

WYMAGANIA EDUKACYJNE - FIZYKA – ZAKRES ROZSZERZONY

Lp	Zagadnienia programowe	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
I	Ruch punktu materialnego			
1	Jednostki SI. Funkcja liniowa	<ul style="list-style-type: none"> - ogólną postać funkcji liniowej i jej wykres - podstawowe jednostki SI i ich krotności 	<ul style="list-style-type: none"> - zinterpretować znaczenie stałych współczynników występujących w funkcji liniowej - rozpoznać i narysować funkcję liniową - zamieniać jednostki 	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne.
2	Elementy działań na wektorach	<ul style="list-style-type: none"> - podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, - wymienić cechy wektora, - dodać wektory, - odjąć wektor od wektora, - pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę, - rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach, - obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych, - zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych 	<ul style="list-style-type: none"> - zilustrować przykładem każdą z cech wektora, - mnożyć wektory skalarnie i wektorowo, - odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej. 	
3	Teoria niepewności pomiarowych	<ul style="list-style-type: none"> - wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych), - wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych), - odróżnić błędy od niepewności - odróżnić błędy grube od błędów 	<ul style="list-style-type: none"> - obliczyć niepewność względną pomiaru, - oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku, - przedstawić graficznie wyniki 	<ul style="list-style-type: none"> - dopasować prostą do wyników pomiarów, - obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,

		<p>systematycznych,</p> <ul style="list-style-type: none"> - wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru, - wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych, - odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, - ocenić dokładność przyrządu - przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji, - wykonać samodzielnie kolejne czynności, - sporządzić tabelę wyników pomiaru, - obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych, - sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych), - zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami, - zapisać wynik pomiaru w postaci $x \pm \Delta x$. 	<p>pomiarów wraz z niepewnościami,</p> <ul style="list-style-type: none"> - dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania, - odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej, - podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych, - zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych, - oszacować wielkość błędów systematycznych, - ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny, - samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia. 	<ul style="list-style-type: none"> - ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną, - samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.
4	Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch	<ul style="list-style-type: none"> - podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi, - posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe, 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować: szybkością średnią i chwilową, przemieszczenie średnie i chwilowe, - skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, - przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych,

		<ul style="list-style-type: none"> - obliczać szybkość średnią, - narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych, - narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych, - odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi, - podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze, - narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie, - objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym, - zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego. 		
5	Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny, - obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym, - sporządzać wykresy $s(t)$ i $v(t)$ oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne, - obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym, - obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych, - porównać zwroty wektorów 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, - sporządzać wykresy tych zależności, - objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej), - wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych, - rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.

		<p>prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory prędkości i przyspieszenia mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty.</p>	<p>położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej,</p> <ul style="list-style-type: none"> - sporządzać wykresy tych zależności, - zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie $v_x(t)$ jako drogę w dowolnym ruchu, - zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów. 	
6	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> - opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym, - objaśnić wzory opisujące rzut poziomy, - wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość, - posługiwać się pojęciem szybkości kątowej, - wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość, - stosować miarę łukową kąta, - zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową. 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać matematycznie rzut poziomy, - obliczyć parametry rzutu poziomego - obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek, - wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową, - przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru, - obliczyć parametry ruchu jednostajnego po okręgu 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego, - zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości, - rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu
II	Siła jako przyczyna zmian ruchu			
1	Klasyfikacja poznanych oddziaływań	<ul style="list-style-type: none"> - dokonać klasyfikacji oddziaływań na wymagające bezpośredniego 		

		<p>kontaktu i oddziaływania „na odległość”,</p> <ul style="list-style-type: none"> - wymienić „wzajemność” jako cechę wszystkich oddziaływań, - objaśnić stwierdzenia: „siła jest miarą oddziaływania”, „o zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało”. 		
2	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> - wypowiedzieć treść zasad dynamiki, - wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania, - rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> - stosować poprawnie zasady dynamiki, - posługiwać się pojęciem układu inercjalnego. 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.
3	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona. Zasada zachowania pędu	<ul style="list-style-type: none"> - posługiwać się pojęciem pędu, - zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki, - wypowiedzieć zasadę zachowania pędu. 	<ul style="list-style-type: none"> - znajdować graficznie pęd układu ciał, - obliczać wartość pędu układu ciał, - stosować ogólną postać II zasady dynamiki, - objaśnić pojęcie środka masy, - wykorzystać zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu 	<ul style="list-style-type: none"> - znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał, - stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań.
4	Tarcie	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego, - rozróżnić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, - zapisać wzory na wartości sił 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, - sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.

		tarcia kinetycznego i statycznego.	stykających się powierzchni dwóch ciał.	
5	Siły w ruchu po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> - sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercyjnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało), - objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej. 	<ul style="list-style-type: none"> - stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu. 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.
6	Opis ruchu w układach inercyjnych	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić układy inercyjne i nieinercyjne, - posługiwać się pojęciem siły bezwładności. 	<ul style="list-style-type: none"> - potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercyjnych (siły bezwładności) 	
III	Praca, moc, energia mechaniczna			
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> - obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów - podać cechy iloczynu skalarnego. 	
2	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> - obliczać pracę stałej siły, - obliczać moc urządzeń. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia, - obliczać chwilową moc urządzeń. 	<ul style="list-style-type: none"> - podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.

3	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> - obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, - obliczać energię kinetyczną ciała, - wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy, - zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała. 	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał, - sformułować i objaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał, - posługiwać się pojęciem siły zachowawczej. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na energię kinetyczną. - rozwiązywać zadania, korzystając ze związków: $\Delta E_m = W_z,$ $\Delta E_p = W_{\text{siły zewn. równoważającej siłę wewn.}},$ $\Delta E_p = -W_w,$ $\Delta E_k = W_{\text{Fwyp.}}$
4	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> - podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii. 	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii, - stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń, - stosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał, - rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.
IV Hydrostatyka				
1	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować ciśnienie, - objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego, - objaśnić prawo Pascala, - objaśnić prawo naczyń połączonych. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego, - objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala, - objaśnić sposób wykorzystania prawa naczyń połączonych do wyznaczenia gęstości cieczy 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać problemy z hydrostatyki.
2	Prawo Archimedesesa	<ul style="list-style-type: none"> - podać i objaśnić prawo Archimedesesa. 	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić warunki pływania ciał. - rozwiązywać zadania, stosując prawo Archimedesesa. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić prawo Archimedesesa

3	Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości	- skorzystać z prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy.		
V	Pole grawitacyjne			
1	O odkryciach Kopernika Keplera	- przedstawić założenia teorii heliocentrycznej - sformułować i wyjaśnić treść praw Keplera - opisać ruchy planet Układu Słonecznego.	- zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała .	- przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii.
2	Prawo powszechnej grawitacji	- sformułować i wyjaśnić prawo powszechnej grawitacji, - podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji, - na podstawie prawa grawitacji - wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N.	- podać sens fizyczny stałej grawitacji, - wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości.	- opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi, - omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji, - przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona, - przygotować prezentację na temat roli Newtona w rozwoju nauki.
3	Pierwsza prędkość kosmiczna	- zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi.	- uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową.	- wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej.

4	Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	<ul style="list-style-type: none"> - wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową. 	<ul style="list-style-type: none"> - obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie, - porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca, - porównywać wartości prędkości ruchu obiegowego planet Układu Słonecznego. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchyłeń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich
5	Natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola, - przedstawić graficznie pole grawitacyjne, - poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego, - odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?, - wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne. 	<ul style="list-style-type: none"> - obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego, - sporządzić wykres zależności $g(r)$ dla $r \geq R$. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz jednorodnej kuli o danej gęstości - sporządzić wykres zależności $g(r)$ dla $r < R$, - rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego, - przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie grawitacyjne”.
6	Praca w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> - wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym. 	<ul style="list-style-type: none"> - podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym - objaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego. 	<ul style="list-style-type: none"> - przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.

7	Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> - odpowiedzieć na pytania: Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym? Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania jego odległości od Ziemi? 	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, - poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej. 	<ul style="list-style-type: none"> - wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”, - poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności $E_p(r)$, - wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej
8	Druga prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, - obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, - opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej mu prędkości. 	<p style="text-align: center;">przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości</p>
9	Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<ul style="list-style-type: none"> - podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości, - opisać (w układzie inercyjnym i nieinercyjnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercyjnych, - wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności, - przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm człowieka.

VI	Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej			
1	Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> - podać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów. 	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów, - podać jego cechy (wartość kierunku, zwrot). 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienne.
2	Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> - wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy, - posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe, - stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątownej. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować: szybkość kątowną średnią i chwilową, prędkość kątowną średnią i chwilową, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe, - opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony, - zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątownego. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątownego
3	Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym - posługiwać się pojęciem momentu bezwładności. 	<ul style="list-style-type: none"> - podać definicję momentu bezwładności bryły, - obliczać momenty bezwładności brył względem ich osi symetrii, - obliczać energię kinetyczną bryły obracającej się wokół osi symetrii. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym, - stosować twierdzenie Steinera, - wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z taką samą szybkością kątowną wokół różnych osi obrotu (równoległych do osi symetrii bryły) są różne.

4	Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	<ul style="list-style-type: none"> - podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej, - posługiwać się pojęciem momentu siły, - podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować moment siły, - obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot, - znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę. 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.
5	Moment pędu bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> - posługiwać się pojęciem momentu pędu, - podać treść zasady zachowania momentu pędu. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować moment pędu, - obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii, - zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego. 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.
6	Analogie występujące w opisie ruchu postępowego obrotowego		<ul style="list-style-type: none"> - przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego. 	
7	Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie		<ul style="list-style-type: none"> - opisać toczenie bez poślizgu, jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy, - opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, - znajdować prędkość punktów toczonej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy, - obliczać energię kinetyczną toczonej się bryły, - zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczonej się bryły sztywnej. 	

VII	Ruch harmoniczny i fale mechaniczne			
1	Drgania mechaniczne. Model oscylatora harmonicznego	<ul style="list-style-type: none"> - wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie, - wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego, - zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi, - podać sens fizyczny współczynnika sprężystości. 	<ul style="list-style-type: none"> - obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe, - sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu, - obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym, - wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu, - podać przykłady praktycznego wykorzystania właściwości sprężystych ciał. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym, - wykazać, że ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym dla małych kątów wychylenia wahadła z położenia równowagi, - rozwiązywać problemy dotyczące ruchu harmonicznego, - podać treść prawa Hooke'a - objaśnić wykres zależności $p(\Delta l/h)$.
2	Fale mechaniczne	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej, - wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale, - podać przykład fali poprzecznej i podłużnej, - opisać fale akustyczne, - opisać sytuację, w której występuje zjawisko Dopplera. 	<ul style="list-style-type: none"> - zinterpretować funkcję falową dla fali płaskiej, - matematycznie opisać interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach, - opisać fale stojące, - wyjaśnić pojęcie spójności fal, - objaśnić zasadę Huygensa, - wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal harmonicznnych wysyłanych przez identyczne źródła, - rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego, - rozwiązywać zadania dotyczące efektu Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora

VIII Zjawiska termodynamiczne				
1	Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy. Ciecze. Ciała stałe.	<ul style="list-style-type: none"> - wymienić właściwości gazów, objaśnić pojęcie gazu doskonałego, - wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji, - wymienić właściwości cieczy, - wymienić właściwości ciała stałych. 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych, - wyjaśnić zjawiska menisku, - wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki. 	
2	Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki Energia wewnętrzna. Ciepło	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek, - zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło, - przeliczać temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelvina i odwrotnie. 	<ul style="list-style-type: none"> - wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu, - wyjaśniać zjawiska i rozwiązywać zadania, stosując pierwszą zasadę termodynamiki
3	Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu Przemiany gazu doskonałego Ciepło właściwe i ciepło molowe	<ul style="list-style-type: none"> - opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazów, - zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego, - wymienić i opisać przemiany gazowe. 	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać i objaśnić wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej), - zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona, - skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona, opisując przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną, adiabatyczną), - sporządzać i interpretować wykresy, np. $p(V)$, $p(T)$, $V(T)$, dla wszystkich przemian, 	<ul style="list-style-type: none"> - wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym, - zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazowych, - wyprowadzić związek między C_p i C_v, - rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis przemian gazu doskonałego.

			<ul style="list-style-type: none"> - posługiwać się pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego, - obliczać pracę objętościową i ciepło w różnych przemianach gazu doskonałego. 	
4	Silniki cieplne. Cykl Carnota. Druga zasada termodynamiki	<ul style="list-style-type: none"> - opisać zasadę działania silnika cieplnego, - wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota. 	<ul style="list-style-type: none"> - sporządzić wykres $p(V)$ dla cyklu Carnota i opisać go, - zdefiniować sprawność silnika cieplnego. - zapisać wzór na sprawność idealnego silnika Carnota, - obliczać sprawności silników cieplnych, - sformułować drugą zasadę termodynamiki. 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać problemy dotyczące drugiej zasady termodynamiki, - na podstawie wykresów opisywać cykle przemian zachodzących w silnikach.
2	Przemiany fazowe. Rozszerzalność termiczna ciał Transport energii przez przewodzenie i konwekcję	<ul style="list-style-type: none"> - opisać zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia, - omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności ciał, podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła i ciał, które źle przewodzą ciepło, - opisać zjawisko konwekcji w cieczach i gazach, - podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska konwekcji. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować wielkości fizyczne opisujące te procesy, - sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy, - opisać przemiany energii w tych zjawiskach, - obliczać zmiany objętości ciał spowodowane zmianami temperatury - omówić doświadczenia, pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń, - wyjaśnić przyczyny różnic przewodnictwa cieplnego różnych substancji na podstawie teorii 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać problemy dotyczące przejść fazowych, - zdefiniować współczynniki rozszerzalności liniowej i objętościowej, - podać związek między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego, - objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.

			kinetyczno-molekularnej, - wyjaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji.	
IX	Pole elektryczne			
1	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku	- opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych, - zapisać i objaśnić prawo Coulomba, - wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku, opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą zachowania ładunku.	- objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka, - obliczać wartości sił Coulomba.	- rozwiązywać zadania, stosując prawo Coulomba.
2	Pole elektrostatyczne. Naelektryzowany przewodnik Rozkład ładunku na powierzchni przewodnika Przewodnik w polu elektrostatycznym	- poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola elektrostatycznego, - przedstawić graficznie pole jednorodne i centralne, - odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie?, - potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku, - opisać rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.	- sporządzić wykres $E(r)$, - korzystać z zasady superpozycji pól i opisać jakościowo pole wytworzone przez układ ładunków, - posługiwać się pojęciem dipola elektrycznego, - obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku, - obliczyć energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym, - podać definicję elektronowolta, - sporządzać wykresy zależności $E(r)$ dla układu ładunków punktowych, - zapisać i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola	- obliczyć wartość natężenia pola elektrycznego w środku dipola, - opisać zachowanie dipola w zewnętrznym, jednorodnym polu elektrostatycznym, - wyprowadzić wzór na energię potencjalną ładunku w polu centralnym, - wyprowadzić wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym, - rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola elektrostatycznego, - zaproponować doświadczenie sprawdzające rozkład ładunku na

			<p>elektrostatycznego,</p> <ul style="list-style-type: none"> - opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków na przewodniku - wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya. 	powierzchni przewodnika.
3	<p>Pojemność elektryczna ciała przewodzącego. Kondensatory</p>	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności, - odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy pojemność przewodnika?, - objaśnić pojęcie kondensatora, - odpowiedzieć na pytanie: od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego? 	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić pojęcie stałej dielektrycznej, - wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora, - objaśnić od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora. 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać zadania dotyczące pojemności i energii kondensatora płaskiego, - opisać zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.
X	Prąd stały			
	<p>Prąd elektryczny w przewodnikach. Prawa Ohma i Drugie prawo Kirchhoffa Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej</p>	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę, - podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach, - podać treść prawa Ohma i stosować je w zadaniach, - odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy opór elektryczny przewodnika?, - opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika, - obliczyć opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu, - objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach, - podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu odbiorników połączonych szeregowo i równolegle, - wyjaśnić pojęcie siły elektromotorycznej źródła energii elektrycznej i jego oporu wewnętrznego, - zapisać i objaśnić prawo Ohma dla całego obwodu, 	<ul style="list-style-type: none"> - rozwiązywać zadania związane z przepływem prądu stałego w zamkniętych obwodach, - opisać możliwości wykorzystania właściwości elektrycznych ciał, - przygotować prezentację na temat łączenia ogniw i - objaśnić związki pomiędzy \mathcal{E}, I, r dla układu ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i

		<p>geometryczne,</p> <ul style="list-style-type: none"> - narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równolegle, - obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo i równolegle, - posługiwać się pojęciami napięcia elektrycznego pracy i mocy prądu. 	<ul style="list-style-type: none"> - narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego prawu Ohma, - odpowiedzieć na pytanie: co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej?, - stosować do rozwiązywania zadań drugie prawo Kirchhoffa. 	<p>oporach wewnętrznych połączonych szeregowo równolegle.</p>
XI	Pole magnetyczne			
	<p>Pole magnetyczne magnesu, prostoliniowego przewodnika z prądem i zwojnicy.</p> <p>Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną i przewodnik z prądem</p> <p>Wektor indukcji magnetycznej</p> <p>Strumień wektora indukcji magnetycznej.</p> <p>Ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym</p> <p>Budowa i zasada działania silnika elektrycznego</p> <p>Właściwości magnetyczne substancji</p>	<ul style="list-style-type: none"> - przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego, - opisać i przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego kołowej pętli i zwojnicy, - podać cechy wektora indukcji magnetycznej i jej jednostkę, - opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda, - podać cechy siły elektrodynamicznej, - podać cechy siły Lorentza, - stosować wzór na wartość siły Lorentza - stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej - objaśnić pojęcie strumienia magnetycznego i podać jego jednostkę, - podać przykłady zastosowania ferromagnetyków. 	<ul style="list-style-type: none"> - zdefiniować indukcję magnetyczną, - zdefiniować jednostkę indukcji magnetycznej, - określić wartość, kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej i siły Lorentza w konkretnych przypadkach, - opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym, - zapisać i przedyskutować wzór na strumień wektora indukcji magnetycznej, - obliczać strumień magnetyczny - objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego, - jakościowo opisać właściwości magnetyczne substancji. 	<ul style="list-style-type: none"> - przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami prędkości i indukcji magnetycznej - przedyskutować zależność wartości siły elektrodynamicznej od kąta między wektorem indukcji magnetycznej i przewodnikiem, - opisać oddziaływania wzajemne przewodników z prądem i podać definicję ampera, - przedyskutować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami prędkości i indukcji magnetycznej, - przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu,

				- rozwiązywać problemy związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną i przewodnik z prądem.
XII	Indukcja elektromagnetyczna			
1	Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe		- wyjaśnić fakt występowania sił sprężystości, sił starcia oraz sił hamujących ruch ciał stałych w cieczech oddziaływaniami elektromagnetycznymi między cząsteczkami ciał.	- objaśnić, dlaczego efekty sprężyste występują tylko dla ciał stałych.
2	Zjawisko indukcji elektromagnetycznej Zjawisko samoindukcji Prąd przemienny. Budowa i zasada działania transformatora	- objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania, - podać przykładowe sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego, - odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?, - poprawnie interpretować prawo Faraday'a indukcji elektromagnetycznej, - objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania, - odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojnicy?	- wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie, - sporządzać wykresy $\varepsilon(t)$ i $\Phi(t)$, - poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną indukcji i samoindukcji, - objaśnić zasadę działania prądnicy prądu przemiennego, - posługiwać się wielkościami opisującymi prąd przemienny, - obliczać pracę i moc prądu przemiennego, - wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a - objaśnić zasadę działania transformatora,	- wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola, - wyprowadzić wzór na ε dla prądnicy prądu przemiennego, - wyjaśnić, dlaczego przesyłane energii elektrycznej wiąże się z jej stratami, - przygotować prezentację na temat przesyłania energii elektrycznej na duże odległości.

		<ul style="list-style-type: none"> - podać jednostkę indukcyjności, - wymienić wielkości opisujące prąd przemienny. 	<ul style="list-style-type: none"> - podać przykłady zastosowania transformatora. 	
XIII	Optyka			
1	Zjawiska odbicia i załamania światła Całkowite wewnętrzne odbicie	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła, - sformułować i stosować prawo odbicia, - wyjaśnić zjawisko rozpraszania, - opisać zjawisko załamania światła, - zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania, - objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia, - wymienić warunki, w których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie. 	<ul style="list-style-type: none"> - zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków, - zdefiniować kąt graniczny, - wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia. 	<ul style="list-style-type: none"> - przedstawić przykłady zastosowania płytki równoległościennej, - podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w wyniku przejścia pryzmat.
2	Zwierciadła i soczewki Płytką równoległościenna i pryzmat	<ul style="list-style-type: none"> - wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim, - omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe, - objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna, - opisać rodzaje soczewek, - objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna, - objaśnić pojęcie zdolności 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, korzystając z prawa załamania, - opisać przejście światła przez pryzmat, korzystając z prawa załamania. wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim, - zapisać równanie zwierciadła i prawidłowo z niego korzystać, - zapisać i objaśnić wzór na powiększenie obrazu, - wykonać konstrukcje obrazów w 	<ul style="list-style-type: none"> - narysować wykres funkcji $y(x)$ dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu, - wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł, - objaśnić zasadę działania lupy, - korzystać z równania soczewki do rozwiązywania problemów,

		<p>skupiającej soczewki, - obliczać zdolność skupiającą soczewki.</p>	<p>zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy. - zapisać wzór informujący od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować, - obliczać zdolność skupiającą układów cienkich, stykających się soczewek, - sporządzać konstrukcje obrazów w soczewkach i wymienić cechy obrazu w każdym przypadku, - zapisać i zinterpretować równanie soczewki, - objaśnić działanie oka jako przyrządu optycznego.</p>	<p>- rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek, - przygotować prezentację na jeden z tematów: – wady wzroku i sposoby ich korygowania, – zastosowania soczewek i ich układów w przyrządach optycznych – budowa i zasada działania mikroskopu optycznego.</p>
XIV	Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii			
	<p>Fale elektromagnetyczne Światło jako fala elektromagnetyczna:</p>	<p>- omówić widmo fal elektromagnetycznych, - podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości omówić ich zastosowania, - opisać jedną z metod pomiaru wartości prędkości światła, - opisać zjawisko rozszczepienia światła, - opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła, - opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki, - podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji.</p>	<p>- wyjaśnić zjawisko rozszczepienia światła, - wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła, - posługiwać się pojęciem spójności fal, - porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i białego, - zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka n-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować - objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),</p>	<p>- rozwiązywać problemy z zastosowaniem zależności $d \sin \alpha = n l$. - posługiwać się pojęciem kąta Brewstera.</p>

			- wymienić sposoby polaryzowania światła.	
	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne, - posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu, - sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W, - podać przykłady zastosowania fotokomórki, - zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu. 	<ul style="list-style-type: none"> - odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> - od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów, - od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu, - wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła, - napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów, - narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości (dla kilku metali). 	<ul style="list-style-type: none"> - narysować i omówić charakterystykę prądowo-napięciową fotokomórki, - omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektryczny i wynikające z nich wnioski, - rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego, - przygotować prezentację „Narodziny fizyki kwantowej”.
	Promieniowanie ciał. Widma Model Bohra atomu wodoru	<ul style="list-style-type: none"> - rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe - rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne - opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy - opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków. - opisać szczegółowo widmo atomu wodoru - objaśnić wzór Balmera - opisać metodę analizy widmowej - podać przykłady zastosowania analizy widmowej 	<ul style="list-style-type: none"> - sformułować i zapisać postulaty Bohra, - obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru, - wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, korzystając z modelu Bohra atomu wodoru, - zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach, - obliczyć długości i częstotliwości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru, - objaśnić uogólniony wzór Balmera, 	<ul style="list-style-type: none"> - wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru, - wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej, - wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem „rewolucyjnym”, - wyjaśnić, dlaczego model Bohra jest do dziś wykorzystywany do

		<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym - posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym, - wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym, - wyjaśnić, co to znaczy że promienie orbit i energia elektronu w atomie wodoru są skwantowane. 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać różnice między światłem laserowym a światłem wysyłanym przez inne źródła, - wymienić zastosowania lasera. 	<p>intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</p> <ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, co to znaczy ,że światło ma naturę dualną.
	Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> - opisać właściwości promieni X, - wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego. 	<ul style="list-style-type: none"> - opisać widmo promieniowania rentgenowskiego, - wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania), - wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania charakterystycznego). 	<ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania λ_{min}, - wyprowadzić wzór na λ_{min}, - omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach, - omówić zjawisko Comptona, - wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną.
	Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> - objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a. 	<ul style="list-style-type: none"> - podać treść hipotezy de Broglie'a, - zapisać i zinterpretować wzór na długość fali de Broglie'a, - obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej, - wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych, - oszacować długość fal materii dla 	<ul style="list-style-type: none"> - omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach), - przedstawić problem interpretacji fal materii, - omówić zastosowanie falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy),

			<p>obiektów mikroskopowych i makroskopowych,</p> <ul style="list-style-type: none"> - wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów mikroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie obserwuje się właściwości falowych obiektów makroskopowych. 	<ul style="list-style-type: none"> - przygotować prezentację na temat: <ul style="list-style-type: none"> – interferencja fal materii na dwóch szczelinach. – interferencja pojedynczych elektronów (np. korzystając z animacji i symulacji zamieszczonych w multimedialnej obudowie podręcznika), - przygotować prezentację pt. „Dualizm kwantowofalowy w przyrodzie”.
XV	Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania			
	<p>Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania</p>	<ul style="list-style-type: none"> - podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora, - omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych, - omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury, - używać pojęć: pasmo dozwolone, pasmo zabronione, pasmo podstawowe (walencyjne), pasmo przewodnictwa, - rozróżnić przewodnik, półprzewodnik i izolator na podstawie przedstawionego graficznie układu pasm energetycznych, - podać przykład zastosowania półprzewodników. 	<ul style="list-style-type: none"> - omówić pasmowy model przewodnictwa ciała stałego, - opisać mechanizm przewodnictwa przewodników, półprzewodników i izolatorów, posługując się pasmowym modelem przewodnictwa, - wyjaśnić, dlaczego opór półprzewodników maleje ze wzrostem temperatury, - wyjaśnić, dlaczego domieszkuje się półprzewodniki, - opisać półprzewodniki typu n i p, - omówić zjawiska występujące na złączu n-p, - omówić działanie diody prostowniczej. 	<ul style="list-style-type: none"> - przygotować prezentację na temat zastosowań półprzewodników.

