

POJĘCIA WIELKOŚCI FIZYCZNYCH W KLASIE VI¹

Fizyka w Szkole, str. 164–166, nr 3, 1980

W nauczaniu propedeutycznym fizyki występują wielkości fizyczne. Jak wiadomo są to ważne cechy w świecie. Przytoczymy to, co na temat wielkości fizycznych mówi zasadniczy dokument¹) jakim jest oświadczenie Międzynarodowej Unii Fizyki Czystej i Stosowanej (IUOAO). „Wielkość fizyczna (*physical quantity, physikalische gröÙe, grandeur physique, magnitna lisica*) jak równoważna iloczynowi wartości liczbowej i jej miary”

$$W = \{W\} \cdot [W],$$

gdzie:

{W} – wartość liczbową,

[W] – jednostka wielkości fizycznej, miary.

Z tej definicji wynika operacyjny charakter wielkości fizycznej. Wiadomo bowiem, że wartości liczbową wielkości fizycznej uzyskiwana jest z pomiaru fizycznego. Pomiar może być bezpośredni, za pomocą przyrządu, np. pomiar siły siłomierzem. Odczyt daje nam bezpośrednio np. $F = 20 \text{ N}$. Jeżeli wartość liczbową wielkości otrzymujemy jako wynik działania matematycznego nad wartościami innych wielkości fizycznych, np.

$$\text{gęstość} = \frac{\text{masa ciała}}{\text{objętość}}$$

to mówimy o wielkości fizycznej wyznaczonej pośrednim pomiarem. W takim przypadku jednostki miary tej wielkości otrzymujemy także jako wynik operacji na symbolach (nazwach) jednostek innych wielkości. Wracając do przykładu gęstości

$$[\rho] = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}.$$

Według dokumentu UIP z 1978 r. przy jednostkach miar wielkości nie dajemy kropek (ani nie bierzemy ich w nawiasy) np.:

$$\rho_{\text{Fe}} \approx 7,8 \cdot 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \approx 7,8 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}.$$

Z dotychczasowych rozważań wynika dla nauczyciela następująca dwuczłonowa wskazówka metodyczna:

a) wielkość fizyczna jest mierzalną cechą ciał czy układów ciał;

b) pomiar wielkości fizycznych wymaga wcześniejszego przyjęcia jednostki miary.

Przedstawianie pojęć wielkości fizycznych przez dziecko jest procesem długotrwałym, powolnym, skomplikowanym i wymagającym od nauczyciela wielkiego wkładu pracy. Pośpiech w postępowaniu jest tutaj najbardziej niebezpiecznym i szkodliwym czynnikiem. Po drugie – nie możemy w procesie kształtowania pojęcia opuścić żadnej z trzech faz podstawowych, a mianowicie:

- 1) konkretyzacji,
- 2) schematyzacji,
- 3) formalizacji.

¹ Obowiązujące w roku szkolnym 1979/1980 r. podręczniki:

Fizyka dla klasy VI. Witold Dróždź. WSiP. Wydania: 1979, 1980, 1981, 1982, 1983;

Fizyka dla klasy VII. Henryk Bonecki, Witold Dróždź. WSiP. Wydania: 1977, 1978, 1978 (przyp. red.)

Po trzecie – powyższe fazy muszą następować w takiej właśnie (a nie odwróconej) kolejności: 1), 2), 3).

Nauczanie propedeutycznie (w klasie VI) dopuszcza szeroko tylko dwie fazy, a trzecia występuje w bardzo wąskim zakresie. Jakże często nauczyciele – zwłaszcza młodzi stażem zawodowym – w klasie VI lub VII wprowadzanie pojęcia wielkości fizycznej realizują na 3) poziomie! Jest to niezgodne z wiekiem dziecka, jego możliwościami percepcyjnymi i powoduje, że większość dzieci nie może zrozumieć pojęcia wielkości fizycznej, a te najbardziej pilne i obowiązkowe przyswajają je sobie werbalnie, mechanicznie, „wkuciem” na pamięć.

Tabela I podaje podstawowe wielkości fizyczne występujące w klasie VI obecnego, przejściowego programu. Widać wyraźnie, że siła, masa, praca i energia to pojęcia nie formalizowane na tym poziomie nauczania. Ich matematyzacja nie występuje zupełnie. Nauczyciel, który nie stosuje się do tego zastrzeżenia – przegrywa dydaktycznie. Napiszemy jeszcze więcej. Mimo, że w odniesieniu do pozostałych pojęć wielkości fizycznych istnieje faza 3), to należy zasygnalizować: nie wolno tylko na niej poprzestać i nie wolno jej rozbudowywać! „Nie wolno” oznacza tutaj – ostrzeżenie przed porażką dydaktyczną!

Tabela I

Lp.	Klasa VI	konceptualizacja	schematyzacja	formalizacja
1.	siła	+	+	-
2.	masa ciała	+	+	-
3.	ciężar ciała	+	+	+
4.	ciężar własnego ciała	+	+	+
5.	ciśnienie	+	+	+
6.	ciśnienie hydrostatyczne	+	+	+
7.	parcie hydrostatyczne	+	+	+
8.	praca	+	+	-
9.	energia	+	+	-

Tymczasem praktyka szkolna w klasie VI jest alarmująco niedobra. Najczęściej nauczycie zaczyna od definicyjnego wzoru danego pojęcia wielkości fizycznej i tylko do niego ogranicza się. Klasyczne przykłady to: ciśnienie; ciężar właściwy.

Uczniowie od razu dostają gotowy wzór na tablicy

$$p = \frac{F}{S}, \quad \gamma = \frac{Q}{V}.$$

Definicje tych dwóch wielkości brzmią:

„ciśnieniem nazywamy stosunek parcia (nacisku) do pola powierzchni, ciężarem właściwym nazywamy stosunek ciężaru całkowitego do jego objętości”.

Następnie wprowadza się jednostki tych wielkości fizycznych, a na koniec przykład rachunkowy z zastosowaniem owych wzorów. „Dobry” nauczyciel dorzuci jeszcze jeden, dwa przykłady praktyczne zastosowań technicznych. Tymczasem trzeba kategorycznie stwierdzić, że takie wprowadzanie i kształtowanie pojęć wielkości fizycznych w nauczaniu propedeutycznym jest niezgodne z rozwojem umysłowym dziecka i jego możliwościami percepcyjnymi w tym wieku. Liczne badania pedagogiczne, np. prof. L.Usovej w ZSRR, E.Rogera w W. Brytanii, J.Fenclovej z CSSR, zespołu pod moim kierunkiem w kraju – pokazują niezbicie, że wyniki nauczania fizyki w wieku 12–13 lat są silnie skorelowane ujemnie z procesem matematyzacji pojęć wielkości fizycznych. To nie jest tak jak to pośpiesznie mówi się – że większość dzieci jest ociężała umysłowo, lecz większość dzieci musi dostatecznie długo przebywać na poziomie konceptualizacji i konkretyzacji, by operacyjnie zrozumieć dane po-

jęcie wielkości fizycznej. Nauczyciel, który za szybko przechodzi do matematyzacji, automatycznie przesądza o tym, że dziecko już nigdy po tym, w dalszej nauce fizyki, prawidłowo nie zrozumie pojęcia, nigdy go nie osadzi w wyobraźni, nie zwiąże z rzeczywistymi cechami rzeczywistych ciał.

Wracając więc do pojęcia ciężaru właściwego, punktem wyjścia na lekcji w klasie VI muszą być obserwacje bezpośrednie faktu, że jednostkowe objętości różnych substancji mają różne ciężary (w tych samych warunkach zewnętrznych). Mogą to być, np. kostki 1 cm^3 różnych ciał (drewno, glin, żelazo, szkło, miedź) wyjęte ze znanego kompletu „Cezas”. Uczniowie wyznaczają ich ciężary na wadze laboratoryjnej na dłoni porównując między sobą. Takie bezpośrednie fizjologiczne ważenia są bardzo potrzebne dla 12-latką przy formowaniu abstrakcyjnego pojęcia. Następnie formułujemy problem doświadczalny: „Jak wyznaczyć ciężar 1 cm^3 ciała które trzymam w ręku”? Trzymamy prostopadłościan aluminiowy. Problem ten doprowadza uczniów do przekonania ogólnego, że aby wyznaczyć ciężar jednostkowej objętości trzeba znać całkowity ciężar i całkowitą objętość ciała. Operacja dzielenia wartości tych dwóch wielkości jest oczywista nawet dla najslabszych uczniów. Uczniowie pracują eksperymentalnie: ważą ciało i mierzą jego wymiary. Później – obliczają. Jeśli mamy czas, komplikujemy problem przez objętość nieforemną (wyznaczanie objętości za pomocą menzurki).

W toku pracy zwróciliśmy uwagę uczniów na to, że wyniki obliczeń mają jednostki:

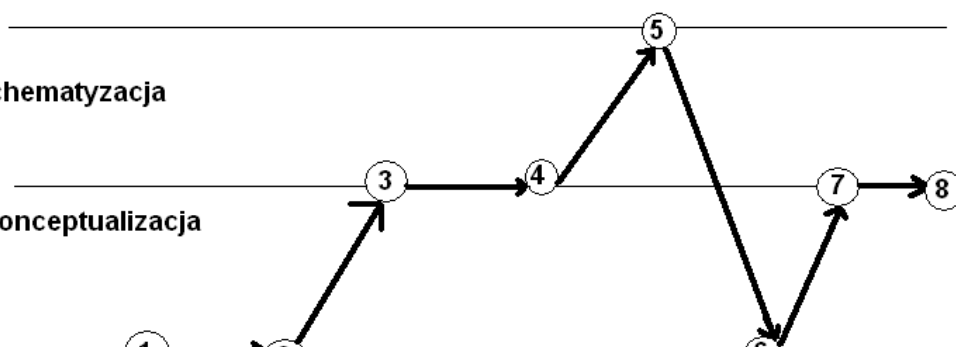
$$\frac{\text{kG}}{\text{cm}^3}; \quad \frac{\text{G}}{\text{cm}^3}; \quad \frac{\text{N}}{\text{cm}^3}.$$

Jeżeli spostrzeżemy, że uczniowie mają trudności ze zrozumieniem naszych rozważań, należy sięgnąć do analogii, z życia praktycznego, np. podział zarobków na liczbę robotników w grupie (zarobek jednego robotnika), rozdział towaru na grupę sklepów (ilość towaru w jednym sklepie) itd. Nazwa „ciężar właściwy ciała” przychodzi na samym końcu lekcji, również formuła $\gamma = \frac{Q}{V}$ oraz jednostka miary tej wielkości fizycznej. Identyczny scenariusz postępowania nauczyciela można napisać dla tematów: ciśnienie, ciśnienie hydrostatyczne lub wypór hydrostatyczny. Ogólny schemat tego scenariusza pokazuje rys. 1.

formalizacja

schematyzacja

konceptualizacja



- 1, 2 – obserwacja, pomiar, czynności manualne
- 3, 4 – operacje symboliczne, relacje między wielkościami fizycznymi, obliczenia, jednostki miar
- 5 – wzór definicyjny
- 6 – konkretyzacja, zastosowanie
- 7, 8 – nazwa (termin)

Rys.1

Ostatnią kwestią przy problemie wprowadzania pojęcia wielkości fizycznej jest sprawa utrwalenia, pogłębiania rozumienia tego pojęcia. Jest faktem sprawdzonym w badaniach pedagogicznych, że w nauczaniu propedeutycznym na jednej lekcji nie można wprowadzać dwóch lub trzech pojęć wielkości fizycznych. Następnie – wymagany jest etap utrwalenia, asymilacji pojęcia. Stąd w odniesieniu do rozważanych pojęć trzeba stosować zasadę 1–2 godzinowego przerobienia zadań i problemów związanych danym pojęciem. Muszą to być przede wszystkim zadania typu jakościowego, logicznego, a nie wyłącznie – jak to stwierdza się w praktyce szkolnej – rachunkowe z zastosowaniem wzorów definicyjnych. W odniesieniu do przykładowego pojęcia (ciężar właściwy) dobrymi zadaniami są 2, 3 ze str. 80 obowiązującego podręcznika z klasy VI. No i na koniec nauczyciel musi pamiętać o tym, czy w starszych klasach uczeń będzie wracał do wprowadzonego pojęcia i w jakim zakresie.

Jak wiadomo, w szkole średniej dołączy się pojęcie masy właściwej (gęstości), a także wyższy poziom matematyzacji, np.

$$\rho_{\text{sr}} = \frac{\Delta m}{\Delta V} \quad \text{lub} \quad \rho = \lim_{\Delta V \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta V},$$

uogólnione pojęcie gęstości powierzchniowej (czy liniowej). Ogólna struktura myślowa jest jednak zakładana po raz pierwszy w klasie VI i będzie ona funkcjonowała we wszystkich przyszłych sytuacjach poznawczych, dlatego tak istotnym jest to, by proces formowania pojęć wielkości fizycznych był zgodny z ogólnymi prawidłowościami percepcji dzieci w wieku 12–13 lat.

LITERATURA

- [1] M. Sawicki: *Masa a ciężar*. „Klasy Łączone” 3/1971.
- [2] M. Sawicki: *Kształtowanie pojęć z fizyki*. „Klasy Łączone” 5/1972.
- [3] *Zasady i metody nauczania fizyki. Kurs podstawowy*, (red. M. Sawicki). WSiP, Warszawa 1975, str. 134–138.
- [4] *Didaktika fizyki* (red. E. Kaspar). SNP, Praha 1978.
- [5] M. Sawicki: *Wykłady z dydaktyki fizyki*, cz. II. IKN, Warszawa 1978, str. 95–101.