

**WYMAGANIA EDUKACYJNE Z FIZYKI NIEZBĘDNE DO UZYSKANIA PRZEZ UCZNIA**

*(przedmiot)*

**POSZCZEGÓLNYCH ŚRÓDROCZNYCH I ROCZNYCH OCEN KLASYFIKACYJNYCH WYNIKAJĄCYCH Z REALIZOWANEGO PROGRAMU NAUCZANIA *M. Fijałkowska, B. Saganowska, J. Salach „Fizyka w liceum i technikum – zakres rozszerzony”. WSiP* (LICEUM 4-LETNIE)**

**ZAKRES ROZSZERZONY**

|  |
| --- |
| **Szczegółowe wymagania edukacyjne dla klasy 3A, 3F, 3G, 3H** |
| Uczeń spełnia wszystkie wymagania edukacyjne dla poziomu podstawowego, a ponadto wymagania wyszczególnione poniżej. Ocenę **niedostateczną** otrzymuje uczeń, który nie spełnia wymagań edukacyjnych niezbędnych do uzyskania oceny dopuszczającej. |
| Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny dopuszczającej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny dostatecznej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny dobrej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny bardzo dobrej** | Wymagania edukacyjne niezbędne do uzyskania **oceny celującej** |
| **PRĄD STAŁY I MODELE PRZEWODNICTWA** |
| * objaśnić, co to znaczy, że w przewodniku płynie prąd elektryczny,
* posługiwać się pojęciami natężenia prądu elektrycznego i napięcia elektrycznego wraz z ich jednostkami,
* podać nazwy przyrządów do pomiaru natężenia prądu i napięcia
* podać warunek konieczny do przepływu prądu elektrycznego przez przewodnik,
* zapisać wzór definicyjny oporu przewodnika i objaśnić wielkości występujące w tym wzorze,
* podać jednostkę oporu
* narysować schemat obwodu, w którym odbiorniki są połączone szeregowo lub równolegle,
* objaśnić schemat domowej instalacji elektrycznej,
* wyjaśnić funkcje bezpieczni-ków i przewodu ochronnego
* obliczyć opór przewodnika, gdy znane są jego opór właści-wy i wymiary geometryczne
* posługiwać się pojęciami pracy i mocy prądu, objaśnić wielkości występujące we wzorach oraz podać jednostki pracy i mocy prądu,
* odczytać i zinterpretować moc znamionową odbiornika
* zapisać wzorem definicję wolta i objaśnić występujące w niej jednostki wielkości fizycznych,
* zapisać prawo Ohma dla całego obwodu i nazwać występujące w nim wielkości
* podać przykład przewodnika, izolatora i półprzewodnika
* wskazać funkcję diody półprzewodnikowej w obwodzie,
* wskazać funkcję tranzystora w obwodzie
* wskazać nośniki ładunku w cieczach i gazach
 | * zdefiniować natężenie prądu i jego jednostkę,
* posługiwać się pojęciem napięcia elektrycznego i jego jednostką,
* podać treść I prawa Kirchhoffa,
* stosować w zadaniach I prawo Kirchhoffa,
* zademonstrować I prawo Kirchhoffa
* przypomnieć pojęcie napięcia i jego jednostkę,
* wyjaśnić, co nazywamy charakterystyką prądowo-
* -napięciową,
* wypowiedzieć i objaśnić prawo Ohma,
* narysować charakterystykę prądowo-napięciową przewodnika podlegającego i niepodlegającego prawu Ohma,
* opisać wpływ zmian tempera-tury na opór przewodnika
* połączyć szeregowo kilka oporników,
* połączyć równolegle kilka oporników i do tego układu zastosować I prawo Kirchhoffa,
* obliczać opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równolegle
* analizować zależność oporu od wymiarów przewodnika,
* posługiwać się pojęciem oporu właściwego materiału i jego jednostką
* zapisać i objaśnić wzór na ciepło Joule’a,
* wykorzystać dane znamiono-we urządzeń elektrycznych do obliczeń
* wskazać, że przemieszczanie się ładunku między biegunami ogniwa galwanicznego jest skutkiem przemian chemicz-nych w ogniwie,
* wskazać w prawie Ohma dla całego obwodu wielkości charakteryzujące ogniwo i stałe dla danego ogniwa
* zapisać wzór wyrażający zależność *U*(*I*) dla obwodu zamkniętego i nazwać wystę-pujące w nim wielkości
* wypowiedzieć i objaśnić II prawo Kirchhoffa
* opisać ruch nośników ładunku w metalach i półprzewodnikach,
* rozróżnić przewodniki, izolatory i półprzewodniki ze względu na zależność ich oporu właściwego od temperatury
* rozróżnić półprzewodniki typu p i typu n,
* wyjaśnić ogólną zasadę działania diody i tranzystora,
* wymienić kilka rodzajów tranzystorów
* wymienić i omówić sposoby jonizowania gazów,
* wskazać rolę promieniowania, wysokiej temperatury i dużego natężenia pola,
* wyjaśnić zjawisko termoemisji
 | * zinterpretować I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku,
* dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo
* odczytać z charakterystyki przewodnika jego opór,
* sporządzić doświadczalnie charakterystyki prądowo-
* -napięciowe żarówki i kilku przewodników,
* zdefiniować jednostkę oporu i podać jej wielokrotności,
* dodawać napięcia w układzie ogniw połączonych szeregowo
* opisać rozkład napięć i natężeń prądu w łączeniach szeregowym lub równoległym oporników,
* wyprowadzić wzór na opór zastępczy kilku oporników połączonych szeregowo lub równolegle
* zbadać doświadczalnie zależność oporu przewodnika od jego długości i przekroju poprzecznego
* opisać przemiany energii w biernych i czynnych elementach obwodu,
* opisać budowę wkładki topikowej i wyjaśnić jej rolę w obwodzie prądu
* wskazać, że praca wykonana w ogniwie jest wprost proporcjonalna do przemiesz-czonego ładunku,
* zdefiniować siłę elektromo-toryczną ogniwa,
* opisać przemiany energetycz-ne w obwodzie zawierającym tylko elementy bierne i wypro-wadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla tego przypadku
* sporządzić schemat obwodu, na którym woltomierz wskazuje napięcie między biegunami źródła,
* dokonać zmiany w schemacie tak, by woltomierz wskazywał siłę elektromotoryczną źródła
* skorzystać z umowy i zapisać II prawo Kirchhoffa dla oczka sieci zawierającego oporniki
* opisać wpływ domieszek na przewodnictwo półprzewodników,
* opisać zjawisko nadprzewod-nictwa niektórych metali
* opisać budowę i działanie złącza n-p,
* naszkicować i opisać charak-terystykę prądowo-napięciową diody półprzewodnikowej,
* wyjaśnić zasadę działania tranzystora,
* podać zakres wartości współczynnika wzmocnienia prądowego
* wyprowadzić wzór na prędkość jonów w elektrolicie i zinterpretować ten wzór,
* opisać zmiany przewodnictwa gazu ze wzrostem napięcia między elektrodami,
* wyjaśnić pojęcie prądu nasycenia i opisać sposób zwiększania jego natężenia
 | * objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,
* skorzystać z tekstów dotyczą-cych odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i przygotować prezentację o początkach prac nad prądem elektrycznym
* analizować niepewności pomiarowe i wnioskować o proporcjonalności *I* ~ *U*,
* podać sens fizyczny oporu,
* wyjaśnić zasadę działania termometru oporowego,
* wykreślić przybliżony kształt charakterystyki prądowo-
* -napięciowej termistora
* upraszczać schemat obwodu składającego się z oporników połączonych w sposób mieszany,
* wyjaśnić ograniczenia metody pomiaru oporu za pomocą amperomierza i woltomierza
* zaplanować i wykonać doświadczenie, w którym wyznacza się opór właściwy przewodnika,
* podać sens fizyczny oporu właściwego i przewodnictwa właściwego
* przeprowadzić rozumowanie pokazujące, jak zwiększanie liczby włączonych odbiorni-ków, wpływa na wzrost natężenia prądu w sieci miejskiej
* przedstawić zasadę działania ogniwa galwanicznego,
* podać sens fizyczny ilorazu $\frac{W}{∆q}$,
* opisać przemiany energetycz-ne w obwodzie, gdy ogniwo posiada opór elektryczny (opór wewnętrzny), i wyprowadzić wzór wyrażający prawo Ohma dla całego obwodu,
* zbadać i omówić zależność natężenia prądu w obwodzie od oporu zewnętrznego
* wyznaczyć siłę elektromoto-ryczną i opór wewnętrzny baterii płaskiej na podstawie dopasowania prostej do danych na wykresie *U*(*I*) oraz interpre-tacji nachylenia tej prostej i punktów przecięcia z osiami
* zapisać II prawo Kirchhoffa dla obwodu zawierającego akumulator i obliczyć moc dostarczaną przez zasilacz,
* stosować prawa Kirchhoffa do obliczeń w obwodach zawiera-jących baterie ogniw o różnych siłach elektromotorycznych,
* obliczać opór zastępczy na podstawie prawa Ohma i praw Kirchhoffa
* przeprowadzić rozumowanie, w wyniku którego otrzymujemy związek między natężeniem prądu a szybkością i liczbą nośników ładunku w przewodniku
* zademonstrować rolę diody jako elementu składowego prostowników i źródeł światła
* wyprowadzić wzór na opór właściwy elektrolitów,
* wyjaśnić różnicę między przewodnictwem samoistnym a niesamoistnym gazów,
 | * rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne
* skorzystać z tekstów dotyczących historii odkryć kluczowych dla rozwoju fizyki i opisać doświadczenie Thomsona oraz odkrycie elektronu
 |
| **POLE MAGNETYCZNE** |
| * opisać wzajemne oddziaływa-nia magnesów trwałych,
* udowodnić doświadczalnie, że w pobliżu magnesu trwałego istnieje pole magnetyczne
* wykonać doświadczenie Ørsteda,
* zaobserwować, że na przewodnik z prądem umieszczony w polu mag-netycznym działa siła
* wymienić wielkości, od których zależy wartość siły elektrodynamicznej działającej na przewodnik z prądem w polu magnetycznym,
* zapisać wzorem definicję war-tości indukcji magnetycznej,
* podać jednostkę indukcji magnetycznej,
* wskazać zwrot indukcji magnetycznej jednorodnego pola magnetycznego
* odpowiedzieć na pytanie: *Od czego zależy wartość siły Lorentza?*,
* stosować wzór na wartość siły Lorentza dla przypadku $\vec{B}⊥\vec{v}$
* naszkicować linie pól magne-tycznych prostoliniowego przewodnika z prądem oraz zwojnicy
* wskazać silnik elektryczny jako urządzenie, w którym następuje zamiana energii elektrycznej na mechaniczną,
* wymienić zastosowania silnika elektrycznego
* zademonstrować właściwość ferromagnetyka odróżniającą go od innych substancji
 | * rysować linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych,
* określić zwrot linii pola magnetycznego wytworzonego przez magnesy trwałe,
* opisać doświadczenie dowo-dzące, że bieguny magnetyczne zawsze występują parami
* wymienić wnioski z przepro-wadzonych obserwacji,
* wymienić cechy siły elektrodynamicznej
* wskazać takie położenia przewodnika z prądem w polu magnetycznym, w których na ten przewodnik: 1) nie działa siła elektrodynamiczna, 2) dzia-ła siła elektrodynamiczna o maksymalnej wartości,
* wypowiedzieć definicję war-tości indukcji magnetycznej,
* stosować regułę lewej dłoni
* wykazać, że siła Lorentza nie wykonuje pracy,
* zapisać wzorem i wypowie-dzieć definicję wartości indukcji magnetycznej,
* podać przykłady zastosowania cyklotronu,
* omówić rolę pola magnetycz-nego Ziemi jako osłony przed wiatrem słonecznym
* zapisać wzorami wartości indukcji magnetycznej pól wytworzonych w próżni przez bardzo długi prostoliniowy przewodnik oraz we wnętrzu długiej zwojnicy,
* stosować regułę prawej dłoni
* zaobserwować i opisać wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem,
* posługiwać się definicją ampera
* opisać budowę modelu silnika
* elektrycznego,
* narysować siły działające na ramkę z przewodnika w jedno-rodnym polu magnetycznym
* opisać właściwości i zastoso-wania ferromagnetyków
 | * posługiwać się pojęciami dipoli i monopoli magnetycznych,
* opisać pole magnetyczne Ziemi
* znajdować siłę elektrodyna-miczną, w przypadku gdy przewodnik z prądem jest prostopadły lub równoległy do linii pola magnetycznego
* zapisać wektorowo wzór na siłę elektrodynamiczną i omó-wić wnioski wynikające z tego wzoru
* wykazać, że jeśli prędkość naładowanej cząstki jest prostopadła do linii pola magnetycznego, to cząstka porusza się po okręgu ze stałą szybkością,
* obliczyć okres obiegu i pro-mień okręgu, po którym poru-sza się naładowana cząstka w polu magnetycznym
* wyjaśnić pojęcie przenikal-ności magnetycznej próżni i podać jej wymiar,
* podać wartość, kierunek i zwrot indukcji magnetycznej pola wytworzonego przez pojedynczy zwój
* zinterpretować wzory wyrażające siły wzajemnego oddziaływania przewodników,
* podać definicję ampera
* na przykładzie omówić zasadę działania silnika elektrycznego na prąd stały
* opisać pole magnetyczne wewnątrz zwojnicy po umiesz-czeniu w jej wnętrzu rdzenia z ferromagnetyka lub para-magnetyka,
* obliczać wartość indukcji magnetycznej we wnętrzu zwojnicy z rdzeniem
 | * skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub tekstów z historii fizyki i przygotować prezentację na temat badań nad magnetyzmem ziemskim
* skorzystać z tekstów popularnonaukowych lub historycznych i przygotować prezentację na temat znaczenia doświadczenia Ørsteda
* wyjaśnić, co to znaczy, że indukcja magnetyczna jest pseudowektorem
* omówić budowę i zasadę działania cyklotronu,
* opisać tor naładowanej cząstki, której prędkość tworzy z liniami pola dowolny kąt *α*,
* przedyskutować ruch nałado-wanych cząstek w skrzyżowa-nych polach: elektrycznym i magnetycznym,
* omówić powstawanie zjawiska zorzy polarnej
* stosować do obliczeń związek wartości indukcji pola magne-tycznego i natężenia prądu w prostoliniowym przewodniku i długiej zwojnicy,
* stosować zasadę superpozycji dla pól magnetycznych przewodników z prądem
* przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na wartość siły wzajemnego oddziaływania dwóch długich, równoległych przewodników z prądemna podstawie samodzielnie odszukanych informacji z historii odkryć w fizyce i technice oraz tekstów popularnonaukowych przygotować prezentację na temat silników elektrycznych
* zdefiniować względną przenikalność magnetyczną substancji,
* rozróżniać substancje ze względu na wartość względnej przenikalności magnetycznej,
 | * rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne
* omówić proces magnesowania i rozmagnesowania ferroma-gnetyka na podstawie pętli histerezy
 |
| * **INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA**
 |
| * zademonstrować przynajmniej jeden sposób wzbudzania prądu indukcyjnego
* wskazać siły działające na elektron w pręcie poruszającym się w jednorodnym polu magne-tycznym prostopadle do linii pola,
* zapisać i objaśnić wzór wyrażający prawo Faradaya
* zastosować regułę Lenza na wybranym przykładzie,
* wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* podać przykład występowania zjawiska samoindukcji
* wskazać prądnicę jako urzą-dzenie, w którym następuje zamiana energii mechanicznej na energię elektryczną,
* nazwać prąd powstający w prądnicy i zdefiniować jego okres, częstotliwość i fazę,
* podać wartość liczbową napięcia skutecznego w sieci miejskiej w Polsce
* wyjaśnić funkcję, którą spełnia w sieci transformator,
* opisać budowę transformatora,
* rozpoznać wyłącznik różnico-wy i posłużyć się nim
* wymienić kilka powszechnie używanych urządzeń, w których znajdują się elementy półprzewodnikowe
 | * opisać sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego przez zmianę indukcji magnetycznej w nieruchomym obwodzie i odpowiednio poruszającym się obwodzie
* opisać sposób obliczania na-pięcia między końcami pręta poruszającego się w jednorod-nym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,
* sformułować prawo indukcji Faradaya
* sformułować regułę Lenza
* objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji,
* wymienić wielkości fizyczne, od których zależy indukcyjność zwojnicy, i podać jednostkę indukcyjności
* opisać działanie prądnicy na przykładzie modelu,
* zapisać wzorem i przedstawić na wykresie zależność SEM indukowanej w prądnicy od czasu,
* wyjaśnić sens fizyczny natę-żenia i napięcia skutecznego i zapisać te wielkości wzorami
* wyjaśnić zasadę działania transformatora,
* zdefiniować przekładnię transformatora,
* zapisać i objaśnić związek ilorazu napięć skutecznych w uzwojeniach pierwotnym i wtórnym z przekładnią
* zademonstrować diodę jako źródło światła,
* wymienić przykład urządze-nia, w którym zastosowano tranzystor jako element wzmacniający
 | * zdefiniować strumień magne-tyczny i jego jednostkę,
* podać ogólny warunek wzbudzania prądu indukcyjne-go w zamkniętym obwodzie
* wyprowadzić wzór na napię-cie między końcami pręta poruszającego się w jednorod-nym polu magnetycznym prostopadle do linii pola,
* na podstawie prawa Faradaya sformułować warunek, przy spełnieniu którego SEM indukcji ma stałą wartość,
* obliczać siłę elektromotorycz-ną indukcji jako szybkość zmiany strumienia indukcji magnetycznej
* uzasadnić regułę Lenza jako konsekwencję zasady zachowania energii,
* stosować regułę Lenza w prostych przykładach
* zapisać i zinterpretować wzór na SEM samoindukcji,
* uzasadnić kształt wykresu *I*(*t*) podczas zamykania i otwierania obwodu prądu stałego
* przeanalizować zmiany strumienia magnetycznego obejmowanego przez ramkę w modelu prądnicy,
* zapisać wzorami napięcie chwilowe, natężenie chwilowe i moc chwilową prądu przemiennego,
* zdefiniować i zapisać wzorem moc skuteczną
* znaleźć związek między natę-żeniami prądu w uzwojeniach transformatora,
* wykazać efektywność przesyłania prądu pod wysokim napięciem,
* obliczać straty energii w linii przesyłowej
* opisać zasadę działania prostownika jedno- i dwupołówkowego,
* narysować schemat i omówić działanie prostego wzmacniacza
 | * na podstawie tekstów doty-czących historii odkryć klu-czowych dla rozwoju fizyki przygotować prezentację na temat odkrycia przez Faradaya zjawiska indukcji elektromagnetycznej
* wyprowadzić wzór na SEM indukcji,
* przeprowadzić analizę znaku SEM indukcji,
* sporządzać i interpretować wykresy *Φ*(*t*), *ε*(*t*) oraz *I*(*t*)
* stosować regułę Lenza w skomplikowanych przykładach
* wyprowadzić wzór na SEM samoindukcji i przeprowadzić analizę jej znaku
* sporządzać wykresy *Φ*(*t*) i *ε*(*t*) oraz analizować ich przebieg,
* przeprowadzić odpowiednie rozumowanie i wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu przemiennego,
* wyprowadzić wzór na natężenie skuteczne prądu zmiennego na podstawie wykresu *I*(*t*)
* wyprowadzić wzór na przekładnię idealnego transformatora,
* wyjaśnić działanie wyłącznika różnicowego
 | * rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne
* przygotować prezentację, wymagającą pogłębionej wiedzy o budowie i działaniu wybranego urządzenia zawierającego elementy półprzewodnikowe
 |
| **OPTYKA GEOMETRYCZNA** |
| * opisać promień świetlny jako wąską wiązkę światła,
* przedstawić schematycznie zjawisko odbicia i wskazać pro-mień padający na powierzchnię, promień odbity i normalną,
* przedstawić schematycznie zjawisko załamania światła i wskazać promień załamany,
* rozróżnić odbicie i rozprasza-nie światła,
* wymienić zjawiska powsta-jące na skutek rozpraszania światła w atmosferze
* opisać zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia jako przypadek, gdy światło padające na granicę dwóch ośrodków nie przechodzi do drugiego ośrodka,
* wskazać światłowody jako przykład wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia
* naszkicować konstrukcję obrazu punktowego źródła światła w zwierciadle płaskim,
* naszkicować zwierciadło kuliste wklęsłe i opisać jego cechy
* zademonstrować powstawanie widma ciągłego światła białego i wymienić główne barwy,
* opisać widmo światła białego jako mieszaninę fal elektro-magnetycznych o różnych częstotliwościach
* konstruować obrazy w so-czewce wypukłej dla różnych odległości przedmiotu od soczewki i podać cechy tych obrazów,
* przedstawić schematycznie powstawanie obrazu w soczew-ce wklęsłej i podać cechy tego obrazu,
* zdefiniować zdolność sku-piającą soczewki i podać jej jednostkę
* podać znak zdolności skupia-jącej soczewek używanych przez krótkowidzów i dalekowidzów
 | * przypomnieć (klasa 8) pojęcia długości fali i częstotliwości,
* wyjaśnić zasadę działania świateł odblaskowych,
* wypowiedzieć prawo odbicia i stosować je w różnych przykładach,
* zapisać wzorem i objaśnić prawo załamania oraz stosować je w różnych przykładach,
* zademonstrować zjawisko rozpraszania światła w ośrodku,
* podać przykład występowania zjawiska mirażu dolnego
* za pomocą rysunku objaśnić zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i zdefiniować kąt graniczny
* konstruować obrazy przedmiotu w zwierciadłach płaskich i kulistych oraz wymieniać ich cechy,
* posługiwać się pojęciem powiększenia
* naszkicować przejście wiązki światła przez pryzmat i zazna-czyć kąt odchylenia wiązki,
* podać przykłady zjawisk optycznych w przyrodzie związanych z rozszczepieniem światła
* nazwać soczewki o różnych kształtach,
* zdefiniować zdolność skupiającą układu soczewek,
* wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmiotu od soczewki,
* stosować do obliczeń wzór soczewkowy i równanie soczewki
* wyjaśnić zasadę działania lupy, narysować obraz otrzymywany w lupie,
* wyjaśnić, na czym polega dalekowzroczność i krótkowzroczność,
* podać sposoby korygowania dalekowzroczności i krótkowzroczności
 | * podać przybliżony zakres długości i częstotliwości fal świetlnych,
* zdefiniować bezwzględny i względny współczynnik załamania
* zapisać i objaśnić prawo załamania dla przypadku granicznego,
* wyznaczyć wartość współ-czynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego
* podać definicję powiększenia,
* wykazać, że powiększenie zależy od odległości przedmio-tu od zwierciadła
* wyprowadzić związek między bezwzględnymi współczynni-kami załamania i długościami fali świetlnej w obu ośrodkach
* wyprowadzić równanie soczewki,
* doświadczalnie zbadać zależność położenia obrazu otrzymanego za pomocą soczewki od położenia przedmiotu,
* wyznaczyć ogniskową soczewki skupiającej
* wyprowadzić wzór na powiększenie kątowe lupy,
* podać przykłady wykorzysta-nia przyrządów optycznych
 | * porównać rzędy wielkości obiektów, z którymi się stykamy, z długościami fal światła widzialnego,
* wyjaśnić zjawiska atmosfe-ryczne, których przyczyną jest rozpraszanie światła w ośrodku,
* objaśnić, na czym polega zjawisko mirażu dolnego
* przygotować prezentację na temat wykorzystania światłowodów,
* przeprowadzić analizę niepewności współczynnika załamania wyznaczonego doświadczalnie
* wykazać zależność ognisko-wej zwierciadła kulistego od kąta padania światła,
* wyprowadzić równanie zwierciadła i je zinterpretować,
* przedstawić zależność *y*(*x*) za pomocą wykresu i przeanalizo-wać ten wykres
* wyprowadzić wzór na kąt odchylenia w pryzmacie i go zinterpretować,
* opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną,
* przygotować prezentację na temat zjawisk optycznych w przyrodzie
* wyprowadzić wzór soczew-kowy i go zinterpretować,
* sporządzić wykres zależności *y*(*x*) dla soczewki skupiającej i go zinterpretować,
* wyznaczyć ogniskową soczewki rozpraszającej
* przygotować prezentację na temat oka jako przyrządu
* optycznego i wad wzroku,
 | * rozwiązywać nietypowe zadania i problemy fizyczne
* opisać budowę mikroskopu optycznego i wyprowadzić wzór na powiększenie
 |
| **FALE MECHANICZNE** |
| * zademonstrować rozchodzenie się fali poprzecznej i fali podłużnej,
* podać przykład fali poprzecz-nej i fali podłużnej
* na modelu harmonicznej fali płaskiej wskazać punkty o zgodnych fazach,
* używać pojęć: długość fali, amplituda, okres i częstotliwość
* wskazać w funkcji falowej wszystkie wielkości opisujące falę
* podać dotychczas poznane przykłady zasady superpozycji ruchów,
* wyjaśnić, na czym polega superpozycja fal,
* zaobserwować zjawisko interferencji fal
* obserwować zjawisko dyfrakcji fali na szczelinie,
* naszkicować dyfrakcję fali na wąskiej szczelinie
* podać źródła fal akustycznych i zakres ich częstotliwości,
* podać i opisać rodzaje wrażeń słuchowych,
* podać cechy dźwięków
* opisać istotę zjawiska Dopplera,
* przytoczyć przykłady wystę-powania zjawiska Dopplera
 | * opisać falę mechaniczną jako zaburzenie rozchodzące się w ośrodku sprężystym i przeno-szące energię
* definiować czoło fali, promień fali i powierzchnię falową fali kulistej i płaskiej,
* posługiwać się pojęciem natężenia fali wraz z jej jednostką (W/m2),
* podać związki między wiel-kościami opisującymi falę harmoniczną
* uzasadnić (posługując się funkcją falową) fakt, że wychylenie cząstki ośrodka biorącej udział w ruchu falowym zależy od jej położenia (*x*) i od czasu (*t*),
* zastosować funkcję falową do obliczenia długości fali
* naszkicować fale składowe o jednakowych *T* i *A* oraz falę wypadkową dla faz: 0, π i 0 < *φ*0 < π
* opisać falę stojącą, wskazać węzły i strzałki tej fali,
* podać odległość między sąsiednimi węzłami i sąsied-nimi strzałkami fali stojącej
* podać warunek, przy spełnie-niu którego zjawisko dyfrakcji można pominąć,
* wyjaśnić, co to oznacza, że fale są spójne,
* podać warunek, przy spełnie-niu którego wynik interferencji w danym punkcie nie zmienia się z czasem
* podać szybkości dźwięku w kilku ośrodkach
* zilustrować na schemacie zjawisko Dopplera, gdy źródło zbliża się do obserwatora,
* wskazać na schemacie zmianę długości fali
 | * przedstawić i omówić modele fali poprzecznej i fali podłużnej,
* wyjaśnić, dlaczego fala poprzeczna może rozchodzić się tylko w ciałach stałych, a fala podłużna we wszystkich ośrodkach
* zapisać wzorem i objaśnić pojęcie natężenia fali i jego jednostkę,
* wskazać, od czego zależy natężenie fali kulistej
* przedstawić i zinterpretować różne postaci funkcji falowej,
* zapisać i zinterpretować postać ogólną funkcji falowej
* wykonać dodawanie wychy-leń dwóch fal przesuniętych w fazie i zinterpretować wynik
* podać warunki powstawania fali stojącej,
* zademonstrować falę stojącą,
* obliczyć odległości między węzłami i strzałkami fali stojącej
* sformułować zasadę Huygensa,
* sporządzić schemat interferen-cji fal wychodzących z dwóch źródeł i omówić skutek interferencji w wybranym punkcie,
* wyrazić warunki wzmocnienia i wygaszenia przez długość fali i odległość między szczelinami
* wyjaśnić różnicę między natężeniem dźwięku i pozio-mem natężenia dźwięku,
* obliczać poziomy natężeń dźwięków o różnych natężeniach
* na podstawie schematu obliczyć częstotliwość fali rejestrowanej przez odbiornik, gdy źródło zbliża się do nieruchomego obserwatora,
* podać ogólny wzór na odbieraną częstotliwość i umowę dotyczącą znaków
 |  | * przygotować prezentację na temat szkodliwości hałasu
 |
| * objaśnić powstawanie fali poprzecznej na powierzchni cieczy
* przypomnieć (klasa 2) wzór na całkowitą energię ciała drgającego,
* opisywać zależność natężenia i amplitudy fali kulistej od odległości od punktowego źródła,
* wykazać, że natężenie fali jest wprost proporcjonalne do kwadratu amplitudy drgań
* przeprowadzić rozumowanie w celu otrzymania funkcji falowej,
* przeanalizować zależność *y*(*x*) dla ustalonej chwili i *y*(*t*) dla wybranej cząstki,
* sporządzać wykresy funkcji falowych
* opisać wynik interferencji fal, których częstotliwości nie są jednakowe, lecz jedna z nich jest całkowitą wielokrotnością drugiej,
* zdefiniować częstotliwość podstawową i wyższe harmoniczne
* stosując zasadę Huygensa, wytłumaczyć zjawiska: odbicia, załamania i dyfrakcji,
* wyprowadzić i skomentować warunek wzmocnienia i wygaszenia fali
* zdefiniować poziom natężenia i jego jednostkę,
* na podstawie sporządzonego schematu obliczyć częstotli-wość rejestrowanej fali, gdy odbiornik zbliża się do nieru-chomego źródła
 |
| * **NIEPEWNOŚCI POMIAROWE**
 |
| * posługiwać się podstawowymi pojęciami (pomiar bezpośredni, pomiar pośredni, wynik pomia-ru, rozdzielczość przyrządu pomiarowego, błędy: gruby, systematyczny, przypadkowy, niepewność względna),
* objaśnić podstawowe pojęcia,
* wymienić przykłady pomiarów bezpośrednich,
* wyjaśnić, na czym polega różnica między błędem a niepewnością pomiaru,
* rozróżnić błędy przypadkowe i systematyczne
* wymienić przykłady pomia-rów pośrednich,
* posługiwać się pojęciem niepewności pomiaru wielkości mierzonej pośrednio,
* zapisać wynik pomiaru wraz z jego jednostką oraz z uwzględnieniem informacji o niepewności
 | * objaśnić wzór na niepewność względną,
* wyznaczyć średnią z kilku pomiarów jako końcowy wynik pomiaru powtarzalnego,
* zapisać wynik pomiaru wraz z jednostką oraz informacją o niepewności,
* przeprowadzać obliczenia i zapisywać wynik zgodnie z zasadami zaokrąglania oraz zachowaniem liczby cyfr znaczących wynikającej z dokładności pomiaru lub z danych
* skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,
* skorzystać z podanych wzorów i obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,
* uwzględniać niepewności pomiarów przy sporządzaniu wykresów
 | * zdefiniować niepewność względną,
* objaśnić, co nazywamy roz-dzielczością przyrządu, oraz jaki jest jej wkład w niepew-ność standardową wyniku pomiarów,
* przedstawić wyniki pomiarów w postaci wykresu słupkowego (histogramu),
* obliczać niepewność standar-dową w sytuacji, gdy *Sx* śr ≪ Δ*x*
* sprawdzić, jak niepewność pomiaru danej wielkości fizycznej wpływa na niepewność pomiaru pośredniego,
* przeprowadzić analizę wyni-ków pomiaru pośredniego
 | * wymienić parametry charak-teryzujące funkcję Gaussa,
* opisać funkcję Gaussa,
* omówić wpływ liczby pomia-rów na wartość niepewności,
* opisać trzy sytuacje, w któ-rych „wkłady” do niepewności standardowej miary rozrzutu wyników i wartości niepewnoś-ci granicznej są różne,
* posługiwać się wzorami na niepewność standardową w każdej z tych trzech sytuacji,
* wymienić zasady zaokrąglania wyników pomiarów i niepew-ności do odpowiedniej liczby cyfr znaczących
* obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od jednej zmiennej,
 | * obliczyć niepewność mierzonej pośrednio wielkości zależnej od dwóch zmiennych,
* stosować poprawny zapis wyniku pomiaru wraz z niepewnością standardową
 |