

SCENARIUSZ

Temat: Wyznaczanie współczynnika tarcia.

Program 1.2.3, 4.2.7

Podręcznik : Rozdział „Opory ruchu”s 54.

Istnieją łatwiejsze sposoby wyznaczania współczynnika tarcia i można je z uczniami omówić. W proponowanym przez nas doświadczeniu bardziej chodzi nam o metodę niż o wynik. W chaotycznych wydawałoby się wynikach pomiarów można dostrzec prawidłowość. Jest to sytuacja ,w której prawidłowe wyznaczenie badanej wielkości bardziej zależy od ilości pomiarów niż od dokładności pojedynczego pomiaru. Możemy również zapoznać uczniów z graficznym opracowaniem wyników pomiarów.

Przebieg lekcji.

Nauczyciel	Uczniowie
<p>Doświadczenie wprowadzające Klocek kładziemy na krawędzi stołu tak, by część jego poza krawędź wystawała. Uderzamy klocek tak by dłoń zatrzymała się na krawędzi. <i>Rys.32 w podręczniku</i> Dlaczego klocek zatrzymał się? Spróbujmy opisać ruch klocka przy pomocy znanych praw i zależności. Zakładamy, że siła tarcia jest przez cały czas trwania ruchu taka sama. Jak każda siła ,siła tarcia nadaje ciału przyspieszenie. Od czego zależy wartość przyspieszenia klocka ?</p> <p>Pomagamy uczniom w przeprowadzeniu tego rozumowania.</p> <p>Jeżeli będziemy umieli wyznaczyć przyspieszenie (opóźnienie) ruchu, będziemy mogli wyznaczyć współczynnik tarcia.</p> <p>Tym się zajmiemy na dzisiejszej lekcji. Jakie wielkości w naszym doświadczeniu możemy zmierzyć?</p> <p>Spróbujmy policzyć przyspieszenie wiedząc, że te wielkości możemy znać.</p>	<p>Od nas zależy prędkość początkowa. Im mocniej uderzymy klocek, tym większą prędkość on uzyska. Klocek porusza się coraz wolniej. Ruch hamuje siła tarcia T. To ona zatrzymuje klocek.</p> $\vec{T} = m\vec{a}$ <p>Przyspieszenie tak jak siła tarcia będzie zwrócone przeciwnie niż prędkość , dlatego klocek zwalnia.</p> $T = \mu N \quad N = mg \quad T = \mu mg$ <p>Możemy zapisać równanie</p> $\mu mg = ma$ $\mu g = a$ <p>Opóźnienie będzie tym większe im większy będzie współczynnik tarcia.</p> $\mu = \frac{a}{g}$ <p>Bezpośrednio możemy zmierzyć czas ruchu oraz drogę jaką klocek przebył.</p> <p>Klocek będzie poruszał się tak długo aż zatrzyma się.</p> $v_0 - a\Delta t = 0 \quad v_0 = a\Delta t$

<p>Kierujemy pracą uczniów stawiając w razie potrzeby pytania pomocnicze. <i>Jeśli zadania dotyczące ruchu opóźnionego były ostatnio rozwiązywane to można całe matematyczne rozważania skrócić lub ominąć</i></p> <p>Wyliczmy μ.</p> <p>Jeżeli wykonamy tylko jeden pomiar wynik naszego doświadczenia będzie mało wiarygodny. Im więcej pomiarów tym pewniejszy wynik. Proponujemy zrobić 20 – 50 pomiarów choć w każdej chwili doświadczenie można zakończyć. Można by zaprojektować tabelę pomiarów:</p>	<p>Prędkość średnia ruchu $v_{sr} = \frac{0 + v_{0=}}{2} = \frac{a\Delta t}{2}$</p> <p>Droga hamowania</p> $s = v_{sr} \Delta t \qquad s = \frac{a(\Delta t)^2}{2}$ <p>Stąd $a = \frac{2s}{(\Delta t)^2}$</p> $\mu = \frac{2s}{g(\Delta t)^2}$ <p>Od krawędzi będziemy mierzyli odległość do miejsca zatrzymania się klocka. Klocek mocniej uderzony zatrzyma się dalej. Czas ruchu klocka też da się zmierzyć: od uderzenia ręki o krawędź stołu do zatrzymania się klocka. <i>To jest trudne!! Wymaga treningu! Dajemy na trening kilka minut.</i></p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

s [m]	2s [m]	Δt [s]	$(\Delta t)^2$ g [m]

Jak opracować wynik doświadczenia? Czy warto dla każdego pomiaru wyliczać μ ?

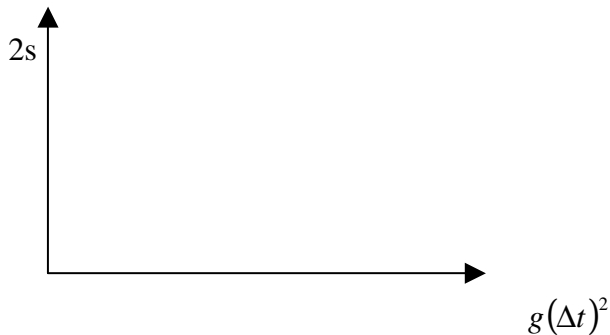
Pomagamy uczniom zauważyć, że

$$\mu = \frac{2s}{g(\Delta t)^2} \qquad 2s = \mu g (\Delta t)^2 \qquad \text{jeżeli przyjmą } y = 2s \quad x = g(\Delta t)^2$$

to otrzymają

funkcję $y = \mu x$

Jeżeli naniesiemy wyniki pomiarów na układ współrzędnych



to punkty doświadczalne powinny ułożyć się wzdłuż prostej. Pewny jest jeden punkt naszego wykresu, gdy $t = 0$ to $s = 0$. Wykres musi przechodzić przez początek układu. Po naniesieniu punktów pomiarowych na wykres staramy się tak narysować prostą aby tyle samo punktów leżało nad jak i pod prostą. Nachylenie prostej $\frac{\Delta(2s)}{\Delta[g(\Delta t)^2]}$ będzie równe współczynnikowi tarcia dla dwóch powierzchni z naszego doświadczenia.

Uczniowie będą wykonywali doświadczenie parami. Na lekcji uczniowie mogą zrobić tylko pomiary i wpisać do tabeli. W domu mogą uzupełnić tabelę i zrobić wykres^{*)}. Wykres powinni zrobić na papierze milimetrowym. Jeżeli nauczyciel wie, że uczniowie mają możliwość skorzystania z komputera może zalecić zrobienie tabeli i wykresu przy użyciu komputera. Można nawiązać współpracę z nauczycielem informatyki (wypróbowano!).

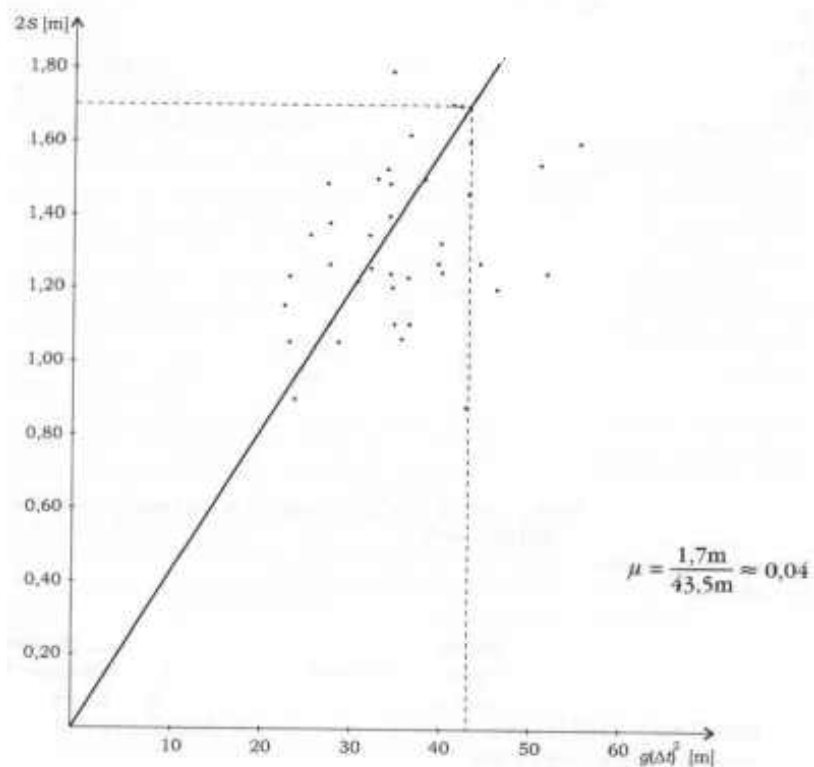
Wybór należy do nauczyciela. Koniecznie jednak trzeba sprawdzić sporządzone wykresy i omówić uzyskane wyniki.

Szybkie porównanie z wynikiem uzyskanym jakąkolwiek inną tradycyjną metodą jest jak najbardziej wskazane. Nabiera się przekonanie, że nie jedna droga prowadzi do celu, że metodę pomiaru wybiera się w zależności od tego jakimi warunkami i przyrządami się dysponuje. *)

Można zastosować też „szybszą” metodę: W grupach trzyosobowych jeden jest specjalistą od „wyrzutni” podczas gdy drugi (lub dwóch pozostałych niezależnie) mierzy czas. Pierwszy odczytuje odległość i podaje trzeciemu (sekretarzowi) podwójną wartość w metrach. Drugi – mając do dyspozycji kalkulator – podaje sekretarzowi 10krotną wartość kwadratu czasu. Sekretarz nanosi ten punkt na wcześniej (podczas treningu dwóch pozostałych) przygotowany papier milimetrowy. Sekretarz ma być bardzo bystry. Wie jaka jest największa wartość $2s$, wie też po kilku przymiarkach jaka tej wielkości wartość gt^2 może odpowiadać. Dopiero teraz ustala skalę i jest gotowy do nanoszenia punktów. Tu unika się tradycyjnej tabeli pomiarów.

Metoda nanoszenia wyników bezpośrednio jako punkty na wcześniej i z pomyslnikiem przygotowany arkusz papieru milimetrowego jest bardzo dobrze przez umotywowanych uczniów przyjmowana. Warto spróbować.

Tak wyglądały wyniki jednego z doświadczeń dokonanego w małej grupie, gdzie każdy z uczestników wykonywał kolejno różne czynności: artylerzysty, czasomierza, sekretarza.



&

1. *Pomysł nad obroną takiego sformułowania: chodzenie i toczenie mają wiele wspólnych cech. Koło rowerowe bez obręczy ale przy zachowaniu ułożenia i twardości szprych też by się toczyło... a może by chodziło?*

Sądzymy, że temat poruszony w tym pytaniu mógłby stać się problemem do opracowania w formie obszerniejszego referatu, czy pracy konkursowej pt „Fizyka Chodzenia”. Aby zbliżyć ten temat nauczycielowi pozwalamy sobie przedstawić artykuł jaki przekazaliśmy do Redakcji „Fizyki w Szkole” w 2001 roku.

*)