



# mata delta

Motyle można rozpoznać po kształcie skrzydeł, np.:



A. Niepylak Apollo  
*Parnassius apollo*



B. Pas żeglarek  
*Papilio podalirius*



C. Pas królowej  
*Papilio machaon*



D. Pusałka pawik  
*Venessa io*



E. Pusałka ceik  
*Polygonia c-album*

## Kolory motyli

### Skąd biorą się kolory?

Biorą się ze światła słonecznego. Jest ono białe, co oznacza, że jest mieszaniną wszystkich barw — zawiera fale o długościach od  $\frac{1}{2600}$  mm (fiolet)

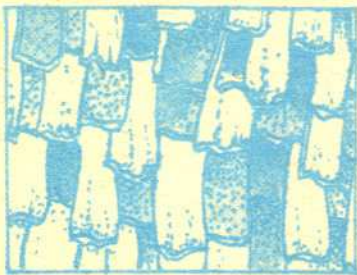
do  $\frac{1}{1300}$  mm (czerwień). Kolor przedmiotu, jaki obserwujemy, nie jest jednak związany z wpadaniem do naszego oka fal o odpowiadającej mu długości. Tak jest tylko dla przedmiotów świecących. Kolor wszystkich innych przedmiotów to wrażenie wywołane w naszym oku przez brak pewnych barw (zupełnie innych od tych, które postrzegamy) w pełnym widmie światła białego.

### Pigmenty, czyli pochłaniacze

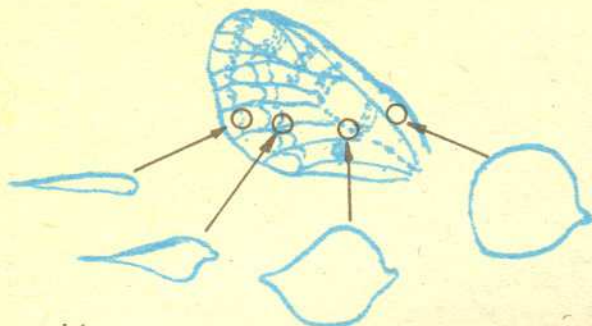
to, z punktu widzenia fizyki, rezonatory. Np. chlorofil jest „nastrojony” na barwę czerwoną. Energia fali o długości około 0,001 mm jest więc mu przekazywana i fala ta ginie. A my widzimy „resztę”, co robi na nas wrażenie zieloności. I taki właśnie kolor mają dla nas rośliny. W ten sposób działają wszystkie pigmenty.

### Barwa przeciw barwie

Jeżeli nakładają się dwie fale tej samej długości, ale przesunięte w fazie, następuje ich interferencja. Gdy przesunięcie to wynosi połowę okresu — fala wygasa się. I to jest drugi sposób powstawania obserwowanych kolorów. Jeśli światło odbije się od zewnętrznej i wewnętrznej ścianki przezroczystej płytki, to dla pewnej barwy różnica fazy obu odbitych fal może spowodować jej wygaszenie. Zależy to tylko od grubości płytki — nie zależy od materiału, z którego jest ona zbudowana. Np. płytka o grubości 0,002 mm wygasi barwę czerwoną (dlaczego akurat ją?) i będziemy płytkę widzieli jako zieloną. Podobnie płytkę o grubości 0,001 mm zobaczymy jako czerwoną — prawda?



*Dachówkowe  
ułożenie łusek  
u rusatki  
pokrzywnika*



*Włoski i łuski na skrzydle niepył-  
ka apollo*



*Warstwowa struktura łuski*



*Wąsik  
Adela vividella*

*Modraszka  
korydon  
Lysandra coridon*

*Mieniak  
tęczowiec  
Apatura inis*

W ten sposób powstają różnorodne kolory masy perłowej — ślimak czy małż nakładają warstwę szkliva o nierównej grubości. Bardziej prymitywny przykład to cienka warstewka (też nierówna) rozlanej na kałuży benzyny.

Interferencja powodująca wygaszanie może mieć miejsce nie tylko w przypadku przezroczystych płytek. Interferować mogą również fale odbijające się od nierównej powierzchni. Wówczas to, która barwa się wygasi, zależy od kierunku patrzenia.

A jak to „robią” motyle?

Oczywiście wszystkimi sposobami. Jako łuskoskrzydłe używają, rzecz jasna, łusek. Różnego kształtu łuski, w ogromnej liczbie (200—600 na mm<sup>2</sup>) pokrywające skrzydła i zawierające różne pigmenty, są źródłem całej gamy kolorów. Każda łuska zawiera co prawda tylko jeden pigment, a pigmentów „do wyboru” motyl ma na ogół nie więcej niż pięć, jednak przy tej liczbie możliwe jest tyle różnych kombinacji, że nie powinno dziwić obserwowane bogactwo.

Te same łuski pozwalają, przez swą budowę, uzyskać kolor i metodą interferencji. Najczęściej łuska ma dwie warstwy: dolną — gładką, zawierającą pigment i górną — o regularnie pozałamywanej powierzchni wywołującej interferencję. Bywa też odwrotnie: widoczne na okładce niebieskie półksiężycy skrzydła rusatki pawika powstały przez interferencję na dolnej pozałamywanej powierzchni łusek (górną ich powierzchnia jest gładka i bez pigmentu, czyli przezroczysta).

Motyl wąsik swój kolor zielony uzyskuje i przez pigment, i przez interferencję.

Piękny modry kolor modraszków to wynik wielokrotnej interferencji — ich łuski są wielowarstwowe.

Zmianę koloru przy zmianie kierunku patrzenia (a więc jest to kolor powstały przez interferencję) najefektowniej prezentuje mieniak tęczowiec. Metaliczny połysk jego skrzydeł to z kolei wynik działania pigmentu.

Jest rzeczą ciekawą, że u motyli (i w ogóle u zwierząt) prawie nigdy kolor zielony nie powstaje w wyniku działania samego pigmentu. Sądzi się nawet, że zielony kolor ich larw to po prostu wynik przyswojonego przez nie chlorofilu, czyli zwyczajnie jest on „pożyczony” od roślin.

A na koniec zagadka: jak są wobec tego zbudowane łuski skrzydeł motyli białych?

*Małą Deltę przygotowali  
Maciej JĘDRZEJCZAK i Janusz KUPRYJANOWICZ*