

**PROGRAM NAUCZANIA FIZYKI  
DLA SZKÓŁ PONADGIMNAZJALNYCH  
Z WYKORZYSTANIEM**

**„e – Doświadczeń w fizyce”**

**ZAKRES ROZSZERZONY**

Gdańsk, 2013

## Spis treści

I.	Wprowadzenie.....	3
II.	Ogólne założenia programu.....	4
III.	Cele nauczania fizyki.....	5
IV.	Treści nauczania.....	7
V.	Ogólny rozkład materiału.....	17
VI.	Szczegółowy rozkład materiału.....	17
VII.	Procedury osiągania celów.....	23
VIII.	Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów.....	25

# Program nauczania fizyki z wykorzystaniem „e-doświadczeń w fizyce”

## zakres rozszerzony

### I. Wprowadzenie

Program przeznaczony jest dla wszystkich typów szkół ponadgimnazjalnych. Oparty jest na projekcie „e-doświadczenia w fizyce”. Przedstawia realizację celów kształcenia i obowiązujących zadań edukacyjnych zawartych w nowej *Podstawie programowej kształcenia ogólnego* w zakresie rozszerzonym na IV etapie edukacyjnym. Etap ten jest kontynuacją procesu kształcenia realizowanego w gimnazjum i nauczania realizowanego w zakresie podstawowym w szkołach ponadgimnazjalnych. Będzie dla większości uczniów kończył się egzaminem maturalnym. Etap ten ma przygotować uczniów do kontynuowania nauki na wyższych uczelniach o kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych. Treści nauczania zostały tak dobrane, aby realizować zagadnienia podstawy programowej oraz powtórzyć i rozszerzyć program nauczania z gimnazjum i na poziomie podstawowym w szkole ponadgimnazjalnej.

„e – Doświadczenia w fizyce” mają na celu pomóc wdrażać nową *Podstawę programową* w szkołach ponadgimnazjalnych w taki sposób, aby fizyka stała się dla uczniów bardziej interesująca. Jest to innowacyjny projekt będący formą wsparcia dla nauczycieli uczących fizyki.

Składa się z 23 wirtualnych „e-doświadczeń z fizyki” przeprowadzanych w formie elektronicznej.

Zjawiska fizyczne reprezentowane przez e-doświadczenia wybrane zostały tak, aby każdy dział fizyki był odpowiednio reprezentowany. Ułatwia to nauczycielowi realizację nowej podstawy programowej i „pokazanie” niektórych zagadnień z działów, w których nie da się przeprowadzić realnego doświadczenia.

Każdy wie, że fizyka jest nauką przyrodniczą i ma swoje powiązania z innymi przedmiotami ogólnokształcącymi: matematyką, chemią, geografiami czy biologią. Ale przede wszystkim jest nauką doświadczalną, dlatego przeprowadzanie doświadczeń przez uczniów powinno być nieodłączną częścią nauczania fizyki. Tym bardziej, że nowa *Podstawa programowa* wprowadza wymóg obowiązkowych doświadczeń do nauczania fizyki.

Lekcje fizyki nie powinny być prowadzone tylko w sposób teoretyczny, gdyż prowadzi to do małego zainteresowania przedmiotem. Lekcje prowadzone z doświadczeniami są bardziej zrozumiałe dla uczniów, a tym samym uczniowie lepiej przyswajają wiedzę.

Wszystkie informacje dotyczące projektu „e-doświadczenia w fizyce” oraz dostęp do e-doświadczeń wraz z podręcznikami dla uczniów i nauczycieli znajdują się na stronie internetowej pod adresem:

[http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e\\_doswiadczenia-pl](http://e-doswiadczenia.mif.pg.gda.pl/e_doswiadczenia-pl)

## II. Ogólne założenia programu

1. Na realizację niniejszego programu kształcenia na poziomie rozszerzonym z fizyki w szkole ponadgimnazjalnej *Ramowy plan nauczania* przewiduje 240 godzin.
2. Program służy do realizacji *Podstawy programowej* i obejmuje wszystkie treści kształcenia w niej zawarte – IV etap edukacyjny, zakres rozszerzony.
3. Program można realizować w każdym typie szkoły ponadgimnazjalnej, w klasach, w których obowiązuje rozszerzony program nauczania z fizyki. Wykorzystanie e – doświadczeń na lekcjach fizyki pozwoli uczniom na samodzielne uzupełnianie wiedzy przyrodniczej, na właściwe i głębokie rozumienie praw fizycznych i procesów zachodzących w otaczającym nas świecie.

„e-Doświadczenia w fizyce” mają na celu pomóc uczniom w rozpoznawaniu zagadnień naukowych, wyjaśniać zjawiska przyrodnicze w sposób naukowy oraz interpretować i wykorzystywać wyniki i dowody naukowe.

Można to uzyskać dzięki temu, że e –doświadczenia są zbliżone do rzeczywistości. Uczeń może sam:

- zaprojektować
- zbudować
- wykonać
- przeanalizować
- przedstawić wyniki

Uczy się na swoich błędach.

Ponadto uczeń może ingerować w parametry i budowę przeprowadzanego e-doświadczenia w celu wymuszenia od niego aktywności i rozbudzania naukowej ciekawości, w tym nauki identyfikacji problemów badawczych.

W przeciwieństwie do rzeczywistości (realnego doświadczenia), „e-doświadczenia w fizyce” mają tę przewagę, że uczeń może obserwować zachowanie się badanego układu w różnych warunkach i przy różnie określonych parametrach. Taka wiedza posłuży uczniom do rozumnego i krytycznego odbioru informacji medialnych, do czytania ze zrozumieniem tekstów popularnonaukowych, do sprawnego funkcjonowania w świecie opanowanym przez technikę i do świadomego korzystania ze zdobyczy cywilizacji. Wykorzystanie „e-doświadczeń w fizyce” pozwoli uczniom zdobyć wiedzę i umiejętności umożliwiające spełnienie standardów egzaminacyjnych egzaminu maturalnego i kontynuować naukę na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych.

4. Każde e-doświadczenie ma kształtować i rozwijać umiejętności intelektualne ucznia, takie jak:
  - poznanie – np. nowego zjawiska fizycznego, nowej relacji,
  - zastosowanie – uczeń używa wiedzy do rozwiązania problemu (np. rozwiązanie prostego zadania, powtórzenie prostego eksperymentu); dodatkowo uczeń nabywa wiedzę praktyczną, która może mu się przydać w życiu (np. wady wzroku i ich korekcja za pomocą soczewek),
  - analiza – uczeń wyróżnia elementy i związki pomiędzy nimi; wyodrębnia cechy lub składniki badanego zjawiska (np. podanie przykładów, wyciągnięcie wniosków),
  - synteza – zbudowanie modelu przeanalizowanej wcześniej całości (np. uczeń łączy starą wiedzę z nową, uruchomiona zostaje wyobraźnia, uczeń potrafi sam skonstruować doświadczenie),
  - ewaluacja – uczeń potrafi wartościować stan rzeczy i wyniki działań przez porównanie ich

z odpowiednimi modelami (np. ocena stanu rzeczy; sposobu rozwiązania zadania czy sposobu przeprowadzenia eksperymentu wraz z argumentacją).

5. Wszystkie działania uczniów i praca z „e-doświadczeniami w fizyce” mają zaktywizować uczniów, pomóc im w samodzielnym zdobywaniu wiedzy i nabywaniu umiejętności uczenia się, rozwijać zainteresowanie wiedzą przyrodniczą, a także uczyć wytrwałości w dążeniu do celu oraz samokontroli.

Oznacza to, że „e-doświadczenia w fizyce” są najlepszym do tego narzędziem zarówno dla uczniów, jak i dla nauczycieli. Ponadto mogą być uzupełnieniem pracy nauczyciela i uczniów z dowolnym podręcznikiem do fizyki.

6. Zadaniem szkoły jest stworzenie uczniom odpowiednich warunków do samodzielnego zdobywania informacji z różnych źródeł poprzez zapewnienie możliwości korzystania z Internetu i dostępu do literatury popularnonaukowej oraz czasopism.

„e-Doświadczenia w fizyce” są dostępne bez dodatkowych kosztów wszystkim szkołom, uczniom w domu, czy nauczycielom przez Internet. Jest to zestaw 23 e-doświadczeń reprezentujących doświadczenia rzeczywiste. Posiadają renderowaną, w miarę możliwości i potrzeb trójwymiarową grafikę, zbliżoną do rzeczywistego wyglądu doświadczenia; nowoczesną technologię wykonania - Adobe Flash / Adobe Air - umożliwiającą zarówno uruchamianie e-doświadczeń bezpośrednio na stronie WWW jak i pobranie ich, jako samodzielných aplikacji. Dzięki wybranej technologii można uruchamiać e-doświadczenia w większości systemów operacyjnych (m.in. Windows / Linux / Mac), można wyświetlać na tablicy multimedialnej, przy użyciu projektora lub na ekranie monitora komputerowego. Każde ćwiczenie ma możliwość zaprojektowania, zbudowania i ustawiania parametrów doświadczenia. Posiada:

- kompletny opis e-doświadczeń dla nauczycieli (podręcznik metodyczny, opisy teoretyczne problemów, propozycje scenariuszy lekcji, opisy różnych wariantów eksperymentów, opisy analogicznych doświadczeń rzeczywistych oraz metody analizy, wizualizacji i porównywania wyników itp.);
- kompletny opis e-doświadczeń dla uczniów (instrukcje obsługi, opisy teoretyczne problemów, opisy i propozycje parametrów doświadczenia, metody analizy i wizualizacji wyników itp.);
- różne warianty ćwiczeń, w zależności od poziomu wiedzy ucznia oraz umiejętności.

### III. Cele nauczania fizyki

Nadrzędnym celem jest zwiększenie skuteczności działań na rzecz zainteresowania uczniów szkół ponadgimnazjalnych naukami ścisłymi, zdobycie przez ucznia wiedzy o przyrodzie i umiejętności umożliwiających spełnienie standardów wymagań egzaminacyjnych i kontynuowanie kształcenia na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych poprzez wykorzystanie „e-doświadczeń w fizyce”, będących głównym narzędziem innowacyjnym, wspierającym proces nauczania fizyki.

#### Cele ogólne programu

1. Zwiększenie rozumienia fizyki wśród uczniów i zapewnienie uczniom trwałej wiedzy z zakresu fizyki i astronomii.
2. Rozbudzenie zainteresowania uczniów naukami ścisłymi, a w szczególności fizyką i astronomią.
3. Stymulowanie ogólnego rozwoju intelektualnego ucznia oraz wpływ e-doświadczeń na zainteresowanie uczniów wyborem studiów o kierunkach technicznych.
4. Rozpowszechnianie e-doświadczeń wśród uczniów i nauczycieli poprzez włączanie ich regularnie do lekcji fizyki.

5. Kształtowanie umiejętności prawidłowego posługiwania się technologią informacyjną.
6. Rozwijanie umiejętności dochodzenia do prawdy poprzez weryfikację, planowanie i analizę e-doświadczeń.

### **Ogólne cele edukacyjne**

1. Zainteresowanie fizyką, astronomią i tajemnicami przyrody.
2. Dostrzeganie związku fizyki i astronomii z innymi naukami przyrodniczymi.
3. Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk zachodzących w otaczającym świecie.
4. Kształtowanie świadomości dotyczącej znaczenia eksperymentu w nauczaniu fizyki i astronomii oraz odważnego podejmowania dyskusji, formułowania wniosków i opinii.
5. Przygotowanie do samodzielnego poszukiwania informacji oraz krytycznego i rozumnego ich odbioru i oceny.
6. Uświadomienie, że zdobyta wiedza i umiejętności pozwalają studiować na kierunkach przyrodniczych i technicznych, a tym samym dają możliwości zdobycia kwalifikacji zawodowych.

### **Cele poznawcze, kształtujące, społeczne i wychowawcze**

1. Kształtowanie umiejętności obserwowania procesów i zjawisk fizycznych zachodzących w przyrodzie oraz ich opisywania z wykorzystaniem pojęć i praw fizyki.
2. Stosowanie „e-doświadczeń w fizyce” do rozwijania umiejętności planowania i wykonywania prostych doświadczeń, analizowania i formułowania wynikających z nich wniosków, stawiania i weryfikowania hipotez oraz opisywania ze zrozumieniem metod badawczych stosowanych w fizyce i astronomii, w zakresie zagadnień objętych podstawą programową.
3. Kształtowanie umiejętności opisywania zjawisk fizycznych i rozwiązywania problemów fizycznych i astronomicznych z zastosowaniem prostych technik matematycznych.
4. Rozwijanie umiejętności posługiwania się technologią informacyjną do zbierania danych, ich przetwarzania, analizowania oraz modelowania zjawisk fizycznych.
5. Kształtowanie umiejętności interpretacji danych przedstawianych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów, diagramów i rysunków, ich wykorzystanie i przetwarzanie oraz szacowanie niepewności pomiarowych i analizy błędów.
6. Rozwijanie umiejętności wykorzystywania posiadanej wiedzy do rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych.
7. Rozwijanie umiejętności współpracy w zespole, przestrzegania reguł, współodpowiedzialności i wzajemnej pomocy.
8. Ukształtowanie takich cech, jak: dociekliwość, rzetelność, wytrwałość i upór w dążeniu do celu, systematyczność, dyscyplina wewnętrzna i samokontrola.
9. Budowanie poczucia świadomego uczestniczenia w procesie nauczania oraz aktywnego uczenia się mającego wpływ na samodzielne podejmowanie decyzji, możliwość studiowania na kierunkach ścisłych, przyrodniczych i technicznych, umożliwiając zdobywanie kwalifikacji zawodowych

#### IV. Treści nauczania

Przedstawione poniżej „e-doświadczenia w fizyce” wraz z przyporządkowanymi numerami ćwiczeń z podręczników do e-doświadczeń są jedynie propozycją dla nauczyciela. Może on indywidualnie wybrać, które ćwiczenie będzie przeprowadzone na lekcji, które uczeń może samodzielnie wykonać w domu przed wprowadzeniem danej lekcji, a które może być pracą domową dla ucznia po realizacji tematu. Niektóre z proponowanych ćwiczeń mogą być niezależnym projektem do wykonania dla uczniów na dodatkową ocenę, dlatego rolą nauczyciela jest zachęcać wszystkich uczniów do wykonywania e-doświadczeń, poszukiwania własnych pomysłów na eksperymentowanie.

##### 1. Opis ruchu postępowego - 18 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Elementy działań na wektorach.	2	Mechanika cieczy	8) Badanie wielokrążków zwykłych.
2	Podstawowe pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch.	3	Eksperymenty myślowe Alberta Einsteina.	Jednoczesność zdarzeń. Dylatacja czasu. Kontrakcja przedmiotów.
3	Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych.	6	Równia pochyła	1) Jakim ruchem poruszają się klocki na równi pochyłej?
			Rzuty	1) Spadek swobodny. 2) Rzut pionowy.
4	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych.	3	Rzuty	3) Rzut poziomy.
5	Rozwiązywanie zadań.	2	Rzuty	5) Jaki kształt ma tor ruchu? 6) Parametry lotu. 7) Rzut ukośny czy rzut pionowy?
6	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

##### 2. Siła, jako przyczyna zmian ruchu - 15 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Klasyfikacja oddziaływań.	1	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	4) Kofyska Newtona – pełna obserwacja.
2	Zasady dynamiki Newtona.	3	Równia pochyła	1) Jakim ruchem poruszają się klocki na równi pochyłej?
3	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona.	1	Równia pochyła	Ćwiczenia dodatkowe – rozdział 5 – ruch ciał na równi.
4	Zasada zachowania pędu dla układu ciał.	2	Zderzenia sprężyste i niesprężyste	1) Zderzenia sprężyste – wstępne obserwacje. 2) Zasada zachowania w zderzeniach sprężystych. 4) Kofyska Newtona – pełna obserwacja. 5) Ile trwa zderzenie stalowych kul. 6) Czy czas zderzenia kul zależy od ich prędkości? 7) Obserwacja zderzeń niesprężystych.
			Rzuty	8) Ruch rakiety z rozdzieleniem.
5	Tarcie.	1	Równia pochyła	4) Od czego zależy siła tarcia? 5) i 6) Wyznaczanie współczynnika

				tarcia statycznego. 7) Wyznaczanie współczynnika tarcia kinetycznego.
6	Siły w ruchu po okręgu.	1	Wahadło matematyczne	11) Wahadło Foucault.
7	Opis ruchu w układach nieinercjalnych.	2	Wahadło matematyczne	7) Wahadło matematyczne w windzie. 8) Wahadło matematyczne w pociągu. 11) Wahadło Foucault.
			Równia pochyła	8) Równia w windzie. 9) Równia w pociągu.
8	Rozwiązywanie zadań.	2	Mechanika cieczy - wielokrążki	7) Wyznaczanie mas klocków. 8) Badanie wielokrążków zwykłych. 9) Badanie wielokrążków potęgowych.
			Zderzenia sprężyste i niesprężyste	8) Bilard – ciekawostka.
9	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2		

### 3. Praca, moc, energia mechaniczna - 11 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów.	1	Pole elektryczne	Pole elektryczne – rozdział 1
2	Praca i moc.	2	Rzuty	4) Odbicie od podłoża.
3	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej.	2	Rzuty	1) Spadek swobodny. 2) Rzut pionowy.
4	Zasada zachowania energii mechanicznej.	2	Wahadło matematyczne	9) Zasada zachowania energii mechanicznej.
			Zderzenia sprężyste i niesprężyste	2) Zasada zachowania w zderzeniach sprężystych. 4) Kołyska Newtona – pełna obserwacja. 7) Obserwacja zderzeń niesprężystych.
			Rzuty	4) Odbicie od podłoża. 8) Ruch rakiety z rozdzieleniem.
5	Rozwiązywanie zadań.	2	Rzuty	3) Rzut ukośny.
6	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2		

### 4. Zjawiska hydrostatyczne - 7 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala.	1	Mechanika cieczy	1) Wyznaczanie ciśnienia hydrostatycznego. 2) Badanie wpływu sondy na mierzone ciśnienie. 3) Wyznaczanie gęstości cieczy za pomocą zestawu U-rurki, zlewki i sondy. 12) Paradoks hydrostatyczny.
2	Prawo Archimedesesa.	1	Mechanika cieczy	5) Badanie wyporności. 11) Wyznaczanie gęstości cieczy.
3	Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczenia gęstości.	1	Mechanika cieczy	6) Wyznaczanie gęstości cieczy metodą sił wyporu.
4	Rozwiązywanie zadań.	2	Mechanika cieczy	4) Wyznaczanie gęstości cieczy za



				pomocą wagi Mohra. 10) Badanie stanów równowagi.
5	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2		

### 5. Pole grawitacyjne - 13 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	O odkryciach Kopernika i Keplera.	1	Ruch ciał niebieskich	3) Pierwsze prawo Keplera. 4) Drugie prawo Keplera.
2	Prawo powszechnej grawitacji.	1	Ruch ciał niebieskich	6) Badanie III prawa Keplera.
3	Pierwsza prędkość kosmiczna.	1	Ruch ciał niebieskich	7) Badanie pierwszej prędkości kosmicznej.
4	Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym.	1	Ruch ciał niebieskich	1) Badanie Układu Słonecznego.
5	Natężenie pola grawitacyjnego.	1	Ruch ciał niebieskich	2) Układ Słoneczny obserwowany z Ziemi. 5) Dwie elipsy.
6	Praca w polu grawitacyjnym.	1	Drgania mechaniczne	19) Badanie sprężyny na planetach Układu Słonecznego.
7	Energia potencjalna w polu grawitacyjnym.	1	Drgania mechaniczne	2) Układ Słoneczny obserwowany z Ziemi. 19) Badanie sprężyny na planetach Układu Słonecznego.
8	Druga prędkość kosmiczna.	1	Ruch ciał niebieskich	9) Wyścigi planet.
			Rzuty	8) Ruch rakiety z rozdzieleniem.
9	Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia.	1	Wahadło matematyczne	7) Wahadło matematyczne w windzie.
			Drgania mechaniczne	18) Badanie sprężyny w windzie. 19) Badanie sprężyny na planetach Układu Słonecznego. 20) Zgadnij, na jakiej jesteś planecie.
10	Rozwiązywanie zadań.	2	Ruch ciał niebieskich	11) Badanie układu gwiazdy podwójnej. 10) Zbuduj własny Układ planetarny.
11	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2		

### 6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej - 13 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów.	1	Pole magnetyczne	Pole magnetyczne pochodzące od magnesów trwałych – rozdział 2. Pole magnetyczne wytworzone przez przewody z prądem – rozdział 3.
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej.	2	Bryła sztywna	1) Wyznaczanie środka masy bryły sztywnej. 2) Pomiar okresu podstawowego drgań wahadła fizycznego. 3) Czy na okres podstawowy drgań wahadła ma wpływ materiał, z którego zrobiona jest bryła? 5) Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego przy pomocy wahadła fizycznego.
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej.	1	Bryła sztywna	4) Obliczanie momentu bezwładności bryły sztywnej. 6) Stwórz własną bryłę sztywną.
4	Przyczyny zmian ruchu obrotowego.	2	Bryła sztywna	7) Ruch obrotowy bryły sztywnej –

	Moment siły.			wahadło Oberbecka.
5	Moment pędu bryły sztywnej.	1	Bryła sztywna	8) Wpływ momentu bezwładności na ruch obrotowy wahadła.
6	Analogie ruchu postępowego i obrotowego.	1	Bryła sztywna w różnych układach odniesienia – rozdział 3.	
7	Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie.	1	Równia pochyła	2) Ruch kul i walców na równi. 3) Kula czy walec?
8	Rozwiązywanie zadań.	2	Bryła sztywna	5) Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego przy pomocy wahadła fizycznego.
9	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

## 7. Aneks 1: Niepewności pomiarowe - 5 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Wiadomości wstępne. Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych).	1	Wahadło matematyczne	6) Pomiar przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi przy pomocy wahadła matematycznego.
2	Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych).	2	Wahadło matematyczne	5) Jaki błąd popełniamy stosując wzór $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ dla większych kątów wychylenia?
3	Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami.	1	Obwody prądu stałego	3) Badanie prawa Ohma.
4	Dopasowanie prostej do wyników pomiarów.	1	Obwody prądu stałego	3) Badanie prawa Ohma.

## 8. Ruch harmoniczny (drgania) i fale mechaniczne - 21 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody.	1	Wahadło matematyczne	11) Wahadło Foucault.
2	Matematyczny opis ruchu harmonicznego – Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym – Okres drgań w ruchu harmonicznym – Energia w ruchu harmonicznym.	4	Drgania mechaniczne	1) Pomiar okresu podstawowego drgań. 2) Wyznaczanie zależności okresu podstawowego drgań od masy zawieszonoego ciężarka. 3) Wyznaczanie okresu drgań od wychylenia ciężarka. 4) Wyznaczanie zależności okresu drgań od współczynnika sprężystości sprężyny. 22) Prędkość i przyspieszenie w ruchu harmonicznym. 23) Energia w ruchu harmonicznym.
			Wahadło matematyczne	1) Jak prawidłowo zmierzyć okres podstawowy drgań wahadła matematycznego?
3	Wahadło matematyczne.	1	Wahadło matematyczne	2) Czy okres podstawowy drgań wahadła matematycznego zależy od masy zawieszonoego ciężarka, długości nici i małych kątów wychylenia? 3) W jaki sposób okres podstawowy drgań wahadła matematycznego zależy od masy zawieszonoego ciężarka, długości nici i małych kątów wychylenia?

4	Drgania wymuszone i rezonansowe.	1	Drgania mechaniczne	13) Badanie sprężyn o różnych długościach. 16) Łączenia dowolnych sprężyn.
5	Właściwości sprężyste ciał stałych.	1	Drgania mechaniczne	5) Dynamiczne badanie prawa Hooke'a. 6) Statyczne badanie prawa Hooke'a. 7) Wyznaczanie współczynnika sprężystości poprzez pomiar wydłużenia sprężyny. 8) Wyznaczanie współczynnika sprężystości metodą wydłużenia oraz metodą pomiaru okresu drgań. 9) Wyznaczenie zależności współczynnika sprężystości od rodzaju materiału. 10) Wyznaczenie zależności współczynnika sprężystości od liczby zwojów sprężyny. 11) Wyznaczenie zależności współczynnika sprężystości od promienia zwoju sprężyny. 12) Wyznaczenie zależności współczynnika sprężystości od promienia drutu sprężyny.
6	Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne.	1	Interferencja i dyfrakcja światła – ciekawostka.	Dyfrakcja fal w cieczy.
7	Wielkości charakteryzujące fale.	1	Interferencja i dyfrakcja światła – ciekawostka.	Dyfrakcja fal w cieczy.
8	Funkcja falowa dla fali płaskiej.	1	Interferencja i dyfrakcja światła – ciekawostka.	Dyfrakcja fal w cieczy.
9	Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach.	1	Laboratorium dźwięku	Ciekawostka.
10	Zjawisko dyfrakcji. Zasada Huygensa.	2	Interferencja i dyfrakcja światła – ciekawostka.	Dyfrakcja fal w cieczy.
11	Interferencja fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła.	1	Laboratorium dźwięku	Głośniki. Kamertony.
12	Fale akustyczne.	1	Laboratorium dźwięku	Głośniki. Kamertony.
13	Zjawisko Dopplera.	1	Laboratorium dźwięku	Głośniki. Kamertony.
14	Rozwiązywanie zadań.	2	Wahadło matematyczne	4) Czy popełniamy błąd, stosując wzór $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ dla większych kątów wychYLENIA? 10) Wahadło chaotyczne.
			Drgania mechaniczne	14) Łączenie szeregowo i równoległe jednakowych sprężyn. 15) Wyznaczanie zastępczego współczynnika sprężystości układu sprężyn. 17) Projektowanie układów sprężyn. 21) Badanie drgań ciężarka na sprężynie w pociągu.
15	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

## 9. Zjawiska termodynamiczne - 22 godziny lekcyjne:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe.	1	Właściwości gazów Mechanika cieczy	Właściwości gazów – rozdział 1 Mechanika cieczy – rozdział 1.

2	Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki.	1	Właściwości gazów	3) Pomiar temperatury zera bezwzględnego.
			Kalorymetria	3) Wyznaczanie temperatury końcowej mieszanin.
3	Energia wewnętrzna. Ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki.	2	Właściwości gazów	5) Sprawdzenie pierwszej zasady termodynamiki.
			Kalorymetria	2) Badanie wpływu ciepła właściwego i pojemności cieplnej kalorymetru na temperaturę końcową mieszanin. 4) Badanie zależności temperatury końcowej mieszaniny od ilości mieszanych substancji oraz ich temperatur początkowych.
4	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona.	1	Właściwości gazów	1) Pomiar ciśnienia, objętości, temperatury i liczby moli. 9) Badanie własności gazu doskonałego i rzeczywistego.
5	Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu.	1	Właściwości gazów	2) Ciśnienie w oponie samochodowej. Ciepło i zasady termodynamiki-rozdz.2
6	Przemiany gazu doskonałego – Przemiana izotermiczna – Przemiana izochoryczna – Przemiana izobaryczna.	3	Właściwości gazów	4) Określ rodzaj przemiany gazowej. 6) Badanie przemiany izotermicznej.
7	Ciepło właściwe i molowe.	1	Właściwości gazów	10) Wyznaczanie stałej K gazów metodą Clementa - Desormesa. 11) Wyznaczanie stałej K gazów za pomocą miernika QWU.
8	Przemiana adiabatyczna.	1	Właściwości gazów	7) Porównanie przemiany izotermicznej i adiabatycznej.
9	Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki.	2	Właściwości gazów	12) Badanie procesów nieodwracalnych. 13) Badanie cyklu Carnota. 14) Przeprowadź cykl.
10	Topnienie i krzepnięcie. Parowanie i skraplanie. Sublimacja i resublimacja. Wrzenie i skraplanie w temperaturze wrzenia.	3	Kalorymetria	6) Pomiar ciepła topnienia lodu. 7) Mieszanie substancji z lodem. 8) Wyznaczanie ciepła parowania.
11	Rozszerzalność termiczna ciał.	1	Właściwości gazów	8) Schładzanie i ogrzewanie gazu.
12	Transport energii przez przewodzenie i konwekcję.	1	Kalorymetria	1) Wyznaczanie pojemności cieplnej kalorymetru.
13	Rozwiązywanie zadań.	2	Kalorymetria	9) Wyznaczanie kaloryczności produktów.
14	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

## 10. Pole elektryczne - 20 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych.	1	Pole elektryczne	Doświadczenie Millikana 6) Wyznaczanie ładunku elementarnego.
2	Prawo Coulomba. Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku.	2	Kondensatory	4) Badanie ładunku i napięcia na kondensatorze.
3	Natężenie pola elektrostatycznego.	1	Pole elektryczne	1) Wyznaczanie linii ekwipotencjalnych. 2) Badanie linii pola elektrycznego.
4	Zasada superpozycji natężeń pól.	1	Pole elektryczne	3) Badanie związku między liniami pola i liniami ekwipotencjalnymi.
5	Przewodnik naelektryzowany.	1	Pole elektryczne	2) Badanie linii pola elektrycznego.
6	Praca w polu elektrostatycznym	3	Pole elektryczne	Pole elektryczne – rozdział 1

	– Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym – Praca w centralnym polu elektrostatycznym.			
7	Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym.	1	Pole elektryczne	Doświadczenie Millikana
8	Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym.	1	Pole elektryczne	Pole elektryczne – rozdział 1
9	Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika. Przewodnik w polu elektrostatycznym.	1	Pole elektryczne	3) Badanie związku między liniami pola i liniami ekwipotencjalnymi. 4) Badanie ekranowania zewnętrznego pola elektrycznego. 5) Badanie ekranowania wewnętrznego pola elektrycznego.
10	Pojemność elektryczna ciała przewodzącego Kondensator.	1	Kondensatory	4) Badanie ładunku i napięcia na kondensatorze. 6) Badanie łączenia szeregowego. 7) Badanie łączenia równoległego.
11	Pojemność kondensatora płaskiego.	1	Kondensatory	1) Badanie zależności pojemności kondensatora od odległości między okładkami. 2) Badanie zależności pojemności kondensatora od powierzchni okładek. 3) Badanie zależności pojemności kondensatora od rodzaju dielektryka między okładkami.
12	Energia naładowanego kondensatora.	1	Kondensatory	5) Badanie energii kondensatora.
13	Dielektryk w polu elektrostatycznym.	1	Kondensatory	3) Badanie zależności pojemności kondensatora od rodzaju dielektryka między okładkami.
14	Rozwiązywanie zadań.	2	Kondensatory	8) Badanie łączy mieszanych. 9) Badanie łączy mostkowych. 10) Zadania różne.
15	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2		

### 11. Prąd stały - 14 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Prąd elektryczny, jako przepływ ładunku. Natężenie prądu.	1	Obwody prądu stałego	1) Pomiar napięcia i natężenia prądu 2) Polaryzacja napięcia i kierunek przepływu prądu. 24) Dzielniki napięcia. 25) Dzielniki prądu.
2	Pierwsze prawo Kirchhoffa.	1	Obwody prądu stałego	6) Badanie pierwszego prawa Kirchhoffa.
3	Prawo Ohma dla odcinka obwodu.	1	Obwody prądu stałego	3) Badanie prawa Ohma. 26) Dopasowanie żarówki do źródła zasilania. 28) Ochrona żarówek. 29) Bezpiecznik, jako ochrona przed zwarcieniem.
4	Od czego zależy opór przewodnika?	1	Obwody prądu stałego	4) Wyznaczanie oporności właściwej drutu. 5) Badanie zależności oporu od grubości drutu.
5	Praca i moc prądu elektrycznego.	1	Obwody prądu stałego	13) Wyznaczanie mocy wydzielonej na opornikach i żarówkach. 22) Łączenie baterii z żarówką – badanie mocy.

6	Łączenie szeregowo i równoległe odbiorników energii elektrycznej.	2	Obwody prądu stałego	10) Badanie łączenia szeregowego i równoległego oporników. 11) Badanie łączenia szeregowego i równoległego żarówek.
7	Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej.	1	Obwody prądu stałego	9) Badanie obwodu o dwóch oczkach. 10) Badanie własności układu gwiazdy.
8	Prawo Ohma dla obwodu.	1	Obwody prądu stałego	17) Mostek oporowy. 20) Badanie oporu wewnętrznego baterii. 21) Łączenie szeregowo i równoległe baterii.
9	Drugie prawo Kirchhoffa.	1	Obwody prądu stałego	7) Badanie drugiego prawa Kirchhoffa. 8) Badanie praw Kirchhoffa.
10	Rozwiązywanie zadań.	2	Obwody prądu stałego	12) Projektowanie oporu zastępczego. 23) Prosty komputer. 27) Wpływ oporu wewnętrznego woltomierza na wartość mierzonego napięcia.
11	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2	Obwody prądu stałego	15) Badanie nieskończonej sieci oporników. 30) Układ z wyłącznikiem.

## 12. Pole magnetyczne - 16 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	1	Pole magnetyczne	1) Budowa magnesów trwałych. 3) Oddziaływanie magnesów.
2	Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną.	1	Pole magnetyczne	Pole magnetyczne pochodzące od magnesów trwałych – rozdział 2.
3	Wektor indukcji magnetycznej.	1	Pole magnetyczne	7) Ekranowanie pola magnetycznego pochodzącego od magnesów trwałych.
4	Strumień wektora indukcji magnetycznej.	1	Pole magnetyczne	8) Ekranowanie pól magnetycznych wytwarzanych przez przewodniki z prądem.
5	Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem.	1	Pole magnetyczne	4) Badanie pojedynczego przewodnika z prądem. 5) Badanie pary przewodników.
6	Pole magnetyczne zwojnicy i kołowej pętli.	1	Pole magnetyczne	6) Badanie solenoidu.
7	Przewodnik z prądem w polu magnetycznym.	1	Pole magnetyczne	8) Ekranowanie pól magnetycznych wytwarzanych przez przewodniki z prądem.
			Cewki i indukcja	Pomiar siły elektrodynamicznej.
8	Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym.	1	Pole magnetyczne	Pole magnetyczne pochodzące od magnesów trwałych – rozdział 2.
9	Budowa i zasada działania silnika elektrycznego.	1	Cewki i indukcja	Ciekawostka – silnik elektryczny.
10	Właściwości magnetyczne substancji.	2	Pole magnetyczne	9) Badanie właściwości magnetycznych.
11	Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe.	1	Pole magnetyczne	Pole magnetyczne pochodzące od magnesów trwałych – rozdział 2.
12	Rozwiązywanie zadań.	2	Pole magnetyczne	2) Badanie linii pola magnetycznego pochodzącego od magnesów trwałych.
13	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzenie wiedzy i umiejętności.	2		

## 13. Indukcja elektromagnetyczna - 14 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba	Nazwa	Nr ćwiczenia z podręcznika do
----	--------------	--------	-------	-------------------------------

		godzin	„ e-doświadczenia”	„e-doświadczeń”
1	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej – Prąd indukcyjny – Siła elektromotoryczna indukcji – Reguła Lenza.	5	Cewki i indukcja	Indukcja elektromagnetyczna.
2	Zjawisko samoindukcji.	1	Cewki i indukcja	Indukcja elektromagnetyczna.
3	Generator prądu przemiennego. Właściwości prądu przemiennego.	2	Układy RLC	Ciekawostka – prądnicą.
4	Budowa i zasada działania transformatora.	2	Cewki i indukcja	Indukcja elektromagnetyczna. Pomiar siły elektrodynamicznej.
5	Rozwiązywanie zadań.	2	Układy RLC	Badanie układów: RL, RC, LC, RLC.
6	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

#### 14. Optyka - 10 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „ e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Zjawiska odbicia i załamania światła.	1	Optyka geometryczna	Pudełko ze zwierciadłami, pudełko z soczewkami, pudełko z bryłami optycznymi.
2	Całkowite wewnętrzne odbicie.	1	Optyka geometryczna	Pudełko ze zwierciadłami.
3	Zwierciadła płaskie i zwierciadła kuliste.	1	Optyka geometryczna	Pudełko ze zwierciadłami.
4	Płytką równoległościenną i pryzmat.	1	Optyka geometryczna	Pudełko z bryłami optycznymi.
5	Soczewki i obrazy otrzymywane w soczewkach.	2	ława optyczna	1) Wpływ promienia krzywizny soczewki sferycznej na ogniskową. 2) Czy soczewki o różnych promieniach krzywizny mogą mieć taką samą ogniskową? 3) Ogniskowe soczewek z różnych materiałów. 4) Aberracja sferyczna. 5) Kiedy otrzymujemy obrazy pozorne, a kiedy rzeczywiste? 6) Kiedy otrzymujemy obrazy proste, a kiedy odwrócone? 11) Łączenie soczewek.
			Optyka geometryczna	Pudełko z soczewkami.
6	Rozwiązywanie zadań.	2	ława optyczna	13) Luneta holenderska jako przykład lornetki teatralnej. 14) Wyznaczanie ogniskowej soczewki metodą tradycyjną. 15) Wyznaczanie ogniskowej soczewki metodą Bessela.
7	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2	Optyka geometryczna	Pudełko ze zwierciadłami, pudełko z soczewkami, pudełko z bryłami optycznymi.

#### 15. Korpuskularno – falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii - 19 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „ e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Fale elektromagnetyczne.	1	Interferencja i dyfrakcja światła	Klasyczne doświadczenie Younga – ciekawostka.
			Eksperymenty myślowe Alberta Einsteina.	Pomiar prędkości światła przy pomocy koła zębatego Fizeou – ciekawostka.

2	Światło, jako fala elektromagnetyczna – Pomiar wartości prędkości światła – Zjawisko rozszczepienia światła – Doświadczenie Younga – Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna – Polaryzacja światła.	6	Interferencja i dyfrakcja światła	Kwantowe doświadczenie Younga – ciekawostka. Zjawisko dyfrakcji i interferencji.
			Fizyka atomowa i jądrowa – zakładka 1: „Badanie widm gazów”	1) Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej.
			Optyka geometryczna	Zjawisko polaryzacji światła – ciekawostka.
3	Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.	2	Korpuskularna natura światła i materii – zakładka 3	Efekt fotoelektryczny zewnętrzny
4	Promieniowanie ciał. Widma.	2	Fizyka atomowa i jądrowa – zakładka 1: „Badanie widm gazów”	
5	Model Bohra atomu wodoru.	1	Fizyka atomowa i jądrowa – zakładka 1: „Badanie widm gazów”	3) Wyznaczanie stałej Rydberga.
6	Promieniowanie rentgenowskie.	2	Korpuskularna natura światła i materii – zakładka 1	Promieniowanie Rentgenowskie.
			Korpuskularna natura światła i materii – zakładka 2	Zjawisko Comptona.
7	Fale materii.	1	Fizyka atomowa i jądrowa – zakładka 1: „Badanie widm gazów”	2) Wyznaczanie długości fali świetlnej.
8	Rozwiązywanie zadań.	2		
9	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

### 16. Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki i izolatory - 6 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania.	4	Kondensatory	Kondensatory – rozdział 1. Właściwości kondensatorów płaskich – rozdział 2.
2	Powtórzenie wiadomości. Sprawdzian wiedzy i umiejętności.	2		

### 17. Aneks 2: Propozycje obowiązkowych doświadczeń – 16 godzin lekcyjnych:

Nr	Temat lekcji	Liczba godzin	Nazwa „e-doświadczenia”	Nr ćwiczenia z podręcznika do „e-doświadczeń”
1	Opisujemy rozkład normalny.	1	Wahadło matematyczne.	1) Jak prawidłowo zmierzyć okres podstawowy drgań wahadła matematycznego?
2	Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym.	2	Rzuty	1) Swobodny spadek.
			Równia pochyła	8) Równia w windzie. 9) Równia w pociągu.
3	Badamy ruch po okręgu.	1	Bryła sztywna	7) Ruch obrotowy bryły sztywnej.
			Równia pochyła	2) Ruch kul i walców na równi.
4	Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej.	1	Równia pochyła	7) Wyznaczanie współczynnika tarcia kinetycznego.
5	Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego.	2	Bryła sztywna	7) Ruch obrotowy bryły sztywnej – wahadło Oberbecka.
6	Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego.	1	Wahadło matematyczne	6) Pomiar przyspieszenia grawitacyjnego Ziemi przy pomocy wahadła matematycznego.
7	Pomiar częstotliwości podstawowej drgań	1	Laboratorium dźwięku	Ciekawostka.



	struny.			
8	Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego.	1	Kalorymetria	5) Wyznaczanie ciepła właściwego ciał stałych i oleju lnianego.
9	Badanie kształtu linii pola elektrostatycznego	1	Pole elektryczne	2) Badanie linii pola elektrycznego.
10	Badanie kształtu linii pola magnetycznego.	1	Pole magnetyczne	2) Badanie linii pola magnetycznego pochodzącego od magnesów trwałych. 4) Badanie pojedynczego przewodnika z prądem. 6) Badanie solenoidu. 8) Ekranowanie pól magnetycznych wytwarzanych przez przewodniki z prądem.
11	Wyznaczanie współczynnika załamania światła.	1	Optyka geometryczna	Pudełko ze zwierciadłami, pudełko z soczewkami, pudełko z bryłami optycznymi.
12	Wyznaczania powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki.	1	Łąwa optyczna	7) Kiedy otrzymujemy obrazy powiększone, a kiedy pomniejszone? 9) W jakiej odległości powinniśmy umieścić ekran, aby obraz był ostry? 10) Powiększenie obrazu.
13	Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej.	2	Układy RLC	Badanie układów: RLC.

## V. Ogólny rozkład materiału

Propozycja przydziału godzin na poszczególne działy

Nr	Dział fizyki	Liczba godzin przeznaczona na		
		Nowe treści	Rozwiązywanie zadań	Powtórzenie, sprawdzenie
1	Opis ruchu postępowego	14	2	2
2	Siła, jako przyczyna zmian ruchu	11	2	2
3	Praca, moc, energia mechaniczna	7	2	2
4	Zjawiska hydrostatyczne	3	2	2
5	Pole grawitacyjne	9	2	2
6	Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej	9	2	2
7	Aneks 1: Niepewności pomiarowe	5	-	-
8	Ruch harmoniczny (drgania) i fale mechaniczne	17	2	2
9	Zjawiska termodynamiczne	18	2	2
10	Pole elektryczne	16	2	2
11	Prąd stały	10	2	2
12	Pole magnetyczne	12	2	2
13	Indukcja elektromagnetyczna	10	2	2
14	Optyka	6	2	2
15	Korpuskularno – falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii	15	2	2
16	Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki i izolatory	4	-	2
17	Aneks 2: Propozycje obowiązkowych doświadczeń	16	-	-
<i>Całkowita liczba godzin</i>		182	28	30

## VI. Szczegółowy rozkład materiału

Nr	Temat lekcji	Zagadnienia do realizacji (zgodne z wymaganiami podstawy programowej)
<b>Opis ruchu postępowego</b>		
1-2	Elementy działań na wektorach.	Przykłady wielkości wektorowych i skalarnych, cechy wektora, odejmowanie wektorów, mnożenie i dzielenie wektorów przez liczbę, składowe wektora, obliczanie współrzędnych wektora, wektor w układzie współrzędnych.
3-5	Podstawowe pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch.	Różnice między ruchem postępowym i obrotowym, szybkość średnia i chwilowa, położenie i przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe, przyspieszenie dośrodkowe, jednostki poznanych wielkości, wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i po okręgu.
6-11	Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych.	Ruch jednostajny prostoliniowy – szybkość, droga i czas, wykresy zależności $s(t)$ i $V(t)$ , ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony prostoliniowy – droga, szybkość chwilowa i przyspieszenie (opóźnienie), wykresy zależności $s(t)$ , $V(t)$ , $a(t)$ , składanie ruchów.
12-14	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych.	Rzut poziomy-złożenie swobodnego spadania ciał i ruchu jednostajnego prostoliniowego, szybkość liniowa i kątowa, przyspieszenie dośrodkowe, miara łukowa kąta.
<b>Siła, jako przyczyna zmian ruchu</b>		
15	Klasyfikacja oddziaływań.	Klasyfikacja oddziaływań na odległość i w bezpośrednim kontakcie ciał, cechy oddziaływań, pojęcie siły i siły wypadkowej.
16-18	Zasady dynamiki Newtona.	Treść zasad dynamiki Newtona, wskazywanie źródła siły oraz jej działanie, siły wzajemnego oddziaływania ciał, układ inercjalny, zastosowanie zasad dynamiki.
19	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona.	Pojęcie pędu ciała, zapis oraz objaśnienie i stosowanie uogólnionej II zasady dynamiki, obliczanie pędu układu ciał, pojęcie środka masy jednego ciała i układu dwóch ciał.
20-21	Zasada zachowania pędu dla układu ciał.	Stosowanie zasady zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń sprężystych i niesprężystych oraz zjawiska odrzutu.
22	Tarcie.	Pojęcie siły tarcia statycznego i kinetycznego, współczynnik tarcia, wzory na wartość siły tarcia statycznego i kinetycznego, wykres zależności siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do powierzchni stykających się dwóch ciał.
23	Siły w ruchu po okręgu.	Siła dośrodkowa, jako wypadkowa sił działających na ciało w ruchu jednostajnym po okręgu, wzór na siłę dośrodkową, zasady dynamiki w ruchu po okręgu.
24-25	Opis ruchu w układach nieinercjalnych.	Różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługiwanie się pojęciem siły bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym.
<b>Praca, moc, energia mechaniczna</b>		
26	Iloczyn skalarny dwóch wektorów.	Definiowanie i obliczanie iloczynu skalarnego dwóch wektorów, cechy iloczynu skalarnego.
27-28	Praca i moc.	Praca stałej siły, jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia, moc urządzeń, a ich sprawność, moc chwilowa, praca siły zmiennej.
29-30	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej.	Energia potencjalna ciała w pobliżu powierzchni Ziemi, energia kinetyczna, energia potencjalna układu ciał, siła zachowawcza, układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał; praca, a energia mechaniczna.
31-32	Zasada zachowania energii mechanicznej.	Zasada zachowania energii mechanicznej, przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii mechanicznej, zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej i zasady zachowania pędu do opisu zderzeń.
<b>Zjawiska hydrostatyczne</b>		
33	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala.	Pojęcie ciśnienia i jego jednostki, ciśnienie hydrostatyczne, prawo Pascala, prawo naczyń połączonych – zastosowanie do wyznaczania gęstości, paradoks hydrostatyczny, działanie urządzeń w oparciu o prawo Pascala.
34	Prawo Archimidesa.	Prawo Archimidesa, warunki pływania ciał.
35	Zastosowanie prawa Archimidesa do wyznaczania gęstości.	Wyznaczanie gęstości ciał stałych i cieczy w oparciu o prawo Archimidesa.
<b>Pole grawitacyjne</b>		
36	O odkryciach Kopernika i Keplera.	Odkrycia Kopernika, Keplera i Newtona, opis ruchu planet Układu Słonecznego, sformułować i objaśnić treść praw Keplera, zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i układu satelitów krążących wokół tego samego ciała.

37	Prawo powszechnej grawitacji.	Prawo powszechnej grawitacji, stała grawitacji i jej sens fizyczny, zastosowanie matematycznego opisu prawa powszechnej grawitacji, oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi, różnice między ciężarem a siłą grawitacji.
38	Pierwsza prędkość kosmiczna.	Siła grawitacji, którą oddziałuje Słońce na planety i planety na ich księżyce, jako siła dośrodkowa, satelita geostacjonarny, ruch sztucznych satelitów, pierwsza prędkość kosmiczna-wartość dla Ziemi, wyprowadzenie wzoru i obliczanie dla różnych ciał niebieskich.
39	Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym.	Opis ruchu planet widzianych z Ziemi, obiekty wchodzące w skład Układu Słonecznego, obliczanie wartości sił grawitacji ciał niebieskich oddziałujących na siebie wzajemnie, stosowanie III prawa Keplera do obliczania i porównywania okresów obiegu planet i ich średnich odległości od Słońca.
40	Natężenie pola grawitacyjnego.	Pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola, natężenie pola grawitacyjnego – wzór i jednostka, natężenie pola grawitacyjnego centralnego i jednorodnego, wykres zależności $\gamma(r)$ dla $r \ll R$ oraz $rR$ .
41	Praca w polu grawitacyjnym.	Praca siły grawitacji w polu centralnym, jednorodne pole grawitacyjne, jako pole zachowawcze.
42	Energia potencjalna w polu grawitacyjnym.	Energia potencjalna grawitacji, zależność energii potencjalnej grawitacji od zmiany położenia ciała w centralnym polu grawitacyjnym, zmiana energii potencjalnej grawitacji, a praca wykonana przez siłę grawitacji lub zmiana energii kinetycznej, wykres zależności $E_p(r)$ .
43	Druga prędkość kosmiczna.	Druga prędkość kosmiczna-wartość dla Ziemi, wyprowadzenie wzoru i obliczanie dla różnych ciał niebieskich.
44	Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia.	Stan nieważkości, stan przeciążenia i niedociążenia-definicja, warunki występowania, przykłady ciał w stanie nieważkości, przeciążenia i niedociążenia.
<b>Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej</b>		
45	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów.	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów-przykłady wielkości fizycznych i cechy iloczynu wektorowego.
46-47	Ruch obrotowy bryły sztywnej.	Rozróżnić pojęcia: punkt materialny i bryła sztywna; szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe, reguła śruby prawoskrętnej, matematyczny opis ruchu obrotowego bryły, związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątownego.
48	Energia kinetyczna bryły sztywnej.	Wzór na energię kinetyczną bryły sztywnej-zapisać, objaśnić, wyprowadzić, obliczać; moment bezwładności bryły, opis ruchu bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy, twierdzenie Steinera.
49-50	Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły.	Zasady dynamiki ruchu obrotowego, moment siły – jego kierunek i zwrot, wypadkowy moment sił działających na bryłę.
51	Moment pędu bryły sztywnej.	Moment pędu – jego kierunek i zwrot, zasada zachowania momentu pędu, uogólniona postać II zasady dynamiki ruchu obrotowego.
52	Analogie ruchu postępowego i obrotowego.	Przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego.
53	Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie.	Toczenie bez poślizgu, jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy, toczenie, jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, prędkość punktów toczonej się bryły, jako wypadkowa prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy, energia kinetyczna toczonej się bryły, równania ruchu postępowego i obrotowego toczonej się bryły sztywnej.
<b>Aneks 1: Niepewności pomiarowe</b>		
54	Wiadomości wstępne. Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych).	Przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych), umiejętność odróżniania błędów od niepewności, błędy grube od błędów systematycznych, sposoby eliminowania błędów pomiaru, wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych, niepewność względna pomiaru, odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru.
55-56	Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych).	Przykłady pomiarów pośrednich (złożonych), niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku, odchylenie standardowe wyznaczonej pośrednio wielkości fizycznej.
57	Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami.	Przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami, dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania, odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik, odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej.
58	Dopasowanie prostej do wyników pomiarów.	Dopasować prostą do wyników pomiarów, obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych, ocenić, czy otrzymany wynik jest realny.
<b>Ruch harmoniczny (drżania) i fale mechaniczne</b>		

59	Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody.	Przykłady ruchu drgającego w przyrodzie, ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznym).
60-63	Matematyczny opis ruchu harmonicznego – Współrzędne: położenia, prędkości i przyspieszenia w ruchu harmonicznym – Okres drgań w ruchu harmonicznym – Energia w ruchu harmonicznym.	Pojęcia służące do opisu ruchu drgającego, współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, wykresy zależności położenia, prędkości, przyspieszenia od czasu, wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym, praca i energia w ruchu harmonicznym.
64	Wahadło matematyczne.	Ruch wahadła matematycznego dla małych kątów wychylenia z położenia równowagi, okres drgań wahadła matematycznego.
65	Drgania wymuszone i rezonansowe.	Pojęcie drgań wymuszonych i rezonansowych, rezonans drgań.
66	Właściwości sprężyste ciał stałych.	Związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi, sens fizyczny współczynnika sprężystości, prawo Hooke'a, wykres zależności $p(\Delta l/l_0)$ , przykłady wykorzystania własności sprężystych ciał stałych.
67	Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne.	Wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej, przykłady fali poprzecznej i podłużnej.
68	Wielkości charakteryzujące fale.	Wielkości opisujące fale mechaniczne.
69	Funkcja falowa dla fali płaskiej.	Interpretacja funkcji falowej dla fali płaskiej.
70	Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach.	Matematyczny opis interferencji fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach, fala stojąca.
71-72	Zjawisko dyfrakcji. Zasada Huygensa.	Zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych. Objaśnić zasadę Huygensa.
73	Interferencja fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła.	Warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal harmonicznym wysyłanych przez identyczne źródła, fale spójne.
74	Fale akustyczne.	Opis fal akustycznych, natężenie fali, poziom natężenia fali, próg słyszalności i próg bólu.
75	Zjawisko Dopplera.	Wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera oraz wskazać sytuacje, kiedy występuje,
<b>Zjawiska termodynamiczne</b>		
76	Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe.	Właściwości ciał stałych, cieczy i gazów, pojęcie gazu doskonałego, dyfuzja, skutki działania sił międzycząsteczkowych, zjawisko powstawania menisku.
77	Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki.	Pojęcie temperatury, jednostki i skala temperatur Celsjusza i Kelwina, zerowa zasada termodynamiki, związek temperatury ze średnią energią kinetyczną cząsteczek.
78-79	Energia wewnętrzna. Ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki.	Pojęcie energii wewnętrznej, jako funkcji stanu i ciepła, pierwsza zasada termodynamiki.
80	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona.	Założenia teorii kinetyczno – molekularnej gazów, równanie stanu gazu doskonałego i równanie Clapeyrona-zapisać, objaśnić, zastosować.
81	Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu.	Wzór na ciśnienie gazu w zamkniętym zbiorniku, praca gazu i praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu.
82-84	Przemiany gazu doskonałego – Przemiana izotermiczna – Przemiana izochoryczna – Przemiana izobaryczna.	Opisać przemiany gazu doskonałego przy pomocy równania stanu gazu doskonałego (równania Clapeyrona), sporządzać i interpretować wykresy ilustrujące przemiany gazowe, stosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazu doskonałego.
85	Ciepło właściwe i molowe.	Posługiwać się pojęciem ciepła właściwego i molowego w przemianach gazowych, wyprowadzić związek pomiędzy $c_p$ i $c_v$ .
86	Przemiana adiabatyczna.	Opisać przemianę adiabatyczną przy pomocy równania stanu gazu doskonałego, wykresy ilustrujące przemianę adiabatyczną.
87-88	Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki.	Zasada działania silnika cieplnego, przemiany gazowe w cyklu Carnota, sprawność silników cieplnych, druga zasada termodynamiki.
89-91	Topnienie i krzepnięcie. Parowanie i skraplanie. Sublimacja i resublimacja. Wrzenie i skraplanie	Opis zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia, charakterystyka wielkości opisujących te zjawiska, przemiany energii oraz wykresy zależności

	w temperaturze wrzenia.	energii od temperatury, zasada bilansu cieplnego.
92	Rozszerzalność termiczna ciał.	Przykłady zjawiska rozszerzalności ciał, współczynniki rozszerzalności liniowej i objętościowej.
93	Transport energii przez przewodzenie i konwekcję.	Zjawisko konwekcji w cieczach i gazach, przykłady wykorzystania zjawiska konwekcji, przewodnictwo cieplne, przewodniki i izolatory ciepła.
<b>Pole elektryczne</b>		
94	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych.	Oddziaływanie ciał naelektryzowanych.
95-96	Prawo Coulomba. Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku.	Prawo Coulomba, przenikalność elektryczna ośrodka, obliczanie siły Coulomba, zasada zachowania ładunku, sposoby elektryzowania ciał.
97	Natężenie pola elektrostatycznego.	Pojęcie natężenia pola elektrostatycznego, graficzne przedstawienie pola jednorodnego i centralnego, natężenie pola w danym punkcie pola, wykres zależności $E(r)$ .
98	Zasada superpozycji natężeń pól.	Zasada superpozycji pól, jakościowy opis pola wytworzonego przez układ ładunków, dipol elektryczny, natężenie pola elektrycznego w środku dipola.
99	Przewodnik naelektryzowany.	Pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego przewodnika sferycznie symetrycznego.
100-102	Praca w polu elektrostatycznym – Praca w polu elektrostatycznym jednorodnym – Praca w centralnym polu elektrostatycznym.	Praca w polu elektrostatycznym centralnym i jednorodnym – wyprowadzenie wzoru, obliczanie pracy siły pola jednorodnego i centralnego, pole zachowawcze.
103	Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym.	Energia cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym, pojęcie elektronowolta, wykres zależności energii potencjalnej od odległości w polu elektrostatycznym.
104	Wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym.	Praca w polu elektrostatycznym, jako różnica energii potencjalnej między dwoma punktami pola, potencjał pola elektrostatycznego.
105	Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika. Przewodnik w polu elektrostatycznym.	Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika, wpływ pola na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, zasada działania piorunochronu i klatki Faradaya.
106	Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensator.	Pojęcie pojemności elektrycznej kondensatora, jednostka pojemności. Rodzaje kondensatorów i ich zastosowanie.
107	Pojemność kondensatora płaskiego.	Pole kondensatora płaskiego, napięcie elektryczne między okładkami kondensatora, pojemność kondensatora płaskiego.
108	Energia naładowanego kondensatora.	Praca potrzebna do naładowania kondensatora.
109	Dielektryk w polu elektrostatycznym.	Pojęcie stałej dielektrycznej, wpływ dielektryka na pojemność kondensatora, zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.
<b>Prąd stały</b>		
110	Prąd elektryczny, jako przepływ ładunku. Natężenie prądu.	Prąd elektryczny, jako przepływ elektronów w przewodniku, natężenie prądu i jego jednostka.
111	Pierwsze prawo Kirchhoffa.	Pierwsze prawo Kirchhoffa.
112	Prawo Ohma dla odcinka obwodu.	Prawo Ohma, opór elektryczny i jego jednostka, zależność napięcia i natężenia od oporu elektrycznego.
113	Od czego zależy opór przewodnika?	Opór elektryczny przewodnika prostoliniowego, wpływ zmian temperatury na opór elektryczny przewodnika, opór właściwy.
114	Praca i moc prądu elektrycznego.	Pojęcia pracy i mocy prądu elektrycznego oraz ich zależności od napięcia, natężenia i oporu elektrycznego, stosowane jednostki pracy i mocy prądu.
115-116	Łączenie szeregowe i równoległe odbiorników energii elektrycznej.	Szeregowe i równoległe łączenie oporników, obliczanie napięcia, natężenia i oporu zastępczego, schematy obwodów.
117	Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej.	Pojęcie siły elektromotorycznej źródła energii elektrycznej i jego oporu wewnętrznego.
118	Prawo Ohma dla obwodu.	Objaśnić i zapisać prawo Ohma dla obwodu zamkniętego, charakterystyka prądowo - napięciowa przewodnika, objaśnić związki pomiędzy $\mathcal{E}$ , $I$ , $r$ dla układu ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych połączonych szeregowo równoległe.
119	Drugie prawo Kirchhoffa.	Drugie prawo Kirchhoffa, zastosowanie do rozwiązywania zadań.
<b>Pole magnetyczne</b>		

120	Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu	Graficzne przedstawienie pola magnetycznego magnesu trwałego,
121	Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną.	Cechy siły Lorentza, wzór na wartość siły Lorentza, doświadczenie Oersteda.
122	Wektor indukcji magnetycznej.	Cechy wektora indukcji magnetycznej, jednostka indukcji magnetycznej,
123	Strumień wektora indukcji magnetycznej.	Pojęcie strumienia pola magnetycznego i jego jednostka, zastosowanie strumienia do rozwiązywania zadań.
124	Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem.	Graficzne przedstawienie pola magnetycznego przewodnika prostoliniowego z prądem, wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem, prawo ampera.
125	Pole magnetyczne zwojnicy i kołowej pętli.	Graficzne przedstawienie pola magnetycznego przewodnika kołowego i zwojnicy
126	Przewodnik z prądem w polu magnetycznym.	Cechy siły elektrodynamicznej, wzór na wartość siły elektrodynamicznej,
127	Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym.	Opis ruchu cząstki naładowanej w polu magnetycznym, zasada działania i zastosowanie cyklotronu.
128	Budowa i zasada działania silnika elektrycznego.	Budowa i zasada działania silnika elektrycznego.
129-103	Właściwości magnetyczne substancji.	Właściwości magnetyczne substancji, podział na ferromagnetyki, paramagnetyki i diamagnetyki.
131	Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe.	Występowanie sił sprężystości, sił starcia oraz sił hamujących ruch ciał stałych w cieczach oddziaływaniami elektromagnetycznymi między cząsteczkami ciał.
<b>Indukcja elektromagnetyczna</b>		
132-136	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej – Prąd indukcyjny – Siła elektromotoryczna indukcji – Reguła Lenza.	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej i warunki jego występowania, sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego, reguła Lenza, siła elektromotoryczna indukcji, prawo Farada'a indukcji elektromagnetycznej, wykresy zależności strumienia i siły elektromotorycznej od czasu, napięcie między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola.
137	Zjawisko samoindukcji.	Zjawisko samoindukcji i warunki jego powstawania, współczynnik samoindukcji zwojnicy, jednostka indukcyjności.
138-139	Generator prądu przemiennego. Właściwości prądu przemiennego.	Zasada działania prądnicy, wielkości opisujące prąd przemienny, praca i moc prądu przemiennego.
140-141	Budowa i zasada działania transformatora.	Zasada działania transformatora i przykłady jego zastosowania, przesyłanie energii elektrycznej i jej straty.
<b>Optyka</b>		
142	Zjawiska odbicia i załamania światła.	Prawo odbicia i załamania światła, zjawisko rozpraszania światła,
143	Całkowite wewnętrzne odbicie.	Zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia światła i warunki jego zajścia, kąt graniczny.
144	Zwierciadła płaskie i zwierciadła kuliste.	Cechy obrazów w zwierciadłach płaskich i kulistych, ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna, konstrukcja obrazów w zwierciadle płaskim i kulistym, zdolność skupiająca, powiększenie obrazu
145	Płytką równoległościenną i pryzmat.	Przejście światła przez płytkę równoległościenną i przez pryzmat z wykorzystaniem zjawiska załamania światła.
146-147	Soczewki i obrazy otrzymywane w soczewkach.	Rodzaje i podział soczewek, zdolność skupiająca soczewki, konstrukcja i cechy obrazów w soczewkach, równanie soczewki, zdolność skupiająca układów cienkich soczewek, przyrządy optyczne: oko, lupa, luneta, mikroskop optyczny.
<b>Korpuskularno – falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii</b>		
148	Fale elektromagnetyczne.	Widmo fal elektromagnetycznych, źródła fal z poszczególnych zakresów i ich zastosowanie.
149-154	Światło, jako fala elektromagnetyczna – Pomiar wartości prędkości światła – Zjawisko rozszczepienia światła – Doświadczenie Younga – Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna – Polaryzacja światła.	Metody pomiaru wartości prędkości, rozszczepienie światła, dyfrakcja i interferencja światła, siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej, spójność fal, zjawisko polaryzacji i jego praktyczne zastosowanie.
155-156	Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.	Pojęcie fotonu i jego energii, opis i objaśnienie zjawiska, przykłady jego zastosowania, budowa i zasada działania fotokomórki, wzór Einsteina, praca wyjścia, wykres zależności maksymalnej energii kinetycznej fotoelektronów od

		częstotliwości promieniowania, charakterystyka prądowa-napięciowa fotokomórki.
157-158	Promieniowanie ciał. Widma.	Opis promieniowania ciał, rozróżnianie widma ciągłego i liniowego gazów jednoatomowych i par pierwiastków, rozróżnianie widma liniowego i ciągłego, widma absorpcyjnego i emisyjnego, opis widma atomu wodoru, wzór Balmera, przykłady zastosowania analizy widmowej.
159	Model Bohra atomu wodoru.	Opis modelu Bohra budowy atomu wodoru, stan podstawowy i stany wzbudzone, zasada zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu, energia elektronu na dowolnej orbicie, powstawanie liniowego widma emisyjnego i widma absorpcyjnego atomu wodoru, serie linii widmowych w atomie wodoru, uogólniony wzór Balmera, budowa i zasada działania lasera oraz jego zastosowanie.
160-161	Promieniowanie rentgenowskie.	Właściwości promieni X, przykłady zastosowania promieni rentgenowskich, widmo promieniowania rentgenowskiego, sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (widmo hamowania) i o widmie liniowym (widmo charakterystyczne), zjawisko Comptona, dyfrakcja promieni X na kryształach.
162	Fale materii.	Hipoteza de Broglie'a, długość fali de Broglie'a, obliczanie długości fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, szacowanie długości fal materii dla obiektów mikroskopowych i makroskopowych, zastosowanie falowych właściwości cząstek – badanie kryształów, mikroskop elektronowy.
<b>Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki i izolatory</b>		
163-166	Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania.	Podział ciał ze względu na zależność oporu właściwego od temperatury i przykłady przewodników, półprzewodników i izolatorów, pasmo: dozwolone, zabronione, podstawowe (walencyjne), przewodnictwa, pasmowy model przewodnictwa ciała stałego, przewodniki domieszkowe, przewodniki typu n i p, zjawiska na złączu n-p, działanie diody prostowniczej, zastosowanie półprzewodników.
<b>Aneks 2: Propozycje obowiązkowych doświadczeń</b>		
<i>Uczeń zgodnie z założeniami podstawy programowej przeprowadza przynajmniej połowę z przedstawionych obowiązkowych doświadczeń, polegających na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz wykonaniu i interpretacji wykresów.</i>		
167	Opisujemy rozkład normalny.	Przygotowanie zestawu doświadczalnego, wykonanie samodzielnie kolejnych czynności, odczytywanie wskazań przyrządów pomiarowych, dokładność przyrządu, sporządzanie tabeli wyników pomiarów, obliczanie wartości średnich wielkości mierzonych, sporządzanie odpowiednich układów współrzędnych (podpisanie i wyskalowanie osi, zaznaczenie jednostek wielkości fizycznych), zaznaczenie w układzie współrzędnych punktów wraz z niepewnościami, zapisanie wyników pomiarów w postaci $x \pm \Delta x$ , obliczanie niepewności pomiarowej, graficzne dopasowanie wyników pomiarów wraz z niepewnościami, obliczanie odchylenia standardowego, graficzne dopasowanie prostej do punktów pomiarowych, określenie przyczyny błędów pomiarowych, określenie, czy otrzymany wynik jest realny, formułowanie samodzielnie wniosków z doświadczenia.
168-169	Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym.	
170	Badamy ruch po okręgu.	
171	Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej.	
172-173	Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego.	
174	Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego.	
175	Pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny.	
176	Wyznaczanie ciepła właściwego cieczy lub ciała stałego.	
177	Badanie kształtu linii pola elektrostatycznego	
178	Badanie kształtu linii pola magnetycznego.	
179	Wyznaczanie współczynnika załamania światła.	
180	Wyznaczania powiększenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki.	
181-182	Znajdowanie charakterystyk prądowo-napięciowych opornika, żarówki i diody półprzewodnikowej.	

## VII. Procedury osiągnięcia celów

Nauczanie fizyki powinno się odbywać poprzez systematyczne aktywizowanie uczniów do poszukiwania, eksperymentowania, odkrywania, analizowania i wnioskowania.

Stosowane metody pracy powinny być dobierane w zależności od tematu lekcji, stopnia zaangażowania uczniów, posiadanej wiedzy oraz możliwości technicznych i intelektualnych. Pozwoli to aktywizować uczniów, uatrakcyjnić zajęcia oraz przyczynić się do zrozumienia i lepszego zapamiętania opracowanego materiału.

„e-Doświadczenia w fizyce” mogą być dla uczniów największym poznaniem tajników fizycznych, a samodzielne eksperymentowanie dawać nie tylko wiedzę i umiejętności. Sytuacje, które potrzebują wyjaśnienia, oceniania, przewidywania, poszukiwania argumentów itp. staną się dla uczniów inspiracją do dalszych poszukiwań i samodzielnego dążenia do odkrywania tego, co jeszcze nieznanne. Własne uczenie na błędach wyzwoli u uczniów chęć poznania prawdy, pobudzi ich wyobraźnię i stworzy okazje do weryfikowania stawianych hipotez, jak również analizy ćwiczenia i prezentowania własnych wniosków. W ten sposób uczeń najlepiej będzie przyswajał wiedzę fizyczną.

Sprawdzą się tutaj takie ćwiczenia z „e-doświadczeń w fizyce”, które symulują zjawiska, pokazują jego przebieg. Doświadczenia lub pokazy połączone z doświadczeniem, pozwolą rozwijać wśród uczniów umiejętności obserwacji i opisywania zjawisk fizycznych. Ważne jest staranne przygotowanie doświadczeń zarówno od strony metodycznej (uświadomienie celu, przedyskutowanie koncepcji doświadczenia, sformułowanie problemu, przedyskutowanie hipotez, weryfikacja hipotez i wyprowadzenie wniosków), jak i organizacyjnej (przygotowanie koniecznych przedmiotów, ustalenie formy pracy indywidualnej lub zespołowej).

W niektórych przypadkach realne doświadczenia fizyczne nie mogą być wykonane, dlatego „e-doświadczenia w fizyce” wychodzą naprzeciw tym problemom i umożliwiają nauczycielom wykorzystać symulacje komputerowe lub prezentować ćwiczenia modelowe. Przedstawiają one realne doświadczenia i są nieocenione w realizacji treści dotyczących zwłaszcza mikroświata.

Ponadto ćwiczenia w „e-doświadczeniach” pozwalają uczniom ingerować w parametry i budowę przeprowadzanego ćwiczenia w celu wymuszenia od niego aktywności i rozbudzenia naukowej ciekawości, w tym nauki identyfikacji problemów badawczych. Umożliwiają obserwację zachowania się badanego układu w różnych warunkach i przy różnie określonych parametrach, co jest niemożliwe w rzeczywistych doświadczeniach.

Każde ćwiczenie uczeń może wykonać w szkole z użyciem tablicy multimedialnej, przy użyciu projektora lub na ekranie monitora komputerowego. e-Doświadczenia mają wspierać ucznia w nauczaniu poprzez umożliwienie głębszego zrozumienia problemu, budowanie lepiej rozumianych modeli, ciągów przyczynowo – skutkowych i zbiorów zależności, niezbędnych do opisu zjawiska.

e-Doświadczenia są tak skonstruowane, by pomagać w rozwiązywaniu podstawowych problemów w uczeniu się fizyki przez uczniów, takich jak:

- słaby aparat matematyczny – możliwość zaobserwowania np. relacji wprost proporcjonalnej, odwrotnie proporcjonalnej; sposobu składania wektorów – takie obserwacje ułatwiają zrozumienie, a więc i zapamiętanie wzorów fizycznych,
- problemy z koncentracją – poprzez atrakcyjną wizualnie formę e-doświadczenia i propozycje doświadczeń o zróżnicowanym stopniu trudności,
- złe nawyki uczenia się na pamięć – poprzez samodzielne wykonanie e-doświadczenia z możliwością zmiany wielu opcji doświadczenia,
- słabe umiejętności analizy, syntezy i ewaluacji – propozycje doświadczeń i wskazówki do ich wykonania są tak skonstruowane, by nauczyć wyodrębniania problemów badawczych,
- słabe umiejętności uruchomienia wyobraźni przestrzennej – poprzez atrakcyjną wizualnie formę



e-doświadczenia.

Ćwiczenia w podręczniku do e-doświadczeń przygotowane w ramach projektu odzwierciedlają metodologię wprowadzania ucznia w nowe zagadnienie, jak również podkreślają celowość przeprowadzania doświadczeń w procesie nauczania fizyki w szkołach. Większość z proponowanych ćwiczeń może być wykonywana nawet jeszcze przed wprowadzeniem teoretycznym do lekcji, zarówno przez nauczyciela w formie pokazowej, jak też samodzielnie przez uczniów. Dzięki temu uczeń (szczególnie uczeń zdolny) może samodzielnie poznać i odkryć podstawowe zależności, które wprost wyływają z obserwacji zjawisk. Oczywiście, ćwiczenia te można także przeprowadzić w normalnym trybie, po zwykłym wprowadzeniu teoretycznym.

Szkoła powinna zapewnić jak najlepsze warunki do aktywności uczniów na zajęciach lekcyjnych oraz pozalekcyjnych. Nauczyciele powinni dbać o systematyczne aktywizowanie uczniów, stawianie ich w sytuacji problemowej, wymagać od uczniów posługiwania się podczas wypowiedzi ustnych i pisemnych językiem nauki. Uczniowie powinni samodzielnie dążyć do poszukiwania wiedzy, zdobywać nowe umiejętności, które pozwolą przygotować ich do egzaminu maturalnego i pozwolą kontynuować naukę na uczelniach o kierunkach ścisłych, przyrodniczych i technicznych.

## VIII. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

Sprawdzanie i ocenianie osiągnięć edukacyjnych uczniów jest nieodłącznym elementem procesu dydaktyczno-wychowawczego. Nauczyciel w ten sposób poznaje poziom nauczania i stopień opanowania wiadomości i umiejętności przez uczniów. Dla uczniów ocenianie jest motywacją do dalszej pracy, ale przede wszystkim informacją o stopniu realizacji wymagań edukacyjnych zawartych w podstawie programowej.

Ocena wystawiona przez nauczyciela powinna być przede wszystkim obiektywna, rzetelna, sprawiedliwa i systematyczna.

Na poziomie rozszerzonym ocenie powinny podlegać przede wszystkim wiedza i umiejętności uczniów umożliwiające spełnienie standardów egzaminacyjnych, ponieważ nauka w szkole ponadgimnazjalnej kończy się egzaminem maturalnym. W konsekwencji daje uczniowi możliwość kontynuowania nauki na uczelniach wyższych.

Możliwość wykonania e-doświadczeń zarówno podczas lekcji, jak i w domu samodzielnie przez uczniów stwarza dodatkową okazję nauczycielowi do oceny na poszczególnych etapach samego ćwiczenia.

Propozycje różnych metod sprawdzania osiągnięć uczniów:

- Poprzez sprawdzanie i ocenianie prac pisemnych (sprawdziany, testy, wypracowania, referaty);
- Podczas pracy samodzielnej przy rozwiązywaniu zadań rachunkowych i problemowych;
- Podczas wypowiedzi ustnych, zwięzłych i logicznych, poprawnych merytorycznie;
- Podczas dyskusji tematycznych, w których uczeń wykazuje się znajomością praw i pojęć fizycznych oraz szeroko rozumianą wiedzą przyrodniczą;
- Podczas pracy samodzielnej przy wykonywaniu e-doświadczeń na lekcji;
- Podczas pracy zespołowej przy wykonywaniu e-doświadczeń na lekcji, przy zadaniach problemowych;
- Sprawdzanie i ocenianie sprawozdań z przeprowadzonych e-doświadczeń, ze szczególnym uwzględnieniem planowania, analizy, poprawności wykonywania ćwiczeń, gromadzenia

danych pomiarowych, formułowania wniosków oraz sporządzania tabel, wykresów, diagramów i weryfikowania stawianych hipotez;

- Ocenianie pomysłowości i własnych projektów przeprowadzanych e-doświadczeń;
- Ocenianie prezentacji własnych wyników przeprowadzanego e-doświadczenia;
- Wszechstronna ocena prezentacji przygotowanych na podstawie samodzielnie wyszukanych materiałów z różnych źródeł, będąca opracowaniem np. wybranego zagadnienia z fizyki.

W każdej szkole znajduje się przedmiotowy system oceniania, w którym nauczyciel zamieszcza kryteria na poszczególne poziomy wymagań. Należy pamiętać, aby były one zgodne z wymaganiami ogólnymi podstawy programowej i zasadami ustalonymi przez MEN.

Opracowała:

Iwona Kos