

**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 III** | | | | |
| 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 * 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 dotyczących 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 , * 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 * 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 wzajemne oddziaływanie dwóch równoległych przewodników z prądem, * 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 * 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, | * 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 elektromotoryczną 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 * 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, | * 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, * 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, * 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 | * 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 |