

**WYMAGANIA EDUKACYJNE NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA POZSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH  
Z FIZYKI (ZAKRES ROZSZERZONY)**

**KLASA II**

**Zasady ogólne**

1. Wymagania na każdy stopień **wyższy** niż dopuszczający obejmują również wymagania na stopień **poprzedni**.
2. Na **podstawowym** poziomie wymagań uczeń powinien wykonywać **proste** zadania obowiązkowe (łatwe – na stopień dostateczny i bardzo łatwe – na stopień dopuszczający); niektóre czynności ucznia mogą być **wspomagane** przez nauczyciela (np. wykonywanie doświadczeń, rozwiązywanie problemów, przy czym na stopień dostateczny uczeń wykonuje je pod kierunkiem nauczyciela, na stopień dopuszczający – przy pomocy nauczyciela lub innych uczniów).
3. Czynności wymagane na poziomach wymagań 3. **wyższych** niż poziom podstawowy uczeń powinien wykonać **samodzielnie** (na stopień dobry niekiedy może korzystać z niewielkiego wsparcia nauczyciela).
4. W wypadku wymagań na stopnie 4. **wyższe** niż dostateczny uczeń wykonuje zadania **bardziej złożone** lub **dotatkowe** (na stopień dobry – umiarkowanie trudne; na stopień bardzo dobry – trudne i wymagające umiejętności złożonych).

**Wymagania ogólne – uczeń:**

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

**Ponadto:**

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

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<b>7. Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</b>			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• postępuje się pojęciem <i>ciśnienia</i> wraz z jednostką oraz prawem Pascala; rozróżnia parcie i ciśnienie, stosuje w obliczeniach związek między parciem a ciśnieniem</li> <li>• postępuje się pojęciem <i>gęstości</i> wraz z jej jednostką; stosuje w obliczeniach związek gęstości z masą i objętością</li> <li>• postępuje się pojęciami <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i></li> <li>• postępuje się pojęciem <i>siły wyporu</i> oraz prawem Archimedesesa dla cieczy i gazów</li> <li>• postępuje się pojęciami: <i>energia kinetyczna, temperatura, energia wewnętrzna, zero bezwzględne</i></li> <li>• postępuje się skalami temperatury Kelvina i Celsjusza oraz zależnością między nimi</li> <li>• rozróżnia przekaz energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach i przekaz energii w formie pracy; wyjaśnia, kiedy ciała znajdują się w stanie równowagi termodynamicznej</li> <li>• postępuje się pojęciem <i>ciepła właściwego</i> wraz z jego jednostką</li> <li>• rozróżnia i opisuje formy przekazywania energii w postaci ciepła: przewodnictwo cieplne i konwekcję</li> <li>• analizuje zjawiska topnienia, krzepnięcia, wrzenia, skraplania, sublimacji i resublimacji jako procesy, w których dostarczanie energii w postaci ciepła nie powoduje zmiany temperatury</li> <li>• postępuje się pojęciami: <i>ciepło właściwe, ciepło przemiany fazowej, bilans cieplny</i>; wyjaśnia, co nazywamy bilansem cieplnym, i wskazuje jego zastosowania</li> <li>• wyodrębnia z tabel wartości ciepła właściwego i ciepła przemiany fazowej różnych substancji i porównuje je, wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> i <i>ciepła przemiany fazowej</i> w jakościowej analizie bilansu cieplnego, wykonuje obliczenia szacunkowe</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów:</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• stosuje pojęcie <i>ciśnienia</i> do wyjaśniania zjawisk, wyjaśnia zjawiska za pomocą prawa Pascala</li> <li>• podaje przykłady praktycznych zastosowań prawa Pascala</li> <li>• stosuje w obliczeniach związek między ciśnieniem hydrostatycznym a wysokością słupa cieczy i jej gęstością</li> <li>• podaje prawo naczyń połączonych i analizuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych</li> <li>• stosuje pojęcia <i>ciśnienia hydrostatycznego</i> i <i>ciśnienia atmosferycznego</i> do wyjaśniania zjawisk</li> <li>• stosuje w obliczeniach prawo Archimedesesa</li> <li>• analizuje siły działające na ciało całkowicie i częściowo zanurzone w cieczy, opisuje warunki pływania ciał</li> <li>• przedstawia podstawy kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii, postępuje się założeniami tej teorii</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy energia wewnętrzna i jaki ma ona związek z temperaturą; wskazuje różnice między tymi pojęciami</li> <li>• opisuje zjawisko dyfuzji oraz ruchu Browna</li> <li>• wykorzystuje pojęcie <i>ciepła właściwego</i> w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• opisuje przekazywanie energii w postaci ciepła przez promieniowanie</li> <li>• postępuje się pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i> wraz z ich jednostką; stosuje to pojęcie w obliczeniach</li> <li>• opisuje przykłady współistnienia substancji w różnych fazach w stanie równowagi termodynamicznej; szkicuje i objaśnia wykres <math>T(Q)</math> dla wody w trzech stanach skupienia</li> <li>• postępuje się pojęciami <i>ciepła parowania</i> i <i>ciepła topnienia</i> wraz z ich jednostką, wykorzystuje te pojęcia w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• odróżnia parowanie powierzchniowe od wrzenia</li> <li>• wykorzystuje pojęcia <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>ciepła przemiany fazowej</i> w analizie bilansu cieplnego</li> <li>• opisuje zjawisko rozszerzalności cieplnej: liniowej ciał stałych oraz objętościowej gazów i cieczy, wskazuje jego przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje zasadę działania wybranych urządzeń hydraulicznych</li> <li>• doświadczalnie wyznacza ciśnienie atmosferyczne</li> <li>• wyprowadza wzór na ciśnienie hydrostatyczne; opisuje i wyjaśnia paradoks hydrostatyczny</li> <li>• wyjaśnia, od czego i jak zależy ciśnienie atmosferyczne; porównuje zmiany ciśnienia w słupie cieczy i słupie powietrza, wyjaśnia różnicę</li> <li>• uzasadnia (wyprowadza) wzór na siłę wyporu</li> <li>• wyjaśnia, od czego zależy stabilność lodu</li> <li>• opisuje związek między temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek, stosuje go w obliczeniach</li> <li>• postępuje się pojęciem <i>fluktuacji</i>, wyjaśnia, na czym polegają ruchy Browna; wyjaśnia, na czym polegało odkrycie Smoluchowskiego i Einsteina</li> <li>• doświadczalnie wyznacza ciepło parowania wody, analizuje i opracowuje wyniki, <sup>R</sup>demonstruje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego</li> <li>• opisuje skokową zmianę energii wewnętrznej w przemianach fazowych; wyjaśnia mechanizm przemian fazowych z mikroskopowego punktu widzenia</li> <li>• <sup>R</sup>opisuje i wyjaśnia zależność temperatury wrzenia od ciśnienia atmosferycznego; podaje przykłady skutków i wykorzystania tej zależności</li> <li>• <sup>R</sup>wyjaśnia przyczynę rozszerzalności cieplnej, odwołując się do cząsteczkowej budowy materii (budowy mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów)</li> <li>• opisuje wpływ konwekcji na klimat Ziemi, porównuje obieg powietrza wynikający z konwekcji, gdyby Ziemia się nie obracała, i na obracającej się Ziemi, uwzględniając siłę Coriolisa; opisuje wykorzystywanie promieniowania cieplnego przez organizmy żywe</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>– związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym</li> <li>– związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa</li> <li>– z wykorzystaniem związku między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciem <i>ciepła właściwego</i> oraz pojęciem <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</li> </ul> </li> <li>• projektuje, wykonuje i demonstruje działający model fontanny Herona; formułuje i weryfikuje hipotezy</li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treścią rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i></li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z przenoszeniem ciśnienia</li> <li>– obserwuje równowagę cieczy w naczyniach połączonych</li> <li>– demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy</li> <li>– <b>demonstruje stałość temperatury podczas przemiany fazowej</b></li> <li>– bada rozszerzalność cieplną cieczy (wody) i gazu (powietrza)</li> <li>– <b>demonstruje rozszerzalność cieplną wybranych ciał stałych;</b> formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z pojęciem ciśnienia oraz prostymi urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>– związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym</li> <li>– związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesesa</li> <li>– wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> oraz <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, wykonuje obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omawia na przykładach znaczenie praktyczne rozszerzalności cieplnej ciał stałych; opisuje i wyjaśnia nietypową rozszerzalność cieplną wody i jej znaczenie dla życia na Ziemi</li> <li>• wymienia szczególne własności wody i ich konsekwencje dla życia na Ziemi; wyjaśnia znaczenie wartości ciepła właściwego i ciepła parowania wody</li> <li>• podaje i omawia przykłady zjawisk cieplnych w przyrodzie ożywionej i nieożywionej</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów: <ul style="list-style-type: none"> <li>– bada, od czego zależy, a od czego nie zależy energia potencjalna ciała, korzystając z opisu doświadczenia</li> <li>– <b>bada proces wyrównywania temperatury ciał,</b> wyznacza ciepło właściwe cieczy, sporządza i interpretuje wykresy <math>T(t)</math></li> <li>– <b>bada proces wyrównywania temperatury ciał i posługuje się bilansem cieplnym;</b> przedstawia, analizuje i opracowuje wyniki, uwzględnia niepewności pomiarów i formułuje wnioski</li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>– związane z ciśnieniem hydrostatycznym i atmosferycznym</li> <li>– związane z siłą wyporu, wykorzystując prawo Archimedesesa</li> <li>– wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie, w szczególności: posługuje się tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, sporządza i interpretuje wykresy</li> </ul> </li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• planuje i modyfikuje przebieg doświadczeń (formułuje hipotezę i prezentuje kroki niezbędne do jej weryfikacji): <ul style="list-style-type: none"> <li>– związanych z przenoszeniem ciśnienia</li> <li>– dotyczących <b>badania procesu wyrównywania temperatury ciał i posługiwania się bilansem cieplnym</b></li> <li>– dotyczących badania rozszerzalności cieplnej cieczy i gazu oraz <b>demonstracji rozszerzalności cieplnej wybranych ciał stałych</b></li> </ul> </li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– związane z pojęciem <i>ciśnienia</i> oraz urządzeniami hydraulicznymi</li> <li>– związane z ciśnieniem hydrostatycznym i ciśnieniem atmosferycznym</li> <li>– związane z siłą wyporu, z wykorzystaniem prawa Archimedesesa</li> <li>– wykorzystując związek między energią kinetyczną a temperaturą</li> <li>– związane z pojęciami <i>ciepła właściwego</i> i <i>wartości energetycznej paliw i żywności</i></li> <li>– związane z przemianami fazowymi</li> <li>– związane z bilansem cieplnym</li> <li>– związane z rozszerzalnością cieplną</li> <li>– związane ze zjawiskami cieplnymi w przyrodzie</li> </ul> </li> <li>• realizuje i prezentuje projekt <i>Fontanna Herona</i> opisany w podręczniku</li> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Hydrostatyka i wstęp do zjawisk cieplnych</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów</li> </ul>	

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– ciśnienia</li> <li>– siły wyporu</li> <li>– przemian fazowych</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z hydrostatyki i wiadomości o zjawiskach cieplnych; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>		
8. Termodynamika			
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• podaje wielkości opisujące gaz oraz przyczynę wytwarzania ciśnienia przez gaz; posługuje się pojęciami: <i>mol</i>, <i>stała Avogadra</i>, <i>przemiany gazu</i></li> <li>• opisuje model gazu doskonałego; posługuje się założeniami teorii kinetyczno-molekularnej gazu doskonałego</li> <li>• podaje pierwszą zasadę termodynamiki i analizuje ją jako zasadę zachowania energii</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>energii wewnętrznej</i>; przedstawia związek między temperaturą a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego</li> <li>• informuje, że wartość bezwzględna pracy wykonanej przez gaz w każdej przemianie gazowej jest liczbowo równa polu pod wykresem przemiany w układzie (<math>V, p</math>)</li> <li>• podaje definicję silnika cieplnego, omawia jego schemat, rozróżnia grzejnik i chłodnicę, podaje przykłady wykorzystania silników cieplnych</li> <li>• podaje przykłady wykorzystywania pomp cieplnych</li> <li>• określa kierunek przekazu energii w postaci ciepła między układami o różnych temperaturach; rozróżnia zjawiska odwracalne i nieodwracalne, podaje ich przykłady w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• wykonuje doświadczenie, korzystając z jego opisu – sprawdza temperaturę różnych elementów tylnej części lodówki, wyjaśnia wynik swoich obserwacji i formułuje wniosek</li> <li>• rozwiązuje proste zadania lub problemy:</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozróżnia przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną; wskazuje przykłady przemian gazu w otaczającej rzeczywistości</li> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki w analizie przemian gazowych; omawia zależności opisujące przemiany gazu: izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną, stosuje je w obliczeniach; opisuje zjawisko rozszerzalności objętościowej gazów</li> <li>• identyfikuje, interpretuje i analizuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej</li> <li>• podaje oraz objaśnia i interpretuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona); posługuje się pojęciem <i>stałej gazowej</i>, podaje jej wartość wraz z jednostką</li> <li>• stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu i wyjaśniania zjawisk fizycznych oraz w obliczeniach</li> <li>• stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych, zapisuje ją, uwzględniając w szczególnych przypadkach znaki ciepła i pracy (<math>Q</math> i <math>W</math>), zgodnie z przyjętą konwencją posługuje się pojęciem <i>ciepła molowego gazu</i> wraz z jednostką; rozróżnia ciepło molowe przy stałym ciśnieniu i ciepło molowe w stałej objętości, uzasadnia, że dla danego gazu <math>C_p &gt; C_v</math></li> <li>• oblicza zmiany energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• porównuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, dla różnych parametrów – stałych w danej przemianie</li> <li>• wyprowadza równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona)</li> <li>• porównuje przemiany izotermiczną i adiabatyczną na wybranych przykładach i wykresach zależności <math>p(V)</math></li> <li>• analizuje i opisuje wykresy przemian gazu doskonałego: izotermicznej, izobarycznej i izochorycznej, w układzie (<math>V, p</math>), przedstawia te przemiany na wykresach zależności <math>p(V)</math>, <math>p(T)</math> i <math>V(T)</math></li> <li>• wykazuje (wyprowadza) i interpretuje oraz stosuje w obliczeniach związek między ciepłem molowym przy stałym ciśnieniu a ciepłem molowym w stałej objętości dla gazu doskonałego; podaje związek między <math>C_v</math> a stałą <math>R</math> dla gazów jedno- i dwuatomowych</li> <li>• uzasadnia, że dla przemiany izobarycznej zachodzi zależność <math>W = p\Delta V</math></li> <li>• wyjaśnia możliwość wyznaczenia pracy w przemianach izotermicznej i adiabatycznej metodą graficzną</li> <li>• interpretuje wykresy przemian gazowych z uwzględnieniem kolejności przemian; wykazuje, że praca zależy, a zmiana energii wewnętrznej nie zależy od kolejności przemian</li> <li>• wykazuje, że w cyklu termodynamicznym uzyskana praca jest równa polu wewnątrz figury</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia i analizuje trójwymiarowy wykres równania Clapeyrona i jego przekroje: izotermę, izobarę i izochorę</li> <li>• rozróżnia i oblicza współczynniki efektywności pompy cieplnej w przypadku chłodzenia i w przypadku ogrzewania za pomocą pompy cieplnej</li> <li>• rozwiązuje nietypowe, złożone zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych oraz <math>R</math> wyznacza graficznie pracę w przemianie izotermicznej</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych</li> <li>– <math>R</math> dotyczące silników spalinowych</li> <li>– związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> </ul> </li> <li>• realizuje i prezentuje własny projekt związany z treściami rozdziału</li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych,</li> </ul> <p>w szczególności: wyodrębnia z tekstów i ilustracji informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu, przedstawia je w różnych postaciach, przelicza wielokrotności i podwielokrotności, przeprowadza obliczenia i zapisuje wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania, z zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności danych</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pracę jako pole pod wykresem <math>p(V)</math> przedstawiającym przemianę izobaryczną; wykazuje, że w przemianie izochorycznej praca jest równa zero</li> <li>• oblicza ciepło pobrane i ciepło oddane przez gaz na podstawie wykresu przemiany tego gazu i pierwszej zasady termodynamiki</li> <li>• analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w silnikach cieplnych</li> <li>• wyjaśnia na wybranym przykładzie, co to jest cykl termodynamiczny</li> <li>• posługuje się pojęciem <i>sprawności silnika cieplnego</i>, oblicza i porównuje sprawność silników cieplnych, krytycznie ocenia obliczoną sprawność i wskazuje przyczyny strat energii</li> <li>• wyjaśnia na przykładzie lodówki, że pompa ciepła działa odwrotnie niż silnik cieplny; opisuje schemat pompy ciepłej</li> <li>• opisuje i analizuje przepływ energii w postaci ciepła i pracy mechanicznej w pompach cieplnych</li> <li>• <sup>R</sup>podaje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego oraz czynniki, od jakich ona zależy; <sup>R</sup>oblicza maksymalną sprawność silnika cieplnego</li> <li>• podaje drugą zasadę termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</li> <li>• interpretuje drugą zasadę termodynamiki</li> <li>• przeprowadza doświadczenia, korzystając z ich opisów – bada przemiany izotermiczną i izobaryczną, przedstawia, opracowuje i analizuje wyniki, sporządza oraz interpretuje wykresy odpowiednio <math>p(V)</math> i <math>V(T)</math>, formułuje wnioski</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych</li> <li>– <sup>R</sup>dotyczące silników spalinowych; analizuje wykresy cykli pracy silników spalinowych w układzie <math>(V, p)</math>, a na tej</li> </ul> </li> </ul>	<p>ograniczonej przez wykresy przemian <math>p(V)</math>; analizuje przedstawione cykle termodynamiczne</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia zasadę działania wybranych pomp cieplnych, posługując się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu</li> <li>• <sup>R</sup>posługuje się pojęciem <i>współczynnika efektywności pompy ciepłej</i></li> <li>• <sup>R</sup>analizuje i interpretuje wzór na maksymalną sprawność silnika cieplnego, formułuje i uzasadnia wnioski</li> <li>• <sup>R</sup>opisuje działanie silników spalinowych: czterosuwowego benzynowego oraz Diesla, wskazuje skutki ich użytkowania dla środowiska; wyjaśnia i porównuje wykresy cyklu Otta i cyklu Diesla</li> <li>• uzasadnia równoważność sformułowania drugiej zasady termodynamiki w kontekście kierunku przekazu energii w postaci ciepła i w kontekście silników cieplnych</li> <li>• wykazuje statystyczny charakter drugiej zasady termodynamiki, odwołując się do modelu rozprężania gazu</li> <li>• planuje i modyfikuje przebieg badania przemian gazu, izotermicznej i izobarycznej</li> <li>• rozwiązuje złożone (typowe) zadania lub problemy: <ul style="list-style-type: none"> <li>– dotyczące przemian gazu, wykorzystując równanie Clapeyrona</li> <li>– dotyczące przemian gazu doskonałego</li> <li>– związane ze zmianami energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej</li> <li>– związane z obliczaniem pracy i zmiany energii wewnętrznej w przemianach gazowych</li> <li>– związane z analizą cykli termodynamicznych i obliczaniem sprawności silników cieplnych</li> <li>– dotyczące pomp cieplnych</li> <li>– <sup>R</sup>dotyczące silników spalinowych</li> <li>– związane z drugą zasadą termodynamiki oraz sporządza wykresy z uwzględnieniem niepewności pomiaru; udowadnia podane zależności</li> </ul> </li> </ul>	<p><i>Termodynamika</i></p>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
	<p>podstawie wyznacza ciepło pobrane, ciepło oddane, wykonaną pracę i sprawność cyklu</p> <p>– związane z drugą zasadą termodynamiki, w szczególności: posługuje się materiałami pomocniczymi, w tym tablicami fizycznymi, kartą wybranych wzorów i stałych fizykochemicznych oraz kalkulatorem, wykonuje obliczenia szacunkowe i analizuje otrzymany wynik, analizuje i interpretuje wykresy</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przedstawionych materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych, lub zaczerpniętych z internetu, dotyczącymi w szczególności silników cieplnych</li> <li>• analizuje tekst <i>Fizyka nie tylko na lekcjach</i>, wyodrębnia informacje kluczowe, posługuje się nimi i wykorzystuje do rozwiązywania zadań</li> <li>• dokonuje syntezy wiedzy z termodynamiki; przedstawia najważniejsze pojęcia, zasady i zależności</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• samodzielnie wyszukuje i analizuje materiały źródłowe, w tym teksty popularnonaukowe, dotyczące treści rozdziału <i>Termodynamika</i>, posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy tych materiałów i wykorzystuje je do rozwiązywania zadań lub problemów</li> </ul>	

## Grawitacja i elementy astronomii.

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciążenia dla mas punktowych</li> <li>• uzasadnia uniwersalność prawa powszechnego ciążenia</li> <li>• wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców; wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi</li> <li>• rozróżnia pojęcia siły grawitacji i ciężaru</li> <li>• wyznacza masę Ziemi, znając wartości okresu obiegu i promienia</li> <li>• wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi</li> <li>• 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</li> <li>• wskazuje położenie Słońca i planet na orbicie o kształcie elipsy</li> <li>• podaje treść pierwszego i drugiego prawa Keplera</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• doświadczalnie bada, od czego zależy przyspieszenie ziemskie: opisuje i analizuje wyniki doświadczenia, formułuje wnioski</li> <li>• wyjaśnia, jak wyznaczono stałą grawitacyjną <math>G</math></li> <li>• wyprowadza wzór na przyspieszenie grawitacyjne dla różnych planet i Ziemi</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera</li> <li>• podaje i stosuje trzecie prawo Keplera; przedstawia związek odkryć Mikołaja Kopernika z osiągnięciami Jana Keplera</li> <li>• przedstawia krzywe obrazujące tory ruchu ciał pod wpływem siły grawitacji</li> <li>• oblicza okresy obiegu planet i wielkie półosie ich orbit, wykorzystując trzecie prawo Keplera dla orbit kołowych</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe związane z ruchem planet i prawami Keplera, posługując się kalkulatorem (szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku)</li> <li>• wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem</li> <li>• charakteryzując pole centralne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego</li> <li>• oblicza wartość i kierunek natężenia pola grawitacyjnego na zewnątrz kuli (ciała sferycznie symetrycznego)</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje graficznie i liczbowo typowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciążenia</li> <li>• rozwiązuje typowe zadania obliczeniowe o podwyższonym stopniu trudności związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera</li> <li>• interpretuje obraz linii pola grawitacyjnego kilku kulistych ciał</li> <li>• 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</li> <li>• oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej</li> <li>• wyprowadza wzór opisujący trzecie prawo Keplera</li> <li>• rozwiązuje proste zadania problemowe związane z ruchem planet i prawami Keplera</li> <li>• sporządza wykres zależności natężenia pola od odległości od środka ciała sferycznie symetrycznego (kuli)</li> <li>• opisuje pole grawitacyjne ciał o symetrii kulistej na podstawie wykresu <math>\gamma(x)</math>; odczytuje z wykresu wartości wielkości fizycznych</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• rozwiązuje graficznie i liczbowo nietypowe zadania związane z codziennym życiem, stosując prawo powszechnego ciążenia</li> <li>• rozwiązuje złożone zadania obliczeniowe i problemowe związane z prawem powszechnego ciążenia: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• 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)</li> <li>• przedstawia wektorowy zapis prawa grawitacji, stosując rachunek wektorowy</li> <li>• wyprowadza wzór na pracę w centralnym polu grawitacyjnym</li> <li>• 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)</li> <li>• rozwiązuje nietypowe złożone zadania obliczeniowe związane m.in. z wyznaczaniem wartości siły pływowej: szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje prawdopodobieństwo otrzymanego wyniku</li> <li>• wykazuje wysoką umiejętność pracy zespołowej</li> </ul>

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>rysuje linie pola grawitacyjnego, odróżnia pole jednorodne od pola centralnego</li> <li>interpretuje graficznie pojęcie pola grawitacyjnego</li> <li>stosuje pojęcie drugiej prędkości kosmicznej; oblicza wartość drugiej prędkości kosmicznej dla różnych ciał niebieskich</li> <li>posługuje się pojęciami energii potencjalnej grawitacji i potencjału grawitacyjnego</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>stosuje wzór na natężenie pola przy powierzchni Ziemi; charakteryzując pole jednorodne, posługuje się pojęciami natężenia pola grawitacyjnego i linii pola grawitacyjnego</li> <li>wyjaśnia znaczenie pojęć przyspieszenia grawitacyjnego i natężenia pola grawitacyjnego</li> <li>stosuje zasadę superpozycji pola grawitacyjnego</li> <li>oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej</li> <li>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</li> <li>oblicza całkowitą energię ciała na orbicie stacjonarnej</li> <li>wyjaśnia przyczynę powstawania sił pływowych pochodzących od Księżyca i od Słońca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>	

## Pole elektryczne

Ocena			
Stopień dopuszczający	Stopień dostateczny	Stopień dobry	Stopień bardzo dobry
<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia działanie elektroskopu</li> <li>wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia mechanizm elektryzowania ciał przez indukcję, stosując zasadę zachowania ładunku elektrycznego</li> <li>przygotowuje i przedstawia referat lub prezentację multimedialną na temat zjawisk</li> </ul>	<p><b>Uczeń:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>wyjaśnia, co to są kwarki, i określa ich własności</li> <li>podaje i interpretuje wektorową postać prawa Coulomba</li> <li>wykazuje związek natężenia pola z różnicą potencjałów (wyprowadza wzór)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych</li> <li>• odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady jednych i drugich</li> <li>• stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego</li> <li>• posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (ładunku elementarnego)</li> <li>• demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie i dotyk oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych</li> <li>• podaje treść prawa Coulomba</li> <li>• posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego, podaje jego własności</li> <li>• posługuje się pojęciem linii pola elektrostatycznego</li> <li>• opisuje rozkład ładunku w przewodniku</li> <li>• opisuje siły działające na ładunek elektryczny poruszający się w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym</li> <li>• opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową równoległą do wektora natężenia pola</li> <li>• posługuje się pojęciem pojemności kondensatora, podaje sens fizyczny pojemności i jej jednostki</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• bada zjawiska elektryzowania ciał oraz oddziaływania ciał naładowanych</li> <li>• demonstruje elektryzowanie przez indukcję</li> <li>• bada, od czego i jak zależy siła wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych jednoimiennie i różnoimiennie</li> <li>• interpretuje zależność siły Coulomba od wartości ładunków naelektryzowanych ciał i odległości między tymi ciałami</li> <li>• wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi</li> <li>• porównuje siły oddziaływania elektrostatycznego i grawitacyjnego, wskazując podobieństwa i różnice</li> <li>• posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego, podaje definicję (wzór) i jednostkę</li> <li>• oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punkowego</li> <li>• analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków</li> <li>• przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola</li> <li>• rozróżnia pola elektrostatyczne centralne i jednorodne (charakteryzuje te pola, rysuje ich linie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>elektrostatycznych i ich zastosowań, np. kserografu, drukarki laserowej</li> <li>• demonstruje i wyjaśnia oddziaływanie ciał naelektryzowanych z ciałami nienaelektryzowanymi</li> <li>• wyjaśnia zależność siły elektrycznej od ośrodka, posługując się pojęciem przenikalności elektrycznej</li> <li>• doświadczalnie bada kształt linii pola elektrycznego</li> <li>• charakteryzuje pole elektrostatyczne pochodzące od układu ładunków, przedstawia graficzny obraz pola, zaznaczając wektory natężeń pól, stosuje zasadę superpozycji pól</li> <li>• stosuje prawo składania wektorów do znajdowania wypadkowego natężenia pola pochodzącego od układu ładunków, zapisuje wzory na natężenie pola od poszczególnych ładunków</li> <li>• posługuje się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (np. popularnonaukowych, z internetu) na temat praktycznego zastosowania sił elektrostatycznych (np. w elektrofiltrach)</li> <li>• porównuje energię potencjalną w jednorodnym polu elektrycznym i grawitacyjnym</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wyjaśnia działanie generatora Van de Graaffa</li> <li>• przeprowadza doświadczenie mające na celu sprawdzenie, czy pojemność kondensatora zależy od jego cech geometrycznych (pola powierzchni płyt i odległości między nimi) i obecności dielektryka</li> <li>• realizuje projekt: Generator Kelvina</li> <li>• rozwiązuje złożone, nietypowe zadania związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– prawem Coulomba</li> <li>– polem elektrostatycznym i superpozycją pól</li> <li>– energią elektrostatyczną i napięciem</li> <li>– rozkładem ładunków w przewodniku</li> <li>– ruchem ładunków w polu elektrostatycznym</li> <li>– kondensatorem</li> </ul> </li> </ul> <p>(rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku, przeprowadza złożone obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>
--	--	--	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>wymienia rodzaje kondensatorów i wskazuje ich zastosowania</li> <li>z pomocą nauczyciela rozwiązuje proste, typowe zadania obliczeniowe i nieobliczeniowe związane z prawem Coulomba oraz kondensatorami: rozróżnia wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących), krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego</li> <li>charakteryzuje pole między dwiema przeciwnie naładowanymi płytkami</li> <li>charakteryzuje energię potencjalną w centralnym polu elektrycznym</li> <li>definiuje potencjał pola elektrycznego i jego jednostkę, posługuje się pojęciem różnicy potencjałów (napięciem elektrycznym)</li> <li>definiuje 1 eV oraz przelicza energię z elektronowoltów na dżule i odwrotnie</li> <li>wyjaśnia działanie klatki Faradaya</li> <li>opisuje pole elektryczne dwóch połączonych metalowych kul</li> <li>opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku oraz zjawisko ekranowania pola</li> <li>analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrostatycznym, wyjaśnia pojęcie akceleratora liniowego</li> <li>opisuje ruch cząstki naładowanej wprowadzonej z prędkością początkową prostopadłą do natężenia pola</li> <li>opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>przedstawia graficznie i interpretuje zależność energii potencjalnej ładunku próbnego w polu elektrycznym od odległości od źródła</li> <li>określa potencjał w polu centralnym i jednorodnym oraz związek natężenia pola z różnicą potencjałów</li> <li>oblicza elektrostatyczną energię potencjalną i potencjał elektryczny</li> <li>demonstruje działanie klatki Faradaya</li> <li>badą wpływ przewodników z ostrzem na pole elektryczne</li> <li>wyjaśnia mechanizm powstawania burz i działanie piorunochronu</li> <li>porównuje (wskazuje podobieństwa i różnice) ruch cząstek naładowanych w jednorodnym polu elektrycznym i ruch ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym</li> <li>badą doświadczalnie pole kondensatora</li> <li>wyprowadza wzór na pojemność kondensatora płaskiego</li> <li>wyprowadza wzór na pracę potrzebną do naładowania kondensatora</li> <li>uczestniczy w dyskusji na temat: Jak można magazynować energię elektryczną i w jakim celu się to czyni</li> <li>rozwiązuje typowe zadania o podwyższonym stopniu trudności</li> </ul>	
---	---	---	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne</li> <li>• podaje wzór na pojemność kondensatora płaskiego</li> <li>• oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora i zgromadzoną w nim energię</li> <li>• rozwiązuje proste zadania (obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z: <ul style="list-style-type: none"> <li>– prawem Coulomba</li> <li>– polem elektrostatycznym</li> <li>– energią elektrostatyczną i napięciem</li> <li>– rozkładem ładunków w przewodniku</li> <li>– ruchem ładunków w polu elektrostatycznym</li> <li>– kondensatorem</li> </ul> </li> </ul> <p>(rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza proste obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>	<p>(obliczeniowe i nieobliczeniowe) związane z:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– prawem Coulomba</li> <li>– polem elektrostatycznym</li> <li>– energią elektrostatyczną i napięciem</li> <li>– rozkładem ładunków w przewodniku</li> <li>– ruchem ładunków w polu elektrostatycznym</li> <li>– kondensatorem</li> </ul> <p>(rozdziela wielkości dane i szukane, szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, przeprowadza obliczenia, posługując się kalkulatorem, zapisuje wynik jako przybliżony – z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku)</p>	
--	--	---	--

**Wymagania umożliwiające uzyskanie stopnia celującego.** Uczeń opanował wymagania na ocenę bardzo dobra a ponadto jest twórczy, rozwiązuje zadania problemowe w sposób niekonwencjonalny, potrafi dokonać syntezy wiedzy i na tej podstawie sformułować hipotezy badawcze i zaproponować sposób ich weryfikacji, samodzielnie prowadzi badania o charakterze naukowym, z własnej inicjatywy pogłębia swoją wiedzę, korzystając z różnych źródeł, poszukuje zastosowań wiedzy w praktyce.