

DYDAKTYKA FIZYKI- „Jak uczyć się fizyki”

Dlaczego fizyka jest taka trudna?

Odpowiedź na to pytanie nie jest prosta, jednak doświadczenie pokazuje, że większość kłopotów związanych z opanowaniem fizyki w szkole wiąże się z niedostatkami w zakresie dwóch najważniejszych elementów:

- rozwojem **wyobraźni** (przede wszystkim wyobraźni przestrzennej)
- swobodą posługiwania się **aparatem matematycznym**
- i, oczywiście, tzw. "brakiem czasu", - czyli niestety, najczęściej **lenistwem**.

Pierwszy element - wyobraźnia jest w dużym stopniu wrodzony, choć można go rozwijać m.in. właśnie poprzez naukę fizyki i matematyki. Drugi też daje się wyćwiczyć - trzeba tylko włożyć weń odpowiednio dużo wysiłku. Z lenistwem... Z lenistwem - no cóż... sprawa jest zazwyczaj poważna.

Bez względu na wymienione wyżej elementy podstawowe istnieje jeszcze czwarty, w wielu przypadkach ogromnie ważny element. Jest nim **umiejętność uczenia się** tego przedmiotu. W szczególności bardzo wiele osób popełnia błędy próbując uczyć się fizyki podobnie jak słówek z angielskiego, czy nazw rzek z geografii. Tymczasem fizyka ma swoją specyfikę i trzeba się jej uczyć inaczej.

W jaki sposób uczyć się fizyki?

Aby pokonać kłopoty związane z uczeniem się fizyki należy zwrócić uwagę na elementy, które nie występują w nauce większości pozostałych przedmiotów. Trzeba zatem:

- **zrezygnować ostatecznie z uczenia się fizyki na pamięć!!!**
poprawić **umiejętności matematyczne** (przekształcanie wzorów, działania na ułamkach, interpretowanie wykresów, trygonometria, analiza funkcji itd...), jeśli są one niewystarczające.
- uświadomić sobie, że fizyki nie da się "uczyć" tak jak wielu innych przedmiotów (czyli np. poprzez zwykłe czytanie, lub słuchanie), fizykę trzeba "rozumiewać". W konsekwencji oznacza to przeniesienie punktu ciężkości nauki z czytania podręczników, na **rozwiązywanie problemów** z pomocą tych podręczników.
- starać się ten przedmiot **polubić** To bardzo ważne, bo nauka bez zaangażowania, "na siłę" jest o wiele mniej efektywna. Tylko będąc autentycznie zaangażowanym mamy szansę na uruchomienie swoich rezerw umysłowych: spostrzegawczości, krytycyzmu, głębszych pokładów inteligencji.
- **wziąć się do roboty!!!**

W czym tkwi specyfika fizyki?

Większość przedmiotów szkolnych jest nauczana poprzez podawanie uczniom określonej ilości **faktów**. Powstała stąd **wiedza** jest następnie porządkowana dzięki czemu uczeń zaczyna rozumieć **związki** między faktami. Jednak fakty stanowią trzon - szkielet nauki. Z fizyką jest odwrotnie - fakty stanowią jakby tło, a kluczem do znajomości przedmiotu jest **zrozumienie struktury** tych faktów. Właściwie

fizyki nie trzeba (nie należy) się uczyć - **fizykę się "zrozumiewa"**.

Z nieznamości tej zasady wynikają podstawowe **błędy** popełniane przy nauce tego przedmiotu:

- **błąd 1** - "wkuwanie" samych formułek na pamięć - bez analizy ich znaczenia.
- **błąd 2** - traktowanie wzorów fizycznych jako "wiedzy" samej w sobie - na zasadzie "umiem wzory" = "umiem fizykę".
- **błąd 3** - rozwiązywanie zadań na zasadzie przypadkowego łączenia ze sobą wzorów - wynika on z tego, że uczniowie nie wiedzą który wzór do czego właściwie służy, lub nie wpadli na pomysł jak je ze sobą połączyć.

Aby uczenie się fizyki miało sens trzeba uświadomić sobie że:

- fizyki uczymy się głównie po to, aby zrozumieć zjawiska otaczającego nas świata.
- uczenie się formułek na pamięć bez odwołania się do wyobraźni nie ma sensu większego niż wkuwanie książki telefonicznej
- uczenie się fizyki powinno polegać przede wszystkim na poznawaniu kolejnych **przykładów** zastosowania jej praw (zadania, problemy do rozwiązania) i **powiązań** jednych praw i faktów z innymi.
- określony temat z fizyki można uznać za opanowany dopiero wtedy, gdy potrafimy **rozwiązać** przynajmniej kilka związanych z nim, nieznanych wcześniej **problemów**, a nie gdy potrafimy wyrecytować związane z nim prawa...

Ogólne zasady uczenia się fizyki

1. Systematyczność.

Można w krótkim czasie nauczyć się dużej ilości danych liczbowych, dat, słówek, nazwisk i terminów, ale nikomu jeszcze się nie udało w pośpiechu zrozumieć porządnie nawet jednej teorii fizycznej.

Systematyczność jest dlatego jeszcze ważna dla nauki fizyki, gdyż olbrzymia część pracy umysłowej fizyka **odbywa się w podświadomości**, w czasie gdy fizyką się bezpośrednio nie zajmujemy. Jednak wcześniej umysł musi zetknąć się z problemami, nad którymi będzie sam pracował.

2. Operatywność

Dlaczego często uczniowie przychodzą na klasówki mając wzory "wykute na blachę", a później nie potrafią rozwiązać najprostszego zadania?

Przyczyna takiego stanu rzeczy jest najczęściej jedna: wzory zostały tylko *zapamiętane*, a więc przyswojone bez znajomości zakresu ich stosowalności, bez głębszego **zrozumienia** znaczenia użytych symboli i często bez **przećwiczenia**. Aby osiągnąć sukces przy uczeniu się fizyki trzeba stosować się do podstawowej zasady dydaktycznej "działać - zrozumieć"

Jak powinno wyglądać prawidłowe rozwiązanie zadania?

Zanim zaczniemy rozwiązywać zadania należałoby najpierw odpowiedzieć sobie na pytanie:

Co to znaczy "rozwiązać zadanie"?

Z pozoru odpowiedź wydaje się być prosta - w każdym zadaniu jest zawarte pytanie do odpowiedzi na nie, problem do rozwiązania i należy na to pytanie odpowiedzieć, problem rozwiązać. Jednak rzeczywistość jest nieco bardziej złożona:

- Po pierwsze - najczęściej (wyjątkiem są testy) należy podać nie tylko odpowiedź na określone pytanie, lecz przedstawić **rozwiązanie**. Oznacza to, że nawet dobra odpowiedź, jeżeli nie jest poparta rozumowaniem do niej prowadzącym, traktowana jest jako zadanie nierozwiązane.
- Po drugie - liczy się jeszcze jakość rozwiązania. Najczęściej lepsze rozwiązanie jest rozwiązaniem:

- a) zawierającym mniejszą ilość błędów, niejasności, nieścisłości, niedopowiedzeń itp.
 - b) dokładniej, bardziej przekonująco, lepiej wytłumaczonym
 - c) bardziej przejrzystym, estetycznym, napisanym lepszym stylem itd.
- Z rzadka rozwiązaniem zadania jest stwierdzenie, że... "zadanie nie ma rozwiązania", lub "dla przedstawionych warunków zadanie nie ma rozwiązania".

Co najczęściej składa się na kompletnie rozwiązane zadanie?

1. Przedstawienie treści zadania - może być w postaci zapisu "dane - szukane" + rysunek i komentarz dotyczący charakteru zjawisk - np. "ruch jest jednostajnie przyspieszony", "mamy do czynienia ze spadkiem swobodnym" itp. Czasami wystarcza sam rysunek, niekiedy dobrze jest wypisać treść zadania. Oczywiście te zasady dotyczą zadań przedstawianych komuś do oceny, gdy rozwiązujemy zadania dla siebie (np. ćwiczymy tylko przekształcanie wzorów), wtedy bez sensu jest zabawa w opisy, które nic do sprawy nie wnoszą.

2. Rysunek pomocniczy jest szczególnie istotny w przypadku zadań dotyczących ruchu, czy zawierających elementy rachunku wektorowego.

3. Przekształcenia wzorów - ich szczegółowość określa nauczyciel; niekiedy część z nich może być robiona w pamięci.

4. Objaśnienia do przekształceń - np. "korzystam z definicji przyspieszenia..." - też tyczy się to zadań przedstawianych do oceny, lub gdy spodziewamy się, że będziemy je analizować w przyszłości..

5. Wzór - wynik końcowy.

6. Rachunek jednostek do wzoru końcowego.

7. Wynik liczbowy (niekiedy nie jest on wymagany)

8. Dyskusja wyniku - istotna szczególnie w przypadku zadań ciekawszych, coś "wyjaśniających".

Niekiedy niektóre z powyższych elementów rozwiązania można pominąć - np. gdy są one proste, standardowe, oczywiste, wielokrotnie omawiane, lub jeżeli nie wymaga ich nauczyciel. W szczególności względy formalne są mało istotne, gdy zadanie rozwiązujemy dla siebie i nikomu nie będziemy go prezentować. Ogólnie, dokładność wyjaśnień zależy od tego **dla kogo** jest to rozwiązanie.

Jeszcze jedna ważna uwaga, czyli o wyprowadzaniu wzoru końcowego w liceum

Wymagania dotyczące zadań są różne w zależności od poziomu nauki. W gimnazjum najczęściej mniejszą wagę przykładają się do przekształcania wzorów. Jednak w liceum wymagania rosną.

W szczególności niektórzy uczniowie pierwszych klas liceum bardzo często uważają za zdecydowane utrudnienie nauki, jeżeli, zamiast bezpośredniego obliczania wartości podstawianych do wzorów, przekształca się same wzory. Obliczenia "na liczbach" uważają oni za prostsze i bardziej naturalne. Warto jest jednak przyzwyczaić do działań na symbolach zamiast na liczbach ponieważ wprowadzony **wzór końcowy**:

- daje lepszą i pełniejszą informację o wyniku (można go zanalizować od strony zachowania się wyniku w różnych, czasami całkiem nowych, sytuacjach).
- łatwiej jest go sprawdzić, przetestować pod względem poprawności merytorycznej, stopnia zastosowanych przybliżeń, granic stosowalności itd.
- daje nam możliwość zrobienia działań na jednostkach, co stanowi jedną z metod sprawdzania jego poprawności
- wyprowadzony dla jednego zadania można bardzo łatwo wykorzystać w innym zadaniu, lub też dla innych danych liczbowych
- na większości egzaminów wstępnych i sprawdzianów wymagana jest umiejętność wyprowadzania wzoru końcowego.
- w większości przypadków, a szczególnie gdy chcemy dostać dokładne wyniki liczbowe, obliczanie najpierw na wzorach jest krótsze, szybsze, łatwiejsze i bardziej "eleganckie" oraz daje mniej okazji do pomyłki, a także lepszą możliwość znalezienia błędu w rozumowaniu.
- rozwiązanie "na wzorach" jest bardziej przejrzyste i zrozumiałe dla sprawdzającego, zaś "przekopywanie się" przez dziesiątki zawiłych obliczeń liczbowych, może wywołać u niego znużenie i irytację co czasami wpływa na ocenę...
- niektóre zadania nie dadzą się w ogóle rozwiązać "na samych liczbach".

A w ogóle: "na wzorach" robi się większość zadań na poziomie szkoły średniej i wyższej, więc warto pozbyć się nawyków świadczących o byciu początkującym fizykiem.. Na koniec wypadałoby powiedzieć, że od prawie każdej zasady istnieją wyjątki, dlatego też **niekiedy nawet trzeba** odstąpić od wyprowadzania wzorów do końca. Odnosi się to szczególnie do przypadku gdy w zadaniu przedstawienie jednego końcowego wzoru wiązałoby się z wielką komplikacją (np. gdy występują równania zawierające wiele funkcji typu: sinus, tangens, logarytm). Niekiedy też, z jakiegoś powodu, sama wartość liczbową jest dla nas bardzo ważna, więc gdy podstawienie liczb sporo uprości nam rachunków, nie warto upierać się przy końcowych wzorach.

Jednak rozwiązanie bez wzoru jest niemal zawsze "słabsze", bo dzięki wzorowi wiemy nie tylko "ile", ale także "dlaczego właśnie tyle".

Porady dotyczące rozwiązywania szkolnych zadań z fizyki.

1. Czytanie zadania

Czytanie zadania z fizyki to nie jest "takie sobie zwykle czytanie". Tutaj obowiązują nieco inne zasady niż w przypadku zajmowania się literaturą piękną. Bardzo często w zadaniach występują słowa, których obecność (lub ich brak) diametralnie zmienia samo zadanie.

Oto przykład takiego zadania:

Ciało przebyło drogę 4 m w ciągu 2s i zatrzymało się. Obliczyć prędkość na tym odcinku.

- to zadanie trzeba **zinterpretować**. Bo pojawia się podstawowe pytanie: jaki był ruch ciała? Odpowiedź wymaga już pewnej znajomości fizyki - skoro ciało "zatrzymało się" - więc nie mógł to być ruch jednostajny (był opóźniony). Gdyby określenia "zatrzymało się" w treści nie było, to rozwiązalibyśmy zadanie dzieląc zwyczajnie drogę przez czas - otrzymalibyśmy 2 m/s. Jednak fakt zatrzymania ciała spowoduje, że ruch ciała był inny - najpierw prędkość wynosiła 4 m/s, potem stopniowo malała, aby w końcu stać się równa zero. Prędkość **średnia** na tym odcinku jest cały czas równa 2m/s. Jednak w przypadku ruchu opóźnionego ciało ma tę prędkość jedynie przez krótki moment, chwilowa wartość prędkości jest zmienna.

Tak więc w trakcie czytania zadania z fizyki staramy się **wyobrazić** sobie opisaną sytuację, przewidujemy pułapki, jaki mogą kryć się w rozwiązaniu, próbujemy **odgadnąć intencję** autora. Zdarza się często, że niektóre zadania zawierają **elementy niedopowiedziane**, takie, których należy się samemu domyśleć i trzeba je doczytać między wierszami.

Ostatecznie, czytanie zadania można uznać za dokonane, jeżeli nie patrząc do treści potrafimy ją "swoimi słowami" jeszcze raz, ze szczegółami, opowiedzieć, wyjaśniając przy okazji elementy niedopowiedziane.

2. Szukanie metod rozwiązania

Jeżeli metoda rozwiązywania zadania nie nasuwa się nam od razu po zapoznaniu się z jego treścią, wtedy należy skupić się na następnym etapie, czyli dokładnej analizie zadania i poszukiwaniu metod rozwiązania. Teraz właśnie trzeba będzie uaktywnić dodatkowe moce naszego umysłu: uruchomić wyobraźnię, przypomnieć sobie podobne problemy omawiane na lekcjach, dyskusjach itp. Gdy to nie pomoże trzeba skorzystać z notatek, ściągawek, literatury. Dodatkową pomocą tutaj mogą być:

1. **rysunki pomocnicze** sporządzane na brudno (metoda graficznego przedstawiania problemów jest bardzo często stosowana w zaawansowanych badaniach naukowych). Czasami nawet pozornie bezsensowny "bazgroł" może nas natchnąć genialną myślą i pomóc w trafieniu na trop rozwiązania.
2. **przyjrzenie się** jeszcze raz wszystkim **wzorom** dotyczącym naszego problemu
3. zastanowienie się nad rozwiązaniem problemu w jakimś **prostszy, ale podobnym przypadku**. Np. zamiast rozwiązywać skomplikowany problem ruchu w dwóch wymiarach zastanów się jak wyglądałoby prostsze rozwiązanie dla podobnego ruchu w jednym wymiarze
4. zastanowienie się nad postacią **końcową** rozwiązania. Przewidywanie, jakie wielkości

- ☐ główna kreska ułamkowa zawsze powinna być zawsze na poziomie znaku "równa się"
- ☐ to co stoi przed i za ułamkiem, ma swoje miejsce na poziomie głównej kreski ułamkowej
- ☐ dokładnie wpisujemy oznaczenia - jeżeli jedna prędkość jest oznaczona jako v , a druga V , to pośrednia wielkość tej litery łatwo może spowodować zakwalifikowanie do błędnej kategorii

Nie podstawiamy za wcześniej wartości i stałych fizycznych. Łatwiej jest w przekształceniach pisać g (jeden znak pisarski), niż $9,81\text{m/s}^2$ (osiem znaków pisarskich) - chociażby dlatego, że jest to znacznie mniej pisania, lepiej pisać π , niż $3,14159265359$. Dzięki działaniom na symbolach przekształcenia są szybsze, wygodniejsze, mniej podatne na pomyłki; poza tym jest to bardziej prawidłowe, gdyż wzór z podstawionym $g=9,81\text{ m/s}^2$ jest słuszny tylko dla niektórych miejsc na Ziemi, natomiast wzór zawierający tylko symbol g (bez podstawienia wartości), może dać dobry wynik w każdym miejscu na Ziemi, na Marsie, w poruszającej się rakiecie.

Oszczędzamy papier! - czyli wystrzegajmy się nadmiernie wielkich liter. Jest to istotne nie tylko ze względów ekologicznych i finansowych, lecz również praktycznych - korzystanie z kilkunastu zamiast kilku kartek dla rozwiązania prostego zadania oznacza marnowanie czasu na "przekopywanie się" przez stosy zapisków. Nieraz widzę, jak ludzie pisząc "wołami" zapisują 2 - 3 wzory na jednej kartce, tam gdzie ktoś bardziej oszczędny napisze ich 10. Zbyt duże litery oznaczają konieczność częstego przenoszenia wzoru do następnego wiersza, co pogarsza ich czytelność.

4. Przedstawianie wzoru końcowego

Kiedy wyprowadzony wzór końcowy można uznać za "ostateczny"? - ścisłej reguły tu nie ma, ale i dbałość o elegancję i poczucie szacunku dla sprawdzającego wymagają, aby wynik został doprowadzony "do najprostszej postaci". Oznacza to, że

- wszystko co się da, należy skrócić i zredukować
- w liczniku i mianowniku raczej nie powinno być "piętrusów", czyli dodatkowych ułamków.
- wzór powinien zajmować jak najmniej miejsca