**PRZEDMIOTOWE ZASADY OCENIANIA**

**FIZYKA**

|  |  |
| --- | --- |
| FORMA AKTYWNOŚCI | WAGA |
| Sprawdzian/ praca klasowa | 3 |
| kartkówka | Od 1 do 2 |
| Odpowiedź ustna/pisemna (twórcza)/ ćwiczenie twórcze | 2 |
| Odpowiedź ustna | 1 |
| Badanie wyników nauczania | 3 |
| Prezentacja  | Od 1 do 2 |
| Praca dodatkowa/referat | Od 1 do 2 |
| Aktywność na lekcji |  1 |
| Zeszyt/ ćwiczenia | 1 |
| Udział w I etapie konkursu | 1 |
| Udział w II etapie konkursu | 2 |
| Udział w III etapie konkursu  | 3 |

Uczeń nieobecny na sprawdzianie/ pracy klasowej/ kartkówce – wpisujemy **nb**

Sprawdzian/ praca klasowa/ prace pisemne na **czerwono**

kartkówka na **niebiesko**

Poprawa kartkówek i sprawdzianów może odbyć się jeden raz w wyznaczonym terminie do dwóch tygodni od oddania. Ocena z popraw zostanie wpisana do dziennika z odpowiednią wagą.

|  |  |
| --- | --- |
| ŚEDNIA WAŻONA | OCENA |
| 0-1,50 | niedostateczny |
| 1,51- 2,51 | dopuszczający |
| 2,52-3,51 | dostateczny |
| 3,52-4,51 | dobry |
| 4,52-5,51 | bardzo dobry |
| 5,52-6 | celujący |

Uczeń który uzyskał średnią graniczną (np. 3,51) ma prawo do poprawy na ocenę wyższą jeżeli spełni następujące warunki:

* frekwencja na zajęciach wynosi minimum 90%,
* poprawa dwóch sprawdzianów wyznaczonych przez nauczyciela lub dodatkowa praca ustalona przez nauczyciela,
* zgłoszenie chęci poprawy na pisemny wniosek ucznia lub rodzica w terminie 3 dni od otrzymania oceny proponowanej.

**Szczegółowy system oceniania**

**Wymagania na ocenę dopuszczającą (2).**

obejmują wiadomości i umiejętności umożliwiające uczniowi dalszą naukę, bez których uczeń nie jest w stanie zrozumieć kolejnych zagadnień omawianych podczas lekcji i wykonywać prostych zadań nawiązujących do sytuacji z życia codziennego.

**Wymagania na ocenę dostateczną (3)**

obejmują wiadomości stosunkowo łatwe do opanowania, przydatne w życiu codziennym, bez których nie jest możliwe kontynuowanie dalszej nauki.

Uczeń (oprócz spełnienia wymagań na ocenę dopuszczającą):

**Wymagania na ocenę dostateczną (3)**

obejmują wiadomości stosunkowo łatwe do opanowania, przydatne w życiu codziennym, bez których nie jest możliwe kontynuowanie dalszej nauki.

Uczeń (oprócz spełnienia wymagań na ocenę dopuszczającą):

**Wymagania na ocenę bardzo dobrą (5)**

obejmują wiadomości i umiejętności złożone, o wyższym stopniu trudności, wykorzystywane do rozwiązywania zadań problemowych.

**Wymagania na ocenę celująćą**

Uczeń (oprócz spełnienia wymagań na ocenę dopuszczająca, dostateczną, dobrą):

**Przedmiotowy System Oceniania**

Klasa 7

1. **Wykonujemy pomiary**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające****(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| **1.1. Wielkości fizyczne, które mierzysz na co dzień** | **wymienia przyrządy, za pomocą których mierzymy długość, temperaturę, czas, szybkość i masę****mierzy długość, temperaturę, czas, szybkość i masę****wymienia jednostki mierzonych wielkości****podaje zakres pomiarowy przyrządu** | **odczytuje najmniejszą działkę przyrządu i podaje dokładność przyrządu** **dobiera do danego pomiaru przyrząd o odpowiednim zakresie i dokładności****oblicza wartość najbardziej zbliżoną do rzeczywistej wartości mierzonej wielkości, jako średnią arytmetyczną wyników****przelicza jednostki długości, czasu i masy** | **zapisuje różnice między wartością końcową i początkowa wielkości fizycznej (np. )****wyjaśnia, co to znaczy wyzerować przyrząd pomiarowy****opisuje doświadczenie Celsjusza i objaśnia utworzoną przez niego skalę temperatur** | **wyjaśnia na przykładach przyczyny występowania niepewności pomiarowych****posługuje się wagą laboratoryjną****wyjaśnia na przykładzie znaczenie pojęcia względności****oblicza niepewność pomiarową i zapisuje wynik wraz z niepewnością** |
| **1.2. Pomiar wartości siły ciężkości** | **mierzy wartość siły w niutonach za pomocą siłomierza****oblicza wartość ciężaru posługując się wzorem** **podaje źródło siły ciężkości i poprawnie zaczepia wektor do ciała, na które działa siła ciężkości** | **wykazuje doświadczalnie, że wartość siły ciężkości jest wprost proporcjonalna do masy ciała****uzasadnia potrzebę wprowadzenia siły jako wielkości wektorowej** | **podaje cechy wielkości wektorowej****przekształca wzór  i oblicza masę ciała, znając wartość jego ciężaru****podaje przykłady skutków działania siły ciężkości** | **rysuje wektor obrazujący siłę o zadanej wartości (przyjmując odpowiednią jednostkę)** |
| **1.3. Wyznaczanie gęstości substancji** | **odczytuje gęstość substancji z tabeli** **mierzy objętość ciał o nieregularnych kształtach za pomocą menzurki**  | **wyznacza doświadczalnie gęstość ciała stałego o regularnych kształtach** **oblicza gęstość substancji ze wzoru** **szacuje niepewności pomiarowe przy pomiarach masy i objętości**  | **przekształca wzór  i oblicza każdą z wielkości fizycznych w tym wzorze****wyznacza doświadczalnie gęstość cieczy** **odróżnia mierzenie wielkości fizycznej od jej wyznaczania, czyli pomiaru pośredniego**  | **przelicza gęstość wyrażoną w kg/m3 na g/cm3 i na odwrót** |
| **1.4. Pomiar ciśnienia** | **wykazuje, że skutek nacisku na podłoże, ciała o ciężarze  zależy od wielkości powierzchni zetknięcia ciała z podłożem****podaje jednostkę ciśnienia i jej wielokrotności****mierzy ciśnienie w oponie samochodowej****mierzy ciśnienie atmosferyczne za pomocą barometru** | **oblicza ciśnienie za pomocą wzoru** **przelicza jednostki ciśnienia** | **przekształca wzór  i oblicza każdą z wielkości występujących w tym wzorze****opisuje zależność ciśnienia atmosferycznego od wysokości nad poziomem morza****rozpoznaje w swoim otoczeniu zjawiska, w których istotną rolę odgrywa ciśnienie atmosferyczne i urządzenia, do działania których jest ono niezbędne** | **wyznacza doświadczalnie ciśnienie atmosferyczne za pomocą strzykawki i siłomierza** |
| **1.5. Sporządzamy wykresy** | **na przykładach wyjaśnia znaczenie pojęcia „zależność jednej wielkości fizycznej od drugiej**  | **na podstawie wyników zgromadzonych w tabeli sporządza samodzielnie wykres zależności jednej wielkości fizycznej od drugiej** | **wykazuje, że jeśli dwie wielkości są do siebie wprost proporcjonalne, to wykres zależności jednej od drugiej jest półprostą wychodzącą z początku układu osi** | **wyciąga wnioski o wartościach wielkości fizycznych na podstawie kąta nachylenia wykresu do osi poziomej** |

**2. Niektóre właściwości fizyczne ciał**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| **2.1. Trzy stany skupienia ciał** | **wymienia stany skupienia ciał i podaje ich przykłady****podaje przykłady ciał kruchych, sprężystych i plastycznych** | **opisuje stałość objętości i nieściśliwość cieczy****wykazuje doświadczalnie ściśliwość gazów** | **wykazuje doświadczalnie zachowanie objętości ciała stałego przy zmianie jego kształtu****podaje przykłady zmian właściwości ciał spowodowanych zmianą temperatury**  | **opisuje właściwości plazmy** |
| **2.2. Zmiany stanów skupienia ciał** | **podaje przykłady topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji****podaje temperatury krzepnięcia i wrzenia wody****odczytuje z tabeli temperatury topnienia i wrzenia** | **wymienia i opisuje zmiany stanów skupienia ciał****odróżnia wodę w stanie gazowym (jako niewidoczną) od mgły i chmur** | **opisuje zależność szybkości parowania od temperatury****demonstruje zjawiska topnienia, wrzenia i skraplania** | **opisuje zależność temperatury wrzenia od ciśnienia****wyjaśnia przyczyny skraplania pary wodnej zawartej w powietrzu, np. na okularach, szklankach i potwierdza to doświadczalnie****opisuje zmiany objętości ciał podczas topnienia i krzepnięcia** |
| **2.3. Rozszerzalność temperaturowa ciał** | **podaje przykłady rozszerzalności temperaturowej w życiu codziennym i technice** | **podaje przykłady rozszerzalności temperaturowej ciał stałych, cieczy i gazów****opisuje anomalną rozszerzalność wody i jej znaczenie w przyrodzie****opisuje zachowanie taśmy bimetalicznej przy jej ogrzewaniu** | **wyjaśnia zachowanie taśmy bimetalicznej podczas jej ogrzewania****wymienia zastosowania praktyczne taśmy bimetalicznej** | **za pomocą symboli  i  lub i  zapisuje fakt, że przyrost długości drutów lub objętości cieczy jest wprost proporcjonalny do przyrostu temperatury****wykorzystuje do obliczeń prostą proporcjonalność przyrostu długości do przyrostu temperatury**  |

**3. Cząsteczkowa budowa ciał**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 3.1. Cząsteczkowa budowa ciał | **podaje przykład zjawiska lub doświadczenia dowodzącego cząsteczkowej budowy materii**  | **opisuje zjawisko dyfuzji****przelicza temperaturę wyrażoną w skali Celsjusza na tę samą temperaturę w skali Kelvina i na odwrót** | **wykazuje doświadczalnie zależność szybkości dyfuzji od temperatury****opisuje związek średniej szybkości cząsteczek gazu lub cieczy z jego temperaturą** | **uzasadnia wprowadzenie skali Kelvina** |
| 3.2. Siły międzycząstecz-kowe | **podaje przyczyny tego, że ciała stałe i ciecze nie rozpadają się na oddzielne cząsteczki****wyjaśnia rolę mydła i detergentów** | **na wybranym przykładzie opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego, demonstrując odpowiednie doświadczenie** | **podaje przykłady działania sił spójności i sił przylegania****demonstruje skutki działania sił międzycząsteczkowych**  |  |
| 3.3, 3.4. Różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów. Gaz w zamkniętym zbiorniku | **podaje przykłady atomów i cząsteczek****podaje przykłady pierwiastków i związków chemicznych****opisuje różnice w budowie ciał stałych, cieczy i gazów****wyjaśnia, dlaczego na wewnętrzne ściany zbiornika gaz wywiera parcie** | **podaje przykłady, w jaki sposób można zmienić ciśnienie gazu w zamkniętym zbiorniku** | **wyjaśnia pojęcia: atomu, cząsteczki, pierwiastka i związku chemicznego****objaśnia, co to znaczy, że ciało stałe ma budowę krystaliczną****wymienia i objaśnia sposoby zwiększania ciśnienia gazu w zamkniętym zbiorniku** |  |

**4. Jak opisujemy ruch?**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| **4.1, 4.2. Układ odniesienia.** **Tor ruchu, droga** | **opisuje ruch ciała w podanym układzie odniesienia** **rozróżnia pojęcia tor ruchu i droga****podaje przykłady ruchu, którego tor jest linią prostą** | **klasyfikuje ruchy ze względu na kształt toru** | **wybiera układ odniesienia i opisuje ruch w tym układzie****wyjaśnia, co to znaczy, że spoczynek i ruch są względne****opisuje położenie ciała za pomocą współrzędnej *x*****oblicza przebytą przez ciało drogę jako**  |  |
| **4.3. Ruch prostoliniowy jednostajny** | **podaje przykłady ruchu prostoliniowego jednostajnego** **na podstawie różnych wykresów  odczytuje drogę przebywaną przez ciało w różnych odstępach czasu**  | **wymienia cechy charakteryzujące ruch prostoliniowy jednostajny**  | **doświadczalnie bada ruch jednostajny prostoliniowy i formułuje wniosek, że** **sporządza wykres zależności na podstawie wyników doświadczenia zgromadzonych w tabeli**  | **na podstawie znajomości drogi przebytej ruchem jednostajnym w określonym czasie t, oblicza drogę przebytą przez ciało w dowolnym innym czasie** |
| **4.4. Wartość prędkości w ruchu jednostajnym prostoliniowym** | **zapisuje wzór i nazywa występujące w nim wielkości** **oblicza wartość prędkości ze wzoru**  | **oblicza drogę przebytą przez ciało na podstawie wykresu zależności** **wartość prędkości w km/h wyraża w m/s**  | **sporządza wykres zależności na podstawie danych z tabeli** **przekształca wzór i oblicza każdą z występujących w nim wielkości**  | **podaje interpretację fizyczną pojęcia szybkości** **wartość prędkości w km/h wyraża w m/s i na odwrót**  |
| **4.5. Prędkość w ruchu jednostajnym prostoliniowym** |  | **uzasadnia potrzebę wprowadzenia do opisu ruchu wielkości wektorowej – prędkości** **na przykładzie wymienia cechy prędkości jako wielkości wektorowej**  | **opisuje ruch prostoliniowy jednostajny z użyciem pojęcia prędkości**  | **rysuje wektor obrazujący prędkość o zadanej wartości (przyjmuje odpowiednią jednostkę)** |
| 4.6. Ruch zmienny | **oblicza średnią wartość prędkości**  | **planuje czas podróży na podstawie mapy i oszacowanej średniej szybkości pojazdu** **wyznacza doświadczalnie średnią wartość prędkości biegu, pływania lub jazdy na rowerze**  | **wykonuje zadania obliczeniowe z użyciem średniej wartości prędkości** **wyjaśnia różnicę między szybkością średnią i chwilową**  |  |
| 4.7, 4.8. Ruch prostoliniowy jednostajnie przyspieszony.**Przyspieszenie w ruchu prostoliniowym jednostajnie przyspieszonym** | **podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego** **z wykresu zależności odczytuje przyrosty szybkości w określonych jednakowych odstępach czasu** **podaje wzór na wartość przyspieszenia** **posługuje się pojęciem wartości przyspieszenia do opisu ruchu jednostajnie przyspieszonego**  | **opisuje ruch jednostajnie przyspieszony** **podaje jednostki przyspieszenia**  | **sporządza wykres zależności dla ruchu jednostajnie przyspieszonego** **odczytuje zmianę wartości prędkości z wykresu zależności dla ruchu jednostajnie przyspieszonego** **sporządza wykres zależności  dla ruchu jednostajnie przyspieszonego** **opisuje spadek swobodny**  | **przekształca wzór i oblicza każdą wielkość z tego wzoru** **podaje interpretację fizyczną pojęcia przyspieszenia** **wykonuje zadania obliczeniowe dotyczące ruchu jednostajnie przyspieszonego**  |
| **4.10. Ruch jednostajnie opóźniony** | **podaje wzór na wartość przyspieszenia w ruchu jednostajnie opóźnionym** **z wykresu zależności odczytuje jednakowe ubytki szybkości w określonych jednakowych odstępach czasu**  |  | **sporządza wykres zależności dla ruchu jednostajnie opóźnionego** **przekształca wzór i oblicza każdą z wielkości występującą w tym wzorze**  | **wykonuje zadania obliczeniowe dotyczące ruchu jednostajnie przyspieszonego** **podaje interpretację fizyczną pojęcia przyspieszenia w ruchu jednostajnie opóźnionym**  |

**5. Siły w przyrodzie**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| **5.1. Rodzaje i skutki oddziaływań** | **na przykładach rozpoznaje oddziaływania bezpośrednie i na odległość**  | **wymienia różne rodzaje oddziaływania ciał** **podaje przykłady statycznych i dynamicznych skutków oddziaływań**  | **podaje przykłady układów ciał wzajemnie oddziałujących, wskazuje siły wewnętrzne i zewnętrzne w każdym układzie** **na dowolnym przykładzie wskazuje siły wzajemnego oddziaływania ciał**  |  |
| **5.2. Siła wypadkowa. Siły równoważące się** | **podaje przykład dwóch sił równoważących się** **oblicza wartość i określa zwrot wypadkowej dwóch sił działających na ciało wzdłuż jednej prostej – o zwrotach zgodnych i przeciwnych**  |  | **podaje przykład kilku sił działających na ciało wzdłuż jednej prostej, które się równoważą** **oblicza wartość i określa zwrot wypadkowej kilku sił działających na ciało wzdłuż jednej prostej – o zwrotach zgodnych i przeciwnych**  | **oblicza niepewności pomiarowe sumy i różnicy wartości dwóch sił**  |
| **5.3. Pierwsza zasada dynamiki Newtona** | **na prostych przykładach ciał spoczywających wskazuje siły równoważące się**  | **analizuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki**  | **opisuje doświadczenie potwierdzające pierwszą zasadę dynamiki** **na przykładzie opisuje zjawisko bezwładności**  |  |
| **5.4. Trzecia zasada dynamiki Newtona** | **ilustruje na przykładach pierwszą i trzecią zasadę dynamiki**  | **wykazuje doświadczalnie, że siły wzajemnego oddziaływania mają jednakowe wartości, ten sam kierunek, przeciwne zwroty i różne punkty przyłożenia**  | **opisuje wzajemne oddziaływanie ciał na podstawie trzeciej zasady dynamiki Newtona** **na dowolnym przykładzie wskazuje siły wzajemnego oddziaływania, rysuje je i podaje ich cechy**  | **opisuje zjawisko odrzutu**  |
| **5.5. Siły sprężystości** | **podaje przykłady występowania sił sprężystości w otoczeniu**  | **wymienia siły działające na ciężarek wiszący na sprężynie** **wyjaśnia spoczynek ciężarka wiszącego na sprężynie na podstawie pierwszej zasady dynamiki**  | **wyjaśnia, że na skutek rozciągania lub ściskania ciała pojawiają się siły dążące do przywrócenia początkowych jego rozmiarów i kształtów, czyli siły sprężystości działające na rozciągające lub ściskające ciało**  | **przeprowadza rozumowanie prowadzące do wniosku, że wartość siły sprężystości działającej na ciało wiszące na sprężynie jest wprost proporcjonalna do wydłużenia sprężyny**  |
| 5.6. Siła oporu powietrza i siła tarcia | **podaje przykłady, w których na ciała poruszające się w powietrzu działa siła oporu powietrza** **wymienia niektóre sposoby zmniejszania i zwiększania tarcia** **podaje przykłady pożytecznych i szkodliwych skutków działania sił tarcia**  | **podaje przykłady świadczące o tym, że wartość siły oporu powietrza wzrasta wraz ze wzrostem szybkości ciała** **wykazuje doświadczalnie, że siły tarcia występujące przy toczeniu mają mniejsze wartości niż przy przesuwaniu jednego ciała po drugim**  | **doświadczalnie bada siłę oporu powietrza i formułuje wnioski** **podaje przyczyny występowania sił tarcia**  | **wykazuje doświadczalnie, że wartość siły tarcia kinetycznego nie zależy od pola powierzchni styku ciał przesuwających się względem siebie, a zależy od rodzaju powierzchni ciał trących o siebie i wartości siły dociskającej te ciała do siebie**  |
| 5.7. Prawo Pascala. Ciśnienie hydrostatyczne | **podaje przykłady parcia gazów i cieczy na ściany i dno zbiornika** **podaje przykłady wykorzystania prawa Pascala**  | **demonstruje i objaśnia prawo Pascala**  | **demonstruje zależność ciśnienia hydrostatycznego od wysokości słupa cieczy** **oblicza ciśnienie słupa cieczy na dnie cylindrycznego naczynia ze wzoru *p*= *d* · *g* · *h***  | **objaśnia zasadę działania podnośnika hydraulicznego i hamulca samochodowego** **wykorzystuje wzór na ciśnienie hydrostatyczne w zadaniach obliczeniowych**  |
| 5.8. Siła wyporu  | **podaje i objaśnia wzór na wartość siły wyporu** **podaje warunek pływania i tonięcia ciała zanurzonego w cieczy**  | **wyznacza doświadczalnie gęstość ciała z wykorzystaniem prawa Archimedesa**  | **wyjaśnia pływanie i tonięcie ciał wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki**  | **wykorzystuje wzór na wartość siły wyporu do wykonywania obliczeń** **objaśnia praktyczne znaczenie występowania w przyrodzie siły wyporu**  |
| 5.9. Druga zasada dynamiki Newtona | **opisuje ruch ciała pod działaniem stałej siły wypadkowej zwróconej tak samo jak prędkość** **zapisuje wzorem drugą zasadę dynamiki i odczytuje ten zapis** | **ilustruje na przykładach drugą zasadę dynamiki**  | **oblicza każdą z wielkości we wzorze** **z wykresu a(F) oblicza masę ciała**  | **podaje wymiar 1 niutona** **przez porównanie wzorów  i  uzasadnia, że współczynnik *g* to wartość przyspieszenia, z jakim ciała spadają swobodnie**  |

**6. Praca, moc, energia mechaniczna**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 6.1, 6.2. Praca mechaniczna. Moc | **podaje przykłady wykonania pracy w sensie fizycznym** **podaje jednostkę pracy 1 J** **wyjaśnia, co to znaczy, że urządzenia pracują z różną mocą** **podaje jednostki mocy i przelicza je**  | **oblicza pracę ze wzoru** **oblicza moc ze wzoru**  | **oblicza każdą z wielkości we wzorze** **objaśnia sens fizyczny pojęcia mocy** **oblicza każdą z wielkości ze wzoru**  | **podaje ograniczenia stosowalności wzoru** **sporządza wykres zależności oraz , odczytuje i oblicza pracę na podstawie tych wykresów** **oblicza moc na podstawie wykresu zależności**  |
| 6.3. Energia mechaniczna | **wyjaśnia, co to znaczy, że ciało ma energię mechaniczną**  | **podaje przykłady energii w przyrodzie i sposoby jej wykorzystywania** **podaje przykłady zmiany energii mechanicznej na skutek wykonanej pracy** | **wyjaśnia pojęcia układu ciał wzajemnie oddziałujących oraz sił wewnętrznych w układzie i zewnętrznych spoza układu** **wyjaśnia i zapisuje związek**  |  |
| 6.4. Energia potencjalna i energia kinetyczna | **podaje przykłady ciał mających energię potencjalną ciężkości i energię kinetyczną** **wymienia czynności, które należy wykonać, by zmienić energię potencjalną ciała i energię kinetyczną tego ciała**  | **wyjaśnia pojęcie poziomu zerowego**  | **oblicza energię potencjalną grawitacji ze wzoru  i energię kinetyczną ze wzoru** **oblicza energię potencjalną względem dowolnie wybranego poziomu zerowego**  | **wykonuje zadania, obliczając każdą z wielkości występujących we wzorach na energię kinetyczną i potencjalną ciężkości**  |
| 6.5. Zasada zachowania energii mechanicznej | **podaje przykłady przemiany energii potencjalnej w kinetyczną i na odwrót, z zastosowaniem zasady zachowania energii mechanicznej**  |  | **podaje przykłady sytuacji, w których zasada zachowania energii mechanicznej nie jest spełniona**  | **stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do rozwiązywania zadań obliczeniowych** **objaśnia i oblicza sprawność urządzenia mechanicznego**  |

Klasa 8

1. **Przemiany energii w zjawiskach cieplnych**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające****(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 7.1. Energia wewnętrzna i jej zmiana przez wykonanie pracy | podaje przykłady, w których na skutek wykonania pracy wzrosła energia wewnętrzna ciała (4.4) | wymienia składniki energii wewnętrznej (4.5) | wyjaśnia, dlaczego podczas ruchu z tarciem nie jest spełniona zasada zachowania energii mechanicznej (4.4)wyjaśnia, dlaczego przyrost temperatury ciała świadczy o wzroście jego energii wewnętrznej (4.5) | objaśnia różnice między energią mechaniczną i energią wewnętrzną ciała (3.4 i 4.4) |
| 7.2. Cieplny przepływ energii. Rola izolacji cieplnej | bada przewodnictwo cieplne i określa, który z materiałów jest lepszym przewodnikiem ciepła (1.3, 1.4, 4.10b)podaje przykłady przewodników i izolatorów (4.7)opisuje rolę izolacji cieplnej w życiu codziennym (4.7) | opisuje przepływ ciepła (energii) od ciała o wyższej temperaturze do ciała o niższej temperaturze, następujący przy zetknięciu tych ciał (4.4, 4.7) | objaśnia zjawisko przewodzenia ciepła z wykorzystaniem modelu budowy materii (4.7)rozpoznaje sytuacje, w których ciała pozostają w równowadze termicznej (4.1, 4.3) | formułuje jakościowo pierwszą zasadę termodynamiki (1.2) |
| 7.3. Zjawisko konwekcji | podaje przykłady konwekcji (4.8)prezentuje doświadczalnie zjawisko konwekcji (4.8) | wyjaśnia pojęcie ciągu kominowego (4.8) | wyjaśnia zjawisko konwekcji (4.8)opisuje znaczenie konwekcji w prawidłowej wentylacji mieszkań (1.2, 4.8) | uzasadnia, dlaczego w cieczach i gazach przepływ energii odbywa się głównie przez konwekcję (1.2, 4.8) |
| 7.4. Ciepło właściwe | odczytuje z tabeli wartości ciepła właściwego (1.1, 4.6)analizuje znaczenie dla przyrody dużej wartości ciepła właściwego wody (1.2, 4.6) | opisuje zależność zmiany temperatury ciała od ilości dostarczonego lub oddanego ciepła i masy ciała (1.8, 4.6)oblicza ciepło właściwe ze wzoru  (1.6, 4.6) | oblicza każdą wielkość ze wzoru (4.6) | definiuje ciepło właściwe substancji (1.8, 4.6)wyjaśnia sens fizyczny ciepła właściwego (4.6)opisuje zasadę działania wymiennika ciepła i chłodnicy (1.1) |
| 7.5.Przemiany energii w zjawiskach topnienia i parowania | demonstruje zjawiska topnienia, wrzenia i skraplania (1.3, 4.10a)podaje przykład znaczenia w przyrodzie dużej wartości ciepła topnienia lodu (1.2, 4.9)odczytuje z tabeli temperaturę topnienia i ciepło topnienia (1.1)odczytuje z tabeli temperaturę wrzenia i ciepło parowania w temperaturze wrzenia (1.1)podaje przykłady znaczenia w przyrodzie dużej wartości ciepła parowania wody (1.2) | opisuje zjawisko topnienia (stałość temperatury, zmiany energii wewnętrznej topniejących ciał) (1.1, 4.9)opisuje proporcjonalność ilości ciepła potrzebnego do stopienia ciała stałego w temperaturze topnienia do masy tego ciała (1.8, 4.9)analizuje (energetycznie) zjawiska parowania i wrzenia (4.9)opisuje proporcjonalność ilości ciepła potrzebnego do wyparowania cieczy do masy tej cieczy (1.8) | wyjaśnia, dlaczego podczas topnienia i krzepnięcia temperatura pozostaje stała mimo zmiany energii wewnętrznej (1.2, 4.9)oblicza każdą wielkość ze wzoru  (1.6, 4.9)oblicza każdą wielkość ze wzoru  (1.6, 4.9)opisuje (na podstawie wiadomości z klasy 7.) zjawiska sublimacji i resublimacji (4.9) | na podstawie proporcjonalności definiuje ciepło topnienia substancji (1.8, 4.9)wyjaśnia sens fizyczny ciepła topnienia (1.2, 4.9)na podstawie proporcjonalności  definiuje ciepło parowania (1.8, 4.9)wyjaśnia sens fizyczny ciepła parowania (1.2)opisuje zasadę działania chłodziarki (1.1) |

**8. Drgania i fale sprężyste**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 8.1. Ruch drgający. Przemiany energii mechanicznej w ruchu drgającym | wskazuje w otoczeniu przykłady ciał wykonujących ruch drgający (8.1) | podaje znaczenie pojęć: położenie równowagi, wychylenie, amplituda, okres, częstotliwość (8.1) | odczytuje amplitudę i okres z wykresu  dla drgającego ciała (1.1, 8.1, 8.3)opisuje ruch wahadła i ciężarka na sprężynie oraz analizuje przemiany energii mechanicznej w tych ruchach (1.2, 8.2) |  |
| 8.2. Wahadło. Wyznaczanie okresu i częstotliwości drgań |  | doświadczalnie wyznacza okres i częstotliwość drgań wahadła lub ciężarka na sprężynie (1.3, 1.4, 1.5, 8.9a) | opisuje zjawisko izochronizmu wahadła (8.9a) |  |
| 8.3. Fala sprężysta. Wielkości, które opisują falę sprężystą, i związki między nimi | demonstruje falę poprzeczną i falę podłużną (8.4) | podaje różnice między falami poprzecznymi i falami podłużnymi (8.4)posługuje się pojęciami: długość fali, szybkość rozchodzenia się fali, kierunek rozchodzenia się fali (8.5) | stosuje wzory oraz  do obliczeń (1.6, 8.5) | opisuje mechanizm przekazywania drgań w przypadku fali na napiętej linie i fal dźwiękowych w powietrzu (8.4) |
| 8.4. Dźwięki i wielkości, które je opisują. Ultradźwięki i infradźwięki | podaje przykłady źródeł dźwięku (8.6)demonstruje wytwarzanie dźwięków w przedmiotach drgających i instrumentach muzycznych (8.9b)wymienia, od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku (8.7)wyjaśnia, co nazywamy ultradźwiękami i infradźwiękami (8.8) | opisuje mechanizm powstawania dźwięków w powietrzuobserwuje oscylogramy dźwięków z wykorzystaniem komputera (8.9c) | podaje cechy fali dźwiękowej (częstotliwość 20–20 000 Hz, fala podłużna) (8.8) | opisuje występowanie w przyrodzie infradźwięków i ultradźwięków oraz ich zastosowanie (8.8) |

**9. O elektryczności statycznej**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 9.1. Elektryzowanie ciała przez tarcie i dotyk | wskazuje w otoczeniu zjawiska elektryzowania przez tarcie i dotyk (6.1)demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie i dotyk (1.4, 6.16a) | opisuje budowę atomu i jego składniki (6.1, 6.6) | określa jednostkę ładunku (1 C) jako wielokrotność ładunku elementarnego (6.6)wyjaśnia elektryzowanie przez tarcie i dotyk, analizuje przepływ elektronów (6.1)wyjaśnia pojęcie jonu (6.1) |  |
| 9.2. Siły wzajemnego oddziaływania ciał naelektryzowanych |  | bada jakościowo oddziaływanie między ciałami naelektryzowanymi | formułuje ogólne wnioski z badań nad oddziaływaniem ciał naelektryzowanych (1.2, 1.3) |  |
| 9.3. Przewodniki i izolatory | podaje przykłady przewodników i izolatorów (6.3, 6.16c) | opisuje budowę przewodników i izolatorów, wyjaśnia rolę elektronów swobodnych (6.3) | wyjaśnia, jak rozmieszczony jest **–**uzyskany na skutek naelektryzowania **–** ładunek w przewodniku, a jak w izolatorze (6.3)wyjaśnia uziemianie ciał (6.3) | opisuje mechanizm zobojętniania ciał naelektryzowanych (metali i izolatorów) (6.3) |
| 9.4. Zjawisko indukcji elektrostatycznej. Zasada zachowania ładunku. Zasada działania elektroskopu | demonstruje elektryzowanie przez indukcję (6.4) | opisuje budowę i zasadę działania elektroskopu (6.5)analizuje przepływ ładunków podczas elektryzowania przez tarcie i dotyk, stosując zasadę zachowania ładunku (6.4) | na podstawie doświadczeń z elektroskopem formułuje i wyjaśnia zasadę zachowania ładunku (6.4) |  |
| 9.5. Pole elektryczne |  | posługuje się pojęciem pola elektrostatycznego do wyjaśnienia zachowania się nitek lub bibułek przymocowanych do naelektryzowanej kulki (1.1)rozróżnia pole centralne i jednorodne (1.1) |  | wyjaśnia oddziaływanie na odległość ciał naelektryzowanych z użyciem pojęcia pola elektrostatycznego (1.1) |

**10. O prądzie elektrycznym**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 10.1. Prąd elektryczny w metalach. Napięcie elektryczne | opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych (6.7)posługuje się intuicyjnie pojęciem napięcia elektrycznego (6.9)podaje jednostkę napięcia (1 V) (6.9)wskazuje woltomierz jako przyrząd do pomiaru napięcia (6.9) | opisuje przemiany energii w przewodniku, między końcami którego wytworzono napięcie (6.9) | zapisuje i wyjaśnia wzórwymienia i opisuje skutki przepływu prądu w przewodnikach (6.11) | wskazuje skutki przerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu (6.15) |
| 10.2. Źródła napięcia. Obwód elektryczny | wymienia źródła napięcia: ogniwo, akumulator, prądnica (6.9) | rysuje schemat prostego obwodu elektrycznego z użyciem symboli elementów wchodzących w jego skład (6.13) | wskazuje kierunek przepływu elektronów w obwodzie i umowny kierunek prądu (6.7)łączy według podanego schematu obwód elektryczny składający się ze źródła napięcia, odbiornika, wyłącznika, woltomierza i amperomierza (6.16d) | mierzy napięcie na odbiorniku (6.9) |
| 10.3. Natężenie prądu elektrycznego | podaje jednostkę natężenia prądu (1 A) (6.8) | oblicza natężenie prądu ze wzoru  (6.8)buduje prosty obwód prądu i mierzy natężenie prądu w tym obwodzie (6.8, 6.16d) | objaśnia proporcjonalność  (6.8)oblicza każdą wielkość ze wzoru  (6.8) | przelicza jednostki ładunku (1 C, 1 Ah, 1 As) (6.8) |
| 10.4. Prawo Ohma. Opór elektryczny przewodnika | wyjaśnia, skąd się bierze opór przewodnika (6.12)podaje jednostkę oporu elektrycznego  (6.12) | oblicza opór przewodnika ze wzoru  (6.12) | objaśnia zależność wyrażoną przez prawo Ohma (6.12)sporządza wykres zależności *I*(*U*) (1.8)wyznacza opór elektryczny przewodnika (6.16e)oblicza każdą wielkość ze wzoru  (6.12) |  |
| 10.5. Obwody elektryczne i ich schematy | posługuje się symbolami graficznymi elementów obwodów elektrycznych (6.13) | rysuje schematy elektryczne prostych obwodów elektrycznych (6.13) | łączy według podanego schematu prosty obwód elektryczny (6.16d) |  |
| 10.6.Rola izolacji elektrycznej i bezpieczników | opisuje rolę izolacji elektrycznej przewodu (6.14) | wyjaśnia rolę bezpieczników w domowej instalacji elektrycznej (6.14) | opisuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego (6.14) | wyjaśnia budowę domowej sieci elektrycznej (6.14)opisuje równoległe połączenie odbiorników w sieci domowej (6.14) |
| 10.7. Praca i moc prądu elektrycznego | odczytuje dane znamionowe z tabliczki znamionowej odbiornika (6.10)odczytuje z licznika zużytą energię elektryczną (6.10)podaje jednostki pracy oraz mocy prądu i je przelicza (6.10)podaje przykłady pracy wykonanej przez prąd elektryczny (6.10) | oblicza pracę prądu elektrycznego ze wzoru  (6.10)oblicza moc prądu ze wzoru  (6.10) | opisuje przemiany energii elektrycznej w grzałce, silniku odkurzacza, żarówce (6.11) | oblicza każdą z wielkości występujących we wzorach (6.10): |
| 10.8. Zmiana energii elektrycznej w inne formy energii. Wyznaczanie ciepła właściwego wody za pomocą czajnika elektrycznego | wykonuje pomiary masy wody, temperatury i czasu ogrzewania wody (1.3)podaje rodzaj energii, w jaki zmienia się w tym doświadczeniu energia elektryczna (1.4, 4.10c, 6.11) | opisuje sposób wykonania doświadczenia (4.10c) | wykonuje obliczenia (1.6) | objaśnia sposób dochodzenia do wzoru  (4.10c)zaokrągla wynik do dwóch cyfr znaczących (1.6) |
| 10.9. Skutki przerwania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu |  |  |  | analizuje teksty źródłowe, w tym popularnonaukowe, i przygotowuje wypowiedź pisemną lub ustną (wym. ogólne IV) |

**11. O zjawiskach magnetycznych**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 11.1. Właściwości magnesów trwałych | podaje nazwy biegunów magnetycznych i opisuje oddziaływania między nimi (7.1)opisuje i demonstruje zachowanie igły magnetycznej w pobliżu magnesu (7.1, 7.7a)opisuje sposób posługiwania się kompasem (7.2) | opisuje pole magnetyczne Ziemi (7.2) | opisuje oddziaływanie magnesu na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania (7.3) | do opisu oddziaływania magnetycznego używa pojęcia pola magnetycznego (7.2) |
| 11.2. Przewodnik z prądem jako źródło pola magnetycznego.Elektromagnes i jego zastosowania | opisuje budowę elektromagnesu (7.5)demonstruje działanie elektromagnesu na znajdujące się w pobliżu przedmioty żelazne i magnesy (7.5) | demonstruje oddziaływanie prostoliniowego przewodnika z prądem na igłę magnetyczną umieszczoną w pobliżu (7.4, 7.7b) | opisuje rolę rdzenia w elektromagnesie (7.5)wskazuje bieguny N i S elektromagnesu (7.5) | wyjaśnia zachowanie igły magnetycznej z użyciem pojęcia pola magnetycznego wytworzonego przez prąd elektryczny (1.2, 7.4) |
| 11.3. Silnik elektryczny na prąd stały |  | wskazuje oddziaływanie elektromagnesu z magnesem jako podstawę działania silnika na prąd stały (7.6) |   | buduje model silnika na prąd stały i demonstruje jego działanie (1.3, 7.6)podaje cechy prądu przemiennego wykorzystywanego w sieci energetycznej (wym. ogólne IV) |
| 11.4. \*Zjawisko indukcji elektromagnetycznej. Prądnica prądu przemiennego jako źródło energii elektrycznej |  | wymienia różnice między prądem stałym i prądem przemiennym (1.2)podaje przykłady praktycznego wykorzystania prądu stałego i przemiennego (1.1, 1.2) | opisuje zasadę działania najprostszej prądnicy prądu przemiennego (1.1, 1.2, 1.3) | doświadczalnie demonstruje, że zmieniające się pole magnetyczne jest źródłem prądu elektrycznego w zamkniętym obwodzie (1.3) |
| 11.5. Fale elektromagnetyczne. Rodzaje i przykłady zastosowań | nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (9.12) | podaje przykłady zastosowania fal elektromagnetycznych (9.12) | podaje właściwości różnych rodzajów fal elektromagnetycznych (rozchodzenie się w próżni, szybkość rozchodzenia się, różne długości fali) (9.12) | analizuje teksty źródłowe, w tym popularnonaukowe, i przygotowuje wypowiedź pisemną lub ustną na temat zastosowań fal elektromagnetycznych (wym. ogólne IV) |

**12. Optyka, czyli nauka o świetle**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Temat według programu** | **Wymagania konieczne** **(dopuszczająca)****Uczeń:** | **Wymagania podstawowe** **(dostateczna)****Uczeń:** | **Wymagania rozszerzone** **(dobra)****Uczeń:** | **Wymagania dopełniające** **(b. dobra i celująca)****Uczeń:** |
| 12.1. Źródła światła. Powstawanie cienia | podaje przykłady źródeł światła (9.1) | opisuje sposób wykazania, że światło rozchodzi się po liniach prostych (9.1)demonstruje prostoliniowe rozchodzenie się światła (9.14a) | wyjaśnia powstawanie obszarów cienia i półcienia za pomocą prostoliniowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym (9.1) |  |
| 12.2. Odbicie światła. Obrazy otrzymywane w zwierciadle płaskim | demonstruje powstawanie obrazów w zwierciadle płaskim (9.4, 9.14a) | opisuje zjawisko odbicia światła od powierzchni gładkiej, wskazuje kąt padania i kąt odbicia (9.2)opisuje zjawisko rozproszenia światła na powierzchniach chropowatych (9.3) | podaje cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim (9.14a) | rysuje konstrukcyjnie obrazy otrzymywane w zwierciadle płaskim (9.5) |
| 12.3. Otrzymywanie obrazów w zwierciadłach kulistych | szkicuje zwierciadła kuliste wklęsłe i wypukłe (9.4)wskazuje oś optyczną główną, ognisko, ogniskową i promień krzywizny zwierciadła (9.4)wykreśla bieg wiązki promieni równoległych do osi optycznej po odbiciu od zwierciadła (9.4)podaje przykłady praktycznego zastosowania zwierciadeł (9.5) | na podstawie obserwacji powstawania obrazów (9.14a) wymienia cechy obrazów otrzymywanych w zwierciadle kulistym (9.5) | rysuje konstrukcyjnie obrazy otrzymywane za pomocą zwierciadła wklęsłego (9.5)demonstruje powstawanie obrazów w zwierciadłach wklęsłych i wypukłych (9.4, 9.14a) | rysuje konstrukcyjnie ognisko pozorne zwierciadła wypukłego i objaśnia jego powstawanie (9.4, 9.5)rysuje konstrukcyjnie obrazy otrzymywane za pomocą zwierciadła wypukłego (9.5) |
| 12.4. Załamanie światła na granicy dwóch ośrodków | demonstruje zjawisko załamania światła (9.14a) | szkicuje przejście światła przez granicę dwóch ośrodków, wskazuje kąt padania i kąt załamania (9.6) |  | wyjaśnia zależność zmiany biegu wiązki promienia przy przejściu przez granicę dwóch ośrodków od szybkości rozchodzenia się światła w tych ośrodkach (9.6) |
| 12.5. Przejście wiązki światła białego przez pryzmat | opisuje światło białe jako mieszaninę barw (9.10)rozpoznaje tęczę jako efekt rozszczepienia światła słonecznego (9.10) | wyjaśnia rozszczepienie światła białego w pryzmacie (9.10) | wyjaśnia pojęcie światła jednobarwnego (monochromatycznego) i prezentuje je za pomocą wskaźnika laserowego (9.11)wyjaśnia, na czym polega widzenie barwne (9.10)demonstruje rozszczepienie światła w pryzmacie (9.14c) |  |
| 12.6. Soczewki | opisuje bieg promieni równoległych do osi optycznej, przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą (9.7)posługuje się pojęciem ogniska, ogniskowej i osi optycznej (9.7) |  | doświadczalnie znajduje ognisko i mierzy ogniskową soczewki skupiającej (9.7)oblicza zdolność skupiającą soczewki ze wzoru  i wyraża ją w dioptriach (9.7) |  |
| 12.7. Obrazy otrzymywane za pomocą soczewek | rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone (9.8) | wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie (9.14a, 9.14b)rysuje konstrukcje obrazów otrzymywanych za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających (9.8) |  | na podstawie materiałów źródłowych opisuje zasadę działania prostych przyrządów optycznych (wym. ogólne IV) |
| 12.8. Wady wzroku. Krótkowzroczność i dalekowzroczność |  | wyjaśnia, na czym polegają krótkowzroczność i dalekowzroczność (9.9)podaje rodzaje soczewek (skupiająca, rozpraszająca) do korygowania wad wzroku (9.9) | opisuje rolę soczewek w korygowaniu wad wzroku (9.9) | podaje znak zdolności skupiającej soczewek korygujących krótkowzroczność i dalekowzroczność (9.9) |
| 12.9. Porównujemy fale mechaniczne i elektromagnetyczne |  | wymienia cechy wspólne i różnice w rozchodzeniu się fal mechanicznych i elektromagnetycznych (9.13)wymienia sposoby przekazywania informacji i wskazuje znaczenie fal elektromagnetycznych dla człowieka (9.13) | wykorzystuje do obliczeń związek  (9.13) | wyjaśnia transport energii przez fale elektromagnetyczne (9.13) |