

1 KINEMATYKA

1.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 1.1.1 podaje przykłady zjawisk fizycznych występujących w przyrodzie
- 1.1.2 wyjaśnia, w jaki sposób fizyk zdobywa wiedzę o zjawiskach fizycznych
- 1.1.3 wymienia przyczyny wprowadzenia Międzynarodowego Układu Jednostek Miar(układ SI)
- 1.1.4 wymienia trzy podstawowe miary wzorcowe i jednostki długości, masy i czasu
- 1.1.5 wyjaśnia rolę doświadczenia w fizyce
- 1.1.6 zapisuje wyniki pomiarów i obliczeń wraz z jednostkami
- 1.1.7 posługuje się pojęciem niepewność pomiarowa
- 1.1.8 planuje prosty pomiar; zapisuje wynik pomiaru wraz z niepewnością
- 1.1.9 wyznacza średnią arytmetyczną wyników pomiarów
- 1.1.10 projektuje proste doświadczenie obrazujące ruch ciała i rejestruje je za pomocą kamery
- 1.1.11 posługuje się modelem punktu materialnego
- 1.1.12 odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych
- 1.1.13 wyjaśnia na wybranym przykładzie, co oznacza stwierdzenie „ruch jest pojęciem względnym”
- 1.1.14 opisuje ruch, posługując się pojęciami droga i przemieszczenie
- 1.1.15 rozróżnia pojęcia droga i przemieszczenie
- 1.1.16 opisuje ruch, posługując się pojęciem prędkości jako wektora i jego współrzędną; przelicza jednostki prędkości
- 1.1.17 posługuje się pojęciami prędkość średnia i prędkość chwilowa
- 1.1.18 analizuje wykresy zależności drogi, położenia i prędkości od czasu; rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego
- 1.1.19 stosuje wzór na drogę w ruchu jednostajnie prostoliniowym
- 1.1.20 klasyfikuje ruchy ze względu na prędkość
- 1.1.21 wskazuje zależności między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym
- 1.1.22 wskazuje przykłady ruchów krzywoliniowych i prostoliniowych w przyrodzie i życiu codziennym
- 1.1.23 wyjaśnia, czym tor różni się od drogi; klasyfikuje ruchy ze względu na tor zakreślany przez ciało
- 1.1.24 wyznacza konstrukcyjnie styczną do krzywej
- 1.1.25 przedstawia graficznie wektory prędkości średniej i chwilowej
- 1.1.26 stosuje pojęcie wektor przemieszczenia; wyznacza wektor przemieszczenia jako różnicę wektorów położenia końcowego i położenia początkowego
- 1.1.27 wskazuje przykłady względności ruchu
- 1.1.28 opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami okres i częstotliwość
- 1.1.29 stosuje radian jako miarę łukową kąta
- 1.1.30 opisuje ruch jednostajny po okręgu i ruch jednostajnie zmienny po okręgu; wskazuje cechy wspólne i różnice

1.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 1.2.1 wymienia podstawowe wielkości mierzone podczas badania ruchu
- 1.2.2 wyjaśnia przyczyny wykonywania pomiarów wielokrotnych
- 1.2.3 odczytuje dane z tabeli, zapisuje dane w formie tabeli

- 1.2.4 zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących)
- 1.2.5 interpretuje dane przedstawione za pomocą tabel, diagramów słupkowych, wykresów
- 1.2.6 przedstawia dane podane w tabeli za pomocą diagramu słupkowego
- 1.2.7 wyznacza niepewność maksymalną wartości średniej na podstawie wzoru
- 1.2.8 określa położenie ciała traktowanego jako punkt materialny w wybranym układzie współrzędnych, posługując się wektorem położenia
- 1.2.9 definiuje wektor, określa jego cechy (właściwości)
- 1.2.10 rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach (dodawanie, odejmowanie, mnożenie przez liczbę)
- 1.2.11 opisuje ruch jednowymiarowy w różnych układach odniesienia
- 1.2.12 wskazuje przykłady ruchu względem różnych układów odniesienia
- 1.2.13 rozróżnia wektor przemieszczenia i wektor położenia ciała
- 1.2.14 przedstawia graficznie wektor przemieszczenia i wektory położenia w wybranym układzie odniesienia
- 1.2.15 rozwiązuje proste zadania związane z działaniami na wektorach
- 1.2.16 rozwiązuje proste przykłady dotyczące dodawania wektorów przemieszczenia
- 1.2.17 wyjaśnia różnicę między prędkością średnią a prędkością chwilową; wyjaśnia, kiedy te prędkości są sobie równe
- 1.2.18 wykorzystuje związki między położeniem a prędkością w ruchu jednostajnym do obliczania parametrów ruchu
- 1.2.19 rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnego od czasu
- 1.2.20 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem równania ruchu jednostajnego
- 1.2.21 projektuje doświadczenie i wykonuje pomiary związane z badaniem ruchu jednostajnego prostoliniowego
- 1.2.22 opisuje i analizuje wyniki doświadczenia
- 1.2.23 opisuje podstawowe zasady określania niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar decydująco wpływa na niepewność otrzymanego wyniku)
- 1.2.24 opisuje ruch ciała za pomocą tabeli i wykresu – na podstawie pomiarów z bezpośredniej obserwacji lub z filmu; podaje czas i współrzędną położenia
- 1.2.25 opisuje ruch, określając prędkość średnią i średnią wartość prędkości
- 1.2.26 rysuje i interpretuje wykresy położenia, prędkości i drogi przy skokowych zmianach prędkości oraz zmianach zwrotu prędkości
- 1.2.27 posługuje się pojęciami przyspieszenie średnie i przyspieszenie chwilowe
- 1.2.28 wyjaśnia, czym charakteryzuje się ruch jednostajnie zmienny
- 1.2.29 definiuje zależność prędkości w ruchu jednostajnie zmiennym od czasu; wykorzystuje ją w zadaniach
- 1.2.30 wyjaśnia dlaczego wykres $v(t)$ jest funkcją liniową
- 1.2.31 analizuje spadek swobodny i rzut pionowy w górę; opisuje te ruchy z zastosowaniem równań $v(t)$ i $s(t)$
- 1.2.32 oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego
- 1.2.33 oblicza parametry ruchu, wykorzystując związki między położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym
- 1.2.34 rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu jednostajnie zmiennego od czasu – wykresy $v(t)$, $s(t)$ i $a(t)$
- 1.2.35 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku
- 1.2.36 opisuje położenie punktu materialnego na płaszczyźnie i w przestrzeni z wykorzystaniem współrzędnych x , y , z
- 1.2.37 opisuje współrzędne wektora na płaszczyźnie (m.in. wektora położenia), posługując się dwuwymiarowym układem współrzędnych

- 1.2.38 konstrukcyjnie dodaje i odejmuje wektory o tych samych i różnych kierunkach, posługując się cyrklem, ekierką i linijką
- 1.2.39 zapisuje – w przyjętym układzie współrzędnych – wektory sumy i różnicy dwóch wektorów
- 1.2.40 rysuje wektory o różnych kierunkach w układzie współrzędnych; określa ich współrzędne
- 1.2.41 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami prędkość średnia, prędkość chwilowa i przemieszczenie
- 1.2.42 opisuje rzut poziomy, wykorzystując równanie ruchu jednostajnego dla współrzędnej poziomej i równanie ruchu jednostajnie zmiennego dla współrzędnej pionowej
- 1.2.43 opisuje – na wybranym przykładzie – składanie prędkości, np. prędkości łodzi płynącej po rzece
- 1.2.44 posługuje się układem odniesienia do opisu złożoności ruchu; opisuje ruch w różnych układach odniesienia
- 1.2.45 oblicza prędkości względne ruchów wzdłuż prostej
- 1.2.46 analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora opisującego ruch i pozostającego w spoczynku względem wybranego układu odniesienia
- 1.2.47 opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami promień wodzący, kąt w radianach, prędkość kątowna
- 1.2.48 oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu
- 1.2.49 opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego
- 1.2.50 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu

1.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 1.3.1 przygotowuje prezentację dotyczącą miar wzorcowych i jednostek wielkości mierzalnych
- 1.3.2 podaje przykłady błędów grubych i systematycznych
- 1.3.3 posługuje się niepewnością względną i niepewnością bezwzględną
- 1.3.4 rysuje wektor w układzie współrzędnych
- 1.3.5 przedstawia graficznie na wybranym przykładzie różnicę między drogą a przemieszczeniem
- 1.3.6 opisuje ruch, posługując się współrzędną wektora położenia i współrzędną wektora przemieszczenia
- 1.3.7 rozwiązuje proste zadania związane z obliczaniem prędkości średniej i chwilowej
- 1.3.8 szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku
- 1.3.9 szacuje niepewności pomiaru i oblicza niepewność względną
- 1.3.10 opisuje ruch ciała za pomocą wykresu uwzględniającego niepewności pomiarowe
- 1.3.11 sporządza wykresy zależności prędkości od czasu $v(t)$ dla ruchu jednostajnie przyspieszonego i jednostajnie opóźnionego (samodzielnie wykonuje poprawne wykresy: właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewności punktów pomiarowych)
- 1.3.12 przeprowadza doświadczenie polegające na badaniu ruchu jednostajnie zmiennego; analizuje wyniki oraz – jeżeli to możliwe – wykonuje i interpretuje wykresy dotyczące ruchu jednostajnie zmiennego
- 1.3.13 wykorzystuje właściwości funkcji kwadratowej $f(x) = ax^2 + bx + c$ do interpretacji wykresów zależności drogi od czasu i zależności położenia od czasu w ruchu jednostajnie zmiennym
- 1.3.14 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące ruchu krzywoliniowego, posługując się pojęciami prędkość średnia i prędkość chwilowa
- 1.3.15 wyjaśnia graficznie, że rzut poziomy jest złożeniem ruchu poziomego i pionowego; wykazuje doświadczalnie niezależność tych ruchów
- 1.3.16 opisuje położenie ciała za pomocą współrzędnych x i y
- 1.3.17 opisuje tor ruchu w rzucie poziomym jako parabolę; wyznacza współczynnik w równaniu paraboli $y = ax^2$
- 1.3.18 stosuje prawo składania wektorów do obliczania prędkości ciał względem różnych układów odniesienia
- 1.3.19 oblicza prędkości względne ruchów na płaszczyźnie
- 1.3.20 wyprowadza związek między prędkością liniową a prędkością kątowną

- 1.3.21 opisuje ruch zmienny po okręgu, posługując się pojęciami chwilowa prędkość kątowna i przyspieszenie kątowe; przelicza odpowiednie jednostki
- 1.3.22 szacuje prędkość liniową na podstawie zdjęcia
- 1.3.23 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu, posługując się kalkulatorem
- 1.3.24 wyjaśnia, na czym polega różnica między przyspieszeniem kątowym a przyspieszeniem dośrodkowym; uzasadnia to graficznie

1.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 1.4.1 wyjaśnia, na czym polega modelowanie matematyczne
- 1.4.2 posługuje się niepewnością standardową
- 1.4.3 stosuje – na wybranym przykładzie – równanie ruchu jednostajnego prostoliniowego
- 1.4.4 rozwiązuje złożone zadania, korzystając z wykresów zależności parametrów ruchu od czasu
- 1.4.5 znajduje doświadczalnie, np. za pomocą przezroczystej linijki, prostą najlepszego dopasowania do punktów na wykresie zależności $x(t)$; na tej podstawie wyznacza prędkość ciała
- 1.4.6 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)
- 1.4.7 wykorzystuje właściwości funkcji liniowej $f(x) = ax + b$ do interpretacji wykresów (dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b)
- 1.4.8 samodzielnie wykonuje projekt badania dotyczącego ruchu jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenia przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym); sporządza tabele wyników pomiaru
- 1.4.9 wyprowadza wzór na drogę w ruchu jednostajnie zmiennym z wykresu zależności prędkości od czasu $v(t)$
- 1.4.10 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)
- 1.4.11 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i konstrukcyjne dotyczące rzutu poziomego
- 1.4.12 analizuje i rozwiązuje zadania dotyczące obserwatora poruszającego się względem wybranego układu odniesienia
- 1.4.13 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnie zmiennym po okręgu, posługując się kalkulatorem

2 RUCH I SIŁY

2.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 2.1.1 podaje przykłady oddziaływań i rozpoznaje oddziaływania w sytuacjach praktycznych
- 2.1.2 wymienia rodzaje oddziaływań fundamentalnych
- 2.1.3 planuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące wzajemność oddziaływań
- 2.1.4 opisuje oddziaływania, posługując się pojęciem siła
- 2.1.5 przedstawia siłę za pomocą wektora; wymienia cechy tego wektora
- 2.1.6 wskazuje przykłady bezwładności ciał
- 2.1.7 stosuje do obliczeń związek między masą ciała, przyspieszeniem i siłą
- 2.1.8 obserwuje przebieg doświadczenia; zapisuje i analizuje wyniki pomiarów; wyciąga wnioski z doświadczenia
- 2.1.9 podaje przykłady wzajemnego oddziaływania ciał
- 2.1.10 opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona
- 2.1.11 planuje – korzystając z podręcznika – i demonstrowa doświadczenie ilustrujące trzecią zasadę dynamiki
- 2.1.12 wyjaśnia (na przykładach) dlaczego siły wynikające z trzeciej zasady dynamiki się nie równoważą
- 2.1.13 wskazuje negatywne i pozytywne skutki tarcia
- 2.1.14 rozróżnia tarcie statyczne i tarcie kinetyczne
- 2.1.15 dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu; oblicza wartość współczynnika a
- 2.1.16 opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem; wskazuje przykłady sił pełniących funkcję siły dośrodkowej
- 2.1.17 rozróżnia układy inercjalny i nieinercjalny
- 2.1.18 wskazuje różne przykłady działania sił bezwładności w ruchu prostoliniowym

2.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 2.2.1 wskazuje przykłady oddziaływań fundamentalnych
- 2.2.2 wyjaśnia znaczenie punktu przyłożenia siły
- 2.2.3 wyznacza graficznie siłę wypadkową dwóch sił
- 2.2.4 składa siły działające wzdłuż prostych równoległych
- 2.2.5 rozkłada siłę, np. siłę ciężkości na równi pochyłej, na składowe
- 2.2.6 rozróżnia siły wypadkową i równoważącą
- 2.2.7 opisuje ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona
- 2.2.8 opisuje ruch ciał, korzystając z drugiej zasady dynamiki Newtona
- 2.2.9 wymienia jednostki siły i opisuje ich związek z jednostkami podstawowymi
- 2.2.10 szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń; krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku
- 2.2.11 opisuje zachowanie ciał na podstawie trzeciej zasady dynamiki Newtona

- 2.2.12 rozwiązuje proste zadania problemowe, wskazując siły wzajemnego oddziaływania
- 2.2.13 rozróżnia tarcie toczne i tarcie poślizgowe
- 2.2.14 opisuje ruch ciał, posługując się pojęciem siła tarcia
- 2.2.15 wyjaśnia, kiedy występuje tarcie statyczne, a kiedy kinetyczne; opisuje rolę tarcia w przyrodzie i technice
- 2.2.16 wyznacza współczynnik tarcia: planuje doświadczenie, mierzy siłę, która działa podczas jednostajnego ciągnięcia pudełka przy różnej sile nacisku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, oblicza średnią wartość współczynnika tarcia, szacuje niepewność pomiaru, oblicza niepewność względną, wskazuje wielkości, których pomiar decydująco wpływa na niepewność wyniku
- 2.2.17 samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych)
- 2.2.18 oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu oraz wartość siły dośrodkowej (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)
- 2.2.19 przedstawia graficznie kierunek i zwrot siły bezwładności, znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercyjnego
- 2.2.20 wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał w układach inercjalnych i nieinercjalnych
- 2.2.21 opisuje ruch ciał w nieinercjalnych układach odniesienia, posługując się siłami bezwładności
- 2.2.22 wyjaśnia różnice między opisami ruchu ciał po okręgu w układach inercjalnych i nieinercjalnych
- 2.2.23 posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu ciał w układach nieinercjalnych
- 2.2.24 wskazuje urządzenia gospodarstwa domowego, w których wykorzystano działanie siły odśrodkowej

2.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 2.3.1 stosuje metodę dodawania wektorów (reguły równoległoboku lub trójkąta) do wyznaczania siły wypadkowej
- 2.3.2 wskazuje przykłady praktycznego wykorzystania umiejętności składania i rozkładania sił
- 2.3.3 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu
- 2.3.4 wyjaśnia (mikroskopowo), na czym polega występowanie sił tarcia
- 2.3.5 stosuje i zapisuje zasady dynamiki Newtona z uwzględnieniem sił tarcia
- 2.3.6 wskazuje – w życiu codziennym i w przyrodzie – jaka siła pełni rolę siły dośrodkowej w ruchu po okręgu
- 2.3.7 posługuje się pojęciem siła odśrodkowa i siła bezwładności; znając kierunek i zwrot przyspieszenia układu nieinercyjnego, przedstawia na rysunku kierunek i zwrot siły odśrodkowej
- 2.3.8 przedstawia własnymi słowami główne tezy artykułu popularnonaukowego

2.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 2.4.1 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; w obliczeniach stosuje drugą zasadę dynamiki i kinematyczne równania ruchu
- 2.4.2 rozwiązuje złożone zadania problemowe i doświadczalne dotyczące trzeciej zasady dynamiki Newtona
- 2.4.3 rozwiązuje trudne zadania obliczeniowe i problemowe z uwzględnieniem sił tarcia

- 2.4.4 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem jednostajnym po okręgu; w obliczeniach korzysta ze wzoru na siłę dośrodkową
- 2.4.5 podaje przykłady działania siły Coriolisa
- 2.4.6 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; wybiera układ odniesienia odpowiedni do opisu ruchu ciała

3 ENERGIA I PĘD

3.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 3.1.1 posługuje się pojęciami praca i moc
- 3.1.2 oblicza pracę siły na danej drodze, gdy na ciało działa stała siła, a ciało przemieszcza się w kierunku zgodnym z kierunkiem jej działania
- 3.1.3 wyjaśnia na wybranym przykładzie, że wykonanie pracy nad ciałem wpływa na jego energię
- 3.1.4 posługuje się pojęciem energia potencjalna; oblicza wartość energii potencjalnej
- 3.1.5 wyjaśnia, dlaczego energia potencjalna ciała zależy od przyjętego układu odniesienia
- 3.1.6 wymienia różne formy energii
- 3.1.7 wskazuje przykłady różnych form energii (korzysta z przykładów w podręczniku)
- 3.1.8 posługuje się pojęciem energia kinetyczna
- 3.1.9 stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej
- 3.1.10 posługuje się pojęciem pęd
- 3.1.11 wyjaśnia, od czego zależy zmiana pędu ciała
- 3.1.12 odróżnia zderzenia sprężyste od niesprężystych

3.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 3.2.1 oblicza pracę, gdy siła o stałej wartości działa niezgodnie z kierunkiem ruchu, a ciało porusza się po linii prostej
- 3.2.2 przedstawia jednostki pracy i mocy; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi
- 3.2.3 oblicza pracę stałej siły na podstawie wykresu zależności siły powodującej przemieszczenie od drogi
- 3.2.4 oblicza moc urządzeń mechanicznych
- 3.2.5 stosuje wzory na pracę i moc do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, zapisuje wynik obliczenia jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku
- 3.2.6 wyjaśnia, dlaczego praca wykonana nad ciałem w obecności siły grawitacji nie zależy od sposobu przemieszczenia, lecz od wysokości
- 3.2.7 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię potencjalną
- 3.2.8 oblicza pracę, jaką trzeba wykonać, aby – działając stałą siłą F – rozpędzić ciało od stanu spoczynku do danej prędkości v na drodze s
- 3.2.9 oblicza wartość energii kinetycznej
- 3.2.10 wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu
- 3.2.11 bada spadek swobodny; analizuje związane z nim przemiany energii
- 3.2.12 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na energię kinetyczną

- 3.2.13 oblicza moc urządzeń mechanicznych, uwzględniając ich sprawność
- 3.2.14 wykazuje doświadczalnie, od czego zależy współczynnik sprężystości sprężyn
- 3.2.15 opisuje warunki, w jakich można stosować prawo Hooke'a
- 3.2.16 przeprowadza doświadczenie związane z badaniem zależności siły odkształcającej sprężynę od wydłużenia sprężyny (opisuje doświadczenie, zapisuje w tabeli wyniki pomiarów)
- 3.2.17 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, wykorzystując zasadę zachowania energii mechanicznej; oblicza energię sprężystości ciała
- 3.2.18 przewiduje wynik doświadczenia na podstawie zasady zachowania pędu
- 3.2.19 wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzenia sprężystych i zjawiska odrzutu
- 3.2.20 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania pędu (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje jego realność)
- 3.2.21 stosuje zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń niesprężystych
- 3.2.22 wyznacza prędkość kul po zderzeniu, korzystając z podanych wzorów
- 3.2.23 stosuje zasady zachowania energii kinetycznej i zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych
- 3.2.24 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – proste zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń niesprężystych

3.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 3.3.1 przedstawia graficznie pracę siły zmiennej (za pomocą wykresu zależności siły od drogi); wyraża jej wartość jako sumę pól wszystkich prostokątów, gdy pole każdego z nich odpowiada drodze przebytej w bardzo krótkich chwilach ruchu
- 3.3.2 wyjaśnia na przykładach, że praca nie zależy od kształtu toru, lecz od przemieszczenia ciała
- 3.3.3 rysuje rozkład sił podczas przesuwania ciała w poziomie i po równi
- 3.3.4 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe z wykorzystaniem wzorów na pracę i moc
- 3.3.5 wyjaśnia, kiedy siła wykonuje pracę dodatnią, a kiedy ujemną; wskazuje sytuacje, w których praca jest równa zero
- 3.3.6 wykazuje, że praca nad ciałem wykonana przez siłę równoważącą siłę grawitacji jest równa przyrostowi energii potencjalnej ciała
- 3.3.7 stosuje pojęcia energia użyteczna i sprawność do rozwiązywania prostych zadań
- 3.3.8 analizuje – na wybranym przykładzie – przemiany jednego rodzaju energii w drugi; ilustruje je za pomocą diagramów i wykresów, korzystając z poglądowych ilustracji zamieszczonych w podręczniku
- 3.3.9 interpretuje wykres zmiany wydłużenia ciała stałego w zależności od przyłożonej siły
- 3.3.10 sporządza wykres zależności siły odkształcającej sprężynę od wydłużenia sprężyny (właściwie oznacza i opisuje osie, dobiera jednostkę, oznacza niepewność punktów pomiarowych); wykazuje, że pole pod wykresem liczbowo jest równe pracy potrzebnej do rozciągnięcia sprężyny
- 3.3.11 wyprowadza wzór na energię potencjalną sprężystości
- 3.3.12 analizuje przemiany energii (na wybranych przykładach)
- 3.3.13 interpretuje drugą zasadę dynamiki Newtona w postaci ogólnej
- 3.3.14 stosuje zasadę zachowania pędu do wyjaśniania zjawisk odrzutu i startu rakiet kosmicznych

- 3.3.15 analizuje zderzenia sprężyste ciał o różnej masie
- 3.3.16 wyjaśnia, dlaczego w przypadku zderzenia niesprężystego suma energii kinetycznych zderzających się kul przed zderzeniem jest większa niż po zderzeniu
- 3.3.17 posługuje się pojęciem zderzenia centralne skośne i czołowe
- 3.3.18 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanego tekstu popularnonaukowego

3.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 3.4.1 wykazuje, że praca wykonana nad ciałem przez stałą niezrównoważoną siłę jest równa przyrostowi energii kinetycznej ciała
- 3.4.2 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe dotyczące energii potencjalnej sprężystości, posługując się kalkulatorem i wykresem zależności siły od wydłużenia sprężyny
- 3.4.3 R rozwiązuje złożone zadania dotyczące ruchu ciał o zmiennej masie, np. rakiet
- 3.4.4 przeprowadza badanie zderzeń centralnych skośnych i czołowych kulek stalowych lub monet (wykonuje doświadczenia, opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski)
- 3.4.5 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe dotyczące zderzeń sprężystych

4 BRYŁA SZTYWNA

4.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 4.1.1 wyznacza doświadczalnie środek ciężkości płaskiego ciała zawieszzonego na nici
- 4.1.2 wskazuje (na wybranych przykładach) sposoby zwiększania stabilności ciała
- 4.1.3 wyjaśnia, kiedy bryła sztywna porusza się ruchem obrotowym jednostajnie przyspieszonym, a kiedy – ruchem obrotowym jednostajnie opóźnionym
- 4.1.4 definiuje moment pędu punktu materialnego
- 4.1.5 wskazuje analogie między wielkościami fizycznymi opisującymi dynamikę ruchu postępowego i obrotowego bryły

4.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 4.2.1 rozróżnia pojęcia punkt materialny i bryła sztywna; zna granice ich stosowalności
- 4.2.2 ocenia, czy dane ciało porusza się jedynie ruchem postępowym czy jednocześnie ruchem postępowym i obrotowym
- 4.2.3 opisuje ruch bryły sztywnej, stosując pojęcia prędkość kątowna, przyspieszenie kątowe, okres, częstotliwość
- 4.2.4 wyznacza środek masy bryły (samodzielnie wykonuje i opisuje doświadczenie, wyciąga wnioski)
- 4.2.5 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe (szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)
- 4.2.6 interpretuje i oblicza iloczyn wektorowy dwóch wektorów
- 4.2.7 oblicza momenty sił działające na ciało lub układ ciał (bryłę sztywną)
- 4.2.8 wykonuje obliczenia, wykorzystując warunek równowagi momentów sił
- 4.2.9 odróżnia energię potencjalną ciężkości ciała traktowanego jako punkt materialny od energii potencjalnej ciężkości ciała, którego wymiarów nie można pominąć; wyznacza energię potencjalną ciężkości tych ciał
- 4.2.10 rozróżnia pojęcia masa i moment bezwładności
- 4.2.11 oblicza bilans energii, uwzględniając energię kinetyczną ruchu obrotowego
- 4.2.12 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem wzorów na energię w ruchu obrotowym (rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)
- 4.2.13 opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez jej środek masy, uwzględniając prędkość kątową i przyspieszenie kątowe
- 4.2.14 analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił
- 4.2.15 przedstawia jednostki wielkości fizycznych związanych z mechaniką bryły sztywnej; opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi
- 4.2.16 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego (rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza proste obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)
- 4.2.17 oblicza moment pędu bryły sztywnej i układu ciał

- 4.2.18 analizuje ruch bryły wokół osi obrotu z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu
- 4.2.19 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem zasady zachowania momentu pędu (rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)

4.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 4.3.1 posługuje się pojęciem precesja
- 4.3.2 stosuje wzór na wyznaczanie środka masy bryły sztywnej
- 4.3.3 wyznacza środek masy układu ciał
- 4.3.4 analizuje równowagę brył sztywnych, kiedy siły działają w jednej płaszczyźnie (gdy siły i momenty się równoważą) – na podstawie pierwszej zasady dynamiki ruchu obrotowego
- 4.3.5 analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu siły
- 4.3.6 wskazuje sytuacje, w których równowaga bryły sztywnej decyduje o bezpieczeństwie (np. stabilność łodzi czy konstrukcji)
- 4.3.7 projektuje – korzystając z przykładów podanych w podręczniku – i przeprowadza doświadczenie ilustrujące tor ruchu środka masy
- 4.3.8 wyjaśnia, od czego zależy moment bezwładności bryły
- 4.3.9 analizuje złożony ruch bryły sztywnej (ruchy: postępowy i obrotowy)
- 4.3.10 oblicza energię całkowitą bryły (np. walca, kuli) obracającej się wokół osi przechodzącej przez środek jej masy
- 4.3.11 demonstruje na wybranym przykładzie zasadę zachowania momentu pędu (m.in. zjawisko odrzutu)
- 4.3.12 podaje przykłady wykorzystania zasady zachowania momentu pędu w sporcie, urządzeniach technicznych i we Wszechświecie

4.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 4.4.1 rozwiązuje złożone zadania związane z ruchem obrotowym bryły sztywnej (przeprowadza obliczenia za pomocą kalkulatora)
- 4.4.2 wyprowadza wzór na położenie środka masy
- 4.4.3 rozwiązuje – posługując się kalkulatorem – złożone zadania obliczeniowe; korzysta ze wzoru na moment siły
- 4.4.4 określa warunki równowagi ciała stojącego na podłożu
- 4.4.5 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, stosując wzory na energię w ruchu obrotowym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora)
- 4.4.6 bada doświadczalnie zależność przyspieszenia kąтового od momentu siły i momentu bezwładności (wykonuje doświadczenie z wahadłem Oberbecka ilustrujące jakościowy związek między prędkością kątową a momentem siły i momentem bezwładności; opisuje i analizuje wyniki, wyciąga wnioski z doświadczenia)
- 4.4.7 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz kinematycznego równania ruchu obrotowego (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora)
- 4.4.8 podaje przykłady wykorzystania efektu żyroskopowego w praktyce
- 4.4.9 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe z zastosowaniem uogólnionej drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego oraz zasady zachowania momentu pędu (przeprowadza złożone obliczenia za pomocą kalkulatora)
- 4.4.10 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe na poziomie maturalnym

5 RUCH DRGAJĄCY

5.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 5.1.1 wymienia i demonstruje przykłady ruchu drgającego (ruch ciężarka na sprężynie)
- 5.1.2 rejestruje ruch drgający ciężarka na sprężynie za pomocą kamery
- 5.1.3 sporządza wykres zależności położenia ciężarka od czasu
- 5.1.4 opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie; analizuje przemiany energii w tych ruchach
- 5.1.5 opisuje drgania, posługując się pojęciami amplitudy drgań, okresu i częstotliwości; wskazuje położenie równowagi i odczytuje amplitudę oraz okres z wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała; sporządza wykresy $x(t)$
- 5.1.6 posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej
- 5.1.7 opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciem siły; wyjaśnia, że siła powodująca ten ruch jest wprost proporcjonalna do wychylenia
- 5.1.8 posługuje się właściwościami funkcji trygonometrycznych sinus i cosinus do opisu ruchu harmonicznego
- 5.1.9 demonstruje drgania wahadła sprężynowego
- 5.1.10 opisuje ruch ciężarka na sprężynie
- 5.1.11 oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie
- 5.1.12 opisuje ruch wahadła matematycznego
- 5.1.13 planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, z pomocą nauczyciela lub korzystając z podręcznika; wybiera właściwe narzędzia pomiaru, mierzy czas, długość
- 5.1.14 analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie
- 5.1.15 stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu drgającego, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu
- 5.1.16 wyjaśnia, dlaczego drgania są zanikające, wskazuje przyczyny tłumienia drgań
- 5.1.17 demonstruje drgania tłumione
- 5.1.18 opisuje drgania wymuszone
- 5.1.19 demonstruje rezonans mechaniczny za pomocą wahadeł sprzężonych
- 5.1.20 wskazuje przykłady rezonansu mechanicznego, wyjaśnia jego znaczenie, np. w budownictwie

5.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 5.2.1 interpoluje (ocenia orientacyjnie) wartość pośrednią między danymi na podstawie tabeli i wykresu
- 5.2.2 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 5.2.3 analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych); podaje przykłady takiego ruchu
- 5.2.4 wyjaśnia, co to jest faza ruchu drgającego
- 5.2.5 interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu harmonicznym

- 5.2.6 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym
- 5.2.7 posługuje się modelem i równaniem oscylatora harmonicznego
- 5.2.8 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 5.2.9 wyjaśnia, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego
- 5.2.10 wyjaśnia, dlaczego wzór na okres drgań tego wahadła stosujemy dla małych wychyleń
- 5.2.11 oblicza okres drgań wahadła matematycznego
- 5.2.12 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła matematycznego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 5.2.13 rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego
- 5.2.14 analizuje zasadę zachowania energii oscylatora harmonicznego
- 5.2.15 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z zasadą zachowania energii (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 5.2.16 opisuje drgania wymuszone
- 5.2.17 opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach
- 5.2.18 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem drgającym wahadła sprężynowego, matematycznego oraz z zasadą zachowania energii, a w szczególności: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku

5.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 5.3.1 rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z ruchem drgającym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 5.3.2 rozwiązuje zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym
- 5.3.3 doświadczalnie bada zależność okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka i współczynnika sprężystości: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, formułuje wnioski
- 5.3.4 wyprowadza wzór na okres i częstotliwość drgań wahadła sprężynowego
- 5.3.5 stosuje równanie oscylatora harmonicznego do wyznaczania okresu drgań wahadła sprężynowego
- 5.3.6 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 5.3.7 wyznacza doświadczalnie przyspieszenie ziemskie za pomocą wahadła matematycznego: wykonuje pomiary i zapisuje wyniki w tabeli, opisuje i analizuje wyniki pomiarów, szacuje niepewności pomiarowe, oblicza wartość średnią przyspieszenia ziemskiego, oblicza niepewność względną
- 5.3.8 wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanej wartości przyspieszenia ziemskiego
- 5.3.9 bada zależność długości wahadła od kwadratu okresu drgań wahadła matematycznego: wykonuje pomiary okresu drgań wahadła dla różnych jego długości, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, wyciąga wniosek, wykonuje wykres zależności $l(T^2)$ (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), dopasowuje prostą $y = ax$ do wykresu, interpretuje wykres

- 5.3.10 rozwiązuje bardziej złożone typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego
- 5.3.11 stosuje funkcje trygonometryczne $\sin 2\alpha$ i $\cos 2\alpha$ do ilustracji energii potencjalnej i kinetycznej
- 5.3.12 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)

5.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 5.4.1 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe (problemowe) związane z ruchem drgającym (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem)
- 5.4.2 planuje i wykonuje doświadczenie obrazujące zależność między drganiami harmonicznymi a ruchem rzutu punktu poruszającego się po okręgu
- 5.4.3 wyprowadza wzory: $x(t)$, $v(t)$, $a(t)$
- 5.4.4 rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe oraz problemowe związane z ruchem harmonicznym
- 5.4.5 samodzielnie wykonuje poprawny wykres zależności okresu drgań wahadła sprężynowego od masy ciężarka (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych), interpretuje wykres, wykazuje słuszność wzoru:
- 5.4.6 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 5.4.7 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego
- 5.4.8 udowadnia spełnienie zasady zachowania energii, posługując się wzorami na energię potencjalną i kinetyczną oscylatora harmonicznego
- 5.4.9 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z zasadą zachowania energii (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem)
- 5.4.10 rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)

6 TERMODYNAMIKA

6.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 6.1.1 wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek a temperaturą
- 6.1.2 wymienia główne założenia kinetyczno–molekularnej teorii budowy materii
- 6.1.3 opisuje ruchy Browna oraz dyfuzję jako dowody ruchu cząsteczek
- 6.1.4 wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna
- 6.1.5 opisuje energię wewnętrzną w ujęciu mikroskopowym
- 6.1.6 posługuje się pojęciem średniej energii kinetycznej cząsteczek
- 6.1.7 wyjaśnia ogólnie podstawy kinetyczno–molekularnej teorii budowy materii
- 6.1.8 stosuje jednostki miary temperatury – kelwiny i stopnie Celsjusza; posługuje się zależnością między tymi jednostkami
- 6.1.9 stosuje wzór na średnią energię kinetyczną cząsteczek
- 6.1.10 opisuje zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji
- 6.1.11 rozwiązuje bardzo proste zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.1.12 posługuje się pojęciami: ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania
- 6.1.13 planuje pomiar ciepła właściwego cieczy, dobiera przyrządy, korzystając z podręcznika lub z pomocą nauczyciela
- 6.1.14 rozwiązuje z pomocą nauczyciela typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem
- 6.1.15 przedstawia własnymi słowami, z niewielką pomocą nauczyciela, główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego lub wybranych fragmentów podręcznika
- 6.1.16 opisuje efekt cieplarniany
- 6.1.17 omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej
- 6.1.18 analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła
- 6.1.19 stosuje pierwszą zasadę termodynamiki; odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła
- 6.1.20 z pomocą nauczyciela (lub korzystając z podręcznika) planuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, sporządza i analizuje wykresy
- 6.1.21 posługuje się pojęciem ciśnienia jako makroskopowej wielkości fizycznej
- 6.1.22 omawia założenia modelu gazu doskonałego
- 6.1.23 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste zadania związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.1.24 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe

- 6.1.25 rozróżnia przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną
- 6.1.26 opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną
- 6.1.27 stosuje poznane wzory dotyczące przemian gazu doskonałego do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych (z pomocą nauczyciela)
- 6.1.28 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.1.29 wymienia wielkości opisujące gaz
- 6.1.30 posługuje się pojęciem ciepła molowego przy stałym ciśnieniu i stałej objętości
- 6.1.31 oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę gazową
- 6.1.32 wyjaśnia, że praca jest wykonywana tylko wtedy, gdy zmienia się objętość gazu
- 6.1.33 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku

6.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 6.2.1 opisuje związek między temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną
- 6.2.2 wyjaśnia szczegółowo podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii
- 6.2.3 wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna substancji
- 6.2.4 interpretuje symulację obrazującą istotę ruchów Browna
- 6.2.5 planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania ciepła właściwego cieczy, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej
- 6.2.6 stosuje pojęcie ciepła właściwego; sporządza tabelę z wynikami pomiarów; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik mierzenia wielkości fizycznej; analizuje błędy pomiarów
- 6.2.7 rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.2.8 wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia (uwzględniając pojęcie cząsteczki)
- 6.2.9 wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego
- 6.2.10 wyjaśnia zależność temperatury wrzenia cieczy od ciśnienia atmosferycznego
- 6.2.11 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem
- 6.2.12 opisuje wpływ konwekcji na klimat na Ziemi
- 6.2.13 planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia ciepła topnienia lodu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej
- 6.2.14 analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii

- 6.2.15 stosuje poznane wzory do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych
- 6.2.16 rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.2.17 korzystając z podręcznika, wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy
- 6.2.18 planuje doświadczenie dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy
- 6.2.19 interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izobaryczną i izochoryczną
- 6.2.20 wyjaśnia założenia gazu doskonałego; stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu
- 6.2.21 wyjaśnia znaczenie pojęcia ciśnienia w ujęciu mikroskopowym, obrazuje graficznie ciśnienie w ujęciu mikroskopowym
- 6.2.22 interpretuje równanie stanu gazu doskonałego
- 6.2.23 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.2.24 opisuje przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną
- 6.2.25 interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izotermiczną i izobaryczną, uwzględniając kolejność przemian
- 6.2.26 oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i przemianie izobarycznej; oblicza pracę w przemianie izobarycznej
- 6.2.27 odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy
- 6.2.28 wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego
- 6.2.29 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem
- 6.2.30 interpretuje drugą zasadę termodynamiki
- 6.2.31 podaje różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki, uzasadnia ich równoważność
- 6.2.32 wskazuje kierunki procesów zachodzących w przyrodzie
- 6.2.33 przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego (np. dotyczącego zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie) lub fragmentów podręcznika (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi

6.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 6.3.1 rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, stosując pierwszą zasadę termodynamiki
- 6.3.2 wygłasza referat na temat występowania zjawisk cieplnych w przyrodzie, omawia mechanizm ich powstawania
- 6.3.3 wyjaśnia, dlaczego ciepło właściwe substancji nie zależy od jej masy

- 6.3.4 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując wzory na bilans cieplny (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 6.3.5 wyznacza doświadczalnie ciepło właściwe cieczy, opracowuje wyniki pomiarów
- 6.3.6 rozwiązuje złożone (wymagające zastosowania kilku wzorów lub zależności), ale typowe zadania obliczeniowe dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.3.7 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem
- 6.3.8 wykonuje eksperyment obrazujący zjawiska fizyczne dotyczące ciepła (np. efekt cieplarniany)
- 6.3.9 planuje samodzielnie doświadczenia dotyczące przemian gazu, proponuje sposoby przedstawienia i analizy wyników
- 6.3.10 wyprowadza równanie stanu gazu doskonałego
- 6.3.11 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.3.12 wyjaśnia zależność między C_p a C_V
- 6.3.13 oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianie izochorycznej i izobarycznej
- 6.3.14 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: analizuje treść zadań rachunkowych, rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem
- 6.3.15 zapisuje pierwszą zasadę termodynamiki w przypadku przemian: izotermicznej (izotermiczne sprężanie i rozprężanie gazu), izochorycznej, izobarycznej (ogrzewanie i oziębianie izobaryczne), adiabatycznej (sprężanie adiabatyczne)
- 6.3.16 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.3.17 opisuje i analizuje przemiany energii w silnikach cieplnych i pompach ciepła
- 6.3.18 rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje wykres ilustrujący cykl, oblicza sprawność silników cieplnych na podstawie wymienionego ciepła i wykonanej pracy
- 6.3.19 wyjaśnia na przykładach statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki
- 6.3.20 przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego o przeciętnym stopniu trudności (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno- -komunikacyjnymi
- 6.3.21 przedstawia ogólną zasadę działania silnika cieplnego
- 6.3.22 korzysta ze wzoru na sprawność idealnego silnika Carnota, stosuje ten wzór do szacowania sprawności silników rzeczywistych
- 6.3.23 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.3.24 rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje i opisuje przedstawione cykle termodynamiczne

- 6.3.25 oblicza sprawność silników cieplnych, opierając się na wymienianym ciepłe i wykonanej pracy
- 6.3.26 podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i wykorzystuje go w zadaniach
- 6.3.27 opisuje działanie silników spalinowych (czterosuwowych lub dwusuwowych), benzynowego i Diesla
- 6.3.28 wyjaśnia i opisuje cykl Otta jako przykład pracy silnika cieplnego
- 6.3.29 podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i stosuje go do rozwiązywania zadań

6.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 6.4.1 rozwiązuje nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując równanie bilansu cieplnego
- 6.4.2 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania obliczeniowe i problemowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące przepływu energii: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.4.3 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku, a na tej podstawie ocenia wartości obliczanych wielkości fizycznych, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem
- 6.4.4 interpretuje artykuł dotyczący zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie w postaci pisemnej lub ustnej; wykonuje model danego zjawiska (lub plakat), stosując dowolną technikę
- 6.4.5 samodzielnie planuje i wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, dobiera przyrządy, ocenia metodę pomiaru, proponuje sposoby jej udoskonalenia, projektuje, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy
- 6.4.6 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.4.7 rozwiązuje nietypowe zadania o podwyższonym stopniu trudności związane z ciepłem przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku; interpretuje wykresy
- 6.4.8 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe dotyczące pierwszej zasady termodynamiki i przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 6.4.9 rozwiązuje zadania związane z drugą zasadą termodynamiki, wykazuje wysoką umiejętność pracy zespołowej
- 6.4.10 przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego o wysokim stopniu trudności dotyczącego procesów cieplnych występujących w przyrodzie i technice (selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje); prezentuje przed całą klasą jego założenia, posługując się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi

7 GRAWITACJA

7.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 7.1.1 interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciężenia dla mas punktowych
- 7.1.2 uzasadnia uniwersalność prawa powszechnego ciężenia
- 7.1.3 wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi
- 7.1.4 rozróżnia pojęcia siły grawitacji i ciężaru
- 7.1.5 wyznacza masę Ziemi, znając wartości okresu obiegu i promienia
- 7.1.6 wykorzystuje prawo powszechnego ciężenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi
- 7.1.7 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciężenia (z pomocą nauczyciela): rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.1.8 wskazuje położenie Słońca i planet na orbicie o kształcie elipsy
- 7.1.9 podaje treść pierwszego i drugiego prawa Keplera
- 7.1.10 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera z pomocą nauczyciela, posługując się kalkulatorem: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.1.11 rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego
- 7.1.12 interpretuje graficznie pojęcie pola grawitacyjnego
- 7.1.13 stosuje pojęcie drugiej prędkości kosmicznej; oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich
- 7.1.14 posługuje się pojęciami energii potencjalnej grawitacji i potencjału grawitacyjnego

7.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 7.2.1 doświadczalnie bada, od czego zależy przyspieszenie ziemskie: opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski
- 7.2.2 wyjaśnia, jak wyznaczono stałą grawitacyjną G
- 7.2.3 wyprowadza wzór na przyspieszenie grawitacyjne dla różnych planet i Ziemi
- 7.2.4 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciężenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.2.5 oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity
- 7.2.6 rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera
- 7.2.7 podaje i stosuje trzecie prawo Keplera; przedstawia związek odkryć Mikołaja Kopernika z osiągnięciami Jana Keplera
- 7.2.8 przedstawia krzywe obrazujące toru ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji

- 7.2.9 oblicza okresy obiegu planet i wielkie półosie ich orbit, wykorzystując trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych
- 7.2.10 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 7.2.11 wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem
- 7.2.12 charakteryzując pole centralne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego
- 7.2.13 oblicza wartość i kierunek natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz kuli (ciała sferycznie symetrycznego)
- 7.2.14 stosuje wzór na natężenie pola przy powierzchni Ziemi; charakteryzując pole jednorodne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego
- 7.2.15 wyjaśnia znaczenie pojęć przyspieszenia grawitacyjnego i natężenia pola grawitacyjnego
- 7.2.16 stosuje zasadę superpozycji pola grawitacyjnego
- 7.2.17 oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej
- 7.2.18 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.2.19 oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej
- 7.2.20 wyjaśnia przyczynę powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i od Słońca

7.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 7.3.1 rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciążenia
- 7.3.2 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.3.3 oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity
- 7.3.4 rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera
- 7.3.5 interpretuje obraz linii pola grawitacyjnego kilku kulistych ciał
- 7.3.6 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności dotyczące pracy w polu grawitacyjnym: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.3.7 oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej
- 7.3.8 wyprowadza wzór opisujący trzecie prawo Keplera
- 7.3.9 rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera
- 7.3.10 sporządza wykres zależności natężenia pola od odległości od środka ciała sferycznie symetrycznego (kuli)
- 7.3.11 opisuje pole grawitacyjne ciała o symetrii kulistej na podstawie wykresu $y(x)$; odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych

- 7.3.12 rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.3.13 rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące sił pływowych: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje prawdopodobieństwo

7.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 7.4.1 rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciążenia
- 7.4.2 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku
- 7.4.3 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 7.4.4 przedstawia wektorowy zapis prawa grawitacji, stosując rachunek wektorowy
- 7.4.5 wyprowadza wzór na pracę w centralnym polu grawitacyjnym
- 7.4.6 rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z wyznaczaniem energii potencjalnej ciała w polu grawitacyjnym, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)
- 7.4.7 rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane m.in. z wyznaczaniem wartości siły pływowej: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku

8 POLE ELEKTRYCZNE

8.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 8.1.1 opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów
- 8.1.2 opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych
- 8.1.3 odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady jednych i drugich
- 8.1.4 stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego
- 8.1.5 posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (ładunku elementarnego)
- 8.1.6 demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie i dotyk oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych
- 8.1.7 podaje treść prawa Coulomba
- 8.1.8 posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego, podaje jego własności
- 8.1.9 posługuje się pojęciem linii pola elektrostatycznego
- 8.1.10 opisuje rozkład ładunku w przewodniku
- 8.1.11 opisuje siły działające na ładunek elektryczny poruszający się w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym
- 8.1.12 opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową równoległą do wektora natężenia pola
- 8.1.13 posługuje się pojęciem pojemności kondensatora, podaje sens fizyczny pojemności i jej jednostki
- 8.1.14 wymienia rodzaje kondensatorów i wskazuje ich zastosowania
- 8.1.15 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba oraz kondensatorami: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku

8.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 8.2.1 wyjaśnia działanie elektroskopu
- 8.2.2 wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego
- 8.2.3 bada zjawiska elektryzowania ciał oraz oddziaływania ciał naładowanych
- 8.2.4 demonstruje elektryzowanie przez indukcję
- 8.2.5 bada, od czego i jak zależy siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych jednoimiennie i różnoimiennie
- 8.2.6 interpretuje zależność siły Coulomba od wartości ładunków naelektryzowanych ciał i odległości między tymi ciałami
- 8.2.7 wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi
- 8.2.8 porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice
- 8.2.9 posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, podaje definicję (wzór) i jednostkę
- 8.2.10 oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego
- 8.2.11 analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków
- 8.2.12 przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola

- 8.2.13 rozróżnia pola elektrostatyczne centralne i jednorodne (charakteryzuje te pola, rysuje ich linie)
- 8.2.14 wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego
- 8.2.15 charakteryzuje pole między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami
- 8.2.16 charakteryzuje energię potencjalną w centralnym polu elektrycznym
- 8.2.17 definiuje potencjał pola elektrycznego i jego jednostkę, posługuje się pojęciem różnicy potencjałów (napięciem elektrycznym)
- 8.2.18 definiuje 1 eV oraz przelicza energię z elektronowoltów na dżule i odwrotnie
- 8.2.19 wyjaśnia działanie klatki Faradaya
- 8.2.20 opisuje pole elektryczne dwóch połączonych metalowych kul
- 8.2.21 opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku oraz zjawisko ekranowania pola
- 8.2.22 analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym, wyjaśnia pojęcie akceleratora liniowego
- 8.2.23 opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową prostopadłą do natężenia pola
- 8.2.24 opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami
- 8.2.25 oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne
- 8.2.26 podaje wzór na pojemność kondensatora płaskiego
- 8.2.27 oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora i zgromadzoną w nim energię
- 8.2.28 rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - prawem Coulomba
 - polem elektrostatycznym
 - energią elektrostatyczną i napięciem
 - rozkładem ładunków w przewodniku
 - ruchem ładunków w polu elektrostatycznym
 - kondensatorem

8.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 8.3.1 wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez indukcję, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego
- 8.3.2 przygotowuje i przedstawia referat lub prezentację multimedialną na temat zjawisk elektrostatycznych i ich zastosowań, np. kserografu, drukarki laserowej
- 8.3.3 demonstruje i wyjaśnia oddziaływanie ciał naelektryzowanych z ciałami nienaelektryzowanymi
- 8.3.4 wyjaśnia zależność siły elektrycznej od ośrodka, posługując się pojęciem przenikalności elektrycznej
- 8.3.5 doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego
- 8.3.6 charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków, przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól, stosuje zasadę superpozycji pól
- 8.3.7 stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu ładunków, zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków
- 8.3.8 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania sił elektrostatycznych (np. w elektrofiltrach)
- 8.3.9 porównuje energię potencjalną w jednorodnym polu elektrycznym i grawitacyjnym
- 8.3.10 przedstawia graficznie i interpretuje zależność energii potencjalnej ładunku próbnego w polu elektrycznym od odległości od źródła
- 8.3.11 określa potencjał w polu centralnym i jednorodnym oraz związek natężenia pola z różnicą potencjałów
- 8.3.12 oblicza elektrostatyczną energię potencjalną i potencjał elektryczny
- 8.3.13 demonstruje działanie klatki Faradaya

- 8.3.14 bada wpływ przewodników z ostrzem na pole elektryczne
- 8.3.15 wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu
- 8.3.16 porównuje (wskazuje podobieństwa i różnice) ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym i ruch ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym
- 8.3.17 bada doświadczalnie pole kondensatora
- 8.3.18 wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego
- 8.3.19 wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora
- 8.3.20 uczestniczy w dyskusji na temat: Jak można magazynować energię elektryczną i w jakim celu się to czyni
- 8.3.21 rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - prawem Coulomba
 - polem elektrostatycznym
 - energią elektrostatyczną i napięciem
 - rozkładem ładunków w przewodniku
 - ruchem ładunków w polu elektrostatycznym
 - kondensatorem

8.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 8.4.1 wyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności
- 8.4.2 podaje i interpretuje wektorową postać prawa Coulomba
- 8.4.3 wykazuje związek natężenia pola z różnicą potencjałów (wyprowadza wzór)
- 8.4.4 wyjaśnia działanie generatora Van de Graaffa
- 8.4.5 przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie, czy pojemność kondensatora zależy od jego cech geometrycznych (pola powierzchni płyt i odległości między nimi) i obecności dielektryka
- 8.4.6 realizuje projekt: Generator Kelvina
- 8.4.7 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z:
 - prawem Coulomba
 - polem elektrostatycznym i superpozycją pól
 - energią elektrostatyczną i napięciem
 - rozkładem ładunków w przewodniku
 - ruchem ładunków w polu elektrostatycznym
 - kondensatorem

9 PRĄD STAŁY

9.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 9.1.1 posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego
- 9.1.2 wskazuje przyczynę przepływu prądu elektrycznego
- 9.1.3 określa umowny kierunek przepływu prądu elektrycznego
- 9.1.4 wymienia podstawowe elementy obwodu elektrycznego i wskazuje ich symbole (wymagana jest znajomość symboli następujących elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz)
- 9.1.5 buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy
- 9.1.6 rozróżnia połączenia szeregowe i równoległe
- 9.1.7 wskazuje przykłady zastosowania połączenia szeregowego
- 9.1.8 odróżnia woltomierz od amperomierza, wybiera właściwe narzędzie pomiaru napięcia elektrycznego i natężenia prądu, wskazując sposób podłączenia do obwodu
- 9.1.9 posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej
- 9.1.10 określa i uzasadnia zależność natężenia prądu w przewodniku od przyłożonego napięcia, posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego
- 9.1.11 posługuje się pojęciem oporu elektrycznego i opornika
- 9.1.12 opisuje połączenie szeregowe i równoległe oporników, rysuje schematy tych połączeń
- 9.1.13 posługuje się pojęciem oporu zastępczego układu oporników połączonych szeregowo lub równoległe
- 9.1.14 posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego
- 9.1.15 przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodziny
- 9.1.16 wymienia formy energii, na jakie zamieniana jest energia elektryczna
- 9.1.17 stosuje wzory na pracę i moc prądu elektrycznego
- 9.1.18 wskazuje różne źródła napięcia
- 9.1.19 buduje proste ogniwo i bada jego właściwości
- 9.1.20 wskazuje zastosowania praw Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych
- 9.1.21 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - przepływem prądu w przewodnikach
 - obwodami elektrycznymi
 - prawem Ohma
 - łączeniem oporników
 - zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika
 - pracą i mocą prądu elektrycznego
 - prawem Ohma dla obwodu zamkniętego
 - wykorzystaniem praw Kirchhoffa

9.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 9.2.1 bada doświadczalnie i opisuje przepływ prądu w cieczech i gazach
- 9.2.2 stosuje pierwsze prawo Kirchhoffa, podaje, że jest ono konsekwencją zasady zachowania ładunku elektrycznego
- 9.2.3 uzasadnia sposób podłączenia do obwodu woltomierza i amperomierza
- 9.2.4 posługuje się woltomierzem, amperomierzem i miernikiem uniwersalnym
- 9.2.5 zapisuje wynik pomiaru napięcia i natężenia miernikiem analogowym wraz z niepewnością pomiarową (uwzględniając klasę miernika)
- 9.2.6 określa niepewność pomiaru miernikiem cyfrowym
- 9.2.7 opisuje działanie i zastosowanie potencjometru
- 9.2.8 stosuje i interpretuje prawo Ohma, wskazując jego ograniczenia
- 9.2.9 doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla opornika i analizuje wyniki pomiarów
- 9.2.10 rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma z uwzględnieniem niepewności pomiarowych
- 9.2.11 oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle
- 9.2.12 wyjaśnia, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego
- 9.2.13 doświadczalnie bada, od czego i jak zależy opór elektryczny przewodnika (opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, wyciąga wnioski)
- 9.2.14 posługuje się pojęciem oporu właściwego, podając jego sens fizyczny i jednostkę
- 9.2.15 oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne
- 9.2.16 opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników
- 9.2.17 opisuje przemiany energii podczas przepływu prądu elektrycznego
- 9.2.18 oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze
- 9.2.19 doświadczalnie bada napięcie między biegunami ogniwa (baterii)
- 9.2.20 wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej (SEM) ogniwa i oporu wewnętrznego
- 9.2.21 określa SEM ogniwa jako energię przypadającą na ładunek, wskazuje różnicę między SEM a napięciem
- 9.2.22 stosuje prawo Ohma dla obwodu zamkniętego
- 9.2.23 podaje II prawo Kirchhoffa
- 9.2.24 stosuje prawa Kirchhoffa w obliczeniach dotyczących obwodów elektrycznych
- 9.2.25 rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - przepływem prądu w przewodnikach
 - obwodami elektrycznymi
 - prawem Ohma
 - łączeniem oporników
 - zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika
 - pracą i mocą prądu elektrycznego
 - prawem Ohma dla obwodu zamkniętego
 - wykorzystaniem praw Kirchhoffa

9.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 9.3.1 podaje przykłady wykorzystania prądu elektrycznego przez zwierzęta wodne
- 9.3.2 Rposługuje się pojęciami galwanizacji i elektrolizy
- 9.3.3 Rwyjaśnia zjawiska chemiczne wywołane przez przepływ prądu elektrycznego w roztworach
- 9.3.4 analizuje połączenia szeregowo i równoległe
- 9.3.5 buduje złożone obwody elektryczne według zadanego schematu, mierzy napięcie i natężenie oraz zapisuje wyniki pomiarów wraz z niepewnościami
- 9.3.6 przedstawia graficznie zależność $I(U)$ dla danego opornika, wskazując jej ograniczenia
- 9.3.7 bada doświadczalnie, czy odbiornik energii elektrycznej spełnia prawo Ohma, i analizuje wyniki pomiarów
- 9.3.8 wyprowadza wzór na opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równoległe
- 9.3.9 posługuje się złożonymi schematami mieszanych połączeń oporników, oblicza opór zastępczy układu, sprowadzając go do połączeń szeregowych i równoległych
- 9.3.10 wyjaśnia wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników, wykorzystując mikroskopowy model przewodnictwa elektrycznego
- 9.3.11 doświadczalnie bada zależność $I(U)$ dla żarówki: opisuje i analizuje wyniki, wyznacza i interpretuje charakterystykę prądowo-napięciową – wykres zależności $I(U)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, wyciąga wnioski
- 9.3.12 opisuje zależność oporu od temperatury dla różnych substancji, podaje przykłady wykorzystania tej zależności w praktyce
- 9.3.13 bada doświadczalnie i analizuje zależność mocy urządzenia od jego oporu
- 9.3.14 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat wykorzystania energii elektrycznej
- 9.3.15 opisuje budowę ogniw, wyjaśnia ich działanie, wskazując zastosowania i ograniczenia
- 9.3.16 doświadczalnie wyznacza SEM i opór wewnętrzny ogniwa lub baterii: buduje obwód elektryczny, wykonuje pomiary, analizuje wyniki, wykonuje wykres $U(I)$ z uwzględnieniem niepewności pomiarowych, podaje jego współczynnik kierunkowy, wyciąga wnioski
- 9.3.17 interpretuje wykres zależności $U(I)$ dla ogniwa w obwodzie zamkniętym, wyjaśnia, dlaczego przy otwartym obwodzie woltomierz włączony równoległe do źródła napięcia (ogniwa) wskazuje wartość maksymalną równą SEM ogniwa
- 9.3.18 analizuje złożone obwody elektryczne, np. obwód zawierający dwa źródła SEM i odbiornik energii elektrycznej, stosując reguły dotyczące znaków źródeł SEM i spadków napięć na oporach zewnętrznych i wewnętrznych
- 9.3.19 rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - przepływem prądu w przewodnikach
 - chemicznymi efektami przepływu prądu
 - obwodami elektrycznymi
 - prawem Ohma
 - łączeniem oporników
 - zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika
 - pracą i mocą prądu elektrycznego
 - prawem Ohma dla obwodu zamkniętego
 - wykorzystaniem praw Kirchhoffa

9.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

9.4.1 bada doświadczalnie i opisuje zjawisko galwanizacji

9.4.2 bada doświadczalnie i opisuje zjawisko elektrolizy wody

9.4.3 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:

- przepływem prądu w przewodnikach
- chemicznymi efektami przepływu prądu
- obwodami elektrycznymi
- prawem Ohma
- łączeniem oporników
- zależnością oporu od wymiarów i rodzaju przewodnika
- pracą i mocą prądu elektrycznego
- prawem Ohma dla obwodu zamkniętego
- wykorzystaniem praw Kirchhoffa

10 POLE MAGNETYCZNE

10.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 10.1.1 nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi
- 10.1.2 opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu
- 10.1.3 opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną
- 10.1.4 posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej, określa jednostkę indukcji magnetycznej
- 10.1.5 wskazuje siłę Lorentza i traktuje ją jako siłę dośrodkową
- 10.1.6 rozróżnia ferro-, para- i diamagnetyki
- 10.1.7 opisuje wpływ różnych materiałów na pole magnetyczne
- 10.1.8 opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie
- 10.1.9 doświadczalnie demonstruje działanie siły elektrodynamicznej
- 10.1.10 opisuje pole magnetyczne wytwarzane przez przewodnik liniowy, pętlę i zwojnicę
- 10.1.11 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - siłą Lorentza
 - ruchem ładunku w polu magnetycznym
 - siłą elektrodynamiczną
 - indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem

10.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 10.2.1 wyjaśnia pojęcia pola magnetycznego, linii pola magnetycznego oraz posługuje się tymi pojęciami
- 10.2.2 doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych, wyznacza zwrot linii pola magnetycznego za pomocą kompasu
- 10.2.3 szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych
- 10.2.4 doświadczalnie bada kształt linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)
- 10.2.5 szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica)
- 10.2.6 wyznacza zwrot linii pola magnetycznego wokół prostego przewodnika za pomocą reguły prawej dłoni
- 10.2.7 wyznacza wartość, kierunek i zwrot siły Lorentza
- 10.2.8 opisuje pole magnetyczne za pomocą wektora indukcji magnetycznej
- 10.2.9 analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym
- 10.2.10 wyznacza promień okręgu, po którym porusza się naładowana cząstka w polu magnetycznym
- 10.2.11 wyznacza okres obiegu cząstki obdarzonej ładunkiem w polu magnetycznym
- 10.2.12 interpretuje i uzasadnia wzory na promień okręgu i okres obiegu naładowanej cząstki w polu magnetycznym
- 10.2.13 posługuje się pojęciem przenikalności magnetycznej substancji

- 10.2.14 opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych
- 10.2.15 buduje elektromagnes i doświadczalnie bada jego właściwości
- 10.2.16 podaje przykłady zastosowań elektromagnesów
- 10.2.17 analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym
- 10.2.18 oblicza wartość oraz wyznacza kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej
- 10.2.19 oblicza wektor (wartość) indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodnik z prądem (przewodnik liniowy, pętlę, zwojnicę)
- 10.2.20 opisuje oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd
- 10.2.21 rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - siłą Lorentza
 - ruchem ładunku w polu magnetycznym
 - siłą elektrodynamiczną
 - indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem

10.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 10.3.1 opisuje pole magnetyczne Ziemi
- 10.3.2 buduje kompas inklinacyjny i wykorzystuje go do pomiaru inklinacji magnetycznej
- 10.3.3 określa zwrot linii pola magnetycznego wytwarzanego przez pętlę i zwojnicę, określa bieguny zwojnicy
- 10.3.4 stosuje regułę prawej dłoni w zadaniach dotyczących pola magnetycznego wytwarzanego przez ruch ładunków
- 10.3.5 doświadczalnie bada siłę działającą na poruszający się ładunek
- 10.3.6 wyjaśnia naturę siły magnetycznej
- 10.3.7 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia:
- 10.3.8 główne tezy artykułu na temat pola magnetycznego
- 10.3.9 referat na temat pól magnetycznych w przyrodzie i technice
- 10.3.10 szkicuje tor i opisuje ruch cząstki obdarzonej ładunkiem, gdy wektor prędkości początkowej nie jest ani równoległy, ani prostopadły do linii pola magnetycznego
- 10.3.11 wyjaśnia zjawisko powstawania zorzy polarnej
- 10.3.12 wyjaśnia właściwości ferromagnetyków i wyniki doświadczeń z wykorzystaniem wiedzy o domenach magnetycznych
- 10.3.13 stosuje podział materiałów na magnetyki, paramagnetyki i ferromagnetyki oraz wymienia przykłady tych substancji
- 10.3.14 wyprowadza wzór na siłę elektrodynamiczną
- 10.3.15 doświadczalnie bada oddziaływanie przewodników, w których płynie prąd
- 10.3.16 wyprowadza wzór na siłę wzajemnego oddziaływania przewodników z prądem i na tej podstawie podaje definicję ampera
- 10.3.17 rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe (o podwyższonym stopniu trudności) zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - siłą Lorentza
 - ruchem ładunku w polu magnetycznym
 - siłą elektrodynamiczną
 - indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem

10.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 10.4.1 posługuje się pojęciem energii potencjalnej w polu magnetycznym
- 10.4.2 dowodzi doświadczalnie, że pole magnetyczne występuje także wewnątrz magnesu
- 10.4.3 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat praktycznego wykorzystania pola magnetycznego, np. dotyczący badań cząstek elementarnych w komorze pęcherzykowej, cyklotronie
- 10.4.4 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) – przedstawia referat na temat wykorzystania elektromagnesów, pamięci magnetycznej
- 10.4.5 analizuje ruch elektronów w rurze próżniowej w różnych układach odniesienia
- 10.4.6 realizuje projekt: Działo magnetyczne
- 10.4.7 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:
 - siłą Lorentza
 - ruchem ładunku w polu magnetycznym
 - siłą elektrodynamiczną
 - indukcją magnetyczną pola wokół przewodnika z prądem

11 INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA I PRĄD PRZEMIENNY

11.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 11.1.1 wyjaśnia, na czym polega i kiedy zachodzi zjawisko indukcji elektromagnetycznej
- 11.1.2 podaje różnicę między indukcją elektromagnetyczną a indukcją magnetyczną (rozróżnia te pojęcia)
- 11.1.3 podaje treść i zastosowanie reguły Lenza
- 11.1.4 posługuje się pojęciem strumienia indukcji magnetycznej
- 11.1.5 posługuje się pojęciami napięcia przemiennego i prądu przemiennego
- 11.1.6 podaje warunki, jakie muszą być spełnione, aby wytworzyć napięcie przemiennie
- 11.1.7 opisuje zmiany strumienia indukcji magnetycznej przechodzącego przez powierzchnię ramki podczas jej obracania
- 11.1.8 rozróżnia wartości chwilowe, maksymalne i skuteczne napięcia i natężenia prądu
- 11.1.9 opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego
- 11.1.10 opisuje zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji oraz ich znaczenie w urządzeniach elektrycznych
- 11.1.11 doświadczalnie bada (demonstruje) właściwości diody
- 11.1.12 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody

11.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 11.2.1 doświadczalnie bada zjawisko indukcji elektromagnetycznej (wytwarza prąd indukcyjny) pod kierunkiem nauczyciela
- 11.2.2 doświadczalnie bada kierunek przepływu prądu indukcyjnego (opisuje przebieg doświadczenia, wyciąga wnioski)
- 11.2.3 stosuje regułę Lenza do określenia kierunku prądu indukcyjnego
- 11.2.4 analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym
- 11.2.5 oblicza strumień indukcji magnetycznej przechodzący przez powierzchnię
- 11.2.6 analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym
- 11.2.7 oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej (stosuje prawo Faradaya)
- 11.2.8 opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne)
- 11.2.9 oblicza wartości skuteczne i maksymalne napięcia i natężenia prądu
- 11.2.10 określa SEM prądnicy
- 11.2.11 opisuje budowę i zasadę działania silnika uniwersalnego, wskazuje jego zastosowanie
- 11.2.12 opisuje budowę i zasadę działania prądnicy
- 11.2.13 rozróżnia generatory SEM

- 11.2.14 opisuje budowę i zasadę działania transformatora, podaje przykłady zastosowania transformatorów
- 11.2.15 stosuje związek między napięciami w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym (równanie transformatora)
- 11.2.16 stosuje wzór na SEM samoindukcji, posługuje się pojęciem indukcyjności
- 11.2.17 opisuje działanie diody jako prostownika
- 11.2.18 doświadczalnie demonstruje działanie diody świecącej i opisuje jej zastosowania
- 11.2.19 rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody

11.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 11.3.1 uzasadnia, że reguła Lenza wynika z zasady zachowania energii
- 11.3.2 opisuje budowę i zasadę działania mikrofonu i głośnika
- 11.3.3 wyprowadza wzór na siłę elektromotoryczną indukcji
- 11.3.4 interpretuje prawo Faradaya w postaci ilościowej
- 11.3.5 szkicuje i opisuje wykres zależności napięcia od czasu w sieci prądu przemiennego
- 11.3.6 doświadczalnie bada napięcie skuteczne
- 11.3.7 opisuje budowę i zasadę działania silnika indukcyjnego, wskazuje jego zastosowanie
- 11.3.8 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat:
 - Zastosowanie prądu przemiennego
 - Prąd przemienny trójfazowy
 - Wykorzystanie silników elektrycznych i prądnic
- 11.3.9 pod kierunkiem nauczyciela doświadczalnie bada zjawiska indukcji wzajemnej i samoindukcji
- 11.3.10 uzasadnia równanie transformatora, posługuje się pojęciem sprawności transformatora
- 11.3.11 opisuje przesyłanie energii elektrycznej
- 11.3.12 uzasadnia wzór na SEM samoindukcji
- 11.3.13 opisuje działanie i zastosowanie mostka prostowniczego
- 11.3.14 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) dotyczących indukcji elektromagnetycznej, np. artykułu na temat: Dynamo we wnętrzu Ziemi
- 11.3.15 rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody

11.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 11.4.1 podaje i opisuje przykłady występowania i wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej (np. prądy wirowe, kuchenka indukcyjna, lewitacja)
- 11.4.2 projektuje, wykonuje i opisuje doświadczenia związane ze zjawiskiem indukcji elektromagnetycznej

- 11.4.3 wyprowadza wzór opisujący zmiany napięcia przemiennego
- 11.4.4 interpretuje za pomocą wykresu pracę prądu przemiennego
- 11.4.5 buduje działający model silnika elektrycznego
- 11.4.6 buduje i bada doświadczalnie układy prostownicze
- 11.4.7 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: indukcją elektromagnetyczną, prądem przemiennym, silnikiem elektrycznym i prądnicą, zjawiskami indukcji wzajemnej i samoindukcji, obwodami zawierającymi diody

12 FALE ELEKTROMAGNETYCZNE I OPTYKA

12.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 12.1.1 porównuje (wymienia cechy wspólne i różnice) rozchodzenie się fal mechanicznych i elektromagnetycznych
- 12.1.2 nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania
- 12.1.3 wyjaśnia, na czym polega dyfrakcja i interferencja fal, podaje zasadę Huygensa
- 12.1.4 rozróżnia optykę geometryczną i falową
- 12.1.5 podaje warunki wzmocnienia i wygaszenia fal w wyniku interferencji
- 12.1.6 posługuje się pojęciami: siatka dyfrakcyjna, stała siatki dyfrakcyjnej
- 12.1.7 wskazuje zastosowanie siatki dyfrakcyjnej (w tym siatki odbiciowej – płyty CD lub DVD) do wyznaczenia długości fali świetlnej
- 12.1.8 podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji
- 12.1.9 opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania
- 12.1.10 stosuje zasadę odwracalności biegu promienia światła
- 12.1.11 demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo)
- 12.1.12 opisuje falę elektromagnetyczną jako falę poprzeczną
- 12.1.13 opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne
- 12.1.14 odróżnia częściowe wewnętrzne odbicie światła od całkowitego wewnętrznego odbicia, posługuje się pojęciem kąta granicznego
- 12.1.15 rozróżnia soczewki skupiające i rozpraszające
- 12.1.16 opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej
- 12.1.17 wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu
- 12.1.18 rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone
- 12.1.19 wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu
- 12.1.20 wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia
- 12.1.21 opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej
- 12.1.22 wymienia podstawowe przyrządy optyczne
- 12.1.23 podaje różnicę między światłem spolaryzowanym i niespolaryzowanym
- 12.1.24 posługuje się pojęciami: filtry polaryzacyjne (polaryzatory) oraz wskazuje ich zastosowania
- 12.1.25 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła

12.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 12.2.1 wyjaśnia, jak powstaje i rozchodzi się fala elektromagnetyczna
- 12.2.2 określa prędkość fal elektromagnetycznych w próżni (podaje wzór na jej obliczenie)
- 12.2.3 porównuje prędkość fal elektromagnetycznych w różnych ośrodkach
- 12.2.4 stosuje zależność między długością, prędkością i częstotliwością fali dla fal elektromagnetycznych
- 12.2.5 opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach, wskazuje zastosowania różnych rodzajów promieniowania elektromagnetycznego
- 12.2.6 demonstruje doświadczalnie i wyjaśnia zjawisko dyfrakcji światła, stosując zasadę Huygensa
- 12.2.7 opisuje doświadczenie Younga
- 12.2.8 demonstruje doświadczenie Younga i wyjaśnia jego wyniki
- 12.2.9 stosuje wzór opisujący wzmocnienie fali
- 12.2.10 doświadczalnie bada dyfrakcję światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD)
- 12.2.11 opisuje obraz interferencyjny tworzony przez siatkę dyfrakcyjną dla światła jednobarwnego
- 12.2.12 wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej
- 12.2.13 wymienia różne metody wyznaczania prędkości światła
- 12.2.14 opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła
- 12.2.15 podaje prawo załamania światła (prawo Snelliusa), posługuje się pojęciem współczynnika załamania światła
- 12.2.16 stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni przy przejściu między ośrodkami o różnych współczynnikach załamania
- 12.2.17 uzasadnia zasadę odwracalności biegu promienia światła
- 12.2.18 wyjaśnia zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny
- 12.2.19 wyznacza współczynnik załamania światła z pomiaru kąta granicznego
- 12.2.20 wyjaśnia działanie i wskazuje zastosowania światłowodów
- 12.2.21 bada doświadczalnie i opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu, posługuje się pojęciem widma światła białego
- 12.2.22 posługuje się pojęciem zdolności skupiającej
- 12.2.23 podaje i stosuje zależność między ogniskową soczewki i promieniami sfer, które ograniczają powierzchnie soczewki sferycznej
- 12.2.24 wyjaśnia, na czym polega przybliżenie cienkiej soczewki
- 12.2.25 wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających oraz obrazów pozornych otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających
- 12.2.26 stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów
- 12.2.27 doświadczalnie bada obrazy rzeczywiste otrzymywane za pomocą soczewek (wyznacza powiększenie obrazu i porównuje je z powiększeniem obliczonym teoretycznie)
- 12.2.28 doświadczalnie bada obrazy pozorne tworzone przez soczewki skupiającą i rozpraszającą
- 12.2.29 stosuje równanie soczewki i wzór na powiększenie przy obrazach pozornych
- 12.2.30 doświadczalnie bada obrazy uzyskiwane za pomocą zwierciadeł wklęsłych i wypukłych

- 12.2.31 rysuje konstrukcyjnie i opisuje obrazy tworzone przez zwierciadła wklęsłe i wypukłe
- 12.2.32 wymienia zastosowania zwierciadeł różnego typu
- 12.2.33 bada doświadczalnie polaryzację światła
- 12.2.34 opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy przejściu przez polaryzator
- 12.2.35 opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu, posługuje się pojęciem kąta Brewstera
- 12.2.36 wyprowadza i stosuje warunek polaryzacji przy odbiciu (zależność kąta Brewstera od współczynnika załamania światła)
- 12.2.37 rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła

12.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 12.3.1 wykonuje i/lub opisuje doświadczenie związane z wytwarzaniem fal elektromagnetycznych
- 12.3.2 posługuje się pojęciem natężenia fali elektromagnetycznej
- 12.3.3 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat:
- Promieniowanie rentgenowskie w medycynie i technice
 - Praktyczne znaczenie dyfrakcji i interferencji fal elektromagnetycznych
- 12.3.4 doświadczalnie wyznacza stałą siatki dyfrakcyjnej (wykonuje pomiary, analizuje wyniki, sporządza wykres z uwzględnieniem niepewności pomiarów i określa współczynnik kierunkowy wykresu)
- 12.3.5 opisuje obraz interferencyjny dla światła białego
- 12.3.6 opisuje i porównuje różne metody wyznaczania (pomiaru) prędkości światła (metody: Galileusza, Romera, Fizeau, pomiary za pomocą kondensatora, pomiary laserowe)
- 12.3.7 wyjaśnia, dlaczego obecnie prędkość światła nie jest obciążona niepewnością pomiarową
- 12.3.8 doświadczalnie bada załamanie światła (wykonuje pomiary kątów padania i załamania, analizuje wyniki, sporządza wykres zależności $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$, wyznacza współczynnik załamania światła jako współczynnik kierunkowy prostej)
- 12.3.9 wyjaśnia zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu i porównuje je ze zjawiskiem rozszczepienia na siatce dyfrakcyjnej
- 12.3.10 rozróżnia soczewki sferyczne i asferyczne, wyjaśnia aberrację sferyczną i chromatyczną, wskazując sposoby ich niwelowania
- 12.3.11 wyprowadza równanie soczewki
- 12.3.12 doświadczalnie bada zależności między odległościami x i y oraz wyznacza ogniskową soczewki: wykonuje i analizuje pomiary, sporządza wykresy, określa i interpretuje współczynnik kierunkowy wykresu zależności $1/y(1/x)$
- 12.3.13 posługuje się pojęciem zdolności skupiającej układu soczewek
- 12.3.14 opisuje działanie lupy i określa jej powiększenie
- 12.3.15 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych) na temat:
- 12.3.16 wad wzroku i sposobów ich korygowania

- 12.3.17 zastosowań zwierciadeł różnego typu
- 12.3.18 porównuje (opisuje podobieństwa i różnice) soczewki i zwierciadła
- 12.3.19 buduje lunetę astronomiczną i bada doświadczalnie jej działanie
- 12.3.20 opisuje zasady działania i zastosowania przyrządów optycznych: lunety astronomicznej, lunety Galileusza, mikroskopu optycznego, teleskopu zwierciadlanego
- 12.3.21 konstruuje obrazy tworzone przez lunety astronomiczną i Galileusza oraz mikroskop optyczny
- 12.3.22 opisuje działanie wyświetlaczy LCD
- 12.3.23 rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła

12.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 12.4.1 wyjaśnia zjawisko powstawania tęczy
- 12.4.2 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. przedstawia referat na temat:
- 12.4.3 Prace Maxwella
- 12.4.4 Występowanie interferencji w przyrodzie (np. barwy bańki mydlanej, barwy skrzydeł motyli, ptaków itp.)
- 12.4.5 Wyznaczanie prędkości światła
- 12.4.6 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), np. dotyczących:
- 12.4.7 aberracji sferycznej i chromatycznej
- 12.4.8 zastosowań różnych przyrządów optycznych
- 12.4.9 zastosowań filtrów polaryzacyjnych
- 12.4.10 wykorzystania światła odbłaskowych
- 12.4.11 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: dyfrakcją i interferencją światła, siatką dyfrakcyjną i interferencją światła, załamaniem światła, obrazami rzeczywistymi i pozornymi tworzonymi przez soczewki, obrazami tworzonymi przez zwierciadła, przyrządami optycznymi, polaryzacją światła

13 FIZYKA ATOMOWA

13.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 13.1.1 opisuje założenia kwantowego modelu światła
- 13.1.2 podaje hipotezę de Broglie'a
- 13.1.3 rozróżnia widma ciągłe i liniowe
- 13.1.4 interpretuje linie widmowe jako przejścia elektronów między orbitami w atomach
- 13.1.5 wskazuje promieniowanie rentgenowskie jako rodzaj fal elektromagnetycznych, podaje przykłady jego zastosowania
- 13.1.6 z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie'a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim

13.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 13.2.1 wyciąga poprawne wnioski na podstawie obserwacji zjawiska fotoelektrycznego
- 13.2.2 opisuje zjawisko fotoelektryczne i wyjaśnia jego przebieg
- 13.2.3 posługuje się pojęciem pracy wyjścia
- 13.2.4 podaje przykłady zastosowania fotokomórek i urządzeń zastępujących fotokomórki
- 13.2.5 wyjaśnia, na czym polega dualizm korpuskularno-falowy
- 13.2.6 określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek
- 13.2.7 podaje postulaty Bohra
- 13.2.8 posługuje się pojęciami: poziomy energetyczne, stan podstawowy, stany wzbudzone, energia jonizacji, wielkości skwantowane
- 13.2.9 stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy
- 13.2.10 opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego
- 13.2.11 rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie'a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim

13.3 Ocena dobra

Uczeń:

- 13.3.1 przedstawia i wyjaśnia zależność natężenia prądu od napięcia przyspieszającego elektrony w fotokomórce dla światła o stałej częstotliwości i stałym natężeniu promieniowania
- 13.3.2 przedstawia i wyjaśnia zależność $I(U)$ dla fotokomórki przy różnych częstotliwościach i różnych natężeniach promieniowania
- 13.3.3 posługuje się pojęciem napięcia hamowania i wykorzystuje je do wyznaczenia pracy wyjścia
- 13.3.4 opisuje model Bohra atomu wodoru i uzasadnia jego założenia, odnosząc się do falowej natury materii

13.3.5 wyprowadza wzór Balmera z modelu Bohra

13.3.6 wyjaśnia zasadę działania lampy rentgenowskiej

13.3.7 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych), m.in. na temat wytwarzania i zastosowań promieniowania rentgenowskiego

13.3.8 rozwiązuje bardziej złożone, ale typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie'a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim

13.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

13.4.1 opisuje budowę i wyjaśnia zasadę działania mikroskopu elektronowego

13.4.2 wyprowadza wzór na promień orbity i energię elektronu w atomie wodoru

13.4.3 realizuje projekt: Wyznaczanie stałej Plancka

13.4.4 rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: efektem fotoelektrycznym, fotokomórką, hipotezą de Broglie'a, modelem Bohra i emisją promieniowania, promieniowaniem rentgenowskim

14 FIZYKA JĄDROWA

14.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 14.1.1 posługuje się do opisu składu materii pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, nukleon, proton, neutron, elektron, izotop, cząstka elementarna
- 14.1.2 posługuje się pojęciami: masa atomowa wraz jej jednostką, liczba masowa i liczba atomowa
- 14.1.3 wyjaśnia różnice między reakcjami chemicznymi a jądrowymi; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego
- 14.1.4 wskazuje przykłady rozpadów alfa, beta
- 14.1.5 wymienia właściwości promieniowania jądrowego
- 14.1.6 rozróżnia promieniowanie jonizujące i niejonizujące; wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe
- 14.1.7 wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- 14.1.8 opisuje jakościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy
- 14.1.9 wymienia korzyści i niebezpieczeństwa płynące z energetyki jądrowej
- 14.1.10 wskazuje łączenie się jąder pierwiastków lekkich jako reakcję syntezy termojądrowej; rozróżnia syntezę termojądrową i reakcję rozszczepienia
- 14.1.11 posługuje się pojęciem galaktyki, rozróżnia galaktyki i gwiazdozbiory
- 14.1.12 podaje przybliżony wiek Wszechświata
- 14.1.13 rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące: składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka, reakcji jądrowych, promieniowania jądrowego, rozpadu promieniotwórczego, energii jądrowej, reakcji syntezy termojądrowej, ewolucji Słońca i innych gwiazd, rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk w tym:
 - wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu,
 - przedstawia je w różnych postaciach,
 - przelicza wielokrotności i podwielokrotności,
 - przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych,
 - czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

14.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 14.2.1 opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczb masowej i atomowej
- 14.2.2 posługuje się pojęciami: antycząstka, antimateria, antyelektron (pozyton)
- 14.2.3 opisuje kreację lub anihilację par cząstka-antycząstka; oblicza energię powstałą w wyniku anihilacji
- 14.2.4 opisuje jakościowo oddziaływania jądrowe
- 14.2.5 przedstawia wybrane informacje z historii odkrycia jądra atomowego, a w szczególności omawia doświadczenie Rutherforda
- 14.2.6 opisuje rozpady alfa, beta plus i beta minus (β^+ i β^-) oraz zapisuje przykłady takich przemian jądrowych

- 14.2.7 zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku
- 14.2.8 opisuje powstawanie promieniowania gamma; opisuje właściwości promieniowania jądrowego
- 14.2.9 doświadczalnie bada promieniowanie różnych substancji; przedstawia wyniki
- 14.2.10 omawia wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy żywe; wyjaśnia, dlaczego promieniowanie w dużych dawkach jest niebezpieczne dla zdrowia
- 14.2.11 omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- 14.2.12 opisuje przypadkowy charakter rozpadu jąder atomowych
- 14.2.13 opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego; posługuje się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; analizuje i szkicuje wykres zależności liczby jąder materiału promieniotwórczego od czasu
- 14.2.14 opisuje zasadę datowania substancji za pomocą węgla ^{14}C
- 14.2.15 opisuje ilościowo związek między zmianą energii ciała i zmianą jego masy; stosuje do obliczeń wzór $\Delta E = \Delta mc^2$
- 14.2.16 wykazuje, że jednostkę współczynnika c^2 można zapisać w postaci $\frac{\text{J}}{\text{kg}}$; interpretuje wartość tego współczynnika
- 14.2.17 posługuje się pojęciem energii spoczynkowej; opisuje równoważność masy i energii spoczynkowej; stosuje wzór $E = mc^2$ do obliczeń
- 14.2.18 posługuje się pojęciami deficytu masy i energii wiązania; stosuje zasadę zachowania energii do opisu reakcji jądrowych
- 14.2.19 oblicza dla dowolnego izotopu energię spoczynkową, deficyt masy i energię wiązania
- 14.2.20 opisuje reakcję rozszczepienia jądra uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej
- 14.2.21 opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej
- 14.2.22 porównuje syntezę termojądrową z reakcją rozszczepienia
- 14.2.23 wyjaśnia, dlaczego Słońce i inne gwiazdy świecą; opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach
- 14.2.24 opisuje elementy ewolucji Słońca i innych gwiazd
- 14.2.25 rozróżnia białe i czarne karły, czerwone olbrzymy, supernowe, gwiazdy neutronowe oraz czarne dziury
- 14.2.26 opisuje miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce; posługuje się pojęciami roku świetlnego i parseka
- 14.2.27 opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; oblicza przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata zwane ucieczką galaktyk
- 14.2.28 opisuje zależność między odległością do galaktyki a prędkością jej oddalania się; stosuje do obliczeń prawo Hubble'a
- 14.2.29 rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące: składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka, reakcji jądrowych, promieniowania jądrowego, rozpadu promieniotwórczego, energii jądrowej, reakcji syntezy termojądrowej, ewolucji Słońca i innych gwiazd, rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk w tym:
- posługuje się tablicami fizycznymi lub chemicznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych,
 - prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik,
 - przeprowadza obliczenia liczbowe za pomocą kalkulatora,
 - ilustruje oraz uzasadnia swoje odpowiedzi,
 - zapisuje równania reakcji jądrowych

14.2.30 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych dotyczących treści działu Fizyka jądrowa, zwłaszcza: zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie, datowania substancji za pomocą węgla ^{14}C , energetyki jądrowej i różnych rodzajów elektrowni, ewolucji gwiazd

14.2.31 dokonuje syntezy wiedzy z działu Fizyka jądrowa; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności

14.3 Ocena dobra

Uczeń:

14.3.1 stosuje zasady zachowania energii i pędu oraz zasadę zachowania ładunku do analizy kreacji lub anihilacji pary elektron-pozyton

14.3.2 omawia sposoby wykrywania promieniowania jądrowego oraz wyznaczania energii kwantów gamma; przedstawia stosowane obecnie i dawniej wielkości i jednostki miar opisujące promieniowanie jądrowe

14.3.3 omawia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie

14.3.4 wyjaśnia, że fizyka klasyczna jest deterministyczna, a fizyka współczesna – indeterministyczna

14.3.5 stosuje prawo rozpadu promieniotwórczego do rozwiązywania zadań

14.3.6 opisuje zastosowania czasu połowicznego rozpadu, gdy znamy jego wartość

14.3.7 omawia problemy związane z budową elektrowni termojądrowych i plany przezwyciężenia tych problemów

14.3.8 omawia cykl życia gwiazdy w zależności od jej masy

14.3.9 omawia supernowe i czarne dziury

14.3.10 omawia powstawanie pierwiastków we Wszechświecie

14.3.11 opisuje obserwacje świadczące zarówno o słuszności teorii Wielkiego Wybuchu, jak i rozszerzaniu się Wszechświata

14.3.12 stosuje do obliczeń wzory na częstotliwość i długość fali wynikające z efektu Dopplera dla światła

14.3.13 rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące: składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka–antycząstka, reakcji jądrowych, promieniowania jądrowego, rozpadu promieniotwórczego, energii jądrowej, reakcji syntezy termojądrowej, ewolucji Słońca i innych gwiazd, rozszerzania się Wszechświata i ucieczki galaktyk oraz:

- ilustruje i/lub uzasadnia swoje rozwiązania lub podane stwierdzenia
- wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści działu Fizyka jądrowa, dotyczące:
- zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice i medycynie
- zastosowania czasu połowicznego rozpadu
- energetyki jądrowej
- różnych rodzajów elektrowni
- ewolucji gwiazd
- rozszerzania się Wszechświata;

posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązania zadań i problemów

14.3.14 analizuje tekst: Jod ze Świerka dla pół miliona pacjentów... lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów

14.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

14.4.1 rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące:

- składu jądra atomowego oraz anihilacji pary cząstka antycząstka
- reakcji jądrowych
- promieniowania jądrowego
- rozpadu promieniotwórczego
- związku między masą a energią
- energii jądrowej
- reakcji syntezy termojądrowej – ewolucji Słońca i innych gwiazd
- przesunięcia ku czerwieni i ucieczki galaktyk oraz wykazuje podane stwierdzenia

14.4.2 planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu “Fizyka jądrowa”; formułuje i weryfikuje hipotezy

15 ELEMENTY FIZYKI RELATYWISTYCZNEJ

15.1 Ocena dopuszczająca

Uczeń:

- 15.1.1 stosuje zasadę równoważności układów inercjalnych (zasadę względności Galileusza)
- 15.1.2 wskazuje niezależność prędkości światła w próżni od prędkości źródła i prędkości obserwatora
- 15.1.3 wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu informacji
- 15.1.4 wskazuje, że równoczesność zdarzeń zależy od układu odniesienia
- 15.1.5 rozwiązuje proste zadania lub problemy dotyczące:

- czasoprzestrzeni
- względności równoczesności
- historii rozwoju teorii względności
- związku między masą a energią,

w tym:

- wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu,
- przedstawia je w różnych postaciach,
- przelicza wielokrotności i podwielokrotności,
- przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych,
- czytelnie przedstawia odpowiedzi i rozwiązania

15.2 Ocena dostateczna

Uczeń:

- 15.2.1 opisuje i stosuje transformacje Galileusza
- 15.2.2 posługuje się pojęciami: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria
- 15.2.3 analizuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się
- 15.2.4 stosuje zasadę względności Einsteina
- 15.2.5 wyjaśnia, kiedy możemy stosować transformację Galileusza
- 15.2.6 opisuje względność równoczesności
- 15.2.7 wskazuje na diagramie czasoprzestrzennym przykłady zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia
- 15.2.8 opisuje paradoks bliźniąt
- 15.2.9 przedstawia wybrane informacje z historii rozwoju teorii względności
- 15.2.10 posługuje się pojęciem energii całkowitej jako sumy energii spoczynkowej i kinetycznej; rozróżnia energię newtonowską i relatywistyczną
- 15.2.11 posługuje się związkiem między energią całkowitą, masą cząstki i jej prędkością; stosuje do obliczeń wzór na energię całkowitą
- 15.2.12 wskazuje prędkość światła w próżni jako maksymalną prędkość przekazu energii
- 15.2.13 analizuje zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej

15.2.14 rozwiązuje typowe zadania lub problemy dotyczące:

- czasoprzestrzeni
- transformacji Lorentza
- względności równoczesności
- historii rozwoju teorii względności
- związku między masą a energią
- energii całkowitej,

w tym: posługuje się tablicami fizycznymi oraz kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych, prowadzi obliczenia szacunkowe i poddaje analizie otrzymany wynik, wykonuje obliczenia, posługując się kalkulatorem, uzasadnia swoje odpowiedzi

15.2.15 posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, dotyczących treści działu “Elementy fizyki relatywistycznej”

15.2.16 dokonuje syntezy wiedzy z działu “Elementy fizyki relatywistycznej”; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności

15.3 Ocena dobra

Uczeń:

15.3.1 przedstawia transformacje Galileusza w czasoprzestrzeni

15.3.2 stosuje pojęcia: czasoprzestrzeń, zdarzenie, trajektoria w rozwiązywaniu zadań

15.3.3 rysuje trajektorie ciał spoczywających lub poruszających się

15.3.4 wyjaśnia, dlaczego transformacji Galileusza nie można pogodzić z zasadą względności Einsteina; porównuje teorie Galileusza i Einsteina

15.3.5 opisuje geometrycznie i przedstawia graficznie transformację Lorentza, wykorzystuje ją do rozwiązywania zadań

15.3.6 wykazuje stałość prędkości światła

15.3.7 wyjaśnia względność równoczesności zdarzeń na podstawie diagramu czasoprzestrzennego

15.3.8 wyjaśnia, dlaczego istnienie zdarzeń, których kolejność czasowa zależy od układu odniesienia, nie prowadzi do paradoksów

15.3.9 opisuje zjawiska: dylatację czasu i skrócenie Lorentza; ilustruje te zjawiska na diagramie czasoprzestrzennym

15.3.10 wyjaśnia, dlaczego dylatacja czasu i skrócenie Lorentza nie prowadzą do sprzeczności; wyjaśnia paradoks bliźniąt

15.3.11 opisuje obraz świata przy wielkich prędkościach oraz ideę ogólnej teorii względności

15.3.12 porównuje wskazane teorie z historii rozwoju teorii względności

15.3.13 porównuje energię spoczynkową z innymi formami energii

15.3.14 wyjaśnia, że zasada zachowania energii obowiązuje także w fizyce relatywistycznej oraz, że są różne umowy, co do znaczenia słowa masa

15.3.15 opisuje zależność energii całkowitej od prędkości

15.3.16 wyjaśnia, dlaczego przez zwiększanie energii kinetycznej ciała nie da się przekroczyć prędkości światła

15.3.17 porównuje) zależność energii od prędkości według fizyki newtonowskiej i relatywistycznej

15.3.18 rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy dotyczące:

- czasoprzestrzeni

- transformacji Lorentza
- względności równoczesności
- dylatacji czasu i/lub skrócenia Lorentza
- energii całkowitej

oraz: uzasadnia swoje rozwiązania, ilustruje je graficznie; analizuje i ocenia podane informacje

- 15.3.19 analizuje tekst: Świat zdrowo zafalował lub inny, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązania zadań lub problemów
- 15.3.20 wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści tego działu; posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów oraz wykorzystuje do rozwiązania zadań i problemów

15.4 Ocena bardzo dobra

Uczeń:

- 15.4.1 zapisuje za pomocą wzorów transformację Lorentza, wykorzystuje te wzory do rozwiązywania złożonych problemów
- 15.4.2 opisuje ruch plamki światła przesuwałej się po Księżycu
- 15.4.3 wykazuje na wybranym przykładzie, że poruszające ciało skraca się w kierunku ruchu
- 15.4.4 rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy dotyczące:
- czasoprzestrzeni
 - transformacji Lorentza
 - względności równoczesności
 - dylatacji czasu i skrócenia Lorentza
 - energii całkowitej
- oraz wykazuje lub udowadnia podane związki lub zależności
- 15.4.5 planuje, realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami działu “Elementy fizyki relatywistycznej”; formułuje i weryfikuje hipotezy