

Wymagania edukacyjne z fizyki – poziom rozszerzony – część 2

Ruch drgający

^RTreści spoza podstawy programowej.

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
5.3. Drgania sprężyn (Okres i częstotliwość drgań ciała na sprężynie. Wykresy opisujące ruch harmoniczny ciężarka na sprężynie)	demonstruje drgania wahadła sprężynowego	X			
	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			X	
	samodzielnie wykonuje 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: $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$				X
	oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie	X			
	wyprowadza wzór na okres i częstotliwość drgań wahadła sprężynowego			X	
	posługuje się modelem i równaniem oscylatora harmonicznego		X		
	stosuje równanie oscylatora harmonicznego do wyznaczania okresu drgań wahadła sprężynowego			X	
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła sprężynowego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)				X	
5.4. Wahadło matematyczne (Wahadło matematyczne. Okres drgań wahadła matematycznego)	opisuje ruch wahadła matematycznego	X			
	wyjaśnia, od czego zależy okres drgań wahadła matematycznego; wyjaśnia, dlaczego wzór na okres drgań tego wahadła stosujemy dla małych wychyleń		X		
	oblicza okres drgań wahadła matematycznego		X		
	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, wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na niepewność otrzymanej wartości przyspieszenia ziemskiego			X	
	planuje i przeprowadza doświadczenie dotyczące wyznaczania przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahadła matematycznego, z pomocą nauczyciela lub korzystając z podręcznika; wybiera właściwe narzędzia pomiaru, mierzy czas, długość	X			
	bada doświadczalnie zależność długości wahadła od kwadratu okresu drgań wahadła matematycznego: wykonuje pomiary okresu drgań wahadła dla różnych jego długości, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, formułuje 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			X	
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z ruchem wahadła matematycznego (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) o obniżonym stopniu trudności związane z ruchem wahadła matematycznego	X			
	rozwiązuje typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego		X		
	rozwiązuje bardziej złożone typowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego			X	
rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z ruchem wahadła matematycznego				X	

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
5.5. Energia w ruchu harmonicznym (Energia kinetyczna i energia potencjalna oscylatora harmonicznego. Zasada zachowania energii dla oscylatora)	analizuje przemiany energii w ruchu wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie	X			
	stosuje zasadę zachowania energii do opisu ruchu drgającego, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu	X			
	stosuje funkcje trygonometryczne $\sin^2\alpha$ i $\cos^2\alpha$ do zobrazowania zmian energii potencjalnej i kinetycznej			X	
	analizuje zasadę zachowania energii oscylatora harmonicznego		X		
	udowadnia spełnienie zasady zachowania energii mechanicznej, posługując się wzorami na energię potencjalną i kinetyczną oscylatora harmonicznego				X
	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)		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności 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)			X	
	rozwiązuje złożone, nietypowe zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z zasadą zachowania energii (przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem)				X
5.6. Drgania tłumione i wymuszone. Rezonans (Oscylator z tłumieniem. Drgania wymuszone i zjawisko rezonansu. Amplituda oscylatora z siłą wymuszającą. Rezonans w naszym otoczeniu)	wyjaśnia, dlaczego drgania są zanikające, wskazuje przyczyny tłumienia drgań	X			
	demonstruje drgania tłumione	X			
	opisuje drgania wymuszone		X		
	wskazuje przykłady rezonansu mechanicznego, wyjaśnia jego znaczenie, np. w budownictwie	X			
	opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach		X		
	z pomocą nauczyciela rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)			X	
rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z ruchem harmonicznym (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)				X	

Fale mechaniczne

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
6.1. Ruch falowy	opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego na przykładzie układu wahadeł połączonych sprężynami	X			
	posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmonicznyc; stosuje w obliczeniach związki między tymi wielkościami	X			
	stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem i prędkością	X			
	opisuje falę poprzeczną i falę podłużną		X		
	wskazuje ośrodki, w których rozchodzą się fale mechaniczne	X			
	opisuje mechanizm przenoszenia energii przez falę	X			
	posługując się kalkulatorem, rozwiązuje proste zadania obliczeniowe z zastosowaniem pojęć: amplitudy, okresu, częstotliwości, prędkości i długości fali	X			
	rozwija graficznie i liczbowo typowe zadania, stosując równanie fali		X		
	rozwija graficznie i liczbowo typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności, stosując równanie fali			X	
	rozwija graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosuje równanie fali, interpretuje to równanie				X
wygłasza referat na temat występowania fali tsunami w przyrodzie, omawia mechanizm jej powstawania				X	
6.2. Matematyczny opis fali	podaje ogólny wzór na funkcję falową fali harmonicznnej $y(x,t) = A \sin \left[\omega \left(t - \frac{x}{v} \right) + \varphi_0 \right]$	X			
	rozwija proste zadania obliczeniowe, posługując się kalkulatorem; stosując funkcję falową fali harmonicznnej i posługując się pojęciami: amplitudy, okresu, częstotliwości, prędkości i długości fali	X			
	rozwija graficznie i liczbowo zadania, stosując równanie fali; interpretuje to równanie, obliczając amplitudę, okres, częstotliwość, prędkość i długość tej fali		X		
	rozwija graficznie i liczbowo różne zadania, w tym także związane z codziennym życiem, stosując równanie fali			X	
	rozwija graficznie i liczbowo trudne zadania, w tym także związane z codziennym życiem, stosując równanie fali				X
6.3. Fale dźwiękowe	wymienia wielkości fizyczne, od jakich zależą wysokość i głośność dźwięku	X			
	opisuje fale dźwiękowe		X		
	opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych		X		
	przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny dla różnych długości struny: sporządza tabelę z wynikami pomiarów, samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych)				X
	podaje wzór na funkcję falową dla dźwięków		X		
	rozwija proste zadania obliczeniowe dotyczące fal dźwiękowych (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)		X		
	rozwija typowe zadania obliczeniowe dotyczące fal dźwiękowych (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
	rozwija nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące fal dźwiękowych (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)				X

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
6.4. Rozchodzenie się fal mechanicznych, odbicie i załamanie fali (Fala kolista i fala płaska. Zjawisko odbicia i załamania fali)	podaje prawo odbicia fali mechanicznej	X			
	opisuje załamanie fali na granicy ośrodków, podaje prawo załamania fali		X		
	rozwiązuje zadania konstrukcyjne i obliczeniowe z wykorzystaniem prawa odbicia i prawa załamania fali			X	
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności, stosując prawo odbicia i prawo załamania fali (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z prawami odbicia i załamania fali (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)				X
	demonstruje fale (także graficznie): kolistą, płaską i kulistą	X			
	rozdziela pojęcia: grzbiet fali, dolina fali i promień fali	X			
	opisuje zjawiska odbicia i załamania fali mechanicznej	X			
	wyjaśnia przyczyny załamania fal		X		
	wyjaśnia, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia		X		
6.5. Superpozycja fal. Fale stojące	wyjaśnia, na czym polega superpozycja fal	X			
	ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal	X			
	wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej	X			
	opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie		X		
	wskazuje w modelu fali stojącej węzły jako miejsca, w których amplituda fali wynosi zero i strzałki jako miejsca, w których amplituda fali jest największa	X			
	podaje odległości między sąsiednimi węzłami i strzałkami fali stojącej jako wielokrotności długości fali	X			
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z superpozycją fal		X		
	rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne o średnim poziomie trudności związane z superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)			X	
rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i graficzne związane z superpozycją fal (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)				X	

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
6.6. Dźwięki proste i złożone	demonstruje dźwięk prosty za pomocą kamertonu	X			
	przedstawia graficznie dźwięk prosty, wskazuje jego częstotliwość i amplitudę	X			
	opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych	X			
	rozdziela dźwięki proste i złożone	X			
	wyznacza doświadczalnie prędkości dźwięku w powietrzu, sporządza tabelę pomiarów, a na jej podstawie rysuje wykres, znajduje prostą najlepszego dopasowania i wyznacza jej współczynnik kierunkowy, który odpowiada prędkości dźwięku w powietrzu		X		
	posługuje się programami komputerowymi przeznaczonymi m.in. do uzyskiwania charakterystyki dźwięku	X			
	planuje doświadczenie związane z pomiarem prędkości dźwięku, sporządza tabelę z wynikami pomiarów, analizuje błędy pomiarów, wyznacza błędy: względny i bezwzględny				X
	oblicza wartość średnią prędkości dźwięku		X		
	dopasowuje prostą do wyników pomiaru i odczytuje jej współczynnik kierunkowy, sprawdza za pomocą prostych przekształceń algebraicznych, czy wyraża on prędkość dźwięku w powietrzu			X	
	wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik pomiaru prędkości dźwięku		X		
	przeprowadza pomiary częstotliwości drgań struny dla różnych jej długości, sporządza tabelę wyników pomiaru, samodzielnie wykonuje poprawny wykres (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych)		X		
	rozwiązuje zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)			X	
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i graficzne związane z mechanizmem wytwarzania dźwięków przez różne instrumenty muzyczne (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)				X
	6.7. Interferencja i dyfrakcja fal	opisuje zjawisko interferencji na dowolnie wybranym przykładzie fali		X	
opisuje interferencję konstruktywną i destruktywną			X		
wyjaśnia, co to są fale spójne			X		
uzasadnia warunek spójności interferujących fal					X
opisuje warunek wzmocnienia fali za pomocą kąta			X		
podaje zasadę Huygensa			X		
wyjaśnia mechanizm ugięcia fali, opierając się na zasadzie Huygensa				X	
opisuje interferencję fal na dwóch szczelinach				X	
wyjaśnia geometrycznie interferencję fal na dwóch szczelinach				X	
wyprowadza wzór na wzmocnienie interferencyjne i wygaszenie interferencyjne					X
odróżnia zjawisko dyfrakcji od zjawiska interferencji		X			
wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego			X		
ilustruje graficznie zasadę superpozycji fal				X	

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
6.8. Efekt Dopplera (Źródło poruszające się i nieruchomy obserwator. ^R Poruszający się obserwator i nieruchome źródło. Fala uderzeniowa)	opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora		X		
	^R opisuje efekt Dopplera w przypadku ruchu obserwatora i źródła			X	
	wskazuje przykłady zastosowania zjawiska Dopplera, np. w medycynie		X		
	^R rozwiązuje zadania rachunkowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)			X	
	^R rozwiązuje złożone zadania rachunkowe i problemowe związane ze zjawiskiem Dopplera (przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem)				X
6.9. ^R Jak człowiek ocenia natężenie bodźców słuchowych (Skala logarytmiczna, próg słyszalności, skala muzyczna)	^R wyjaśnia, od czego zależy natężenie fali dźwiękowej			X	
	^R wyjaśnia, dlaczego poziom natężenia dźwięku określa się za pomocą skali logarytmicznej				X
	^R wskazuje przykłady zastosowania skali logarytmicznej w różnych dziedzinach wiedzy			X	
	^R odczytuje poziom natężenia dźwięku szkodliwy dla człowieka i zagrażający uszkodzeniem słuchu			X	
	^R stosuje w obliczeniach wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku			X	
	^R rozwiązuje proste zadania obliczeniowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
	^R rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)				X
	^R rozwiązuje proste zadania obliczeniowe i problemowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
^R rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe, stosując wzory na natężenie i poziom natężenia dźwięku (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)				X	

Termodynamika

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
7.1. Podstawowe pojęcia termodynamiki	wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek a temperaturą	X			
	wymienia główne założenia kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii	X			
	opisuje ruchy Browna oraz dyfuzję jako dowody ruchu cząsteczek	X			
	wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna		X		
	opisuje energię wewnętrzną w ujęciu mikroskopowym	X			
	posługuje się pojęciem średniej energii kinetycznej cząsteczek	X			
	opisuje związek między temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną		X		
	wyjaśnia ogólnie podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii	X			
	wyjaśnia szczegółowo podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii		X		
	stosuje jednostki miary temperatury - kelwiny i stopnie Celsjusza; posługuje się zależnością między tymi jednostkami	X			
	wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna		X		
	stosuje wzór na średnią energię kinetyczną cząsteczek	X			
	interpretuje symulację obrazującą istotę ruchów Browna		X		
*wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina				X	
7.2. Przepływ ciepła. Ciepło właściwe (Ciepło jako przepływ energii. Zmiany temperatury i ciepło właściwe)	planuje doświadczenie dotyczące wyznaczania ciepła właściwego cieczy, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej		X		
	stosuje pojęcie ciepła właściwego; sporządza tabelę z wynikami pomiarów; wskazuje wielkości, których pomiar ma decydujący wpływ na wynik mierzenia wielkości fizycznej; analizuje błędy pomiarów		X		
	wyznacza doświadczalnie ciepło właściwe cieczy, opracowuje wyniki pomiarów			X	
	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	X			
	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		X		

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
	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			X	
	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				X
7.3. Przemiany fazowe (Mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia. Odróżnianie wrzenia od parowania powierzchniowego. Ciepło przemiany fazowej)	wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia (uwzględniając pojęcie cząsteczki)		X		
	wyjaśnia zależność temperatury wrzenia cieczy od ciśnienia atmosferycznego		X		
	odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy		X		
	wykorzystuje pojęcia ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej do rozwiązywania zadań		X		
	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	X			
	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		X		
	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			X	
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				X	

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
7.4. Pierwsza zasada termodynamiki	odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła	X			
	analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii		X		
	planuje doświadczenie dotyczące wyznaczenia ciepła topnienia lodu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej		X		
	stosuje poznane wzory do rozwiązywania prostych zadań rachunkowych		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z bilansem cieplnym: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe i problemowe 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 liczbowe, posługując się kalkulatorem			X	
	rozwiązuje złożone nietypowe 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 liczbowe, posługując się kalkulatorem, opisuje przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną				X
7.5. Zjawiska cieplne w przyrodzie	⁸ opisuje efekt cieplarniany	X			
	⁸ opisuje wpływ konwekcji na klimat na Ziemi		X		
	⁸ omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej	X			
	⁸ wykonuje eksperyment obrazujący zjawiska fizyczne dotyczące ciepła (np. efekt cieplarniany)			X	
	⁸ interpretuje artykuł dotyczący zjawisk cieplnych występujących w przyrodzie w postaci pisemnej lub ustnej; wykonuje model danego zjawiska (lub plakatu), stosując dowolną technikę				X
7.6. Badanie przemian gazu (Mol i liczba Avo- gadra. Przemiany: izotermiczna, izobaryczna i izochoryczna)	z pomocą nauczyciela (lub korzystając z podręcznika) planuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, sporządza i analizuje wykresy	X			
	korzystając z podręcznika, wykonuje doświadczenia dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy		X		
	planuje samodzielnie doświadczenia dotyczące przemian gazu, proponuje sposoby przedstawienia i analizy wyników			X	
	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				X
	planuje doświadczenie dotyczące przemian gazu, opisuje i analizuje wyniki, sporządza i analizuje wykresy		X		
	interpretuje wykresy ilustrujące przemiany: izochoryczną, izobaryczną i izochoryczną		X		

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
7.7. Model gazu doskonałego	wyjaśnia założenia gazu doskonałego; stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu		X		
	wyprowadza równanie stanu gazu doskonałego		X		
	posługuje się pojęciem ciśnienia jako makroskopowej wielkości fizycznej	X			
	wyjaśnia znaczenie pojęcia ciśnienia w ujęciu mikroskopowym, obrazuje graficznie ciśnienie w ujęciu mikroskopowym		X		
	interpretuje równanie stanu gazu doskonałego		X		
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe związane z równaniem Clapeyrona: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku				X	
7.8. Przemiany gazu doskonałego	analizuje wykresy przemian gazu w kontekście zależności wynikających z równania Clapeyrona		X		
	omawia trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona		X		
	interpretuje wykresy przemian gazowych w układzie (V, p)	X			
	omawia przebieg przemiany adiabatycznej oraz interpretuje wykres tej przemiany w układzie (V, p)				X
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku				X

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
7.9. Ciepło w przemianach gazowych	postępuje się pojęciem ciepła molowego przy stałym ciśnieniu i stałej objętości	X			
	wyjaśnia zależność między C_p a C_v		X		
	oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej		X		
	podaje wzory na ciepło molowe doskonałego gazu jednoatomowego i doskonałego gazu dwuatomowego w przemianie izochorycznej		X		
	wyprowadza wzór na pracę w przemianie izobarycznej		X		
	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		X		
	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			X	
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				X	
7.10. Praca a wykresy przemian gazowych	oblicza pracę jako pole pod wykresem $p(V)$ przedstawiającym przemianę gazową	X			
	interpretuje wykresy przemian gazowych, uwzględniając kolejność przemian		X		
	wyjaśnia, że praca jest wykonywana tylko wtedy, gdy zmienia się objętość gazu	X			
	rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku			X	
rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe dotyczące przemian gazowych: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku				X	

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
7.11. Silniki cieplne	^o przedstawia ogólną zasadę działania silnika cieplnego			X	
	^o rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych, analizuje i opisuje przedstawione cykle termodynamiczne			X	
	^o oblicza sprawność silników cieplnych, opierając się na wymienianym cieple i wykonanej pracy			X	
	^o podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego, wykorzystuje go w zadaniach			X	
	^o opisuje i analizuje przemiany energii w silnikach cieplnych			X	
	^o posługuje się pojęciem sprawności silnika cieplnego			X	
	^o samodzielnie wyjaśnia zasadę działania lodówki, korzystając z infografiki				X
7.12. Pompy ciepła	^o omawia zasadę działania pompy ciepła na przykładzie lodówki			X	
	^o wymienia inne zastosowania pomp ciepła (instalacja przydomowa w domach jednorodzinnych, klimatyzator)			X	
	^o rozwiązuje proste zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
	^o rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)			X	
	^o rozwiązuje nietypowe zadania obliczeniowe dotyczące przemian gazowych (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)				X
7.13. Silniki spalinowe (Silnik benzynowy i jego uproszczony model. Silnik Diesla. Cykl Otta)	oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego	X			
	opisuje działanie silników spalinowych (czterosuwowych lub dwusuwowych), benzynowego i Diesla		X		
	wyjaśnia i opisuje cykl Otta jako przykład pracy silnika cieplnego		X		
	podaje wzór na sprawność silnika termodynamicznego i stosuje go do rozwiązywania zadań		X		
	rozwiązuje zadania dotyczące cykli termodynamicznych: analizuje wykres ilustrujący cykl, oblicza sprawność silników cieplnych na podstawie wymienionego ciepła i wykonanej pracy			X	
	porównuje cykle pracy silników cieplnych				X
7.14. Druga zasada termodynamiki (Statystyczne znaczenie drugiej zasady termodynamiki. Podstawy fizyki statystycznej)	interpretuje drugą zasadę termodynamiki		X		
	podaje różne sformułowania drugiej zasady termodynamiki, uzasadnia ich równoważność		X		
	wyjaśnia na przykładach statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki			X	
	rozwiązuje zadania związane z drugą zasadą termodynamiki				X
	wskazuje kierunki procesów zachodzących w przyrodzie		X		
	wskazuje przykłady procesów nieodwracalnych		X		

Grawitacja

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
8.1. Prawo powszechnego ciążenia	interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciążenia dla mas punktowych	X			
	^b przedstawia wektorowy zapis prawa grawitacji			X	
	uzasadnia uniwersalność prawa powszechnego ciążenia	X			
	wyjaśnia, jak wyznaczono stałą grawitacyjną G		X		
	rozdziela pojęcia siły grawitacji i ciężaru	X			
	wyznacza masę Ziemi, znając wartości okresu obiegu i promienia	X			
	wyprowadza wzór na przyspieszenie grawitacyjne dla różnych planet i Ziemi		X		
	wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciążenia (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	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciążenia: 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		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku			X	
	rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku				X
wyjaśnia, co wpływa na ciężar ciała na obracającej się planecie		X			

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
8.2. Pierwsze i drugie prawo Keplera (Pierwsza prędkość kosmiczna)	podaje treść pierwszego i drugiego prawa Keplera	X			
	interpretuje drugie prawo Keplera, posługując się schematem		X		
	oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi		X		
	wyprowadza wzór na pierwszą prędkość kosmiczną		X		
	oblicza prędkość satelity poruszającego się po kołowej orbicie wokół planety albo prędkość planety obiegającej gwiazdę		X		
	oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity			X	
	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)	X			
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)		X		
	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)				X
	wskazuje położenie Słońca i planet na orbicie o kształcie elipsy	X			
8.3. Trzecie prawo Keplera	podaje trzecie prawo Keplera; przedstawia związek odkryć Mikołaja Kopernika z osiągnięciami Jana Keplera		X		
	wyprowadza wzór opisujący trzecie prawo Keplera			X	
	oblicza okresy obiegu planet i wielkie półosie orbit, wykorzystując trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych		X		
	rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)		X		
	rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera			X	
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)				X	

Zagadnienie (temat lekcji)*	Cele operacyjne Uczeń:	Wymagania na ocenę			
		dopuszczającą	dostateczną	dobrą	bardzo dobrą
8.4. Pole grawitacyjne (Natężenie pola grawitacyjnego. Pole grawitacyjne centralne i pole grawitacyjne jednorodne)	rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego	X			
	interpretuje graficznie pojęcie pola grawitacyjnego	X			
	wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem		X		
	charakteryzując pole centralne i pole jednorodne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego		X		
	oblicza wartość i kierunek natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz kuli (ciała sferycznie symetrycznego)		X		
	sporządza wykres zależności natężenia pola od odległości od środka ciała sferycznie symetrycznego (kuli)			X	
	wyjaśnia znaczenie pojęć przyspieszenia grawitacyjnego i natężenia pola grawitacyjnego		X		
	interpretuje obraz linii pola grawitacyjnego dla kilku kulistych ciał			X	
	stosuje zasadę superpozycji pola grawitacyjnego		X		
8.5. Energia potencjalna w polu grawitacyjnym (Praca w polu grawitacyjnym centralnym. Druga prędkość kosmiczna. ⁸ Trzecia prędkość kosmiczna)	wyprowadza wzór na pracę w centralnym polu grawitacyjnym				X
	oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej		X		
	posługuje się pojęciem energii potencjalnej grawitacji	X			
	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		X		
	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			X	
	oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej.			X	
	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				X
	stosuje pojęcie drugiej prędkości kosmicznej, oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich	X			
8.6. Siły pływowe	wyjaśnia przyczynę powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i od Słońca		X		
	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			X	
	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 otrzymanego wyniku		X		
	rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane m.in. z wyznaczaniem wartości siły pływowej: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku				X