



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Konspekt warsztatów dla nauczycieli „Jak zrobić doświadczenie z niczego”

Autorzy (członkowie KNFS PG):

Radek Radziejewski

Maciej Klein

Adam Wróbel

Katarzyna Krzyżanowska

Łukasz Miądowicz

Gdańsk, 2011



MALMBERG 125
JAAR

Doświadczenie: Ogniwo galwaniczne

Co potrzebujemy?

- Multimetr.
- Dwa metale o różnej elektroujemności
 - Np. Cynk (kilka śrub lub gwoździ ocynkowanych, blacha cynkowa)
 - Np. Miedź (blaszka miedziana, przewód miedziany)
- Cienkie kabelki ok. 0,5 m
- Diodę LED, na bardzo mały prąd. Zwykła czerwona (największa wydajność) na mały prąd ~5mA, NIE SUPER BRIGHTY
- Elektrolit (w naszym przypadku kwasy organiczne)
 - Z warzyw i owoców: ogórek, ziemniak, cytryna
 - Ocet + naczynie

Doświadczenie

Zanurzamy w elektrolicie cynk i miedź. Warto zwrócić uwagę aby metal stykał się z elektrolitem jak największą powierzchnią. Mierzymy multimetrem różnicę potencjałów na metalach. W przypadku cytryny powinno wynieść około 0,5 V. Powtarzamy doświadczenie dla ogórka ziemniaka i octu. Porównujemy wyniki.

Następnie kroimy cytrynę lub inne warzywa i owoce na plasterki i podłączamy szeregowo do 6 ogniw. Mierzymy powstałe napięcie i podłączamy diodę, która powinna się jasno świecić.

Doświadczenie: Proste obwody elektryczne

Co potrzebujemy?

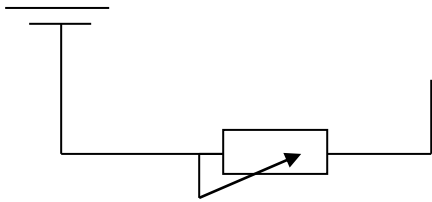
- Multimetr.
- Bateria 4,5V
- Cienkie kabelki ok. 0,5 m
- Żarówka na 4,5 V
- Czerwona dioda LED.
- Potencjometr w zakresie do 470 Ohm. Potencjometr można podłączyć jako regulowany opornik (łączy się dwa sąsiednie styki), labo wszystkie 3 styki i otrzymujemy dzielnik napięcia.
- Kilka oporników. Oporniki najlepiej jakoś widocznie opisać, żeby od razu było widać jaki mają opór (nawet karteczki na taśmę klejącą)

Doświadczenie

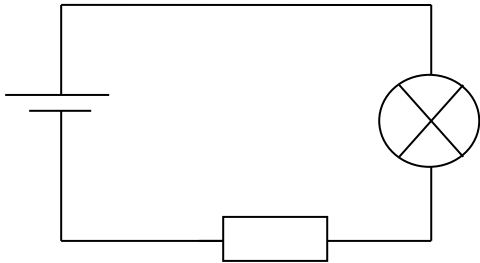
Przykładowa kolejność

1. Podłączamy żarówkę bezpośrednio do baterii
2. Podłączamy żarówkę szeregowo z potencjometrem do baterii, mierzymy multimetrem napięcie na żarówce w zależności od oporu potencjometru.

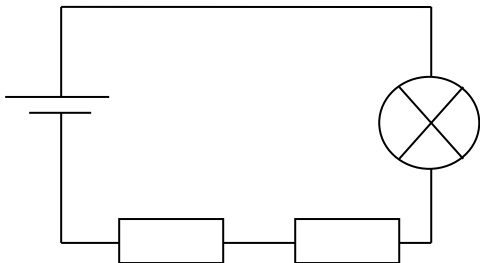




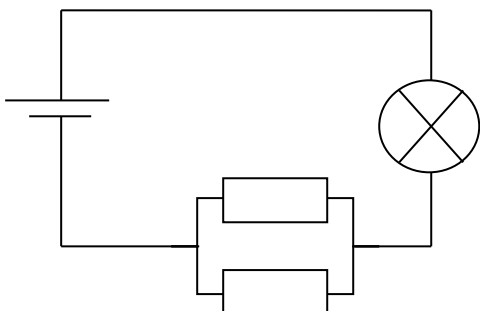
3. Podłączamy szeregowo do żarówki opornik o danej wartości R .



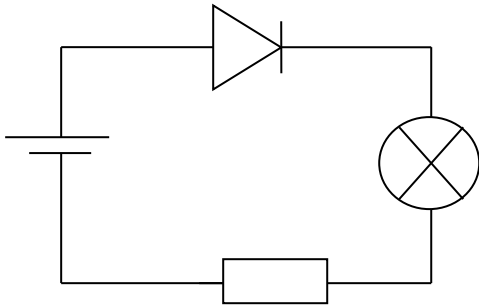
4. Następnie szeregowo do żarówki podłączamy dwa oporniki R .



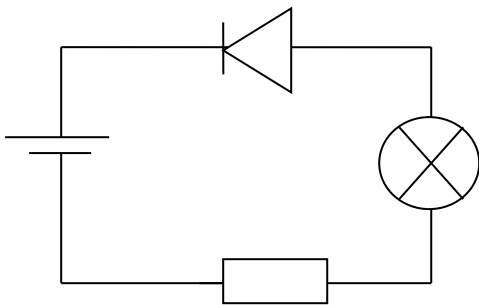
5. Następnie szeregowo do żarówki podłączamy układ równolegle połączonych R .



6. Podłączamy szeregowo do żarówki i opornika diodę w kierunku przewodzenia



7. I w kierunku zaporowym



Doświadczenie: Ciekawe linie pola magnetycznego

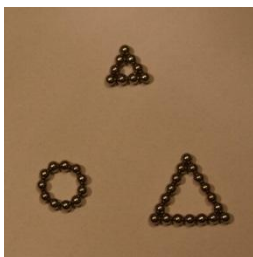
Co potrzebujemy?

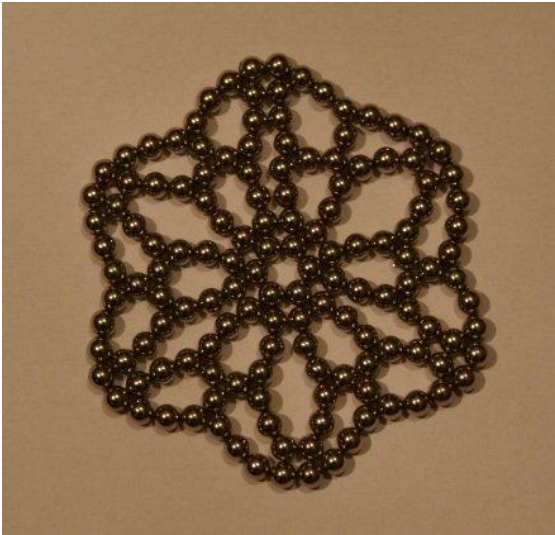
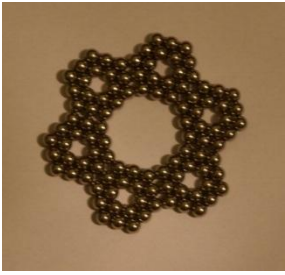
- Magnesiki neodymowe pod postacią wielu małych kuleczek
- Opiłki żelaza (np. od ślusarza)
- Pokrywka od pudełka (najlepsza wielkość to pudełko na buty)
- Siteczko

Doświadczenie

Z magnesików można układać wiele bardzo ciekawych kształtów. Przykrywamy płaskie figury pokrywką i posypujemy przez siteczko opiłkami żelaza. Obserwujemy ciekawe ułożenie linii pola.

Przykładowe figury do ułożenia:





2. Badanie Rzutu Poziomego

Jednym z celów tego ćwiczenia jest porównanie zależności $z(v_0)$ zasięgu rzutu poziomego od prędkości początkowej w teorii i w praktyce.

By zrealizować nasze zadanie będziemy upuszczać metalowa kulkę z różnych wysokości – $H[m]$ – na zbudowanym torze i mierzyć zasięg jej lotu.

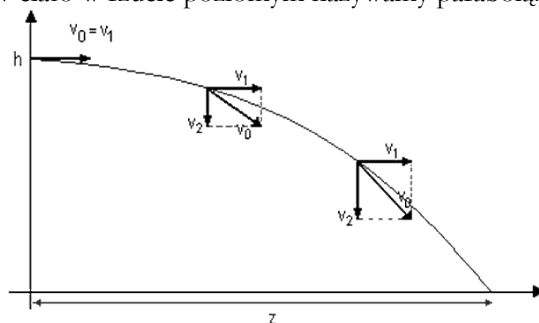
Pojęcia:

Rzutem poziomym nazywamy ruch ciała wyrzuconego równoległe do powierzchni ziemi.

W przypadku idealnym pomijamy wszelkie oddziaływania (np. opór powietrza) oprócz działania siły grawitacji. Podczas przeprowadzania eksperymentu nie da się jednak wykluczyć czynników zewnętrznych, tak więc otrzymane wartości nie będą zgodne z teorią.

Szybkość oraz zasięg spadania ciał nie zależy od ich masy, jedynie od prędkości początkowej.

Tor po którym porusza się w rzucie poziomym nazywamy parabolą.



Zasięg tego rzutu wyraża się wzorem:

$$z = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

gdzie v_0 – prędkość początkowa, h – wysokość z której wyrzucane jest ciało, g - przyspieszenie ziemskie.

W celu wyznaczenia prędkości początkowej v_0 ciała posłużymy się zasadą zachowania energii. W tym przypadku energia potencjalna kulki na wysokości H zamieni się w energię kinetyczną ruchu postępowego i obrotowego (gdyż kulka się obraca):

$$mgH = \frac{mv_0^2}{2} + \frac{I\omega^2}{2}$$

gdzie: mgH – energia potencjalna kulki na początku toru, $\frac{mv_0^2}{2}$ – energia kinetyczna ruchu postępowego kulki na końcu toru, $\frac{I\omega^2}{2}$ – energia kinetyczna ruchu postępowego kulki na końcu toru

Korzystając z odpowiednich zależności między ruchem obrotowym a postępowym kulki możemy powyższe równanie uprościć do postaci:

$$mgH = \frac{7mv_0^2}{10}$$

Jak widać masa kulki się skróci i podstawiając $g=9,81 \frac{m}{s^2}$ możemy łatwo wyliczyć wzór na prędkość:

$$v_0 = \sqrt{\frac{10gH}{7}} = 3,3 \sqrt{H}$$

Podstawiając to do wzoru na zasięg $z = v_0 \sqrt{\frac{2h}{g}}$ otrzymujemy:

$$z = \sqrt{\frac{20Hh}{7}} = 1,49 \sqrt{H}$$

Układ pomiarowy składa się z:

1. Toru dla kulki,
2. Miarki do pomiaru wysokości,
3. Miarki do pomiaru zasięgu,
4. Kulki.
5. Kalkulatora;

Zadania:

Zadanie 1. Zmierz zasięg rzutu kulki dla 15 różnych wysokości (od 0 do 1,5m), wyniki zanotuj w tabeli nr 1 (wysokość w metrach i zasięg w metrach).

Zadanie 2. Na podstawie odpowiedniego wzoru i zmierzonych wysokości z których startowała kulka oblicz prędkości początkowe dla każdej wysokości. Wyniki zapisz w tabeli 1.

Zadanie 3. Na podstawie odpowiedniego wzoru i zmierzonych wysokości z których startowała kulka oblicz teoretyczny zasięg rzutu kulki dla każdej wysokości. Wyniki zapisz w tabeli 1.

Zadanie 4. Otrzymane w zadaniach 1-3 wartości prędkości i zasięgu (teoretycznego i zmierzonego) wykorzystaj do sporządzenia na osobnym arkuszu dwóch wykresów $z(v_0)$ (zasięgu od prędkości początkowej). Dla odróżnienia, punkty odpowiadające zasięgowi teoretycznemu zaznaczaj np. punktami, a zmierzonemu iksami.

Zadanie 5. Zastanów się dlaczego wykresy się nie pokrywają.

1. Implozja puszki.

- a. Opis:
 - i. Pusta puszka aluminiowa jest podgrzewana płomieniem z palnika spirytusowego.
 - ii. UWAGA w puszcze powinna znajdować się niewielka ilość wody – w ten sposób eksperyment lepiej wyjdzie (korzystać ze skraplania pary wodnej w czasie oziębiania - następuje redukcja objętości o ok. 1000 razy);
 - iii. Wsadzamy ją otwartym końcem w wodę;
 - iv. Puszka ulega zgnieceniu;
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. palnik spirytusowy,
 - ii. puszki aluminiowe (po napojach bezalkoholowych),
 - iii. duży zbiornik na wodę przezroczysty z tworzywa (5 dm³),
 - iv. odpowiednie szczypce;
- c. Zjawisko:
 - i. ciśnienie atmosferyczne,
 - ii. Zachodzą dwa procesy. Pierwszy to zmniejszenie się ciśnienia powietrza na skutek jego oziębiania. Drugi (i tu istotniejszy) to skraplanie się pary wodnej i przez to gwałtowne zmniejszenie się ilości gazu w puszcze i w następstwie spadek jego ciśnienia (1 mol wody – 18 g, w postaci pary wodnej (nienasyconej w powietrzu, w warunkach normalnych) „zajmuje” 22,4 dm³ a w postaci ciekłej 18 cm³ - relacja ponad 1000:1.)
- d. Zastosowanie: ilustracja skutków różnicy ciśnień; podobny rezultat może dotyczyć lodzi podwodnej schodzącej zbyt głęboko.

2. Wsysanie jajka do butelki.

- a. Opis:
 - i. Butelkę z szeroką szyjką ale mniejszą od średnicy jajka ogrzewamy suszarką a następnie umieszczamy na szyjce butelki jajko (zwilżone dla zmniejszenia tarcia); jajko zostaje wciągnięte do butelki;
 - ii. Ustawiamy butelkę tak by jajko zatkało szyjkę od środka (najlepiej prawie poziomo by nie sugerować ruchu pod wpływem grawitacji) i ogrzewamy butelkę; Jajko wyskakuje (*lub wdmuchujemy powietrze do butelki z jakimś w szyjce i nadciśnienie wypycha jajko*)
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. jajko gotowane na twardo,
 - ii. woda, szklana przezroczysta butelka z odpowiednio szeroką szyjką,
 - iii. szczypce, suszarka.
- c. Zjawisko:
 - i. wzrost ciśnienia gazu na wskutek wzrostu temperatury (trochę jak przemiana izochoryczna ale tracimy gaz z układu).
- d. Zastosowanie: ruch tłoka w cylindrze silnika po zapłonie mieszanki;

3. Listki.

- a. Opis: Dmuchaając pomiędzy dwa zawieszony listki doprowadzamy do ich przyciągania się – „sklejenia”;
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. listek wykonany z papieru lub nieelektryzującego się materiału – folia metalowa, niektóre tkaniny,
 - ii. profil skrzydła (jeśli wyjdzie),
 - iii. statyw,
 - iv. suszarka;
- c. Zjawisko:
 - i. Tworzenie się siły nośnej pod skrzydłem samolotu jako efekt podciśnienia nad skrzydłem; prawo Bernoulliego;
- d. Zastosowanie
 - i. Latanie samolotów;

4. Puszki na sznurkach.

- a. Opis: Dwie puszki z zamocowanymi sznurkami powieszona na statywie; w odstęp pomiędzy puszkami przy pomocy słomki wdmuchujemy strumień powietrza puszki „przyciągają się” do siebie;
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. statyw,
 - ii. dwie puszki na sznurkach,
 - iii. słomki;
- c. Zjawisko:
 - i. prawo Bernoulliego; podobnie do listków;
- d. Zastosowanie: podobnie do listków.

5. Piłeczki w strumieniu powietrza.

- a. Opis:
 - i. w wiejący pionowo do góry strumień powietrza z suszarki wprowadzamy piłeczkę pingpongową; piłeczka nie spada i przede wszystkim nie jest wyrzucona na bok;
 - ii. odchylamy strumień powietrza od pionu (do 40°) i piłeczka dalej nie ucieka na zewnątrz strumienia;
 - iii. konkurs dla uczniów – przeprowadzenie analogicznego doświadczenia przy pomocy piłeczki ping-pongowej i strumienia powietrza z ust;
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. suszarka elektryczna,
 - ii. piłeczka pingpongowa,
 - iii. przedłużacz;
- c. Zjawisko:
 - i. Siła Bernoulliego – wewnątrz strumienia prędkość jest duża czyli ciśnienie małe; zewnętrzne duże ciśnienie nieruchomego powietrza nie pozwala wypaść piłeczce ze strumienia;
- d. Zastosowanie: w gaźnikach silników benzynowych obszar szybkiego przepływu powietrza i niskiego ciśnienia jest wykorzystywany do zasysania paliwa; bojery (żaglówki na łodzi) mogą poruszać się szybciej od wiatru jeśli w dodatku do siły wiatru pchającego żagiel doda się siłę Bernoulliego wynikającą z szybkiego przepływu powietrza przed żaglem (inaczej tłumacząc - szybki przepływ powietrza powoduje zmniejszenie ciśnienia przed łodzią, czyli zmniejsza opory ruchu).

6. Dyfuzja - ruchy Browna.

- a. Opis: Dyfuzja (mieszanie) barwników w zlewkach z gorącą i zimną wodą. Do zlewki z wodą gorącą i zimną wkraplamy jednakowe ilości barwnika-tuszu i obserwujemy proces mieszania. Uwaga: gęstość tuszu jest nieco większa niż wody i dlatego krople tuszu należy wpuszczać do wody z nad samej powierzchni.
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. dwie zlewki,
 - ii. czajnik,
 - iii. barwnik – tusz do pieczętek;
 - iv. pipeta/zakraplacz;
- c. Zjawisko:
 - i. proces dyfuzji,
 - ii. ruchy Browna;
- d. Zastosowanie

7. Napięcie powierzchniowe.

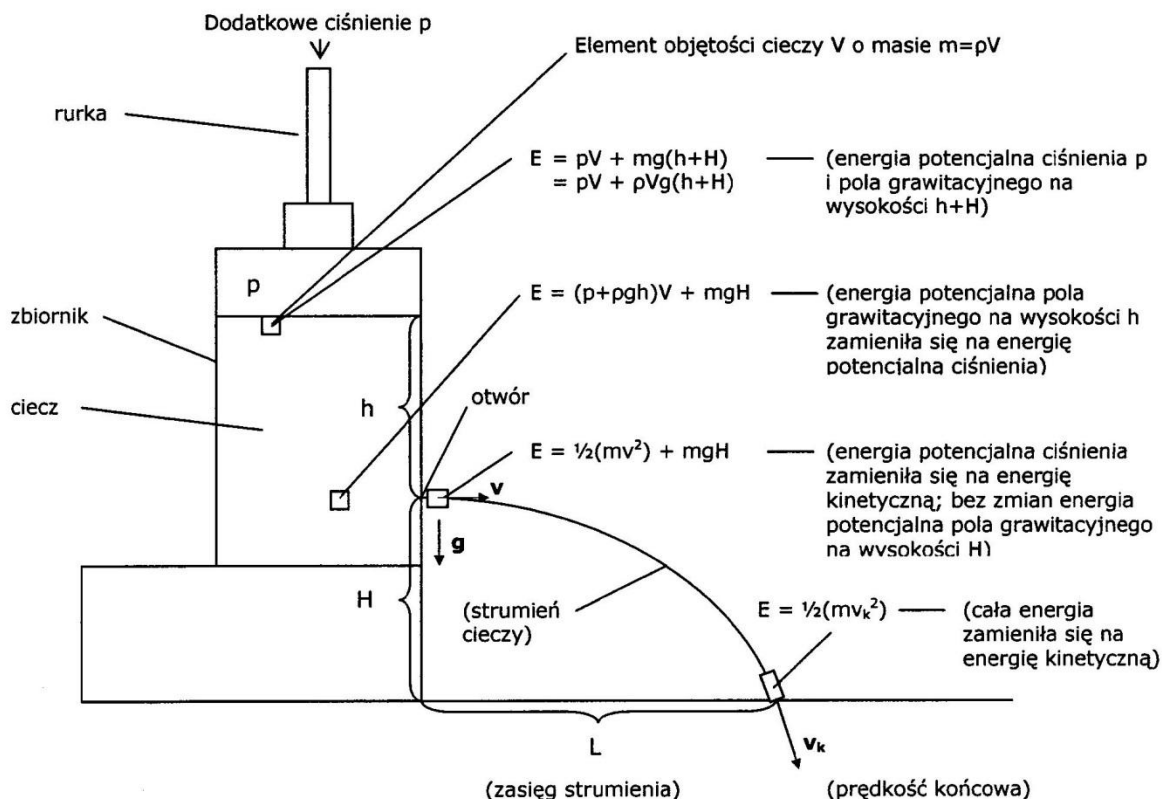
- a. Opis:
 - i. spinacz pocieramy o skórę (nos) i kładziemy na powierzchnię wody, spinacz utrzymuje się na powierzchni,
 - ii. po dodaniu kilku kropli detergentu – napięcie powierzchniowe ulega zmniejszeniu i spinacz tonie,
 - iii. można także użyć pieprzu;
- b. Oprzyrządowanie:
 - i. zlewka (duża lub naczynie z tworzywa),
 - ii. spinacz lub pieprz,
 - iii. detergent;

- c. Zjawisko:
 - i. siły napięcia powierzchniowego podtrzymują spinacz. Oddziaływanie woda-stal podobne do woda-woda, a oddziaływanie woda-tłuszcz znacznie mniejsze.
- d. Zastosowanie
 - i. Owady wykorzystują napięcie powierzchniowe do poruszania się po powierzchni wody,
 - ii. Detergenty zmniejszają napięcie powierzchniowe;

WYZNACZANIE CIŚNIENIA W USTACH przez zastosowanie zbiornika Torricellego. (B)

WSTĘP.

Zachowanie energii dla małego elementu cieczy, na przykładzie zestawu doświadczalnego.



ρ – masa właściwa cieczy [kg/m^3] (czytamy „ro”)

v – prędkość [m/s]

g – przyspieszenie grawitacyjne [m/s^2]

Z zależności pokazanych na rysunku możemy wyliczyć prędkość wylatującej otworem cieczy v oraz zasięg cieczy L , a w końcu ciśnienie wdmuchiwanego powietrza p :

$$p = (\rho g / 4H)(L_2^2 - L_1^2)$$

Wprowadzenie tego wzoru znajduje się na końcu tej instrukcji.

Wzór ten pozwoli nam wyznaczyć ciśnienie w ustach z pomiaru zasięgu strumienia cieczy.

DOŚWIADCZENIE (wyznaczanie ciśnienia w ustach przez zastosowanie zbiornika Torricellego)

Zestaw doświadczalny składa się z:

Zbiornika plastikowego z wodą i otworem przy podstawie zbiornika, w szyjce zbiornika umieszczona jest rurka, która pozwala wdmuchiwać powietrze do zbiornika, stołu na którym umieszczamy zbiornik, „rynien” zbierających strumień wody, taśmy mierniczej, kalkulatora.

Przebieg doświadczenia.

Umieszczamy zbiornik z wodą i z zatkany otworem na krawędzi stołu. Napełniamy go wodą do wyznaczonej wysokości.

Zapisujemy wysokość otworu nad podłogą (H).

Na przedłużeniu otworu układamy na podłodze „rynny” zbierające wodę.

Rozwijamy taśmę mierniczą wzdłuż „rynien”.

Zapisujemy wysokość cieczy nad otworem (h).

Jeden z eksperymentatorów otwiera otwór, następnie mierzymy zasięg strumienia wody (L_1). Potem drugi z eksperymentatorów wdmuchuje (jak najsilniej) powietrze w rurkę i ponownie mierzymy zasięg strumienia wody (L_2). Zapisujemy w tabeli oba wyniki.

Powtarzamy doświadczenie z następnymi osobami wdmuchującymi powietrze. Za każdym razem notujemy wysokość h i zasięgi L_1 i L_2 . Zapisujemy wyniki.

Wyprowadzenie wzoru na p.

Zasada zachowania energii dla elementu cieczy wylatującego z otworu

$$pV + mgh = mv^2/2 \quad (m = \rho V)$$

Możemy stąd obliczyć prędkość wypływającej poziomo cieczy

$$v^2 = 2p/\rho + 2\rho gh$$

Element cieczy spada ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem g i po czasie t przebywa drogę H

$$H = gt^2/2, \text{ czyli } t^2 = 2H/g$$

Jednocześnie porusza się on poziomo ruchem jednostajnym z prędkością v i po czasie t znajdzie się w odległości L

$$L = vt \text{ lub } L^2 = v^2 t^2,$$

czyli

$$L^2 = (2H/g)(2p/\rho + 2\rho gh)$$

Stąd wyliczamy zasięgi L_1 ($p=0$) i L_2

$$L_1^2 = 4hH$$

$$L_2^2 = 4hH + (4H/\rho g)p$$

A to pozwala nam wyliczyć p z różnicy zasięgu obu strumieni

$$p = (\rho g/4H)(L_2^2 - L_1^2)$$

Karta pracy i tabele.

Karta pracy

1	Zespół doświadczalny - wyznaczenie ciśnienia w ustach przy pomocy zbiornika Torricellego (B)	Gdańsk,.....10.2011
1.		4.
2.		5.
3.		6.

Dane do eksperymentu:

$$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3 \text{ (woda)}$$

$$g = 9,81 \text{ m/s}^2 \text{ (przyspieszenie ziemskie)}$$

Tabela 1. Ciśnienie w ustach

Pomiar (inicjały osoby)	H (m)	L ₁ (m)	L ₂ (m)	A=(ρg/4H) (Pa/m ²)	p A(L ₂ ² - L ₁ ²) (Pa)
Wartość średnia ciśnienia w ustach dla grupy eksperymentatorów = suma ciśnień/ liczba pomiarów					

Średnie ciśnienie atmosferyczne na poziomie morza wynosi 1013,25 hPa (hPa = 100 Pa).
Jednostkę ciśnienia równą 1013,25 hPa nazywamy atmosferą (1 atm).

Wyraź średnie ciśnienie w ustach w atmosferach:

$$p = p \text{ [Pa]} / 1013,25 \text{ hPa [atm]}$$

$$p = \dots\dots\dots \text{atm}$$

Wylicz ile wynosi siła F z jaką to ciśnienie działa od wewnątrz na ścianki zbiornika z wodą,
biorąc pod uwagę, że powierzchnia ścianek S= 0,43 m² i p= F/S

$$F = p \cdot S = \dots\dots\dots \text{ Pa}$$