

Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych

Program kształcenia w zakresie podstawowym dla
liceum ogólnokształcącego,
liceum profilowanego i technikum

Program dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu programów szkolnych przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki (w zakresie podstawowym) na poziomie liceum ogólnokształcącego, na podstawie recenzji rzeczoznawców: dr. hab. Jana Olszewskiego – z rekomendacji Akademii Pedagogicznej w Krakowie, mgr. Władysława Kulpy – z rekomendacji Wojewódzkiego Ośrodka Metodycznego w Przemyślu.

Numer dopuszczenia: DKOS-4015-89/02

Kraków 2002



wydawnictwo

ZamKor

Skład i opracowanie graficzne:
Studio IN-FO, Kraków, tel. (012) 421-09-98

Projekt okładki:
Joanna Wypiór

© Copyright by Wydawnictwo ZamKor
ul. Asnyka 7, 31-144 Kraków
tel./fax (0-12) 421-66-41, 430-00-03, 421-69-42
e-mail: zamkor@zamkor.com.pl
<http://www.zamkor.com.pl>

ISBN 83-85434-66-6

Druk i oprawa:
P.W. „STABILL”, Kraków, tel (0-12) 410-28-20, (0-12) 410-28-21

Spis treści

Od Auterek do Koleżanek i Kolegów Nauczycieli fizyki (5)

O Autorkach

- 1. Podstawa Programowa Kształcenia Ogólnego (7)**
- 2. Ogólne założenia programu (9)**
- 3. Cele nauczania (10)**
- 4. Treści nauczania (11)**
- 5. Zamierzone osiągnięcia uczniów (wymagania) w zakresie umiejętności i w zakresie zdobytej wiedzy (17)**
- 6. Procedury osiągania celów (39)**
- 7. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów (40)**
- 8. Propozycja rozkładu materiału (41)**

Od Auterek do Koleżanek i Kolegów Nauczycieli fizyki

Podstawa Programowa w zupełnie nowy sposób "organizuje" treści nauczania fizyki. W znacznej większości są to jednak treści, które nauczyciel dotychczas także realizował, często nawet na wyższym poziomie. Nie bez znaczenia jest też fakt, że do zreformowanego liceum i technikum przyjdą uczniowie o rok starsi.

Przygotowując ten program (a także służący do jego realizacji podręcznik), staraliśmy się bardzo, gdzie to tylko możliwe, nawiązywać do znanych nauczycielom koncepcji dydaktycznych, sposobów opisu poszczególnych zagadnień, zadań do rozwiązania, by mogli się szybko z programem i podręcznikiem oswoić.

Treści, które po raz pierwszy w szkolnym nauczaniu fizyki obowiązują wszystkich uczniów (kosmologia, jedność mikro- i makroświata, fizyka a filozofia, narzędzia współczesnej fizyki) staraliśmy się wykorzystywać do realizacji celów wychowawczych, rozbudzania zainteresowań i podejmowania przez uczniów samokształcenia. Równocześnie opracowaliśmy je na tyle ściśle, by nauczyciel miał możliwość stawiania pytań i oceniania uczniów.

Nauczanie fizyki w zakresie podstawowym nie kończy się obowiązkowym egzaminem. Nauczyciel według własnego uznania może więc jedne treści traktować głębiej, inne bardziej pobieżnie. Przedstawiony w *Programie* rozkład materiału (str. 41) należy traktować jako propozycję i dokonywać w nim zmian zgodnie ze swoimi preferencjami. Dłuższe zatrzymanie się na jakimś zagadnieniu, szczególnie interesującym dla uczniów lub ważnym z punktu widzenia nauczyciela, może spowodować ograniczenie lub rezygnację z innych treści.

Do każdego działu zamieściliśmy w *Programie* szczegółowe wymagania (str. 18). Nie przypisałyśmy im jednak stopni uczniowskich. Wydaje nam się, że może to zrobić tylko nauczyciel na podstawie znajomości możliwości intelektualnych, potrzeb i zainteresowań uczniów danej klasy.

W *Programie* zamieściliśmy (str. 37) pensum wiedzy, która powinna zostać tak mocno ugruntowana w umysłach uczniów, by stanowiła trwały element wykształcenia "na całe życie". To także tylko nasza propozycja; nauczyciel może tę listę korygować. Ważne jest jednak, by każdy z nas postawił sobie pytanie: – "W jaką trwałą wiedzę chciałbym wyposażać moich uczniów?" – i następnie konsekwentnie dążyć do celu.

Autorki

O Autorkach

Dr Maria Fiałkowska – wieloletni pracownik Zakładu Dydaktyki Fizyki Akademii Pedagogicznej w Krakowie i nauczyciel liceum, autorka wielu publikacji dydaktycznych.

Dr Barbara Sagnowska – były wieloletni pracownik Zakładu Dydaktyki Fizyki Akademii Pedagogicznej w Krakowie, nauczyciel liceum, autorka podręczników i zbiorów zadań.

Dr Jadwiga Salach – były wieloletni kierownik Zakładu Dydaktyki Fizyki Akademii Pedagogicznej w Krakowie, nauczyciel liceum, autorka podręczników i zbiorów zadań.

1. Podstawa Programowa Kształcenia Ogólnego

Fizyka i astronomia

Zakres podstawowy (kanon)

1. Ruch, jego powszechność i względność

Pojęcie ruchu w historii filozofii i w naukach przyrodniczych. Ruch w różnych układach odniesienia. Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Efekty relatywistyczne.

2. Oddziaływania w przyrodzie

Rodzaje oddziaływań w mikro- i makroświecie. Pola sił i ich wpływ na charakter ruchu.

3. Makroskopowe własności materii a jej budowa mikroskopowa.

Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody, ruch drgający (amplituda, okres, częstotliwość, przemiany energii). Mikroskopowe modele ciał makroskopowych o różnorodnych własnościach mechanicznych, elektrycznych, magnetycznych i optycznych oraz ich zastosowanie w urządzeniach codziennego użytku.

4. Porządek i chaos w przyrodzie

Procesy termodynamiczne, ich przyczyny i skutki. Procesy odwracalne i nieodwracalne, druga zasada termodynamiki, entropia, statystyczny charakter makroskopowych prawidłowości w przyrodzie.

5. Światło i jego rola w przyrodzie

Światło jako fala, długość fali, szybkość rozchodzenia się fali, interferencja i dyfrakcja, widmo fal elektromagnetycznych, barwa, odbicie i załamanie światła, rozszczepienie światła białego, polaryzacja światła. Kwantowy model światła, zjawisko fotoelektryczne i jego zastosowania. Budowa atomu, analiza spektralna, laser i jego zastosowania.

6. Energia i jej przemiany, transport energii

Przegląd poznanych form energii. Równoważność masy i energii. Elementy fizyki jądrowej. Energetyka jądrowa, reaktory a broń jądrowa. Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia. Transport energii w ruchu falowym. Konwekcja. Przewodnictwo cieplne. Przewodnictwo elektryczne.

7. Budowa i ewolucja Wszechświata

Czas - przestrzeń - materia - energia. Cząstki elementarne a historia Wszechświata. Obserwacyjne podstawy kosmologiczne. Galaktyki i ich układy. Ewolucja gwiazd.

8. Jedność mikro- i makroświata

Fale materii, dowody eksperymentalne falowych cech cząstek elementarnych, dualizm falowo-korpuskularny. Pomiar makroskopowy w fizyce a pomiary w mikroświecie kwantowym, niepewności pomiarowe a zasada nieoznaczoności.

9. Fizyka a filozofia

Zakres stosowalności teorii fizycznych. Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody. Elementy metodologii nauk, metoda indukcyjna i hipotetyczno-dedukcyjna, metody statystyczne.

10. Narzędzia współczesnej fizyki i ich rola w badaniu mikro- i makroświata

Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków. Współczesne obserwatoria astronomiczne. Osiągnięcia naukowe minionego wieku i ich znaczenie.

Treści rozszerzające

1. Ruch i siły

Matematyczny opis ruchu w jednym i dwóch wymiarach. Przyczyny zmian ruchu. Opory ruchu. Ruch postępowy i obrotowy. Energia mechaniczna. Zasady zachowania w mechanice.

2. Polowy opis oddziaływań

Pole grawitacyjne, ruch masy w polu grawitacyjnym. Pole elektryczne, ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym, przewodniki i dielektryki. Pole magnetyczne, ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym.

3. Obwody prądu stałego

Przemiany energii w obwodach prądu stałego.

4. Pole elektromagnetyczne

Indukcja elektromagnetyczna. Obwody prądu przemiennego z pojemnością i indukcyjnością. Źródła napięcia. Elektryczne obwody drgające. Fale elektromagnetyczne i ich własności.

5. Fizyczne podstawy mikroelektroniki i telekomunikacji

Modele przewodnictwa, Półprzewodnik, dioda, tranzystor. Analogowy i cyfrowy zapis sygnałów.

6. Zjawiska termodynamiczne

Zasady termodynamiki, ich statystyczna interpretacja oraz zastosowania. Opis przemian gazowych. Przejścia fazowe.

7. Zjawiska hydrostatyczne i aerostatyczne

Opis zjawisk hydrostatycznych oraz przykłady ich wykorzystania.

8. Przegląd poznanych modeli i teorii fizycznych oraz astronomicznych

Dyskusja użyteczności i zakresu stosowalności w powiązaniu z eksperymentalną weryfikacją.

Ramowy plan nauczania dla trzyletniego liceum ogólnokształcącego (fragment dotyczący zakresu podstawowego)

Zajęcia edukacyjne	Liczba godzin
Fizyka i astronomia	3)
Chemia	3 } +2
Biologia	3)

2. Ogólne założenia programu

1. Zgodnie z *Ramowym Planem Nauczania* na kształcenie podstawowe (kanon) w zakresie przedmiotu "Fizyka z astronomią" powinno być przeznaczony w liceum ogólnokształcącym, liceum profilowanym i technikum co najmniej 125 godzin lekcyjnych ($3 \times 34 + 1/3 \times 68 = 125$ godzin). Prezentowany program można zrealizować w tej liczbie godzin.
2. Program służy ściśle realizacji obowiązującej *Podstawy Programowej* zarówno w zakresie treści, jak i idei. Obejmuje on rozwinięcie wszystkich haseł w części podstawowej *Podstawy Programowej* oraz niezbędne do zrozumienia nowych treści powtórzenia treści gimnazjalnych.
3. Nauczyciel może modyfikować program, traktując poszczególne zagadnienia mniej lub bardziej głęboko, a nawet rezygnując z niektórych treści pod warunkiem, że nie narusza obowiązku realizacji wszystkich haseł *Podstawy Programowej*.
4. Nauczanie fizyki w części podstawowej (kanonie) nie kończy się egzaminem. Pozwala to zgodnie z ideą reformy na przesunięcie punktu ciężkości w nauczaniu fizyki z opanowania przez uczniów dużego zakresu wiedzy szczegółowej i umiejętności sprawnego wykonywania skomplikowanych obliczeń na kształtowanie ogólnego obrazu świata, ukazywanie naukowych metod jego poznania i przygotowanie uczniów do sprawnego funkcjonowania w świecie opanowanym przez technikę.

3. Cele nauczania

Cel strategiczny:

Znaczący udział wiedzy o przyrodzie i umiejętności kształtowanych podczas uczenia się fizyki w ogólnym wykształceniu Polaka.

Cele ogólne programu:

1. Zapewnienie uczniom trwałej, ogólnej wiedzy z zakresu fizyki.
2. Stymulowanie ogólnego rozwoju intelektualnego ucznia.
3. Kształtowanie charakteru i postawy.

Ogólne cele edukacyjne:

1. Kształtowanie świadomości istnienia praw rządzących mikro- i makroświatem oraz wynikająca z niej refleksja filozoficzno-przyrodnicza.
2. Dostrzeganie struktury fizyki i kosmologii i ich związku z innymi naukami przyrodniczymi.
3. Przygotowanie do rozumnego odbioru i oceny informacji, a także odważnego podejmowania dyskusji i formułowania opinii.
4. Rozumienie znaczenia fizyki dla techniki, medycyny, ekologii, jej związku z różnymi dziedzinami działalności ludzkiej oraz implikacji społecznych i możliwości kariery zawodowej.
5. Zainteresowanie fizyką, kosmologią i tajemnicami przyrody (odn: *Podstawa Programowa* dokument MENiS).

Cele poznawcze, kształcące, społeczne i wychowawcze:

1. Umiejętność obserwowania i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych.
2. Umiejętność posługiwania się metodami badawczymi typowymi dla fizyki i astronomii.
3. Umiejętność wykonywania pomiarów prostych i złożonych.
4. Umiejętność opisywania zjawisk fizycznych i rozwiązywania problemów fizycznych i astronomicznych z zastosowaniem technik matematycznych.
5. Umiejętność posługiwania się technologią informacyjną do zbierania danych doświadczalnych, ich przetwarzanie oraz modelowanie zjawisk fizycznych.
6. Odczuwanie szacunku do przyrody i podziwu dla jej piękna.
7. Zainteresowanie otaczającym światem i motywacji do zdobywania wiedzy.
8. Kształtowanie aktywnej postawy wobec potrzeby rozwiązywania problemów.
9. Umiejętność współpracy w zespole, przestrzegania reguł, współodpowiedzialności za sukcesy i porażki, wzajemnej pomocy.
10. Ukształtowanie takich cech, jak dociekliwość, rzetelność, wytrwałość i upór w dążeniu do celu, systematyczność, dyscyplina wewnętrzna i samokontrola.

4. Treści nauczania

1. RUCH, JEGO POWSZECHNOŚĆ I WZGLĘDNOŚĆ

Podstawowe pojęcia związane z opisem ruchu

Względność ruchu. Przemieszczenie. Ruch jednostajny prostoliniowy. Ruchy zmienne. Ruch po okręgu

Ruch w różnych układach odniesienia

Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Efekty relatywistyczne

Ograniczenia związków przyczynowych, obserwacje astronomiczne jako obraz historii Kosmosu. Czas w różnych układach odniesienia

Razem 11 godzin

Komentarz. Pierwsza część tego rozdziału to w większości przypomnienie treści objętych gimnazjalną *Podstawą Programową*. Jak wiemy z doświadczenia kinematyka będzie sprawiać uczniom kłopoty, mimo iż proponowany w programie poziom osiągnięć uczniowskich jest bardzo ograniczony. Kinematyka jest szczegółowo omawiana w części rozszerzającej licealnej *Podstawy Programowej*. W *Kanonie* chodzi nam tylko o to, by uczeń prawidłowo posługiwał się wielkościami kinematycznymi w zakresie niezbędnym do realizacji treści zawartych w dalszych rozdziałach tego kursu. Znacznie większą uwagę należy poświęcić szczególnej teorii względności i sprawdzalnym doświadczalnie efektom, przewidywanym przez tę teorię, w szczególności problemowi upływu czasu w różnych układach odniesienia.

2. ODDZIAŁYWANIA W PRZYRODZIE

Klasyfikacja oddziaływań (powtórzenie)

Zasady dynamiki (powtórzenie)

Oddziaływania grawitacyjne

Pierwsza prędkość kosmiczna. Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym

Oddziaływania elektromagnetyczne

Oddziaływania elektrostatyczne (powtórzenie). Makroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne. Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe.

Razem 12 godzin

Komentarz. Znaczna część tego rozdziału to także powtórzenie treści gimnazjalnych. Dokonując tego powtórzenia powinniśmy sprawdzać zrozumienie, a nie wiedzę bierną uczniów. Tak więc zamiast pytać o treści zasad dynamiki, reguł prawej dłoni, czy regułę Lenza, badajmy ich zrozumienie na przykładach. Uczeń powinien znać i rozumieć istotę pojęć pól: grawitacyjnego, elektrostatycznego i elektromagnetycznego (odróżniać naturę sił: grawitacyjnej, elektrycznej, magnetycznej). Ich opis matematyczny pozostawiono do omówienia w kursie rozszerzonym.

3. ENERGIA I JEJ PRZEMIANY

Energia potencjalna i kinetyczna w mechanice

Energia potencjalna oddziaływania grawitacyjnego. Energia kinetyczna (powtórzenie). Druga prędkość kosmiczna

Energia w oddziaływaniach elektrostatycznych

Równoważność masy i energii

Układy złożone i energia wiązania. Wzór Einsteina na energię spoczynkową. Pojęcie deficytu masy. Światłość i upadek prawa zachowania masy

Razem 9 godzin

Komentarz. To pierwsza i najważniejsza część rozważań na temat energii i jej przemian. Szczególny nacisk należy położyć na:

1. Zrozumienie, że ze względu na przyjętą umowę ($E_{p,\infty} = 0$) energia potencjalna układów ciał oddziałujących siłami przyciągania jest ujemna. W celu ich rozdzielania należy układowi dostarczyć energię z zewnątrz.
2. Zrozumienie pojęcia energii wiązania układu i deficytu masy. Uświadomienie uczniom, że o energii wiązania można mówić w przypadkach złożonych układów ciał wzajemnie oddziałujących siłami przyciągania dowolnej natury, nie tylko siłami jądrowymi.

Są to kluczowe i całkiem nowe dla uczniów problemy, więc trzeba poświęcić im najwięcej uwagi i czasu.

4. MAKROSKOPOWE WŁASNOŚCI MATERII I JEJ BUDOWA MIKROSKOPOWA

Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody

Mikroskopowe modele ciał makroskopowych

Gazy jako układy prawie swobodnych cząsteczek. Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek. Ciała stałe i ich właściwości sprężyste, elektryczne i magnetyczne

Zastosowania różnych materiałów w urządzeniach codziennego użytku

Razem 11 godzin

Komentarz. Funkcje trygonometryczne na lekcjach matematyki pojawiają się dopiero w liceum, więc istnieje obawa, że w chwili omawiania oscylatora harmonicznego na lekcjach fizyki uczniowie nie potrafią się nimi sprawnie posługiwać. Pozostaje więc możliwość opisu energetycznego, nie wymagającego korzystania z tych funkcji. Poza tym jest to typowy dla kanonu rozdział "dla każdego wykształconego człowieka", który powinien rozumieć podstawowe różnice w budowie i właściwościach materiałów, których używa w życiu codziennym.

5. PORZĄDEK I CHAOS W PRZYRODZIE

Temperatura, energia wewnętrzna, ciepło

Pierwsza zasada termodynamiki

Druga zasada termodynamiki

Procesy odwracalne i nieodwracalne

Razem 7 godzin

Komentarz. Termodynamika jest szczególnie wyróżnionym działem fizyki, ponieważ pojawia się w *Podstawach Programowych* wszystkich etapów kształcenia. Najbardziej szczegółowo będzie realizowana w części rozszerzającej licealnej *Podstawy Programowej*. Tam też dopiero przewidziano omawianie przemian i praw gazowych. Aby jednak termodynamika w kanonie nie była prostym powtórzeniem treści gimnazjalnych, proponujemy wprowadzenie przykładów przemian gazu doskonałego w celu przeciwiczenia stosowania i prawidłowego zapisu pierwszej zasady termodynamiki w każdym przypadku. W kanonie nie omawiany cyklu Carnota, uczeń powinien natomiast zrozumieć pojęcie sprawności silnika. Pojęcie entropii na tym poziomie powinno być wprowadzone tylko jakościowo.

6. TRANSPORT ENERGII

Przewodnictwo cieplne

Konwekcja

Fala jako sposób przenoszenia energii

Fale mechaniczne. Fale elektromagnetyczne

Razem 7 godzin

Komentarz. W tym rozdziale na pewno wystąpi konieczność dokładnego przypomnienia uczniom zjawiska fali mechanicznej i wielkości opisujących tę falę. Nowym, istotnym pojęciem, wprowadzonym ze względu na konieczność wyjaśniania w następnym rozdziale zjawiska interferencji światła i zasady działania lasera, jest spójność fal. *Podstawa Programowa* przewiduje omawianie fal elektromagnetycznych w kursie rozszerzonym. W kanonie wspominamy więc o nich tylko w kontekście transportu energii.

7. ŚWIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

Zjawiska odbicia i załamania światła

Całkowite wewnętrzne odbicie

Zwierciadła płaskie*

Zwierciadła kuliste*

Płytką równoległościenna i pryzmat*

Soczewki i obrazy otrzymywane w soczewkach*

Przyrządy optyczne*

Rozszczepienie światła białego w pryzmacie

Korpuskularno-falowa natura światła. Zjawiska kwantowe

Dyfrakcja i interferencja światła.

Polaryzacja światła.

Zjawisko fotoelektryczne. Kwantowy model światła

Model Bohra budowy atomu wodoru

Analiza spektralna

Laser i jego zastosowania

Właściwości optyczne ciał

Razem 21 (14) godzin

Komentarz. Podstawa Programowa nie zawiera haseł, które zaznaczono gwiazdkami. Jednak duża część nauczycieli uważa, że uczeń, dla którego licealny kurs podstawowy (kanon) stanowi ostatnie zetknięcie z fizyką, powinien się z tymi treściami zapoznać. Z tego powodu umieściliśmy je w *Programie*. Z formalnego punktu widzenia nauczyciel realizujący kanon nie ma obowiązku ich omawiania, a zaoszczędzony czas (7 godzin) może poświęcić na realizację innych, jego zdaniem ważniejszych zagadnień. Realizując treści z optyki na poziomie podstawowym (kanonu) należy unikać zbytniego angażowania uczniów w szczegóły kosztem bardziej ogólnej wiedzy o zjawiskach optycznych i ich wyjaśniania. Proponujemy pytanie o interpretację i zakres stosowalności zamiast wyprowadzania wzorów. Więcej czasu proponujemy poświęcić zrozumieniu zjawisk optycznych występujących w przyrodzie oraz praktycznym zastosowaniom.

8. FIZYKA JĄDROWA I JEJ ZASTOSOWANIA

Elementy fizyki jądrowej

Promieniotwórczość naturalna. Jądro atomu i jego budowa. Izotopy i prawo rozpadu. Deficyt masy w fizyce jądrowej. Reakcje jądrowe. Reakcje rozszczepienia; bilans energii

Źródła energii słonecznej

Skład i stan materii gwiazdowej. Procesy zachodzące na Słońcu

Energetyka jądrowa

Kontrolowana reakcja rozszczepienia. Reaktory. Reakcja niekontrolowana. Bomba atomowa i bomba wodorowa. Perspektywy fuzji kontrolowanej

Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia

Wpływ promieniowania na tkankę biologiczną. Zastosowania medyczne

Razem 10 godzin

Komentarz. To także rozdział, którego realizacja może przebiegać na różnych poziomach. Najważniejsze jest, by uczniowie kończąc jego omawianie wiedzieli, że promieniotwórczość jest zjawiskiem naturalnym w przyrodzie, potrafili wyjaśnić, że otrzymywanie energii następuje w wyniku rozszczepienia i fuzji jądrowej, wiedzieli, że fuzja jądrowa zachodzi na Słońcu. Uczniowie powinni też znać korzyści i zagrożenia

nia związane z wykorzystywaniem energii jądrowej i mieć własny uzasadniony pogląd na ten temat.

9. BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

Cząstki elementarne a historia Wszechświata

Skład materii stabilnej i cząstki nietrwałe. Skład materii w wysokich temperaturach, przemiany i równowaga

Obserwacyjne podstawy kosmologii

Rozszerzający się Wszechświat. Promieniowanie tła jako relikty czasów przed powstaniem atomów. Szybkość rozszerzania się wszechświata i gęstość materii. Ciemna materia

Modele kosmologiczne. Ewolucja gwiazd i galaktyk

Wszechświat zamknięty, czy otwarty. Modele powstawania galaktyk i ich układów. Ewolucja gwiazd

Razem 8 godzin

10. JEDNOŚĆ MIKRO- I MAKROŚWIATA

Dualizm korpuskularno-falowy. Fale materii. Dowody eksperymentalne falowych cech cząstek

Kwantowy opis ruchu cząstek. Zjawiska interferencyjne w rozpraszaniu cząstek

Pomiar makroskopowy w fizyce a pomiary w mikroświecie kwantowym. Niepewności pomiarowe a zasada nieoznaczoności

Wpływ pomiaru w mikroświecie na stan obiektu. Fizyka makroskopowa jako granica fizyki układów kwantowych

Razem 4 godziny

11. FIZYKA A FILOZOFIA

Zakres stosowalności teorii fizycznych

Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody

Elementy metodologii nauk. Metoda indukcyjna i metoda hipotetyczno-dedukcyjna

Razem 3 godziny

12. NARZĘDZIA WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI

Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków

Współczesne obserwatoria astronomiczne

Osiągnięcia naukowe minionego wieku

Razem 2 godziny

Komentarz. Ostatnie cztery rozdziały programu obejmują zagadnienia dość trudne. Zakres ich omawiania nauczyciel powinien dostosować do indywidualnych możliwości i zainteresowań uczniów. Treści zawarte w tych rozdziałach dają sposobność kształtowania wielu ważnych umiejętności, np. czytania tekstu naukowego ze zrozumieniem, wyszukiwania i posługiwania się informacją, prezentowania własnych poglądów i dyskutowania.

A. ANEKS 1. ANEKS 2

Elementy działań na wektorach (przypomnienie)

Funkcja liniowa i wielkości wprost proporcjonalne (przypomnienie)

Teoria niepewności pomiarowych

Razem 5 godzin

Komentarz. Wymienione tu treści powinny być omawiane w takich miejscach programu, w których ich znajomość staje się konieczna. Tak więc **tylko niezbędne** elementy działań na wektorach należy przypomnieć podczas realizowania zagadnień z kinematyki i dynamiki. Warto wiedzieć, że *Podstawa Programowa* z matematyki przewiduje omawianie wektorów tylko w licealnej części rozszerzającej. *Funkcja liniowa i wielkości wprost proporcjonalne* to materiał, który powinien być uczniom dobrze znany. Zadaniem nauczyciela fizyki jest uświadomienie im faktu, że na lekcjach fizyki tylko wykorzystują posiadane już wiadomości z matematyki. Teorię niepewności pomiarowych należy omówić przed przystąpieniem do wykonania pierwszego doświadczenia w zespołach uczniowskich, podczas którego wykonuje się pomiary. Informacja o mierze łukowej kąta będzie niezbędna uczniom przy omawianiu ruchu po okręgu. Pojęcie rzędu wielkości należy wprowadzić (a następnie przypominać uczniom) podczas realizowania zagadnień z teorii względności.

Razem 107 godzin

Pozostałe godziny lekcyjne powinny być wykorzystane na wykonywanie doświadczeń w zespołach uczniowskich.

5. Zamierzone osiągnięcia uczniów (wymagania) w zakresie umiejętności i w zakresie zdobytej wiedzy

1. Zamierzone osiągnięcia uczniów (wymagania) są sformułowane w postaci operacyjnej tzn. w taki sposób, by łatwo je było zmienić na pytania, które można zadać uczniom. **Ostateczne przyporządkowanie poszczególnym wymaganiom ocen szkolnych pozostawiamy nauczycielowi, który najlepiej zna zespół uczniowski i może indywidualizować te wymagania w zależności od sytuacji.**
2. Hasło: "uczeń wie...." nie oznacza, że uczeń musi wyrecytować podaną przez nauczyciela, czy w podręczniku formułkę. Elementy posiadanej wiedzy uczeń powinien przytoczyć w razie potrzeby i wyrazić własnymi słowami. Umiejętność poprawnego posługiwania się językiem fizyki (której kształtowanie należy traktować jako długotrwały proces) powinna mieć odzwierciedlenie w ocenie.
3. Kontynuacją hasła "uczeń potrafi sformułować" jest zawsze "i objaśnić" lub "i zinterpretować" w sposób świadczący o rozumieniu omawianego zagadnienia. Ma to zapobiec bezmyślnej, pamięciowej recytacji.
4. Ucząc fizyki w kanonie, nauczyciel powinien zastanawiać się, o co uczniów pytać i jak, by został im w pamięci ogólny pogląd na dane zagadnienie, i decydować, co można opuścić, bo jest na tyle szczegółowe, że i tak uczniowie to szybko zapomną. Należy więc wyraźnie rozróżnić wymagania szczegółowe, podlegające kontroli bieżącej od wymagań "długodystansowych", czyli tego, co ma zostać w pamięci ucznia na zawsze. Istotne jest położenie nacisku na kształtowanie szerszego poglądu uczniów, a nie na szczegóły.
5. Wymagania natury rachunkowej są w kanonie bardzo ograniczone, gdyż zgodnie z ideą reformy systemu kształcenia fizyka w kanonie ma stanowić dla większości uczniów część ich wykształcenia ogólnego. W tym tkwi różnica między dotychczasowym a obecnym nauczaniem fizyki w liceum.
6. Jednym z nadrzędnych celów kształcenia ogólnego na poziomie ponadgimnazjalnym jest kształtowanie umiejętności czytania ze zrozumieniem. W związku z tym wszystkie treści, stanowiące powtórzenie wiadomości z gimnazjum, uczeń powinien przed lekcją samodzielnie przestudiować. Lekcja powinna stanowić usystematyzowanie znanych wiadomości i dyskusję związanych z nimi nowych zagadnień. Uczeń powinien osiąść umiejętność działania na podstawie przeczytanej ze zrozumieniem instrukcji, np. do wykonywanego doświadczenia, a także osiągnąć jak najwyższy poziom zrozumienia tekstu, np. popularnonaukowego, jego krytycznej oceny (np. rozróżniania argumentów wiarygodnych od niewiarygodnych).

7. Na lekcjach fizyki uczeń powinien kształtować i doskonalić umiejętność prowadzenia logicznego rozumowania, jasnego wyrażania swoich myśli, argumentowania i dyskusowania.

WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

Elementy działań na wektorach (przypomnienie)

Uczeń

- potrafi podać przykłady wielkości skalarnych i wektorowych,
- potrafi wymienić cechy wektora,
- potrafi zilustrować przykładem każdą z cech wektora,
- wie, że w przypadku wektorów równoległych do osi wartość wektora z odpowiednim znakiem to współrzędna wektora,
- wie, że znak współrzędnej zależy od wyboru zwrotu odpowiedniej osi,
- potrafi podać przykład wektorów o kierunku zgodnym z osią x ; o współrzędnej dodatniej i ujemnej,
- potrafi dodać dwa wektory o jednakowym kierunku a zwrotach zgodnych lub przeciwnych,
- potrafi dodać dwa wektory o różnych kierunkach,
- potrafi rozłożyć wektor na składowe w dowolnych kierunkach,
- wie, że po podzieleniu wektora przez liczbę dodatnią otrzymujemy wektor o takim samym zwrocie.

Funkcja liniowa i wielkości wprost proporcjonalne (przypomnienie)

Uczeń

- potrafi zapisać ogólną postać funkcji liniowej,
- potrafi zinterpretować znaczenie każdego stałego współczynnika występującego w tej funkcji,
- potrafi narysować wykres funkcji liniowej dla różnych współczynników a i b ,
- potrafi narysować wykres funkcji liniowej w przypadku, gdy symbole x , y , a i b zastąpimy wielkościami fizycznymi (w tym także współrzędnymi wektorów).

Teoria niepewności pomiarowych

Uczeń

- wie, że każdy pomiar jest obarczony niepewnością,
- potrafi obliczyć niepewność bezwzględną i względną pomiaru bezpośredniego,
- potrafi obliczyć niepewność względną pomiaru pośredniego,
- potrafi zaplanować doświadczenie, wykonać pomiary i opracować wyniki.

1. RUCH, JEGO POWSZECHNOŚĆ I WZGLĘDNOŚĆ

Względność ruchu, przemieszczenie, ruch jednostajny prostoliniowy

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega względność ruchu,

- potrafi podać przykład względności ruchu,
- potrafi objaśnić, co nazywamy przemieszczeniem ciała,
- potrafi narysować wektor przemieszczenia w dowolnym przykładzie,
- wie, jaki ruch nazywamy jednostajnym, prostoliniowym,
- odróżnia położenie ciała od przebytej drogi
- potrafi obliczać wartość prędkości (szybkość), drogę i czas w ruchu jednostajnym, prostoliniowym,
- potrafi sporządzać wykresy $s(t)$, $v(t)$ i odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące względności ruchu.

Ruchy zmienne

Uczeń

- wie, co nazywamy prędkością chwilową,
- wie, że prędkość chwilowa jest styczna do toru ruchu w każdym punkcie,
- rozumie pojęcie przyspieszenia,
- potrafi objaśnić co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),
- potrafi obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym
- potrafi obliczyć szybkość ciała po czasie t trwania ruchu jednostajnie przyspieszonego i opóźnionego,
- potrafi sporządzać wykresy $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ w ruchu jednostajnie przyspieszonym i ruchu jednostajnie opóźnionym, oraz obliczać wielkości fizyczne na podstawie wykresów,
- potrafi rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych.

Ruch po okręgu

Uczeń

- potrafi objaśnić co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ze stałą szybkością,
- potrafi wyrazić szybkość liniową poprzez okres ruchu i częstotliwość,
- wie, co nazywamy szybkością kątową,
- potrafi wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość,
- wie, jak stosować miarę łukową kąta,
- potrafi zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową,
- wie, że przyspieszenie dośrodkowe występuje w związku ze zmianą kierunku prędkości,
- potrafi zapisać różne postacie wzorów na wartość przyspieszenia dośrodkowego,
- wie, że warunkiem ruchu jednostajnego po okręgu jest działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące ruchu po okręgu.

Ruch w różnych układach odniesienia

Uczeń

- wie, że znając położenie i prędkość ciała w jednym układzie odniesienia, można obliczyć położenie i prędkość w innym układzie i że wielkości te mają różne wartości,
- potrafi obliczyć w dowolnej chwili położenie ciała w układzie związanym z Ziemią jeśli zna jego położenie w układzie poruszającym się względem Ziemi ruchem jednostajnym prostoliniowym (gdy $v \ll c$),
- potrafi obliczyć wartość przemieszczenia i szybkość ciała w powyższym przypadku,
- wie, że związki między przemieszczeniami i prędkościami w różnych układach odniesienia to transformacje Galileusza,
- wie, że zjawiska zachodzące równocześnie w jednym układzie odniesienia, są równoczesne także w innych układach odniesienia,
- potrafi stosować transformacje Galileusza.

Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Założenia szczególnej teorii względności. Efekty relatywistyczne

Uczeń

- wie, że dla szybkości bliskich szybkości światła w próżni, nie można korzystać z transformacji Galileusza,
- wie, że szybkość światła c jest jednakowa dla wszystkich obserwatorów niezależnie od ich ruchu oraz ruchu źródła światła,
- potrafi wykazać, że przy założeniu niezależności szybkości światła od układu odniesienia, czas upływający między dwoma tymi samymi zdarzeniami w różnych układach odniesienia jest inny,
- wie, że zgodnie ze szczególną teorią względności Einsteina w różnych układach odniesienia czas płynie inaczej,
- wie, że dla ruchu z szybkością bliską c nie obowiązuje zwykły wzór na energię kinetyczną.

Ograniczenia dla związków przyczynowych, obserwacje astronomiczne jako obraz historii kosmosu

Uczeń

- wie, że c jest największą, graniczną szybkością przekazywania informacji w przyrodzie,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego skutek może wystąpić w określonym czasie po zaistnieniu przyczyny,
- potrafi podać przykłady tego zjawiska,
- wie, co to jest rok świetlny,
- potrafi uzasadnić fakt, że obserwacje astronomiczne dają nam informacje o stanie obiektów przed milionami lub miliardami lat.

Czas w różnych układach odniesienia

Uczeń

- zna związek między czasem trwania procesu w układzie własnym, a jego czasem mierzonym w układzie odniesienia, który porusza się względem poprzedniego z szybkością bliską szybkości światła,
- potrafi na przykładzie wyprowadzić związek między czasem upływającym w dwóch różnych układach odniesienia, z których jeden porusza się z szybkością bliską c ,
- potrafi przedstawić przykład skutków różnego upływu czasu w różnych układach odniesienia,

2. ODDZIAŁYWANIA W PRZYRODZIE

Klasyfikacja oddziaływań (powtórzenie)

Uczeń

- wie, że oddziaływania dzielimy na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania "na odległość",
- potrafi podać przykłady oddziaływań,
- wie, że o oddziaływaniach świadczą ich skutki,
- wie, że skutki oddziaływań mogą być statyczne i dynamiczne,
- potrafi podać przykłady skutków statycznych i dynamicznych różnych oddziaływań,
- wie, że wszystkie oddziaływania są wzajemne,
- wie, że miarą oddziaływań są siły,
- wie, że o tym, co dzieje się z ciałem, decyduje siła wypadkowa.

Zasady dynamiki Newtona (powtórzenie)

Uczeń

- potrafi sformułować trzy zasady dynamiki Newtona,
- potrafi podać przykłady stosowania tych zasad w praktyce,
- wie, że zasady dynamiki są spełnione w układach inercjalnych,
- potrafi rozwiązywać problemy, wymagające stosowania zasad dynamiki.

Oddziaływania grawitacyjne

Uczeń

- wie, że oddziaływania na odległość to oddziaływania poprzez pola: grawitacyjne, elektrostatyczne i magnetyczne,
- potrafi sformułować prawo powszechnej grawitacji,
- potrafi podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji,
- wie, że każde ciało (posiadające masę) wytwarza w swoim otoczeniu pole grawitacyjne,
- potrafi wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N,
- potrafi wykazać, że w pobliżu Ziemi ciężar można wyrazić wzorem $F = mg$,
- potrafi rozwiązywać problemy, wymagające znajomości prawa powszechnej grawitacji.

Pierwsza prędkość kosmiczna, oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym

Uczeń

- potrafi uzasadnić, że satelita może tylko wtedy krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową,
- wie, co nazywamy pierwszą prędkością kosmiczną i jaka jest jej wartość,
- potrafi wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej,
- wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową,
- wie, że badania ruchu ciał niebieskich i odchyłeń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.

Oddziaływania elektrostatyczne (powtórzenie)

Uczeń

- wie, że istnieją dwa rodzaje ładunków elektrycznych,
- wie, że ładunek elektronu jest ładunkiem elementarnym,
- zna sposoby elektryzowania ciał i potrafi je opisać,
- wie, że ładunki oddziałują wzajemnie,
- potrafi sformułować prawo Coulomba,
- wie, że oddziaływania grawitacyjne między naładowanymi cząstkami mikroświata np. elektronami, są pomijalnie małe w porównaniu z oddziaływaniami elektrostatycznymi,
- potrafi rozwiązywać problemy, związane z oddziaływaniami elektrostatycznymi.

Makroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne (w większości powtórzenie)

Uczeń

- wie, że oddziaływania elektromagnetyczne to oddziaływania między poruszającymi się cząstkami naładowanymi,
- potrafi opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda,
- wie, jakie pole magnetyczne wytwarza przewodnik prostoliniowy i zwojnica,
- wie, jaką siłę nazywamy siłą elektrodynamiczną,
- potrafi określić kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej w konkretnych przykładach,
- wie, jaką siłę nazywamy siłą Lorentza,
- potrafi znajdować jej kierunek i zwrot w konkretnych przykładach,
- potrafi objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,
- wie, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- zna sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego,
- potrafi znajdować kierunek prądu indukcyjnego w konkretnych przykładach,
- potrafi objaśnić zasadę działania prądnicy,
- wie, że pole elektrostatyczne i magnetyczne to szczególne przypadki pola elektromagnetycznego,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące makroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych.

Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe

Uczeń

- wie, że siły sprężystości, siły tarcia oraz siły hamujące ruch ciał stałych w cieczech wynikają z oddziaływań elektromagnetycznych między cząsteczkami ciał,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego efekty sprężyste występują tylko dla ciał stałych,
- wie, że gdy ciało porusza się z niewielką szybkością, to wartość siły tarcia można uważać za stałą i niezależną od szybkości. Siła ta nosi nazwę tarcia kinetycznego,
- wie, od czego zależy wartość siły tarcia kinetycznego,
- potrafi rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem tarcia kinetycznego.

3. ENERGIA I JEJ PRZEMIANY

Energia potencjalna i kinetyczna w mechanice

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, co nazywamy układem ciał,
- wie, jakie siły nazywamy wewnętrznymi w układzie ciał, a jakie zewnętrznymi,
- potrafi zapisać wzór (definicyjny) na pracę stałej siły i przedyskutować różne przypadki,
- potrafi sformułować i wyjaśnić definicję energii mechanicznej,
- potrafi sformułować i stosować zasadę zachowania energii.

Energia potencjalna oddziaływania grawitacyjnego

Uczeń

- potrafi obliczyć energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,
- potrafi zapisać i wyjaśnić wzór na energię potencjalną w pobliżu Ziemi,
- potrafi zapisać i wyjaśnić wzór na energię potencjalną w dowolnej, dużej odległości od Ziemi.

Energia kinetyczna

Uczeń

- potrafi zapisać i wyjaśnić wzór na energię kinetyczną ciała,
- potrafi wyprowadzić wzór na energię kinetyczną ciała,
- potrafi rozwiązywać problemy związane ze zmianami energii.

Druga prędkość kosmiczna

Uczeń

- potrafi wyjaśnić sens drugiej prędkości kosmicznej,
- potrafi wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,
- potrafi (na podstawie zasady zachowania energii) rozwiązywać problemy związane z ruchem obiektów odległych od Ziemi.

Energia w oddziaływaniach elektrostatycznych

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, kiedy energia oddziaływań elektrostatycznych jest dodatnia, a kiedy ujemna,
- potrafi zapisać i objaśnić wyrażenie na energię ładunku w polu wytworzonym przez inny ładunek,
- potrafi naszkicować i objaśnić wykres zależności energii potencjalnej od odległości dla ładunków różno- i jednoimiennych,
- potrafi opisać różnice między polem centralnym i jednorodnym,
- wie, że w polu elektrostatycznym na ładunek elektryczny działa siła,
- dostrzega i potrafi opisać analogie i różnice oddziaływań grawitacyjnych i elektrostatycznych.

Równoważność masy i energii. Układy złożone i energia wiązania

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, z czego wynika ujemna wartość energii potencjalnej układu ciał przyciągających się wzajemnie,
- wie, co nazywamy energią wiązania układu,
- potrafi podać przykłady układów związanych,
- potrafi uzasadnić, że nadanie ciału drugiej prędkości kosmicznej odpowiada dostarczeniu układowi Ziemia-ciało energii wiązania tego układu,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące obliczania energii wiązania układów.

Wzór Einsteina na energię spoczynkową. Pojęcie deficytu masy. Światłość i upadek prawa zachowania masy

Uczeń

- potrafi uzasadnić, że całkowita energia układu związanego jest mniejsza od sumy energii rozdzielonych składników układu,
- wie, że masa układu związanego jest mniejsza od sumy mas jego składników,
- wie, co nazywamy deficytem masy,
- potrafi objaśnić dlaczego przy łączeniu składników w układ związany uwalnia się część energii spoczynkowej tych składników,
- wie, że wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzą z energii spoczynkowej jakichś ciał,
- potrafi wyjaśnić ten fakt na przykładach.

4. MAKROSKOPOWE WŁASNOŚCI MATERII A JEJ BUDOWA MIKROSKOPOWA

Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody

Uczeń

- potrafi wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,
- potrafi wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,
- potrafi wymienić główne cechy ruchu harmonicznego,
- potrafi zapisać i objaśnić wyrażenie na okres drgań w ruchu harmonicznym,

- potrafi opisać zmiany energii w ruchu harmonicznym wahadła matematycznego,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,
- potrafi wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu.

Mikroskopowe modele ciał makroskopowych.

Gazy jako układy prawie swobodnych cząsteczek

Uczeń

- potrafi wymienić właściwości gazów,
- potrafi objaśnić pojęcie gazu doskonałego,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji.

Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek

Uczeń

- potrafi wymienić właściwości cieczy,
- potrafi opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych,
- potrafi wyjaśnić zjawiska menisku.

Ciała stałe. Właściwości sprężyste

Uczeń

- potrafi wymienić rodzaje odkształceń,
- potrafi zapisać i wyjaśnić prawo Hooke'a.

Właściwości elektryczne

Uczeń

- potrafi wymienić wielkości fizyczne, od których (w ujęciu makroskopowym) zależy opór elektryczny przewodnika,
- potrafi objaśnić mikroskopowy model przewodnictwa prądu w metalach,
- potrafi objaśnić mikroskopowy model izolatora (dielektryka),
- potrafi wymienić główne właściwości półprzewodników i nadprzewodników.

Właściwości magnetyczne substancji

Uczeń

- wie, że każdemu elektronowi można przypisać moment magnetyczny,
- potrafi objaśnić, co to znaczy, że atom jest para- lub diamagnetyczny,
- potrafi objaśnić różnice w budowie substancji dia-, para- i ferromagnetycznych,
- potrafi podać przykłady zastosowania ferromagnetyków.

Zastosowanie różnych materiałów w urządzeniach codziennego użytku

Uczeń

- potrafi podać przykłady wykorzystania różnych materiałów ze względu na ich szczególne właściwości mechaniczne, elektryczne i magnetyczne,

5. PORZĄDEK I CHAOS W PRZYRODZIE

Temperatura, energia wewnętrzna, ciepło

Uczeń

- zna związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek,
- potrafi zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło na podstawie kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii,
- potrafi przeliczać temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelvina i odwrotnie,
- potrafi wymienić założenia modelu gazu doskonałego.

Pierwsza zasada termodynamiki

Uczeń

- potrafi zapisać i zinterpretować pierwszą zasadę termodynamiki,
- potrafi stosować pierwszą zasadę termodynamiki w konkretnych, prostych przykładach.

Druga zasada termodynamiki

Uczeń

- potrafi objaśnić zasadę działania turbiny parowej,
- potrafi objaśnić zasadę działania silnika spalinowego,
- potrafi objaśnić istotę drugiej zasady termodynamiki.

Procesy odwracalne i nieodwracalne

Uczeń

- wie, że w przyrodzie samorzutnie mogą zachodzić tylko procesy nieodwracalne,
- potrafi objaśnić sens fizyczny pojęcia entropii,
- wie, że w przyrodzie mogą zachodzić samorzutnie tylko takie procesy, w których entropia wzrasta.

6. TRANSPORT ENERGII

Przewodnictwo cieplne

Uczeń

- potrafi wymienić dobre i złe przewodniki ciepła,
- na podstawie kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii potrafi wyjaśnić różnice przewodnictwa cieplnego różnych substancji,
- potrafi objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.

Konwekcja

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji,
- potrafi wymienić praktyczne wykorzystanie zjawiska konwekcji.

Fala jako sposób przenoszenia energii. Fale mechaniczne

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,
- potrafi objaśnić pojęcie powierzchni falowej,
- potrafi podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko (efekt) Dopplera,
- potrafi wyprowadzić wzór na częstotliwość odbieraną przez ruchome źródło dźwięku
- potrafi wymienić czynniki, od których zależy ilość energii unoszonej przez falę.

Fale elektromagnetyczne

Uczeń

- potrafi objaśnić co nazywamy falą elektromagnetyczną,
- potrafi wymienić rodzaje fal elektromagnetycznych,
- potrafi wymienić praktyczne zastosowania fal o różnych zakresach długości związane z transportem energii przez te fale.

7. ŚWIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

Wiedomości wstępne. Zjawisko odbicia i załamania światła

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,
- potrafi sformułować i objaśnić prawo odbicia,
- potrafi wyjaśnić i poprzeć przykładami zjawisko rozpraszania,
- potrafi objaśnić na czym polega zjawisko załamania światła,
- potrafi zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,
- potrafi zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków.

Całkowite wewnętrzne odbicie

Uczeń

- potrafi objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,
- potrafi wymienić warunki, przy których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie,
- potrafi wymienić przykłady praktycznego wykorzystania całkowitego wewnętrznego odbicia.

Zwierciadła płaskie. Zwierciadła kuliste

Uczeń

- potrafi objaśnić, co nazywamy zwierciadłem płaskim,
- potrafi wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim,
- potrafi wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,
- potrafi objaśnić, co nazywamy zwierciadłem kulistym; wklęsłym i wypukłym,

- potrafi objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,
- potrafi zapisać i zinterpretować równanie zwierciadła,
- potrafi prawidłowo korzystać z równania zwierciadła,
- potrafi narysować wykres funkcji $y(x)$ dla zwierciadła wklęsłego i podać jej interpretację,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na powiększenie,
- potrafi wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych,
- potrafi wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,
- potrafi wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł.

Płytką równoległościenną i pryzmat

Uczeń

- potrafi opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, korzystając z prawa załamania,
- potrafi przedstawić praktyczny przykład przechodzenia światła przez płytkę równoległościenną,
- potrafi opisać przejście światła przez pryzmat, korzystając z prawa załamania,
- potrafi zapisać i zinterpretować wzór na odchylenie promienia świetlnego przy przejściu przez pryzmat,
- potrafi podać możliwości praktycznego wykorzystania odchylenia światła przez pryzmat.

Soczewki

Uczeń

- potrafi opisać rodzaje soczewek,
- potrafi objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,
- potrafi zapisać wzór informujący od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować,
- wie, co nazywamy zdolnością skupiającą soczewki,
- potrafi obliczać zdolność skupiającą soczewki,
- potrafi obliczać zdolność skupiającą układów soczewek.

Obrazy w soczewkach

Uczeń

- potrafi sporządzać konstrukcje obrazów w soczewkach,
- potrafi wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,
- potrafi zapisać i zinterpretować równanie soczewki,
- potrafi wykorzystywać równanie soczewki do rozwiązywania problemów.

Przyrządy optyczne

Uczeń

- potrafi objaśnić działanie oka, jako przyrządu optycznego,
- potrafi wyjaśnić, na czym polegają wady krótko- i dalekowzroczności oraz zna sposoby ich korygowania,
- potrafi objaśnić zasadę działania lupy,
- potrafi zinterpretować wzór na powiększenie uzyskiwane w lupie,

- wie, że do uzyskiwania dużych powiększeń służy mikroskop,
- potrafi opisać budowę i zasadę działania mikroskopu jako układu obiektywu i okularu,
- potrafi zinterpretować wzór na powiększenie uzyskiwane w mikroskopie,
- potrafi rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek.

Rozszczepienie światła białego w pryzmacie

Uczeń

- wie, że w ośrodku materialnym (czyli poza próżnią) światło o różnych barwach (częstotliwościach) rozchodzi się z różnymi szybkościami,
- potrafi uzasadnić, że światło o różnych barwach ma w danym ośrodku inny współczynnik załamania,
- potrafi objaśnić zjawisko rozszczepienia światła białego jako skutek zależności współczynnika załamania od barwy światła,
- wie, że przy przejściu z jednego ośrodka do drugiego, częstotliwość światła nie ulega zmianie,
- potrafi uzasadnić zmianę długości fali, przy przejściu światła z jednego ośrodka do drugiego,
- potrafi wyjaśnić powstawanie barw przedmiotów w świetle odbitym i barw ciał przezroczystych.

Korpuskularno-falowa natura światła, zjawiska kwantowe.

Dyfrakcja i interferencja światła

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,
- wie, co to jest siatka dyfrakcyjna,
- potrafi zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka n-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować dla światła monochromatycznego oraz białego.

Zjawisko polaryzacji światła

Uczeń

- potrafi objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),
- potrafi wymienić sposoby polaryzowania światła,
- potrafi podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji.

Zjawisko fotoelektryczne. Kwantowy model światła

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,
- potrafi objaśnić zasadę działania fotokomórki,
- wie, od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów,
- wie, od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych w jednostce czasu,
- wie, że wymienionych faktów doświadczalnych nie można wytłumaczyć, posługując się falową teorią światła,
- wie, że pojęcie kwantu energii wprowadził do fizyki Planck,

- wie, że wyjaśnienie efektu fotoelektrycznego podał Einstein,
- potrafi wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,
- potrafi zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu,
- wie, co to jest praca wyjścia elektronu z metalu,
- potrafi narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości dla kilku metali,
- potrafi sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W ,
- potrafi napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów.

Model Bohra budowy atomu wodoru

Uczeń

- wie, jakie ciała wysyłają promieniowanie o widmie ciągłym,
- wie, że pierwiastki w stanie gazowym, pobudzone do świecenia wysyłają widmo liniowe (dyskretne),
- potrafi skomentować wzór Balmera,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego nie można było wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem "rewolucyjnym",
- potrafi sformułować i zapisać postulaty Bohra,
- wie, że promienie dozwolonych orbit i energia elektronu w atomie wodoru są skwantowane,
- wie, że całkowita energia elektronu w atomie wodoru jest ujemna,
- potrafi obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru,
- wie, co to znaczy, że atom jest w stanie podstawowym,
- wie, co to znaczy, że atom jest w stanie wzbudzonym,
- potrafi wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru,
- potrafi wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, korzystając z modelu Bohra atomu wodoru,
- potrafi zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach,
- wie, że model Bohra został zastąpiony przez nową teorię – mechanikę kwantową,
- wie, że model Bohra jest do dziś wykorzystywany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych, gdyż stanowi dobre przybliżenie wyników uzyskiwanych na gruncie mechaniki kwantowej.

Analiza spektralna

Uczeń

- wie, na czym polega analiza spektralna,
- wie, że spektroskop służy do badania widm,
- wie, co to są widma absorpcyjne i emisyjne,
- wie, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,

- wie, że każdy pierwiastek w stanie gazowym pobudzony do świecenia wysyła charakterystyczne dla siebie widmo liniowe.

Laser i jego zastosowania

Uczeń

- wie, czym różni się światło laserowe od światła wysyłanego przez inne źródła,
- potrafi wymienić zastosowania lasera.

Właściwości optyczne ciał

Uczeń

- wie, dlaczego fala elektromagnetyczna nie może się rozchodzić (jest pochłaniana) w przewodnikach,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego tylko niektóre ciała są przezroczyste,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego szkło jest najlepszym materiałem optycznym,
- potrafi wymienić niektóre zastosowania ciekłych kryształów.

8. FIZYKA JĄDROWA JEJ ZASTOSOWANIA

Promieniotwórczość naturalna. Jądro atomu i jego budowa

Uczeń

- wie, że niektóre pierwiastki samorzutnie emitują promieniowanie zwane promieniowaniem jądrowym,
- potrafi wymienić rodzaje tego promieniowania i podać ich główne właściwości,
- potrafi opisać historyczne doświadczenie Rutherforda i płynące z niego wnioski,
- wie, z jakich składników zbudowane jest jądro atomowe,
- potrafi opisać jądro pierwiastka za pomocą liczby porządkowej (atomowej) i masowej,
- potrafi opisać cząstki elementarne, uwzględniając ich masę i ładunek,
- wie, że między składnikami jądra działają krótkozasięgowe siły jądrowe,
- potrafi objaśnić przyczynę rozpadania się ciężkich jąder,
- wie, że jądro, podobnie jak atom, może się znajdować w różnych stanach energetycznych a przechodzenie ze stanu wzbudzonego do podstawowego wiąże się z emisją promieniowania γ .

Izotopy i prawo rozpadu

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, czym różnią się między sobą izotopy danego pierwiastka,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega rozpad,
- potrafi zapisać ogólne schematy rozpadów α i β oraz objaśnić je, posługując się regułami przesunięć Soddy'ego i Fajansa,
- potrafi zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego,
- potrafi objaśnić pojęcia: stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu,
- potrafi zinterpretować wykres zależności $N(t)$, liczby jąder danego izotopu w próbce, od czasu,

- potrafi skorzystać, w razie potrzeby, ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu,
- potrafi objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu ^{14}C .

Deficyt masy w fizyce jądrowej

Uczeń

- potrafi objaśnić pojęcia deficytu masy i energii wiązania w fizyce jądrowej, wykorzystując wiedzę na temat energii wiązania układów,
- wie, że energie wiązania jąder są znacznie większe od energii wiązania innych układów,
- potrafi zinterpretować "najważniejszy wykres świata" tzn. wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze, od liczby nukleonów w nim zawartych,
- wie, że rozumienie faktów ilustrowanych przez ten wykres będzie konieczne do wyjaśnienia pochodzenia energii jądrowej.

Reakcje jądrowe

Uczeń

- wie, że przemiany jąder, następujące w wyniku zderzeń nazywamy reakcjami jądrowymi,
- potrafi zapisać reakcję jądrową, uwzględniając zasadę zachowania ładunku i liczby nukleonów,
- potrafi objaśnić, dlaczego może nie dojść do zderzenia cząstki naładowanej (lub jądra) z innym jądrem,
- potrafi obliczyć najmniejszą odległość, na którą zbliży się dodatnio naładowana cząstka do jądra atomu.

Reakcje rozszczepienia. Bilans energii

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega reakcja rozszczepienia jądra,
- potrafi sporządzić bilans energii w reakcji rozszczepienia,
- potrafi objaśnić, jaką reakcję nazywamy egzoenergetyczną a jaką endoenergetyczną,
- potrafi objaśnić co to znaczy, że reakcja jest łańcuchowa.

ródła energii słonecznej. Skład i stan materii gwiazdowej.

Procesy zachodzące na Słońcu

Uczeń

- wie, że z badań widma słonecznego wynika, iż wodór jest głównym składnikiem materii słonecznej,
- potrafi wyjaśnić co to znaczy, że materia słoneczna jest w stanie plazmy,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega reakcja fuzji jądrowej, czyli reakcja termojądrowa i rozumie, dlaczego warunkiem jej zachodzenia jest wysoka temperatura,
- potrafi objaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach termojądrowych,

- wie, jakie cząstki nazywamy pozytonami,
- potrafi objasnić, na czym polega zjawisko anihilacji.

Energetyka jądrowa. Reaktory a broń jądrowa. Kontrolowana reakcja rozszczepienia. Reaktory. Reakcja niekontrolowana. Bomba atomowa. Bomba wodorowa. Perspektywy fuzji kontrolowanej

Uczeń

- potrafi opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego,
- potrafi wymienić główne zalety i zagrożenia związane z wykorzystaniem energii jądrowej do celów pokojowych,
- wie, że bomba atomowa to urządzenie, w którym zachodzi niekontrolowana reakcja łańcuchowa,
- wie, że bomba wodorowa to urządzenie, w którym zachodzi gwałtowna fuzja jądrowa,
- wie, że dotąd nie udało się zbudować urządzenia do pokojowego wykorzystania fuzji jądrowej.

Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia. Wpływ promieniowania na tkankę biologiczną. Zastosowania medyczne

Uczeń

- wie, że promieniowanie jądrowe niszczy komórki żywe i powoduje zmiany genetyczne,
- potrafi podać przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w diagnostyce i terapii medycznej.

9. BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

Cząstki elementarne a historia Wszechświata. Skład materii stabilnej i cząstki nietwałe. Skład materii w wysokich temperaturach, przemiany i równowaga

Uczeń

- potrafi objasnić pojęcie elementarności cząstki,
- potrafi objasnić pojęcie stabilności cząstki,
- wie, że wszystkie cząstki o niezerowej masie dzielimy na hadrony i leptyony, potrafi podać przykłady,
- wie, że hadrony składają się z kwarków,
- potrafi wyjaśnić dlaczego hadronów nie można rozłożyć na pojedyncze kwarki,
- wie, jak zbudowana jest plazma i w jakich warunkach można ją uzyskać,
- wie, co to jest i w jakich warunkach występuje plazma kwarkowo-gluonowa,
- potrafi objasnić zmiany stanu materii przy wzroście temperatury.

Obserwacyjne podstawy kosmologii

Uczeń

- potrafi podać definicję parseka,
- potrafi objasnić sposób obliczania odległości gwiazdy za pomocą pomiaru paralaksy,

- wie, że zmiany jasności cefeid, wykorzystuje się do obliczania odległości tych gwiazd,
- potrafi podać kilka kolejnych obiektów w hierarchii Wszechświata,
- wie, że pierwszą planetę pozasłoneczną odkrył Aleksander Wolszczan.

Rozszerzający się Wszechświat

Uczeń

- potrafi wymienić obserwacje, jakie doprowadziły do odkrycia prawa Hubble'a,
- potrafi zapisać i zinterpretować prawo Hubble'a,
- potrafi wyjaśnić, jak na podstawie prawa Hubble'a można obliczyć odległości galaktyk od Ziemi,
- potrafi wyjaśnić, jak na podstawie prawa Hubble'a wnioskujemy, że galaktyki oddalają się od siebie,
- potrafi wymienić argumenty na rzecz idei rozszerzającego się i stygnącego Wszechświata.

Promieniowanie tła jako relikty czasów przed powstaniem atomów

Uczeń

- wie, że odkryto promieniowanie elektromagnetyczne, zwane promieniowaniem reliktowym, które potwierdza teorię rozszerzającego się Wszechświata,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego odkrycie promieniowania relikowego potwierdza teorię rozszerzającego się Wszechświata.

Szybkość rozszerzania się Wszechświata i gęstość materii. Ciemna materia. Wszechświat zamknięty czy otwarty?

Uczeń

- wie, że o szybkości rozszerzania się Wszechświata decyduje gęstość materii,
- potrafi wyjaśnić, w jaki sposób losy Wszechświata zależą od gęstości materii,
- wie, jaka jest szacunkowa gęstość Wszechświata widocznego w porównaniu z gęstością krytyczną,
- wie o istnieniu ciemnej materii,
- potrafi opisać metodę Bohdana Paczyńskiego znajdowania obiektów ciemnej materii,
- potrafi omówić znaczenie odkrycia niezerowej masy neutrina dla oceny ilości ciemnej materii,
- potrafi podać inne hipotezy związane z istnieniem ciemnej materii,
- wie, że rozszerzający się Wszechświat jest efektem Wielkiego Wybuchu,
- potrafi podać hipotezy dotyczące przeszłości i przyszłości Wszechświata.

Modele powstawania galaktyk i ich układów. Evolucja gwiazd

Uczeń

- potrafi wymienić procesy fizyczne, które doprowadziły do powstania galaktyk i ich gromad.

10. JEDNOŚĆ MIKRO- I MAKROŚWIATA

Fale materii. Dowody eksperymentalne falowych cech cząstek. Dualizm korpuskularno-falowy. Kwantowy opis ruchu cząstek

Uczeń

- wie, że klasyczne prawa fizyki nie stosują się do mikroświata, ale dla świata dostępnego naszym zmysłom stanowią wystarczające przybliżenie praw fizyki kwantowej,
- wie, że prawa fizyki kwantowej w chwili obecnej najlepiej opisują funkcjonowanie całego Wszechświata.

Zjawiska interferencyjne w rozpraszaniu cząstek

Uczeń

- potrafi podać hipotezę de Broglie'a fal materii,
- potrafi uzasadnić, dlaczego dla ciał makroskopowych nie obserwujemy zjawisk falowych,
- potrafi uzasadnić, dlaczego dla cząstek elementarnych powinno się obserwować zjawiska falowe,
- potrafi opisać ideę doświadczenia, potwierdzającego hipotezę de Broglie'a,
- potrafi opisać, jak wykorzystuje się własności falowe cząstek do badania struktury kryształów.

Pomiar makroskopowy w fizyce a pomiary w mikroświecie kwantowym. Niepewności pomiarowe a zasada nieoznaczoności. Wpływ pomiaru w mikroświecie na stan obiektu. Fizyka makroskopowa jako granica fizyki układów kwantowych

Uczeń

- wie, że dokonywanie pomiaru w makroświecie nie wpływa na stan obiektu,
- potrafi podać przykłady braku wpływu pomiaru w makroświecie na stan obiektu,
- wie, że pomiar w mikroświecie wpływa na stan obiektu,
- potrafi podać przykład wpływu pomiaru w mikroświecie na stan obiektu,
- potrafi uzasadnić wpływ długości fali odpowiadającej cząstce rozproszonej na obiekcie mikroskopowym na możliwość określenia położenia i pędu tego obiektu,
- potrafi sformułować i zinterpretować zasadę (relację) nieoznaczoności Heisenberga,
- wie, jak fizycy sprawdzają, czy dla danego zjawiska opis klasyczny jest wystarczający,
- na podstawie przykładów potrafi uzasadnić, że opis kwantowy jest istotny dla pojedynczych obiektów mikroskopowych a pomijalny dla układów składających się z wielkiej liczby tych obiektów,

11. FIZYKA A FILOZOFIA

Zakres stosowalności teorii fizycznych

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega rozumowanie indukcyjne,
- potrafi podać przykłady rozumowania indukcyjnego w mechanice Newtona,
- wie, że dla szybkości bliskich szybkości światła prawa mechaniki Newtona się nie stosują,
- wie, że mechaniki Newtona nie stosuje się do ruchów ciał mikroskopowych,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego żadnej teorii nie można uważać za ostateczną i absolutnie prawdziwą.

Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega determinizm w opisie przyrody,
- potrafi podać przykłady determinizmu w klasycznym opisie przebiegu zjawisk fizycznych,
- potrafi uzasadnić, postępując się zasadą nieoznaczoności, że fizyka kwantowa jest indeterministyczna (nie jest deterministyczna).

Elementy metodologii nauk. Metoda indukcyjna i metoda hipotetyczno-dedukcyjna

Uczeń

- wie, że nauka zajmująca się metodami tworzenia i formułowania teorii naukowych nazywa się metodologią nauk,
- wie, że metody tworzenia i formułowania teorii naukowych są wspólne dla wszystkich nauk przyrodniczych,
- potrafi opisać, na czym polega metoda hipotetyczno-dedukcyjna,
- potrafi wyjaśnić różnicę między metodami: indukcyjną i hipotetyczno-dedukcyjną,
- potrafi podać przykład stosowania metody hipotetyczno-dedukcyjnej w tworzeniu teorii fizycznych.

12. NARZĘDZIA WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI

Uczeń potrafi przeczytać z podręcznika ze zrozumieniem rozdziały: *Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków. Współczesne obserwatoria astronomiczne. Osiągnięcia naukowe minionego wieku.*

Uczeń potrafi odpowiedzieć np. na pytania:

- "Jaką dziedziną fizyki chciałbyś się zajmować gdybyś został fizykiem? Uzasadnij odpowiedź.
- "Które osiągnięcie fizyki XX wieku uważasz za najważniejsze dla nauki, a które za najważniejsze dla codziennego życia? Uzasadnij odpowiedź.
- "Co twoim zdaniem jest ważniejsze; wielkie znaczenie odkryć fizycznych dla rozwoju cywilizacji, czy związane z tymi odkryciami wielkie zagrożenia dla ludzkości? Podaj przykłady".

Uczeń potrafi sporządzić pisemną wypowiedź np. na jeden z poniższych tematów:

- "Rozwiń, zgodnie z twoimi poglądami myśli wypowiedziane przez James'a Haught'a w książce "Nauka w nanosekundę" Prószyński i S-ka, 1997:
 1. "Nikt nie może uważać się za człowieka wykształconego, jeśli nie zna choć trochę podstaw nauk przyrodniczych. Nauki te mają głębokie, filozoficzne znaczenie i kształtują nowe sposoby rozumienia rzeczywistości"
 2. "Nawet gdy nie planujesz kariery naukowej ani technicznej, potrzebujesz wiedzy z zakresu nauk przyrodniczych. Młodzi ludzie poszukują sensu życia. Najlepszą i najbardziej uczciwą drogą do jego poznania, jest właśnie nauka. Polityka i sztuka opierają się na opiniach - nauka oparta jest na faktach".

Wiedza trwałą ucznia po opracowaniu licealnego kanonu (propozycja)

Każdy uczeń, który ukończy kształcenie się w zakresie fizyki na poziomie podstawowym (czyli kanonu) powinien dysponować pewnym zasobem trwałej wiedzy z tego przedmiotu, zdobytej w nauczaniu licealnym. Wiedza ta ma stanowić niezbędny element wykształcenia każdego człowieka oraz podstawę jego poglądu na świat.

Oto nasza propozycja:

- W przyrodzie nie można przesłać żadnej informacji z większą szybkością niż 300000 km/s. Z tego wynika cały szereg konsekwencji. Uczeń powinien potrafić podać ich przykłady.
- Pojęcie upływu czasu nie jest bezwzględne. Jest to fakt stwierdzony doświadczalnie przewidywany przez szczególną teorię względności Einsteina. W układach poruszających się z szybkością bliską c czas płynie wolniej. Oznacza to, że wolniej zachodzą wszelkie procesy, np. proces starzenia się.
- Ciała wzajemnie z sobą oddziałują:
 - bezpośrednio (stykając się z sobą),
 - na odległość (poprzez pola).
- Miarą oddziaływań są siły. Jeśli siły nie działają, ciało może wykonywać ruch jednostajny prostoliniowy. Działanie siły jest konieczne do zmiany ruchu. Te stwierdzenia wynikają z opisujących otaczający nas makroskopowy świat deterministycznych praw Newtona. Determinizm polega na tym, że znając położenie, prędkość ciała w pewnej chwili i działające na nie siły, możemy obliczyć położenie i prędkość ciała po dowolnym czasie. Podstawę sformułowania praw Newtona stanowiło rozumowanie indukcyjne.
- Oddziaływania "na odległość" to oddziaływania grawitacyjne, elektromagnetyczne i jądrowe. Człowiek nauczył się wykorzystywać występujące w przyrodzie siły występujące w tych oddziaływaniach. Uczeń powinien potrafić podać przykłady wykorzystania siły ciężkości, sprężystości, tarcia, siły elektrodynamicznej.
- Z teorii względności wynika, że każde ciało posiada energię spoczynkową $E = mc^2$. Jeśli ciała, między którymi działają siły przyciągania łączą się w układ, to część ich sumarycznej energii spoczynkowej zmienia się w inne rodzaje energii używane przez ludzkość. Najbardziej efektywnym źródłem ener-

gii jest łącznie się lekkich jąder (fuzja jądrowa). W taki sposób powstaje energia słoneczna, która w postaci promieniowania elektromagnetycznego jest transportowana i następnie na Ziemi ulega przemianom w inne rodzaje energii. Różnice w energiach wiązania jąder różnej wielkości dają możliwość uzyskiwania energii w zjawisku rozszczepienia. Teoria względności została odkryta na drodze rozumowania hipotetyczno-dedukcyjnego. Potem odkryto zjawiska, potwierdzające tę teorię. W przyrodzie obowiązuje zasada zachowania energii.

- Do opisu otaczającego świata budujemy modele, które coraz lepiej odwzorowują rzeczywistość. Jednym z takich modeli jest oscylator harmoniczny (a także model gazu doskonałego, model Bohra budowy atomu wodoru). Modelami posługujemy się np. do opisu budowy i wyjaśniania właściwości ciał.
- Wykorzystanie praktyczne różnych materiałów jest związane z ich specyficznymi właściwościami, mechanicznymi, elektrycznymi, magnetycznymi i optycznymi.
- Model cząsteczkowej budowy materii służy nam do wyjaśniania przemian energii wewnętrznej. Istnieją ograniczenia związane z przemianą energii wewnętrznej w pracę mechaniczną. Uczeń potrafi objaśnić zasadę budowy silnika cieplnego.
- W przyrodzie zachodzą samorzutnie procesy nieodwracalne od stanu uporządkowania do chaosu. Przejście od chaosu do uporządkowania, np. budowa wysoko uorganizowanych form życia wymaga dostarczenia energii słonecznej.
- Modele cząsteczkowej budowy materii i fali służą do wyjaśniania sposobów transportu energii. Uczeń potrafi podać przykłady.
- Fala elektromagnetyczna to przenikające się wzajemnie pola elektryczne i magnetyczne, przenoszące w próżni energię z szybkością c . Pełny zakres częstotliwości różnych rodzajów fal elektromagnetycznych to widmo fal elektromagnetycznych. Uczeń potrafi wymienić w odpowiedniej kolejności i podać przykłady właściwości i sposobów wykorzystania różnych rodzajów fal elektromagnetycznych.
- Epokowe znaczenia dla rozwoju cywilizacji miało odkrycie zjawiska indukcji elektromagnetycznej. Uczeń potrafi wyjaśnić dlaczego.
- Promieniowanie elektromagnetyczne ma naturę dualną. W niektórych zjawiskach zachowuje się jak fala, w innych jak strumień cząstek zwanych fotonami o energii $E = h\nu$.
- Światło widzialne stanowi wąski przedział widma fal elektromagnetycznych, a różnym częstotliwościom odpowiadają różne barwy. Najczęściej obserwowane w przyrodzie i wykorzystywane w przyrządach optycznych zjawiska to: odbicie światła, załamanie, dyfrakcja, interferencja i polaryzacja. Uczeń potrafi podać przykłady.
- Najczęściej występujące wady wzroku to krótko- i dalekowzroczność.
- Zjawisko fotoelektryczne, które znalazło szereg zastosowań (fotokomórka) można wytłumaczyć tylko na gruncie kwantowej teorii światła.
- Model Bohra tłumaczy emisję promieniowania elektromagnetycznego przez atomy (atom wodoru), gorzej tłumaczy widma atomów wieloelektronowych i cząsteczek. Teoria fizyczna, która dobrze tłumaczy te zjawiska nazywa się mechaniką kwantową.

- Każde ciało w postaci pary lub gazu pobudzone do świecenia wysyła charakterystyczne dla siebie widmo liniowe (pasmowe). Daje to możliwość analizy spektralnej, bardzo czułej metody wykrywania pierwiastków, także w odległych gwiazdach.
- Promieniotwórczość jest naturalnym zjawiskiem w przyrodzie.
- Pierwiastki promieniotwórcze wykorzystuje się w medycynie i technice.
- Zjawisko Dopplera w akustyce objawia się zmianą wysokości odbieranego dźwięku na skutek względnego ruchu źródła i odbiornika. To samo zjawisko w optyce polega na zmianie barwy (wynikającej ze zmiany częstotliwości) ciała wysyłającego światło na skutek względnego ruchu źródła światła i odbiornika.

Systematyczne przesunięcie linii widmowych w stronę fal długich otrzymywane w badaniach światła dochodzącego do nas od gwiazd i galaktyk tłumaczymy oddalaniem się ich od Ziemi.

- W chwili obecnej uznajemy za prawdziwą hipotezę powstania Wszechświata w Wielkim Wybuchu przed około 15 miliardami lat, a następnie rozszerzającego się i stygnącego. Dowodem słuszności tej hipotezy jest odkryte niedawno promieniowanie elektromagnetyczne zwane promieniowaniem relikowym lub promieniowaniem tła, które powstało krótko po Wielkim Wybuchu.
- Oprócz materii widzialnej (gwiazdy, galaktyki) Wszechświat wypełniony jest niewidoczną "ciemną materią". Losy Wszechświata zależą od gęstości wypełniającej go materii, ale na razie nie potrafimy jej dokładnie wyznaczyć.
- Dualizm korpuskularno-falowy dotyczy nie tylko światła, ale również materii. Każdemu ciału posiadającemu pęd o wartości p można przypisać długość fali λ . Dla ciał makroskopowych jest ona niemierzalnie mała. Natomiast dla ciał mikroskopowych możemy obserwować zjawiska falowe.
- W makroświecie dokonywanie pomiaru nie wpływa na stan mierzonego obiektu, natomiast w mikroświecie w wyniku mierzenia stan obiektu ulega zmianie. Z tego powodu pomiary są niedokładne. Niedokładność pomiaru w makroświecie wynika z niedoskonałości naszych zmysłów lub niedoskonałości przyrządów pomiarowych, natomiast niedokładność pomiaru w mikroświecie jest właściwością przyrody. Zjawiska zachodzące w mikroświecie opisują prawa mechaniki kwantowej. Są to prawa indeterministyczne.

6. Procedury osiągnięcia celów

1. Uczniowie powinni zapoznać się z ogólnymi zasadami organizacji i planowania uczenia się* i postępować zgodnie z nimi w trakcie całego procesu uczenia się.
2. Uczniowie na lekcjach fizyki powinni być stale stymulowani do przeprowadzania wszechstronnych operacji umysłowych: obserwacji, opisywania, porządkowania, porównywania, tworzenia modeli, wyjaśniania, wnioskowania, szacowania, ilustrowania, uzasadniania, konstruowania, dowodzenia, sprawdzania, tłumaczenia, podsumowywania.
3. Uczniowie powinni być jak najczęściej stawiani w sytuacji problemowej, a wskazywanie kolejnych ogniw postępowania powinno doprowadzić do niemal automatycznego działania zgodnie ze schematem: dostrzeżenie problemu ⇒ stawianie hipotez ⇒ weryfikacja hipotez.
4. Należy możliwie często stawiać przed uczniami problemy integrujące różne działy fizyki, a także fizykę z matematyką, astronomią, informatyką, techniką, chemią, biologią, geografą, muzyką i literaturą.
5. Uczniowie powinni planować (indywidualnie lub zespołowo) doświadczenia, przeprowadzać je, analizować i prezentować, wcielać się w rolę lidera, sekretarza lub prezentera.
6. Uczniowie powinni samodzielnie planować i przeprowadzać proste doświadczenia domowe obrazujące przebieg zjawiska lub jego praktyczne zastosowanie, prezentować wyniki doświadczenia (lub doświadczenie) w klasie, oceniać ewentualne błędy i niepewności pomiarowe i eliminować je.
7. Uczniowie powinni możliwie często zbierać informacje na wybrany temat korzystając z literatury młodzieżowej, popularno-naukowej, telewizji, internetu.
8. Uczniowie powinni prezentować przygotowaną wcześniej wypowiedź w oparciu o plan i materiał ilustracyjny. Powinni przy tym przestrzegać poprawności merytorycznej, precyzyjnego i zrozumiałego wyrażania swoich myśli i wyznaczonego czasu wypowiedzi.
9. Uczniowie powinni wypowiadać się w formie pisemnej na wybrane tematy z fizyki.
10. Uczniowie w procesie uczenia się powinni wykorzystywać komputer (techniki informacyjne).

* Patrz np. A. Batko, *Jak osiągnąć sukces w nauce?*, Wydawnictwo ZamKor, Kraków 1999

7. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

Ucząc fizyki na poziomie podstawowym, staramy się włączać treści i metody pracy nad nimi do procesu kształcenia ogólnego podejmowanego przez szkołę. Mniejszą wagę przywiązuje się do opanowania przez uczniów znaczącego zakresu wiedzy szczegółowej i umiejętności sprawnego wykonywania obliczeń, większą do włączenia nauczania fizyki w proces intelektualnego rozwijania uczniów tak, by mogli oni w przyszłości podejmować różne prace, w zależności od potrzeb rynku, umieli się szybko i sprawnie uczyć, dostosowując się do tych potrzeb. Ocena uczniów powinna więc dotyczyć zarówno wiedzy, jak i umiejętności.

Najpopularniejszą metodą sprawdzania wiedzy są testy i sprawdziany pisemne. W zreformowanej szkole odchodzimy od tradycyjnego odpytywania uczniów przy tablicy. Znaczenia nabiera ocenianie w trakcie dyskusji. Inicjatorem dyskusji jest zwykle nauczyciel, ale może nim być także uczeń, który przeczytał lub zauważył coś szczególnie interesującego lub niezrozumiałego, a mającego związek z opracowywanymi na lekcjach treściami. W tym drugim przypadku nauczyciel powinien zadbać, by uczeń był dobrze przygotowany do prezentacji problemu. Nauczyciel kierując dyskusją, może równocześnie oceniać wystąpienia poszczególnych uczniów.

Rodzajem aktywności uczniów, który koniecznie musi podlegać ocenie jest czytanie ze zrozumieniem. Ocenianie tej umiejętności może przebiegać zarówno pisemnie, jak i ustnie. Uczniowie mogą być oceniani także podczas obserwacji ich samodzielnych działań. Nauczyciel, obserwując pracę uczniów w zespole podczas planowania i wykonywania doświadczeń, ocenia ich pomysły, wiedzę, umiejętność współpracy, zaangażowanie, talenty manualne. Ocenia ich także w rolach lidera, sekretarza i prezentera.

Sprawdzanie wiedzy i umiejętności uczniów służy nie tylko wartościowaniu ich osiągnięć, ale także zwiększeniu efektywności procesu nauczania. Przed przystąpieniem do omawiania nowych treści z danego działu fizyki pożądane jest przeprowadzenie wstępnej oceny wiedzy i umiejętności uczniów wyniesionej z gimnazjum. Zadania służące tym celom znajdują się w podręczniku.

Kontrola bieżąca – podczas dyskusji, wykonywania doświadczeń, rozwiązywania zadań mobilizuje uczniów do systematycznej pracy i pozwala szybko uzupełnić ewentualne braki.

Po opracowaniu większej grupy zagadnień lub działu fizyki, przeprowadza się ocenianie sumujące, na ogół w postaci pracy pisemnej uczniów (testów wyboru i pytań otwartych). Zadania służące tym celom znajdują się w podręczniku. Przykłady sprawdzianów zostaną zamieszczone w poradniku dla nauczycieli fizyki.

Nauczyciel powinien zadbać o to, by istotne dla ogólnego wykształcenia elementy wiedzy fizycznej przekształciły się w wiedzę trwałą (proponycja znajduje się w paragrafie *Zamierzone osiągnięcia uczniów*). Stopień ugruntowania się tej wiedzy powinien być sprawdzony na zakończenie kursu podstawowego fizyki.

8. Propozycja rozkładu materiału

1. RUCH JEGO POWSZECHNOŚĆ I WZGLĘDNOŚĆ

Temat	Liczba godzin
Względność ruchu, przemieszczenie, elementy działań na wektorach, ruch jednostajny, prostoliniowy	3
Funkcja liniowa i wielkości wprost proporcjonalne (przypomnienie)	1
Ruchy zmienne	2
Ruch po okręgu	1
Ruch w różnych układach odniesienia	2
Założenia szczególnej teorii względności	1
Ograniczenia dla związków przyczynowych, obserwacje astronomiczne jako obraz historii kosmosu	1
Czas w różnych układach odniesienia	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	14

2. ODDZIAŁYWANIA W PRZYRODZIE

Temat	Liczba godzin
Klasyfikacja oddziaływań (powtórzenie)	1
Zasady dynamiki Newtona (powtórzenie)	1
Oddziaływania grawitacyjne	1
Ruch po okręgu	1
Pierwsza prędkość kosmiczna , oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	1
Oddziaływania elektrostatyczne (powtórzenie)	1
Makroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne	2
Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe	2
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	12

3. ENERGIA I JEJ PRZEMIANY

Temat	Liczba godzin
Energia potencjalna i kinetyczna w mechanice	1
Energia potencjalna oddziaływania grawitacyjnego	1
Energia kinetyczna	1
Druga prędkość kosmiczna	1
Energia w oddziaływaniach elektrostatycznych	1
Układy złożone i energia wiązania	1
Wzór Einsteina na energię spoczynkową. Pojęcie deficytu masy. Światłość i upadek prawa zachowania masy	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	9

4. MAKROSKOPOWE WŁAŚCIWOŚCI MATERII A JEJ BUDOWA MIKROSKOPOWA

Temat	Liczba godzin
Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody	3
Gazy jako układy prawie swobodnych cząsteczek	1
Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek	1
Właściwości sprężyste ciał stałych	1
Właściwości elektryczne	1
Właściwości magnetyczne substancji	1
Zastosowanie różnych materiałów w urządzeniach codziennego użytku	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	11

5. CHAOS I PORZĄDEK W PRZYRODZIE

Temat	Liczba godzin
Temperatura, energia wewnętrzna, ciepło	1
Pierwsza zasada termodynamiki	2
Druga zasada termodynamiki	1

Procesy odwracalne i nieodwracalne	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	7

6. TRANSPORT ENERGII

Temat	Liczba godzin
Przewodnictwo cieplne	1
Konwekcja	1
Fale mechaniczne	2
Fale elektromagnetyczne	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	7

7. ŚWIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

Temat	Liczba godzin
Wiadomości wstępne. Zjawisko odbicia i załamania światła	2
Całkowite wewnętrzne odbicie	1
Zwierciadła płaskie. Zwierciadła kuliste*	2
Płytką równoległościenną i pryzmat*	1
Soczewki*	1
Obrazy w soczewkach*	1
Przyrządy optyczne*	2
Rozszczepienie światła białego w pryzmacie	1
Dyfrakcja i interferencja światła	1
Zjawisko polaryzacji światła	1
Zjawisko fotoelektryczne. Kwantowy model światła	2
Model Bohra budowy atomu wodoru	2
Analiza spektralna. Laser i jego zastosowania	1
Właściwości optyczne	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	21 (14)

8. ELEMENTY FIZYKI JĄDROWEJ

Temat	Liczba godzin
Promieniotwórczość naturalna. Jądro atomu i jego budowa	1
Izotopy i prawo rozpadu	1
Deficyt masy w fizyce jądrowej	1
Reakcje jądrowe	1
Reakcje rozszczepienia. Bilans energii	1
Skład i stan materii gwiazdowej. Procesy zachodzące na Słońcu	1
Energetyka jądrowa. Reaktory a broń jądrowa. Kontrolowana reakcja rozszczepienia. Reaktory. Reakcja niekontrolowana. Bomba atomowa. Bomba wodorowa. Perspektywy fuzji kontrolowanej	1
Wpływ promieniowania na tkankę biologiczną. Zastosowania medyczne	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	10

9. BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

Temat	Liczba godzin
Skład materii stabilnej i cząstki nietwałe. Skład materii w wysokich temperaturach, przemiany i równowaga	1
Obserwacyjne podstawy kosmologii	1
Rozszerzający się Wszechświat	1
Promieniowanie tła jako relikty czasów przed powstaniem atomów, szybkość rozszerzania się Wszechświata i gęstość materii. Ciemna materia	1
Wszechświat zamknięty czy otwarty?	1
Modele powstawania galaktyk i ich układów. Ewolucja gwiazd	1
Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian	2
Razem	8

10. JEDNOŚĆ MIKRO- I MAKROŚWIATA

Temat	Liczba godzin
Kwantowy opis ruchu cząstek	1
Zjawiska interferencyjne w rozpraszaniu cząstek	1

Wpływ pomiaru w mikroświecie na stan obiektu. Fizyka makroskopowa jako granica fizyki układów kwantowych	1
Lekcja powtórzeniowa	1
Razem	4

11. FIZYKA A FILOZOFIA

Temat	Liczba godzin
Zakres stosowalności teorii fizycznych	1
Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody	1
Elementy metodologii nauk. Metoda indukcyjna i metoda hipotetyczno-dedukcyjna	1
Razem	3

12. NARZĘDZIA WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI (2 godziny)

W odpowiednim miejscu, przed przystąpieniem do wykonywania doświadczeń w zespołach uczniowskich należy umieścić "Teorię niepewności pomiarowych" (2 godziny). Pozostałe godziny poświęcamy doświadczeniom, powiększając liczbę godzin na realizację związanych z nimi tematów.

Realizacji przedstawionego Programu służy podręcznik Marii Fiałkowskiej, Krzysztofa Fiałkowskiego i Barbary Sagnowskiej *Fizyka dla szkół ponadgimnazjalnych*, Wydawnictwa ZamKor, Kraków 2002.

Podręcznik zawiera:

Treści na trzech poziomach

- Wyraźnie wyróżnione powtórzenie treści gimnazjalnych, tylko w zakresie koniecznym do zrozumienia nowych zagadnień. Potrzeba takiego wyróżnienia wynika z faktu, że uczniowie w różnych gimnazjach byli nauczani fizyki na bazie różnych programów i z różnych podręczników.
- Treści podstawowe, przeznaczone dla wszystkich uczniów, co nie oznacza, że wszyscy muszą wykorzystać wszystkie możliwości, jakie daje podręcznik. Zdecyduje nauczyciel, znając możliwości intelektualne i zainteresowania uczniów.
- Treści uzupełniające dla zainteresowanych lub uczących się fizyki w zakresie rozszerzonym.

Zadania

Podręcznik stanowi równocześnie podstawowy zbiór zadań. Zamieszczono w nim prawie 400 różnorodnych zadań. Tylko uczniom wykazującym bardzo duże braki z gimnazjum możemy polecić zbiór zadań ze szczegółowymi rozwiązaniami tj. *Zbiór zadań dla gimnazjum i liceum profilowanego* Jadwigi Salach i Barbary Sagnowskiej.

Doświadczenia uczniowskie

W podręczniku, w Aneksie 2 autorstwa Małgorzaty Godlewskiej i Danuty Szot-Gawlik, opisano elementarne metody obliczania niepewności pomiarowych. Opis poprzedza 21 instrukcji służących wykonywaniu doświadczeń w zespołach uczniowskich. Doświadczenia nie wymagają używania drogich przyrządów.

Programy komputerowe

W podręczniku zamieszczono 28 okienek ze szczegółowymi poleceniami, przygotowanymi przez Jadwigę Salach, dotyczącymi wykorzystania programów komputerowych, udostępnionych nam przez autorów, przetłumaczonych i opracowanych w Wydawnictwie i zamieszczonych na stronie www.zamkor.com.pl.

Każdy nauczyciel, który ma kłopoty z dostępem do internetu może je otrzymać bezpłatnie na dyskietce i kopiować w dowolnej ilości.

Szeroki wachlarz możliwości jakie daje podręcznik, to propozycja pozwalająca dokonać wyboru. Nie wszyscy uczniowie muszą przeczytać cały podręcznik, rozwiązać wszystkie zadania, wykonać wszystkie doświadczenia i polecenia dotyczące wykorzystania programów komputerowych. Książka jest tak opracowana, by każdy znalazł w niej coś ciekawego dla siebie.

