

Dlaczego ogórek świeci?

Marcin BRAUN

*Jeżeli ogórek świeci
I tylko z jednej strony
To widać jest do sieci
Kablami podłączony
Przeróbka znanego wiersza
K. I. Gałczyńskiego „Dlaczego ogórek nie śpiewa”*

Pewnie widzieliście doświadczenie ze świecącym ogórkiem, a jeśli nie, to wystarczy wpisać w YouTube „glowing pickle”. Otóż jeśli wbijemy dwa przewody w kiszony ogórek, a następnie podłączymy je do sieci elektrycznej 230 V, ogórek zacznie świecić. Najczęściej tylko na jednym końcu, choć zdarzają się także inne przypadki – warzywo świeci na całej długości, na obu końcach albo też na jednym, a po chwili na drugim.

Uwaga. Nie próbuj tego w domu. Poza ryzykiem podłączenia się do napięcia 230 V grozi jeszcze jedno niebezpieczeństwo: zatrucie chlorem. Ogórki kiszone zawierają bowiem dużo soli (chlorku sodu) i w chmurze czarnego, śmierdzącego dymu unoszącego się nad warzywa znajduje się także ten gaz bojowy.

Efekt jest zabawny, jednak interesujące jest także pytanie: dlaczego tak się dzieje? A także kilka pytań szczegółowych: Dlaczego świeci na żółto? Dlaczego zwykle na jednym końcu? I na którym? Okazuje się, że prawdziwi naukowcy zajmują się także tak mało poważnymi problemami. Na temat ogórka ukazało się kilka publikacji w recenzowanych czasopismach.

Dlaczego na żółto?

Jak wiadomo od ponad 100 lat, każdy pierwiastek chemiczny pobudzony do świecenia emituje światło składające się ze skończonej liczby ściśle określonych częstotliwości, czyli barw. Można się o tym przekonać, patrząc na odbicie żarówki w błyszczącej powierzchni płyty CD. Dzięki dużej liczbie równoległych ścieżek taka płyta działa jak siatka dyfrakcyjna i rozkłada światło na poszczególne barwy. Światło tradycyjnej żarówki to mieszanina wszystkich kolorów tęczy, ale w przypadku świetlówki lub LED po rozszczepieniu widać tylko kilka oddzielonych od siebie wąskich linii kolorów. Dzięki znajomości widma różnych substancji możemy je identyfikować. Na przykład sód świeci praktycznie tylko na żółto, a konkretnie wytwarza światło o długości 589,00 nm oraz 589,59 nm. Aby rozróżnić te długości, trzeba mieć dobry spektrometr; zwykła siatka dyfrakcyjna pozwala zobaczyć je jako jedną linię. Jeśli zdarzyło ci się chlapnąć wodą na płomień gazowy, to na chwilę zmienił on barwę na żółtą – właśnie z powodu zawartego w wodzie sodu, jednego ze składników soli kuchennej (NaCl). Światło emitowane przez ogórek to także linie sodu. Nic dziwnego – przecież solimy ogórki do kiszenia. Skoro jednak kiszony w chlorku sodu ogórek świeci na żółto, to może wystarczy zakiszyć go w soli innego metalu, aby światło zmieniło barwę? Okazuje się, że tak właśnie jest. Na wydarzeniach popularnonaukowych można zobaczyć różnobarwne zestawy ogórków – świecące na czerwono przyprawione żelazem, zielone z miedzią itd.

Dlaczego na jednym końcu?

Gdyby ogórek podłączyć do sieci przez prostownik, świeciłby tylko na końcu podłączonym do ujemnej elektrody. Tam bowiem w procesie elektrolizy wody powstaje wodór. Prąd płynący przez warzywo ma natężenie kilku amperów, elektrody rozgrzewają się na tyle, że powoduje to zapalenie wodoru, który z kolei przekazuje energię sodowi i wzbudza go do świecenia. W sieci elektrycznej panuje jednak napięcie przemiennie, więc każda z elektrod jest raz ujemna, a raz dodatnia, a zamieniają się co 1/100 sekundy.

Częstotliwość w europejskiej sieci wynosi 50 Hz, ale to oznacza, że co 1/50 sekundy powtarza się cały cykl zmian obejmujący dwukrotną zmianę znaku: z + na - i z powrotem. Przez + i - rozumiemy tu względne napięcie przewodów, a nie napięcie względem ziemi.

Autorzy pracy [4] sfilmowali świecący ogórek szybką kamerą i zauważyli, że światło miga: obszar wokół elektrody świeci tylko wtedy, gdy napięcie na niej jest ujemne. Dlaczego w takim razie w pozostałej części cyklu zmian napięcia nie świeci okolica drugiej elektrody? Jak już mówiliśmy, czasami rzeczywiście świecą oba końce, a bez szybkiej kamery nie zaobserwujemy ich migotania. Na ogół jednak z jednej strony kontakt między elektrodą a miąższem warzywa jest lepszy, a z drugiej gorszy. Tam, gdzie jest **gorszy**, wydziela się więcej ciepła.

Bo większy jest tam spadek napięcia przy jednakowym natężeniu prądu w całym obwodzie. Podobnie przewody najbardziej nagrzewają się w miejscu styku, a pożar instalacji często zaczyna się od zapalenia wtyczki.

Gdy temperatura elektrody przekroczy 600°C, wodór się zapala i ogórek świeci. Błysk trwa tylko kilka milisekund, kończy się więc, zanim zmieni się biegunowość napięcia sieciowego.

Morał

Jak widać, ciekawą fizykę znajdziemy nie tylko w akceleratorach czy komputerach kwantowych. Nawet proste doświadczenia z przedmiotami codziennego użytku mogą być pouczające, a czasem są inspiracją do nowych odkryć – jeszcze kilka lat temu świecenie ogórka było nierozwiązanym problemem fizyki! Rozglądajmy się więc wokół okiem fizyka. Bo jak mówi Gałczyński, tym razem bez przeróbek:

*Mijają lata, zimy,
raz słoneczko, raz chmurka;
a my obojętnie przechodzimy
koło niejednego ogórka.*

- [1] Appling J. R., Yonke F. J., Edgington R. A. and Jacobs S. 1993: Sodium D line emission from pickles, J. Chem. Educ. 70, 250–1.
- [2] Weimer P. M. and Battino R. 1996, The incredible ‘glowing’ pickle and onion and potato and . . . , J. Chem. Educ. 73, 456–7.
- [3] Rizzo M. M., Halmi T. A., Jircitano A. J., Kociolek M. G. and Magraw J. A. 2005, Revisiting the electric pickle demonstration, J. Chem. Educ. 82, 545–6.
- [4] Vollmer M. and Möllmann K.-P., Light-emitting pickles, 2015 Phys. Educ. 50, 94.