

Camera Obscura

Jak wygląda aparat fotograficzny, wie chyba każdy. W dzisiejszych czasach urządzenie to znajduje się na wyposażeniu telefonu, który tak naprawdę telefonem dawno być przestał, a stał się uniwersalnym laboratorium uzbrojonym w najnowsze technologie, także te służące do rejestrowania obrazów. W tej opowieści wrócimy się jednak do czasów, gdy aparat fotograficzny, podobnie zresztą jak telefon, stanowił autonomiczny przyrząd stworzony do rejestrowania obrazów... a tak naprawdę - światła. Technika przenoszenia widoku otaczającego świata i zamiany trójwymiarowej rzeczywistości w dwuwymiarowy obraz nie zmieniła się od początków fotografii. Zmienił się jedynie nośnik, materiał, na którym obraz taki jest rejestrowany. Dziś jest nim coraz doskonalsza cyfrowa matryca, kiedyś była to światłoczuła taśma kinematograficzna, jeszcze wcześniej szklana płyta pokryta wrażliwą na światło emulsją, a na początku tej drogi matowa szybka, na której pojawiały się miniaturowe repliki obiektów, na które patrzyło oko kamery.

Owłaśnie - kamera. Kiedyś tak nazywano aparaty fotograficzne. Termin ten przetrwał do dziś, choć współcześnie zarezerwowano go raczej dla urządzeń rejestrujących ruchomy obraz. Camera Obscura, czyli ciemnia optyczna, nazywana jest też kamerą otworkową lub ciemną komnatą. Niezwykle prosty instrument optyczny, pozwalający uzyskać rzeczywisty obraz otoczenia, uznawany za pra-pra-pradziadka współczesnych aparatów fotograficznych. Urządzenie zbudowane jest w formie pudełka/skrzynki z czarnym wnętrzem w celu zredukowania odbić światła. Na jednej ze ścianek znajduje się niewielki otwór (średnicy 0,3-1 mm), pełniący rolę obiektywu, a na drugiej, przeciwległej, matowa płyta szklana lub kalka techniczna. Promienie światła, które wpadają przez otwór tworzą na matówce odwrócony i pomniejszony/ powiększony obraz. Wstawiając w miejsce matówki kliszę fotograficzną (albo np. cyfrową matrycę), otworek zastępując soczewkowym obiektywem, kamerę otworkową można transformować w aparat fotograficzny. Dodać możemy, że pierwsze konstrukcje tego typu powstawały w starożytnej Grecji i w Chinach, a swoje prace w tej dziedzinie prowadzili m. in. Arystoteles i Euklides. Camera Obscura służyła astronomom do obserwacji Słońca i Księżyca, wykorzystywana była też przez artystów malarzy do wykonywania rysunków i kompozycji obrazów, szczególnie jako pomoc do wykreślania perspektywy. Stosowali ją między innymi tacy mistrzowie jak Leonardo da Vinci i słynny malarz widoków Warszawy - Canaletto.

Camera Obscura

Tyle historii, a jak to działa z optycznego i geometrycznego punktu widzenia? Na ekranie widzimy obserwowany przedmiot. Jego obraz jest odwrócony, ale zachowuje wszelkie proporcje poszczególnych części, natomiast rozmiary obrazu zależą ściśle od odległości ekranu - matówki, od otworka - obiektywu. Obraz jest pomniejszony, gdy jego odległość od otworka/obiektywu jest mniejsza od dystansu dzielącego go od obserwowanego przedmiotu, powiększony, gdy odległość od otworka jest od odległości do obserwowanego przedmiotu większa... Proste? Najlepiej to oczywiście sprawdzić eksperymentalnie.

A kiedy obraz i obserwowany przedmiot będą tej samej wielkości? Uwaga, kształt otworka nie ma tutaj znaczenia, może być okrągły, kwadratowy lub trójkątny i nie będzie miało to wpływu na jakość obrazu. Natomiast jego wielkość (średnica w przypadku okrągłego kształtu) już tak. Im większy otworek, tym bardziej nieostry obraz uzyskamy. Powstawanie obrazu w Camera Obscura tłumaczymy prostoliniowym rozchodem się światła. Zjawisko to działa także w dużej skali, na przykład w ciemnym pomieszczeniu, do którego wnętrza światło wpada przez dziurkę od klucza.

A kto pamięta promienie światła słonecznego tworzące pod drzewami okrągłe plamy w słoneczny, letni dzień? Dlaczego okrągłe? Dlatego, że są to miniaturowe obrazy tarczy naszej gwiazdy dziennej wytworzone przez promienie przechodzące przez przestrzenie między liśćmi. Fizyka jest piękna, szczególnie ta obok nas.

Camera Obscura

BUDUJEMY I EKSPERYMENTUJEMY

Istnieje wiele wersji modeli ciemni optycznych, jakie opisano w literaturze popularnonaukowej oraz tematycznych formatach internetowych. Można je budować wykorzystując pudła i pudełka o różnych gabarytach, konstruując specjalnie zaprojektowane drewniane skrzyneczki lub dobierając rury o rozmaitych średnicach. Nasz model został zaprojektowany jako kartonowy z opcjonalnym zastosowaniem „obiektywów” wykonanych z cienkiej blaszki, folii lub tworzywa sztucznego (np. arkuszy pcv stosowanych w modelarstwie redukcyjnym). Model jest prosty w montażu ale, wymaga minimum staranności i cierpliwości. Sprawdzony wielokrotnie na poligonie Experymmentarium 3Z – działa znakomicie.

NARZĘDZIA

nożyczki, nóż introligatorski, ołówek, linijka, pistolet do kleju na gorąco (z zapasem kleju), wiertarka z wiertłem 0.5 mm

MATERIAŁY

- wydruki cyfrowe na papierze 350g (do pobrania ze strony),
- kalka techniczna,
- taśma klejąca, dwustronna,
- cienka blaszka, folia/arkusz pcv (0.2 – 0.3 mm)

MONTAŻ

- wyciąć elementy modelu,
- skleić elementy modelu przy pomocy dwustronnej taśmy klejącej, zwracając uwagę na to, aby czarne ścianki pudełek (zewnątrznego i wewnętrznego) znajdowały się wewnątrz,
- wyciąć z kalki technicznej prostokąt o wymiarach dopasowanych do ramki montażowej,
- wkleić kalkę do ramki,
- ramkę z wklejoną kalką zamocować do tylnej ścianki wewnętrznego pudełka,
- z blaszki, folii lub pcv wyciąć kwadrat (obiektyw) o boku ~ 30mm,

- w obiektywie wykonać centrycznie otwór o średnicy 0.5 mm,
- nakleić obiektyw na przedniej ścianie zewnętrznego pudełka,
- wsunąć wewnętrzne pudełko z matówką do wnętrza większego.

Wszystkie etapy budowy modelu znajdują się na fotografiach.

Najlepsze efekty uzyskamy ustawiając model w zacienionym pomieszczeniu umieszczając przed obiektywem bardzo jasny przedmiot. Idealnym do obserwacji jest płomień świecy albo reflektor latarki, oświetlacz LED etc. Bardzo dobre efekty daje np. jasne oświetlone promieniami słonecznymi okno obserwowane z perspektywy ciemnego pomieszczenia. Odwrócony obraz obserwujemy na matówce kamery. Ostrość i wielkość obrazu regulujemy wsuwając lub wysuwając pudełko z matówką.

Eksperymenty z wykorzystaniem modeli kamer otworkowych to wstęp do niezwykle ciekawych i atrakcyjnych doświadczeń z dziedziny optyki. Warto rozejrzeć się w szkolnych pracowniach fizycznych i sprawdzić czy nie zachowały się tam pomoce naukowe do eksperymentów z tego działu fizyki. Przydatne są tutaj szczególnie stoliki optyczne, przyrządy zaprojektowane do ćwiczeń z optyki geometrycznej. Na rynku wtórnym trafiają się też czasem popularne zestawy produkowane w formie edukacyjnych zabawek politechnicznych. Jednym z nich – o sporych walorach funkcjonalnych jest niemiecki Optik Cabinet.

W zestawie, oprócz elementów do budowy działających modeli przyrządów optycznych (konstrukcja lunety jest tak pomyślana, że nadaje się do wykonania modelu Camery Obscura) znajdziemy także części do montażu klasycznej ławy optycznej, przy pomocy której można zademonstrować zasadę działania kamery otworkowej.