

# Jaki kolor widzisz?

## Abstrakt

Doświadczenie pokazuje zjawisko męczenia się receptorów w oku oraz istnienie barw dopełniających.

### Zastosowanie/Słowa kluczowe

wzrok, zmysły, barwy, czopki, pręciki, barwy dopełniające, światło białe, widmo

## Materiały

- wydruki lub rysunki w różnych kolorach, np.: niebieska gwiazdka na żółtym tle, zielona gwiazdka na czerwonym tle, prostokąt złożony z trzech pasów (na górze zielony, w środku czarny, na dole czerwony)
- biały ekran, ściana lub kartka

## Bezpieczeństwo

Doświadczenie jest bezpieczne

## Warunki szczególne

Dobre, rozproszone światło.

## Wykonanie

Ustaw kartkę z rysunkiem przed sobą, patrz na nią nieruchomo przez minutę. Przenieś wzrok na białą powierzchnię (ekran, kartkę, ścianę), zamrugaj i poczekaj kilka sekund. Co widzisz?

Na białej powierzchni pojawia się obraz o tych samych kształtach, co obserwowany wcześniej kolorowy rysunek, ale w innych kolorach.

## Wytłumaczenie

Kolory iluzorycznego obrazu na białym tle to barwy dopełniające barw z oryginalnego obrazka. Widzenie barwne zawdzięczamy receptorom siatkówki oka, tzw. czopkom. Pozostałe receptory – pręciki – widzą tylko skalę szarości, jest ich jednak o wiele więcej (ok. 100 mln) i są znacznie bardziej czułe.

W siatkówce oka znajduje się ok. 5 mln czopków. Istnieją trzy rodzaje tych receptorów różniące się wrażliwością na światło o określonej długości fali. Światło widzialne dla ludzkiego oka to fala elektromagnetyczna o długości od 400 do 700 nm. Rozszczepiając wiązkę światła postrzeganego przez ludzkie oko jako białe za pomocą pryzmatu, można zobaczyć całe widmo i barwy fal o różnej długości. Najkrótsza fala widma widzialnego ma kolor fioletowy, później następują niebieski, zielony, żółty, a na końcu kolor najdłuższej fali – czerwony. Każdy rodzaj czopków najlepiej „widzi” światło o innym kolorze: niebieskie, czerwone lub zielone. Widzimy świat w znacznie bogatszej palecie barw, ponieważ dzięki sumowaniu się impulsów o różnym natężeniu z poszczególnych czopków mózg „miesza” barwy i wytwarza kolorowy obraz.

Prawie dla każdej barwy można znaleźć barwę dopełniającą, po zmieszaniu z którą otrzymuje się barwę białą (ściślej: w wyniku zmieszania promieni światła o określonej barwie otrzymuje się promień widziany przez ludzkie oko jako biały). Inaczej mówiąc, barwa dopełniająca do danego koloru to barwa całego widma światła po usunięciu z niego wiązki o długości fali danej barwy. Proponowane doświadczenie pozwala na określenie barw dopełniających.

Skąd bierze się iluzja? Kiedy skupiamy nieruchomo wzrok na kolorowym obiekcie, czopki w siatkówce są stale stymulowane i wysyłają ciągły sygnał do mózgu. Ich aktywność oparta jest na reakcjach chemicznych, których składniki po pewnym czasie zaczynają się wyczerpywać (ich ilość jest ograniczona), dlatego sygnał staje się coraz słabszy.

„Zmęczenie” czopków odbierających jeden kolor powoduje, że zaczyna przeważać sygnał podstawowy z niestymulowanych czopków. Zatem obraz tworzący się po przeniesieniu wzroku na białą powierzchnię to iluzja wytworzona w korze mózgowej, spowodowana zaburzeniami w pracy receptorów.

Na co dzień człowiek nie uświadamia sobie tego ograniczenia zmysłu wzroku. Zazwyczaj oczy nieustannie skanują otoczenie i zmieniają swoje położenie, dlatego nie dochodzi do przeciążenia poszczególnych receptorów. Doświadczenie zmusza oczy do zachowania sprzecznego z odruchami.

### Alternatywy

To samo doświadczenie można przeprowadzić z wykorzystaniem ekranu komputera. Oprócz rysunków zaproponowanych w opisie warto spróbować pobawić się z innymi barwami i kształtami. Można poprosić grupę o doświadczalne określenie wszystkich barw dopełniających.

### Rozwiązywanie problemów

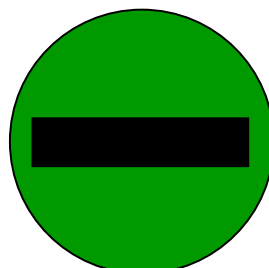
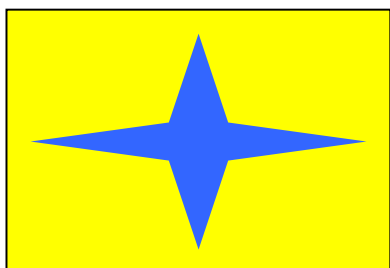
Należy zadbać o dobre światło. Czopki źle pracują przy słabym oświetleniu, zatem efekt nie będzie wyraźny.

Niektóre osoby uparcie twierdzą, że nie widzą iluzji. Dzieje się tak dlatego, że spodziewają się zobaczyć rzeczywisty obraz na ekranie, tymczasem iluzja tworzy się gdzieś pomiędzy, ekran zaś jest tylko tłem, dzięki któremu można ten subtelny efekt zobaczyć. Niektórzy mają też kłopoty z utrzymaniem wzroku przez minutę na jednym obiekcie. Należy poprosić ich o cierpliwość lub skrócić czas obserwacji – kilkanaście sekund powinno wystarczyć.

Przedstawione na rysunkach kształty nie mogą mieć zbyt wielu detali. Kartki z obrazkami nie powinny być większe od formatu zeszytu (połowa formatu A4), ponieważ czopki zgromadzone są przede wszystkim w centralnej części siatkówki.

## Barwy proste i ich barwy dopełniające

barwa	długość fali [nm]	barwa dopełniająca
czerwona	630-700	zielononiebieska
pomarańczowa	600-630	niebieska
żółtopomarańczowa	580-600	błękit cyjanowy
żółta	560-580	błękit indygo
żółtozielona	560	fioletowa
zielona	490-560	purpurowa*
zielononiebieska	490	czerwona
niebieska	480-490	pomarańczowa
błękit cyjanowy	470-480	żółtopomarańczowa
błękit indygo	440-470	żółta
fioletowa	400-440	żółtozielona



Przykłady rysunków