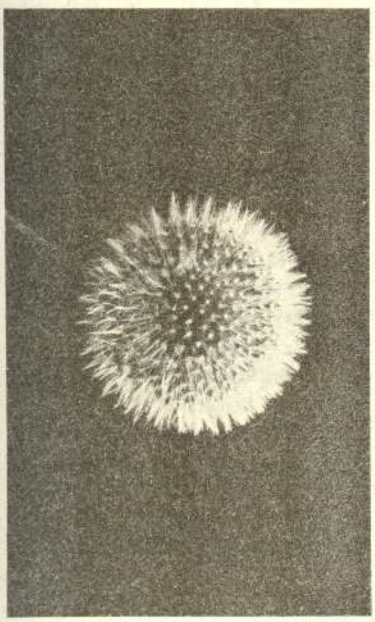
Ponieważ kropla oświetlana jest jednorodnie, niezależnie od miejsca powierzchni, więc wzmocnienie natężenia światła powstaje tam, gdzie kąt odbicia zmienia się najwolniej. W miejscu o najsilniejszym zagęszczeniu promieni, a więc dla kątów ekstremalnych (130° i 138°) powstają wzmocnione tęcze. Ponieważ zaś żadne promienie rozważanego typu nie są odbijane pod kątami pomiędzy 130° i 138°, więc powstaje tu zaciemnienie. Jak widać, wielkość kropli nie ma wpływu na kąty określające położenie poszczególnych obszarów.

Do tej pory nie zajmowaliśmy się najbardziej typową dla tęczy cechą, a mianowicie grą kolorów. Już w 1666 roku Newton zauważył, że światło białe jest mieszaniną wiązek różnobarwnych o różnych współczynnikach załamania. Różne współczynniki załamania dają różne ekstremalne kąty tęczy. I tak np. dla światła czerwonego wynosi on 137°58′, a dla fioletu 139°43′. Na podstawie tego oraz ze znanej szerokości kątowej tarczy słonecznej Newton ocenił szerokość tęczy na 2°15′, co było zgodne z jego obserwacjami. Tak więc Newton na podstawie optyki geometrycznej umiał uzasadnić występowanie i grę kolorów tęczy pierwszego i drugiego rzędu, ciemniejszy obszar między nimi, a nawet określić ich położenie. Nie był jednak w stanie wytłumaczyć pochodzenia barwnych prążków leżących po wewnętrznej części tęczy pierwszego rzędu. Po wewnętrznej stronie tęczy pierwszego rzędu oraz po zewnętrznej stronie drugiego — zawsze znajdziemy dwa promienie, które padały na kroplę z obu stron promieni tworzących tęczę i odbiły się w tym samym kierunku. Kąt tęczy jest bowiem kątem ekstremalnym. Stąd też, dla każdego kąta nieco większego od wartości kąta tęczy (w przypadku tęczy pierwszego rzędu) odbite światło zawiera równoległe promienie, które przeszły różne drogi o różnych długościach. W czasach Newtona natężenia spowodowane łączeniem się kilku grup promieni mogły być tylko po prostu dodane. Dlatego też przewidywał on ciągły jednostajny spadek natężenia w funkcji kąta bez żadnych prążków. Dopiero po odkryciu Younga dotyczącym możliwości interferencji fal świetlnych sam autor wpadł na pomysł, że takie dwa promienie przechodzące przez kroplę zachowują się analogicznie, jak promienie przechodzące przez dwa otwory w jego słynnym doświadczeniu. To „podtęczowe" zjawisko wyjaśnił więc następująco. Dla kątów bliskich kątom tęczy różnica dróg między sąsiednimi promieniami jest nieznaczna, więc interferują ulegając wzmocnieniu. Gdy różnica osiąga połowę długości fali, promienie wzajemnie się wygaszają. Dla dalszego wzrostu różnicy dróg światło konsekwentnie zostaje dalej na przemian wzmacniane i osłabiane, czego efektem są powstające prążki. Ponieważ kąt obserwacji, przy którym następuje wzmacnianie i osłabianie zależy od różnicy dróg przejścia odpowiednich promieni przez kroplę, więc całe zjawisko zależy tym razem od wielkości kropli. W większych kroplach następuje szybsza zmiana różnicy, gwałtowniejszy jej wzrost powodujący zbliżanie się prążków. Wyjaśnia to fakt, że bliżej wierzchołka łatwiej je dostrzec. Bo po prostu krople deszczu spadając rosną.

Dokładne wyjaśnienie wszelkich niezauważalnych gołym okiem subtelności tęczy wymaga posłużenia się pełną teorią fal elektromagnetycznych stworzoną przez Maxwella. Odpowiednie rachunki wcale nie są proste. Łatwo natomiast zrozumieć pewną ciekawą własność światła tworzącego tęczę. Okazuje się, że światło to jest praktycznie całkowicie spolaryzowane w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny, w której zachodzi odbicie promieni. Kąt wewnętrznego odbicia dla promieni tworzących tęczę pierwszego rzędu jest bowiem przez niezwykły przypadek równy kątowi Brewstera, przy którym światło całkowicie polaryzuje się przez odbicie. Zjawisko polaryzacji światła tęczowego może zaobserwować każdy, kto ma okulary polaryzacyjne lub inne urządzenie polaryzujące światło.



Zadania

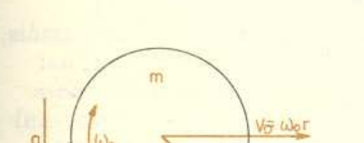
Redaguje mgr Andrzej MĄKOWSKI

M 172. Udowodnić, że jeżeli powierzchnia $\mathcal{S}$ ma następującą własność: *jeżeli punkty A, B, C należą do $\mathcal{S}$, to okrąg przechodzący przez A, B, C jest zawarty w $\mathcal{S}$*, to $\mathcal{S}$ jest płaszczyzną lub sferą.
Rozwiązanie na str. 5

M 173. Ile jest trójek liczb naturalnych nie większych od $3n$, których suma jest podzielna przez 3?
Rozwiązanie na str. 12

M 174. Wykazać, że jeżeli $f(x)$ jest wielomianem stopnia n o współczynnikach rzeczywistych oraz a i b są takimi liczbami rzeczywistymi, że wielomiany $f(x)-a$ i $f(x)-b$ mają po n różnych pierwiastków rzeczywistych, to dla każdej liczby c leżącej między a i b wielomian $f(x)-c$ ma n różnych pierwiastków rzeczywistych.
Rozwiązanie na str. 5

Redaguje dr Waldemar GORZKOWSKI



F58. Na poziomą powierzchnię stołu położono jednorodną kulkę o masie m i promieniu r wirującą z prędkością ω_0 wokół osi poziomej przechodzącej przez środek kulki. Jednocześnie środkowi kulki nadano prędkość liniową $v_0 = \omega_0 r$ w kierunku prostopadłym do osi obrotu. Współczynnik tarcia posuwistego kulki o stół wynosi f, a potoczystego k. Jaki warunek powinny spełniać k, f i r, aby ruch kulki aż do chwili zatrzymania odbywał się bez poślizgu?
Rozwiązanie na str. 2