Mam przyjemność przedstawić państwu zapis lekcji, którą polski nauczyciel odbył gościnnie w austriackim technikum po angielsku 24 go marca w 2000r.
Lekcja trwała 40 minut. Bez wcześniejszego przygotowania klasy. Nauczyciel i klasa byli sobie dotąd nieznani.
Po lekcji nauczyciel klasowy, 16-tu uczniów oraz obserwujący lekcję studenci kier. nauczycielskiego wiedeńskiego uniwersytetu byli zgodni, że to była ciekawa "impreza".

Temat**: Badanie zachowania się wahadła sprężynowego.**

Z dużej szpuli gumki krawieckiej (cienkiej i miękkiej) każdy uczeń odciął sobie dowolny kawałek (nie dłuższy niż przedramię). Na ogólnodostępnej wadze każdy uczeń mógł zważyć dowolny obciążnik (gumka, ostrzarka do ołówków, długopis, pojemnik z cukierkami tik-tak ....) Przy każdym stole pracowało dwóch uczniów, którzy mieli sobie nawzajem pomóc w wykonaniu pomiarów. Dostępne były stopery i przymiary metrowe z podziałką milimetrową.
Uczniom wręczono kartę z opisem zadania do wykonania. Na tej karcie jest miejsce na wszelkie potrzebne notatki.
Oto ta karta:

Inicjały ucznia ....Klasa....... 24.03. 2004

Studia nad wahadłem sprężynowym/(gumkowym)

Wiemy z podręcznika, że okres drgań **T** tzw. wahadła sprężynowego zależy od masy **m** wykonującej drgania i od właściwości **k** gumki czy sprężyny, którą to właściwość nazywamy **stałą sprężyny**. Warunkiem jest by ta gumka czy sprężynka spełniała prawo Hooke'a wymagające by **x = F/k** to znaczy by wydłużenie było wprost proporcjonalne do siły wydłużającej (czyli, żeby stała **k** była rzeczywiście stała). Jeśli tak jest to (duży skok matematyczny) i mamy

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}\,. \qquad (1)$$

Jak już o teorii mowa, to przypomnieć warto, że wahadło idealne (matematyczne) posiada okres zależny od długości **l** i od wartości przyspieszenia grawitacyjnego **g** .

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}\,. \qquad (2)$$

Dla ciekawskich możemy przypomnieć skąd się wziął wzór (1). Przypominamy podstawowe wiadomości o ruchu harmonicznym. Pamiętamy (?) że: $x = X_0 \sin\omega t$; $F = -kx$; $a = -\omega^2 x$; $\omega = \frac{2\pi}{T}$

Na tej podstawie prowadząc rozumowanie : $F = ma$; $F = -m\omega^2 x$; $-kx = -m\omega^2 x$; $k = m\omega^2$

$\omega^2 = \frac{k}{m}$ *stąd* $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

kursywą zapisanym rozważaniem na lekcji się nie zajmujemy - chyba, że ktoś bardzo tego zechce (nikt nie chciał)

Pytanie podstawowe. Wahadłem matematycznym możemy się posłużyć by wyznaczyć wartość **g.**

Czy można to zrobić przy pomocy wahadła sprężynowego?

? ? ? ?

Ponieważ każdy uczeń może mieć gumkę o innej długości ostrzegam, by nie zwracać uwagi na wyniki kolegów i samemu (mimo, że z pomocą techniczną), dla swojej gumki, wykonać pomiary.

1. Obciążnik przywiązany do końca gumki leży na stole, krześle czy podłodze. Trzymając drugi koniec gumki w palcach staramy się wyprostować (w pionie!) gumkę bez jej rozciągania. Ten poziom - koniec wyprostowanej gumki - należy zaznaczyć jako miejsce zerowe, od którego będziemy mierzyli długość rozciągniętej gumki.
2. Staramy się teraz unieść ciężarek. To wymaga rozciągnięcia gumki. Pozycję końca gumki w sytuacji kiedy obciążnik utracił kontakt z podłożem odnotowujemy jako położenie końcowe. Jeden raz nie wystarczy. Proponujemy 3-4 pomiary pamiętając, by trzymać gumkę w tym samym miejscu (węzełek na gumce może być przydatny).
3. Zapisujemy średnią wartość odległości między początkowym a końcowym położeniem **x = ...[m]**
4. To był ważny pomiar. Teraz wracamy do naszej teorii zauważywszy, że nasze **x** to jest wydłużenie gumki spowodowane siłą **mg.** Zatem (jeśli prawo Hooke'a jest spełnione) to **mg = kx**. A jak tak, to

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \qquad \text{daje} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{kx/g}{k}} \qquad \text{czyli} \qquad T = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$$

.

5. Teraz można zatrudnić stoper. Proponujemy nie odchylać ciężarka więcej niż na 1 cm (Hooke!) i zmierzyć czas kilku pełnych cykli wyznaczając T = ...[s]

* * * * * * * *

To by było tyle jeśli idzie o pomiary: Mamy masę ciężarka m, wydłużenie gumki x i okres drgań wahadła T. Resztę załatwi nam kalkulator. Możemy wyznaczyć wartość g z ostatniego wzoru.

miejsce na wnioski

TYLE NA KARCIE WRĘCZONEJ UCZNIOWI NA POCZATKU LEKCJI

Teraz porozmawiamy. Popatrzmy, wahadło sprężynowe nadaje się równie dobrze jak wahadło matematyczne do wyznaczania wartości przyspieszenia grawitacyjnego. Nawet wzór może być taki sam, choć licznik pod pierwiastkiem znaczy raz długość wahadła, a raz przyrost długości sprężyny. Ciekawe?

Można poprosić teraz, by na tablicy każdy doświadczalnik umieścił swoje wyniki : m, k, T, x, g
Warto policzyć średnią "klasową" niektórych z tych wielkości. Których?
Czy na Księżycu doświadczenie takie przebiegło by podobnie? Czym by się różniło?

Kilka minut zostawiłem na odpowiedź indywidualną na trzy ostatnie pytania, poczym zebrałem karty obiecując, że przed końcem dnia szkolnego będą one do odebrania w pokoju nauczyciela.

Ostatnie pytanie, mimo, że wszyscy - zdawało by się - chwycili sens całej zabawy, nie było łatwe.
Po dłuższej dyskusji i wymianie poglądów między uczniami (może było nawet trochę za głośno) osiągnięto wspólne stanowisko: sześciokrotnie mniejsze x sześciokrotnie mniejsze g - okres taki sam. Stosując wahadło matematyczne (długość stała) okres wahadła byłby większy.

WD