

## Wymagania edukacyjne z fizyki -poziom rozszerzony- kl 2 i 3

### 1. Ruch ciał

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Elementy działań na wektorach	<ul style="list-style-type: none"><li>• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,</li><li>• wymienić cechy wektora,</li><li>• dodać wektory,</li><li>• odjąć wektor od wektora,</li><li>• pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę,</li><li>• rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach,</li><li>• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych,</li><li>• zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zilustrować przykładem każdą z cech wektora,</li><li>• mnożyć wektory skalarnie i wektorowo,</li><li>• odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej.</li></ul>	

2	Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi,</li> <li>• posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• obliczać szybkość średnią,</li> <li>• narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych,</li> <li>• odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi,</li> <li>• podać warunki, przy których wartość przemieszczenia jest równa przebytej drodze,</li> <li>• narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie,</li> <li>• objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować: szybkością średnią i chwilową, przemieszczenie, prędkość średnią i chwilową, przyspieszenie średnie i chwilowe,</li> <li>• skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego,</li> <li>• przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych,</li> <li>• rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne.</li> </ul>
---	---	---	--	--

3	Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</li> <li>• sporządzać wykresy <math>s(t)</math> i <math>v(t)</math> oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,</li> <li>• obliczyć drogę przebytą w czasie <math>t</math> ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</li> <li>• obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych,</li> <li>• porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory <math>v</math> i <math>a</math> mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),</li> <li>• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej,</li> <li>• sporządzać wykresy tych zależności,</li> <li>• zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury na wykresie <math>v_x(t)</math> jako drogę w dowolnym ruchu,</li> <li>• zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.</li> </ul>
---	---	--	---	--

4	Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym,</li> <li>• objaśnić wzory opisujące rzut poziomy,</li> <li>• wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• posługiwać się pojęciem szybkości kątowej,</li> <li>• wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość,</li> <li>• stosować miarę łukową kąta,</li> <li>• zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać matematycznie rzut poziomy,</li> <li>• obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek,</li> <li>• wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową,</li> <li>• przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego,</li> <li>• zaproponować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu.</li> </ul>
---	---	---	---	---

## 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu

Lp .	Zagadnienie	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>wypowiedzieć treść zasad dynamiki,</li> <li>wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania,</li> <li>rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał.</li> <li>Stosować zasady do opisu prostych zjawisk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować poprawnie zasady dynamiki,</li> <li>posługiwać się pojęciem układu inercjalnego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.</li> </ul>
2	Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona	<ul style="list-style-type: none"> <li>posługiwać się pojęciem pędu,</li> <li>zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>wypowiedzieć zasadę zachowania pędu.</li> <li>znajdować graficznie pęd układu ciał,</li> <li>obliczać wartość pędu układu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosować ogólną postać II zasady dynamiki,</li> <li>objaśnić pojęcie środka masy</li> <li>stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał,</li> <li>stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań.</li> </ul>
3	Tarcie	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozdzielić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>rozdzielić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>zapisać wzory na wartości sił tarcia kinetycznego i statycznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,</li> <li>sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.</li> </ul>

4	Siły w ruchu po okręgu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercyjnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało),</li> <li>• objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.</li> </ul>
5	Opis ruchu w układach inercyjnych i nieinercyjnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić układy inercyjne i nieinercyjne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem siły bezwładności.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercyjnych (siły bezwładności).</li> </ul>	

### 3. Praca, moc, energia mechaniczna

Lp .	Zagadnienie	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów</li> <li>• podać cechy iloczynu skalarnego.</li> </ul>	
2	Praca i moc	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać pracę stałej siły,</li> <li>• obliczać moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia,</li> <li>• obliczać chwilową moc urządzeń.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.</li> </ul>
3	Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi,</li> <li>• obliczać energię kinetyczną ciała,</li> <li>• wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał,</li> <li>• sformułować i objaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał,</li> <li>• posługiwać się pojęciem siły zachowawczej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na energię kinetyczną.</li> <li>• rozwiązywać zadania, korzystając ze związków:  <math>\square E_m = W_z,</math>  <math>\square E_p = W_{\text{siły zewn. równoważącej siłę wewn.}}</math>  <math>\square E_p = -W_w,</math>  <math>\square E_k = W_{\text{Wyp.}}</math> </li> </ul>
4	Zasada zachowania energii mechanicznej	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii.</li> <li>• zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń,</li> <li>• stosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał,</li> <li>• rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.</li> </ul>

#### 4. Hydrostatyka

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Ciśnienie hydrostatyczne . Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"><li>• zdefiniować ciśnienie,</li><li>• objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego,</li><li>• objaśnić prawo Pascala,</li><li>• objaśnić prawo naczyń połączonych.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego,</li><li>• objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala,</li><li>• objaśnić sposób wykorzystania prawa naczyń połączonych do wyznaczenia gęstości cieczy.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• rozwiązywać problemy z hydrostatyki.</li></ul>
2	Prawo Archimedesesa	<ul style="list-style-type: none"><li>• podać i objaśnić prawo Archimedesesa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• objaśnić warunki pływania ciał.</li><li>• rozwiązywać zadania, stosując prawo Archimedesesa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• wyprowadzić prawo Archimedesesa.</li></ul>
3	Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczenia gęstości	<ul style="list-style-type: none"><li>• skorzystać z prawa Archimedesesa do wyznaczenia gęstości ciał stałych i cieczy.</li></ul>		



## 5. Pole grawitacyjne

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

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

## 6. Ruch postępowy i obrotowy bryły sztywnej

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

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

## 7. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	<p>Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody</p> <p>Matematyczny opis ruchu harmonicznego</p> <p>Wahadło matematyczne</p> <p>Drgania wymuszone i rezonansowe</p> <p>Właściwości sprężystości ciał stałych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,</li> <li>• wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,</li> <li>• zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi,</li> <li>• podać sens fizyczny współczynnika sprężystości.</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu,</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe,</li> <li>• sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu,</li> <li>• obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystania właściwości sprężystych ciał.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,</li> <li>• wykazać, że ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym dla małych kątów wychylenia wahadła z położenia równowagi,</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu harmonicznego,</li> <li>• podać treść prawa Hooke'a</li> <li>• objaśnić wykres zależności <math>p(\Delta/l_0)</math>.</li> </ul>
2	<p>Wielkości charakteryzujące fale</p> <p>Interferencja fal</p> <p>Zjawisko dyfrakcji</p> <p>Fale akustyczne</p> <p>Zjawisko Dopplera</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,</li> <li>• wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale,</li> <li>• podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,</li> <li>• opisać fale akustyczne,</li> <li>• opisać sytuację, w której występuje zjawisko Dopplera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać fale stojące,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie spójności fal,</li> <li>• objaśnić zasadę Huygensa,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera.</li> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące ruchu falowego,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące efektu Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.</li> </ul>

## 8. Zjawiska termodynamiczne

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Własności gazów ,cieczy i ciał stałych	<ul style="list-style-type: none"><li>• wymienić właściwości gazów,</li><li>• objaśnić pojęcie gazu doskonałego,</li><li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji,</li><li>• wymienić właściwości cieczy,</li><li>• wymienić właściwości ciała stałych.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych,</li><li>• wyjaśnić zjawiska menisku,</li><li>• wypowiedzieć i objaśnić zerową i pierwszą zasadę termodynamiki.</li></ul>	
2	Pojęcia termodynamiczne	<ul style="list-style-type: none"><li>• zapisać związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek,</li><li>• zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło,</li><li>• przeliczać temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelvina i odwrotnie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• wypowiedzieć i objaśnić pierwszą zasadę termodynamiki.</li><li>• wyjaśniać zjawiska i rozwiązywać zadania, stosując pierwszą zasadę termodynamiki</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• wyjaśnić co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu,</li></ul>

3	<p>Równanie stanu gazu doskonałego</p> <p>Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu</p> <p>Przemiany gazu doskonałego</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać założenia teorii kinetycznomolekularnej gazów,</li> <li>• zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego,</li> <li>• wymienić i opisać przemiany gazowe.</li> <li>• skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona, opisując przemiany gazu (izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i objaśnić wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno molekularnej),</li> <li>• zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona,</li> <li>• skorzystać z równania stanu gazu doskonałego i równania Clapeyrona, opisując przemianę, adiabatyczną</li> <li>• sporządzać i interpretować wykresy, np. <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math>, <math>V(T)</math>, dla wszystkich przemian,</li> <li>• posługiwać się pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego,</li> <li>• obliczać pracę objętościową i ciepło w różnych przemianach gazu doskonałego.</li> <li>• zastosować pierwszą zasadę termodynamiki do opisu przemian gazowych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym,</li> <li>• wyprowadzić związek między <math>C_p</math> i <math>C_v</math>,</li> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis przemian gazu doskonałego.</li> </ul>
4	<p>Silniki cieplne .</p> <p>Cykl Carnota .</p> <p>Druga zasada termodynamiki</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać zasadę działania silnika cieplnego,</li> <li>• wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota.</li> <li>• sformułować drugą zasadę termodynamiki.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres <math>p(V)</math> dla cyklu Carnota i opisać go,</li> <li>• zdefiniować sprawność silnika cieplnego.</li> <li>• zapisać wzór na sprawność idealnego silnika Carnota,</li> <li>• obliczać sprawności silników cieplnych</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące drugiej zasady termodynamiki,</li> <li>• na podstawie wykresów opisywać cykle przemian zachodzących w silnikach.</li> </ul>

5	<p>Zmiany stanu skupienia</p> <p>Rozszerzalność termiczna ciał</p> <p>Transport energii przez przewodzenie i konwekcję</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia,</li> <li>• omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności ciał,</li> <li>• podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła i ciał, które źle przewodzą ciepło,</li> <li>• opisać zjawisko konwekcji w cieczach i gazach,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska konwekcji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować wielkości fizyczne opisujące te procesy,</li> <li>• sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy,</li> <li>• opisać przemiany energii w tych zjawiskach,</li> <li>• obliczać zmiany objętości ciał spowodowane zmianami temperatury</li> <li>• omówić doświadczenia, pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń,</li> <li>• wyjaśnić przyczyny różnic przewodnictwa cieplnego różnych substancji na podstawie teorii kinetycznomolekularnej,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy dotyczące przejść fazowych,</li> <li>• zdefiniować współczynniki rozszerzalności liniowej i objętościowej,</li> <li>• podać związek między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego,</li> <li>• objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.</li> </ul>
---	--	---	---	---



## 9. Pole elektryczne

Lp .	Zagadnienie	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba  Elektryzowanie ciał . Zasada zachowania ładunku	<ul style="list-style-type: none"><li>• opisać oddziaływanie ciał naelektryzowanych,</li><li>• zapisać i objaśnić prawo Coulomba,</li><li>• wypowiedzieć i objaśnić zasadę zachowania ładunku,</li><li>• opisać i wyjaśnić sposoby elektryzowania ciał, posługując się zasadą zachowania ładunku.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• objaśnić pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka,</li><li>• obliczać wartości sił Coulomba.</li><li>• Rozwiązywać proste zadania, stosując prawo Coulomba</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• rozwiązywać zadania, stosując prawo Coulomba.</li></ul>

2	<p>Natężenie pola elektrostatycznego</p> <p>Zasada superpozycji natężeń pól</p> <p>Praca w polu elektrostatycznym</p> <p>Energia potencjalna cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym</p> <p>Przewodnik w polu elektrostatycznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola elektrostatycznego,</li> <li>• przedstawić graficznie pole jednorodne i centralne,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie?,</li> <li>• potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną elektrostatyczną ładunku,</li> <li>• opisać rozkład ładunku wprowadzonego na przewodnik.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sporządzić wykres <math>E(r)</math>,</li> <li>• korzystać z zasady superpozycji pól i opisać jakościowo pole wytworzone przez układ ładunków,</li> <li>• posługiwać się pojęciem dipola elektrycznego,</li> <li>• obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku,</li> <li>• obliczyć energię potencjalną naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym,</li> <li>• podać definicję elektronowolta,</li> <li>• sporządzać wykresy zależności <math>E(r)</math> dla układu ładunków punktowych,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego,</li> <li>• opisać wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków na przewodniku</li> <li>• wyjaśnić działanie piorunochronu i klatki Faradaya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć wartość natężenia pola elektrycznego w środku dipola,</li> <li>• opisać zachowanie dipola w zewnętrznym, jednorodnym polu elektrostatycznym,</li> <li>• wyprowadzić wzór na energię potencjalną ładunku w polu centralnym,</li> <li>• wyprowadzić wzór ogólny na pracę w polu elektrostatycznym,</li> <li>• rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola elektrostatycznego,</li> </ul>
---	--	---	--	---

3	Kondensatory Energia naładowanego kondensatora  Dielektryk w polu elektrostatycznym	<ul style="list-style-type: none"><li>• zdefiniować pojemność przewodnika i jednostkę pojemności,</li><li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy pojemność przewodnika?,</li><li>• objaśnić pojęcie kondensatora,</li><li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• wyjaśnić wpływ dielektryka na pojemność kondensatora,</li><li>• objaśnić, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora.</li><li>• rozwiązywać zadania dotyczące pojemności i energii kondensatora płaskiego</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• opisać zjawiska zachodzące w dielektryku umieszczonym w polu elektrostatycznym.</li></ul>
---	--	--	--	---

## 10. Prąd stały

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	<p>Pierwsze prawo Kirchhoffa Prawo Ohma dla odcinka obwodu</p> <p>Od czego zależy opór przewodnika?</p> <p>Praca i moc prądu elektrycznego</p> <p>Łączenie odbiorników energii elektrycznej</p> <p>Siła elektromotoryczna źródła energii elektrycznej</p> <p>Prawo Ohma dla obwodu</p> <p>Drugie prawo Kirchhoffa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,</li> <li>• podać treść pierwszego prawa Kirchhoffa i stosować je w zadaniach,</li> <li>• podać treść prawa Ohma i stosować je w zadaniach,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy opór elektryczny przewodnika?,</li> <li>• opisać wpływ zmian temperatury na opór przewodnika</li> <li>• obliczyć opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne,</li> <li>• narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równolegle,</li> <li>• obliczać opór zastępczy odbiorników połączonych szeregowo i równolegle,</li> <li>• posługiwać się pojęciami napięcia elektrycznego pracy i mocy prądu.</li> <li>• podać związki między napięciami, natężeniami i oporami dla układu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• definiować opór elektryczny odcinka obwodu,</li> <li>• objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach</li> <li>• wyjaśnić pojęcie siły elektromotorycznej źródła energii elektrycznej i jego oporu wewnętrznego,</li> <li>• zapisać i objaśnić prawo Ohma dla całego obwodu,</li> <li>• narysować charakterystykę prądowonapięciową przewodnika podlegającego prawu Ohma,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej?,</li> <li>• stosować do rozwiązywania zadań drugie prawo Kirchhoffa.</li> <li>• rozwiązywać zadania związane z przepływem prądu stałego w zamkniętych obwodach</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać możliwości wykorzystania właściwości elektrycznych ciał,</li> <li>• objaśnić związki pomiędzy <math>\mathcal{E}</math>, <math>I</math>, <math>r</math> dla układu ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych połączonych szeregowo równolegle.</li> </ul>

## 11. Pole magnetyczne

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	<p>Wektor indukcji magnetycznej</p> <p>Strumień wektora indukcji magnetycznej</p> <p>Pole magnetyczne prostoliniowego przewodnika z prądem I zwojnicy</p> <p>Przewodnik z prądem w polu Magnetycznym</p> <p>Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną</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"> <li>• przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego,</li> <li>• opisać i przedstawić graficznie pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego kołowej pętli i zwojnicy,</li> <li>• podać cechy wektora indukcji magnetycznej <math>B</math> i jej jednostkę,</li> <li>• podać cechy siły elektrodynamicznej,</li> <li>• podać cechy siły Lorentza,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku <math>B \perp \vec{v}</math>,</li> <li>• stosować wzór na wartość siły elektrodynamicznej dla przypadku gdy <math>B \perp \Delta l</math>,</li> <li>• opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym dla przypadku <math>B \perp \vec{v}</math>,</li> <li>• objaśnić pojęcie strumienia magnetycznego i podać jego jednostkę</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zdefiniować indukcję magnetyczną,</li> <li>• zdefiniować jednostkę indukcji magnetycznej,</li> <li>• określić wartość, kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej i siły Lorentza w konkretnych przypadkach,</li> <li>• opisać ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym</li> <li>• zapisać i przedyskutować wzór na strumień wektora indukcji magnetycznej,</li> <li>• obliczać strumień magnetyczny</li> <li>• objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,</li> <li>• jakościowo opisać właściwości magnetyczne substancji.</li> <li>• rozwiązywać problemy związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną i przewodnik z prądem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami <math>B</math> i <math>v</math>,</li> <li>• przedyskutować zależność wartości siły elektrodynamicznej od kąta między wektorem <math>B</math> i przewodnikiem,</li> <li>• opisać oddziaływania wzajemne przewodników z prądem i podać definicję ampera,</li> <li>• przedyskutować ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym w zależności od kąta między wektorami <math>B</math> i <math>v</math>,</li> <li>• przedstawić zasadę działania i zastosowanie cyklotronu,</li> <li>• rozwiązywać problemy związane z oddziaływaniem pola magnetycznego na poruszającą się cząstkę naładowaną i przewodnik z prądem.</li> </ul>

## 12. Indukcja elektromagnetyczna

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	<p>Zjawisko indukcji elektromagnetycznej</p> <p>Zjawiskosamoindukcji</p> <p>Właściwości prądu przemiennego</p> <p>Budowa i zasada działania transformatora</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania,</li> <li>• podać przykładowe sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego,</li> <li>• stosować regułę Lenza,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy siła elektromotoryczna indukcji?,</li> <li>• poprawnie interpretować prawo Faraday'a indukcji elektromagnetycznej,</li> <li>• objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,</li> <li>• odpowiedzieć na pytanie: od czego zależy współczynnik samoindukcji zwojnicy?</li> <li>• podać jednostkę indukcyjności,</li> <li>• wymienić wielkości opisujące prąd przemienny.</li> <li>• posługiwać się wielkościami opisującymi prąd przemienny</li> <li>• podać przykłady zastosowania transformatora.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, dlaczego między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola powstaje napięcie,</li> <li>• sporządzać wykresy <math>\Phi(t)</math> i <math>\varepsilon(t)</math>,</li> <li>• poprawnie interpretować wyrażenie na siłę elektromotoryczną indukcji i samoindukcji,</li> <li>• objaśnić zasadę działania prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• obliczać pracę i moc prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić pojęcie ciepła Joule'a</li> <li>• objaśnić zasadę działania transformatora,</li> <li>• rozwiązywać proste zadania i problemy dotyczące omawianych zagadnień</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyprowadzić wzór na napięcie powstające między końcami przewodnika poruszającego się w polu magnetycznym prostopadle do linii pola,</li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\varepsilon</math> dla prądnicy prądu przemiennego,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego przesyłane energii elektrycznej wiąże się z jej stratami,</li> </ul>

### 13. Optyka

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi::	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Zjawiska odbicia i załamania światła	<ul style="list-style-type: none"><li>• objaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,</li><li>• sformułować i stosować prawo odbicia,</li><li>• wyjaśnić zjawisko rozpraszania,</li><li>• opisać zjawisko załamania światła,</li><li>• zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,</li><li>• objaśnić na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,</li><li>• wymienić warunki, w których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków,</li><li>• zdefiniować kąt graniczny,</li><li>• wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.</li><li>• Rysować bieg promienia świetlnego przez proste element optyczne</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• przedstawić przykłady zastosowania płytki równoległościennej,</li><li>• podać możliwości praktycznego wykorzystania zjawiska odchylenia światła w wyniku przejścia pryzmat.</li><li>• Wyjaśnić zjawisko mirażu</li></ul>

2	<p>Zwierciadła płaskie i kuliste Płytką równoległościenną i pryzmat Obrazy otrzymywane w soczewkach</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,</li> <li>• omówić podział zwierciadeł kulistych na wklęsłe i wypukłe,</li> <li>• objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>• opisać rodzaje soczewek,</li> <li>• objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,</li> <li>• objaśnić pojęcie zdolności skupiającej soczewki,</li> <li>• obliczać zdolność skupiającą soczewki.</li> <li>• sporządzać konstrukcje obrazów w soczewkach i wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,</li> <li>• sporządzać konstrukcje obrazów w soczewkach i wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,</li> <li>• wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, korzystając z prawa załamania,</li> <li>• opisać przejście światła przez pryzmat, korzystając z prawa załamania. wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim,</li> <li>• zapisać równanie zwierciadła i prawidłowo z niego skorzystać,</li> <li>• zapisać i objaśnić wzór na powiększenie obrazu,</li> <li>• wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych i wymienić ich cechy.</li> <li>• zapisać wzór informujący od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować,</li> <li>• obliczać zdolność skupiającą układów cienkich, stykających się soczewek,</li> <li>• zapisać i zinterpretować równanie soczewki,</li> <li>• objaśnić działanie oka jako przyrządu optycznego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować wykres funkcji <math>y(x)</math> dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu,</li> <li>• wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł,</li> <li>• objaśnić zasadę działania lupy,</li> <li>• korzystać z równania soczewki do rozwiązywania problemów,</li> <li>• rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek,</li> <li>• omówić działanie przyrządów optycznych – mikroskop, lupa, luneta</li> </ul>
---	---	--	--	--



#### 14. Korpuskularno-falowa natura promieniowania elektromagnetycznego i materii

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi::	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	<p>Fale elektromagnetyczne</p> <p>Światło jako fala elektromagnetyczna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- zjawisko rozszczepienia światła</li> <li>- doświadczenie Younga</li> <li>- polaryzacja światła</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić widmo fal elektromagnetycznych,</li> <li>• podać źródła fal z poszczególnych zakresów długości omówić ich zastosowania,</li> <li>• opisać zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• opisać zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• opisać siatkę dyfrakcyjną i posługiwać się pojęciem stałej siatki</li> <li>• porównać obrazy otrzymane na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i białego,</li> <li>• podać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić zjawisko rozszczepienia światła,</li> <li>• wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,</li> <li>• posługiwać się pojęciem spójności fal,</li> <li>• zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka <math>n</math>tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i poprawnie go zinterpretować</li> <li>• objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),</li> <li>• wymienić sposoby polaryzowania światła.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązywać problemy z zastosowaniem zależności <math>d \sin \alpha = n \lambda</math>.</li> <li>• posługiwać się pojęciem kąta Brewstera.</li> </ul>

2	Zjawisko fotoelektryczne	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,</li> <li>• posługiwać się pojęciem pracy wyjścia elektronu z metalu,</li> <li>• sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia <math>W</math>,</li> <li>• podać przykłady zastosowania fotokomórki,</li> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu.</li> <li>• napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpowiedzieć na pytania: <ul style="list-style-type: none"> <li>– od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów,</li> <li>– od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych z metalu w jednostce czasu,</li> </ul> </li> <li>• wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,</li> <li>• narysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości (dla kilku metali)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• narysować i omówić charakterystykę prądowo napięciową fotokomórki,</li> <li>• omówić doświadczenia dotyczące badania efektu fotoelektryczny i wynikające z nich wnioski,</li> <li>• rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska fotoelektrycznego,</li> </ul>
---	--------------------------	---	---	---

3	Promieniowanie ciał . Model Bohra atomu wodoru	<ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnić widmo ciągłe i widmo liniowe</li> <li>• rozróżnić widmo emisyjne i absorpcyjne</li> <li>• opisać widmo promieniowania ciał stałych i cieczy</li> <li>• opisać widma gazów jednoatomowych i par pierwiastków.</li> <li>• opisać szczegółowo widmo atomu wodoru</li> <li>• objaśnić wzór Balmera</li> <li>• opisać metodę analizy widmowej</li> <li>• podać przykłady zastosowania analizy widmowej</li> <li>• wyjaśnić różnice między widmem emisyjnym i absorpcyjnym</li> <li>• posługiwać się pojęciem atomu w stanie podstawowym i wzbudzonym,</li> <li>• sformułować i zapisać postulaty Bohra</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy że promienie orbit i energia elektronu w atomie wodoru są skwantowane.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru,</li> <li>• wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, korzystając z modelu Bohra atomu wodoru,</li> <li>• zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach,</li> <li>• obliczyć długości i częstotliwości fal odpowiadających liniom widzialnej części widma atomu wodoru,</li> <li>• objaśnić uogólniony wzór Balmera,</li> <li>• opisać różnice między światłem laserowym a światłem wysyłanym przez inne źródła,</li> <li>• wymienić zastosowania lasera.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie można wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem „rewolucyjnym”,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego model Bohra jest do dziś wykorzystywany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych,</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy ,że światło ma naturę dualną.</li> </ul>
---	---	---	---	---

4	Promieniowanie rentgenowskie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać właściwości promieni X,</li> <li>• wymienić przykłady zastosowania promieniowania rentgenowskiego.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisać widmo promieniowania rentgenowskiego,</li> <li>• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie ciągłym (promieniowania hamowania),</li> <li>• wyjaśnić sposób powstawania promieniowania o widmie liniowym (promieniowania charakterystycznego).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnić, jak powstaje krótkofalowa granica widma promieniowania hamowania <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>• wyprowadzić wzór na <math>\lambda_{\min}</math>,</li> <li>• omówić zjawisko dyfrakcji promieni X na kryształach</li> <li>• wyjaśnić, co to znaczy, że promieniowanie rentgenowskie ma naturę dualną.</li> </ul>
5	Fale materii	<ul style="list-style-type: none"> <li>• objaśnić wzór na długość fali de Broglie'a.</li> <li>• podać treść hipotezy de Broglie'a,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zapisać i zinterpretować wzór na długość fali de Broglie'a,</li> <li>• obliczyć długość fali de Broglie'a dla elektronu o podanej energii kinetycznej,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego nie obserwuje się fal materii dla obiektów makroskopowych,</li> <li>• oszacować długość fal materii dla obiektów mikroskopowych i makroskopowych,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego właściwości falowe obiektów mikroskopowych (cząstek) mogą być zaobserwowane w eksperymentach, a nie obserwuje się właściwości falowych obiektów makroskopowych.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić wyniki doświadczenia Davissona i Germera (rozpraszanie elektronów na kryształach),</li> <li>• przedstawić problem interpretacji fal materii,</li> <li>• omówić zastosowanie falowych właściwości cząstek (badanie kryształów, mikroskop elektronowy),</li> <li>• przygotować prezentację pt. „Dualizm kwantowofalowy w przyrodzie”.</li> </ul>

### 15. Modele przewodnictwa. Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
1	Przewodniki, półprzewodniki, izolatory i ich zastosowania	<ul style="list-style-type: none"> <li>• podać przykład przewodnika, półprzewodnika i izolatora,</li> <li>• omówić zależność właściwości elektrycznych substancji od obecności elektronów swobodnych,</li> <li>• omówić podział ciał na przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury,</li> <li>• używać pojęć: pasmo dozwolone, pasmo zabronione, pasmo podstawowe (walencyjne), pasmo przewodnictwa,</li> <li>• rozróżnić przewodnik, półprzewodnik i izolator na podstawie przedstawionego graficznie układu pasm energetycznych,</li> <li>• podać przykład zastosowania półprzewodników.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omówić pasmowy model przewodnictwa ciała stałego,</li> <li>• opisać mechanizm przewodnictwa przewodników, półprzewodników i izolatorów, posługując się pasmowym modelem przewodnictwa,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego opór półprzewodników maleje ze wzrostem temperatury,</li> <li>• wyjaśnić, dlaczego domieszkuje się półprzewodniki,</li> <li>• opisać półprzewodniki typu n i p,</li> <li>• omówić zjawiska występujące na złączu np,</li> <li>• omówić działanie diody prostowniczej.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• przygotować prezentację na temat zastosowań półprzewodników.</li> </ul>

## Aneks 1 i Aneks 2. Niepewności pomiarowe. Doświadczenia

Lp .	Zagadnienia	Treści podstawowe Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające Uczeń potrafi:
Aneks 1	<p>Wiadomości wstępne</p> <p>Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych)</p> <p>Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych)</p> <p>Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami</p> <p>Dopasowanie prostej do wyników pomiarów</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych),</li> <li>wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych),</li> <li>odróżnić błędy od niepewności</li> <li>odróżnić błędy grube od błędów systematycznych,</li> <li>wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru,</li> <li>wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych,</li> <li>odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych,</li> <li>ocenić dokładność przyrządu</li> <li>przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji,</li> <li>wykonać samodzielnie kolejne czynności,</li> <li>sporządzić tabelę wyników pomiaru,</li> <li>obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</li> <li>sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</li> <li>zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</li> <li>zapisać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>obliczyć niepewność względną pomiaru,</li> <li>oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku,</li> <li>przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami,</li> <li>dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania,</li> <li>odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej,</li> <li>podać przyczyny ewentualnych błędów systematycznych,</li> <li>zaproponować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</li> <li>oszacować wielkość błędów systematycznych,</li> <li>ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</li> <li>samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>dopasować prostą do wyników pomiarów,</li> <li>obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych,</li> <li>obliczyć odchylenie standardowe</li> <li>podać wynik pomiaru w postaci <math>x \pm \Delta x</math>,</li> <li>ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną,</li> <li>samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.</li> </ul>
Aneks 2	<p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie przyspieszonym</p> <p>Badamy ruch po okręgu</p> <p>Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej</p> <p>Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego</p>			