

**Opis Przypadku badawczego:**  
**„Badania Witelona nad prostoliniowym rozchodzeniem się światła”**  
**– dla wymiany w projekcie HIPST**

Części szczegółowe	Informacje
1. Tytuł	<p>„Badania Witelona nad prostoliniowym rozchodzeniem się światła”.</p> <p><b>Słowa kluczowe:</b> historia optyki, Witelona, replika, doświadczenie, prostoliniowość biegu światła, cień</p>
2. Autorzy i Instytucje	<p>mgr Chojnacka Justyna, Zespół Szkół nr 4, IV Liceum Ogólnokształcące im K. K. Baczyńskiego, ul. Kaliska 108, 87-800 Włocławek, Polska, justa_chojnacka@o2.pl, współpraca: Instytut Fizyki UMK w Toruniu, Dr Józefina Turło, jturlo@fizyka.umk.pl</p>
3. Streszczenia	<p>Tematyka związana ze światłem oraz jego rolą w przyrodzie w polskim programie nauczania podzielona jest na tematy związane z optyką geometryczną, która jedynie w sposób przybliżony opisuje rozchodzenie się światła oraz optykę falową, w ramach której omawiane są zjawiska związane z falową naturą światła czyli interferencja, dyfrakcja, polaryzacja. Później, w ramach fizyki współczesnej, omawiana jest jego druga – cząsteczkowa – natura. Jednym z pierwszych – jeśli nie pierwszym – tematem jest zjawisko odbicia i załamania światła padającego na granice między dwoma różnorodnymi ośrodkami. Najczęściej właśnie przy tej okazji mówi się o podstawowym założeniu optyki geometrycznej czyli o prostoliniowym rozchodzeniu się światła a samo światło przedstawia się w postaci rozchodzących się promieni. Później taki model światła wykorzystywany jest przy konstruowaniu obrazów powstających w zwierciadłach, soczewkach a także bardziej złożonych przyrządach optycznych. Na ogół jednak, w natłoku materiału, który należy zrealizować w przeciągu jednostki lekcyjnej, pomija się wyjaśnienia dotyczące tego, na jakiej podstawie światło „rysuje się” w postaci półprostych lub odcinków czyli promieni świetlnych, a także o fizycznych przesłankach, obserwacjach potwierdzających słuszność tego założenia. Przyjmujemy to za pewnik (aksjomat). <b>Brakuje więc w naszym Programie Nauczania lekcji wprowadzającej do optyki geometrycznej.</b> Lekcji, podczas której uczniowie samodzielnie wnioskowaliby o prostoliniowym biegu światła oraz o konsekwencjach takiego jego biegu.</p> <p>Celem lekcji byłoby również uzmysłowienie uczniom, jak czasem długa droga prowadzi od obserwacji zjawiska do wyciągnięcia poprawnych opinii mogących je wytłumaczyć.</p> <p>Cień towarzyszy ludziom „od zawsze”. Pewnie nieraz zastanawiano się jaka jest przyczyna jego powstawania i od czego zależy jego „wygląd”. Stwierdzenie – cień powstaje bo światło rozchodzi się w jednorodnej przestrzeni po liniach prostych – wysunął Witelo, ale dopiero w XIII wieku.</p> <p>Temat ten może i powinien zostać zrealizowany zarówno na poziomie szkoły gimnazjalnej jak i ponad-gimnazjalnej we</p>

4. Opis Przypadku  
badawczego

wszystkich typach szkół i na każdym poziomie nauczania.

*Lekcja, której tematem były „Badania Witelona nad prostoliniowym rozchodzeniem się światła”, w proponowanej przeze mnie formie, została przeprowadzona w II klasie LO (młodzież w wieku 18 -tu lat) o profilu matematyczno – fizycznym.*

*Zasadniczą część lekcji poprzedzało wypełnienie przez uczniów ankiety, w której mieli okazję wypowiedzieć się nt. tego, czym dla nich jest nauka, czy i w jakim stopniu zdają sobie sprawę z faktu, iż z osiągnięć nauki korzystamy niemalże na każdym kroku, kim dla nich jest naukowiec, jaki jest jego styl pracy, czym jest uwarunkowany. Wyniki ankiety wraz z ich opracowaniem znajdują się w załączniku nr 3.*

*Lekcja zasadnicza została podzielona na dwie części: pierwsza – w której dowodziliśmy, używając repliki urządzenia Witelona a także współcześnie znanych metod, prostoliniowości rozchodzenia się światła, druga – podczas, której poznawaliśmy i „bawiliśmy się” konsekwencjami takiego jego biegu.*

*Sama lekcja przebiegała w następujący sposób. Uczniowie po wypełnieniu ankiety zostali zapoznani z postacią Witelona. W tym celu, aby nie poświęcać zbyt wiele czasu życiorysowi Witelona, a jedynie zaznaczyć jego znaczenie dla światowej nauki, posłużyłam się prezentacją multimedialną (załącznik nr 2). Nauczyciel zadaje kilka pytań typu : Czym jest światło? Jakie znacie jego źródła? W ten sposób nauczyciel próbuje ustalić poziom wiedzy uczniów na dany temat oraz błędy w rozumowaniu, czy pojmowaniu przez uczniów przejawiane. Następnie uczniowie zostają zapoznani z definicją światła i promienia świetlnego podawaną przez Witelona. Zwracają uwagę na archaiczny język tych definicji. Używając wskaźnika laserowego oraz akwarium zawierającego wodę z rozpuszczonymi w niej kroplami mleka pokazuję, że światło w ośrodkach jednorodnych, nie napotykając na żadne przeszkody, rozchodzi się po liniach prostych. Chcąc pokazać, iż nie tylko światło laserowe (stanowiące skolimowaną i ukierunkowaną wiązkę), lecz także pochodzące z rozciągniętego źródła biegnie prostoliniowo, rekonstruujemy oryginalne doświadczenie Witelona. Doświadczenie to przeprowadzają niezależnie dwie pary uczniów, pozostali uczniowie obserwują, wyciągając wnioski.*

*Prostą konsekwencją prostoliniowego rozchodzenia się światła jest powstawanie cienia, który był także przedmiotem badań Witelona. Chcąc, aby uczniowie wcielili się w rolę naukowców, podzieliłam ich na, w przybliżeniu, równoliczne grupy. Każda z grup zastała wyposażona w różnego rodzaju źródła światła (punktowe, rozciągnięte), przedmioty przezroczyste i nieprzezroczyste różnych rozmiarów i kształtów itp. Przy użyciu ww. instrumentów mieli oni udzielić odpowiedzi na pytania: Co to jest cień?, Gdzie go obserwujemy?, Od czego zależy intensywność cienia?, Co to jest półcień?, Od czego zależy liczba powstających cieni? Czy zjawisko cienia i półcienia ma związek z obserwacją zaćmienia Słońca lub Księżycy?*

*Aktywna, odkrywczą pracę uczniów podczas lekcji została przez nich udokumentowana, natomiast przez nauczyciela pozy-*

	<p>tywnie oceniona. Uczniowie znakomicie odnajdowali się w roli „naukowców”, „zabawa” z cieniem sprawiła im wiele radości. Po zakończeniu lekcji zgłaszali potrzebę częstsze organizowania lekcji w taki sposób.</p>
<p>5. Podstawa historyczna i filozoficzna, włączając Naturę Nauki</p>	<p><i>Witelon był pierwszym w dziejach polskim uczonym (jak podają źródła historyczne – był on synem Polaków i Turyngów) . Pierwszym i od razu jednym z najwybitniejszych w Europie XIII wieku. Należał do najściślejszej czołówki ówczesnej elity intelektualnej, a jego dzieła znane były m.in. Mikołajowi Kopernikowi, Johannesowi Keplerowi oraz Leonardo da Vinci. Wiek XIII- głębokie średniowiecze – to czas zabobonów, przesądów, czarownic, demonów i diabłów. Za sprawą jednak Witelona i jemu podobnych stał się czasem fascynacji logiką, racjonalizmem Arystotelesa. Dla Witelona bowiem fakty empiryczne miały istotniejsze znaczenie niż poznanie intuicyjne.</i></p> <p><i>Zarówno sytuacja polityczna w kraju, jak i powszechnie przyjęty światopogląd, podnoszący rangę kościoła do najwyższej, nie sprzyjały rozwojowi Witelona, który właśnie rozpoczął studia na uniwersytecie w Paryżu. Tam też spotkał Witelona św. Tomasz, będącego jak on sam zwolennikiem teorii Arystotelesa. Równocześnie na uniwersytecie paryskim wykładał św. Bonawentura reprezentujący drugą stronę barykady światopoglądowej. W ostatecznym rozrachunku to jednak św. Bonawentura, a nie Tomasz zaszczerpił młodemu Polakowi swoją fascynację światłem. Witelon miał już wtedy bowiem własną teorię mechanizmu widzenia oraz jego fizjologii, w szczególności własną teorię powstawania złudzeń optycznych, pisząc że „oko nie otrzymuje żadnej innej informacji poza światłem, barwą i wielkością kątową” a dopiero umysł dokonując „przetworzenia wrażeń za pomocą przedstawień branych z doświadczenia”. Swoją teorię Witelon doskonale wykorzystał wyjaśniając, bez odwołania się do „szatańskich mocy” zdarzenia do jakiego doszło w jego rodzinnych stronach. Otóż szarym świtem, niejaki Henryk Kot z zawodu rycerz, podczas polowania na wilki w lesie pod Legnicą, ujrzał wilka wielkości ściany lasu. Gigantyczna bestia biegła do wieprzka przywiązanego na przynętę obok sideł. Rycerz Kot choć "w wielkim strachu", zdołał jednak pozostać na stanowisku na tyle długo, by ujrzeć rzecz niezwykłą - wilk w miarę jak zbliżał się do prosiaka robił się coraz mniejszy i mniejszy, a gdy dopadał ofiary był już naturalnej wielkości. Witelon zwrócił uwagę, że obserwacji dokonywano przy bardzo słabym świetle (o świcie), co uniemożliwiało właściwą ocenę odległości. Stąd doszło do złudzenia optycznego, wynikłego z niedostatku informacji odebranej przez oko.</i></p> <p><i>Poważną pracę naukową nad optyką Witelon rozpoczął jednak dopiero na dworze papieskim – podczas konklawe po śmierci papieża Klemensa IV. W wyniku tejże pracy powstało dzieło życia Witelona „Perspectivorum libri decem”. W księdze tej zebrany został cały stan ówczesnej wiedzy w zakresie optyki. Zjawiska: prostoliniowego rozchodzenia się światła, jego odbicia, załamania i rozproszenia zostały omówione w sposób najbardziej ściśle, w oparciu o prawa matematyki i geometrii. Witelon</i></p>

	<p>w dziele „<i>Perspectivorum...</i>” opisuje urządzenia, które posłużyły mu do empirycznego poznania zjawisk fizycznych, w szczególności urządzenie, przy pomocy którego w prosty, acz genialny sposób dowiódł on prostoliniowości biegu światła.</p>
<p>6. Grupa docelowa, znaczenie dla programu nauczania i korzyści dydaktyczne</p>	<p>Grupę docelową stanowią uczniowie wszystkich typów szkół na każdym poziomie nauczania. Lekcję tą można przeprowadzić również podczas zajęć pozalekcyjnych np. w ramach koła fizycznego. Badanie prostoliniowego rozchodzenia się światła a także „zabawa cieniem” stwarza możliwość uczynienia z niej jednego z elementów wystawy interaktywnej urządzonej w eksploratorium lub muzeum techniki. Lekcja ma charakter badawczy tzn: uczniowie samodzielnie wykonują historyczne doświadczenie demonstrując prostoliniowy bieg światła, szukają prostszych, bardziej współczesnych metod jego prezentacji. Wykonując proste doświadczenia z cieniem odpowiadają na pytania: Kiedy powstaje cień? Dlaczego on powstaje? Gdzie powstaje cień? Od czego zależy „wygląd” cienia oraz liczba powstających cieni?</p> <p>Lekcja jest zabawą podczas, której przyswajane są następujące pojęcia: promień świetlny, strumień światła, cień, półcień, a także w sposób jakościowy wyjaśniane są zjawiska zaćmienia Słońca i Księżycy. Uczeń wykonując samodzielnie doświadczenie przestaje mieć wątpliwości czy światło rzeczywiście rozchodzi się po liniach prostych, co ma istotne znaczenia podczas jego dalszej nauki. Wprowadzenie elementów historycznych ma za zadanie zachęcić uczniów do uczenia się „od podstaw”, sięgania do początku, do rzeczy pierwszych, do pojęć i definicji podstawowych. Tylko wtedy bowiem ich wiedza będzie pełna i rzetelna.</p>
<p>7. Działania, metody i środki uczenia się</p>	<p><b>Metody dydaktyczne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oparta na słowie, pogadanka – przedstawienie w jasny i przejrzysty sposób konieczności prowadzenia przez Witelona badań w dziedzinie optyki, a także przytoczenie niektórych definicji, postulatów i twierdzeń przez niego sformułowanych,</li> <li>• oparta na obserwacji i pomiarze, pokaz i pomiar – powtórzenie, w najdrobniejszych szczegółach, doświadczenia Witelona przez dwie pary uczniów, odczytanie wyników oraz wyciąganie właściwych wniosków</li> </ul> <p><b>Środki dydaktyczne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kopia urządzenia Witelona (replika) do prezentacji prostoliniowego rozchodzenia się światła,</li> <li>• projektor multimedialny, komputer,</li> <li>• rzutnik, przykładowe przedmioty przezroczyste i nieprzezroczyste,</li> <li>• trzy źródła światła (świeczki, żarówki),</li> <li>• trzy różnych rozmiarów piłki lub okrągłe owoce,</li> <li>• tablica, kreda.</li> </ul>

<p>8. Trudności w nauczaniu i uczeniu się</p>	<p><i>Lekcja przeprowadzona w ramach projektu HIPST poprzedzała ankietę, w której uczniowie wykazali się wiedzą związaną z nauką i naukowcami, a także mieli sposobność do określenia swojego stosunku do nauki, literatury popularno – naukowej i naukowej itp.</i></p> <p><i>Lekcja zasadnicza była zabawą. Uczniowie trafnie odpowiadali na zadawane pytania, a także samodzielnie formułowali wnioski i propozycje związane z czynionymi obserwacjami. Wykazali także kreatywność w poszukiwaniu współczesnych metod prezentacji prostoliniowego rozchodzenia się światła. Niewielki problem związany był z historycznym doświadczeniem Witelona, w którym wykorzystaliśmy rozciągnięte źródło światła. Uczniowie nie wiedzieli, że w konsekwencji prostoliniowego biegu światła po usunięciu przeszkody z urządzenia Witelona, rozwartość wiązki światła po jednej i po drugiej stronie otworu umieszczonego w ścianie cylindra, wzrośnie tak samo. Trudność tą można rozwiązać wzbogacając doświadczenie jego symulacją, zastępując strumień światła w oryginalnym doświadczeniu, promieniami w symulacji komputerowej.</i></p> <p><i>Po zakończeniu lekcji ankietę wypełniana wcześniej została powtórzona.</i></p>
<p>9. Umiejętności pedagogiczne</p>	<p><i>Aby przeprowadzić podobną lekcję nie są konieczne żadne dodatkowe zdolności czy umiejętności, a jedynie te, które wynikają bezpośrednio z predyspozycji do wykonywania zawodu nauczyciela. Wszystko to, co zdecydowało o podjęciu przez nas zadania, misji uczenia i nauczania innych wystarczy tu zupełnie. Niewielką trudność może sprawić jedynie wykonanie repliki urządzenia Witelona. Dla osiągnięcia pożądanego wyniku wystarczy jego uproszczona wersja tzn: wykonany np. z papieru walec z odmierzonymi na jego wewnętrznej stronie stopniami kątów, parą współśrodkowych otworów w ścianach walca oraz niewielki (również papierowy) prostopadłościan z małym otworkiem na odpowiedniej wysokości. Niezbędne jest także odpowiednie źródło światła.</i></p>
<p>10. Dokumentacja (świadectwo) badań</p>	<p><i>Dokumentację badań stanowi ankietę badająca świadomość uczniów w zakresie wykorzystywania nauki w życiu codziennym, konieczności prowadzenia badań naukowych a także wpływu uwarunkowań epoki, w której żyje naukowiec na proces tworzenia – odkrywania.</i></p>
<p>11. Dalsze doskonalenie zawodow użytkowników</p>	<p>1) L. Bieganowski, A. Bielski, R.S. Dygdała, W. Wróblewski, <i>Witelona Perspektywy Księga II i III</i>, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, 1991</p> <p>2) A. Bielski, L. Bieganowski, <i>Studia i Materiały z Dziejów Nauki</i>,</p>

<p>12. Pisemne zasoby literaturowe</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1) scenariusz lekcji,</li><li>2) prezentacja multimedialna – „Badania Witelona nad prostoliniowym rozchodzeniem się światła”</li><li>3) opis przypadku badawczego (case studies) „Badania Witelona nad prostoliniowym rozchodzeniem się światła”,</li><li>4) publikacja J. Chojnacka, „Badania Witelona nad prostoliniowym rozchodzeniem się światła” – propozycja lekcji w ramach projektu HIPST, Nauczanie Przedmiotów Przyrodniczych, nr 31/2009 (w druku).</li></ol>
--	--