



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Tytuł projektu: „Zrozumieć fizykę i poznać przyrodę”- innowacyjne programy nauczania dla szkół gimnazjalnych i ponadgimnazjalnych.**

# **Program nauczania z fizyki**

## **IV etap edukacji**

### **Zakres rozszerzony**

Autorzy:

Dariusz Man

Dorota Baćławska

Grzegorz Engel

Krystyna Man



## **Spis treści**

1. Ogólne założenia programu
2. Cele nauczania fizyki i astronomii
3. Ogólny rozkład materiału
4. Szczegółowy program nauczania
5. Rozkład materiału z celami szczegółowymi
6. Procedury osiągnięcia celów
7. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

### **1. Ogólne założenia programu**

Do realizacji programu wymaganych jest co najmniej 240 godzin lekcyjnych, co jest zgodne z Ramowym Planem Nauczania w zakresie kształcenia rozszerzonego z fizyki i astronomii. Program obejmuje rozwinięcie wszystkich haseł zawartych w Podstawie programowej przedmiotu fizyka, IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony.

Zgodnie z ideą reformy nauczanie fizyki w zakresie rozszerzonym powinno zapewnić uczniom zdobycie wiedzy i umiejętności umożliwiających spełnienie standardów wymaganych na egzaminie maturalnym i kontynuowanie kształcenia na kierunkach ścisłych, technicznych i przyrodniczych. Ponadto powinno przygotować uczniów do samodzielnego uzupełniania wiedzy i czytania ze zrozumieniem tekstów popularnonaukowych, do wykonywania eksperymentów oraz do korzystania z różnorodnych technik multimedialnych. Wraz z programem przygotowano e-book „Fizyka z komputerem” oraz przykładowe scenariusze lekcji.

### **2. Cele nauczania fizyki i astronomii**

#### **Cel strategiczny**

1. Zdobycie przez ucznia wiedzy i umiejętności umożliwiających spełnienie standardów egzaminacyjnych.
2. Kształtowanie umiejętności twórczego myślenia.
3. Pogłębianie zainteresowania fizyką.



### **Ogólne cele edukacyjne**

1. Uzupełnienie i uporządkowanie wiedzy ucznia w zakresie fizyki i astronomii.
2. Umiejętność analizy tekstów popularnonaukowych i oceny ich treści umożliwiające pogłębienie rozumienia roli nauki, jej możliwości i ograniczeń.
3. Umiejętność wykorzystania i przetwarzania informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
4. Znajomość i wykorzystanie pojęć i praw z fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
5. Uświadomienie roli eksperymentu i teorii w poznawaniu przyrody oraz znaczenia matematyki w budowaniu modeli i rozwiązywaniu problemów fizycznych.
6. Rozwijanie umiejętności samodzielnego docierania do źródeł informacji i umiejętności ich krytycznej selekcji.
7. Umiejętność korzystania z różnych technik multimedialnych.
8. Kształtowanie umiejętności samodzielnego formułowania wypowiedzi, uzasadniania opinii i sądów na podstawie posiadanej wiedzy i dostarczonych informacji, prowadzenia dyskusji w sposób poprawny terminologicznie i merytorycznie.

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

1. Kształtowanie umiejętności obserwowania zjawisk zachodzących w otaczającym świecie.
2. Ukształtowanie umiejętności posługiwania się prawami i zasadami fizyki i ich stosowania do opisu zjawisk fizycznych z wykorzystaniem odpowiedniego aparatu matematycznego.
3. Kształcenie umiejętności wyjaśniania i przewidywania przebiegu zjawisk fizycznych na podstawie poznanych praw.
4. Kształcenie umiejętności logicznego myślenia.
5. Rozwijanie umiejętności planowania i wykonywania doświadczeń, formułowania wniosków, przedstawiania wyników doświadczeń w formie graficznej.
6. Kształtowanie umiejętności szacowania niepewności pomiarowych.
7. Rozwijanie umiejętności pracy w zespole.
8. Inspirowanie postawy badawczej.



### 3. Ogólny rozkład materiału

#### Rozkład materiału do realizacji podstawy programowej z fizyki w liceum ogólnokształcącym w zakresie rozszerzonym

Dział fizyki	Liczba godzin lekcyjnych
1. Elementy matematyki w fizyce	9
2. Ruch punktu materialnego	36
3. Praca, moc, energia mechaniczna	10
4. Mechanika bryły sztywnej	15
5. Grawitacja	16
6. Termodynamika	21
7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne	25
8. Pole elektryczne	22
9. Prąd stały	14
10. Magnetyzm, indukcja magnetyczna	24
11. Fale elektromagnetyczne i optyka	21
12. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego	12
Doświadczenia	15
Razem godzin:	240



## 4. Szczegółowy program nauczania

### Szczegółowy rozkład materiału

#### 1. Elementy matematyki w fizyce – 9 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Działania na wektorach	3
2. Niepewności pomiarów prostych i złożonych	1
3. Wykres funkcji liniowej	1
4. Graficzne przedstawienie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami	2
5. Powtórzenie wiadomości	1
6. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

#### 2. Ruch punktu materialnego – 36 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Podstawowe pojęcia opisujące ruch	3
2. Opis ruch jednostajnego prostoliniowego	2
3. Opis ruchu jednostajnie zmiennego	3
4. Rzut pionowy, poziomy i ukośny	5
5. Zasady dynamiki Newtona	3
6. Uogólniona postać drugiej zasady dynamiki	1
7. Tarcie kinetyczne i dynamiczne	2
8. Ruch ciała na równi pochyłej	3
9. Zasada zachowania pędu	2
10. Ruch po okręgu	4



11. Układach nieinercjalne	2
12. Rozwiązywanie zadań	4
13. Powtórzenie wiadomości	1
14. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 3. Praca, moc, energia mechaniczna – 10 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Praca	1
2. Moc. Sprawność urządzeń	1
3. Rodzaje energii mechanicznej	1
4. Zasada zachowania energii mechanicznej	2
5. Zderzenia sprężyste i niesprężyste	1
6. Rozwiązywanie zadań	2
7. Powtórzenie wiadomości	1
8. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 4. Mechanika bryły sztywnej – 15 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Moment bezwładności. Środek masy	1
2. Moment siły	1
3. Opis ruchu obrotowego bryły sztywnej	3
4. Energia kinetyczna bryły sztywnej	1
5. Moment pędu bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu	2
6. Analogie między ruchem postępowym i obrotowym	2



7. Rozwiązywanie zadań	3
8. Powtórzenie wiadomości	1
9. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 5. Grawitacja – 16 godzin

<b>Temat</b>	<b>Liczba godzin lekcyjnych</b>
1. Prawo powszechnego ciążenia	1
2. Przyspieszenie grawitacyjne	1
3. Pierwsza prędkość kosmiczna	1
4. Graficzne przedstawienie pola grawitacyjnego	1
5. Natężenie pola grawitacyjnego. Superpozycja pól	2
6. Praca w polu grawitacyjnym	1
7. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym. Potencjał pola grawitacyjnego	1
8. Druga prędkość kosmiczna	1
9. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	1
10. Zastosowania praw Keplera	2
11. Rozwiązywanie zadań	2
12. Powtórzenie wiadomości	1
13. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1



## 6. Termodynamika – 21 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Elementy teorii kinetyczno- molekularnej	2
2. Równanie stanu gazu doskonałego	1
3. Przemiany gazu doskonałego: izotermiczna, izobaryczna, izochoryczna	2
4. Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki	1
5. Energia wewnętrzna. Pierwsza zasada termodynamiki	1
6. Ciepło molowe i właściwe substancji. Przemiana adiabatyczna	2
7. Zastosowanie I zasady termodynamiki w przemianach gazowych	1
8. Silniki cieplne. Druga zasada termodynamiki	2
9. Przemiany fazowe	1
10. Bilans cieplny	2
11. Rozszerzalność termiczna ciał	1
12. Przewodnictwo cieplne i konwekcja	1
13. Rozwiązywanie zadań	2
14. Powtórzenie wiadomości	1
15. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

## 7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne – 25 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Własności sprężyste ciał stałych. Prawo Hooke'a	1
2. Model oscylatora harmonicznego. Matematyczny opis ruchu harmonicznego	3
3. Okres, częstotliwość, częstość kołowa w ruchu harmonicznym	2
4. Wahadło matematyczne	1





5. Drgania tłumione i wymuszone	1
6. Energia w ruchu harmonicznym	1
7. Rezonans. Przykłady rezonansu mechanicznego	1
8. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	1
9. Wielkości opisujące falę	1
10. Równanie fali płaskiej	1
11. Fale kuliste. Zasada Huygensa	1
12. Dyfrakcja i interferencja fal	1
13. Warunek wzmocnienia i wygaszenia fal	1
14. Fala stojąca	1
15. Fale akustyczne. Cechy wrażeń słuchowych	2
16. Zjawisko Dopplera	2
17. Rozwiązywanie zadań	2
18. Powtórzenie wiadomości	1
19. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### **8. Pole elektryczne – 22 godziny**

<b>Temat</b>	<b>Liczba godzin lekcyjnych</b>
1. Zasada zachowania ładunku	1
2. Elektryzowanie ciał	1
3. Prawo Coulomba	1
4. Pole elektryczne	1
5. Natężenie pola elektrycznego. Zasada superpozycji	2
6. Potencjał pola elektrycznego	1
7. Praca w polu elektrycznym	1
8. Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrycznym	1



9. Ogólny wzór na pracę w polu elektrycznym	1
10. Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika	1
11. Pojemność elektryczna. Kondensator	1
12. Pojemność kondensatora płaskiego	2
13. Energia naładowanego kondensatora	1
14. Dielektryk w polu elektrycznym	1
15. Ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrycznym	2
16. Rozwiązywanie zadań	2
17. Powtórzenie wiadomości	1
18. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 9. Prąd stały – 14 godzin

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Przepływ prądu elektrycznego. Natężenie prądu	1
2. Prawo Ohma	1
3. Zależność oporu elektrycznego przewodnika od jego wymiarów	1
4. Praca i moc prądu elektrycznego	1
5. Łączenie szeregowe i równoległe oporników	1
6. Siła elektromotoryczna ogniwa. Opór wewnętrzny ogniwa	1
7. Prawo Ohma dla obwodu	1
8. Pierwsze prawo Kirchhoffa	1
9. Drugie prawo Kirchhoffa	1
10. Wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników	1
11. Rozwiązywanie zadań	2
12. Powtórzenie wiadomości	1
13. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1



## 10. Magnetyzm, indukcja magnetyczna – 24 godziny

Temat	Liczba godzin lekcyjnych
1. Pole magnetycznego magnesu	1
2. Wektor indukcji magnetycznej	1
3. Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym. Siła Lorentza	2
4. Strumień wektora indukcji magnetycznej	1
5. Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem	1
6. Pole magnetyczne zwojniczy	1
7. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Siła elektrodynamiczna	1
8. Budowa i zasada działania silnika elektrycznego	1
9. Diamagnetyki, ferromagnetyki, paramagnetyki	1
10. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	1
11. Prąd indukcyjny. Siła elektromotoryczna indukcji	1
12. Reguła Lenza	1
13. Zjawisko samoindukcji	1
14. Generator prądu przemiennego	1
15. Prąd przemienny. Natężenie i napięcie skuteczne	1
16. Transformator - budowa i zasada działania	1
17. Dioda jako prostownik	1
18. Rozwiązywanie zadań	4
19. Powtórzenie wiadomości	1
20. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1



### 11. Fale elektromagnetyczne i optyka – 21 godzin

<b>Temat</b>	<b>Liczba godzin lekcyjnych</b>
1. Zjawiska odbicia światła	1
2. Zwierciadła płaskie i zwierciadła kuliste. Konstrukcja obrazu w zwierciadłach	2
3. Zjawisko załamania światła	1
4. Zjawisko rozszczepienia światła	1
5. Całkowite wewnętrzne odbicie	1
6. Przejście światła przez płytkę równoległościenną i pryzmat	1
7. Soczewki. Konstrukcja obrazu w soczewkach	2
8. Widmo fal elektromagnetycznych	1
9. Światło. Pomiar wartości prędkości światła	1
10. Doświadczenie Younga	1
11. Dyfrakcja i interferencja światła. Siatka dyfrakcyjna	2
12. Polaryzacja światła	1
13. Rozwiązywanie zadań	4
14. Powtórzenie wiadomości	1
15. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

### 12. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego – 12 godzin

<b>Temat</b>	<b>Liczba godzin lekcyjnych</b>
1. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	2
2. Budowa i zasada działania fotokomórki	1
3. Model atomu wodoru według Bohra. Widmo ciągłe i liniowe	2
4. Promieniowanie rentgenowskie	1



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



5. Fale materii	2
6. Rozwiązywanie zadań	2
7. Powtórzenie wiadomości	1
8. Sprawdzian wiedzy i umiejętności	1

## 5. Rozkład materiału z celami szczegółowymi

### 1. Elementy matematyki w fizyce

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Działania na wektorach	Uczeń rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• symulacja - <a href="http://www.walter-fendt.de/ph14pl/resultant_pl.htm">http://www.walter-fendt.de/ph14pl/resultant_pl.htm</a></li> <li>• symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Rozklad-sily-na-skladowe,7861.html">http://www.edukator.pl/Rozklad-sily-na-skladowe,7861.html</a></li> <li>• symulacja - <a href="http://phet.colorado.edu/sims/vector-addition/vector-addition_pl.html">http://phet.colorado.edu/sims/vector-addition/vector-addition_pl.html</a></li> </ul>
2. Niepewności pomiarów prostych i złożonych	Uczeń opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczonej wielkości fizycznej)	
3. Wykres funkcji liniowej	Uczeń dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników $a$ i $b$ (ocena ich	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



	niepewności nie jest wymagana)	
4. Graficzne przedstawienie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami	Uczeń samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych)	

## 2. Ruch punktu materialnego

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Podstawowe pojęcia opisujące ruch	Uczeń opisuje ruch w różnych układach odniesienia	
2. Opis ruch jednostajnego prostoliniowego	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu</li><li>• oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej</li><li>• wykorzystuje związki pomiędzy położeniem i prędkością w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów</li></ul>	



	ruchu	
3. Opis ruchu jednostajnie zmiennego	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu</li><li>rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu</li></ul>	
4. Rzut pionowy, poziomy i ukośny	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego</li><li>analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>symulacja - <a href="http://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_pl.html">http://phet.colorado.edu/sims/projectile-motion/projectile-motion_pl.html</a></li><li>arkusz kalkulacyjny - plik <i>rzuty.xlsx</i></li></ul>
5. Zasady dynamiki Newtona	<p>Uczeń:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona</li><li>wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona</li><li>stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciał</li><li>składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>arkusz kalkulacyjny - pliki <i>rzuty.xlsx</i> i <i>spadek.xlsx</i></li></ul>





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



6. Uogólniona postać drugiej zasady dynamiki	Uczeń wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>rakieta.xlsx</i></li></ul>
7. Tarcie kinetyczne i dynamiczne	Uczeń posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał	
8. Ruch ciała na równi pochyłej	Uczeń składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych	
9. Zasada zachowania pędu	Uczeń wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu	
10. Ruch po okręgu	Uczeń oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyśpieszenia dośrodkowego	
11. Układy nieinercjalne	Uczeń wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



### 3. Praca, moc, energia mechaniczna

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Praca	Uczeń oblicza pracę siły na danej drodze	
2. Moc. Sprawność urządzeń	Uczeń oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność	
3. Rodzaje energii mechanicznej	Uczeń oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym	
4. Zasada zachowania energii mechanicznej	Uczeń wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu	
5. Zderzenia sprężyste i niesprężyste	Uczeń stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych	<ul style="list-style-type: none"><li>• symulacja - <a href="http://www.walter-fendt.de/ph14pl/ncradle_pl.htm">http://www.walter-fendt.de/ph14pl/ncradle_pl.htm</a></li><li>• symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Zderzenia-centralne,7532.html">http://www.edukator.pl/Zderzenia-centralne,7532.html</a></li><li>• symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Zderzenia-sprezyste,7533.html">http://www.edukator.pl/Zderzenia-sprezyste,7533.html</a></li><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>zderzenia.xlsx</i></li></ul>



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



#### 4. Mechanika bryły sztywnej

<b>Temat</b>	<b>Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej</b>	<b>Proponowane techniki multimedialne</b>
1. Moment bezwładności. Środek masy	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności</li><li>• rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności</li><li>• wyznacza położenie środka masy</li></ul>	
2. Moment siły	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• oblicza momenty sił</li><li>• analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił)</li></ul>	
3. Opis ruchu obrotowego bryły sztywnej	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowa, przyspieszenie kątowe)</li><li>• analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił</li></ul>	
4. Energia kinetyczna bryły	Uczeń uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



sztywnej		
5. Moment pędu bryły sztywnej. Zasada zachowania momentu pędu	Uczeń stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu	
6. Analogie między ruchem postępowym i obrotowym	Uczeń przedstawia analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego	

## 5. Grawitacja

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Prawo powszechnego ciężenia	Uczeń wykorzystuje prawo powszechnego ciężenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi	
2. Przyspieszenie grawitacyjne	Uczeń wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem	



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



3. Pierwsza prędkość kosmiczna	Uczeń wyjaśnia pojęcie pierwszej prędkości kosmicznej; oblicza jej wartości dla różnych ciał niebieskich	
4. Graficzne przedstawienie pola grawitacyjnego	Uczeń rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego	
5. Natężenie pola grawitacyjnego. Superpozycja pól	Uczeń oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego	
6. Praca w polu grawitacyjnym	Uczeń oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej	
7. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym. Potencjał pola grawitacyjnego	Uczeń oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej	
8. Druga prędkość kosmiczna	Uczeń wyjaśnia pojęcie drugiej prędkości kosmicznej; oblicza jej wartości dla różnych	



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



	ciał niebieskich	
9. Stan przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	Uczeń wyjaśnia na czym polega stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości i podaje przykłady występowania takich stanów	
10. Zastosowania praw Keplera	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej</li> <li>• oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych</li> <li>• oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity</li> </ul>	

## 6. Termodynamika

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Elementy teorii kinetyczno-molekularnej	Uczeń wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu	
2. Równanie stanu gazu doskonałego		



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



3. Przemiany gazu doskonałego: izotermiczna, izobaryczna, izochoryczna	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną</li><li>• interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego</li></ul>	
4. Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki	Uczeń opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek	
5. Energia wewnętrzna. Pierwsza zasada termodynamiki	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła</li><li>• analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii</li></ul>	
6. Ciepło molowe i właściwe substancji. Przemiana adiabatyczna	Uczeń posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych	
7. Zastosowanie I zasady termodynamiki w przemianach	Uczeń oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



gazowych		
8. Silniki cieplne. Druga zasada termodynamiki	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• interpretuje drugą zasadę termodynamiki</li><li>• analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę</li></ul>	
9. Przemiany fazowe	Uczeń odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy	
10. Bilans cieplny	Uczeń wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego	
11. Rozszerzalność termiczna ciał	Uczeń oblicza zmiany rozmiarów ciał spowodowane zmianami temperatury	
12. Przewodnictwo cieplne i konwekcja	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• wyjaśnia przyczyny różnic przewodnictwa cieplnego różnych substancji na podstawie teorii kinetyczno-molekularnej</li><li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji</li></ul>	





**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## 7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Własności sprężyste ciał stałych. Prawo Hooke'a	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu</li> <li>• oblicza energię potencjalną sprężystości</li> </ul>	
2. Model oscylatora harmonicznego. Matematyczny opis ruchu harmonicznego	Uczeń interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym	<ul style="list-style-type: none"> <li>• symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Ruch-harmoniczny,7647.html">http://www.edukator.pl/Ruch-harmoniczny,7647.html</a></li> <li>• arkusz kalkulacyjny - <i>drgania harmoniczne.xlsx</i></li> </ul>
3. Okres, częstotliwość, częstość kołowa w ruchu harmonicznym		<ul style="list-style-type: none"> <li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>skladanie drgań.xlsx</i></li> </ul>
4. Wahadło matematyczne	Uczeń oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>wyznaczanie g.xlsx</i></li> </ul>
5. Drgania	Uczeń opisuje drgania wymuszone i tłumione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• arkusz kalkulacyjny - pliki <i>drgania tlumione.xlsx</i> i <i>drgania wymuszone</i></li> </ul>



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



tłumione i wymuszone		<i>i rezonans.xlsx</i>
6. Energia w ruchu harmonicznym	Uczeń stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym	<ul style="list-style-type: none"><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>energia w ruchu harmonicznym.xlsx</i></li></ul>
7. Rezonans. Przykłady rezonansu mechanicznego	Uczeń opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach	<ul style="list-style-type: none"><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>drgania wymuszone i rezonans.xlsx</i></li></ul>
8. Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne	Uczeń stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością	
9. Wielkości opisujące falę		
10. Równanie fali płaskiej		<ul style="list-style-type: none"><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>fala.xlsx</i></li></ul>
11. Fale kuliste. Zasada Huygensa	Uczeń wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa	
12. Dyfrakcja i interferencja fal	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o</li></ul>	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



13. Warunek wzmocnienia i wygaszenia fal	zasadę Huygensa <ul style="list-style-type: none"><li>opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego</li></ul>	
14. Fala stojąca	Uczeń opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwbieżnie	<ul style="list-style-type: none"><li>symulacja - <a href="http://www.walter-fendt.de/ph14pl/stwaveref1_pl.htm">http://www.walter-fendt.de/ph14pl/stwaveref1_pl.htm</a></li><li>symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Fale-stojace,8075.html">http://www.edukator.pl/Fale-stojace,8075.html</a></li></ul>
15. Fale akustyczne. Cechy wrażeń słuchowych	Uczeń opisuje cechy dźwięku za pomocą wielkości charakteryzujących fale	<ul style="list-style-type: none"><li>symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Spolglowski,8410.html">http://www.edukator.pl/Spolglowski,8410.html</a></li><li>symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Samogloski,8411.html">http://www.edukator.pl/Samogloski,8411.html</a></li><li>symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Bezdzwieczne,8407.html">http://www.edukator.pl/Bezdzwieczne,8407.html</a></li><li>symulacja - <a href="http://www.edukator.pl/Szept,8412.html">http://www.edukator.pl/Szept,8412.html</a></li><li>program Frequency Analyzer - <a href="http://www.relisoft.com/freeware/freq.html">http://www.relisoft.com/freeware/freq.html</a></li></ul>
16. Zjawisko Dopplera	Uczeń opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora	



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## 8. Pole elektryczne

<b>Temat</b>	<b>Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej</b>	<b>Proponowane techniki multimedialne</b>
1. Zasada zachowania ładunku	Uczeń wyjaśnia sposoby elektryzowania ciał stosując zasadę zachowania ładunku	
2. Elektryzowanie ciał		
3. Prawo Coulomba	Uczeń wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi	
4. Pole elektryczne	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków</li><li>• przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola</li></ul>	
5. Natężenie pola elektrycznego. Zasada superpozycji	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego</li><li>• oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkowego</li></ul>	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



	<ul style="list-style-type: none"><li>wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego</li></ul>	
6. Potencjał pola elektrycznego	Uczeń wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego	
7. Praca w polu elektrycznym	Uczeń oblicza pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku	
8. Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrycznym	Uczeń oblicza energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrycznym	
9. Ogólny wzór na pracę w polu elektrycznym	Uczeń wykonuje obliczenia posługując się ogólnym wzorem na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrycznego	
10. Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika	Uczeń opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



11. Pojemność elektryczna. Kondensator	Uczeń wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego	
12. Pojemność kondensatora płaskiego	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami</li><li>• oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne</li></ul>	
13. Energia naładowanego kondensatora	Uczeń oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora	
14. Dielektryk w polu elektrycznym	Uczeń opisuje zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrycznym	
15. Ruch cząstki naładowanej w jednorodnym polu elektrycznym	Uczeń analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## 9. Prąd stały

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Przepływ prądu elektrycznego. Natężenie prądu	Uczeń definiuje natężenie prądu i jego jednostkę	
2. Prawo Ohma	Uczeń rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma	<ul style="list-style-type: none"><li>• symulacja - <a href="http://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pl.html">http://phet.colorado.edu/sims/ohms-law/ohms-law_pl.html</a></li><li>• e-book - <a href="http://efizyka.uni.opole.pl/moodle/mod/resource/view.php?id=27">http://efizyka.uni.opole.pl/moodle/mod/resource/view.php?id=27</a></li><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>wyznaczanie oporu.xlsx</i></li></ul>
3. Zależność oporu elektrycznego przewodnika od jego wymiarów	Uczeń oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne	
4. Praca i moc prądu elektrycznego	Uczeń oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze	
5. Łączenie szeregowe i równoległe	Uczeń oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równoległe	



KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



oporników		
6. Siła elektromotoryczna ogniwa. Opór wewnętrzny ogniwa	Uczeń wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego	<ul style="list-style-type: none"><li>• e-book - <a href="http://efizyka.uni.opole.pl/moodle/mod/resource/view.php?id=27">http://efizyka.uni.opole.pl/moodle/mod/resource/view.php?id=27</a></li><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>wyznaczanie oporu wewnętrznego.xlsx</i></li></ul>
7. Prawo Ohma dla obwodu		
8. Pierwsze prawo Kirchhoffa	Uczeń stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych	
9. Drugie prawo Kirchhoffa	Uczeń stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych	
10. Wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników	Uczeń opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników	





KAPITAŁ LUDZKI  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## 10. Magnetyzm, indukcja magnetyczna

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Pole magnetycznego magnesu	Uczeń szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych	
2. Wektor indukcji magnetycznej	Uczeń podaje cechy wektora indukcji magnetycznej $\mathbf{B}$ i jej jednostkę	
3. Ruch cząstki naładowanej w polu magnetycznym. Siła Lorenza	Uczeń analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym	
4. Strumień wektora indukcji magnetycznej	Uczeń oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię	
5. Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)</li></ul>	



6. Pole magnetyczne zwojnicy	<ul style="list-style-type: none"><li>• oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (prze wodnik liniowy, pętla, zwojnica)</li></ul>	
7. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym. Siła elektrodynamiczna	Uczeń analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym	
8. Budowa i zasada działania silnika elektrycznego	Uczeń opisuje zasadę działania silnika elektrycznego	
9. Diamagnetyki, ferromagnetyki, paramagnetyki	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne</li><li>• opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych</li></ul>	
10. Zjawisko indukcji elektromagnetycznej	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej</li><li>• analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym</li></ul>	
11. Prąd indukcyjny. Siła		



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



elektromotoryczna indukcji		
12. Reguła Lenza	Uczeń stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego	
13. Zjawisko samoindukcji	Uczeń opisuje zjawisko samoindukcji	
14. Generator prądu przemiennego	Uczeń opisuje budowę i zasadę działania prądnicy	
15. Prąd przemienny. Natężenie i napięcie skuteczne	Uczeń opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)	
16. Transformator - budowa i zasada działania	Uczeń opisuje budowę i zasadę działania transformatora	
17. Dioda jako prostownik	Uczeń opisuje działanie diody jako prostownika	



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



## 11. Fale elektromagnetyczne i optyka

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Zjawiska odbicia światła	Uczeń stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków	
2. Zwierciadła płaskie i zwierciadła kuliste. Konstrukcja obrazu w zwierciadłach	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów w zwierciadłach płaskich i sferycznych</li> <li>• stosuje równanie zwierciadła, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów</li> </ul>	
3. Zjawisko załamania światła	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje załamanie fali na granicy ośrodków</li> </ul>	
4. Zjawisko rozszczepienia światła	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków</li> </ul>	
5. Całkowite wewnętrzne odbicie	Uczeń opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny	
6. Przejście światła	Uczeń:	



przez płytkę równoległościenną i pryzmat	<ul style="list-style-type: none"><li>• opisuje załamanie fali na granicy ośrodków</li><li>• stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków</li></ul>	
7. Soczewki. Konstrukcja obrazu w soczewkach	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"><li>• rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających</li><li>• stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów</li></ul>	
8. Widmo fal elektromagnetycznych	Uczeń opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań	
9. Światło. Pomiar wartości prędkości światła	Uczeń opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła	
10. Doświadczenie Younga	Uczeń opisuje doświadczenie Younga	
11. Dyfrakcja i interferencja	Uczeń wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej	<ul style="list-style-type: none"><li>• arkusz kalkulacyjny - plik <i>dyfrakcja.xlsx</i></li></ul>



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



światła. Siatka dyfrakcyjna		
12. Polaryzacja światła	Uczeń opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator	

## 12. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego

Temat	Realizowane cele szczegółowe według podstawy programowej	Proponowane techniki multimedialne
1. Zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne	Uczeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki</li> <li>• opisuje założenia kwantowego modelu światła</li> </ul>	
2. Budowa i zasada działania fotokomórki		
3. Model atomu wodoru według Bohra. Widmo ciągłe i liniowe	Uczeń stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy	



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



4. Promieniowanie rentgenowskie	Uczeń opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego	
5. Fale materii	Uczeń określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek	



## 6. Procedury osiągnięcia celów

Przy realizacji powyższego programu szczególny nacisk powinien być położony na:

- metody aktywizacji uczniów,
- wykonywanie przez uczniów dużej liczby doświadczeń o różnym stopniu trudności,
- umiejętność rozwiązywania zadań obliczeniowych i problemowych o różnym stopniu trudności,
- ukazanie znaczenia fizyki dla techniki, medycyny i ochrony środowiska,
- przygotowanie uczniów do pracy w grupach,
- umiejętność samodzielnego korzystania przez uczniów z różnych źródeł informacji,
- skuteczne przygotowanie uczniów do egzaminu maturalnego z fizyki i astronomii w zakresie rozszerzonym.
- wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych,
- posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych),
- umiejętność korzystania z technik multimedialnych.

## 7. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

- Ocenianie ma na celu dostarczenie uczniom informacji na temat ich wiedzy i umiejętności. Należy stosować różne formy oceniania, np. testy wyboru, sprawdziany pisemne, których forma zbliżona jest do formy egzaminu maturalnego, tj. wymagające rozwiązywania zadań obliczeniowych oraz takich, które wymagają wyjaśnienia zjawisk i ich uzasadnienia. Sprawdzone te powinny również zawierać zadania wymagające analizy tekstów naukowych. Bardzo ważna jest również kontrola umiejętności eksperymentalnych: analizy wyników, szacowania niepewności pomiarowych, sporządzania wykresów. Ocenie podlegać powinna również praca ucznia na lekcji: aktywność, samodzielne rozwiązywanie zadań i problemów oraz korzystanie z różnych technik multimedialnych.