

zwierciadło jest równoległe, to otrzymamy zbiór  $B$  w postaci dwupłatowej powierzchni z ostrzem, pokazanej na rys. 3. Analogiczne właściwości mają pozostałe zbiory katastrof i związane z nimi zbiory bifurkacyjne. Trzeba pamiętać, że zbiory bifurkacyjne pokazane na rys. 3 powstały po zamianie zmiennych i parametrów użytych do wyrażenia rzeczywistej drogi optycznej. Obserwowane kaustyki są przekrojami odpowiadających im zbiorów punktów  $(p, q, r)$  powierzchnią ekranu. Ich istotnie różne kształty przedstawione są na zdjęciach. Jest ich pięć i liczbę tę można uznać za zadowalającą odpowiedź na tytułowe pytanie. W wyjątkowych przypadkach mogą powstać nietypowe, inne kaustyki, są one jednak niestabilne tzn. w następstwie dowolnie małej zmiany kształtu zwierciadła rozpadają się na kaustyki elementarne, które są na takie zmiany odporne. Zazwyczaj refleksy wytworzone przez różne fragmenty zwierciadła o dowolnie pofalowanej powierzchni są bardzo liczne. Nakładają się, dając pogmatwany obraz, w którym trudno wyróżnić kaustyki elementarne.

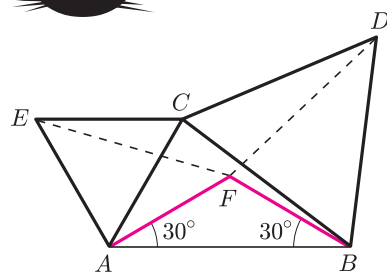
Kaustyki optyczne powstają nie tylko wskutek odbicia światła. Tęcza, która jest kaustyką typu faldy, powstaje

przy udziale odbicia i załamania na powierzchni kropelek wody. Kaustyki tworzą się przy przechodzeniu światła przez ośrodki optycznie niejednorodne lub warstwy przezroczyste o niejednakowej grubości. Promienie równoległe do osi soczewki skupiającej obarczone aberracją sferyczną dają w jej ognisku kaustykę typu kolec, wyraźnie rozpoznawalną, jeśli abstrahować od symetrii osiowej. Promienie przyosiowe skupiają się najdalej od soczewki i tworzą ognisko na „czubku kolca”. Promienie odległe od osi skupiają się bliżej soczewki. Obwódka promieni jest kaustyką. Przez każdy punkt w jej wnętrzu przechodzą trzy promienie, podczas gdy przez punkty leżące na zewnątrz – tylko jeden. Interesujące są kaustyki optyczne powstałe w wyniku zjawiska soczewkowania grawitacyjnego. Kaustyki pojawiają się także przy rozchodzeniu się innych rodzajów fal – dźwiękowych, gdzie przejawiają się jako rodzaj fal uderzeniowych, oceanicznych, gdzie wywołują gigantyczne fale o niszczącej sile, fal elektromagnetycznych w jonosferze, plazmie międzyplanetarnej i okołosłonecznej, fal materii uczestniczących w procesach rozpraszania, fal sejsmicznych i innych.



## Zadania

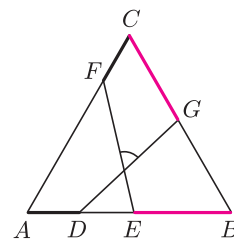
Redaguje Waldemar POMPE



Rys. 2

**M 1114.** Punkty  $D$  i  $E$  leżą na boku  $AB$  trójkąta równobocznego  $ABC$  (rys. 1). Punkty  $F$  i  $G$  leżą odpowiednio na bokach  $AC$  i  $BC$  przy czym  $AD = CF$  i  $BE = CG$ . Wykazać, że proste  $DG$  i  $EF$  przecinają się pod kątem  $60^\circ$ .

Rozwiązanie na str. 11



Rys. 1

**M 1115.** Na tablicy napisano liczby  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \dots, \frac{1}{2005}$ . Wykonujemy następującą procedurę: Wybieramy dwie liczby  $a, b$  znajdujące się na tablicy i zastępujemy je liczbą  $ab + a + b$ . Postępowanie to kontynuujemy. Po 2004 krokach zostanie na tablicy tylko jedna liczba. Jakie wartości może ona przyjąć?

Rozwiązanie na str. 15

**M 1116.** Na bokach  $BC$  i  $AC$  trójkąta  $ABC$  budujemy, na zewnątrz niego, trójkąty równoboczne  $BCD$  i  $ACE$  (rys. 2). Na boku  $AB$  budujemy, do wnętrza trójkąta  $ABC$ , trójkąt  $ABF$ , w którym  $\sphericalangle FAB = \sphericalangle FBA = 30^\circ$ . Udowodnić, że  $DF = EF$ .

Rozwiązanie na str. 16

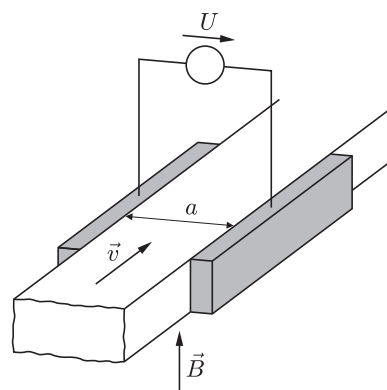
Redaguje Mikołaj KORZYŃSKI

**F 655.** Pompa elektromagnetyczna do tłoczenia płynnego przewodnika (np. metalu) składa się z rury o przekroju prostokątnym, w której dwie przeciwległe ściany odległe o  $a$  zrobione są z bardzo dobrego przewodnika, dwie pozostałe z izolatora (rys. 3). Do przewodzących ścianek przyłożono napięcie  $U$ , a całość umieszczono w pionowym, jednorodnym polu magnetycznym  $B$ . Dla jakiej prędkości przepływu płynu moc skuteczna pompy jest największa? Jaka jest wtedy jej sprawność? Pominąć opór elektryczny źródła prądu i ścianek.

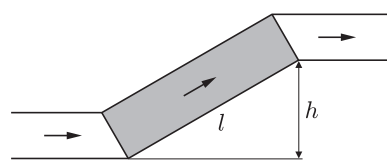
Rozwiązanie na str. 2

**F 656.** Pompa z poprzedniego zadania, mająca długość  $l$ , wykorzystywana jest do tłoczenia cieczy o gęstości  $\rho$  i przewodnictwie właściwym  $\sigma$  pod górę na wysokość  $h$  (rys. 4). Z jaką prędkością porusza się tłoczona ciecz?

Rozwiązanie na str. 10



Rys. 3



Rys. 4