

Liceum klasa II.

Wymagania edukacyjne z fizyki na poszczególne oceny

Poziomy wymagań są ze sobą ściśle powiązane (K + P + R + D + W), stanowiąc ocenę szkolną, i tak:

- ocenę dopuszczającą (2) otrzymuje uczeń, który spełnił wymagania konieczne;
- ocenę dostateczną (3) otrzymuje uczeń, który spełnił wymagania konieczne i podstawowe;
- ocenę dobrą (4) otrzymuje uczeń, który spełnił wymagania konieczne, podstawowe i rozszerzające;
- ocenę bardzo dobrą (5) otrzymuje uczeń, który spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzające i dopełniające;
- ocenę celującą (6) otrzymuje uczeń, który spełnił wymagania konieczne, podstawowe, rozszerzające, dopełniające i wykraczające.

Temat lekcji	Treści podstawowe i konieczne Uczeń potrafi:	Treści rozszerzone Uczeń potrafi:	Treści dopełniające i wykraczające Uczeń potrafi:
Elementy działań na wektorach	<p> podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych, (K) wymienić cechy wektora, dodać wektory, (K) odjąć wektor od wektora, pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę, (K) rozłożyć wektor na składowe o dowolnych kierunkach, obliczyć współrzędne wektora w dowolnym układzie współrzędnych, zapisać równanie wektorowe w postaci równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych. </p>	<p> zilustrować przykładem każdą z cech wektora, mnożyć wektory skalarnie i wektorowo, odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej. </p>	
Podstawowe pojęcia i wielkości opisujące ruch	<p> podzielić ruchy na postępowe i obrotowe i objaśnić różnice między nimi, (K) posługiwać się pojęciami: szybkość średnia i chwilowa, droga, położenie, przemieszczenie, prędkość średnia i chwilowa, przyspieszenie średnie i chwilowe, (K) obliczać szybkość średnią, narysować wektor położenia ciała w układzie współrzędnych, narysować wektor przemieszczenia ciała w układzie współrzędnych, odróżnić zmianę położenia od przebytej drogi, podać warunki, przy których wartość </p>	<p> zdefiniować: szybkością średnią i chwilową, przemieszczenie, prędkość średnią i chwilową, przyspieszenie średnie i chwilowe, skonstruować wektor przyspieszenia w ruchu prostoliniowym przyspieszonym, opóźnionym i w ruchu krzywoliniowym. </p>	<p> wyprowadzić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego, przeprowadzić dyskusję problemu przyspieszenia w ruchach zmiennych krzywoliniowych, (W) rozróżnić jednostki podstawowe wielkości fizycznych i ich pochodne. </p>

	<p>przemieszczenia jest równa przebytej drodze, (K)</p> <p>narysować prędkość chwilową jako wektor styczny do toru w każdym jego punkcie,</p> <p>objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ruchem jednostajnym,</p> <p>zapisać i objaśnić wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego.</p>		
<p>Opis ruchu w jednowymiarowym układzie współrzędnych</p>	<p>(K)zdefiniować ruch prostoliniowy jednostajny,</p> <p>obliczać szybkość, drogę i czas w ruchu prostoliniowym jednostajnym,</p> <p>sporządzać wykresy $s(t)$ i $u(t)$ oraz odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,</p> <p>obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym,</p> <p>obliczać szybkość chwilową w ruchach jednostajnie przyspieszonych i opóźnionych,</p> <p>porównać zwroty wektorów prędkości i przyspieszenia w ruchu po linii prostej i stwierdzić, że w przypadku ruchu przyspieszonego wektory v i a mają zgodne zwroty, a w przypadku ruchu opóźnionego mają przeciwne zwroty.</p>	<p>wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,</p> <p>sporządzać wykresy tych zależności,</p> <p>objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),</p> <p>wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależności od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej,</p> <p>sporządzać wykresy tych zależności,</p> <p>zinterpretować pole powierzchni odpowiedniej figury</p>	<p>rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnych i jednostajnie zmiennych,</p> <p>rozwiązywać problemy dotyczące składania ruchów.</p>

		na wykresie $ux(t)$ jako drogę w dowolnym ruchu, zmieniać układ odniesienia i opisywać ruch z punktu widzenia obserwatorów w każdym z tych układów.	
Opis ruchu w dwuwymiarowym układzie współrzędnych	opisać rzut poziomy, jako ruch złożony ze spadania swobodnego i ruchu jednostajnego w kierunku poziomym, objaśnić wzory opisujące rzut poziomy, (K) wyrazić szybkość liniową przez okres ruchu i częstotliwość, posługiwać się pojęciem szybkości kątowej, (K) wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość, stosować miarę łukową kąta, zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową.	opisać matematycznie rzut poziomy, obliczyć wartość prędkości chwilowej ciała rzuconego poziomo i ustalić jej kierunek, wyprowadzić związek między szybkością liniową i kątową, przekształcać wzór na wartość przyspieszenia dośrodkowego i zapisać różne postacie tego wzoru.	rozwiązywać zadania dotyczące rzutu poziomego, zapropionować i wykonać doświadczenie pokazujące, że czas spadania ciała rzuconego poziomo z pewnej wysokości jest równy czasowi spadania swobodnego z tej wysokości, rozwiązywać problemy dotyczące ruchu jednostajnego po okręgu.
Klasyfikacja poznanych oddziaływań	dokonać klasyfikacji oddziaływań na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania „na odległość”, (K) wymienić „wzajemność” jako cechę wszystkich oddziaływań, objaśnić stwierdzenia: „siła jest miarą oddziaływania”, „o zachowaniu ciała decyduje zawsze siła wypadkowa wszystkich sił działających na to ciało”.		
Zasady dynamiki Newtona			

	wypowiedzieć treść zasad dynamiki, wskazywać źródło siły i przedmiot jej działania, rysować siły wzajemnego oddziaływania ciał. (K)	stosować poprawnie zasady dynamiki, posługiwać się pojęciem układu inercjalnego.	rozwiązywać problemy, stosując zasady dynamiki.
Ogólna postać drugiej zasady dynamiki Newtona	posługiwać się pojęciem pędu, zapisać i objaśnić ogólną postać II zasady dynamiki, wypowiedzieć zasadę zachowania pędu.	znajdować graficznie pęd układu ciał, obliczać wartość pędu układu ciał, stosować ogólną postać II zasady dynamiki, objaśnić pojęcie środka masy.	znajdować położenie środka masy układu dwóch ciał, (W) stosować zasadę zachowania pędu do rozwiązywania zadań
Tarcie	rozdzielić pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego, (K) rozdzielić współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, zapisać wzory na wartości sił tarcia kinetycznego i statycznego.	zdefiniować współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego, sporządzić i objaśnić wykres zależności wartości siły tarcia od wartości siły działającej równoległe do stykających się powierzchni dwóch ciał.	rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego.
Siły w ruchu po okręgu	sformułować warunek ruchu jednostajnego po okręgu z punktu widzenia obserwatora w układzie inercjalnym (działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało), objaśnić wzór na wartość siły dośrodkowej.	stosować zasady dynamiki do opisu ruchu po okręgu.	rozwiązywać problemy dynamiczne dotyczące ruchu po okręgu.

<p>Opis ruchu w układach inercjalnych</p>	<p>rozróżnić układy inercjalne i nieinercjalne, (K) posługiwać się pojęciem siły bezwładności.</p>	<p>potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercjalnych (siły bezwładności).</p>	
<p>Iloczyn skalarny dwóch wektorów</p>	<p>obliczyć iloczyn skalarny dwóch wektorów. (K)</p>	<p>zdefiniować iloczyn skalarny dwóch wektorów podać cechy iloczynu skalarnego.</p>	
<p>Praca i moc</p>	<p>obliczać pracę stałej siły, obliczać moc urządzeń.</p>	<p>zdefiniować pracę stałej siły jako iloczyn skalarny siły i przemieszczenia, obliczać chwilową moc urządzeń.</p>	<p>podać sposób obliczania pracy siły zmiennej.</p>
<p>Energia mechaniczna. Rodzaje energii mechanicznej</p>	<p>obliczać energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, obliczać energię kinetyczną ciała, wyprowadzić wzór na energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy, zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała.</p>	<p>objaśnić pojęcia: układ ciał, siły wewnętrzne w układzie ciał, siły zewnętrzne dla układu ciał, sformułować i objaśnić definicję energii potencjalnej układu ciał, posługiwać się pojęciem siły zachowawczej.</p>	<p>wyprowadzić wzór na energię kinetyczną. rozwiązywać zadania, korzystając ze związków: $DE_m = W_z,$ $DE_p = W_{\text{siły zewn. równoważającej siłę wewn.}},$ $DE_p = -W_w,$ $DE_k = W_{F_{\text{wyp.}}}$</p>
<p>Zasada zachowania energii mechanicznej</p>	<p>podać przykłady zjawisk, w których jest spełniona zasada zachowania energii. (K)</p>	<p>zapisać i objaśnić zasadę zachowania energii,</p>	<p>wyprowadzić zasadę zachowania energii dla układu ciał,</p>

		<p>stosować zasadę zachowania energii i pędu do opisu zderzeń,</p> <p>stosować zasadę zachowania energii do rozwiązywania zadań.</p>	<p>rozwiązywać problemy, w których energia mechaniczna ulega zmianie.</p>
<p>Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala</p>	<p>zdefiniować ciśnienie, (K) objaśnić pojęcie ciśnienia hydrostatycznego, objaśnić prawo Pascala, (K) objaśnić prawo naczyń połączonych.</p>	<p>wyjaśnić, na czym polega zjawisko paradoksu hydrostatycznego, objaśnić zasadę działania urządzeń, w których wykorzystano prawo Pascala, objaśnić sposób wykorzystania prawa naczyń połączonych do wyznaczania gęstości cieczy.</p>	<p>rozwiązywać problemy z hydrostatyki.</p>
<p>Prawo Archimedesesa</p>	<p>(K) podać i objaśnić prawo Archimedesesa.</p>	<p>objaśnić warunki pływania ciał. rozwiązywać zadania, stosując prawa Archimedesesa.</p>	<p>wyprowadzić prawo Archimedesesa.</p>
<p>Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości</p>	<p>skorzystać z prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy.</p>		
<p>O odkryciach Kopernika Keplera</p>	<p>przedstawić założenia teorii heliocentrycznej sformułować i objaśnić treść praw Keplera opisać ruchy planet Układu</p>	<p>zastosować trzecie prawo Keplera do planet Układu Słonecznego i każdego układu satelitów krążących wokół tego samego ciała .</p>	<p>przygotować prezentację na temat roli odkryć Kopernika i Keplera dla rozwoju fizyki i astronomii.</p>

	Słonecznego.		
Prawo powszechnej grawitacji	sformułować i objaśnić prawo powszechnej grawitacji, (K) podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji, na podstawie prawa grawitacji wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N.	podać sens fizyczny stałej grawitacji, wyprowadzić wzór na wartość siły grawitacji na planecie o danym promieniu i gęstości.	opisać oddziaływanie grawitacyjne wewnątrz Ziemi, omówić różnicę między ciężarem ciała a siłą grawitacji, przedstawić rozumowanie prowadzące od III prawa Keplera do prawa grawitacji Newtona, przygotować prezentację na temat roli Newtona w rozwoju nauki.
Pierwsza prędkość kosmiczna	zdefiniować pierwszą prędkość kosmiczną i podać jej wartość dla Ziemi.	uzasadnić, że satelita tylko wtedy może krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową.	wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej.
Oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym	wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową.	obliczać (szacować) wartości sił grawitacji, którymi oddziałują wzajemnie ciała niebieskie, porównywać okresy obiegu planet, znając ich średnie odległości od Słońca, porównywać wartości prędkości ruchu obiegowego planet Układu Słonecznego.	wyjaśnić, w jaki sposób badania ruchu ciał niebieskich i odchyłeń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.
Natężenie pola grawitacyjnego	wyjaśnić pojęcie pola grawitacyjnego i linii pola,	obliczać wartość natężenia pola grawitacyjnego,	wyprowadzić wzór na wartość natężenia pola grawitacyjnego wewnątrz

	<p>przedstawić graficznie pole grawitacyjne, poprawnie wypowiedzieć definicję natężenia pola grawitacyjnego, odpowiedzieć na pytanie: Od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie?, wyjaśnić, dlaczego pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi uważamy za jednorodne.</p>	<p>sporządzić wykres zależności $g(r)$ dla $r \geq R$.</p>	<p>jednorodnej kuli o danej gęstości sporządzić wykres zależności $g(r)$ dla $r < R$, rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis pola grawitacyjnego, przygotować wypowiedź na temat „natężenie pola grawitacyjnego a przyspieszenie grawitacyjne”.</p>
Praca w polu grawitacyjnym	<p>wykazać, że jednorodne pole grawitacyjne jest polem zachowawczym.</p>	<p>podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły grawitacji w centralnym polu grawitacyjnym objaśnić wzór na pracę siły pola grawitacyjnego.</p>	<p>przeprowadzić rozumowanie wykazujące, że dowolne (statyczne) pole grawitacyjne jest polem zachowawczym. (W)</p>
Energia potencjalna ciała w polu grawitacyjnym	<p>odpowiedzieć na pytania: Od czego zależy grawitacyjna energia potencjalna ciała w polu centralnym? Jak zmienia się grawitacyjna energia potencjalna ciała podczas zwiększania jego odległości od Ziemi?</p>	<p>zapisać wzór na zmianę grawitacyjnej energii potencjalnej ciała przy zmianie jego położenia w centralnym polu grawitacyjnym, poprawnie wypowiedzieć definicję grawitacyjnej energii potencjalnej.</p>	<p>wykazać, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”, poprawnie sporządzić i zinterpretować wykres zależności $E_p(r)$, wyjaśnić, dlaczego w polach niezachowawczych nie operujemy pojęciem energii potencjalnej.</p>
Druga prędkość kosmiczna	<p>objaśnić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, (K) obliczyć wartość drugiej prędkości kosmicznej dla Ziemi. (K)</p>	<p>wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej, opisać ruch ciała w polu grawitacyjnym w zależności od</p>	<p>przygotować prezentację na temat ruchu satelitów w polu grawitacyjnym w zależności od wartości nadanej im prędkości.</p>

		wartości nadanej mu prędkości.	
Stany przeciążenia. Stany nieważkości i niedociążenia	<p>podać przykłady występowania stanu przeciążenia, niedociążenia i nieważkości.</p>	<p>zdefiniować stan przeciążenia, niedociążenia i nieważkości, opisać (w układzie inercyjnym i nieinercyjnym) zjawiska występujące w rakiecie startującej z Ziemi i poruszającej się z przyspieszeniem zwróconym pionowo w górę.</p>	<p>wyjaśnić, dlaczego stan nieważkości może występować tylko w układach nieinercyjnych, wyjaśnić, na czym polega zasada równoważności, przygotować prezentację na temat wpływu stanów przeciążenia, niedociążenia i nieważkości na organizm człowieka.</p>
Iloczyn wektorowy dwóch wektorów	<p>podać przykład wielkości fizycznej, która jest iloczynem wektorowym dwóch wektorów. (K)</p>	<p>zapisać iloczyn wektorowy dwóch wektorów, podać jego cechy (wartość kierunku, zwrot).</p>	<p>wyjaśnić, co to znaczy, że iloczyn wektorowy jest antyprzemienne.</p>
Ruch obrotowy bryły sztywnej	<p>wymienić wielkości opisujące ruch obrotowy, posługiwać się pojęciami: szybkość kątowa średnia i chwilowa, prędkość kątowa średnia i chwilowa, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe, stosować regułę śruby prawoskrętnej do wyznaczenia zwrotu prędkości kątowej. (K)</p>	<p>zdefiniować: szybkość kątową średnią i chwilową, prędkość kątową średnią i chwilową, przyspieszenie kątowe średnie i chwilowe, opisać matematycznie ruch obrotowy: jednostajny, jednostajnie przyspieszony, jednostajnie opóźniony, zapisać i objaśnić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.</p>	<p>wyprowadzić związek między wartościami składowej stycznej przyspieszenia liniowego i przyspieszenia kątowego.</p>
Energia kinetyczna bryły			

sztywnej	zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym posługiwać się pojęciem momentu bezwładności.	podać definicję momentu bezwładności bryły, obliczać momenty bezwładności brył względem ich osi symetrii, obliczać energię kinetyczną bryły obracającej się wokół osi symetrii.	wyprowadzić wzór na energię kinetyczną bryły w ruchu obrotowym, stosować twierdzenie Steinera, wyjaśnić, dlaczego energie kinetyczne bryły obracającej się z taką samą szybkością kątową wokół różnych osi obrotu (równoległych do osi symetrii bryły) są różne.
Przyczyny zmian ruchu obrotowego. Moment siły	podać warunek zmiany stanu ruchu obrotowego bryły sztywnej, posługiwać się pojęciem momentu siły, podać treść zasad dynamiki ruchu obrotowego. (K)	zdefiniować moment siły, obliczać wartości momentów sił działających na bryłę sztywną, znajdować ich kierunek i zwrot, znajdować wypadkowy moment sił działających na bryłę.	rozwiązywać zadania, stosując zasady dynamiki ruchu obrotowego.
Moment pędu bryły sztywnej	posługiwać się pojęciem momentu pędu, (K) podać treść zasady zachowania momentu pędu.	zdefiniować moment pędu, obliczać wartość momentu pędu bryły obracającej się wokół osi symetrii, zapisać i objaśnić ogólną postać drugiej zasady dynamiki ruchu obrotowego.	rozwiązywać zadania, stosując zasadę zachowania momentu pędu.
Analogie występujące w opisie ruchu postępowego obrotowego		przedstawić analogie występujące w dynamicznym opisie ruchu postępowego i obrotowego.	
Złożenie ruchu postępowego i obrotowego – toczenie		opisać toczenie bez	

		<p>poślizgu, jako złożenie ruchu postępowego bryły i jej ruchu obrotowego wokół środka masy, opisać toczenie jako ruch obrotowy wokół chwilowej osi obrotu,</p> <p>znajdować prędkość punktów toczącej się bryły jako wypadkową prędkości jej ruchu postępowego i obrotowego wokół środka masy,</p> <p>obliczać energię kinetyczną toczącej się bryły, zapisać równania ruchu postępowego i obrotowego toczącej się bryły sztywnej.</p>	
<p>Wiadomości wstępne</p> <p>Niepewności pomiarów bezpośrednich (prostych)</p> <p>Niepewności pomiarów pośrednich (złożonych)</p> <p>Graficzne przedstawianie wyników pomiarów wraz z ich niepewnościami</p> <p>Dopasowanie prostej do wyników pomiarów</p> <p>Opisujemy rozkład normalny</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie</p>	<p>wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich (prostych), wymienić przykłady pomiarów pośrednich (złożonych), odróżnić błędy od niepewności odróżnić błędy grube od błędów systematycznych, wymienić sposoby eliminowania błędów pomiaru, wskazać źródła występowania niepewności pomiarowych, odczytywać wskazania przyrządów pomiarowych, ocenić dokładność przyrządu przygotować zestaw doświadczalny wg instrukcji, wykonać samodzielnie kolejne</p>	<p>obliczyć niepewność względną pomiaru, oszacować niepewność pomiaru pośredniego metodą najmniej korzystnego przypadku, przedstawić graficznie wyniki pomiarów wraz z niepewnościami, dopasować graficznie prostą do punktów pomiarowych i ocenić trafność tego postępowania, odczytać z dopasowanego graficznie wykresu współczynnik kierunkowy prostej, podać przyczyny ewentualnych błędów</p>	<p>dopasować prostą do wyników pomiarów, (W) obliczyć współczynnik kierunkowy prostej dopasowanej do punktów pomiarowych, obliczyć odchylenie standardowe pojedynczego pomiaru, obliczyć odchylenie standardowe średniej dla każdej serii pomiarów, podać wynik pomiaru w postaci $x \pm Dx$, ocenić, czy niepewność pomiaru jest niepewnością systematyczną, samodzielnie zaproponować metodę wyznaczenia wielkości fizycznej.</p>

<p>przyspieszonym</p> <p>Badamy ruch po okręgu</p> <p>Wyznaczamy współczynnik tarcia kinetycznego za pomocą równi pochyłej</p> <p>Sprawdzamy drugą zasadę dynamiki dla ruchu obrotowego</p> <p>Wyznaczamy wartość przyspieszenia ziemskiego</p>	<p>czynności,</p> <p>sporządzić tabelę wyników pomiaru, obliczyć wartości średnie wielkości mierzonych,</p> <p>sporządzić odpowiedni układ współrzędnych (podpisać i wyskalować osie, zaznaczyć jednostki wielkości fizycznych),</p> <p>zaznaczyć w układzie współrzędnych punkty wraz z niepewnościami,</p> <p>zapisać wynik pomiaru w postaci $x \pm Dx$. (K)</p>	<p>systematycznych,</p> <p>zapropionować sposób postępowania pozwalający uniknąć błędów systematycznych,</p> <p>oszacować wielkość błędów systematycznych,</p> <p>ocenić krytycznie, czy otrzymany wynik doświadczenia jest realny,</p> <p>samodzielnie sformułować wnioski wynikające z doświadczenia.</p>	
<p>Sprężystość jako makroskopowy efekt mikroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych</p>	<p>wyjaśnić różnicę między odkształceniami sprężystymi i niesprężystymi</p> <p>wymienić stany skupienia, w których nie występuje sprężystość postaci</p>	<p>na przykładzie rozciąganej sprężyny wyjaśnić prostą proporcjonalność $x \sim F_s$</p>	<p>wyjaśnić przyczynę występowania sprężystości postaci ciał stałych</p>
<p>Ruch drgający harmoniczny</p> <p>matematyczny opis ruchu harmonicznego</p> <p>okres drgań w ruchu harmonicznym</p> <p>energia w ruchu harmonicznym</p>	<p>wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie, (K)</p> <p>wymienić i objaśnić pojęcia służące do opisu ruchu drgającego, (K)</p> <p>podać cechy ruchu harmonicznego, zapisać i objaśnić związek siły, pod wpływem której odbywa się ruch harmoniczny, z wychyleniem ciała z położenia równowagi,</p> <p>podać sens fizyczny współczynnika sprężystości dla sprężyny,</p> <p>sporządzić i omówić wykresy: $x(t)$, $u_x(t)$, $a_x(t)$,</p> <p>omówić zmiany energii potencjalnej</p>	<p>podać warunki, w których ruch drgający jest ruchem harmonicznym,</p> <p>obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwie składowe,</p> <p>wyjaśnić pojęcie fazy drgań,</p> <p>podać i objaśnić wzór na okres drgań harmonicznym,</p> <p>podać wzory na energię</p>	<p>uzasadnić, że ruch drgający harmoniczny jest ruchem niejednostajnie zmiennym,</p> <p>wyjaśnić pojęcie fazy początkowej, zapisać związki $x(t)$, $u_x(t)$, $a_x(t)$ i $F_x(t)$ z użyciem tego pojęcia, (W)</p> <p>wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,</p> <p>wyprowadzić wzory na energię potencjalną sprężystości i energię kinetyczną ciała drgającego,</p> <p>udowodnić, że całkowita energia mechaniczna ciała wykonującego ruch harmoniczny jest</p>

	sprężystości i energii kinetycznej ciała wykonującego ruch harmoniczny.	potencjalną sprężystości, energię kinetyczną i całkowitą ciała drgającego, sporządzić wykresy zależności: $E_p(t)$, $E_k(t)$, $E_c(t)$, $E_p(x)$ i $E_k(x)$.	stała, rozwiązywać zadania z wykorzystaniem matematycznego opisu ruchu drgającego.
Wahadło matematyczne	zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego, (K)	podać definicję wahadła matematycznego, opisać sposób wykorzystania wahadła matematycznego do wyznaczania przyspieszenia ziemskiego.	wyprowadzić wzór na okres wahadła matematycznego, (W) wykazać, że dla małych kątów wychylenia ruch wahadła matematycznego jest ruchem harmonicznym.
Drgania wymuszone i rezonansowe	wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu mechanicznego, (K) zademonstrować zjawisko rezonansu mechanicznego.	zapisać wzorem i objaśnić pojęcie częstotliwości drgań własnych, wyjaśnić powstawanie drgań wymuszonych.	
Pojęcie fali. Fale podłużne i poprzeczne. Wielkości charakteryzujące fale	wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej, wyjaśnić różnicę między falą poprzeczną i podłużną, podać przykłady ośrodków, w których rozchodzą się fale poprzeczne oraz ośrodków, w których rozchodzą się fale podłużne, wymienić i objaśnić wielkości charakteryzujące fale.	uzasadnić fakt, że fala podłużna może się rozchodzić w każdym ośrodku, a fala poprzeczna tylko w ciałach stałych i na powierzchni cieczy, podać definicję fali harmonicznej, stosować w obliczeniach związek między długością fali, częstotliwością, okresem i szybkością rozchodzenia się fali.	

<p>Funkcja falowa fali płaskiej</p>	<p>uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (x) i od czasu (t).</p>	<p>podać wzór na wychylenie cząstki biorącej udział w ruchu falowym (funkcję falową) i objaśnić go, wyjaśnić, co nazywamy fazą fali, wykazać, że energia transportowana przez falę jest wprost proporcjonalna do kwadratu amplitudy tej fali.</p>	<p>zbadać zależność $y(x)$ wychylenia cząstki od jej odległości od źródła w ustalonej chwili, zbadać zależność $y(t)$ wychylenia od czasu dla wybranej cząstki biorącej udział w ruchu falowym, stosować funkcję falową do obliczania długości fali.</p>
<p>Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach</p>	<p>podać zasadę superpozycji fal, wyjaśnić pojęcie przesunięcia fazowego, (K) przedstawić na wykresach wynik interferencji fal przesuniętych w fazie o $\varphi = 0^\circ$, $0^\circ < \varphi < 180^\circ$, $\varphi = 180^\circ$, podać warunek, przy którym w wyniku interferencji dwóch fal powstaje fala stojąca, opisać falę stojącą (strzałki, węzły).</p>	<p>analizować i wyjaśniać wynik interferencji fal o częstotliwościach n_1 i $n_2 = 2n_1$ oraz n_1 i $n_2 = 3n_1$, wyjaśnić pojęcia częstotliwości podstawowej i wyższych harmonicznych, zinterpretować graficznie amplitudę fali w funkcji falowej opisującej falę stojącą, obliczyć odległość między sąsiednimi węzłami lub strzałkami fali stojącej, opisać fale stojące w strunach.</p>	<p>dokonać matematycznie superpozycji dwóch fal przesuniętych w fazie o j_0 i zinterpretować otrzymaną funkcję falową, dokonać matematycznie superpozycji dwóch fal, w wyniku której powstaje fala stojąca i zinterpretować otrzymaną funkcję falową, (W) rozwiązywać zadania dotyczące fal stojących</p>
<p>Zasada Huygensa. Zjawisko dyfrakcji</p>	<p>podać treść zasady Huygensa, opisać zjawisko dyfrakcji.</p>	<p>podać warunek, przy którym następuje silne ugięcie fali oraz warunek, przy którym zjawisko ugięcia można pominąć.</p>	

Interferencja fal harmonicznych wysyłanych przez identyczne źródła	<p>zdefiniować źródła spójne (źródła fal spójnych) podać warunki wzmocnienia fali i jej wygaszenia w przypadku interferencji fal wysyłanych przez identyczne źródła.</p>	<p>na podstawie funkcji falowej fali powstałej wskutek interferencji dwóch fal wysyłanych przez identyczne źródła uzasadnić fakt, że wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem.</p>	<p>dokonać matematycznie interferencji fal harmonicznych wysyłanych przez identyczne źródła i wyprowadzić wzory opisujące warunek wzmocnienia fali i wygaszenia fali, rozwiązywać zadania z wykorzystaniem warunków wzmocnienia i wygaszenia fal.</p>
Fale akustyczne	<p>podać cechy fal akustycznych, podać przykłady szybkości rozchodzenia się fal akustycznych (powietrze, woda, żelazo) (K)</p>	<p>opisać różnicę między tonami, dźwiękami i szumami.</p>	<p>opisać zakres natężenia fali akustycznej rejestrowanej przez ludzki mózg.</p>
Zjawisko Dopplera	<p>opisać zjawisko Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. (K)</p>	<p>opisać zjawisko Dopplera w dowolnym przypadku względnego ruchu źródła dźwięku i obserwatora, wyprowadzić wzór na częstotliwość odbieranego dźwięku w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.</p>	<p>zinterpretować wzór ogólny (dla wszystkich przypadków) na częstotliwość odbieranego dźwięku w przypadku względnego ruchu źródła i obserwatora, rozwiązywać zadania dotyczące zjawiska Dopplera.</p>
Ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym	<p>opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego, wyjaśnić z punktu widzenia teorii wywieranie przez gaz ciśnienia na ścianki naczynia, wymienić czynniki wpływające na ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym.</p>	<p>zapisać wzór na ciśnienie gazu (podstawowy wzór teorii kinetyczno-molekularnej), wyrazić wzór na ciśnienie gazu przez różne wielkości fizyczne (liczbę moli, masę pojedynczej cząsteczki, gęstość</p>	<p>ewentualnie wyprowadzić wzór na ciśnienie gazu w naczyniu zamkniętym.</p>

		gazu itp.).	
Równanie stanu gazu doskonałego. Równanie Clapeyrona	zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego, zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona.	zapisać równanie Clapeyrona dla liczby moli n i liczby cząsteczek N (stała Boltzmann).	wyrazić średnią energię kinetyczną ruchu postępowego cząsteczki gazu doskonałego przez jego temperaturę T i stałą Boltzmann.
Przemiany gazu doskonałego – przemiana izotermiczna – przemiana izochoryczna – przemiana izobaryczna	wymienić i opisać przemiany szczególne gazu doskonałego, sformułować prawa dla przemian szczególnych, przeliczyć temperaturę wyrażoną w skali Celsjusza na kelwiny i odwrotnie.	otrzymać z równania Clapeyrona prawa rządzące szczególnymi przemianami gazu doskonałego, sporządzać i interpretować wykresy $p(V)$, $V(T)$ i $p(T)$, każdą przemianę szczególnie przedstawić w różnych układach współrzędnych.	interpretować prawa gazów z punktu widzenia teorii kinetyczno-molekularnej, posługiwać się pojęciem współczynnika rozszerzalności objętościowej gazu, rozwiązywać problemy, stosując ilościowy opis przemian gazu doskonałego.
Energia wewnętrzna gazu. Stopnie swobody	zdefiniować energię wewnętrzną ciała i gazu doskonałego, korzystać z informacji, że energia wewnętrzna danej masy danego gazu doskonałego zależy jedynie od jego temperatury, a zmiana energii wewnętrznej jest związana jedynie ze zmianą temperatury.	zapisać wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu doskonałego jako funkcję zmiany jego temperatury.	posługiwać się pojęciem stopni swobody cząsteczek gazu, wyrazić wzór na całkowitą średnią energię kinetyczną cząsteczki (wszystkich rodzajów ruchu) przez liczbę stopni swobody cząsteczek gazów jedno-, dwu- i wieloatomowych.
Pierwsza zasada termodynamiki i jej zastosowanie do przemian gazowych	posługiwać się pojęciem ciepła i przekazu ciepła, wypowiedzieć, zapisać i objaśnić pierwszą zasadę termodynamiki, korzystać z informacji, że pierwsza zasada termodynamiki jest zasadą	interpretować przemiany gazowe (w tym także adiabatyczne) z punktu widzenia pierwszej zasady termodynamiki.	rozwiązywać problemy ilościowe z zastosowaniem pierwszej zasady termodynamiki do przemian gazowych.

	<p>zachowania energii układu, obliczać pracę objętościową na podstawie wykresu $p(V)$ w prostych przypadkach, zapisać pierwszą zasadę termodynamiki dla przemian: izotermicznej, izochorycznej i izobarycznej.</p>		
Ciepło właściwe i ciepło molowe	<p>rozróżniać pojęcia ciepła właściwego i ciepła molowego.</p>	<p>definiować pojęcie ciepła właściwego i ciepła molowego substancji, posługiwać się pojęciami ciepła molowego gazu w stałym ciśnieniu i stałej objętości i obliczać ich różnicę.</p>	<p>wyprowadzić związek między C_p i C_v (różnicę i stosunek), skorzystać z informacji, że C_p/C_v zależy od liczby stopni swobody cząsteczek.</p>
Energia wewnętrzna jako funkcja stanu	<p>korzystać z informacji, że zmiana energii wewnętrznej podczas przejścia gazu między dwoma stanami nie zależy od procesu (tak jak praca i ciepło), tylko od stanu początkowego i końcowego</p>	<p>wyjaśnić znaczenie stwierdzenia, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu gazu (ciała).</p>	<p>zapisać ogólny wzór na zmianę energii wewnętrznej gazu, słuszny w każdym procesie, korzystać z powyższego wzoru podczas rozwiązywania problemów ilościowych. (W)</p>
Silniki cieplne. Odwracalny cykl Carnota	<p>opisać zasadę działania silnika cieplnego, wymienić przemiany, z których składa się cykl Carnota, posługiwać się pojęciem sprawności silnika cieplnego, korzystać z informacji, że nie całe ciepło pobrane ze źródła może być zamienione na pracę.</p>	<p>zdefiniować sprawność silnika cieplnego, obliczać sprawność różnych cykli, sformułować drugą zasadę termodynamiki.</p>	<p>posługiwać się pojęciem entropii układu i zmiany entropii, korzystać z informacji, że w procesach samorzutnych entropia układu wzrasta.</p>

Przejścia fazowe	opisać procesy: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, odróżniać wrzenie od parowania.	zdefiniować ciepła przemian fazowych, sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy, opisywać przemiany energii w przemianach fazowych.	rozwiązywać ilościowe problemy dotyczące bilansu cieplnego z uwzględnieniem przemian faz(W)
Para nasycona i para nienasycona	analizować wpływ zewnętrznego ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy.	posługiwać się pojęciami pary nasyconej i pary nienasyconej, korzystać z informacji, że ciśnienie pary nasyconej można zwiększyć jedynie przez wzrost temperatury, korzystać z informacji, że pary nienasycone w przybliżeniu stosują się do praw gazowych.	wyjaśnić, dlaczego ciśnienie pary nasyconej ze wzrostem temperatury wzrasta bardziej gwałtownie niż ciśnienie pary nienasyconej.
Rozszerzalność termiczna ciał	omówić na przykładach zjawisko rozszerzalności termicznej ciał, obliczać zmiany objętości odpowiadające zmianom temperatury.	zdefiniować współczynnik rozszerzalności liniowej ciał stałych oraz objętościowej ciał stałych i cieczy.	podać(ewentualnie wyprowadzić) związek między współczynnikami rozszerzalności liniowej i objętościowej ciała stałego.
Transport energii przez przewodzenie i konwekcję	opisać zjawiska przewodzenia i konwekcji i podać przykłady praktycznego wykorzystania tych zjawisk, podać przykłady ciał, które są dobrymi przewodnikami ciepła.	omówić doświadczenia pozwalające zbadać zjawisko przewodnictwa cieplnego ciał stałych, cieczy i gazów oraz sformułować wnioski wynikające z tych doświadczeń.	objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i przewodzeniem prądu elektrycznego, (W) opisać ilościowo zjawisko przewodnictwa cieplnego.

