Jak rozwiązywać zadania z fizyki?

Spis treści

Wstęp

Niniejszy dokument nie jest receptą na rozwiązanie wszystkich zadań z fizyki. Takiego czegoś nie ma. Nie jest również przepisem na wykonywanie zadań z poszczególnych działów fizyki ? od tego są specjalne książki, jak np. autorstwa E. Nowodworskiej (mechanika, termodynamika, elektrostatyka, prąd stały i magnetyzm), W. Kobuszkina (mechanika, ruch drgający i falowy, termodynamika), J. Nizioła (mechanika), J. Kierula (elektryczność, magnetyzm, fale) czy M. Głowackiego (mechanika, statyka płynów).

Zamiast tego jest to poradnik dotyczący techniki prowadzenia i zapisu rozwiązania zadań w ogóle, przedstawiający kolejne kroki czynione przez rozwiązującego w celu zaprezentowania eleganckiej odpowiedzi na postawiony przed nim problem.

Nie jest to oficjalny dokument napisany przez nauczyciela i zatwierdzony przez MEN, lecz poradnik korepetytora i studenta, a wcześniej ucznia borykającego się z podobnymi zadaniami, z jakimi dziś Ty, drogi Czytelniku, masz do czynienia. Rady w nim zebrane są na podstawie własnych doświadczeń z uczniami, którym udzielałem pomocy ? czy to na żywo, czy też wirtualnie dzięki kilku mniejszym i większym forom, najbardziej forum Ars Physica. Fizyka dla Każdego.

1 Zrozumieć teorię.

Czyżbyś był zdziwiony, Czytelniku? Z własnej praktyki wiem, że wielu ludzi „przystępuje do rozwiązania zadania” bez zaglądnięcia do zeszytu/książki/Internetu lub po pobieżnym, szybkim przeczytaniu rozdziału, którego, jak twierdzą, „nie rozumieją”.

Przypomnę, że podręcznik (ogólnie; dla nas - fizyki) nie jest romansem czy pozycją literatury pięknej - czasami trzeba rozdział przeczytać kilkakrotnie, aby dobrze zrozumieć, co jest w nim zapisane. Znam ludzi, którzy czytając potrzebny rozdział omijają wzory ? dlaczego to nie wiem, może jako zbędne...

Wzory, a szczególnie ich wyprowadzenia są pouczające i pokazują zastosowanie teorii w poszukiwaniu jej przewidywań. Nie myśl, Czytelniku, że próbuję Ci wmówić uczenie się wzorów na pamięć - chodzi o ich rozumne przeczytanie - a więc zauważenie, od czego i jak zależy wielkość występująca po lewej stronie znaku równości. Poza tym zapoznanie się z wyprowadzeniem wzoru pozwoli Ci przywołać go do własnych potrzeb w każdej chwili, kiedy go nie będziesz pamiętać - a o to właśnie chodzi!

Oczywiście proste wzory szybko „wchodzą w krew” przy częstym ich używaniu - odnosi się to również do stałych fizycznych - ale po co pamiętać np. wzór wyrażający poziomy energetyczne atomu wodoru w postaci bez stałej Rydberga, kiedy można go sobie w kilku linijkach wyprowadzić, pamiętając jedynie postulaty Bohra?

Bez zaznajomienia się z teorią oraz jej zrozumienia „rozwiązywanie” zadania będzie szukaniem wzorów zawierających występujące w treści zadania symbole. Czasami jednak również warto zabrać się za zadania, aby lepiej zrozumieć poznany materiał i sprawdzić „jak on pracuje” w praktyce. Jednak na pewno nie jest to dobre wyjście aby zaczynać poznawanie treści zagadnień od zera.

Chyba najczęściej spotykanym pytaniem wśród ludzi poszukujących pomocy w rozwiązaniu zadania z fizyki jest „jakich wzorów mam użyć”? Burych! Fizyka $\neq$ wzory! Jeśli zainteresowany najpierw zapozna się z teorią i ją zrozumie, nie będziesz zadawał takich głupich pytań.

2 Przeczytać zadanie ze zrozumieniem.

W szczególności: rozpoznać dział fizyki, w obrębie którego mamy problem do rozwiązania - przy czym w większości przypadków „lepszych” zadań są to zagadnienia łączące wiadomości z różnych działów tej nauki, np.:

> *Spoczywający początkowo pyłek o masie m i ładunku q zaczyna się poruszać bez oporów w polu elektrycznym o natężeniu E. Po jakim czasie uderzy on w okładkę kondensatora, jeśli dzieli go od niej odległość d?*

Mamy tutaj dynamikę, kinematykę i oddziaływania elektryczne. Następnie klasyfikujemy zjawiska (ruch jednostajnie przyspieszony bez prędkości początkowej, ładunek punktowy w polu elektrycznym), po czym znając dane (droga pokonana przez ciało, wartość natężenia pola elektrycznego, masa ciała) przywołujemy tym czy innym sposobem do pamięci potrzebne wzory (droga w ruchu j. przyspieszonym bez prędkości początkowej $d = 0,5at^2$; przyspieszenie z II zasady dynamiki Newtona $a = \frac{F}{m}$ kojarzymy z siłą działającą na proton w polu elektrycznym o natężeniu o wartości E: $F = qE$), wykonujemy przekształcenia i otrzymujemy wynik.

3 Czy wypisywać dane/szukane?

Szczerze mówiąc jestem temu z jednej strony przeciwny, gdyż wiele osób chcących „odbębnić” zadanie nie próbując go wcale zrozumieć pomaga sobie w ten sposób – wypisują z treści zadania wielkości fizyczne za pomocą ich symboli i łatwiej im szukać wzoru, który zawiera w sobie jak najwięcej z nich. Takie postępowanie z prawidłowym rozwiązywaniem zadania ma wspólnego tyle co masa neutrina elektronowego ze smakiem kremówki.

Z drugiej strony wypisanie danych (ale z ich wyjaśnieniem) pomoże ujednoznacznić zapis poprzez nadanie nienazwanym wielkościom symbole oraz będzie przydatnym szczególnie kiedy danych jest dużo i trzeba sobie pomóc ich zestawieniem aby wiedzieć dokładniej, ze znajomości czego można korzystać. Oczywiście dotyczy to sytuacji, kiedy rozwiązujący i tak wie, z jaką sytuacją ma do czynienia i rozumie, które wielkości są ze sobą powiązane.

Można tutaj polemizować, że takie wypisanie danych i szukanych jest formą sprawdzenia umiejętności wyszukiwania informacji w tekście – ale przecież zadanie zazwyczaj składa się z samych danych, choć czasem podanych w nieco ciekawszej formie, a rozwiązanie zadania i bez wypisania słupka danych tejże umiejętności wymaga.

Jeżeli Twój nauczyciel/autor egzaminu wymaga od Ciebie wypisania danych ? czyń to, lecz pamiętaj, że w pierwszej kolejności masz zrozumieć sytuację opisaną w zadaniu, nie szukać wzorów pasujących do danych. Jeśli zrozumiesz problem fizyczny, bez trudu znajdziesz potrzebne wzory łączące ze sobą dane.

4 Wykonanie rysunku.

Tu wiele pisać nie trzeba – są zadania, gdzie rysunek jest zbędny; są takie, gdzie bez niego nie da się rozwiązać zadania. Jeśli np. występują wektory, których orientacja jest ważna czy chociażby równia pochyła, na której należy rozłożyć siły – potrzebny jest rysunek. Nie w skali, lecz wykonany tak, aby najważniejsze elementy były dobrze widoczne i oznaczone

5 Przekształcenia we wzorach.

W szkole podstawowej/gimnazjum zapewne nauczono Cię wykonywać obliczenia sukcesywnie, po każdym przekształceniu, jak np. w tym zadaniu:

> *Na bryłkę objętości $V = 20cm^3$ wykonaną z żelaza o gęstości $d = 7,8\frac{g}{cm^3}$ i poruszającą się po stole (początkowa wartość prędkości $v = 1\frac{m}{s}$) działa stała siła oporu o wartości $F = 0,3N$. Jaką odległość przebędzie bryłka do zatrzymania się?*

Liczenie krok po kroku:

- masa bryłki $m = 20cm^3 \cdot 7,8\frac{g}{cm^3} = 156g = 0,156kg$
- przyspieszenie bryłki $a = \frac{0,3N}{0,156kg} = 1,9\frac{m}{s}$
- czas ruchu bryłki $t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{1\frac{m}{s}}{1,9\frac{m}{s^2}} = 0,53s$
- droga przebyta przez bryłkę
  $s = vt - 0,5at^2 = 1\frac{m}{s} \cdot 0,53s - 0,5 \cdot 1,9\frac{m}{s^2} \cdot (0,53s)^2 = 0,27m$

Tak rozwiązane zadanie, nie dość, że zawierające dużo rachunków jest na dodatek „jednorazowe”. Żeby rozwiązać podobne zadanie sformułowane dla takiej samej bryłki wykonanej z aluminium ($2,7\frac{g}{cm^3}$) cacałą procedurę trzeba przeprowadzić od nowa. Na dodatek nie widać jasno zależności wyniku końcowego od wszystkich danych początkowych.

Rozwiążmy to zadanie „na symbolach":

– masa klocka: $m = Vd$

– jego przyspieszenie: $a = \frac{F}{m} = \frac{F}{Vd}$

– czas ruchu klocka: $t = \frac{v}{a}$

– droga przebyta do zatrzymania się klocka:
$s = vt - 0,5at^2 = \frac{v^2}{a} - 0,5a\frac{v^2}{a^2} = 0,5\frac{v^2}{a} = v^2\frac{Vd}{2F}$

Teraz podstawiamy dopiero dane – a wzór mamy uniwersalny względem zmiany wartości danych początkowych. Dokonując tylko jednego rachunku możemy obliczyć drogę hamowania dla innej prędkości początkowej; na dodatek możemy stwierdzić ogólne zależności - np. że z dwukrotnym zwiększeniem prędkości początkowej wiąże się czterokrotny wzrost długości drogi hamowania; uzyskujemy więc stosowny pogląd na dane zagadnienie, co ułatwi nam dyskusję otrzymanego wyniku.

Dodatkową zaletą używania symboli zamiast liczb jest skrócenie zapisu, wydłużenie pracy długopisu i zmniejszenie ilości zużytego papieru. Może to się wydawać nawet śmieszne - ale co najwyżej w przypadku długopisu. Zbyt rozwleczone rachunki na wielu kartkach mogą prowadzić do częstszego popełniania błędów przy przekopywaniu się przez kolejne strony zapisane równaniami i częstym przenoszeniu wzorów na kolejne strony.

Podsumowując: ***operuj symbolami wielkości fizycznych a nie ich wartościami.***

6 Komentarze.

rawie zawsze widuję rozwiązania, które składają się z kilku następujących po sobie linijek równań. Takie „rozumowania” wydają się być eleganckimi – ale czy na pewno takimi są?

Nie zawsze brak komentarzy słownych świadczy o tym, że rozwiązujący nie zna założeń, z jakich korzysta – ale przecież jeśli ich nie wypisze, to sprawdzający może przyjąć taką wersję.

> *Oblicz promień orbity Ziemi krążcej wokół Gwiazdy Dziennej, znając okres obiegu i masę Zielonej Planety oraz masę Słońca.*

W rozwiązaniu najczęściej pojawia się układ równań:
$\frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$
$v = \frac{2\pi r}{T}$
Oczywiście jest on poprawny i przydatny w rozwiązaniu tego zadania (po rozszyfrowaniu znaczenia symboli), lecz bez komentarza nic nie znaczy. Dlaczego? Pytając bodaj 9 na 10 uczniów zapisujących to pierwsze równanie o jego sens, dowiaduję się, że „siła grawitacji równoważy siłę odśrodkową”. Rzadko się widuje większy nonsens! Jeśli siła grawitacji miałaby być równoważona przez jakąś siłę odśrodkową, mielibyśmy sytuację znaną z I zasady dynamiki Newtona – brak wypadkowej siły, więc ruch jednostajny po prostej względem pewnego inercjalnego układu odniesienia. To jakim cudem liczymy z tego okres, skoro nie ma orbity a jest prosta?

Niewątpliwie jest ruch po okręgu, a skoro jest, to musi istnieć pewna siła dośrodkowa wywołująca ten ruch. Co nią może być? Jedyna siła tu występująca – grawitacyjna! A więc wystarczy prosty komentarz, aby pokazać, że się sprawę rozumie (o ile się ją rzeczywiście rozumie): „siłą dośrodkową jest siła grawitacji pochodząca od Słońca a działająca na Ziemię”.

> *Na jaką wysokość wzniesie się piłka do tenisa wyrzucona pionowo w górę z prędkością początkową o wartości $3\frac{m}{s}$?*

Najczęstsze rozwiązanie zadania tego typu: „$\frac{mv^2}{2} = mgh$; $h = \frac{v^2}{2g}$”.
Porównajmy to z takim rozwiązaniem:

„Pomijając opory ruchu związane z ruchem względem powietrza otaczającego piłkę możemy zastosować zasadę zachowania energii mechanicznej, gdyż jedyną siłą działającą na piłkę po jej wyrzuceniu jest siła grawitacji, a pole grawitacyjne jest potencjalne (zachowawcze). Obierając za poziom zerowej energii potencjalnej wysokość, z jakiej wyrzucona została piłka mogę napisać zasadę zachowania energii mechanicznej następująco: $\frac{mv^2}{2} = mgh$, gdzie m oznacza masę piłki, v – wartość jej prędkości początkowej zaś h - wysokość, na jaką wzniesie się piłka, liczona względem punktu jej wyrzucenia.”

Tak naprawdę to należałoby jeszcze bardziej rozbudować to rozumowanie, ale już nie będę rozwlekał zanadto tego poradnika, bo miejsca musi wystarczyć na kolejne przykłady. Oczywiście można się kłócić, po co tracić tyle czasu na egzaminie/sprawdzianie na tak „oczywiste” rzeczy; jednak czy naprawdę, Czytelniku, byłeś świadom wszystkich wypisanych przeze mnie założeń? Czy może jednak schematyczność wzięła górę? Tak naprawdę chodzi mi bardziej o to, aby być po prostu świadomym czynionych założeń – w rozwiązaniu zaś pasuje je umieścić, chociażby w skrótowych informacjach, nie w formie wypracowania jak wyżej.

Komentarze mogą być więc bardziej skrótowe, a na własny użytek, tj. rozwiązywania zadań ze zbioru w większości zbędne, o ile będziesz świadom czynionych założeń – czyli jeśli pojawią się w Twojej głowie :) Niewątpliwym jednak jest, że naprawdę eleganckie rozwiązanie powinno jednoznacznie wskazywać poczynione założenia, aby czytający nie musiał się ich domyślać.

Odpowiadając przy tablicy powinieneś wszystkie takie założenia wymienić ustnie, zaś na tablicy notować same wzory i przekształcenia oraz – rzecz jasna – ewentualne rysunki.

7 Wzór końcowy ? więcej niż tylko litery.

O zaletach prowadzenia przekształceń na symbolach pisałem już w punkcie 5.; to, co odnosi się do wzoru końcowego powtórzę: łatwo w nim zmienić początkowe dane i bez zbędnych przeliczeń uzyskać dla nich wynik oraz szybko można się zorientować, czy i jak wynik zależy od poszczególnych danych. To nie wszystko. Mając już gotowy wzór końcowy możemy sprawdzić, czy nie popełniliśmy przy przekształceniach jakiegoś błędu ? korzystając z analizy wymiarowej, a więc operacji na jednostkach wielkości występujących we wzorze końcowym. Jeśli gdzieś w nim dodajemy masę do siły - coś jest nie tak. Jeśli jednostką czasu przez nas wyznaczonego będzie $\frac{kgs^2}{m^3}$ to znaczy, że na pewno gdzieś się pomyliliśmy.

Czasami trafią nam się zadania, gdzie w ogóle nie będzie podanych danych liczbowych, lecz wielkości, jakimi możemy się posłużyć w rozwiązaniu – wtedy i tak musimy korzystać z symboli, a odpowiedzią jest wzór końcowy, nie raz pozostawiony do skomentowania, choćby najprostszego.

Jeśli obliczymy prędkość „zajączka” świetlnego puszczanego z latarki, obracanej z prędkością kątową omega, na okrągłej, otaczającej latarkę ścianie odległej od niej o r, uzyskamy wynik $v = \omega r$. Co jeśli $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{1}\ s = \frac{6{,}28}{s}$ a $r = 25000km$? $v = 157000\frac{km}{s}$; a co jeśli zwiększymy odległość dwukrotnie? Jaką wartość przewiduje nasz wzór? Czy jest to wartość poprawna - czy nasz wzór jest dobry? Dla zainteresowanych odpowiedź na końcu artykułu.

Podsumowując: ***zawsze rzuć sprawdzającym okiem na jednostkę otrzymanego wyniku.***

8 Podstawienie danych – zaokrąglenia i notacja liczb

Obliczmy siłę oddziaływania grawitacyjnego między dwoma neutronami znajdującymi się w odległości $r = 1,00nm$ od siebie.

Korzystamy wprost ze wzoru na siłę przyciągania grawitacyjnego, przy czym m to masa neutronu:

$$F = G\frac{m^2}{r^2} = 6,6 \cdot 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}\frac{(1,6\cdot 10^{-27})^2}{(1,00\cdot 10^{-9})^2} = 16,9 \cdot 10^{-47}N$$

W odpowiedziach znajdujemy wynik $F_0 = 18,7\cdot 10^{-47}N$. Coś jest nie tak. Możesz sprawdzić, Czytelniku, że podałem tak stałą grawitacyjną jak i masę neutronu źle zaokrąglone – a ściślej mówiąc, po prostu ucięte po drugiej cyfrze. Poprawniej byłoby przyjąć $G = 6,7 \cdot 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}$ oraz $m = 1,7 \cdot 10^{-27}kg$. Wtedy otrzymamy wynik $F_1 = 19,4 \cdot 10^{-47}N$. Dalej jest niedobrze – dlaczego?

Ponieważ pobraliśmy stałe ze zbyt małą liczbą cyfr znaczących[1] – - zauważ, że dana początkowa 1,00 jest podana z dokładnością do 3 cyfr znaczących, ja pobrałem stałe z dokładnością do jedynie dwóch cyfr znaczących! To jest po prostu błąd. Przy dobieraniu stałej powinniśmy wziąć co najmniej tyle samo cyfr znaczących, ile ich posiada najmniej dokładna dana w zadaniu - a najlepiej o 1 cyfrę więcej aby nie generować niepotrzebnych błędów. Jeśli więc weźmiemy $G = 6,67 \cdot 10^{-11}\frac{Nm^2}{kg^2}$ oraz $m = 6,675 \cdot 10^{-27}$ kg otrzymamy $F_2 = 18,7 \cdot 10^{-47}N$, co zgadza się z podaną odpowiedzią. Więcej o cyfrach znaczących - patrz w punkcie następnym (9).

Z liczbą podawanych cyfr znaczących łączy się inny temat, który należy poruszyć. Jak zauważyłeś, Czytelniku, zapisuję liczby w postaci wykładniczej, tj. zamiast pisać, że średnica równikowa Ziemi to ok. 12 800 000 m ([2]) piszę: $1,28 \cdot 10^8m$; zamiast pisać, że masa elektronu wynosi $0,0000000000000000000000000000000910kg$ (przypis jak wyżej), piszę: $9,10\cdot 10^{-31}kg$. Jak widać notacja wykładnicza polega na przedstawieniu liczby w postaci iloczynu: tzw. mantysy znormalizowanej, tj. liczby z przedziału $[1, 10)$ oraz liczby 10 podniesionej do odpowiedniej potęgi. Z marszu można wymienić kilka zalet takiej notacji: oszczędność czasu, miejsca i tuszu/grafitu w pisaniu, oszczędzenie czasu i nerwów osobie liczącej te zera w czytaniu, łatwość zorientowania się w rzędzie wielkości liczby ? nie bacząc zanadto na mantysę możemy patrząc na wykładniki ocenić, ile razy jedna liczba jest większa od drugiej, prostota wykonywania działań – wszak wymnożyć dwie liczby w postaci wykładniczej to pomnożyć ich mantysy a wykładniki dziesiątki po prostu dodać.

[1] Cyfry znaczące w zapisie dziesiętynym danej liczby są to wszystkie jej cyfry począwszy od pierwszej niezerowej. Liczba $0,00123$ ma 3 cyfry znaczące (podkreślone). Liczba $12,05200$ ma wszystkie cyfry znaczące.

[2] Proszę zwrócić uwagę na sposób zapisu dziesiętnego wielkich liczb – jeśli już piszemy w ten sposób to nie 12800000 lecz 12 800 000 aby ułatwić czytającemu prawidłowe odczytanie liczby. Nie 12.800.000 ? jedynym symbolem dozwolonym do takiego oddzielania grup cyfr liczb w Polsce jest spacja ? używana co 3 cyfry na lewo i prawo przecinka dziesiętnego

Podsumowując: ***używaj stałych fizycznych (i nie tylko takich) poprawnie zaokrąglonych i z co najmniej taką samą liczbą cyfr znaczących co najmniej dokładna dana w zadaniu.***

Oczywiście jeżeli używamy kalkulatora ze stałymi – problem znika, gdyż kalkulator używa w obliczeniach wpisanej całej liczby cyfr znaczących, jaką tylko ma. Jednak nie ma co wypisywać jako wyniku całej 10–cyfrowej liczby podanej przez kalkulator – o tym czytaj punkt niżej (9). Nie bój się i korzstaj z *notacji wykładniczej*, im prędzej tym lepiej – szybciej się z nią zaprzyjaźnisz i docenisz jej zalety.

9 Wynik końcowy – liczby mają sens!

Jednostka oczywiście nie zawsze występuje (liczba obrotów, liczba cząstek itp.); często jednak spotykam się z pytaniem: „pytali o energię, mój wynik to 52, jest dobry?” – i jedyna moja możliwa odpowiedź – nie. Czego 52? Dżuli, megadżuli, elektronowoltów, kilogramometrów, ergów, kilokalorii czy ekwiwalentów energii wewnętrznej kilograma świeżo ugotowanego makaronu dwujajecznego? ***Wynik bez jednostki to żaden wynik.***

Wartość liczbowa zazwyczaj rozwiązujący zadania podstawiają liczby do wzoru końcowego, kalkulator coś im wypluje, po czym zapisują wynik, szczerzą zęby w szerokim uśmiechu i zamykają zeszyt. Czasem obliczą masę Ziemi, otrzymując 120 kg i zadowoleni biorą się za następne zadanie.

Jeżeli licząc czas potrzebny rowerzyście, jadącemu z szybkością $15\frac{km}{h}$ (a więc dość „turystycznym” tempem), na przebycie $37,5km$ otrzymacie wynik $25h$ to już możecie podejrzewać, że coś jest przecież nie tak. Dokładniejsza analiza pokaże, że albo zapomnieliście o przecinku wpisując dane w kalkulator, lub po prostu za szybko i za słabo wcisnęliście jego znak na kalkulatorze, bo wynik jest dokładnie 10 razy większy niż powinien być. Jak widzisz, drogi Czytelniku, chwila zastanowienia nad sensem otrzymanego wyniku pozwoli czasami rozpoznać błąd w wykonanych obliczeniach – lub nawet wcześniej – w dokonanych przekształceniach (np. podzieliliśmy przez pewną wielkość, a powinniśmy byli pomnożyć).

Kolejna uwaga dotyczy podawania cyfr wyniku końcowego. Czasami widuję odpowiedzi na zadanie typu:

> *Oblicz średnią szybkość pieszego, który przez pasy na drodze o szerokości* $6m$ *przeszedł w* $2,3s$.

w formie „jego prędkość to $2,608695652617$”, pprzy czym liczba podanych w wyniku cyfr zależy od możliwości wyświetlacza kalkulatora delikwenta (to nie jest żart, naprawdę takie liczby się widzi w odpowiedziach podawanych przez uczniów).

Ukażę bezsens tej liczby bezpośrednio na tym przykładzie, jak i ogólnie.

Fizyka opisuje Przyrodę, a podstawową metodą jej badania jest doświadczenie i pomiar. Szerokość drogi została zmierzona - wynik został podany z dokładnością do jednej cyfry znaczącej; przecież wynikiem pomiaru nie było wcale $6,0000000000m$ lecz mogło być tak $5,6m$ jak i $6,3m$ - mierzone zgrubnie i szybko taśmą mierniczą (wszak to ulica) bądź też nawet krokami przechodnia (nieroztropnie rozkładać się z taśmą na drodze). Jeśli chodzi o taśmę, to reguły zaokrąglania zezwalają tu na wynik w przedziale $5,5m$ do $6,4m$. Podobnie wynikiem pomiaru jest czas przejścia pieszego - z uwagi na to, że poruszał się przez ok. $2s$, mógł patrzeć na sekundnik, jak też mógł użyć stopera. Był jednak na tyle inteligentny, że wiedział, że podawanie wyniku z dokładnością do setnych sekundy nie ma sensu - wszak samo uruchomienie i zatrzymanie stopera jak i ustalenie momentu wejścia na drogę jak i zejścia z niej były już niedokładnie wyznaczone przez jego refleks (fotokomórka mogłaby to zrobić lepiej). Ocenił on dokładność na dziesiąte części sekundy i tak podał wynik swego pomiaru. W takim razie mogło to być tak $2,25s$ jak i $2,34s$. Jakie możemy z tego otrzymać wartości prędkości? Łatwo się zorientować, że $v_{max} = \frac{5{,}6m}{2{,}34s} = 2,39\frac{m}{s}$ a $v_{min} = \frac{6{,}4m}{2{,}25s} = 2,84\frac{m}{s}$. Zauważmy, że podawanie wyniku obliczonej wartości prędkości z dokładnością do pierwszego znaku po przecinku mija się ze zdrowym rozsądkiem. Wynik należy zatem zapisać jako w przybliżeniu równy $3\frac{m}{s}$ a nie $2,608\ldots$

Można się kłócić, że przecież taśmą milimetrową można było zmierzyć szerokość ulicy z dokładnością do centymetra, a już na pewno do decymetra - ale gdyby tak było, dana w zadaniu powinna być przedstawiona w postaci $600cm$ ($60,0dm$ lub $6,00m$) bądź też $60dm$ ($6,0m$). Dla osób czyniących pomiary $5cm$ i $5,00$ cm to nie to samo.

W grubym przybliżeniu można powiedzieć, że ***wynik mnożenia i dzielenia powinien zawierać tyle cyfr znaczących, ile zawiera najmniej dokładna dana.*** W przypadku dodawania i odejmowania – pozostawiamy wynik z dokładnością do tego miejsca po przecinku, które jest ostatnim w najmniej dokładnie napisanej danej.

10 Odpowiedzi w książkach.

Niejednokrotnie o pomoc zwracają się uczniowie, którzy na siłę dopatrują się błędu w swoim rozumowaniu, nie mówiąc dokładnie, o co chodzi. Po dłuższej wymianie zdań wyjawiają dopiero, że ich wynik nie zgadza się z tym w książce. Ile czasu mogliby zaoszczędzić sobie i pomagającym, gdyby nie dziwaczyli zatajając o co chodzi i mówiąc od razu: „policzyłem tak, mam taki wynik, w książce jest inny i nie wiem, co jest grane".

Książka (podręcznik czy zbiór) to nie jest nieomylna wyrocznia z prawdą objawioną w odpowiedziach! W książkach też są błędy (choć bywają tacy, którzy zaciekle bronią ich świętości, argumentując „no jak możesz podważać kompetencje tego a tego autora"). Oczywiście najwięcej jest błędów w druku, gdzie bywa przesunięty przecinek bądź zostaje niewydrukowana/dodrukowana jakaś cyfra czy też rzeczony znak dziesiętny.

Podsumowując: ***książki nie są wolne od błędów.***

Mam nadzieję, że ten skromny zbiór spostrzeżeń i porad pomoże choć jednej osobie w efektywniejszym rozwiązywaniu zadań (nie tylko) z fizyki.

Informacje

Autor

Autor: PawełJan <paweljan@fizyczny.net>

Administrator forum *Ars Physica. Fizyka dla Każdego*

Skład: Maciek <maciek@fizyczny.net>

Administrator forum *Ars Physica. Fizyka dla Każdego*

Wszelkie uwagi, pytania i propozycje mile widziane. Proszę je kierować na adres paweljan@fizyczny.net

Errata

Odpowiedź na pytania postawione pod koniec rozdziału 7.: wzór jest dobry i przewidywana prędkość jest „prawdziwa”. Tym, którzy uważają, że „nic nie może poruszać się szybciej niż światło” radzę lepiej zapoznać się ze znaczeniem użytego tu słowa „nic” (stwierdzenie „szybciej niż światło” też nie jest jednoznaczne).

Aktualizacja

Aktualizacja oryginału: 5.01.2009 Rozbudowano punkty: 1. (dodano na końcu jeden akapit), 8 (3 ostatnie akapity)

Ostatnia aktualizacja pliku: 5 października 2009