

**Szczegółowe wymagania edukacyjne niezbędne
do uzyskania przez uczniów klas z programem nauczania fizyki
na poziomie rozszerzonym
poszczególnych śródrocznych i końcoworocznych ocen klasyfikacyjnych**

Nazwa realizowanego programu: Fizyka - Program nauczania fizyki dla szkół ponadpodstawowych
kończących się maturą, rozszerzony.

Autor: Maria Fiałkowska, Jadwiga Salach, Barbara Sagnowska, wydawnictwo: WSiP.

Poniżej przedstawiony został podział wymagań na poszczególne oceny szkolne:

ocena dopuszczająca – wymagania konieczne

ocena dostateczna – wymagania podstawowe

ocena dobra – wymagania rozszerzone

ocena bardzo dobra i celująca – wymagania dopełniające

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

KLASA 1

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 1. Opis ruchu postępowego			
1	Elementy działań na wektorach (I.5)	• podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, • wykonywać podstawowe działania na wektorach	• obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych, • rozwiązywać zadania dotyczące działań na wektorach
2–5	Pojęcia i wielkości fizyczne opisujące ruch (I.5) (II.2–4)	• posługiwać się pojęciami: droga, położenie, przemieszczenie, szybkość średnia i chwilowa, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe, • wyjaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym, • zapisać i wyjaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego	• uzasadnić fakt, że prędkość chwilowa jest styczna do toru w punkcie, w którym znajduje się ciało w danej chwili, • wyjaśnić różnicę między średnią wartością prędkości i wartością prędkości średniej, • skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym i opóźnionym oraz w ruchu krzywoliniowym, • wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, • przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych
6	Ruch jednostajny prostoliniowy (I.6–8) (II.3–6)	• zapisać równanie wektorowe w postaci równania skalarnego dla ruchu wzdłuż obranej osi x, • obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym, • sporządzać wykresy i odczytywać z wykresów wartości poznanych wielkości fizycznych	• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych, • sporządzać i interpretować wykresy zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
7–12	Ruch jednostajnie zmienny prostoliniowy. Wyznaczanie wartości przyspieszenia. Przykłady opisu ruchów zmiennych (I.7, I.9–16) (II.3–6)	• obliczać drogę i szybkość chwilową w ruchach jednostajnie zmiennych, • porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchach jednostajnie zmiennych po linii prostej, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, zapisać wyniki w tabeli i sformułować wniosek z doświadczenia, • rozwiązywać proste zadania dotyczące obliczania wielkości fizycznych opisujących ruchy jednostajne i zmiennie	• wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej w różnych układach odniesienia, • sporządzać wykresy tych zależności, • przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych na podstawie wyników doświadczenia, • rozwiązywać nowe, nietypowe zadania dotyczące ruchów jednostajnych i zmiennych
13–14	Względność ruchu (I.17, I.18, I.20) (II.1, II.7, II.19)	• podać związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami w układach inercjalnych, • podać związek między przyspieszeniami w układach inercjalnych, • posługiwać się tymi związkami, • rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w tych samych kierunkach	• wyprowadzić związki między współrzędnymi położenia i między prędkościami ciała w układach inercjalnych, • przytoczyć i objaśnić zasadę względności ruchu Galileusza, podać warunki jej stosowalności, • przedstawić odkrycia Galileusza i wyjaśnić, dlaczego nazwano go „ojcem fizyki doświadczalnej”, • rozwiązywać zadania dotyczące składania ruchów odbywających się w dowolnych kierunkach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostał wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
15–18	Opis ruchu w dwóch wymiarach (I.5) (II.7–9)	• posługiwać się związkami szybkości liniowej z okresem ruchu i częstotliwością, szybkości liniowej z szybkością kątową oraz miarą łukową kąta, • w celu obliczenia wskazanej wielkości fizycznej podać i przekształcić wzory na wartość przyspieszenia dośrodkowego oraz wysokość i zasięg rzutu poziomego	• rozwiązywać zadania dotyczące ruchu po okręgu i rzutu poziomego, • przedstawić przykłady praktycznego wykorzystania omówionych rodzajów ruchu, • opisać rzut ukośny jako ruch, w którym nadajemy ciału prędkość skierowaną pod pewnym kątem do poziomu, • rozłożyć rzut ukośny na dwa ruchy składowe i wyprowadzić równanie toru oraz wzory na wysokość i zasięg rzutu, • rozwiązywać zadania dotyczące rzutu ukośnego
19–22	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		
Dział 2. Siła jako przyczyna zmian ruchu			
1–3	Zasady dynamiki Newtona (I.5, I.17, I.20) (II.12–13)	• rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał, • znajdować graficznie wypadkową sił działających na ciało, • wypowiedzieć i poprzeć przykładami treść zasad dynamiki, • przekształcać wzór wyrażający drugą zasadę dynamiki i obliczać każdą z występujących w nim wielkości fizycznych, • stosować zasady dynamiki do opisu ruchu ciał	• wyjaśnić pojęcie „układ inercjalny” i pierwszą zasadę dynamiki jako postulat istnienia takiego układu, • w przypadku kilku sił działających na ciało zapisać drugą zasadę dynamiki w postaci równania wektorowego i przekształcić je w układ równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych, • rozwiązywać zadania i problemy o podwyższonym stopniu trudności

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostaj wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
4–7	Siła a zmiana pędu ciała. Zasada zachowania pędu dla układu ciał (I.1, I.18) (II.14–15) (III.1)	• zapisać wzorem i objaśnić pojęcie pędu wraz z jednostką, • interpretować drugą zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu ciała a popędem siły, • wyprowadzić wzór wiążący zmianę pędu z wypadkową siłą działającą na ciało i czasem jej działania, czyli inną postać drugiej zasady dynamiki, • opisać pojęcie układu ciał i środka masy układu, • obliczyć współrzędne położenia środka masy układu dwóch ciał, • zapisać wzorem i objaśnić zasadę zachowania pędu dla układu ciał, • rozwiązywać proste zadania	• na podstawie analizy związku $\Delta m \vec{v} = \vec{F} \Delta t$ sformułować zasadę zachowania pędu, • stosować zasadę zachowania pędu do opisu zachowania się izolowanego układu ciał, • uzasadnić konieczność korzystania z innej postaci drugiej zasady dynamiki w przypadku, gdy zmienia się masa ciała, na które działa siła, • podać uogólniony wzór na położenie środka masy n ciał i go objaśnić, • przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania pędu dla układu ciał, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
8–9	Tarcie (II.17, II.23) Wyznaczanie współczynników tarcia statycznego i kinetycznego (I.9–16) (II.26d)	• rozróżnić sytuacje, w których występuje tarcie statyczne lub kinetyczne, • zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, • omówić rolę tarcia na wybranych przykładach, • sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał, • opisać ruch ciała z tarciem po równi pochyłej, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, • zapisywać wyniki pomiarów w tabeli, wykonywać obliczenia i sformułować wniosek z doświadczenia	• rozwiązywać typowe zadania z dynamiki, w których uwzględnia się siły tarcia posuwistego, oraz zadania o podwyższonym stopniu trudności, • podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, • przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik

AUTORZY: Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
10–12	Siły w ruchu po okręgu (II.10, II.11) Badanie ruchu jednostajnego po okręgu (I.9–16) (II.26c)	- wskazać działanie siły dośrodkowej o stałej wartości jako warunku ruchu ciała po okręgu ze stałą szybkością, - podać przykłady siły dośrodkowej o różnej naturze, - podać i objaśnić kilka postaci wzoru na wartość siły dośrodkowej, - aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, - zapisywać wyniki pomiarów w tabeli i wykonywać obliczenia, - sformułować wnioski z doświadczenia	- analizować przykłady występowania ruchu po okręgu w przyrodzie i życiu codziennym, - rozwiązywać zadania z zastosowaniem zasad dynamiki do ruchu po okręgu, - rozwiązywać problemy, w których na ciało oprócz siły normalnej do toru ruchu działa również siła styczna, - podać cele doświadczenia i opisać sposób jego wykonania, - przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
13–15	Opis ruchu w układach nieinercjalnych (I.10–12, I.19) (II.18, II.26a)	- wyjaśnić różnicę między układami inercjalnymi i nieinercjalnymi, - zademonstrować działanie siły bezwładności, - wyjaśnić, w jakim przypadku do opisu ruchu ciała wprowadzamy siłę bezwładności, - podać wzór na wartość siły bezwładności i go objaśnić	- na przykładzie przeprowadzić rozumowanie uzasadniające konieczność wprowadzenia siły bezwładności podczas stosowania zasad dynamiki w układach nieinercjalnych, - rozwiązywać problemy dynamiczne zarówno w układzie inercjalnym, jak i nieinercjalnym
16–19	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 3. Praca, moc, energia mechaniczna			
1	Iloczyn skalarny dwóch wektorów	zapisać wzór na iloczyn skalarny dwóch wektorów i podać jego podstawowe własności	korzystać z iloczynu skalarnego dwóch wektorów skierowanych pod dowolnym kątem przy rozwiązywaniu zadań
2–3	Praca i moc (I.1, I.7) (II.20, II.22)	- zapisać i objaśnić wzory na pracę stałej siły, moc średnią i chwilową, - podać jednostki pracy i mocy oraz ich pochodne, - przekształcać wzory i wykonywać obliczenia	- obliczać pracę siły zmiennej z wykresu $F(x)$ i pracę wykonaną przez urządzenie o zmiennej mocy z wykresu $P(t)$, - rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
4–7	Rodzaje energii mechanicznej. Zasada zachowania energii mechanicznej (I.19–20) (II.20)	- wyjaśnić pojęcia: siła wewnętrzna i zewnętrzna w układzie ciał, - podać definicje energii mechanicznej, potencjalnej i kinetycznej wyrażone przez ich zmiany, - obliczać energię potencjalną grawitacyjną ciała w pobliżu Ziemi za pomocą wzoru $E_p = mgh$, - obliczać energię kinetyczną ciała za pomocą wzoru $E_k = \frac{mv^2}{2}$, - wypowiedzieć zasadę zachowania energii mechanicznej i podać warunki, w których jest spełniona, - podać przykłady sytuacji, w których zasada zachowania energii mechanicznej jest spełniona i w których nie jest spełniona	- obliczyć pracę siły zewnętrznej i pracę siły grawitacyjnej przy zmianie odległości ciała od Ziemi oraz przedyskutować znak każdej z nich, - przeprowadzić rozumowanie prowadzące do sformułowania zasady zachowania energii mechanicznej, - rozwiązywać zadania wymagające zastosowania zasady zachowania energii mechanicznej, - rozwiązywać zadania wymagające wykorzystania związku zmian energii z wykonaną pracą

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
8–9	Zderzenia ciał (I.19) (II.16) Badanie zderzeń dwóch ciał i wyznaczenie masy jednego z nich (I.9–16) (II.26b)	• zapisać i objaśnić zasady zachowania energii i pędu dla zderzeń doskonale sprężystych, • zapisać i objaśnić zasadę zachowania pędu dla zderzeń doskonale niesprężystych, • aktywnie uczestniczyć w wykonywaniu doświadczenia, • wpisywać wyniki pomiarów do zaprojektowanej w podręczniku tabeli i wykonywać obliczenia, • sformułować wnioski z doświadczenia	• przeanalizować i obliczyć współrzędne prędkości dwu kulek po zderzeniu sprężystym centralnym w przypadku, gdy masy kulek są jednakowe i gdy pierwsza ma o wiele większą masę od drugiej, • podać cele i opisać sposób wykonania doświadczenia, • przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych i skomentować jej wynik
10	Sprawność urządzeń mechanicznych (I.19) (II.21)	• objaśnić definicję sprawności urządzenia i podać przykłady, • stosować definicję sprawności do rozwiązywania prostych zadań	• przeprowadzić rozumowanie ukazujące sposób obliczania sprawności urządzenia i układu urządzeń, • rozwiązywać zadania o podwyższonym stopniu trudności
11–14	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 4. Zjawiska hydrostatyczne			
1	Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala (I.18) (II.24)	• podać definicję ciśnienia i jego jednostkę, • wyjaśnić pojęcia: ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne oraz posługiwać się tymi pojęciami, • wskazać, od czego zależy ciśnienie hydrostatyczne, • omówić zastosowania prawa Pascala	• wyjaśnić, na czym polega paradoks hydrostatyczny, • sformułować i objaśnić prawo Pascala, • prezentować wiedzę o urządzeniach hydraulicznych i pneumatycznych pochodzącą z różnych źródeł
2	Prawo naczyń połączonych (II.24)	• sformułować i objaśnić prawo równowagi cieczy w naczyniach połączonych, • podać przykłady zastosowania naczyń połączonych, • za pomocą naczyń połączonych wyznaczyć nieznaną gęstość cieczy	• rozwiązywać zadania z zastosowaniem prawa równowagi cieczy w naczyniach połączonych
3–4	Prawo Archimedesesa. Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał (I.2, I.18–19) (II.25)	• sformułować i objaśnić prawo Archimedesesa, • podać przykłady zastosowania prawa Archimedesesa, • na podstawie analizy sił działających na ciało zanurzone w cieczy wnioskować o warunkach pływania i tonięcia ciała w cieczy, • opisać metodę wyznaczania gęstości ciała stałego i cieczy, w której wykorzystuje się prawo Archimedesesa, • rozwiązywać proste zadania z zastosowaniem obliczania siły wyporu	• rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe związane z zastosowaniem prawa Archimedesesa, • wyznaczyć gęstość ciała różnymi metodami, • skorzystać z różnych źródeł i zapoznać się z prawami hydrodynamiki (np. prawem Bernoulliego) oraz omówić ich skutki
6–8	Powtórzenie oraz sprawdzenie wiadomości i umiejętności		

Nr	Treści kształcenia	Wymagania konieczne i podstawowe Uczeń potrafi:	Wymagania rozszerzone i dopełniające Uczeń sprostował wymaganiom koniecznym i podstawowym oraz potrafi:
Dział 5. Niepewności pomiarowe			
1	Pomiary bezpośrednie. Niepewności pomiarów bezpośrednich (I.3–4, I.13–16)	- wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich, - wymienić przykłady pomiarów pośrednich, - wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru, - rozdzielić błędy przypadkowe i systematyczne, - zapisać wynik pojedynczego pomiaru wraz z niepewnością pomiarową i objaśnić ten wynik, - obliczyć średnią arytmetyczną pomiarów i oszacować jej niepewność, - oszacować niepewność względną i procentową	- wymienić najczęściej występujące źródła niepewności pomiarowych, - objaśnić, co nazywamy rozdzielczością przyrządu i kiedy możemy przyjąć ją jako niepewność 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 (I.3, I.9, I.15)	- oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP w prostych przypadkach (np. oszacować niepewność wyznaczenia okresu obiegu ciała poruszającego się po okręgu na podstawie pomiaru czasu trwania 10 pełnych obiegów), - zastosować wzór na oszacowanie niepewności względnej iloczynu lub ilorazu dwóch wielkości fizycznych	- oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą NKP w trudniejszych przypadkach (np. oszacować niepewność wyznaczenia wartości siły dośrodkowej działającej na ciało poruszające się po okręgu z $v = \text{const}$ na podstawie pomiaru: masy ciała, promienia okręgu i okresu obiegu), - przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z ich niepewnościami, - dopasować prostą do wyników pomiaru i zinterpretować jej nachylenie