

Wymagania edukacyjne z fizyki dla klasy 2 – poziom rozszerzony

Zasady ogólne

1. Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.
2. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać **proste** zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań 3. **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie 4. **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dodatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne i wymagające umiejętności złożonych).
5. Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia 5. **celującego** obejmują wymagania na stopień bardzo dobry wykraczające poza obowiązujący program nauczania (uczeń jest twórczy; rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny; potrafi dokonać syntezy wiedzy, a na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji; samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym; z własnej inicjatywy pogłębia wiedzę, korzystając z różnych źródeł; poszukuje zastosowania wiedzy w praktyce; dzieli się wiedzą z innymi uczniami; osiąga sukcesy w konkursach pozaszkolnych z dziedziny fizyki lub olimpiadzie fizycznej).

Wymagania ogólne – uczeń:

- zna i wykorzystuje pojęcia i prawa fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie;
- analizuje teksty popularnonaukowe i ocenia ich treść;
- wykorzystuje i przetwarza informacje zapisane w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków;
- buduje proste modele fizyczne i matematyczne do opisu zjawisk;
- planuje i wykonuje proste doświadczenia, analizuje ich wyniki.

Ponadto:

- wykorzystuje narzędzia matematyki i formułuje sądy oparte na rozumowaniu matematycznym;
- wykorzystuje wiedzę o charakterze naukowym do identyfikowania i rozwiązywania problemów oraz formułowania wniosków opartych na obserwacjach empirycznych dotyczących przyrody;
- wyszukuje, selekcjonuje i krytycznie analizuje informacje;
- potrafi pracować w zespole.

Temat według programu	Wymagania konieczne (ocena dopuszczająca) Uczeń potrafi:	Wymagania podstawowe (ocena dostateczna) Uczeń sprostał wymaganiom na niższym poziomie oraz potrafi:	Wymagania rozszerzone (ocena dobra) Uczeń sprostał wymaganiom na niższym poziomie oraz potrafi:	Wymagania dopełniające (oceny bardzo dobra i celująca) Uczeń sprostał wymaganiom na niższym poziomie oraz potrafi:
Zjawiska hydrostatyczne				
1. Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję ciśnienia i jego jednostkę, • wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami, • wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić i objaśnić wzór informujący, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne, • omówić zastosowania prawa Pascala 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny, • sformułować i objaśnić prawo Pascala 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystać i prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych, pochodzącą z różnych źródeł
2. Prawo naczyń połączonych	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady zastosowania naczyń połączonych 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych, • za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy 	<ul style="list-style-type: none"> • wykorzystywać prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych do rozwiązywania zadań 	
3. Prawo Archimedesesa	<ul style="list-style-type: none"> • opisać przykłady zachowania się ciał (np. okrętów, balonów) wynikające z obowiązywania prawa Archimedesesa 	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa, • na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy, • rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie wyjaśniające, dlaczego zbudowany częściowo z metalu okręt nie tonie, • rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić prawo Archimedesesa na drodze rozumowania, • rozwiązywać nietypowe problemy z zastosowaniem prawa Archimedesesa
4. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał	<ul style="list-style-type: none"> • podać definicję gęstości ciała i jej jednostkę, • opisać poznany w szkole podstawowej sposób doświadczalnego wyznaczania gęstości ciała stałego lub cieczy, • mierzyć gęstość cieczy za pomocą areometru • 	<ul style="list-style-type: none"> • z pomocą nauczyciela opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy na podstawie prawa Archimedesesa 	<ul style="list-style-type: none"> • samodzielnie opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa 	<ul style="list-style-type: none"> • skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki

Niepewności pomiarowe				
1. Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich	<ul style="list-style-type: none"> wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, czyli prostych, wymienić przykłady pomiarów pośrednich, czyli złożonych, wyjaśnić, w jaki sposób wykonuje się pomiary proste, wyjaśnić na przykładach przyczyny popełniania podczas pomiarów błędów grubych i systematycznych, wyjaśnić, dlaczego przy pomiarze czasu stoperem przyjmujemy niepewność większą od najmniejszej działki przyrządu 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik, obliczyć średnią arytmetyczną wyników pomiarów i oszacować jej niepewność, oszacować niepewność względną i procentową 	<ul style="list-style-type: none"> wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych, objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność pomiaru 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić potrzebę dobrania odpowiednio precyzyjnego przyrządu do określonego pomiaru, wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepewności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
2–3. Niepewności pomiarów pośrednich i ich szacowanie. Dopasowanie prostej do wyników pomiarów	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że pomiar jest pośredni, czyli złożony 	<ul style="list-style-type: none"> z pomocą nauczyciela oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP 	<ul style="list-style-type: none"> samodzielnie oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP, przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami 	<ul style="list-style-type: none"> dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie, swobodnie operować zdobytą wiedzą na temat niepewności pomiarowych, używając precyzyjnego języka fizyki
Ruch postępowy i ruch obrotowy bryły sztywnej				
1. Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować i zapisać wzorem iloczyn wektorowy dwóch wektorów, podać wzór na wartość iloczynu wektorowego wektorów prostopadłych 	<ul style="list-style-type: none"> podać kierunek, zwrot i wartość wektora, który stanowi wynik mnożenia wektorowego 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest nieprzemienne 	<ul style="list-style-type: none"> pomnożyć wektorowo dwa wektory o dowolnych kierunkach i zwrotach
2. Ruch obrotowy bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> wymienić cechy modelu, jakim jest bryła sztywna, podać przykłady ruchu postępowego i obrotowego bryły sztywnej 	<ul style="list-style-type: none"> posługiwać się pojęciami: szybkość kątowna średnia i chwilowa, prędkość kątowna średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowne średnie i chwilowe 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić i objaśnić związki między wielkościami opisującymi ruch obrotowy 	<ul style="list-style-type: none"> precyzyjnym językiem fizyki objaśnić analogie między wielkościami kinematycznymi dla ruchu postępowego i obrotowego

3. Energia kinetyczna bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> • podać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły wykonującej ruch obrotowy, • podać wzór na moment bezwładności punktu materialnego względem wybranej osi obrotu 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć energię kinetyczną obracającej się bryły, znając jej szybkość kątową i moment bezwładności względem osi symetrii 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na energię kinetyczną obracającej się bryły, • zdefiniować moment bezwładności i uzasadnić pogląd, że charakteryzuje on bezwładność bryły, • korzystać z twierdzenia Steinera do obliczania momentów bezwładności 	<ul style="list-style-type: none"> • stosować definicję momentu bezwładności $\sum m_i r_i^2$ i wyprowadzać wzory na momenty bezwładności wybranych brył
4–6. Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że działanie siły nie wystarcza do wprawienia bryły w ruch obrotowy, • na podstawie wzoru obliczyć wartość momentu siły 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wzoru definicyjnego obliczyć wartość momentu siły i podać jego kierunek i zwrot, • podać przykłady ruchów obrotowych jednostajnych i zmiennych 	<ul style="list-style-type: none"> • formułować pierwszą i drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego, • podać warunki wykonywania ruchów obrotowych jednostajnie i niejednostajnie zmiennych 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że przy obracaniu bryły pracę wykonuje moment siły, • wyprowadzić i objaśnić wzór na moc chwilową w ruchu obrotowym bryły
7–8. Równowaga bryły sztywnej	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić przykłady maszyn prostych i opisać zasadę działania jednej z nich 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki równowagi bryły sztywnej, • podać sposoby praktycznego wykorzystania maszyn prostych 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie odpowiednich obliczeń wyjaśnić zasadę działania dźwigni jedno- i dwustronnej, bloku nieruchomego i ruchomego oraz kołowrotu 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić zasadę działania wielokrążka
9–10. Badanie ruchu ciał o różnych momentach bezwładności	<ul style="list-style-type: none"> • aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności wartości przyspieszenia kąтового od momentu bezwładności bryły 	<ul style="list-style-type: none"> • aktywnie uczestniczyć przy wykonywaniu pomiarów i obliczeń dotyczących badania zależności wartości przyspieszenia kąтового od momentu bezwładności bryły 	<ul style="list-style-type: none"> • zaprezentować teoretyczne przygotowanie do zbadania zależności przyspieszenia kąтового od momentu bezwładności bryły 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe wyznaczonej doświadczalnie wartości przyspieszenia kąтового bryły sztywnej
11–12. Moment pędu	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić moment pędu jako wielkość służącą do opisu ruchu obrotowego, która nie ulega zmianie, gdy wypadkowy moment sił działających na bryłę jest równy zeru 	<ul style="list-style-type: none"> • napisać wzór na moment pędu punktu materialnego poruszającego się ruchem jednostajnym po okręgu, • podać kierunek i zwrot momentu pędu 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić związek momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii z momentem bezwładności tej bryły, • zapisać i objaśnić drugą zasadę dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$ i wywnioskować z niej zasadę zachowania momentu pędu 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do uzyskania związku między momentem pędu i momentem bezwładności bryły, • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wyrażenia drugiej zasady dynamiki w postaci $\vec{M} = \frac{\Delta \vec{L}}{\Delta t}$
13. Sprawdzanie zasady zachowania momentu pędu	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować ruch układu (człowiek z hantlami na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie 	<ul style="list-style-type: none"> • obserwować ruch układu (człowiek z wirującym kołem na fotelu obrotowym), którego moment bezwładności ulega zmianie i wnioskować na tej 	<ul style="list-style-type: none"> • za pomocą wahadła Oberbecka wykonać doświadczenie sprawdzające zasadę zachowania momentu pędu 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć i skomentować niepewności pomiarowe przy porównywaniu momentów pędu w doświadczeniu sprawdzającym

	i wnioskować na tej podstawie o momencie pędu układu	podstawie o momencie pędu układu		zasadę zachowania momentu pędu układu
14. Analogie w opisie ruchów postępowego i obrotowego	<ul style="list-style-type: none"> większości dynamicznych wielkości fizycznych służących do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego 	<ul style="list-style-type: none"> wszystkim dynamicznym wielkościom fizycznym służącym do opisu ruchu postępowego przypisać odpowiednie wielkości służące do opisu ruchu obrotowego i wyrazić je odpowiednimi wzorami 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania typowych zadań 	<ul style="list-style-type: none"> wykorzystać analogie w opisie ruchu postępowego i obrotowego do rozwiązywania zadań o podwyższonym stopniu trudności
15–17. Złożenie ruchów postępowego i obrotowego: toczenie	<ul style="list-style-type: none"> opisać toczenie bryły jako złożenie ruchu postępowego względem podłoża i ruchu obrotowego wokół osi symetrii 	<ul style="list-style-type: none"> podać zerową prędkość punktu bryły stykającego się z podłożem jako warunek toczenia się bryły bez poślizgu, zastosować zasadę zachowania energii do opisu bryły staczającej się z równi pochyłej bez poślizgu 	<ul style="list-style-type: none"> obliczyć wypadkową prędkość punktów leżących na pionowej średnicy bryły toczącej się bez poślizgu, zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły 	<ul style="list-style-type: none"> opisać staczanie się bryły po równi pochyłej jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu, wyjaśnić, dlaczego podczas toczenia bez poślizgu energia mechaniczna bryły jest zachowana
Pole grawitacyjne				
1. O odkryciach Kopernika i Keplera	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić podstawowe założenia heliocentrycznej teorii budowy Układu Słonecznego 	<ul style="list-style-type: none"> sformułować i objaśnić prawa Keplera 	<ul style="list-style-type: none"> wykazać, że drugie prawo Keplera jest konsekwencją zasady zachowania momentu pędu planet obiegających Słońce, korzystać z trzeciego prawa Keplera do rozwiązywania zadań 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii
2. Prawo powszechnej grawitacji	<ul style="list-style-type: none"> zapisać wzorem i wypowiedzieć prawo powszechnej grawitacji, wymienić ciała, dla których można je stosować w zapisanej postaci 	<ul style="list-style-type: none"> objaśnić praktyczne znaczenie bardzo małej wartości stałej grawitacji 	<ul style="list-style-type: none"> wykazać, że siła grawitacji działająca na ciało o masie m umieszczone na planecie jest wprost proporcjonalna do promienia i gęstości tej planety 	<ul style="list-style-type: none"> przedstawić rozumowanie prowadzące od trzeciego prawa Keplera do prawa powszechnej grawitacji Newtona
3. Pierwsza prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, dlaczego satelity Ziemi krążą wokół niej z prędkością o nieco mniejszej wartości, objaśnić pojęcie „satelita geostacjonarny” 	<ul style="list-style-type: none"> wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej, obliczyć promień orbity geostacjonarnej i szybkość satelity na tej orbicie 	<ul style="list-style-type: none"> przygotować prezentację na temat sposobów wykorzystania satelitów geostacjonarnych
4–5. Natężenie pola grawitacyjnego	<ul style="list-style-type: none"> przypomnieć poznane wcześniej pola sił i podać przykłady doświadczeń, w których możemy wykryć ich istnienie, zilustrować graficznie pole grawitacyjne centralne i jednorodne, 	<ul style="list-style-type: none"> wyjaśnić, co nazywamy źródłem pola, a co ciałem próbnym i jakiego ciała próbnego używamy do wykrycia pola grawitacyjnego, podać definicję natężenia pola grawitacyjnego 	<ul style="list-style-type: none"> określić kierunek i zwrot natężenia pola grawitacyjnego w danym punkcie, z definicji natężenia pola i prawa powszechnej grawitacji wywnioskować, od czego zależy natężenie w danym punkcie centralnego pola grawitacyjnego, 	<ul style="list-style-type: none"> stosować zasadę superpozycji natężeń, obliczyć wartość siły grawitacji wewnątrz Ziemi, wyjaśnić różnicę między natężeniem pola grawitacyjnego a przyspieszeniem ziemskim w danym punkcie,

	<ul style="list-style-type: none"> • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy natężenie pola grawitacyjnego wytworzonego przez Ziemię?</i> 		<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od punktu materialnego i kuli dla $r \geq R$ 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzić wykres zależności natężenia pola od odległości od środka kuli
6–7. Praca w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić znaczenie wielkości fizycznych występujących we wzorze na pracę siły zewnętrznej, równoważącej siłę grawitacji, przy przemieszczaniu ciała w centralnym polu grawitacyjnym i wywnioskować, że nie zależy ona od kształtu toru, po którym porusza się ciało 	<ul style="list-style-type: none"> • przy założeniu, że pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi jest jednorodne, obliczyć pracę stałej siły równoważącej siłę grawitacji podczas podnoszenia ciała na wysokość h po kilku różnych drogach oraz sformułować wniosek 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, co to znaczy, że siła jest zachowawcza oraz że pole grawitacyjne jest polem zachowawczym, • podać przykład ciała zmieniającego położenie w polu grawitacyjnym, choć nie działa na nie siła zewnętrzna 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do wzoru na pracę w centralnym polu grawitacyjnym
8–9. Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<ul style="list-style-type: none"> • na przykładzie Ziemi i leżącego na niej ciała opisać zmiany energii potencjalnej tego ciała przy jego oddalaniu się do nieskończoności 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić stwierdzenie, że energia potencjalna ciała zmienia się wraz ze zmianą odległości ciała od źródła pola i przyjmuje wartości ujemne, • sporządzić wykres zależności energii potencjalnej ciała w polu centralnym od odległości od źródła pola, którym jest jednorodna kula o promieniu R 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na zmianę energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wyrażenia na energię potencjalną ciała w danym punkcie pola 	<ul style="list-style-type: none"> • uzasadnić stwierdzenie, że w polu zachowawczym zmiana energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia jest jednoznacznie określona, • podać przykład pola niezachowawczego, w którym to stwierdzenie nie jest prawdziwe
10. *Potencjał pola grawitacyjnego				<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować potencjał i podać jego jednostkę, • odpowiedzieć na pytanie: <i>Od czego zależy potencjał pola centralnego?</i>, • narysować wykres $V(r)$ dla jednorodnego i dla centralnego pola grawitacyjnego, • zapisać wzór na pracę w polu grawitacyjnym za pomocą potencjałów
11. Druga prędkość kosmiczna	<ul style="list-style-type: none"> • sformułować pytanie, jakie stawiamy przed przystąpieniem do obliczenia drugiej prędkości kosmicznej • 	<ul style="list-style-type: none"> • podać wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej 	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do otrzymania wzoru na drugą prędkość kosmiczną

12–13. Stan przeciężenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady ciała w stanie przeciężenia, niedociążenia i nieważkości 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać wpływ przeciężenia na organizm człowieka 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić, co oznaczają stwierdzenia, że ciało jest w stanach przeciężenia, niedociążenia i nieważkości 	<ul style="list-style-type: none"> • podać warunki, w których występuje stan nieważkości, • wyjaśnić zasadę równoważności (możliwość wytwarzania sztucznej grawitacji)
Elementy astronomii				
1. Układ Słoneczny	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić ciała niebieskie wchodzące w skład Układu Słonecznego 	<ul style="list-style-type: none"> • podać główne właściwości Słońca i planet Układu Słonecznego 	<ul style="list-style-type: none"> • szczegółowo opisać właściwości Słońca, planet i ich księżyców oraz pozostałych ciał niebieskich wchodzących w skład Układu Słonecznego 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat najnowszych odkryć dotyczących Układu Słonecznego
2–3. Jednostki odległości stosowane w astronomii	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować jednostkę astronomiczną i rok świetlny 	<ul style="list-style-type: none"> • opisać metodę pomiaru kąta paralaksy heliocentrycznej 	<ul style="list-style-type: none"> • zdefiniować parsek, • odszukać informacje o szybkościach sond kosmicznych i obliczyć przybliżone czasy dotarcia sondy do planety 	<ul style="list-style-type: none"> • zamieniać jednostki odległości używane w astronomii, • wyjaśnić sposób pomiaru odległości do gwiazd i wykonać przykładowe obliczenia
4. Nasza Galaktyka i jej miejsce we Wszechświecie	<ul style="list-style-type: none"> • przeprowadzić obserwację Drogi Mlecznej 	<ul style="list-style-type: none"> • podać najważniejsze informacje na temat naszej Galaktyki i innych obiektów we Wszechświecie 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć czas, w którym Słońce wykonuje jeden pełny obieg wokół centrum naszej Galaktyki 	<ul style="list-style-type: none"> • przygotować prezentację na temat czarnych dziur
5–6. Prawo Hubble’a i teoria Wielkiego Wybuchu	<ul style="list-style-type: none"> • podać przybliżony wiek Wszechświata, • wyjaśnić termin „ucieczka galaktyk” 	<ul style="list-style-type: none"> • podać treść prawa Hubble’a, • zapisać wzorem prawo Hubble’a i objaśnić występujące w nim wielkości fizyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć wiek Wszechświata, • opisać ewolucję Wszechświata, • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata na modelu balonika 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić i objaśnić główne fakty obserwacyjne uzasadniające słuszność teorii Wielkiego Wybuchu, • wyjaśnić rozszerzanie się Wszechświata jako rozszerzanie się przestrzeni
Ruch drgający				
1. Sprężystość jako makroskopowy efekt oddziaływań mikroskopowych	<ul style="list-style-type: none"> • podać przykłady występowania w przyrodzie zjawisk sprężystych i sił sprężystości 	<ul style="list-style-type: none"> • rozróżnić zjawiska sprężyste i plastyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • podać przyczyny występowania zjawisk sprężystych 	<ul style="list-style-type: none"> • objaśnić przemiany energii podczas odkształceń sprężystych
2–3. Ruch drgający harmoniczny. Badanie wydłużenia sprężyny	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić i opisać cechy ruchu drgającego harmonicznego, • zademonstrować proporcjonalność wydłużenia sprężyny do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę 	<ul style="list-style-type: none"> • wymienić i zdefiniować wielkości opisujące ruch drgający harmoniczny, • zapisać i objaśnić związek siły sprężystości z wychyleniem ciała z położenia równowagi 	<ul style="list-style-type: none"> • podać sens fizyczny współczynnika sprężystości sprężyny, • wykazać doświadczalnie, że wydłużenie sprężyny jest wprost proporcjonalne do wartości siły zewnętrznej działającej na sprężynę 	<ul style="list-style-type: none"> • na przykładzie klocka zaczepionego do sprężyny i wykonującego drgania na poziomej powierzchni opisać rodzaje ruchów składających się na ruch harmoniczny
4–6. Matematyczny opis ruchu harmonicznego.	<ul style="list-style-type: none"> • opisać model, którym posługujemy się do 	<ul style="list-style-type: none"> • obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzory na współrzędne x, \dot{x}, \ddot{x} i F_x 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie obserwacji i obliczeń sformułować wniosek

<p>Badanie zależności okresu drgań ciężarka od jego masy i współczynnika sprężystości sprężyny</p>	<p>matematycznego opisu ruchu harmonicznego,</p> <ul style="list-style-type: none"> • zapisać wzór na okres drgań harmoniczných i przekształcać go w celu obliczenia każdej z występujących w nim wielkości, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu pomiarów w doświadczalnym badaniu zależności okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny 	<p>ruchu wzdłuż osi x zwróconej pionowo w górę,</p> <ul style="list-style-type: none"> • sporządzić i zinterpretować wykresy zależności $x(t)$, $\Delta x(t)$ i $a_x(t)$ 	<p>w przypadkach, w których mierzenie czasu rozpoczynamy przy przechodzeniu ciała przez położenie równowagi oraz w chwili maksymalnego wychylenia,</p> <ul style="list-style-type: none"> • zbadać doświadczalnie zależność okresu drgań wiszącego na sprężynie ciężarka od jego masy oraz od współczynnika sprężystości sprężyny 	<p>dotyczący ruchu rzutu na oś x punktu poruszającego się po okręgu,</p> <ul style="list-style-type: none"> • obliczać współrzędne x, v_x, a_x i F_x przy dowolnej fazie początkowej, • wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym
<p>7. Energia w ruchu harmonicznym</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną sprężystości i na energię całkowitą ciała wykonującego ruch harmoniczny, • omówić zmiany energii potencjalnej sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny 	<ul style="list-style-type: none"> • na podstawie wykresu $F_x(x)$ wyprowadzić wzór na energię potencjalną sprężystości 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na całkowitą energię ciała wykonującego ruch harmoniczny i wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej w tym ruchu 	<ul style="list-style-type: none"> • sporządzać wykresy zależności $E_p(x)$, $E_k(x)$ oraz $E_p(t)$ i $E_k(t)$, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
<p>8–10. Wahadło matematyczne. Zademonstrowanie niezależności okresu drgań wahadła od amplitudy. Badanie zależności okresu drgań wahadła od jego długości. Wyznaczanie wartości przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> • opisać cechy modelu, jakim jest wahadło matematyczne 	<ul style="list-style-type: none"> • zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, • zademonstrować niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy drgań 	<ul style="list-style-type: none"> • wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła jest ruchem harmonicznym, • wyjaśnić, na czym polega izochronizm wahadła, • wyznaczyć wartość przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, • samodzielnie opracować sposób sprawdzenia zależności okresu drgań wahadła od jego długości i wykonać doświadczenie
<p>11. Drgania wymuszone i rezonansowe. Zademonstrowanie zjawiska rezonansu mechanicznego</p>	<ul style="list-style-type: none"> • zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić, kiedy występuje i na czym polega zjawisko rezonansu 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić znaczenie pojęć: drgania swobodne i częstotliwość drgań własnych 	<ul style="list-style-type: none"> • wyjaśnić pojęcie „częstotliwość rezonansowa”