

Plan wynikowy

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Kinematyka					
1.	Niepewności pomiarowe, cyfry znaczące	- wykonuje pomiary czasu oraz długości, - wskazuje cyfry znaczące w wyniku obliczeń.	- oblicza średni wynik z wielu pomiarów, - zapisuje wynik obliczeń z odpowiednią liczbą cyfr znaczących, - określa rozdzielczość przyrządu pomiarowego.	- szacuje niepewność pomiarową, - oblicza niepewność względną, - porównuje precyzję poszczególnych pomiarów.	- dobiera przyrządy stosownie do przeprowadzanych pomiarów, - odróżnia błędy grube od przypadkowych, - zauważa błędy systematyczne serii pomiarów.
2.	Opis ruchu	- wskazuje na rysunkach tor oraz przebytą drogę, - stosuje pojęcie prędkości do opisu ruchu, - odróżnia przemieszczenie od drogi.	- podaje przykłady ruchu jednostajnego, - oblicza prędkość dla ruchu jednostajnego, - odróżnia prędkość średnią od chwilowej.	- odróżnia wykresy $s(t)$ od wykresów $x(t)$, - oblicza prędkość z nachylenia wykresu położenia od czasu, - rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności.	- opisuje ruch ciała w różnych układach odniesienia, - wyznacza prędkość względną dwóch obiektów, - rozwiązuje zadania wymagające ułożenia równania i wyznaczenia niewiadomej.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
3.	Ruch zmienny	- stosuje pojęcie przyspieszenia do opisu ruchu, - podaje przykłady ruchu przyspieszonego i opóźnionego, - opisuje słownie ruch zmienny, używając pojęcia prędkości.	- oblicza przyspieszenie, mając dane prędkości i czas, - definiuje słownie ruch jednostajnie przyspieszony i opóźniony, - analizuje jakościowo wykresy prędkości od czasu.	- oblicza prędkość końcową przy zadanym przyspieszeniu, - analizuje ilościowe wykresy zależności prędkości od czasu, - oblicza przyspieszenie z wykresu $v(t)$.	- rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności, - rysuje wykresy prędkości i położenia od czasu przy zadanych parametrach ruchu, - interpretuje nachylenie wykresu $v(t)$ i $x(t)$.
4.	Droga w ruchu jednostajnym i zmiennym	- odróżnia ruch jednostajny od jednostajnie zmiennego, - oblicza drogę w ruchu jednostajnym.	- zapisuje równania poszczególnych ruchów, - na podstawie opisu sytuacji potrafi nazwać poszczególne rodzaje ruchu ciał, - oblicza drogę, podstawiając dane do podstawowych wzorów.	- z opisu sytuacji wyodrębnia potrzebne wielkości fizyczne do obliczeń, - poprawnie dobiera równanie do określonych rodzajów ruchu, - poprawnie interpretuje uzyskane wyniki obliczeń.	- rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności, - ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.
Dynamika					
5.	Siły wokół nas. III zasada dynamiki	- nazywa siły w najbliższym otoczeniu, wskazuje kierunki ich działania, - podaje treść III zasady dynamiki.	- poprawnie rysuje wektory sił, - wybiera ciało, na które działa siła, - na podstawie analizy opisu sytuacji, wskazuje środek masy ciała.	- odróżnia siły wewnętrzne od zewnętrznych, - przedstawia pary sił wynikające z III zasady dynamiki.	- analizuje siły działające w bardziej złożonych układach ciał, - wyjaśnia mechanizm poruszania się ludzi, pojazdów itp.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
6.	Siła wypadkowa. I zasada dynamiki	- składa siły równoległe, - wyznacza wartość wypadkowej sił równoległych, - podaje treść I zasady dynamiki.	- graficznie składa siły nierównoległe, - oblicza wartość wypadkowej sił działających w kierunkach prostopadłych do siebie, - analizuje siły działające na ciało w spoczynku i poruszające się ruchem jednostajnym.	- podaje przykłady inercjalnych układów odniesienia, - wnioskuje o wartościach sił na bazie I i III zasady dynamiki.	- zaznacza na rysunkach działające siły, - wyznacza wartości sił działających w układzie co najmniej dwóch ciał.
7.	II zasada dynamiki	- formułuje treść II zasady dynamiki, - oblicza przyspieszenie ciała, znając siłę i masę, - podaje przykłady ruchu ciał pod działaniem siły, - wskazuje siłę będącą przyczyną ruchu.	- analizuje rodzaj ruchu ciała przy zadanych siłach, - oblicza przyspieszenie, korzystając z II zasady dynamiki, - określa kierunek siły wypadkowej na podstawie opisu ruchu.	- korzysta z równań ruchu, aby obliczyć siłę wypadkową, - mając daną siłę wypadkową, wnioskując o siłach działających na ciało.	rozwiązuje bardziej złożone zadania z dynamiki.
8.	Opory ruchu	- odróżnia siłę tarcia od oporu ośrodka, - wyznacza kierunek działania siły tarcia i oporu ośrodka w opisanych sytuacjach, - omawia wpływ siły tarcia i oporu ośrodka na ruch ciała.	- omawia warunki powstawania siły tarcia, - wyjaśnia mechanizm powstawania tarcia w oparciu o obraz mikroskopowy, - określa, od czego zależą siła tarcia i siła oporu ośrodka.	- opisuje sposoby zmniejszenia lub zwiększenia siły tarcia i oporu ośrodka, - oblicza wartość siły tarcia, - wskazuje różnice między tarciem statycznym a kinetycznym.	- wnioskując o wartości tarcia statycznego w opisanej sytuacji, - rozwiązuje zadania związane z ruchem pod działaniem siły tarcia.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
9.	Spadanie ciał	- określa rodzaj ruchu ciała spadającego swobodnie (bez oporów ruchu), - zapisuje wartość przyspieszenia ziemskiego, - wskazuje sytuacje, w których można pominąć opór powietrza.	- określa, w jakiej sytuacji ruch spadającego ciała staje się jednostajny, - zapisuje warunek, przy którym ciała spadają ruchem jednostajnym.	- omawia ruch ciała z uwzględnieniem oporu powietrza, odwołując się do II zasady dynamiki, - szacuje prędkości graniczne dla różnych ciał.	- szacuje siłę oporu powietrza z wykresu zależności prędkości od czasu dla ciała spadającego w powietrzu, - szacuje drogę przebytą ruchem przyspieszonym podczas spadania.
10.	Ruch po okręgu	- podaje przykłady ruchu po okręgu, - określa kierunek działania siły wypadkowej w ruchu po okręgu, - definiuje pojęcia prędkości, okresu i promienia okręgu.	- określa siłę będącą siłą dośrodkową we wskazanych sytuacjach, oblicza prędkość ruchu, mając dany promień i okres obiegu, - określa jakościowo zależność siły dośrodkowej od prędkości ciała, jego masy oraz promienia okręgu.	- oblicza wartość siły dośrodkowej, - wskazuje przykłady ruchu po okręgu pod działaniem różnych sił, - opisuje związki między prędkością, promieniem, okresem i częstotliwością.	analizuje ruch po okręgu w sytuacjach, gdy siłą dośrodkową jest wypadkowa kilku sił.
11.	Siły bezwładności	- wskazuje w otoczeniu układy nieinercjalne, - podaje kierunek działania siły bezwładności w opisywanych sytuacjach, - zapisuje, od czego zależy siła bezwładności.	- oblicza wartość siły bezwładności w podanych sytuacjach, - analizuje siły działające na ciało znajdujące się w spoczynku w układzie nieinercyjnym.	- odróżnia układ inercjalny od nieinercyjnego, - rozwiązuje proste zadania w układzie nieinercyjnym.	- analizuje dane zjawisko w układzie inercyjnym i nieinercyjnym, - rozwiązuje trudniejsze zadania obliczeniowe.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
12.	Zasady dynamiki – przykłady	- analizuje siły działające na ciało poruszające się ruchem jednostajnym, - wie, że nacisk na podłoże na równi jest mniejszy od ciężaru, - opisuje związek między kątem nachylenia a przyspieszeniem ciała na równi.	- tłumaczy w oparciu o zasady dynamiki, dlaczego trudniej jest ruszyć ciało, niż je przesunąć, - omawia warunek spoczynku ciała na równi, analizując siły.	- znajduje graficznie siłę wypadkową działającą na ciało znajdujące się na równi, - oblicza przyspieszenie ciała na równi, - wyjaśnia, dlaczego tarcie na stromych stokach jest małe.	- rozwiązuje zadania z równią pochyłą, - wykorzystując równania ruchu i zasady dynamiki.
Energia i jej przemiany					
13.	Zasada zachowania energii	- formułuje treść zasady zachowania energii, - wskazuje przykłady przemian energii w procesach zachodzących w otoczeniu.	- omawia przemiany energetyczne procesów w przyrodzie, - odróżnia układ izolowany energetycznie od nieizolowanego.	wyjaśnia przebieg zjawisk, odwołując się do zasady zachowania energii.	- rozwiązuje zadania obliczeniowe, - wyklucza hipotetyczny przebieg zjawiska, odwołując się do zasady zachowania energii.
14.	Praca i moc	- określa, kiedy wykonywana jest praca w sensie fizycznym, - definiuje pojęcie mocy.	- oblicza pracę, gdy znane są siła i przemieszczenie, - oblicza pracę, gdy znane są czas pracy i moc urządzenia, - określa, w jakich warunkach praca wykonana przez siłę wynosi zero.	- wiąże pracę siły zewnętrznej ze zmianą energii układu, - zauważa wpływ sił oporu ruchu na zmianę energii ciała.	- rozwiązuje zadania rachunkowe, - wyznacza siłę działającą na ciało na podstawie analizy przemian energetycznych.
15.	Energia grawitacji i energia kinetyczna	- wskazuje przykłady, w których ciała mają energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji, - podaje, od czego zależy energia kinetyczna i energia potencjalna grawitacji.	oblicza energię kinetyczną i energię potencjalną grawitacji w prostych przykładach.	oblicza pracę siły wykonaną przez siłę jako zmianę energii układu.	rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
16.	Zasada zachowania energii mechanicznej	- formułuje zasadę zachowania energii mechanicznej, - opisuje, w jakich warunkach energia mechaniczna jest zachowana, - podaje przykłady zjawisk, w których zachowana jest energia mechaniczna.	- omawia rzuty z punktu widzenia energii mechanicznej, - oblicza energię mechaniczną ciała w zadanej sytuacji.	stosuje zasadę zachowania energii do rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	rozwiązuje bardziej złożone zadania obliczeniowe.
17.	Energia sprężystości	- klasyfikuje ciała ze względu na własności sprężyste, - podaje przykłady ciał mających energię potencjalną sprężystości.	- określa zależność siły sprężystości od odkształcenia, - podaje przykłady przemian energetycznych z udziałem energii potencjalnej sprężystości, - podaje zastosowania energii potencjalnej sprężystości.	- oblicza siłę sprężystości i energię potencjalną sprężystości, - podaje przykłady obiektów mających energię sprężystości mimo braku widocznego odkształcenia.	rozwiązuje zadania, korzystając z zasady zachowania energii mechanicznej.
18.	Energia mechaniczna w sporcie	wskazuje dyscypliny sportowe, w których osiągi notowane są jako pomiar fizyczny.	- omawia przemiany energetyczne w wybranych dyscyplinach sportowych, - wskazuje rodzaje aktywności wymagającej dużej mocy oraz dużej energii.	szacuje osiągi sportowców w oparciu o zasadę zachowania energii.	wyjaśnia rolę rozbiegu w różnych dyscyplinach sportowych.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Grawitacja i astronomia					
19.	Układ Słoneczny	• opisuje budowę Układu Słonecznego, • określa następstwa ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi.	• podaje kolejność planet od Słońca, • określa, co to są komety i meteoryty, • opisuje cechy planet karłowatych.	• opisuje mechanizm powstawania warkocza komety i jego kierunku, • opisuje znaczenie badania meteorytów dla astronomii.	• opisuje miejsca, w których na niebie należy szukać planet, • wyjaśnia ruch planet na tle gwiazd.
20.	Prawo grawitacji	• formułuje prawo grawitacji (prawo powszechnego ciążenia), • określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia planet wokół Słońca oraz księżyców wokół planet.	• oblicza siłę grawitacji dla danych mas znajdujących się w podanej odległości od siebie, • wiąże siłę grawitacji z siłą ciężkości.	• oblicza przyspieszenie grawitacyjne na powierzchni ciał niebieskich, • oblicza masę Ziemi.	• rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności.
21.	Satelity. Prędkość orbitalna	• podaje definicję satelity, • określa siłę grawitacji jako przyczynę krążenia satelitów wokół planet, • odróżnia satelity naturalne i sztuczne, • opisuje niektóre zastosowania sztucznych satelitów.	• oblicza prędkość orbitalną satelitów, • opisuje warunki krążenia satelitów geostacjonarnych.	• wyprowadza wzór na prędkość orbitalną satelity, • porównuje prędkości i okresy obiegu satelitów na różnych orbitach.	• oblicza wysokość satelitów geostacjonarnych, • wyprowadza związek między okresem obiegu a promieniem orbity satelitów.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
22.	Wyznaczanie mas planet i gwiazd	wyjaśnia, dlaczego Ziemia krąży wokół Słońca, a nie odwrotnie, odwołując się do mas obu ciał.	oblicza masę ciała centralnego, korzystając ze wzoru na prędkość orbitalną.	- wyprowadza wzór na obliczenie mas ciał niebieskich z prawa grawitacji, - oblicza masę planety mającej satelitę, - oblicza masę, korzystając z wartości przyspieszenia grawitacyjnego - na powierzchni planety.	- oblicza masy składników układów - podwójnych krążących wokół środka masy.
23.	Nieważkość i przeciążenie	- wskazuje sytuacje, w których występuje stan nieważkości i przeciążenia, - opisuje różnice między stanem normalnym a nieważkością i przeciążeniem.	- wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia, odwołując się do siły bezwładności, - wymienia skutki zdrowotne przebywania w stanie nieważkości i przeciążenia, - określa miarę przeciążenia.	oblicza przeciążenie w określonych sytuacjach.	wyjaśnia stan nieważkości i przeciążenia z punktu widzenia układu nieinercyjnego oraz układu inercyjnego.
24.	Budowa Wszechświata	- odróżnia astronomię od astrologii, - określa, czym są gwiazdy, - podaje definicję roku świetlnego jako jednostki odległości. - wyjaśnia, że sfera niebieska wykonuje obrót w ciągu 1 doby i zna tego przyczynę.	- opisuje, czym są gwiazdozbiory, - opisuje, czym jest galaktyka, - opisuje różnicę między galaktyką a mgławicą.	- wie, czym jest zodiak, - przelicza lata świetlne na kilometry i jednostki astronomiczne.	wyjaśnia ruch Słońca i planet na tle gwiazd.
25.	Ewolucja Wszechświata	opisuje podstawowe fakty dotyczące powstania i ewolucji Wszechświata (moment powstania – Wielki Wybuch, ciągłe rozszerzanie się).	- podaje treść prawa Hubble’a, - podaje dowody obserwacyjne rozszerzania się przestrzeni.	- oblicza odległości do galaktyk i prędkości ucieczki, korzystając z prawa Hubble’a, - opisuje fakt istnienia ciemnej materii i ciemnej energii.	- opisuje fakty obserwacyjne potwierdzające istnienie ciemnej materii, - wiąże stałą Hubble’a z wiekiem Wszechświata.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Drgania					
1.	Drgania mechaniczne	- określa drgania jako cykliczny ruch wokół położenia równowagi, - podaje definicje okresu, amplitudy oraz częstotliwości drgań.	- odczytuje z wykresu wychylenia od czasu amplitudę oraz okres drgań, - wyznacza częstotliwość drgań na podstawie okresu, - doświadczalnie udowadnia, że okres drgań ciała zawieszonego na sprężynie nie zależy od amplitudy.	wyznacza prędkość ciała w momencie mijania położenia równowagi na podstawie wykresu położenia od czasu.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
2.	Siły w ruchu drgającym	- zapisuje zależność między wartością siły sprężystości a odkształceniem, - określa kierunek i zwrot wypadkowej siły w ruchu drgającym.	- opisuje proporcjonalność siły wypadkowej do wychylenia w ruchu harmonicznym, - doświadczalnie sprawdza zależność okresu drgań ciała zawieszonego na sprężynie od jego masy.	- wyznacza współczynnik sprężystości z wykresu zależności siły rozciągającej od wydłużenia sprężyny, - korzysta z II zasady dynamiki Newtona w zadaniach dotyczących ruchu drgającego do wyznaczania maksymalnego przyspieszenia.	stosuje do obliczeń wzór na okres drgań ciała zawieszonego na sprężynie.
3.	Energia w ruchu drgającym	- określa rodzaje energii w ruchu drgającym, - opisuje jakościowo przemiany energii w ruchu drgającym.	stosuje zasadę zachowania energii do obliczania energii w ruchu drgającym.	opisuje zależność między energią całkowitą w ruchu drgającym a amplitudą drgań.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
4.	Wahadło	- opisuje wahadło jako przykład układu wykonującego ruch drgający, - opisuje jakościowo przemiany energii podczas ruchu wahadła.	- określa niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy, - opisuje niezależność okresu drgań wahadła od masy.	- jakościowo opisuje siły występujące podczas ruchu wahadła, - określa zależność okresu drgań wahadła od jego długości.	- stosuje do obliczeń wzór na okres drgań wahadła, - stosuje zasadę zachowania energii w zadaniach obliczeniowych dotyczących wahadła.

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
5.	Drgania tłumione i drgania wymuszone	- odróżnia drgania tłumione od wymuszonych, - podaje definicję rezonansu mechanicznego.	- posługuje się pojęciem częstotliwości własnej, - demonstruje zjawisko rezonansu mechanicznego.	demonstruje drgania tłumione oraz wymuszone.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Fale i optyka					
6.	Rodzaje fal	- opisuje mechanizm rozchodzenia się fali mechanicznej, - rozdziela fale płaskie i kołowe, - rozdziela fale poprzeczne i podłużne.	opisuje zależność między częstotliwością drgań źródła fali a częstotliwością fali w ośrodku.	opisuje sposób rozchodzenia się fali podłużnej w ośrodku.	opisuje fale rozchodzące się w wodzie.
7.	Wielkości opisujące fale	- podaje definicje okresu oraz amplitudy drgań, - podaje definicje długości oraz prędkości fali.	- oblicza częstotliwość fali na podstawie znajomości jej okresu, - odczytuje amplitudę oraz długość fali z obrazu fali.	stosuje do obliczeń zależność między długością, częstotliwością oraz prędkością fali.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
8.	Fale dźwiękowe	- opisuje źródła dźwięków, podaje ich przykłady, - opisuje dźwięk jako falę podłużną.	- opisuje cechy dźwięku, - przedstawia obraz oscyloskopowy fali akustycznej.	- omawia wielkości opisujące dźwięki, - określa poziom natężenia dźwięku w wybranych sytuacjach.	wyjaśnia, czym różni się głośność od poziomu natężenia dźwięku.
9.	Zjawisko Dopplera	opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem źródła dźwięku.	opisuje zmiany częstotliwości dźwięku wywołane ruchem odbiornika.	stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera do obliczeń.	stosuje wzór na zmianę częstotliwości wywołany efektem Dopplera w sytuacjach złożonych.
10.	Dyfrakcja i nakładanie się fal	- podaje definicję dyfrakcji fal, - opisuje wynik nakładania się fal.	- podaje przykłady dyfrakcji fal, - stosuje zasadę superpozycji do wyjaśnienia mechanizmu nakładania się fal, - opisuje zjawisko rozpraszania fal mechanicznych.	projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko dyfrakcji fal mechanicznych na szczelinie.	projektuje doświadczenie ilustrujące zjawisko nakładania się fal mechanicznych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
11.	Interferencja fal	podaje definicję interferencji fal.	- wyjaśnia mechanizm powstawania interferencji fal z dwóch źródeł, - opisuje falę stojącą.	wyjaśnia mechanizm powstawania fali stojącej.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Światło jako fala	- określa światło jako falę elektromagnetyczną, - wymienia różne rodzaje fal elektromagnetycznych.	- opisuje doświadczenie Younga jako potwierdzenie falowej natury światła, - podaje zakres długości fali dla światła oraz wartość prędkości światła w próżni, - demonstruje polaryzację światła w wyniku przejścia przez polaryzatory.	- stosuje do obliczeń zależność między prędkością światła, długością oraz częstotliwością fali, - wyjaśnia mechanizm rozpraszania światła.	- planuje doświadczenie ilustrujące zjawisko rozpraszania światła, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
13.	Odbicie światła	- opisuje zjawisko odbicia, - formułuje prawo odbicia.	- konstruuje obraz w zwierciadle płaskim, - podaje cechy obrazu w zwierciadle płaskim.	opisuje zjawisko polaryzacji przez odbicie.	wiąże zjawisko odbicia z interferencją.
14.	Załamanie światła	- opisuje zjawisko załamania, - definiuje współczynnik załamania ośrodka, - formułuje prawo załamania.	opisuje zmianę długości fali po przejściu do innego ośrodka.	stosuje prawo załamania do opisu zjawisk optycznych.	opisuje bieg światła w ośrodku niejednorodnym.
15.	Całkowite wewnętrzne odbicie	- podaje definicję kąta granicznego, - opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.	opisuje zasadę działania światłowodu.	stosuje poznane zjawiska do rozwiązywania typowych zadań i problemów.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
16.	Zjawiska optyczne w atmosferze	opisuje jakościowo rozproszenie światła w atmosferze prowadzące do powstania niebieskiego koloru nieba i czerwonego koloru zachodzącego słońca.	- opisuje, w jaki sposób powstaje tęcza, - wyjaśnia różnice między tęczą a halo.	wyjaśnia mechanizm powstawania miraży.	samodzielnie wyszukuje przykłady zjawisk optycznych w atmosferze i je wyjaśnia.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Termodynamika					
17.	Cząsteczkowa budowa materii	• opisuje cząsteczkową budowę materii, • podaje definicję energii wewnętrznej, • podaje definicję dyfuzji.	• określa związek temperatury z energią kinetyczną cząsteczek, • omawia różnice w budowie cząsteczkowej gazów, cieczy i ciał stałych, • opisuje charakter sił międzycząsteczkowych.	• korzysta z definicji energii wewnętrznej do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata.	• charakteryzuje ilościowo rozmiary atomów i cząsteczek.
18.	Rozszerzalność cieplna	• opisuje rozszerzalność objętościową cieczy i gazów, • opisuje rozszerzalność liniową ciał stałych.	• wyjaśnia różnice między rozszerzalnością liniową a objętościową.	• stosuje pojęcie rozszerzalności do wyjaśniania zjawisk z otaczającego świata, • oblicza przyrost długości ciała dla danego przyrostu temperatury, • projektuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące rozszerzalność cieplną.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
19.	Przekaz energii w postaci ciepła	• wymienia trzy rodzaje przekazu ciepła między ciałami, • opisuje zastosowanie materiałów izolacyjnych.	• opisuje różnice między trzema rodzajami przekazu ciepła między ciałami, • stosuje pojęcie stanu równowagi termodynamicznej.	• projektuje i wykonuje doświadczenie ilustrujące przewodność cieplną.	• opisuje zjawiska atmosferyczne będące ilustracją trzech sposobów przekazu ciepła.
20.	I zasada termodynamiki	• formułuje I zasadę termodynamiki, • odróżnia przekaz energii w postaci ciepła od przekazu energii w postaci pracy.	• podaje, czym jest wartość energetyczna paliwa, • stosuje I zasadę termodynamiki do rozwiązywania typowych problemów i zjawisk z otaczającego świata.	• opisuje jakościowo procesy bez wymiany ciepła z otoczeniem.	• opisuje praktyczne przykłady zastosowania przemian adiabatycznych gazów.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
21.	Ciepło właściwe i bilans cieplny	• podaje definicję ciepła właściwego, • zapisuje zasady bilansu cieplnego.	• stosuje bilans cieplny w typowych przypadkach.	• stosuje bilans cieplny do obliczeń, • odróżnia pojemność cieplną od ciepła właściwego, • ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń.	• stosuje bilans cieplny do opisu zjawisk z otaczającego świata, • rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
22.	Topnienie i krzepnięcie	• opisuje zjawiska topnienia i krzepnięcia, • definiuje ciepło topnienia.	• wykorzystuje ciepło topnienia w prostych obliczeniach, • rozróżnia ciała krystaliczne i bezpostaciowe.	• stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane (oddane) w procesie topnienia (krzepnięcia), • projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas topnienia (krzepnięcia).	• odróżnia szadź od szronu, • rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
23.	Parowanie i skraplanie	• opisuje zjawiska parowania i skraplania, • definiuje ciepło parowania, • odróżnia parowanie od wrzenia.	• wykorzystuje ciepło parowania w prostych obliczeniach, • opisuje parowanie jako jeden ze sposobów termoregulacji organizmów.	• stosuje w obliczeniach wzór na ciepło pobrane w procesie parowania, • projektuje doświadczenie ilustrujące stałość temperatury podczas wrzenia.	• rozwiązuje zadania o wyższym stopniu trudności.
24.	Bilans cieplny – przykłady	• zapisuje zasady bilansu cieplnego.	• stosuje bilans cieplny z wykorzystaniem ciepła przemiany fazowej w typowych przypadkach, • wyjaśnia, na czym polega efekt cieplarniany.	• ocenia realność uzyskanych wyników obliczeń, • opisuje efekt cieplarniany Ziemi.	• analizuje bilans energetyczny Ziemi.
25.	Własności fizyczne wody	• charakteryzuje rozszerzalność cieplną wody.	• korzysta z definicji pary nasyconej i nienasyconej.	• podaje definicję wilgotności powietrza, • wyjaśnia zmiany temperatury wrzenia związane ze zmianami ciśnienia.	• stosuje do obliczeń wilgotność względną i bezwzględną, • korzysta z diagramu fazowego wody w zadaniach obliczeniowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
Elektrostatyka					
1.	Ładunek elektryczny, przewodniki	• podaje definicję ładunku elementarnego, • stwierdza, że dwa ładunki tego samego znaku odpychają się, a przeciwnych znaków przyciągają się, • wymienia przykłady ciał, które są przewodnikami, • stwierdza, że za przepływ ładunków w metalach odpowiadają elektrony, • formułuje zasadę zachowania ładunku.	• demonstruje elektryzowanie ciał, • stosuje zasadę zachowania ładunku do opisu elektryzowania ciał, • stwierdza, że im dalej od siebie znajdują się naelektryzowane ciała, tym mniejszymi siłami działają na siebie, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	• wyjaśnia, dlaczego naelektryzowane ciała przyciągają obojętne elektryczne przewodniki, • podaje przykłady elektryzowania ciał w swoim otoczeniu.	• wyjaśnia rolę uziemienia, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
2.	Izolatory	• wymienia przykłady ciał, które są izolatorami, • odróżnia izolatory od przewodników.	• definiuje pojęcie dipola elektrycznego, • podaje przykłady oddziaływań między naelektryzowanymi ciałami, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	• stosuje pojęcie dipola elektrycznego do wyjaśnienia przyciągania izolatorów przez naelektryzowane ciała.	• stosuje szereg tryboelektryczny do wyjaśnienia elektryzowania izolatorów, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
3.	Siły elektryczne	• jakościowo formułuje prawo Coulomba, • wykorzystuje III zasadę dynamiki do opisu oddziaływań elektrycznych.	• formułuje treść prawa Coulomba, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	• wykorzystuje wiedzę na temat sił elektrycznych do opisu oddziaływań między ciałami.	• opisuje jakościowo oddziaływanie między dwoma dipolami, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
4.	Pole elektryczne	• posługuje się pojęciem pola elektrycznego, • rysuje linie pola elektrycznego wokół pojedynczych ładunków, • opisuje pole jednorodne.	• ilustruje doświadczalnie linie pola elektrycznego, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	• określa kierunek i zwrot siły działającej na ładunek elektryczny w oparciu o bieg linii pola elektrycznego, • opisuje zachowanie się swobodnego dipola w polu elektrycznym.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
5.	Napięcie elektryczne	• podaje, czym jest napięcie elektryczne, • używa jednostki napięcia.	• posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego jako różnicy potencjałów, • oblicza pracę pola, jeśli ma dane napięcie i ładunek, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	• interpretuje napięcie elektryczne jako różnicę energii ładunku jednostkowego w polu elektrycznym, • rozróżnia pracę pola wykonaną podczas przemieszczania ładunku od pracy siły zewnętrznej przesuwałcej ładunek w polu elektrycznym.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
6.	Przewodnik w polu elektrycznym	• opisuje jakościowo rozkład ładunku w przewodnikach, • wie, że wewnątrz przewodnika nie ma pola elektrycznego.	• opisuje przemieszczenie ładunków w przewodnikach pod wpływem oddziaływania ze strony ładunku zewnętrznego, • podaje przykłady zastosowania klatki Faradaya, • stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	• używa pojęcia napięcia elektrycznego do wyjaśnienia znikania pola elektrycznego wewnątrz przewodnika, • wyjaśnia, czym jest napięcie między przewodnikami.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
7.	Kondensator	określa kondensator jako urządzenie gromadzące energię elektryczną.	- opisuje mechanizm ładowania kondensatorów, - stosuje poznaną wiedzę do opisu typowych sytuacji.	- charakteryzuje kondensator poprzez jego pojemność, - demonstruje przekaz energii podczas rozładowania kondensatora.	- podaje praktyczne przykłady zastosowania kondensatorów o bardzo dużej pojemności, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
8.	Zjawiska elektryczne w atmosferze	wymienia zagrożenia wynikające z wyładowań atmosferycznych.	opisuje sposoby zabezpieczeń przed skutkami wyładowań.	- charakteryzuje pole elektryczne wokół Ziemi, - wyjaśnia mechanizm powstawania chmury burzowej.	jakościowo opisuje mechanizm powstawania wyładowania atmosferycznego.
Prąd elektryczny					
9.	Obwód prądu elektrycznego	- opisuje przepływ prądu w obwodach jako ruch elektronów swobodnych albo jonów w przewodnikach, - wymienia niezbędne elementy obwodu elektrycznego, - podaje definicję natężenia prądu wraz z jednostką, - posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego wraz z jednostką.	- wskazuje amperomierz jako urządzenie do mierzenia natężenia prądu, - używa symboli elektrycznych do rysowania schematów obwodów, - demonstruje podłączenie amperomierza w obwodzie prądu stałego, - opisuje zasadę dodawania napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo, - stosuje do obliczeń związek między natężeniem prądu a	- wyjaśnia rolę ogniwa (baterii) w obwodzie, - bada doświadczalnie dodawanie napięć w układzie ogniw połączonych szeregowo.	- opisuje związek dodawania napięć ogniw z zasadą zachowania energii, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			ładunkiem i czasem jego przepływu przez przekrój poprzeczny przewodnika.		
10.	Opór elektryczny	• posługuje się pojęciem oporu elektrycznego jako właściwości przewodnika, • podaje jednostkę oporu elektrycznego, • określa, czym jest opornik i jaką funkcję pełni w obwodzie.	• wskazuje woltomierz jako urządzenie do mierzenia napięcia, • rysuje schemat obwodu do wyznaczenia oporu elektrycznego przewodnika, • zapisuje prawo Ohma, • stosuje do obliczeń proporcjonalność natężenia prądu stałego do napięcia dla przewodników.	• wyjaśnia, na czym polegają ograniczenia w stosowalności prawa Ohma, • opisuje różnice w zależności oporu elektrycznego od temperatury dla metali i półprzewodników.	• wyjaśnia, dlaczego można pominąć napięcia na przewodach zasilających odbiorniki, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
11.	Prąd jako nośnik energii elektrycznej	• wskazuje kierunek transportu energii za pomocą prądu (od źródła do odbiornika), • posługuje się pojęciem mocy prądu elektrycznego wraz z jednostką, • odczytuje z licznika zużytą energię elektryczną, • przelicza energię elektryczną wyrażoną w kilowatogodzinach na dżule i odwrotnie.	• wyróżnia formy energii, na jakie jest zamieniana energia elektryczna, • wskazuje źródła energii elektrycznej i jej odbiorniki.	• wyprowadza wzór na energię elektryczną, • stosuje do obliczeń przemiany energii w obwodach prądu stałego.	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
12.	Obwody elektryczne	• podaje przykład obwodu rozgałęzionego,	• stosuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania	• planuje i wykonuje doświadczenia ilustrujące	• stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
	rozgałęzione	podaje treść I prawa Kirchhoffa.	ładunku, - rysuje schemat obwodu rozgałęzionego, - oblicza natężenia prądów w obwodach rozgałęzionych.	I prawo Kirchhoffa.	
13.	Domowa sieć elektryczna	- opisuje sieć domową jako przykład obwodu rozgałęzionego, - opisuje funkcję bezpiecznika przeciążeniowego oraz przewodu uziemiającego, - opisuje sposób postępowania w przypadku porażenia prądem.	- opisuje funkcję bezpiecznika różnicowoprądowego, - wskazuje niebezpieczeństwa związane z używaniem prądu elektrycznego, - oblicza maksymalną moc urządzeń w obwodach zabezpieczonych danym bezpiecznikiem.	- rysuje schematy domowej sieci elektrycznej, - wskazuje skutki przerywania dostaw energii elektrycznej do urządzeń o kluczowym znaczeniu.	- wyjaśnia zasadę działania bezpiecznika różnicowoprądowego, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
Elektromagnetyzm					
14.	Pole magnetyczne	- nazywa bieguny magnesów stałych, - opisuje oddziaływanie między magnesami, - posługuje się pojęciem pola magnetycznego.	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu magnesów stałych, - zna jednostkę indukcji magnetycznej.	opisuje zachowanie ferromagnetyków w polu magnetycznym.	- dokonyuje pomiaru indukcji magnetycznej za pomocą smartfona, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
15.	Pole magnetyczne prądu elektrycznego	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu zwojnicy z prądem, - opisuje budowę i działanie elektromagnesu,	- rysuje linie pola magnetycznego w pobliżu prostoliniowego przewodu z prądem, - opisuje jakościowo zależność	- demonstruje linie pola magnetycznego wokół przewodów z prądem, - przewiduje zachowanie się igły magnetycznej w	stosuje do obliczeń zależność indukcji magnetycznej od natężenia prądu oraz odległości od przewodu,

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		opisuje wzajemne oddziaływanie elektromagnesów i magnesów.	- indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu, - opisuje zachowanie się igły magnetycznej w otoczeniu prostoliniowego przewodu z prądem.	- obecności przewodów z prądem, - opisuje zależność indukcji magnetycznej w zależności od odległości od przewodu.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
16.	Przewód z prądem w polu magnetycznym	opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na przewody z prądem.	- wie, że kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, - wskazuje oddziaływanie magnetyczne jako podstawę działania silników elektrycznych.	- wyznacza kierunek siły działającej na przewód z prądem w polu magnetycznym, - demonstruje działanie pola magnetycznego na przewód z prądem.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
17.	Ładunek elektryczny w polu magnetycznym	opisuje jakościowo oddziaływanie pola magnetycznego na poruszające się cząstki naładowane.	- wie, że kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym jest prostopadły do linii pola magnetycznego, - wskazuje przykłady zastosowania działania pola magnetycznego na poruszające się ładunki.	- wyznacza kierunek siły działającej na cząstkę poruszającą się w polu magnetycznym, - opisuje ruch ładunku w polu magnetycznym, - stosuje poznaną wiedzę do rozwiązywania problemów.	- projektuje kształt linii pola pętli magnetycznej, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
18.	Pole magnetyczne Ziemi	charakteryzuje pole magnetyczne wokół Ziemi.	omawia rolę pola magnetycznego Ziemi jako osłony przed wiatrem	opisuje oddziaływanie magnetosfery z wiatrem słonecznym.	wyjaśnia wpływ wiatru słonecznego na kształt magnetosfery,

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			słonecznym.		stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
19.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 1.	stwierdza, że w wyniku ruchu przewodu w polu magnetycznym powstaje w nim prąd elektryczny.	demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku jego ruchu w polu magnetycznym.	wiąże powstawanie prądu elektrycznego z działaniem siły Lorentza na poruszający się ładunek elektryczny.	określa kierunek prądu indukcyjnego.
20.	Indukcja elektromagnetyczna. Część 2.	stwierdza, że prąd indukcyjny powstaje również w wyniku zmian pola magnetycznego elektromagnesu.	- demonstruje powstawanie prądu indukcyjnego w przewodzie w wyniku zmian pola magnetycznego wokół elektromagnesu, - opisuje jakościowo mechanizm powstawania fal elektromagnetycznych.	wyjaśnia przebieg doświadczenia 1 opisanego w rozdziale.	opisuje polaryzację fali elektromagnetycznej.
21.	Prądnica	stwierdza, że do wytwarzania prądu elektrycznego w prądnicie wykorzystuje się zjawisko indukcji elektromagnetycznej.	opisuje przemianę energii podczas działania prądnicy.	opisuje zależność napięcia powstającego na zaciskach prądnicy od czasu.	opisuje wykorzystanie prądnic do rekuperacji energii.
22.	Prąd przemienny	opisuje prąd przemienny jako prąd zmieniający kierunek przepływu.	- opisuje cechy prądu przemiennego, - odczytuje dane znamionowe urządzeń elektrycznych.	- odróżnia chwilową moc prądu przemiennego od średniej, - odróżnia napięcie skuteczne od maksymalnego.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
23.	Transformator, sieci	opisuje transformator jako urządzenie służące do zmiany	opisuje zasadę działania transformatora,	opisuje zasadę działania transformatora przy	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
	energetyczne	wartości napięcia.	- podaje przykłady zastosowania transformatorów, - opisuje cel stosowania transformatorów w sieciach przesyłowych.	użyciu pojęcia jego przekładni, opisuje przemiany energii w transformatorze.	
Fizyka atomowa					
24.	Promieniowanie elektromagnetyczne	- określa, czym są fale elektromagnetyczne, - wymienia zakresy widma fal elektromagnetycznych.	- opisuje zastosowania poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych, - zapisuje zależność między długością i częstotliwością fali.	wymienia podstawowe właściwości poszczególnych zakresów fal elektromagnetycznych.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
25.	Widmo promieniowania	- odróżnia termiczne i nietermiczne źródła promieniowania, - analizuje na wybranych przykładach promieniowanie termiczne ciał.	- jakościowo opisuje zależność promieniowania termicznego od temperatury źródła, - odróżnia widmo absorpcyjne od emisyjnego, - opisuje jakościowo pochodzenie widm emisyjnych i absorpcyjnych gazów.	zapisuje zależność długości fali emitowanego promieniowania od temperatury.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
26.	Korpuskularna natura promieniowania	posługuje się pojęciem fotonu jako najmniejszej porcji energii fali elektromagnetycznej.	- opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła, - wyjaśnia pojęcie fotonu oraz jego energii, - oblicza energię fotonu, jeśli zna częstotliwość promieniowania.	stosuje pojęcie fotonu do opisu rozpraszania światła.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
27.	Budowa i promieniowanie atomów	- zna części składowe atomów, - posługuje się pojęciem poziomu energetycznego elektronu w atomie, - odróżnia atomy od jonów.	- rozróżnia stan podstawowy i stany wzbudzone elektronu w atomie, - oblicza energię wyemitowanego (pochłoniętego) fotonu, jeśli zna energie stanów atomu, - wyjaśnia, na czym polega jonizacja atomów.	oblicza długość fali promieniowania emitowanego przez atom o danych poziomach energetycznych.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
28.	*Przewodniki, izolatory i półprzewodniki			- na podstawie modelu pasmowego odróżnia półprzewodniki typu p oraz typu n, - wiąże pasma energetyczne z poziomami energetycznymi w atomach, - stosuje model pasmowy do rozróżnienia przewodników, półprzewodników oraz izolatorów.	wyjaśnia, na czym polega zakaz Pauliego w atomach.
29.	Dioda	opisuje diodę półprzewodnikową jako element obwodu	opisuje diodę półprzewodnikową jako złącze dwóch rodzajów	wyjaśnia świecenie diody z odwołaniem się do poziomów	demonstruje rolę diody jako elementu składowego

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
		przewodzący prąd w jednym kierunku oraz jako źródło światła.	półprzewodników.	energetycznych atomów półprzewodnika.	prostowników, • wyjaśnia przewodzenie diody w jedną stronę w oparciu o poziomy energetyczne, • wyjaśnia powstawanie napięcie progowego złącza p-n, • stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
30.	Tranzystor	• opisuje tranzystor jako element wykonany z półprzewodników, służący do wzmacniania sygnałów elektrycznych oraz sterujący prądem elektrycznym.	• wskazuje na potrzebę zasilania tranzystora pracującego w układzie wzmacniacza.	• wyjaśnia działanie tranzystora na przykładzie tranzystora polowego, • opisuje podłączenie tranzystora umożliwiające sterowanie prądem płynącym przez odbiornik energii elektrycznej.	• wykorzystuje charakterystykę tranzystora do rozwiązywania zadań.
31.	Fotoefekty	• opisuje zjawisko fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej, • wyróżnia zjawiska fotoelektryczne zewnętrzne oraz wewnętrzne.	• opisuje jakościowo zjawisko fotochemiczne, podaje przykłady tego zjawiska, • definiuje częstotliwość graniczną zjawiska fotoelektrycznego oraz fotochemicznego, • podaje przykłady fotoelementów, • opisuje przemiany energii	• analizuje zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne, • stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu diody jako źródła światła, • wskazuje podobieństwa i różnice w działaniu diody LED i fotoogniwa.	• stosuje model pasmowy półprzewodników do opisu działania fotoogniwa.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
			w fotoogniwach.		
Fizyka jądrowa					
32.	Budowa jądra atomowego	- wymienia składniki jądra atomowego, - posługuje się pojęciami: pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron.	opisuje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i liczby atomowej.	charakteryzuje siły jądrowe jako najsilniejsze oddziaływanie w przyrodzie.	- szacuje gęstość materii jądrowej, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
33.	Promieniowanie jądrowe	- wymienia rodzaje promieniowania jądrowego, - określa, czym jest promieniotwórczość, - określa promieniowanie jądrowe jako jonizujące.	opisuje właściwości poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego.	- zapisuje reakcje poszczególnych rodzajów promieniowania jądrowego, - stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego i liczby nukleonów do zapisu reakcji.	- określa przenikliwość poszczególnych rodzajów promieniowania w powiązaniu ze zdolnością do jonizacji materii, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
34.	Prawo rozpadu promieniotwórczego	- stwierdza, że liczba jąder izotopu promieniotwórczego w próbce maleje z upływem czasu, - definiuje pojęcie czasu połowicznego rozpadu.	odczytuje czas połowicznego rozpadu na podstawie wykresu zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu.	- sporządza wykres zależności liczby jąder izotopu promieniotwórczego od czasu na podstawie informacji o czasie połowicznego rozpadu, - wiąże aktywność próbki preparatu promieniotwórczego	- szacuje zawartość izotopu promieniotwórczego w próbce w oparciu o prawo rozpadu, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
				z czasem połowicznego rozpadu.	
35.	Wpływ promieniowania jądrowego na organizmy	- określa, czym jest promieniowanie tła, - ma świadomość wszechobecności promieniowania jonizującego.	- wskazuje wpływ promieniowania jonizującego na materię oraz na organizmy, - opisuje skutki pochłonięcia zbyt dużych dawek promieniowania jonizującego.	- opisuje wpływ promieniowania na organizmy z uwzględnieniem przenikliwości danego promieniowania, - posługuje się pojęciem dawki równoważnej.	stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
36.	Zastosowanie izotopów promieniotwórczych	wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w medycynie.	wymienia przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości w technice.	opisuje metodę wyznaczania wieku znaleziska na podstawie zawartości izotopu ^{14}C.	opisuje metodę wyznaczania wieku skał metodami izotopowymi.
37.	Energia wiązania	posługuje się pojęciem energii wiązania.	odczytuje energię wiązania z wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	- oblicza energię wiązania dla dowolnego izotopu, - analizuje reakcje jądrowe pod względem energetycznym.	- porównuje energię wiązania jądra z energią jonizacji atomów, - wyjaśnia zmniejszanie się energii wiązania na nukleon wraz ze wzrostem liczby masowej dla ciężkich izotopów.
38.	Deficyt masy	posługuje się pojęciem deficytu masy.	- stwierdza fakt, że jądro atomowe jest lżejsze od sumy mas jego składników, - wiąże jakościowo deficyt masy z energią wiązania jądra.	- oblicza deficyt masy dla dowolnego izotopu, - oblicza deficyt masy z energii wiązania jądra i odwrotnie.	- wiąże masę ciała z jego energią spoczynkową, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
39.	Rozszczepienie jąder ciężkich	- opisuje reakcję rozszczepienia jądra atomowego, - stwierdza fakt, że podczas rozszczepienia jądra atomowego wydzielona została energia.	- odróżnia izotopy rozszczepialne od promieniotwórczych, - zapisuje reakcje jądrowe z zastosowaniem zasady zachowania liczby nukleonów i zasady zachowania ładunku.	- podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej, - szacuje energię wydzieloną podczas rozszczepienia na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	- wyjaśnia, dlaczego w złożach uranu nie zachodzi reakcja łańcuchowa, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
40.	Reaktor jądrowy	opisuje reaktor jądrowy jako miejsce, w którym zachodzą kontrolowane reakcje rozszczepienia jąder atomowych.	- opisuje zasadę działania reaktora jądrowego, - odróżnia role, jakie odgrywają w reaktorze moderatory oraz pręty kontrolne.	- opisuje proces przygotowania paliwa do reaktorów jądrowych, - opisuje sposób odbioru energii z reaktora.	- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, - wyjaśnia znaczenie izotopu ^{238}U w paliwie do reaktorów.
41.	Energetyka jądrowa	- opisuje zasadę działania elektrowni jądrowej, - wymienia korzyści płynące z energetyki jądrowej.	- wymienia niebezpieczeństwa związane z energetyką jądrową, - podaje podobieństwa i różnice między elektrowniami tradycyjnymi a elektrowniami jądrowymi.	opisuje sposoby postępowania ze zużytymi prętami paliwowymi.	- opisuje zastosowanie reaktorów jądrowych jako źródła napędu, - stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych.
42.	Synteza jądrowa	wie, że podczas łączenia lekkich jąder wydzielona została energia.	- opisuje reakcję termojądrową przemiany wodoru w hel zachodzącą w gwiazdach, - omawia warunki zajścia reakcji syntezy.	szacuje energię wydzieloną podczas syntezy jądrowej na podstawie analizy wykresu zależności energii wiązania na nukleon od liczby masowej.	- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, - opisuje sposób utrzymywania plazmy w reaktorach termojądrowych.

AUTORZY: Witold Polesiuk, Ludwik Lehman, Grzegorz F. Wojewoda

Lp.	Temat	Wymagania			
		konieczne	podstawowe	rozszerzone	dopełniające
		Uczeń:			
43.	Ewolucja gwiazd	- wie, że Słońce jest typową gwiazdą, - wie, że źródłem energii Słońca są reakcje termojądrowe w jego jądrze.	opisuje etapy ewolucji Słońca.	- opisuje etapy ewolucji masywnych gwiazd, - omawia proces prowadzący do powstawania gwiazd i planet.	- stosuje poznaną wiedzę w sytuacjach nietypowych, - wyjaśnia zależność czasu życia gwiazdy od jej masy.
44.	Supernowe i czarne dziury	- określa supernową jako wybuch gwiazdy, - podaje przykład wybuchu supernowej, - określa czarną dziurę jako obiekt, z którego nie może wydostać się nawet światło.	opisuje procesy prowadzące do wybuchu supernowej.	- opisuje procesy prowadzące do powstania czarnej dziury, - opisuje mechanizm wybuchu supernowej.	opisuje wpływ czarnych dziur na czasoprzestrzeń.