



OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

Jan Magoń

Moje spotkanie i przygoda z fizyką

Program nauczania fizyki
w gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej
dla III i IV etapu edukacyjnego
– zakres podstawowy

„Moje spotkanie i przygoda z fizyką”

Program kształcenia z fizyki w gimnazjum i szkole ponadgimnazjalnej,
III i IV etap edukacyjny w zakresie podstawowym.

Spis treści programu:

1. Krótki opis programu.
2. Ogólne założenia programu.
3. Cele programu.
4. Treści nauczania z podziałem na jednostki metodyczne i lekcyjne oraz ich zgodność z podstawą programową.
5. Wskazówki metodyczne do realizacji programu.
6. Ogólne warunki kontroli wiadomości i umiejętności oraz oceniania wyników nauczania uczniów.
7. Literatura.

1. Krótki opis programu.

Program służy do realizacji nowej podstawy programowej z fizyki i astronomii w zakresie podstawowym zgodnie z **ROZPORZĄDZENIEM MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ z dnia 23 grudnia 2008 r.** wraz z załącznikiem 4 zawierającym tę podstawę programową w pełnej wersji na podstawie np. 22 ust. 2 pkt 2 lit. A i b ustawy z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty (Dz. U. z 2004 r. Nr 256, poz. 2572, z późn. zm.2)).

Głównym założeniem programu jest fakt, że dopóki polska mentalność edukacyjna nie zbliży się do rozwiniętych technologicznie społeczeństw, gdzie 40 – 60 % kształcących się wybiera edukację techniczno – przyrodniczą; dla ponad połowy będzie to ostatni programowy kontakt z fizyką. Ponieważ moim zdaniem ten typ zdobywania wiedzy i umiejętności jest najbardziej skutecznym, stąd chęć takiego jego przedstawienia, aby umożliwić w przyszłości efektywne korzystanie z artykułów czy programów popularno – naukowych dla łatwiejszego zrozumienia otaczającej nas rzeczywistości.

Z drugiej strony starałem się uwzględnić specyfikę wieku odbiorców tj 14 – 17 lat, gdzie stosunkowo bogate i wzrastające w obecnej rzeczywistości doświadczenie życiowe dorastającej młodzieży pozwala na szybką chłonność i przyswajalność nowego materiału. Ta sama dynamika i brak jasnego określenia wizji przyszłego życia zawodowego, oraz specyfika wieku dorastania znacznie utrudnia dociekliwość i systematykę konieczną w każdym procesie poznania. Dlatego dość dużo czasu poświęciłem na sprecyzowanie tematów i celów podstawowych lekcji (czasami dość oryginalnych), aby już one zawierały konieczny element zaciekawienia. Zdaję sobie sprawę, że niektórych nauczycieli może to irytować, lecz dla części wprost przeciwnie może być dodatkowym źródłem inspiracji.

Fizyka jest jednak przedmiotem, w którym w największej obfitości występuje zastosowanie matematyki, co przy nieumiejętności czy monotonii nauczania sprawia sztucznie podsycaną czasem wizję przedmiotu trudnego czy wręcz nienauczalnego. Dlatego przy prezentacji zwłaszcza w materiałach oprogramowania dostępnych na platformie edukacyjnej SCHOLARIS: <http://www.scholaris.pl/start> , przedstawienia trudnych zagadnień wykonane są w postaci czytelnych moim zdaniem prezentacji. Poza tym wiele zagadnień uczniowie mogą sprawdzać samodzielnie a niektóre z nich są także przedstawione na w/w platformie.

Dla pełnej realizacji programu konieczny jest minimalny cykl 5 godzin realizacyjnych w toku III i IV etapu kształcenia (1+2+1+1, lub lepiej 2 (1 godzina kółka zainteresowania)+2+1+1), w zależności od możliwości szkoły, co łącznie powinno dać około 160 godzin w 4 – letnim cyklu nauczania.

Przedstawiony program powstał w wyniku ponad 20 – letniej mojej praktyki nauczycielskiej z klasami o rozszerzonej fizyce. Z tego doświadczenia a szczególnie własnej bazy wejściowej do dalszej rozszerzonej edukacji, składającej się z uczniów o ogromnej różnorodności chęci, talentów i umiejętności, których unormowanie zajmuje blisko 3 miesiące edukacji pogimnazjalnej. Postanowiłem tym programem, choć trochę ujednoczyć zakres wymagalnych wiadomości i umiejętności. Jest on kompatybilny z istniejącym już programem modelowym edukacji w zakresie rozszerzonym i stanowi dla niego odpowiednią bazę wejściową.

Konieczność zachowania zagadnień Podstawy Programowej etapu III i IV dla zakresu podstawowego, sprawia że przy tematach realizujących te hasła jest w rozkładzie lekcji podana zgodność z hasłem w/w Podstawy wg klasyfikacji ROZPORZĄDZENIA MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ z dnia 23 grudnia 2008 r. Zgodność wymagalnych haseł podana jest przy każdej lekcji. Jeżeli dana lekcja jej nie posiada to należy do opcjonalnych, jednak moim zdaniem koniecznych ze wspomnianych wcześniej powodów. Lekcje te mogą być realizowane w formie skrótowej. W ich miejsce można zwiększać ilość ćwiczeń, zadań lub innych zagadnień zależnych od uznania nauczyciela.

Wiele klasycznych działów fizyki zostało przedstawionych w zmienionej lub wręcz oryginalnej formie, co także jest efektem wspomnianych praktyk. Do najważniejszych z nich należą:

1. „[Poszukiwanie zjawisk fizycznych ...](#)” mówiąc językiem dydaktycznym to po prostu zaciekawienie przedmiotem polegające równocześnie na podtrzymaniu nastroju „początkowej ciekawości” charakterystycznej dla wszystkiego co nowe a z drugiej strony uświadomienie trudności w „wyrwaniu praw zazdrośnej o własne posiadanie naturze”. Głównym celem tego wprowadzenia do systematycznej nauki przedmiotu jest uzyskanie pozytywnego nastawienia ucznia do procesu poznania kształtowanego fizyką. Stąd całkowite „odmatematyzowanie” działu, gdzie utarte szablony edukacji matematycznej mogą stanowić skuteczną blokadę. W zamian za to podkreślona jest rola samego odkrywcy i jego pomysłu na szukanie, pod warunkiem, że się wie czego szukamy. Choć jest to na razie tylko „podpatrywanie natury” to jednak może ono być dla sporej części uczniów odkrywczym. Zakończenie stosunkowo beznamiętnym doświadczeniem „Symulatora ruchu” pozwala graficznie czyli łagodniej niż matematycznie wejść w przyszły matematyczny opis ruchu.
Uwaga: Dział ten jest subtelnym łącznikiem pomiędzy „Przyrodą” (znany uczniom przedmiot) a „Fizyką” (nowy przedmiot). Trzeba czuwać nad tym aby nie stworzyć „przyrodniczej (ogólny obraz rzeczywistości) fuzji z fizyką (szczegółowy opis, przydatny zwłaszcza w technicznym rozwoju cywilizacji)”.
2. „[Sprawdzamy wybrane zjawiska ...](#)” to pierwszy stricte fizyczny dział, w którym powoli choć systematycznie wdrażamy młodzież w metodykę przedmiotu, a zwłaszcza pracy doświadczalnej. Wybrane przykłady powinny to przedstawić oraz wprowadzić w kolejne zagadnienia związane z własnościami materii. Należy zwrócić szczególną uwagę na dwa zagadnienia:
 - to, że każdy pomiar obarczony jest niepewnością pomiarową, którą metrolog powinien umieć ocenić
 - umiejętność wnioskowania na podstawie uzyskanych wyników
3. Kinematyczne opisy ruchu czyli dział: „[Opisujemy i porównujemy ruchy ...](#)” to ujęcie zbliżone do klasycznego, natomiast zmieniłem nieco ujęcie dynamiczne ponad to przedstawione w Podstawie Programowej, która przewiduje „Ruch prostoliniowy i siły” i „Energia”. W programie natomiast uwzględniłem połączenie siły zarówno z ruchem „[Siła i ruch ...](#)” jak i z energią i techniką „[Siła jako czynnik techniczny...](#)”, co wydaje mi się bardziej celowe.
4. Działy klasy 2 i części klasy 3 Gimnazjum posiadają w sporej części ujęcie zbliżone do klasycznego i małą w miarę możliwości dawką matematyki, ale nie można pewnych zagadnień „odmatematyzować”, bo stracilibyśmy najlepsze narzędzie wnioskowania. Wiele drobnych eksperymentów jest opisanych w materiałach „Dodatki do programu” na bezpiecznych zestawach wykonanych w większości samodzielnie przez uczniów. Pozwoli to zainteresowanym

uczniom nie tylko na samodzielna pracę badawczą ale w wielu wypadkach może i powinno wymusić „naukową dyskusję” w oparciu o ich wnioski doświadczalne.

5. Znaczne trudności zarówno dla mnie jako autora jak i w realizacji sprawiło mi przedstawienie połączonego w prosty i zwięzły sposób działu „[Fale ...](#)”, który połączyłem w 1 dział, choć w Podstawie Programowej jest on podzielony na grupę fal mechanicznych, połączonych z drganiami i grupę fal elektromagnetycznych połączonych z optyką. Dla mnie wzorcem kształcenia z fizyki jest jej kurs opracowany na Uniwersytecie w Berkley czyli 5 – tomowy „berklejowski kurs fizyki”, gdzie „Fale” autorstwa Crowforda, stanowią 1/5 tego kursu. Patrząc na przyrodę, gdzie wszystko połączone jest falowym przekazem informacji i oddziaływać, to choć różna jest specyfika tych grup fal nie powinno się ich rozdzielać, bo własności ruchu falowego są podobne. Może to sprawiać drobne moim zdaniem niedogodności we wsparci podręcznikowym nauczani, gdyż twórcy podręczników z reguły „ślepo naśladują Podstawę Programową” tworząc ten materiał dydaktyczny. Oczywiście wybierając ten model programu nauczyciel zawsze może go zmodyfikować. W prezentacji jako załączniku do programu przedstawiłem wiele efektów falowych a ich wybór jest w gestii nauczyciela.
6. Dział „[Światło i dźwięk ...](#)” to zebranie przykładów zastosowań dwóch najistotniejszych z punktu widzenia komunikacji człowieka z otoczeniem tj podłużnej fali mechanicznej – głosu lub dźwięku istotnych do nadawania komunikatów oraz poprzecznej fali elektromagnetycznej o bardzo wąskim zakresie długości czyli światła najważniejszych z punktu odbioru danych z otoczenia. Jako załącznik podane są prawie wszystkie podstawowe konstrukcje optyczne dla soczewek lub zwierciadeł sferycznych. Jako rozszerzenie treści można zastosować uzupełnienia konstrukcyjne czyli wykonać zwierciadło, gdy dane jest soczewka lub odwrotnie.
7. Działy „[Elementy astronomii i astrofizyki z kosmologią ...](#)” i „[Grawitacyjne związki ...](#)” rozdzieliłem, choć w Podstawie Programowej i jej celach występują łącznie. Pierwszy z nich ukazuje nieosiągalne dla przeciętnego obserwatora „zimne” piękno Kosmosu z niebotycznie gorącymi punktami gwiazd i minimalną ilością matematyki. Drugi natomiast to bardziej „zmatematyzowana”, sformalizowana część opisująca teoretyczne podstawy astronomii z elementami kinematyki i dynamiki ruchu krzywoliniowego.
8. Ostatnie działy „[Atom od środka ...](#)” i „[Jądro atomu ...](#)” to minimum podstawowej wiedzy o tych współczesnych zastosowaniach fizyki. Ich celem jest przekonanie młodej generacji do pozytywnego nastawienia i pokojowego ich wykorzystania, choć militarne i występujące w trakcie początkowych zastosowań awarie wytworzyły u części ludzi nimb totalnej szkodliwości.

Obecny system edukacyjny znacznie podniósł rangę edukacji podstawowych wiedzy i umiejętności zw III etapem edukacyjnym do którego dołączono 1 klasę IV etapu. Czy jest to dobre czy gorsze rozwiązanie to pewno czas pokaże. Tym niemniej najważniejszym celem stało się moim zdaniem przygotowanie do Matury na poziomie podstawowym, które w większości Gimnazja muszą przejąć na siebie, także z odpowiedzialnością za wyniki tej matury. Szkoły pogimnazjalne w 2 (licea) lub 3 (technika) letnich cyklach mogą zrealizować w miarę efektywnie tylko rozszerzenia przedmiotowe.

Jednak na poziom podstawowy matury wymagana będzie duża porcja samokształcenia i to jest dla mnie jeden z celów tego programu.

Wspomaganiem tego samokształcenia jak również legalnej edukacji pozaszkolnej, którą można by nazwać alternatywną (oby nie koniunkturalną) są i będą rozwijające ośrodki, portale i witryny edukacyjne np. <http://www.scholaris.pl/> lub witryn szanujących się (tzn nie skomercjalizowanych w 100%) wydawnictw edukacyjnych. Celowym wydaje mi się rozpoczęcie specjalizacji już na poziomie gimnazjalnym, choćby tylko w dwóch kategoriach: o orientacji przyrodniczo – matematycznej i szeroko rozumianej humanistycznej. Na koniec wstępu wypada wszystkim zainteresowanym programem dużo sukcesów dydaktycznych i naukowych.

Autor: 269110

2. Ogólne założenia programu.

1. W programie założono dużą elastyczność realizacji dokonaną przez nauczyciela dlatego w szczegółowym rozkładzie jednostek metodycznych podano zawsze hasła Programowej, jednostki te w zasadzie nie powinny być pomijane w realizacji, gdyż przewidziano wszystkie zagadnienia z tych wymogów formalnych.
2. Pozostałe jednostki metodyczne lub lekcje mogą być kumulowane lub nawet pomijane z zachowaniem jednak spójności materiału, którą każdy nauczyciel jest w stanie zachować, gdyż jest fachowcem w swojej dziedzinie.
3. Materiały pomocnicze w postaci zadań przykładowych, prezentacji, instrukcji do ćwiczeń czy arkuszy kalkulacyjnych mogą choć nie muszą służyć pomocą lub inspiracją dla bardziej twórczych nauczycieli.
4. Praktyczne umiejętności doświadczalne uczniów mogą być realizowane jako elementy lekcji lub jako cykle lekcji ćwiczeniowych w klasach 1 i 2, najlepiej w okresie matur (maj) gdy utrudnione są warunki pracy szkoły.

3. Cele nauczania.

1. **Dwa cele główne.** (można realizować jako ich alternatywę lub koniunkcję w zależności od klasy i nauczyciela)
 - 1.1. Osiągnięcie podstawowego standardu wiedzy i umiejętności w rozumieniu i kształtowaniu przyrody (natury) w zakresie badawczym fizyki.
 - 1.2. Pokazanie piękna i użyteczności natury w zakresie badawczym fizyki.
2. **Cele operacyjne wyznaczające przebieg procesu kształcenia, realizowane na większości lekcji.**
 - 2.1. Zainteresowanie przedmiotem fizyka lub astronomia jako baza do dalszego kształcenia w tej dziedzinie lub zrozumiałego odbioru programów i artykułów popularno – naukowych.
 - 2.2. Samodzielne wykonywanie eksperymentów i zestawów doświadczalnych dla ich przeprowadzenia.
 - 2.3. Oszacowanie błędów doświadczalnych a nie tylko samych przyrządów
 - 2.4. Zapis i odczyt tabelaryczny wyników, sporządzanie wykresów i ich identyfikacja (szczególnie proporcjonalności prostej).
 - 2.5. Rozwiązywanie prostych i nieco bardziej rozbudowanych zadań i problemów w oparciu o poznane prawa.
 - 2.6. Umiejętne (selektywne w oparciu o wiarygodne źródła) wyszukiwanie wiadomości w internecie (dość często pierwsze pozycje w wyszukiwarce nie są tymi najlepszymi, należy poznać źródło strony).
3. **Cele poznawcze i kształcące umiejętności.**
 - 3.1. Poznanie podstawowych praw natury i wielkości ich opisujących w zakresie fizyki.
 - 3.2. Poznać znaczenie fizyki w całokształcie współczesnej cywilizacji szczególnie w technice i medycynie.
 - 3.3. Poznanie korelacja fizyki z innym dziedzinami nie tylko nauk przyrodniczych wzajemnie się uzupełniających ale np. z ekonomią, gdzie rozwój alternatywnych źródeł energii lub nowoczesnego silnika parowego stopuje silny lobbing producentów i dystrybutorów paliw kopalnych.
 - 3.4. Umiejętność określenie przyczyny i skutku danego zjawiska (określenie lub próba identyfikacji przyczyny lub skutku).
 - 3.5. Umiejętność organizacji przebiegu doświadczenia z obserwacją lub pomiarem, przedstawieniem wyników w różnej formie i wnioskowaniu na ich podstawie.
 - 3.6. Próby wizualizacji lub modelowania trudno wyobrażalnych a nawet trudno mierzalnych zagadnień.

3.7. Próby szacowania wyników zadań lub doświadczeń przed ich formalnym wykonaniem.

4. Cele wychowawcze.

- 4.1. „Do ciekawych (świata) świat należy” – to dewiza powinna być dewizą Gimnazjalisty.
- 4.2. Przekonanie o konieczności samokształcenia nie tylko w oparciu o lekcję, podręcznik czy materiały obowiązkowe zadane przez nauczyciela lecz także w przyszłej działalności zawodowej (kształcenie ustawiczne).
- 4.3. Umiejętność współdziałania w grupie na tego typu zajęciach grupowych ale w przyszłej pracy, gdyż niewiele jest samodzielnych stanowisk.
- 4.4. Właściwa organizacja nauki i rozrywki; takie określenie ich proporcji aby „znaleźć czas” na wszystko, gdyż jest on kontinuum które nigdy nie przyspiesz (na relatywistyczne zwolnienie też nie ma co liczyć) i jeżeli go brakuje to z powodu złej organizacji pracy albo nadmiaru rozrywki.
- 4.5. Rozwój przekonania o pokojowym zastosowaniu osiągnięć naukowych, choć wiele wynalazków najpierw ma zastosowanie niestety militarne (wychowanie dla pokoju, które w dobie rozwoju agresji nie tylko młodego pokolenia staje się wymogiem wręcz nadrzędnym).

4. Treści nauczania z podziałem na jednostki metodyczne i lekcyjne oraz ich zgodność z podstawą programową.

Zestawienie wg działów, ich procentowy udział w całym kursie i zgodność z Podstawą Programową. Tę zgodność w ramach wymagań szczegółowych przedstawiają punkty zgodne z oznaczeniami w tej ustawie a realizowane na danej lekcji. Wymagania przekrojowe i doświadczalne oznaczone odpowiednio z literą **P** lub **D** i liczbą lub cyfrą zgodności z Podstawą i towarzyszące doświadczenia **zapisane pogrubioną czcionką** w szczegółowym rozkładzie lekcji, najczęściej jako Wymagania podstawowe.

Wymagania przekrojowe z Podstawy Programowej realizowane są na większości lekcji, wyszczególnione w programie są te, gdzie ta realizacja jest szczególnie istotna.

Wymagania doświadczalne wspomagane w większości opisem doświadczeń w możliwych do wykonania zarówno w warunkach szkolnych jak i domowych. Te opisy znajdują się w „Dodatkach do programu”.

| Lp | Rozdział | Temat działu | Łącze | Ilość lekcji /sumę lekcji | % lekcji | Zgodność tematów z wymaganiami ogólnymi i szczegółowymi oraz wymaganiami przekrojowymi P1-12 i doświadczalnymi D1-14 (oznaczonymi punktowo w Ustawie Podstawy Programowej) |
|--------------------------|------------|---|--------------------------|---------------------------|----------|---|
| Klasa 1 Gimnazjum | | | | | | |
| 1 | Rozdział 1 | Poszukujemy zjawisk fizycznych czyli ... co natura nam pokaże sama a czego musimy dokładniej szukać. | (łącz) | 6 / 6 | 3,8% | III CEL WYMAGAŃ OGÓLNYCH, 1-1, 1-2, 1-9, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-7, 3-8, P1, 2, 5, 7, 8, D2, |
| 2 | Rozdział 2 | Sprawdzamy wybrane zjawiska czyli ... co materia w sobie ukrywa. | (łącz) | 6 / 12 | 3,8% | II cel wymagań ogólnych, 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-6, 1-7, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 4-11, 4-12, P3, 4, 5, 10, D1, 3, 4, |
| 3 | Rozdział 3 | Opisujemy i porównujemy ruchy czyli ... o tym jak ruch jest pojęciem względnym. | (łącz) | 12 / 24 | 7,5% | 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, P1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, |

| | | | | | | |
|------------------------------|-------------|---|--------------------------|----------|------|---|
| 4 | Rozdział 4 | Siła i ruch czyli ... przyczyna ruchu i jego zmiany. | (łącz) | 6 / 30 | 3,8% | 1-3, 1-4, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, P4, 5, 7, |
| Klasa 2 Gimnazjum | | | | | | |
| 5 | Rozdział 5 | Siła jako czynnik techniczny czyli ... jak zdobywano dziki zachód. | (łącz) | 13 / 42 | 8,1% | 2-1, 2-2, 2-3, 3-1, 3-2, 3-3, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, P4, 5, |
| 6 | Rozdział 6 | Energia i jej postacie czyli ... co ma piernik do wiatraka. | (łącz) | 10 / 52 | 6,3% | 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, 2-9, 2-10, 2-11, P4, 5, 11, 12, D5, |
| 7 | Rozdział 7 | Elektryczność naturalna i sztuczna czyli ... dobry sługa i zły pan w akcji i reakcji. | (łącz) | 14 / 66 | 8,8% | 3-2, 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12, 4-13, P4, 5, D6, 7, 8, 9, |
| 8 | Rozdział 8 | Magnetyzm ziemski i prądowy czyli ... jak przyciągnąć lub odepchnąć bzdotykowo. | (łącz) | 8 / 74 | 5,0% | 5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, D10, |
| 9 | Rozdział 9 | Drgania czyli ... o tym co odmierza czas. | (łącz) | 8 / 82 | 5,0% | II CEL OGÓLNY, 6-1, 6-2, 6-3, 6-4, P4, 5, D12, |
| 10 | Rozdział 10 | Rezerwa czasowa czyli ... cała fizyka przyjemna i pożyteczna. | (łącz) | 8 / 90 | 5,0% | III i IV cel ogólny, P4, 5, |
| Klasa 3 Gimnazjum | | | | | | |
| 11 | Rozdział 11 | Fale czyli ... o tym co jest podstawą działania przyrody. | (łącz) | 12 / 102 | 7,5% | 6-4, 6-6, 6-7, 7-1, 7-2, 7-3, 7-2, 7-3, 7-9, 7-10, 7-11, 7-12, P4, 5, D11, |
| 12 | Rozdział 12 | Światło i dźwięk czyli ... o tym co nam umożliwia kontakt z otoczeniem. | (łącz) | 14 / 116 | 8,8% | 6-6, 7-4, 7-6, 7-8, P4, 5, D13, 14, |
| 13 | Rozdział 13 | Powtórka z fizyka czyli ... jak się sprzedać powyżej własnej wartości. | (łącz) | 14 / 130 | 8,8% | |
| Klasa 1 pogimnazjalna | | | | | | |
| 14 | Rozdział 14 | Elementy astronomii i astrofizyki z kosmologią czyli ... opis naszego kosmicznego domu i osiedla. | (łącz) | 5 / 135 | 3,1% | 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12, P4, 5, |
| 15 | Rozdział 15 | Grawitacyjne związki czyli ... jak Słońce wodzi za nos planety. | (łącz) | 8 / 143 | 5,0% | 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6, P4, 5, |
| 16 | Rozdział 16 | Atom od środka czyli ... poznajemy najmniejsze cegiełki materii i składamy i nich murek. | (łącz) | 8 / 151 | 5,0% | 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, P4, 5, |
| 17 | Rozdział 17 | Jądro atomu czyli ... jaki cement wiąże cegiełki materii. | (łącz) | 12 / 163 | 7,5% | 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11, P4, 5, |
| 18 | Rozdział 18 | Tematy dodatkowych lekcji lub opracowań tematycznych | (łącz) | 8 | | |
| 18 | | | | | | |

Tematy lekcji, ich zgodność z Podstawą Programową, umiejętności uczniów i materiały pomocnicze.

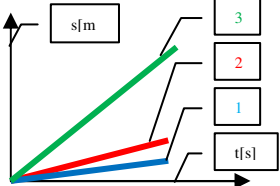
Klasa 1 Gimnazjum

Rozdział 1.

Poszukujemy zjawisk fizycznych czyli co natura nam pokaże sama a czego musimy dokładniej szukać. ([powrót](#)) (6 / 6 ; 3,8%), III cel wymagań ogólnych 1-1, 1-2, 1-9, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-7, 3-8,

- 1.1. Co opisuje fizyka jako część nauk przyrodniczych? 1, 1-12,
 1.2. Poszukujemy zjawisk fizycznych w naszym otoczeniu.
 1.2.1. Znajdujemy i opisujemy ruchy pod względem toru i prędkości. 2, 1-1, 1-2,
 1.2.2. Znajdujemy i opisujemy zjawiska świetlne. 3,
 1.2.3. Znajdujemy i opisujemy zjawiska cieplne i związane z elektrycznością i magnetyzmem. 4,
 1.3. Przykłady występowania mas i sił. 5, 1-9,
 1.4. Symulujemy wykresy ruchów prostoliniowych. 6,

| Rozdział 1: Poszukujemy zjawisk fizycznych czyli co natura nam pokaże sama a czego musimy dokładniej szukać. | | | | | | |
|--|---|---|--|---|---|---------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopelniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 1 | Co opisuje fizyka jako część nauk przyrodniczych? | <ul style="list-style-type: none"> wskazać ruch jako najważniejszą wielkość fizycznego opisu zjawiska identyfikować czas i miejsce zjawiska mieć świadomość przyczynowości zjawisk | <ul style="list-style-type: none"> wymienić 3 przykłady zjawisk fizycznych przewidywać przebieg wybranego zjawiska np. spadek dwóch jednakowych kartek papieru, jednej wyprasowanej a drugiej zmiętej i zwiniętej w kulkę; jak zachowują się te kartki po zmianie warunków wykonać weryfikację empiryczną poprzedniego problemu | <ul style="list-style-type: none"> opisać werbalnie powiązania przyczynowo – skutkowe dla co najmniej dwóch zjawisk z różnych dziedzin fizyki np. topnienie lodu, spadanie przedmiotów, powstawanie dźwięku itp. identyfikować opory ruchu jako przyczynę zachowania dwóch kartek z doświadczenia celów rozszerzających | | 1-12, |
| 2 – 4. Poszukujemy zjawisk fizycznych w naszym otoczeniu. | | | | | | |
| 2 1.2.1 | Znajdujemy i opisujemy ruchy pod względem toru i prędkości. | <ul style="list-style-type: none"> wskazać przykłady szybkich i wolnych ruchów odbywających się w płaszczyźnie poziomej np. różne szybkości chmur, szybowanie ptaków, lot samolotów itp podać przykłady naturalnych ruchów pionowo w dół np. deszcz i wymuszeń ruchu w górę przykłady złożonych ruchów np. drgania liści, spadanie listka, lot owadów, tornado itp | <ul style="list-style-type: none"> orientować kierunki ruchów wg geograficznych stron świata objaśnić werbalnie przyczynę spadku swobodnego np. przez porównanie zachowania w przestrzeni kosmicznej | <ul style="list-style-type: none"> wskazać istnienie kierunku pionowego do środka Ziemi, natomiast brak pojęcia kierunku poziomego (bo jest to fragment płaszczyzny) wskazać przyczynę zmiany ruchu kierunku ruchu lub wartości prędkości na wybranym przykładzie np. narciarze na stoku, pletwonurkowie itp. | | P1,2 |
| 3 1.2.2 | Znajdujemy i opisujemy zjawiska świetlne. | <ul style="list-style-type: none"> znać co najmniej dwa przykłady zjawisk związanych ze światłem np. tęcza, zmiana barw nieba, chmur, obserwowanej wielkości Słońca, hoło księżycowe, objaśnić słownie przyczynę powstawania tęczy, w okrągłej kolbie z wodą można zademonstrować „sztuczną” tęczę | <ul style="list-style-type: none"> rozszczipienie światła białego jako przyczyna wielu zjawisk widmo światła słonecznego składa się z szeregu barw w kolejności: czerwona , żółta , zielona , niebieska , fioletowa i są to podstawowe barwy natury | <ul style="list-style-type: none"> barwa biała jako kombinacja wielu barw jak obok „barwa” czarna to zdolność pochłaniania światła; jeżeli jest możliwość pojemnika z sadzą to można wykazać poprzez wgłębienie w sadzy odcień ciemniejszy od czarnego | | P1,2 |

| | | | | | | |
|------------|---|--|---|--|--|----------------------|
| 4 1.2.3 | Znajdujemy i opisujemy zjawiska cieplne i związane z elektrycznością i magnetyzmem. | <ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady przedmiotów łatwo i trudno nagrzewających się pod wpływem promieniowania Słońca • podać przykład łatwego parowania wody po rozlaniu jej na cienką warstwę • piorun jako przykład niekontrolowanego przepływu prądu przez atmosferę | <ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić werbalnie dlaczego przewody elektryczne w lecie muszą zwiisać dość swobodnie • rozumie, że przewiew ułatwia parowanie, dlatego dmuchając na skórę odczuwamy chłód • potrafi podać przykłady przewodników i izolatorów | <ul style="list-style-type: none"> • przewiduje zachowanie się tych przewodów w warunkach zimowych • znać istnienie naturalnych magnesów i działanie Ziemi jako magnesu | | P1,2 |
| 5 1.3 | Przykłady występowania mas i sił. | <ul style="list-style-type: none"> • oszacować masy wybranych obiektów naturalnych względem masy człowieka • oszacować wartości sił dla wybranych obiektów naturalnych względem siły człowieka | <ul style="list-style-type: none"> • porównać podobne masy przy pomocy prostej wagi równoramiennej (dźwigni dwustronnej) • określić w którą stronę działa dana siła | <ul style="list-style-type: none"> • wskazać i porównać obiekty o większej objętości a mniejszej masie np. kawałek drewna i kamień | | 1-3, |
| 6 1.4 | Symulujemy wykresy ruchów prostoliniowych. | <ul style="list-style-type: none"> • sprawdzenie ruchu prostoliniowego • wykonać wykres drogi od czasu dla własnej prędkości | <ul style="list-style-type: none"> • wykonać wykres drogi od czasu dla trzech uczniów (1 – z najmniejszą stopą, 2 – z największą poruszający się „stopka w stopkę” przez pewien czas np. 30 s w odstępach 5 s i trzeciego poruszającego się normalnym krokiem spacerowym) • wykonać zestawienie tabelaryczne pomiarów (najlepiej z podziałem na grupy ćwiczeniowe) | <ul style="list-style-type: none"> • wykonać dokładnie wykres z doświadczenia obok o postaci graficznej jak poniżej  | DODATEK 1 Opis 1: Doświadczenie Symulator ruchu | 1-1, 1-2, P7, 8, D2, |

Rozdział 2.

Sprawdzamy wybrane zjawiska czyli co materia w sobie ukrywa. ([powrót](#)) (6 / 12 lekcji ; 3,8%), **II cel wymagań ogólnych**, 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-6, 1-7, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 4-11, 4-12,

- 2.1. Pomiar jako czynność, której zawsze towarzyszy błąd. 7,
- 2.2. Przyrządy pomiarowe i ich błędy. 8,
- 2.3. Wyznaczamy masę, objętość i gęstość wybranych produktów spożywczych. 9, 3-3,
- 2.4. Wyznaczamy siły wyporu dla wody czystej i silnie zasolonej. 10,
- 2.4.1. Wyznaczamy zawartość wody w wybranych produktach spożywczych 10,
- 2.5. Sprawdzenie działania dźwigni w spoczynku i w ruchu. 11, 1-11,
- 2.5.1. Sprawdzenie oporu elektrycznego wody o różnych stopniach zasolenia. 11, 3-2,
- 2.6. **Kontrola wiadomości z pomiarów.** 12,

Tematy 2.4. 1. i 2.5.1. można realizować odpowiednio alternatywnie lub łącznie z podziałem na 2 grupy z tematami 2.4. i 2.5.).

| Rozdział 2: Sprawdzamy wybrane zjawiska czyli co materia w sobie ukrywa. | | | | | | |
|--|--|--|--|---|---|---------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 7 2.1 | Pomiar jako czynność, której zawsze towarzyszy błąd. | <ul style="list-style-type: none"> • znać istotę procesu pomiaru jako czynność porównania przy pomocy przyrządu wielkości mierzonej z jej wzorcem wbudowanym w przyrząd pomiarowy | <ul style="list-style-type: none"> • określa inne możliwe przyczyny błędów pomiarowych np. wzorca, metody pomiaru, przypadkowe • określa po 4 wielokrotności (da, h, k, M) i | <ul style="list-style-type: none"> • oszacować błąd pomiarów pośrednich • znać i określić bezwymiarowy błąd względny jako miarę dokładności pomiaru | | P3,4, |

| | | | | | | |
|-------------|--|--|--|---|--|-----------------------------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> określić minimalny błąd pomiaru przyrządu jako najmniejszą jego podziałkę | podwielokrotności (d, c, m, μ) danej jednostki | | | |
| 8 2.2 | Przyrządy pomiarowe i ich błędy. | <ul style="list-style-type: none"> określić dokładność (błąd pomiarowy) takich przyrządów jak: linijka, przymiar krawiecki, zegarek, waga kuchenna, miernik cyfrowy | <ul style="list-style-type: none"> zmierzyć pole powierzchni figur lub objętość brył regularnych znać zakaz odczytu z dokładnością większą niż podziałka przyrządu | <ul style="list-style-type: none"> zmierzyć napięcie pojedynczego ogniwa znać i przeprowadzić pomiar wielokrotny pozwalający wykluczyć błędy przypadkowe | | P10, |
| 9 2.3 | Wyznaczamy masę, objętość i gęstość wybranych produktów spożywczych. | <ul style="list-style-type: none"> sformatować jako możliwie duży prostopadłościan kawałek owocu lub warzywa np. jabłka, marchewki itp zmierzyć linijka jego wymiary a, b i c wyznaczyć objętość z zależności $V = a \cdot b \cdot c$ w cm^3 zmierzyć masę m tego prostopadłościanu w g wyznaczyć gęstość z zależności $d = \frac{m}{V}$ w jednostkach $\frac{g}{cm^3}$ i zaokrąglić nie więcej niż do pierwszego miejsca po przecinku | <ul style="list-style-type: none"> oszacować błędy pomiaru wymiarów na $\pm 1mm$ co jest dokładnością linijki. wyznaczyć błąd pomiaru masy $\pm 1g$ co jest dokładnością użytej wagi | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć błąd Δd gęstości z zależności $\Delta d = d \cdot \left(\frac{0,003}{V} + \frac{1}{m} \right)$ i zaokrąglić w górę (z nadmiarem) do jednej cyfry zaokrąglić algebraicznie wyznaczoną gęstość do pierwszej cyfry błędu i przedstawić w postaci $(d \pm \Delta d)cm^3$ | | 3-3, P11, D1, |
| 10 2.4 | Wyznaczamy siły wyporu dla wody czystej i silnie zasolonej | <ul style="list-style-type: none"> zmierzyć zawieszając na siłomierzu zawieszonym na statywie wartość ciężaru F_1 regularnej bryły żelaznej lub stalowej zmierzyć w podobny sposób ciężar F_2 tej samej bryły zanurzonej w całości w zlewce z czystą wodą różnica tych ciężarów jest szukana siłą wyporu | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć wartość siły wyporu $F_w = F_1 - F_2$ powtórzyć drugą czynność dla zlewki z silnie zasoloną wodą właściwie przeanalizować uzyskane wyniki | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie pomiarów wyporu dla czystej wody potrafi wyznaczyć objętość nieregularnej bryły np. jakiejś figurki, nie mając menzurki a nieskalowaną zlewkę lub szklankę | | 3-8, D3, |
| 10 2.4.1 | Wyznaczamy zawartość wody w wybranych produktach spożywczych. | <ul style="list-style-type: none"> wysuszyć dowolną metodą próbkę z lekcji 9 powtórzyć pomiary dla suchej próbki | <ul style="list-style-type: none"> sprawdzić przybliżoną procentową zawartość wody jako proporcję gęstości suchej do mokrej próbki określić subiektywnie wpływ zawartości wody na smak produktów | <ul style="list-style-type: none"> określić znaczenie wody w przyrodzie | | 3-4, |
| 11 2.5 | Sprawdzenie działania dźwigni w spoczynku i w ruchu. | <ul style="list-style-type: none"> samodzielnie wykonać dwustronną wagę szalkową z szalkami z dowolnych dużych zakrętek na końcach dźwigni i przesuwnym punktem zawieszenia pomiędzy nimi sprawdzić działanie wagi dla dwóch identycznych mas na szalkach i spoczywającego punktu podparcia sprawdzić działanie wagi w trakcie szarpnięcia (przyspieszenia) w górę | <ul style="list-style-type: none"> sprawdzić działanie wagi dla dwóch różnych mas na szalkach i spoczywającego punktu podparcia, który w warunkach równowagi musi być poza środkiem belki wagi sprawdzić działanie wagi w trakcie szarpnięcia (przyspieszenia) w górę dla tych mas | <ul style="list-style-type: none"> ostatnie doświadczenie powtórzyć kilkakrotnie a wnioski zapisać, gdyż będą potrzebne w dalszej części fizyki (pod koniec roku i na początku klasy 2) | | 1-11, D4, |
| 11 2.5.1 | Sprawdzenie oporu elektrycznego wody o różnych stopniach zasolenia. | <ul style="list-style-type: none"> przymocować do końców izolatora np. małego klocka drewnianego identyczne blaszki miedziane lub mosiężne i podłączyć je do cyfrowego miernika oporu odczytując jego | <ul style="list-style-type: none"> wykonać wykres zależności oporu elektrycznego od ilości dosypanych łyżeczek | <ul style="list-style-type: none"> wykonać podobne doświadczenie z dosypywaniem cukru i porównać wyniki wiedzieć, że kryształ soli w wodzie ulegają rozpadowi na jony dodatnie i ujemne, które | | 3-2 |

| | | | | | | |
|-----------|---------------------------------|---|--|----------------------------|--|--|
| | | wskazania w powietrzu i czystej wodzie po zanurzeniu w zlewce • dosypywać po 1 łyżeczce soli kuchennej, odczytując wskazania miernika po wcześniejszym wymieszaniu | | przewodzą prąd elektryczny | | |
| 12 2.6 | Kontrola wiadomości z pomiarów. | | | | | |

Rozdział 3.

Opisujemy i porównujemy ruchy czyli o tym jak ruch jest pojęciem względnym. (powrót) (12/24 lekcji ; 7,5%), 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6,

- 3.1. Analizujemy wykres z lekcji 1.4. w celu wyznaczenia wartości poszczególnych prędkości. Jednostki prędkości. 13, 1, 1-1, 1-2,
- 3.2. Wyznaczanie i porównanie prędkości wybranych obiektów technicznych i naturalnych. 14, 2, 1-1, 1-2,
- 3.3. Prędkość o wzrastającej i malejącej jednostajnie wartości. 15, 3,
- 3.4. Przyspieszenie jako warunek konieczny początku ruchu. 16, 4, 1-6,
- 3.5. Związek prędkości chwilowej ze średnią. 17, 5, 1-5,
- 3.6. Przykłady i zadania z obliczeniem prędkości. 18, 6,
- 3.7. Jak przyspieszenie zmienia prędkość? 19, 7,
- 3.8. Jak przyspieszenie zmienia zachowanie się przyspieszanych obiektów? 20, 8,
- 3.9. Przykłady i zadania z obliczeniem przyspieszeń. 21, 9,
- 3.10. Przykłady i zadania z wykorzystaniem wykresów. 22, 10,
- 3.11. Powtórzenie z opisu ruchów. 23, 11,
- 3.12. Kontrola wiadomości z opisu ruchów. 24, 12,

| Rozdział 3: Opisujemy i porównujemy ruchy czyli o tym jak ruch jest pojęciem względnym. | | | | | | |
|---|---|--|--|--|---|---------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 13 3.1 | Analizujemy wykres z lekcji 1.4. w celu wyznaczenia wartości poszczególnych prędkości. Jednostki prędkości. | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresów wyznaczyć prędkości trzech poruszających się uczniów z zależności $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ w $\frac{m}{s}$ przeliczać wyznaczone wartości na $\frac{cm}{s}$ i $\frac{km}{h}$ | <ul style="list-style-type: none"> porównać na wykresie prędkości przez porównanie dróg Δs przebytych w tym samym czasie Δt | <ul style="list-style-type: none"> podać przykłady z natury ruchów prostoliniowych i krzywoliniowych, ze stałą i zmienną prędkością | | 1-1, 1-2, P1, 2, |
| 14 3.2 | Wyznaczanie i porównanie prędkości wybranych obiektów technicznych i naturalnych. | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć prędkości dowolnych obiektów np. samochodu na danej trasie, spadającego ze znanej wysokości przedmiotu, pchniętego obiektu, aż do jego zatrzymania przedstawić na wykresie dowolny ruch wieloetapowy np. podróż autostopem różnymi | <ul style="list-style-type: none"> zastosować poznaną zależność $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ do wyznaczenia przebytych dróg $\Delta s = v \cdot \Delta t$ poprawnie interpretuje wszystkie wielkości występujące we wzorze i ich wzajemną relację | <ul style="list-style-type: none"> wykorzystując dane z internetu wyznaczyć prędkość: sprintera na 100m, kolarza torowego, tuńczyka, geparda, orła w locie nurkowym itp. wyrażając je w różnych jednostkach | | 1-1, 1-2, |

| | | | | | | |
|-----------|---|--|--|--|--|----------------|
| | | pojazdami | | <ul style="list-style-type: none"> zastosować poznaną zależność $v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$ do wyznaczenia czasu ruchu $\Delta t = \frac{\Delta s}{v}$ | | |
| 15 3.3 | Prędkość o wzrastającej i malejącej jednostajnie wartości. | <ul style="list-style-type: none"> posiadać świadomość tego, że każdy wykonywany przez nas ruch składa się co najmniej z dwóch etapów: początkowego o wzrastającej i końcowego o malejącej prędkości zaprezentować ruch o wzrastającej i malejącej prędkości np. swobodny ruch z góry i pod górę | <ul style="list-style-type: none"> wykonać wykres prędkości startującego i hamującego samochodu gdy maksymalna prędkość jest zadana np. 72 km/h i czas jej zmiany np. 20 s | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykonanych wykresów zidentyfikować wartość prędkości w danym czasie od początku startu lub hamowania podać przykłady ekstremalnie szybkich startów np. pocisk w lufie karabinu lub hamowań np. samolotu na lotniskowcu czy hamowanie zderzeniowe | | 1-2, P7, 9, |
| 16 3.4 | Przyspieszenie jako warunek konieczny początku ruchu. | <ul style="list-style-type: none"> opisywać przyspieszenie jako zmianę wartości prędkości wg zależności $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ wraz z jednostką $\frac{\frac{m}{s}}{s}$ uniknąć abstrakcyjnej jednostki $\frac{m}{s^2}$ jako nieistniejącej „powierzchni czasu” s^2, jest to tylko skrót matematyczny | <ul style="list-style-type: none"> przyspieszenie ziemskie interpretować jako $g \approx 9,81 \frac{m}{s^2}$ interpretować jako przyrost prędkości o $\Delta v \approx 9,81 \frac{m}{s}$ w ciągu każdej $\Delta t = 1s$ swobodnego i bez oporów spadku na Ziemię lub identyczny ubytek prędkości przy swobodnym ruchu w górę | <ul style="list-style-type: none"> znać przykłady ekstremalnie dużych przyspieszeń np. przy powierzchni Syriusza B, gwiazdy typu biały karzeł przyspieszenie jest 10000 razy większe niż na Ziemi, inne dane znaleźć w internecie | | 1-6, |
| 17 3.5 | Związek prędkości chwilowej ze średnią. | <ul style="list-style-type: none"> opisać werbalnie pojęcie prędkości chwilowej w ruchu ze zmienną prędkością znać pojęcie średniej prędkości etapowej dla ciągłego ruchu ze zmienną prędkością jako całkowitą drogę do całkowitego czasu jej przebycia | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że czas prędkości chwilowej dostosowany do prędkości obiektu wiedzieć, że w ruchach wieloetapowych z postojami pomiędzy etapami czas postoju jest udziałowcem średniej prędkości | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że średnia prędkość posiada tylko wartość a nie można jej przypisać kierunku | | 1-5, |
| 18 3.6 | Przykłady i zadania z obliczeniem prędkości. | <ul style="list-style-type: none"> wykonać proste obliczenia i przeliczenia prędkości określić kierunek i orientację (zwrot) dla danej prędkości | <ul style="list-style-type: none"> w warunkach ziemskich opisywać orientację prędkości w sposób opisywany w geografii | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie sposób wyznaczania kierunku w granicach Układu Słonecznego i w kosmosie | | P4, 5, |
| 19 3.7 | Jak przyspieszenie zmienia prędkość? | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć prędkość v po zadanym czasie Δt stałego przyspieszania z zależności $v = a \cdot \Delta t$ | <ul style="list-style-type: none"> zastosować ten wzór do wyznaczenia chwilowej prędkości przy stałym hamowaniu od prędkości v_0 z zależności $v = v_0 - a \cdot \Delta t$ | <ul style="list-style-type: none"> zastosować analogiczny wzór do wyznaczenia całkowitego czasu hamowania $0 = v_0 - a \cdot \Delta t$ | | 1-5, |
| 20 3.8 | Jak przyspieszenie zmienia zachowanie się przyspieszanych obiektów? | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie doświadczenia z dźwignią z lekcji 11 opisać wpływ przyspieszenia na masę | <ul style="list-style-type: none"> opisać werbalnie reakcję obiektów na duże przyspieszenie przy starcie i hamowaniu | | | 1-7, |
| 21 3.9 | Przykłady i zadania z obliczeniem | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczać przyspieszenia dla wybranych przykładów | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczać i porównywać prędkości dwóch różnych ruchów | | | 1-6, P4, 5, |

| | | | | | | |
|------------|--|--|---|--|--|---------------------|
| | przyspieszeń. | | | | | |
| 22 3.10 | Przykłady i zadania z wykorzystaniem wykresów. | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczać prędkość z wykresów czasowych drogi wyznaczać przyspieszenie z wykresów czasowych prędkości | <ul style="list-style-type: none"> zinterpretować wykresy wieloetapowe na podstawie wykresów porównać prędkości dwóch obiektów o tym samym ruchu np. wspólnie przyspieszających | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie wykresów porównać prędkości dwóch obiektów o różnym ruchu np. przyspieszających i hamujących lub poruszających się jednostajnie | | P4, 5, 6, 7, |
| 23 3.11 | Powtórzenie z opisu ruchów | <ul style="list-style-type: none"> utrwalenie podstawowych wiadomości o prędkości i przyspieszeniu | | | | |
| 24 3.12 | Kontrola wiadomości z opisu ruchów. | | | | | |

Rozdział 4.

Siła i ruch czyli przyczyna ruchu i jego zmiany. ([powrót](#)) (6/30 lekcji ; 3,8%), 1-3, 1-4, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10,

- 4.1. Sprawdzanie związku siły, masy i przyspieszenia. 25, 1, 1-3, 1-7,
- 4.2. Siła wypadkowa. Druga zasada dynamiki Newtona. 26, 2, 1-7, 1-8,
- 4.3. Równowaga sił. Pierwsza zasada dynamiki Newtona. 27, 3, 1-4,
- 4.4. Wytwarzanie siły wypadkowej lub równoważonej. Ciężar ciała. Trzecia zasada dynamiki Newtona. 28, 4, 1-9, 1-10,
- 4.5. [Przykłady i zadania z zasad dynamiki.](#) 29, 5, 1-3, 1-4, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10,
- 4.6. Powtórzenie z zasad dynamiki Newtona. 30, 6, 1-3, 1-4, 1-7, 1-8, 1-9, 1-10,
- 4.7. [Kontrola wiadomości z zasad dynamiki.](#) 31, 7,

| Rozdział 4: Siła i ruch czyli przyczyna ruchu i jego zmiany. | | | | | | |
|--|--|---|---|--|---|--------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 25 4.1 | Sprawdzanie związku siły, masy i przyspieszenia. | <ul style="list-style-type: none"> znać zachowanie przyspieszenia względem siły (prosta proporcjonalność) przy stałej masie $a \approx F \Leftrightarrow m = const$ znać zachowanie przyspieszenia względem masy (odwrotna proporcjonalność) przy stałej sile $a \approx \frac{1}{m} \Leftrightarrow F = const$ | <ul style="list-style-type: none"> właściwie interpretować relację $a = \frac{F}{m}$ zw. drugą zasadą dynamiki Newtona | <ul style="list-style-type: none"> opisać werbalnie i formalnie ruch ciała o zmiennej masie | | 1-7, |
| 26 4.2 | Siła wypadkowa. Druga zasada dynamiki Newtona. | <ul style="list-style-type: none"> znać siłę wypadkową jako przyczynę zmiany prędkości czyli przyspieszenia dla ruchu stałej masy wyznaczyć wartość przyspieszenia jakie uzyskuje dana masa pod wpływem zadanej stałej siły wypadkowej $a = \frac{1}{m} \cdot F \Leftrightarrow y = a \cdot x$ znać wartość przyspieszenia ziemskiego | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć wartość siły potrzebnej do założonego przyspieszenia danej masy $F = m \cdot a$ wiedzieć, że hamowanie polega na przyłożeniu siły wypadkowej w stronę przeciwną do prędkości wiedzieć, że ciężar danej masy jest jedyną siłą jaka działa Ziemia na tę masę | <ul style="list-style-type: none"> znać definicję jednostki siły w oparciu o zależność $F = m \cdot a$ gdzie $1N = 1kg \cdot 1\frac{m}{s^2}$ znać graficzny sposób wyznaczania wypadkowej trzech sił wyjaśnić | | 1-7, 1-8, 1-9, P7, |

| | | | | | |
|-----------|--|---|--|---|---------------|
| | | $g = 9.81 \frac{m}{s^2}$ i określenie siły ciężkości (ciężaru) jako $F_c = m \cdot g$ | | | |
| 27 4.3 | Równowaga sił. Pierwsza zasada dynamiki Newtona. | <ul style="list-style-type: none"> znać warunek ruchu jednostajnego i spoczynku jako brak siły wypadkowej czyli równowagę sił znać warunek równowagi dwóch sił o tym samym kierunku i przeciwnej orientacji | <ul style="list-style-type: none"> znać powszechność grawitacji a co za tym idzie brak sytuacji w której na ciało nie działa żadna siła znać warunek ruchu jednostajnego jako równoważenie oporów ruchu przy pomocy siły napędu sprawdza dostępnymi siłomierzami równowagę 2 lub 3 sił o różnych kierunkach | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że masa to miara bezwładności, czyli cechy przeciwstawiającej się jakiegokolwiek zmianie ruchu | 1-4, 1-12, |
| 28 4.4 | Wytwarzanie siły wypadkowej lub równoważącej. Trzecia zasada dynamiki Newtona. | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że siła reakcji występuje zawsze jako wtórna (druga) po zadziałaniu pierwszej siły zw. akcją | <ul style="list-style-type: none"> znać formalny zapis trzeciej zasady dynamiki $F_{12} = F_{21}$ wiedzieć, że siły akcji i reakcji przyłożone są do dwóch różnych obiektów | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić na podstawie II i III zasady dynamiki spadanie jabłka na ziemię wyjaśnić na podstawie III zasady dynamiki ciągnięcie przyczepy przez samochód | 1-10, |
| 29 4.5 | Przykłady i zadania z zasad dynamiki. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | P4, 5, |
| 30 4.6 | Powtórzenie z zasad dynamiki Newtona. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | |
| 31 4.7 | Kontrola wiadomości z zasad dynamiki. | | | | |

Klasa 2 Gimnazjum

Rozdział 5.

Siła jako czynnik techniczny czyli jak zdobywano dziki zachód. ([powrót](#)) (13/42 lekcji : 8,1%), 2-1, 2-2, 2-3, 3-1, 3-2, 3-3, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9,

- 5.1. Siła wywołuje ciśnienie i odwrotnie. 31, 1, 3-6,
- 5.2. Siły w ciałach stałych. Naprężenie. 32, 2, 3-1, 3-2,
- 5.3. Siły w cieczech:
 - 5.3.1. Ciśnienie hydrostatyczne i napięcie powierzchniowe. 33, 3, 3-1, 3-3, 3-6,
 - 5.3.2. Prawo Pascala i Archimedesesa. 34, 4, 3-6, 3-7, 3-9,
- 5.4. Siły w gazach. Ciśnienie atmosferyczne. 35, 5, 3-6, 3-8, 3-9,
- 5.5. Przykłady i zadania z własności materii. 36, 6,
- 5.6. Pracuj z mocą czy mocuj się z pracą. 37, 8, 2-2,
- 5.7. Bez pracy nie ma energii. 38, 9, 2-3,
- 5.8. Praca i moc w urządzeniach technicznych. 39, 10, 2-1, 2-2, 2-3,
- 5.9. Przykłady i zadania z obliczeń pracy i mocy. 40, 11,
- 5.10. Powtórzenie z sił 2. 41, 12
- 5.11. Kontrola wiadomości z sił 2. 42, 13,

| Rozdział 5: Siła jako czynnik techniczny czyli jak zdobywano dziki zachód. | | | | | | |
|--|---|--|---|---|--|----------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 31 5.1 | Siła wywołuje ciśnienie i odwrotnie. | <ul style="list-style-type: none"> znać określenie ciśnienia $p = \frac{F}{S}$ i jego jednostkę $1Pa = \frac{1N}{1m^2}$ | <ul style="list-style-type: none"> właściwie interpretować ciśnienia w pojazdach sprawdzając np. na kartce papieru odcisk opony rowerowej przy niskim i wysokim ciśnieniu i tym samym obciążeniu | <ul style="list-style-type: none"> przeliczać jednostkę $1Pa$ na stosowaną w technice atmosferę techniczną $1at = 0,1MPa$ | | 3-6, |
| 32 5.2 | Siły w ciałach stałych. Naprężenie. | <ul style="list-style-type: none"> znać wpływ powierzchni na jaką działa siła na skutek tego działania (odkształcenie) podać przykłady substancji sprężystych i łatwo odkształcalnych | <ul style="list-style-type: none"> odróżniać odkształcenia sprężyste od trwałych (plastycznych) odróżniać budowę ciał stałych (gęste, i <u>regularne</u> upakowanie) od cieczy (gęste, i <u>nieregularne</u> upakowanie) | <ul style="list-style-type: none"> znać opisowo pojęcie granicy wytrzymałości zależne od rodzaju substancji | | 3-1, 3-2, |
| 33- 34 Siły w cieczach. | | | | | | |
| 33 5.3.1 | Ciśnienie hydrostatyczne i napięcie powierzchniowe. | <ul style="list-style-type: none"> znać opisowo pojęcie napięcia powierzchniowego jako konsekwencja powierzchni swobodnej jaką tworzy ciecz w zbiorniku znać określenie ciśnienia hydrostatycznego $p_h = d \cdot g \cdot h$ wraz z interpretacją wielkości składowych | <ul style="list-style-type: none"> podać przykłady wykorzystania napięcia powierzchniowego (np. wałka na wodzie) lub zademonstrować jego występowanie (np. żyłtka lub igła położona na powierzchni wody pływa) obliczać ciśnienia na dnie lub danej głębokości zbiorników wodnych | <ul style="list-style-type: none"> środki piorące obniżają napięcie powierzchniowe ułatwiając oddzielanie cząstek trwałych brudu od naczyń lub materiału jakościowy opis działania siłownika hydraulicznego np. pompy hamulcowej kulista kropla swobodnej cieczy jako konsekwencja napięcia powierzchniowego | | 3-1, 3-3, 3-6, |
| 34 5.3.2 | Prawo Pascala i Archimedes. | <ul style="list-style-type: none"> ciśnienie w cieczy rozchodzi się we wszystkie strony (prawo Pascala) siła wyporu zależna jest od ciężaru wypartego ośrodka (cieczy lub gazu) (prawo Archimedes) równowaga ciężaru i siły wyporu to warunek konieczny pływalności obiektów i lotów balonowych | <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć siłę wyporu w danym ośrodku z zależności $F_w = d \cdot V \cdot g$ wskazuje podobieństwo gęstego upakowania i ruchu drgającego w cieczy i kryształach jako konsekwencja stałej objętości | <ul style="list-style-type: none"> opisać działanie łodzi podwodnych i lotu samolotów lub śmigłowców. | | 3-6, 3-7, 3-9, |
| 35 5.4 | Siły w gazach. Ciśnienie atmosferyczne. | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że w gazach cząstki poruszają się chaotycznie i prostoliniowo pomiędzy zderzeniami | <ul style="list-style-type: none"> rzadkie i chaotyczne ułożenie cząstek gazu warunkuje płynność kształtu i objętości ciśnienie atmosferyczne jest odpowiednikiem hydrostatycznego, bo żyjemy na dnie oceanu powietrznego | <ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić zmiany wysokości atmosfery wpływem Księżyca | | 3-6, 3-8, 3-9, |
| 36 5.5 | Przykłady i zadania z własności materii. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | P4, 5, |
| 37 5.6 | Pracuj z mocą czy mocuj się z pracą. | <ul style="list-style-type: none"> właściwie interpretuje i stosuje pojęcie pracy siły na kierunku zgodnym z przesunięciem $W = F \cdot s$ oraz jednostkę pracy $1J = 1N \cdot 1m$ właściwie interpretuje i stosuje pojęcie mocy $P = \frac{W}{t}$ oraz jednostkę pracy $1W = \frac{1J}{1s}$ | <ul style="list-style-type: none"> potrafi wyrazić i przeliczyć stałą moc jako $P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v$ iloczyn stałej siły i prędkości każda zmiana jednej z tych wielkości wymusza zmianę co najmniej jednej pozostałej | <ul style="list-style-type: none"> znajduje przykłady ekstremalnych mocy | DODATEK 2 Opis 2 Doświadczenie sprawdzenie pracy, mocy i energii | 2-2, |
| 38 5.7 | Bez pracy nie ma energii. | <ul style="list-style-type: none"> każda energia ujawnia się dopiero przy wykonaniu pracy | <ul style="list-style-type: none"> zna inne rodzaje energii np. elektryczną, magnetyczną, jądrową | <ul style="list-style-type: none"> energia paliw kopalnych powstała w wyniku pracy sił grawitacji | | 2-3, |

| | | | | | | |
|------------|--|---|--|--|--|---------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> • każdy wzrost energii wymaga wykonania pracy i odwrotnie $W = \Delta E$ • określa i interpretuje energię kinetyczną $E_k = \frac{m \cdot v^2}{2}$ i potencjalną ciężkości $E_{pc} = F \cdot h = m \cdot g \cdot h$ • zgodność jednostek pracy i energii | <ul style="list-style-type: none"> • każda energia uzyskiwana jest na koszt większej lub mniejszej degradacji środowiska dlatego tak istotne jest rozsądne gospodarowanie jej zasobami | | | |
| 39 5.8 | Praca i moc w urządzeniach technicznych. | <ul style="list-style-type: none"> • każde urządzenie techniczne musi być zasilane energią z zewnątrz • każde urządzenie techniczne to suma maszyn prostych tworzących mechanizmy i podzespoły • udoskonalanie urządzeń technicznych polega na efektywniejszym wykorzystaniu energii zasilania | <ul style="list-style-type: none"> • zna przykłady mocy typowych urządzeń technicznych • na urządzeniach elektrycznych potrafi odczytać ich moce • podaje i objaśnia przykłady techniczne: bloczki, równia (gwint), dźwignie. | <ul style="list-style-type: none"> • w oparciu o wiadomości z internetu opracowuje wybrane zagadnienie np. historię roweru, samochodu itp | DODATEK 3 Opis 3 Doświadczalne sprawdzanie równi pochyłej i ZZEM | |
| 40 5.9 | Przykłady i zadania z obliczeń pracy i mocy. | <ul style="list-style-type: none"> • zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> • zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> • zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | P4, 5, |
| 41 5.10 | Powtórzenie z sił 2. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | | |
| 42 5.11 | Kontrola wiadomości z sił 2. | | | | | |

Rozdział 6.

Energia i jej postacie czyli co ma piernik do wiatraka. ([powrót](#)) (10/52 lekcji ; 6,3%), 2-4, 2-5, 2-6, 2-7, 2-8, 2-9, 2-10, 2-11,

- 6.1.** Jakie mamy energie i dlaczego są one zachowane? 43, 1, 2-4, 2-5,
6.2. Dlaczego energia czasem się chowa czyli jak odkrywano energię wewnętrzną? 44, 2, 2-6, 2-7, 2-8,
6.3. Schowaną energię wskaże temperatura. 45, 3, 2-6, 2-7, 2-8,
6.4. Przepływ ciepła i jego konsekwencje:
6.4.1. Ogrzewanie i ochładzanie. 46, 4, 2-8, 2-11,
6.4.2. Zmiana faz materii czyli naturalna transformacja. 47, 5, 2-9, 2-10,
6.4.3. Bilans cieplny. 48, 6, 2-9, 2-10,
6.5. Przykłady i zadania z obliczania przepływu ciepła. 49, 7, 2-9, 2-10,
6.6. Piernik i wiatrak korzystają z tej samej energii. 50, 8, 2-6,
6.7. Powtórzenie z energii cieplnych. 51, 9,
6.8. Kontrola wiadomości z energii cieplnych. 52, 10,

| Rozdział 6. Energia i jej postacie czyli co ma piernik do wiatraka. | | | | | | |
|---|--------------------------------------|--|---|---|---|---------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopelniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 43 6.1 | Jakie mamy energie i dlaczego są one | <ul style="list-style-type: none"> • nie ma możliwości zgubienia ani zniszczenia energii a tylko może zamienić swoją postać | <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zachowania i przemian energii np. rzut ukośny piłką, skok do wody startowy lub | <ul style="list-style-type: none"> • zachowawczość energii umożliwia jej magazynowanie | | 2-4, 2-5, |

| | | | | | |
|-------------|--|--|--|---|------------------------|
| | zachowane? | lub wykonać pracę dlatego tę cechę nazywa się zachowawczością | z wieży, skok na bunge, ze spadochronem itp | | |
| 44 6.2 | Dlaczego energia czasem się chowa czyli jak odkrywano energię wewnętrzną?. | <ul style="list-style-type: none"> • pierwszym udokumentowanym faktem zamiany pracy sił tarcia w energię wewnętrzną jest wzniesienie ognia, w identyczny sposób działa zapalka • energia wewnętrzna (ciepna) to suma kinetycznych i potencjalnych energii cząstek kryształu, cieczy lub gazu • każda praca z tarcie rozpraszana jest w części w energię wewnętrzną | <ul style="list-style-type: none"> • podskakująca w procesie gotowania pokrywa to najprostszy przykład trudnej zamiany energii wewnętrznej w pracę zewnętrzną • w maszynie parowej rolę podskakującej pokrywy (z poprzedniego celu) pełni tłok a rolę spadającej grawitacyjnie pokrywy koło zamachowe | <ul style="list-style-type: none"> • silnik parowy to najbardziej ekologiczna maszyna cieplna i tylko wytwarzanie pary jest mało ekologiczne • silniki paliwowe zawsze są dewastatorami środowiska | 2-6, 2-7, 2-8, |
| 45 6.3 | Schowaną energię wskaże temperatura. | <ul style="list-style-type: none"> • każdy termometr to tylko widzialny wskaźnik niewidzialnej energii wewnętrznej • istnieją różne termometry: cieczowe, oporowe, czy wizualne | <ul style="list-style-type: none"> • znać sposób pomiaru temperatury termometrem cieczowym jako przekaz energii od ciała mierzzonego do termometrycznego wskaźnika • znać skalę termometryczną Celsjusza i Kelwina | <ul style="list-style-type: none"> • potrafić wyrazić aktualną temperaturę w skali bezwzględnej | 2-6, 2-7, 2-8, |
| 46-48 | Przepływ ciepła i jego konsekwencje: | | | | |
| 46 6.4.1 | Ogrzewanie i ochładzanie. | <ul style="list-style-type: none"> • opisać werbalnie proces ogrzewania i ostygnięcia z poziomu mikroświata • znać formalny opis $Q_{wymiany} = c_w \cdot m \cdot \Delta T$ • znać różnicę ciepła właściwego kryształu i cieczy • podaje przykłady materiałów termoizolacyjnych np. styropian, wełna mineralna, ścianki próżniowe np. termos • wyznaczenie ciepła właściwego wody grzałką elektryczną o znanej mocy | <ul style="list-style-type: none"> • fizyczną interpretację procesu ogrzewania i stygnięcia kryształu i cieczy $c_w = \frac{Q_{wymiany}}{1kg \cdot 1K}$ • jako ilość ciepła potrzebną do ogrzania 1kg substancji o 1°C lub 1K • izolacja cieplna wykorzystuje materiały o bardzo dużym współczynniku ciepła właściwego | <ul style="list-style-type: none"> • fakt, że w przypadku ubiorów zimowych rolę izolacji cieplnej pełni powietrze „uwięzione” pomiędzy warstwami ubrań • znaleźć w internecie ciekawe przykłady np. dla zębry białe – czarne paski futra to naturalny klimatyzator przepływowy i emisyjny ciepła (różnica temperatur o parę stopni) • znaleźć znaczenie prądów oceanicznych dla globalnej pogody | 2-8, 2-11, P11,12, D5, |
| 47 6.4.2 | Zmiana faz materii czyli naturalna transformacja. | <ul style="list-style-type: none"> • znać typy przemian fazowych: topnienie, krzepnięcie, wrzenie, skraplanie, sublimacja i resublimacja • znać formalny opis $Q_{przemiany fazowej} = L \cdot m$ i fizyczną interpretację procesów przemian fazowych kryształu względem cieczy, cieczy względem gazu i odwrotnie | <ul style="list-style-type: none"> • znać różnicę parowania z powierzchni i w każdej temperaturze od wrzenia w całej objętości i w określonej temperaturze wrzenia • podać przykłady naturalnego lub technicznego wykorzystania przemian fazowych np. wykonanie odlewów | <ul style="list-style-type: none"> • ciekawe przykłady z internetu np. 2 ogony kometarne (gazowy i pyłowy) jako konsekwencja resublimacji wywołanej energią słoneczną | 2-9, 2-10, |
| 48 6.4.3 | Bilans cieplny. | <ul style="list-style-type: none"> • opisać werbalnie bilansowanie się energii cieplnej w izolowanym od otoczenia układzie termodynamicznym | <ul style="list-style-type: none"> • interpretować zasadę zachowania energii mechanicznej i cieplnej w ruchu z tarcie | <ul style="list-style-type: none"> • obliczać ciepłe straty np. po przejściu pocisku | 2-9, 2-10, |
| 49 6.5 | Przykłady i zadania z obliczania przepływu ciepła. | <ul style="list-style-type: none"> • przeliczyć prosty bilans cieplny dla dwóch przemian np. topnienie i ogrzewanie wody z lodu | <ul style="list-style-type: none"> • przeliczyć nieco bardziej skomplikowane bilanse cieplne np. wyznaczenie ilości kostek lodu do szklanki napoju | | P4, 5, |
| 50 6.6 | Piernik i wiatrak korzystają z tej samej energii. | <ul style="list-style-type: none"> • znać możliwości przemian pomiędzy różnymi rodzajami energii nie tylko mechanicznej i cieplnej | <ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na tytułowy problem uzasadniając, że raz jest to energii kinetyczna wiatru a dwa energia kinetyczna zasilająca | <ul style="list-style-type: none"> • znaleźć informacje o najwyższej formie energii czyli energii anihilacji czyli słynny wzór Einsteina $E = m \cdot c^2$ | 2-6, |

| | | | | | |
|-----------|--|------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--|
| | | | turbine hydroelektrowni | | |
| 51 6.7 | Powtórzenie z energii cieplnych. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | |
| 52 6.8 | Kontrola wiadomości z energii cieplnych. | | | | |

Rozdział 7.

Elektryczność naturalna i sztuczna czyli dobry sługa i zły pan w akcji i reakcji. ([powrót](#)) (14/66 lekcji ; 8,8%), 3-2, 4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5, 4-6, 4-7, 4-8, 4-9, 4-10, 4-11, 4-12, 4-13,

- 7.1. Pojęcie ładunku elektrycznego. 53, 1, 4-1,
 7.2. Budujemy detektor ładunku i badamy własności ładunku. 54, 2, 4-1, 4-2,
 7.3. Elektryczne własności materii. 55, 3, 4-3,
 7.4. Zasada zachowania ładunku w makro i mikroświecie. 56, 5, 4-4, 4-5,
 7.5. Proste obwody zasilane stałym źródłem napięcia. 57, 6, 4-6, 4-8, 4-12,
 7.6. Obwody rozgałęzione. Natężenie prądu w danej gałęzi. 58, 7, 4-7,
 7.7. Prawo Ohma i jego konsekwencje. 59, 8, 4-9,
 7.8. [Przykłady i zadania z przepływu prądu elektrycznego.](#) 60, 9,
 7.9. Praca i moc prądu w urządzeniach elektrycznych. 61, 10, 4-10, 4-13,
 7.10. Za energię musimy płacić i to poza układem SI. 62, 11, 4-11,
 7.11. [Przykłady i zadania z pracy i mocy prądu elektrycznego.](#) 63, 12,
 7.12. Powtórzenie z prądu elektrycznego. 64, 13,
 7.13. [Kontrola wiadomości z prądu elektrycznego.](#) 65, 14

| Rozdział 7: Elektryczność naturalna i sztuczna czyli dobry sługa i zły pan w akcji i reakcji. | | | | | | |
|---|---|---|---|--|---|------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 53 7.1 | Pojęcie ładunku elektrycznego. | <ul style="list-style-type: none"> znać podstawową budowę materii jako konstrukcję zw. Atomek i złożoną z równej ilości ładunków „+” (jądro) i „-” (elektrony) wiedzieć, że każda porcja ładunku to krotność ładunku atomu znać sposoby elektryzowania (tarcie, dotyk i zdalne (wpływ jednego ładunku na drugi)) | <ul style="list-style-type: none"> elektryzowanie polega na odrywaniu elektronów od atomu, bo tylko one mają możliwość ruchu elektrony są odpychane przez ładunki ujemne a przyciągane przez dodatnie co wyznacza kierunek ich ruchu | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie informacje o antymaterii ładunkowej | | 4-1, |
| 54 7.2 | Budujemy detektor ładunku i badamy własności ładunku. | <ul style="list-style-type: none"> potrafi wykonać prosty elektroskop z paska folii aluminiowej (śniadaniowej) i pręta izolatora np. ołówka wyazać tym przyrządem istnienie ładunku | <ul style="list-style-type: none"> znać mechanizm działania odpychających się blaszek (listków) elektroskopu jako po prostu odpychanie się ładunków jednoimiennych | | | 4-1, 4-2, D6, |
| 55 7.3 | Elektryczne własności materii. | <ul style="list-style-type: none"> znać podział materii na przewodniki i izolatory elektryczne podać przykłady przewodników i izolatorów znać istnienie najmniejszej porcji ładunku zw. elementarnym (proton, elektron lub jon | <ul style="list-style-type: none"> utożsamiać ładunek elementarny niezależnie od związanej z nim masy jako: elektrony (negaton e^-, pozyton e^+), protony o masie około 2000 razy większej (e^+ i e^- dla antyprotonów) czy jony jednowartościowe np. Na^{+1} czy Cl^{-1} o masach | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o półprzewodnikach | | 4-3, |

| | | | | | | |
|------------|--|--|---|---|---|--|
| 56 7.4 | Zasada zachowania ładunku w makro i mikroświecie. | <ul style="list-style-type: none"> • sprawdzić przemieszczanie się ładunku na wykonanym elektroskopie i dwóch plastikowych obudowach płyt CD • opisać słownie Zasadę Zachowania Ładunku Elektrycznego (ZZŁE) | kilkadziesiąt razy większych od protonów <ul style="list-style-type: none"> • przeanalizować ZZŁE dla chemicznej np. $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$ co jest po prostu soleniem zupy, elektron przechodzi z sodu do chloru a jon sodu daje odczucie słonego smaku | <ul style="list-style-type: none"> • znać uniwersalizm ZZŁE w całej przyrodzie jako warunek budowy materii | DODATEK 4 Opis 4: Doświadczenie Zachowanie ładunku | 3-2, 4-4, 4-5, D6, |
| 57 7.5 | Proste obwody zasilane stałym źródłem napięcia. | <ul style="list-style-type: none"> • znać podstawową symbolikę elektryczną: żaróweczka, źródło prądu, wyłącznik, przełącznik, przewody, mierniki prądu (amperomierz, woltomierz, omomierz) • potrafi zmontować prosty obwód wg schematu i zmierzyć parametry prądowe napięcie U i natężenie I | <ul style="list-style-type: none"> • potrafi zmierzyć natężenie i napięcie elektryczne na danym odbiorniku obwodu • potrafi interpretować napięcie elektryczne jako energię związaną z elektronami • zna jednostkę napięcia 1V i granicę jego bezpieczeństwa dla organizmu 40V dla stałego i 24V dla zmiennego | <ul style="list-style-type: none"> • potrafi wykonać proste źródło prądu np. z górka kiszzonego z wbitymi dwoma różnymi sztućcami • wie, że wysokie napięcie może powodować przepływ prądu przez izolator (przebiecie izolatora najczęściej powoduje to jego uszkodzenie) | | 4-6, 4-7, 4-8, 4-12, D7, |
| 58 7.6 | Obwody rozgałęzione. Natężenie prądu w danej gałęzi. | <ul style="list-style-type: none"> • interpretować natężenie prądu jako ilość elektronów przemieszczających się w danej chwili przez przewodnik • zna jednostkę natężenia prądu 1A • interpretować rozgałęzienie obwodu jako także rozgałęzienie prądu | <ul style="list-style-type: none"> • interpretować węzeł elektryczny jako równą sumę prądów wpływających i wypływających | | | 4-7, 4-12, D7, |
| 59 7.7 | Prawo Ohma i jego konsekwencje. | <ul style="list-style-type: none"> • znać proporcjonalność napięcia do natężenia jako stałą wartość dla danego elementu lub obwodu • wyznaczyć opór żarówki w trakcie przepływu prądu i bezpośredni pomiar oporu • znać postać matematyczną prawa Ohma $R = \frac{U}{I} = const$ i jednostkę oporu $1\Omega = \frac{1V}{1A}$ | <ul style="list-style-type: none"> • znać liniową postać prawa Ohma $U = R \cdot I$ i jego matematyczny odpowiednik $y = a \cdot x$ • wiedzieć, że opór elektryczny jest indywidualną cechą danego przewodnika | <ul style="list-style-type: none"> • zmierzyć opór dowolnego odbiornika omomierzem | | 4-9, D8, |
| 60 7.8 | Przykłady i zadania z przepływu prądu elektrycznego. | <ul style="list-style-type: none"> • zastosować prawo Oma do prostych problemów | <ul style="list-style-type: none"> • zastosować prawo Oma do bardziej rozbudowanych problemów | | | P4, 5, |
| 61 7.9 | Praca i moc prądu w urządzeniach elektrycznych | <ul style="list-style-type: none"> • znać wartość pracy wykonanej przez urządzenia elektryczne $W_{el} = U \cdot I \cdot \Delta t$ oraz jej jednostkę • wyznaczyć wartość mocy eksponowanej przez urządzenia elektryczne $P = \frac{W_{el}}{\Delta t} = U \cdot I$ oraz jej jednostkę • wyznacza moc żarówki i porównuje z nominalną | <ul style="list-style-type: none"> • znać szczególną łatwość zamiany energii elektrycznej w dowolną inną formę np. świetlną w żarówce, mechaniczną w silniku itp. | <ul style="list-style-type: none"> • znać fakt, że każde urządzenie elektryczne ma określoną sprawność, czyli przetwarza na użyteczną tylko część pobranej energii elektrycznej | | 4-10, 4-13, D9, |
| 62 7.10 | Za energię musimy płacić i to poza układem SI. | <ul style="list-style-type: none"> • znać jednostkę taryfikacyjną w elektroenergetyce tj kWh i jej relację do J w układzie SI | <ul style="list-style-type: none"> • wyznaczyć energię pobraną przez dowolne urządzenie elektryczne po odczytaniu jego mocy i oszacowaniu czasu pracy • wyznaczyć opłatę za tę energię | <ul style="list-style-type: none"> • znać konieczność oszczędzania energii nie tylko elektrycznej | | 4-11, |
| 63 | Przykłady i zadania z | <ul style="list-style-type: none"> • zastosowanie poznanych praw do | <ul style="list-style-type: none"> • zastosowanie poznanych praw do | <ul style="list-style-type: none"> • zastosowanie poznanych praw do | | P4, 5, |

| | | | | | | |
|------------|--|--|---------------------------------------|--------------------------|--|--|
| 7.11 | pracy i mocy prądu elektrycznego. | rozwiązywania prostych zadań otwartych | rozwiązywania trudniejszych problemów | nietypowych problemów | | |
| 64 7.12 | Powtórzenie z prądu elektrycznego. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + zależności wzorów | | |
| 65 7.13 | Kontrola wiadomości z prądu elektrycznego. | | | | | |

Rozdział 8.

Magnetyzm ziemski i prądowy czyli jak przyciągnąć lub odepchnąć bzdotykowo. ([powrót](#)) (8/74 lekcji ; 5,0%), 5-1, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5, 5-6,

8.1. Igła na wodzie i na Ziemi czyli sprawdzamy istotę magnetyzmu. 67, 1, 5-1, 5-2,

8.2. Magnes żelazny i żelazo magnetyczne. 68, 2, 5-3,

8.3. Prąd elektryczny to już magnes. 69, 3, 5-4,

8.4. Budujemy elektromagnes i sprawdzamy jego działanie. 70, 4, 5-5,

8.5. Zastosowanie magnesów i elektromagnesów w technice. 71, 5, 5-6,

8.6. Budowa i działanie silnika i prądnicy prądu stałego. 72, 6, 5-6,

8.7. Powtórzenie z podstaw magnetyzmu. 73, 7,

8.8. Kontrola wiadomości z podstaw magnetyzmu. 74, 8,

| Rozdział 8. Magnetyzm ziemski i prądowy czyli jak przyciągnąć lub odepchnąć bzdotykowo. | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|-------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności ucznia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności ucznia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopelniające Wiadomości i umiejętności ucznia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 67 8.1 | Igła na wodzie i na Ziemi czyli sprawdzamy istotę magnetyzmu. | <ul style="list-style-type: none"> • objaśnić działanie Ziemi jako magnesu • znać i objaśnić działanie kompasu lub dowolnej igły magnetycznej | <ul style="list-style-type: none"> • posiadając dowolny magnes trwały dobrać jego położenie aby igła ustawiła się pod kątem 45° względem kierunku południkowego • zorza polarna powstaje dzięki magnetyzmowi ziemskiemu | <ul style="list-style-type: none"> • powtórzyć podobne jak obok doświadczenie z kawałkiem żelaza i po wskazaniu nauczyciela wyjaśnić efekt • objaśnić przyczynę magnetyzmu ziemskiego | | 5-1, 5-2, |
| 68 8.2 | Magnes żelazny i żelazo magnetyczne. | <ul style="list-style-type: none"> • znać przykłady naturalnych magnetyków • znać przyczynę magnetyzmu jako budowę domenową | <ul style="list-style-type: none"> • znać wpływ magnesu na żelazo (magnesowanie żelaza) | <ul style="list-style-type: none"> • znać magnes jako element składowy wybranych urządzeń technicznych np. głośniki, słuchawki | | 5-3, |
| 69 8.3 | Prąd elektryczny to już magnes. | <ul style="list-style-type: none"> • sprawdzić magnetyczne działanie przewodnika z prądem na igłę kompasu np. położoną na wodzie zwykłą igłę żelazną | <ul style="list-style-type: none"> • sprawdzić magnetyczne działanie prądu na przykładzie znajdującej się w pobliżu igły magnetycznej lub drobnych opiłków żelaznych (pył) | <ul style="list-style-type: none"> • znaleźć w internecie przykłady siłowników magnetycznych | | 5-4, D10, |
| 70 8.4 | Budujemy elektromagnes i sprawdzamy jego działanie. | <ul style="list-style-type: none"> • znać sposób samodzielnego zbudowania elektromagnesu z rdzeniem i bez rdzenia • zademonstrować działanie elektromagnesu z rdzeniem na dowolnym lekkim elemencie stalowym np. szpilce czy spinaczu biurowym | | | DODATEK 5 Opis 5: Doświadczenie Tworzymy i sprawdzamy elektromagnes | 5-5, 5-6, D10, |
| 71 8.5 | Zastosowanie magnesów i elektromagnesów w | <ul style="list-style-type: none"> • lekcja swobodna lub problemowa w zależności od „fantazji nauczyciela” albo po prostu pominięta. • podkreślić konieczność odwracalnego zapisu magnetycznego w komputerach: HD, pendrive itp. | | | | 5-5, 5-6, |

| | | | | | |
|-----------|---|---|--|---|------|
| | technice. | | | | |
| 72 8.6 | Budowa i działanie silnika i prądnicy prądu stałego. | <ul style="list-style-type: none"> znać istotę i zasadę działania (opisowo) silnika prądu stałego znać urządzenie zw. komutatorem pozwalające na doprowadzenie prądu do wirnika w trakcie ruchu wirnika | <ul style="list-style-type: none"> znać podstawy działania stabilnego silnika krokowego np. do napędu dysku twardego lub płyty CD | <ul style="list-style-type: none"> znać podstawy działania prądnicy jako efekt odwrotny do silnika | 5-6, |
| 73 8.7 | Powtórzenie z podstaw magnetyzmu. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | |
| 74 8.8 | Kontrola wiadomości z podstaw magnetyzmu. | | | | |

Rozdział 9.

Drgania czyli o tym co odmierza czas. ([powrót](#)) (8/82 lekcji ; 5,0%), **II cel ogólny, 6-1, 6-2, 6-3, 6-4,**

9.1. Wahadło idealne i rzeczywiste. 75, 1, **6-1, 6-2,**

9.2. Zasada działania zegarka czyli masa i sprężyna. 76, 2, **6-1, 6-2,**

9.3. Parametry drgania. 77, 3, **6-2,**

9.4. Bilans energetyczny w drganiach. 78, 4, **6-1, 6-3, 6-4,**

9.5. Sprawdzenie drgań ciężarka na sprężynie i wahadła. 79, 5, **II cel ogólny,**

9.6. [Przykłady i zadania z drgań.](#) 80, 6

9.7. Powtórzenie z drgań. 81, 7,

9.8. [Kontrola wiadomości z drgań.](#) 82, 8,

| Rozdział 9. Drgania czyli o tym co odmierza czas. | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|-----------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopelniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 75 9.1 | Wahadło idealne i rzeczywiste. | <ul style="list-style-type: none"> podać przykłady ruchów drgających w przyrodzie np. liście na wietrze podać charakterystyczne cechy drgania np. powtarzalność (okresowość) sprawdzenie drgań wahadła matematycznego – wyznaczenie okresu od długości wahadło matematyczne: jego przybliżenie i wykres czasowy wychylenia | <ul style="list-style-type: none"> znać różnicę wahadła rzeczywistego od idealnego znać podstawowe parametry drgania: wychylenie, amplituda, okres, częstotliwość (częstość), ich znaczenie w opisie i jednostki opisać przemiany energii w ruchu wahadła | <ul style="list-style-type: none"> wydedukować przyczynę tłumienia drgania znaleźć w internecie informację o wahadle Foucaulta i jego przeznaczeniu | | 6-1, 6-2, D12, |
| 76 9.2 | Zasada działania zegarka czyli masa i sprężyna. | <ul style="list-style-type: none"> sprawdzenie drgań wahadła matematycznego – wyznaczenie okresu od masy znać podobieństwa drgań klasycznego układu masa – sprężyna do struny, drumli czy membrany | <ul style="list-style-type: none"> opisać przemiany energii w ruchu masa – sprężyna zapoznać się ze sposobem tłumienia drgań w pojazdach (rola sprężyn i amortyzatorów) | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć widok „kółka balansowego” klasycznego zegarka | | 6-1, 6-2, D12, |
| 77 9.3 | Parametry drgania. | <ul style="list-style-type: none"> można dokonać tej lekcji wspólnie z poprzednią lub oddzielnie podając, przeliczając parametry drgań lub porównując wykresy dla typowych drgań | | | | 6-2, |
| 78 | Bilans energetyczny w | <ul style="list-style-type: none"> znać warunek przekazu energii od jednego układu drgań do drugiego: tj podobna częstość lub | <ul style="list-style-type: none"> znać pozytywne i szkodliwe skutki tzw rezonansu drgań | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie jakie drganie może wywołać falę tsunami | | 6-1, 6-3, |

| | | | | | | |
|-----------|--|---|--|---|--|--------|
| 9.4 | drganiach. | jej krotność • słyszalny akord muzyczny jako przykład wypadkowego drgania | • może sprawdzić rezonans drgań dla dwóch identycznie nastrojonych strun gitary • zrozumieć, że słyszalność drgań zależy od amplitudy i stanu atmosfery | | | 6-4, |
| 79 9.5 | Sprawdzenie drgań ciężarka na sprężynie i wahadła. | • znać sposób dokładnego wyznaczenia okresu pojedynczego drgania poprzez pomiar wielu okresów • sprawdzić zależność tego okresu od masy i rodzaju sprężyny a dla wahadła od długości | • narysować wykres okresu drgania od masy dla sprężyny lub długości dla wahadła i przedyskutować jego postać | • wyznaczyć przyspieszenie ziemskie wahadłem matematycznym z zależności $g = \frac{4\pi^2 l}{T^2}$, gdzie l jest długością wahadła a T jego okresem | | II, |
| 80 9.6 | Przykłady i zadania z drgań. | • zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | • zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | • zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | P4, 5, |
| 81 9.7 | Powtórzenie z drgań. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | | |
| 82 9.8 | Kontrola wiadomości z drgań. | | | | | |

Rozdział 10.

Rezerwa czasowa czyli cała fizyka przyjemna i pożyteczna. ([powrót](#)) (8/90 lekcji ; 5,0%),

Uwaga !!! !! !

Te zagadnienia mogą być realizowane na zajęciach Kółka Fizycznego o ile są możliwości jego realizacji.

- 8.1. Minimum energetyczne na przykładzie pudełka zapalek. 83, 1,
- 8.2. Samodzielna budowa nurka Kartezjusza. 84, 2,
- 8.3. Samodzielna budowa jednooktawowej fletni pana. 85, 3,
- 8.4. Sprawdzenie połączeń szeregowych i równoległych miernikiem cyfrowym na przykładzie ludzi ustawionych w szereg i równolegle. 86, 4,
- 8.5. Sprawdzanie pracy i mocy mechanicznej oraz tarcia w zderzeniach samochodzika z klokiem. 87, 5,
- 8.6. Sprawdzanie równi pochyłej i ZZEM samochodzikiem. 88, 6,

DODATEK 6 Opis 6
potrzebne dane można łatwo znaleźć w internecie

DODATEK 7 Opis 7

Klasa 3 Gimnazjum

Rozdział 11.

Fale czyli o tym co jest podstawą działania przyrody. ([powrót](#)) (12/102 lekcji ; 7,5%), 6-4, 6-6, 6-7, 7-1, 7-2, 7-3, 7-2, 7-3, 7-5, 7-9, 7-10, 7-11, 7-12,

- 11.1. Powtórzenie z drgań. 91, 1, 6-4,
- 11.2. Fale widzialne, słyszalne i pozazmysłowe. 92, 2, 6-7, 7-1, 7-12,
- 11.3. Nie ma fali bez drgania. Podział i parametry fal. 93, 3, 6-4, 6-6,
- 11.4. Rozchodzenie i rozproszenie fal z odbiciem i załamaniem. 94, 4, 7-2, 7-3, 7-5, 7-9,
- 11.5. Specyficzna cecha światła. 95, 5, 7-11,
- 11.6. Rozszczepienie światła białego. Laser nigdy nie świeci białą. 96, 6, 7-9, 7-10,
- 11.7. Obrazy w zwierciadle płaskim. 97, 7, 7-3,
- 11.8. Wykorzystanie fal w technice. 98, 8, 7-12,
- 11.9. Wykorzystanie fal w medycynie. 99, 9, 7-12,
- 11.10. Przykłady i zadania z fal. 100, 10,

- 11.11. Powtórzenie z fal. 101, 11,
11.12. **Kontrola wiadomości z fal.** 102, 12,

| Rozdział 11: Fale czyli o tym co jest podstawą działania przyrody. | | | | | | |
|--|--|--|---|--|---|--------------------------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 91 11.1 | Powtórzenie z drgań. | <ul style="list-style-type: none"> • przypomnieć wiadomości z drgań z klasy 2 | | | | 6-4, |
| 92 11.2 | Fale widzialne, słyszalne i pozazmysłowe. | <ul style="list-style-type: none"> • znać podział fal na odbierane (np. światło, podczerwień czyli ciepło, dźwięk, fale na wodzie) i nieodbierane (RTV, rentgenowskie, mikrofałe, ultradźwięki, infradźwięki) zmysłami. • znać podział fal na sprężyste (mechaniczne), które potrzebują ośrodka i elektromagnetyczne mogące rozchodzić się także w próżni | <ul style="list-style-type: none"> • podaje przykłady zastosowania tych fal w przyrodzie i technice • kuchenka mikrofalowa działa na zasadzie rezonansu mikrofal z drganiami własnymi cząsteczek wody zawartych w posiłkach | <ul style="list-style-type: none"> • znaleźć w internecie przykłady fal docierających do nas z kosmosu | | 6-7, 7-1, 7-12, |
| 93 11.3 | Nie ma fali bez drgania. Podział i parametry fal. | <ul style="list-style-type: none"> • znać podział fal na poprzeczne (wszystkie elektromagnetyczne i niektóre sprężyste) oraz podłużne np. głos • znać podstawowe parametry fal w większości kompatybilne ze swoim źródłem • wiedzieć, że prędkość fali w danym ośrodku jest stała • znać i właściwie interpretować długość fali i jej relację do częstości i okresu $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda \cdot f$ | <ul style="list-style-type: none"> • wiedzieć, że każdy instrument muzyczny ma własną charakterystyczną barwę dlatego syntezatory nie są nimi | | DODATEK 8 Opis 8 Doświadczenie z fletnią | 6-4, 6-6, |
| 94 11.4 | Rozchodzenie i rozproszenie fal z odbiciem i załamaniem. | <ul style="list-style-type: none"> • znać fakt, że w danym stałym ośrodku każda fala rozchodzi się prostoliniowo i jednostajnie • trafiając w przeszkodę, gdy czoło fali jest od niej większe za przeszkodą brak fali co nazywamy cieniem • efekt półcienia uzyskujemy, gdy na przeszkodę padają co najmniej 2 fale lub ma ona znacznie mniejsze rozmiary niż czoło fali • rozproszenie fali następuje, gdy przeszkoda ma kształt bardzo nieregularny • sprawdzić załamanie światła np. na łyżeczce w wodzie • opisać jakościowo przejście fali przez granicę dwóch ośrodków o różnej przepuszczalności (tzw. efekt załamania) • objaśnić powstawanie echa akustycznego | <ul style="list-style-type: none"> • trafiając na przeszkodę ulega od niej odbiciu, jeżeli ma ona kształt płaski, gdzie kąt padania jest identyczny z kątem odbicia • wymienia i krótko opisuje inne efekty falowe np. ugięcie (dyfrakcja) na brzegu przeszkody np. dźwięku na małżowinie ustnej, interferencja (nakładanie się) dająca np. efekt światła białego lub falę stojącą w „rurach rezonansowych” instrumentów muzycznych | <ul style="list-style-type: none"> • znać graficznie i opisowo efekt zaćmienia Słońca lub Księżycy korzystając z wiarygodnych materiałów w internecie | DODATEK 9 Opis 9: Efekty falowe.docx | 7-2, 7-3, 7-5, 7-9, D11, |
| 95 11.5 | Specyficzna cecha światła. | <ul style="list-style-type: none"> • znać wartość prędkości światła w próżni $c=300000\text{km/s}$ jako najważniejszą stałą przyrody • wiedzieć, że prędkość światła jest maksymalną z jaką można przesyłać informację lub oddziaływanie | <ul style="list-style-type: none"> • wiedzieć, że prędkość światła podobnie jak innych fal zależy od rodzaju ośrodka • wiedzieć, że w ośrodkach materialnych przepuszczalnych dla światła prędkość jest | <ul style="list-style-type: none"> • znać sposób wyznaczenia prędkości światła na podstawie informacji z internetu • znać | | 7-11, |

| | | | | | |
|--------------|---|--|--|---|---------------|
| | | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że każdej barwie odpowiada określona długość fali światła | <ul style="list-style-type: none"> mniejsza od 300000km/s znać możliwość skupiania i rozpraszania światła w niektórych warunkach światło może zachowywać się jak cząstka materialna | | |
| 96 11.6 | Rozszczepienie światła białego. Laser nigdy nie świeci biało. | <ul style="list-style-type: none"> znać graficznie i opisowo zjawisko rozszczepienia światła białego przez pryzmat znać tęczę jako efekt rozszczepienia światła słonecznego w kropelkach wody zawartej w atmosferze bezpośrednio po deszczu wiedzieć, że światło laserowe może być tylko o określonej barwie tak jak dioda elektroluminescencyjna | <ul style="list-style-type: none"> zakres widzialny obejmuje przedział barw (0,4 – 0,7)μm co odpowiedni dla barw fioletowej i czerwonej | <ul style="list-style-type: none"> zorza polarna powstaje w inny sposób niż tęcza (przyspieszanie cząstek w polu magnetycznym) | 7-9, 7-10, |
| 97 11.7 | Obrazy w zwierciadle płaskim. | <ul style="list-style-type: none"> znać sposoby budowy zwierciadeł płaskich znać mechanizm powstawania obrazu pozornego w zwierciadle płaskim i konstruuje go zgodnie z prawem odbicia wykonać proste konstrukcje w zwierciadle płaskim | <ul style="list-style-type: none"> wykonać bardziej rozbudowane konstrukcje w zwierciadle płaskim wykazać symetryczne odbicie w zwierciadle płaskim (lustrzane odbicie) | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć ciekawe przykłady zastosowania zwierciadeł płaskich (Archimedes, biblijna wojna Jakuba z Filistynami) | 7-3, |
| 98 9.8 | Wykorzystanie fal w technice. | <ul style="list-style-type: none"> opisać działanie radaru opisać działanie sonaru (podwodnego lokalizatora ultradźwiękowego) opisać działanie radioteleskopu | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o odczycie i zapisie płyt CD i DVD | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o systemie GPS | 7-12, |
| 99 11.9 | Wykorzystanie fal w medycynie. | <ul style="list-style-type: none"> opisać działanie ultrasonografu opisać działanie mikroskopu optycznego | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o stetoskopie lekarskim (popularnej słuchawce lekarskiej) | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o skalpeli laserowym | 7-12, |
| 100 11.10 | Przykłady i zadania z fal. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | P4, 5, |
| 101 11.11 | Powtórzenie z fal. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | P4, 5, |
| 102 11.12 | Kontrola wiadomości z fal. | | | | |

Rozdział 12.

Światło i dźwięk czyli o tym co nam umożliwia kontakt z otoczeniem. ([powrót](#)) (14/116 lekcji ; 8,8%), 6-6, 7-4, 7-6, 7-8,

- 12.1. Światło i dźwięk czyli dwie różne fale. 103, 1,
- 12.2. Muzyka wokalna i instrumentalna. Parametry akustyczne dźwięku. 104, 2, 6-6,
- 12.3. Soczewka jako przyrząd optyczny. Podział i parametry soczewek. 105, 3, 7-6,
- 12.4. Zwierciadło wklęsłe i wypukłe. 106, 4, 7-4,
- 12.5. Odwzorowania optyczne w soczewkach i zwierciadłach:
 - 12.5.1. Obrazy rzeczywiste powiększone. 107, 5, 7-4, 7-6,
 - 12.5.2. Obrazy rzeczywiste pomniejszone. 108, 6, 7-4, 7-6,
 - 12.5.3. Obrazy pozorne w soczewce skupiającej i zwierciadle wklęsłym. 109, 7, 7-4, 7-6,
 - 12.5.4. Obrazy pozorne w soczewce rozpraszającej i zwierciadle wypukłym. 110, 8, 7-4, 7-6,
- 12.6. Wzór soczewkowy i zdolność skupiająca. 111, 9, 7-4, 7-6,
- 12.7. Zadania i przykłady dotyczące konstrukcji i obliczeń optycznych. 112, 10, 7-4, 7-6,
- 12.8. Wady i złudzenia optyczne. 113, 11, 7-8,

- 12.9. Przyrządy optyczne. 114, 12,
 12.10. Powtórzenie ze światła i dźwięku. 115, 13,
 12.11. Kontrola wiadomości ze światła i dźwięku. 116, 14,

| Rozdział 12: Światło i dźwięk czyli o tym co nam umożliwia kontakt z otoczeniem. | | | | | | |
|---|---|---|--|---|---|----------------------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 103 12.1 | Światło i dźwięk czyli dwie różne fale. | <ul style="list-style-type: none"> określić dokładnie różnicę tych dwóch rodzajów fal szczególnie użytecznych dla człowieka znać szacunkowo zakres długości tych fal | <ul style="list-style-type: none"> na podstawie nastrojonej gitary lub innego instrumentu zademonstrować różne dźwięki | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie przykłady „najstarszych światel” dochodzących z kosmosu | | |
| 104 12.2 | Muzyka wokalna i instrumentalna. Parametry akustyczne dźwięku. | <ul style="list-style-type: none"> znać odpowiednie parametry akustyczne dźwięku i ich fizyczne odpowiedniki tj <ul style="list-style-type: none"> słyszalność – amplituda, wysokość – częstotliwość, barwa – kształt impulsu falowego, znać typowy podział instrumentów muzycznych np. strunowe, dęte, perkusyjne, klawiszowe itp. sprawdzenie dźwięków na fletni pana, próbówce z wodą lub innym instrumencie | <ul style="list-style-type: none"> znać podział dźwięków na 10 – oktawową skalę muzyczną czyli pełny zakres słyszalności | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć typowe przykłady różnych klasycznych i nietypowych głosów męskich i żeńskich | DODATEK 10 Opis 10 10_oktaw.xls | 6-6, D13, |
| 105 12.3 | Soczewka jako przyrząd optyczny. Podział i parametry soczewek. | <ul style="list-style-type: none"> znać określenie soczewki jako przyrządu optycznego znać podział soczewek znać określenie ogniskowej i zdolności skupiającej soczewki | <ul style="list-style-type: none"> znać formułę określającą warunek powstawania ostrego obrazu w soczewce i zwierciadle wkleśłym $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ oraz znaczenie poszczególnych symboli | | | 7-6, |
| 106 12.4 | Zwierciadło wklęsłe i wypukłe. | <ul style="list-style-type: none"> znać określenie zwierciadła jako przyrządu optycznego znać określenie ogniskowej i zdolności skupiającej soczewki | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że każdy reflektor samochodowy to zwierciadło w którym żarówka znajduje się w jego ognisku | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informację o reflektorach przeciwlotniczych | | 7-4, |
| 107- 110 Odwzorowania optyczne w soczewkach i zwierciadłach: (można zmniejszyć ich ilość np. do dwóch) | | | | | | |
| 107 12.5.1 | Obrazy rzeczywiste powiększone. | <ul style="list-style-type: none"> znać warunek ostrego obrazu powiększonego $f < x < 2f$ wykonać tę konstrukcję wykorzystując 3 charakterystyczne promienie: <ul style="list-style-type: none"> ogniskowy równoległy wierzchołkowy demonstracja z pomiarem lub bez pomiaru obrazu rzeczywistego powiększonego | <ul style="list-style-type: none"> wykonać bardziej rozbudowane konstrukcje określić powiększenie optyczne $P = \frac{y}{x}$ | <ul style="list-style-type: none"> wykonać obliczenia i wykresy z załączonym obok programem znaleźć ciekawe przykłady odwzorowań optycznych | DODATEK 11 Opis 11 2.1 Konstrukcje optyczne.doc | 7-4, 7-6, 7-7, D14, |
| 108 12.5.2 | Obrazy rzeczywiste pomniejszone. | <ul style="list-style-type: none"> znać warunek ostrego obrazu pomniejszonego $x > 2f$ wykonać tę konstrukcję demonstracja z pomiarem lub bez pomiaru obrazu rzeczywistego pomniejszonego | | | DODATEK 12 Opis 12: Doświadczenie Obrazy w lampce | |

| | | | | | | |
|---------------|--|--|---|---|--|------------------|
| 109 12.5.3 | Obrazy pozorne w soczewce skupiającej i zwierciadle wklęsłym. | <ul style="list-style-type: none"> znać warunek ostrego obrazu pozornego $x < f$ wykonać tę konstrukcję wie, że soczewka w tym ustawieniu z reguły jest okularzem przyrządów optycznych | | | | |
| 110 12.5.4 | Obrazy pozorne w soczewce rozpraszającej i zwierciadle wypukłym. | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że te przyrządy dają obraz pozorny niezależnie od ustawienia przedmiotu wykonać tę konstrukcję | | | | |
| 111 12.6 | Wzór soczewkowy i zdolność skupiająca. | <ul style="list-style-type: none"> przedyskutować na wykresie $y(x)$ ogólne warunki powstawania obrazu | <ul style="list-style-type: none"> przedyskutować na wykresie $P(x)$ ogólne warunki powstawania obrazu | | | 7-4, 7-6, 7-7, |
| 112 12.7 | Zadania i przykłady dotyczące konstrukcji i obliczeń optycznych. | <ul style="list-style-type: none"> wykonać proste obliczenia z poznanymi prawami i regułami konstrukcyjnymi | <ul style="list-style-type: none"> wykonać bardziej rozbudowane obliczenia z poznanymi prawami i regułami konstrukcyjnymi | | | 7-4, 7-6, P4, 5, |
| 113 12.8 | Wady i złudzenia optyczne. | <ul style="list-style-type: none"> znać i objaśnić konstrukcyjnie typowe wady wzroku: krótkowzroczność i dalekowzroczność znać i objaśnić konstrukcyjnie korektę tych wad | <ul style="list-style-type: none"> wyszukać w internecie podać przykłady innych wad optycznych | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie przykłady złudzeń optycznych i prześledzić ich działanie | | 7-8, |
| 114 12.9 | Przyrządy optyczne. | <ul style="list-style-type: none"> opisać działanie lupy optycznej opisać działanie mikroskopu podkreślając rolę obiektywu i okularu | <ul style="list-style-type: none"> powiększenie mikroskopu jest iloczynem powiększeń rzeczywistego P_1 obiektywu i pozornego P_2 okularu | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć szczegóły budowy mikroskopu, lunety (refraktora), teleskopu zwierciadlanego | | |
| 115 12.10 | Powtórzenie ze światła i dźwięku. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | | |
| 116 12.11 | Kontrola wiadomości ze światła i dźwięku. | | | | | |

Rozdział 13.

Powtórka z fizyka czyli jak się sprzedać powyżej własnej wartości. ([powrót](#)) (10/130 lekcji ; 8,8%),

- 13.1. Powtórzenie z mechaniki ruchów. 117, 1,
- 13.2. Powtórzenie z mechaniki sił. 118, 2,
- 13.3. Powtórzenie z mechaniki energii. 119, 3,
- 13.4. Powtórzenie z mechaniki własności materii. 120, 4,
- 13.5. Powtórzenie z elektryczności. 121, 5,
- 13.6. Powtórzenie z magnetyzmu. 122, 6,
- 13.7. Powtórzenie z drgań i fal 1. 123, 7,
- 13.8. Powtórzenie z drgań i fal 2. 124, 8,
- 13.9. Powtórzenie z akustyki i optyki 1. 125, 9,
- 13.10. Powtórzenie z akustyki i optyki 2. 126, 10,
- 13.11. 4 lekcje rezerwy tematycznej. 127-130, 11-14,

Klasa 1 pogimnazjalna

Rozdział 14.

Elementy astronomii i astrofizyki z kosmologią czyli opis naszego kosmicznego domu i osiedla. ([powrót](#)) (5/135 lekcji, 3,1%), 1-7, 1-8, 1-9, 1-10, 1-11, 1-12,

- 14.1. Układ Słońca z planetami. 131, 1, 1-7, 1-8, 1-9,
 14.2. Budowa Słońca i jej konsekwencje dla życia na Ziemi. 132, 2,
 14.3. Słońce za słońcem i słońcem pogania czyli galaktyki i ich odmiany. 133, 3, 1-10, 1-11,
 14.4. Teoria Wielkiego Wybuchu jako najbardziej prawdopodobna. 134, 4, 1-12,
 14.5. [Kontrola wiadomości z fal i związanych z nimi zjawisk](#). 135, 5,

| Rozdział 14: Elementy astronomii i astrofizyki z kosmologią czyli opis naszego kosmicznego domu i osiedla. | | | | | | |
|--|---|---|--|--|---|----------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopelniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 131 14.1 | Układ Słońca z planetami. | <ul style="list-style-type: none"> znać budowę Układu Słonecznego (kolejność planet) znać i wyjaśnić przyczynę nieregularnego ruchu planet na tle dalekich gwiazd wyjaśnić (zamodelować) przyczynę paralaksy bliskich gwiazd i zewnętrznych planet oraz sposób pomiaru odległości z jej pomocą znać opis odległości astronomicznych w jednostce astronomicznej (AU) i roku świetlnym wyjaśnić przyczynę zmian faz Księżyca wyjaśnić (słownie i konstrukcyjnie) zaćmienie Księżyca | <ul style="list-style-type: none"> znać budowę komet, zasadę tworzenia ogona komety znać rolę komet w dostarczeniu wody na Ziemię | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć wzmiankę o regule (prawie Titiusa - Bodego) | | 1-7, 1-8, 1-9, |
| 132 14.2 | Budowa Słońca i jej konsekwencje dla życia na Ziemi | <ul style="list-style-type: none"> opisać słownie budowę wewnętrzną i zjawiska powierzchniowe na Słońcu opisać wpływ aktywności Słońca na Ziemię opisać rolę i wpływ ciągłej emisji ze Słońca na życie na Ziemi | <ul style="list-style-type: none"> znać opisowo lub formalnie cykl 3 ciągów reakcji słonecznych przemiany wodoru w hel znać i interpretować tzw ekosfery gwiazd opisać krótko ewolucję gwiazdy od „narodzin” protogwiazdy do wybuchowej „śmierci” | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć przykłady ciekawych zdjęć aktywności słonecznej | | |
| 133 14.3 | Słońce za słońcem i słońcem pogania czyli galaktyki i ich odmiany. | <ul style="list-style-type: none"> znać podział galaktyk na różne typy (wyglądy) i wiedzieć do jakiego typu należy nasza galaktyka znać położenie Słońca w naszej galaktyce nazywanej potocznie Droga Mleczną | <ul style="list-style-type: none"> znać grupowanie galaktyk w gromady krótko opisać naszą gromadę znać prawo Hubble'a $v = H \cdot r$ wraz z interpretacją | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć przykłady różnych typów galaktyk znać przybliżone rozmiary naszej galaktyki | | 1-10, 1-11, |
| 134 14.4 | Teoria Wielkiego Wybuchu jako najbardziej prawdopodobna. | <ul style="list-style-type: none"> znać podstawowy opis ewolucji kosmosu wg Teorii Wielkiego Wybuchu (Big Bangu) znać potwierdzenia doświadczalne tej teorii | <ul style="list-style-type: none"> znać słabe punkty tej teorii znać założenia przyszłej ewolucji Kosmosu (Wszczęświata) | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o ciemnej materii i energii | | 1-12, |
| 135 14.5 | Kontrola wiadomości z fal i związanych z nimi zjawisk . | | | | | |

Rozdział 15.

Grawitacyjne związki czyli jak Słońce wodzi za nos planety. ([powrót](#)) (8/143 lekcji ; 5,0%), 1-1, 1-2, 1-3, 1-4, 1-5, 1-6,

15.1. Ruch po okręgu – ujęcie kinematyczne. 136, 1, 1-1,

15.2. Ruch po okręgu – ujęcie dynamiczne. 137, 2, 1-2,

15.3. Prawa Keplera ruchu planet. 138, 3, 1-6,

15.4. Jak Newton odkrył grawitację? 139, 4, 1-3, 1-5, 1-6,

15.5. Prędkości kosmiczne. Przeciążenie i nieważkość. 140, 5, 1-3, 1-4,

15.6. [Przykłady i zadania z prawa grawitacji](#). 141, 6, 1-3, 1-4,

15.7. Powtórzenie z ruchu po okręgu i grawitacji. 142, 7,

15.8. [Kontrola wiadomości z ruchu po okręgu i grawitacji](#). 143, 8,

| Rozdział 15: Grawitacyjne związki czyli jak Słońce wodzi za nos planety. | | | | | | |
|--|---------------------------------------|--|---|--|---|----------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopelniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 136 15.1 | Ruch po okręgu – ujęcie kinematyczne. | <ul style="list-style-type: none"> znać i interpretować pojęcia okresu, częstotliwości i przyspieszenia dośrodkowego $a_d = \frac{v^2}{r}$ w ruchu po okręgu <ul style="list-style-type: none"> wyznaczyć prędkość w ruchu po okręgu $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$ | <ul style="list-style-type: none"> znać i interpretować pojęcia prędkości liniowej i kątowej w ruchu po okręgu znać związek prędkości liniowej z kątową $v = \omega \cdot r$ <ul style="list-style-type: none"> znać analogie ruchu po okręgu z ruchem drgającym | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć potrzebne dane i wyznaczyć prędkości orbitalne Ziemi, Księżycy | | 1-1, |
| 137 15.2 | Ruch po okręgu – ujęcie dynamiczne. | <ul style="list-style-type: none"> znać pojęcie siły dośrodkowej $F_d = m \cdot a_d = \frac{m \cdot v^2}{r}$ <ul style="list-style-type: none"> znać przykłady sił dośrodkowej np <ul style="list-style-type: none"> tarcie w pojazdach lądowych opór ośrodka w wodnych i powietrznych grawitacja w ruchach w skali kosmicznej | <ul style="list-style-type: none"> znać opisowo pojęcie siły odśrodkowej bezwładności | | | 1-2, |
| 138 15.3 | Prawa Keplera ruchu planet. | <ul style="list-style-type: none"> znać opisowo I i II prawo Keplera znać i interpretować III prawo Keplera w odniesieniu do dwóch obiektów: $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{r_1^3}{r_2^3}$ | <ul style="list-style-type: none"> zastosować III prawo Keplera do wyznaczenia parametrów orbit wybranych obiektów | | | 1-6, |
| 139 15.4 | Jak Newton odkrył grawitację? | <ul style="list-style-type: none"> znać heurystyczny (słowno - logiczny) opis zagadnienia z tematu lekcji znać i interpretować prawo grawitacji $F_g = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}$ | <ul style="list-style-type: none"> znać algorytmiczny (słowno - matematyczny) opis wnioskowania Newtona doprowadzający do prawa grawitacji znaczenie siły grawitacji dla ruchów satelitów i planet oraz wpływ na spadek w grawitacji ziemskiej | <ul style="list-style-type: none"> korzystając z wiarygodnych danych z internetu wyznaczyć siłę grawitacji Słońce – Ziemia i Ziemia – Księżyc | | 1-3, 1-5, 1-6, |

| | | | | | | |
|-------------|---|---|--|--|--|-----------|
| 140 15.5 | Prędkości kosmiczne. Przeciążenie i nieważkość. | <ul style="list-style-type: none"> znać pojęcie pierwszej prędkości kosmicznej wraz z jej interpretacją w odniesieniu do satelitów geostacjonarnych znać stan przeciążenie, niedoważkości, nieważkości i warunki ich występowania | <ul style="list-style-type: none"> znać i opisać pojęcia drugiej i trzeciej prędkości kosmicznych | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie przykłady zachowania organizmów w stanie przeciążenia i nieważkości | | 1-3, 1-4, |
| 141 15.6 | Przykłady i zadania z prawa grawitacji. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | P4, 5, |
| 142 15.7 | Powtórzenie z ruchu po okręgu i grawitacji. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | | |
| 143 11.8 | Kontrola wiadomości z ruchu po okręgu i grawitacji. | | | | | |

Rozdział 16.

Atom od środka czyli poznajemy najmniejsze cegiełki materii i składamy i nich murek. ([powrót](#)) (8/150 lekcji ; 5,0%), 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5, 2-6,

16.1. Promieniowanie fotonowe ciał. 144, 1, 2-1,

16.2. Efekt foto czyli ślad po fotonie. 145, 2, 2-4, 2-6,

16.3. Wodór - najstarszy pierwiastek i jego autoportret.

16.3.1. Reguły obrotu czyli podstawy tańca parami. 146, 3, 2-3,

16.3.2. Zmiana obrotu czyli nic za darmo. 147, 4, 2-2, 2-5,

16.4. Taniec grupowy czyli wzmianka o atomach wieloelektronowych. 148, 5,

16.5. Przykłady i zadania z fizyki modelu Bohra. 149, 6,

16.6. Powtórzenie z fizyki atomu. 150, 7,

16.7. Kontrola wiadomości z modelu Bohra. 151, 8,

| Rozdział 16: Atom od środka czyli poznajemy najmniejsze cegiełki materii i składamy i nich murek. | | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|--|---|---|---------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności uczenia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 144 16.1. | Promieniowanie fotonowe ciał. | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że emisja promieniowania następuje gdy ciało ogrzewamy a jego temperatura wzrasta wiedzieć, że ta emisja zmienia się ze wzrostem temperatury: najpierw ciepło (podczerwień), potem zaczyna świecić zaczynając od barwy czerwonej wiedzieć, że widma promieniowania dzielą się na ciągłe np. włókna żarówki i liniowe (lampy gazowe: neonowe, sodowe) | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że każdy pierwiastek i cząsteczka ma własne niepowtarzalne i charakterystyczne widmo liniowe promieniowania znać znaczenie widm charakterystycznych do identyfikacji pierwiastków | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie przykłady widm pierwiastków i porównać przynajmniej dwa z nich | | 2-1, |
| 145 16.2 | Efekt foto czyli ślad po fotonie. | <ul style="list-style-type: none"> znać formalny (formuła Einsteina) opis zjawiska fotoelektrycznego $h \cdot f = W + E_{ke}$ znać interpretację powyższej formuły w | <ul style="list-style-type: none"> zinterpretować energię fotonu $E_f = h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda_f}$ i jej związek z długością fali zinterpretować efekty fotochemiczny | | | 2-4, 2-6, |

| | | | | | | |
|---------------|--|--|---|---|--|---------------|
| | | oparciu o Zasadę Zachowania Energii <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że foton ma energię proporcjonalną do jego częstotliwości zinterpretować pracę wyjścia jako indywidualną cechę pierwiastka znać zastosowanie fotoefektu | $AgBr \xrightarrow{\text{fotony}} Ag^{+1} + Br^{-1}$, gdzie jony srebra stanowią przesłony na negatywie czarno – białej kliszy | | | |
| 146-147 | Wodór - najstarszy pierwiastek i jego autoportret. | | | | | |
| 146 16.3.1 | Reguły obrotu czyli podstawy tańca parami. | <ul style="list-style-type: none"> znać istnienie tylko dozwolonych (nie promieniujących) stanów elektronowych (poziomów energetycznych) w atomie wodoru wiedzieć, że stan podstawowy posiada minimum energii, natomiast każdy inny jest stanem wzbudzenia, które uzyskuje elektron po absorpcji promieniowania wiedzieć, że każdy rodzaj przejścia to inna wartość emitowanego fotonu co warunkuje widmo liniowe dla dużej ilości emitujących atomów | <ul style="list-style-type: none"> znać i interpretować warunek dozwolonego stanu zw I postulatem Bohra $m \cdot v \cdot r = n \cdot \frac{h}{2 \cdot \pi}$ | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informację o Nielsie Bohrze | | 2-3, |
| 147 16.3.2 | Zmiana obrotu czyli nic za darmo. | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że emisja promieniowania zachodzi w chwili przejścia z poziomu wyższego na niższy wiedzieć, że jonizacja atomu wodoru (oderwanie elektronu) wymaga energii 13,6eV | <ul style="list-style-type: none"> zna i przelicza energię z eV na J i odwrotnie zna warunek emisji zw II postulatem Bohra $h \cdot f = \frac{h \cdot c}{\lambda} = E_{n_1} - E_{n_2}$ wraz z interpretacją | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć i przedyskutować wartość emisji ze Słońca tzw stała słoneczna | | 2-2, 2-5, |
| 148 16.4 | Taniec grupowy czyli wzmianka o atomach wieloelektronowych. | <ul style="list-style-type: none"> znać istnienie bardziej rozbudowanych widm powstających w atomach wieloelektronowych wiedzieć, że do atomów wieloelektronowych wymagany jest inny opis zachowania elektronów | <ul style="list-style-type: none"> znać i opisać mechanizm widm pasmowych w cząsteczkach (drobinach) jako suma emisji elektronowych ze składowych atomów oraz oscylacji i rotacji drobin | <ul style="list-style-type: none"> wiedzieć, że widma gwiazd i galaktyk to głównie wodór i hel jako ich główne składniki znaleźć informację o jednostce światłości kandel | | |
| 149 16.5 | Przykłady i zadania z fizyki modelu Bohra. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | P4, 5, |
| 150 16.6 | Powtórzenie z fizyki atomu. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | | |
| 151 16.7 | Kontrola wiadomości z modelu Bohra. | | | | | |

Rozdział 17.

Jądro atomu czyli jaki cement wiąże cegiełki materii. ([powrót](#)) (12/160 lekcji , 7,5%), 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7, 3-8, 3-9, 3-10, 3-11,

17.1. Przypadkowe odkrycie jądra atomu. 152, 1, 3-1,

17.2. Naukowe opisanie przypadkowego odkrycia.

17.2.1. Izotopy i ich opis. 152, 2, 3-1,

17.2.2. Aby związać masę trzeba ją stracić. 154, 3, 3-2,

17.2.3. **Przykłady i zadania obliczeń energii wiązania.** 155, 4, 3-2,

17.3. Nadwyżkę zawsze można wypromieniować na 3 sposoby.

17.3.1. Naturalne promieniowanie. 156, 5, 3-3, 3-4, 3-5,

17.3.2. Sztuczne czyli wymuszone promieniowanie. 157, 6, 3-3, 3-4, 3-5,

- 17.3.3. Przykłady i zadania obliczeń reakcji jądrowych. 158, 7, 3-3, 3-4, 3-5,
 17.4. Wykrywanie i zastosowanie promieniowania jądrowego. 159, 8, 3-6, 3-7, 3-8,
 17.5. Energetyka jądrowa – jedyna alternatywa energetyczna ludzkości. 160, 9, 3-9, 3-10,
 17.6. Słoneczna i sztuczna bomba termojądrowa. 161, 10, 3-11,
 17.7. Powtórzenie z fizyki jądrowej. 162, 11,
 17.8. Kontrola wiadomości z fizyki jądrowej. 163, 12,

| Rozdział 17: Jądro atomu czyli jaki cement wiążące cegiełki materii. | | | | | | |
|--|--|---|--|--|---|------------------|
| Nr lekcji | Temat | Wymagania Podstawowe Wiadomości i umiejętności ucznia Uczeń powinien: | Wymagania Rozszerzające Wiadomości i umiejętności ucznia Uczeń zna lub potrafi: | Wymagania Dopełniające Wiadomości i umiejętności ucznia Uczeń zna lub potrafi: | Materiały pomocnicze dostępne w plikach i na witrynie Scholaris | Podst. Progr. |
| 152 17.1 | Przypadkowe odkrycie jądra atomu. | <ul style="list-style-type: none"> opisać werbalnie doświadczenie Rutheforda odkrycia jądra atomu opisać planetarny model budowy atomu i jego wady i zalety znać skalę wielkości atomowych: <ul style="list-style-type: none"> rozmiar atomu rzędu 10^{-11}m rozmiar jądra rzędu 10^{-15}m przedstawiając ją bardziej obrazowo | <ul style="list-style-type: none"> zilustrować graficznie doświadczenie Rutheforda | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informację o historii tego doświadczenia będącego jednym z 20 najważniejszych doświadczeń w historii ludzkości | | 3-1, |
| 153- 155 Naukowe opisanie przypadkowego odkrycia. | | | | | | |
| 153 17.2.1 | Izotopy i ich opis. | <ul style="list-style-type: none"> znać istnienie izotopów pierwiastków i podać ich przykłady znać wraz z interpretacją symboliczny opis izotopów ${}^A_Z X^{N=A-Z}$ np. ${}^{12}_6\text{C}^6$ węgiel podstawowy i ${}^{14}_6\text{C}^8$ używany w datowaniu radiowęglowym znać wszystkie składniki atomów: elektrony i nukleony (protony i neutrony) znaleźć w internecie przykłady datowania radioizotopem węgla | <ul style="list-style-type: none"> zilustrować graficznie jądrowy model budowy atomu z podziałem na nukleony | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć w internecie przykłady zastosowania izotopów w medycynie lub technice | | 3-1, |
| 154 17.2.2 | Aby związać masę trzeba ją stracić. | <ul style="list-style-type: none"> znać zależność Einsteina zamiany masy w energię czyli całkowitej anihilacji materii $E = m_{(v)} \cdot c^2$ wiedzieć, że masa jądra atomu m_j jest mniejsza od sumy mas tworzących to jądro nukleonów co nosi nazwę niedoboru masy wiedzieć, że ten niedobór mas tworzy w myśl powyższej zależności całkowitą energię wiązania jądra | <ul style="list-style-type: none"> zapisać i zinterpretować niedobór masy jądra $\Delta m = (Z \cdot m_p - (A - Z) \cdot m_n) - m_j$ podać przykłady pokojowego i militarnego zastosowania energii jądrowej wyznaczyć całkowitą masę jądra dowolnego izotopu | | | 3-2, |
| 155 17.2.3 | Przykłady i zadania obliczeń energii wiązania. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | 3-2, P4, 5, |
| 156-158 Nadwyżkę zawsze można wypromieniować na 3 sposoby. | | | | | | |

| | | | | | | |
|---------------|---|---|---|--|--|-----------------------|
| 156 17.3.1 | Naturalne promieniowanie. | <ul style="list-style-type: none"> interpretować rozpad promieniotwórczy w oparciu o wykres N(t) znać i interpretować czas półrozpadu jako indywidualną cechę pierwiastka promieniotwórczego (od μs po tysiące lat) | <ul style="list-style-type: none"> podać przykłady pierwiastków promieniotwórczych znać warunek stabilności jąder czyli najbardziej stabilne te, które mają większą energię wiązania na jeden nukleon | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć i zapisać notkę biograficzną o odkrywcah promieniotwórczości m. in. Marii i Piotra Curie | | 3-3, 3-4, 3-5, |
| 157 17.3.2 | Sztuczne czyli wymuszone promieniowanie. | <ul style="list-style-type: none"> znać 3 rodzaje emisji i absorpcji promieniowania wraz z ich interpretacją: <ul style="list-style-type: none"> α czyli strumień jąder helu ${}^4_2\text{He}^2$ β^- czyli strumień wysokoenergetycznych elektronów (negatonów) ${}^0_{-1}e^0$ β^+ czyli strumień wysokoenergetycznych pozytonów ${}^0_{+1}e^0$ n czyli neutronów, których wychwyty najczęściej inicjują sztuczną promieniotwórczość ${}^1_0n^0$ γ czyli wysokoenergetyczna fala elektromagnetyczna (fotony) wiedzieć, że w reakcjach jądrowych obowiązują zasady zachowania: nukleonów, ładunku, masy i energii natomiast nie zachowana jest zasada zachowania masy z reakcji chemicznych | <ul style="list-style-type: none"> znać wybrane reakcje sztucznych przemian jądrowych i zastosować je do wybranych izotopów: <ul style="list-style-type: none"> alfa $\alpha = {}^4_2\text{He}$ np. ${}^A_{+Z}\text{X} \rightarrow {}^4_{+2}\text{He} + {}^{A-4}_{+Z-2}\text{Y}$ beta $\beta^- = {}^0_{-1}e$ np. ${}^A_{+Z}\text{X} \rightarrow {}^0_{-1}e + {}^A_{+Z+1}\text{Z} + {}^0_0\nu_e$ | <ul style="list-style-type: none"> znać opis formalny przemian <ul style="list-style-type: none"> beta $\beta^+ = {}^0_{+1}e$ np. ${}^A_{+Z}\text{X} \rightarrow {}^0_{+1}e + {}^A_{+Z-1}\text{V} + {}^0_0\nu_e$ neutron 1_0n np. ${}^A_{+Z}\text{X} \rightarrow {}^1_0n + {}^{A-1}_{+Z}\text{X}$ | | 3-3, 3-4, 3-5, |
| 158 17.3.3 | Przykłady i zadania obliczeń reakcji jądrowych. | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania prostych zadań otwartych | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do rozwiązywania trudniejszych problemów | <ul style="list-style-type: none"> zastosowanie poznanych praw do nietypowych problemów | | 3-3, 3-4, 3-5, P4, 5, |
| 159 17.4 | Wykrywanie i zastosowanie promieniowania jądrowego. | <ul style="list-style-type: none"> opisać działanie przynajmniej jednego detektora promieniowania jonizującego np. licznika Geigera – Müllera, komory dyfuzyjnej znać istnienie skali dawki promieniowania opisać wpływ promieniowania na organizmy żywe znaleźć informacje o energetyce jądrowej w Europie (OBOWIĄZKOWO na następną lekcję) i krótko ją zilustrować | <ul style="list-style-type: none"> znać istnienie krajowego i globalnego systemu ochrony radiologicznej wiedzieć, że promieniowanie jądrowe jest tylko szkodliwe w rękach szaleńca znać pozytywne przykłady zastosowania izotopów np. <ul style="list-style-type: none"> bomba kobaltowa lub terapia tabletkami jodoaktywnymi w medycynie zmiana własności substancji pod wpływem promieniowania czy defektoskopy izotopowe | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o ochronie radiologicznej w Polsce znaleźć informacje o energetyce jądrowej w Europie | | 3-6, 3-7, 3-8, |
| 160 17.5 | Energetyka jądrowa – jedyna alternatywa energetyczna ludzkości. | <ul style="list-style-type: none"> dyskusja mapy energii jądrowej Europy opisać działanie jądrowego reaktora energetycznego opisać system zabezpieczenia reaktora przeanalizować i zinterpretować często wykorzystywaną w reaktorach reakcję: $n + {}^{235}\text{U} \rightarrow {}^{236}\text{U}^* \rightarrow {}^{141}\text{Ba} + {}^{92}\text{Kr} + 3n + Q$ zinterpretować bez formalnej znajomości zapisu cykl 4 reakcji bomby termojądrowej ${}^6\text{Li} + n \rightarrow {}^4\text{He} + \text{T} + 4,8 \text{ MeV}$ | <ul style="list-style-type: none"> opisać korzyści i ewentualne wady (poza formalnym uprzedzeniem = kompleks Czarnobyla) stosowania energetyki jądrowej w porównaniu z konwencjonalną | <ul style="list-style-type: none"> zainteresowani uczniowie mogą i powinni skorzystać z newslettera strony: www.poznajatom.pl: newsletter@poznajatom.pl (wymagany zapis i login) | | 3-9, 3-10, |
| 161 17.6 | Słoneczna i sztuczna bomba termojądrowa. | <ul style="list-style-type: none"> zinterpretować bez formalnej znajomości zapisu cykl 4 reakcji bomby termojądrowej ${}^6\text{Li} + n \rightarrow {}^4\text{He} + \text{T} + 4,8 \text{ MeV}$ | <ul style="list-style-type: none"> zinterpretować bez formalnej znajomości zapisu cykl 3 reakcji słonecznych <ol style="list-style-type: none"> ${}^1_1\text{H} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^2_1\text{H} + {}^0_1\beta + \nu + E[\text{MeV}]$ | <ul style="list-style-type: none"> znaleźć informacje o energetyce słonecznej, jej perspektywach i innych źródłach odnawialnych | | 3-11, |

| | | | | | |
|-------------|--|---|--|-------------------------------|--|
| | | T + D -> ${}^4\text{He} + n + 17,6 \text{ MeV}$ D + D -> T + p + 4 MeV D + D -> ${}^3\text{He} + n + 3,3 \text{ MeV}$ | 2. ${}^1_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^3_2\text{H} + \gamma + E[\text{MeV}]$ 3. ${}^3_2\text{H} + {}^3_2\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{H} + 2\cdot{}^1_1\text{H} + E[\text{MeV}]$ | | |
| 162 17.7 | Powtórzenie z fizyki jądrowej. | j.w. + dyskusja wzorów | j.w. + przekształcenie wzorów | j.w. + współzależności wzorów | |
| 163 17.8 | Kontrola wiadomości z fizyki jądrowej. | | | | |

Tematy (tylko jako nieobligatoryjne propozycje) dodatkowych lekcji lub opracowań tematycznych. ([powrót](#))

1. Wykorzystanie tekstów literackich i przysłów na fizyce.
2. Historyczny rozwój fizyki od Starożytności do współczesności.
3. Mechanika w sporcie.
4. Mechanika w zjawiskach przyrodniczych.
5. Pozytywne i negatywne skutki tarcia.
6. Wady i złudzenia optyczne.
7. Laser, zasada działania i zastosowanie.
8. Zastosowanie izotopów w medycynie.
9. Zastosowanie izotopów w technice.
10. Źródła informacji astronomicznych.
11. Możliwości ekspansji i eksploracji Kosmosu.
12. Zagrożenia z Kosmosu i ewentualne sposoby przeciwdziałania im.

5. Wskazówki metodyczne do realizacji programu.

1. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na uczniów bardziej uzdolnionych zlecając im samodzielne wykonanie np. precyzyjnych doświadczeń czy indywidualnych problemów zadaniowo – obliczeniowych.
2. Z kolei pracując z mniej uzdolnioną ekipą należy jak najczęściej wykorzystywać pracę w grupach nad poszczególnymi problemami, gdyż atmosfera koleżeńskiej ułatwia przyswajanie wiedzy. Grupy te nie powinny mieć jednak trwałego charakteru aby nie ustaliła się hierarchia grupy przez którą trudno się przebić słabszym uczniom.
3. III i IV etap poziomu podstawowego za względu na długi czas działania w warunkach nowej czy znowelizowanej reformy są bardzo dobrze opracowane przede wszystkim w przykłady merytoryczne lub metodyczne na witrynie dydaktycznej Scholaris <http://www.scholaris.pl/> oraz witrynach dobrych wydawnictw edukacyjnych.
4. Podręcznikami, które w obecnej chwili (do czasu pojawienia się lepszych) najlepiej wspomagającym realizację tego programu są (oczywiście moim zdaniem jako jego twórcy) podręczniki wydawnictwa WSiP np. do wchodzącego IV etapu jest to „Po prostu Fizyka” L. Lehman i W. Polesiuk.

6. Ogólne warunki kontroli wiadomości i umiejętności oraz oceniania wyników nauczania uczniów.

Ogólne, choć mieszczące się aż w 22§ na 17 stronach formatu A4 warunki oceniania reguluje ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ w sprawie warunków i sposobu oceniania, klasyfikowania i promowania uczniów i słuchaczy oraz przeprowadzania sprawdzianów i egzaminów w szkołach publicznych z dnia 30 kwietnia 2007 r. Wyjątki z niego można tu zacytować:

§ 3. 1. Ocenianie osiągnięć edukacyjnych i zachowania ucznia odbywa się w ramach oceniania wewnątrzszkolnego.

§ 5. 1. Oceny są jawne dla ucznia i jego rodziców (prawnych opiekunów).

2. Na wniosek ucznia lub jego rodziców (prawnych opiekunów) nauczyciel uzasadnia ustaloną ocenę w sposób określony w statucie szkoły.

3. Na wniosek ucznia lub jego rodziców (prawnych opiekunów) sprawdzone i ocenione pisemne prace kontrolne oraz inna dokumentacja dotycząca oceniania ucznia są udostępniane do wglądu uczniowi lub jego rodzicom (prawnym opiekunom).

§ 6. 1. Nauczyciel jest obowiązany indywidualizować pracę z uczniem na obowiązkowych i dodatkowych zajęciach edukacyjnych, odpowiednio do potrzeb rozwojowych i edukacyjnych oraz możliwości psychofizycznych ucznia.

§ 11. 1. Klasyfikacja śródroczna polega na okresowym podsumowaniu osiągnięć edukacyjnych ucznia z zajęć edukacyjnych, określonych w szkolnym planie nauczania, i zachowania ucznia oraz ustaleniu — według skali określonej w statucie szkoły — śródrocznych ocen klasyfikacyjnych z zajęć edukacyjnych i śródrocznej oceny klasyfikacyjnej zachowania.

Reasumując to dobry Przedmiotowy System Oceniania (PSO) powinien wszystko rozwiązać w dobie wzrastającej świadomości prawnej a zwłaszcza pretensjonalizmu uczniów i ich rodziców. Poniższe uwagi (jako nauczyciela z ponad 20 – letnią praktyką, gdzie zdążyłem już zaobserwować kilka ewolucyjnych zmian mentalności zarówno uczniów jak i rodziców), powinny posłużyć nauczycielom do stworzenia własnego PSO, który oczywiście musi być zgodny z tym nadrzędnym aktem prawnym.

1. Tworzenie własnego PSO (wskazówki heurystyczne).
 - 1.1. Należy rozpocząć od przestudiowania i skonspektowania w/w nadrzędnego dokumentu.
 - 1.2. Wypunktować własne (specyficzne dla przedmiotu i zgodne także z nadrzędną Podstawą Programową w oparciu o którą tworzysz własny program, modyfikację w oparciu o programy modelowe lub po prostu korzystasz a nich wierząc, że powinna być ona z nią zgodna).
 - 1.3. Określić własny poziom założonych wymagań specyficzny dla swojego przedmiotu i dla swojej dydaktyki.
 - 1.4. Ująć te wszystkie założenia w lakoniczną prawniczą formę i
 - 1.5. Sprawdzić jej formalną zgodność z w/w Rozporządzeniem i WSO.
 - 1.6. W następnym roku szkolnym nanieść poprawki (ja to robię od parunastu lat) i
 - 1.7. Poczekać na pierwszy konflikt prawny z uczniem lub jego rodzicami a teraz coraz częściej z prawnikami zastępującymi finansowo autorytet rodzicielski (dla części rodziców łatwiej zapłacić prawnikowi niż narzucić dziecku wymagania) ale
 - 1.8. Nauczyciel nie jest prawnikiem więc może przegrać bitwę z prawnikiem, rodzicem czy strachliwym dyrektorem, choć z dobrym tj czytelnym dla większości uczniów PSO nie przegra wojny o ludzkie umysły do których kształtowania jest powołany a „szcun” absolwentów to też forma pozafinansowej nagrody.

2. Do stworzenia własnego PSO i własnego sposobu oceniania uczniów pomocne mogą być poniższe uwagi.
3. Nie należy się „dać nabrać” czyli po prostu uwierzyć w popularne stwierdzenia uczniów lub rodziców typu: „Teorię to ja umiem ale zadań nie” lub „Matematykę to ja lubię a fizyki nie”. Nieumiejętności zadaniowe wynikają z braków teoretyczno – doświadczalnych czyli po prostu z nie nauczenia się. Choć „Każdy uczeń ma prawo czasem nabroić” (J. Korczak), to notoryczne lenistwo a zdarza się ono nierzadko w tym poziomie nie może być bagatelizowane. Dla form zadań otwartych sprawiających najwięcej trudności najlepszym będzie kryterium „zdroworozsądkowe” podziały dychotomicznego (lub binarnego) z bazą wyjściową ocena DOBRY na 2 kategorie:
 - A) Uczniowie posiadający te umiejętności, gdzie ocena określa ich poziom:
 - DOBRY** – typowe przykłady rozwiązane przejrzyście (zapis treści, grafika ilustracyjna jak jest potrzebna, wzory) i samodzielnie
 - BARDZO DOBRY** – typowe samodzielnie i nietypowe z niewielką pomocą nauczyciela
 - CELUJĄCY** – typowe i nietypowe oraz efektywny udział w turniejach przedmiotowych pozaszkolnych
 - B) Uczniowie wykazujący braki w tym zakresie, gdzie ocena jest miarą tych braków:
 - DOSTATECZNY** – typowe przykłady z niewielką pomocą nauczyciela
 - DOPUSZCZAJĄCY** – typowe z pewną ale mniej jak 50% pomocą nauczyciela
 - NIEDOSTATECZNY** – nie rozwiązuje typowych przykładów nawet z pomocą nauczycielaOczywiście w obrębie kategorii możliwe są różne przejścia w górę lub w dół gradacji ale najtrudniejszym dla ucznia będzie przejście z B do A, choć oczywiście zdarza się nieraz po skończeniu 1 czy 2 klasy, że są uczniowie mówiąc kolokwialnie, którzy „zaskakują” i w wielu wypadkach są to przyszłe talenty. Trzeba dobrego nauczyciela, żeby te talenty wyłowić i jeszcze lepszego by je rozwinąć (nie wystarczy nie zmarnować).
4. Inne kategorie wiadomości i umiejętności uczniów podobnie jak powyższa mogą a w zasadzie powinny być oceniane średnią ważoną wyników, przy czym dobór wag jest w gestii rozsądku dydaktycznego nauczyciela. Ja stosuję system cztero wagowy:
 - Waga najwyższa 4: dla aktywności na lekcji punktowanej ocenowo lub w systemem + lub – (brak koncentracji połączony z przeszkadzaniem na lekcji); suma 3+ daje oceną +dostateczny a każdy następny podnosi oceną o 1/2 stopnia przy czym licytację może przerwać uczeń chcąc dana ocenę. Można także bilansować + i – (gradację ich ilości na ocenę niedostateczny ustala nauczyciel) lub zliczać je oddzielnie lecz musi to być zawarte w PSO. Tę wagę mają także awizowane z odpowiednim (najczęściej 1 tydzień lecz to w gestii WSO) kontrole po zakończeniu danego działu.
 - Waga 3: bieżące kontrole (nieawizowane), przebieg doświadczenia, opracowania i zadania dobrowolne a także co ja parę lat temu wprowadziłem czyli sprawdziany dobrowolne (bez oceny niedostatecznych, ale za minusy aby nie było „wyglupów”, czyli problemy związane z lekcją, która aktualnie się odbyła; jest to ostatnie 10 – 15 min lekcji, przy czym uczniowie muszą przed przystąpieniem wyrazić wolę uczestnictwa bez możliwości wycofania się). Tę wagę lub wyższą można przypisać np. współpracowaniu i przedstawieniu modnej i chyba dość efektywnej metody projektu o której krótko w następnych punktach.
 - Waga 2: zagadnienia obowiązkowe typu zadanie domowe, założone „poszukiwania zagadnień z internetu”, poprawy sprawdzianów itp.
 - Waga 1: pozostałe zagadnienia np. kontrola zeszytu, wykonanie pomocy do doświadczenia, aktywna pomoc przy jego demonstracji itp.
 - Waga 5: dopuszczalna w sytuacjach szczególnych (negocjowanych z uczniem np. udział ale bez sukcesów w jakimś konkursie).
5. Dużo wskazówek metodycznych dotyczących oceniania szkolnego zawiera pozycja 5 w Literaturze. Należy podkreślić i uświadomić uczniom, że w przyszłej działalności zawodowej w większości przypadków wyrocznią jest opinia bezpośredniego „szefa”, natomiast dyscyplina czy samodyscyplina w „polskiej szkole”, o ile jeszcze takie pojęcie istnieje, nie przygotowuje dzieci i młodzieży do tego podejścia ocenowego. Dlatego „szok

osobowościowy” w momencie gdy już jako dorosły człowiek podejmuje pierwszą pracę może być dość duży i prowadzący do wielu depresji czy w patologicznych przypadkach rodzący pracoholizm (cokolwiek ten termin znaczy moim zdaniem jest szkodliwy społecznie).

6. Kontrolę wiadomości można wieloma sposobami i każdy z nich ma wady i zalety dlatego pozostawiając wybór metod czy metody do dyspozycji nauczyciela przedstawię tylko wybrane, którymi ja się posługuję. Ważnym jest moim zdaniem stosowanie różnorodnych metod aby nie przyzwyczajając uczniów do szablonów kontrolnych zwiększając tym samym szansę oszustwa podczas kontroli.

6.1. Klasyczna metoda zw sprawdzianem, klasówką pozwala gruntownie sprawdzić pewien i dość szeroki zakres wiedzy ale jeżeli nie zawiera elementów wyboru zadań lub problemów to może pograżyć uczniów, którzy w miarę dobrze choć niekompletnie są przygotowani i po prostu nie trafili w tematy. Miewałem przykłady odwrotne gdy w konkursach przechodzili uczniowie słabsi, którym zwyczajnie „podeszły tematy”. Jest to trudna w poprawianiu metoda. W tej metodzie można podać urozmaicając ją heurystykę rozwiązania np.

- zapis danych z ilustracją jeżeli jest konieczna, szukanych z adaptacją wzorów ogólnych do danych zadania – granica górna np. 3,0

- wpisanie danych do tych wzorów i wyznaczenie częściowych poszukiwanych wielkości (można podać jakich) – granica górna np. 4,0

- doprowadzenie rozwiązania do końca z wnioskami niekoniecznie w formie zdaniowej odpowiedzi – granica górna np. 5,0

Te wskazówki powinny być indywidualne do każdego zadania. Bardzo czasochłonne przygotowanie ale łatwiejsza poprawa i mniejsza szansa na błędy i uzasadnione reklamacje. Moim zdaniem nauczyciele przywiązują zbyt małą uwagę do graficznego przedstawienia problemu a jest to zatrzymane w czasie zdjęcie ilustracyjne zjawiska zwane potocznie rysunkiem pomocniczym (ważne aby nie przeszkadzał w rozwiązaniu).

6.2. Test wyboru jednej z opcji – sprawna w poprawianiu, wręcz szablonowa, sprawdza w większości wiedzę encyklopedyczną i łatwa dla uczniów w odpisywaniu.

6.3. Test wielokrotnego wyboru może mieć dwie wersje

- bez negatywnych konsekwencji złego wyboru ale musi być podana ilość maksymalnie dozwolonych odpowiedzi, aby uczeń po prostu nie wskazał wszystkich

- z negatywną konsekwencją wyboru co stwarza ryzyko, że część uczniów przyzwyczajona do klasycznych testów może „wyjść na minus”

Forma testowa zawsze jest obciążona większym ryzykiem nieuczciwego i łatwiejszego odpisywania co zamazuje obraz kontroli, która także jest dla nauczyciela elementem do analiz.

Ja dość często stosuję fuzję tych metod ocenianych oddzielnie: jedna grupa pisze test, druga w tym czasie wybór dwóch zadań; w połowie czasu sprawdzianu zbieranie kartek i odwrotne pisanie, „testowcy zadania a zadaniowcy test”.

6.4. Metoda zadaniowej lub ćwiczeniowej pracy w grupach. Można ją na przeróżne sposoby urozmaicać albo przedstawiając kolejne podpowiedzi przy zadaniach (oczywiście na koszt spadającej oceny) albo forma podziału zadań w obrębie grupy albo licytacja intelektualna z podziałem grupy na 2 części (za i przeciw jakiegoś problemu) z logiczną jego argumentacją. Należy umożliwić grupie samoocenę, która powinna być jakimś wskaźnikiem dla nauczyciela. Jeżeli jego ocena jest inna powinien ją krótko uzasadnić. Bardzo trudna ale i bardzo dydaktyczna i poznawcza dla nauczyciela metoda.

7. Metoda projektu edukacyjnego lub poznawczego. W polskiej dydaktyce funkcjonująca od kilku lat. Na temat tej metody napisano wiele materiałów i prac naukowych dlatego nawet w literaturze bibliograficznej nie wypisywałem tych pozycji bo zbyt wielu z nich korzystałem ale tylko konfrontując i weryfikując własne doświadczenia w tym zakresie. W zamian przedstawiam w „Dodatkach do programu” scenariusz – propozycję, choć niekoniecznie wzorzec, jednej lekcji w tym zakresie poświęconej tzw Zasadzie Zrównoważonego Rozwoju bardzo istotnemu zagadnieniu związanemu zarówno

z koniecznym rozwojem techniki jak i ekologią nieodłącznie związaną z ochroną naturalnego środowiska do dewastacji którego technika powinna się jak najmniej przyczyniać.

8. Inne metody kontrolne to należące do klasyki szkolnej np. klasyczne prace domowe, referaty popularno - naukowe czy opracowania naukowe tematów, przygotowanie modeli zjawisk lub zestawów doświadczalnych, ewentualnie samodzielne wykonanie doświadczeń. Dość dużo na tym ostatnim zagadnieniu poświęciłem miejsca w „Dodatkach do programu” przedstawiając nowe lub te z których już korzystam zestawy lub metody kompatybilne wraz z opisem z wymaganiami doświadczalnymi Podstawy Programowej.
9. Przede wszystkim należy zwrócić uwagę na uczniów bardziej uzdolnionych zlecając im samodzielne wykonanie np. precyzyjnych doświadczeń czy indywidualnych problemów zadaniowo – obliczeniowych.

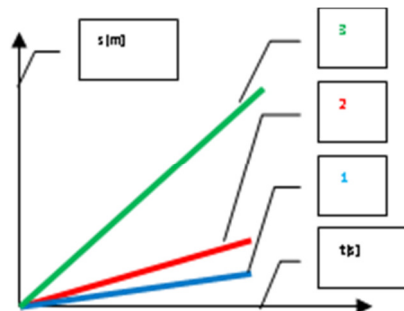
7. Literatura.

1. Ustawa z dnia 7 września 1991 r. O systemie oświaty (Dz. U. z 2004 r. Nr 256, poz. 2572, z późn. zm.2))
2. Zalecenie Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 kwietnia 2008 r. w sprawie ustanowienia europejskich ram kwalifikacji dla uczenia się przez całe życie (2008/C111/01).
3. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA EDUKACJI NARODOWEJ 1) z dnia 23 grudnia 2008 r. w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.
4. materiały z konferencji pn Reforma programowa a organizacja pracy szkół ponadgimnazjalnych Jabłonna, kwiecień2011.
5. Bolesław Niemiecko „Ocenianie szkolne bez tajemnic” WSiP 2004,
6. Materiały własne.

Opis 1 Doświadczenia 1 „Symulator ruchu”.

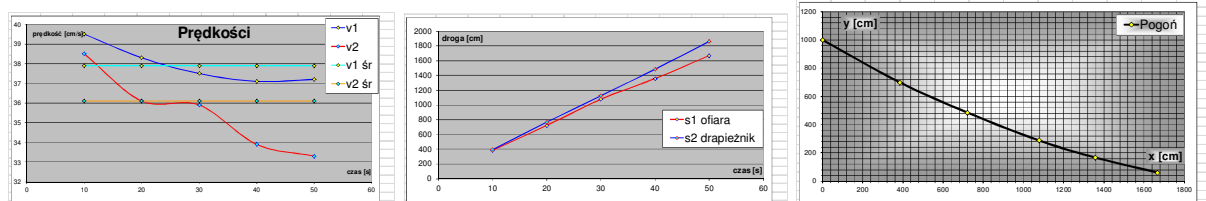
Wykonanie tego doświadczenia powinno odbyć się w plenerze lub na korytarzu. Pozwoli wprowadzić młodzież w metodykę fizyki a szczególnie w metodykę pomiarów połączonych z obserwacją, zanotowaniem wyników i wykonaniem na ich podstawie wykresu drogi a później prędkości od czasu. Doświadczenie jest jedną z podstawowych metod badawczych fizyka. Dla astronoma z tego pozostaje tylko obserwacja i tylko od widocznej strony.

1. Doświadczenie można wykonać w kilku grupach 6 – 8 uczniów. Z grupy wybieramy dwóch uczniów: jednego z najmniejszym a drugiego z największym rozmiarem buta. Trzeci uczeń dowolny. Ta trójka jest bezpośrednim wykonawcą doświadczenia. Następna trójka uczniów oznacza ich położenia w odstępach np. co 10s.
2. Wyznaczamy linię startu (w plenerze powinny być 3 różne linie i 3 różne kierunki dla każdego z uczniów) i równocześnie startują wykonując przemieszczenia w odstępach 1s, które odliczają sami lub 7 uczeń w dowolny sposób: 121, 122 ... 130, znakowanie 131, 132 itd. Dwóch (z najmniejszą i największą stopą, ich prędkości będą różnić się nieznacznie) idzie „stopka w stopkę” a trzeci normalnie (dużo większa prędkość, około 3 razy dłuższy yard od stopy).
3. Po 10s asystenci znaczą kredą ich położenia, powtarzając oznaczenia przynajmniej 5 razy w odstępach 10 sekundowych.
4. Następnie parami mierzą te odległości od linii startu zapisując dane we własnej zaprojektowanej tabelce (nauczyciel może dać jakieś wskazówki do jej wykonania).
5. Po powrocie do klasy wykonują wykres $s(t)$ najlepiej w m/s, którego postać powinna być zbliżona do poniższego:



6. Wykres ten jest bazą wyjściową do przyszłej edukacji z kinematyki.

Ja w podobny sposób wykonywałem także tzw krzywą pogoni. Wyniki tego eksperymentu poniżej.



Opis 2 Doświadczenie „Sprawdzanie pracy i mocy mechanicznej oraz tarcia w zderzeniach samochodzika z klockiem”.

Wykonanie tego doświadczenia może odbywać się jako demonstracja lub z udziałem na ilość grup zależną od ilości samochodzików, które przyniosą uczniowie ale metodą równym frontem aby zagadnienie nie przerodziło się w zabawę a zabawka temu sprzyja.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: „pan” samochodzik najlepiej zdalnie sterowny spod znaku 3 – ch najpopularniejszych słów na świecie tj made in China, klocek, siłomierze, waga, którą w ostateczności można zastąpić siłomierzem, stoper dowolnego typu (nawet z komórki).
2. Wykonanie doświadczenia:

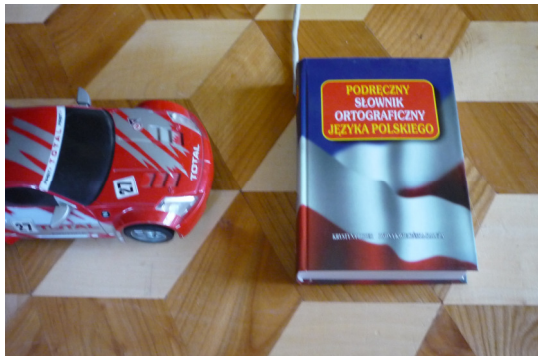
Jest nieco bardziej skomplikowane gdyż wymaga wielowątkowego rozumowania tym bardziej bez znajomości Zasady Zachowania Pędu.

 - 2.1. Wyznaczenie siły tarcia T w N klocka o podłożu polega na zamocowaniu siłomierza do klocka i jednostajnym ciągnięciu w poziomie; w trakcie odczytujemy średnie wskazanie siłomierza, gdyż całkiem jednostajnie to na pewno się nie uda.
 - 2.2. Wyznaczenie masy m w kg samochodzika przez bezpośrednie ważenie lub z ciężaru na siłomierzu.
 - 2.3. Sterując zdalnie doprowadzamy do zderzenia samochodzika z klockiem, którego położenie początkowe musimy zaznaczyć a po zderzeniu mierzymy drogę s w $metrach$ przesunięcia klocka.
3. Wyznaczamy energię kinetyczną samochodzika z pracy przemieszczenia klocka zakładając brak rozproszenia cieplnego w zderzeniu: $E_k = \frac{mv^2}{2} = W = T \cdot s$
4. Mając energię i masę samochodzika możemy wyznaczyć jego prędkość przed zderzeniem.
5. Zakładając czas zderzenia (trudno mierzalny) na tyle samo co w testach zderzeniowych czyli $\Delta t = 0,25s$ można oszacować moc samochodzika: $P = \frac{E_k}{\Delta t}$.
6. Temat można wykorzystać jako wspomagając do omawiania pracy, energii, mocy, tarcia lub ZZEM.
7. Fotografie z doświadczenia poniżej:

Jako klocka w warunkach domowych można użyć książki o nieco większej masie i twardej okładce co zapewnia stałe w przybliżeniu tarcie. Przy braku siłomierza można zastosować i wyskalować znanymi masami (ciężarami) dowolną gumkę, której wydłużenie jest proporcjonalne do siły. Szczegóły może odpowiedzieć nauczyciel.



ważenie „konia i jeźdźca” przed gonitwą



Oszacowana wartość drogi po zderzeniu przyjąć średnią z kilku zderzeń

Przed i po zderzeniu

PS



Tymi i podobnymi pojazdami lepiej zderzeń nie sprawdzać!

Opis 3 Doświadczenie „Sprawdzanie równi pochyłej i ZZEM samochodzikiem”.

Wykonanie tego doświadczenia może odbywać się jako demonstracja lub z podziałem na ilość grup zależną od ilości samochodzików, które przyniosą uczniowie ale metodą równym frontem aby zagadnienie nie przerodziło się w zabawę a zabawka temu sprzyja.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: „pan” samochodzik najlepiej zdalnie sterowny spod znaku 3 – ch najpopularniejszych słów na świecie tj made in China, klocek, waga, którą w ostateczności można zastąpić siłomierzem, podkładki (oby nie książki) dla utworzenia równi z ławki, stoper dowolnego typu.
2. Wykonanie doświadczenia:
Jest nieco bardziej skomplikowane gdyż wymaga wielowątkowego rozumowania.
 - 2.1. Wyznaczenie przybliżonego środka ciężkości samochodzika i zaznaczenie go wyraźnie na obudowie. Będzie to punkt odniesienia dla porównania jego energii kinetycznej z potencjalną związaną z równią pochyłą na którą wyjeżdża.
 - 2.2. Wyznaczenie masy m w kg samochodzika przez bezpośrednie ważenie lub z ciężaru na siłomierzu.
 - 2.3. Łączymy ławki (na styk) jedną płasko na podłodze a drugą podpieramy przeciwległe nogi aby utworzyła górkę po którą wyjeżdża samochodzik.
 - 2.4. Powtarzamy podkładki aż osiągniemy moment w którym samochodzik ze swoją mocą nie da rady wyjechać
 - 2.5. Mierzmy od podstawy równi do środka ciężkości drogę s w metrach granicznego wyjazdu na równię, oraz czas Δt w s wjazdu na maksymalną wysokość.
 - 2.6. Wysokość h w metrach na której się wtedy znajduje można wyliczyć z tw. Pitagorasa jako przyprostokątną po wcześniejszym zmierzeniu drugiej, którą jest odległość l w metrach w poziomie do środka ciężkości przy zatrzymaniu: $h = \sqrt{s^2 - l^2}$; można także zmierzyć bezpośrednio lecz będzie to chyba większy błąd pomiarowy.
3. Wyznaczamy energię kinetyczną samochodzika z ZZEM, zakładając brak rozproszenia cieplnego w zderzeniu: $E_k = \frac{mv^2}{2} = E_p = mgh$
4. Mając energię i masę samochodzika możemy wyznaczyć jego prędkość przed zderzeniem.
5. Znając czas wjazdu oszacować średnią moc samochodzika: $P = \frac{E_k}{\Delta t}$.
6. Porównać wyniki z podobnym doświadczeniem w zderzeniu samochodzika. Te wyniki powinny być bardziej wiarygodne wskutek „stabilniejszej metody”.
7. Temat można wykorzystać jako wspomagając do omawianie pracy, energii, mocy, tarcia lub ZZEM.

Opis 4 Doświadczenie „Zachowanie ładunku”.

Wykonanie tego doświadczenia powinno odbyć się w grupach 2 – 4 osobowych. Pozwala przy pomocy prostych i wykonanych przez siebie przyrządów sprawdzić przepływ ładunków. Wymaga to jednak prostego detektora ładunków, który nawet można nazwać elektroskopem.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: kawałek taśmy klejącej lub izolacji, wąski pasek folii aluminiowej (śniadaniowej) o długości równej szerokości rolki (ok 20cm) i szerokości ok 0,5 cm, ołówek drewniany lub z innego izolatora, próbki różnych materiałów z tworzyw sztucznych np. rurki do płynów, obudowy płyt CD, grzebienie itp
2. Wykonanie detektora ładunku:
 - każdy koniec paska zaginamy do wewnątrz około 5 razy na szerokości około 5mm, aby było niewielkie obciążenie pasków
 - przekładamy pasek przez ołówek tak aby paski (listki) były jednakowej długości
 - doklejamy kawałkiem folii do ołówka aby nie spadał i ... elektroskop gotowy
3. Pocierając o siebie lub o naturalne tkaniny dokonujemy elektryzacji tworzyw.
4. Zbliżając je do listków obserwujemy ich rozchylenie, ponieważ listki przez wpływ (indykcję elektrostatyczną) elektryzują się przeciwnie do testowego tworzywa a jednoimienne ładunki się odpychają.
5. Jeżeli (**ostrożnie !!! !! !**) zbliżymy zapaloną zapałkę to układ przestaje być izolowany od otoczenia i listki zobojętniają się. Świecący płomień zapałki zawiera elektrony, których skoki na niższe stany atomowe wywołują emisję światła ale także jony dodatnie i ujemne więc zobojętnienie jest zawsze niezależnie od ładunków listków. W płomieniu najczęściej zachodzi reakcja spalanie węglowodorów zawartych w drewnie co ogólnie można zapisać:
$$C_n H_{2n+2} + O_2 \xrightarrow{\text{płomie}} CO_2 + H_2O$$
. Reakcję tę można wykorzystać później na fizyce atomowej w klasie 1 PG. Teraz tylko ją omówić bez zapisywania.
6. Zasada Zachowania Ładunku Elektrycznego (ZZŁE). Jest możliwa do sprawdzenia przy odrobinie szczęścia, któremu mogą pomóc sucha pogoda i dobór odpowiednich obudów płyt CD. Mnie się różnie udaje w zależności od tego czy trafię w te warunki, lecz krótki opis jest następujący:
 - pocieramy obudowy o siebie i zdejmujemy ostrożnie aby ręką nie zobojętnić potartych powierzchni; pocieranie powinno rozdzielić ładunki na przeciwne co nie zawsze się udaje
 - jedną z płytek - obudów dosuwamy od dołu pod listki obserwując ich rozchylenie
 - jeżeli od góry nasuwamy drugą (potartą stroną) to rozchylenie będzie maleć
 - dyskusja wyników i wnioskowanie do wyboru nauczyciela zależnie od percepcji klasy
7. Można także ZZŁE lub jego przepływ bardzo łatwo sprawdzić na zwykłych balonikach, które po potarciu można łatwo podnieść siłami elektrycznymi pokonując grawitację.

Opis 5 Doświadczenie „Tworzymy i sprawdzamy elektromagnes”.

Wykonanie tego doświadczenia powinno odbyć się w 2 – 4 grupach klasowych. Pozwala przy pomocy prostych i wykonanych przez siebie przyrządów sprawdzić oddziaływanie prądów na igłę magnetyczną (można wykorzystać zwykłą igłę położoną na talerzu z wodą), oddziaływanie dwóch magnesów (trwałego i elektromagnesu) a także zademonstrować krótkozasięgowe „działko elektromagnetyczne”.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: plastikową (może być inny izolator byle dość sztywny) rurkę z długopisu, około 8m tzw „skrętki komputerowej” czyli 8 – żyłowego i różnokolorowego przewodu, najlepiej tego gorszej jakości (tańszy) z pojedynczymi miedzianymi przewodami a nie z miedzianą linką, akumulator motocyklowy 6 lub 12V, który można chwilowo wyjąć z zaprzyjaźnionego skutera (oczywiście za zgodą właściciela), wskazany jest, choć nie musi być miernik prądu choć nie musi, jakiś magnes lub małe kawałki żelaza, 2 gwoździe stalowe lekko wchodzące do rurki ale jeden powinien mieć „obcięty łebek” jako „pocisk krótkozasięgowego działa”. Dobrze jest po nawinięciu zabezpieczyć końce biurową taśmą klejącą lub izolacją.

Uwaga. Ilość warstw powinna być parzysta co ułatwia szeregowe (aby pola nie działały przeciw sobie) połączenie przewodów skrętki. Kolory to ułatwiają ale zawsze koniec jednego z początkiem innego. Początek pierwszego i koniec ósmego to przyłącza przez miernik (pamiętać o 3A) do akumulatora.

2. Wykonanie elektromagnesu:

Na długości przeciętnego długopisu można ściśle nawinąć tą linką około 20 zwojów, jeśli nawiniemy 4 warstwy to łącznie daje $20 \cdot 4 \cdot 8 = 320$ zwojów czyli dość silny elektromagnes, oczywiście przy odpowiednim zasilaniu. Ja oczywiście to sprawdziłem i przy powyższych danych pobiera 3A prądu przy zasilaniu 12V.

- każdy koniec paska zaginamy do wewnątrz około 5 razy na szerokości około 5mm, aby było niewielkie obciążenie pasków
- przekładamy pasek przez ołówkę tak aby paski (listki) były jednakowej długości
- doklejamy kawałkiem folii do ołówka aby nie spadał i ... elektroskop gotowy

3. Wykonanie doświadczeń:

- 3.1. Działanie elektromagnesu na igłę magnetyczną lub żelazo.

Do rurki włożyć gwoździe z łebkiem uzyskujemy elektromagnes z rdzeniem. Zbliżając z dużej odległości kierunku E – W (wschód – zachód) do igły ustawionej w kierunku N – S (północ – południe) zaobserwujemy jej obrót w stronę elektromagnesu. Gdy igła osiągnie kąt 45° to pole elektromagnesu jest równe ziemskiemu.

- 3.2. Obserwacja pola w pobliżu biegunów: igiełką lub opiłkami (pyłem) żelaznymi.

Dosuwając igłę kompasu lub rozsypując opiłki w pobliżu bieguna elektromagnesu zaobserwujemy kształt pola. Jeżeli mamy stalową kulkę to można ją potoczyć w pobliżu magnesu i zaobserwować odchylenie podobne do tego, które wywołuje zorzę polarną.

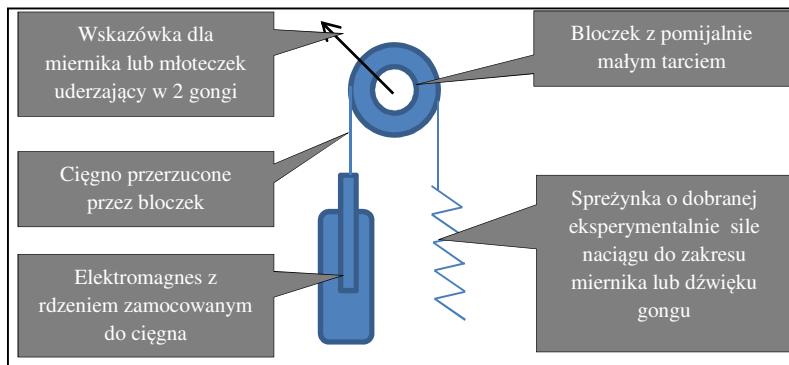
- 3.3. Działko elektromagnetyczne.

Przedstawione na foto poniżej. Należy eksperymentalnie krótko dobrać czas włączenia, aby rdzeń – gwoździe bez łebka został wciągnięty i szybko wyłączyć oby

„przeleciał bezwładnie przez rdzeń”. To doświadczenie można także wykorzystać przy zasadach dynamiki.

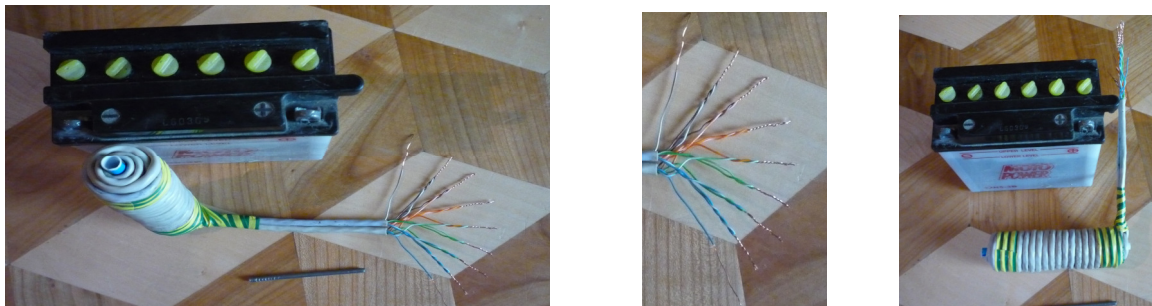
3.4. Miernik prądu, dzwonek typu gong lub siłownik magnetyczny.

Podobne zestawy jak na poniższym schemacie:



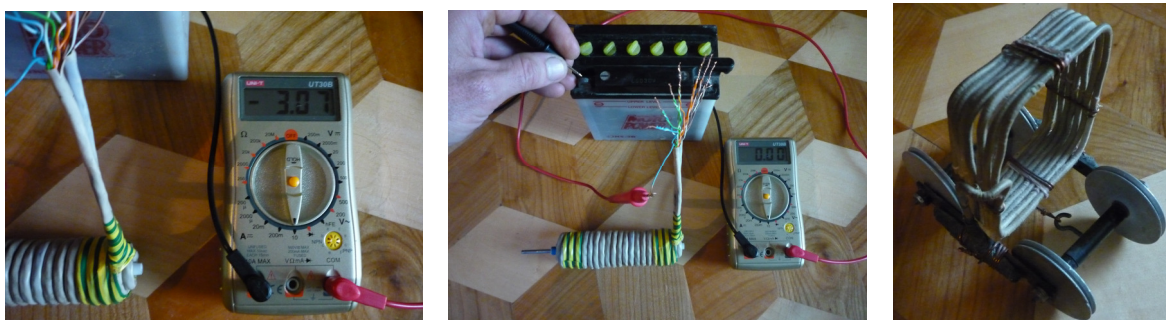
Skalę miernika należy „wyskalować” (czytaj dobrać eksperymentalnie) włączając szeregowo ze znanym miernikiem.

4. Fotografia z doświadczenia poniżej:



U góry widok elektromagnesu i przyłączeń szeregowych skrętki

U dołu od lewej pobór prądu przy zasilaniu 12V, działko elektromagnetyczne tuż przed startem, wózek ze zwojnicą, który także wykorzystuję do doświadczeń (wcześniej oczywiście go wykonałem)



Opis 6 Doświadczenie „Minimum energetyczne na przykładzie pudełka zapalek”.

Wykonanie tego doświadczenia powinno odbyć się pojedynczo, przy czym każdy z uczniów powinien przynieść po jednym pustym pudełku po zapalniczkach. Może być wykorzystane przy temacie związanym z Zasadą Zachowania Energii Mechanicznej lub napięciu powierzchniowym. Jego celem jest wykazanie, że każdy układ przyjmuje najczęściej minimum energetyczne, dlatego np. kropla wody w próżni ale i w przybliżeniu w powietrzu przyjmuje kształt kulisty. Kula jest tą bryłą, która posiada najmniejszą powierzchnię pośród wszystkich brył o tej samej objętości. Głównym czynnikiem poza wspomnianą nadrzędną ZZEM jest właśnie napięcie powierzchniowe, powiązane z tą zasadą.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: puste pudełka po zapalniczkach i zwykłe chęci do badań statystyczno - naukowych. Oznaczamy każdą ze ścianek cyframi 1 i 2 (ścianki największe), 3 i 4 (ścianki pośrednie) oraz 5 i 6 (ścianki najmniejsze).
2. Wykonanie doświadczenia:
Jest stosunkowo proste, wymaga tylko aby każdy z uczniów minimum 50 – 100 razy zależnie od liczebności klasy wyrzucił pudełko, odnotowując za każdym razem którą upadnie ścianką do góry upadnie.
3. Przed wykonaniem doświadczenia przedyskutować przypuszczalne wyniki.
4. Wynik doświadczenia odnotować w tabelce.
5. Każdy uczeń wykonuje 6 – punktowy wykres ilości upadków od numeru ścianki.
6. Dodatkowo wykonany być musi także 6 – punktowy wykres ilości upadków od numeru ścianki po zebraniu danych od całej klasy.
7. Porównujemy wykres zbiorowy z wykresami indywidualnymi, które mogą się różnić od zbiorowego. Jego postać powinna być łatwo przewidziana przez uczniów. Dla 1 i 2 podobne dane, mniejsze od 3 i 4 także równych sobie oraz 5 i 6 najmniejsza ilość także równe sobie.

Opis 7 Doświadczenie „Sprawdzenie połączeń szeregowych i równoległych miernikiem cyfrowym na przykładzie ludzi ustawionych w szereg i równoległe”.

Wykonanie tego doświadczenia powinno odbyć się w grupach około 6 – osobowych z czego 5 uczniów „robi za oporniki” a szósty odczytuje wynik na mierniku cyfrowym. Celem doświadczenia jest w możliwy najprostszy sposób fakultatywnego na tym poziomie edukacyjnym tematu połączeń oporników. Rolę oporników pełnią nasze organizmy, czyli z fizycznego punktu widzenia trochę białka (30 – 40 %) nasączonego w pozostałej ilości słabym elektrolitem różnego typu czyli woda + różne kwasy i sole. Opór pomiędzy dwoma rękami dorosłego człowieka, zależny od grubości naskórka wynosi około 5 M Ω , dla młodzieży jest on mniejszy i tylko w taki sposób jako kawałek kiepskiego przewodnika „widzi nas” bez względu na wiek i płeć przepływający nie daj Boże przez nas prąd lub uderzający piorun.

Uwaga !!! !! ! Jest to doświadczenie bezpieczne, gdyż dla przeciętnego organizmu margines prądowego bezpieczeństwa wynosi 30 mA prądu zmiennego (tego groźniejszego) przy maximum 24V. Mierniki cyfrowe mają zasilanie stałym prądem pod napięciem max 3V (2 ogniwa po 1,5 V). Przy tym oporze przepływa max 0,6 μ A czyli grube tysiące razy mniejszy prąd od dopuszczalnego. Tym niemniej należy wykluczyć uczniów posiadających jakiegokolwiek wady zdrowotne.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: cyfrowy miernik uniwersalny z możliwością pomiaru oporu do około 20 M Ω , niewielkie naczynie z wodą.
2. Wykonanie doświadczenia:
Jest stosunkowo proste, wymaga tylko aby uczniowie ustawili się w zakrzywiony łuk szeregowy i dla lepszego przewodnictwa chwycili się kolejno za nadgarstki. Lewa ręka pierwszego i prawa ostatniego (lub odwrotnie) chwytają końcówki miernika.
3. Doświadczenie powtarzamy z mokrymi rękami. Oczywiście opór powinien być mniejszy, chyba, że któryś uchwyt jest niepewny. Można nawet się „zabawić” w poszukiwanie puszczalskiego.
4. W podobny sposób sprawdzamy na sucho i na mokro połączenie równoległe; różnica tylko w ustawieniu, które musi być równoległe czyli jeden uczeń za drugim. W tym przypadku w przeciwieństwie do poprzedniego gdzie można tylko było stwierdzić przerwanie obwodu można już określić z dokładnością +- 1 uczeń, kto dokonał przerwania. Nauczyciel to wie, natomiast uczniowie mogą samodzielnie sprawdzić.
5. Temat można wykorzystać dla omówienia zasad BHP z prądem elektrycznym.
6. Fotografie z doświadczenia poniżej:

Opis 8 Doświadczenie „Samodzielna budowa jednooktawowej fletni pana”.

Wykonanie tych przyrządów doświadczalnych ale równocześnie stosunkowo prostych instrumentów muzycznych powinno być co najmniej 2 sztuki na klasę, aby była możliwość porównania dwóch oktaw pomiędzy sobą. Najpierw należy zapoznać klasę z załączonym arkuszem programu MS Excell przedstawiającym rozkład częstotliwości a przede wszystkim długości wszystkich fal odpowiadającym 120 półtonom 10 – oktawowej skali muzycznej zw temperowaną (fortepianową). Jedna oktawa obejmuje 12 półtonów podzielonych w fortepianie na białe i czarne klawisze, natomiast w gitarze jest odległość od progu do progu na gryfie. Tony te nazywane są: ... C, Cis, D, Dis, E, F, Fis, G, Gis, A, Ais, H ...i następna oktawa (gdzie C, D, E, F, G, A, H to białe klawisze). Skala ta pokrywa pełny zakres słyszalności. Można także zapoznać ze sposobem jej tworzenia:

- sąsiednie półtony mają częstotliwości, których proporcja wyższego do niższego półtonu

wynosi $\frac{f_2}{f_1} = \sqrt[12]{2} =$.

- częstotliwość tego samego dźwięku o oktawę wyższego jest 2 razy wyższa $\frac{f_{C2}}{f_{C1}} = 2$ np. ...

$C_n=440$ Hz, $C_{n+1}=880$ Hz, $C_{n+2}=1760$ Hz, gdzie n to numer oktawy.

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: rurki bambusowe o długościach zależnych od t ego jaką oktawę i które półtony wybieramy np. odpowiadające samym białym klawiszom. Wtedy tych rurek musi być 7 + 2 stabilizujące, trochę materiału typu mocne nici aby można było te rurki „stylowo” połączyć i wosk lub plastelina dla zaślepienia jednego (dolnego) końca rurek. Rurki można zakupić w sklepach z artykułami ogrodniczymi dosłownie za grosze gdzie wykorzystywane są najczęściej jako podtrzymki do kwiatów, kupujemy 2 – 3 tyczki i przycinamy do odpowiednich wymiarów. Jeszcze powinien być kawałek papieru ściernego dla wygładzenia odciętych końców. Przy okazji można zapoznać się z mitologiczną „historią” fletni brzydkiego bożka Pana.

2. Wykonanie fletni:

Należy pamiętać, że rurki powinny być o długości ćwierćfalowej czyli $\frac{1}{4}$ długości fali. Są to rurki rezonansowe (podobnie jak w klasycznych organach) w których powstaje fala stojąca ze strzałką na otwartym końcu a węzłem przy zasklepieniu. W dwustronnie otwartych dzwonach rurowych lub nawet 2 – tonowych gongach do drzwi powstaje $\frac{1}{2}$ - falowa fala stojąca ze strzałkami na otwartych końcach.

- zasklepimy woskiem jeden koniec i odcinamy żądaną długość $\frac{1}{4}$ fali odpowiadającej danemu tonowi np. C, można pozostawić np. 2 mm na zasklepienie odcinając o tyle dłuższą

- wygładzamy odciętą rurkę.

- powtarzamy zabieg dla pozostałych tonów tj D,E, ... H.

- odcinamy 2 rurki stabilizujące o długościach nieco większych od sumy grubości wszystkich rurek tonowych.

- całość wiążemy artystycznie im bardziej artystycznie i ciasno tym lepiej.

- wątpliwe połączenia można ustabilizować ostrożnie szybkim klejem i ... fletnia gotowa, tylko grać tzn dmuchać skośnie w rurki wytwarzając szum na ich brzegach a rurka już „sobie sama” z pomocą rezonansu wyłowi z szumu potrzeby ton.
- 3. Można z jej wykonać wiele różnorodnych doświadczeń z dźwiękami np. kilku uczniów ma bezalkoholowe butelki z wodą w różnej ilości jej powierzchni do góry (szyjki butelki). Tak nie do pełna napełniona butelka działa identycznie jak fletnia i „na ucho” powinno się ocenić jaki dźwięk wytwarza.
- 4. Fotografia wykonanej fletni poniżej:



Fletnia z widocznymi szczegółami konstrukcji i sposób grania na fletni

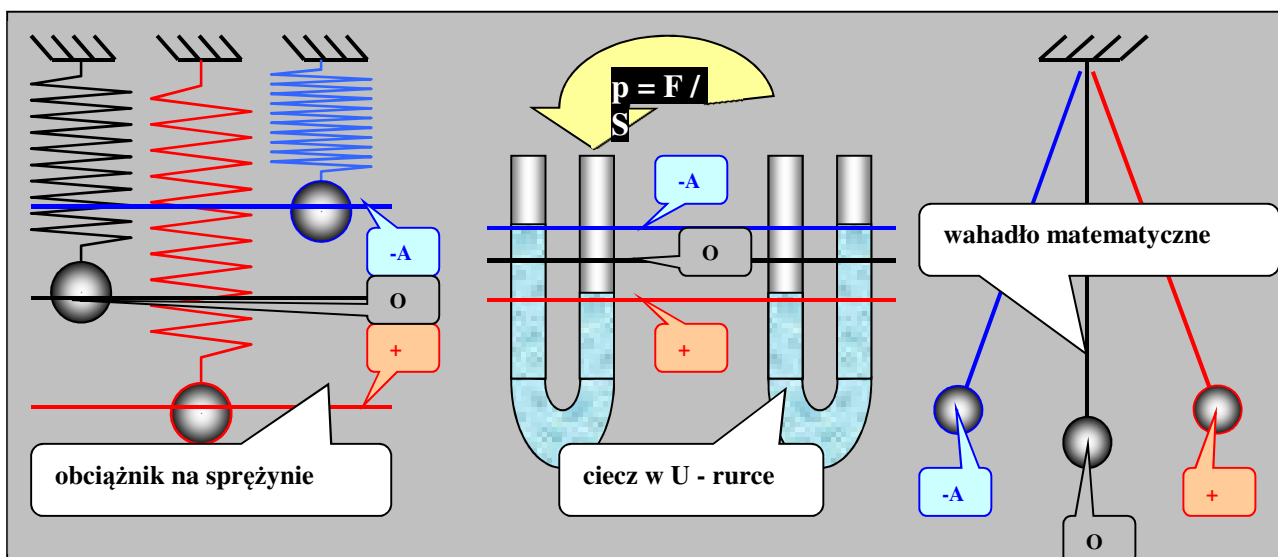
Fragmenty własnych materiałów dydaktycznych

Drgania i fale mechaniczne i elektromagnetyczne

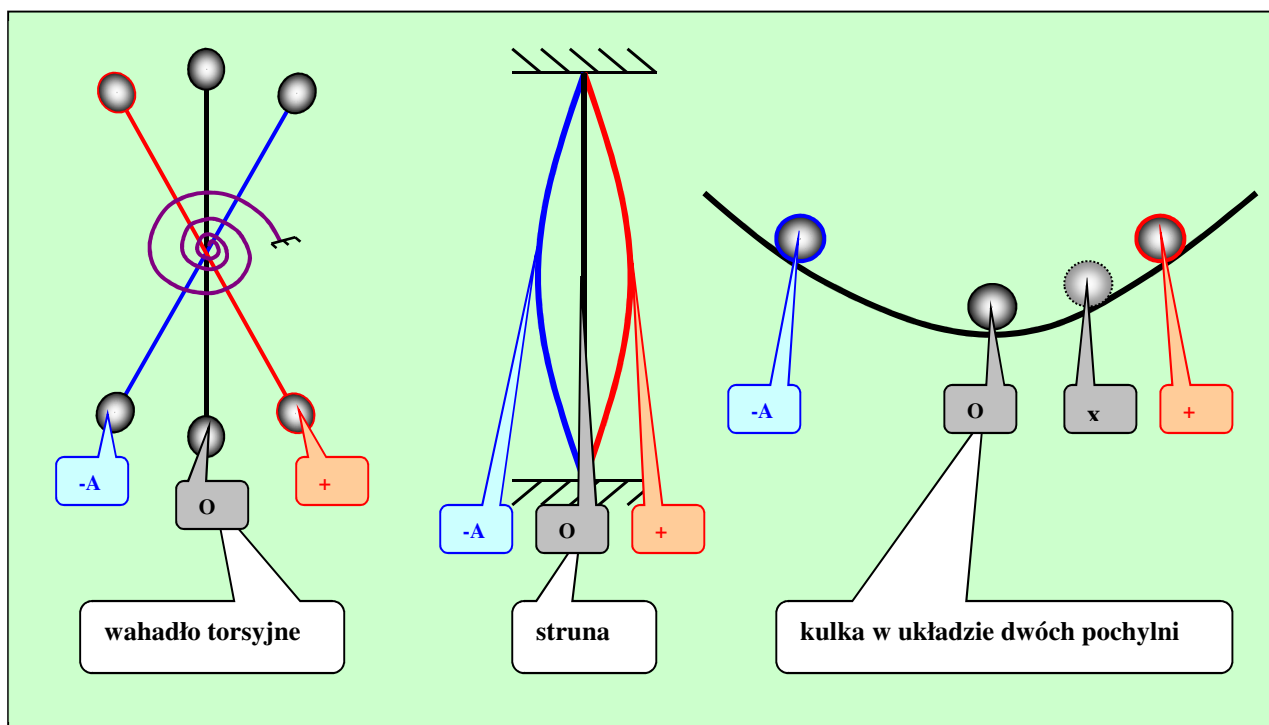
Heraklit z Efezu po wyjściu z radosnej (chyba) kąpieli w rzece uświadomił sobie prostą prawdę, że nigdy w życiu ten fakt już się już nie powtórzy i każde następne wejście do tej samej z pozoru rzeki to już kontakt z inną już rzeką zmodyfikowaną płynącą wodą a już na pewno z inną wodą. Trzeba wielkiej intuicji analitycznego umysłu filozofa, aby ten oczywisty fakt uogólnić na całą przyrodę stwierdzając bez żenady „panta rei” co w luźnym tłumaczeniu na język polski znaczy wszystko płynie. Jak wykazała praktyka ponad 2 – ch tysiący lat późniejszych badań nauk przyrodniczych twierdzenie było zbyt ogólne bo płynięcie z reguły kojarzy się z ruchem prostoliniowym lub w częściej krzywoliniowym. Złośliwa natura jednak częściej posługuje się powtarzalnymi (cyklicznymi) ruchami: po okręgu, po elipsie lub oscylacje (drgania i fale). Prostoliniowe rozprzestrzenianie się promieniowania elektromagnetycznego ma też niebanalne lub jak chciał Heraklit kluczowe (ale na pewno nie jedyne) znaczenie w szeroko rozumianej Przyrodzie pod nazwą Kosmos. Prostoliniowy ruch falowy fal elektromagnetycznych w próżni kosmicznej to specyfika odbioru informacji z kosmosu, natomiast ruch cykliczny (obiegowy lub drgający) to bardziej domena bliższego otoczenia człowieka.

1. Układy mechaniczne drgań.

Układ drgający tworzą obiekty obdarzone masą i sprężystością postaci, co jest cechą charakterystyczną wszystkich obiektów materialnych (masowych) lub przemieszczający się w obwodzie elektrycznym ładunek czyli na dobrą sprawę także masa, gdyż nie ma ładunków bezmasowych. Oto przykłady typowych układów mechanicznych drgań.



W bliskim otoczeniu to każdy listek na wietrze jest przykładem układu drgającego, gdzie „blaszka” liścia to obciążenie masowe a ogonek listka to element sprężysty. W dalszej perspektywie to każdy powieszony element to albo potencjalne wahadło albo ciężarek na sprężynie. Z kolei wszystko co stoi to układ zbliżony charakterystyką do drgającej struny i każdy z nich ma własną częstość rezonansową drgania, którą można wykorzystać do usprawnienia konstrukcji lub do jej destrukcji. Niektóre z wymienionych układów mogą działać tylko pod wpływem grawitacji natomiast inne mogą także w „próżni grawitacyjnej”, czyli czymś co w rzeczywistości nie istnieje, bo grawitacja jest wszędzieobecna (patrz „Oddziaływania” i prawo powszechnej leciwości „Każdy na każdego bez względu na wiek i płeć , byle tylko miał masę a może być to nawet zmielony miął).



A teraz już na poważnie. Warunkiem każdego drgania jest wykorzystanie sił wewnątrzukładowych układu drgającego po wcześniejszej ograniczonej czasowo ingerencji siły zewnętrznej jako wymuszenie zachowania zwanego ruchem drgającym, oscylacją, rotacją czy ogólnie a pospolicie nazywając wibracją. Wielkość tego zachowania może ulegać zmniejszeniu jeżeli układ nie jest odizolowany od otoczenia. Przy „doskonałej” izolacji to beznamiętny film pt „Drgania” może być z jednakowym efektem wizualnym oglądany „w przód i w tył”.

Pośród wszystkich realnych drgań na szczególną uwagę zasługują tzw. drgania harmoniczne, najprostsze w formalno – matematycznym opisie. Ale najpierw podstawowe i ogólne parametry drgań.

=> [do Spisu treści](#)

1.1. Parametry drgań mechanicznych

Najbardziej podstawowym odnośnikiem do realnego drgania jest tzw. położenie równowagi, które uzyskuje układ po dostatecznie długim czasie oddziaływania z otoczeniem. Na schematach powyżej oznaczony punktem O jako stan o minimalnej energii potencjalnej układu drgającego. Po ingerencji zewnętrznej siły wymuszającej F_z która wykonuje pracę na łuku lub odcinku drogi $s=OA$ element układu na który działa ta siła przyjmuje nowe (krajcowe) położenie zwane **amplitudą** A , co fizycznie odpowiada wzrostowi jego energii potencjalnej, zaś każde inne pośrednie położenie nazywa się po prostu **wychyleniem** x (z położenia równowagi). Ujmując sprawę matematycznie mamy: $x \in \langle 0, A \rangle \cup \langle 0, -A \rangle$ lub $-A \leq x \leq +A$, czyli prosto i jasno określony przedział zmienności podstawowej zmiennej czasowo wielkości w układzie drgającym zwanej wychyleniem czyli drogą jeżeli potraktować problem czysto skalarnie jako wartość mianowana tzn. w metrach odległości od położenia równowagi. Następnym równie ważnym jak poprzednie podstawowe definicje parametrem jest okres **drzania** T , czyli i tu na dobrą sprawę nie wiadomo co można wstawić aby było jak mawiają polscy emigranci powracający do kraju OK. a po naszymu to po prostu dobrze. Na nasz multimedialny QRS Φ ZYKI to proponuję ale nie zmuszam przyjęcie określenia, że jest to czas w ciągu którego obiekt drgający „odwiedzi” **wszystkie** możliwe swoje położenia

minimalną ilość razy startując z dowolnego z nich np. $x - (+A) - x - 0 - (-A) - 0 - x$. Droga przebyta w tym czasie to $s = 4A$. Średnia prędkość definiowana jako: $v_{sr} = \frac{S_{cat}}{t_{cat} = t_{ruch} + t_{spocz}}$

wynosi $v_{sr} = \frac{4 \cdot A}{T}$. Analogiczną wielkością do okresu drgania, który jest zawsze jednym pełnym cyklem w różnym czasie wprowadza się częstość (częstotliwość) drgania oznaczaną jako ν (gr. ni) lub w starszych podręcznikowych wersjach f jako jednostkę czasu 1sekundę przy różnych pełnych lub ułamkowych cyklach drgań. Stąd definicja tej wielkości jako: $\nu = \frac{df}{T}$ z jednostką $1Hz (herc) = \frac{df}{1s}$, która oczywiście nie ma interpretacji fizycznej, gdyż w naturze opisywanej częścią nauk przyrodniczych zwaną fizyką odwrotność czasu jak dotąd nie istnieje.

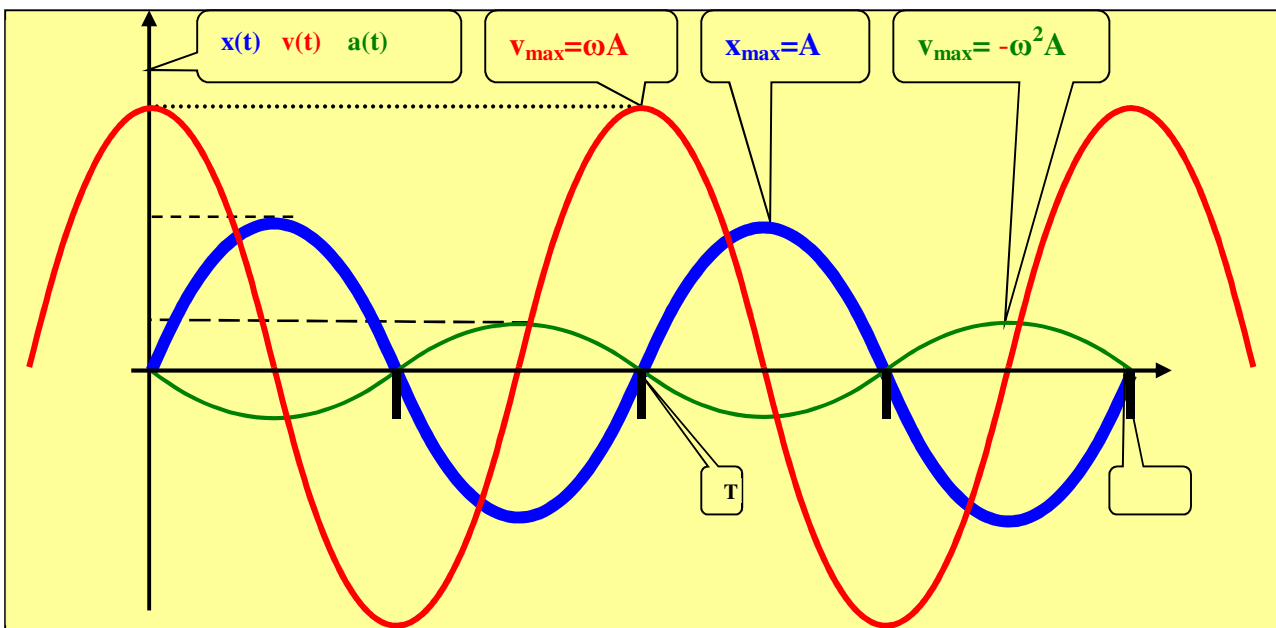
=> [do Spisu treści](#)

1.2. Ruch harmoniczny prosty (oscylator harmoniczny).

Ruch harmoniczny powoduje zewnętrzna siła wymuszająca, której wartość jest proporcjonalna do wychylenia układu drgającego przez nią wywołanego co można zapisać formalnie jako: $F_z = k \cdot x$. Efektem jej działania na wewnętrzne siły układu jest wychylenie $x(t)$, prędkość $v(t)$ i przyspieszenie $a(t)$, których relację względem czasu można przedstawić:

$$x(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi), \quad v_x(t) = \omega \cdot A \cdot \cos(\omega \cdot t + \varphi) \quad i \quad a_x(t) = -\omega^2 \cdot A \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi).$$

Tę wspólną relację dla przesunięcia fazowego $\varphi=0$ można porównać na wspólnym wykresie zmienności, choć wartości są nieporównywalne ze względu na różne jednostki.



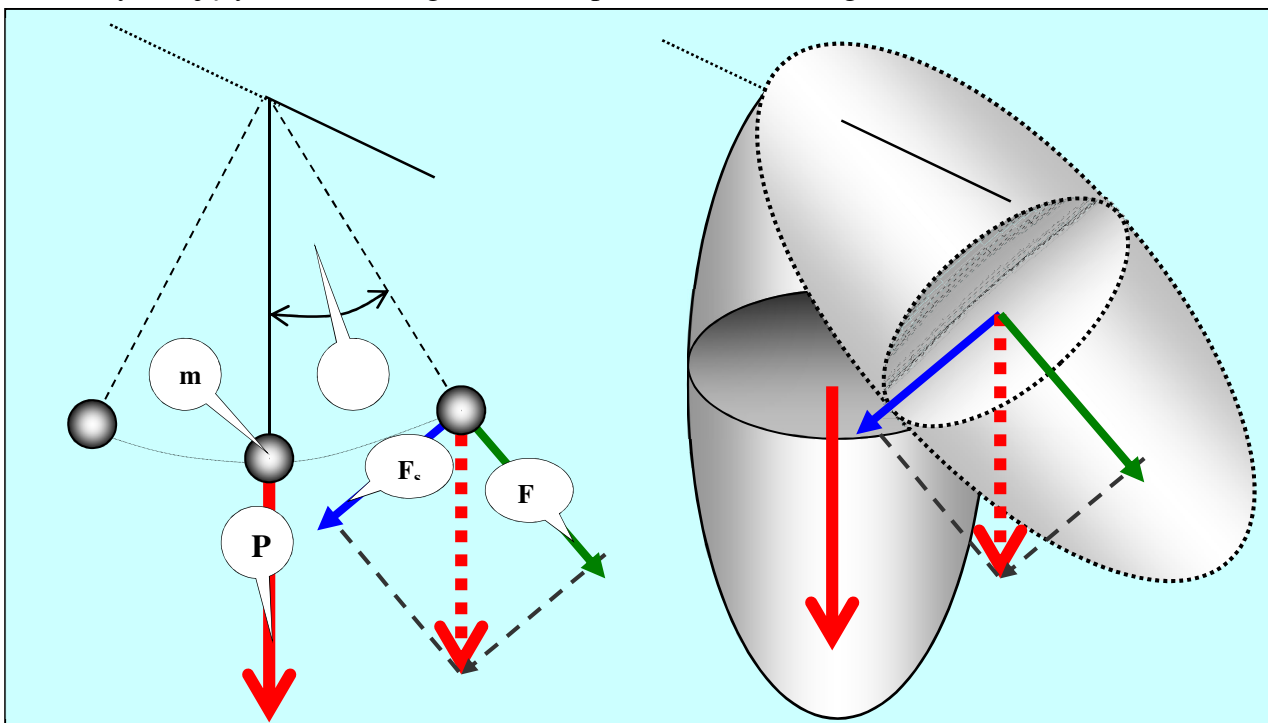
Wielkość $\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T}$ jako odpowiednik prędkości kątowej także cyklicznym ruchu po okręgu nosi nazwę częstości kołowej drgań, dlatego że składowe ruchu po okręgu na płaszczyznę prostopadłą do płaszczyzny okręgu wyrażają się identyczną zależnością jak wychylenie w ruchu harmonicznym.

=> [do Spisu treści](#)

1.3. Wahadło matematyczne (idealne) i obciążnik na sprężynie.

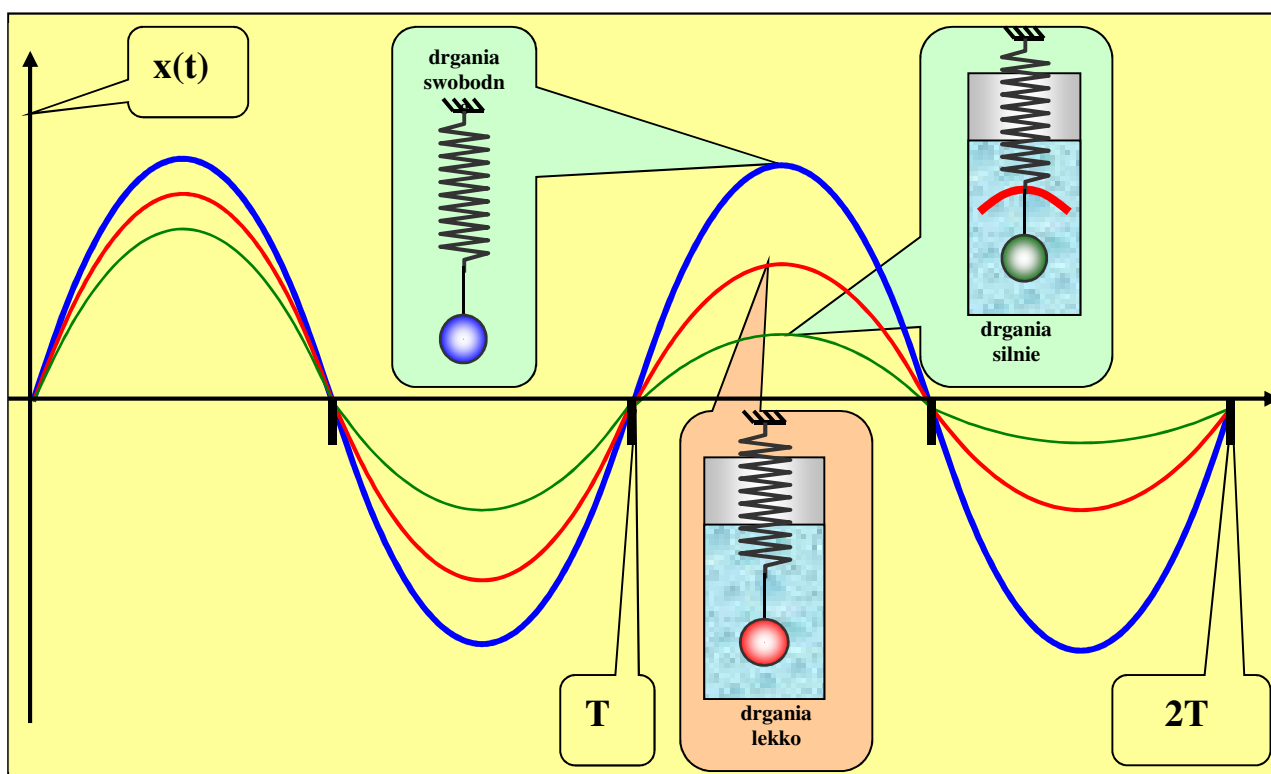
Wahadło matematyczne to umowny układ drgający, którego dwa składniki to:

- punkt materialny o masie m
- zawieszony na nieważkim i nierozciągliwym cięgnie i wykonujący niewielkie drgania wokół położenia równowagi.



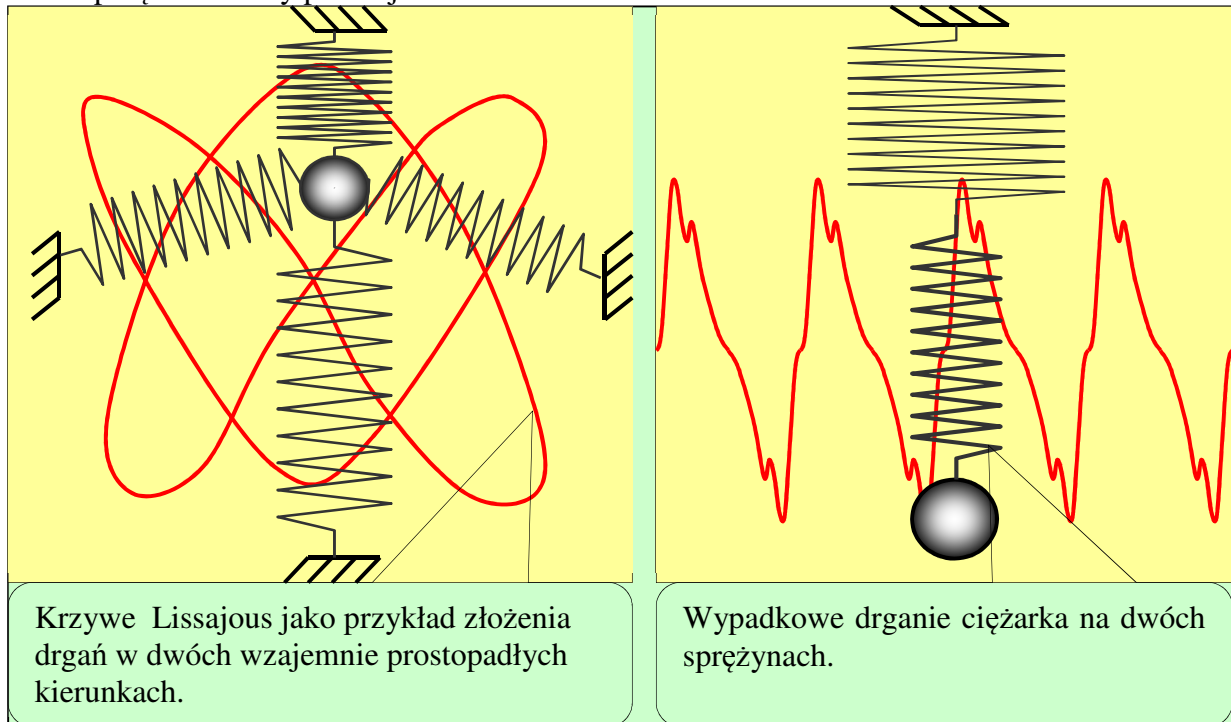
1.4. Energia drgań mechanicznych.

Każde drganie to wzajemna przemiana energii wewnątrz układu drgającego. Dla drgań mechanicznych energie potencjalna ciężkości E_{pc} lub sprężystości E_{ps} (w zależności od typu układu) w kinetyczną E_k i odwrotnie.



2.3. Układy drgań.

Rzadko kiedy występuje pojedynczy układ drgający, najczęściej jest to sprzężenie co najmniej dwóch takich układów. Uzyskujemy wtedy wypadkowe drganie. Przykłady dwóch takich połączeń mamy poniżej.



Krzywe Lissajous jako przykład złożenia drgań w dwóch wzajemnie prostopadłych kierunkach.

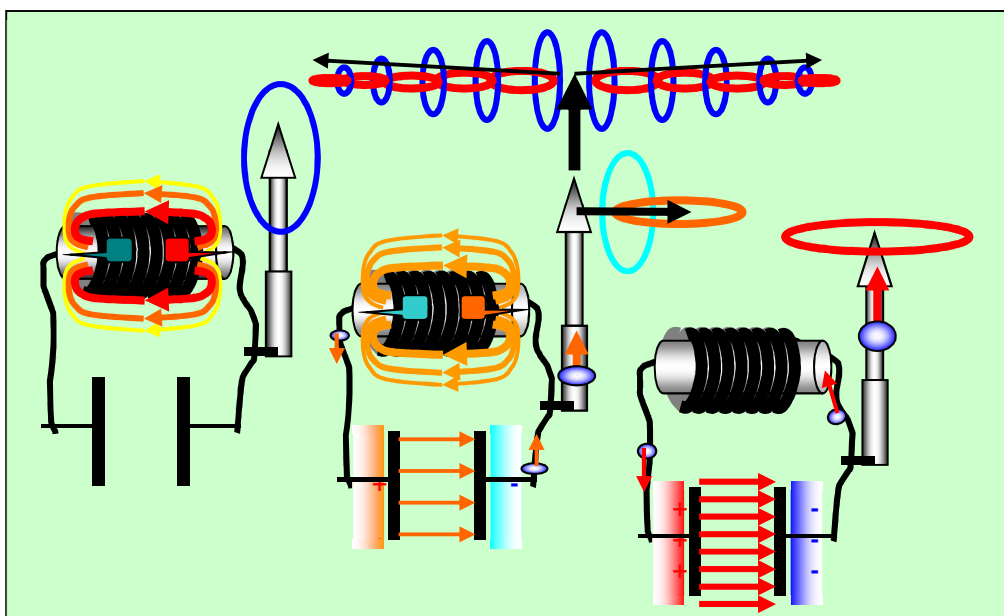
Wypadkowe drganie ciężarka na dwóch sprzężkach.

Każdy akord muzyczny to złożenie kilku dźwięków o różnych kształtach impulsów (barwach charakterystycznych dla danego instrumentu), amplitudach (głośnościach) czy częstościach (wysokościach), natomiast brzmienie orkiestry symfonicznej czy zespołu rockowego to złożenia wielu akordów wielu instrumentów jednym słowem trzy słowa niepowtarzalny utwór muzyczny.

=> [do Spisu treści](#)

3.1. Obwód LC drgań elektrycznych.

Jest obwodem złożonym kondensatora o pojemności C (jako nośnika energii elektrycznej) i zwojnicy o indukcyjności L (jako nośnika energii magnetycznej). Poniżej przedstawiono schemat z ideą jego działania.

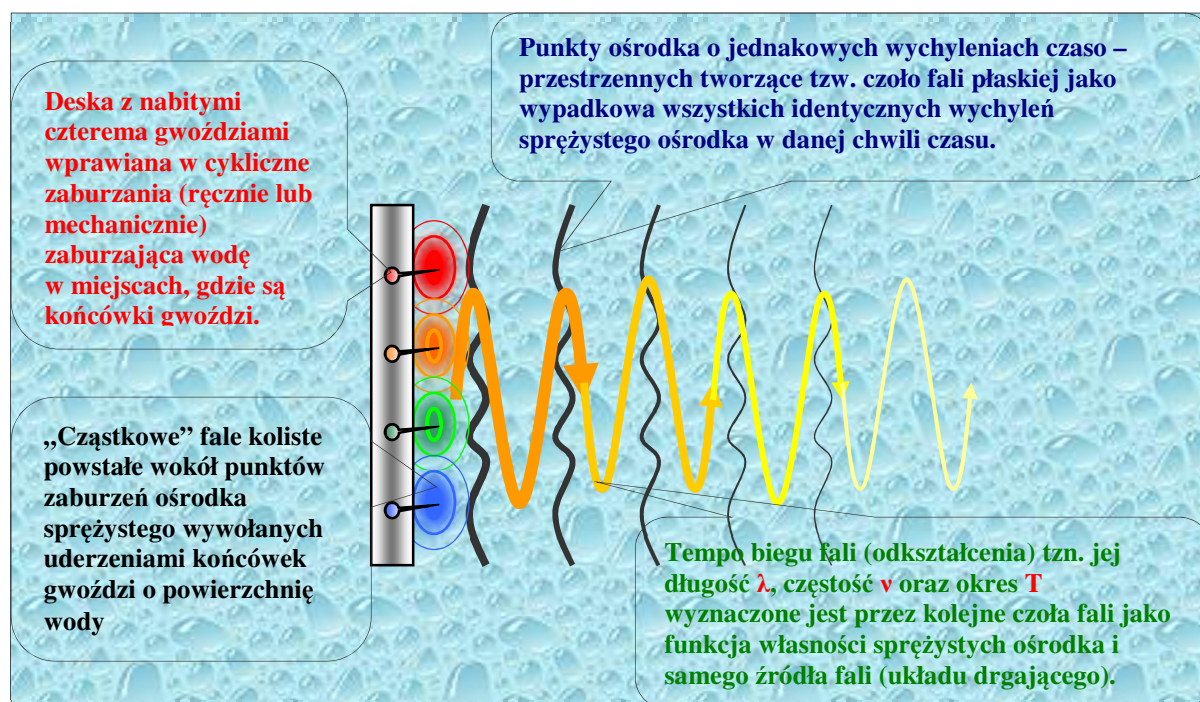


Obwód po lewej stronie posiada maksimum energii magnetycznej, która w wyniku zmienności (rozładowanie indukcyjne przez połączenie z okładkami kondensatora) ładuje kondensator prądem indukcyjnym (rys środkowy) i powoduje ruch elektronów w antenie dołączonej do przewodu, tak, że w konsekwencji kondensator zostaje naładowany do swoich okładek magazynując całość energii magnetycznej pod postacią elektrycznej (rys z prawej) (przy założeniu zerowego oporu zwojniczy, przewodów i okładek). Następnie następuje rozładowanie kondensatora poprzez zwojnicę i cały cykl się powtarza dla przeciwnego kierunku prądu i ruchu elektronów w antenie.

=> [do Spisu treści](#)

4. Fale mechaniczne.

Są formą oddziaływania układów drgających z otoczeniem polegającą na przekazywaniu własnych zmian położenia (wychyleń) układu to otoczenia, które musi posiadać cechy sprężystości kształtu i postaci. To z kolei odkształca (zaburza) sam ośrodek i odkształcenie to zw. impulsem falowym rozprzestrzenia się w ośrodku pomimo, że ośrodek jako całość jest nieruchomy (przemieszczają się tylko ruchem drgającym wokół położenia równowagi fragmenty ośrodka). Ośrodkami sprężystymi mogą być: powietrze, woda, metale itp. czyli w zasadzie wszystko co nas i układ drgający otacza. W podobny sposób ujął problem rozchodzenia się fali Christian Huygens (1600 – 1600) wprowadzając pojęcie „cząstkowych fal kulistych”, których źródłem staje się każdy punkt ośrodka sprężystego po dojściu do niego zaburzenia falowego. Poglądowo można to zilustrować jak na przykładzie poniżej, na przykładzie czoła płaskich fal na wodzie, które można traktować jako superpozycję (złożenie) kolistych fal cząstkowych emitowanych przez punktowe zaburzenie ośrodka. Jako model posłuży deseczka z szeregiem nabitych w nią gwoździ jako zaburzeń kolistych.



Z dzisiejszego punktu widzenia jest to już nieco archaiczna zasada nie wyjaśniająca kompletnie mechanizmu rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w próżni.

=> [do Spisu treści](#)

4.1. Podział i parametry fal.

Najczęściej przyjmuje się dwa kryteria podziału fal:

1. Kryterium wzajemnej relacji prostopadłości lub równoległości kierunku zaburzenia do kierunku jego rozchodzenia się o otoczeniu:
 - ➔ fale podłużne gdzie impuls falowy jest równoległy do kierunku jego propagacji np. głos lub dowolny dźwięk np. „wzdłuż gryfu gitary”
 - ➔ fale poprzeczne gdzie impuls falowy jest prostopadły do kierunku propagacji no fale na wodzie, na strunie, na membranie czy wszystkie fale mechaniczne
2. Kryterium konieczności ośrodka sprężystego do propagacji (rozchodzenia się) fali.
 - ➔ fale mechaniczne (sprężyste) rozchodzące się zgodnie z zasadą Huygensa z różną prędkością w różnych ośrodkach sprężystych
 - ➔ fale elektromagnetyczne, które mogą rozprzestrzeniać się w próżni i to z maksymalną z możliwych prędkości zw. prędkością światła $c = 3 \cdot 10^8$ m/s oraz w wybranych ośrodkach materialnych (przezroczystych lub nie) ale z prędkością mniejszą od c

Podstawowymi parametrami różnymi od parametrów inicjującego ją źródła są:

- długość fali λ jako odległość przestrzenna dwóch najbliższych sobie punktów o identycznym wychyleniu z położenia równowagi
- okres fali T , czas w ciągu którego punkty przestrzeni osiągną poprzedni warunek; z reguły jest to czas identyczny z okresem źródła (dla zjawisk falowych w których częstość jest zachowana)
- częstość fali ν jako odwrotność jej okresu
- prędkość rozchodzenia się fali jako stały wektor będący funkcją parametrów ośrodka w przeciwieństwie do zmiennej, chwilowej prędkości źródła fali
- tzw. logarytmiczny dekrement tłumienia dla fal rzeczywistych (tłumionych) w danym ośrodku jako stosunek amplitudy w danej chwili czasu t do amplitudy po upływie czasu $t + T$ czyli o jeden okres późniejszej

=> [do Spisu treści](#)

4.3. Energie fal mechanicznych.

Każda fala mechaniczna to rozchodzące się w ośrodku zaburzenie stanu jego równowagi budowy molekularnej (zagęszczenia i rozrzedzenia cząstek ośrodka związane z występowaniem sił naprężeń) podobnie jak w bezpośrednim otoczeniu źródła fali czyli mechanicznego układu drgającego. Dlatego energia fali jest także funkcją kwadratu amplitudy.

Najbardziej drastycznym i destruktywnym przykładem działania energii fali jest fala tsunami, której źródło znajduje się na pełnym oceanie w pewnej odległości od lądu i jest nim przypuszczalnie zahaczenie o siebie (tąpnięcie) płyt tektonicznych, którymi pokryta jest Ziemia. Pociąga to zadyszenie stanu (poziomu) wód oceanicznych na głębokości setek metrów i w objętości tysięcy ton, choć na niewielkim powierzchniowo obszarze. To zaburzenie przemieszczając się centralnie i kuliście od źródła w stronę głębi oceanu ulega stopniowemu wytłumieniu. Natomiast przy ruchu w kierunku lądu wskutek stadku głębokości oceanu wielosettonowy słup wody „przenosi się” w górę ponad powierzchnię wody i jako potężna wodna, rybia i planktonowa masa uderza w ląd niszcząc wszystko na swojej drodze lub mówiąc dyplomatycznie przekazując swoją energię.

Jeszcze innym przykładem destrukcji energii fal jest tzw. fala uderzeniowa powstała w wyniku kumulacji energii poszczególnych impulsów falowych. Efekt ten zachodzi gdy źródło fali przemieszcza się z prędkością o tej samej wartości co sama fala (efekt Dopplera, który będzie omówiony w dalszej części tego rozdziału).

=> [do Spisu treści](#)

5. Fale elektromagnetyczne.

Ta grupa fal to naprzemienne impulsy elektryczne i magnetyczne wzajemnie się indukujące nawet w próżni czasoprzestrzennej. Ich kierunek jest zawsze prostopadły do kierunku propagacji (fale poprzeczne) a maksymalną prędkość i 100% bezstratną propagację osiągają właśnie w pustej czasoprzestrzeni. Źródłem tych fal są albo naturalne generatory cząsteczkowo – atomowe albo obwody drgań elektrycznych złożone z elementów pojemnościowych i indukcyjnych. W ujęciu korpuskularnym to strugi fotonowe, gdzie ilość fotonów to miara tzw. natężenia fali, natomiast jej energia

=> [do Spisu treści](#)

5.1. Przegląd fal elektromagnetycznych.

Całość widma elektromagnetycznego poznanego do tej pory to bardzo szeroki zakres długości, częstości i związanych z tym energii pojedynczych fotonów. Ogólnie można je podzielić na 2 kategorie: nisko i średnioenergetyczne wytworzone sztucznie w generatorach LC i wysokoenergetyczne z naturalnych generatorów.

| <u>NAZWA</u> (generatory elektryczne) | <u>λ[m]</u> | <u>ν [Hz] / E [eV]</u> | <u>NAZWA</u> (gener. atomowe i cząsteczkowe) | <u>λ[m]</u> | <u>ν [Hz] / E [eV]</u> |
|--|--|--|--|---|---|
| 1-podakustyczne | 10^9 | $0,3 / 1,25 \cdot 10^{-12}$ | 5-podczerwień | 10^{-4} | $3 \cdot 10^{12} / 1,26 \cdot 10^1$ |
| 2-akustyczne: niskie wysokie | 10^7 $1,9 \cdot 10^4$ | $30 / 1,25 \cdot 10^{-11}$ $16 \cdot 10^{+3} / 6,7 \cdot 10^{-8}$ | 6-widzialne: czerwone żółte zielone niebieskie fioletowe | $7 \cdot 10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-5}$ | $4 \cdot 10^{+12} / 1,7 \cdot 10e^1$ $7,5 \cdot 10^{+12} / 3,1 \cdot 10^1$ |
| 3-RTV: długie średnie krótkie UKF TV | 10^3 10^2 10 3 $0,5$ | $3 \cdot 10^{+5} / 1,26 \cdot 10^{-9}$ $3 \cdot 10^{+6} / 1,26 \cdot 10^{-8}$ $3 \cdot 10^{+7} / 1,26 \cdot 10^{-7}$ $4,2 \cdot 10^{+8} / 1,76 \cdot 10^{-6}$ $6 \cdot 10^{+8} / 1,26 \cdot 10^{-6}$ | 7-nadfiolet | 10^{-7} | $3 \cdot 10^{+15} / 1,26 \cdot 10^4$ |
| 4-mikrofale (SAT, radar) | 10^{-3} | $3 \cdot 10^{+11} / 1,26$ | 8-prom. X (rtg) | 10^{-9} | $3 \cdot 10^{+17} / 1,26 \cdot 10^6$ |
| | | | 9-prom. γ | 10^{-12} | $3 \cdot 10^{+20} / 1,26 \cdot 10^9$ |

Energia pojedynczych fotonów jest zależna od rodzaju źródła a ich ilość od jego mocy. Przez jaki ośrodek przechodzi dana fala zależne jest to od jej specyfiki oddziaływania z tym otoczeniem np światło przechodzi tylko przez ośrodki przezroczyste natomiast fale radiowe lub mikrofalowe przez wszystkie tworzywa sztuczne (przezroczyste lub nie). Przez metal nie przechodzi żadna fala elektromagnetyczna.

=> [do Spisu treści](#)

5.2. Prędkość światła.

Stanowi maksymalną prędkość w przyrodzie z jaką mogą być przekazywane informacje, w tym także oddziaływanie elektromagnetyczne (fotony) i być może także grawitacyjne (choć grawitony są jeszcze nie odkryte). Dokładniej pomiar prędkości omówiony jest

w „Dodatkach”. Jej wartość w dużym przybliżeniu wynosi $c \approx 3 \cdot 10^8 \left[\frac{m}{s} \right]$ i jest to nieporównywalna z jakąkolwiek z prędkości np dźwięk rozchodzi się w powietrzu z prędkością zależną od temperatury, wilgotności i ciśnienia i średnio można przyjąć np. $v_d = 335 \text{ m/s}$. W warunkach ziemskich to można powiedzieć prawie natychmiastowy odbiór sygnału elektromagnetycznego co umożliwia szybką czy wręcz natychmiastową łączność. O ile w odległości do Księżyca 400 000 km to przesył przez 1,3 s to już w odległości do najbliższej planety Wenus 45 000 000 km przesył trwa około 150 s czyli 2,5 min, (z potwierdzeniem odbioru 5 min). Przy odległościach międzygwiazdnych w galaktyce to już z potwierdzeniem odbioru dziesiątki lat a o międzygalaktycznych szkoda mówić bo cywilizacja jeszcze tyle nie istnieje.

Istnieje co prawda hipoteza cząstek nadświetlnych nazwanych już TACHIONAMI ale jej potwierdzenie jest jeszcze nierealne i jak na razie bariera prędkości światła wydaje się niestety lub może na szczęście niezagrożona.

=> [do Spisu treści](#)

5.3. Przekaz informacji z wykorzystaniem energii fali elektromagnetycznej.

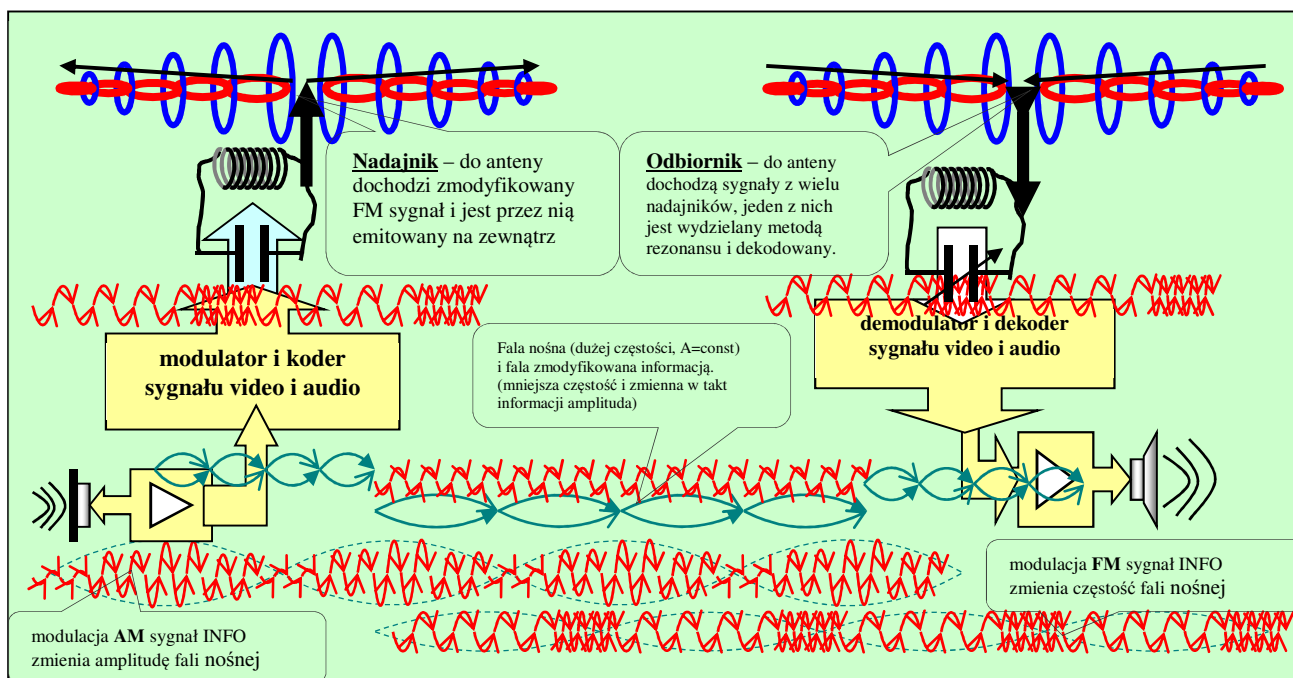
Wskutek ogromu Kosmosu elektromagnetyczny przekaz informacji wydaje się nierealny to na Ziemi ma on obecnie największe znaczenie. Dotyczy to nie tylko przekazu z nadajnikami i przemiennikami nadawczo – odbiorczymi telefonii komórkowej, RTV i Internetu lecz także z przekazem satelitarnym na znaczne obszary Ziemi. Do każdego przekazu dla zapewnienia jak najbardziej efektywnego sposobu przekazu stosuje się różne sposoby kodowania sygnału (analogowy – ciągły lub cyfrowy – nieciągły zw. dyskretnym).

W każdym przypadku stosuje się tzw. falę nośną o częstotliwości dużo większej od tej na której jest przesyłana informacja.

W typie analogowym kodowania radiowego wyróżnić można dwa podstawowe sposoby:

- AM (amplifier modulation) gdzie sygnał informacyjny zmienia (moduluje) amplitudę fali nośnej. Jest on bardzo wrażliwy na wszelkiego rodzaju zakłócenia wywołane nie tylko dyfrakcją na przeszkodach ale także interferencją z zewnętrznymi sygnałami innych stacji lub zakłóceń np. wyładowań atmosferycznych, które najczęściej wpływają na amplitudę.
- FM (fregency modulation) sygnał informacyjny modyfikuje częstotliwość fali nośnej przy stałej amplitudzie. Jeśli nawet dyfrakcyjno – interferencyjne zakłócenia modyfikują amplitudę to ich wpływ na częstotliwość wypadkowej, zmodyfikowanej fali ponieważ większość zjawisk (za wyjątkiem efektu Dopplera) zachowuje częstotliwość.

Poglądową ilustrację tych zagadnień przedstawiono poniżej.



W przypadku sygnału wizyjnego i fonicznego przesyłanych łącznie to każdy z nich jest kodowany w innym zakresie fali nośnej. Zakres częstości fali nośnej przeznaczony dla danego przesyłu nazywa się po prostu kanałem transmisyjnym. Do przekazu jeszcze efektywniejszego tzn. dwóch informacji na jednym kanale jako falę nośną wykorzystuje się falę spolaryzowaną pionowo (polaryzacja V (wertykalna)) dla jednego kanału i polaryzację poziomą (polaryzacja H (horyzontalna)) dla kanału drugiego ale obydwie w tym samym zakresie częstości. Dla uzyskania rezonansu anteny odbiorcze muszą być odpowiednio prostopadłe lub równoległe względem horyzontu.

=> [do Spisu treści](#)

6. Podstawowe efekty falowe.

Fala to specyficzny rodzaj zachowania materii względem czasu – przestrzeni jako swojego środowiska oraz innych jej (tzn. czasoprzestrzeni) elementów (najczęściej masy lub innych fal). Te zachowania są albo podobne albo wręcz identyczne z makro zachowaniem masy np. odbicie czy absorpcja, ale większość to charakterystyczne zachowania tylko dla fal. Jak każde zachowanie materii może być wykorzystane dla pożytku ale i na zgubę innych ludzi, gdyż głupota podobnie jak grawitacja jest wszędobylska.

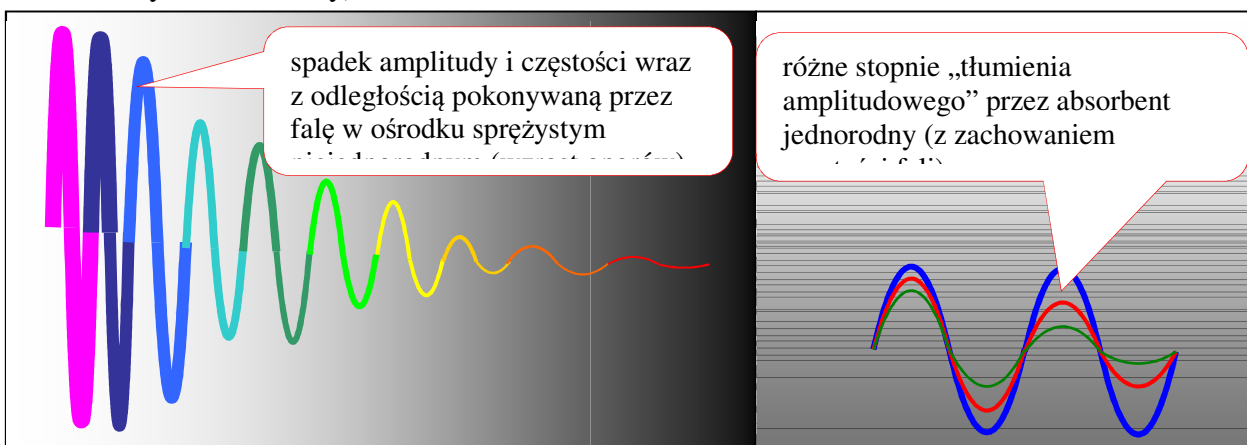
=> [do Spisu treści](#)

6.1. Propagacja i absorpcja.

Ponieważ rozprzestrzenianie się fali to transport samej energii a nie materii, która jest tylko chwilowym pośrednikiem tego transportu poprzez krótkotrwałą zmianę swoich własności.

Propagacja i absorpcja to cechy fali ze sobą powiązane i odwrotnie proporcjonalne do siebie: lepsza propagacja to gorsza absorpcja i odwrotnie. Każda z nich może być opisywana innymi, definiowanymi i mierzalnymi wielkościami jak np. powyżej.

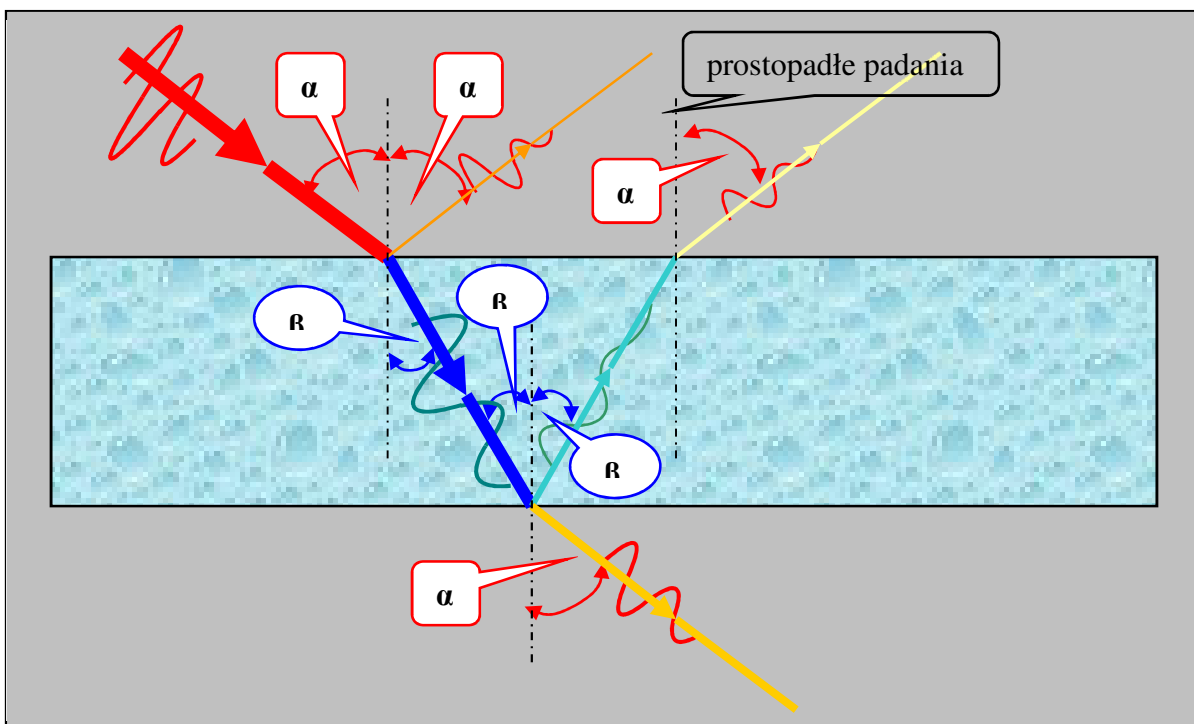
Dla fal elektromagnetycznych wprowadza się idealistyczne pojęcie „ciała doskonale czarnego” (**CDCz**) tzn. takiego które pochłania 100% padającej na niego energii i jest w stanie wyemitować całą energię wytworzoną w jego wnętrzu. To idealistyczne pojęcie nie ma nic wspólnego z potocznym nazewnictwem barw a w szczególności z barwą czarną, która jest tylko odbiciem wizualnej skali szarości (stopnia absorpcji fali), natomiast barwa jako cecha elektromagnetycznej fali widzialnej (czyt. światła) to po prostu z fizycznego (mierzalnego obiektywnie) punktu widzenia odpowiednia częstość czy długość fali przy stałej prędkości światła c. Jako przykład (**CDCz**) w ziemskiej skali może posłużyć „czarna” sadza lub jeszcze czarniejsza dziura w sadzy (jak masz pod ręką czarną sadzę to zrób w niej dziurę i zobacz, że jest „czarniejsza”) a w warunkach kosmicznych jaskrawo białe Słońce (jak masz pod ręką Słońce to zrób w nim dziurę i zobacz, że jest „czarniejsza” od reszty Słońca tak jak nieco chłodniejsze granule słoneczne są czarniejsze od reszty Słońca, jak nie masz Słońca po ręką to poczekaj do rana, pożycz sobie lunetę i maskę spawalniczą i masz to samo jak na obrazku tyle, że z natury).



=> [do Spisu treści](#)

6.2. Odbicie.

To efekt który wszyscy kopacze znają z autopsji (czyt. z własnego doświadczenia: lepiej kopać niż być kopanym choć prawu kopania jest to obojętne), gdzie kopnięty byle jak przez byle kogo byle jaki element, odbija się od byle czego zgodnie z niebyle jakim prawem odbicia, które brzmi (UWAGA !!! !! ! Nie spadnij z byle czego na czym siedzisz lub nie stań na byle czym jeżeli leżysz): $\alpha = \alpha$ (1). Nawet to drugie α można sobie oznaczyć α' lub nawet α_1 to prawu odbicia jest to dokładnie obojętne i tak równość kątów jest zachowana. To efekt ogólnie – Kosmosowy od którego jeszcze nie znaleziono odskoczni. Problem jest prosty w przypadku odbicia kuli od powierzchni płaskiej ale już przy odbiciu od regularnie krzywej powierzchni (zewnątrznej lub wewnętrznej) to najpierw (dla zmatematyzowania tzn skomplikowania opisu) trzeba jeszcze wykreślić powierzchnię styczną do krzywej w punkcie odbicia (styczności), potem już tylko prostopadłą do płaszczyzny w punkcie padania, którą zresztą nazwa się właśnie prostopadłą padania i względem niej zmierzyć kąt padania czyli kąt pomiędzy tą prostopadłą padania a promieniem fali padającej na granicę ośrodka o większej propagacji z ośrodkiem o mniejszej propagacji lub nawet odwrotnie i już mamy kąt padania. Ponieważ kąt odbicia jest z nim równy to tylko znaleźć czoło fali odbitej wykreślić do niego płaszczyznę styczną (o ile nie jest to czoło płaskie), do niej dowolną prostą prostopadłą, (która musi być równocześnie prostopadłą do co najmniej dwóch prostych zawartych w tej płaszczyźnie) znaleźć punkt przecięcia z płaszczyzną styczną do granicy ośrodków, zmierzyć kąt odbicia względem opisanej wcześniej prostopadłej padania i sprawdzić, że krótki formalnie opis matematyczny (1) daje się też opisać werbalnie (pol. słownie) całkiem niekrótką nowelą. Dlatego MATEMATYKA jest najlepszym narzędziem (czyt. służą) nauki, ale broń Boże (wersja dla ateistów broń materio w której istnienie nie powinni wątpić a jeśli wątpią to powinni porzucić to czytanie) nie „Królową NAUK” jak się samozwańczo nazwała, ale właśnie dobrym służą, który jest nieraz bardziej użyteczny od niejednego króla. Schemat odbić i załamań na granicach wielu ośrodków przedstawiono poniżej.



Osobnym efektem jest omówione poniżej całkowite wewnętrzne odbicie.

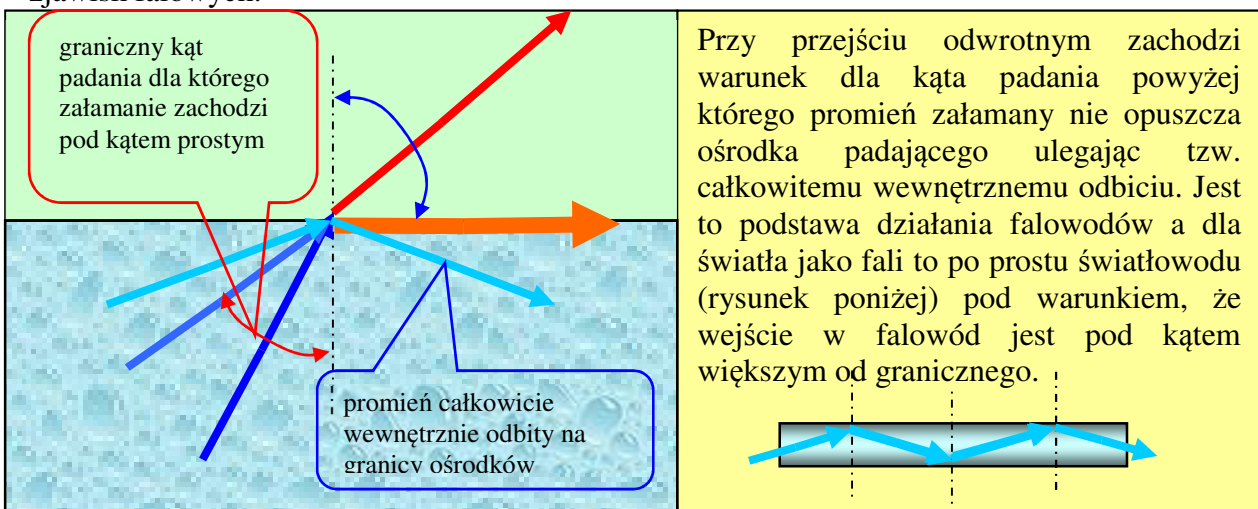
=> [do Spisu treści](#)

6.3. Załamanie i całkowite wewnętrzne odbicie.

To już specyficznie falowy efekt, polegający na zmianie toru i prędkości ruchu fali przechodzącej przez granicę dwóch ośrodków o różnej propagacji zgodnie z empirycznym prawem zw. także od jego odkrywcy II prawem Snella (I prawo Snella to prawo odbicia):

$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{v_\alpha}{v_\beta} = \frac{\lambda_\beta}{\lambda_\alpha} = \text{const} = n_{\beta\alpha}$. Tę stałą proporcję sinusów kątów padania do załamania

i równocześnie stałość proporcji prędkości odpowiednio w ośrodku padającym i załamanym oraz odwrotnej proporcji długości fal a nazywana po prostu współczynnikiem załamania n . Faktem jest to, że fala przechodząc z ośrodka o lepszej propagacji do ośrodka o gorszej zwalnia i zwiększa swoją długość przy zachowaniu jej częstości jako cechy większości zjawisk falowych.



Pomimo, że prawo załamania jest specyfiką fal, to postępując zgodnie z nim mądry ratownik znając swoją prędkość biegu na łódzie i pływania w wodzie jest w stanie w minimalnym czasie dotrzeć do tonącego. Dzieje się tak dlatego, że prawo załamania jest konsekwencją ogólniejszego prawa Fermata, które mówi że fala porusza się zawsze po takiej trajektorii dla której czas przebycia jest ekstremalny (najczęściej minimalny a jeżeli nie jest to możliwe to fala „wybiera” ekstremum maksymalne czyli ucieczkę do nieskończoności).

=> [do Spisu treści](#)

6.4. Dyfrakcja.

Dyfrakcja zachodzi wtedy gdy fala napotka na swojej drodze propagacji przeszkodę z innego ośrodka o dużo mniejszej propagacji lub szczelinę z tego samego ośrodka w przeszkodzie odbijającej. Warunkiem wyrazistej dyfrakcji jest to aby rozmiar liniowe d tych przegród dyfrakcyjnych były porównywalne przynajmniej co do rzędu wielkości z długością fali λ , która ma ulec dyfrakcji. Sama zaś dyfrakcja to termin trudny do przetłumaczenia jednym słowem na język polski. Najprościej byłoby powiedzieć, że jest to ugięcie i podział (fragmentacja) fali macierzystej na regularne mocne i słabe fragmenty w czasoprzestrzeni za przegradą.

W przypadku światła lub fal w pobliżu jego długości stosuje się tzw. siatki dyfrakcyjne czyli układy równoległych blisko siebie leżących szczelin (rzędu setek na mm długości lub gęściej) stanowiących przegrody dyfrakcyjne dla fali. Wykonuje się je jako ciąg równoległych nieprzezroczystych dla fali rys nacinanych „grzebieniem” ostrzy diamentowych na materiale przezroczystym np. szkle, celulozidzie itp. Przerwy pomiędzy regularnymi rysami to właśnie

przegrody dyfrakcyjne na których fala ulega ugięciu. Ponieważ jest to układ regularnych szczelin to kolejne obszary silnych fragmentów fal nakładają się na siebie wzajemnie wzmacniając a rozszczepione fragmenty fali pozwalają na dokładniejszą jej analizę (tzw. analiza spektralna) wykorzystywana np. do sprawdzania składu procentowego stopów metali lub innych trwałych połączeń pierwiastków. Analiza spektralna jest jedynym źródłem poznania składu procentowego gwiazd i galaktyk.

W przypadku dźwięku (fal mechanicznych podłużnych o długościach rzędu cm, dm i m) na fantazyjnie ukształtowanych przez naturę nierównościach małżowiny usznej możemy słyszeć dźwięki „naokoło głowy” bez potrzeby odwracania się „echolokaterem” w stronę źródła. Są to jednak tylko fragmenty dyfrakcyjne i dla ludzi z niedosłuchem mogą być niewystarczające do zadziałania zacinającego się mechanizmu zmysłu słuchu.

Dla elektromagnetycznych poprzecznych fal wykorzystywanych w telekomunikacji o długościach podobnych do długości fal głosowych dyfrakcja na przeszkodach terenowych to zakłócenie sposobu kodowania i zawsze pogorszenia jakości odbioru.

Dyfrakcją promieni Röntgena na siatce dyfrakcyjnej utworzonej przez kryształy pierwiastków lub ich stopów na podstawie obrazu interferencyjno – dyfrakcyjnego bada się ich strukturę krystaliczną.

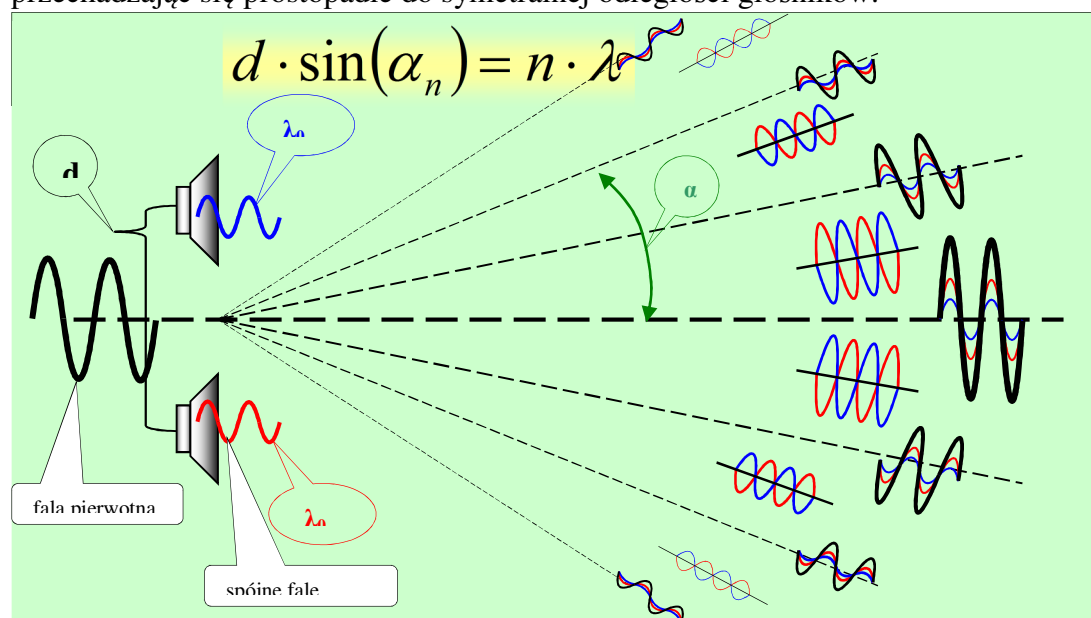
=> [do Spisu treści](#)

6.5. Interferencja i fala stojąca.

Tym mianem określa się dowolny przypadek nakładanie się (superpozycji) fal na siebie, choć od typowej superpozycji różni się pewnymi cechami charakterystycznej postaci obrazu powstałego w wyniku tzw. interferencji „czystej” lub podobnych do niej.

Na schemacie poniżej przedstawiono ten przypadek dla fali głosowej (dźwięku). Warunkiem typowej interferencji są tzw. dwie fale spójne, które mogą się różnić co najwyżej amplitudami i ewentualnie fazami drgań przy zgodnych częstościach (pulsacjach). Można to uzyskać tylko jako fale wtórna tzn. pochodzące od wspólnego źródła pierwotnego po przejściu wyemitowanej z niego fali przez 2 szczeliny odległe od siebie o d . Praktycznie nie da się tego uzyskać z dwóch różnych źródeł. Przy braku przesunięcia fazowego na symetralnej szczelin mamy największe (zerowe) wzmocnienie interferencyjne. Po jednej i drugiej stronie rozłożone są symetrycznie strefy wzmocnień i wygaszeń interferencyjnych. Można je zcharakteryzować kątem α_n pomiędzy symetralną szczelin, ich środkiem i kierunkiem danego położenia maksimum lub minimum na środek szczelin. Dla fali o długości λ warunki kolejnych wzmocnień względem symetralnej przyjmują postać: $d \cdot \sin(\alpha_n) = n \cdot \lambda$ (1).

Rolę szczelin dyfrakcyjnych pełnią dwa identyczne głośniki pobierające wspólny sygnał z generatora akustycznego. Mając taki można interferencji posłuchać na „własne” uszy przechadzając się prostopadle do symetralnej odległości głośników.



Wzmocnienia interferencyjne powstają gdy różnica dróg fal od obydwu wtórnych źródeł do danego punktu jest całkowitą krotnością długości fali (amplitudy sumują się), osłabienie gdy różnica dróg jest równa połowce długości fali (różnica amplitud składowych).

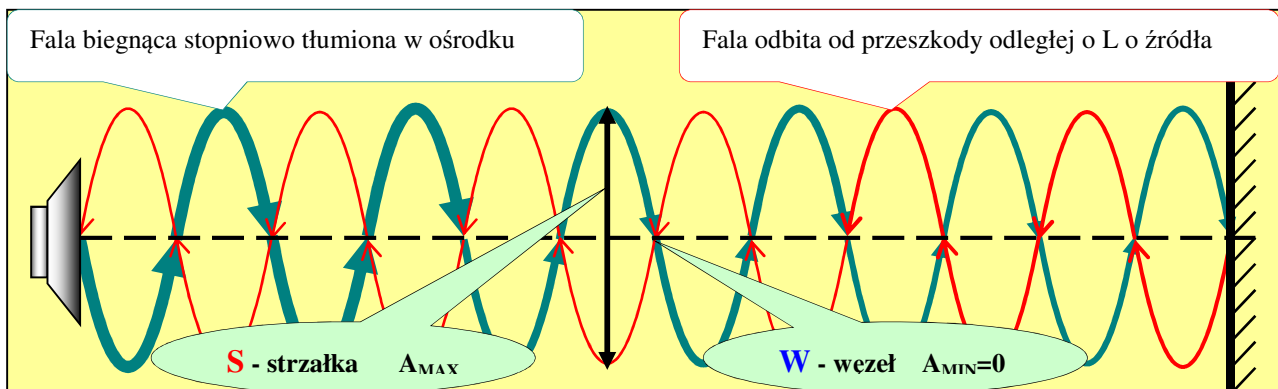
Efekty interferencyjne wykorzystuje się np. w stereofonicznym przekazie muzyki lub obecnie w systemie 5 – głośnikowym (system SURROUND).

W siatce dyfrakcyjnej te wzmocnienia wzajemnie się nakładają od interferencji wzmocnionych dla wszystkich równo rozmieszczonych szczelin pomiędzy rysami.

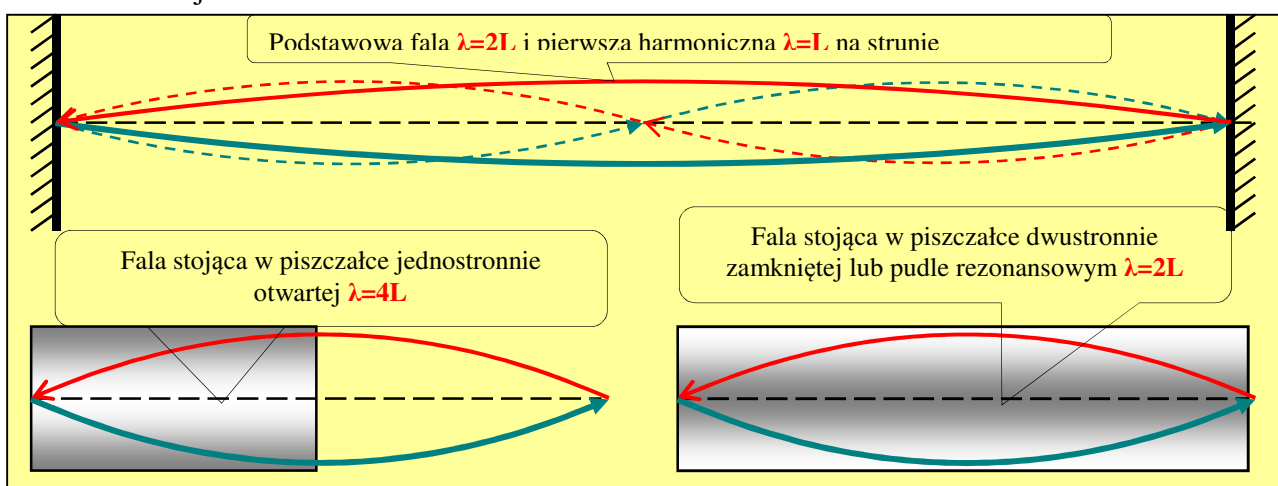
Specyficznym przypadkiem interferencji fali można powiedzieć samej z sobą (czyli na pewno fal spójnych) nazywany falą stojącą, trochę ironicznie jak na twór dynamiczny jakim jest fala.

Fala interferuje z własnym odbiciem jeżeli:

- odbicie zachodzi w stronę przeciwną do jej biegu czyli ściana odbijająca jest prostopadła do kierunku fali padającej
- odległość L źródła od przeszkody spełnia warunek: $L = n \cdot \frac{\lambda}{2}$ gdzie $n \in N$ (2)



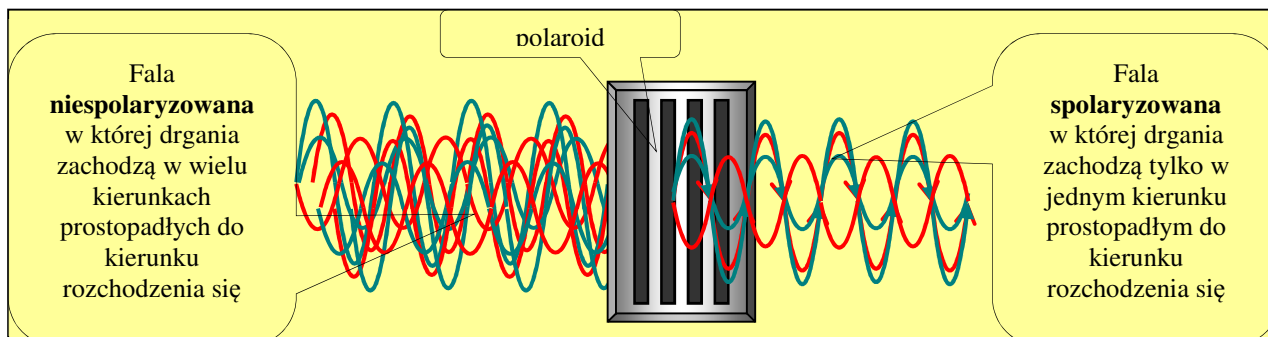
Każdy klasyczny instrument muzyczny wykorzystujący rurę rezonansową (piszczalke) lub pudło rezonansowe wykorzystuje także rezonans z falą stojącą w piszczalce $\lambda=4L$ lub na długości pudła $\lambda=2L$. Podobnie na strunach instrumentów powstaje fala o długości $\lambda=2L$ gdzie L – długość struny, choć dobry wirtuoz gitary lub rockman to wyciągnie do drugiej harmonicznej.



=> [do Spisu treści](#)

6.6. Polaryzacja.

Wytworzone w źródle drgania mechaniczne lub elektromagnetyczne zachodzą często a prawdę powiedziawszy prawie zawsze w różnych kierunkach leżących w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku ruchu fali. Można ten kierunek ustalić przepuszczając falę mechaniczną przez układ szczelin ustalających ten kierunek a tłumiących inne.



W przypadku fal elektromagnetycznych można wykorzystać do tego celu polaryzację odbiciową przy załamaniu dla kąta padania przy którym promień fali częściowo odbitej jest prostopadły do promienia fali załamanej to ten odbity jest spolaryzowany liniowo. Jest to tzw. kąt Brewstera.

Można także wykorzystać niektóre kryształy czyli tzw. polaroidy tzn. ich regularną budowę do ustalenia kierunku drgań wektora natężenia pola elektrycznego co z kolei wymusi stałość kierunku wektora magnetycznego.

Zastosowanie polaryzacji obok wspomnianej wcześniej transmisji dwukanałowej w jednym zakresie częstości kanału to w przypadku np. światła polaroidy umożliwiają np. fotografie za szybą.

=> [do Spisu treści](#)

6.8. Podsumowanie zjawisk falowych.

Nie sposób wymieni i opisać wszystkich zachowań falowych a zwłaszcza ich zastosowania. Omówiono tylko podstawowe z nich, które można reasumować w formie tabelarycznej:

| LP | ZJAWISKO | MIN ILOŚĆ OŚRODKÓW | MIN ILOŚĆ ŹRÓDEŁ | PRAWO | PRZYKŁAD |
|----|---------------|---|------------------|---|--|
| 1 | propagacja | 1 - p | 1 | $\gamma_f = \frac{\rho \cdot v_m^2}{2}$ | światło we mgle zdjęcia rtg |
| 2 | odbicie | 1 - p, 1 - n | 1 | $\alpha = \alpha$ | sonar, radar, zwierciadła |
| 3 | załamanie | 1 - p ₁ , 1 - p ₂ | 1 | $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = n_{\beta\alpha}$ | pryzmat, soczewka |
| 4 | dyfrakcja | 1 - p, 1 - n | 1 | $d \cdot \sin(\alpha_n) = n \cdot \lambda$ | słyszalność dźwięków |
| 5 | interferencja | 1 - p | 2 | $d \cdot \sin(\alpha_n) = n \cdot \lambda$ | układy gwiazd |
| 6 | polaryzacja | 1 - p, 1 - n | 1 | | transmisja RTV, SAT |
| 7 | Dopplera | 1 - p | 1 | $v_{12} = \frac{v_0}{\sqrt{1 \pm \frac{v_z}{v_f}}}$ | badania USG prędkości ruchomych źródeł |

| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|

p – ośrodek przepuszczalny **n** – ośrodek nieprzepuszczalny (odbijający) lub silnie absorbujący
Wydaje się obserwując postęp cywilizacyjny, że znaczenie ruchu falowego będzie ciągle rosnąć nie tylko w dziedzinie telekomunikacji ale w wielu dziedzinach z medycyną na czele.

=> [do Spisu treści](#)

Spis treści rozdziału:

1. Układy mechaniczne drgań.

- 1.1. Parametry drgań mechanicznych.
- 1.2. Ruch harmoniczny prosty (oscylator harmoniczny).
- 1.3. Wahadło matematyczne (idealne) i obciążnik na sprężynie.
- 1.4. Energia drgań.
- 1.5. Drgania tłumione, wymuszone i rezonans drgań.

2. Fizyczne (realne) układy drgań.

- 2.1. Wahadła fizyczne i ich parametry.
- 2.2. Składanie drgań.
- 2.3. Układy drgań mechanicznych.
- 2.4. Wahadło Foucault'a.

3. Drgania elektryczne.

- 3.1. Obwód LC drgań elektrycznych.
- 3.2. Szeregowy i równoległy obwód RLC.
- 3.3. Energia drgań elektrycznych.

4. Fale mechaniczne.

- 4.1. Podział i parametry fal.
- 4.2. Równanie fali.
- 4.3. Energie fal mechanicznych.

5. Fale elektromagnetyczne.

- 5.1. Przegląd fal elektromagnetycznych.
- 5.2. Prędkość światła.
- 5.3. Przekaz informacji z wykorzystaniem energii fali elektromagnetycznej.

6. Podstawowe efekty falowe.

- 6.1. Propagacja i absorbcja.
- 6.2. Odbicie.
- 6.3. Załamanie i całkowite wewnętrzne odbicie.
- 6.4. Dyfrakcja.
- 6.5. Interferencja i fala stojąca.
- 6.6. Polaryzacja.
- 6.7. Efekt Dopplera.
- 6.8. Podsumowanie zjawisk falowych.

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 1 | C0 | C0# | D0 | D0# | E0 | F0 | F0# | G0 | G0# | A0 | A0# | H0 |
| f[Hz] | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| d[m] | 19,471 | 18,389 | 17,421 | 16,55 | 15,762 | 15,045 | 14,391 | 13,792 | 13,24 | 12,259 | 11,414 | 10,677 |
| 2 | C1 | C1# | D1 | D1# | E1 | F1 | F1# | G1 | G1# | A1 | A1# | H1 |
| f[Hz] | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | 58 | 61 |
| d[m] | 10,03 | 9,457 | 8,946 | 8,487 | 8,073 | 7,698 | 7,196 | 6,755 | 6,365 | 6,018 | 5,707 | 5,426 |
| 3 | C2 | C2# | D2 | D2# | E2 | F2 | F2# | G2 | G2# | A2 | A2# | H2 |
| f[Hz] | 65 | 69 | 73 | 77 | 82 | 87 | 92 | 97 | 103 | 109 | 116 | 123 |
| d[m] | 5,092 | 4,797 | 4,534 | 4,299 | 4,037 | 3,805 | 3,598 | 3,412 | 3,214 | 3,037 | 2,853 | 2,691 |
| 4 | C3 | C3# | D3 | D3# | E3 | F3 | F3# | G3 | G3# | A3 | A3# | H3 |
| f[Hz] | 130 | 138 | 146 | 155 | 164 | 174 | 184 | 195 | 207 | 219 | 232 | 246 |
| d[m] | 2,546 | 2,399 | 2,267 | 2,135 | 2,018 | 1,902 | 1,799 | 1,697 | 1,599 | 1,511 | 1,427 | 1,346 |
| 5 | C4 | C4# | D4 | D4# | E4 | F4 | F4# | G4 | G4# | A4 | A4# | H4 |
| f[Hz] | 261 | 277 | 294 | 311 | 329 | 349 | 370 | 392 | 415 | 440 | 466 | 494 |
| d[m] | 1,268 | 1,195 | 1,126 | 1,064 | 1,006 | 0,948 | 0,895 | 0,844 | 0,798 | 0,752 | 0,71 | 0,67 |
| 6 | C5 | C5# | D5 | D5# | E5 | F5 | F5# | G5 | G5# | A5 | A5# | H5 |
| f[Hz] | 523 | 554 | 587 | 622 | 659 | 698 | 740 | 784 | 831 | 880 | 932 | 987 |
| d[m] | 0,633 | 0,597 | 0,564 | 0,532 | 0,502 | 0,474 | 0,447 | 0,422 | 0,398 | 0,376 | 0,355 | 0,335 |
| 7 | C6 | C6# | D6 | D6# | E6 | F6 | F6# | G6 | G6# | A6 | A6# | H6 |
| f[Hz] | 1046 | 1108 | 1174 | 1244 | 1318 | 1396 | 1479 | 1567 | 1660 | 1759 | 1864 | 1975 |
| d[m] | 0,316 | 0,299 | 0,282 | 0,266 | 0,251 | 0,237 | 0,224 | 0,211 | 0,199 | 0,188 | 0,178 | 0,168 |
| 8 | C7 | C7# | D7 | D7# | E7 | F7 | F7# | G7 | G7# | A7 | A7# | H7 |
| f[Hz] | 2092 | 2216 | 2348 | 2488 | 2636 | 2793 | 2959 | 3135 | 3321 | 3518 | 3727 | 3949 |
| d[m] | 0,158 | 0,149 | 0,141 | 0,133 | 0,126 | 0,119 | 0,112 | 0,106 | 0,1 | 0,094 | 0,089 | 0,084 |
| 9 | C8 | C8# | D8 | D8# | E8 | F8 | F8# | G8 | G8# | A8 | A8# | H8 |
| f[Hz] | 4184 | 4433 | 4697 | 4976 | 5272 | 5585 | 5917 | 6269 | 6642 | 7037 | 7455 | 7898 |
| d[m] | 0,079 | 0,075 | 0,07 | 0,067 | 0,063 | 0,059 | 0,056 | 0,053 | 0,05 | 0,047 | 0,044 | 0,042 |
| 10 | C9 | C9# | D9 | D9# | E9 | F9 | F9# | G9 | G9# | A9 | A9# | H9 |
| f[Hz] | 8368 | 8866 | 9393 | 9952 | 10544 | 11171 | 11835 | 12539 | 13285 | 14075 | 14912 | 15799 |
| d[m] | 0,04 | 0,037 | 0,035 | 0,033 | 0,031 | 0,03 | 0,028 | 0,026 | 0,025 | 0,024 | 0,022 | 0,021 |

| | |
|-----------|-------|
| pierw12z2 | 1,059 |
|-----------|-------|

| | |
|-----|-----|
| Vdż | 331 |
|-----|-----|

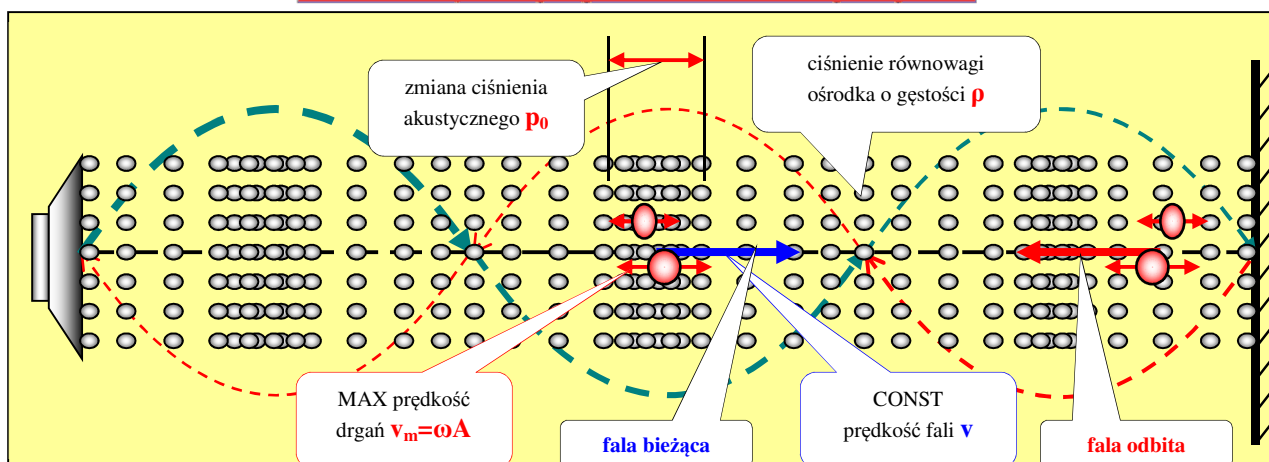
Fragmenty własnych materiałów dydaktycznych

Akustyka i Optyka

Ze względu na fakt, że znaczna część komunikacji człowieka z otoczeniem odbywa się w większości za pomocą dwóch wiodących zmysłów wzroku i słuchu to omawiane i wyodrębniane tu zagadnienia z ruchu drgającego i falowego omawiane są z reguły odrębnie jako osobne zagadnienia. Zmysł dotyku, smaku czy węchu choć ważne to ich znaczenie jest raczej drugoplanowe. Szacunki stopnia komunikacji z otoczeniem za pomocą poszczególnych zmysłów bywają różne i częściowo specyficzne dla różnych ludzi i zawodów, które wykonują. Można przyjąć w odbiorze wrażeń z otoczenia 60% widzialnej optyki i 20% słyszalnej akustyki, przy nadawaniu do otoczenia relacje te pewnie są bliskie odwrotności.

=> [do Spisu treści](#)

1. Dźwięk i jego charakterystyka.



=> [do Spisu treści](#)

1.1. Źródła dźwięków.

Ogólnie źródła dźwięków dzielimy na naturalne i sztuczne, które każdy z pewnością potrafi wymieniwać. Istotnym jest to jak szybko wytworzony w źródle dźwięk dotrze do obserwatora (słuchacza) a to zależy od rodzaju ośrodka w jakim dźwięk się rozchodzi przede wszystkim jego własności sprężystych ale także temperatury ciśnienia w płynach czy naprężeń w kryształach. Dla przykładu prędkości w [m/s] w różnych substancjach:

| GAZY | V [M/S] | CIECZE | V [M/S] | KRYSZTAŁY | V [M/S] |
|-----------------|---------|--------|---------|-----------|-------------------------|
| dwutlenek węgla | 261 | etanol | 1440 | aluminium | 5100 |
| powietrze | 331 | woda | 1430 | miedź | 3560 |
| tlen | 317 | rtęć | 1460 | szkło | 4000 (min) – 5600 (max) |
| wodór | 1286 | | | żelazo | 5130 |

Dla fizjologicznego odzwierciedlenia zjawiska pod nazwą słyszalność i pewnie łatwiejszego niż czysto matematyczny opis wprowadzono względna (bezwymiarową) skalę słyszalności (oznaczoną np. przez **L**) w belach B lub częściej w jej podwielokrotnościach czyli decybelach dB; z wykorzystaniem funkcji logarytm bo nie wiadomo dlaczego ucho ludzkie ma charakterystykę logarytmiczną.

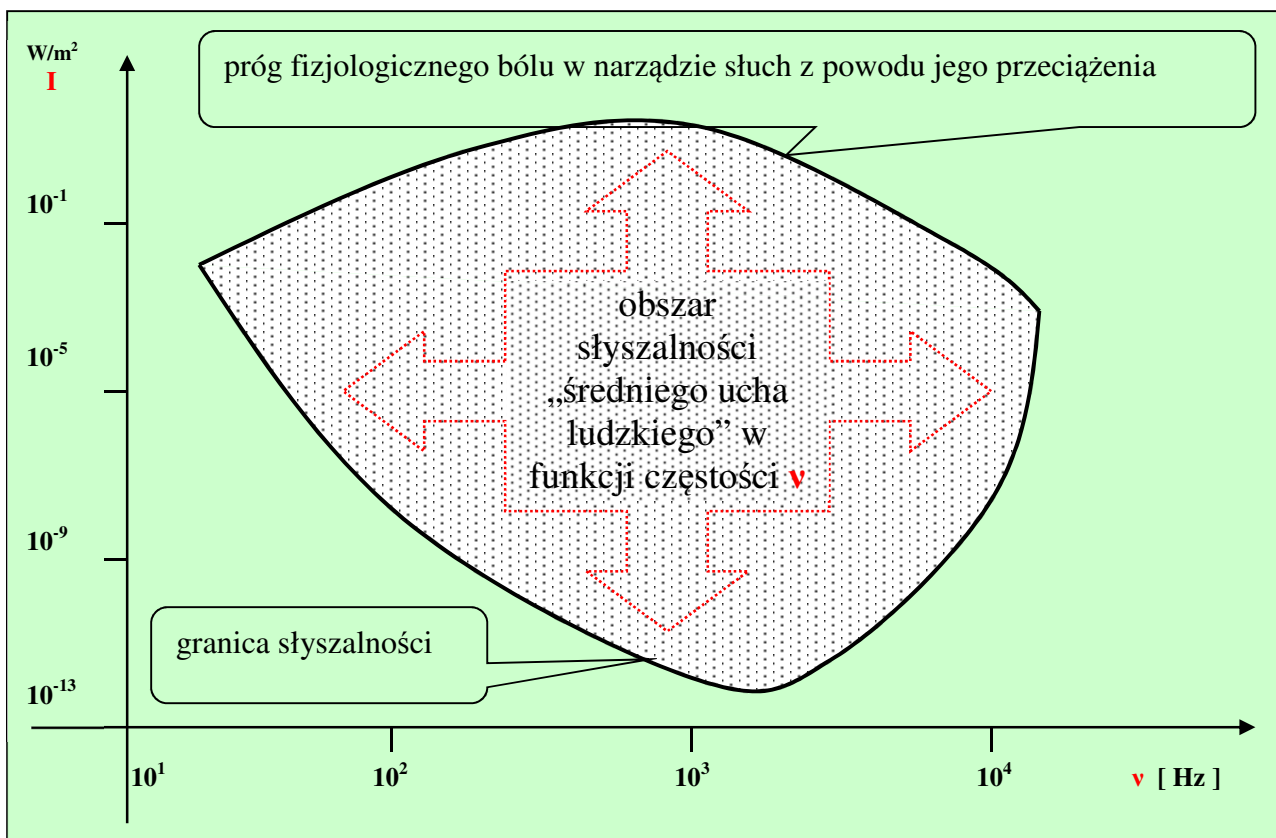
Często porównuje się względną skalę słyszalności do obiektów naturalnych np. 0dB – szept „szepcany”, 120 dB – hałas wielkiego miasta w godzinach szczytu a 130 [dB] – wrażenie słuchowe pilarka pracującej piły łańcuchowej.

=> [do Spisu treści](#)

1.2. Zmysł słuchu i jego działanie.

Tam gdzie w grę wchodzi fizjologia nigdy nie można mówić o jakiś ostrych granicach podziału bo każdy człowiek jest indywidualnością. Podobnie ucho ludzkie jako odbiornik podłużnych fal głosowych to z konstrukcyjnego punktu widzenia parę miliardów różnych odbiorników, których tylko zasada działania jest podobna a jaka to już sprawa biologów a jeszcze lepiej fizjologów. Można co najwyżej uśrednić pewne parametry dla reprezentatywnej populacji ludzi:

- ➔ zakres słyszalnych częstości $\nu = (30 - 16000)$ [Hz] zależny od wieku i ucha indywidualnego człowieka, zależny od natężenia, spada z wiekiem dla wielkich częstości.
- ➔ zakres fizycznych natężeń dźwięków $I = (10^{-12} - 1)$ [W/m^2]. Jest to przerażająco duży zakres, który świadczy o ważności słuchu ale i o bardzo małym obecnie jego wykorzystaniu. Jest także zależny od indywidualnego ucha i od stopnia wykorzystywania słuchu we własnej działalności. Zależny od częstości ν .
- ➔ ogólna skala słyszalności jako funkcja dwóch poprzednich parametrów, którą można zilustrować wykreślić:



Największa czułość ucha jest w zakresie częstości około 1000 Hz, czyli dźwięków z najbliższego otoczenia człowieka i najczęściej występujących.

=> [do Spisu treści](#)

1.3. Parametry fizyczne i akustyczne dźwięków.

Odbiór wrażeń dźwiękowych to wypadkowa subiektywnych odczuć odbiorcy i obiektywnie mierzalnych fizycznych parametrów, które im odpowiadają. Można to zilustrować tabelarycznie.

| PARAMETR AKUSTYCZNY | JEDNOSTKA SUBIEKTYWNA | JEDNOSTKA OBIEKTYWNA | PARAMETR FIZYCZNY | PRZYKŁAD POTOCZNY |
|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|
|------------------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|----------------------|

| | | | | |
|----------------------|--|--|--|---------------------------|
| wysokość | wysoki średni niski | (8 – 16) kHz (0,5 – 8) kHz (30 – 500) Hz | częstość | pisk brzęk łomot |
| głośność | głośny (80 – 120) dB średni (30 – 70) dB cichy (0 – 20) dB | (10 ⁻⁴ – 1) W/m ² (10 ⁻⁸ – 10 ⁻⁴) W/m ² (10 ⁻¹² – 10 ⁻⁸) W/m ² | amplituda A energia kA ² /2 natężenie P/S | hałas rozmowa szept |
| barwa (brzmienie) | ładnie brzmi rzęzi (chrypi) | wypadkowe drżanie (amplituda) | kształt impulsu | strunowe perkusyjne |

W każdym indywidualnym przypadku ten sam parametr fizyczny może wywołać inne wrażenie słuchowe.

=> [do Spisu treści](#)

1.4. Odbiór dźwięków.

Odbiór wrażeń dźwiękowych częściowo był przedyskutowany poprzednio. Teraz przedyskutujemy dostosowanie wymogów parametrów fizycznych do fizjologii słuchu. Na przestrzeni wieków i działalności kulturalnej człowieka opracowano wiele skal muzycznych i głosowych. W oparciu o nie konstruowano wiele instrumentów muzycznych, utworów instrumentalnych czy wokalnych.

Obecnie najbardziej rozpowszechnioną muzyczną skalą jest tzw. skala temperowana zwana czasem fortepianową, choć dotyczy nie tylko fortepianu. Wraz z nazwami dźwięków, odpowiadającymi im częstościami i długościami fal przedstawiono poniżej.

| | | | | | | | | | | | | |
|----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 1 | C0 | C0# | D0 | D0# | E0 | F0 | F0# | G0 | G0# | A0 | A0# | H0 |
| f[Hz] | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 27 | 29 | 31 |
| d[m] | 19,471 | 18,389 | 17,421 | 16,55 | 15,762 | 15,045 | 14,391 | 13,792 | 13,24 | 12,259 | 11,414 | 10,677 |
| 2 | C1 | C1# | D1 | D1# | E1 | F1 | F1# | G1 | G1# | A1 | A1# | H1 |
| f[Hz] | 33 | 35 | 37 | 39 | 41 | 43 | 46 | 49 | 52 | 55 | 58 | 61 |
| d[m] | 10,03 | 9,457 | 8,946 | 8,487 | 8,073 | 7,698 | 7,196 | 6,755 | 6,365 | 6,018 | 5,707 | 5,426 |
| 3 | C2 | C2# | D2 | D2# | E2 | F2 | F2# | G2 | G2# | A2 | A2# | H2 |
| f[Hz] | 65 | 69 | 73 | 77 | 82 | 87 | 92 | 97 | 103 | 109 | 116 | 123 |
| d[m] | 5,092 | 4,797 | 4,534 | 4,299 | 4,037 | 3,805 | 3,598 | 3,412 | 3,214 | 3,037 | 2,853 | 2,691 |
| 4 | C3 | C3# | D3 | D3# | E3 | F3 | F3# | G3 | G3# | A3 | A3# | H3 |
| f[Hz] | 130 | 138 | 146 | 155 | 164 | 174 | 184 | 195 | 207 | 219 | 232 | 246 |
| d[m] | 2,546 | 2,399 | 2,267 | 2,135 | 2,018 | 1,902 | 1,799 | 1,697 | 1,599 | 1,511 | 1,427 | 1,346 |
| 5 | C4 | C4# | D4 | D4# | E4 | F4 | F4# | G4 | G4# | A4 | A4# | H4 |
| f[Hz] | 261 | 277 | 294 | 311 | 329 | 349 | 370 | 392 | 415 | 440 | 466 | 494 |
| d[m] | 1,268 | 1,195 | 1,126 | 1,064 | 1,006 | 0,948 | 0,895 | 0,844 | 0,798 | 0,752 | 0,71 | 0,67 |
| 6 | C5 | C5# | D5 | D5# | E5 | F5 | F5# | G6 | G5# | A5 | A5# | H5 |
| f[Hz] | 523 | 554 | 587 | 622 | 659 | 698 | 740 | 784 | 831 | 880 | 932 | 987 |
| d[m] | 0,633 | 0,597 | 0,564 | 0,532 | 0,502 | 0,474 | 0,447 | 0,422 | 0,398 | 0,376 | 0,355 | 0,335 |
| 7 | C6 | C6# | D6 | D6# | E6 | F6 | F6# | G6 | G6# | A6 | A6# | H6 |
| f[Hz] | 1046 | 1108 | 1174 | 1244 | 1318 | 1396 | 1479 | 1567 | 1660 | 1759 | 1864 | 1975 |
| d[m] | 0,316 | 0,299 | 0,282 | 0,266 | 0,251 | 0,237 | 0,224 | 0,211 | 0,199 | 0,188 | 0,178 | 0,168 |
| 8 | C7 | C7# | D7 | D7# | E7 | F7 | F7# | G7 | G7# | A7 | A7# | H7 |
| f[Hz] | 2092 | 2216 | 2348 | 2488 | 2636 | 2793 | 2959 | 3135 | 3321 | 3518 | 3727 | 3949 |
| d[m] | 0,158 | 0,149 | 0,141 | 0,133 | 0,126 | 0,119 | 0,112 | 0,106 | 0,1 | 0,094 | 0,089 | 0,084 |
| 9 | C8 | C8# | D8 | D8# | E8 | F8 | F8# | G8 | G8# | A8 | A8# | H8 |
| f[Hz] | 4184 | 4433 | 4697 | 4976 | 5272 | 5585 | 5917 | 6269 | 6642 | 7037 | 7455 | 7898 |
| d[m] | 0,079 | 0,075 | 0,07 | 0,067 | 0,063 | 0,059 | 0,056 | 0,053 | 0,05 | 0,047 | 0,044 | 0,042 |

| 10 | C9 | C9# | D9 | D9# | E9 | F9 | F9# | G9 | G9# | A9 | A9# | H9 |
|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| f[Hz] | 8368 | 8866 | 9393 | 9952 | 10544 | 11171 | 11835 | 12539 | 13285 | 14075 | 14912 | 15799 |
| d[m] | 0,04 | 0,037 | 0,035 | 0,033 | 0,031 | 0,03 | 0,028 | 0,026 | 0,025 | 0,024 | 0,022 | 0,021 |

Składa się ze 120 półtonów na które podzielono pełny zakres słyszalności, dodatkowo jest tu 10 podgrup zwanych mylnie oktawami po 12 (a nie 8) półtonów każda. Podział ten jest dostosowany do fizjologii słuchu natomiast fizyczne kryteria spełniają warunki:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{v_3}{v_2} = \dots = \sqrt[12]{2} \quad \text{dla półtonów pomiędzy sobą i} \quad \frac{v_{C2}}{v_{C1}} = \frac{v_{D2}}{v_{D1}} = \dots = 2 \quad \text{dla identycznych}$$

dźwięków w sąsiednich oktawach. Taki podział zapewnia liniowy odbiór dźwięków w miarę przemieszczania się po klawiaturze.

=> [do Spisu treści](#)

2. Światło jako fala elektromagnetyczna.

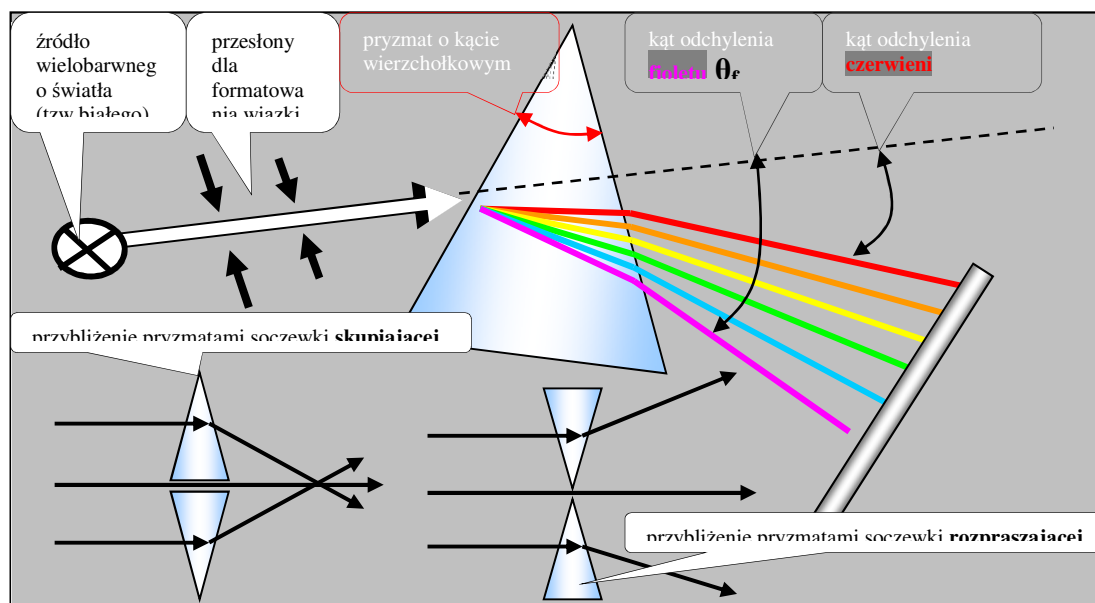
Światło to utarta zwyczajowo nazwa wąskiego zakresu promieniowania elektromagnetycznego o długościach fal z przedziału $\lambda = (0,4 - 0,7) \mu\text{m}$. W tym tylko zakresie jest „qmalski” nasz zmysł wzroku w zakresie odbioru wrażeń świetlnych z otoczenia. Na dodatek jakość odbioru jest znacznie poniżej jakiegokolwiek „normy naturalnej” i każdy widzący podwładny (może z wyjątkiem bawołu) jest chyba lepszy od człowieka czyli koronowanego króla zwierząt. Jakość to zarówno słaba ilościowo bo potrzebna jest duża ilość fotonów do wywołania wrażenia jak precyzyjnie – jakościowo dlatego, że wzrokowa ocena jest w wielu wypadkach daleka od geometrycznych i czasowych pomiarów. Nasz organizm reaguje także na zakresy podświetlne (podczerwień, ciepło) i nad świetlne (nadfiolet) lecz w większości jest to działanie niekorzystne zwłaszcza w większej dawce fotonowej (światło widzialne zresztą też). Jest to w porównaniu do wielkiej różnorodności i zmienności przyrody zbyt wąska specjalizacja.

=> [do Spisu treści](#)

2.1. Rozszczepienie światła białego w pryzmacie.

Pryzmat to przyrząd optyczny o różnorodnym zastosowaniu przede wszystkim optycznym ale także mechanicznym. W przypadku optyki to bryła z materiału przezroczystego o kształcie graniastosłupa prawidłowego o podstawie trójkąta (równobocznego lub równoramiennego) z minimum dwoma ściankami bocznymi dokładnie wypolerowanymi.

Jeżeli przez pryzmat przechodzi wąska wiązka światła białego (właściwie byłoby powiedzieć wielobarwnego) to jej zachowanie jest zbliżone do tego jak na ilustracji poniżej.



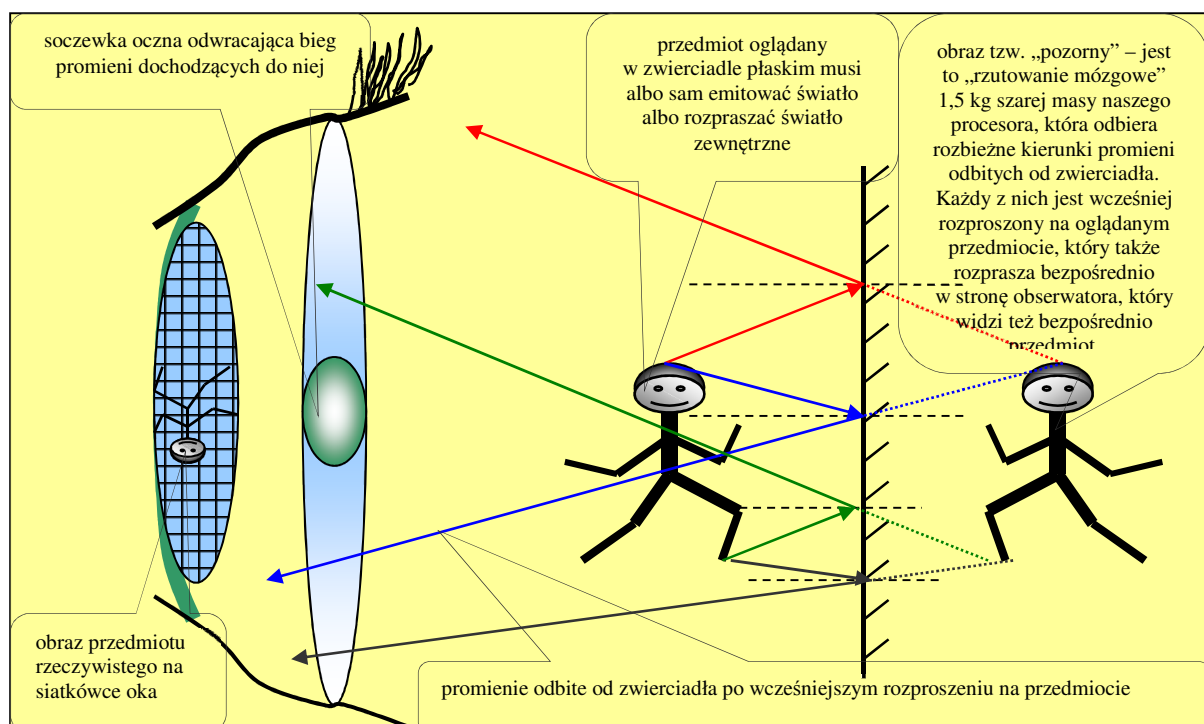
Zastosowanie pryzmatów bywa różnorodne np. do analizy widm starszych rodzajach spektrometrów (w nowocześniejszych to siatki dyfrakcyjne o gęstościach rys nawet do kilkunastu tysięcy na 1mm długości siatki) ale najczęściej do zmiany kierunku biegu promieni światła w aparatach fotograficznych i innych urządzeniach projekcyjnych.

Częściej od pryzmatu są stosowane soczewki, które można traktować jako kontinuum pryzmatów o płynnie zmieniających się kątach wierzchołkowych od φ_{\min} do φ_{\max} , których wartości są zależne od grubości soczewki.

=> [do Spisu treści](#)

2.2. Zwierciadła płaskie.

Zwierciadło płaskie zwane potocznie i nie całkiem słusznie lustrami to przyrząd optyczny utworzony z dokładnie wypolerowanej, płaskiej powierzchni, najczęściej metalicznej. Częściej jednak zamiast polerowania powierzchni metalicznej wykorzystuje się naturalnie płaskie powierzchnie przezroczyste (najczęściej szkło), na które napyła się sproszkowany metal (metalizuje się), najczęściej jest nim aluminium. Po napyleniu powierzchnię zabezpiecza się farbą i oprawia w jakąś ramkę. Tę ostatnią konstrukcję nazywa się po prostu lustrem, lusterkiem czy lustreczkiem. Jednak w tym układzie nie mamy typowego odbicia zwierciadlanego od metalu ale obok niego jeszcze podwójne załamanie na granicy powietrza i szkła. Przedstawiona poniżej konstrukcja dotyczy tylko odbicia od powierzchni zwierciadlanej.



Są tu pokazane 4 przykładowe promienie rozproszone na oglądanym przedmiocie, odbite od powierzchni zwierciadła i jako kontinuum wiązki rozbieżnej trafia poprzez soczewkę oczną na siatkówkę, gdzie powstają wrażenia świetlne. Każde dwa promienie w konsekwencji prawa odbicia choć pochodzą od wspólnego punktu rozproszenia na przedmiocie to dla „ekstrapolacji mózgowej” sprawiają wrażenia jakby wychodziły z punktów poza

zwierciadłem (bez odbicia) i tam właśnie mózg lokalizuje obraz. Ponieważ w rzeczywistości nie istnieje dlatego nazywany jest POZORNYM (czyt. mózgowym) OBRAZEM.

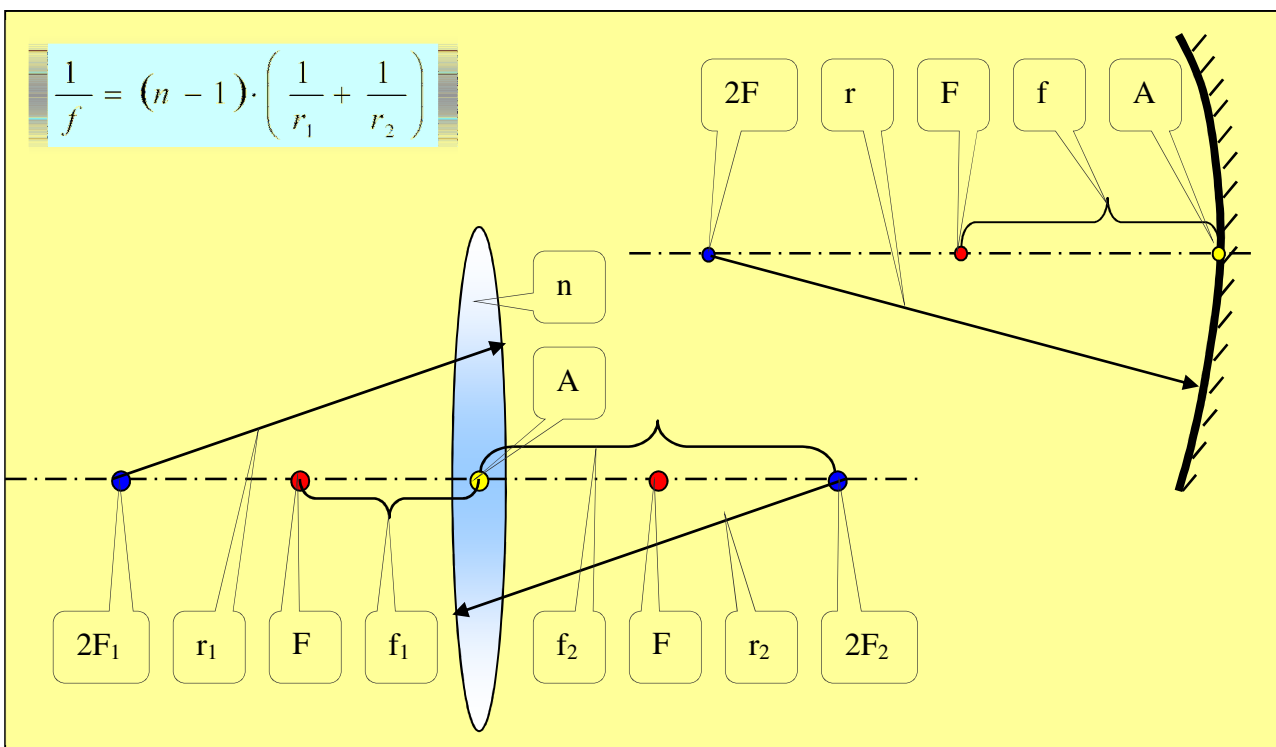
Do oka dochodzą też bezpośrednie (nie odbite od zwierciadła) promienie rozproszone na przedmiocie i obserwator widzi dwa obrazy: na siatkówce rzeczywisty i odwrócony przez soczewkę oczną od wiązki bezpośredniej rozproszonej na przedmiocie i pozorny powstały z wrażeń od promieni odbitych a „lokalizowanych” poza zwierciadłem („w krainie czarującej Alicji”).

Zwierciadła płaskie najczęściej wykorzystywane są do odbiciowej zmiany kierunku biegu wiązek równoległych światła lub po prostu do „pozornej autokontroli” obserwatora czyli po prostu przeglądania się.

=> [do Spisu treści](#)

2.3. Soczewka i zwierciadło sferyczne jako przyrządy optyczne.

Soczewki i zwierciadła sferyczne w swojej zasadzie działania są nieco rozbieżne a dokładnie to soczewka w oparciu o odchylenie pryzmatyczne jako konsekwencja prawa załamania oraz zwierciadło chociaż sferyczne to „czyste” prawo odbicia względem prostopadłej padania jako przedłużenie jego promienia krzywizny.



Należałoby zdefiniować każdy z tych przyrządów oddzielnie:

- **soczewka** – bryła z materiału przezroczystego ograniczona dwoma powierzchniami sferycznymi lub sferą i płaszczyzną
- **zwierciadło wklęsłe (wypukłe)** – najczęściej kolisty wycinek sfery o metalicznym połysku od wewnątrz (na zewnątrz)

Charakterystyczne cechy i parametry soczewki i zwierciadła istotne z punktu odzworowań optycznych to:

- $O = 2F$ – środek krzywizny,
- r – promień krzywizny,
- A – wierzchołek,
- F – ognisko czyli punkt zbieżności wiązki równoległej do osi optycznej po przejściu soczewki (odbiciu od zwierciadła wklęsłego (dla zwierciadła

wypukłego to pozorny punkt F' wyjścia wiązki rozbieżnej) zawsze z warunkiem $OA = 2 \cdot AF$ lub $r = 2 \cdot f$),

- f – odległość ogniskowa lub krótko ogniskowa

Stała materiałowa n (współczynnik załamania) jest parametrem tylko dla soczewki.

W przypadku soczewek można wyróżnić 6 różnych typów podzielonych na 2 podgrupy:

1) skupiające oznaczane „+” to ogólnie takie, które są grubsze w środku niż na zewnątrz

- $()$ - wypukło – wypukła (dwuwypukła)
- $|)$ - wypukło – płaska
- $))$ - wypukło – wklęsła

2) rozpraszające oznaczane „-” to ogólnie takie, które są cieńsze w środku niż na zewnątrz

- $) ($ - wklęsło – wklęsła (dwuwklęsła)
- $| ($ - wklęsło – płaska
- $))$ - wklęsło – wypukła

Symbolem soczewek z grupy 1) jest strzałka z grotami do zewnątrz a z grupy 2) z grotami do środka. Warunek skupiające lub rozpraszające jest spełniony przy tych kształtach wtedy i tylko wtedy gdy materiał soczewki jest gęstszy optycznie od materiału ośrodka ją otaczającego, gdy relacja gęstości jest przeciwna to grupa 1) jest rozpraszająca a grupa 2) skupiająca.

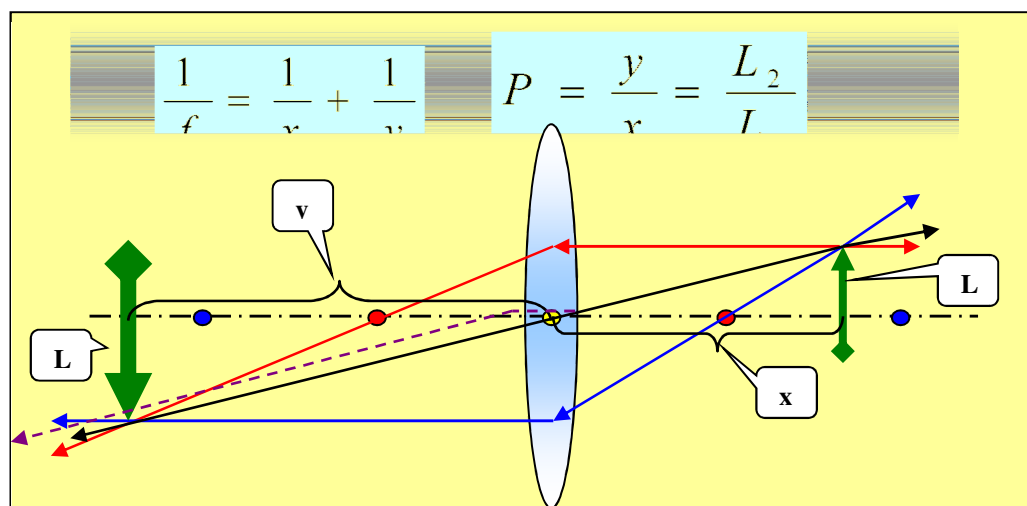
=> [do Spisu treści](#)

3. Obrazy w soczewkach i zwierciadłach sferycznych.

Najbardziej spektakularnym zastosowaniem soczewek, zwierciadeł lub ich układów jest odwzorowanie przedmiotów emitujących światło lub odbijających zewnętrzne światło docierające do nich. To odwzorowanie to nie tylko gotowy obraz rzutowany na ekran, kliszę fotograficzną czy światłoczułą matrycę cyfrową ale także dynamiczne jego przetwarzanie. Jako modelowe ciało najczęściej przedstawia się po prostu pojedynczą strzałkę.

=> [do Spisu treści](#)

3.1. Obrazy rzeczywiste.



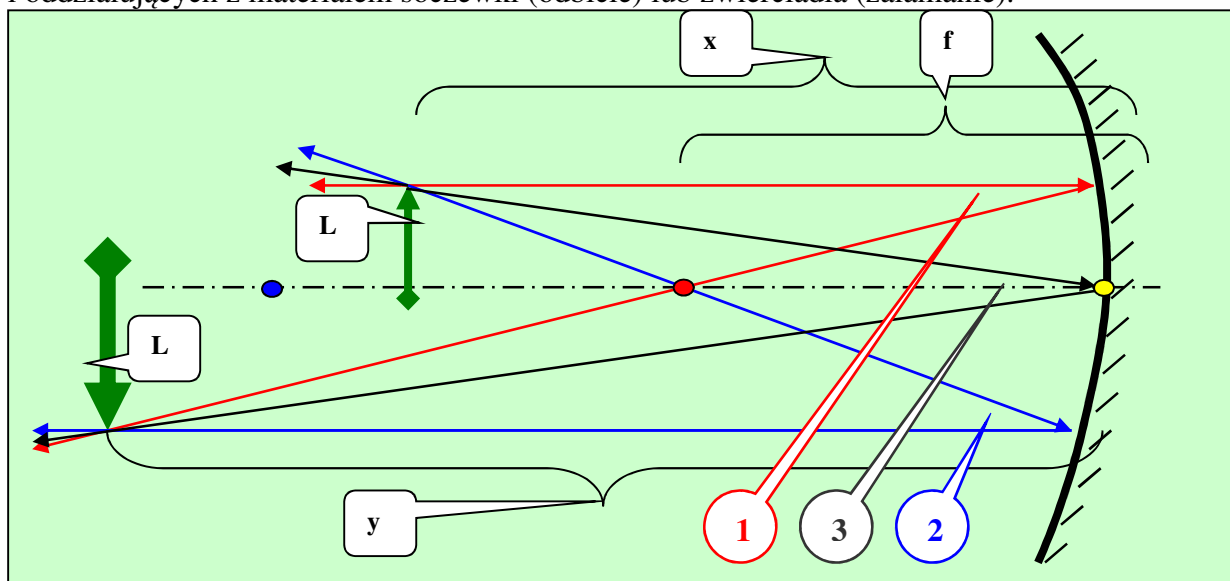
Do konstrukcji geometrycznej obrazów wykorzystujemy dwa z spośród charakterystycznych promieni:

1 – równoległy do osi optycznej, który po przejściu soczewki (odbiciu od zwierciadła) przechodzi przez ognisko

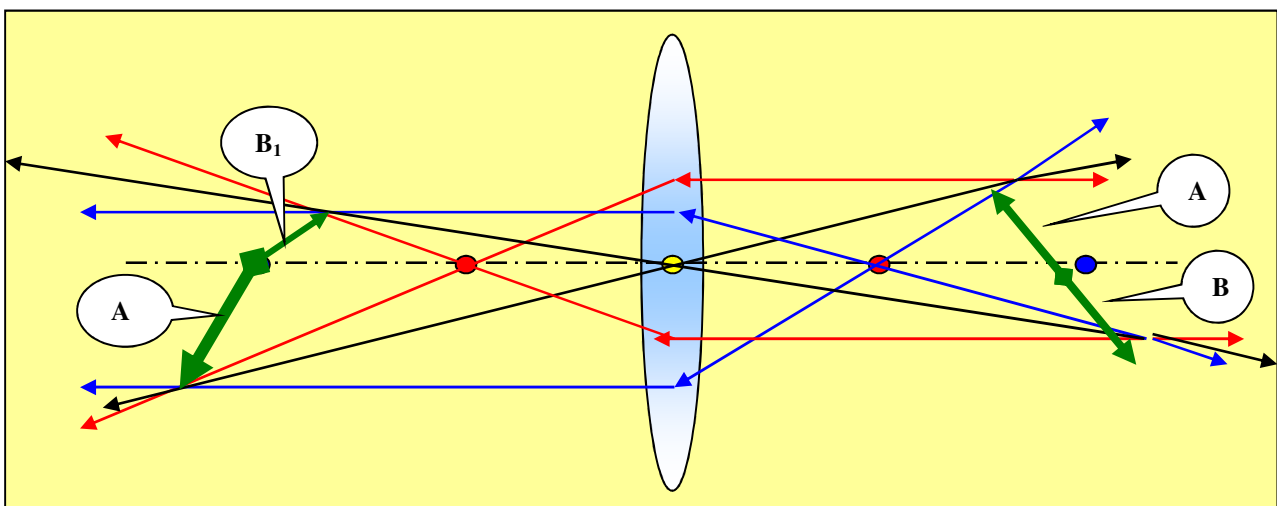
2 – ogniskowy, który po przejściu soczewki (odbiciu od zwierciadła) jest równoległy do osi optycznej

3 – wierzchołkowy, który po przejściu soczewki zachowuje ten sam kierunek, w rzeczywistości jest on przesunięty równolegle w stronę osi optycznej o wartość zależną od grubości soczewki co jest przyczyną wady optycznej zwanej aberracją komatyczną (po odbiciu od zwierciadła jest symetryczny względem osi optycznej)

W rzeczywistości to kontinuum czaso – przestrzenne wiązek emitowanych fotonów i oddziałujących z materiałem soczewki (odbicie) lub zwierciadła (załamanie).



Odwzorowania soczewką lub zwierciadłem mają sens tylko wtedy, gdy przedmiot jest płaski i w płaszczyźnie prostopadłej do osi optycznej. Gdy tak nie jest to obraz jest zniekształcony i na ekranie ostry tylko w niewielkim fragmencie. Poniżej przedstawiono właśnie taki przykład odwzorowania, gdzie część A odcinka – przedmiotu leży w strefie powiększania, natomiast część B w strefie powiększania. W wyniku odwzorowania uzyskujemy jako obraz odcinka łamaną o całkowicie zniekształconych proporcjach, czyli po prostu nic nie warto odwzorowanie (może z wyjątkiem lunaparków).

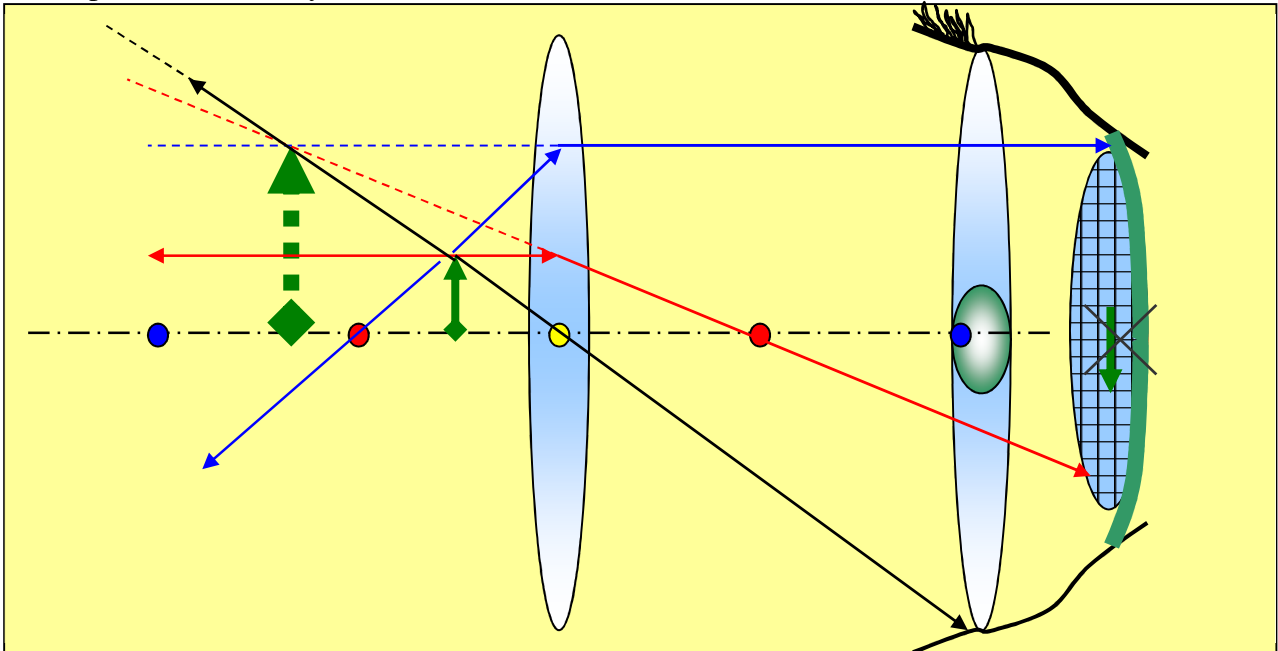


W przypadku reflektorów punktowe źródło światła umieszcza się w ognisku zwierciadła lub soczewki a w konsekwencji dostaje się równoległą (skolimowaną) wiązkę po odbiciu od zwierciadła lub przejściu soczewki.

=> [do Spisu treści](#)

3.2. Obrazy pozorne.

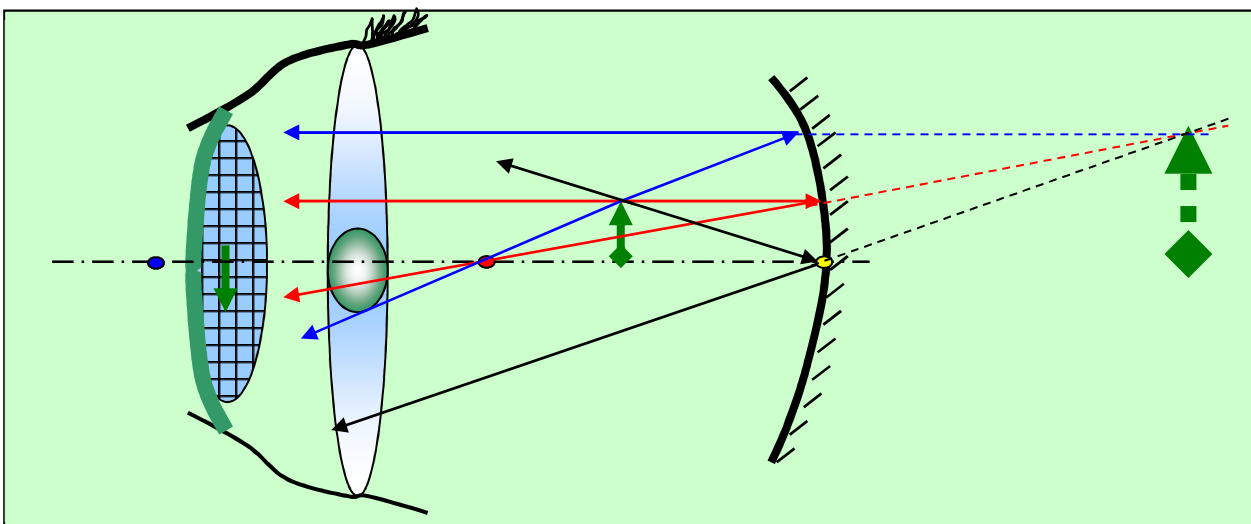
Uzyskujemy wtedy gdy przedmiot znajduje się pomiędzy wierzchołkiem A soczewki a ogniskiem F soczewki lub zwierciadła. Dla soczewki przedstawionej poniżej taki układ nazywa się lupą optyczną, jeżeli traktujemy ją jako przyrząd to dodatkowo jest ona oprawiona i zaopatrzona w uchwyt.



Rozproszona na przedmiocie wiązka po przejściu soczewki (odbiciu od zwierciadła) trafi jako rozbieżna do oka przy czym mózg zlokalizuje pozorny punkt wyjścia wiązki rozbieżnej, którym jest punkt rzeczywistego przedmiotu rzeczywistego jednak lokalizowany gdzie indziej za soczewką jako obraz pozorny (rzeczywistego przedmiotu za soczewką oko nie widzi).

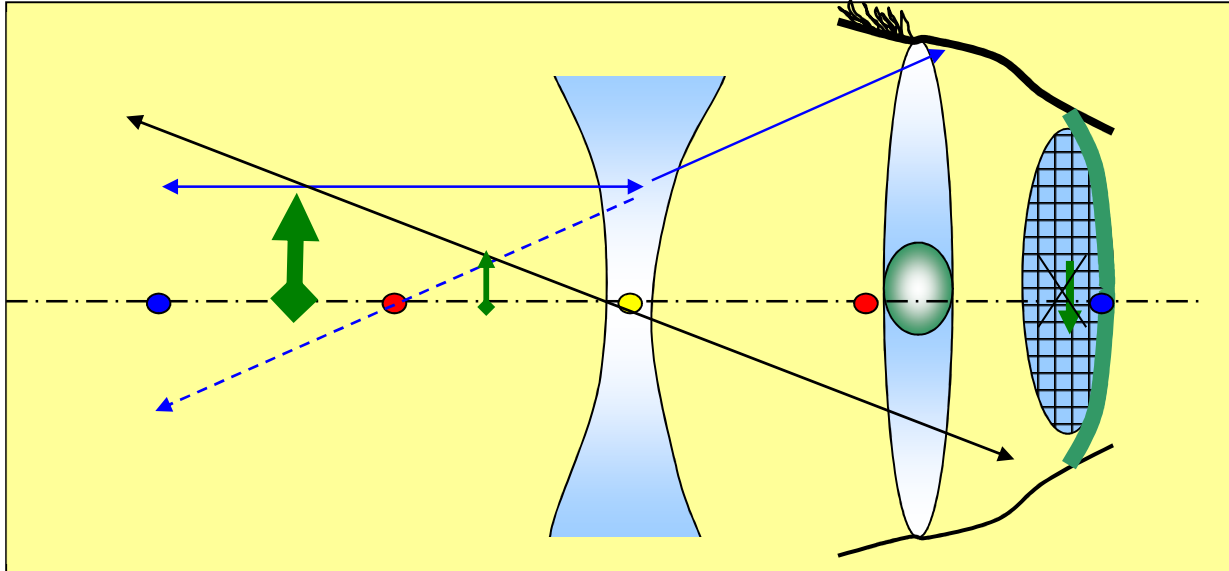
W zwierciadlanym odpowiedniku lupy oko i przedmiot są po tej samej stronie zwierciadła i obserwator widzi równocześnie rzeczywisty przedmiot i jego pozorny obraz lecz lupa zwierciadlana jest stosunkowo rzadko stosowana.

Zwierciadlany odpowiednik lupy przedstawiono poniżej.

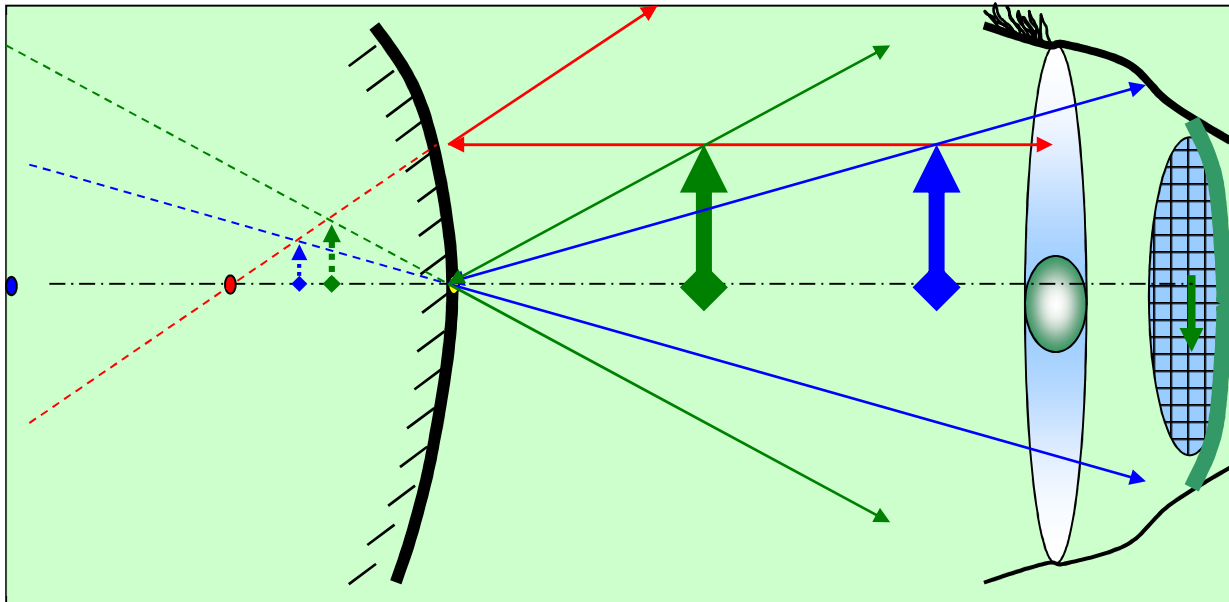


3.3. Soczewka rozpraszająca i zwierciadło wypukłe.

Soczewka rozpraszająca jest najczęściej stosowana do bezpośredniej korekcji wzroku u osób u których promienie świetlne po przejściu soczewki ocznej skupiają się nienaturalnie przed siatkówką. Najczęściej ten typ wady wzroku występuje u ludzi młodych i jest w sporej części korygowany. W soczewkach rozpraszających i zwierciadłach wypukłych niezależnie od położenia przedmiotu względem soczewki powstaje **zawsze obraz pozorny, prosty i pomniejszony**. Przykłady odwzorowań soczewkowego i zwierciadlanego na ilustracjach poniżej.



Obserwator nie widzi rzeczywistego przedmiotu za soczewką a tylko jego pozorny obraz.



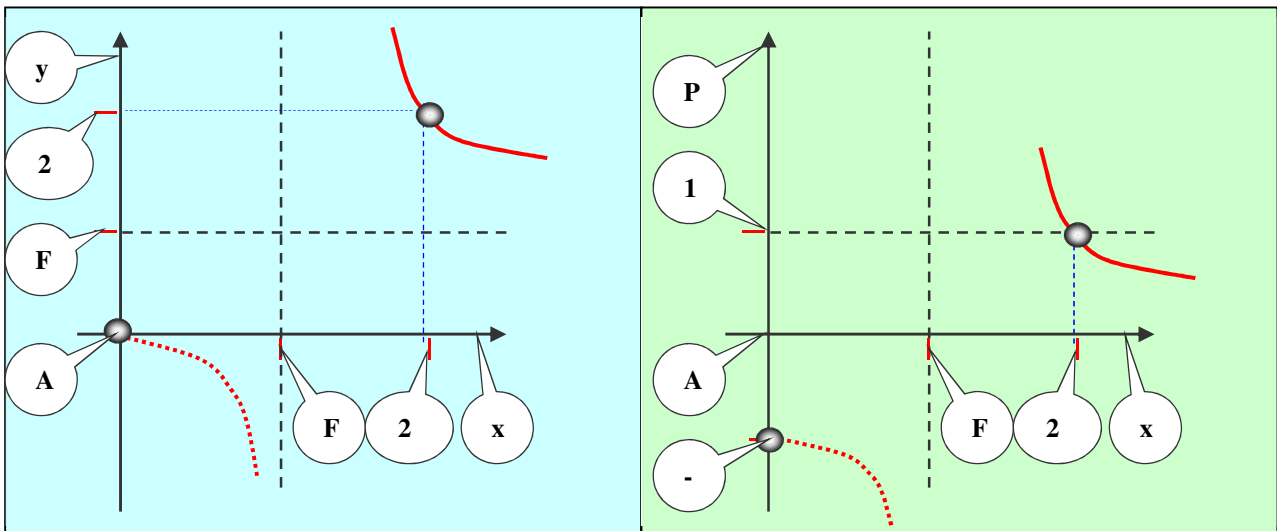
Jako zwierciadła wypukłe stosuje się czasem całe lub część zewnętrznych lusterek wstecznych w samochodach. Główną, choć jedyną zaletą zwierciadeł wypukłych jest to, że dają znacznie szerszą panoramę niż płaskie, dlatego często stosowane są jako podglądy zwierciadlane niewidocznej części skrzyżowań ulic. Posiadają jednak potężną wadę w porównaniu do płaskich. Mianowicie obserwowalna wielkość obrazu jest nieproporcjonalna do jego odległości od zwierciadła czego dowód konstrukcyjny zawiera ta ilustracja gdzie 2 razy bardziej odległy przedmiot nie jest dwukrotnie mniejszy jak byłoby w zwierciadle płaskim. Ocena odległości na podstawie obrazu w zwierciadle wypukłym o ile

w ogóle jest możliwe to po długim oby bezwypadkowym okresie nauki. Zwierciadła wypukłe stosowane są także w niektórych rozwiązaniach teleskopów zwierciadlanych.

=> [do Spisu treści](#)

3.4. Wzór soczewkowy i jego interpretacja.

Z analizy warunków powstawania obrazów (rzeczywistych i pozornych) względem ogniskowej pozwala zilustrować problem wykreślnie:



Wnioski z doświadczeń mogą być zebrane tabelarycznie:

| LP | ODLEGŁOŚĆ PRZEDMIOTU X | ODLEGŁOŚĆ OBRAZU Y | POWIĘKSZENIE $P = Y/X$ | TYP OBRAZU |
|----|------------------------|------------------------|------------------------|---|
| 1 | $x = 0$ | $y = 0$ | $P = 1$ | sam sobą np. skale pomiarowe przyrządów |
| 2 | $0 < x < f$ | $x < y < \infty$ | $1 < P < \infty$ | pozorny , prosty , powiększony |
| 3 | $x = f$ | $y \rightarrow \infty$ | $P \rightarrow \infty$ | nierealny (w nieskończoności) |
| 4 | $f < x < 2f$ | $2f < y < \infty$ | $1 < P < \infty$ | rzeczywisty, odwrócony, powiększony |
| 5 | $x = 2f$ | $y = 2f$ | $P = 1$ | rzeczywisty, odwrócony, tej samej wielkości |
| 6 | $2f < x < \infty$ | $f < y < 2f$ | $0 < P < 1$ | rzeczywisty, odwrócony, pomniejszony |

Całość odwzorowań optycznych opisuje formuła (1) zwana wzorem soczewkowym, który w odróżnieniu od równania soczewki opisuje relację ogniskowej f do odległości przedmiotu x i ostrego obrazu y .

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y} \quad (1) \quad P = \frac{y}{x} = \frac{L_2}{L_1} \quad (2) \quad D = \frac{1}{f} \quad (3)$$

Formuła (2) określa powiększenie optyczne, które jest relacją odległości obrazu (dla pozornych jest ona nierzeczywista i często przyjmowana jako ujemna) do przedmiotu lub rozmiarów liniowych obrazu do przedmiotu.

Dla soczewek i zwierciadeł definiuje się (formuła (3)) tzw. zdolność skupiającą D jako odwrotność ogniskowej o wymiarze 1/m nazywanej przez optyków instrumentalnych dioptrią D indeksowanej „+” lub „-” w zależności od tego czy soczewka skupiająca czy rozpraszająca. Dla przykładu $+2D=1/0,5m$ (często pomija się oznaczenie dioptrii D).

=> [do Spisu treści](#)

Spis treści rozdziału:

1. Dźwięk i jego charakterystyka.

- 1.1. Źródła dźwięków.
- 1.2. Zmysł słuchu i jego działanie.
- 1.3. Parametry fizyczne i akustyczne dźwięków.
- 1.4. Odbiór dźwięków.

2. Światło jako fala elektromagnetyczna.

- 2.1. Rozszczepienie światła białego w pryzmacie.
- 2.2. Zwierciadła płaskie.
- 2.3. Soczewka i zwierciadło sferyczne jako przyrządy optyczne.
- 2.4. Równanie soczewki i zwierciadła sferycznego.

3. Obrazy w soczewkach i zwierciadłach sferycznych.

- 3.1. Obrazy rzeczywiste.
- 3.2. Obrazy pozorne.
- 3.3. Soczewka rozpraszająca i zwierciadło wypukłe.
- 3.4. Wzór soczewkowy i jego interpretacja.

4. Przyrządy optyczne.

- 4.1. Lupa (okular) i obiektyw.
- 4.2. Mikroskop.
- 4.3. Luneta astronomiczna.
- 4.4. Peryskop.
- 4.5. Dalmierz.

5. Akustyka i optyka w przyrodzie (przykłady).

- 5.1. Wyładowania atmosferyczne.
- 5.2. Echo i pogłos.
- 5.3. Tęcza i zorza (polarna).
- 5.4. Zaćmienia i zakrycia obiektów.
- 5.5. Miraże.
- 5.6. Holo.

6. Wady i złudzenia optyczne.

- 6.1. Wady wzroku i odwzorowań optycznych.
- 6.2. Złudzenia optyczne.

Opis 12 Doświadczenie „Obrazy w lampce”.

Wykonanie tego doświadczenia powinno odbyć się w 2 – 4 grupach klasowych lub po prostu indywidualnie w domach, jak zresztą większość opisanych doświadczeń. Pozwala przy pomocy prostych przyniesionych przez przyrządów sprawdzić powstawanie obrazów rzeczywistych i pozornych, oraz wzoru soczewkowego (warunku powstawania obrazu):

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

1. Przygotowujemy potrzebne materiały: świeca lub inne źródło światła, lampka (do koniaku) lub inna o kształcie jak najbardziej zbliżonym do kuli; czasem może się to udać z przepalanej żarówki ale muszą to zrobić rodzice w domach, przymiar lub dłuższa linijka, płaska ściana jako ekran lub dowolna biała kartka pełniąca tę rolę.

Uwaga !!! !! !

Ogniskową soczewki – lampki można wyznaczyć z nieobowiązkowego równania soczewki dla jej wersji dwustronnie symetrycznej: $\frac{1}{f} = (n - 1) \cdot \frac{2}{r}$ pamiętając, że współczynnik załamania wody $n = 1,3$ i ten należy wstawić zaniedbując cienkie szkło lampki dla którego średnio $n = 1,5$. Natomiast promień r w m czy raczej średnicę lampki można zmierzyć, choć niezbyt dokładnie.

2. Wykonanie doświadczeń:

- 2.1. Napełniamy prawie do pełna lampkę wodą i ostawiamy pomiędzy źródłem światła a ekranem.

- 2.2. Dobieramy tak jej położenie aby uzyskać możliwie najbardziej ostry rzeczywisty i powiększony o źródła, można dodatkowo zmieniać położenie przedmiotu.

- 2.3. Mierzmy odległości x w m i y w m , co jest odpowiednio odległością przedmiotu i obrazu od soczewki (środka lampki).

- 2.4. Ze wzoru $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ obliczmy odwrotność ogniskowej $\frac{1}{f} = Z$, która jest równocześnie zdolnością skupiającą soczewki Z w *dioptriach*.

- 2.5. Porównujemy zgodność z odwrotnością ogniskowej wyliczoną ze współczynnika załamania i promienia krzywizny.

3. Czynności z punktu 2 powtórzyć dla obrazu pomniejszonego także obliczając $\frac{1}{f} = Z$.

4. Można wyznaczyć średnią arytmetyczną $\frac{1}{f}$ z tych trzech pomiarów.

5. Podobnie można sprawdzać obrazy pozorne.

6. Fotografia z doświadczenia poniżej:



Obrazy rzeczywiste powiększone w prawie kulistej lampce. Na ostatniej fotografii widoczny jest obraz lampki w kształtowym flakonie



Obrazy rzeczywiste uzyskane flakonem, Na nich znajduje się cień rurki - słomki, natomiast dobrze widoczny jest efekt załamania światła właśnie na tej słomce.



OŚRODEK
ROZWOJU
EDUKACJI

Aleje Ujazdowskie 28
00-478 Warszawa
tel. 22 345 37 00
fax 22 345 37 70

www.ore.edu.pl



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

