

Wymagania edukacyjne z Fizyki dla klas Liceum Ogólnokształcącego

Elementy działań na wektorach (przypomnienie)

Uczeń

- potrafi podać przykłady wielkości skalarnych i wektorowych,
- potrafi wymienić cechy wektora,
- potrafi zilustrować przykładem każdą z cech wektora,
- wie, że w przypadku wektorów równoległych do osi wartość wektora z odpowiednim znakiem to współrzędna wektora,
- wie, że znak współrzędnej zależy od wyboru zwrotu odpowiedniej osi,
- potrafi podać przykład wektorów o kierunku zgodnym z osią x , o współrzędnej dodatniej i ujemnej,
- potrafi dodać dwa wektory o jednakowym kierunku a zwrotach zgodnych lub przeciwnych,
- potrafi dodać dwa wektory o różnych kierunkach,
- potrafi rozłożyć wektor na składowe w dowolnych kierunkach,
- wie, że po podzieleniu wektora przez liczbę dodatnią otrzymujemy wektor o takim samym zwrocie.

Funkcja liniowa i wielkości wprost proporcjonalne (przypomnienie)

Uczeń

- potrafi zapisać ogólną postać funkcji liniowej,
- potrafi zinterpretować znaczenie każdego stałego współczynnika występującego w tej funkcji,
- potrafi narysować wykres funkcji liniowej dla różnych współczynników a i b ,
- potrafi narysować wykres funkcji liniowej w przypadku, gdy symbole x , y , a i b zastąpimy wielkościami fizycznymi (w tym także współrzędnymi wektorów).

Teoria niepewności pomiarowych

Uczeń

- wie, że każdy pomiar jest obarczony niepewnością,
- potrafi obliczyć niepewność bezwzględną i względną pomiaru bezpośredniego,

- potrafi obliczyć niepewność względną pomiaru pośredniego,
- potrafi zaplanować doświadczenie, wykonać pomiary i opracować wyniki.

RUCH, JEGO POWSZECHNOŚĆ I WZGLĘDNOŚĆ

Względność ruchu, przemieszczenie, ruch jednostajny prostoliniowy

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega względność ruchu,
- potrafi podać przykład względności ruchu,
- potrafi objaśnić, co nazywamy przemieszczeniem ciała,
- potrafi narysować wektor przemieszczenia w dowolnym przykładzie,
- wie, jaki ruch nazywamy jednostajnym, prostoliniowym,
- odróżnia położenie ciała od przebytej drogi
- potrafi obliczać wartość prędkości (szybkość), drogę i czas w ruchu jednostajnym, prostoliniowym,
- potrafi sporządzać wykresy $s(t)$, $v(t)$ i odczytywać z wykresu wielkości fizyczne,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące względności ruchu.

Ruchy zmienne

Uczeń

- wie, co nazywamy prędkością chwilową,
- wie, że prędkość chwilowa jest styczna do toru ruchu w każdym punkcie,
- rozumie pojęcie przyspieszenia,
- potrafi objaśnić, co to znaczy, że ciało porusza się ruchem jednostajnie przyspieszonym i jednostajnie opóźnionym (po linii prostej),
- potrafi obliczyć drogę przebytą w czasie t ruchem jednostajnie przyspieszonym i opóźnionym
- potrafi obliczyć szybkość ciała po czasie t trwania ruchu jednostajnie przyspieszonego i opóźnionego,
- potrafi sporządzać wykresy $s(t)$, $v(t)$, $a(t)$ w ruchu jednostajnie przyspieszonym i ruchu jednostajnie opóźnionym, oraz obliczać wielkości fizyczne na podstawie wykresów,

- potrafi rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych.

Ruch po okręgu

Uczeń

- potrafi objaśnić co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ze stałą szybkością,
- potrafi wyrazić szybkość liniową poprzez okres ruchu i częstotliwość,
- wie, co nazywamy szybkością kątową,
- potrafi wyrazić szybkość kątową przez okres ruchu i częstotliwość,
- wie, jak stosować miarę łukową kąta,
- potrafi zapisać związek pomiędzy szybkością liniową i kątową,
- wie, że przyspieszenie dośrodkowe występuje w związku ze zmianą kierunku prędkości,
- potrafi zapisać różne postacie wzorów na wartość przyspieszenia dośrodkowego,
- wie, że warunkiem ruchu jednostajnego po okręgu jest działanie siły dośrodkowej stanowiącej wypadkową wszystkich sił działających na ciało,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące ruchu po okręgu.

Ruch w różnych układach odniesienia

Uczeń

- wie, że znając położenie i prędkość ciała w jednym układzie odniesienia, można obliczyć położenie i prędkość w innym układzie i że wielkości te mają różne wartości,
- potrafi obliczyć w dowolnej chwili położenie ciała w układzie związanym z Ziemią jeśli zna jego położenie w układzie poruszającym się względem Ziemi ruchem jednostajnym prostoliniowym
- potrafi obliczyć wartość przemieszczenia i szybkość ciała w powyższym przypadku,
- wie, że związki między przemieszczeniami i prędkościami w różnych układach odniesienia to transformacje Galileusza,
- wie, że zjawiska zachodzące równocześnie w jednym układzie odniesienia, są równoczesne także w innych układach odniesienia,
- potrafi stosować transformacje Galileusza.

Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Założenia szczególnej teorii względności. Efekty relatywistyczne

Uczeń

- wie, że dla szybkości bliskich szybkości światła w próżni, nie można korzystać z transformacji Galileusza,
- wie, że szybkość światła c jest jednakowa dla wszystkich obserwatorów niezależnie od ich ruchu oraz ruchu Źródła światła,
- potrafi wykazać, że przy założeniu niezależności szybkości światła od układu odniesienia, czas upływający między dwoma tymi samymi zdarzeniami w różnych układach odniesienia jest inny,
- wie, że zgodnie ze szczególną teorią względności Einsteina w różnych układach odniesienia czas płynie inaczej,
- wie, że dla ruchu z szybkością bliską c nie obowiązuje zwykły wzór na energię kinetyczną.

Ograniczenia dla związków przyczynowych, obserwacje astronomiczne jako obraz historii kosmosu

Uczeń

- wie, że c jest największą, graniczną szybkością przekazywania informacji w przyrodzie,
- potrafi objasnić, dlaczego skutek może wystąpić w określonym czasie po zaistnieniu przyczyny,
- potrafi podać przykłady tego zjawiska,
- wie, co to jest rok świetlny,
- potrafi uzasadnić fakt, że obserwacje astronomiczne dają nam informacje o stanie obiektów przed milionami lub miliardami lat.

Czas w różnych układach odniesienia

Uczeń

- zna związek między czasem trwania procesu w układzie własnym, a jego czasem mierzonym w układzie odniesienia, który porusza się względem poprzedniego z szybkością bliską szybkości światła,
- potrafi na przykładzie wyprowadzić związek między czasem upływającym w dwóch różnych układach odniesienia, z których jeden porusza się z szybkością v bliską c ,
- potrafi przedstawić przykład skutków różnego upływu czasu w różnych układach odniesienia,

ODDZIAŁYWANIA W PRZYRODZIE

Klasyfikacja oddziaływań (powtórzenie)

Uczeń

- wie, że oddziaływania dzielimy na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania "na odległość",
- potrafi podać przykłady oddziaływań,
- wie, że o oddziaływaniach świadczą ich skutki,
- wie, że skutki oddziaływań mogą być statyczne i dynamiczne,
- potrafi podać przykłady skutków statycznych i dynamicznych różnych oddziaływań,
- wie, że wszystkie oddziaływania są wzajemne,
- wie, że miarą oddziaływań są siły,
- wie, że o tym, co dzieje się z ciałem, decyduje siła wypadkowa.

Zasady dynamiki Newtona (powtórzenie)

Uczeń

- potrafi sformułować trzy zasady dynamiki Newtona,
- potrafi podać przykłady stosowania tych zasad w praktyce,
- wie, że zasady dynamiki są spełnione w układach inercjalnych,
- potrafi rozwiązywać problemy, wymagające stosowania zasad dynamiki.

Oddziaływania grawitacyjne

Uczeń

- wie, że oddziaływania na odległość to oddziaływania poprzez pola: grawitacyjne, elektrostatyczne i magnetyczne,
- potrafi sformułować prawo powszechnej grawitacji,
- potrafi podać przykłady zjawisk, do opisu których stosuje się prawo grawitacji,
- wie, że każde ciało (posiadające masę) wytwarza w swoim otoczeniu pole grawitacyjne,
- potrafi wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N,
- potrafi wykazać, że w pobliżu Ziemi ciężar można wyrazić wzorem $F=mg$,
- potrafi rozwiązywać problemy, wymagające znajomości prawa powszechnej grawitacji.

Pierwsza prędkość kosmiczna, oddziaływania grawitacyjne w Układzie Słonecznym

Uczeń

- potrafi uzasadnić, że satelita może tylko wtedy krążyć wokół Ziemi po orbicie w kształcie okręgu, gdy siła grawitacji stanowi siłę dośrodkową,
- wie, co nazywamy pierwszą prędkością kosmiczną i jaka jest jej wartość,
- potrafi wyprowadzić wzór na wartość pierwszej prędkości kosmicznej,
- wie, że dla wszystkich planet Układu Słonecznego siła grawitacji słonecznej jest siłą dośrodkową,
- potrafi sformułować pierwsze i drugie prawo Keplera,
- potrafi sformułować i zapisać trzecie prawo Keplera,
- wie, że badania ruchu ciał niebieskich i odchyłeń tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.

Oddziaływania elektrostatyczne (powtórzenie)

Uczeń

- wie, że istnieją dwa rodzaje ładunków elektrycznych,
- wie, że ładunek elektronu jest ładunkiem elementarnym,
- zna sposoby elektryzowania ciał i potrafi je opisać,
- wie, że ładunki oddziałują wzajemnie,
- potrafi sformułować prawo Coulomba,
- wie, że oddziaływania grawitacyjne między naładowanymi cząstkami mikroświata np. elektronami, są pomijalnie małe w porównaniu z oddziaływaniami elektrostatycznymi,
- potrafi rozwiązywać problemy, związane z oddziaływaniami elektrostatycznymi.

Makroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne (w większości powtórzenie)

Uczeń

- wie, że oddziaływania elektromagnetyczne to oddziaływania między poruszającymi się cząstkami naładowanymi,
- potrafi opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda,
- wie, jakie pole magnetyczne wytwarza przewodnik prostoliniowy i zwojnica,
- wie, jaką siłę nazywamy siłą elektrodynamiczną,
- potrafi określić kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej w konkretnych przykładach,
- wie, jaką siłę nazywamy siłą Lorentza,

- potrafi znajdować jej kierunek i zwrot w konkretnych przykładach,
- potrafi objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,
- wie, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej,
- zna sposoby wzbudzania prądu indukcyjnego,
- potrafi znajdować kierunek prądu indukcyjnego w konkretnych przykładach,
- potrafi objaśnić zasadę działania prądnicy,
- wie, że pole elektrostatyczne i magnetyczne to szczególne przypadki pola elektromagnetycznego,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące makroskopowych oddziaływań elektromagnetycznych.

Mikroskopowe oddziaływania elektromagnetyczne i ich efekty makroskopowe

Uczeń

- wie, że siły sprężystości, siły tarcia oraz siły hamujące ruch ciał stałych w cieczach wynikają z oddziaływań elektromagnetycznych między cząsteczkami ciał,
- potrafi objaśnić, dlaczego efekty sprężyste występują tylko dla ciał stałych,
- wie, że gdy ciało porusza się z niewielką szybkością, to wartość siły tarcia można uważać za stałą i niezależną od szybkości. Siła ta nosi nazwę tarcia kinetycznego,
- wie, od czego zależy wartość siły tarcia kinetycznego,
- potrafi rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem tarcia kinetycznego.

ENERGIA I JEJ PRZEMIANY

Energia potencjalna i kinetyczna w mechanice

Uczeń

- potrafi objaśnić, co nazywamy układem ciał,
- wie, jakie siły nazywamy wewnętrznymi w układzie ciał, a jakie zewnętrznymi,
- potrafi zapisać wzór (definicyjny) na pracę stałej siły i przedyskutować różne przypadki,
- potrafi sformułować i objaśnić definicję energii mechanicznej,
- potrafi sformułować i stosować zasadę zachowania energii.

Energia potencjalna oddziaływania grawitacyjnego

Uczeń

- potrafi obliczyć energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną w pobliżu Ziemi,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię potencjalną w dowolnej, dużej odległości od Ziemi.

Energia kinetyczna

Uczeń

- potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała,
- potrafi wyprowadzić wzór na energię kinetyczną ciała,
- potrafi rozwiązywać problemy związane ze zmianami energii.

Druga prędkość kosmiczna

Uczeń

- potrafi objaśnić sens drugiej prędkości kosmicznej,
- potrafi wyprowadzić wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,
- potrafi (na podstawie zasady zachowania energii) rozwiązywać problemy związane z ruchem obiektów odległych od Ziemi.

Energia w oddziaływaniach elektrostatycznych

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, kiedy energia oddziaływań elektrostatycznych jest dodatnia, a kiedy ujemna,
- potrafi zapisać i objaśnić wyrażenie na energię ładunku w polu wytworzonym przez inny ładunek,
- potrafi naszkicować i objaśnić wykres zależności energii potencjalnej od odległości dla ładunków różno- i jednoimiennych,
- potrafi opisać różnice między polem centralnym i jednorodnym,
- wie, że w polu elektrostatycznym na ładunek elektryczny działa siła,
- dostrzega i potrafi opisać analogie i różnice oddziaływań grawitacyjnych i elektrostatycznych.

Równoważność masy i energii. Układy złożone i energia wiązania

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, z czego wynika ujemna wartość energii potencjalnej układu ciał przyciągających się wzajemnie,
- wie, co nazywamy energią wiązania układu,
- potrafi podać przykłady układów związanych,
- potrafi uzasadnić, że nadanie ciału drugiej prędkości kosmicznej odpowiada dostarczeniu układowi Ziemia-ciało energii wiązania tego układu,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące obliczania energii wiązania układów.

Wzór Einsteina na energię spoczynkową. Pojęcie deficytu masy.

Świetność i upadek prawa zachowania masy

Uczeń

- potrafi uzasadnić, że całkowita energia układu związanego jest mniejsza od sumy energii rozdzielonych składników układu,
- wie, że masa układu związanego jest mniejsza od sumy mas jego składników,
- wie, co nazywamy deficytem masy,
- potrafi objaśnić, dlaczego przy łączeniu składników w układ związany uwalnia się część energii spoczynkowej tych składników,
- wie, że wszystkie źródła energii używane przez ludzkość pochodzą z energii spoczynkowej jakichś ciał,
- potrafi wyjaśnić ten fakt na przykładach.

MAKROSKOPOWE WŁASNOŚCI MATERII A JEJ BUDOWA MIKROSKOPOWA

Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody

Uczeń

- potrafi wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,
- potrafi wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,

- potrafi wymienić główne cechy ruchu harmonicznego,
- potrafi zapisać i objaśnić wyrażenie na okres drgań w ruchu harmonicznym,
- potrafi opisać zmiany energii w ruchu harmonicznym wahadła matematycznego,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,
- potrafi wyprowadzić wzór na okres drgań wahadła matematycznego,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu.

Mikroskopowe modele ciał makroskopowych. Gazy jako układy prawie swobodnych cząsteczek

Uczeń

- potrafi wymienić właściwości gazów,
- potrafi objaśnić pojęcie gazu doskonałego,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko dyfuzji.

Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek

Uczeń

- potrafi wymienić właściwości cieczy,
- potrafi opisać skutki działania sił międzycząsteczkowych,
- potrafi wyjaśnić zjawiska menisku.

Ciała stałe. Właściwości sprężyste

Uczeń

- potrafi wymienić rodzaje odkształceń,
- potrafi zapisać i wyjaśnić prawo Hooke'a.

Właściwości elektryczne

Uczeń

- potrafi wymienić wielkości fizyczne, od których (w ujęciu makroskopowym) zależy opór elektryczny przewodnika,

- potrafi objaśnić mikroskopowy model przewodnictwa prądu w metalach,
- potrafi objaśnić mikroskopowy model izolatora (dielektryka),
- potrafi wymienić główne właściwości półprzewodników i nadprzewodników.

Właściwości magnetyczne substancji

Uczeń

- wie, że każdemu elektronowi można przypisać moment magnetyczny,
- potrafi objaśnić, co to znaczy, że atom jest para- lub diamagnetyczny,
- potrafi objaśnić różnice w budowie substancji dia-, para- i ferromagnetycznych,
- potrafi podać przykłady zastosowania ferromagnetyków.

Zastosowanie różnych materiałów w urządzeniach codziennego użytku

Uczeń

- potrafi podać przykłady wykorzystania różnych materiałów ze względu na ich szczególne właściwości mechaniczne, elektryczne i magnetyczne,

PORZĄDEK I CHAOS W PRZYRODZIE

Temperatura, energia wewnętrzna, ciepło

Uczeń

- zna związek temperatury ciała ze średnią energią kinetyczną jego cząsteczek,
- potrafi zdefiniować energię wewnętrzną i ciepło na podstawie kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii,
- potrafi przeliczać temperaturę w skali Celsjusza na temperaturę w skali Kelvina i odwrotnie,
- potrafi wymienić założenia modelu gazu doskonałego,
- potrafi zapisać i zinterpretować równanie stanu gazu doskonałego,
- potrafi wymienić i opisać przemiany gazu doskonałego,
- potrafi wykorzystać powyższe wzory do rozwiązywania prostych zadań.

Pierwsza zasada termodynamiki

Uczeń

- potrafi zapisać i zinterpretować pierwszą zasadę termodynamiki,
- potrafi stosować pierwszą zasadę termodynamiki w konkretnych, prostych przykładach.

Druga zasada termodynamiki

Uczeń

- potrafi objaśnić zasadę działania turbiny parowej,
- potrafi objaśnić zasadę działania silnika spalinowego,
- potrafi objaśnić istotę drugiej zasady termodynamiki.

Procesy odwracalne i nieodwracalne

Uczeń

- wie, że w przyrodzie samorzutnie mogą zachodzić tylko procesy nieodwracalne,
- potrafi objaśnić sens fizyczny pojęcia entropii,
- wie, że w przyrodzie mogą zachodzić samorzutnie tylko takie procesy, w których entropia wzrasta.

TRANSPORT ENERGII

Przewodnictwo cieplne

Uczeń

- potrafi wymienić dobre i złe przewodniki ciepła,
- na podstawie kinetyczno-molekularnej teorii budowy materii potrafi wyjaśnić różnice przewodnictwa cieplnego różnych substancji,
- potrafi objaśnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego.

Konwekcja

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko konwekcji,
- potrafi wymienić praktyczne wykorzystanie zjawiska konwekcji.

Fala jako sposób przenoszenia energii. Fale mechaniczne

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,
- potrafi wyjaśnić pojęcie powierzchni falowej,
- potrafi podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko (efekt) Dopplera,
- potrafi wyprowadzić wzór na częstotliwość odbieraną przez ruchome źródło dźwięku
- potrafi wymienić czynniki, od których zależy ilość energii unoszonej przez falę.

Fale elektromagnetyczne

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, co nazywamy falą elektromagnetyczną,
- potrafi wymienić rodzaje fal elektromagnetycznych,
- potrafi wymienić praktyczne zastosowania fal o różnych zakresach długości związane z transportem energii przez te fale.

ŚWIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

Wiadomości wstępne. Zjawisko odbicia i załamania światła

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,
- potrafi sformułować i wyjaśnić prawo odbicia,
- potrafi wyjaśnić i poprzeć przykładami zjawisko rozpraszania,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko załamania światła,

- potrafi zapisać i objaśnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,
- potrafi zapisać i objaśnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków.

Całkowite wewnętrzne odbicie

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia,
- potrafi wymienić warunki, w których zachodzi całkowite wewnętrzne odbicie,
- potrafi wymienić przykłady praktycznego wykorzystania zjawiska całkowitego wewnętrznego odbicia.

Zwierciadła płaskie. Zwierciadła kuliste

Uczeń

- potrafi objaśnić, co nazywamy zwierciadłem płaskim,
- potrafi wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim,
- potrafi wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,
- potrafi objaśnić, co nazywamy zwierciadłem kulistym; wklęsłym i wypukłym,
- potrafi objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,
- potrafi zapisać i zinterpretować równanie zwierciadła,
- potrafi prawidłowo korzystać z równania zwierciadła,
- potrafi narysować wykres funkcji $y(x)$ dla zwierciadła wklęsłego i podać interpretację tego wykresu,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na powiększenie obrazu,
- potrafi wykonać konstrukcje obrazów w zwierciadłach kulistych,
- potrafi wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,
- potrafi wymienić i omówić praktyczne zastosowania zwierciadeł.

Płytką równoległościenną i pryzmat

Uczeń

- potrafi opisać przejście światła przez płytkę równoległościenną, korzystając z prawa załamania,
- potrafi przedstawić praktyczny przykład przechodzenia światła przez płytkę równoległościenną,
- potrafi opisać przejście światła przez pryzmat, korzystając z prawa załamania,
- potrafi podać możliwości praktycznego wykorzystania odchylenia światła przez pryzmat.

Soczewki

Uczeń

- potrafi opisać rodzaje soczewek,
- potrafi objaśnić pojęcia: ognisko, ogniskowa, promień krzywizny, oś optyczna,
- potrafi zapisać wzór informujący od czego zależy ogniskowa soczewki i poprawnie go zinterpretować,
- wie, co nazywamy zdolnością skupiającą soczewki,
- potrafi obliczać zdolność skupiającą soczewki,
- potrafi obliczać zdolność skupiającą układów cienkich, stykających się soczewek.

Obrazy w soczewkach

Uczeń

- potrafi sporządzać konstrukcje obrazów w soczewkach,
- potrafi wymienić cechy obrazu w każdym przypadku,
- potrafi zapisać i zinterpretować równanie soczewki,
- potrafi wykorzystywać równanie soczewki do rozwiązywania problemów.

Przyrządy optyczne

Uczeń

- potrafi objaśnić działanie oka, jako przyrządu optycznego,

- potrafi wyjaśnić, na czym polegają wady krótko- i dalekowzroczności oraz zna sposoby ich korygowania,
- potrafi objaśnić zasadę działania lupy,
- potrafi zinterpretować wzór na powiększenie obrazu oglądanego przez lupę,
- wie, że do uzyskiwania dużych powiększeń służy mikroskop,
- potrafi opisać budowę i zasadę działania mikroskopu jako układu obiektywu i okularu,
- potrafi zinterpretować przybliżony wzór na powiększenie uzyskiwane w mikroskopie,
- potrafi rozwiązywać problemy jakościowe i ilościowe, związane z praktycznym wykorzystywaniem soczewek.

Rozszczepienie światła białego w pryzmacie

Uczeń

- wie, że w ośrodku materialnym (czyli poza próżnią) światło o różnych barwach (częstotliwościach) rozchodzi się z różnymi szybkościami,
- potrafi uzasadnić, że światło o różnych barwach ma w danym ośrodku inny współczynnik załamania,
- potrafi objaśnić zjawisko rozszczepienia światła białego jako skutek zależności współczynnika załamania od barwy światła,
- wie, że przy przejściu z jednego ośrodka do drugiego częstotliwość światła nie ulega zmianie,
- potrafi uzasadnić zmianę długości fali przy przejściu światła z jednego ośrodka do drugiego,
- potrafi wyjaśnić powstawanie barw przedmiotów w świetle odbitym i barw ciał przezroczystych.

Korpuskularno-falowa natura światła, zjawiska kwantowe. Dyfrakcja i interferencja światła

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polegają zjawiska dyfrakcji i interferencji światła,
- wie, co to jest siatka dyfrakcyjna,
- potrafi wyjaśnić obraz otrzymany na ekranie po przejściu przez siatkę dyfrakcyjną światła monochromatycznego i białego,
- potrafi zapisać wzór wyrażający zależność położenia prążka n-tego rzędu od długości fali i odległości między szczelinami i po prawnie go zinterpretować.

Zjawisko polaryzacji światła

Uczeń

- potrafi objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),
- potrafi wymienić sposoby polaryzowania światła,
- potrafi po dać przykłady praktycznego wykorzystywania zjawiska polaryzacji.

Zjawisko fotoelektryczne. Kwantowy model światła

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko fotoelektryczne,
- potrafi objaśnić zasadę działania fotokomórki,
- wie, od czego zależy energia kinetyczna fotoelektronów,
- wie, od czego zależy liczba fotoelektronów wybitych w jednostce czasu,
- wie, że wymienionych faktów doświadczalnych nie można wytłumaczyć, posługując się falową teorią światła,
- wie, że pojęcie kwantu energii wprowadził do fizyki Planck,
- wie, że wyjaśnienie efektu fotoelektrycznego podał Einstein,
- potrafi wyjaśnić zjawisko fotoelektryczne na podstawie kwantowego modelu światła,
- potrafi zapisać i zinterpretować wzór na energię kwantu,
- wie, co to jest praca wyjścia elektronu z metalu,
- potrafi sformułować warunek zajścia efektu fotoelektrycznego dla metalu o pracy wyjścia W ,
- potrafi napisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną fotoelektronów,
- potrafi na rysować i objaśnić wykres zależności energii kinetycznej fotoelektronów od częstotliwości dla kilku metali.

Model Bohra budowy atomu wodoru

Uczeń

- wie, jakie ciała wysyłają promieniowanie o widmie ciągłym,
- wie, że pierwiastki w stanie gazowym, pobudzone do świecenia wysyłają widmo liniowe (dyskretne),
- potrafi skomentować wzór Blamera,

- potrafi wyjaśnić, dlaczego nie można było wytłumaczyć powstawania liniowego widma atomu wodoru na gruncie fizyki klasycznej,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego model Bohra atomu wodoru był modelem "rewolucyjnym",
- potrafi sformułować i zapisać postulaty Bohra (wie, że promienie dozwolonych orbit i energia elektronu w atomie wodoru są skwantowane),
- wie, że całkowita energia elektronu w atomie wodoru jest ujemna,
- potrafi obliczyć całkowitą energię elektronu w atomie wodoru,
- wie, co to znaczy, że atom jest w stanie podstawowym,
- wie, co to znaczy, że atom jest w stanie wzbudzonym,
- potrafi wykazać zgodność wzoru Balmera z modelem Bohra budowy atomu wodoru,
- potrafi wyjaśnić, jak powstają serie widmowe, korzystając z modelu Bohra atomu wodoru,
- potrafi zamienić energię wyrażoną w dżulach na energię wyrażoną w elektronowoltach,
- wie, że model Bohra został zastąpiony przez nową teorię - mechanikę kwantową,
- wie, że model Bohra jest do dziś wykorzystywany do intuicyjnego wyjaśniania niektórych wyników doświadczalnych, gdyż stanowi dobre przybliżenie wyników uzyskiwanych na gruncie mechaniki kwantowej.

Analiza spektralna

Uczeń

- wie, że każdy pierwiastek w stanie gazowym po budzonym do świecenia wysyła charakterystyczne dla siebie widmo liniowe.
- wie, na czym polega analiza spektralna,
- wie, że spektroskop służy do badania widm,
- wie, co to są widma absorpcyjne i emisyjne,
- wie, jak powstają linie Fraunhofera w widmie słonecznym,

Laser i jego zastosowania

Uczeń

- wie, czym różni się światło laserowe od światła wysyłanego przez inne Źródła,
- potrafi wymienić zastosowania lasera.

Właściwości optyczne ciał

Uczeń

- wie, dla czego fala elektromagnetyczna nie może się rozchodzić (jest pochłaniana) w przewodnikach,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego tylko niektóre ciała są przezroczyste,
- potrafi wymienić niektóre zastosowania ciekłych kryształów.

FIZYKA JĄDROWA I JEJ ZASTOSOWANIE

Promieniotwórczość naturalna. Jądro atomu i jego budowa

Uczeń

- wie, że niektóre pierwiastki samorzutnie emitują promieniowanie zwane promieniowaniem jądrowym,
- potrafi wymienić rodzaje tego promieniowania i podać ich główne właściwości,
- potrafi opisać historyczne doświadczenie Rutherforda i płynące z niego wnioski,
- wie, z jakich składników zbudowane jest jądro atomowe,
- potrafi opisać jądro pierwiastka za pomocą liczby porządkowej (atomowej) i masowej,
- potrafi opisać cząstki elementarne, uwzględniając ich masę i ładunek,
- wie, że między składnikami jądra działają krótkozasięgowe siły jądrowe,
- potrafi objaśnić przyczynę rozpadania się ciężkich jąder,
- wie, że jądro, podobnie jak atom, może się znajdować w różnych stanach energetycznych a przechodzenie ze stanu wzbudzonego do podstawowego wiąże się z emisją promieniowania g.

Izotopy i prawo rozpadu

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, czym różnią się między sobą izotopy danego pierwiastka,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega rozpad,

- potrafi zapisać ogólne schematy rozpadów α i β oraz objaśnić je, posługując się regułami przesunięć Soddy'ego i Fajansa,
- potrafi zapisać i objaśnić prawo rozpadu promieniotwórczego,
- potrafi objaśnić pojęcia: stała rozpadu i czas połowicznego rozpadu,
- potrafi zinterpretować wykres zależności $N(t)$, liczby jąder danego izotopu w próbce, od czasu,
- potrafi skorzystać, w razie potrzeby, ze związku między stałą rozpadu i czasem połowicznego rozpadu,
- potrafi objaśnić metodę datowania za pomocą izotopu ^{14}C .

Deficyt masy w fizyce jądrowej

Uczeń

- potrafi objaśnić pojęcia deficytu masy i energii wiązania w fizyce jądrowej, wykorzystując wiedzę na temat energii wiązania układów,
- wie, że energie wiązania jąder są znacznie większe od energii wiązania innych układów,
- potrafi zinterpretować "najważniejszy wykres świata" tzn. wykres zależności energii wiązania przypadającej na jeden nukleon w jądrze, od liczby nukleonów w nim zawartych,
- wie, że rozumienie faktów ilustrowanych przez ten wykres jest konieczne do wyjaśnienia pochodzenia energii jądrowej.

Reakcje jądrowe

Uczeń

- wie, że przemiany jąder, następujące w wyniku zderzeń nazywamy reakcjami jądrowymi,
- potrafi zapisać reakcję jądrową, uwzględniając zasadę zachowania ładunku i liczby nukleonów,
- potrafi objaśnić, dlaczego może nie dojść do zderzenia cząstki naładowanej (lub jądra) z innym jądrem,
- potrafi obliczyć najmniejszą odległość, na którą zbliży się dodatnio naładowana cząstka do jądra atomu.

Reakcje rozszczepienia. Bilans energii

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega reakcja rozszczepienia jądra,
- potrafi sporządzić bilans energii w reakcji rozszczepienia,

- potrafi objaśnić, jaką reakcję nazywamy egzoeenergetyczną a jaką endoeenergetyczną,
- potrafi objaśnić, co to znaczy, że reakcja jest łańcuchowa.

Źródła energii słonecznej. Skład i stan materii gwiazdowej. Procesy zachodzące na Słońcu

Uczeń

- wie, że z badań widma słonecznego wynika, iż wodór jest głównym składnikiem materii słonecznej,
- potrafi wyjaśnić, co to znaczy, że materia słoneczna jest w stanie plazmy,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega reakcja fuzji jądrowej, czyli reakcja termojądrowa i rozumie, dlaczego warunkiem jej zachodzenia jest wysoka temperatura,
- potrafi objaśnić, skąd pochodzi energia wyzwolana w reakcjach termojądrowych,
- wie, jakie cząstki nazywamy pozytonami,
- potrafi objaśnić, na czym polega zjawisko anihilacji.

Energetyka jądrowa. Reaktory a broń jądrowa. Kontrolowana reakcja rozszczepienia. Reaktory. Reakcja niekontrolowana. Bomba atomowa. Bomba wodorowa. Perspektywy fuzji kontrolowanej

Uczeń

- potrafi opisać budowę i zasadę działania reaktora jądrowego,
- potrafi wymienić główne zalety i zagrożenia związane z wykorzystaniem energii jądrowej do celów pokojowych,
- wie, że bomba atomowa to urządzenie, w którym zachodzi niekontrolowana reakcja łańcuchowa,
- wie, że bomba wodorowa to urządzenie, w którym zachodzi gwałtowna fuzja jądrowa,
- wie, że dotąd nie udało się zbudować urządzenia do pokojowego wykorzystania fuzji jądrowej.

Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia. Wpływ promieniowania na tkankę biologiczną. Zastosowania medyczne

Uczeń

- wie, że promieniowanie jądrowe niszczy komórki żywe i powoduje zmiany genetyczne,
- potrafi podać przykłady wykorzystania promieniowania jądrowego w diagnostyce i terapii medycznej.

BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

Cząstki elementarne a historia Wszech świata. Skład materii stabilnej i cząstki nietrwałe. Skład materii w wysokich temperaturach, przemiany i równowaga

Uczeń

- potrafi wyjaśnić pojęcie elementarności cząstki,
- potrafi wyjaśnić pojęcie stabilności cząstki,
- wie, że wszystkie cząstki o niezerowej masie dzielimy na hadrony i leptony, potrafi podać przykłady,
- wie, że hadrony składają się z kwarków,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego hadronów nie można rozłożyć na pojedyncze kwarki,
- wie, jak zbudowana jest plazma i w jakich warunkach można ją uzyskać,
- wie, co to jest i w jakich warunkach występuje plazma kwarkowo-gluonowa,
- potrafi wyjaśnić zmiany stanu materii przy wzroście temperatury.

Obserwacyjne podstawy kosmologii

Uczeń

- potrafi podać definicję parseka,
- potrafi wyjaśnić sposób obliczania odległości gwiazdy za pomocą pomiaru paralaksy,
- wie, że zmiany jasności cefeid wykorzystuje się do obliczania odległości tych gwiazd,
- potrafi podać kilka kolejnych obiektów w hierarchii Wszechświata,
- wie, że pierwszą planetę pozasłoneczną odkrył Aleksander Wolszczan.

Rozszerzający się Wszechświat

Uczeń

- potrafi wymienić obserwacje, jakie doprowadziły do odkrycia prawa Hubble'a,
- potrafi zapisać i zinterpretować prawo Hubble'a,

- potrafi wyjaśnić, jak na podstawie prawa Hubble'a można obliczyć odległości galaktyk od Ziemi,
- potrafi wyjaśnić, jak na podstawie prawa Hubble'a wnioskujemy, że galaktyki oddalają się od siebie,
- potrafi wymienić argumenty na rzecz idei rozszerzającego się i stygnącego Wszechświata.

Promieniowanie tła jako relikty czasów przed powstaniem atomów

Uczeń

- wie, że odkryto promieniowanie elektromagnetyczne, zwane promieniowaniem reliktowym, które potwierdza teorię rozszerzającego się Wszechświata,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego odkrycie promieniowania relikowego potwierdza teorię rozszerzającego się Wszechświata.

Szybkość rozszerzania się Wszechświata i gęstość materii. Ciemna materia. Wszechświat zamknięty czy otwarty?

Uczeń

- wie, że o szybkości rozszerzania się Wszechświata decyduje gęstość materii,
- potrafi wyjaśnić, w jaki sposób losy Wszechświata zależą od gęstości materii,
- wie, jaka jest szacunkowa gęstość Wszechświata widocznego w porównaniu z gęstością krytyczną,
- wie o istnieniu ciemnej materii,
- potrafi opisać metodę Bohdana Paczyńskiego znajdowania obiektów ciemnej materii,
- potrafi omówić znaczenie odkrycia niezerowej masy neutrina dla oceny ilości ciemnej materii,
- potrafi podać inne hipotezy związane z istnieniem ciemnej materii,
- wie, że rozszerzający się Wszechświat jest efektem Wielkiego Wybuchu,
- potrafi podać hipotezy dotyczące przeszłości i przyszłości Wszechświata.

Modele powstawania galaktyk i ich układów. Ewolucja gwiazd

Uczeń

- potrafi wymienić procesy fizyczne, które doprowadziły do powstania galaktyk i ich gromad.

JEDNOŚĆ MIKRO- I MAKROŚWIATA

Fale materii. Dowody eksperymentalne falowych cech cząstek. Dualizm korpuskularno-falowy. Kwantowy opis ruchu cząstek

Uczeń

- wie, że klasyczne prawa fizyki nie stosują się do mikroświata, ale do świata dostępnego naszym zmysłom stanowią wystarczające przybliżenie praw fizyki kwantowej,
- wie, że prawa fizyki kwantowej w chwili obecnej najlepiej opisują funkcjonowanie całego Wszechświata.

Zjawiska interferencyjne w rozpraszaniu cząstek

Uczeń

- potrafi podać hipotezę de Broglie'a fal materii,
- potrafi uzasadnić, dlaczego dla ciał makroskopowych nie obserwujemy zjawisk falowych,
- potrafi uzasadnić, dlaczego dla cząstek elementarnych powinno się obserwować zjawiska falowe,
- potrafi opisać ideę doświadczenia, potwierdzającego hipotezę de Broglie'a,
- potrafi opisać, jak wykorzystuje się własności falowe cząstek do badania struktury kryształów.

Pomiar makroskopowy w fizyce a pomiary w mikroświecie kwantowym. Niepewności pomiarowe a zasada nieoznaczoności. Wpływ pomiaru w mikroświecie na stan obiektu. Fizyka makroskopowa jako granica fizyki układów kwantowych

Uczeń

- wie, że dokonywanie pomiaru w makroświecie nie wpływa na stan obiektu,
- potrafi podać przykłady braku wpływu pomiaru w makroświecie na stan obiektu,
- wie, że pomiar w mikroświecie wpływa na stan obiektu,
- potrafi podać przykład wpływu pomiaru w mikroświecie na stan obiektu,
- potrafi uzasadnić wpływ długości fali odpowiadającej cząstce rozproszonej na obiekcie mikroskopowym na możliwość określenia położenia i pędu tego obiektu,
- potrafi sformułować i zinterpretować zasadę (relację) nieoznaczoności Heisenberga,
- wie, jak fizycy sprawdzają, czy dla danego zjawiska opis klasyczny jest wystarczający,
- na podstawie przykładów potrafi uzasadnić, że opis kwantowy jest istotny dla pojedynczych obiektów mikroskopowych a pomijalny dla układów składających się z wielkiej liczby tych obiektów