

Scenariusz wypracowany w ramach projektu „Fizyka-Pasja-Społeczeństwo”

Autor:

dr hab. Barbara Piętka

Tytuł zajęć:

Czym różni się światło laserowe od światła żarówki?

Numer zadania:.....

Cel: Czego uczeń się dowie? Jakie umiejętności zdobędzie lub rozwinie?

Zostaną eksperymentalnie zademonstrowane podstawowe prawa fizyki dotyczące zagadnień związanych z optyką: składanie barw, rozszczepienie światła żarówki na barwy składowe, prawo załamania i odbicia, monochromatyczność i spójność światła laserowego, oraz szereg zagadnień związanych z obrazowaniem: obraz pozorny, działanie soczewki skupiającej i rozpraszającej, budowa oka i budowa mikroskopu.

Na tej podstawie zostaną omówione eksperymenty z fizyki, za które w 2018 roku przyznana została nagroda Nobla: wzmacnianie pojedynczych impulsów światła laserowego oraz optyczne szczypce.

Zajęcia skierowane do uczniów klasy 4 – 6.

Czas potrzebny na realizację scenariusza: 60 min.

Etapy realizacji zajęć (wraz z krótkim opisem):

Zajęcia rozpoczynamy od omówienia podstawowych zagadnień pozwalających na opisanie własności światła żarówki, światła diody laserowej oraz światła laserowego. Wszystkie omawiane zagadnienia ilustrujemy przeprowadzając eksperymenty. Następnie przechodzimy do opisu biegu promieni (laserowych) przez różne elementy optyczne tak aby zilustrować powstawanie obrazu za pomocą pojedynczej soczewki i omówić budowę oka, aparatu fotograficznego i lunety.

Światło białe i światło laserowe:

1. Światło białe jest mieszaniną barw - jako źródło światła wykorzystujemy strażnik slajdów. Rzutnik slajdów ma tę zaletę, że jego żarówki są silnym źródłem światła, ponadto światło jest już wstępnie skolimowane za pomocą wewnętrznej soczewki. Dalej zawężamy wiązkę światła umieszczając na drodze wiązki przesłonę. Celem przesłony jest utworzenie silnej wiązki światła białego, możliwie jak najmniej rozproszonej. Naszym celem jest pokazanie składowych spektralnych światła białego. Na drodze wiązki umieszczamy zatem kolejno pryzmat (duży element szklany), płytę CD (ponieważ każdy ma ją w domu) i siatkę dyfrakcyjną (jako element używany w laboratoriach fizycznych). Pokazujemy powstawanie barwnej tęczy. Wyjaśniamy jak

zbudowana jest siatka dyfrakcyjna i wyjaśniamy jej rolę w badaniach spektroskopowych.

2. Prostoliniowe rozchodzenie się światła – ilustrujemy na podstawie slajdów przedstawiających zdjęcia promieni słonecznych przenikających przez korony drzew lub chmury, czy rzutnika w kinie. Zagadnienie ilustrujemy pokazując tzw. kolorowe cienie – cień dłoni obserwowany w świetle z trzech diod: czerwonej, zielonej i niebieskiej ilustruje ponadto składanie barw typu RGB.
3. Światło białe nie jest światłem spójnym – omawiamy to zagadnienie tłumacząc, że światło jest falą. Na przykładzie rysunku fal o tej samej długości pokazujemy, że można je złożyć w wiązkę w sposób dowolny lub w fazie odróżniając tym samym światło niespójne (światło białe lub światło monochromatyczne) od światła laserowego. Pokazujemy wiązkę światła mnochromatycznego (światło białe przechodzące przez filtr spektralny), światło z diody laserowej i bezpośrednio ze wskaźnika laserowego. Eksperyment można powtórzyć dla wszystkich dostępnych nam barw laserów (zwykle czerwony i zielony).

Prawa załamania i odbicia światła:

1. Zjawisko załamania i odbicia - na drodze światła z wiązki laserowej (lub najlepiej na drodze światła pochodzącego z linijki kilku laserów) ustawiamy różne elementy optyczne (szklane lub z pleksi): pryzmat, soczewka skupiająca, soczewka rozpraszająca, lustro wklęsłe, lustro wypukłe i omawiamy bieg promieni załamanych, przechodzących o odbitych. Zwracamy uwagę, że kąt padania promienia jest równy kątowi odbicia, natomiast załamanie promieni światła na granicy ośrodków wynika z różnej prędkości światła w powietrzu i danym ośrodku (szkle lub pleksi).
2. W szczególności skupiamy się na omówieniu zasady działania soczewki skupiającej. W tym celu konieczną jest posiadanie wiązki o dużej średnicy lub linijki kilku laserów. Pokazujemy, że wszystkie promienie równoległe skupiają się w jednym punkcie.
3. Na podstawie działania soczewki skupiającej omawiamy działanie soczewki w oku. Pokazujemy różnicę pomiędzy krótkowzrocznością (promienie skupione przed siatkówką) lub dalekowzrocznością (promienie skupione za siatkówką). Pokazujemy jak wstawienie w wiązkę promieni dodatkowej soczewki skupiającej pozwala skorygować wadę wzroku. Zwracamy uwagę na to, że tak działają okulary.
4. Za pomocą dostępnych elementów optycznych tj. soczewek skupiających i rozpraszających budujemy proste układy optyczne: lunetę, obiektyw, teleskop.
5. Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia omawiamy na przykładzie biegu promieni laserowego w długim i zakrzywionym elemencie z pleksi. Ponadto zjawisko ilustrujemy zabawką w postaci pęczka światłowodów szklanych.

Badania naukowe – nagroda Nobla

Ponieważ poznaliśmy już najważniejsze zagadnienia związane ze światłem skupiamy się na pokazaniu istoty badań naukowych i sławnych odkryć. Wykorzystujemy w tym celu osiągnięcie z dziedziny technik laserowych za które w 2018 roku została przyznana nagroda Nobla.

Zaczynamy od przypomnienia kim był Alfred Nobel i najważniejszych polskich noblistów. Pokazujemy osoby, które w 2018 roku dostały nagrodę Nobla. Nagrodę Nobla z fizyki w 2018 roku otrzymali: Arthur Ashkin (USA) – połowa nagrody, oraz Gerard Mourou (Francja) i Donna Strickland (Kanada) – druga połowa. Zwracamy tu uwagę, że dotychczas nagrodę nobla z fizyki otrzymały tylko trzy kobiety Maria Skłodowska-Curie, Maria Geoppert Mayer i właśnie Donna Strickland.

Gerard Mourou i Donna Strickland zostali nagrodzeni za opracowanie metody generowania ultrakrótkich impulsów światła laserowego o dużej intensywności, co umożliwiło obserwację i

kontrolę najszybszych procesów fizykochemicznych zachodzących w cząsteczkach chemicznych. Tego doświadczenia nie ilustrujemy eksperymentalnie.

Artura Askhina uhonorowano za wynalezienie pęsety optycznej, która m. in. umożliwiła manipulacje mikroorganizmami za pomocą wiązki światła. Aby zilustrować to doświadczenie pokażemy jak zbudować swój mały mikroskop do oglądania mikroorganizmów żywych, omówimy zasadę powstawania obrazu pozornego i jak działa duży mikroskop. Na końcu uwięzimy sztuczną bakterię w sztucznej wiązce laserowej.

Mikroskop optyczny i pęseta optyczna

1. Budujemy własny prosty mikroskop. W tym celu wiązkę światła lasera (najlepiej zielonego) kierujemy na kroplę wody. Stabilną kroplę wody można uzyskać na końcu dużej strzykawki lekarskiej. Najlepiej jest jeśli kropla wody pochodzi z jeziora lub stawu, wtedy możemy w niej znaleźć dafnie (tzw. rozwiłki lub pchły wodne) i inne organizmy żywe. Dafnie chętnie przyplwają do światła laserowego i wpływają do kropli wody zawieszonych na końcu strzykawki. Obserwujemy laser rozproszony na kropli wody w postaci obrazu rzutowanego na ścianę w odległości około metra. Widzimy w powiększeniu wszystkie żyjątka poruszające się w kropli wody i cały brud, który tam się znajduje.
2. Następnie kroplę wody oglądamy pod mikroskopem optycznym. Omawiamy tu zasadę działania obiektywów i okularów.
3. Pod mikroskopem można również zilustrować również komórki cebuli lub warstwę mleka pokazując ruchy Browna cząstek tłuszczu w mleku (dla uczniów klas 5 – 6).
4. Zasadę powstawania obrazu pozornego ilustrujemy eksperymentem w którym na dnie lustrzanej półkuli umieszczamy obiekt (np. Kulkę lub inny drobny obiekt) i całość przykrywamy drugą lustrzaną półkulą z otworem w środku (zbudowaliśmy tym samym obiektyw typu casse-grain). Obraz pozorny obiektu obserwujemy ponad otworem. Obraz daje iluzję unoszenia się obiektu ponad obiektywem.
5. Do bezpośredniej ilustracji pęsety optycznej używamy piłeczki pingpongowej w strumieniu powietrza z suszarki. Strumień powietrza z suszarki kierujemy ku górze i na nim umieszczamy piłeczkę. Piłeczka unosi się nad suszarką, możemy delikatnie przechylać strumień, piłeczka nie wypada. Działanie pęsety optycznej tłumaczymy przez analogię: strumień powietrza – wiązka laserowa, piłeczka – bakteria lub inny mikroorganizm.

Spis materiałów potrzebnych do realizacji scenariusza (z uwzględnieniem etapów realizacji):

Światło białe i światło laserowe:

1. lampa – żarówka lub mały rzutnik
2. Tęcza - siatka dyfrakcyjna, płyta CD, pryzmat
3. Kolorowe cienie
4. Laser czerwony, zielony, niebieski

Prawa załamania i odbicia światła:

1. Zestaw demonstracyjny z linijką pięciu laserów, elementy optyczne: soczewki, pryzmaty, lustro.
2. Światłowody - pleksi, pęczek światłowodów - zabawka

Mikroskop optyczny i pęseta optyczna

1. Kropla brudnej wody w świetle laserowym – woda z jeziora lub stawu zawierająca dafnie/larwy komarów - laser zielony, strzykawka, uchwyty/stojaki na laser i strzykawkę.



2. Mikroskop, szkiełka, zlewka, pipeta (ew. Martwe dafnie, cebula, mleko)
3. Miraż – dwie półsfery z pokryciem lustrzanym, jedna z otworem.
4. Piłeczka pingpongowa, suszarka

Wykorzystane źródła podczas prowadzenia zajęć (np. strony internetowe), karty pracy (proszę załączyć):

W załączeniu znajdują się slajdy wykorzystane podczas zajęć.

Słowa kluczowe (dzięki nim nauczyciel będzie mógł znaleźć w bibliotece ten opis):

Światło laserowe, światło białe, składanie barw, mikroskop

Ciekawostki powiązane z zajęciami:

Najbardziej podobają się doświadczenia które uczniowie mogą wykonać samodzielnie lub co najmniej dotknąć poszczególnych elementów. W szczególności wszędzie, gdzie uczniowie mogą się wykazać swoją własną twórczością ponad to, co jest im pokazane, należy im na to pozwolić. Wprowadza to elementy zabawy do nauki. W szczególności pozwalamy uczniom zrobić swoje własne kolorowe cienie, samodzielnie ustawić dowolny bieg promieni laserowych przez tyle elementów optycznych ile chcą, złowić dafnie, poszukać ulubionego obiektu pod mikroskopem.