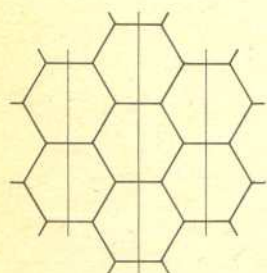


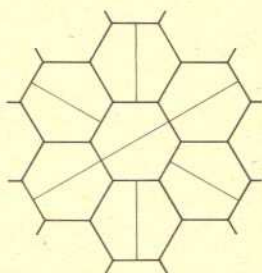
delta

Posadzki z pięciokątów

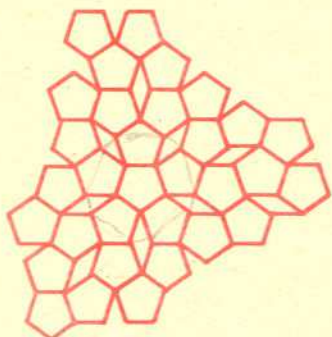
Czy potraficie układać obok siebie kwadratowe kafelki, tak, by wypełniać nimi równomiernie płaszczyznę? Na pewno tak, to żadna sztuka. Nie trzeba też wiele myśleć, aby udało się to z równobocznymi kafelkami trójkątnymi, a nawet z foremnymi sześciokątnymi (rys. 1). Gdy kafelki będą pięciokątne i foremne, zawsze przy układaniu będziemy musieli „sztukować” (np. jak na rysunku 3).



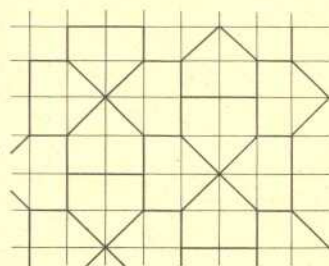
Rys. 1



Rys. 2

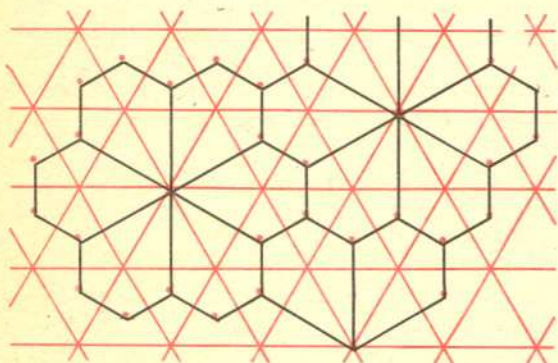


Rys. 3

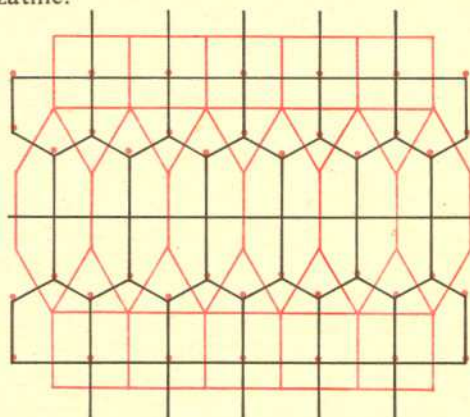


Rys. 4

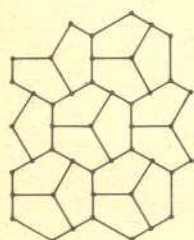
Możemy jednak wypełniać płaszczyznę przystającymi pięciokątami nieforemnymi i otrzymamy też ładne desenie. Na rysunkach 1, 2, 4, 5 i 6 widzicie jak to robić, mając już narysowane siatki kwadratowe, trójkątne czy sześciokątne. Możemy też wypełnić płaszczyznę kwadratami i trójkątami równobocznymi, a uzyskaną tak siatkę przerobić na pięciokątną, tak jak na rysunku 7 albo 8. Nie tak jednak jak na 9; tam zawsze się coś zatnie.



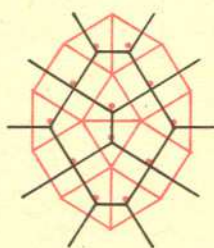
Rys. 5



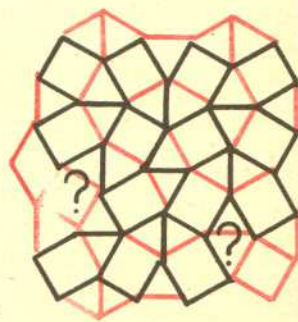
Rys. 7



Rys. 6

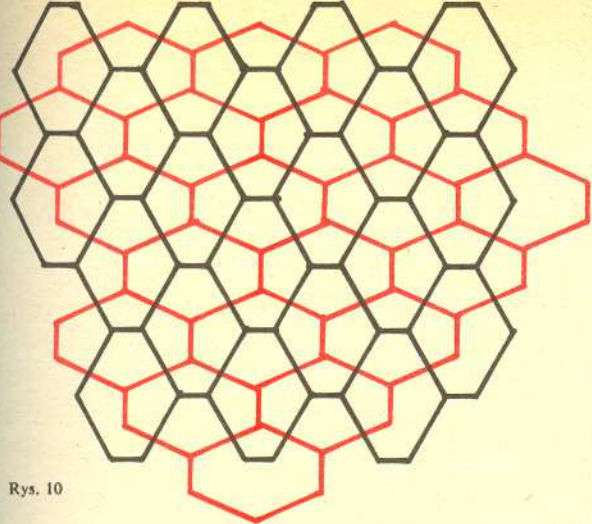


Rys. 8

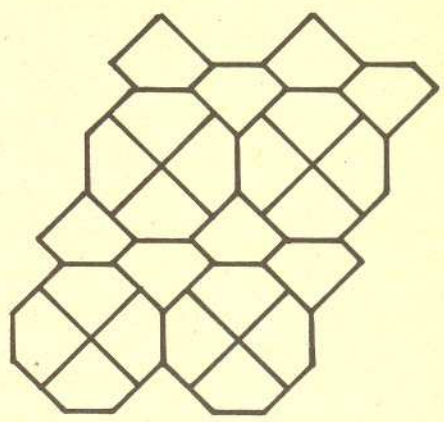


Rys. 9

„Posadzka” z rysunku 8 da się otrzymać i w inny ciekawy sposób: przez nałożenie na siebie dwu siatek sześciokątnych (rys. 10).

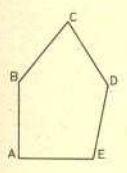


Rys. 10

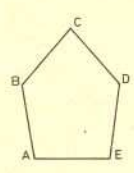


Rys. 11

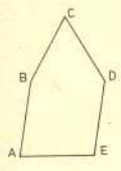
Choć pięciokątami foremnymi zapelnąć płaszczyzny się nie da, możemy użyć równobocznych — nietrudno przerobić tak desenie z rys. 4 i 7. Pomyślcie, jak to zrobić za pomocą pięciokątów z rysunków 12 i 13. Mozaiki złożone z pięciokątów równobocznych o kątach 80° , 160° , 60° , 140° i 100° (rys. 14) widzicie na rysunkach 15 i 16. Zwróćcie uwagę, że niektóre kafelki są odwrócone. Nie umiemy sklasyfikować wszystkich posadzek złożonych z przystających pięciokątów (nawet wypukłych), choć już w 1968 roku R. B. Kershner sądził, że rozwiązał ten problem do końca. W 1975 roku Marjorie Rice, amatorka-matematyczka z Kalifornii, wskazała kilka rozkładów pominiętych przez Kershnera, a potem okazało się, że jego lista ma i większe braki. Lepiej (właściwie do końca) zbadane są posadzki sześciokątne. A może znajdziecie desenie złożone z przystających siedmio-, ośmio-, ..., kątów? Czy dostrzeżecie taki desień na rysunku 17? Nie próbujcie tylko składać posadzki z przystających wielokątów wypukłych o siedmiu czy więcej bokach. Na pewno nie wyjdzie.



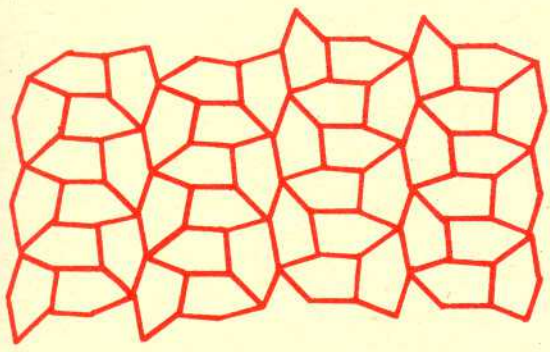
Rys. 12. Kąty tego pięciokąta równobocznego spełniają zależności
 $2B + C = 2\pi$, $2D + A = 2\pi$.
 W przybliżeniu $A = 89^\circ 16'$,
 $B = 144^\circ 32' 30''$, $C = 70^\circ 55'$,
 $D = 135^\circ 22'$, $E = 99^\circ 54' 30''$



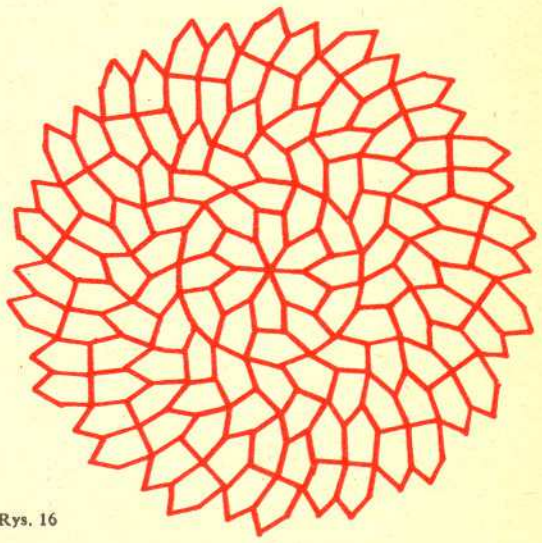
Rys. 13. Tutaj kąty są takie:
 $2A + B = 2\pi$, $2D + C = 2\pi$, co w przybliżeniu daje:
 $A = D = 130^\circ 39'$,
 $B = C = 98^\circ 42'$, $E = 81^\circ 18'$



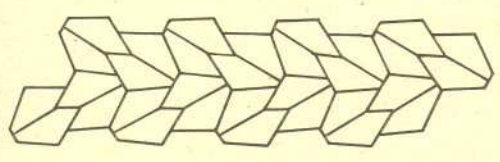
Rys. 14



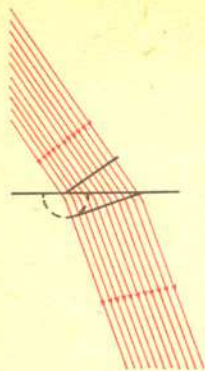
Rys. 15



Rys. 16



Rys. 17

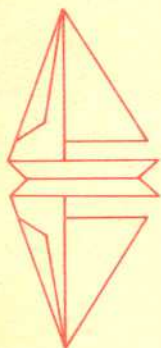


Jednym z najprostszych zjawisk związanych z, tak powszechnym w przyrodzie, ruchem falowym jest załamanie fali. Zjawisko to ma miejsce, kiedy fala pada na granicę dwóch ośrodków, w których fale rozchodzą się z różnymi prędkościami. Dla fali elektromagnetycznej, np. fali świetlnej, zmniejszenie prędkości przy rozchodzeniu się w ośrodku w porównaniu z prędkością w próżni jest wynikiem nałożenia się fal wysyłanych przez pobudzone do drgań chmury elektronowe atomów, z których zbudowany jest ośrodek i fali padającej. Im większa jest gęstość ośrodka, tym większa modyfikacja fali padającej, a więc mniejsza prędkość. W przypadku fal sprężystych, np. fal dźwiękowych, o prędkości decydują własności mechaniczne ośrodka.

Kiedy grzbiet fali dobiega do powierzchni, na której następuje nagle zmniejszenie prędkości, jeden jego koniec osiąga tę powierzchnię wcześniej niż drugi (rysunek). Na jednym krańcu prędkość zmaleje zatem wcześniej niż na drugim, co spowoduje zmianę kierunku przesuwania się grzbietu, podobnie jak zmienia kierunek kolumna piechurów, kiedy jeden koniec każdego rzędu zwolni marsz.

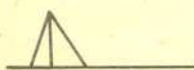
Z łatwością wyobrazicie sobie teraz, jak przebiega to zjawisko, kiedy między ośrodkami nie ma ostrej granicy i prędkość rozchodzenia fali zmienia się płynnie. Wnioski możecie sprawdzić w prostym doświadczeniu.

Na dno dużego naczynia o przezroczystych ściankach nasypcie równą warstwę cukru, a następnie zalejcie go ostrożnie wodą (tak, żeby cały czas leżał na dnie). Powolne rozpuszczanie się cukru spowoduje, że gęstość roztworu będzie duża na dnie i coraz mniejsza wyżej. Na tak przygotowany roztwór skierujcie wąską wiązkę światła z projektora. Zagięcie promienia w kierunku dna akwarium jest wynikiem ciągłej zmiany gęstości cieczy, a co za tym idzie, prędkości rozchodzenia światła.

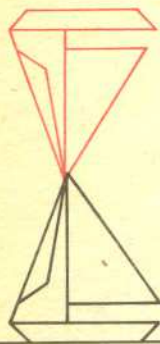


Zjawisko to, zwane refrakcją, powoduje wiele, często zaskakujących, efektów. Możemy je zaobserwować w atmosferze, ponieważ temperatura, a więc i gęstość powietrza zależy od wysokości nad powierzchnią Ziemi. A oto niektóre z nich:

1. Na znacznych wysokościach powietrze jest rozrzedzone; jego gęstość rośnie przy zbliżaniu się do powierzchni Ziemi. Wywołane tym zagięcie promieni słonecznych, a także światła innych ciał niebieskich powoduje, że pojawiają się one nad horyzontem przed ich rzeczywistym wschodem i są widoczne przez pewien czas po zachodzie. Wydłuża to dzień o kilka minut. A co jest przyczyną spłaszczenia tarczy słonecznej, gdy o zachodzie zbliża się do horyzontu?
2. Dla niewielkich odległości od powierzchni Ziemi (w troposferze rozciągającej się do 20 km) ze wzrostem wysokości temperatura powietrza zazwyczaj spada. W związku z tym prędkość dźwięku w pobliżu Ziemi jest większa niż w wyższych warstwach atmosfery. Fale dźwiękowe pochodzące ze źródła umieszczonego na niewielkiej wysokości zakrzywiają się ku górze. Dlatego prawie nigdy odgłosy gromów nie są słyszalne z odległości większej niż 25 km i błyskawicy nie zawsze towarzyszy grzmot.



3. Czasami w troposferze temperatura rośnie z wysokością (tzw. inwersja temperatury). W lecie zdarza się to tylko podczas bezchmurnych nocy na wysokościach sięgających kilkudziesięciu metrów. W zimie natomiast temperatura może rosnać z wysokością także w ciągu dnia, przy czym w nocy wzrost ten sięga kilkuset metrów ponad Ziemię. Powoduje to zaginanie fal akustycznych do dołu, co sprzyja rozprzestrzenianiu się dźwięku na duże odległości. Najłatwiej można zaobserwować to zjawisko nad jeziorem po zachodzie słońca, bo woda parując (wymaga to znacznych ilości ciepła) ochładza otaczające powietrze. Zasięg dźwięku w tym przypadku może się jeszcze zwiększyć w wyniku wielokrotnych odbić od powierzchni wody.



4. Inwersja temperatury odgrywa także dużą rolę w rozchodzeniu się ultrakrótkich fal radiowych i powoduje, że stacje telewizyjne mogą być odbierane daleko poza obszarem „widzianym” z masztu anteny.

5. W kilku miejscach na kuli ziemskiej, nad morzem o zachodzie słońca wyłaniają się zza horyzontu kontury gór czasami tak wyraźne, że można odróżnić poszczególne wierzchołki. Są to obrazy bardzo odległych prawdziwych gór, które stają się widoczne dzięki refrakcji.

6. Innego typu złudzenia powstają w pustyni albo nad rozgrzaną drogą w upalny dzień. W tym przypadku temperatura maleje z wysokością bardzo szybko i promienie idące od błękitnego nieba zaginają się w kierunku obserwatora tak, że widzi on obraz nieba w pewnej odległości przed sobą,

Na rysunku obok widzicie kilka innych, zwielokrotnionych obrazów powstałych na skutek refrakcji w atmosferze. Spróbujcie odgadnąć jak, w każdym przypadku, zmienia się temperatura powietrza z wysokością. Podobnie badając „obrazy” trzęsień ziemi i wywołanych sztucznie wstrząsów podziemnych odgadujemy budowę wnętrza naszej planety.

