
PODSTAWA PROGRAMOWA PRZEDMIOTU FIZYKA

III etap edukacyjny

- I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
- II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
- III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).

1. Ruch prostoliniowy i siły. Uczeń:

- 1) posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu; przelicza jednostki prędkości;
- 2) odczytuje prędkość i przebytą odległość z wykresów zależności drogi i prędkości od czasu oraz rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego;
- 3) podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych;
- 4) opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona;
- 5) odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym;
- 6) posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego;
- 7) opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona;
- 8) stosuje do obliczeń związki między masą ciała, przyspieszeniem i siłą;
- 9) posługuje się pojęciem siły ciężkości;
- 10) opisuje wzajemne oddziaływanie ciał, posługując się trzecią zasadą dynamiki Newtona;
- 11) wyjaśnia zasadę działania dźwigni dwustronnej, bloku nieruchomego, kołowrotu;
- 12) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

2. Energia. Uczeń:

- 1) wykorzystuje pojęcie energii mechanicznej i wymienia różne jej formy;
- 2) posługuje się pojęciem pracy i mocy;

**Cele kształcenia
– wymagania
ogólne**

**Treści nauczania
– wymagania
szczegółowe**

-
- 3) opisuje wpływ wykonanej pracy na zmianę energii;
 - 4) posługuje się pojęciem energii mechanicznej jako sumy energii kinetycznej i potencjalnej;
 - 5) stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej;
 - 6) analizuje jakościowo zmiany energii wewnętrznej spowodowane wykonaniem pracy i przepływem ciepła;
 - 7) wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek i temperaturą;
 - 8) wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej;
 - 9) opisuje zjawiska sublimacji, krzepnięcia, parowania, skraplania, sublimacji i resublimacji;
 - 10) posługuje się pojęciem ciepła właściwego, ciepła topnienia i ciepła parowania;
 - 11) opisuje ruch cieczy i gazów w zjawisku konwekcji.
3. Właściwości materii. Uczeń:
- 1) analizuje różnice w budowie mikroskopowej ciał stałych, cieczy i gazów;
 - 2) omawia budowę kryształów na przykładzie soli kamiennej;
 - 3) posługuje się pojęciem gęstości;
 - 4) stosuje do obliczeń związki między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy, na podstawie wyników pomiarów wyznacza gęstość cieczy i ciał stałych;
 - 5) opisuje zjawisko napięcia powierzchniowego na wybranym przykładzie;
 - 6) posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego);
 - 7) formułuje prawo Pascala i podaje przykłady jego zastosowania;
 - 8) analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie;
 - 9) wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.
4. Elektryczność. Uczeń:
- 1) opisuje sposoby elektryzowania ciał przez tarcie i dotyk; wyjaśnia, że zjawisko to polega na przepływie elektronów; analizuje kierunek przepływu elektronów;
 - 2) opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych;
 - 3) odróżnia przewodniki od izolatorów oraz podaje przykłady obu rodzajów ciał;
 - 4) stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego;
 - 5) posługuje się pojęciem ładunku elektrycznego jako wielokrotności ładunku elektronu (elementarnego);

-
- 6) opisuje przepływ prądu w przewodnikach jako ruch elektronów swobodnych;
 - 7) posługuje się pojęciem natężenia prądu elektrycznego;
 - 8) posługuje się (intuicyjnie) pojęciem napięcia elektrycznego;
 - 9) posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych;
 - 10) posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego;
 - 11) przelicza energię elektryczną podaną w kilowatogodzinach na dżule i dżule na kilowatogodziny;
 - 12) buduje proste obwody elektryczne i rysuje ich schematy;
 - 13) wymienia formy energii, na jakie zamieniana jest energia elektryczna.
5. Magnetyzm. Uczeń:
- 1) nazywa bieguny magnetyczne magnesów trwałych i opisuje charakter oddziaływania między nimi;
 - 2) opisuje zachowanie igły magnetycznej w obecności magnesu oraz zasadę działania kompasu;
 - 3) opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania;
 - 4) opisuje działanie przewodnika z prądem na igłę magnetyczną;
 - 5) opisuje działanie elektromagnesu i rolę rdzenia w elektromagnesie;
 - 6) opisuje wzajemne oddziaływanie magnesów z elektromagnesami i wyjaśnia działanie silnika elektrycznego prądu stałego.
6. Ruch drgający i fale. Uczeń:
- 1) opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie oraz analizuje przemiany energii w tych ruchach;
 - 2) posługuje się pojęciami amplitudy drgań, okresu, częstotliwości do opisu drgań, wskazuje położenie równowagi oraz odczytuje amplitudę i okres z wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała;
 - 3) opisuje mechanizm przekazywania drgań z jednego punktu ośrodka do drugiego w przypadku fal na napiętej linie i fal dźwiękowych w powietrzu;
 - 4) posługuje się pojęciami: amplitudy, okresu i częstotliwości, prędkości i długości fali do opisu fal harmonicznnych oraz stosuje do obliczeń związku między tymi wielkościami;
 - 5) opisuje mechanizm wytwarzania dźwięku w instrumentach muzycznych;
 - 6) wymienia, od jakich wielkości fizycznych zależy wysokość i głośność dźwięku;
 - 7) posługuje się pojęciami infradźwięki i ultradźwięki.

7. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:

- 1) porównuje (wymienia cechy wspólne i różnice) rozchodzenie się fal mechanicznych i elektromagnetycznych;
- 2) wyjaśnia powstawanie obszarów cienia i półcienia za pomocą prostopadłościowego rozchodzenia się światła w ośrodku jednorodnym;
- 3) wyjaśnia powstawanie obrazu pozornego w zwierciadle płaskim, wykorzystując prawa odbicia; opisuje zjawisko rozproszenia światła przy odbiciu od powierzchni chropowatej;
- 4) opisuje skupianie promieni w zwierciadle wklęsłym, posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej, rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez zwierciadła wklęsłe;
- 5) opisuje (jakościowo) bieg promieni przy przejściu światła z ośrodka rzadszego do ośrodka gęstszego optycznie i odwrotnie;
- 6) opisuje bieg promieni przechodzących przez soczewkę skupiającą i rozpraszającą (biegnących równoległe do osi optycznej), posługując się pojęciami ogniska i ogniskowej;
- 7) rysuje konstrukcyjnie obrazy wytworzone przez soczewki, rozróżnia obrazy rzeczywiste, pozorne, proste, odwrócone, powiększone, pomniejszone;
- 8) wyjaśnia pojęcia krótkowzroczności i dalekowzroczności oraz opisuje rolę soczewek w ich korygowaniu;
- 9) opisuje zjawisko rozszczepienia światła za pomocą pryzmatu;
- 10) opisuje światło białe jako mieszaninę barw, a światło lasera jako światło jednobarwne;
- 11) podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji;
- 12) nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofałe, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania.

8. Wymagania przekrojowe. Uczeń:

- 1) opisuje przebieg i wynik przeprowadzanego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczenia;
- 2) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia;
- 3) szacuje rząd wielkości spodziewanego wyniku i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości fizycznych;
- 4) przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega-); przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba);
- 5) rozróżnia wielkości dane i szukane;

-
- 6) odczytuje dane z tabeli i zapisuje dane w formie tabeli;
 - 7) rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na podstawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą;
 - 8) sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu;
 - 9) rozpoznaje zależność rosnącą i malejącą na podstawie danych z tabeli lub na podstawie wykresu oraz wskazuje wielkość maksymalną i minimalną;
 - 10) posługuje się pojęciem niepewności pomiarowej;
 - 11) zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących);
 - 12) planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru; mierzy: czas, długość, masę, temperaturę, napięcie elektryczne, natężenie prądu.

9. Wymagania doświadczalne

W trakcie nauki w gimnazjum uczeń obserwuje i opisuje jak najwięcej doświadczeń. Nie mniej niż połowa doświadczeń opisanych poniżej powinna zostać wykonana samodzielnie przez uczniów w grupach, pozostałe doświadczenia – jako pokaz dla wszystkich, wykonany przez wybranych uczniów pod kontrolą nauczyciela.

Uczeń:

- 1) wyznacza gęstość substancji, z jakiej wykonano przedmiot w kształcie prostopadłościanu, walca lub kuli za pomocą wagi i linijki;
- 2) wyznacza prędkość przemieszczania się (np. w czasie marszu, biegu, pływania, jazdy rowerem) za pośrednictwem pomiaru odległości i czasu;
- 3) dokonuje pomiaru siły wyporu za pomocą siłomierza (dla ciała wykonanego z jednorodnej substancji o gęstości większej od gęstości wody);
- 4) wyznacza masę ciała za pomocą dźwigni dwustronnej, innego ciała o znanej masie i linijki;
- 5) wyznacza ciepło właściwe wody za pomocą czajnika elektrycznego lub grzałki o znanej mocy (przy założeniu braku strat);
- 6) demonstruje zjawisko elektryzowania przez tarcie oraz wzajemnego oddziaływania ciał naładowanych;
- 7) buduje prosty obwód elektryczny według zadanego schematu (wymagana jest znajomość symboli elementów: ogniwo, opornik, żarówka, wyłącznik, woltomierz, amperomierz);
- 8) wyznacza opór elektryczny opornika lub żarówki za pomocą woltomierza i amperomierza;

-
- 9) wyznacza moc żarówki zasilanej z baterii za pomocą woltomierza i amperomierza;
 - 10) demonstruje działanie prądu w przewodzie na igłę magnetyczną (zmiany kierunku wychylenia przy zmianie kierunku przepływu prądu, zależność wychylenia igły od pierwotnego jej ułożenia względem przewodu);
 - 11) demonstruje zjawisko załamania światła (zmiany kąta załamania przy zmianie kąta padania – jakościowo);
 - 12) wyznacza okres i częstotliwość drgań ciężarka zawieszonego na sprężynie oraz okres i częstotliwość drgań wahadła matematycznego;
 - 13) wytwarza dźwięk o większej i mniejszej częstotliwości od danego dźwięku za pomocą dowolnego drgającego przedmiotu lub instrumentu muzycznego;
 - 14) wytwarza za pomocą soczewki skupiającej ostry obraz przedmiotu na ekranie, odpowiednio dobierając doświadczalnie położenie soczewki i przedmiotu.

PODSTAWA PROGRAMOWA PRZEDMIOTU FIZYKA

IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

- I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.
- II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników.
- III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.
- IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).
 1. Grawitacja i elementy astronomii. Uczeń:
 - 1) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciem okresu i częstotliwości;
 - 2) opisuje zależności między siłą dośrodkową a masą, prędkością liniową i promieniem oraz wskazuje przykłady sił pełniących rolę siły dośrodkowej;
 - 3) interpretuje zależności między wielkościami w prawie powszechnego ciążenia dla mas punktowych lub rozłącznych kul;
 - 4) wyjaśnia, na czym polega stan nieważkości, i podaje warunki jego występowania;
 - 5) wyjaśnia wpływ siły grawitacji Słońca na ruch planet i siły grawitacji planet na ruch ich księżyców, wskazuje siłę grawitacji jako przyczynę spadania ciał na powierzchnię Ziemi;
 - 6) posługuje się pojęciem pierwszej prędkości kosmicznej i satelity geostacjonarnej; opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (jakościowo), wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową, wyznacza zależność okresu ruchu od promienia orbity (stosuje III prawo Keplera);
 - 7) wyjaśnia, dlaczego planety widziane z Ziemi przesuują się na tle gwiazd;
 - 8) wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca;
 - 9) opisuje zasadę pomiaru odległości z Ziemi do Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego;
 - 10) opisuje zasadę określania orientacyjnego wieku Układu Słonecznego;
 - 11) opisuje budowę Galaktyki i miejsce Układu Słonecznego w Galaktyce;
 - 12) opisuje Wielki Wybuch jako początek znanego nam Wszechświata; zna przybliżony wiek Wszechświata, opisuje rozszerzanie się Wszechświata (ucieczkę galaktyk).

**Cele kształcenia
– wymagania
ogólne**

**Treści nauczania
– wymagania
szczegółowe**

2. Fizyka atomowa. Uczeń:

- 1) opisuje promieniowanie ciał, rozróżnia widma ciągłe i liniowe rozrzedzonych gazów jednoatomowych, w tym wodoru;
- 2) interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów;
- 3) opisuje budowę atomu wodoru, stan podstawowy i stany wzbudzone;
- 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii;
- 5) interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu;
- 6) opisuje efekt fotoelektryczny, wykorzystuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia energii i prędkości fotoelektronów.

3. Fizyka jądrowa. Uczeń:

- 1) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej;
- 2) posługuje się pojęciami: energii spoczynkowej, deficytu masy i energii wiązania; oblicza te wielkości dla dowolnego pierwiastka układu okresowego;
- 3) wymienia właściwości promieniowania jądrowego α , β , γ ; opisuje rozpady alfa, beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane), sposób powstawania promieniowania gamma; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego;
- 4) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu; wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C ;
- 5) opisuje reakcje jądrowe, stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku oraz zasadę zachowania energii;
- 6) opisuje wybrany sposób wykrywania promieniowania jonizującego;
- 7) wyjaśnia wpływ promieniowania jądrowego na materię oraz na organizmy;
- 8) podaje przykłady zastosowania zjawiska promieniotwórczości i energii jądrowej;
- 9) opisuje reakcję rozszczepienia uranu ^{235}U zachodzącą w wyniku pochłonięcia neutronu; podaje warunki zajścia reakcji łańcuchowej;
- 10) opisuje działanie elektrowni atomowej oraz wymienia korzyści i zagrożenia płynące z energetyki jądrowej;
- 11) opisuje reakcje termojądrowe zachodzące w gwiazdach oraz w bombie wodorowej.

PODSTAWA PROGRAMOWA PRZEDMIOTU FIZYKA

IV etap edukacyjny – zakres rozszerzony

- I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.
- II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.
- III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.
- IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.
- V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.

1. Ruch punktu materialnego. Uczeń:

- 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe);
- 2) opisuje ruch w różnych układach odniesienia;
- 3) oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej;
- 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu;
- 5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu;
- 6) oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego;
- 7) opisuje swobodny ruch ciała, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona;
- 8) wyjaśnia ruch ciała na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona;
- 9) stosuje trzecią zasadę dynamiki Newtona do opisu zachowania się ciała;
- 10) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciała podczas zderzeń niesprężystych i zjawiska odrzutu;
- 11) wyjaśnia różnice między opisem ruchu ciała w układach inercjalnych i nieinercjalnych, posługuje się siłami bezwładności do opisu ruchu w układzie nieinercjalnym;
- 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciała;
- 13) składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych;
- 14) oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego;
- 15) analizuje ruch ciała w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

**Cele kształcenia
– wymagania
ogólne**

**Treści nauczania
– wymagania
szczegółowe**

-
2. Mechanika bryły sztywnej. Uczeń:
 - 1) rozróżnia pojęcia: punkt materialny, bryła sztywna, zna granice ich stosowalności;
 - 2) rozróżnia pojęcia: masa i moment bezwładności;
 - 3) oblicza momenty sił;
 - 4) analizuje równowagę brył sztywnych, w przypadku gdy siły leżą w jednej płaszczyźnie (równowaga sił i momentów sił);
 - 5) wyznacza położenie środka masy;
 - 6) opisuje ruch obrotowy bryły sztywnej wokół osi przechodzącej przez środek masy (prędkość kątowna, przyspieszenie kątowe);
 - 7) analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił;
 - 8) stosuje zasadę zachowania momentu pędu do analizy ruchu;
 - 9) uwzględnia energię kinetyczną ruchu obrotowego w bilansie energii.
 3. Energia mechaniczna. Uczeń:
 - 1) oblicza pracę siły na danej drodze;
 - 2) oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym;
 - 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu;
 - 4) oblicza moc urządzeń, uwzględniając ich sprawność;
 - 5) stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.
 4. Grawitacja. Uczeń:
 - 1) wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczenia siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi;
 - 2) rysuje linie pola grawitacyjnego, rozróżnia pole jednorodne od pola centralnego;
 - 3) oblicza wartość i kierunek pola grawitacyjnego na zewnątrz ciała sferycznie symetrycznego;
 - 4) wyprowadza związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem;
 - 5) oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je z pracą lub zmianą energii kinetycznej;
 - 6) wyjaśnia pojęcie pierwszej i drugiej prędkości kosmicznej; oblicza ich wartości dla różnych ciał niebieskich;
 - 7) oblicza okres ruchu satelitów (bez napędu) wokół Ziemi;
 - 8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych;
 - 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity.

5. Termodynamika. Uczeń:

- 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu;
- 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną;
- 3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego;
- 4) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek;
- 5) stosuje pierwszą zasadę termodynamiki, odróżnia przekaz energii w formie pracy od przekazu energii w formie ciepła;
- 6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej;
- 7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych;
- 8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii;
- 9) interpretuje drugą zasadę termodynamiki;
- 10) analizuje przedstawione cykle termodynamiczne, oblicza sprawność silników cieplnych w oparciu o wymieniane ciepło i wykonaną pracę;
- 11) odróżnia wrzenie od parowania powierzchniowego; analizuje wpływ ciśnienia na temperaturę wrzenia cieczy;
- 12) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Uczeń:

- 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu;
- 2) oblicza energię potencjalną sprężystości;
- 3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego;
- 4) interpretuje wykresy zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu w ruchu drgającym;
- 5) opisuje drgania wymuszone;
- 6) opisuje zjawisko rezonansu mechanicznego na wybranych przykładach;
- 7) stosuje zasadę zachowania energii w ruchu drgającym, opisuje przemiany energii kinetycznej i potencjalnej w tym ruchu;
- 8) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością;
- 9) opisuje załamanie fali na granicy ośrodków;
- 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego;
- 11) wyjaśnia zjawisko ugięcia fali w oparciu o zasadę Huygensa;
- 12) opisuje fale stojące i ich związek z falami biegnącymi przeciwnie;
- 13) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora.

7. Pole elektryczne. Uczeń:

- 1) wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi;
- 2) posługuje się pojęciem natężenia pola elektrostatycznego;
- 3) oblicza natężenie pola centralnego pochodzącego od jednego ładunku punktowego;
- 4) analizuje jakościowo pole pochodzące od układu ładunków;
- 5) wyznacza pole elektrostatyczne na zewnątrz naelektryzowanego ciała sferycznie symetrycznego;
- 6) przedstawia pole elektrostatyczne za pomocą linii pola;
- 7) opisuje pole kondensatora płaskiego, oblicza napięcie między okładkami;
- 8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora;
- 9) oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne;
- 10) oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora;
- 11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym;
- 12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya.

8. Prąd stały. Uczeń:

- 1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego;
- 2) oblicza opór przewodnika, znając jego opór właściwy i wymiary geometryczne;
- 3) rysuje charakterystykę prądowo-napięciową opornika podlegającego prawu Ohma;
- 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych;
- 5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle;
- 6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na odporze;
- 7) opisuje wpływ temperatury na opór metali i półprzewodników.

9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Uczeń:

- 1) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
- 2) oblicza wektor indukcji magnetycznej wytworzonej przez przewodniki z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica);
- 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym;
- 4) opisuje wpływ materiałów na pole magnetyczne;
- 5) opisuje zastosowanie materiałów ferromagnetycznych;

-
- 6) analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym;
 - 7) opisuje zasadę działania silnika elektrycznego;
 - 8) oblicza strumień indukcji magnetycznej przez powierzchnię;
 - 9) analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym;
 - 10) oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej;
 - 11) stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego;
 - 12) opisuje budowę i zasadę działania prądnicy i transformatora;
 - 13) opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne);
 - 14) opisuje zjawisko samoindukcji;
 - 15) opisuje działanie diody jako prostownika.
10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Uczeń:
- 1) opisuje widmo fal elektromagnetycznych i podaje źródła fal w poszczególnych zakresach z omówieniem ich zastosowań;
 - 2) opisuje jedną z metod wyznaczenia prędkości światła;
 - 3) opisuje doświadczenie Younga;
 - 4) wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej;
 - 5) opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator;
 - 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków;
 - 7) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny;
 - 8) rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych i pozornych otrzymywane za pomocą soczewek skupiających i rozpraszających;
 - 9) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.
11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Uczeń:
- 1) opisuje założenia kwantowego modelu światła;
 - 2) stosuje zależność między energią fotonu a częstotliwością i długością fali do opisu zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego, wyjaśnia zasadę działania fotokomórki;
 - 3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy;
 - 4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego;
 - 5) określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek.

12. Wymagania przekrojowe

Oprócz wiedzy z wybranych działów fizyki, uczeń:

- 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi;
- 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych);
- 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem;
- 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu;
- 5) dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników a i b (ocena ich niepewności nie jest wymagana);
- 6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczanej wielkości fizycznej);
- 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku;
- 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularno-naukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

13. Wymagania doświadczalne

Uczeń przeprowadza przynajmniej połowę z przedstawionych poniżej badań polegających na wykonaniu pomiarów, opisie i analizie wyników oraz, jeżeli to możliwe, wykonaniu i interpretacji wykresów dotyczących:

- 1) ruchu prostoliniowego jednostajnego i jednostajnie zmiennego (np. wyznaczenie przyspieszenia w ruchu jednostajnie zmiennym);
- 2) ruchu wahadła (np. wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego);
- 3) ciepła właściwego (np. wyznaczenie ciepła właściwego danej cieczy);
- 4) kształtu linii pól magnetycznego i elektrycznego (np. wyznaczenie pola wokół przewodu w kształcie pętli, w którym płynie prąd);
- 5) charakterystyki prądowo-napięciowej opornika, żarówki, ewentualnie diody (np. pomiar i wykonanie wykresu zależności $I(U)$);
- 6) drgań struny (np. pomiar częstotliwości podstawowej drgań struny dla różnej długości drgającej części struny);
- 7) dyfrakcji światła na siatce dyfrakcyjnej lub płycie CD (np. wyznaczenie gęstości ścieżek na płycie CD);
- 8) załamania światła (np. wyznaczenie współczynnika załamania światła z pomiaru kąta granicznego);
- 9) obrazów optycznych otrzymywanych za pomocą soczewek (np. wyznaczenie powiększenia obrazu i porównanie go z powiększeniem obliczonym teoretycznie).

ZALECANE WARUNKI I SPOSÓB REALIZACJI

Nauczanie *fizyki* na III etapie edukacyjnym należy rozpocząć od wyrobienia intuicyjnego rozumienia zjawisk, kładąc nacisk na opis jakościowy. Na tym etapie nie wymaga się ścisłych definicji wielkości fizycznych, kładąc nacisk na ich intuicyjne zrozumienie i poprawne posługiwanie się nimi. Wielkości wektorowe należy ilustrować graficznie, nie wprowadzając definicji wektora. Nie wymaga się wprowadzania pojęcia pola elektrycznego, magnetycznego i grawitacyjnego do opisu zjawisk elektrycznych, magnetycznych i grawitacyjnych. Wszędzie, gdzie tylko jest to możliwe, należy ilustrować omawiane zagadnienia realnymi przykładami (w postaci np. opisu, filmu, pokazu, demonstracji).

Należy wykonywać jak najwięcej doświadczeń i pomiarów, posługując się możliwie prostymi i tanimi środkami (w tym przedmiotami użytku codziennego). Aby *fizyka* mogła być uczona jako powiązana z rzeczywistością przedmiot doświadczalny, wskazane jest, żeby jak najwięcej doświadczeń było wykonywanych bezpośrednio przez uczniów. Należy uczyć starannego opracowania wyników pomiaru (tworzenie wykresów, obliczanie średniej), wykorzystując przy tym, w miarę możliwości, narzędzia technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Nauczyciel powinien kształtować u uczniów umiejętność sprawnego wykonywania prostych obliczeń i szacunków ilościowych, zwracając uwagę na krytyczną analizę realności otrzymywanych wyników. Formuły matematyczne wprowadzane są jako podsumowanie poznanych zależności między wielkościami fizycznymi. W klasie I i II gimnazjum nie kształci się umiejętności przekształcania wzorów – uczniowie opanują ją na zajęciach matematyki. Wymagana jest umiejętność sprawnego posługiwania się zależnościami wprost proporcjonalnymi.

Nauczanie *fizyki* w zakresie podstawowym na IV etapie edukacyjnym stanowi dokończenie edukacji realizowanej w gimnazjum, dlatego wszystkie zalecenia dotyczące realizacji tego przedmiotu na III etapie edukacyjnym dotyczą również etapu IV. Omawianie zarówno grawitacji z astronomią, jak i fizyki jądrowej, powinno w maksymalnym stopniu wykorzystać tkwiącą w omawianych zagadnieniach możliwość licznych i ciekawych odwołań do rzeczywistości, co powinno skutkować zachęceniem uczniów do kontynuacji nauki *fizyki* w zakresie rozszerzonym.

Podczas zajęć *fizyki* realizowanych w zakresie rozszerzonym należy położyć nacisk na pogłębioną analizę zjawisk, staranne wykonanie doświadczeń i pomiarów, obliczanie i szacowanie wartości liczbowych oraz utrwalanie materiału. Możliwe jest zwiększenie poziomu stosowanej matematyki pod kątem zdolności i zainteresowań uczniów. Należy jednak pamiętać, że nie oznacza to możliwości swobodnego wykorzystywania pojęć nieznanymi jeszcze uczniom z zajęć matematyki (pochodne, całki).

Ze względu na duże trudności w jasnym i prostym przedstawieniu najnowszych odkryć, w podstawie programowej nie ma zagadnień związanych z fizyką współczesną. Warto jednak wprowadzać jej elementy, wykorzystując zalecenia dotyczące nabycia przez uczniów umiejętności rozumienia i streszczania też artykułów popularnonaukowych.

Ze względu na szybkość zmian technologicznych przykłady zastosowań konkretnych zjawisk należy dobierać adekwatnie do aktualnej sytuacji.

W trakcie nauki uczeń obserwuje, opisuje i wykonuje jak najwięcej doświadczeń. Nie mniej niż połowa doświadczeń wymienionych w podstawie programowej dla przedmiotu *fizyka* w zakresie rozszerzonym powinna zostać wykonana samodzielnie przez uczniów w grupach; pozostałe jako pokaz dla wszystkich uczniów, w miarę możliwości wykonany przez wybranych uczniów pod kontrolą nauczyciela.

KOMENTARZ DO PODSTAWY PROGRAMOWEJ PRZEDMIOTU FIZYKA

Jan Mostowski

1. Po co nowa podstawa programowa fizyki i dlaczego teraz?

Oto fakty: w roku 2008 maturę z fizyki zdawało mniej niż 10% maturzystów. Statystyczny maturzysta zdający poziom podstawowy uzyskał 61,32% punktów możliwych do zdobycia. Statystyczny maturzysta zdający poziom rozszerzony uzyskał 55,57% punktów możliwych do zdobycia.

O rozwiązaniach poziomu podstawowego CKE pisze między innymi: „Analiza rozwiązań zadań w arkuszu dla poziomu podstawowego wskazuje na spore braki zdających w prostych umiejętnościach matematycznych. Zdający słabo radzili sobie z działaniami na potęgach, przekształcaniem ułamków czy sprowadzaniem do wspólnego mianownika. Popelniali bardzo proste błędy w zamianie jednostek. [...] W zadaniach z kontekstem praktycznym lub doświadczalnym wykazywali się brakiem umiejętności opisu zjawisk w otaczającym świecie i znajomości działania urządzeń [...]”.

O rozwiązaniach poziomu rozszerzonego CKE pisze między innymi: „Błędy w rozwiązaniach świadczą, że być może zdający spotykają się z zależnościami i wzorami dopiero na egzaminie. [...] Zdający często nie potrafili powiązać zagadnień dotyczących zjawisk w życiu codziennym, działania urządzeń w otaczającym nas świecie z omawianymi w szkole zagadnieniami fizyki i astronomii. [...] Zdający wykazali się często brakiem umiejętności rozumienia treści poleceń zadań. [...] Analiza rozwiązań zdających wskazuje również na duże braki w umiejętnościach matematycznych, niezbędnych do rozwiązania zadań obliczeniowych. Zdający słabo radzili sobie z działaniami na potęgach, przekształcaniem ułamków czy sprowadzaniem do wspólnego mianownika”.

Trzeba przyznać, że nie jest to dobra opinia o wiedzy i umiejętnościach zdających maturę z fizyki. A to jest przecież egzamin dla tych, którzy sami wybrali zdawany przedmiot – pozostali zdawali maturę z innych przedmiotów.

Kontakty ze studentami różnych uczelni i różnych kierunków studiów prowadzą do wniosku, że większość uczniów bardzo słabo opanowała umiejętności kształcone w liceum. Absolwenci często powtarzają, że opuszczają szkołę z niewielką wiedzą i z przekonaniem o oderwaniu fizyki od realnego świata. Należy podkreślić, że chodzi tu o studentów państwowych uczelni.

Propozycja dalszego czekania z reformami jest więc całkowicie chybiona.

Istnieje obiegowa opinia, że przed rokiem 1989 polskie szkoły były dobre, społeczeństwo nieźle wykształcone, a kolejne reformy prowadziły jedynie do obniżenia poziomu nauczania. Jest to całkowicie błędna opinia. Polskie szkoły, w szczególności szkoły średnie, nie zapewniały społeczeństwu

wykształcenia, które można by określić choćby jako niezłe. Częściowo było to spowodowane elitarnością wykształcenia średniego (jedynie około 10% populacji mogło uczyć się w szkołach kończących się maturą), a częściowo dość skuteczną propagandą. Według oficjalnego stanowiska rządu, ministrów edukacji i innych osób odpowiedzialnych za oświatę, polskie szkoły były bardzo dobre. Natomiast pracownicy wyższych uczelni spotykali się jedynie z wąską elitą uczniów i studentów i nie zwracali uwagi na resztę społeczeństwa – być może stąd pochodzi ich pozytywna opinia o szkołach. Jednak twierdzenie, że od tego czasu kolejne rządy starają się tylko obniżyć poziom nauczania nie jest niczym uzasadnione.

W ostatnich latach nastąpił olbrzymi wzrost liczby uczniów uczących się w szkołach kończących się maturą, co musiało spowodować bardzo głębokie zmiany w funkcjonowaniu tych szkół. Ponadto nastąpiła dramatyczna zmiana priorytetów wśród uczniów. Fizyka i inne nauki ściśle przestały być atrakcyjnymi przedmiotami szkolnymi, przestały też być prestiżowymi kierunkami studiów uniwersyteckich. Obecnie *fizyka* w szkole uchodzi za przedmiot nieciekawym, niemożliwym do zrozumienia i całkowicie niepotrzebnym w życiu.

Różnie można określać zmiany w podstawie programowej. Nazwanie reformy postępującą infantyлизacją szkoły ma mocno pejoratywny wydźwięk i odzwierciedla raczej rozczarowanie niektórych środowisk do upowszechnienia wykształcenia średniego. Trzeba jednak zgodzić się z zasadniczą tezą, że nowa podstawa programowa znacznie obniża wymagania stawiane uczniom. Nie znaczy to wcale, że jest to realne obniżenie obecnie obowiązujących wymagań zapisanych w dotychczasowej podstawie programowej. Jest to raczej dostosowanie wymagań szkolnych do realnych możliwości większości uczniów.

Niniejsza podstawa programowa jest efektem odejścia od udawania, że szkoły uczą dużo i dobrze – stawia uczniom wymagania mniejsze, ale realne. Z drugiej strony zachowuje zasadnicze elementy fizyki zawarte w dotychczasowych programach nauczania.

2. Organizacja nauczania fizyki

Dotychczas *fizyka* uczona była przez sześć lat, trzy lata w gimnazjum i trzy lata w szkole ponadgimnazjalnej. Obecnie będzie przedmiotem obowiązkowym przez cztery lata – trzy lata w gimnazjum i jeden rok w szkole ponadgimnazjalnej. Pozostałe dwa lata, druga i trzecia klasa liceum, przeznaczone są na nauczanie kierunkowe. *Fizyka* może być przedmiotem wybranym, ale nie musi. Uczniowie, którzy nie wybiorą żadnego z przedmiotów przyrodniczych na poziomie rozszerzonym będą uczęszczać na zajęcia pn. *przyroda*, których celem jest całościowe spojrzenie na zjawiska otaczającego nas świata z punktu widzenia nauk przyrodniczych. Liczba godzin przeznaczona na *fizykę* w gimnazjum jest taka, jak była dotychczas. Natomiast w liceum znacz-

nie zwiększy się liczba godzin przeznaczonych na naukę tego przedmiotu w zakresie rozszerzonym.

3. Uwagi o zakresie materiału

Prezentowana podstawa programowa w zakresie podstawowym (gimnazjum i pierwsza klasa szkół ponadgimnazjalnych) obejmuje znaczną część tradycyjnego materiału uczonego dotychczas. W części ponadgimnazjalnej znalazły się fizyka atomowa i jądrowa oraz astronomia i grawitacja. Na te działy przeznaczona jest większość czasu w pierwszej klasie szkoły ponadgimnazjalnej.

Zakres fizyki współczesnej został ograniczony w stosunku do dotychczasowej tradycji uczenia *fizyki* w gimnazjum i liceum w zakresie podstawowym. Tradycyjna budowa atomu, przejścia promieniste pomiędzy stanami wchodzi też w zakres chemii, dlatego można było ograniczyć liczbę haseł z tej dziedziny w podstawie programowej. Fizyka ciała stałego, w szczególności informacje o półprzewodnikach i ich zastosowaniach w elektronice, były w dotychczasowych programach przedstawiane w niewłaściwy sposób. Analiza rozwiązań zadań maturalnych poświęconych tym zagadnieniom jasno pokazuje, że większość uczniów niewiele z tych zagadnień rozumiała.

Nie jest możliwe uwzględnienie elementów szczególnej teorii względności w podstawowym nauczaniu *fizyki*. W obecnie używanych programach nauczania szczególna teoria względności sprowadza się do kilku wzorów – na skrócenie długości, dylatację czasu, związek pędu i energii z prędkością, może jeszcze na składanie prędkości. To wszystko jest całkowicie niezrozumiałe dla uczniów. Zagadnienia teorii względności nie mają żadnego znaczenia w życiu codziennym (jedynym wyjątkiem są szczegóły działania systemu GPS). Wyniki teorii względności są tak nieintuicyjne, że nie są przyjmowane do wiadomości przez większość uczniów – po prostu są ignorowane. Z tego względu zagadnienia fizyki relatywistycznej mogą, ale nie muszą być omawiane w drugiej lub trzeciej klasie liceum, jeśli nauczyciel uzna to za celowe.

Podstawa programowa w dość szerokim zakresie uwzględnia zagadnienia fizyki jądrowej. Ten dział fizyki współczesnej ma jasne odniesienia do realnej rzeczywistości (elektrownie jądrowe, broń jądrowa, zastosowania medyczne i inne) i daje się ciekawie przedstawić bez skomplikowanego aparatu matematycznego. Dlatego warto mu poświęcić uwagę i nauczać nawet na poziomie podstawowym.

Również w ostatnim etapie nauczania na poziomie rozszerzonym (druga i trzecia klasa liceum) zagadnieniom fizyki współczesnej nie poświęcono dużo uwagi. Nie oznacza to, że nie warto poświęcić im czasu. Jeśli nauczyciel go znajdzie, a uczniowie będą zainteresowani, to oczywiście nic nie stoi na przeszkodzie, żeby rozszerzyć zakres lekcji o te zagadnienia. Jednak ze względu na duże trudności w jasnym i prostym przedstawieniu najnowszych odkryć nie należy oczekiwać egzaminowania z nich uczniów na maturze.

Dotychczas *fizyka* uczona była „spiralnie”: najpierw w gimnazjum, potem te same zagadnienia omawiane były na wyższym poziomie w liceum. W praktyce okazywało się, że uczniowie niewiele zapamiętali z lekcji w gimnazjum, więc wszystko trzeba było zaczynać od początku w liceum. Obecna podstawa zakłada, że dane zagadnienie uczone będzie tylko jeden raz w gimnazjum lub w pierwszej klasie szkoły ponadgimnazjalnej. Wyjątkiem są tu zagadnienie omawiane w wersji rozszerzonej w drugiej lub trzeciej klasie liceum. Podstawa programowa zakłada, że na poziomie podstawowym, w gimnazjum i pierwszej klasie szkoły ponadgimnazjalnej uczenie *fizyki* powinno odbywać się głównie na poziomie jakościowym, natomiast w wersji rozszerzonej zakłada głównie uczenie ilościowe, z wykorzystaniem bardziej zaawansowanego języka matematycznego.

4. Rola matematyki w fizyce szkolnej

Nowa podstawa programowa nie ogranicza zakresu stosowania matematycznego opisu zjawisk fizycznych. Natomiast bardzo wyraźnie sugeruje, żeby bardzo zmniejszyć rolę języka matematycznego (czyli tak zwanych wzorów).

Analiza wyników nauczania prowadzi do przekonania, że w gimnazjum należy bardzo oszczędnie korzystać z języka matematycznego, tym bardziej, że z powodu logicznej kolejności ułożenia zagadnień w programach nauczania *matematyki* wiele z wykorzystywanych pojęć musiało być dotychczas wprowadzanych przez nauczycieli *fizyki* przed matematykami. Jako zasadę przyjęto, że *fizyka* w gimnazjum ma być uczona w zasadzie na poziomie jakościowym, z minimalną liczbą „wzorów”. Można by sądzić, że w ten sposób traci się na „pięknie”, na ukazaniu, że „fizyka jest nauką ścisłą” itd. Trzeba jednak stąpać twardo po ziemi. Dla większości uczniów język matematyczny, język „wzorów”, jest na poziomie gimnazjum nie do zrozumienia. O żadnym „pięknie” nie ma mowy, pozostaje niejasna żonglerka wzorami. „Wzory fizyczne” całkowicie zabiły u uczniów zrozumienie zjawisk. Dla lepszych uczniów problemy fizyczne sprowadzają się do wyszukania (w pamięci czy „karcie wzorów”) takiego, w którym występują odpowiednie symbole. Na nauczenie rozumienia zjawisk nie wystarcza czasu.

Zupełnym niepowodzeniem okazało się uczenie (i to już w gimnazjum) mechaniki z użyciem rachunku wektorowego. O ile proste dodawanie sił mieści się jeszcze w głowach uczniów, to wektorowe definicje prędkości czy też przyspieszenia są na tym etapie zbyt trudne. Konieczne uproszczenia prowadzą zaś do niekonsekwencji. Dlatego sugeruje się zrezygnowanie z prób uczenia rachunku wektorowego. W gimnazjum zupełnie wystarczy prosta informacja, że niektóre wielkości (prędkość, siła itd.) oprócz wartości mają kierunek.

„Odmatematyzowanie” nauczania to jedyna szansa na to, by uczniowie wyjaśniali otaczającą przyrodę, wykorzystując zasady i prawa fizyczne. Nieprzekonujące są argumenty, że w projektowanym programie matematyki zawarte są odpowiednie narzędzia. W obecnie obowiązującym programie *matematyki*

też występują różne pojęcia i metody, ale nie wynika z tego, że uczniowie potrafią sprawnie posługiwać się odpowiednimi narzędziami matematycznymi. Byłoby lepiej, gdyby uczniowie dobrze rozumieli zjawiska fizyczne na poziomie jakościowym, niż żeby twórcy programów, egzaminatorzy i nauczyciele ludzili się, że uczniowie umieją ze zrozumieniem stosować do nich opis matematyczny.

Trzeba podkreślić, że podstawa przewiduje też miejsce na *fizykę* w głębszym ujęciu ilościowym. Jest na to miejsce w drugiej i trzeciej klasie liceum, w programie rozszerzonym. Dotyczy to jednak tych uczniów, którzy wybiorą ten przedmiot i będą w stanie zrozumieć język matematyczny.

5. Rola doświadczeń w nauczaniu *fizyki*

Fizyka jest nauką doświadczalną. Uczenie *fizyki* „na sucho”, bez przeprowadzania doświadczeń jest ułomne. Tylko przeprowadzone doświadczenia, najlepiej samodzielnie wykonane przez uczniów, prowadzi do właściwego i głębokiego rozumienia procesów i praw fizycznych. Nie może być ono zastąpione przez uczenie matematycznego opisu praw fizycznych. Dlatego pokazy oraz samodzielne wykonywanie doświadczeń są absolutnie koniecznym elementem wykształcenia przyrodniczego

W dotychczasowych zestawach zadań maturalnych i na egzaminach po gimnazjum nie było zadań czysto doświadczalnych, choć zdarzały się zadania polegające na analizie danych, pochodzących z prawdziwego lub wymyślnego doświadczenia. Zależy nam na tym, by w trakcie przyszłych egzaminów zwiększyć liczbę zadań uwzględniających metody badawcze. Aby to jednak było możliwe, *fizyka* z powrotem musi się stać przedmiotem eksperymentalnym.

Badania wykazują, że znaczna część populacji uczniów kończy edukację, nie widząc nigdy na oczy żadnego doświadczenia. Według nauczycieli dwie główne przyczyny tego stanu rzeczy to brak czasu spowodowany przeładowaniem materiału oraz źle wyposażone pracownie. Dlatego obecna podstawa zmniejsza liczbę koniecznych do nauczenia umiejętności, wprowadzając w zamian wymóg wykonania jak największej liczby doświadczeń i pokazów z listą obowiązkowego minimum w tym zakresie. Drugą przyczyną kłopotów w dużej mierze zanikła dziś na skutek rozwoju techniki. Dawniej rzeczywiście trudno było zakupić niezbędne elementy. Obecnie sytuacja jest zupełnie inna – wprawdzie gotowe zestawy doświadczalne nadal bywają bardzo drogie, ale bardzo łatwo i tanio można zaopatrzyć się w niezbędne elementy w różnych sklepach. Na przykład elementy potrzebne do doświadczeń z „elektryczności” są bardzo tanie: opornik 100 omów – około 1 gr, dioda, kondensator, żarówka itp. – poniżej 1 zł, miernik uniwersalny (woltomierz, amperomierz, omomierz) – poniżej 20 zł. Podobnie tanie są elementy do doświadczeń z optyki: laser (wskaźnik laserowy) – około 10 zł, płyta CD (do wykorzystania jako siatka dyfrakcyjna – poniżej 1 zł), itp. Większość tanich

uniwersalnych mierników wyposażona jest w wygodny i bezpieczny czujnik temperatury, a rolę kalorymetrów z powodzeniem mogą pełnić tanie styropianowe naczynia. Drogie wagi szalkowe łatwo zastąpić tanimi elektronicznymi wagami kuchennymi (nawet 30–40 zł za wagę ważącą z dokładnością do 1 g). Nieco droższe są elementy do doświadczeń z mechaniki, ale i tu ceny nie są wygórowane. Pracownie szkolną można łatwo i niedrogo wyposażać w takie i podobne elementy.

Niezwykle istotne jest również takie poprowadzenie prac doświadczalnych w szkole, aby nie były one jedynie próbą udowodnienia słuszności wprowadzonych uprzednio teoretycznie zależności. Na realne wyniki pomiarów wpływają często różne czynniki zaciemniające obraz doświadczenia. Próby „naciągania” wyników tak, aby za wszelką cenę wykazać słuszność teorii odnoszą odwrotny od zamierzonego skutek, a dyskusja „nieudanego” eksperymentu jest często bardziej pouczająca od gładko przebiegającego pokazu.

Trzeba też uświadomić sobie, iż dziś wielu skądinąd znakomitych nauczycieli *fizyki* na skutek braku systematycznego treningu nie ma koniecznej wprawy umożliwiającej swobodne prowadzenie lekcji doświadczalnych. Nauczyciele ci oczekują pomocy w postaci wskazówek, dokładnych opisów i przykładów, jak sobie radzić z powyższym problemem. Pewną nadzieją napawa fakt, iż większość wydawnictw edukacyjnych już jakiś czas temu dostrzegła problem i w miarę możliwości stara się nieść w tym zakresie szeroką pomoc „swoim” nauczycielom.