Wymagania edukacyjne na poszczególne oceny z fizyki

*Zastrzega się drobne zmiany co do kolejności realizacji tematów. Zmiany te dotyczą ewaluacji planu wynikowego, który dostosowywany jest do możliwości uczniów w danym zespole klasowym.*

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 powietrzu
* obserwuje 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 wzór

* wymienia 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)
 |