

Uwaga – podręcznik?

Jako krystalograf rozpocząłem lekturę podręcznika **Sławomira Brzezowskiego „Fizyka i astronomia”** (zakres rozszerzony) dla klasy 2 liceum ogólnokształcącego (Wydawnictwo Pedagogiczne OPERON, Gdynia 2003; stron 295) od działu poświęconego strukturze materii; w tym dziale zazwyczaj pojawiają się istotne błędy wynikające z nieznamośności współczesnej krystalografii. Moje obawy w pełni potwierdziły się – nadal królują błędne wyobrażenia, niewłaściwe słownictwo i w dodatku okraszone językiem popularnym. „Zachęcony” takim obrazem zająłem do innych rozdziałów podręcznika. Niestety, nie było lepiej!

Proszę samemu sprawdzić, czy i na ile można korzystać z tego podręcznika. Poniżej przedstawiam wybrane grupy uwag wraz z ciekawszymi cytatami. Pełny wykaz zauważonych błędów i niezręczności językowych wraz z ich lokalizacją w tekście mogę przesłać zainteresowanym (petomasz@int.pan.wroc.pl).

1. Wydaje mi się, że w tym podręczniku jest zbyt dużo błędów merytorycznych i nieścisłości jak na jeden podręcznik.

2. Zbyt dużo jest też języka potocznego tam, gdzie są uznane i powszechnie stosowane terminy fachowe. Podręcznik, i to do liceum z programem rozszerzonym, nie powinien być zwykłym zapisem wypowiedzi nauczyciela na lekcjach fizyki. To jest swoista encyklopedia czy poradnik, a więc ma wprowadzać (i stosować!) poprawną terminologię, z którą uczniowie spotkają się na studiach. Gorzej, niewłaściwa terminologia stosowana w liceum może pogorszyć warunki ... zdawania matury (przecież może się okazać, że zadania maturalne będą nieczytelne dla uczniów, bo napisane w „nieznanym” im języku!). Ewentualne uproszczenia, potoczne tłumaczenia czy propozycje nowych terminów mogłyby się znaleźć w przypisach a nie w zasadniczym tekście. Autor wprowadza niepotrzebne zamieszanie terminologiczne. Program autorski to nie rewolucja w nauce i terminologii. Podręcznik ten nie jest też popularną opowieścią o fizyce dla uczniów, którzy kończą swój kontakt z fizyką.

3. Niezręczności językowe i terminologiczne częściowo wynikające chyba z nieporadnego tłumaczenia zwrotów z języka obcego (angielskiego?).

a) mamy: *splývający swoisty wiatr, który możemy obserwować, zbliżając płomień świecy* (skrót myślowy o zależności między wiatrem a zbliżaniem płomienia świecy), *opornik zasilany ze źródła (podłączony do źródła ?), ciąg fal (...)* będący tworem o długości rzędu kilkudziesięciu centymetrów, *gwałtowne ruchy ładunków powodujące emisję promieniowania, ideę skazaną na niepowodzenie przez zasadę zachowania, grzejnicę* (przez analogię do chłodnicy? Powinien być *grzejnik*), *wychylenie wypadkowe fali* (lepiej: *amplituda fali*).

b) Autor wielokrotnie używa terminu *zanurzenie w polu...* w znaczeniu stosowanego w fizyce terminu *umieszczenie w polu*. Mamy więc zanurzone w polu elektrycznym lub magnetycznym: *dipol, dielektryk, cząsteczkę dielektryka, przewodnik, ramkę, pętlę z drutu, atom* czy wreszcie *elektron zanurzony w polu jądra*.

c) Autor wprowadza termin *naciąganie* na oznaczenie polaryzacji lub deformacji. Pisze więc, że *cząsteczki dielektryka ulegają swoistemu naciągnięciu a polaryzowanie atomu można porównywać do naciągania kropli cieczy*. Mamy swoiste *naciągnięcie atomu* lub po prostu *naciągany atom*.

d) Autor nadużywa języka potocznego, co może prowadzić do błędnych zwrotów:

- o falach pisze, że: *rodzą się w atomach, zabierają energię, wypływają z atomu lub go opuszczają, mijają*. Mamy *przelatującą falę elektromagnetyczną* lub *falę przepływającą przez atom*.

- o elektronach pisze: *nadlatujące elektrony (...)* *wybijając elektrony przemieniają atomy w jony*, w innym miejscu mamy *elektron latający po linii krzywej i elektron swobodny, który może zagnieździć się w atomie*. Z wyliczeń wynika, że *elektrony przebywają raczej tam ... a unikają miejsc...* Coś nie tak jest także z wielkością elektronu. Autor pisze, że *elektron jawi się jako punkt* bo zostawia *punktowe ślady na kliszy ??* Mamy też *ślady po uderzeniach poszczególnych elektronów*. A w przypisie podano, że *elektron nie jest większy niż $10^{-17}m$* . To co widać na kliszy?? Jak się mają owe *ślady* do rozmiarów elektronu podanych w przypisie ?? Po co *zbierzemy odpowiednią liczbę punktowych śladów?* A co się „dzieje” z samym elektronem? Mamy tu ciekawe sformułowania: *ruchem elektronów rządzi obiekt matematyczny*. Ale w innym miejscu napisano, że *pojedynczym elektronem rządzi funkcja matematyczna, czy też funkcja falowa decyduje o losach elektronu?!*

- o chmurach elektronowych różnego rodzaju (*garnitur różnych chmur, zestaw chmur dozwolonych*). Autor pisze też, że *falują (...)* fantazyjne kształty chmur elektronowych w atomie wodoru (!). Pojawia się i inny problem - Autor pisze, że często się mówi „domknięta” powłoka lub niedomknięta powłoka chloru. W chemii mówi się jednak inaczej: *zapełniona/niezapełniona* powłoka lub *wypełniona/niewypełniona*. I takiej terminologii należałoby używać choćby dlatego, by zachować spójność języka obu dziedzin wiedzy. Ciekawe, co powiedzieliby chemicy na odrębne zlepki zwane cząsteczkami. Gdzie podziały się oddziaływania międzyatomowe, skoro są to tylko zlepki atomów?
- o dyfrakcji - Autor wprowadza oryginalny termin *interferencji destruktywnej* pisząc m.in., że fale interferują destruktywnie lub nie mogą interferować w pełni destruktywnie ani w pełni konstruktywnie.
- o świetle autor pisze, że *jest obfitym strumieniem pojedynczych pakietów falowych*.
- o promieniowaniu: *promieniowanie (...) może współpracować z kryształem i światło współpracuje z siatką dyfrakcyjną* ?! Powinno być *oddziaływać* ! Zgodnie z opisem w „Słowniku języka polskiego” współpracować mogą ze sobą ludzie lub części mechanizmów.

e) W wielu miejscach Autor używa terminu *wartość bezwzględna wektora* (lub *wektor o wartości bezwzględnej*) wprowadzonego w podręczniku do pierwszej klasy. Niestety, jest to termin błędny i nie pomoże tu odwoływanie się do matematyków (w matematyce też nie używa się „wartości bezwzględnej wektora”). Powinno być *długość wektora* lub *wartość wektora*!! Tylko liczby mają wartość bezwzględną. Jest to zapewne złe tłumaczenie wyrazu *moduł*. Należy konsekwentnie poprawić ten błąd.

f) Autor konsekwentnie stosuje termin *pakiet falowy*. Jest to termin poprawny, choć częściej stosuje się wyrażenie *paczka falowa*. Ale czy nie lepiej mówić i pisać po prostu o *fali* lub *promieniowaniu* zamiast ciągle przypominać o ich genezie i charakterze? Zresztą w jednym miejscu sam autor pisze: *obfitość pakietów falowych* czyli *natężenie promieniowania*. Czy nie wystarczy raz podana definicja: *światło jest obfitym strumieniem pojedynczych pakietów falowych, które rodzą się w atomach*? Dlaczego nie mówi się o *kwantach*?

4. Niestety, mamy też **błędy merytoryczne** zwłaszcza w rozdziale o krytalografii:

a) w opisie zachowania dipola w zewnętrznym polu elektrycznym jest tylko jedna możliwość – ruch w stronę rosnącego pola (*rośnie*)? Ale inaczej obrócony dipol zostanie odepchnięty, czyli poruszać się będzie w kierunku *malejącego* pola (por. A.K. Wróblewski, J.A. Zakrzewski – Wstęp do fizyki, tom 2, cz. 2, str. 108)

b) Autor podaje w tekście i na rysunkach błędną wartość kąta między wiązaniami O-H w cząsteczce wody – powinno być około 105 stopni a nie 130 stopni!! Dobrze chociaż, że na chemii uczniowie dowiedzą się poprawnej wielkości. Co ciekawe, na obu rysunkach kąt jest narysowany ... poprawnie.

c) definicja siatki dyfrakcyjnej jest niewłaściwa (ważna jest gęstość prążków)

d) błędne jest nachylenie krzywej między wodą a lodem (patrz poprawny rys. 10.6 w ćwiczeniach Falandysza!); brak kropki oznaczającej punkt krytyczny.

e) w podręczniku Brzezowskiego nastąpiło pomieszanie pojęć rentgenowskiego **promieniowania ciągłego**, czyli promieniowania hamowania tworzonego w wyniku hamowania elektronów na anodzie lampy rentgenowskiej, i **promieniowania charakterystycznego** powstającego przy przeskoku elektronów z wyższych poziomów energetycznych wzbudzonych atomów (ale nie jonów) materiału anody do głębiej położonych poziomów energetycznych. Tymczasem w podręczniku mamy błędny akapit i do tego napisany „ciekawym” językiem: *nadlatujące elektrony będą zderzały się z elektronami atomów i wybijały je z nich, przemieniając atomy w jony. Takie gwałtowne ruchy ładunków powodują emisję promieniowania elektromagnetycznego, którego energia jest równa energii straconej przez elektron hamujący w materii. Do wytworzonych jonów mogą też wpadać inne rozpędzone elektrony, sadowiąc się na miejscu tych wyrwanych i pozbywając się nadmiaru energii w postaci pakietów promieniowania o pożądanym długości fali.*

f) klasyczna definicja mówi, że **kryształem** jest ciało stałe o prawidłowo powtarzającym się w trzech wymiarach rozmieszczeniu atomów, jonów lub cząsteczek, czyli o pewnym translacyjnym porządku dalekiego zasięgu. Nie jest to więc *wielościąg o gładkich powierzchniach*, jak pisze Brzezowski. Owszem, są kryształy o pięknych ścianach (jak np. na fotografiach z rys. 10.4), wiele kryształów otrzymywanych z roztworów też ma ciekawe kształty, ale już wszystkie kryształy otrzymywane ze stopów (np. krzem z metody Czochralskiego) przybierają postać gruszki, walca lub pręta. Na pierwszy rzut oka może się więc wydawać, że *kształt kryształu jest słabo związany z wewnętrzną strukturą*. Ale dla minerału to stwierdzenie Brzezowskiego jest błędne. To nie kształt komórki elementarnej wyznacza kształt zewnętrzny kryształu; dlaczego więc *idealny kryształ diamentu miałby kształt sześciangu* ?

g) dołączanie kolejnych atomów następuje z zachowaniem wszelkich rygorów porządku przestrzennego, które obowiązują przy tworzeniu pojedynczej cząsteczki. Przecież inaczej tworzy się cząsteczka, a inaczej kryształ. Poza tym nie każdy kryształ rośnie z pojedynczych atomów, są takie rosnące z cząsteczek, a więc prawa (rygory?) są inne! Kolejny błąd jest w stwierdzeniu, że struktury rosną przez dołączanie miliardów atomów – te „miliardy” to chyba tylko licentia poetica - dołączanych atomów jest znacznie więcej (miliard to tylko 10^9 a liczba Avogadra to 10^{23} , a więc 14 rzędów większa liczba). Warto też pamiętać, że *kryształami wody nie są płatki śniegu i szronu*. Szron nie ma płatków (ma kształt łusek, igiełek, piór lub wachlarzy).

h) w podpisie do rysunku struktury diamentu zapomniano o atomach w pozycji $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{4}$! Jest to wynik błędnego założenia, że komórka elementarna kryształu musi mieć atomy w narożach. Tak nie jest i dlatego nie wiadomo co zrobić z atomami w innych pozycjach wewnątrz komórki. Uwaga – zbiór zadań Lecha Falandysza też ma poważne błędy z zakresu krystalografii!

i) nazwa *fuleren* odnosi się tylko do cząsteczki węgla w kształcie idealnej kuli (węgiel C_{60}) lub zdeformowanej sfery (cząsteczki o większej liczbie atomów węgla, np. C_{70}). Natomiast cząsteczki fulerenów tworzą kryształy o nazwie *fuleryt* zawierające w komórce elementarnej kilka „kul” fulerenowych. A więc fuleren nie jest *strukturą krystaliczną węgla* (najwyżej – trzecią odmianą alotropową węgla).

5. Można też mieć zastrzeżenia do **pomysłów dydaktycznych i tematycznych**:

- czy pomysł (skąd zaczerpnięty?!) z zatrudnieniem krasnoludków do wyjaśniania zjawisk elektrycznych nie jest zbyt uproszczony i spłycony? *Krasnoludki zamarły..., mają dość wigoru*
- po co opis systemu dziesiętnego i to na ... antylopach?! To jest podręcznik do liceum.
- przykład z nurkiem nie jest najlepszy. Można nawet żartować, że nurek i tak nic nie widzi, bo ... utopił się (tylko topielec leży na dnie). Poza tym rysunki wydają się być mylące – dlaczego na pierwszym nurek nie widzi domku?
- czy rzeczywiście zjawisko zielonego promienia zasługuje aż na trzy strony opisu?!
- po co dawać zły rysunek (7.10) i w podpisie wyjaśniać, jak go należy poprawić?? To Autor nie może przygotować poprawnego rysunku?!
- *Co fałuje? Naprawdę, nie wiadomo.*

Na koniec warto zauważyć czego nie ma w podręczniku. Nie zauważyłem nic o *fotonach* ani o *ugięciu i dyfrakcji*. Są tylko *pakiety falowe* i *interferencja*. A to zbyt mało.

* * *