uczył.

– Powiecie mi, jak już będę wiedział, skąd się biorą dzieci?

◘ Jeszcze później.

– Dobrze jest być starym człowiekiem! Chciałbym stać się dorosłym jeszcze szybciej.

◘ Skoro już nie boisz się zer, zrobimy sobie spacer po Wszechświecie. Jeśli w maciupeńkim kawałku twojego cukierka byłoby tylko 1000 atomów, to składałby się z 10 warstw po 100 atomów każda, a odległość między sąsiednimi atomami byłaby dziesięć razy mniejsza niż wielkość cukierka. Gdyby zawierał 10^{21} atomów, odległość między atomami byłaby 10^{7} razy mniejsza niż wielkość tego kawałka.

– Dlaczego?

◘ Bo 7 × 3 = 21. Pomyśl o poprzednim rachunku, gdzie było 1000, czyli 10^{3} atomów, a ta reguła stanie się dla ciebie oczywista. Twój cukierek ma długość 1 centymetra, ale odległość między atomami wynosi 0,000 0001 centymetra, co zapisujemy dla oszczędności papieru jako 10^{-7} cm. Daje ci to pojęcie o wielkości jednego atomu, która jest w rządku odległości między atomami w cukierku. Trzeba ich zgromadzić aż 100 milionów, żeby uzyskać wielkość cukierka. Sto milionów jest liczbą łatwą do wyobrażenia, ponieważ najbogatszy człowiek świata posiada 100 miliardów franków, czyli sumę 1000 razy większą. Gdyby ułożyć monety jednofrankowe jedna na drugiej, stos miałby wysokość 100 000 kilometrów, czyli nie sięgałby Księżyca, który jest w odległości 350 000 kilometrów od Ziemi.

– A co on robi z tymi pieniędzmi?

◘ Kupuje sobie bardzo drogie rzeczy. Na przykład takie obrazy, jakie widziałeś w muzeum. Może sobie zafundować roczną podróż na satelicie, otoczony bardzo drogimi obrazami i butelkami bardzo dobrego wina, a gdy wróci, będzie mógł zarobić jeszcze więcej pieniędzy, opowiadając, jak nudził się przez cały rok i co mu się śniło.

– Cały rok w muzeum! W życiu bym nie chciał. A poza tym chciałbym polecieć daleko. Dalej, jeszcze dalej! Aż do końca świata. Żeby odkrywać nowe światy.

◘ To bardzo trudne, chłopcze. Będziesz żył co najwyżej 100 lat.

– Chcesz powiedzieć: 10^{2} lat.

◘ Właśnie, a koniec Wszechświata jest odległy o 10^{10} lat, jeśli podróżować z prędkością światła, miliard kilometrów na godzinę. Nawet najbliższe planety, które być może są zamieszkane – lubię tak je sobie wyobrażać – przez istoty żywe, są zbyt odległe, byśmy mogli marzyć o dotarciu do nich. Byłoby już cudownie, gdybyśmy mogli pewnego dnia odebrać inteligentne przekazy, wysłane przez radio. Odkrywaj naszą planetę Ziemię – zobaczysz, że jest piękna i pełna tajemnic. Być może w całym Wszechświecie istnieje tylko jedna taka planeta.

– Jedna planeta – chcesz powiedzieć, 10^{0} planety?

◘ Właśnie. Wszystko zrozumiałeś. Możesz zostać fizykiem jądrowym lub astronomem.

– Eee! Wolałbym zostać strażakiem lub podróżnikiem.

◘ Powinieneś się jednak zastanowić! W ostatnich 50 latach zabawy z jądrem atomowym pozwoliły wytwarzać elektryczność, która ci daje światło, ale także przyniosły niebezpieczeństwo zagłady ludzkości. Powinieneś wraz z kolegami nauczyć się sprytnie z niej korzystać, tak aby przyczynić się do ogólnego dobrobytu, a nie do bogactwa i nieograniczonej potęgi garstki szaleńców, którzy w umyśle i głębi serca pozostali ludźmi prehistorycznymi.



Nadświetlne neutrina

Neutrino to niesamowicie tajemnicza i bardzo dziwna cząstka. Oznaczamy ją symbolem greckiej litery „ni" – **ν**. Odkrycie i poznawanie tej cząstki pozwoliło na zrozumienie wielu problemów zarówno fizyki jądrowej i cząstek elementarnych, jak i budowy Wszechświata.

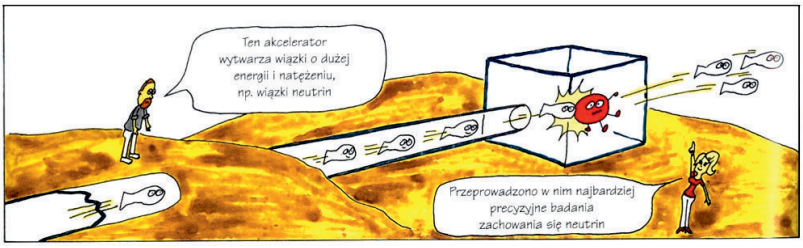


Neutrina są drugimi po fotonach najczęściej występującymi cząstkami we Wszechświecie. Powstają podczas reakcji jądrowych zachodzących np. w gwiazdach. Przemierzają cały Wszechświat nie bacząc na przeszkody. W ciągu każdej sekundy przez centymetr kwadratowy naszego ciała przechodzi 60 miliardów neutrin. Cząstki te mogą przechodzić prawie przez każdy rodzaj i grubość materii nie pozostawiając żadnego śladu, przy zachowaniu tego samego kierunku ruchu, który był im nadany podczas ich „stworzenia".

Neutrina stale jeszcze rzucają fizykom nowe wyzwania, które niektórzy z was będą mieli szansę podejmować. 23 września 2011 roku społecznością fizyków wstrząsnął wynik doświadczenia nazwanego OPERA, którego wynik sugeruje, że neutrina mogą poruszać się szybciej od światła. Zapewne wielu z czytelników słyszało, że zgodnie ze Szczególną Teorią Względności (STW) jest to niemożliwe, zatem jak sugerowały żądne sensacji media, Einstein miałby się mylić. Spokojnie, nic takiego na razie nie ma miejsca.

Przypomnijmy, że z Kosmosu nadlatuje strumień neutrin, który przeszywa nas i Ziemię, jakby nic nie stało mu na drodze. To „nic" to niesłychanie rzadkie przypadki, kiedy to neutrina są wychwytywane przez materię. Fizycy potrafią rejestrować neutrina, zliczać je, a nawet produkować w **akceleratorach**!

Otóż w akceleratorach przez rozpad innych produkowanych cząstek, np. pionów, powstają wiązki neutrin.



Energie tych neutrin mogą sięgać kilkudziesięciu GeV. Fizycy odkryli, że jest kilka rodzajów neutrin. Odkryli też przedziwną ich własność: jeden typ neutrin może zmieniać się w inny. Te dziwną własność (nazywaną oscylacją neutrin) fizycy badają w eksperymencie OPERA.



neutrino elektronowe ν_e



neutrino mionowe ν_μ



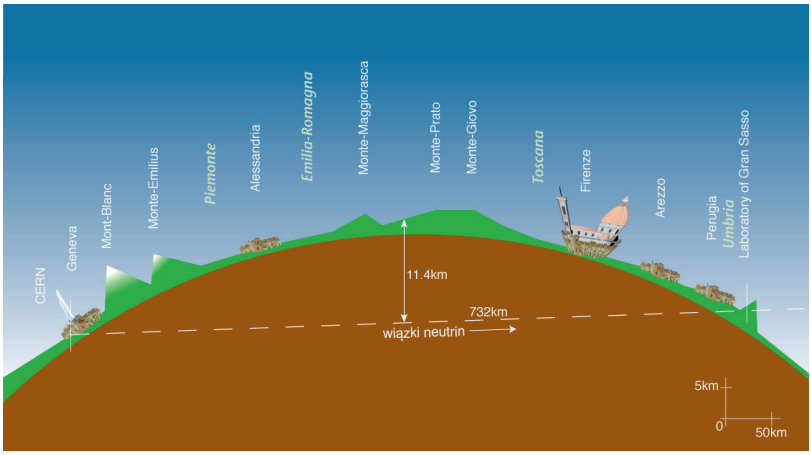
neutrino taonowe ν_τ

* Nadświetlne, czyli poruszające się z szybkością większą od szybkości światła w próżni, która wynosi 299 792 458 m/s i jest zwyczajowo oznaczana literą *c*.

Eksperyment OPERA

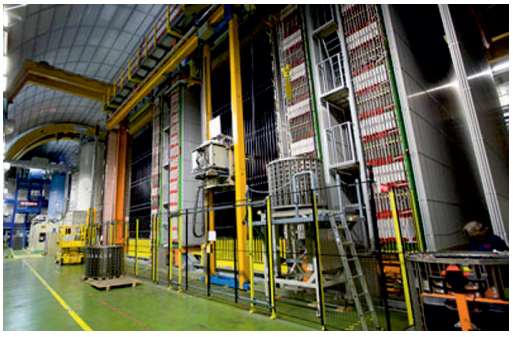
OPERA to akronim angielskiej nazwy: **O**scillation **P**roject with **E**mulsion-t**R**acking **A**pparatus (**O**scylacyjny **P**rojekt z użyciem **E**mulsyjnego **R**ejestrującego **A**paratu).

Neutrina powstające w Supersynchrotronie Protonowym w CERNie wędrują przez wnętrze Ziemi do znajdującego się w odległości 730 km laboratorium INFN Gran Sasso we Włoszech.



Wyniki pomiaru wykazały, że neutrina docierały do laboratorium w Gran Sasso o około 60 ns* wcześniej, niż gdyby się poruszały z prędkością światła.

W czasie trwającego 3 lata eksperymentu udało się zarejestrować przeszło 15 000 neutrin i zmierzyć czas przebycia drogi z CERNu do INFN. Stwierdzono, że neutrina poruszały się z prędkością równą średnio 1,00002 prędkości światła.



Detektor neutrin w Gran Sasso

Do eksperymentu OPERA użyto detektora cząstek, który został zaprojektowany i zrealizowany przez ogromny zespół naukowców z całego świata. Konkretnym celem eksperymentu była identyfikacja i rejestracja neutrin τ (tau) powstałych w tzw. procesie oscylacji, czyli przekształcaniu się jednych neutrin w drugie. Dodatkowo udało się zmniejszyć ich szybkość.

* Nanosekunda to 10^{-9} s; w czasie 1 ns światło w próżni przebywa odległość 0,3 m.

Detektor jest obiektem ważącym około 1800 ton i posiadającym „serce” składające się z 150 tys. małych jednostek zwanych „cegiełkami”. Każda cegiełka to jakby wyspecjalizowany aparat fotograficzny, przekładaniec warstw emulsji fotograficznej i warstw płytek ołowiowych, w których zachodzi oddziaływanie neutrin z materią.

Pomiar polegał na dokładnym zmierzeniu odległości pomiędzy miejscem powstania neutrina a miejscem oddziaływania w detektorze. Niby bardzo proste, ale trzeba sobie zdać sprawę z koniecznej precyzji doświadczenia.

W eksperymencie OPERA użyto najlepszych urządzeń na świecie, w tym zaawansowanych systemów GPS oraz zegarów atomowych, które pozwoliły na uzyskanie dokładności pomiaru czasu poniżej 10 ns. Odległość między LHC w CERNie a detektorem OPERA wynoszącą ponad 730 km w linii prostej pod powierzchnią Ziemi, zmierzono z dokładnością do 20 cm! Dokładność tego pomiaru była tak wielka, że wykryto ruch skorupy ziemskiej, jaki powstał w wyniku trzęsienia ziemi we Włoszech w trakcie trwania eksperymentu. Oszacowano, że brak dokładnej informacji o miejscu powstania konkretnego neutrina, nie wpływał znacząco na wynik eksperymentu.

Największym problemem była synchronizacja zegarów, ale poradzono sobie i z tym. Oczywiście zegary mierzące czas w obu laboratoriach musiały być zsynchronizowane poprzez sygnał czasu pochodzący z tego samego satelity GPS.

Jak już pisaliśmy w *Neutrinie* nr 2 (2008), noblista – Japończyk Koshiba – zbudował detektory neutrin w starej kopalni Kamioka: *Kamiokande* i *SuperKamiokande*. W 1987 r. wykrył on neutrina pochodzące z eksplozji Supernowej w Obłoku Magellana, odległej około 180 000 lat świetlnych od Ziemi. Detektory zarejestrowały wtedy pojedyncze oddziaływania neutrin pochodzących z tego wybuchu. Neutrina dotarły do nas niemal równocześnie z błyskiem świetlnym. Gdyby ich szybkość stanowiła 1,00002 prędkości światła *c*, jak to sugerują wyniki eksperymentu OPERA, neutrina dotarłyby do Ziemi aż o cztery lata wcześniej! Tymczasem detektory, które działały już wtedy, nie zanotowały w tym czasie żadnej nadwyżki rejestrowanych neutrin (zainteresowanym polecamy artykuł Krzysztofa Fiałkowskiego *Neutrina szybsze od światła?*, *Foton* 115, 2011; http://www.if.uj.edu.pl/Foton/).

Tak więc obecnie fizycy mają ręce pełne roboty. Albo w interpretacji wyników coś pominięto i w związku z tym wynik musi być potwierdzony przez inne grupy doświadczalne, albo przyczyn należy szukać gdzie indziej. W ciągu ostatnich stu lat wykonano tysiące obserwacji astronomicznych oraz doświadczeń w zakresie fizyki atomowej i nie stwierdzono niczego, co by podważało Szczególną Teorię Względności.



Należy podkreślić, że **wynik eksperymentu OPERA nie jest sprzeczny ze Szczególną Teorią Względności**. Być może czegoś jeszcze nie wiemy o tajemniczych neutrinach! Do tej pory opublikowano ponad sto prac, w których autorzy proponują rozwikłanie zagadki.

Z.G-M

Żarówki energooszczędne

Tradycyjne żarówki odchodzą powoli do lamusa. Ich miejsce mają stopniowo zająć oszczędniejsze źródła światła, takie jak kompaktowe lampy fluorescencyjne (w skrócie CFL, od ang. ***C**ompact **F**luorescent **L**amp*), zwane potocznie „żarówkami energooszczędnymi”. Ta popularna nazwa jest nieco myląca, ponieważ sugeruje, że do wytwarzania światła wykorzystuje się proces żarzenia jakiegoś materiału. Jest to prawdą tylko w przypadku żarówek tradycyjnych, gdzie źródłem światła jest rozżarzone metalowe włókno (rys. 1).

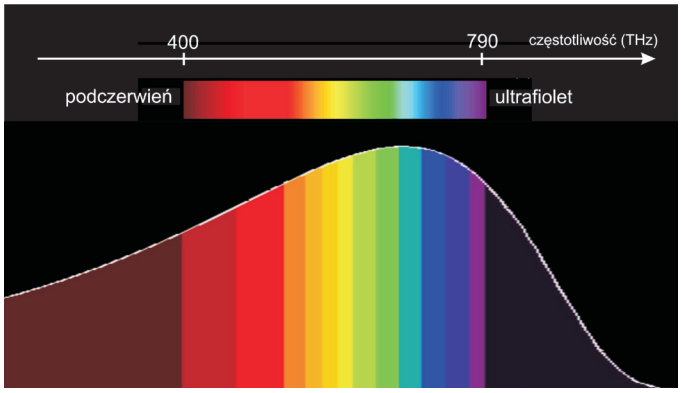


Rys. 1. Budowa tradycyjnej żarówki

Drut wykonany z wolframu – żarnik – umieszczony jest wewnątrz szklanej bańki wypełnionej mieszaniną argonu i azotu. Obecność tych gazów przyczynia się do zwiększenia trwałości żarówki. Pod wpływem przepływającego prądu włókno wolframowe rozgrzewa się do bardzo wysokiej temperatury. Powoduje to emisję promieniowania elektromagnetycznego w bardzo szerokim zakresie częstotliwości (patrz Ramka 1). Mimo, że żarówki służą do oświetlania, są one przede wszystkim silnym źródłem fal w zakresie podczerwieni, dzięki czemu żarówka nie tylko świeci, ale również grzeje.

RAMKA1. Widmo promieniowania widzialnego

Dla każdego źródła światła można przedstawić charakterystyczny wykres, zwany *widmem*. Oś pozioma odpowiada na tym wykresie różnym częstotliwościom, czyli różnym kolorom światła. Na osi pionowej zaznacza się intensywność każdej barwy występującej w widmie.



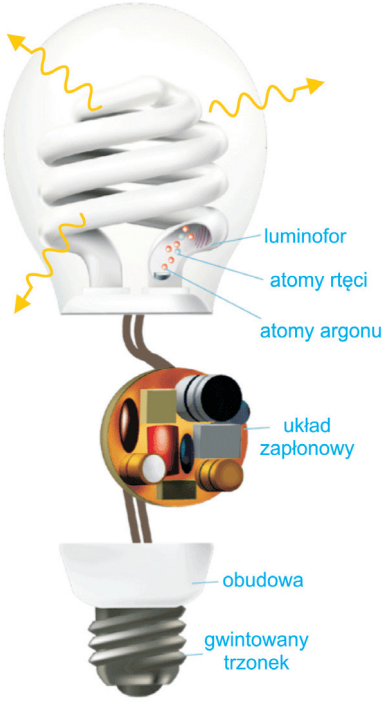
Rys. 2. Widmo światła

Jeśli źródło światła emituje wszystkie kolory z zakresu widzialnego o zbliżonej intensywności, to takie światło odbieramy jako białe. Jeśli światło o pewnych częstotliwościach jest znacznie bardziej intensywne niż pozostała część widma, to źródło światła będzie się wydawać lekko zabarwione. Przykładowo, w widmie niektórych gwiazd (np. Betelgezy w gwiazdozbiorze Oriona) dominuje kolor pomarańczowo-czerwony i dlatego gwiazdy te mają wyraźnie czerwony odcień, podczas gdy w widmach innych gwiazd przeważa barwa fioletowo-niebieska (np. Bellatrix w gwiazdozbiorze Oriona) i dlatego wydają się one niebieskie.

Zakres promieniowania widzialnego odpowiada częstotliwościom od około 400 THz ($4{,}0 \times 10^{14}$ Hz – światło czerwone) do około 790 THz ($7{,}9 \times 10^{14}$ Hz – światło fioletowe). Niższe częstotliwości to tzw. podczerwień. Jeśli maksimum intensywności źródła światła przypada w tym zakresie (co ma miejsce w tradycyjnych żarówkach), to takie źródło przede wszystkim mocno grzeje. Natomiast jeśli maksimum wypada powyżej zakresu widzialnego, to lampa emituje dużo promieniowania ultrafioletowego (tak jest w przypadku świetlówek).

Na jakiej zasadzie działają w takim razie lampy fluorescencyjne i czy generowane przez nie światło różni się czymś od światła tradycyjnych żarówek?

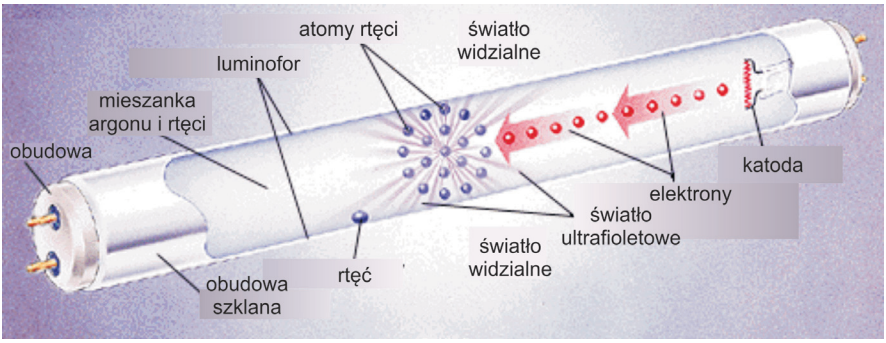
Lampy fluorescencyjne, nazywane również świetlówkami, składają się ze szklanej bańki wypełnionej gazem pod niskim ciśnieniem oraz układu zapłonowego i elektrod.



Rys. 3. Budowa kompaktowej lampy fluorescencyjnej (świetlówki)

Wewnętrzne ścianki świetlówki pokryte są luminoforem – substancją, która świeci pod wpływem padającego na nią promieniowania ultrafioletowego. Od tego, jaki konkretny związek chemiczny zostanie zastosowany do pokrycia ścianek, zależy kolor wytwarza-

nego przez lampę światła. Ale skąd bierze się w lampie fluorescencyjnej promieniowanie ultrafioletowe? Po podłączeniu świetlówki do zasilania pomiędzy elektrodami pojawia się pole elektryczne. Jedna z elektrod (katoda) ulega podgrzaniu pod wpływem przepływającego przez nią prądu i zaczyna emitować elektrony, które przyciągane są w kierunku elektrody dodatniej (anody). Przemieszczające się w polu elektrostatycznym elektrony mogą ulec zderzeniu z atomami gazu wypełniającego świetlówkę. W skład tego gazu wchodzi głównie argon, z niewielką domieszką par rtęci. Jeśli rozpędzony elektron napotka na swojej drodze atom rtęci, to może przekazać mu część lub całość swojej energii. Taki atom z nadwyżką energii znajduje się w tzw. stanie wzbudzonym. Może się on pozbyć nadmiarowej energii emitując promieniowanie ultrafioletowe. To właśnie promieniowanie atomów rtęci pobudza następnie do świecenia warstwę luminoforu pokrywającą wewnętrzne ścianki lampy.



Rys. 4. Mechanizm wytwarzania światła w lampie fluorescencyjnej

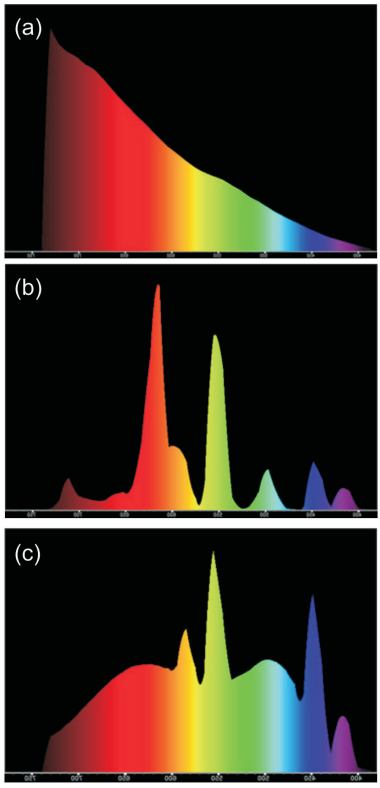
Jak porównywać źródła światła różnych typów?

Istnieje szereg parametrów, które umożliwiają porównywanie źródeł światła. Jeden z nich to, opisane w Ramce 1, *widmo światła*. Na rys. 4 porównane zostały widma dwóch świetlówek kompaktowych z widmem tradycyjnej żarówki w zakresie promieniowania widzialnego.

Można zauważyć, że w przypadku tradycyjnej żarówki dominujące jest promieniowanie z czerwonego krańca zakresu widzialnego. Natomiast w przypadku świetlówek obserwuje się wyraźne maksima odpowiadające różnym częstotliwościom z zakresu widzialnego, przy czym generalnie odpowiadają one barwom znajdującym się w środkowej części widma. Oznacza to, że odbierany przez nas kolor światła generowanego przez świetlówkę jest inny niż tego wytwarzanego przez żarówkę tradycyjną. Jeśli jesteśmy przyzwyczajeni do tradycyjnego typu oświetlenia warto na to zwrócić uwagę przy zakupie lamp fluorescencyjnych. Na rynku dostępny jest szeroki wybór świetlówek różnych producentów, co umożliwia dobranie świetlówki o odpowiadającej nam barwie.

Innym ważnym parametrem jest *sprawność energetyczna*. Jest to wielkość, która określa, jaka część energii elektrycznej zostaje zamieniona na światło. W przypadku żarówek tradycyjnych sprawność jest rzędu 2% (tylko!), a dla kompaktowych lamp fluorescencyjnych sprawność wynosi około 10%.

Istotne jest jednak nie tylko to, by żarówka była wydajna, ale także by intensywność produkowanego przez nią światła była dostosowana do potrzeb użytkownika. Niewielki będziemy mieli pożytek z żarówki nawet o bardzo dużej sprawności, jeśli będzie świecić zbyt słabo. Dlatego ważnym parametrem przy porównywaniu źródeł światła jest tzw. *strumień świetlny* źródła, który określa ilość energii promieniowania wyprodukowaną w jednostce czasu.



Rys. 5. Porównanie widm w zakresie promieniowania widzialnego: a) żarówka tradycyjna, b), c) dwie różne świetlówki kompaktowe

RAMKA 2. Strumień świetlny

Strumień świetlny definiuje się jako całkowitą energię wyemitowanego promieniowania (w zakresie czułości ludzkiego oka) przypadającą na jednostkę czasu. Jednostką strumienia świetlnego jest *lumen*. Przykładowo, strumień świetlny 100 watowej żarówki tradycyjnej wynosi około 1400 lumenów. Zgodnie z wytycznymi Unii Europejskiej na opakowaniach wszystkich świetlówek producenci powinni obecnie podawać tę wielkość, aby ułatwić konsumentom porównywanie nowych źródeł światła z żarówkami tradycyjnymi.

W celu oszacowania wydajności różnych źródeł światła należy dla każdego z nich wyznaczyć tzw. *skuteczność świetlną*. W tym celu trzeba podzielić strumień świetlny (w lumenach) przez moc źródła światła (w watach). Skuteczność świetlna tradycyjnych żarówek to około 10–20 lumenów/wat. W przypadku świetlówki kompaktowej skuteczność świetlna mieści się w zakresie od 40 do 90 lumenów/wat.

Czy kompaktowe lampy fluorescencyjne są energooszczędne?

Producenci świetlówek, zachęcając do kupna swoich produktów, posługują się sloganami reklamowymi, w których porównują wydajność lamp fluorescencyjnych do wydajności tradycyjnych żarówek lub zapewniają, że koszty zakupu droższej świetlówki zwracają się już po krótkim czasie. Żeby przekonać się, ile prawdy zawierają reklamy, najlepiej samemu przeprowadzić trochę rachunków.

Weźmy przykładową świetlówkę kompaktową o mocy 15 W. Strumień świetlny takiej świetlówki odpowiada mniej więcej strumieniowi świetlnemu 60 watowej żarówki tradycyjnej. Na opakowaniach producenci podają zwykle tzw. *czas życia* żarówki. Jest to czas, po którym średnio połowa żarówek ulega awarii. W przypadku żarówki tradycyjnej czas ten wynosi przeciętnie 1000 godzin, a dla świetlówek – około 6000 godzin. Jeśli przyjmiemy, że źródło światła włączamy codziennie przez około 6 godzin, to średni czas życia świetlówki (6000 godzin) wynosi mniej więcej 3 lata użytkowania.

Spróbujmy obliczyć koszty poniesione przez użytkownika podczas czasu życia świetlówki kompaktowej. Do ceny samej żarówki (około 30 zł) należy doliczyć koszt energii elektrycznej wykorzystanej w tym czasie. Przez 6000 godzin 15 watowa świetlówka zużyje $15 \times 6000 = 90\,000$ Wh = 90 kWh. Jeśli przyjąć, że średnia cena 1 kWh energii to 0,40 zł, to koszt energii elektrycznej wyniesie $90 \times 0{,}40 = 36$ zł. Wobec tego całkowite koszty związane z użytkowaniem świetlówki przez 3 lata wynoszą 30 + 36 = 66 zł, co daje 22 zł rocznie.

Jakie koszty poniesiemy w tym samym czasie mając do dyspozycji żarówki tradycyjne? Rozważając ten sam przedział czasowy (6000 godzin) będziemy potrzebować 6 żarówek o mocy 60 W (cena żarówki 1,5 zł). Zużyjemy w tym czasie $60 \times 6000 = 360\,000$ Wh = 360 kWh energii, za którą zapłacimy $360 \times 0{,}40 = 144$ zł. Doliczając do tego cenę samych żarówek otrzymujemy całkowity koszt użytkowania żarówek tradycyjnych w ciągu 3 lat wynoszący 153 zł, co odpowiada 51 zł rocznie. Przy przyjętych założeniach średnie roczne oszczędności przy zamianie żarówki tradycyjnej na świetlówkę kompaktową wynoszą więc 29 zł.

Dyrektywa europejska dotycząca wycofywania z użytku tradycyjnych żarówek ma na celu zmniejszenie zużycia energii. Z powyższych obliczeń wynika, że cel ten zostanie osiągnięty przy zamianie żarówek na kompaktowe świetlówki. Warto jednak pamiętać, że w dyskusjach na temat wynikających z tej zmiany korzyści ekologicznych często nie uwzględnia się takich czynników jak koszty związane z produkcją oraz jej energooszczędność. Nie bierze się również pod uwagę cen surowców oraz kosztu recyklingu zużytych świetlówek. „Ekologiczność" wyrobu powinna być oceniana na podstawie całości procesu produkcyjnego: od pozyskiwania materiałów po utylizację odpadów. Ponieważ żarówki tradycyjne są również źródłem ciepła należałoby także przeprowadzić analizę pozwalającą oszacować, jak wycofanie żarówek wpłynie na wzrost kosztów ogrzewania pomieszczeń.

Decydując się na wybór zamienników tradycyjnych żarówek należy także zwrócić uwagę na to, że kompaktowe świetlówki szybciej się psują, jeśli są często włączane i wyłączane. Chcąc uniknąć częstej wymiany świetlówek w pomieszczeniach, w których często włącza się światło, warto zainwestować na przykład w droższe lampy diodowe (LED).

RAMKA 3. Bezpieczeństwo świetlówek

Kompaktowe lampy fluorescencyjne, podobnie jak tradycyjne biurowe świetlówki, zawierają niewielką ilość rtęci. Dlatego zużytych świetlówek kompaktowych nie wolno wyrzucać do śmieci, lecz należy je wkładać do specjalnych pojemników do recyklingu znajdujących się na przykład w dużych supermarketach. Dzięki temu możliwe jest także odzyskanie pokrywającego ścianki luminoforu oraz innych elementów świetlówki. W przypadku zbicia lampy fluorescencyjnej, należy natychmiast opuścić i dobrze wywietrzyć pomieszczenie, a resztki zbitej świetlówki zebrać za pomocą mokrej ścierki (nie odkurzacza!).



KC

Zadania

1. Jak się zmieni jasność żarówek połączonych szeregowo, jeśli ich liczba ulegnie zwiększeniu?

Dodanie nowych żarówek spowoduje zwiększenie oporu obwodu. Wskutek tego natężenie prądu zmaleje i żarówki będą świecić słabiej.

2. Żarówki połączono równolegle. Jedna z żarówek przepaliła się. Jak się zmieniło wówczas natężenie prądu w pozostałych żarówkach?

Przepalenie się jednej żarówki nie wpływa na działanie pozostałych. Natężenie prądu w każdej gałęzi jest – zgodnie z prawem Ohma – równe stosunkowi napięcia do oporu. Wielkości te nie ulegają zmianie, dzięki czemu prąd płynący przez każdą gałąź pozostaje niezmieniony. Całkowite natężenie prądu w obwodzie ulega jednak zmniejszeniu o wartość równą natężeniu prądu płynącego przez rozważaną żarówkę przed jej przepaleniem. Natężenia prądów w pozostałych żarówkach nie zmienią się.

3. Jak zmieni się jasność żarówek połączonych równolegle, gdy dołączymy do nich (równolegle) dodatkowe żarówki?

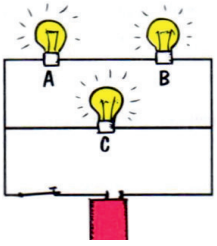
Jasność żarówek nie zmieni się po dodaniu nowych żarówek (lub odłączeniu części żarówek). Zmieni się jedynie opór całkowity obwodu i całkowite natężenie prądu płynącego przez baterię (bateria również ma pewien opór, który jednak tu pomijamy). Po dołączeniu nowych żarówek zwiększa się liczba ścieżek między biegunami baterii, co oznacza zmniejszenie oporu obwodu. Zmniejszenie oporu powoduje zwiększenie natężenia prądu i niesionej przez niego energii, potrzebnej do świecenia tych żarówek. Całkowite opór i natężenie ulegają zmianie, ale nie zmieniają się opory i natężenia prądu w poszczególnych gałęziach.

4. Czy płacąc rachunek „za prąd” płacisz za: natężenie prądu, napięcie, moc czy energię?



Za energię elektryczną.

5. W obwodzie pokazanym na rysunku znajdują się trzy jednakowe żarówki. Która z nich świeci najjaśniej? Która pobiera najwięcej prądu? Co się stanie, gdy wykręcimy żarówkę A, a co – gdy wykręcimy żarówkę C?



Najjaśniej świeci żarówka C, gdyż płynie przez nią prąd o większym natężeniu niż przez żarówki A i B. Gdy wykręcimy żarówkę A – będzie świecić tylko żarówka C, gdy wykręcimy żarówkę C – świecą żarówki A i B.

6. Gdy zbyt dużo żarówek połączymy szeregowo i podłączymy do baterii, możemy zauważyć, iż są one ciepłe, ale nie świecą. Jak to wytłumaczyć?

Żarówki z powodu mniejszego natężenia płynącego przez nie prądu nagrzewają się do temperatury, przy której wysyłają promieniowanie podczerwone, jest ona jednak zbyt niska, by emitować światło.

Z.G-M

Lodówki z klasą

Dostałem wypłatę, teraz przyszła kolej na zapłacenie rachunków. Czynsz, gaz, internet, prąd…, o jaki wysoki rachunek! A przecież mam nowoczesne, energooszczędne żarówki, mój laptop zużywa niewiele prądu, a telewizji prawie nie oglądam. Skąd więc taki wysoki rachunek? Który z moich sprzętów domowych „żre" tyle prądu? Może to moja stara lodówka (choć ma „dopiero" kilkanaście lat). Nie dość, że drzwiczki trochę się nie domykają, to jeszcze czasami w nocy „chodzi" tak głośno, że spać nie mogę. Chyba trzeba będzie wymienić ją na nowszy model. Jadę do sklepu ze sprzętem AGD.

No to jestem w sklepie. O, tu są lodówki, cały rząd. Małe i duże, z zamrażalnikiem u dołu lub na górze. Na każdej kartka z podanymi wymiarami, pojemnością i jakieś litery. Sam nie wiem, którą wybrać. Może poproszę o pomoc sprzedawcę! Właśnie się zbliża.

♦ *Dzień dobry, w czym mogę pomóc?*

– Dzień dobry. Chciałem kupić lodówkę. Taką, żeby zużywała mało prądu.

♦ *Jeśli mogę zwrócić uwagę, to poprawna nazwa to „chłodziarka".*

– Tak? To dlaczego często mówi się „lodówka"?

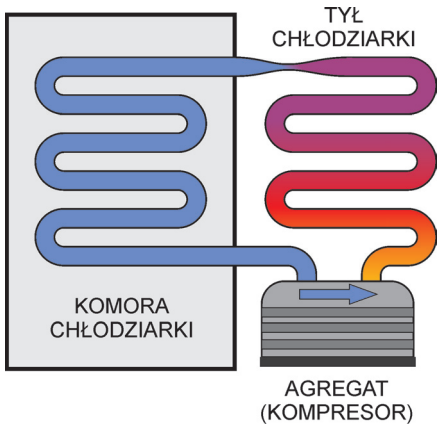
♦ *Na początku ubiegłego wieku, zanim jeszcze skonstruowano chłodziarki elektryczne, łatwo psujące się produkty przechowywano w specjalnych szafkach. Do szafek tych wkładano również lód, który topniejąc ochładzał produkty. Stąd właśnie pochodzi nazwa „lodówka". Urządzenia obecnie używane do chłodzenia nie używają lodu, lecz są zasilane prądem elektrycznym.*

– A dlaczego chłodziarka w ogóle potrzebuje prądu? Czy po to, aby „wytworzyć zimno"?

♦ *Prawdę mówiąc, chłodziarka nie „wytwarza" zimna. Powiem więcej: przepływający prąd nawet wytwarza ciepło, tzn. podnosi temperaturę otoczenia, jak to ma miejsce np. w żelazku lub grzejniku elektrycznym.*

– To w takim razie jak działa chłodziarka? Czy może mi pan to wyjaśnić?

♦ *Proszę bardzo! Otóż, chłodziarkę można by nazwać pompą ciepła. Odpowiednia substancja, tzw. czynnik chłodniczy, pobiera ciepło z wnętrza chłodziarki, gdzie przechowywane są produkty, a oddaje to ciepło na zewnątrz, do znajdującego się z tyłu chłodziarki tzw. skraplacza. W chłodziarce znajduje się też kompresor (tzw. agregat), który powoduje, że czynnik chłodzący krąży w obiegu zamkniętym. Bardzo ważnym elementem jest termostat, który w razie zwiększenia się temperatury włącza agregat, a wyłącza go, gdy temperatura jest już niska. Dzięki termostatowi chłodziarka nie pracuje bez przerwy, co pozwala zmniejszyć zużycie energii elektrycznej. Chłodziarka musi być dobrze wyizolowana termicznie, co oznacza, że obudowa nie może przepuszczać ciepła. Jeśli ciepło z zewnątrz dostanie się do wnętrza chłodziarki, wtedy temperatura wewnątrz podnosi się i termostat włącza agregat chłodniczy, który zużywa prąd.*



– A dlaczego ciepło nie może samoczynnie przejść z wnętrza chłodziarki na zewnątrz? Wtedy chłodziarka nie zużywałaby prądu!

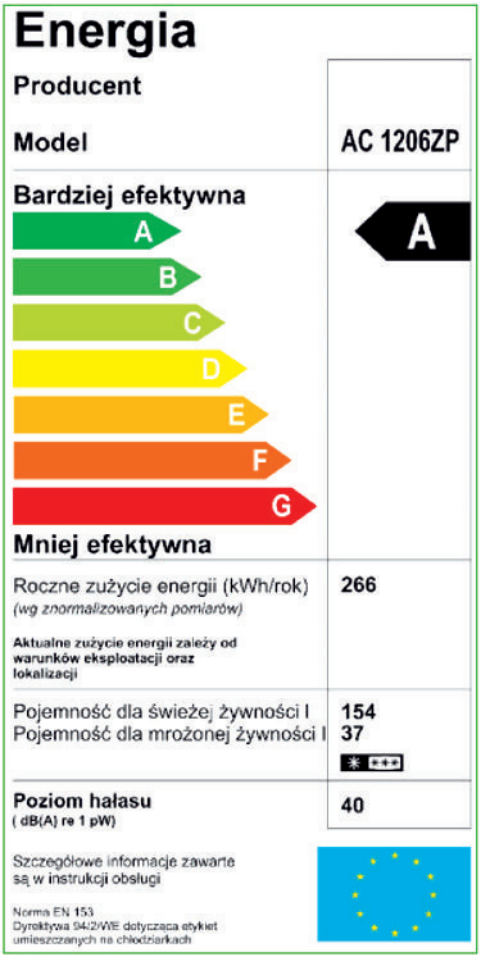
♦ *To jest jedno z podstawowych praw przyrody. Samorzutnie ciepło może przepływać tylko od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze.*

– Teraz już rozumiem. Wspomniał pan o zmniejszeniu zużycia prądu. Po czym rozpoznać, która chłodziarka zużywa mało prądu?

♦ *O tym, ile prądu zużywa chłodziarka informuje klasa energetyczna, oznaczona literą na kolorowej etykiecie. Im wyższa klasa energooszczędności tym urządzenie jest bardziej efektywne, oszczędne i przyjazne środowisku. Rozróżnia się klasy od G (najniższa) do A (najwyższa). Gdy producenci zaczęli wprowadzać na rynek chłodziarko-zamrażarki przewyższające oszczędnościami wymogi określone dla najwyższej klasy, najpierw wprowadzono klasę A+, a później również A++. Najmniej prądu zużywają chłodziarki klasy A++. Większość dostępnych na rynku chłodziarek mieści się w kategorii A lub B, w praktyce trudno już spotkać chłodziarki o niższej klasie.*

– Czy klasa energooszczędności ma duże znaczenie?

♦ *Tak. Chłodziarka lub zamrażarka z klasą A+ zużywa nawet o 25% mniej energii niż urządzenie z klasą A, nato-*



Przykładowa etykieta

miast chłodziarka klasy A++ zużywa nawet o 45% mniej prądu. Kupując chłodziarkę o jedną klasę lepszą, możemy zaoszczędzić na rachunku nawet kilkadziesiąt złotych rocznie.

– I te informacje znajdę na etykiecie energetycznej, znajdującej się na każdej chłodziarce w sklepie?

♦ *Tak. Na etykiecie jest napisane, jaką posiada klasę energetyczną oraz ile prądu zużywa rocznie (kWh/rok) i jaką ma pojemność (w litrach).*



– Dziękuję za wszystkie informacje. Dużo się dowiedziałem. Idę wybierać chłodziarkę i bedę czytać etykiety energetyczne. Mam jeszcze jedno pytanie: skąd pan tyle wie o lodówkach, przepraszam – o chłodziarkach?

♦ *Nauczyłem się tego na lekcjach fizyki w szkole.*

WZ

Thomas Alva Edison (1847–1931) ikona Stanów Zjednoczonych, genialny samouk

Czy genialny wynalazca, samouk, już w dzieciństwie okazywał swój niezwykły talent? Jakie warunki pozwoliły na rozwinięcie się tego talentu? Co miało wpływ? Dom? Szkoła? Kim byli ludzie mający wpływ na jego rozwój? „Czas historyczny", w którym przypadło żyć Edisonowi?



Thomas Alva Edison odziedziczył po przodkach pionierską twardą naturę: ciekawość świata, odwagę i niewiarygodną wytrwałość. Posiadał wszystkie cechy niezbędne do podboju świata; wybrał świat techniki. Przodkowie Edisona przybyli z Holandii około roku 1730. Losy ich rodziny mogłyby posłużyć za kanwę filmu o pionierach amerykańskich. Czasy powstania w Kanadzie oraz wojna secesyjna zahartowały rodzinę i sprawiły, że dzieciństwo Edison miał dalekie od cieplarnianego, pomimo iż wzrastał w rodzinie otoczony czułością i dbałością.

Czasy, w jakich przyszło żyć Thomasowi Edisonowi, są znane niektórym czytelnikom *Ani z Zielonego Wzgórza*, z tym, że Ania była na swojej wyspie św. Edwarda odizolowana przez autorkę książki od zawirowań historycznych.



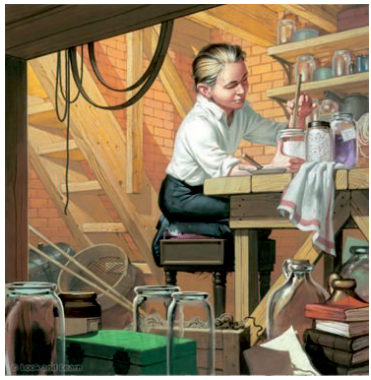
Ojciec – Samuel Edison, wysoki, postawny mężczyzna, uczestnik powstania w Kanadzie – po pełnej przygód ucieczce z Kanady do Stanów Zjednoczonych osiadł z rodziną w 1842 roku w stanie Ohio w miasteczku Milan. Samuel Edison parał się przemysłem drzewnym. Matka Thomasa Nancy (zdjęcie obok), nauczycielka, była córką pastora i, jak to często bywało w takich wypadkach, była osobą starannie wykształconą.

Thomas Alva urodzony w 1847 roku był siódmym, najmłodszym dzieckiem państwa Edisonów. Niestety z rodzeństwa przeżyło tylko dwoje braci i siostra. Wszyscy byli bardzo zdolni, osiągnęli to, co się nazywa sukcesem życiowym.

Mama od najwcześniejszego dzieciństwa rozwijała wrodzoną ciekawość syna. Podobno mały Thomas zaintrygowany gęsią wysiadującą jaja, postanowił sam na nich usiąść. Być może z powodu słabego zdrowia, częstych przeprowadzek i trudnej finansowej sytuacji rodzinnej, Thomas poszedł do szkoły dopiero w wieku ośmiu lat. Szko-

ły powszechne w tamtych czasach bywały często jednoizbowe, z łączonymi klasami. Zamiast zeszytów używano tabliczek i rysika. Szkoła, do której posłano małego Edisona, nie potrafiła rozpoznać talentów ucznia. Uważano go bowiem za ociężałego, a nawet wręcz za głupka. Nauczyciela denerwowało, że zadawał zbyt dużo pytań. Pewnego razu, gdy nauczyciel nazwał go tumanem, matka dowiedziawszy się o tym przyszła zdenerwowana do szkoły, aby powiedzieć nauczycielowi, że jej syn ma więcej rozumu w małym paluszku, niż on w całym ciele. Matka zdecydowała kontynuować jego naukę w domu; nauczyła go czytania, pisania i arytmetyki, wprowadzała w świat muzyki, zaś ojciec zapoznał go z ideami amerykańskiego filozofa Thomasa Paine'a. Zabierał też często syna w swoje podróże służbowe.

Czytanie stało się pasją Thomasa, który już jako dziesięciolatek czytał nie tylko powieści, ale także popularne magazyny naukowe z różnych dziedzin. Pomimo wyraźnego technicznego zacięcia, Thomas czytywał Shakespeare'a oraz rozmaite książki historyczne. Mama Thomasa była dość wyjątkową osobą, która potrafiła zrobić z nauczania zabawę. Czyniła to tak dobrze, że w pewnym momencie przestała panować nad pasją poznawczą syna.



Dziesięcioletni Edison już tak wiele eksperymentował w domu, między innymi wykonując doświadczenia chemiczne, że rodzina „wysiedliła" go wraz z jego laboratorium do piwnicy. Pewnego razu, jak głosi anegdota, miał namówić kolegę do zjedzenia środka do spieniania oranżady (sody?), aby sprawdzić czy kolega z żołądkiem wypełnionym gazowym dwutlenkiem węgla, uniesie się w powietrze. Koty służyły mu do eksperymentów z elektrostatyki. Ponieważ budżet młodego naukowca przekraczał możliwości rodziców, w wieku 12 lat zaczął zarabiać jako kurier rozwożący gazety koleją parową. Wykazał się tu wręcz genialnym pomysłem.

W czasie trwania wojny secesyjnej Edison zajmując się roznoszeniem gazet, wpadł na pomysł olbrzymiego zarobku. Namówił telegrafistę by przesłał do wielu miast telegrafem wiadomość o bitwie pod Shiloh. Edison zakupił wtedy 1500 gazet, zamiast jak zwykle 100, i jadąc pociągiem wysiadał z gazetami na stacjach wielkich miast, które dostały już telegraficzny przekaz o bitwie. Sprzedał wszystkie gazety. W zależności od informacji, jakie miał o losach wojny, przewidywał liczbę egzemplarzy, które następnie sprzedawał. Zarobione pieniądze inwestował w doświadczenia, które – o zgrozo – wykonywał również w pocztowym wagonie kolejowym. Niestety spowodował kiedyś pożar i jazdy koleją skończyły się.

A oto co sam Edison w 1905 roku powiedział o swojej edukacji:

Pytanie: Czy lubiłeś matematykę?

Edison: Nie za bardzo. Kiedy miałem jedenaście lat próbowałem czytać *Zasady* Newtona. To mnie zniechęciło do czystej matematyki.

Pytanie: Czy chciałeś się uczyć?

Edison: Tak, oczywiście. Próbowałem przeczytać wszystko, co było w bibliotece w Detroit, ale przeszkodziły mi w tym inne rzeczy.

Pytanie: Byłeś molem książkowym i marzycielem?

Edison: Wcale nie.

Pytanie: A jakie były początki twojej drogi jako wynalazcy?

Edison: Przeprowadziłem linię telegraficzną pomiędzy moim domem a domem kolegi. Zrobiłem ją ze starego kabla, jakiejś rury od piecyka oraz izolatorów z butelek. Nigdy nie zależało mi

na oszczędzaniu pieniędzy dla nich samych. Nie oglądając się na przyszłe potrzeby życiowe, każdy grosz przeznaczałem na książki naukowe i materiały do eksperymentów. Bardzo mi to pomogło w późniejszych sukcesach. Żaden z moich wynalazków nie był przypadkowy. Zawsze ściśle trzymałem się tego, żeby dokonywać wynalazków pożytecznych. Nie traciłem nigdy czasu na elektryczne cudeńka, których jedyna wartość polega na tym, że są nowe i dlatego wzbudzają zainteresowanie.

W czasie jednego z wypadków kolejowych częściowo ogłuchł, ale nie stanowiło to dla niego większego problemu, nawet miał zwyczaj mówić, że w takim stanie głuchoty lepiej mu się rozmyśla.

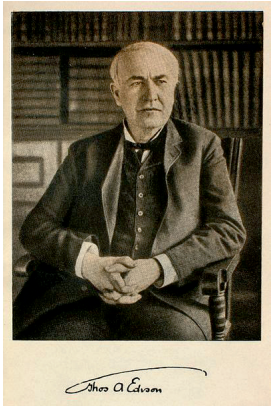


Pierwsza posada Thomasa Edisona związana była z telegrafem. Dla firmy telegraficznej dokonał wielu udoskonaleń, które opatentował. Był człowiekiem morderczej pracy, niebywale wytrwałym.

W pracy nad udoskonaleniem żarówki wykonał ponad tysiąc prób, by znaleźć odpowiedni materiał na włókno żarnika w żarówce. Wprawdzie to nie Edison był twórcą pierwszych żarówek, ale jednak dzięki niemu żarówki weszły do powszechnego użycia. Dzięki Edisonowi powstała w 1886 roku pierwsza miejska elektrownia i sieć energetyczna.

Pomimo poważnej głuchoty „ukochanym dzieckiem" Edisona był gramofon, praprzodek odtwarzaczy mp3.

Edison żył w czasach narodzin i odkrywania praw elektromagnetyzmu i, tak jak Michael Faraday, który żył i działał w Anglii, był samoukiem. Nie ukończył szkoły średniej i nie wybrał się na studia, choć wtedy działały już pierwsze amerykańskie uniwersytety, jak np. Harvard i Columbia w Nowym Yorku oraz w Bostonie. Dostępne też były dla szerokiej publiczności bezpłatne biblioteki, z których Edison obficie korzystał. Zapewne z mozołem przedzierał się przez prace Faradaya, by natychmiast samemu eksperymentować, sprawdzać doświadczenia uczonego i wykorzystywać je do swoich pomysłów.



Lista patentów złożonych przez Edisona (ponad tysiąc) przyprawia o zawrót głowy. Edison założył „fabrykę wynalazków" w Menlo Park, a później w West Orange w stanie New Jersey.

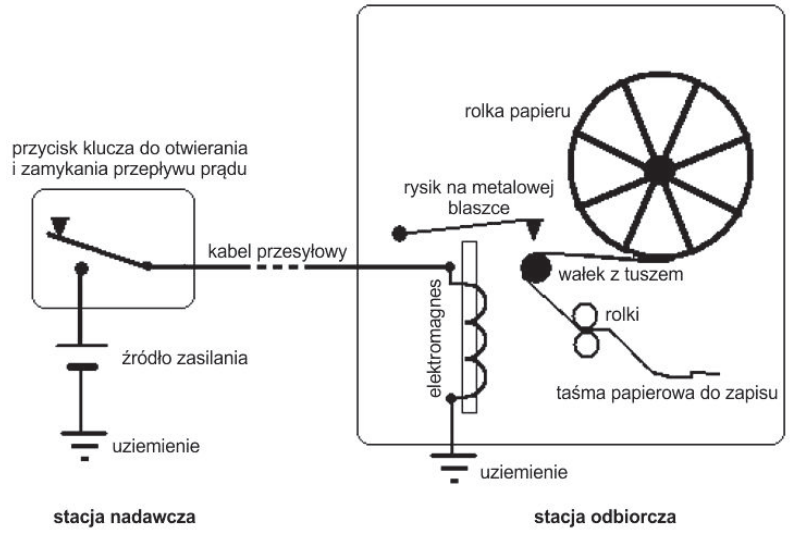
Tematyka zainteresowań Edisona była olbrzymia i całe dość długie życie (84 lata) bardzo ciekawe. Młody naród amerykański wybrał go sobie jako wzorzec, jako idola, symbol twardej pracy i sukcesu. Warto zapoznać się z pełną biografią tego wielkiego odkrywcy.

Edison zmarł 18 października 1931 roku w West Orange. W czasie pogrzebu w Stanach Zjednoczonych zapadła ciemność, każdy ze stanów po kolei wyłączał prąd.

Z.G-M

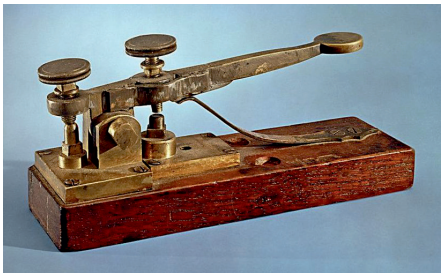
Telegraf Morse'a

Od zarania dziejów przesyłanie informacji było ważną i strategiczną umiejętnością. Uczeni od początku poznawania elektryczności starali się ją do tego wykorzystać. Konstruowali tzw. telegrafy, czyli urządzenia przesyłające impulsy elektryczne. Krokiem milowym w tej dziedzinie był wynalazek Samuela Morse'a, który wymyślił system kodowania liter za pomocą kropek i kresek (impulsy dłuższe i krótsze). Pozwoliło to na użycie tylko **jednego kabla** elektrycznego do przesyłania informacji. Dzięki temu urządzenie było bardziej niezawodne.

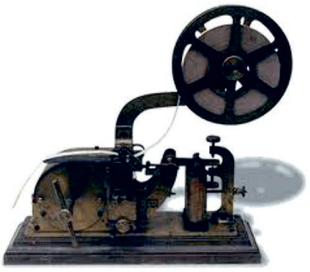


Schemat działania telegrafu Morse'a

Zasada działania telegrafu Morse'a była bardzo prosta. Urządzenie składało się z dwóch aparatów połączonych kablem elektrycznym. Nadawca, naciskając i puszczając przycisk, zamykał lub otwierał obwód elektryczny, powodując przepływ prądu lub brak przepływu. W aparacie odbiorczym znajdował się elektromagnes, nad którym z kolei była przesuwająca się taśma, a nad nią – przyciągany przez ów elektromagnes – pisak. Naciśnięcie przycisku w aparacie nadawczym powodowało, że na taśmie aparatu odbiorczego pojawiała się kropka (gdy przycisk był naciśnięty krótko) lub kreska (gdy przycisk był naciśnięty dłużej).



Klucz do nadawania informacji



Urządzenie odbiorcze

Pierwsza próba uruchomienia telegrafu Morse'a miała miejsce w 1844 roku z Waszyngtonu do Baltimore. Było to jeszcze 3 lata przed narodzeniem Thomasa Alvy Edisona. Wkrótce potem telegraf Morse'a rozpowszechnił się bardzo szybko i stopniowo wyparł inne urządzenia. Już w 1845 roku linie telegrafu pojawiły się we Francji, w roku następnym w Austrii i w Belgii, w 1853 roku w Rosji, a najpóźniej – bo w roku 1879 –telegraf Morse'a pojawił się w Chinach.

Więcej czytaj:

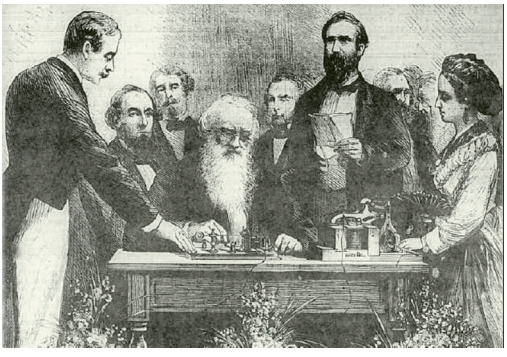
Bartłomiej Kozłowski
http://www.kmf.fizyka-zsel.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=63:telegraf&catid=34:projekty-fizyka&Itemid=2

Krystian Łagowski Telegraf elektryczny: http://www.cematfiz.republika.pl/te4.html

Alfabet Morse'a

Litera	Kod	**Litera**	Kod
A	• —	N	— •
B	—	O	— — —
C	— • — •	P	• — — •
D	— • •	Q	— — • —
E	•	R	• — •
F	• • — •	S	• • •
G	— — •	T	—
H	• • • •	U	• • —
I	• •	V	• • • —
J	• — — —	W	• — —
K	— • —	X	— • • —
L	• — • •	Y	— • — —
M	— —	Z	— — • •





Samuel Morse demonstruje swoje urządzenie

Z.G-M

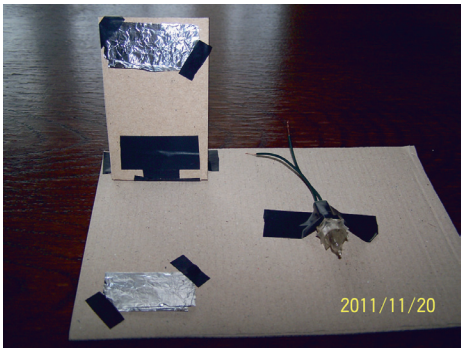
Zrób to sam

Telegraf Morse'a zmontowany przez współpracownika *Neutrina*, gimnazjalistę **Mateusza Ciałowicza**. Obie stacje są nadawczo-odbiorcze i została tu użyta sygnalizacja świetlna: żarówka świeci dłużej – kreska i krócej – kropka. Ze względu na bliskość stacji nadawczej i odbiorczej użyto wspólnego zasilania z dwóch bateryjek.

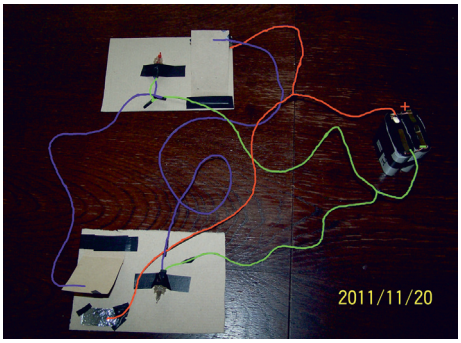


Potrzebne materiały

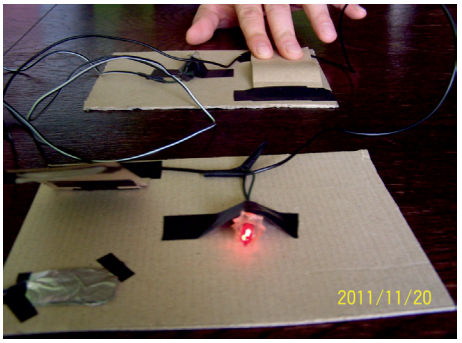
fot. Mateusz Ciałowicz



Montaż stacji nadawczej/odbiorczej



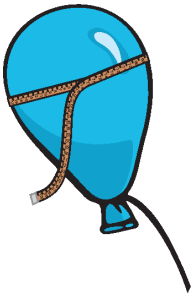
Gotowe urządzenie



Działanie telegrafu

Doświadczenia

Gęstość zimnego i ciepłego powietrza



Przygotuj: 1 balonik, flamaster lub pisak, metr krawiecki, zamrażalnik, zegarek lub stoper.

Przed eksperymentem:

1. Nadmuchaj balonik.
2. Zmierz obwód balonika metrem krawieckim w najszerszym miejscu (zaznacz flamastrem na baloniku linię pomiaru).
3. Upewnij się, że z balonika nie uchodzi powietrze. Włóż balonik do zamrażalnika na ok. 30–45 min.

Eksperyment:

1. Wyciągnij balonik z zamrażalnika i natychmiast zmierz jego obwód wzdłuż uprzednio zaznaczonej linii.

Obserwacja:

1. Jak zmienił się obwód zimnego balonika w porównaniu z ciepłym?
2. Czy objętość balonika zmalała czy wzrosła w zamrażalniku?
3. Czy objętość powietrza w baloniku zmalała czy wzrosła po ochłodzeniu?
4. Czy masa powietrza w baloniku zmieniła się?

Komentarz:

Ciśnienie powietrza wdmuchanego do balonika jest większe niż ciśnienie powietrza na zewnątrz, ponieważ musi ono zrównoważyć ciśnienie atmosferyczne i naprężenie samego balonika. Ciśnienie wewnątrz balonika tylko nieznacznie zmaleje podczas jego chłodzenia.

Masa powietrza wdmuchanego do balonika nie zmienia się podczas chłodzenia, bo powietrze nie wydostaje się z balonika. Obwód balonika zmalał po włożeniu go do zamrażarki. Oznacza to, że podczas chłodzenia balonika w zamrażalniku, objętość zawartego w nim powietrza zmalała.

Gęstość substancji to iloraz jej masy i objętości. Masa powietrza w szczelnym baloniku pozostaje taka sama niezależnie od temperatury, a objętość ciepłego powietrza jest większa niż objętość zimnego powietrza. Oznacza to, że **gęstość ciepłego powietrza jest mniejsza niż gęstość zimnego powietrza**.

* * *



Zanieczyszczenia w kominie

Przygotuj: małą świeczkę, płaski talerzyk, butelkę plastikową o objętości 1,5–2 litra z odciętym na płasko dnem, patyczek do szaszłyków, prostokątny pasek z folii aluminiowej (o długości ok. 15 cm), nożyczki, 1/3 szklanki wody, zapałki.

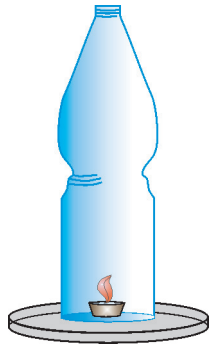
Przed eksperymentem:

Wytnij z folii aluminiowej pasek o szerokości nieco mniejszej niż średnica wlotu butelki i o długości nieco mniejszej niż wysokość tego naczynia. Pasek umocuj na patyczku do szaszłyków, nawijając go kilkakrotnie.

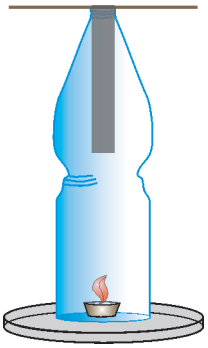
Eksperyment:

Uwaga! Nie zostawiaj palącej się świeczki bez nadzoru!

1. Ustaw świeczkę na talerzyku. Do talerzyka wlej wodę tak, aby pokrywała jego dno cienką warstwą. Zapal świeczkę.
   Nałóż przezroczyste naczynie na świeczkę. Świeczka nie może w żadnym miejscu przylegać do ścianek butelki! Zwróć uwagę na to, aby dolna krawędź butelki w żadnym miejscu nie wystawała ponad wodę!



2. Usuń naczynie. Ponownie zapal świeczkę. Nałóż butelkę na świeczkę. Na otworze butelki połóż patyczek tak, aby pasek aluminium swobodnie zwisał wewnątrz naczynia. Aluminiowy pasek nie może dotykać płomienia świecy! Zwróć uwagę na to, aby dolna krawędź butelki w żadnym miejscu nie wystawała ponad wodę!
3. Po zakończeniu doświadczenia zgaś świeczkę.



Obserwacja:

1. Co się stało z płomieniem świecy, gdy wewnątrz butelki nie było przegrody?
2. Co się stało z płomieniem świecy, gdy wewnątrz butelki znajdowała się przegroda?
3. Jaka jest przyczyna takiego zachowania płomienia?

Komentarz:

Płomień świecy ogrzewa powietrze, które w wyniku **konwekcji** wędruje pionowo w górę, ponieważ ma mniejszą gęstość niż otaczające chłodne powietrze. Chłodne powietrze nie może dostać się do świeczki dołem, ponieważ dolna krawędź butelki jest uszczelniona przez wodę. Chłodne powietrze mogłoby się dostać w dół do świeczki jedynie poprzez górny wlot butelki, ale prąd konwekcyjny ciepłego powietrza blokuje wlot zimnego powietrza do niej. **Cyrkulacja** powietrza wewnątrz butelki nie jest możliwa.

Świeczka szybko wypala tlen, który znajduje się w butelce. Bez dopływu świeżego powietrza zawierającego tlen, który jest niezbędny do podtrzymania palenia, świeczka gaśnie.

Poprzez wstawienie przegrody do butelki umożliwiona zostaje cyrkulacja powietrza. Powietrze ciepłe płynie w górę korytarzem po jednej stronie przegrody, a powietrze chłodne opada korytarzem po drugiej stronie przegrody. Stały dopływ świeżego powietrza (w tym – tlenu) nie pozwala świeczce zgasnąć.

Wszelkiego rodzaju przedmioty (przegrody), które wpadną do komina stają się niebezpieczne dla mieszkańców budynku. Stwarzają bowiem możliwość utworzenia się cyrkulacji powietrza w kominie. Wraz z opadającym w dół komina powietrzem z zewnątrz, może zostać wtłoczony do domu tlenek węgla, który powstaje w wyniku niecałkowitego spalania. Dlatego kominiarze często dokonują przeglądów i czyszczenia kominów.

Doświadczenia pochodzą z Ogólnopolskiego Konkursu Nauk Przyrodniczych „Świetlik”

DS

Najlepsze życzenia
na Święta i Nowy Rok 2012
składa Redakcja Neutrina
i poleca ciekawe lektury
pod choinkę !



