

# 3. PROGRAM NAUCZANIA KSZTAŁCENIE W ZAKRESIE PODSTAWOWYM

## 3.1. Ogólny opis programu

Program *Fizyka i astronomia XXI* nauczania fizyki i astronomii w zakresie podstawowym w szkołach ponadgimnazjalnych jest dostosowany do *Podstawy programowej* (załącznik 4 do Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 26 lutego 2002 r. – Dz.U. Nr 51, poz 458). Uwzględnia wszystkie treści nauczania zawarte w *Podstawie programowej* w zakresie podstawowym i preferuje klasyczny układ tematyczny. *Podstawa programowa* nie narzuca w tej kwestii sztywnych ram i nie dzieli treści nauczania według tradycyjnych działów. *Program* ten opiera się na dotychczasowym doświadczeniu autora w opracowywaniu i stosowaniu programu autorskiego.

W *Programie* przedstawiono:

- **założenia dydaktyczne i wychowawcze;**
- **cele edukacyjne**, których realizacji służy *Program*;
- **treści nauczania i szczegółowe cele kształcenia;** treści nauczania podano w rozbiściu na poszczególne lekcje, a szczegółowe cele kształcenia sformułowano w postaci końcowych planowanych osiągnięć ucznia na dwóch poziomach (dla wszystkich i dla niektórych), uwzględniając wszystkie standardy wymagań egzaminacyjnych;
- **rozplanowanie materiału nauczania** – z podziałem tematów na poszczególne klasy;
- **sposoby realizacji celów kształcenia** – podano sposoby korzystania z programu z uwzględnieniem środków dydaktycznych i lekcji ćwiczeniowych rachunkowych, jak i doświadczalnych. Rozdział ten obejmuje ponadto informacje o zalecanych środkach dydaktycznych: podręcznikach, zbiorach zadań, programach komputerowych dla ucznia i nauczyciela, foliogramach i lekcjach multimedialnych z wykorzystaniem komputera. W tym rozdziale omówiono również rolę pracowni fizycznej w realizacji programu;
- **sposoby oceniania osiągnięć ucznia.**

Zamiarem autora *Programu* jest realizacja wszystkich zadań szkoły w odniesieniu do przedmiotu fizyka i astronomia, ze szczególnym naciskiem na:

- 1) zapoznanie uczniów z podstawowymi prawami przyrody,
- 2) zapoznanie z metodami obserwowania, badania i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych.

Spośród celów edukacyjnych największy nacisk położono na poznanie podstawowych praw opisujących przebieg zjawisk fizycznych i astronomicznych w przyrodzie i budzenie zainteresowań prawidłowościami świata przyrody.

Spośród osiągnięć uczniów za bardzo ważne autor uznaje opisywanie zjawisk fizycznych oraz rozwiązywanie problemów fizycznych i astronomicznych z zastosowaniem modeli i technik matematycznych.

Podstawowym warunkiem realizacji tego *Programu* jest odpowiedni przydział godzin, tzn. 2 godziny tygodniowo. Autor liczy się jednak z tym, że w wielu szkołach nie będzie to realne, zatem zakłada jako minimum, że w każdej klasie będzie przydzielona na nauczanie fizyki 1 godzina tygodniowo. Uwzględniono również fakt, że w ostatniej klasie efektywnie będzie mniej godzin lekcyjnych ze względu na maturę.

Nauczyciel może dokonać modyfikacji programu, dostosowując zakres treści nauczania i zakres wymagań do zadań dydaktyczno-wychowawczych własnej szkoły.

### **3.2. Założenia dydaktyczne i wychowawcze *Programu***

Autor, niezależnie od realizacji celów edukacyjnych, zadań szkoły i umożliwienia uzyskania przez uczniów odpowiednich osiągnięć opisanych powyżej, opracowując *Program*, starał się, aby fizyka dla ucznia była nauką ciekawą, a nawet fascynującą. Uczeń powinien zachwycić się tym, że fizyka potrafi odkryć to, co nie jest bezpośrednio dostępne naszym zmysłom, że swoim zasięgiem obejmuje zarówno niewidzialną mikromaterię, jak i zdumiewającą swoimi rozmiarami głębię Kosmosu. Uczeń powinien zdawać sobie sprawę z tego, że fizyka jest nauką podstawową, której odkrycia mają fundamentalne znaczenie dla rozwoju naszej cywilizacji. Odkrycia fizyki stanowią podstawę i niewyczerpane źródło techniki, z którego czerpie i zawsze czerpała, co jej umożliwia tworzenie nowych dziedzin i unowocześnianie już istniejących. Zatem *Program* stara się wydobyć przede wszystkim powyższe aspekty nauki.

*Program* zakłada ponadto, że zaznajomienie się z fizyczną podstawą budowy wielu urządzeń technicznych, obecnych w codziennym życiu ucznia, pozwoli mu zrozumieć otaczającą go zewsząd technikę i uniknąć stanu zagubienia w pozornie skomplikowanym otoczeniu technicznym.

Autor ma nadzieję, że ucząc się fizyki, uczeń nabędzie umiejętność ścisłego i twórczego myślenia, że poznając metody badawcze fizyki jako najściślejszej z nauk przyrodniczych, rozwinie swój intelekt.

Założeniem wychowawczym programu jest również wdrożenie uczniów do systematycznej pracy i wytworzenie w nich uporu w pokonywaniu trudności przy rozwiązywaniu różnych problemów i zadań, a także wyrabianie w uczniach charakteru opartego na dzielności w zdobywaniu wiedzy. Zatem jednym z założeń *Programu* jest nieunikanie stawiania przed młodzieżą również zadań trudniejszych i odejście w wielu przypadkach od tzw. „łatwizny”.

### **3.3. Cele edukacyjne**

Cele edukacyjne programu są zgodne z celami sformułowanymi w *Podstawie programowej*. W szczególności należy wyróżnić następujące:

- 1) Rozumienie zjawisk otaczającego świata oraz podstawowych praw fizyki.
- 2) Poznanie metod badawczych fizyki oraz roli eksperymentu i teorii.
- 3) Umiejętność prezentowania wyników własnych obserwacji, eksperymentów i przemyśleń.
- 4) Postawa zdyscyplinowania i zaangażowania w prace eksperymentalne.
- 5) Dostrzeganie związków i różnic istniejących w prawach rządzących mikro i makroświatem oraz Kosmosem i umiejętność czynienia refleksji filozoficzno-przyrodniczej.
- 6) Rozumienie związku fizyki z innymi naukami oraz z techniką – fizyka jako podstawa i źródło współczesnej techniki.
- 7) Umiejętność wykorzystania wiedzy fizycznej w praktyce życia codziennego.
- 8) Wytworzenie zaciekawienia zjawiskami otaczającymi świata. Rozwijanie w sobie cech charakterystycznych człowieka myślącego i potrafiącego samodzielnie oceniać i wyrabiać sobie pogląd na otaczającą go rzeczywistość na podstawie badań naukowych. Umiejętność odróżniania fikcji od rzeczywistości.

### 3.4. Treści nauczania i planowane osiągnięcia ucznia

Przedstawione w tabelach treści są zgodne z *Podstawą programową*, a osiągnięcia ucznia zostały przygotowane z uwzględnieniem wszystkich standardów egzaminacyjnych.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
<b>Wiadomości wstępne (2 lekcje)</b>					
1	Co jest przedmiotem fizyki	Przedmiot badań fizyki, podstawowej nauki przyrodniczej. Zakres i zasięg badań fizyki (w skali makroskopowej, mikroskopowej i kosmicznej). Uniwersalność podstawowych oddziaływań. Metoda badawcza fizyki, dzięki której fizyka osiągnęła spektakularne sukcesy w poznaniu otaczającego świata. Związek fizyki z innymi naukami i z filozofią przyrody. Matematyka jako „język fizyki”. Pomiar – podstawowa metoda badawcza fizyki.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi odróżnić nauki ściśle od innych,</li> <li>• potrafi umiejscowić fizykę w systemie innych nauk,</li> <li>• potrafi wykazać, że podstawową rolę w badaniach fizyki odgrywa matematyka oraz doświadczenie fizyczne,</li> <li>• potrafi odróżnić pomiar fizyczny od obserwacji jakościowej.</li> </ul>		Wiadomości wstępne powinny być podane w szczególnie atrakcyjny sposób, aby zaciekawić i zachęcić uczniów do nauki fizyki.
2	Układ jednostek SI	Układ jednostek SI oraz wzorce jednostek. Pochodzenie przyjętych jednostek.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zna trzy podstawowe jednostki układu SI (metr, kilogram, sekunda), ich wzorce oraz pochodzenie.</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi odpowiedzieć na pytanie, dlaczego przyjęto takie, a nie inne jednostki.</li> </ul>	
<b>Kinematyka punktu materialnego (6 lekcji)</b>					
1	Ruch jednostajny prostoliniowy	Definicja prędkości średniej i chwilowej, przykłady tych wielkości. Pojęcia: <b>droga</b> , <b>przemieszczenie</b> i <b>położenie</b> (we wzorze $s = s_0 + vt$ ). Wykresy wielkości kinematycznych.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi poprawnie obliczać położenie i drogę przebytą przez różne pojazdy poruszające się z określonymi prędkościami,</li> <li>• odróżnia prędkość chwilową od prędkości średniej,</li> </ul>		Lekcja ułatwi późniejsze zrozumienie innych zagadnień, w których odróżnienie <b>drogi</b> od <b>współrzędnej położenia</b> ciała ma istotne znaczenie.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
		Interpretacja graficzna wzoru $s = vt$ z wykorzystaniem wykresu zależności prędkości od czasu.	<ul style="list-style-type: none"> <li>potrafi w konkretnych przypadkach przedstawić na wykresie zależność od czasu: położenia, przemieszczenia i drogi oraz prędkości w ruchu jednostajnym prostoliniowym.</li> </ul>		
2	Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy	Definicje przyspieszenia średniego i chwilowego. Wzory na prędkość i położenie ciała w ruchu jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym. Wykresy prędkości i położenia w zależności od czasu. Przykłady popularnych zjawisk z życia codziennego uwidaczniające możliwość ścisłego ich opisanie i precyzyjnego przewidzenia skutków tych zjawisk.	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>potrafi zdefiniować przyspieszenie, a także podać wzory na prędkość i położenie w zależności od czasu w ruchu jednostajnie przyspieszonym,</li> <li>potrafi przedstawić graficznie zależności <math>v(t)</math> i <math>s(t)</math> w ruchu jednostajnie przyspieszonym.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>potrafi poprawnie obliczać położenie i drogę przebytą przez różne pojazdy poruszające się z przyspieszeniem.</li> </ul>	Dzięki omówieniu konkretnych przykładów, uczniowie mogą dowiedzieć się, ile ciekawych informacji można uzyskać z dwóch podstawowych wzorów (na <b>prędkość i drogę</b> ).
3	Swobodne spadanie (eksperyment uczniowski)	Pomiar czasu swobodnego spadania ciał o różnych masach (powtórzenie słynnego doświadczenia Galileusza). Wybrane pojęcia i wzory rachunku niepewności pomiarowych. Zastosowanie rachunku niepewności pomiarowych w wykonywanym przez uczniów doświadczeniu.	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>potrafi zmierzyć przyspieszenie w ruchu jednostajnie zmiennym, w prostych przypadkach ocenić niepewność pomiaru bezpośredniego i pośredniego wielkości złożonej,</li> <li>wymienia przyczyny, z powodu których wszystkie pomiary są obciążone niepewnościami pomiarowymi i nie ma pomiarów idealnie dokładnych.</li> </ul>		Lekcja stwarza okazję do kształcenia u uczniów umiejętności obserwowania zjawisk.
4	Wektory i skalary	Przykłady wielkości skalarnych i wektorowych. Składanie i rozkładanie wektorów. Składanie wektorów na przykładzie wektorów przemieszczenia. Zasada niezależności ruchów, składanie i rozkładanie prędkości.	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia wielkości wektorowe od wielkości skalarnych,</li> <li>potrafi rozkładać wektory na składowe wzdłuż zadanych kierunków,</li> <li>potrafi graficznie dodawać i odejmować wektory.</li> </ul>		

		Odejmowanie wektorów. Wektor prędkości chwilowej i jego kierunek względem toru.			
5	Pomiary parametrów ruchu ciała na równi pochyłej (eksperyment uczniowski)	Wykonanie przez uczniów doświadczenia w celu zbadania ruchu jednostajnie przyspieszonego ciała zsuwającego się po równi pochyłej, uświadamiającego uczniom konieczność stosowania wektorów, w szczególności wektora <b>prędkości</b> i <b>przyspieszenia</b> . Rozkład tych wektorów w ruchu ciała na równi pochyłej.	Uczeń: • potrafi zastosować zasadę niezależności ruchów w zadaniach, w których występuje konieczność złożenia lub rozłożenia ruchów na ruchy składowe.		Uczniowie naocznie przekonują się, że droga $s$ w tym ruchu jest funkcją kwadratową czasu, gdyż otrzymany wykres $s(t)$ przedstawia rzeczywiście parabolę. Przeprowadzenie tego typu doświadczeń umacnia przekonanie uczniów w tym, że opis matematyczny stosowany w fizyce ma ścisły związek z rzeczywistością.
6	Ruch jednostajny po okręgu	Definicje wielkości podstawowych w ruchu po okręgu: okres, częstota, prędkość kątowna. Związek prędkości liniowej i kątownej. Wzór na przyspieszenie dośrodkowe. Przykłady wyjaśniające uczniom, dlaczego w jednostajnym ruchu po okręgu występuje przyspieszenie dośrodkowe.	Uczeń: • podaje przykłady ruchu jednostajnego po okręgu w swoim otoczeniu, • posiada umiejętność dostrzegania tego, że satelita geostacjonarny ma tę samą prędkość kątowną co Ziemia, • potrafi się posługiwać wielkościami charakterystycznymi dla ruchu po okręgu.		Uświadomienie uczniom, że zależności występujące w ruchu po okręgu mają szerokie zastosowanie, w szczególności przy rozpatrywaniu ruchów ciał kosmicznych i lotów satelitarnych oraz w życiu codziennym – w ruchu pojazdów „na zakrętach”, jak również w ruchu na karuzeli.
<b>Dynamika (4 lekcje)</b>					
1	Pierwsza i druga zasada dynamiki Newtona	Zagadnienie względności ruchu. Dynamika na przestrzeni dziejów. Wpływ odrzucenia krępujących idei Arystotelesa na rozwój fizyki. Zasady dynamiki Newtona. Możliwość wyróżnienia dzięki tym zasadom spośród różnych układów – układów inercjalnych. <b>Ciężar a masa</b> (te dwa pojęcia często są mylone).	Uczeń: • potrafi rozróżnić rozmaite rodzaje sił i wyodrębnić siły tarcia, • potrafi określić układy inercjalne i wyjaśnić, na czym polega względność ruchu, • definiuje pojęcie siły, • potrafi wyróżnić w konkretnych przypadkach skutki statyczne i dynamiczne działania siły, • odróżnia pojęcie ciężaru od masy.	Uczeń: • potrafi pokazać, na przykładzie pojęcia siły, jak rozwijała się nauka o ruchu.	<i>Pierwsza zasada dynamiki Newtona</i> ukazana na tle odrzucenia idei Arystotelesa o naturalnym trwaniu ciał w bezruchu. <i>Druga zasada dynamiki Newtona</i> przedstawiona w powiązaniu z analizą pojęcia siły.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
2	Trzecia zasada dynamiki Newtona, pęd i popęd. Zasada zachowania pędu	<b>Wzajemność</b> wszelkich oddziaływań. <b>Druga zasada dynamiki</b> jako związek między pędem i popędem. Zasada zachowania pędu jako fundamentalna zasada związana z symetrią przestrzeni. Przykłady funkcjonowania tej zasady.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi uzasadnić stwierdzenie, że aby na ciało mogła zadziałać siła, konieczne są przynajmniej dwa ciała,</li> <li>• rozumie drugą zasadę dynamiki w postaci związku między pędem i popędem,</li> <li>• potrafi stosować prawo zachowania pędu w prostych zagadnieniach.</li> </ul>		Należy podkreślić, że ujęcie drugiej zasady dynamiki w postaci związku między pędem i popędem ma bardzo ważne zastosowania, w szczególności przy zderzeniach, w teorii kinetyczno-cząsteczkowej i w fizyce cząstek elementarnych. Należy podkreślić, że prawo zachowania pędu należy do <b>kilku</b> fundamentalnych praw zachowania.
3	Siły bezwładności. Siły w ruchu po okręgu	Układy nieinercjalne. Ewentualne wykonanie doświadczenia – pomiaru sił bezwładności w windzie. Siły w ruchu po okręgu w układzie inercyjnym i nieinercyjnym.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje przykłady występowania sił bezwładności, stosując pojęcie układu nieinercyjnego,</li> <li>• potrafi wyróżnić siłę dośrodkową i odśrodkową (w układzie nieinercyjnym) w różnych przypadkach ruchu po okręgu.</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi uzasadnić, dlaczego siły bezwładności nie należą do oddziaływań fundamentalnych.</li> </ul>	Wykonanie doświadczenia pomiaru sił bezwładności w windzie można zlecić uczniom jako zadanie domowe (tam, gdzie jest to możliwe). Stwarza to okazję do kształcenia u uczniów umiejętności samodzielnego zaplanowania doświadczenia. Należy zwrócić uwagę na to, że siła odśrodkowa jest siłą bezwładności i jako taka może być rozpatrywana tylko w układzie nieinercyjnym.
4	Tarcie	Przykłady występowania tarcia. Różne rodzaje tarcia. Związek między siłą tarcia i siłą nacisku. Współczynnik tarcia.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi odróżnić tarcie statyczne od kinetycznego,</li> <li>• potrafi podać, jaka jest rola tarcia i gdzie jest ono korzystne, a gdzie niekorzystne,</li> <li>• potrafi podać, jakie sposoby stosuje się dla zmniejszania i zwiększania tarcia.</li> </ul>		Powszechne występowanie tarcia stwarza konieczność dokładnego omówienia tego zjawiska z uwzględnieniem rodzajów tarcia, jego skutków, a także przyczyn jego istnienia.

<b>Praca. Energia. Moc (2 lekcje)</b>					
1	Praca i moc. Energia mechaniczna	Wzór na pracę. Wzór na moc. Przykłady stosowania tych pojęć. Różne urządzenia życia codziennego, mechaniczne i elektryczne. Pojęcie energii. Energia mechaniczna. Energia potencjalna i kinetyczna. Przykłady.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi obliczyć pracę i moc w przypadku, gdy działa stała siła,</li> <li>• potrafi obliczać energię mechaniczną w prostych przypadkach.</li> </ul>		Uczeń poznaje użyteczność pojęć pracy i mocy w życiu codziennym. Pokazanie na przykładach, jak za pomocą pracy zmienia się energia.
2	Zasada zachowania energii	Przykłady układu zachowawczego oraz układu izolowanego (uprzednio już stosowanego przy okazji zasady zachowania pędu). Zadania i przykłady stosowania prawa zachowania energii.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zastosować prawo zachowania energii w prostych przykładach,</li> <li>• potrafi przeanalizować proste zjawiska fizyczne z punktu widzenia bilansu energetycznego,</li> <li>• potrafi uzasadnić, że zasada zachowania energii należy do fundamentalnych zasad przyrody.</li> </ul>		Zasada zachowania energii wymaga definicji układu zachowawczego oraz układu izolowanego uprzednio już stosowanego przy okazji zasady zachowania pędu. Zadania i przykłady powinny przygotować ucznia do zrozumienia fundamentalnego prawa przyrody – prawa zachowania energii.
<b>Teoria molekularno-kinetyczna materii (1 lekcja)</b>					
1	Model gazu doskonałego i podstawowe równanie teorii kinetycznej	Podstawowe równanie teorii kinetycznej gazu doskonałego. Kinetyczna interpretacja temperatury oraz jej aspekt fenomenologiczny.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia na przykładzie modelu gazu doskonałego, na czym polega podstawowa metoda badawcza fizyki – budowa modeli i ich weryfikacja doświadczalna,</li> <li>• definiuje pojęcie temperatury zgodnie z teorią kinetyczną gazu doskonałego i potrafi uzależnić temperaturę od średniej prędkości cząsteczek.</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi pokazać na przykładzie modelu gazu, że prawa statystyczne i dynamiczne (ściśle przyczynowe) przeplatają się wzajemnie na różnych poziomach poznania materii.</li> </ul>	Model gazu doskonałego stwarza okazję do omówienia roli modeli w poznaniu przyrody.
<b>Termodynamika (5 lekcji)</b>					
1	Pierwsza zasada termodynamiki	Pojęcia: energia wewnętrzna, ciepło i praca. Pierwsza zasada termodynamiki.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi odróżnić ciepło od energii wewnętrznej,</li> <li>• potrafi zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do rozwiązywania prostych zadań.</li> </ul>		Lekcje tego działu należy powiązać z teorią kinetyczną gazów przerobioną uprzednio.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
2	Izoprocesy gazu doskonałego – proces izochoryczny i proces izobaryczny	Procesy izochoryczny i izobaryczny w powiązaniu z pierwszą zasadą termodynamiki.	Uczeń: • potrafi wyznaczyć parametry termodynamiczne w procesach izochorycznym i izobarycznym.		Należy powiązać omówienie procesów termodynamicznych z przykładami z życia codziennego.
3	Izoprocesy gazu doskonałego – proces izotermiczny i proces adiabatyczny	Procesy izotermiczny i adiabatyczny w powiązaniu z pierwszą zasadą termodynamiki.	Uczeń: • potrafi wyznaczyć zmieniające się parametry termodynamiczne w procesie izotermicznym, • potrafi przedstawić jakościowy opis zmian temperatury w procesie adiabatycznym.		Proces adiabatyczny powinien być przedstawiony na przykładach.
4	Druga zasada termodynamiki	Procesy w rzeczywistej i idealnej maszynie chłodniczej oraz rzeczywistym i nierealnym silniku cieplnym. Druga zasada termodynamiki. Kierunek przemian w przyrodzie.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, że druga zasada termodynamiki określa kierunek procesów fizycznych i niemożność zbudowania <i>perpetuum mobile</i> drugiego rodzaju	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, że druga zasada termodynamiki określa kierunek procesów fizycznych i w tym aspekcie określa kierunek biegu czasu (dlaczego czas biegnie w kierunku przeszłości).	Drugą zasadę termodynamiki należy zilustrować schematami procesów w rzeczywistej i idealnej maszynie chłodniczej oraz w rzeczywistym i nierealnym silniku cieplnym.
5	Silniki cieplne	Opis pracy silnika spalinowego.		Uczeń: • potrafi przeanalizować pracę silnika spalinowego, korzystając z pojęć termodynamicznych.	Opis pracy silnika spalinowego uatrakcyjnia naukę i pokazuje przydatność termodynamiki w powszechnie stosowanej technice współczesnej.
<b>Stany skupienia materii (3 lekcje)</b>					
1	Struktura ciał stałych	Elementarne wiadomości na temat budowy ciał krystalicznych i bezpostaciowych.		Uczeń: • potrafi opisać i wyjaśnić podstawowe typy struktur krystalicznych takich, jak NaCl, Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> i Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .	Należy podkreślić, że większość popularnych metali ma budowę krystaliczną.
2	Zjawisko włoskowości. Napięcie powierzchniowe. Menisk	Zjawisko napięcia powierzchniowego w cieczach, menisku i włoskowości.	Uczeń: • potrafi podać przykłady zjawisk, w których występują siły powierzchniowe.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić pochodzenie sił napięcia powierzchniowego w cieczach,	

				<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi nazwać różne rodzaje menisków i powiązać je z siłami międzycząsteczkowymi oraz wyjaśnić zjawisko włoskowatości.</li> </ul>	
3	Przemiany fazowe. Zjawisko parowania	Zjawisko parowania i przemian fazowych.	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko parowania w aspekcie budowy cząsteczkowej ciał w różnych stanach skupienia materii.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi interpretować wykres równowagi faz.</li> </ul>	
<b>Grawitacja (4 lekcje)</b>					
1	Prawo grawitacji Newtona	Droga dojścia Newtona do odkrycia prawa grawitacji (jakościowo). Powszechność prawa grawitacji. Pojęcia: masa i ciężar.	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi przedstawić wzór na siłę grawitacji Newtona i zastosować go do konkretnych przypadków,</li> <li>• potrafi odróżnić masę od ciężaru ciała.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi powtórzyć (jakościowo) rozumowanie Newtona, które doprowadziło do odkrycia prawa grawitacji.</li> </ul>	Należy pokazać drogę dojścia Newtona do odkrycia prawa grawitacji. Dzięki temu uczeń ma możliwość zapoznać się ze sposobem rozumowania naukowego, które może doprowadzić do wielkiego odkrycia.
2	Pole grawitacyjne	Rola pojęcia pola. Wyznaczanie masy Ziemi przy wykorzystaniu parametrów ruchu Księżyca.	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje definicję pola grawitacyjnego.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyznaczyć masę Ziemi z danych astronomicznych o Księżycu.</li> </ul>	Uczniowie poznają sposób opisu oddziaływania grawitacyjnego za pomocą pojęcia pola. Poznają zdumiewającą potęgę prawa grawitacji, gdyż – nie wychodząc z czterech ścian klasy – mogą wyznaczyć („zważyć”) masę takich olbrzymich ciał kosmicznych, jak Ziemia czy Słońce.
3	Praca w polu grawitacyjnym, potencjał pola	Wzór na pracę przesunięcia ciała próbnego w polu grawitacyjnym. Potencjał pola. Wyrażenie pracy za pomocą różnicy potencjałów.		<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi zastosować wzór na pracę w polu grawitacyjnym do rozwiązywania prostych zadań,</li> <li>• potrafi się posługiwać pojęciem potencjału pola grawitacyjnego.</li> </ul>	Należy ograniczyć się do przedstawienia wzoru, podając pobieżnie jego pochodzenie. Należy podkreślić, że wcześniej poznany wzór na pracę przy stałej sile przechodzi w stosowany tu wzór, gdy zastosujemy średnią siłę. Pojęcie potencjału może sprawiać przeciętnemu uczniowi trudności percepcyjne, dlatego na omówienie tego zagadnienia należy poświęcić odpowiednio dużo czasu. Dobre przyswojenie tego pojęcia ułatwi później uczniowi zrozumienie potencjału i napięcia w elektryczności.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
4	Prędkości kosmiczne i ruch satelitów	Dwie prędkości kosmiczne. Wyprowadzenie wzorów na te prędkości.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi rozwiązywać zadania dotyczące obliczania prędkości i promieni orbit satelitów,</li> <li>• potrafi wyprowadzić wzór na pierwszą prędkość kosmiczną.</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyprowadzić wzór na pierwszą i drugą prędkość kosmiczną.</li> </ul>	Prędkości kosmiczne są szczególnie atrakcyjne i łatwo jest tym tematem zaciekać uczniów. Warto wykorzystać ten „zapalnik dydaktyczny” i wraz z uczniami zabawić się w planowanie wypraw kosmicznych.
<b>Pole elektrostatyczne (3 lekcje)</b>					
1	Ładunek. Prawo Coulomba	Podstawowe prawa dotyczące ładunku elektrycznego oraz prawo Coulomba. Porównanie ilościowe oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wykazać, że pole grawitacyjne jest niezwykle słabe w porównaniu z elektrycznym,</li> <li>• podaje przykłady zasady zachowania ładunków.</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi odróżnić prawo zachowania ładunku od prawa niezmienniczości ładunku.</li> </ul>	Należy wykorzystać zjawisko anihilacji i kreacji elektronów dla ilustracji zasady zachowania ładunku. Należy zwrócić uwagę na odróżnienie <b>prawa zachowania</b> od <b>prawa niezmienniczości</b> ładunku elektrycznego.
2	Pole elektrostatyczne	Zdefiniowanie pojęcia pola elektrycznego i natężenia pola. Analogia między polem elektrostatycznym i grawitacyjnym. Pojęcie linii pola.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie pole elektrostatycznego.</li> <li>• przedstawia na rysunku linie sił pola w prostych przypadkach.</li> </ul>		Doświadczenie ilustrujące linie pola elektrycznego można z łatwością przeprowadzić, a warto, gdyż pokazuje, że linie pola dają się uoocnić.
3	Praca w polu elektrostatycznym. Potencjał	Potencjał. Przewodnik w polu elektrycznym. Działanie piorunochronów oraz problem bezpieczeństwa przy posługiwaniu się urządzeniami elektrycznymi.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie potencjału elektrycznego,</li> <li>• wymienia i opisuje zasady bezpieczeństwa przy posługiwaniu się urządzeniami elektrycznymi,</li> <li>• potrafi opisać działanie piorunochronu.</li> </ul>		Tu przygotowujemy ucznia do przyswojenia sobie pojęcia napięcia w sieci prądu elektrycznego.
<b>Prąd stały (3 lekcje)</b>					
1	Mikroskopowy obraz prądu elektrycznego. Napięcie i siła elektromotoryczna. Natężenie prądu elektrycznego	Jakościowy klasyczny mikroskopowy opis prądu. Podstawowe wielkości określające prąd elektryczny, natężenie, siła elektromotoryczna (SEM).	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi określić, co to jest prąd elektryczny i opisać go z mikroskopowego punktu widzenia,</li> <li>• wymienia przyczynę powstawania prądu elektrycznego,</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi określić różnicę między pojęciem napięcia i SEM.</li> </ul>	Obraz mikroskopowy prądu elektrycznego pozwoli uczniom wyobrazić sobie, co się dzieje w przewodniku podczas przepływu prądu.

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi określić pojęcia napięcia i SEM.</li> </ul>		
2	<p>Prawo Ohma (eksperyment uczniowski).</p> <p>Prawo Joule'a-Lenza</p>	<p>Prawo Ohma, opór właściwy, przewodnictwo właściwe.</p> <p>Prawo Joule'a-Lenza.</p> <p>Doświadczenie – wyznaczenie zależności oporu przewodnika od temperatury.</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje i oblicza opór różnych przewodników,</li> <li>• podaje prawo Joule'a-Lenza i wie, dlaczego np. żarówka świeci pod wpływem prądu.</li> </ul>		<p>Znajomość prawa Ohma i prawa Joule'a-Lenza, mających duże znaczenie praktyczne, powinno się przybliżyć przez doświadczenie uczniowskie.</p>
3	Obwody elektryczne	<p>Obwody prądu stałego.</p> <p>Połączenia szeregowo i równoległe oporników.</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi rozwiązywać proste zadania z rozplywem prądu w obwodach elektrycznych.</li> </ul>		<p>Prawa i ich wyjaśnienie jako konsekwencja prawa zachowania ładunku oraz prawa zachowania energii.</p>
<b>Pole magnetyczne (2 lekcje)</b>					
1	<p>Pole magnetyczne.</p> <p>Siła Lorentza</p>	<p>Pole magnetyczne magnesów stałych i wytworzonych przez prąd płynący w prostoliniowym przewodniku, pętli kołowej i w zwojnicy.</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• definiuje pojęcie pola magnetycznego i opisuje sposób doświadczalnego określenia kształtu linii pola magnetycznego,</li> <li>• potrafi zastosować wzór na siłę Lorentza w prostych zadaniach.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi przedstawić wzór na siłę Lorentza w postaci wektorowej.</li> </ul>	<p>Zaleca się wykonać doświadczenia demonstrujące: linie pola magnetycznego, jak również zmianę zwrotu ustawienia igieł magnetycznych otaczających przewodnik pod wpływem zmiany zwrotu prądu elektrycznego. Bardzo pouczający jest pokaz działania siły Lorentza na strumień elektronów w rurce katodowej.</p>
2	<p>Przewodnik w polu magnetycznym.</p> <p>Przyrządy magnetyczne.</p> <p>Silnik elektryczny</p>	<p>Siła Lorentza działająca na przewodnik z prądem w polu magnetycznym.</p> <p>Urządzenia wykorzystujące oddziaływania magnetyczne: galwanometr, amperomierz, woltomierz i silnik na prąd stały.</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyjaśnić zasadę działania przyrządów wykorzystujących oddziaływania magnetyczne.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisać matematycznie kształt torów ładunków punktowych poruszających się w polu magnetycznym.</li> </ul>	<p>Należy pokazać związek między siłą Lorentza działającą na ruchomy ładunek a siłą działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym.</p>
<b>Pole elektromagnetyczne (3 lekcje)</b>					
1	<p>Indukcja elektromagnetyczna.</p> <p>Prawo Faradaya</p>	<p>Prawo indukcji Faradaya.</p> <p>Reguła Lenza jako wyraz zasady zachowania energii.</p>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyjaśnić w prostych przypadkach, dlaczego powstaje SEM indukcji oraz wzbudza się prąd pod wpływem zmiennego strumienia pola magnetycznego.</li> </ul>	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi w prostych przypadkach obliczać SEM indukcji oraz natężenie prądu wzbudzonego pod wpływem zmiennego strumienia pola magnetycznego.</li> </ul>	<p>Mechanizm siły elektromotorycznej indukcji elektromagnetycznej przedstawiony na przykładzie ruchomego przewodnika w poprzecznym polu magnetycznym. Pokazanie uczniom, jak może powstawać SEM indukowana w przewodniku.</p>

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
2	Samoindukcja i indukcyjność obwodów	Samoindukcja. Indukcyjność obwodów elektrycznych.	Uczeń: • definiuje i opisuje zjawisko samoindukcji, potrafi wyjaśnić, dlaczego indukcyjność elementu obwodu jest jednym z parametrów określających jego zachowanie się w przypadku prądu zmiennego.		Pojęcie indukcyjności obwodu jest konieczne do opisu drgań elektrycznych w powszechnie stosowanych urządzeniach spotykanych na co dzień.
3	Prąd przemienny	Zasada działania prądnicy prądu przemiennego, transformatora i silników prądu przemiennego.		Uczeń: • potrafi opisać i wyjaśnić zasadę działania prądnicy, transformatora, mierników i silników prądu przemiennego.	Należy zademonstrować działanie przyrządów (pojedyncze egzemplarze znajdują się zwykle w szkolnej pracowni fizycznej).
<b>Drgania i fale mechaniczne (5 lekcji)</b>					
1	Oscylator harmoniczny	Podstawowe wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny: wychylenie, prędkość i przyspieszenie – omówienie zależności od czasu.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, jakie przesunięcia fazowe występują między wychyleniem, prędkością i przyspieszeniem.	Uczeń: • potrafi przedstawić na wykresach wychylenie, prędkość i przyspieszenie w funkcji czasu.	Wygodnie jest przedstawić wzory na wychylenie, prędkość i przyspieszenie, korzystając z ruchu punktu materialnego po okręgu.
2	Wahadło matematyczne. Rezonans	Wzór na okres drgań własnych wahadła. Opis jakościowy zjawiska rezonansu, wykres zależności wychylenia od czasu.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, co to jest rezonans i podać przykłady jego stosowania.	Uczeń: • potrafi wykorzystać wzór na okres drgań wahadła do rozwiązywania prostych zadań.	Przedstawienie uczniom drgań wahadła matematycznego ilustruje w sposób poglądowy większość parametrów ruchu oscylatora harmonicznego. Ponadto stwarza możliwość przedstawienia rezonansu na przykładzie dobrze znanej z zabaw huśtawki.
3	Fala harmoniczna	Podstawowe wielkości służące do opisu fal: długość fali, częstotliwość i prędkość fali. Związek między tymi wielkościami $v = \lambda \nu$ . Fale na powierzchni wody. Powierzchnia falowa, czoło fali, promień fali.	Uczeń: • wymienia podstawowe cechy ruchu falowego i potrafi odróżnić go od innych rodzajów ruchu.	Uczeń: • potrafi stosować związek falowy $v = \lambda \nu$ do prostych obliczeń.	Zaleca się przeprowadzić pokaz fal na powierzchni wody. Można użyć do tego celu zestawu doświadczalnego z podświetleniem za pomocą rzutnika pisma.

4	Interferencja i dyfrakcja fal. Zasada Huygensa	Fale stojące. Położenie strzałek i węzłów w fali jednowymiarowej. Zasada Huygensa. Ugięcie i interferencja fal.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi uzasadnić położenie strzałek i węzłów w jednowymiarowej fali stojącej,</li> <li>• potrafi zastosować zasadę Huygensa do zjawisk rozchodzenia się i nakładania fal,</li> <li>• potrafi przedstawić i uzasadnić, dlaczego występują wzmocnienia i wygaszania interferujących dwóch fal.</li> </ul>		Jak wyżej, zaleca się przeprowadzić doświadczenie pokazujące z falami na wodzie. Przy podświetleniu przezroczystej płaskiej wanny z wodą i rzuceniu obrazu na ekran (wykorzystując rzutnik pisma, np. typu „Lech”) można zademonstrować wielość zjawisk falowych. Doświadczenie jest bardzo pouczające i nie wymaga specjalnego sprzętu.
5	Elementy akustyki	Fale akustyczne. Dźwięki, podział widma dźwięków. Charakterystyka dźwięków, głośność, poziom natężenia dźwięku, próg słyszalności i bólu.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienia obiektywne i subiektywne cechy dźwięków oraz jednostki odpowiednich wielkości fizycznych,</li> <li>• potrafi rozwiązywać proste zadania z akustyki.</li> </ul>		
<b>Fale elektromagnetyczne (2 lekcje)</b>					
1	Widmo fal elektromagnetycznych	Widmo fal elektromagnetycznych. Charakterystyka poszczególnych obszarów widma, w tym – podczerwień, ultrafiolet i promienie Roentgena. Mechanizm promieniowania fal elektromagnetycznych.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisać widmo fal elektromagnetycznych,</li> <li>• potrafi opisać jakościowo mechanizm promieniowania fal elektromagnetycznych.</li> </ul>		Należy podać informację, że nieostry podział na różne rodzaje fal elektromagnetycznych wynika ze sposobu ich wytwarzania.
2	Promieniowanie fal elektromagnetycznych. Podstawy łączności radiowej i telewizyjnej	Promieniowanie fali elektromagnetycznej przez drgający dipol. Antena nadawcza. Podstawy łączności radiowej. Modulacja amplitudy i częstotliwości. Detekcja. Podstawy telewizji. Lampa analizująca i lampa kinoskopowa.		Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisać zasady łączności radiowej,</li> <li>• potrafi wyjaśnić, na czym polega modulacja amplitudy i częstotliwości oraz detekcji fal,</li> <li>• potrafi opisać zasady przekazu telewizyjnego.</li> </ul>	Przedstawienie blokowego schematu łączności radiowej. Przedstawienie blokowego schematu przekazu telewizyjnego.

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
<b>Optyka (4 lekcje)</b>					
1	Dyspersja światła. Załamanie i odbicie światła	Prawa odbicia i prawo załamania światła. Współczynnik załamania. Całkowite wewnętrzne odbicie, światłowodowy. Dyspersja światła.	Uczeń: • potrafi zastosować prawa odbicia i załamania światła w prostych zadaniach.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, dlaczego występuje zjawisko dyspersji światła.	Zaleca się wykonać demonstracje odbicia i załamania światła. Należy wyjaśnić, dlaczego występuje zjawisko dyspersji światła, opierając się na różnicach prędkości fal o różnych długościach w ośrodku.
2	Zwierciadła (opcjonalnie)	Zwierciadło kuliste, wklęsłe i wypukłe. Wzór $f = R/2$ . Bieg promieni świetlnych odbitych w zwierciadłach. Równanie $1/f = 1/x + 1/y$ .	Uczeń: • potrafi narysować bieg promieni w celu konstrukcji obrazów powstających w zwierciadle.	Uczeń: • potrafi rozwiązywać proste zadania związane z optyką geometryczną zwierciadeł.	Wiele przyrządów optycznych stosowanych na co dzień zawiera różne zwierciadła, dlatego należy ten temat omówić, jeśli tylko starczy czasu.
3	Soczewki	Rodzaje soczewek. Zdolność skupiająca soczewki. Konstrukcja obrazów w soczewce. Równanie soczewkowe: $1/f = 1/x + 1/y$ .	Uczeń: • potrafi narysować bieg promieni w celu konstrukcji obrazów w soczewkach.	Uczeń: • potrafi rozwiązywać proste zadania związane z optyką geometryczną soczewek.	Należy zwrócić uwagę na to, że optyka geometryczna jest podstawą zrozumienia zasad działania rozmaitych przyrządów optycznych.
4	Przyrządy optyczne. Lupa, okulary, luneta, mikroskop	Przyrządy optyczne. Okulary, lupa, mikroskop, luneta. Wzory na powiększenia tych przyrządów.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, jak dokonuje się korekcji wzroku za pomocą okularów.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić zasadę działania: lupy, mikroskopu i lunety.	
<b>Teoria względności (3 lekcje)</b>					
1	Wstęp do teorii względności i postulatory Einsteina. Dylatacja czasu	Rys historyczny powstania teorii względności. <b>Prędkość światła.</b> <b>Dylatacja czasu.</b> Dlaczego zegar ruchomy spóźnia się w stosunku do zegarów spoczywających?	Uczeń: • potrafi wyjaśnić, na czym polega dylatacja czasu.	Uczeń: • potrafi przedstawić dane doświadczalne świadczące o tym, że światło rozchodzi się ze skończoną prędkością oraz że prędkość ta jest jednakowa we wszystkich układach inercjalnych	Przedstawienie rysu historycznego „korzeni” teorii względności ukazuje uczniom, że na sukces wielkiego odkrycia naukowego pracuje wiele pokoleń, a załóżki tej teorii były znane już w przeszłości. Odbywamy „podróż w czasie”, od Roemera do Einsteina, od odkrycia, że światło ma prędkość skończoną, poprzez stwierdzenie, że

					światło ma dziwną własność – stałą prędkość niezależną od układu odniesienia, aż do wyjaśnienia <i>względności czasu</i> .
2	Czasoprzestrzeń	Wprowadzenie do trzech wymiarów przestrzennych czwartej współrzędnej – czasowej. Zdarzenie – definicja. Wykresy czasoprzestrzenne.		Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się pojęciami: zdarzenie, linia świata, oś czasowa, oś jednoczesności,</li> <li>• potrafi je przedstawić na wykresach czasoprzestrzennych.</li> </ul>	Wbrew pozorom, zrozumienie, czym jest <i>czterowymiarowa czasoprzestrzeń</i> , nie jest dla uczniów zbyt trudne! Wykresy czasoprzestrzenne uczniowie stosują już na początku nauki fizyki (w kinematyce). Pomijanie czterowymiarowej przestrzeni na lekcji fizyki jest błędem dydaktycznym w sytuacji, gdy lubiane przez młodzież utwory literatury współczesnej tak często są inspirowane tym zagadnieniem.
3	Energia w teorii względności. Zasada korespondencji	Wzór na energię spoczynkową – słynny wzór Einsteina $E = mc^2$ . Zasada korespondencji jako jedna z podstawowych zasad gnoseologicznych.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi rozwiązywać proste zadania z uwzględnieniem defektu masy,</li> <li>• potrafi podać przykłady na to, że rozwój nauk ścisłych odbywa się zgodnie z zasadą korespondencji.</li> </ul>		Znaczenie wzoru Einsteina trudno przecenić. Należy podkreślić, że wzory relatywistyczne są podstawą działania techniki jądrowej oraz budowy potężnych urządzeń fizyki subatomowej, takich jak np. akceleratory. Omawiając związek fizyki relatywistycznej z klasyczną, można poglądowo zilustrować fakt (z dziedziny metodologii nauk), że rozwój nauk ścisłych odbywa się zgodnie z zasadą korespondencji.
<b>Mechanika kwantowa i fizyka atomowa (4 lekcje)</b>					
1	Dualistyczna natura światła i cząstek materii	Dualistyczna natura światła. Wzór $E = h\nu$ . Dyfrakcja elektronów. Dualistyczna natura cząstek materii. Fale materii de Broglie'a. Wzór $\lambda = h/p$ . Statystyczny charakter praw fizyki kwantowej.	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyjaśnić, na czym polega dualizm falowo-korpuskularny,</li> <li>• potrafi wyjaśnić, dlaczego zjawisko to jest niezwykle i niewyobrażalne,</li> <li>• wymienia podstawowe wielkości charakteryzujące foton,</li> <li>• potrafi zastosować wzór de Broglie'a do prostych obliczeń.</li> </ul>	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi wyjaśnić przebieg doświadczeń myślowych Feynmana.</li> </ul>	Uczniowie mają okazję się dowiedzieć, w jaki sposób dokonano odkrycia dualistycznej natury mikrocząstek. Zagadnienie dualizmu falowo-korpuskularnego najłatwiej można wytłumaczyć przez doświadczenia myślowe Feynmana (dotyczące wyjaśnienia dualizmu falowo-korpuskularnego).

Numer lekcji	Temat lekcji	Treści nauczania	Osiągnięcia ucznia		Uwagi
			Podstawowe (wszyscy)	Pełne (niektórzy)	
2	Model Bohra atomu wodoru. Współczesny model atomu	Interpretacja postulatów Bohra. Ograniczenia teorii Bohra. Związek orbit Bohra z falami de Broglie'a. Orbitale elektronowe we współczesnym modelu atomu.	Uczeń: • potrafi zinterpretować postulaty Bohra, • potrafi opisać, na czym polega uproszczenie w teorii Bohra.	Uczeń: • potrafi opisać jakościowo orbitale atomu wodoru jako rozkłady prawdopodobieństwa znalezienia elektronu w atomie.	Pokazanie związku prostego do wyobrażenia modelu atomu Bohra z modelem współczesnym poprzez fale de Broglie'a.
3	Specyficzność obiektów kwantowych. Relacje nieoznaczoności Heisenberga	Aspekt fundamentalny i operacyjny – pomiarowy zasady nieokreśloności Heisenberga.	Uczeń: • potrafi zinterpretować relacje nieoznaczoności Heisenberga.	Uczeń: • potrafi opisać jakościowo specyficzne cechy obiektów mikroświata, • potrafi opisać, jak specyficzne cechy obiektów mikroświata wpływają na współczesną filozofię przyrody.	Omówienie aspektu substancjalnego (specyficzność obiektu) i operacyjnego (pomiarowego) zasady nieokreśloności Heisenberga stwarza okazję do naszkicowania filozoficznych aspektów fizyki współczesnej.
4	Lasery	Zasada działania laserów i maserów. Spontaniczna i stymulowana emisja światła. Inwersja obsadzeń. Charakterystyczne cechy światła laserowego. Zastosowanie laserów.	Uczeń: • potrafi wyjaśnić podstawę zasady działania laserów i maserów, • potrafi przedstawić główne cechy światła laserowego, • wymienia zastosowanie laserów.		Lekcja ta może być bardzo atrakcyjna dla uczniów, gdyż uczniowie bardzo interesują się laserami.
<b>Fizyka ciała stałego (2 lekcje)</b>					
1	Przewodnictwo półprzewodników	Model elektronowych poziomów i pasm energetycznych w półprzewodniku. Opis jakościowy przewodnictwa. Przewodnictwo półprzewodników typu $n$ i $p$ .		Uczeń: • potrafi przedstawić i zinterpretować schemat pasmowy półprzewodnika i przerwę energetyczną, • potrafi opisać przewodnictwo dziurowe i elektronowe.	Należy wyjaśnić na przykładach krzemu, dlaczego tworzą się pasma energetyczne oraz poziomy domieszkowe.
2	Dioda, tranzystor i obwody scalone	Zasada działania elementów półprzewodnikowych: diody, tranzystora, obwodu scalonego, fotodiody, lasera półprzewodnikowego i innych elementów optoelektronicznych.		Uczeń: • potrafi wyjaśnić, dlaczego tranzystor może wzmacniać prąd, • potrafi wyjaśnić zasadę działania typowych elementów półprzewodnikowych.	Należy podkreślić, że elementy półprzewodnikowe mogą występować oddzielnie, jak również w obwodach scalonych.

<b>Astrofizyka. Kosmos (3 lekcje)</b>					
1	Układ Słoneczny	Budowa Układu Słonecznego. Planety i planetoidy. Meteory.	Uczeń: • potrafi opisać zasadnicze cechy fizyczne planet i zna ich rozmieszczenie w Układzie Słonecznym.		Przy okazji należy omówić badania planet innych układów planetarnych i możliwość istnienia istot rozumnych poza Ziemią.
2	Budowa Słońca i gwiazd. Galaktyki	Budowa Słońca. Ewolucja gwiazd. Budowa galaktyk, typy galaktyk. Rozmieszczenie galaktyk w Kosmosie.	Uczeń: • potrafi opisać budowę Słońca, • potrafi opisać przebieg ewolucji gwiazd o różnej wielkości, • potrafi opisać typowe galaktyki i ich rozmieszczenie w Kosmosie.		Należy zaznaczyć, że prawie wszystko, co wiemy o gwiazdach, pochodzi z badań dokonanych na Ziemi.
3	Wielki Wybuch. Geneza materii	Teoria Wielkiego Wybuchu. Ucieczka galaktyk i efekt Dopplera. Promieniowanie reliktowe. Geneza materii. Wiek Wszechświata i jego przyszłość.	Uczeń: • potrafi opisać fakty doświadczalne potwierdzające teorię Wielkiego Wybuchu, • potrafi opisać stan dzisiejszej materii, jej pochodzenie, ocenę wieku Wszechświata i hipotezy odnośnie do jego przyszłości.		Należy podkreślić, że temat lekcji to najnowsze badania Kosmosu i że należy się spodziewać nowych sensacji naukowych dzięki działaniu aktualnie uruchamianych potężnych teleskopów.