

# PROGRAM NAUCZANIA

## FIZYKI W LICEUM I TECHNIKUM – ZAKRES PODSTAWOWY

1. Wstęp	2
2. Szczegółowe cele kształcenia i wychowania	3
3. Treści nauczania	4
4. Przykładowy podział godzin lekcyjnych	16
5. Sposoby osiągania celów kształcenia i wychowania z możliwością indywidualizacji pracy	17
6. Wymagania wynikające z podstawy programowej oraz ze zrealizowanych treści zapisanych w pierwszej części podręcznika	18
7. Przedmiotowe zasady oceniania	24
8. Metody sprawdzania osiągnięć ucznia	25

## 1. WSTĘP

Fizyka jest nauką przyrodniczą i w takim kontekście powinna być nauczana w liceum i technikum. Jako przedmiot szkolny ma charakter ogólnokształcący ze względu na swoje szerokie powiązania z chemią, biologią, geografią i, oczywiście, matematyką. Z tego powodu proponujemy, aby ilustracją omawianych zagadnień były zjawiska, które uczeń może zaobserwować w swoim otoczeniu, nie zaś wyrafinowane pokazy fizyczne z użyciem specjalistycznego sprzętu.

Fizyka jest również nauką doświadczalną – to doświadczenie ostatecznie weryfikuje teorie fizyczne. Oczywiście w szkole nie zawsze są możliwości weryfikowania teorii, ale proste doświadczenia i pomiary w dużej mierze mogą potwierdzić zależności omawiane na lekcjach. Podstawa programowa wymienia wprost, jakie doświadczenia powinny być przeprowadzone przez uczniów. Większość to proste obserwacje lub pokazy, możliwe do zrealizowania w czasie lekcji, pozostałe – wymagające więcej czasu – warto zlecać jako dodatkowe prace badawcze.

Nie powinno się zapominać o powiązaniach fizyki z historią, co znalazło swoje odzwierciedlenie w jednym z wymagań podstawowych zawartych w podstawie programowej. Wiadomo bowiem, że rozwój fizyki jako nauki pociągnął za sobą zmiany cywilizacyjne, miał wpływ na rozwój społeczeństw i myśl filozoficzną.

## 2. SZCZEGÓŁOWE CELE KSZTAŁCENIA I WYCHOWANIA

Podstawowym celem edukacji szkolnej jest wszechstronny rozwój młodego pokolenia, które w przyszłości będzie odpowiedzialne za rozwój naszego kraju. Należy dbać o to, żeby w Polsce rozwijały się nowoczesne technologie. Trudno jednak wyobrazić sobie ten proces bez fizyki.

Ogólne cele kształcenia w zakresie podstawowym zapisane w podstawie programowej są następujące:

- I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.
- II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.
- III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji lub doświadczeń oraz wnioskowanie na podstawie ich wyników.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.

Podczas nauki fizyki w zakresie podstawowym w liceum i technikum uczniowie powinni głębiej poznać treści, z którymi spotkali się już na wcześniejszych etapach edukacyjnych. Możliwe jest zwiększenie poziomu stosowanej matematyki pod kątem zdolności i zainteresowań uczniów. Należy też zwrócić szczególną uwagę na realizowane na zajęciach doświadczenia. Nie można ograniczyć się do pokazów przeprowadzanych przez nauczyciela. Uczniowie powinni samodzielnie wykonywać jak najwięcej – zarówno podczas zajęć, jak i w domu. W proponowanym programie przewidziano co najmniej jedno bardziej złożone doświadczenie uczniowskie na dział.

Treści szczegółowe są w znacznej części powtórzeniem materiału ze szkoły podstawowej, ale powinny zostać omówione na nieco wyższym poziomie trudności, zgodnie z zaleconym w podstawie programowej spiralnym charakterem kształcenia. Podczas lekcji fizyki należy zatem pogłębić analizę zjawisk fizycznych, sprawdzić funkcjonowanie znanych praw i zasad na jak największej liczbie przykładów.

Ramowy plan nauczania przewiduje cztery godziny w cyklu kształcenia, więc czasu na realizację treści jest naprawdę niedużo. Dlatego naszym zdaniem lepiej jest przeznaczyć go na większą liczbę przykładów i ilustracji, niż rozszerzać materiał o treści znacznie wykraczające poza podstawę programową, jako że w klasach pierwszej i drugiej przewidziano jedną godzinę fizyki tygodniowo, proponujemy, aby materiał był tak realizowany, aby każda lekcja stanowiła zamkniętą całość. Oczywiście, należy odwoływać się do wcześniej zrealizowanego materiału, ale jedynie do podstawowych praw fizycznych i ewentualnie zjawisk, które uczniowie mogą zaobserwować w najbliższym otoczeniu.

Warto zauważyć, że nauczyciel fizyki jest dla swoich uczniów nie tylko przewodnikiem po świecie fizyki i astronomii, lecz także wychowawcą. Powinien zadbać więc o to, by prowadzone przez niego zajęcia nie skupiały się wyłącznie na treściach merytorycznych i realizacji wymagań przekrojowych zawartych w podstawie programowej, ale stanowiły też okazję do rozwijania kluczowych umiejętności miękkich i naukowo-technicznych oraz wzmocnienia pozytywnych relacji z otoczeniem. Należy dążyć do tego, aby podczas lekcji uczniowie:

- dostrzegali związki fizyki z pozostałymi naukami przyrodniczymi oraz techniką,
- rozwijali swoje zainteresowanie naukami przyrodniczymi,
- rozwijali umiejętności korzystania z technologii informacyjnych,
- kształtowali postawę badawczą podczas poznawania praw fizyki,
- dostrzegali prawa fizyki w życiu codziennym, w przyrodzie i technice,
- dostrzegali znaczenie odkryć w dziedzinie fizyki i ich wpływ na rozwój cywilizacji,
- dostrzegali obiektywne zasady i prawa opisujące przebieg zjawisk w przyrodzie i technice,
- mieli świadomość ograniczeń współczesnej nauki,
- rozwijali umiejętność krytycznej analizy treści naukowych zawartych w różnych źródłach,
- angażowali się w zdobywanie wiedzy oraz doskonalenie własnych sposobów uczenia się,
- uczyli się pracy w zespołach,
- rozwijali poczucie odpowiedzialności za siebie oraz innych podczas wykonywania doświadczeń fizycznych,
- doskonalili umiejętność rozumnego odbioru i oceny informacji, podejmowania dyskusji i formułowania opinii,
- doskonalili umiejętność formułowania wypowiedzi o zagadnieniach fizycznych, prowadzenia dyskusji w sposób merytorycznie i terminologicznie poprawny,
- wyrabiali nawyk poszanowania własności intelektualnej.

## 3. TREŚCI NAUCZANIA

Wiadomości, na bazie których będą realizowane zamierzone cele, są ułożone w chronologii spotykanej w większości podręczników. Taki układ porządkuje wiedzę nabytą we wcześniejszych latach nauki. Omawiane zagadnienia będą wyjaśniane w oparciu o podstawowe prawa poznane na początku kształcenia. Częste ich powtarzanie pozwoli na głęboke zrozumienie. Proponowane doświadczenia i pokazy pozwolą lepiej zilustrować prezentowane problemy, służyć będą lepszemu zrozumieniu materiału i rozwijaniu wyobraźni.

Przy niektórych z proponowanych doświadczeń umieszczono numery wymagań doświadczalnych zamieszczonych w podstawie programowej. Należy traktować je jako obowiązkowe doświadczenia czy obserwacje, które mają być wykonane przez ucznia.

### I. KINEMATYKA

Na początku przypominamy, że w dziedzinach, w których zdobywana wiedza opiera się na pomiarach, nie ma absolutnej dokładności. Dlatego trzeba powiedzieć o niepewnościach pomiarowych i związanych z nimi cyfrach znaczących. Proponujemy, aby niepewności pomiarowe wyznaczane były intuicyjnie, bez wchodzenia w zaawansowany rachunek błędów. Zgodnie z podstawą programową w tym miejscu wprowadzamy też opis wektorowy ruchu i oddziaływań. Proponujemy, aby odejść od zapisywania działań na wektorach w postaci równań wektorowych, a jedynie ograniczyć się do geometrycznej interpretacji wektorów.

W tym dziale do wielu zagadnień związanych z ruchem można wykorzystać dostępne oprogramowanie do analizy plików wideo oraz aplikacje na telefon umożliwiające bezpośredni pomiar przyspieszenia. Powszechność ruchu powoduje, że bez problemu można znaleźć przykłady ilustrujące omawiane zagadnienia.

#### **Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15.

#### **Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
1. Niepewności pomiarowe, cyfry znaczące	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pomiar, cyfrowe i analogowe przyrządy pomiarowe</li> <li>Niepewność pomiarowa pomiaru prostego</li> <li>Wartość średnia jako estymator wielkości mierzonej</li> <li>Cyfry znaczące</li> </ul>	I.12, I.13, I.14
2. Opis ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Powszechność ruchu, położenie, tor, droga, przemieszczenie</li> <li>Względność ruchu</li> <li>Wykresy zależności położenia i drogi od czasu</li> <li>Ruch jednostajny</li> <li>Prędkość jako wektor</li> </ul>	II.1, II.2, II.3
3. Ruch zmienny	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruch przyspieszony i opóźniony</li> <li>Wykresy zależności prędkości od czasu</li> <li>Przyspieszenie</li> </ul>	II.1, II.2, II.3
4. Równania ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Droga w ruchu przyspieszonym i opóźnionym</li> </ul>	II.1, II.2, II.3

#### **Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Wyznaczanie zależności położenia od czasu dla różnych rodzajów ruchu.
- Analiza przyspieszenia ciała za pomocą smartfona z aplikacją Phyxox.

### II. DYNAMIKA

Ten dział uporządkuje wiedzę uczniów dotyczącą oddziaływań. Powszechność sił powoduje, że bez problemu można znaleźć przykłady ilustrujące omawiane zagadnienia. Ważne jest to, aby uczniowie odrzucili „zdroworozsądkowy” związek między siłą a ruchem i potrafili wyjaśniać obserwowane zjawiska za pomocą zasad dynamiki Newtona.

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
5. Siły wokół nas. III zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siła jako wielkość wektorowa</li> <li>Siły w najbliższym otoczeniu: siła ciężkości, siła grawitacji, siła tarcia, siła sprężystości, siła wyporu i siła nacisku</li> <li>III zasada dynamiki</li> <li>Siły wewnętrzne i zewnętrzne</li> </ul>	II.6, II.7
6. Siła wypadkowa. I zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>Graficzne składanie sił</li> <li>I zasada dynamiki</li> <li>Inercjalny układ odniesienia</li> </ul>	II.5, II.6
7. II zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siła wypadkowa</li> <li>Przyspieszenie jako wektor</li> <li>Matematyczna postać II zasady dynamiki</li> </ul>	II.5, II.6
8. Opory ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tarcie statyczne i tarcie kinetyczne</li> <li>Siła oporu ośrodka</li> </ul>	II.5, II.6, II.7
9. Spadanie ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>Spadanie swobodne</li> <li>Spadanie z uwzględnieniem oporu powietrza</li> <li>Prędkość graniczna spadania</li> </ul>	II.5, II.6, II.7
10. Ruch po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Okres, częstotliwość i prędkość liniowa</li> <li>Siła dośrodkowa jako przyczyna ruchu po okręgu</li> <li>Przyspieszenie w ruchu po okręgu</li> </ul>	II.4, II.5, II.6, II.7, II.8
11. Siły bezwładności	<ul style="list-style-type: none"> <li>Układy nieinercjalne</li> <li>Zasady dynamiki a siły bezwładności</li> <li>Siła bezwładności w ruchu po okręgu</li> </ul>	II.4, II.5, II.6, II.7, II.8, II.9
12. Zasady dynamiki – przykłady	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siły działające na ciało na równi pochytej</li> <li>Nacisk i tarcie na równi pochytej</li> </ul>	II.5, II.6, II.7

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Analiza zachowania się ciał w układach nieinercjalnych, opis zjawisk z użyciem siły bezwładności (II.11a).
- Badanie zależności siły tarcia od nacisku.
- Badanie związku między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem w ruchu jednostajnym po okręgu (II.11b).

**III. ENERGIA I JEJ PRZEMIANY**

Ten dział poświęcony jest utrwaleniu wiadomości na temat zasady zachowania energii. Fundamentalne prawo przyrody wyjaśniane jest poprzez odwoływanie się zarówno do zjawisk nowych, jak i tych, które zostały omówione podczas realizacji lekcji z zakresu dynamiki. Pojęcie pracy przedstawiamy jako przekaz energii z jednego ciała do drugiego. Takie spojrzenie tworzy spójny obraz zagadnień energetycznych. Z kolei przemiany energetyczne zaprezentowaliśmy na przykładzie zawodników uprawiających różne dyscypliny sportowe.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
13. Zasada zachowania energii	<ul style="list-style-type: none"> <li>Różne rodzaje energii</li> <li>Przemiany energii</li> <li>Zasada zachowania energii</li> </ul>	II.10 IV.1 V.3, V.5
14. Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>Praca wykonywana przez siłę</li> <li>Praca jako przekaz energii</li> <li>Moc</li> </ul>	II.10 V.2
15. Energia grawitacji i energia kinetyczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia potencjalna grawitacji (ciężkości)</li> <li>Energia kinetyczna</li> </ul>	II.10
16. Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia mechaniczna</li> <li>Zasada zachowania energii mechanicznej</li> <li>Obliczenia z wykorzystaniem zasady zachowania energii</li> </ul>	II.10
17. Energia sprężystości	<ul style="list-style-type: none"> <li>Odształcenia ciał stałych</li> <li>Siły sprężystości, współczynnik sprężystości</li> <li>Energia potencjalna sprężystości</li> </ul>	II.10 IV.1
18. Energia mechaniczna w sporcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza energetyczna wybranych dziedzin sportu</li> <li>Szacowanie mocy zawodników i ich osiągnięć sportowych</li> </ul>	II.10

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Obserwacja i analiza chwilowego spalania paliwa samochodu osobowego w trakcie ruszania i podczas jazdy ze stałą prędkością.
- Badanie energii traconej przez piłeczkę przy jednokrotnym odbiciu w zależności od wysokości spadania za pomocą smartfona z aplikacją Phyphox.

**IV. GRAWITACJA I ASTRONOMIA**

W dziale tym ugruntowujemy wiedzę uczniów na temat sił i rodzajów ruchów z nimi związanych – w szczególności ruchu po okręgu. Jest to miejsce na przypomnienie pojęcia siły bezwładności i zilustrowanie zagadnień z nią związanych na przykładach lotów kosmicznych. Warto zilustrować omawiane zagadnienia krótkimi filmami, które nietrudno znaleźć w internecie. Część zajęć można przeprowadzić w formie referatów, gdyż materiał jest częściowo uczniom znany z innych przedmiotów.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
19. Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa Układu Słonecznego</li> <li>Znaczenie odkrycia Kopernika</li> <li>Jednostka astronomiczna</li> <li>Komety i meteoryty</li> </ul>	II.4 III.4
20. Prawo grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>Isaac Newton jako „założyciel” współczesnej fizyki</li> <li>Spadanie ciał i przyspieszenie grawitacyjne</li> <li>Wyznaczenie masy Ziemi</li> </ul>	II.2, II.6 III.1, III.2, III.4
21. Satelity. Prędkość orbitalna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Siła grawitacji jako przyczyna ruchu planet i księżyców</li> <li>Satelity naturalne i sztuczne</li> <li>Prędkość orbitalna</li> <li>Satelity geostacjonarne</li> </ul>	II.4, II.8 III.1, III.2, III.4

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
22. Wyznaczanie mas planet i gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wyznaczanie masy Słońca oraz planet w oparciu o prawo grawitacji</li> <li>Czarna dziura – supermasywny obiekt w Galaktyce</li> </ul>	II.4, II.8 III.1, III.2, III.4 XI.12
23. Nieważkość i przeciążenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warunki i przykłady występowania nieważkości i przeciążenia</li> <li>Skutki zdrowotne nieważkości oraz przeciążenia</li> <li>Nieważkość i przeciążenie w codziennym życiu</li> </ul>	II.5, II.6, II.9 III.1, III.3
24. Budowa Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rok świetlny</li> <li>Mgławice i galaktyki</li> <li>Miejsce Słońca w Galaktyce</li> </ul>	III.1, III.2, III.4
25. Ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prawo Hubble'a</li> <li>Wiek Wszechświata</li> <li>Teoria Wielkiego Wybuchu</li> </ul>	II.2, II.3 III.1, III.4, III.5

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Dokumentowanie ruchu obrotowego sfery niebieskiej za pomocą aparatu fotograficznego i metody składania zdjęć.
- Liczenie gwiazd widocznych na niebie okiem nieuzbrojonym.

**V. DRGANIA**

Analizę ruchu drgającego można ilustrować wieloma przykładami. Warto jednak zwracać uwagę uczniom, że w mnogości zjawisk drgań mechanicznych wyróżniamy tylko dwie kategorie: drgania zachodzące pod wpływem działania siły sprężystości i drgania powstałe pod wpływem siły ciężkości (wahadło). Poza ruchem drgającym należy szerzej omówić zjawisko rezonansu, które ma kluczowe znaczenie w przekazie energii. Analiza wykresów zależności położenia od czasu w ruchu drgającym utrwala wiadomości o ruchu ciał, natomiast analiza energetyczna ruchu drgającego – wiedzę o energii mechanicznej.

W realizacji materiału warto wykorzystać dostępne w internecie symulacje komputerowe.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
26. Drgania, opis ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ruch pod działaniem siły sprężystości</li> <li>Wychylenie, amplituda, okres i częstotliwość drgań</li> <li>Wykres zależności położenia od czasu w ruchu drgającym</li> </ul>	II.3, II.6 IV.1, IV.2
27. Siła w ruchu harmonicznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza kierunku i zwrotu działania siły w ruchu drgającym</li> <li>Związek między okresem drgań a masą oscylatora</li> </ul>	II.6 IV.1, IV.2
28. Energia w ruchu drgającym	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza przemian energetycznych w drganiach</li> <li>Zależność energii oscylatora od amplitudy i częstotliwości</li> </ul>	II.10 IV.2, IV.3
29. Wahadło	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analiza sił działających na wahadło</li> <li>Zależność okresu drgań od długości wahadła i ich niezależność od masy</li> <li>Wahadło Foucaulta</li> </ul>	II.6 IV.2, IV.3
30. Drgania tłumione i wymuszone, rezonans mechaniczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warunki występowania drgań tłumionych i rezonansu</li> <li>Znaczenie tłumienia drgań w mechanice</li> <li>Znaczenie rezonansu w przekazie energii</li> </ul>	II.6, II.7, II.10 IV.2, IV.3, IV.4



**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Badanie zależności okresu drgań ciężarka zawieszony na sprężynie od jego masy (IV.5b).
- Wyznaczanie przyspieszenia w ruchu drgającym za pomocą smartfona z aplikacją Phythox.
- Sprawdzenie z użyciem metronomu (aplikacja na telefon), czy okres wahadła i ciężarka na sprężynie zależy od amplitudy (IV.5a).
- Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła.
- Omówienie zjawisk rezonansu mechanicznego sfilmowanych za pomocą aparatu fotograficznego (IV.5c).

**VI. FALE I OPTYKA**

W tym dziale kładziemy nacisk na znaczenie fal w przekazy energii z jednego układu do drugiego. Podkreślamy, że to ilość przenoszonej energii decyduje o tym, czy fale traktujemy jako sposób przekazu informacji (słyszenie, widzenie, radio, telefonia komórkowa), czy jako przekaz energii mający znaczenie gospodarcze (falowanie morskie jako alternatywne źródło energii, promieniowanie słoneczne). W tematach związanych z optyką należy wskazać różnice, jakie mogą się pojawić między światłem rzeczywistym a obserwowanym za pomocą wzroku (m.in. wirtualna rzeczywistość). Podczas lekcji można nawet skromnymi środkami przeprowadzić wiele ciekawych ćwiczeń i pokazów. Warto uświadomić uczniom m.in. powiązania akustyki i optyki ze sztuką i pięknem przyrody.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
31. Wielkości opisujące fale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podział fal ze względu na powierzchnię falową, fale płaskie i kuliste</li> <li>• Prędkość, długość, częstotliwość fali i związki między tymi wielkościami</li> </ul>	II.2, II.4 IX.1
32. Rodzaje fal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fale poprzeczne i podłużne – przykłady</li> <li>• Fale sejsmiczne jako sposób badania budowy Ziemi</li> </ul>	IX.1, IX.6
33. Fale dźwiękowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Źródła dźwięku</li> <li>• Cechy dźwięku a wielkości opisujące fale</li> <li>• Głośność dźwięku, szkodliwość hałasu</li> </ul>	IV.4 IX.1, IX.6
34. Dyfrakcja i rozproszenie fali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dyfrakcja fali na szczelinie, zależność obrazu dyfrakcyjnego od szerokości szczeliny</li> <li>• Przykłady zjawisk dyfrakcyjnych w najbliższym otoczeniu</li> <li>• Warunek rozproszenia fali, efekt Tyndalla</li> </ul>	IX.1, IX.2, IX.8
35. Interferencja fal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Warunek wzmocnienia i wygaszenia fali</li> <li>• Omówienie charakterystycznych obrazów interferencyjnych</li> <li>• Fale stojące jako przykład interferencji</li> <li>• Dudnienia</li> <li>• Interferencja światła na cienkich warstwach</li> </ul>	IX.3, IX.7, IX.8
36. Zjawisko Dopplera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przybliżone obliczenia odbieranych częstotliwości dla małych prędkości źródła lub odbiornika</li> <li>• Zjawisko Dopplera w medycynie i w badaniach kosmosu</li> </ul>	II.2 IX.1, IX.4, IX.6
37. Światło jako fala	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Światło jako fala elektromagnetyczna o różnych częstościach</li> <li>• Światło białe jako mieszanina wielu barw</li> <li>• Polaryzacja światła</li> </ul>	IX.6, IX.7
38. Odbicie światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zjawisko odbicia światła na granicy ośrodków</li> <li>• Odbicie od powierzchni materiałów przezroczystych</li> <li>• Prawo odbicia światła, obrazy w zwierciadłach</li> </ul>	IX.5, IX.6
39. Załamanie światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prawo załamania światła</li> <li>• Wiązka załamana i wiązka odbita</li> </ul>	IX.5, IX.6

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda



Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
40. Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kąt graniczny</li> <li>Światłowody i ich zastosowanie</li> </ul>	IX.5
41. Zjawiska optyczne w przyrodzie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tęcza oraz halo</li> <li>Złudzenia optyczne związane z załamaniem światła</li> <li>Miraże</li> <li>Kolory nieba, Słońca i chmur</li> </ul>	IX.2, IX.3, IX.5, IX.7, IX.8

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Działanie okularów polaryzacyjnych (IX.9a).
- Pomiar współczynnika załamania światła dla wody.
- Budowa modelu światłowodu.
- Badanie rozproszenia światła w roztworze koloidalnym (IX.9b).
- Fotografowanie i opis zjawisk optycznych zachodzących w przyrodzie.

**VII. TERMODYNAMIKA**

Podczas omawiania zagadnień z zakresu termodynamiki poza ogólnymi prawami skupiamy się na wodzie jako substancji ważnej dla życia i powszechnie występującej. Na przykładzie wody łatwo jest zilustrować związek energii wewnętrznej z temperaturą, zmiany stanu skupienia, przepływ ciepła czy też rozszerzalność termiczną, gdyż każdy uczeń zetknął się z tymi zjawiskami. Warto dodatkowo poświęcić jedną lekcję na omówienie wilgotności powietrza – pojęcia, z którym uczniowie spotykają się na co dzień.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
42. Cząsteczkowa budowa materii	<ul style="list-style-type: none"> <li>Temperatura, skale temperatury</li> <li>Dyfuzja jako skutek chaotycznego ruchu cząsteczek</li> <li>Energia wewnętrzna</li> </ul>	V.3, V.7
43. Rozszerzalność termiczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rozszerzalność termiczna ciał stałych</li> <li>Rozszerzalność objętościowa cieczy i gazów</li> <li>Anomalna rozszerzalność wody i jej wpływ na życie na Ziemi</li> </ul>	V.1, V.6
44. Przekaz energii wewnętrznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>Przewodnictwo cieplne, przewodniki i izolatory ciepła</li> <li>Konwekcja</li> <li>Promieniowanie</li> </ul>	V.2 X.1
45. I zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>I zasada termodynamiki jako przypadek zasady zachowania energii</li> <li>Wartości energetyczne paliw i żywności</li> <li>Przemiana adiabatyczna</li> </ul>	II.7, II.10 V.1, V.2, V.3, V.5
46. Ciepło właściwe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciepło właściwe jako stała materiałowa</li> <li>Znaczenie dużego ciepła właściwego wody w przyrodzie</li> </ul>	V.2, V.3, V.4, V.6
47. Topnienie i krzepnięcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Warunek zajścia procesów topnienia i krzepnięcia</li> <li>Temperatura topnienia</li> <li>Ciepło topnienia</li> <li>Znaczenie dużego ciepła topnienia wody w przyrodzie</li> </ul>	V.2, V.3, V.4, V.6
48. Parowanie i skraplanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>Parowanie i wrzenie</li> <li>Skraplanie</li> <li>Ciepło parowania</li> <li>Zjawiska związane z parowaniem i skraplaniem w przyrodzie</li> </ul>	V.2, V.3, V.4, V.6

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
49. Bilans cieplny	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wykorzystanie poznanych zależności do analizy ilościowej procesów związanych z przepływem ciepła</li> </ul>	V.2, V.3, V.4
50. Wilgotność powietrza	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gęstość pary</li> <li>Para nasycona i nienasycona</li> <li>Zdrowie a wilgotność powietrza</li> </ul>	V.6, V.7
51. Silniki cieplne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Powszechność silników cieplnych</li> <li>Warunki pracy silnika cieplnego</li> <li>Sprawność silnika cieplnego</li> <li>Cykl odwrotny, lodówki i klimatyzatory</li> </ul>	II.10 V.1, V.2, V.3, V.5

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Wyznaczanie ciepła właściwego metalu z wykorzystaniem bilansu cieplnego (V.8a).
- Dokumentowanie i analizowanie zjawisk rozszerzalności cieplnej zaobserwowanych w otoczeniu (V.8b).

**VIII. FIZYKA ATOMOWA**

W dziale tym porządkujemy wiedzę uczniów na temat budowy atomu znaną z lekcji chemii i edukacji pozaszkolnej. Nawiązujemy do optyki i zwracamy uwagę na znaczenie analizy widmowej w badaniu Wszechświata. Wprowadzamy elementy półprzewodnikowe (dioda). Warto uwypuklić znacznie zjawisk dziejących się na poziomie atomowym na rozwój cywilizacji informacji (zjawisko fotoelektryczne, światłowodowy, elementy półprzewodnikowe jako podstawa konstrukcji mikroprocesorów).

Umieszczamy ten dział przed elektrostatyką, ponieważ uważamy, że warto jest najpierw zaznajomić uczniów z budową atomów, a potem wykorzystać tę wiedzę do analizy własności elektrycznych materii.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
52. Fale elektromagnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Widmo fal elektromagnetycznych</li> <li>Źródła, własności i zastosowania poszczególnych rodzajów fal</li> </ul>	IX.6, IX.7 X.1
53. Widmo światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promieniowanie termiczne</li> <li>Zależność widma od temperatury</li> <li>Promieniowanie nietermiczne</li> <li>Widmo emisyjne i absorpcyjne gazów</li> </ul>	IX.7 X.1, X.3, X.4
54. Foton	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foton jako niepodzielny kwant energii</li> <li>Energia fotonu</li> <li>Dualizm korpuskularno-falowy światła</li> </ul>	X.2
55. Budowa atomu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa atomu a układ okresowy pierwiastków</li> <li>Stany energetyczne w atomie</li> <li>Emisja fotonu jako skutek przejść między poziomami energetycznymi w atomie</li> </ul>	X.2, X.3, X.4, X.5
56. Poziomy energetyczne w ciałach stałych	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pasma energetyczne</li> <li>Pasmo walencyjne i pasmo przewodzenia</li> <li>Podział substancji na przewodniki, dielektryki i półprzewodniki</li> </ul>	X.4
57. Dioda świecąca	<ul style="list-style-type: none"> <li>Złącze <i>p-n</i></li> <li>Pasmowy model diody świecącej</li> <li>Znaczenie diod świeących w technice</li> </ul>	VII.8 X.2, X.4

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
59. Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jonizacja</li> <li>• Zjawisko fotoelektryczne i fotochemiczne</li> <li>• Warunek zajścia określonego zjawiska</li> <li>• Zastosowanie omawianych zjawisk</li> </ul>	X.2, X.4, X.5

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Dokumentowanie widm różnych źródeł światła zaobserwowanych za pomocą własnoręcznie wykonanego spektroskopu.

**IX. ELEKTROSTATYKA**

W tym miejscu można w sposób najbardziej naturalny wprowadzić połowy opis oddziaływań i zjawisk. Podczas omawiania zjawiska elektryzowania ciał warto odwoływać się do wiedzy uczniów z dziedziny budowy atomu.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
60. Elektryzowanie ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektryzowanie przez pocieranie, indukcję i promieniowanie</li> <li>• Wyjaśnienie zjawisk elektryzowania w oparciu o obraz mikroskopowy</li> <li>• Ładunek elementarny</li> <li>• Zasada zachowania ładunku elektrycznego</li> </ul>	VI.6 X.4, X.5
61. Przewodniki i dielektryki	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wyjaśnienie wyraźnego elektryzowania dielektryków w przeciwieństwie do przewodników</li> <li>• Uziemienie</li> <li>• Rozkład ładunku na przewodniku</li> <li>• Elektryzowanie przewodników przez zetknięcie z innym ciałem naelektryzowanym</li> </ul>	VI.1, VI.4 VII.2
62. Pole elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sposób badania pola elektrycznego, ładunek próbny</li> <li>• Linie pola</li> <li>• Ładunki i ciała nienaelektryzowane w polu elektrycznym</li> <li>• Pole elektryczne przy powierzchni przewodnika</li> </ul>	VI.3, VI.4, VI.6
63. Przewodnik w polu elektrycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klatka Faradaya</li> <li>• Piorunochron</li> </ul>	VI.3, VI.4
64. Siły elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednostka ładunku elektrycznego</li> <li>• Prawo Coulomba</li> </ul>	VI.2
65. Napięcie elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praca pola elektrycznego przy przesuwaniu ładunków elektrycznych, napięcie elektryczne</li> <li>• Ogniwa elektryczne</li> </ul>	II.10 VI.3
66. Pojemność elektryczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Budowa kondensatora</li> <li>• Zastosowanie kondensatorów</li> </ul>	VI.3, VI.5
67. Zjawiska elektryczne w przyrodzie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Burza</li> <li>• Pole elektryczne przy powierzchni Ziemi</li> <li>• Jonosfera</li> </ul>	VI.3, VI.5 X.5

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Badanie rozkładu linii pola elektrycznego wokół naładowanego przewodnika z wykorzystaniem maszyny elektrostatycznej lub kuli plazmowej (VI.6a).
- Prezentacja zjawiska elektryzowania przez indukcję i przez zetknięcie z ciałem naelektryzowanym.
- Analiza procesów zachodzących podczas rozładowywania kondensatora (VI.6b).

**X. PRĄD ELEKTRYCZNY**

Przy omawianiu prądu elektrycznego proponujemy zwrócić uwagę na fakt, że za pomocą prądu przekazywana jest energia ze źródła do odbiornika. Na kolejnych lekcjach warto wyjaśnić uczniom, jak się mają rzeczywiste obwody elektryczne w domach i w gospodarce do schematów prezentowanych na lekcjach. Przy omawianiu domowej instalacji elektrycznej trzeba wspomnieć o skutkach porażenia prądem elektrycznym i o znaczeniu bezpieczników w domowej instalacji.

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
68. Mechanizm przepływu prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz mikroskopowy prądu</li> <li>• Rola poszczególnych elementów obwodu elektrycznego</li> <li>• Łączenie źródeł napięcia</li> <li>• Natężenie prądu elektrycznego</li> </ul>	VI.3, VI.4 VII.1, VII.7
69. Skutki przepływu prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skutki cieplne i magnetyczne</li> <li>• Wykorzystanie poszczególnych efektów przepływu prądu</li> <li>• Porażenie prądem elektrycznym</li> <li>• Napięcie bezpieczne</li> </ul>	V.3 VII.1
70. Opór elektryczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prawo Ohma</li> <li>• Zależność oporu metali i półprzewodników od temperatury</li> <li>• Jednostka oporu elektrycznego</li> </ul>	VII.1, VII.2, VII.3
71. Energia i moc prądu elektrycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obliczanie energii i mocy prądu wydzielanej na odbiorniku</li> </ul>	V.3 VII.1, VII.3, VII.7
72. Urządzenia elektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dane znamionowe urządzeń elektrycznych</li> <li>• Napięcie nominalne</li> <li>• Moc urządzenia</li> </ul>	V.3 VII.1, VII.3, VII.6
73. Połączenie równoległe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schemat połączenia równoległego odbiorników</li> <li>• Własności połączenia równoległego</li> <li>• I prawo Kirchhoffa</li> </ul>	VII.1, VII.4, VII.5
74. Domowa sieć elektryczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Domowa sieć jako obwód odbiorników połączonych równoległe</li> <li>• Znaczenie bezpieczników, wyłącznik różnicowoprądowy</li> <li>• Przewód uziemiający</li> </ul>	VI.4 VII.1, VII.4, VII.5, VII.6
75. Dioda i tranzystor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Funkcja diody półprzewodnikowej</li> <li>• Tranzystor jako element sterujący prądem elektrycznym na przykładzie tranzystora polowego</li> <li>• Znaczenie odkrycia tranzystora</li> </ul>	VII.8, VII.9 X.4

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Budowa układu odbiorników połączonych równoległe i pomiar natężenia prądu płynącego przez każdy element obwodu (VII.10a).
- Badanie zależności napięcia na ogniwach połączonych szeregowo od liczby ogniw (VII.10b).

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda

- Badanie zależności natężenia prądu płynącego przez diodę półprzewodnikową LED (w kierunku przewodzenia i zaporowym) od napięcia na jej końcach (VII.10c).
- Badanie i analiza różnic w zapalaniu i gaśnięciu diody świecącej i żarówki tradycyjnej za pomocą smartfona z aplikacją czujnik światła.

## XI. ELEKTROMAGNETYZM

Podczas omawiania tego działu należy podkreślić inny charakter pola elektrycznego i magnetycznego. Warto nieco więcej czasu poświęcić na omówienie magnetyzmu ziemskiego i pojęcia biegunów magnetycznych nie jako punktu, ale całego obszaru. W tym miejscu można wspomnieć o trudnościach, jakich następuje nawigacja na terenach polarnych. Nie wolno pominąć znaczenia ziemskiego pola magnetycznego jako osłony powierzchni Ziemi przed wiatrem słonecznym. Przy omawianiu zjawiska indukcji elektromagnetycznej proponujemy ściśle powiązać te zagadnienia z zasadą zachowania energii.

### Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:

I – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17.

### Wymagania szczegółowe:

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
76. Pole magnetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kompas jako czujnik pola magnetycznego</li> <li>• Linie pola magnetycznego Ziemi i magnesów</li> <li>• Bieguny magnetyczne</li> </ul>	VIII.1
77. Pole magnetyczne przewodnika z prądem	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obraz pola przewodnika prostoliniowego i cewki</li> <li>• Indukcja magnetyczna</li> <li>• Żelazo w polu magnetycznym</li> <li>• Elektromagnes</li> </ul>	VIII.1
78. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siła elektrodynamiczna</li> <li>• Silnik elektryczny</li> </ul>	II.5 VIII.1
79. Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siła Lorentza</li> <li>• Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym</li> <li>• Pułapka magnetyczna</li> </ul>	II.4, II.5, II.8, II.10 VIII.1, VIII.2
80. Wiatr słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znaczenie ziemskiego pola magnetycznego jako osłony przed wiatrem słonecznym</li> <li>• Zorze polarne</li> </ul>	III.4 VIII.2 X.3, X.4, X.5
81. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Powstawanie prądu indukcyjnego</li> <li>• Przemiany energii w zjawisku indukcji elektromagnetycznej</li> <li>• Reguła Lenza jako przykład zasady zachowania energii</li> <li>• Prądnica</li> </ul>	VII.1 VIII.3
82. Prąd przemienny, transformator	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cechy prądu przemiennego</li> <li>• Napięcie skuteczne</li> <li>• Budowa i zasada działania transformatora</li> </ul>	VII.1 VIII.3, VIII.4, VIII.5
83. Sieci energetyczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wytwarzanie i przesył energii elektrycznej</li> <li>• Zastosowanie transformatorów</li> </ul>	VII.5, VII.6 VIII.3, VIII.4, VIII.5

### Doświadczenia i pomiary uczniowskie:

- Badanie obrazu wypadkowego pola magnetycznego magnesu sztabkowego i Ziemi za pomocą kompasu (VIII.6a).
- Prezentacja własnoręcznie skonstruowanego silnika elektrycznego.
- Pokaz świecenia diody zasilanej siłą elektromotoryczną indukowaną w cewce w wyniku ruchu magnesu (VIII.6b).

## XII. FIZYKA JĄDROWA

Materiał ten powinien być realizowany na poziomie popularnonaukowym, niemniej jednak w kilku miejscach podstawa programowa przewiduje przeprowadzanie obliczeń wielkości fizycznych, np. energii wiązania nukleonu. Dużo uwagi powinno się poświęcić energetyce jądrowej i jej związkowi z ekologią. Przy omawianiu zjawiska promieniotwórczości należy zwrócić uwagę na powszechność występowania izotopów promieniotwórczych w otoczeniu.

### Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:

I – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 17.

### Wymagania szczegółowe:

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
84. Budowa jądra atomowego a układ okresowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Liczba masowa i liczba atomowa a skład jądra atomowego</li> <li>Izotopy, notacja izotopów</li> <li>Jednostka masy atomowej</li> </ul>	VI.1 XI.1
85. Promieniowanie jądrowe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jądro stabilne i niestabilne</li> <li>Rodzaje promieniowania jądrowego</li> <li>Własności różnych rodzajów promieniowania</li> <li>Zapis reakcji rozpadu</li> </ul>	XI.1, XI.2, XI.3, XI.4
86. Prawo rozpadu promieniotwórczego	<ul style="list-style-type: none"> <li>Czas połowicznego rozpadu</li> <li>Wykres zależności zawartości izotopu promieniotwórczego w próbce od czasu</li> <li>Izotopy promieniotwórcze występujące w przyrodzie</li> </ul>	XI.1, XI.2, XI.3, XI.4, XI.5
87. Wpływ promieniowania na organizmy żywe	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wpływ promieniowania na organizmy jednokomórkowe oraz na ludzi</li> <li>Dawka promieniowania</li> <li>Tło promieniowania</li> <li>Choroba popromienna</li> </ul>	X.5 XI.7, XI.8
88. Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zastosowanie izotopów promieniotwórczych w gospodarce, medycynie, nauce</li> </ul>	X.5 XI.1, XI.3, XI.4, XI.5, XI.7, XI.8
89. Energia wiązania jądra	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energia wiązania jądra i nukleonu</li> <li>Wykres zależności energii wiązania nukleonu od liczby masowej</li> <li>Opis reakcji jądrowych jako przykład zasady zachowania energii</li> </ul>	II.10 XI.1, XI.2, XI.6
90. Deficyt masy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Zjawisko deficytu masy</li> <li>Obliczanie energii wiązania jądra</li> </ul>	XI.1, XI.6
91. Rozszczepienie jądra, reakcja łańcuchowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Materiały rozszczepialne</li> <li>Zapis reakcji rozszczepienia</li> <li>Analiza energetyczna reakcji rozszczepienia</li> </ul>	XI.1, XI.6, XI.9
92. Reaktor jądrowy	<ul style="list-style-type: none"> <li>Budowa reaktora</li> <li>Paliwo stosowane w reaktorach, uran wzbogacony</li> <li>Reakcje zachodzące w reaktorze</li> <li>Sterowanie reaktorem jądrowym</li> </ul>	XI.6, XI.9
93. Energetyka jądrowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opis działania elektrowni jądrowej</li> <li>Obrót paliwa jądrowego i odpadów z reaktora</li> <li>Korzyści i niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową</li> </ul>	VIII.3 XI.2, XI.5, XI.6, XI.7, XI.9, XI.10
94. Synteza jądrowa w gwiazdach	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reakcja syntezy jądrowej</li> </ul>	III.4 XI.6

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Wyznaczanie zależności liczby protonów od liczby masowej w jądrach stabilnych.
- Badanie szybkości przebiegu reakcji łańcuchowej w zależności od stężenia materiału rozszczepialnego w próbce z wykorzystaniem dostępnych aplikacji komputerowych.

**XIII. FIZYKA WSPÓŁCZESNA**

Ostatnie lekcje fizyki proponujemy poświęcić na jakościowe omówienie elementów fizyki XX wieku. Podczas omawiania materiału wskazujemy na zupełnie inny obraz zjawisk w porównaniu z fizyką klasyczną. Poruszane tematy są dosyć atrakcyjne dla uczniów, można je realizować jako referaty, o ile nie obawiamy się nadmiernego spłylenia tematu lub pojawienia się nieścisłości (dlatego ważna jest rola nauczyciela jako „recenzenta” przygotowywanych wystąpień).

**Wymagania przekrojowe podstawy programowej realizowane w tym dziale:**

I – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 10, 14, 15, 16, 17.

**Wymagania szczegółowe:**

Temat	Treści nauczania	Wymagania szczegółowe
95. Cząstki elementarne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leptony i hadrony</li> <li>• Kwarki</li> </ul>	III.5 XI.1
96. Rodzaje i ewolucja gwiazd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Powstawanie i życie gwiazd lekkich i masywnych</li> <li>• Reakcje zachodzące we wnętrzach gwiazd</li> <li>• Gwiazdy „martwe”</li> </ul>	III.1, III.4 X.1, X.3, X.4 XI.11, XI.12
97. Supernowe i czarne dziury	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Końcowe etapy życia gwiazd masywnych</li> <li>• Pulsary i czarne dziury</li> <li>• Horyzont czarnej dziury</li> </ul>	III.1, III.2 XI.12
98. Elementy teorii względności	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stałość prędkości światła</li> <li>• Jednoczesność zdarzeń</li> <li>• Dylatacja czasu</li> </ul>	III.4, III.5
99. Zasada nieoznaczoności	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy mechaniki kwantowej</li> <li>• Zasada nieoznaczoności</li> <li>• Nanotechnologia</li> </ul>	X.2, X.4

**Doświadczenia i pomiary uczniowskie:**

- Budowa diagramu H-R z wykorzystaniem dostępnych aplikacji komputerowych (np. Stellarium).



## 4. PRZYKŁADOWY PODZIAŁ GODZIN LEKCYJNYCH

Klasa 1		Liczba godzin
I.	Kinematyka	5
II.	Dynamika	8
III.	Energia i jej przemiany	6
IV.	Grawitacja i astronomia	7
	Utrwalenie wiedzy i sprawdziany	4
	Razem	30
Klasa 2		Liczba godzin
V.	Drgania	5
VI.	Fale i optyka	11
VII.	Termodynamika	10
	Utrwalenie wiedzy i sprawdziany	4
	Razem	30
Klasa 3		Liczba godzin
VIII.	Fizyka atomowa	7
IX.	Elektrostatyka	8
X.	Prąd elektryczny	8
XI.	Elektromagnetyzm	8
XII.	Fizyka jądrowa	11
XIII.	Fizyka współczesna	5
	Utrwalenie wiedzy i sprawdziany	13
	Razem	60

## 5. SPOSOBY OSIĄGANIA CELÓW KSZTAŁCENIA I WYCHOWANIA Z MOŻLIWOŚCIĄ INDYWIDUALIZACJI PRACY

Metody pracy będą dobierane elastycznie w zależności od tematu lekcji, stopnia znajomości przez uczniów zagadnienia i możliwości technicznych. Zgodnie z ramowym planem nauczania w szkole ponadpodstawowej na realizację przedmiotu fizyka przeznaczono 4 godziny w cyklu nauczania, z czego po jednej godzinie tygodniowo jest w klasie pierwszej i drugiej, a dwie godziny w tygodniu w klasie trzeciej. Oznacza to, że przez pierwsze dwa lata będziemy się spotykali ze swoimi uczniami tylko raz w tygodniu. Należy ten fakt uwzględnić, planując lekcje. Warto zachęcać uczniów do wcześniejszego zapoznawania się z tematami w podręczniku, aby możliwe było podczas lekcji ćwiczenie nabytych umiejętności pod kierunkiem nauczyciela (lekcja odwrócona). Taka organizacja zajęć umożliwi przygotowanie zestawów zadań dostosowanych do indywidualnych potrzeb i możliwości uczniów. Wskazane jest tak dobierać zespoły, w których uczniowie będą ćwiczyć wiedzę i umiejętności, aby nie było w nich zbyt dużych różnic poziomów. Dajemy w ten sposób szansę na rozwiązywanie nieco trudniejszych zadań i problemów uczniom o większym potencjale edukacyjnym oraz umożliwiamy ćwiczenie podstawowych umiejętności uczniom słabszym.

Oczywiście, nie wszystkie zagadnienia z treści podstawy programowej można zrealizować w ten sposób. Tematy wymagające wprowadzenia trudniejszych pojęć lub uporządkowania wiadomości już nabytych mogą być prowadzone w formie pogadanki lub wykładu z pokazami. Utrwalanie poznanych praw czy wykorzystania posiadanych umiejętności można realizować w formie zadań obliczeniowych, prezentacji wyników pomiarów (w formie wystąpień uczniowskich) czy graficznego rozwiązywania danego zadania (wykres, rysunek). Do weryfikacji hipotez lub sprawdzania poznanych praw służą obserwacje oraz doświadczenia uczniowskie (wykonywane na lekcji lub w domu) prezentowane w formie wykresów, diagramów czy rysunków. Część pomiarów (głównie z zakresu prądu elektrycznego), wymagających specjalistycznego sprzętu, siłą rzeczy musi być przeprowadzana w szkole. Opracowanie wyników pomiarów można uczniom zlecić jako pracę domową. Analiza tekstów popularnonaukowych powinna być realizowana w każdym z działów, jednak najciekawsze dla ucznia wydają się zagadnienia dotyczące kosmosu oraz fizyki współczesnej. Dyskusja jako metoda pracy na lekcji pojawi się w przypadku prezentacji wyników pomiarów przy omawianiu niepewności pomiarowych, rozbieżności między wynikami a przewidywaniami teoretycznymi.

Wykorzystajmy dostępne środki techniczne w postaci ogólnie dostępnych aplikacji do jak najbardziej indywidualnego podejścia do potrzeb każdego ucznia. Dzięki analizie wyników „kartkówki” przeprowadzanych za pomocą np. aplikacji Quizizz możemy zorientować się, co sprawia uczniom największe problemy. Wiedza ta umożliwi odpowiednią reakcję.

Ważne jest, żeby w ramach godzin swojej pracy zaplanować czas na indywidualne spotkania z uczniami o specyficznych potrzebach edukacyjnych. Z jednej strony możemy być tutorami dla uczniów zdolnych i zainteresowanych rozwijaniem swoich umiejętności. Z drugiej zaś strony powinniśmy służyć pomocą i wsparciem uczniom mającym zaległości bądź trudności w nauce.

## 6. WYMAGANIA WYNIKAJĄCE Z PODSTAWY PROGRAMOWEJ ORAZ ZE REALIZOWANYCH TREŚCI ZAPISANYCH W PIERWSZEJ CZĘŚCI PODRĘCZNIKA<sup>1</sup>

### Uwagi ogólne

Wymagania szczegółowe zapisane w podstawie programowej zostały uszczegółowione i podzielone na cztery kategorie: wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające. Taki podział wymagań może ułatwić przygotowanie sprawdzianów i testów sprawdzających poziom wiedzy i umiejętności uczniów.

W przypadku podawania przez uczniów treści definicji, praw i zasad ważniejsze jest uchwycenie sensu fizycznego danego prawa niż dosłowne cytowanie jego treści.

### Klasa I (1 godz. tygodniowo)

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	
<b>Uczeń:</b>					
<b>Kinematyka</b>					
1.	Niepewności pomiarowe, cyfry znaczące	<ul style="list-style-type: none"> <li>wykonuje pomiary czasu oraz długości,</li> <li>wskazuje cyfry znaczące w wyniku obliczeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza średni wynik z wielu pomiarów,</li> <li>zapisuje wynik obliczeń z odpowiednią liczbą cyfr znaczących,</li> <li>określa rozdzielczość przyrządu pomiarowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>szacuje niepewność pomiarową,</li> <li>oblicza niepewność względną,</li> <li>porównuje precyzję poszczególnych pomiarów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dobiera przyrządy stosownie do przeprowadzanych pomiarów,</li> <li>odróżnia błędy grube od przypadkowych,</li> <li>zauważa błędy systematyczne serii pomiarów.</li> </ul>
2.	Opis ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje na rysunkach tor oraz przebytą drogę,</li> <li>stosuje pojęcie prędkości do opisu ruchu,</li> <li>odróżnia przemieszczenie od drogi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady ruchu jednostajnego,</li> <li>oblicza prędkość dla ruchu jednostajnego,</li> <li>odróżnia prędkość średnią od chwilowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia wykresy <math>s(t)</math> od wykresów <math>x(t)</math>,</li> <li>oblicza prędkość z nachylenia wykresu położenia od czasu,</li> <li>rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje ruch ciała w różnych układach odniesienia,</li> <li>wyznacza prędkość względną dwóch obiektów,</li> <li>rozwiązuje zadania wymagające ułożenia równania i wyznaczenia niewiadomej.</li> </ul>
3.	Ruch zmienny	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje pojęcie przyspieszenia do opisu ruchu,</li> <li>podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego,</li> <li>opisuje słownie ruch zmienny, używając pojęcia prędkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza przyspieszenie, mając dane prędkości i czas,</li> <li>definiuje słownie ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony,</li> <li>analizuje jakościowo wykresy prędkości od czasu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza prędkość końcową przy zadanym przyspieszeniu,</li> <li>analizuje ilościowe wykresy zależności prędkości od czasu,</li> <li>oblicza przyspieszenie z wykresu <math>v(t)</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności,</li> <li>rysuje wykresy prędkości i położenia od czasu przy zadanych parametrach ruchu,</li> <li>interpretuje nachylenie wykresu <math>v(t)</math> i <math>x(t)</math>.</li> </ul>

<sup>1</sup> Wymagania do kolejnych części podręcznika będą się znajdowały w załącznikach do programu nauczania.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	
<b>Uczeń:</b>					
4.	Równania ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia ruch jednostajny od jednostajnie zmiennego,</li> <li>oblicza drogę w ruchu jednostajnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zapisuje równania poszczególnych ruchów,</li> <li>na podstawie opisu sytuacji potrafi nazwać poszczególne rodzaje ruchu ciał,</li> <li>oblicza drogę, przedstawiając dane do podstawowych wzorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>z opisu sytuacji wyodrębnia potrzebne wielkości fizyczne do obliczeń,</li> <li>poprawnie dobiera równanie do określonych rodzajów ruchu,</li> <li>poprawnie interpretuje uzyskane wyniki obliczeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności,</li> <li>ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.</li> </ul>
<b>Dynamika</b>					
5.	Sily wokół nas. III zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>nazywa siły w najbliższym otoczeniu, wskazuje kierunki ich działania,</li> <li>podaje treść III zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>poprawnie rysuje wektory sił,</li> <li>wybiera ciało, na które działa siła, na podstawie analizy opisu sytuacji,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia siły wewnętrzne od zewnętrznych,</li> <li>przedstawia pary sił wynikające z III zasady dynamiki,</li> <li>wskazuje środek masy ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje siły działające w bardziej złożonych układach ciał,</li> <li>wyjaśnia mechanizm poruszania się ludzi, pojazdów itp.</li> </ul>
6.	Siła wypadkowa. I zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>składa siły równoległe,</li> <li>wyznacza wartość wypadkowej sił równoległych,</li> <li>podaje treść I zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>graficznie składa siły nierównoległe,</li> <li>oblicza wartość wypadkowej sił działających w kierunkach prostopadłych do siebie,</li> <li>analizuje siły działające na ciało w spoczynku i poruszające się ruchem jednostajnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady inercjalnych układów odniesienia,</li> <li>wnioskuje o wartościach sił na bazie I i III zasady dynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zaznacza na rysunkach działające siły,</li> <li>wyznacza wartości sił działających w układzie co najmniej dwóch ciał.</li> </ul>
7.	II zasada dynamiki	<ul style="list-style-type: none"> <li>formuluje treść II zasady dynamiki,</li> <li>oblicza przyspieszenie ciała, znając siłę i masę,</li> <li>podaje przykłady ruchu ciał pod działaniem siły,</li> <li>wskazuje siłę będącą przyczyną ruchu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje rodzaj ruchu ciała przy zadanych siłach,</li> <li>oblicza przyspieszenie, korzystając z II zasady dynamiki,</li> <li>określa kierunek siły wypadkowej na podstawie opisu ruchu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>korzysta z równań ruchu, aby obliczyć siłę wypadkową,</li> <li>mając daną siłę wypadkową, wnioskuje o siłach działających na ciało.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje bardziej złożone zadania z dynamiki.</li> </ul>

Lp.	Temat	Wymagania		
		konieczne	podstawowe	rozszerzone
<b>Uczeń:</b>				
8.	Opory ruchu	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia siłę tarcia od oporu ośrodka,</li> <li>wyznacza kierunek działania siły tarcia i oporu ośrodka w opisanych sytuacjach,</li> <li>omawia wpływ siły tarcia i oporu ośrodka na ruch ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia warunki powstawania siły tarcia, wyjaśnia mechanizm powstawania tarcia w oparciu o obraz mikroskopowy,</li> <li>określa, od czego zależą siła tarcia i siła oporu ośrodka.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje sposoby zmniejszenia lub zwiększenia siły tarcia i oporu ośrodka, oblicza wartość siły tarcia,</li> <li>wskazuje różnice między tarciem statycznym a kinetycznym.</li> </ul>
9.	Spadanie ciał	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa rodzaj ruchu ciała spadającego swobodnie (bez oporów ruchu),</li> <li>zapisuje wartość przyspieszenia ziemskiego,</li> <li>wskazuje sytuacje, w których można pominąć opór powietrza.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa, w jakiej sytuacji ruch spadającego ciała staje się jednostajny, zapisuje warunek, przy którym ciała spadają ruchem jednostajnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia ruch ciała z uwzględnieniem oporu powietrza, odwołując się do II zasady dynamiki,</li> <li>szacuje prędkości graniczne dla różnych ciał.</li> </ul>
10.	Ruch po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje przykłady ruchu po okręgu,</li> <li>określa kierunek działania siły wypadkowej w ruchu po okręgu,</li> <li>definiuje pojęcia prędkości, okresu i promienia okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa siłę będącą siłą dośrodkową we wskazanych sytuacjach,</li> <li>oblicza prędkość ruchu, mając dany promień i okres obiegu,</li> <li>określa jakościowo zależność siły dośrodkowej od prędkości ciała, jego masy oraz promienia okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza wartość siły dośrodkowej,</li> <li>wskazuje przykłady ruchu po okręgu pod działaniem różnych sił,</li> <li>opisuje związki między prędkością, promieniem, okresem i częstotliwością.</li> </ul>
11.	Siły bezwładności	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje w otoczeniu układy nieinercjalne,</li> <li>podaje kierunek działania siły bezwładności w opisywanych sytuacjach,</li> <li>zapisuje, od czego zależy siła bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza wartość siły bezwładności w podanych sytuacjach,</li> <li>analizuje siły działające na ciało znajdujące się w spoczynku w układzie nieinercyjnym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>analizuje dane zjawisko w układzie inercyjnym i nieinercyjnym,</li> <li>rozwiązuje trudniejsze zadania obliczeniowe.</li> </ul>

Wymagania				
Lp.	Temat	Uczeń:		
		konieczne	rozszerzone	
		podstawowe	dopełniające	
12.	*Zasady dynamiki – przykłady		<ul style="list-style-type: none"> <li>znajduje graficznie siłę wypadkową działającą na ciało znajdujące się na równi,</li> <li>oblicza przyspieszenie ciała na równi,</li> <li>wyjaśnia, dlaczego tarcie na stromych stokach jest małe.</li> <li>wie, że nacisk na podłoże na równi jest mniejszy od ciężaru,</li> <li>opisuje związek między kątem nachylenia a przyspieszeniem ciała na równi.</li> <li>tłumaczy w oparciu o zasady dynamiki, dlaczego trudniej jest ruszyć ciało, niż je przesuwać,</li> <li>omawia warunek spoczynku ciała na równi, analizując siły.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania z równią pochyłą, wykorzystując równania ruchu i zasady dynamiki.</li> </ul>
<b>Energia i jej przemiany</b>				
13.	Zasada zachowania energii	<ul style="list-style-type: none"> <li>formuluje treść zasady zachowania energii,</li> <li>wskazuje przykłady przemian energii w procesach zachodzących w otoczeniu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przemiany energetyczne procesów w przyrodzie,</li> <li>odróżnia układ izolowany energetycznie od nieizolowanego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przemiany energetyczne procesów w przyrodzie,</li> <li>odróżnia układ izolowany energetycznie od nieizolowanego.</li> </ul>
14.	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa, kiedy wykonywana jest praca w sensie fizycznym,</li> <li>definiuje pojęcie mocy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza pracę, gdy znane są siła i przemieszczenie,</li> <li>oblicza pracę, gdy znane są czas pracy i moc urządzenia,</li> <li>określa, w jakich warunkach praca wykonana przez siłę wynosi zero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia przebieg zjawisk, odwołując się do zasady zachowania energii.</li> <li>rozwiązuje zadania obliczeniowe,</li> <li>wykłacza hipotetyczny przebieg zjawiska, odwołując się do zasady zachowania energii.</li> </ul>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>wiąże pracę siły zewnętrznej ze zmianą energii układu,</li> <li>zauważa wpływ sił oporu ruchu na zmianę energii ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania rachunkowe,</li> <li>wyznacza siłę działającą na ciało na podstawie analizy przemian energetycznych.</li> </ul>

Wymagania				
Lp.	Temat	Uczeń:		
		konieczne	podstawowe	
		rozszerzone	dopełniające	
15.	Energia grawitacji i energia kinetyczna	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje przykłady, w których ciała mają energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji;</li> <li>podaje, od czego zależy energia kinetyczna i energia potencjalna grawitacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza pracę siły wykonaną przez siłę jako zmianę energii układu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.</li> </ul>
16.	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>formuluje zasadę zachowania energii mechanicznej;</li> <li>opisuje, w jakich warunkach energia mechaniczna jest zachowana;</li> <li>podaje przykłady zjawisk, w których zachowana jest energia mechaniczna.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia rzuty z punktu widzenia energii mechanicznej;</li> <li>oblicza energię mechaniczną ciała w zadanej sytuacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.</li> </ul>
17.	Energia sprężystości	<ul style="list-style-type: none"> <li>klasyfikuje ciała ze względu na własności sprężyste;</li> <li>podaje przykłady ciał mających energię potencjalną sprężystości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>określa zależność siły sprężystości od odkształcenia;</li> <li>podaje przykłady przemian energetycznych z udziałem energii potencjalnej sprężystości;</li> <li>podaje zastosowania energii potencjalnej sprężystości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza siłę sprężystości i energię potencjalną sprężystości;</li> <li>podaje przykłady obiektów mających energię sprężystości mimo braku widocznego odkształcenia.</li> </ul>
18.	Energia mechaniczna w sporcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje dyscypliny sportowe, w których osiągi notowane są jako pomiar fizyczny.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>omawia przemiany energetyczne w wybranych dyscyplinach sportowych;</li> <li>wskazuje rodzaje aktywności wymagającej dużej mocy oraz dużej energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>szacuje osiągi sportowców w oparciu o zasadę zachowania energii.</li> <li>wyjaśnia rolę rozbiegu w różnych dyscyplinach sportowych.</li> </ul>
<b>Grawitacja i astronomia</b>				
19.	Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje budowę Układu Słonecznego;</li> <li>określa następstwa ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje kolejność planet od Słońca;</li> <li>określa, co to są komety i meteoryty;</li> <li>opisuje cechy planet karłowatych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje miejsca, w których na niebie należy szukać planet;</li> <li>wyjaśnia ruch planet na tle gwiazd.</li> </ul>



Lp.	Temat	Wymagania			dopełniające
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	
<b>Uczeń:</b>					
20.	Prawo grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> <li>formuluje prawo grawitacji (prawo powszechnego ciążenia),</li> <li>określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia planet wokół Słońca oraz księżyców wokół planet.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza siłę grawitacji dla danych mas znajdujących się w podanej odległości od siebie,</li> <li>wiąże siłę grawitacji z siłą ciężkości.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciał niebieskich,</li> <li>oblicza masę Ziemi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności.</li> </ul>
21.	Satelity. Prędkość orbitalna	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje definicję satelity,</li> <li>określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia satelitów wokół planet,</li> <li>odróżnia satelity naturalne i sztuczne,</li> <li>opisuje niektóre zastosowania sztucznych satelitów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza prędkość orbitalną satelitów,</li> <li>opisuje warunki krążenia satelitów geostacjonarnych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyprowadza wzór na prędkość orbitalną satelity,</li> <li>porównuje prędkości i okresy obiegu satelitów na różnych orbitach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza wysokość satelitów geostacjonarnych,</li> <li>wyprowadza związek między okresem obiegu a promieniem orbity satelitów.</li> </ul>
22.	*Wyznaczenie mas planet i gwiazd			<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza masę ciała centralnego, korzystając ze wzoru na prędkość orbitalną.</li> <li>wyjaśnia, dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie, odwołując się do ich mas.</li> <li>wyprowadza wzór na obliczenie mas ciał niebieskich z prawa grawitacji,</li> <li>oblicza masę planety mającej satelitę,</li> <li>oblicza masę, korzystając z wartości przyspieszenia grawitacyjnego na powierzchni planety.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza masy składników układów podwójnych krążących wokół środka masy.</li> </ul>
23.	Nieważkość i przeciążenie	<ul style="list-style-type: none"> <li>wskazuje sytuacje, w których występuje stan nieważkości i przeciążenia,</li> <li>opisuje różnice między stanem normalnym a nieważkością i przeciążeniem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia, odwołując się do siły bezwładności,</li> <li>wymienia skutki zdrowotne przebywania w stanie nieważkości i przeciążenia,</li> <li>określa miarę przeciążenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza przeciążenie w określonych sytuacjach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia z punktu widzenia układu nieinercyjnego oraz układu inercyjnego.</li> </ul>

Lp.	Temat	Wymagania			dopełniające
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	
		Uczeń:			
24.	Budowa Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>odróżnia astronomię od astrologii,</li> <li>określa, czym są gwiazdy,</li> <li>podaje definicję roku świetlnego jako jednostki odległości.</li> <li>wyjaśnia, że sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 1 doby i zna tego przyczynę.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje, czym są gwiazdozbiory,</li> <li>opisuje, czym jest galaktyka,</li> <li>opisuje różnicę między galaktyką a mgławicą.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wie, czym jest zodiak,</li> <li>przelicza lata świetlne na kilometry i jednostki astronomiczne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia ruch Słońca i planet na tle gwiazd.</li> </ul>
25.	Ewolucja Wszechświata	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje podstawowe fakty dotyczące powstania i ewolucji Wszechświata (moment powstania – Wielki Wybuch, ciągłe rozszerzanie się).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>podaje treść prawa Hubble'a,</li> <li>podaje dowody obserwacyjne rozszerzania się przestrzeni.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>oblicza odległości do galaktyk i prędkości ucieczki, korzystając z prawa Hubble'a,</li> <li>opisuje fakt istnienia ciemnej materii i ciemnej energii.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje fakty obserwacyjne potwierdzające istnienie ciemnej materii,</li> <li>wiąże stałą Hubble'a z wiekiem Wszechświata.</li> </ul>

**AUTORZY:** Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz Wojewoda

## 7. PRZEDMIOTOWE ZASADY OCENIANIA

Podane wymagania są podstawą do tworzenia przedmiotowych zasad oceniania. PZO z fizyki nie może powstać w oderwaniu od innych przedmiotów. System oceniania powstający w danej szkole powinien być spójny i uzgodniony z innymi przedmiotami, szczególnie z pozostałymi przedmiotami przyrodniczymi oraz matematyką.

Ocenianie uczniów jest jednym z trudniejszych elementów całego procesu dydaktycznego. Należy tak dobierać metody oceniania osiągnięć uczniów, aby z jednej strony stanowiły wskazówkę, co już uczeń umie, a z drugiej strony stanowiły element motywujący do dalszej pracy. Przedstawiony zestaw wymagań może sprzyjać lepszemu przygotowaniu się uczniów do wykazywania się swoją wiedzą i umiejętnościami podczas sprawdzianów. Pamiętać przy tym należy, że testy, klasówki czy pisemne sprawdziany będące podsumowaniem danego działu nie mogą być jedynymi formami weryfikacji postępów w nauce. Pod uwagę trzeba brać również m.in.:

- wypowiedzi ustne na zadany lub samodzielnie wybrany temat,
- aktywność ucznia podczas zajęć,
- aktywność pozalekcyjną (np. prace typu projekt, samodzielnie przeprowadzone doświadczenia, opracowania wybranego tematu).

Można przypisać różne wagi do poszczególnych ocen cząstkowych. Szczególnie wówczas, gdy używamy dzienników elektronicznych. Pamiętajmy, że wszelkie zasady, które obowiązują podczas oceniania, powinny być jawne dla uczniów i stosowane w jednakowy sposób wobec każdego z nich.

### PROPOZYCJE DEFINICJI OCEN SEMESTRALNYCH I KOŃCOWOROCZNYCH

#### Ocena niedostateczna

- Uczeń nie spełnił wymagań koniecznych.
- Uczeń nie opanował wiadomości i umiejętności określonych w podstawie programowej nauczania fizyki w danym okresie czasu. Nie jest w stanie odtworzyć podanych wiadomości nawet z pomocą nauczyciela. Braki w umiejętnościach i wiadomościach uniemożliwiają mu dalszą skuteczną naukę.

#### Ocena dopuszczająca

- Uczeń spełnił wymagania konieczne i nie spełnił wymagań podstawowych.
- Uczeń ma braki w opanowaniu pewnych treści zawartych w podstawie programowej. Odtwarza wiedzę z pomocą nauczyciela. Deklaruje chęć dalszej nauki, jego umiejętności nie przekreślają szans na dalszą skuteczną naukę.

#### Ocena dostateczna

- Uczeń spełnił wymagania konieczne i podstawowe.
- Uczeń ma podstawową wiedzę na temat omówionych treści zawartych w podstawie programowej. Posługuje się wiedzą głównie na poziomie jakościowym, rozwiązuje bardzo proste, typowe przykłady rachunkowe i problemowe.

#### Ocena dobra

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe i rozszerzone.
- Uczeń w znacznym stopniu opanował treści zawarte w podstawie programowej. Posługuje się wiedzą na poziomie ilościowym. Posiadaną wiedzę potrafi zastosować do rozwiązywania przykładów rachunkowych oraz problemowych.

#### Ocena bardzo dobra

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające.
- Uczeń w pełni opanował treści zapisane w podstawie programowej, wykazuje się swobodą w operowaniu posiadaną wiedzą i umiejętnościami. Rozwiązuje nietypowe zadania rachunkowe i problemowe.

#### Ocena celująca

- Uczeń spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzone i dopełniające, a także wykazuje się wiedzą i umiejętnościami pozwalającymi rozwiązywać trudne zadania rachunkowe.
- Uczeń wykorzystuje podstawowe prawa fizyki do wyjaśniania skomplikowanych zjawisk zachodzących w przyrodzie. Samodzielnie rozwija swoje zainteresowania fizyką, osiąga sukcesy w konkursach i olimpiadach.

## 8. METODY SPRAWDZANIA OSIĄGNIĘĆ UCZNIĄ

Ocena osiągnięć ucznia jest nieodłącznym elementem edukacji szkolnej. Można wyszczególnić dwie ważne funkcje oceny szkolnej. Po pierwsze, ocena pełni funkcję informacyjną. Na jej podstawie uczeń oraz jego rodzice powinni zorientować się w stopniu poczynionych postępów. Może być również wskazówką dotyczącą ewentualnych braków, o ile uczeń uważnie wczyta się w spis wymagań dotyczących poszczególnych stopni wymagań. Po drugie, ocena motywuje do dalszej pracy.

Stosujemy różnorodne metody sprawdzania osiągnięć uczniów. Mogą nimi być np.

- testy podsumowujące poszczególne działy z podręcznika,
- praca ucznia podczas zajęć szkolnych (powinniśmy doceniać aktywność podczas lekcji, zachęcać do czynnego udziału w zajęciach),
- praca domowa – starajmy się, aby nasze zadania domowe nie były żmudnymi rachunkami, ale żeby zachęcały do aktywnego poszukiwania regularności w otaczającym świecie,
- praca badawcza – planowanie, wykonywanie oraz analiza doświadczeń przeprowadzanych zarówno podczas lekcji, jak i poza nimi.

Każda wystawiona ocena jest jawna i powinna być też obiektywna, uwzględniać postępy i starania ucznia. W przedmiotowym systemie oceniania zamieszczamy kryteria poziomu wymagań. Starajmy się, aby ocena końcoworoczna nie stanowiła średniej arytmetycznej z ocen cząstkowych. Wysiłek włożony w uzyskanie poszczególnych ocen może być przecież różny. Dobór sposobów oraz metod oceniania powinien sprawić, że uczniowie poczują się zmotywowani do rozwijania własnych talentów.

Szczegóły dotyczące wymagań oraz przedmiotowych zasad oceniania zostaną opublikowane do każdej części podręcznika w poradniku.