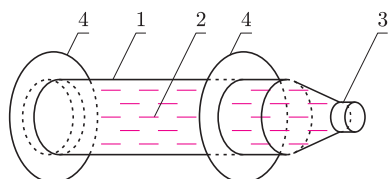


Jak zrobić magiczną soczewkę?

Stanisław BEDNAREK

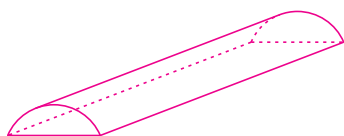
W tym odcinku będziemy nadal zajmowali się magiczną soczewką, której działanie poznaliśmy, wykonując doświadczenia opisane w poprzednim artykule. Wykonamy kilka odmian tej soczewki, dzięki którym można przeprowadzać zabawne i zadziwiające doświadczenia.



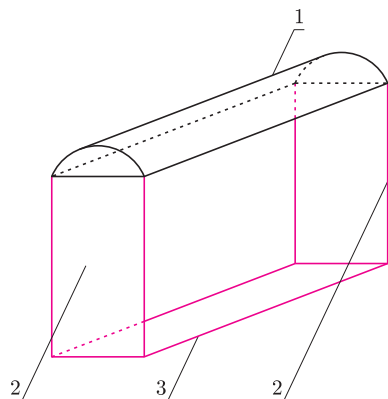
Rys. 1. Magiczna soczewka w postaci przezroczystej szpulki wykonana z butelki; 1 – plastikowa, przezroczysta butelka, 2 – woda, 3 – zakrętka, 4 – pierścień z tektury.



Fot. 1. Model magicznej soczewki w postaci szpulki, w której użyto kawałka szklanego pręta.



Rys. 2. Odcinek przezroczystego walca przeznaczony do zbudowania magicznej soczewki.



Rys. 3. Magiczna soczewka w postaci ramki; 1 – odcinek walca, 2 – wspornik, 3 – podstawa; wszystkie elementy są wykonane z materiału przezroczystego.

Potrzebne nam będą następujące przedmioty i materiały: kilka przezroczystych, zakręcanych plastikowych butelek o różnych średnicach z cienkimi cylindrycznymi ściankami bocznymi (należy poszukać butelek ze ściankami jak najmniej wyprofilowanymi – dobrze nadają się do tego celu np. butelki od tanich szamponów do włosów), duże naczynie z wodą, kilka kartek papieru, pisak lub drukarka, kawałek grubej tektury, cienka płytki z przezroczystego tworzywa sztucznego, cyrkiel, ołówek, linijka, klej cyjanoakrylowy, nożyczki. Możemy ponadto użyć kawałka przezroczystego pręta szklanego o średnicy około 1–2 cm lub większej i długości kilku centymetrów, podobnych rozmiarów kawałka przezroczystego pręta plastikowego, piłki do metalu, pilnika i pasty polerskiej. Przydatna będzie również cylindryczna soczewka Fresnela, którą można czasami kupić w sklepie z artykułami optycznymi lub przez Internet, i kawałek pręta o długości kilkudziesięciu centymetrów, wykonany z dowolnego materiału.

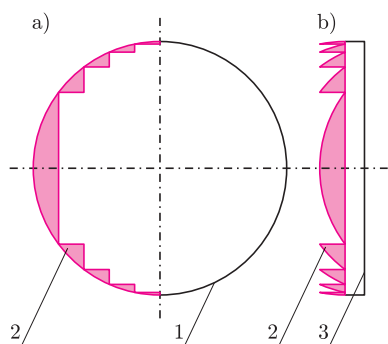
Na początek butelki całkowicie napełniamy wodą i zakręcamy, tak żeby nie było w nich pęcherzyków powietrza. Na kartce piszemy serię słów złożonych z liter mających poziomą oś symetrii oraz z liter jej niemających. Możemy też wykreślić pary różnych figur, w których tylko jedna ma poziomą oś symetrii. Jak pamiętamy, żeby oglądać obrazy tworzone przez magiczną soczewkę, należy trzymać butelkę w odpowiedniej odległości od napisów lub rysunków. Odległość ta powinna być dwa razy większa niż ogniskowa butelki-soczewki.

Łatwy sposób na rozwiązanie tego problemu polega na umocowaniu na butelce dwóch pierścieni z grubej tektury, zapewniających jej stałą odległość od kartki z napisami. Taka magiczna soczewka, przedstawiona na rysunku 1, wygląda jak duża szpulka z grubą, przezroczystą osią. Używamy jej, kładąc na kartce z napisami lub rysunkami i powoli po niej tocząc. Mając butelki o różnych średnicach, można wykorzystać je do zbudowania zestawu magicznych soczewek i sprawdzenia, jak średnica butelki wpływa na promień zewnętrzny pierścieni, zapewniających najlepsze wyniki obserwacji. Magiczną soczewkę w postaci szpulki możemy również wykonać z kawałka przezroczystego pręta szklanego lub plastikowego. Przykład otrzymanej w ten sposób soczewki przedstawia fotografia 1.

Magiczna soczewka zrobiona z butelki napełnionej wodą ma tę wadę, że jest wrażliwa na zmiany temperatury. Prosty sposób poradzenia sobie z tym problemem przedstawiony jest na stronie deltami.edu.pl

Opisana wyżej soczewka ma dość krótką ogniskową, co może być niewygodne, ponieważ trzeba tę soczewkę umieszczać blisko oglądanych napisów. Jeżeli dysponujemy przezroczystym, plastikowym prętem, możemy go przeciąć piłką do metalu równoległe do podłużnej osi, wyrównać pilnikiem powierzchnię przecięcia, a następnie wypolerować ją pastą polerską i wykorzystać otrzymany odcinek walca jako magiczną soczewkę, taką jak na rysunku 2. Można jej używać, trzymając bezpośrednio palcami w odległości równej jej podwójnej ogniskowej od napisów albo, co jest znacznie wygodniejsze, zamocować w specjalnej ramce, pokazanej na rysunku 3, zbudowanej z trzech pasków wyciętych z plastikowej, przezroczystej płytki i połączonych klejem cyjanoakrylowym. Otrzymaną ramkę ustawiamy na kartce z napisami i przesuwamy ją po kolejnych parach słów. Magiczna soczewka sporządzona z odcinka walca może mieć znacznie dłuższą ogniskową niż soczewka wykonana z pełnego walca.

Jeszcze ciekawszą (i bardziej tajemniczą) odmianę magicznej soczewki możemy zrobić, wykorzystując cylindryczną soczewkę Fresnela. Jej nazwa pochodzi od nazwiska francuskiego uczonego, który zajmował się głównie badaniem zjawisk optycznych. Zauważył on, że soczewki mają bardzo dużo „zbędnego” materiału. Dla ich właściwego działania wystarczą tylko cienkie pierścienie o przekroju



Rys. 4. Zasada budowy soczewki Fresnela; 1 – odrzucona część materiału, 2 – zachowany materiał, 3 – przezroczysta płytka.

schodków (rys. 4a). Resztę materiału można odrzucić, a wspomniane pierścienie umieścić na jednej przezroczystej płytce (rys. 4b). Pozwala to otrzymać soczewki o rozmiarach nawet kilkudziesięciu centymetrów i bardzo małej grubości, a przy tym lekkie i wygodne w użyciu, gdyż można je zwinąć w rulon, jeżeli zostaną wykonane z giętkiego, przezroczystego plastiku.

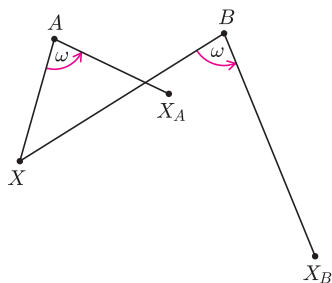
W praktyce soczewki Fresnela produkuje się łatwo i tanio przez wyciskanie odpowiedniego układu rowków (współśrodkowych dla soczewek sferycznych i równoległych dla soczewek cylindrycznych) na przezroczystych, plastikowych płytkach lub arkuszach giętkiej folii. Soczewek Fresnela używa się m.in. jako kondensatorów do tworzenia równoległej wiązki światła w rzutnikach pisma, lup o dużych rozmiarach oraz przykleja na tylnych szybach samochodów dla przybliżenia kierowcy obrazu drogi za pojazdem. Soczewki Fresnela nie są jednak używane w precyzyjnych przyrządach optycznych, np. w teleskopach czy mikroskopach, ponieważ krawędzie rowków nieco zniekształcają obraz. W naszych doświadczeniach nie musimy się tą wadą soczewek Fresnela przejmować.

Mając cylindryczną soczewkę Fresnela w postaci płaskiej, rowkowanej płytki, przyklejamy ją do końca dowolnego pręta o długości kilkudziesięciu centymetrów. Otrzymujemy w ten sposób „magiczną różdżkę”, której możemy używać do pokazu sztuki cyrkowej. W tym celu kartkę z napisami zawieszamy pionowo i ustawiamy przed nią oglądającego pokaz widza. Koniec pręta zaopatrzonego w soczewkę umieszczamy między widzem i kartką z napisami. Polecamy następnie widzowi patrzeć przez soczewkę na napisy. Wcześniej należy sprawdzić, w jakich odległościach powinny być oko widza i soczewka, żeby najlepiej zobaczył on obrazy tej samej wielkości, co napisy. Przesuwając soczewkę nad kolejnymi liniami napisów, argumentujemy, że nasza soczewka jest „inteligentna” – potrafi zrozumieć napisane słowa i, zależnie od ich treści, jedno z nich odwraca, a innych nie. Ostatnie doświadczenie jest bardzo prostym przykładem tego, iż wiele magicznych sztuk, przedstawianych np. w cyrku czy w telewizji, polega na umiejętnym wykorzystaniu zjawisk i praw fizyki.



Zadania

Redaguje Tomasz TKOCZ



M 1333. Na płaszczyźnie dane są punkty A i B . Dany jest też kąt skierowany ω . Przez X_A , X_B oznaczamy obraz punktu X przy obrocie o kąt ω względem punktu A , B , odpowiednio. Znaleźć wszystkie punkty X , dla których trójkąt $XX_A X_B$ jest równoboczny. Rozwiązanie na str. 8

M 1334. Znaleźć największą liczbę naturalną n , nie większą od 2011, dla której liczba $S_n = 1^2 + 2^3 + 3^4 + \dots + n^{n+1}$ jest podzielna przez 3. Rozwiązanie na str. 2

M 1335. Udowodnić, że dla liczb rzeczywistych x, y, z , spełniających $0 < x < y < z < x + 1$, zachodzi nierówność $x^2 + y^2 + z^2 < xy + yz + zx + z - x$.

Rozwiązanie na str. 23

Redaguje Ewa CZUCHRY

F 801. W dużym naczyniu, zamkniętym ruchomym tłokiem, znajduje się powietrze o ciśnieniu p_1 oraz bańka mydlana o promieniu r . Napięcie powierzchniowe błony mydlanej wynosi σ , temperatura układu T jest utrzymywana na stałym poziomie. Wyznaczyć ciśnienie p_2 , do którego należy sprężyć powietrze za pomocą tłoka, żeby promień bańki zmniejszył się dwukrotnie. Rozwiązanie na str. 3

F 802. W dwóch komorach izolowanego cieplnie naczynia, przedzielonego nieprzewodzącą ciepła przegrodą, znajdują się dwie ciecze o pojemnościach cieplnych c_1 oraz c_2 , których temperatury wynoszą, odpowiednio, T_1 i T_2 . Po usunięciu przegrody różnica początkowej temperatury jednej z cieczy oraz ustanowionej temperatury równowagi okazała się dwa razy mniejsza od początkowej różnicy temperatur cieczy. Znaleźć stosunek mas cieczy m_1/m_2 . Rozwiązanie na str. 6