

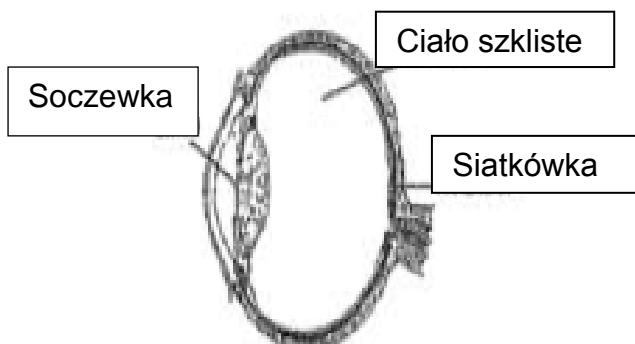
Okulary fasetkowe

[BAP_1044186.doc]

W jaki sposób owady postrzegają swymi oczyma otaczający świat? Okulary fasetkowe próbują przybliżyć ten trudny do teoretycznego wytłumaczenia proces.

Nie należy mylić biologicznych okularów fasetkowych z powszechnie dostępnymi na rynku, tanimi kalejdoskopami, bowiem przy użyciu tych ostatnich nie można przeprowadzić znaczącego i decydującego drugiego etapu doświadczeń (drugiej części doświadczeń opisanej na stronie 4) umożliwiającego prezentację rzeczywistego obrazu widzianego okiem złożonym.

Informacje szczegółowe:



Schemat budowy oka kręgowca

W ludzkim oku (oku prostym) na siatkówce powstaje obraz odwrócony („do góry nogami”), pomniejszony i będący odbiciem lustrzanym otoczenia. Ponieważ ogniskowa soczewki jest zmienna, na siatkówce powstaje ostry obraz zarówno bliskich jak również dalekich przedmiotów (zjawisko akomodacji).

Oczy złożone (oczy mozaikowe, fasetkowe) stawonogów (np. owadów) składają się z wielu pojedynczych oczek prostych (tzw. omatidiów) ułożonych w charakterystyczny wzór mozaikowy. Oko muchy domowej składa się z około 4.000 oczek prostych. Ważki posiadają ich ponad 10.000, zaś oko mrówki składa się tylko z ok. 25! omatidiów.

Każde omatidium posiada rogówkę pochodzenia oskórkowego, która wraz ze stożkiem krystalicznym tworzy aparat drioptyczny. Jest on wprawdzie w stanie tworzyć obraz części otoczenia, ale ponieważ posiada tylko jeden pręcik wzrokowy, w pojedynczym omatidium powstaje wyłącznie obraz jednego punktu. Rozdzielczość oka złożonego zależy więc od liczby omatidiów. Im więcej omatidiów ułożonych pod danym kątem, tym bardziej precyzyjna staje się siatka złożona z punktów świetlnych, a

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

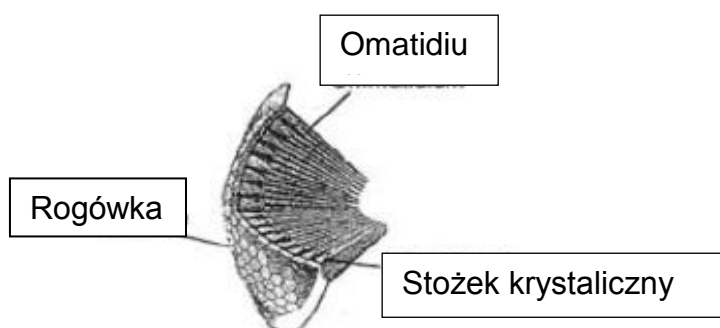
Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

tym samym rozdzielczość przestrzenna obrazu. Dlatego oko muchy domowej jest w stanie wytworzyć znacznie ostrzejszy obraz niż oko złożone mrówki. W odróżnieniu od oka prostego oko owadów postrzega obraz nieodwrócony, nie generuje więc lustrzanego odbicia.



Oko złożone muchy



Przekrój oka złożonego



Przekrój poprzeczny omatidium

Okulary fasetkowe

są wyposażone w prawy i lewy model oka, z których każdy złożony jest z ok. 25 ułożonych mozaikowo soczewek (podobnie jak u mrówki). Każda soczewka to jedno omatidium. Naturalne soczewki mają kształt sześciokątny. Uproszczony model posiłkuje się soczewkami kwadratowymi. Niebieskie kołnierze na okularach stanowią wyłącznie ochronę przed uszkodzeniami oczu złożonych i w naturze nie występują.

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

Pierwsza część doświadczeń

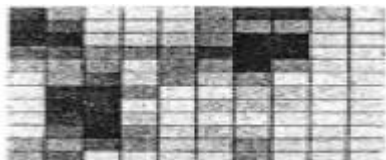
Zaleca się, by nauczyciel najpierw sam na próbę wykonał doświadczenia w celu znalezienia odpowiednich obiektów i prawidłowego oświetlenia.

Założ okulary i wybierz sobie obiekt do obserwacji, na przykład głowę człowieka, albo ustaw małą, w miarę możliwości kolorową butelkę na arkuszu białego papieru. Najbardziej odpowiednia będzie jednak płonąca świeca! W każdym oku złożonym zobaczysz około 25 małych obrazów wybranego obiektu. Ponieważ soczewki umieszczono na powierzchni kulistej (patrz okulary), poszczególne obrazy dostrzeżesz z nieco innych perspektyw, to znaczy obrazek u dołu z prawej strony odwzorowuje inny fragment niż na przykład obrazek u góry po lewej stronie (patrz obraz u góry).

Nie poruszaj okularami, gdyż każde poruszenie będzie skutkowało natychmiastową zmianą odwzorowywanych fragmentów.

O czym informują nas owe pojedyncze obrazy?:

Dzięki okularom fasetkowym uczniowie dowiadują się, że poszczególne omatidia postrzegają różne fragmenty otaczającego świata. Okulary pokazują, jakich obrazów dostarczałyby omatidia, gdyby działały na zasadzie oka prostego. Oczywiście oczy złożone nie funkcjonują w ten sposób, bowiem z uwagi na obecność tylko jednego pręcika wzrokowego w jednym omatidium nie powstaje obraz, lecz wyłącznie punkt obrazu, a w efekcie, dzięki wielu pręcikom wzrokowym (omatidiom) siatka punktów (patrz kolejna strona, fragment u góry). Potraktujmy więc ten pierwszy „obraz widziany przez nasze okulary” tylko jako informację pośrednią i wstępną i kontynuujmy doświadczenia opisane na stronie 4 w punkcie „Druga część doświadczeń” w celu zyskania ostatecznej wiedzy.



W przypadku niewielu oczek prostych powstaje zgrubna siatka punktów (przykład mrówki)



W przypadku wielu oczek prostych powstaje szczegółowa siatka punktów



Oko proste widzi ostre kontury, których nie dostrzegają oczy złożone. W taki właśnie sposób owad będzie widział „całość obrazu”.

Zanim zaczniemy drugą serię doświadczeń, przeprowadźmy jeszcze kilka interesujących testów:

- I. Popatrz jednym okiem na mały, czarny punkt (patrz dodatki). By otrzymać bardzo jasny obraz, na powierzchnię musi padać silne, ukośne światło. Gdy trzymasz punkt bardzo blisko! przed szkiełkiem okularu, w polu widzenia ukazuje się tylko jeden pojedynczy punkt. Przy zwiększeniu odległości zwiększa się również liczba punktów, ponieważ coraz więcej omatidiów włącza się w proces widzenia. W końcowym efekcie całe pole widzenia jest pokryte punktami.
Pytanie: Na ile odległość oczu złożonych od obiektu (punktu) może wpływać na wartość informacyjną postrzeganego obrazu?
Wniosek: Im większa odległość pomiędzy okiem złożonym a obiektem, tym mniej ostry jest powstały obraz.
- II. Powtórz doświadczenie I, używając jako obserwowanego obiektu krzyżyka i punktu. Przy małej odległości rozpoznaje się krzyż i punkt jako oddzielne figury. Przy rosnącej odległości zwiększa się ich liczba, a wreszcie zaczynają się na siebie nakładać i nie ma możliwości ich odrębnego dostrzeżenia.
- III. Użyj podkładki z czarną i białą powierzchnią. Patrząc jednym okiem, ustaw najkrótszą odległość, w której widzisz granicę pomiędzy kolorem czarnym i białym.
Obserwacja: Połowa pola widzenia jest czarna, druga zaś biała. Widać ostrą granicę pomiędzy kolorami. Oznacza to, że połowa omatidiów widzi obszar czarny, ich reszta zaś obszar biały.
Jeśli poruszymy teraz modelowym okiem w prawo lub lewo, jednocześnie będzie się przesuwała granica, jej przesunięcie nastąpi w „prawidłowym” kierunku.

Druga część doświadczeń

Nauczyciel ponownie wybiera kontrastowy obiekt. Jasno świecące źródło światła, najlepiej płonąca świeca lub inny obiekt.

- a) Uczniowie nie nakładają okularów tylko trzymają je w rękach zwrócone w kierunku wybranego obiektu w odległości około 30 cm od oczu. Obserwuj obiekt jednym okulem, ustawiając odległość, w której wyraźnie rozróżnić można jasne i ciemne siatki.
- b) Posiłkując się małym trikiem, możemy sprawić, że uczeń dowie się, jak przebiega proces widzenia okiem złożonym. Nakładając będącą elementem zestawu, matową folię na okulary, sprawiamy, że obrazy redukują się do plam o różnej jasności. Trzymaj matową folię bezpośrednio przed okulem. Powstaje siatka, na której rozróżnić można jasne i ciemne fragmenty w formie „całościowego obrazu” i która odpowiada stopniom jasności wcześniejszego obrazu uzyskanego bez folii matowej. Zakłada się, że obraz, który widzi mrówka, ma mniej więcej dokładnie takie własności i strukturę.
Może się zdarzyć, że uczeń powie najpierw „Niczego nie widzę”. Jednak po pewnym czasie nawiąknęcia do nowego obrazu zidentyfikuje punkty o różnej jasności.

CONATEX-DIDACTIC Pomoce Naukowe Sp. z o.o. - ul. Powstańców Śląskich 103/1, 01-355 Warszawa
Dział Obsługi Klienta: tel.: 22 228 88 51, faks: 22 228 88 52

Internet: www.conatex.pl – e-mail: biuro@conatex.pl

Wszelkie prawa zastrzeżone. Powielanie i rozpowszechnianie części lub całości tej publikacji bez wyraźnej pisemnej zgody Conatex-Didactic Pomoce Naukowe Sp. z o.o. jest zabronione.

Wniosek

Oko złożone nie jest nigdy w stanie wygenerować tak ostrych konturów jak oko proste. A w przypadku małej liczby omatidiów w oku powstaje tylko zgrubna siatka obrazu. Pomiędzy poszczególnymi gatunkami czy rodzinami owadów istnieją ogromne różnice w liczbie omatidiów. Im więcej omatidiów, tym lepiej widoczne są kontury „całościowego obrazu”.

Oko złożone nie dostarcza lustrzanego odbicia obrazu w odróżnieniu od oka prostego, w którym na siatkówce powstaje obraz odwrócony będący lustrzanym odbiciem rzeczywistości.

Omatidia nie generują więc obrazów, lecz tylko punkty o różnej jasności (plamy świetlne). W przypadku oka mrówki jest to na przykład około 25 punktów, które mózg owada składa w „całościowy obraz”.