

Maria Fiałkowska, Barbara Sagnowska, Jadwiga Salach

Fizyka i astronomia dla szkół ponadgimnazjalnych

Program kształcenia w zakresie podstawowym
z elementami kursu rozszerzonego koniecznymi
do podjęcia studiów technicznych i przyrodniczych

Program dopuszczony do użytku szkolnego przez ministra właściwego do spraw oświaty i wychowania i wpisany do wykazu programów szkolnych przeznaczonych do kształcenia ogólnego do nauczania fizyki (w zakresie podstawowym) na poziomie liceum ogólnokształcącego, na podstawie recenzji rzeczoznawców: dr. Bogusława Móla – z rekomendacji Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu i prof. dr hab. Krystyny Chałas – z rekomendacji Ministra Edukacji Narodowej i Sportu.

Numer dopuszczenia: DKOS-5002-38/04

Kraków 2006



ZamKor

Skład i opracowanie graficzne:
Studio IN-FO, Kraków, www.studioinfo.pl

Projekt okładki:
Joanna Wypiór

© Copyright by ZamKor, Spółka Jawna
ul. Tetmajera 19, 31-352 Kraków
tel.: (0 12) 623-25-00
faks: (0 12) 623-25-13
e-mail: zamkor@zamkor.pl
<http://www.zamkor.pl>

Druk i oprawa:
P.W. STABIL, Kraków, tel (0 12) 410-28-20, 21

Spis treści

Od Auterek do Koleżanek i Kolegów Nauczycieli fizyki (5)

- 1. Podstawa Programowa Kształcenia Ogólnego (7)**
- 2. Ogólne założenia programu (9)**
- 3. Cele nauczania (9)**
- 4. Treści nauczania (12)**
- 5. Zamierzone osiągnięcia uczniów (wymagania) w zakresie umiejętności i w zakresie zdobytej wiedzy (19)**
- 6. Procedury osiągnięcia celów (41)**
- 7. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów (45)**
- 8. Propozycja rozkładu materiału (46)**

Od Auterek do Koleżanek i Kolegów Nauczycieli fizyki

Już w pierwszym roku reformy w szkołach ponadgimnazjalnych powstały klasy, w których realizuje się pośrednią odmianę kursu fizyki, tzn. kurs obejmujący więcej treści niż podstawowy, ale mniej niż rozszerzony. Są to np. klasy matematyczno-informatyczne, w których uczniowie uczą się na poziomie rozszerzonym tylko matematyki i informatyki lub biologiczno-chemiczne. Równocześnie dyrektorzy szkół, zdając sobie sprawę, że uczniowie z tych klas w większości wybiorą w przyszłości studia techniczne lub przyrodnicze, dodają jedną lub dwie godziny fizyki w cyklu nauczania, a nauczyciele starają się uzupełnić wiedzę uczniów o treści fizyczne konieczne do podjęcia takich studiów.

Prezentowany program nauczania został opracowany z myślą o nauczycielach dysponujących 5–6 godzin fizyki w cyklu nauczania.

Autorki

1. Podstawa Programowa Kształcenia Ogólnego

Fizyka i astronomia

Zakres podstawowy (kanon)

1. *Ruch, jego powszechność i względność*

Pojęcie ruchu w historii filozofii i w naukach przyrodniczych. Ruch w różnych układach odniesienia. Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Efekty relatywistyczne.

2. *Oddziaływania w przyrodzie*

Rodzaje oddziaływań w mikro- i makroświecie. Pola sił i ich wpływ na charakter ruchu.

3. *Makroskopowe własności materii a jej budowa mikroskopowa.*

Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody, ruch drgający (amplituda, okres, częstotliwość, przemiany energii). Mikroskopowe modele ciał makroskopowych o różnorodnych własnościach mechanicznych, elektrycznych, magnetycznych i optycznych oraz ich zastosowanie w urządzeniach codziennego użytku.

4. *Porządek i chaos w przyrodzie*

Procesy termodynamiczne, ich przyczyny i skutki. Procesy odwracalne i nieodwracalne, druga zasada termodynamiki, entropia, statystyczny charakter makroskopowych prawidłowości w przyrodzie.

5. *Światło i jego rola w przyrodzie*

Światło jako fala, długość fali, szybkość rozchodzenia się fali, interferencja i dyfrakcja, widmo fal elektromagnetycznych, barwa, odbicie i załamanie światła, rozszczepienie światła białego, polaryzacja światła. Kwantowy model światła, zjawisko fotoelektryczne i jego zastosowania. Budowa atomu, analiza spektralna, laser i jego zastosowania.

6. *Energia i jej przemiany, transport energii*

Przegląd poznanych form energii. Równoważność masy i energii. Elementy fizyki jądrowej. Energetyka jądrowa, reaktory a broń jądrowa. Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia. Transport energii w ruchu falowym. Konwekcja. Przewodnictwo cieplne. Przewodnictwo elektryczne.

7. *Budowa i ewolucja Wszechświata*

Czas - przestrzeń - materia - energia. Cząstki elementarne a historia Wszechświata. Obserwacyjne podstawy kosmologiczne. Galaktyki i ich układy. Ewolucja gwiazd.

8. Jedność mikro- i makroświata

Fale materii, dowody eksperymentalne falowych cech cząstek elementarnych, dualizm falowo-korpuskularny. Pomiar makroskopowy w fizyce a pomiary w mikroświecie kwantowym, niepewności pomiarowe a zasada nieoznaczoności.

9. Fizyka a filozofia

Zakres stosowalności teorii fizycznych. Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody. Elementy metodologii nauk, metoda indukcyjna i hipotetyczno-dedukcyjna, metody statystyczne.

10. Narzędzia współczesnej fizyki i ich rola w badaniu mikro- i makroświata

Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków. Współczesne obserwatoria astronomiczne. Osiągnięcia naukowe minionego wieku i ich znaczenie.

|| Treści rozszerzające

1. Ruch i siły

Matematyczny opis ruchu w jednym i dwóch wymiarach. Przyczyny zmian ruchu. Opory ruchu. Ruch postępowy i obrotowy. Energia mechaniczna. Zasady zachowania w mechanice.

2. Polowy opis oddziaływań

Pole grawitacyjne, ruch ciała w polu grawitacyjnym. Pole elektryczne, ruch cząstki naładowanej w polu elektrycznym, przewodniki i dielektryki. Pole magnetyczne, ruch naładowanej cząstki w polu magnetycznym.

3. Obwody prądu stałego

Przemiany energii w obwodach prądu stałego.

4. Pole elektromagnetyczne

Indukcja elektromagnetyczna. Obwody prądu przemiennego z pojemnością i indukcyjnością. •ródła napięcia. Elektryczne obwody drgające. Fale elektromagnetyczne i ich własności.

5. Fizyczne podstawy mikroelektroniki i telekomunikacji

Modele przewodnictwa, Półprzewodnik, dioda, tranzystor. Analogowy i cyfrowy zapis sygnałów.

6. Zjawiska termodynamiczne

Zasady termodynamiki, ich statystyczna interpretacja oraz zastosowania. Opis przemian gazowych. Przejścia fazowe.

7. Zjawiska hydrostatyczne i aerostatyczne

Opis zjawisk hydrostatycznych oraz przykłady ich wykorzystania.

8. Przegląd poznanych modeli i teorii fizycznych oraz astronomicznych

Dyskusja użyteczności i zakresu stosowalności w powiązaniu z eksperymentalną weryfikacją.

2. Ogólne założenia programu

1. Zgodnie z *Ramowym Planem Nauczania* na kształcenie podstawowe (kanon) w zakresie przedmiotu „Fizyka z astronomią” powinno być przeznaczony w liceum ogólnokształcącym, liceum profilowanym i technikum co najmniej 125 godzin lekcyjnych ($3 \times 34 + 1/3 \times 68 = 125$ godzin). Zakładamy, że nauczyciel realizujący ten program ma do dyspozycji 5 – 6 godzin w cyklu nauczania, tj. 170–204 godzin lekcyjnych. Prezentowany program można zrealizować w tej liczbie godzin.
2. Program służy realizacji obowiązującej *Podstawy Programowej* w zakresie podstawowym zarówno co do treści, jak i idei. Obejmuje on rozwinięcie wszystkich haseł oraz rozszerzenia niezbędne do podjęcia studiów technicznych i przyrodniczych.
3. Nauczyciel może modyfikować program, traktując poszczególne zagadnienia rozszerzające mniej lub bardziej głęboko, a nawet rezygnując z niektórych treści pod warunkiem, że nie narusza obowiązku realizacji wszystkich haseł zakresu podstawowego *Podstawy Programowej*.
4. Nauczanie fizyki zgodnie z tym programem zapewnia uczniowi bardzo dobry wynik matury na poziomie podstawowym, daje także duże możliwości zdania jej z pozytywnym wynikiem na poziomie rozszerzonym. Oprócz tego, że zgodnie z ideą reformy w zakresie podstawowym kształtuje ogólny obraz świata, ukazuje naukowe metody jego poznania i przygotowuje uczniów do sprawnego funkcjonowania w świecie opanowanym przez technikę, daje rzetelną wiedzę dotyczącą ilościowego opisu zjawisk.

3. Cele nauczania

Cel strategiczny:

Zdobycie przez ucznia wiedzy o prawidłowościach w przyrodzie i metodach ich poznawania oraz umiejętności umożliwiających spełnienie standardów wymagań egzaminacyjnych i kontynuowanie kształcenia na kierunkach technicznych i przyrodniczych.

Cele ogólne programu:

1. Stymulowanie rozwoju intelektualnego uczniów.
2. Inspirowanie do twórczego myślenia i rozwiązywania problemów w sposób twórczy.
3. Pogłębianie zainteresowania fizyką.

Ogólne cele edukacyjne:

1. Uzupełnienie i uporządkowanie wiedzy w zakresie fizyki i astronomii, umożliwiające rozumienie roli nauki, jej możliwości i ograniczeń.
2. Uświadomienie roli eksperymentu i teorii w poznawaniu przyrody oraz znaczenia matematyki w budowaniu modeli i rozwiązywaniu problemów fizycznych.
3. Rozwijanie umiejętności samodzielnego docierania do źródeł informacji i umiejętności ich krytycznej selekcji.
4. Kształtowanie umiejętności samodzielnego formułowania wypowiedzi, uzasadniania opinii i sądów na podstawie posiadanej wiedzy i dostarczonych informacji, prowadzenia dyskusji w sposób poprawny terminologicznie i merytorycznie.

Cele poznawcze:

1. Zapamiętanie podstawowych pojęć fizycznych wymienionych w wymaganiach szczegółowych.
2. Zapamiętanie podstawowych wzorów fizycznych:

Mechanika

| | | | |
|---|--|--|---|
| $v(t) = v_0 + at$ $s(t) = v_0 t + \frac{at^2}{2}$ $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m}$ $\vec{p} = m\vec{v}$ $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ $F_t = \mu F_N$ $E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$ | $P = \frac{W}{\Delta t}$ $\omega = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T}$ $v = \frac{l}{T}$ $a_d = \frac{v^2}{r}$ $F_d = \frac{mv^2}{r}$ $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$ | $\vec{\gamma} = \frac{\vec{F}_g}{m}$ $E_{pot} = -G \frac{Mm}{r}$ $\Delta E_{pot} = mgh, \quad h \ll R_Z$ $V = \frac{E_{pot}}{m}$ $v_I = \sqrt{\frac{GM}{R_Z}}$ $v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R_Z}}$ | $\frac{T^2}{R^3} = \text{const}$ $F = -kx$ $x(t) = A \sin(\omega t + \varphi)$ $v_x(t) = A\omega \cos(\omega t + \varphi)$ $a_x(t) = -A\omega^2 \sin(\omega t + \varphi)$ $E_{pot} = \frac{1}{2} kx^2$ $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ |
|---|--|--|---|

Termodynamika i własności materii

| | | |
|--|--|--|
| $p = \frac{F}{S}$ $d = \frac{m}{V}$ $Q = mc_w \Delta T$ $Q = mL$ | $pV = nRT$ $\kappa = \frac{C_p}{C_v}$ $C_p = C_v + R$ $\Delta U = Q + W$ | $W = -p\Delta V$ $\eta = \frac{ W }{Q_1}$ $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ |
|--|--|--|

Elektryczność, magnetyzm, fale

| | | |
|---|--|--|
| $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Qq}{r^2}$ $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ $E_{pot} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \frac{Qq}{r}$ $V = \frac{E_{pot}}{q}$ $ \vec{E} = \frac{U}{d}$ $C = \frac{Q}{U}, \quad C = \epsilon_0\epsilon_r \frac{S}{d}$ $\frac{1}{C_{całk}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$ $C_{całk} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$ | $I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$ $U = IR$ $R = \rho \frac{l}{S}$ $R_{całk} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$ $\frac{1}{R_{całk}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$ $I_{całk} = \sum_{k=1}^n I_k$ $\sum_{k=1}^n U_k + \sum_{j=1}^m \mathcal{E}_j = 0$ $I = \frac{\mathcal{E}}{R_z + r_w}$ $P = IU$ | $F = qvB \sin \Delta (\vec{v}, \vec{B})$ $F = BIl \sin \Delta (\vec{l}, \vec{B})$ $\Phi = BS \sin \Delta (\vec{B}, \vec{S})$ $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad B = \frac{\mu_0 I}{2r}$ $B = \mu_0 n \frac{I}{l}, \quad F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$ $\mathcal{E} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}, \quad \mathcal{E} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$ $L = \mu_0 n^2 \frac{S}{l}$ $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{l_1}{l_2}$ |
|---|--|--|

Optyka i fizyka współczesna

| | | |
|---|--|--|
| $\lambda = \frac{v}{\nu}$ $n\lambda = d \sin \alpha$ $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{n_2}{n_1}$ $n = \frac{c}{v}$ | $\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$ $D = \frac{1}{f}$ $\frac{1}{f} = \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$ $E_s = mc^2$ | $E = h\nu$ $E = E_s + E_k = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$ $p = \frac{h}{\lambda}$ $\vec{p} = \frac{m\vec{v}}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = \gamma m\vec{v}$ |
|---|--|--|

3. Zapamiętanie treści praw i zasad fizycznych: trzy zasady dynamiki Newtona, zasada zachowania pędu, prawo powszechnej grawitacji, prawa Keplera, zasada zachowania energii mechanicznej, prawa termodynamiki, prawo Pascala, prawo Archimedesusa, prawa gazowe, zasada zachowania ładunku, prawo Coulomba, prawo Ohma, prawa Kirchhoffa, prawa odbicia i załamania światła, zasada Huygensa, prawa Maxwella, prawo Hubble'a, zasada nieoznaczoności Heisenberga.

4. Zrozumienie istoty definicji wielkości fizycznej (np.: $\rho = \frac{m}{V}$, $C = \frac{Q}{V}$, $l = \frac{Q}{t}$, $R = \frac{U}{I}$, $v = \frac{s}{t}$, $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$), zależności między wielkościami (np.: $\lambda = \frac{v}{f}$, $l = \frac{U}{R}$, $F = k\Delta l$, $C = \frac{\epsilon_0 S}{d}$), związków między niezależnymi wielkościami (np.: $f = \frac{1}{T}$, $v = \omega r$, $E^2 = c^2(p^2 + m^2c^2)$, $E = CT$).

Cele kształcące

1. Umiejętność refleksyjnego obserwowania zjawisk zachodzących w otaczającym świecie.
2. Umiejętność posługiwania się pojęciami fizycznymi (ze szczególnym uwzględnieniem wielkości fizycznych) i ich stosowania do opisu zjawisk fizycznych z wykorzystaniem odpowiedniego aparatu matematycznego.
3. Umiejętność wyjaśniania i przewidywania przebiegu zjawisk fizycznych na podstawie poznanych praw.
4. Umiejętność wykorzystywania poznanych modeli do wyjaśniania procesów fizycznych.
5. Umiejętność wykorzystywania posiadanej wiedzy do rozwiązywania problemów teoretycznych i praktycznych.
6. Umiejętność stosowania metod badawczych fizyki ze szczególnym uwzględnieniem roli eksperymentu i teorii w jej rozwoju.
7. Umiejętność interpretacji danych przedstawionych w postaci tabel, diagramów i wykresów.

Cele wychowawcze

1. Prezentowanie postawy odpowiedzialności za własny rozwój intelektualny.
2. Przejawianie zaangażowania w zdobywanie wiedzy i rozwijanie zainteresowań.
3. Prezentowanie dociekliwości i postawy badawczej.
4. Prezentowanie postawy życzliwości wobec kolegów.
5. Prezentowanie postawy rzetelności w przygotowywaniu się do zajęć lekcyjnych, opracowywaniu wyników ćwiczeń i eksperymentów fizycznych.
6. Dokładność w wykonywaniu obliczeń i wykresów.
7. Prezentowanie postawy samodzielności w podejmowaniu decyzji.
8. Umiejętność pracy w zespole.
9. Przestrzeganie zasad BHP.

4. Treści nauczania

UWAGA: Program skierowany jest wyraźnie do uczniów, którzy podejmą studia techniczne lub przyrodnicze. Z tego powodu godziny przeznaczone na powtarzanie i sprawdzanie wiedzy przydzielono głównie tym działom fizyki, które obejmują wiedzę istotną w pierwszym roku studiów.

KINEMATYKA

Pojęcie ruchu w historii filozofii i nauk przyrodniczych

Ruch, szybkość średnia i chwilowa

Prędkość średnia i chwilowa

Przyspieszenie średnie i chwilowe

Przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym
Podział ruchów postępowych
Ruch jednostajny prostoliniowy
Droga w dowolnym ruchu
Ruch jednostajnie przyspieszony po linii prostej
Ruch jednostajnie opóźniony po linii prostej
Wielkości opisujące ruch jednostajny po okręgu
Składanie ruchów

Nowe treści – 11 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 4 godziny

DYNAMIKA

Oddziaływania występujące w przyrodzie
Zasady dynamiki Newtona
Druga zasada dynamiki w postaci ogólnej
Przykłady zastosowania zasad dynamiki
Siły w ruchu po okręgu
Tarcie
Zasada zachowania pędu dla układu ciał
Opis ruchu w układzie nieinercyjnym
Praca
Moc
Energia mechaniczna i jej rodzaje

Energia potencjalna
Energia kinetyczna
Zasada zachowania energii mechanicznej

Nowe treści – 12 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 5 godzin

GRAWITACJA

Oddziaływania grawitacyjne. Prawo powszechnej grawitacji
Ruchy planet i satelitów
Pole grawitacyjne
Pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi
Opis ruchów w pobliżu Ziemi

Spadanie swobodne
Rzut pionowy
Rzut poziomy
Rzut ukośny

Praca i energia potencjalna w polu grawitacyjnym

Praca w pobliżu Ziemi – w polu jednorodnym

Praca i energia potencjalna w centralnym polu grawitacyjnym

Druga prędkość kosmiczna

Ciążar ciała. Przyspieszenie ziemskie na różnych szerokościach geograficznych

Nowe treści – 11 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 3 godziny

ELEMENTY SZCZEGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI

Ruch w różnych układach odniesienia

Maksymalna szybkość przekazu informacji w przyrodzie. Efekty relatywistyczne

Założenia szczególnej teorii względności
Ograniczenia dla związków przyczynowych
Obserwacje astronomiczne jako obraz historii kosmosu
Pęd i energia w fizyce relatywistycznej

Równoważność masy i energii

Układy złożone i energia wiązania
Pojęcie deficytu masy

Czas w różnych układach odniesienia

Nowe treści – 8 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 2 godziny

HYDROSTATYKA

Ciecz w polu grawitacyjnym

Naczynia połączone

Prawo Archimedesesa

Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości

Nowe treści – 4 godziny, powtórzenie lub sprawdzenie – 1 godzina

FIZYKA CZĄSTECZKOWA I TERMODYNAMIKA

Mikroskopowe modele gazów i cieczy

Gazy jako układy „prawie swobodnych” cząsteczek
Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek

Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki

Energia wewnętrzna, ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki

Przemiany gazów

Ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym. Równanie stanu gazu doskonałego
Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu
Przemiana izotermiczna
Przemiana izochoryczna
Przemiana izobaryczna
Ciepło właściwe i molowe

Przemiana adiabatyczna

Procesy odwracalne i nieodwracalne

Kierunkowość procesów w przyrodzie. Entropia

Silniki ciepłe

Przejścia fazowe

Nowe treści – 13 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 5 godzin

ELEKTROSTATYKA

Budowa materii i elektryczne właściwości ciał

Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba

Pole elektrostatyczne. Natężenie pola elektrostatycznego

Zasada superpozycji pól

Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku

Praca w centralnym polu elektrostatycznym. Energia potencjalna elektrostatyczna ładunku

Potencjał pola elektrostatycznego. Napięcie

Praca w jednorodnym polu elektrostatycznym

Pojemność elektryczna przewodnika. Kondensator

Ruch naładowanej cząstki w polu elektrostatycznym. Oscyloskop

Nowe treści – 10 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 3 godziny

PRĄD ELEKTRYCZNY

Prąd elektryczny. Siła elektromotoryczna. Natężenie prądu

Praca i moc prądu elektrycznego

Prawo Ohma. Opór elektryczny przewodnika

Wyznaczanie oporu elektrycznego przez pomiar napięcia i natężenia prądu

Łączenie oporów. Prawa Kirchhoffa

Opór wewnętrzny ogniwa. Prawo Ohma dla obwodu

Drugie prawo Kirchhoffa. Łączenie ogniw

Właściwości elektryczne materii

Nowe treści – 8 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 3 godziny

MAGNETYZM

Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu

Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną. Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej

Siła elektrodynamiczna

Niektóre zastosowania siły Lorentza i siły elektrodynamicznej

Pole magnetyczne prądu

Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem

Właściwości magnetyczne materii

Nowe treści – 7 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 3 godziny

INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA

Strumień indukcji magnetycznej

Zjawisko indukcji elektromagnetycznej

Siła elektromotoryczna indukcji

Zjawisko samoindukcji

Prądnicą prądu przemiennego

Prąd przemienny. Natężenie i napięcie skuteczne

Zwojnica i kondensator w obwodzie prądu przemiennego

Transformator

Nowe treści – 8 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 3 godziny

RUCH DRGAJĄCY

Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody

Ruch harmoniczny

Matematyczny opis ruchu harmonicznego

Okres drgań w ruchu harmonicznym

Energia w ruchu harmonicznym

Przykłady ruchu harmonicznego

Drgania wymuszone i rezonansowe

Własności sprężyste ciał stałych

Nowe treści – 7 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 3 godziny

RUCH FALOWY

Funkcja falowa dla fali płaskiej

Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach

Zasada Huygensa. Zjawisko dyfrakcji

Interferencja fal harmonicznycch wysłanych przez identyczne źródła

Fale akustyczne

Czułość ucha a częstotliwość fal akustycznych

Nowe treści – 8 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 2 godziny

TRANSPORT ENERGII

Transport energii mechanicznej – maszyny proste

Powtórzenie wiadomości o transporcie energii wewnętrznej, energii elektrycznej i energii przenoszonej przez fale

Powtórzenie i sprawdzenie – 2 godziny

ŚWIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

Zjawiska odbicia i załamania światła

Całkowite wewnętrzne odbicie

Zwierciadła płaskie

Zwierciadła kuliste

Płytką równoległościenna i pryzmat

Soczewki i obrazy otrzymywane w soczewkach

Przyrządy optyczne

Rozszczepienie światła białego w pryzmacie

Korpuskularno-falowa natura światła. Zjawiska kwantowe

Dyfrakcja i interferencja światła.

Polaryzacja światła.

Zjawisko fotoelektryczne. Kwantowy model światła

Model Bohra budowy atomu wodoru

Analiza spektralna

Laser i jego zastosowania

Właściwości optyczne ciał

Nowe treści – 14 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 2 godziny

FIZYKA JĄDROWA I JEJ ZASTOSOWANIA

Elementy fizyki jądrowej

Promieniotwórczość naturalna. Jądro atomu i jego budowa. Izotopy i prawo rozpadu. Deficyt masy w fizyce jądrowej. Reakcje jądrowe. Reakcje rozszczepienia; bilans energii

ródła energii słonecznej

Skład i stan materii gwiazdowej. Procesy zachodzące na Słońcu

Energetyka jądrowa

Kontrolowana reakcja rozszczepienia. Reaktory. Reakcja niekontrolowana. Bomba atomowa i bomba wodorowa. Perspektywy fuzji kontrolowanej

Promieniotwórczość, jej zastosowania i zagrożenia

Wpływ promieniowania na tkankę biologiczną. Zastosowania medyczne

Nowe treści – 7 godzin, powtórzenie i sprawdzenie – 2 godziny

PODSUMOWANIE WIADOMOŚCI O ODDZIAŁYWANIACH WYSTĘPUJĄCYCH W PRZYRODZIE

Przypomnienie wszystkich rodzajów oddziaływań i zjawisk, w których te oddziaływania odgrywają istotną rolę

Powtórzenie i sprawdzenie – 2 godziny

BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

Cząstki elementarne a historia Wszechświata

Skład materii stabilnej i cząstki nietrwałe. Skład materii w wysokich temperaturach, przemiany i równowaga

Obserwacyjne podstawy kosmologii

Rozszerzający się Wszechświat. Promieniowanie tła jako relikwium czasów przed powstaniem atomów. Szybkość rozszerzania się wszechświata i gęstość materii. Ciemna materia

Modele kosmologiczne. Evolucja gwiazd i galaktyk

Wszechświat zamknięty, czy otwarty. Modele powstawania galaktyk i ich układów. Evolucja gwiazd

Nowe treści – 5 godzin, sprawdzenie – 1 godzina

JEDNOŚĆ MIKRO- I MAKROŚWIATA

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

Kwantowy opis ruchu cząstek. Zjawiska interferencyjne w rozpraszaniu cząstek

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

Nowe treści i sprawdzenie – 3 godziny

FIZYKA A FILOZOFIA

Zakres stosowalności teorii fizycznych

Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody

Elementy metodologii nauk. Metoda indukcyjna i metoda hipotetyczno-dedukcyjna

Nowe treści i sprawdzenie – 2 godziny

NARZĘDZIA WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI

Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków

ANEKSY

Matematyczne metody w fizyce

Nowe treści – 2 godziny, powtórzenie lub sprawdzenie – 1 godzina

Teoria niepewności pomiarowych i doświadczenia

Nowe treści – 15 godzin

5. Zamierzone osiągnięcia uczniów (wymagania) w zakresie umiejętności i w zakresie zdobytej wiedzy

1. Zamierzone osiągnięcia uczniów (wymagania) są sformułowane w postaci operacyjnej tzn. w taki sposób, by łatwo je było zmienić na pytania, które można zadać uczniom. W ocenianiu wewnątrzszkolnym uwzględnia się aktywność, systematyczność, a także możliwości intelektualne uczniów. Dlatego ostateczne przyporządkowanie poszczególnym wymaganiom ocen szkolnych pozostawiono nauczycielowi, który najlepiej zna zespół uczniowski i może indywidualizować te wymagania w zależności od sytuacji. Po zrealizowaniu np. całego działu nauczyciel powinien przeprowadzić sprawdzian, w którym ocena zależy wyłącznie od zaprezentowanej przez ucznia wiedzy i umiejętności.
2. Hasło: „uczeń wie....” nie oznacza, że uczeń musi wyrecytować podaną przez nauczyciela, czy w podręczniku formułkę. Elementy posiadanej wiedzy uczeń powinien przytoczyć w razie potrzeby i wyrazić własnymi słowami. Umiejętność poprawnego posługiwania się językiem fizyki (której kształtowanie należy traktować jako długotrwały proces) powinna mieć odzwierciedlenie w ocenie.
3. Kontynuacją hasła „uczeń potrafi sformułować” jest zawsze „i objaśnić” lub „i zinterpretować” w sposób świadczący o rozumieniu omawianego zagadnienia. Ma to zapobiec bezmyślnej, pamięciowej recytacji.
4. Na lekcjach fizyki uczeń powinien kształtować i doskonalić umiejętność prowadzenia logicznego rozumowania, jasnego wyrażania swoich myśli, argumentowania i dyskusowania.

5. Uczeń powinien sprawnie stosować metody matematyczne do rozwiązywania problemów fizycznych, co stanowi warunek powodzenia na egzaminie maturalnym lub wstępnym na wyższe uczelnie.

WYMAGANIA SZCZEGÓŁOWE

Matematyczne metody w fizyce

Uczeń

- potrafi podać przykłady wielkości fizycznych skalarnych i wektorowych,
- potrafi wymienić cechy wektora,
- potrafi zilustrować przykładem każdą z cech,
- potrafi dodać wektory,
- potrafi odjąć wektor od wektora,
- potrafi pomnożyć i podzielić wektor przez liczbę,
- potrafi rozłożyć wektor na składowe w dowolnych kierunkach,
- potrafi obliczyć współrzędne wektora,
- potrafi zapisać równanie wektorowe w postaci (jednego, dwóch lub trzech) równań skalarnych w obranym układzie współrzędnych (jedno-, dwu-, trzywymiarowym),
- potrafi mnożyć wektory skalarnie i wektorowo,
- potrafi odczytać z wykresu cechy wielkości wektorowej.

KINEMATYKA

Względność ruchu, przemieszczenie, ruch jednostajny prostoliniowy

Uczeń

- wie, że ruchy dzielimy na postępowe i obrotowe,
- potrafi objasnić różnice między tymi ruchami,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega względność ruchu,
- potrafi podać przykład względności ruchu,
- potrafi objasnić, co nazywamy przemieszczeniem ciała,
- potrafi narysować wektor przemieszczenia w dowolnym przykładzie,
- wie, jaki ruch nazywamy jednostajnym, prostoliniowym,
- odróżnia zmianę położenia ciała od przebytej drogi,
- potrafi obliczać wartość prędkości (szybkość), drogę i czas w ruchu jednostajnym, prostoliniowym,
- potrafi wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależność od czasu współrzędnej położenia i prędkości dla ruchów jednostajnych,
- potrafi sporządzać wykresy tych zależności,
- 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 szybkością i prędkością średnią,
- wie, co nazywamy prędkością chwilową,

- wie, że prędkość chwilowa jest styczna do toru ruchu w każdym punkcie,
- rozumie pojęcie przyspieszenia,
- potrafi objasnić 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 wyprowadzić i zinterpretować wzory przedstawiające zależność od czasu: współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia dla ruchów jednostajnie zmiennych po linii prostej,
- potrafi sporządzać wykresy tych zależności,
- potrafi składać ruchy,
- potrafi rozwiązywać zadania dotyczące ruchów jednostajnie zmiennych.

Ruch po okręgu

Uczeń

- potrafi objasnić co to znaczy, że ciało porusza się po okręgu ze stałą szybkością,
- potrafi wyrazić szybkość liniową przez 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 jest związane ze zmianą kierunku prędkości,
- potrafi zapisać różne postacie wzorów na wartość przyspieszenia dośrodkowego,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące ruchu po okręgu.

DYNAMIKA

Oddziaływania występujące w przyrodzie, zasady dynamiki

Uczeń

- wie, że oddziaływania dzielimy na wymagające bezpośredniego kontaktu i oddziaływania „na odległość”,
- wie, że wszystkie oddziaływania są wzajemne,
- wie, że miarą oddziaływań są siły,
- wie, że o tym, co się dzieje z ciałem decyduje siła wypadkowa,
- potrafi stosować poprawnie zasady dynamiki,
- wie, że pierwsza zasada dynamiki jest spełniona w układach inercjalnych,
- rozumie pojęcie pędu i ogólną postać II zasady dynamiki,
- 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,
- rozumie i rozróżnia pojęcia siły tarcia statycznego i kinetycznego,
- rozróżnia współczynniki tarcia statycznego i kinetycznego,
- potrafi rozwiązywać problemy dynamiczne z uwzględnieniem siły tarcia posuwistego,

- potrafi objaśnić pojęcie środka masy,
- rozumie zasadę zachowania pędu i potrafi ją wykorzystać do rozwiązywania problemów,
- rozróżnia układy inercjalne i nieinercjalne,
- potrafi opisywać przykłady zagadnień dynamicznych w układach nieinercjalnych (siły bezwładności).

Energia mechaniczna i jej przemiany

- potrafi obliczać pracę stałej siły,
- potrafi obliczać moc urządzeń,
- potrafi obliczać pracę siły zmiennej,
- potrafi objaśnić, co nazywamy układem ciał,
- wie, jakie siły nazywamy wewnętrznymi w układzie ciał, a jakie zewnętrznymi,
- potrafi sformułować i objaśnić definicję energii mechanicznej układu ciał i jej rodzajów,
- potrafi obliczyć energię potencjalną ciała w pobliżu Ziemi, korzystając z definicji pracy,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór na energię kinetyczną ciała,
- potrafi sformułować i stosować zasadę zachowania energii mechanicznej dla układu ciał.

GRAWITACJA

Uczeń

- 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,
- na podstawie prawa grawitacji potrafi wykazać, że w pobliżu Ziemi na każde ciało o masie 1 kg działa siła grawitacji o wartości około 10 N.

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,
- wie, że badania ruchu ciał niebieskich i odchylen tego ruchu od wcześniej przewidywanego, mogą doprowadzić do odkrycia nieznanymi ciał niebieskich.
- poprawnie wypowiada definicję natężenia pola grawitacyjnego,
- wie, od czego zależy wartość natężenia centralnego pola grawitacyjnego w danym punkcie,
- potrafi matematycznie opisać rzut pionowy w dół,
- potrafi matematycznie opisać rzut pionowy w górę,
- potrafi matematycznie opisać rzut poziomy,

- potrafi matematycznie opisać rzut ukośny,
- potrafi podać i objaśnić wyrażenie na pracę siły centralnego pola grawitacyjnego,
- rozumie i poprawnie wypowiada definicję grawitacyjnej energii potencjalnej,
- wie, od czego zależy energia potencjalna ciał w polu centralnym,
- wie, że zmiana energii potencjalnej grawitacyjnej jest równa pracy wykonanej przez siłę grawitacyjną wziętej ze znakiem „minus”,
- poprawnie sporządza i interpretuje wykres zależności $E_p(r)$,
- poprawnie wypowiada definicję potencjału grawitacyjnego,
- wie, od czego i jak zależy potencjał centralnego pola grawitacyjnego,
- potrafi wyprowadzić i prawidłowo zinterpretować wzór na wartość drugiej prędkości kosmicznej,
- wie, dlaczego przyspieszenie ziemskie w różnych szerokościach geograficznych jest różne.

ELEMENTY SZCZEGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI

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 (gdy $v \ll c$),
- 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 gdy $v \ll c$ 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 różny,
- 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 objaśnić, 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

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

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 przyłączeniu 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.

H YDROSTATYKA

Uczeń

- potrafi zdefiniować ciśnienie, zna jednostkę ciśnienia,
- poda i objaśni pojęcie ciśnienia hydrostatycznego
- umie się posługiwać pojęciem ciśnienia hydrostatycznego przy opisie zjawisk i rozwiązywaniu problemów,
- rozumie zjawisko paradoksu hydrostatycznego,
- potrafi objaśnić prawo Pascala i zasadę działania urządzeń, w których to prawo wykorzystano,
- potrafi objaśnić prawo naczyń połączonych i wykorzystać je do wyznaczania gęstości cieczy,
- poda i objaśni prawo Archimedesesa,
- potrafi objaśnić warunki pływania ciał,
- potrafi wykorzystać prawo Archimedesesa do wyznaczania gęstości ciał stałych i cieczy.

F IZYKA CZĄSTECZKOWA I TERMODYNAMIKA

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.

Przemiany gazu doskonałego

Uczeń

- rozumie i potrafi opisać założenia teorii kinetyczno-molekularnej gazów,
- potrafi zapisać i objaśnić podstawowy wzór na ciśnienie gazu,
- potrafi zapisać i objaśnić równanie stanu gazu doskonałego,
- potrafi zapisać i objaśnić równanie Clapeyrona,
- potrafi wykorzystywać powyższe zależności do rozwiązywania zadań,
- potrafi sporządzać i interpretować wykresy, np. $p(V)$, $p(T)$, $V(T)$
- potrafi wykorzystać równanie stanu gazu doskonałego i równanie Clapeyrona do opisu przemian gazowych,
- potrafi się posługiwać pojęciami ciepła właściwego i ciepła molowego,
- potrafi obliczać pracę objętościową i ciepło w różnych przemianach gazu doskonałego.

Zasady termodynamiki

Uczeń

- rozumie co to znaczy, że energia wewnętrzna jest funkcją stanu,
- potrafi rozwiązywać problemy związane z wykorzystaniem pierwszej zasady termodynamiki,
- wie co to znaczy, że proces jest odwracalny lub nieodwracalny,
- potrafi opisać cykl Carnota,
- potrafi obliczać sprawności silników cieplnych i skuteczności chłodzenia,
- rozumie i potrafi objaśnić statystyczną interpretację drugiej zasady termodynamiki,
- potrafi wymienić ograniczenia modelu gazu doskonałego w porównaniu z gazami rzeczywistymi (równanie van der Waalsa).

Przejścia fazowe

Uczeń

- potrafi opisać zjawiska: topnienia, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji, resublimacji, wrzenia i skraplania w temperaturze wrzenia,
- potrafi zdefiniować wielkości fizyczne opisujące te procesy,
- potrafi sporządzać i interpretować odpowiednie wykresy,
- potrafi opisać przemiany energii w tych zjawiskach,
- potrafi rozwiązywać problemy dotyczące tych zjawisk.

ELEKTROSTATYKA

Oddziaływania elektrostatyczne

Uczeń

- wie, że istnieją dwa rodzaje ładunków elektrycznych,
- wie, że ładunek elektronu jest ładunkiem elementarnym,
- potrafi opisać sposoby elektryzowania ciał,
- wie, że ładunki oddziałują wzajemnie,
- wie, że oddziaływania grawitacyjne między naładowanymi cząstkami mikroświata np. elektronami, są pomijalnie małe w porównaniu z oddziaływaniami elektrostatycznymi,
- rozumie pojęcie pola elektrostatycznego,
- potrafi zapisać i objaśnić prawo Coulomba
- rozumie pojęcie przenikalności elektrycznej ośrodka,
- potrafi wypowiedzieć prawo zachowania ładunku i wykorzystać je do objaśniania zjawisk elektryzowania ciał,
- poprawnie wypowiada definicję natężenia pola elektrostatycznego,
- wie, od czego zależy wartość natężenia centralnego pola elektrostatycznego w danym punkcie i potrafi sporządzić wykres $E(r)$,
- potrafi korzystać z zasady superpozycji pól,
- wie, co nazywamy dipolem elektrycznym,
- wie, co to jest pole jednorodne,
- potrafi obliczyć siłę działającą na ładunek w polu jednorodnym,
- potrafi obliczyć pracę siły pola jednorodnego i centralnego przy przesuwaniu ładunku,

- poprawnie wypowiada definicję energii potencjalnej elektrostatycznej,
- potrafi obliczyć energię potencjalną cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym,
- potrafi sporządzać wykresy zależności $E_p(r)$ dla układu ładunków punktowych,
- wie, co to jest potencjał pola elektrostatycznego, zna jednostkę,
- wie, od czego i jak zależy potencjał centralnego pola elektrostatycznego,
- potrafi sporządzić wykresy zależności $V(r)$,
- potrafi zapisać i objaśnić wzór ogólny na pracę wykonaną przy przesuwaniu ładunku przez siłę dowolnego pola elektrostatycznego,
- potrafi przeanalizować ruch cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym,
- potrafi objaśnić zasadę działania i zastosowania oscyloskopu,
- potrafi zdefiniować pojemność przewodnika, zna jednostkę, wie, od czego zależy pojemność przewodnika,
- wie, co to jest kondensator,
- wie, od czego i jak zależy pojemność kondensatora płaskiego,
- potrafi objaśnić związki pomiędzy ładunkami, napięciami i pojemnościami kondensatorów włączeni szeregowym i równoległym,
- wie, od czego i jak zależy energia naładowanego kondensatora.

P RĄD ELEKTRYCZNY

Prąd stały

Uczeń

- rozumie mechanizm przepływu prądu elektrycznego w przewodnikach,
- potrafi zdefiniować pojęcie natężenia prądu i jego jednostkę,
- poda pierwsze prawo Kirchhoffa i potrafi się nim posługiwać,
- potrafi się posługiwać pojęciami pracy, mocy prądu i napięcia elektrycznego,
- poda prawo Ohma i potrafi się nim posługiwać,
- potrafi zdefiniować opór elektryczny odcinka obwodu,
- potrafi objaśnić mikroskopowy model przepływu prądu w metalach,
- wie od czego zależy opór elektryczny przewodnika,
- potrafi podać związki między napięciami, natężeniami i oporami włączeni szeregowym i równoległym odbiorników,
- wie, co nazywamy siłą elektromotoryczną źródła energii elektrycznej,
- potrafi zapisać i objaśnić prawo Ohma dla całego obwodu,
- wie, co wskazuje woltomierz dołączony do biegunów źródła siły elektromotorycznej,
- potrafi stosować do rozwiązywania zadań drugie prawo Kirchhoffa,
- potrafi objaśnić związki pomiędzy \mathcal{E} , I , r w przypadku łączenia ogniw o jednakowych siłach elektromotorycznych i oporach wewnętrznych,
- potrafi opisać możliwości wykorzystania właściwości elektrycznych ciał.

M AGNETYZM

Uczeń

- potrafi przedstawić graficznie pole magnetyczne magnesu trwałego,

- wie, że w polu magnetycznym na poruszającą się cząstkę naładowaną działa siła Lorentza,
- potrafi zapisać wyrażenie na siłę Lorentza i definicję wektora indukcji magnetycznej,
- potrafi zdefiniować jednostkę indukcji magnetycznej,
- potrafi przedyskutować zależność wartości siły Lorentza od kąta między wektorami \vec{B} i \vec{v} ,
- potrafi opisać i wyjaśnić doświadczenie Oersteda,
- potrafi opisać pole magnetyczne przewodnika prostoliniowego i zwojnicy,
- potrafi określić wartość, kierunek i zwrot siły elektrodynamicznej w konkretnych przypadkach,
- potrafi objaśnić zasadę działania silnika elektrycznego,
- potrafi opisać oddziaływania wzajemne przewodników z prądem i podać definicję ampera,
- potrafi jakościowo opisać właściwości magnetyczne substancji.

INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA

Prąd zmienny

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega zjawisko indukcji elektromagnetycznej i podać warunki jego występowania,
- poprawnie interpretuje prawo Faradaya indukcji elektromagnetycznej,
- Potrafi sporządzać wykresy $\Phi(t)$ i $\mathcal{E}(t)$,
- potrafi objaśnić, na czym polega zjawisko samoindukcji i podać warunki jego występowania,
- poprawnie interpretuje wyrażenie na siłę elektromotoryczną samoindukcji,
- poda definicję i jednostkę współczynnika samoindukcji obwodu,
- wie, od czego zależy i w jakich jednostkach się wyraża współczynnik samoindukcji zwojnicy,
- potrafi objaśnić zasadę działania prądnicy prądu przemiennego,
- potrafi się posługiwać wielkościami opisującymi prąd przemienny tj. natężeniem i napięciem skutecznym oraz pracą i mocą prądu przemiennego,
- potrafi objaśnić rolę zwojnicy i kondensatora w obwodzie prądu zmiennego,
- potrafi się posługiwać pojęciami zawady, oporu omowego, indukcyjnego i pojemnościowego,
- potrafi objaśnić, na czym polega rezonans napięć w obwodzie prądu zmiennego,
- potrafi objaśnić zasadę działania transformatora i zna jego praktyczne zastosowania.

Pole elektromagnetyczne

Uczeń

- wie, co to jest obwód drgający,
- potrafi objaśnić zjawiska zachodzące w takim obwodzie,
- potrafi podać i objaśnić wzór na okres drgań obwodu LC,

- wie, że obwód drgający jest źródłem fal elektromagnetycznych i potrafi objaśnić, dlaczego tak jest,
- potrafi opisać zjawisko rezonansu elektromagnetycznego dwóch obwodów drgających i zasadę detekcji fal elektromagnetycznych,
- potrafi wymienić inne źródła fal elektromagnetycznych i sposoby ich wykrywania,
- potrafi wymienić własności fal elektromagnetycznych,
- potrafi objaśnić występowanie w przyrodzie stałych i zmiennych pól elektromagnetycznych,
- potrafi wymienić niektóre zastosowania pól elektromagnetycznych.

RUCH DRGAJĄCY

Uczeń

- potrafi wymienić przykłady ruchu drgającego w przyrodzie,
- potrafi wymienić i zdefiniować pojęcia służące do opisu ruchu drgającego,
- wie, że ruch harmoniczny odbywa się pod wpływem siły proporcjonalnej do wychylenia i zwróconej w stronę położenia równowagi,
- potrafi obliczyć współrzędne położenia, prędkości, przyspieszenia i siły w ruchu harmonicznym, rozkładając ruch punktu materialnego po okręgu na dwa ruchy składowe,
- potrafi sporządzić i objaśnić wykresy zależności współrzędnych położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu,
- potrafi wyprowadzić wzór na okres drgań w ruchu harmonicznym,
- potrafi obliczać pracę i energię w ruchu harmonicznym,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko rezonansu,
- potrafi podać przykłady wykorzystania właściwości sprężystych ciał.

FALE

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega rozchodzenie się fali mechanicznej,
- potrafi objaśnić wielkości charakteryzujące fale,
- potrafi podać przykład fali poprzecznej i podłużnej,
- potrafi zinterpretować funkcję falową dla fali płaskiej,
- potrafi matematycznie opisać interferencję dwóch fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach,
- potrafi opisać fale stojące,
- rozumie pojęcie spójności fal,
- potrafi objaśnić zasadę Huygensa,
- potrafi wyprowadzić warunki wzmocnienia i wygaszania w przypadku interferencji fal harmonicznnych wysyłanych przez identyczne źródła,
- potrafi zdefiniować wielkości opisujące fale akustyczne,
- potrafi wyjaśnić, na czym polega zjawisko Dopplera,
- potrafi objaśnić, co nazywamy falą elektromagnetyczną,
- potrafi wymienić rodzaje fal elektromagnetycznych,
- potrafi wymienić praktyczne zastosowania fal elektromagnetycznych o różnych zakresach długości.

TRANSPORT ENERGII

Uczeń

- potrafi objasnić transport energii mechanicznej,
- potrafi objasnić transport energii wewnętrznej: dobre i złe przewodniki ciepła,
- potrafi objasnić transport energii elektrycznej,
- potrafi objasnić analogie między przewodzeniem ciepła i prądu elektrycznego,
- potrafi wymienić czynniki, od których zależy ilość energii przenoszona przez falę,
- potrafi opisać transport energii przez fale.

ŚWIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

Wiadomości wstępne. Zjawisko odbicia i załamania światła

Uczeń

- potrafi objasnić, na czym polega zjawisko odbicia światła,
- potrafi sformułować i objasnić prawo odbicia,
- potrafi wyjaśnić i poprzeć przykładami zjawisko rozpraszania,
- potrafi objasnić na czym polega zjawisko załamania światła,
- potrafi zapisać i objasnić prawo załamania światła i zdefiniować bezwzględny współczynnik załamania,
- potrafi zapisać i objasnić związek względnego współczynnika załamania światła na granicy dwóch ośrodków z bezwzględnymi współczynnikami załamania tych ośrodków.

Całkowite wewnętrzne odbicie

Uczeń

- potrafi objasnić 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 objasnić, co nazywamy zwierciadłem płaskim,
- potrafi wykonać konstrukcję obrazu w zwierciadle płaskim,
- potrafi wymienić cechy obrazu otrzymanego w zwierciadle płaskim,
- potrafi objasnić, co nazywamy zwierciadłem kulistym; wklęsłym i wypukłym,
- potrafi objasnić 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 objasnić 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 poprawnie go zinterpretować.

Zjawisko polaryzacji światła

Uczeń

- potrafi objaśnić zjawisko polaryzacji światła (jakościowo),
- potrafi wymienić sposoby polaryzowania światła,
- potrafi podać 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 narysować 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 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 pobudzony 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, dlaczego 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 JEJ ZASTOSOWANIA

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 γ .

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 wyjaśnić, 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 wyjaśnić, na czym polega reakcja rozszczepienia jądra,
- potrafi sporządzić bilans energii w reakcji rozszczepienia,
- potrafi wyjaśnić, jaką reakcję nazywamy egzoenergetyczną a jaką endoenergetyczną,
- potrafi wyjaśnić co to znaczy, że reakcja jest łańcuchowa.

ródła 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 wyjaśnić, skąd pochodzi energia wyzwalana w reakcjach termojądrowych,
- wie, jakie cząstki nazywamy pozytonami,
- potrafi wyjaśnić, 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.

PODSUMOWANIE WIADOMOŚCI O ODDZIAŁYWANIACH WYSTĘPUJĄCYCH W PRZYRODZIE

Uczeń

- potrafi wymienić i opisać wszystkie rodzaje poznanych oddziaływań,
- potrafi zilustrować każdy rodzaj oddziaływań przykładem zjawiska, w którym to oddziaływanie odgrywa istotną rolę,
- 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 oddziaływania grawitacyjne między naładowanymi cząstkami mikroświata, np. elektronami, są pomijalnie małe w porównaniu z oddziaływaniami elektrostatycznymi,
- wie, że oddziaływania elektromagnetyczne to oddziaływania między poruszającymi się cząstkami naładowanymi (m.in. wiązania chemiczne),
- wie, że siły sprężystości, siły tarcia oraz siły hamujące ruch ciał stałych w cieczach wynikają z oddziaływań elektromagnetycznych między cząsteczkami ciał,
- dostrzega analogie i różnice oddziaływań grawitacyjnych i elektrostatycznych.

BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

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

Uczeń

- potrafi objaśnić pojęcie elementarności cząstki,
- potrafi objaśnić 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 objaśnić 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,

FIZYKA A FILOZOFIA

Zakres stosowalności teorii fizycznych

Uczeń

- potrafi objaśnić, na czym polega rozumowanie indukcyjne,

- potrafi podać przykłady rozumowania indukcyjnego w mechanice Newtona,
- wie, że dla szybkości bliskich szybkości światła prawa mechaniki Newtona się nie stosują,
- wie, że mechaniki Newtona nie stosuje się do ruchów ciał mikroskopowych,
- potrafi wyjaśnić, dlaczego żadnej teorii nie można uważać za ostateczną i absolutnie prawdziwą.

Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody

Uczeń

- potrafi wyjaśnić, na czym polega determinizm w opisie przyrody,
- potrafi podać przykłady determinizmu w klasycznym opisie przebiegu zjawisk fizycznych,
- potrafi uzasadnić, posługując się zasadą nieoznaczoności, że fizyka kwantowa jest indeterministyczna (nie jest deterministyczna).

Elementy metodologii nauk. Metoda indukcyjna i metoda hipotetyczno-dedukcyjna

Uczeń

- wie, że nauka zajmująca się metodami tworzenia i formułowania teorii naukowych nazywa się metodologią nauk,
- wie, że metody tworzenia i formułowania teorii naukowych są wspólne dla wszystkich nauk przyrodniczych,
- potrafi opisać, na czym polega metoda hipotetyczno-dedukcyjna,
- potrafi wyjaśnić różnicę między metodami: indukcyjną i hipotetyczno-dedukcyjną,
- potrafi podać przykład stosowania metody hipotetyczno-dedukcyjnej w tworzeniu teorii fizycznych.

PRZEGLĄD MODELI ORAZ TEORII FIZYCZNYCH I ASTRONOMICZNYCH

- Uczeń zna podstawowe założenia i zakres stosowalności omówionych modeli i teorii.

NARZĘDZIA WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI

Uczeń potrafi przeczytać z podręcznika ze zrozumieniem rozdziały: *Laboratoria i metody badawcze współczesnych fizyków. Współczesne obserwatoria astronomiczne. Osiągnięcia naukowe minionego wieku.*

Uczeń potrafi odpowiedzieć np. na pytania:

- „Jaką dziedziną fizyki chciałbyś się zajmować, gdybyś został fizykiem? Uzasadnij odpowiedź”.
- „Które osiągnięcie fizyki XX wieku uważasz za najważniejsze dla nauki, a które za najważniejsze dla codziennego życia? Uzasadnij odpowiedź”.

„Co twoim zdaniem jest ważniejsze; wielkie znaczenie odkryć fizycznych dla rozwoju cywilizacji, czy związane z tymi odkryciami wielkie zagrożenia dla ludzkości? Podaj przykłady”.

TEORIA NIEPEWNOŚCI POMIAROWYCH I DOŚWIADCZENIA

Uczeń

- wie, co nazywamy pomiarem,
- wie, że wynik każdego pomiaru obarczony jest niepewnością pomiarową,
- wie, że niepewności pomiarowych nie można wyeliminować, można je jedynie minimalizować,
- potrafi zastosować zasady wykonywania pomiarów minimalizujące prawdopodobieństwo wystąpienia błędów,
- stosuje zasady rozpoznawania oraz eliminacji wyników obarczonych błędem,
- potrafi szacować niepewności systematyczne, przypadkowe (standardowe) i całkowite pomiarów prostych (bezpośrednich),
- potrafi praktycznie stosować proste metody (np. metodę najmniej korzystnego przypadku) szacowania niepewności pomiarów pośrednich (złożonych),
- potrafi graficznie przedstawić wyniki pomiarów wraz z wartościami niepewności,
- potrafi graficznie dopasować prostą $y=ax+b$ do wyników pomiarów i wykorzystać współczynniki a i b do wyznaczenia szukanych wielkości fizycznych,
- potrafi wykonać proste doświadczenie według instrukcji,
- wie jak dobrać przyrządy o zakresie pomiarowym odpowiednim do wykonania danego doświadczenia,
- potrafi przedstawić przebieg doświadczenia, uzyskane wyniki oraz wnioski we właściwej, czytelnej i przejrzystej formie (tabele, wykresy, diagramy),
- potrafi wykorzystać wnioski wynikające z doświadczeń do weryfikacji poznanych teorii fizycznych lub do stworzenia opisu zjawisk fizycznych,
- potrafi zaplanować proste doświadczenie, dobrać przyrządy pomiarowe, skompletować zestaw eksperymentalny.

WIODĄCE OSIĄGNIĘCIA WYCHOWAWCZE

Uczeń

- z zaangażowaniem i odpowiedzialnie zdobywa wiedzę,
- życzliwie i przyjaźnie odnosi się do kolegów,
- dba o ład na stanowisku pracy i przestrzega zasad BHP,
- estetycznie i dokładnie wykonuje wykresy i zapisuje obliczenia,
- samodzielnie wykonuje powierzone zadania,
- prawidłowo planuje i konsekwentnie dąży do celu,
- logicznie, precyzyjnie i jasno formułuje swoje myśli,
- właściwie organizuje pracę,
- jest systematyczny i cierpliwy, potrafi podejmować długotrwałe wysiłki,
- jest krytyczny i cechuje go niezależność myślenia,
- jest uczciwy i prawdomówny.

6. Procedury osiągania celów

Nauczanie fizyki według prezentowanego programu powinno się odbywać zgodnie z teorią kształcenia wielostronnego. Uczniowie powinni być systematycznie aktywizowani do przeprowadzania wszechstronnych operacji umysłowych.

Praca powinna przebiegać w różnych tokach nauczania, głównie w toku problemowym i podającym. W miarę możliwości nauczyciel powinien także stosować tok praktyczny i eksponujący.

W ramach toku podającego szczególnie przydatne będą metody:

- praca z książką,
- pogadanka,
- pokaz,
- opis.

Tok problemowy powinien być realizowany głównie poprzez takie metody, jak:

- dyskusja,
- metody sytuacyjne,
- burza mózgów,
- metoda projektów.

Tok praktyczny w nauczaniu fizyki reprezentowany jest poprzez metody obserwacji i doświadczeń laboratoryjnych.

W zależności od treści nauczania nauczyciel powinien na każdej lekcji stosować różne metody. Świadome różnicowanie podczas lekcji metod nauczania, zdaniem M. Śnieżyńskiego (1), aktywizuje uczniów, uatrakcyjnia zajęcia i przyczynia się do zrozumienia i trwalszego zapamiętania opracowanego materiału.

I tak np. pokaz może służyć inicjacji „burzy mózgów” prowadzącej do wskazania i nazwania zjawiska lub zjawisk występujących w pokazie. Praca z podreżnikiem może być wstępem do dyskusji, podczas której uczniowie wykorzystają zdobytą samodzielnie wiedzę.

Tok eksponujący związany z przeżywaniem i wyzwaniem stanów emocjonalnych może być połączony z zastosowaniem metod problemowych: dyskusji i trybunału (np. nad celowością wykorzystywania energii jądrowej).

Wśród szczególnie przydatnych metod opartych na toku podającym celowo nie wymieniono wykładu. Uważamy, że ze względu na trudności uczniów w koncentracji brak umiejętności wyselekcjonowania przez nich najistotniejszych elementów i brak umiejętności efektywnego notowania, w swojej konwencjonalnej postaci, wykład powinien być stosowany incydentalnie.

Znacznie użyteczniejszy na lekcjach fizyki może być wykład realizowany w sposób problemowo-programowany. W takim przypadku temat wykładu zostaje zamieniony w problem główny, a tezy – w problemy szczegółowe. Po udzieleniu odpowiedzi na każde pytanie-problem nauczyciel odwołuje się do uczniów, którzy mogą stawiać pytania i żądać powtórzenia niejasnych kwestii. Powstające sprzężenie zwrotne między nauczycielem i uczniami zapobiega powstawaniu luk i umożliwia natychmiastową weryfikację wiedzy.

Szczególą wartość w nauczaniu fizyki mają metody problemowe, które rozbudzają aktywność intelektualną uczniów, wyzwają samodzielne i twórcze myślenie.

nie. Pracując takimi metodami nauczyciel pełni rolę inspiratora i doradcy w rozwiązywaniu trudniejszych kwestii. Nauczyciel powinien zadbać o jak najczęstsze stawianie uczniów w sytuacji problemowej i indywidualizowanie nauczania poprzez różnicowanie problemów dla poszczególnych grup uczniów w zależności od ich aktualnych możliwości intelektualnych.

Metody te są preferowane przez reformę edukacji. W nauczaniu fizyki te preferencje mogą się objawiać w szerszym stosowaniu metody sytuacyjnej. Powinna ona obejmować nie tylko sytuacje wymagające dokonywania obliczeń (zadania obliczeniowe opisujące pewną sytuację fizyczną), ale przede wszystkim sytuacji wymagających wyjaśniania, oceniania, przewidywania, poszukiwania argumentów itp. Nauczyciel powinien przy tym stwarzać uczniom możliwości do formułowania dłuższych wypowiedzi w języku fizyki, zwracając uwagę na poprawność merytoryczną i logiczną.

Zatrważające doniesienia o powszechnym w polskim społeczeństwie braku rozumienia czytanego tekstu nakładają na nauczycieli obowiązek stosowania metody polegającej na pracy z tekstem.

Według M. Śnieżyńskiego (1) metoda ta posiada dużą wartość dydaktyczną, bo „uczy koncentracji uwagi, czytania ze zrozumieniem, poszerza zakres słownictwa, uczy odpowiedzialności za słowo”. Stosowanie tej metody w nauczaniu fizyki przyczyni się do ukształtowania umiejętności posługiwania się przez uczniów językiem fizyki, poprawnego definiowania wielkości fizycznych, odczytywania ich sensu fizycznego ze wzorów definicyjnych, ustalania zależności od innych wielkości fizycznych, poprawnego wypowiadania treści praw fizycznych i zapisywania ich w języku matematyki, poprawnej interpretacji praw przedstawionych w matematycznej formie.

Podstawa programowa nakłada na nauczyciela fizyki obowiązek kształtowania umiejętności

- obserwacji i opisywania zjawisk fizycznych i astronomicznych
- planowania i wykonywania doświadczeń fizycznych i prostych obserwacji astronomicznych, zapisywania i analizowania wyników oraz
- sporządzania i interpretacji wykresów.

Umiejętności te należy kształtować posługując się metodami toku praktycznego tj. pokazem połączonym z obserwacją oraz doświadczeniem. Doświadczenie powinno być przez uczniów zaplanowane, a po jego wykonaniu powinno nastąpić opracowanie i zaprezentowanie wyników, a także oszacowanie niepewności pomiarowych. Ze względu na małą liczbę godzin fizyki, brak podziału na grupy i mierne wyposażenie pracowni, skomplikowane doświadczenia, wymagające długiego czasu wykonywania i drogiej aparatury zastępuje się prostymi doświadczeniami z wykorzystaniem przedmiotów codziennego użytku (np. badanie widm za pomocą płytki CD, czy wyznaczenie współczynnika załamania światła za pomocą kubka z wodą i wskaźnika laserowego). Rodzaj wykorzystywanych materiałów nie wpływa na wartość naukową doświadczenia. Ważne jest natomiast jego staranne przygotowanie zarówno od strony metodycznej (uświadomienie celu, przedyskutowanie koncepcji doświadczenia, sformułowanie problemu, przedyskutowanie hipotez, weryfikacja hipotez i wyprowadzenie wniosków) jak i organizacyjnej (przygotowanie koniecznych przedmiotów, ustalenie formy pracy indywidualnej lub zespołowej).

W praktyce, ze względu na ograniczenia czasowe, na całym świecie realne doświadczenia fizyczne są zastępowane przez symulacje komputerowe lub doświad-

czenia sfilmowane. Jakkolwiek doświadczenie symulowane nigdy nie zastąpi doświadczenia realnego, dobrze przygotowany nauczyciel może je włączyć w problemowy tok nauczania z dużą korzyścią dla uczniów. Modelowanie i symulacje komputerowe są nieocenione w realizacji treści dotyczących mikroświata i kosmologii czyli treści, które ze swej natury nie mogą być ilustrowane realnym doświadczeniem. Bezwzględnie konieczne jest jednak wykonanie chociaż kilku podstawowych doświadczeń z pełną obudową dydaktyczną. Proponujemy np.:

- sprawdzanie drugiej zasady dynamiki,
- wyznaczanie ciepła właściwego substancji na podstawie bilansu cieplnego,
- sprawdzanie jednego z praw przemian gazowych,
- pomiar wartości przyspieszenia ziemskiego,
- sprawdzanie prawa Hooke'a,
- sprawdzanie prawa Ohma,
- wyznaczanie oporności właściwej metalu,
- wyznaczanie sprawności jakiegoś odbiornika elektrycznego,
- wyznaczanie oporu indukcyjnego i indukcyjności zwojnicy,
- wyznaczanie współczynnika załamania światła.

Kluczowymi umiejętnościami kształtowanymi w zreformowanej szkole mają być „umiejętności efektywnego współdziałania w zespole i pracy w grupie, budowanie więzi międzyludzkich, podejmowanie indywidualnych i grupowych decyzji, skutecznego działania na gruncie zachowania obowiązujących norm; rozwiązywanie problemów w twórczy sposób; poszukiwanie, porządkowanie i wykorzystywanie informacji z różnych źródeł, odnoszenie do praktyki zdobytej wiedzy oraz tworzenie potrzebnych doświadczeń i nawyków; rozwoju osobistych zainteresowań”.

Wszystkie wymienione wyżej umiejętności mogą być kształtowane przy wykorzystaniu metody projektów. Według K. Chałas (2) istota tej metody „zawiera się w samodzielnym podejmowaniu i realizacji przez uczniów określonych dużych przedsięwzięć na podstawie przyjętych wcześniej zasad, reguł i procedur postępowania”.

Projekty realizowane w praktyce szkolnej mogą być wykonywane indywidualnie i zespołowo. Mogą mieć charakter poznawczy (projekty typu „opisać”, „sprawdzić”, „odkryć”) lub praktyczny (typu „usprawnić”, „wykonać”, „wynaleźć”). Mogą także łączyć oba charaktery działania.

Według K. Chałas (2) metoda projektów posiada wszechstronne walory edukacyjne:

- przyczynia się do wielostronnego kształcenia osobowości ucznia,
- przyczynia się do realizacji zadań zreformowanej szkoły poprzez kształtowanie umiejętności,
- wdraża uczniów do pracy naukowo-badawczej,
- przyczynia się do rozwoju zainteresowań uczniów,
- posiada duże walory wychowawcze.

Ucząc fizyki staramy się wymagać od uczniów:

- samodzielnego wyszukiwania i gromadzenia materiałów, służących do opracowania wybranych zagadnień z fizyki lub tematów interdyscyplinarnych,
- korzystania z literatury popularno- naukowej,
- sporządzania konspektów, notatek i referatów na zadany temat.

Wszystkie te rodzaje aktywności uczniów mogą stanowić elementy realizacji metody projektów, którą nauczyciele fizyki powinni uwzględnić w swojej pracy. Prezentowany program nauczania daje takie możliwości. Przedstawione niżej propozycje tematów powinny wesprzeć nauczycieli w próbach stosowania metody projektów.

- ródła energii XXI wieku
- Wykorzystanie fal elektromagnetycznych w medycynie i technice
- Przyrządy optyczne i ich zastosowania
- Za i przeciw energetyce jądrowej
- Jedność mikro- i makroświata
- Narzędzia współczesnej fizyki i astronomii
- Fizyka a filozofia na przestrzeni wieków i dziś

Wymienione problemy mogą stanowić także tematykę szkolnych sesji popularnonaukowych.

Teoria kształcenia wielostronnego postuluje stosowanie wielu urozmaiconych środków dydaktycznych. W nauczaniu fizyki, oprócz tradycyjnego zestawu środków związanych głównie z wykonywaniem doświadczeń, ogromną rolę zaczyna odgrywać komputer. Interaktywne programy komputerowe indywidualizują nauczanie, np. pozwalają samodzielnie eksperymentować i opracowywać wyniki pomiarów. Głównym źródłem informacji dla uczniów staje się Internet. Osiągnięcia naukowe docierają do uczniów bez „pośredników”. Uczniowie nawet z najmniejszych miejscowości mogą się włączać do międzynarodowych badań astronomicznych (np. programu „Telescopes in Education” czy „Hands on Universe”).

Szkoła powinna wspierać nauczyciela w osiągnięciu założonych celów, stwarzając jak najlepsze warunki do wszechstronnej aktywności uczniów na lekcjach fizyki i zajęciach pozalekcyjnych przez:

- odpowiednie wyposażenie pracowni fizycznej,
- stworzenie uczniom możliwości pracy z komputerem (dostęp do Internetu),
- gromadzenia w bibliotece encyklopedii (także multimedialnych), poradników encyklopedycznych, leksykonów, literatury popularno-naukowej, czasopism popularno-naukowych (np. Świat nauki, Wiedza i Życie, Młody technik, Foton), kaset wideo z filmami edukacyjnymi.

Literatura:

1. Marian Śnieżyński „Dialog Edukacyjny”, Wydawnictwo Naukowe PAT, 2001
2. Krystyna Chałas „Metoda projektów i jej egzemplifikacja w praktyce”, Wydawnictwo Nowa Era, 2000.

7. Propozycje metod oceny osiągnięć uczniów

Jednym z celów uczenia fizyki zgodnie z tym programem jest przygotowanie uczniów do egzaminu maturalnego z fizyki i kontynuowania kształcenia na kierunkach technicznych i przyrodniczych. Kontroli i ocenie powinny więc podlegać wiedza i umiejętności, umożliwiające spełnienie standardów egzaminacyjnych, stanowiące podstawę nauki fizyki na poziomie uniwersyteckim.

Natomiast kontrola i ocena wewnątrzszkolna ma na celu dostarczenie uczniom częściej i możliwie pełnej informacji o aktualnym poziomie ich wiedzy i umiejętności, o postępach lub ich braku.

Wachlarz umiejętności niezbędnych uczniom uczącym się fizyki jest bardzo szeroki, co pociąga za sobą konieczność stosowania różnorodnych form kontroli zarówno bieżącej, jak i związanej z oceną sumującą.

Należy więc przeprowadzać:

1. Sprawdziany pisemne – w formie zbliżonej do stosowanej podczas egzaminów maturalnych i wstępnych
 - testy wyboru jednokrotnego,
 - testy wyboru wielokrotnego,
 - testy uzupełnień (luk),
 - zestawy zadań (także otwartych!) o zróżnicowanym stopniu trudności, zarówno tzw. rachunkowych, w których wymagana jest umiejętność przeprowadzenia poprawnej matematycznie, ilościowej analizy problemu, jak i zadań sprawdzających umiejętność jakościowego rozwiązywania problemów, z użyciem poprawnej terminologii i logiczną argumentacją,
 - sprawdziany, podczas których uczniowie mogą wykazać się umiejętnością korzystania z samodzielnie zgromadzonych informacji oraz sporządzonych notatek i konspektów, w celu rozwiązywania problemów,
 - sprawdziany umiejętności studiowania tekstu.
2. Kontrolę umiejętności eksperymentalnej pracy uczniów (planowanej i wykonywanej indywidualnie lub grupowo), analizowania i dokumentowania ich wyników (np. sporządzania wykresów, diagramów), szacowania niepewności pomiarowych.
3. Kontrolę umiejętności formułowania zwięzłej, poprawnej merytorycznie i logicznie wypowiedzi na zadany temat związany z problemami fizyki, astronomii i zagadnieniami interdyscyplinarnymi.

Szczegółowe zasady oceniania pracy eksperymentalnej zespołowej oraz umiejętności zawartych w punkcie 3. ustala nauczyciel w ramach przedmiotowego systemu oceniania.

Ocenianie stanowi nieodłączną część procesu kontroli wiadomości i umiejętności. Ocena może być wyrażona ilościowo (liczbą punktów lub oceną szkolną) lub opisowo, w formie słownego komentarza albo w formie pisemnej (np. recenzja samodzielnego opracowania lub sprawdzianu) w taki sposób, by uwypuklić osiągnięcia ucznia, wskazać braki lub błędy oraz sposoby ich naprawienia. Ocena powinna też pełnić funkcję motywacyjną. Uczniowie wybierający fizykę jako przed-

miot naturalny chcą uczyć się jej jak najlepiej. Oceniając ich obiektywnie, rzetelnie i sprawiedliwie, w sposób zachęcający do dalszej wytrwałej pracy, mamy szansę wychować przyszłych fizyków.

8. Propozycja rozkładu materiału

MATEMATYCZNE METODY W FIZYCE

| Temat | Liczba godzin |
|------------------------|---------------|
| Wiadomości o wektorach | 2 |
| Sprawdzenie wiadomości | 1 |
| Razem | 3 |

KINEMATYKA

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Pojęcie ruchu w historii filozofii i nauk przyrodniczych | 1 |
| Szybkość średnia i chwilowa. Prędkość średnia i chwilowa | 1 |
| Przyspieszenie średnie i chwilowe | 1 |
| Przyspieszenie w ruchu krzywoliniowym | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Podział ruchów postępowych | 1 |
| Ruch jednostajny prostoliniowy | 1 |
| Droga w dowolnym ruchu | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Ruch jednostajnie przyspieszony po linii prostej | 1 |
| Ruch jednostajnie opóźniony po linii prostej | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Wielkości opisujące ruch jednostajny po okręgu | 1 |
| Składanie ruchów | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Razem | 15 |

DYNAMIKA

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Oddziaływania występujące w przyrodzie | 1 |
| Zasady dynamiki Newtona | 2 |
| Druga zasada dynamiki w postaci ogólnej | 1 |
| Przykłady zastosowania zasad dynamiki | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Siły w ruchu po okręgu | 1 |
| Tarcie | 1 |
| Zasada zachowania pędu dla układu ciał | 1 |
| Opis ruchu w układzie nieinercyjnym | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Praca. Moc | 1 |
| Energia mechaniczna i jej rodzaje. Energia potencjalna | 1 |
| Energia kinetyczna. Zasada zachowania energii mechanicznej | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 17 |

GRAWITACJA

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Oddziaływania grawitacyjne. Prawo powszechnej grawitacji | 1 |
| Ruchy planet i satelitów | 1 |
| Pole grawitacyjne. Pole grawitacyjne w pobliżu Ziemi | 1 |
| Spadanie swobodne. Rzut pionowy | 1 |
| Rzut poziomy | 1 |
| Rzut ukośny | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Praca w pobliżu Ziemi – w polu jednorodnym | 1 |
| Praca i energia potencjalna w centralnym polu grawitacyjnym | 2 |
| Druga prędkość kosmiczna | 1 |

| | |
|---|----|
| Ciężar ciała. Przyspieszenie ziemskie na różnych szerokościach geograficznych | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 14 |

ELEMENTY SZCZEGÓLNEJ TEORII WZGLĘDNOŚCI

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Ruch w różnych układach odniesienia | 2 |
| Założenia szczególnej teorii względności | 1 |
| Ograniczenia dla związków przyczynowych. Obserwacje astronomiczne jako obraz historii kosmosu | 1 |
| Pęd i energia w fizyce relatywistycznej | 1 |
| Układy złożone i energia wiązania | 1 |
| Pojęcie deficytu masy | 1 |
| Czas w różnych układach odniesienia | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 10 |

HYDROSTATYKA

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Ciśnienie hydrostatyczne. Prawo Pascala | 1 |
| Naczynia połączone | 1 |
| Prawo Archimedesesa | 1 |
| Zastosowanie prawa Archimedesesa do wyznaczania gęstości | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Razem | 5 |

FIZYKA CZĄSTECZKOWA I TERMODYNAMIKA

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Gazy jako układy „prawie swobodnych” cząsteczek. Ciecze jako układy oddziałujących z sobą cząsteczek | 1 |
| Temperatura. Zerowa zasada termodynamiki | 1 |
| Energia wewnętrzna, ciepło. Pierwsza zasada termodynamiki | 1 |

| | |
|--|----|
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Ciśnienie gazu w zbiorniku zamkniętym. Równanie stanu gazu doskonałego | 1 |
| Praca siły zewnętrznej przy zmianie objętości gazu | 1 |
| Przemiana izotermiczna | 1 |
| Przemiana izochoryczna | 1 |
| Przemiana izobaryczna | 1 |
| Ciepło właściwe i molowe | 1 |
| Przemiana adiabatyczna | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Procesy odwracalne i nieodwracalne. Kierunkowość procesów w przyrodzie. Entropia | 1 |
| Silniki ciepłne | 1 |
| Przejścia fazowe | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 18 |

ELEKTROSTATYKA

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Budowa materii i elektryczne właściwości ciał. Wzajemne oddziaływanie ciał naelektryzowanych. Prawo Coulomba | 1 |
| Pole elektrostatyczne. Natężenie pola elektrostatycznego | 1 |
| Zasada superpozycji pól | 1 |
| Elektryzowanie ciał. Zasada zachowania ładunku | 1 |
| Praca w centralnym polu elektrostatycznym. Energia potencjalna elektrostatyczna ładunku | 1 |
| Potencjał pola elektrostatycznego. Napięcie | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Praca w jednorodnym polu elektrostatycznym | 1 |
| Pojemność elektryczna przewodnika. Kondensator | 1 |
| Łączenie kondensatorów | 1 |
| Ruch cząstki naładowanej w polu elektrostatycznym. Oscyloskop | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 13 |

PRAŁ ELEKTRYCZNY

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Prąd elektryczny. Siła elektromotoryczna. Natężenie prądu | 1 |
| Praca i moc prądu elektrycznego | 1 |
| Prawo Ohma. Opór elektryczny przewodnika | 1 |
| Wyznaczanie oporu elektrycznego przez pomiar napięcia i natężenia prądu | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Łączenie oporów. Prawa Kirchhoffa | 1 |
| Opór wewnętrzny ogniwa. Prawo Ohma dla obwodu | 1 |
| Drugie prawo Kirchhoffa. Łączenie ogniw | 1 |
| Właściwości elektryczne ciał | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 11 |

MAGNETYZM

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Magnesy trwałe. Pole magnetyczne magnesu | 1 |
| Działanie pola magnetycznego na cząstkę naładowaną. Siła Lorentza. Wektor indukcji magnetycznej | 1 |
| Siła elektrodynamiczna | 1 |
| Niektóre zastosowania siły Lorentza i siły elektrodynamicznej | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Pole magnetyczne prądu | 1 |
| Wzajemne oddziaływanie przewodników z prądem | 1 |
| Właściwości magnetyczne substancji | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 10 |

INDUKCJA ELEKTROMAGNETYCZNA

| Temat | Liczba godzin |
|--------------------------------|---------------|
| Strumień indukcji magnetycznej | 1 |

| | |
|--|----|
| Zjawisko indukcji elektromagnetycznej | 1 |
| Siła elektromotoryczna indukcji | 1 |
| Zjawisko samoindukcji | 1 |
| Prądnicą prądu przemiennego | 1 |
| Prąd przemienny. Natężenie i napięcie skuteczne | 1 |
| Zwojnica i kondensator w obwodzie prądu przemiennego | 2 |
| Transformator | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 11 |

RUCH DRGAJACY

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Model oscylatora harmonicznego i jego zastosowanie w opisie przyrody | 1 |
| Matematyczny opis ruchu harmonicznego | 1 |
| Okres drgań w ruchu harmonicznym | 1 |
| Energia w ruchu harmonicznym | 1 |
| Przykłady ruchu harmonicznego | 1 |
| Drgania wymuszone i rezonansowe | 1 |
| Właściwości sprężyste ciał stałych | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 3 |
| Razem | 10 |

FALE

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Pojęcie fali. Fale poprzeczne i podłużne. Obserwacja fal na wodzie. Wielkości charakteryzujące fale | 1 |
| Funkcja falowa dla fali płaskiej | 1 |
| Interferencja fal o jednakowych amplitudach i częstotliwościach | 1 |
| Zasada Huygensa. Zjawisko dyfrakcji | 1 |
| Interferencja fal harmonicznyc wysyłanych przez identyczne źródła | 1 |
| Fale akustyczne. Czułość ucha, a częstotliwość fal akustycznych | 1 |

| | |
|---|----|
| Zjawisko Dopplera | 1 |
| Fale elektromagnetyczne. Niektóre zastosowania fal elektromagnetycznych | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 10 |

T TRANSPORT ENERGII

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Transport energii mechanicznej – maszyny proste | 1 |
| Powtórzenie wiadomości o transporcie energii wewnętrznej, elektrycznej i energii przenoszonej przez fale | 1 |
| Razem | 2 |

Ś WIATŁO I JEGO ROLA W PRZYRODZIE

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Zjawisko odbicia i załamania światła | 1 |
| Całkowite wewnętrzne odbicie | 1 |
| Zwierciadło płaskie. Zwierciadła kuliste | 1 |
| Obrazy w zwierciadłach kulistych | 1 |
| Płytką równoległościenną i pryzmat | 1 |
| Soczewki. Obrazy w soczewkach | 1 |
| Przyrządy optyczne | 1 |
| Rozszczepienie światła białego w pryzmacie. Barwy ciał | 1 |
| Dyfrakcja i interferencja światła | 1 |
| Zjawisko polaryzacji światła | 1 |
| Zjawisko fotoelektryczne. Kwantowy model światła | 1 |
| Model Bohra budowy atomu wodoru | 1 |
| Analiza spektralna. Laser i jego zastosowania | 1 |
| Właściwości optyczne ciał | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 16 |

FIZYKA JĄDROWA I JEJ ZASTOSOWANIA

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Promieniotwórczość naturalna. Jądro atomu i jego budowa | 1 |
| Izotopy i prawo rozpadu | 1 |
| Deficyt masy w fizyce jądrowej | 1 |
| Reakcje jądrowe. Reakcje rozszczepienia. Bilans energii | 1 |
| •ródła energii słonecznej | 1 |
| Energetyka jądrowa. Reaktory a broń jądrowa | 1 |
| Promieniotwórczość i jej zastosowania | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa i sprawdzian | 2 |
| Razem | 9 |

PODSUMOWANIE WIADOMOŚCI O ODDZIAŁYWANIACH WYSTĘPUJĄCYCH W PRZYRODZIE (2 godziny)

| Temat | Liczba godzin |
|--|---------------|
| Przypomnienie wszystkich poznanych rodzajów oddziaływań i zjawisk, w których te oddziaływania odgrywają istotną rolę | 2 |
| Razem | 2 |

BUDOWA I EWOLUCJA WSZECHŚWIATA

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Skład materii stabilnej i cząstki nietwałe. Skład materii w wysokich temperaturach, przemiany i równowaga | 1 |
| Obserwacyjne podstawy kosmologii. Rozszerzający się Wszechświat | 1 |
| Promieniowanie tła jako relikwyt czasów przed powstaniem atomów, szybkość rozszerzania się Wszechświata i gęstość materii. Ciemna materia | 1 |
| Wszechświat zamknięty czy otwarty? | 1 |
| Modele powstawania galaktyk i ich układów. Ewolucja gwiazd | 1 |
| Lekcja powtórzeniowa lub sprawdzian | 1 |
| Razem | 6 |

JEDNOŚĆ MIKRO- I MAKROŚWIATA

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Zjawiska interferencyjne w rozpraszaniu cząstek | 1 |
| Wpływ pomiaru w mikroświecie na stan obiektu | 1 |
| Fizyka makroskopowa jako granica fizyki wielkich układów kwantowych | 1 |
| Razem | 3 |

FIZYKA A FILOZOFIA

| Temat | Liczba godzin |
|---|---------------|
| Zakres stosowalności teorii fizycznych. Determinizm i indeterminizm w opisie przyrody | 1 |
| Elementy metodologii nauk. Metoda indukcyjna i metoda hipotetyczno-dedukcyjna | 1 |
| Razem | 2 |

NARZĘDZIA WSPÓŁCZESNEJ FIZYKI (2 godziny)

TEORIA NIEPEWNOŚCI POMIAROWYCH I DOŚWIADCZENIA

Przy założeniu, że rok szkolny składa się z 34 tygodni, cykl sześciogodzinny obejmuje 204 godziny lekcyjne. W powyższym rozkładzie materiału na opracowanie nowych tematów przeznaczono 142 godziny, na powtórzenie i sprawdzenie wiadomości – 47 godzin. Na doświadczenia pozostaje 15 godzin. Nauczyciel powinien dokonać wyboru najbardziej (jego zdaniem) pouczających i ciekawych doświadczeń.

W przypadku pięciu godzin w cyklu nauczania należy dokonać wyboru tematów, które uczniowie mogą opracować samodzielnie lub z których można zrezygnować.