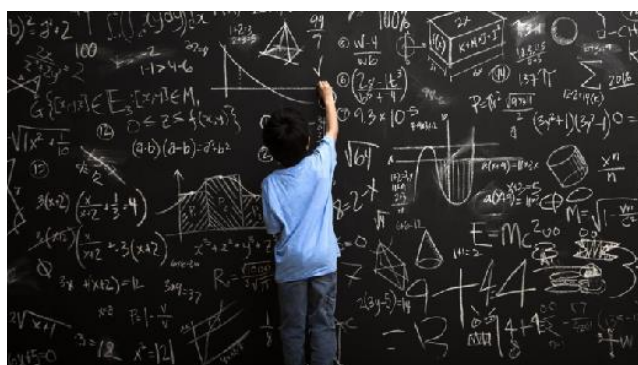




Opinia o Projekcie Podstawy Programowej z Fizyki dla liceum ogólnokształcącego i technikum (zakres podstawowy)

Łukasz A. Turski¹



Każda teoria w naukach przyrodniczych musi mieć podstawy eksperymentalne; w szczególności fizyka jest pochodną doświadczeń
Samuel C. Ting. Nagroda Nobla z fizyki 1976 r.

Uwagi ogólne

Opublikowany 28 kwietnia 2017 na stronach Internetowych Ministerstwa Edukacji Narodowej Projekt Podstawy Programowej z Fizyki zawiera Podstawę programową dla liceum i technikum w wersji podstawowej i rozszerzonej oraz dla nowego typu szkół technicznych tworzonych w ramach strukturalnej reformy szkół powszechnych. Projekt ten jest kontynuacją zaproponowanej i zatwierdzonej w końcu 2016 r. Podstawy programowej dla szkół podstawowych.

W sformułowanej przeze mnie i upublicznionej w dniu 3 grudnia 2016 opinii o Podstawie Programowej z Fizyki dla klas IV–VIII pisałem:

Podczas przygotowywania niniejszej opinii nie były znane – brak publikacji – projekty Podstawy programowej dla fizyki w szkołach ponadpodstawowych. Niemożliwym było więc odniesienie się do konsekwencji opiniowanych podstaw dla całego procesu kształcenia.

¹ Prof. dr hab. Łukasz A. Turski. Laureat Nagrody im. H. Steinhausa, Złotego Medalu Europejskiego Towarzystwa Fizycznego, Wyróżnienia im. M. Grabskiego Fundacji na Rzecz Nauki Polskiej.

Przygotowując opinię o projekcie Podstawy programowej dla szkół ponadpodstawowych można, a nawet trzeba, skorzystać z zatwierdzonych projektów dla szkół podstawowych i wpływających z tego wniosków.

Podstawy programowe z fizyki dla szkół podstawowych spotkały się z surową merytoryczną krytyką. Wskazane w recenzjach liczne błędy merytoryczne, a także i przede wszystkim:

- archaiczność zakresu nauczania fizyki,
 - brak jakiegokolwiek nawiązania do współczesnych zastosowań fizyki,
 - brak powiązania nauczania fizyki z doświadczeniem dnia codziennego,
- nie tylko nie zostały uwzględnione w ostatecznej wersji zatwierdzonej przez MEN Podstawy programowej dla szkół podstawowych, ale, co stwierdzam z ubolewaniem, zostały w dużej mierze powtórzone w obecnym projekcie podstawy nauczania fizyki dla szkół ponadpodstawowych.

Niniejsza opinia dotyczy Podstawy programowej w zakresie podstawowym (dalej zwanej Podstawą) dla liceum i technikum w zreformowanej szkole. Uważam za stosowne przygotowanie najpierw oceny właśnie tego dokumentu, ponieważ zdecydowana większość uczniów liceum nie będzie, szczególnie po „doświadczeniu” z fizyką w szkole podstawowej, wybierać w szkole ponadpodstawowej zakresu rozszerzonego tego przedmiotu.

Opiniowana Podstawa powstała jako spiralne rozszerzenie – powtórzenie materiału zawartego w Podstawie dla klas VII–VIII szkoły podstawowej. Według zawartego we wstępie do Podstawy uzasadnienia nauczania fizyki w szkole, jest rola fizyki w życiu codziennym. Niestety, uczeń, który całą swoją wiedzę o fizyce czerpałby ze szkoły podstawowej i ze zrealizowanej Podstawy programowej dla liceum, nie miałby elementarnej wiedzy o większości zjawisk fizycznych, nie tylko w otaczającej nas przyrodzie, ale też nie wiedziałby, nawet w zarysie, jak działają urządzenia, którymi posługuje się na co dzień. Nie zostałby też wyposażony w podstawowe narzędzia pojęciowe potrzebne do tego, by nie czuć się zagubionym we współczesnym mu świecie przechodzącym największą w dziejach cywilizacji rewolucję technologiczną, zmieniającą większość przyjętych reguł życia społecznego.

Podstawa ma być wdrażana w życie wraz z tworzeniem „nowego” liceum i technikum. Absolwenci tych szkół wejdą w dorosłe życie za kilka lat bez znajomości podstawowej wiedzy o tym:

- jak działa tranzystor, (a więc także jak działa większość elektronicznych urządzeń XXI wieku),
- na jakiej zasadzie i jak działają ultrasonografy (niemal każdy był już badany takim urządzeniem),
- jak działa lampa rentgenowska,
- co to jest tomografia komputerowa,
- co to są medyczne urządzenia rezonansu magnetycznego,

- jak działa akcelerator (tym samym jak działają noże protonowe już dziś powszechnie stosowane, a zapewne będące podstawowym narzędziem chirurgów, gdy wykształceni przy pomocy obecnej Podstawy uczniowie wejdą w dorosłe życie),
- jak działa powszechnie już dziś stosowany GPS,
- jak działa radar, (absolwenci liceum dzisiaj wprowadzanego będą zapewne pierwszymi pokoleniami korzystającymi z autonomicznych pojazdów), a także kuchenka mikrofalowa i, aby skończyć tę wyliczankę pominiętych w Podstawie tematów, czym różni się lot samolotu od lotu np. balonu.

Wymienione powyżej pominięcia tematyczne wynikają z prostego faktu. Podstawa programowa dla liceum jest to kurs podstaw fizyki z połowy XIX wieku, do którego dopisano, bez większego sensu i w niewłaściwych miejscach, hasła wybrane na chybił trafił z indeksu dość starej encyklopedii fizyki. Szczegółowe uzasadnienie tego faktu zawarte jest w następnym rozdziale.

Podobnie jak uprzednie Podstawy programowe (dla szkół podstawowych) obecne są wzajemnie rozłączne, tj. Podstawa z fizyki nie ma merytorycznego związku z Podstawą z matematyki. Autorzy Podstawy z matematyki, w jej części opisowej zwracają uwagę na konieczność wykorzystywania matematyki w nauczaniu innych przedmiotów. Podają przykład skali „natężenia” trzęsień Ziemi jako wykorzystania wiedzy o logarytmach. Jest to słuszna uwaga. Wielka szkoda, że w Podstawie brak jest pojęcia decybel. Każdy z licealistów XXI wieku słucha muzyki i byłoby celowym, by znał to pojęcie. Uniknęlibyśmy wtedy kosztów leczenia uszkodzeń słuchu wywołanych używaniem niewłaściwych słuchawek do urządzeń mobilnych.

Podstawa programowa fizyki dla liceum i technikum jest, tak jak Podstawy dla szkół podstawowych, oparta na nauczaniu werbalnym. Uczniowie mają dokonywać jakichś obliczeń (z zadziwiającym zaleceniem dokonywania obliczeń przy pomocy prawa Hubble’a?) i tylko w szczątkowy sposób wspierać, a raczej ilustrować zdobytą wiedzę poprzez nieliczne i w zasadzie trywialne eksperymenty. Takie podejście do nauczania fizyki jest sprzeczne z tym, co wiemy o współczesnym nauczaniu i jest niezgodne z oczekiwaniami młodzieży. Nauczanie fizyki musi być oparte na doświadczeniu i to na doświadczeniu wykonywanym przez ucznia, a nie na pokazie przeprowadzanym, od wielkiego dzwonu, przez nauczyciela. Uczniowie nie tylko powinni dokonywać doświadczeń, ale też sami budować proste przyrządy eksperymentalne.

W szkołach po reformie wprowadzono, czy przynajmniej zamierza się wprowadzić, powszechne nauczanie programowania. Programowanie na poziomie szkoły podstawowej sprowadza się, de facto, do umiejętności posługiwania się prostym, powszechnie dostępnym, oprogramowaniem umożliwiającym napisanie gry lub zabawy. Informatyka to nauka o komunikacji i metodach rozwiązywania problemów przy pomocy dostępnych dziś urządzeń elektronicznych. Podstawa z fizyki poza dopuszczeniem do wykonywania przez uczniów

obliczeń na kalkulatorach (aczkolwiek tablice logarytmiczne i funkcji trygonometrycznych kołatają się też w tekście Podstawy) ignoruje powszechną w XXI wieku dostępność innych urządzeń elektronicznych. Tanie edukacyjne platformy komputerowe umożliwiają dziś zbudowanie w szkole, przez uczniów nawet skomplikowanych urządzeń pomiarowych i ich wykorzystanie w ciekawych eksperymentach, np. z ekologii (pełen koszt urządzenia do pomiaru stężenia pyłu – „smogometru” to około 120zł!).

Ignorowanie wykorzystania tych możliwości technicznych do zaangażowania ucznia w aktywne poznawanie praw przyrody poprzez osobiście wykonywane doświadczenie jest jednym z fundamentalnych błędów Podstawy.

Uwagi szczegółowe

Projekt Podstawy fizyki w liceum ogólnokształcącym i technikum – zakres podstawowy składa się z krótkiego wstępu, paragrafu zatytułowanego *Cele kształcenie – wymagania ogólne* oraz zasadniczej części zatytułowanej *Treści nauczania – wymagania szczegółowe* podzielonej na XI podrozdziałów. Pierwszy z tych podrozdziałów pt. *Wymagania przekrojowe* ma charakter ogólnych zaleceń a pozostałe X podrozdziałów poświęcone jest, za wyjątkiem dwóch ostatnich podrozdziałów, poszczególnym działom fizyki wg klasycznego podziału stosowanego jeszcze w podręcznikach z XIX wieku.

Ta struktura Podstawy jest idealnym przykładem konstrukcji procesu nauczania przedmiotów przyrodniczych skrytykowanego jeszcze na początku XX wieku przez Johna Deweya²:

Uczniowie rozpoczynają nauczanie przedmiotów przyrodniczych na podstawie tekstów zorganizowanych tematycznie wg schematu przygotowanego przez specjalistów. Podstawowe pojęcia wraz z ich definicjami wprowadzane są na samym początku podobnie jak prawa z, co najwyżej, kilkoma wskazówkami w jaki sposób zostały one odkryte. Uczniowie poznają „naukę” zamiast poznawać naukowy sposób analizowania znanych im z codziennego doświadczenia faktów.

Sformułowane w Podstawie ogólne cele kształcenia są werbalne i zastanawia fakt pominięcia w nich podstawowego powodu nauczania fizyki: zrozumienia otaczającej nas rzeczywistości przyrodniczej.

Podrozdział I – *Wymagania przekrojowe*: zawiera 18 podpunktów, których kolejność jest całkowicie dowolna. W tym paragrafie punkt 3 odnosi się do

² **J. Dewey. Education and Democracy (1916).** *Pupils begin their study of science with texts in which the subject is organized into topics according to the order of the specialist. Technical concepts, with their definitions, are introduced at the outset. Laws are introduced at a very early stage, with at best few indications of the way in which they were arrived at. The pupils learn „science” instead of learning the scientific way of treating the familiar material of ordinary experience.*

wykorzystania kalkulatora, a nie do wykorzystania narzędzi programowania i/lub posługiwania się komputerem (do np. nie tylko opracowania wyników doświadczeń ale i do ich przygotowania i przeprowadzenia). Punkt 5 jest wyjątkowo niezręcznie sformułowany, punkt 7 formułuje wymaganie od ucznia przeprowadzania obserwacji itp. Pozostaje on całkowicie niewykorzystany – martwy w następnych fragmentach Podstawy. Dopiero 8 punkt to wymaganie przestrzegania zasad bezpieczeństwa podczas wykonywania obserwacji etc. W punkcie 11 niewłaściwie używane jest pojęcie niepewności zamiast błędu pomiarowego. Nie wiadomo, dlaczego punkt ten jest oddzielony od następnych punktów dotyczących analizy danych doświadczalnych (zresztą pozostający w dysonansie od zawartych w programie matematyki metod analizy statystycznej błędów) punktem 12 dotyczącym lektury tekstów popularnonaukowych. Zawarta w punkcie 16 dyspozycja rozpoznawania proporcjonalności prostej na podstawie wykresu jest, najłagodniej mówiąc, czasami niewykonalna.

Podrozdział II zatytułowany *Mechanika* zawiera 13 punktów, z których ostatni dotyczy doświadczeń z mechaniki jakie powinien wykonać uczeń liceum lub technikum. Są to trzy wyjątkowo banalne doświadczenia, np. b) to doświadczenie z wagą szalkową!. Wszystkie pozostałe 12 punktów to dokładnie ilustracja cytowanego powyżej stwierdzenia Dewaya. Dodatkowo są one przemieszane niezgodnie z logiką. Np. Punkt 10 o rozróżnianiu układów inercjalnych i nie inercjalnych powinien być umieszczony tuż po punkcie 1 o opisie ruchu w różnych układach odniesienia. Ruch po okręgu (punkt 5 i 9) wymaga zrozumienia tego, czym są układy nieinercjalne. Nie wiadomo, dlaczego z wszystkich maszyn prostych autorzy Podstawy wybrali tylko dźwignię (punkt 12). Graficzne dodawanie sił (punkt 6) jest niespójne z programem z matematyki, w którym zawarte są elementy geometrii analitycznej.

Podrozdział III zatytułowany *Grawitacja i elementy astronomii* to 11 punktów, z których 11 zawiera ponownie propozycje zaledwie 3 doświadczeń. Pierwsze z nich a) jest zadziwiająco prymitywne w 2017 r., a przecież Podstawa będzie obowiązywać przez wiele lat! Poza tym doświadczenia a) i c) praktycznie się nie różnią. Punkt 1 sugeruje różnicę pojęciową pomiędzy prawem powszechnego ciężenia a oddziaływaniem grawitacyjnym. W punkcie 9, który ma jakby wprowadzić do Podstawy elementy współczesnej kosmologii, znajdujemy wspomniane już „stosowanie do obliczeń prawa Hubble’a”. Ta część Podstawy powinna zawierać wstępne wiadomości na temat powszechnie stosowanego urządzenia GPS i jakieś wiadomości na temat budowy układu planetarnego, lotów kosmicznych, sztucznych satelitów etc. W punkcie 7 w jednym zdaniu odniesiono się do stanu nieważkości i stanu przeciążenia(?!). Podobnie jak w Podstawie dla szkół podstawowych pominięto w Podstawie nazwisko Mikołaja Kopernika.

Podrozdział IV to *Elektrostatyka*. Zaproponowany tu zestaw doświadczeń jest bardzo ubogi (dwa doświadczenia). Pominięto wprowadzenie jednostek

ładunku elektrycznego. Następny podrozdział poświęcony *Prądowi elektrycznemu* rozpoczyna się wszelako od wprowadzenia niezbędnych jednostek np. natężenia prądu. Podrozdział V to całkowite pomieszanie wprowadzanych pojęć. Jak uczniowie mają odróżnić metale od półprzewodników (punkt 3) skoro w Podstawie nie ma słowa o strukturze elektronowej ciał. Podobnie trudno jest zrozumieć sens punktów 8 i 9 dotyczących diody półprzewodnikowej oraz „trzech elektrod” w tranzystorze. Także w dalszej części Podstawy nie znajdujemy informacji na temat zasad działania urządzeń współczesnej elektroniki. Licealista, po podstawowym kursie fizyki, w XXI wieku, nie powinien, zdaniem autorów Podstawy, wiedzieć jak działa układ scalony, pamięć magnetyczna czy półprzewodnikowa. Pendrive lub karta SD, na której gromadzi on swoje zasoby utworów muzycznych i zdjęć ma pozostać urządzeniem tajemnym. Punkt 10 poświęcony jest „omówieniu zjawiska nadprzewodnictwa”. Jest to niewykonalne z wielu powodów, choćby z tego, że w Podstawie nie zostało (nigdzie, nawet w podrozdziale VI *Magnetyzm*), wprowadzone pojęcie strumienia pola indukcji magnetycznej niezbędne do wyjaśnienia zjawiska nadprzewodnictwa. Ograniczenie się do określenia nadprzewodnika jako „przewodnika o znikającym oporze elektrycznym” jest bowiem błędem. Dlaczego punkt 4 nie mówi prosto o zastosowaniu prawa Ohma i o oporze elektrycznym i jego jednostkach? Dlaczego pominięto elementy nauki o obwodach elektrycznych i naukę o prądzie zmiennym. W Podstawie nie ma słowa o akumulatorach, bateriach, etc. Oba podrozdziały V i VI to nauka o zjawiskach elektromagnetycznych z czasów przed Maxwellem, czyli z pierwszej połowy XIX wieku. Elektryczność i magnetyzm w Podstawie, to dwa rozłączne pojęcia. W Podstawie nie znaleziono miejsca na wprowadzenie fal elektromagnetycznych, uczniowie nie poznają sposobów generowania i odbioru tych fal, jak działają odbiorniki radiowe, jak działa telefonia komórkowa! W Podstawie brak jest elementów szczególnej teorii względności (w 112 lat po jej sformułowaniu!). Dlatego nauka o świetle, zawarta w podrozdziale IX jest oderwana od rzeczywistości.

Podrozdział VIII jest poświęcony *Sprężystości i drganiom*. W Podstawie założono, że licealistom i uczniom technikum wystarczy znajomość pojęć energii kinetycznej i potencjalnej wyniesiona z szkoły podstawowej, dlatego zapewne nie ma w rozdziale o sprężystości nic o powszechnie stosowanym materiale „sprężystym” jakim jest zwykła guma, a którego własności sprężyste stanowią doskonały przykład umożliwiający pokazanie związku zasady zachowania energii z przekazami energii w formie pracy mechanicznej i ciepła, o którym mowa w punkcie 2 podrozdziału VIII. Brak tu elementarnego wprowadzenia zjawiska fal tłumionych. Uczeń nie dowiaduje się o różnicy pomiędzy falami w np. wodzie a w metalu, od czego zależy prędkość dźwięku etc.

Podrozdział VIII *Termodynamika* jest w zasadzie pozbawiony jakiegokolwiek odniesienia do budowy materii. Jest to „zwijający się” fragment spirali edukacji fizyki w porównaniu z, i tak ubogim, fragmentem zawartym w Pod-

stawie dla szkoły podstawowej. W punkcie 4 tego podrozdziału znajdujemy wymóg odróżniania przez ucznia wrzenia od parowania powierzchniowego(?). Jest zastanawiającym, że ani w szkole podstawowej ani w liceum uczeń nie powinien dowiedzieć się o zjawiskach fizycznych mierzonych przez lekarza aparatem do pomiaru ciśnienia, o rozpuszczalności gazów w cieczach (butelkowane wody „gazowane” są powszechnie dostępne), o zjawisku osmozy etc. Kardynalnym błędem Podstawy jest pominięcie, w tym właśnie rozdziale, elementarnego wprowadzenia II zasady termodynamiki. W obowiązujących w XX wieku podstawach programowych wprowadzono to pojęcie poprzez informację o tym czym jest sprawność silników cieplnych. Dziś jest ono całkowicie zignorowane.

Podrozdział IX *Fale i optyka* rozpoczyna się, w punkcie 1, od opisu ruchu falowego pomijając fakt istnienia podrozdziału VII. Punkt 2 jest bardzo trudny pojęciowo, szczególnie, że uczeń nie zna związku prędkości rozchodzenia się fal z własnościami ośrodka. Nie wiadomo jak uczeń ma opisywać fale świetlne jako fale poprzeczne – punkt 8 – skoro przedtem nie zostało wprowadzone pojęcie fali elektromagnetycznej. Wybór zjawisk optycznych zawarty w punkcie 10 jest przypadkowy. Podobnie jak w pozostałych podrozdziałach Podstawy dobór doświadczeń z optyki, punkt 11, jest nie tylko zbyt skromny ale też przypadkowy. Zdziwiająca jest, że Podstawa nie zawiera odniesienia do nauki o kolorach. Dzieje się to w czasie, gdy każdy niemal uczeń robi fotografie przy pomocy smartfonu lub cyfrowego aparatu fotograficznego i może skorzystać ze stanowiącego integralną część urządzenia programu poprawiania jakości fotografii. Korzystający z komputera ze współczesnym wyświetlaczem powinien umieć skorzystać z dostosowywania parametrów wyświetlacza do swego wzroku. Takie proste doświadczenie i analiza instrukcji odpowiedniego oprogramowania (nauka o programowaniu!) jest idealnym wprowadzeniem do omawianego w Podrozdziale X w punkcie 1 promieniowania termicznego ciał. Brak wprowadzenia podstaw nauki o falach elektromagnetycznych powoduje, że uczniowie nie poznają widma tego promieniowania. Umieszczone na opakowaniach środków kosmetycznych oznaczenia UV A, B, pozostaną dla licealistów niezrozumiałe.

Podrozdział X *Fizyka atomowa* bazuje na Podstawie ze szkoły podstawowej i jest kolejnym przykładem zacieśniającej się spirali edukacji. Uczeń ma korzystać nadal z błędnego pojęcia atomu. Nie dowiaduje się nic o współczesnych osiągnięciach fizyki atomowej, nie dowiaduje się, choćby tylko, że istnieje coś takiego jak zegar atomowy (kolejny raz Podstawa ignoruje istnienie GPSu) Punkt 6 jest integralną częścią punktu 2.

Ostatni podrozdział Podstawy to *Fizyka jądrowa*. Ten podrozdział jest ukłonem w stronę tzw. nowej fizyki, tj tej mającej już przeszło 100 lat. Podobnie jak cała Podstawa jest to całkowicie werbalny wykład kilku pojęć z fizyki jądrowej pomieszany z tym, czego nie nauczono wcześniej. Na przykład punkt 7 o rów-

noważności masy i energii byłby całkowicie niepotrzebny, gdyby uprzednio prawidłowo wprowadzono elementy szczególnej teorii względności, znacznie ważniejsze w ogólnym wykształceniu ucznia liceum w pierwszym ćwierćwieczu XXI wieku, niż wiele innych elementów edukacji. Zadziwia, że w tym rozdziale pominięto wprowadzenie najbardziej nawet podstawowych jednostek fizycznych, którymi posługujemy się w opisie zjawisk promieniotwórczych. To uniemożliwia zrozumienie zjawisk naturalnej promieniotwórczości, oceniania zagrożeń radiacyjnych etc. Punkt 8 staje się więc całkowicie oderwanym od rzeczywistości. W podrozdziale tym uczeń nie jest nawet informowany o istnieniu cząstek elementarnych (innych niż nukleony i elektrony), nie wie po co świat wydaje pieniądze na budowę urządzeń takich jak LHC. Tak jak w podrozdziale III nie dowiaduje się nic o współczesnym badaniu kosmosu. Dla absolwenta liceum i technikum w pierwszej połowie XXI wieku wiedza o czarnych dziurach, supernowych, ba nawet o budowie słońca, pozostać ma na poziomie lat 30. ubiegłego wieku.

Podsumowanie

Omówiona powyżej Podstawa programowa z fizyki dla liceum i technikum – zakres Podstawy jest:

- całkowicie nieudany projekt nieodzwoierciadlającym nie tylko współczesnego stanu wiedzy fizycznej (w zarysie), ale też pozostającym w sprzeczności z podstawowymi zasadami nauczania przedmiotów przyrodniczych,
- chaotyczna, pełna błędów merytorycznych i nieprzemyślanych sformułowań prowadzących ucznia na manowce zrozumienia jednego z podstawowych przedmiotów nauczania,
- stawiająca nauczyciela, zobowiązanego do realizacji takiej Podstawy, w sytuacji trudnej do zaakceptowania.

Rodzice i opiekunowie uczniów poznających fizykę w ramach proponowanej Podstawy mogą mieć uzasadnione obawy o to, że ich dzieci nie będą właściwie przygotowane do samodzielnego uczestnictwa w procesach cywilizacyjnych drugiego ćwierćwiecza XXI wieku.