

Przykład figury Lissajous otrzymanej za pomocą przyrządu z dwoma głośnikami.

a dwóch pozostałych do brzegu głośnika (rys. 3). Przyklejamy po jednym kawałku korka do kopułki i brzegu obu głośników, a następnie wsuwamy końce pasków z folii w nacięcia korków i przyklejamy do pasków zwierciadełka. Do metalowej tarczy, najlepiej okrągłej, przyklejamy w pobliżu jej brzegu łeb śruby, tarczę przyklejamy zaś do tylnej powierzchni jednego z głośników, ustawiając ją mimośrodowo, tak by oś śruby przechodziła przez środek zwierciadełka umieszczonego na pasku folii. W środku pionowej płyty wiercimy otwór do przełożenia śruby i przykręcamy głośnik do tej płyty za pomocą nakrętki. Na poziomej płycie przyrządu kładziemy drugi głośnik, tak by środki obu zwierciadełek wyznaczały prostą pionową. Ze wskaźnika laserowego trzymanego nad brzegiem leżącego głośnika kierujemy wiązkę światła, tak by uległa odbiciu od obu zwierciadełek i dała plamkę na ekranie. Następnie leżący głośnik przyklejamy do poziomej płyty, zachowując jego położenie. Na wsporniku zrobionym z pręta sklejonego z kawałkiem plastikowej rurki umieszczamy wskaźnik laserowy. Do końcówek głośników przyłutowujemy przewody i łączymy je z gniazdkami radiowymi, osadzonymi w ramie przyrządu.

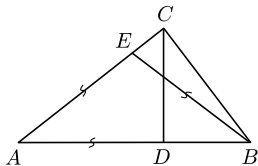
W celu przeprowadzenia doświadczeń głośniki przyłączamy do generatorów, a wskaźnik laserowy trwale włączamy, np. za pomocą krokodyłka naciskającego na przycisk wskaźnika. Zmieniając amplitudy, częstotliwości, kształty sygnałów i ich fazy, możemy w wygodny sposób badać bardzo różne przypadki składania drgań. Obrócenie głośnika pionowego o pewien kąt pozwala też badać efekty składania drgań zachodzących w płaszczyznach ukośnych. Warto zauważyć, że niektóre skomplikowane figury podobne do uzyskanych w tym doświadczeniu, zwane *giloszami*, znajdują się na banknotach i ważnych dokumentach jako trudne do podrobienia elementy zabezpieczające.



## Zadania

Redaguje Tomasz TKOCZ

**M 1423.** W trójkącie prostokątnym  $ABC$  o przeciwprostokątnej  $AB$  punkt  $D$  jest spodkiem wysokości opuszczonej z wierzchołka  $C$  (rys. 1). Wyznaczyć stosunek  $AC/AD$ , jeśli wiadomo, że okrąg o środku  $A$  i promieniu  $AD$  oraz okrąg o środku  $B$  i tym samym promieniu przecinają się w punkcie  $E$  na przyprostokątnej  $CA$ .



Rys. 1

Rozwiązanie na str. 3

**M 1424.** Udowodnić, że jedynym rozwiązaniem równania  $2x^2 + 3y^2 = 10z^2$  w zbiorze liczb całkowitych jest  $x = y = z = 0$ .

Rozwiązanie na str. 6

**M 1425.** Czy można pokolorować każdą nieujemną liczbę rzeczywistą na czarno lub biało tak, aby żadne trzy różne liczby  $a, b, c$ , spełniające  $a + b = 2c$ , nie były tego samego koloru? Czy można pokolorować w taki sposób zbiór liczb całkowitych nieujemnych?

Rozwiązanie na str. 2

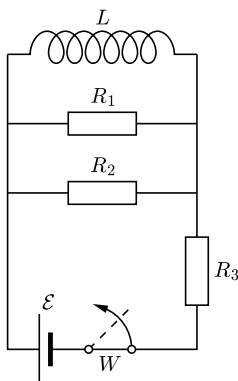
Przygotował Michał NAWROCKI

**F 857.** Znaleźć maksymalny potencjał  $\phi_{\max}$ , do jakiego może naładować się oddalona od innych ciał miedziana kulka oświetlona światłem ultrafioletowym o długości fali  $\lambda = 140$  nm. Praca wyjścia dla miedzi wynosi  $A = 4,47$  eV.

Rozwiązanie na str. 3

**F 858.** W chwili początkowej w przedstawionym na rysunku 2 obwodzie wyłącznik  $W$  jest zamknięty i płynie prąd stały. Jaka ilość ciepła wydzieli się w oporze  $R_1$  po otwarciu wyłącznika? Indukcyjność cewki wynosi  $L$ ,  $R_1 = R_3 = R$ ,  $R_2 = 2R$ , siła elektromotoryczna źródła wynosi  $\mathcal{E}$ . Oporność cewki oraz oporność wewnętrzna źródła są zaniedbywalne.

Rozwiązanie na str. 3



Rys. 2