

Renata Krzymuska

renata.krzymuska@edu.oeiizk.waw.pl

Fizyka i Technika w gimnazjum i Fizyka w liceum

Zespół Szkół nr 7 im. N. Żmichowskiej

Warszawa ul. Klonowa 16

Pomiar gęstości.

W klasie, w której przeprowadziłam niżej opisane lekcje uczyła się młodzież o zainteresowaniach humanistyczno – lingwistycznych, fizykę uważali, najczęściej, za przedmiot trudny, nieprzydatny; przedmiot, którego nie lubią. Uczniowie są jednak zdolni, inteligentni i na ogół nie mają prawdziwych powodów do lękania się fizyki. Trudno jest ich jednak zainteresować. W tym roku postanowiłam spróbować zmobilizować ich do samodzielnej pracy doświadczalnej. Wybrałam na początek łatwe zagadnienia **pomiaru gęstości cieczy, ciał stałych oraz budowę prostego aerometru**.

Lekcję samodzielnych doświadczeń postanowiłam przeprowadzić pod koniec działu zwanego hydrostatyką, na początku II semestru; w I klasie liceum ogólnokształcącego, w której dysponuję lekcją dzieloną na grupy 1 raz w tygodniu oraz lekcją z całą klasą również 1 raz w tygodniu.

Cykl 4 lekcji był bardzo udany, polecam go szczególnie wtedy, gdy mamy jednocześnie wychowawstwo w danej klasie, gdyż daje wiele możliwości obserwacji uczniów, co dla nauczyciela fizyki (mała ilość lekcji w określonej klasie) ma niebagatelne znaczenie.

1. Metoda.

Wybrałam metodę projektów, ale ją skróciłam i zmodyfikowałam w następujący sposób:

- narzucony temat,
- czas wykonania 3 tygodnie,
- wykonanie całkowicie w czasie kolejnych lekcji.

Zachowałam:

- pełną samodzielność uczniów w trakcie wykonywania doświadczenia, wyciągania wniosków oraz opracowania wyników,
- zasadę wyraźnego określenia jakie czynniki będą wpływać na końcową ocenę, przed rozpoczęciem pracy,
- zakończenie pracy prezentacją i ściśle określone terminy.

2. Przebieg zajęć.

Lekcja 1 (20 minut, w grupach, początek lekcji poświęcony był przypomnieniu obiektywnej wiedzy z zakresu hydrostatyki – czyli tzw. „odpytywanie”).

- ✓ Rozdałam przygotowane materiały (wg [1] załączniki 1, 2, 3) i poprosiłam o samodzielne i ciche przeczytanie tekstu. Każdy uczeń otrzymał opis jednego z trzech doświadczeń. Pozostawiłam im **5 minut** czasu.
- ✓ Poprosiłam, aby przesiadli się i utworzyli grupy z opisem tego samego doświadczenia. Uczniowie usiedli w trzech grupach (po 5 – 6 osób), zajęło im to około **3 minut**. Ja miałam okazję patrzeć na ich sposób reagowania na kolegów i koleżanki, którzy znaleźli się w tych samych grupach.

- ✓ Poinformowałam ogólnie o dalszym przebiegu pracy oraz kryteriach oceny, informując jednocześnie, że szczegóły zostały wywieszane przeze mnie na tablicy informacyjnej na korytarzu (załączniki 4, 5).
- ✓ Poleciłam uczniom przedyskutować w grupach cel i przebieg doświadczenia oraz sporządzić listę grupy z zaznaczeniem kierownika i listy potrzebnych przyrządów i materiałów. Oznajmiłam uczniom, że będą musieli sami postarać się o wyszczególnione przez siebie przyrządy i materiały poza wyłożonym sprzętem szkolnym. Uczniowie otrzymali na to zadanie **10 minut**. Ja wyłożyłam w tym czasie kilka dynamometrów i 10 jednakowych, żelaznych odważników.

(Dynamometry były już uczniom znane, choć nie posługiwali się nimi w klasie I, odważniki zaś zostały zważone, wraz z określeniem niepewności pomiarowej, przy okazji pokazowych doświadczeń zależności siły sprężystości od wydłużenia.)

- ✓ Ostatnie **2 minuty** poświęciłam na zatwierdzenie ich „list sprzętowo-materiałowych” oraz ustalenie terminu wykonania doświadczeń.



Lekcja 2 (45 minut, w grupach).

Przygotowałam sobie protokół obserwacji i patrzyłam na pracę uczniów (załącznik 6).

- ✓ Wykonanie doświadczeń – pomiary i analiza wstępna uzyskanych wyników.
- ✓ Moja praca ograniczała się do obserwacji pracy uczniów oraz nadzoru.

Lekcja 3 (45 minut, w grupach).

- ✓ Wykonanie opisu doświadczenia wraz z wnioskami w programie Word.
- ✓ Wykonanie obliczeń na podstawie pomiarów wraz z uproszczonym rachunkiem błędów w programie Excel.

(Z rachunkiem błędów prowadzonym metodą średniej i maksymalnych odchyłek uczniowie zapoznali się na początku roku przy okazji prostych pomiarów czasu i odległości.)



Lekcja 4 (45 minut, w grupach).

Każda grupa zaprezentowała w ciągu 15 minut swoje doświadczenia: cel, metodę i wyniki; pozostałym uczniom.

3. Wnioski.

Istnieją, moim zdaniem, trzy powody, które przesądają o potrzebie i skuteczności prowadzenia takich lekcji:

- młodzież z wielkim zaangażowaniem wykonywała doświadczenia i opracowywała wyniki;
- lekcje pozwoliły połączyć kilka umiejętności zdobywanych przez uczniów: obserwacji i opisywania zjawisk, posługiwania się pojęciami, planowania i wykony-

- i wykonywania doświadczeń, zapisywania i analizowania wyników, korzystania z praw fizyki; a także umiejętność współpracy w grupie;
- ewaluacja zajęć, przeprowadzona przeze mnie na końcu roku, pokazała, że około 80% uczniów uznało właśnie ten cykl lekcji za najciekawszy (pozostałe 20% wybrało zagadnienia równi pochyłej lub kalorymetrię). Przykładową ankietę załączam (załącznik 7).

Cykl lekcji nie wymagał bogatego wyposażenia, uczniowie sami przynieśli większość przyrządów i materiałów, doświadczenia można wykonać w zwykłej klasie. Materiały, które otrzymali uczniowie nie były im znane; na co dzień korzystają z podręcznika p. A. Kaczorowskiej *Termodynamika* Wydawnictwo Edukacyjne Żak 1995.

Poniżej prezentuję przykładowe sprawozdanie uczniowskie z doświadczenia (załącznik 8, 9).

Literatura:

- | | | | | |
|---|-----------------------------------|--|----------------|------------|
| 1 | Maciej Jenike | <i>Fizyka. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego.
Klasa 1</i> | str. 228 - 230 | WSiP 1993. |
| 2 | R. I. Arends | <i>Uczymy się nauczać</i> | | WSiP 1998. |
| 3 | G. D. Fenstermacher, J. F. Soltis | <i>Style nauczania</i> | | WSiP 2000. |

Wyznaczanie gęstości ciał stałych i cieczy

Teoretyczne wyznaczenie gęstości ciała stałego nie powinno przedstawiać żadnego problemu. Należy znać masę ciała i jego objętość, a następnie do obliczenia skorzystać z wzoru

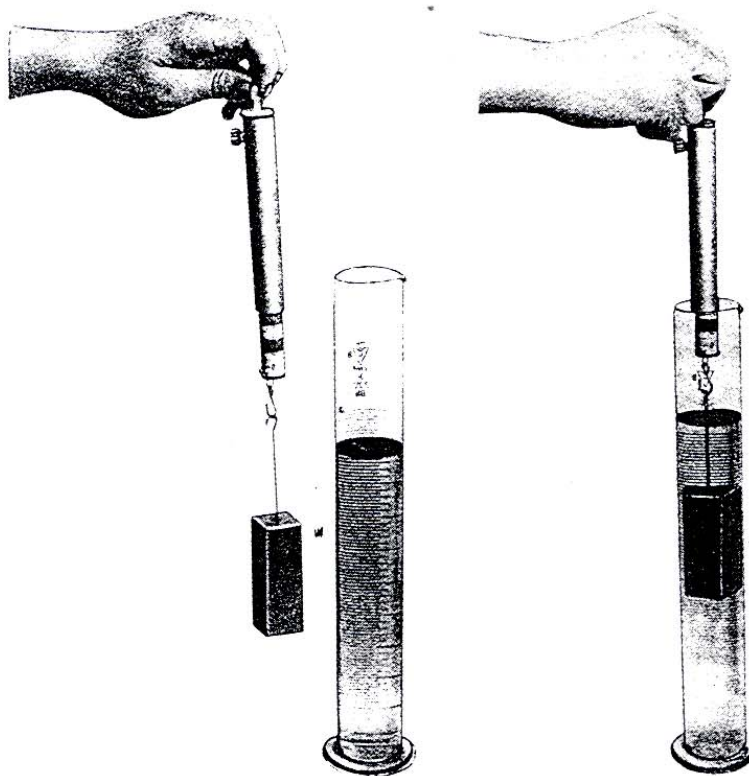
$$\rho = \frac{m}{V}$$

Masę wyznaczamy dość dokładnie na wadze lub za pomocą siłomierza. Dla regularnych brył, takich jak sześcian, kula czy walec, objętość równie łatwo jest wyznaczyć geometrycznie, dokonując niezbędnych pomiarów linijką, suwmiarką itp. Nie możemy jednak tak postąpić, gdy ciało ma nieregularne kształty.

Doświadczenie 1

Wyznaczanie gęstości ciała stałego na podstawie prawa Archimedesesa

Do doświadczenia potrzebny jest siłomierz i naczynie z cieczą o znanej gęstości ρ , np. z wodą. Zawieszamy ciało na siłomierzu i odczytujemy ciężar Q . Następnie zanurzamy ciało całkowicie w wodzie i odczytujemy nowe wskazanie siłomierza Q' (rys. 37.1).



Rys. 37.1. Pomiar gęstości ciała stałego na podstawie prawa Archimedesesa

$$Q = mg \quad \Rightarrow \quad m = \frac{Q}{g}$$

$$F_w = Q - Q' = V\rho g \quad \Rightarrow \quad V = \frac{Q - Q'}{\rho g}$$

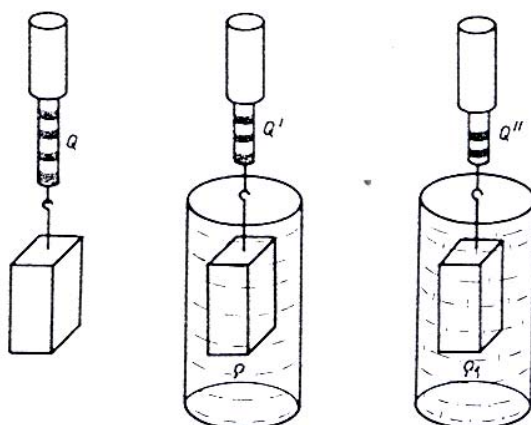
$$\rho_1 = \frac{m}{V} = \frac{Q\rho}{Q - Q'}$$

Wyznaczanie gęstości ciał stałych i cieczy

Doświadczenie 2

Wyznaczanie gęstości cieczy na podstawie prawa Archimedesesa

Do tego doświadczenia potrzebny jest także siłomierz, jedno naczyni wypełnione znaną cieczą, drugie nieznaną i dowolne ciało tonące i ni rozpuszczające się w obu tych cieczach. Jak poprzednio, mierzymy cięża ciała Q w powietrzu, wskazanie siłomierza Q' po zanurzeniu ciała w wodzie a następnie Q'' w nieznannej cieczy (rys. 37.2).



Rys. 37.2. Pomiar gęstości cieczy na podstawie prawa Archimedesesa

$$\text{Siła wyporu w wodzie } F_w = Q - Q' = V \rho g \quad \Rightarrow \quad V = \frac{Q - Q'}{\rho g}$$

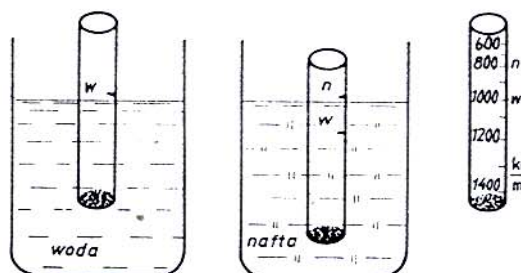
$$\text{Siła wyporu w nieznannej cieczy } F_w'' = Q - Q'' = V \rho_1 g.$$

$$\text{Po przekształceniach otrzymamy } \rho_1 = \frac{Q - Q''}{Q - Q'} \cdot \rho.$$

Doświadczenie 3

Wyznaczanie gęstości cieczy z warunku pływania ciała

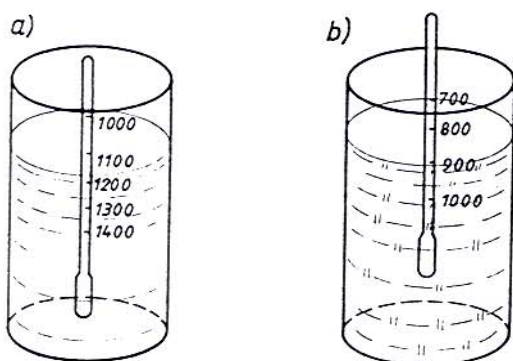
Do doświadczenia użyjemy probówki, lekko obciążonej piaskiem. Probówkę zanurzamy w wodzie tak, aby pływała i zaznaczamy na niej granicę zanurzenia (rys. 37.3). Następnie tę probówkę zanurzamy



Rys. 37.3. Skalowanie areometru przez zanurzanie w różnych cieczach

w drugiej znanej cieczy i zaznaczamy poziom zanurzenia. Zanurzając probówkę w wielu innych znanych cieczach o różnych gęstościach, uzyskujemy na niej pełną skalę. Tak przygotowany przyrząd umożliwia bardzo szybkie zmierzenie gęstości dowolnej cieczy. Najczęściej jednak nie konstruujemy sami takich przyrządów, lecz korzystamy z produkowanych przez przemysł. Przyrządy takie noszą nazwę **areometrów** (rys. 37.4). Używane są powszechnie do wyznaczania gęstości elektrolitu w akumulatorze samochodowym (oceniający wtedy stan i przydatność akumulatora), do badania zawartości tłuszczu w mleku, określania zawartości wody w alkoholu (rys. 37.4).

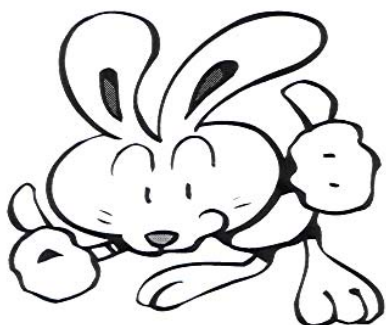
230



Rys. 37.4. Pomiar gęstości cieczy areometrem: a) wody z solą, b) nafty

TABELA: WSPÓLPRACA

KATEGORIA	5 (b. dobra)	4	3	2	1 (niedostateczna)
ZADANA PRACA	konsekwentnie wykonuje zadaną pracę; przypomina innym członkom grupy o zadanej pracy, jeśli jej nie wykonują	konsekwentnie wykonuje zadaną pracę; koncentruje się na wyznaczonym zadaniu	przez większość czasu wykonuje zadaną pracę; czasami odrywa się od zadanej pracy, znajdując inne tematy rozmowy	często odrywa się od zadanej pracy; często dyskutuje z nią na związane tematy	odrywa od pracy innych członków grupy; rozmawia z członkami innych grup; zajmuje się innymi sprawami
WKŁAD W PRACĘ GRUPY	często pozytywny wkład; zadaje pytania wyjaśniające w celu poprawienia wkładu innych; przygotowuje się na zapas, ma pomysły, zadaje pytania, podnosi poziom nauki; jego (jej) uwagi mają na celu wspieranie wkładu innych; w razie nieobecności dostarcza grupie swoje materiały;	często wnosi pozytywny wkład w pracę grupy; wykonuje, wyznaczone zadanie przed czasem, dysponuje całością potrzebnego materiału; zawsze słucha innych; obecny(a) przez większość czasu	wnosi pewien wkład w pracę grupy; czasami nie słucha pomysłów innych LUB: niezbyt często wnosi wkład ale uważnie słucha; wykonuje większość wyznaczonych zadań na czas; czasami nieobecny(a)	nie wnosi wkładu i czasami nie słucha pomysłów innych; na czas wykonuje jedynie część wyznaczonej pracy	wnosi negatywny wkład w pracę grupy, pozbawia grupę energii; przeszkadza tym, którzy starają się pracować; nie wykonuje zadanej pracy w wyznaczonym czasie; nie przynosi potrzebnych materiałów; w razie nieobecności nie dostarcza grupie swoich materiałów; częste nieobecności uniemożliwiają mu (jej) wnoszenie wkładu w pracę grupy
UMIĘTNOŚCI PRACY GRUPOWEJ	szczerze chwali wkład wnoszony przez innych; zachęca do dobrej komunikacji w grupie; zawsze szanuje innych i ich pomysły	często chwali innych; często zachęca do dobrej komunikacji; zwykle szanuje innych; zdolny(a) do kompromisu	czasami chwali innych; czasami zachęca do dobrej komunikacji; czasami nie okazuje szacunku innym członkom grupy	rzadko chwali innych; rzadko promuje dobrą komunikację; rzadko okazuje szacunek innym członkom grupy	„zamyka usta” grupie; całkowicie dominuje w dyskusji, nie dając innym szansy zabrania głosu; nigdy nie zawiera kompromisu



klasa **I B**

Elementy pracy, które będą brane pod uwagę przy ocenie z doświadczenia:

- ☞ przygotowanie przyrządów i narzędzi itp.;
- ☞ przygotowanie protokołu pomiarowego;
- ☞ prawidłowość wykonania doświadczenia;
- ☞ porządek i sprawność wykonania doświadczenia przez grupę;
- ☞ współpraca podczas wykonywania doświadczenia;
- ☞ prawidłowość wykonania sprawozdania (dołączony protokół pomiarowy);
- ☞ dotrzymanie terminu zakończenia doświadczenia (5 minut przed dzwonkiem kończącym lekcje);
- ☞ dotrzymanie terminu oddania sprawozdania (1 tydzień po wykonaniu doświadczenia, *jeśli w tym tygodniu odbędzie się lekcja fizyki komputerowej*)

EWALUACJA LEKCJI FIZYKI

1. Która lekcja, w tym roku szkolnym, wydawała Ci się najciekawsza i dlaczego?

lekcje z hydrostatyki - bo uwielbiam ich prezentacje i treści.

2. Która lekcja, w tym roku szkolnym, wydawała Ci się nudna, niepotrzebna i dlaczego?

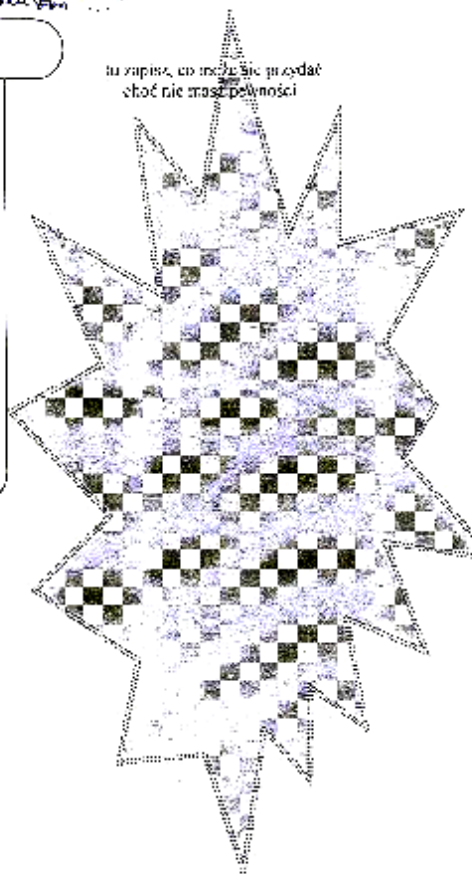
3. Czy Twoim zdaniem osiągnąłeś ocenę końcową adekwatną do Twojej wiedzy, umiejętności i wkładu pracy w tym roku szkolnym? (krótko uzasadnij!)

Tak, myślę, że oceny z fizyki są jednymi z najsprawiedliwszych ocen w całym programie „kompleksie przedmiotów” gdzie więcej się tu nie tylko pracuje pisemnie ale także na lekcji. + jest to, że można poprawić oceny z klasówek lub rekonesansu je w późniejszym terminie, gdy było to przedtem niemożliwe. System ocenianie daje nam - uczniom ...

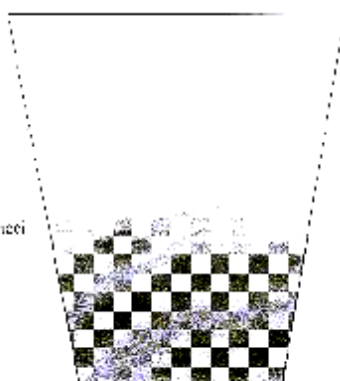
zapisz na tym zwoju, co chciałbyś zabrać ze sobą na dalszą drogę życia

może umiemy uniknąć formułowanie miotłów

tu zapisz, co może Ci przydać choć nie masz pewności



kosz na śmieci



Wykonali: Katarzyna ...
Aleksandra ...
Katarzyna ...
Tomasz ...
Marta ...

Kierownik zespołu: Marta ...

DOŚWIADCZENIE NAD WYZNACZANIEM GĘSTOŚCI CIECZY Z WARUNKU PŁYWANIA

1) Przyrządy

Do doświadczenia użyliśmy: probówkę lekko obciążoną piaskiem, szklanekę, flamaster do zaznaczania poziomu zanurzenia probówki w cieczy, cieczy o różnych gęstościach, linijka.

2) Przebieg doświadczenia

- Do szklanki nalewamy wodę. Probówkę zanurzamy tak, aby pływała i zaznaczamy na niej granicę zanurzenia w cieczy. Mierzymy linijką odległość od zanurzonego krańca probówki do granicy zanurzenia i notujemy w specjalnie stworzonej do tego tabeli pomiarowej.
- Do szklanki nalewamy roztwór wody z solą (taką samą objętość jak wody). Probówkę zanurzamy, jak poprzednio i zaznaczamy granicę zanurzenia w roztworze. Sporządzamy notatki w tabeli pomiarowej.
- Do szklanki nalewamy olej (taką samą objętość, jak wody i roztworu). Probówkę zanurzamy jak poprzednio, zaznaczamy granicę zanurzenia i sporządzamy notatki w tabeli.

3) Pomiary

Każdy pomiar wykonaliśmy pięć razy dla dokładności w określeniu poziomu zanurzenia.

- Podczas pomiarów w wodzie otrzymaliśmy wyniki wahające się między 57 mm, a 60 mm. (wyniki podane w milimetrach są odległościami od zanurzonego krańca probówki do zaznaczonego na niej poziomu zanurzenia). Dało to średnią zanurzenia 57,6 mm
- Podczas pomiarów w roztworze wody z solą wyniki wahały się między 54 mm, a 57 mm. Dało to średnią zanurzenia 54 mm.
- Podczas pomiarów w oleju wyniki wahały się między 65 mm a 70 mm. Dało to średnią zanurzenia 67,2 mm.

4) Rachunek błędów

Dokonując wielokrotnych pomiarów nad poziomem zanurzenia probówki w różnych cieczach zaobserwowaliśmy różnice w uzyskiwanych wynikach pomiarowych. Największym błędem była różnica 5 mm w porównywanych wynikach. Aby przyjąć jakieś dane potrzebne do dalszej części doświadczenia musieliśmy wyliczyć średnią ze wszystkich otrzymanych obliczeń. (olej - 67,2 mm; woda - 57,6; woda z solą - 54 mm).

5) Wnioski

Po wykonaniu doświadczenia stwierdzamy, że probówka zanurzyła się najgłębiej w oleju, a najbardziej wypychała ją na powierzchnię woda z solą. Wynika to z różnicy w gęstości cieczy. Z użytych w doświadczeniu płynów najmniejszą gęstość miał olej a największą woda z solą.

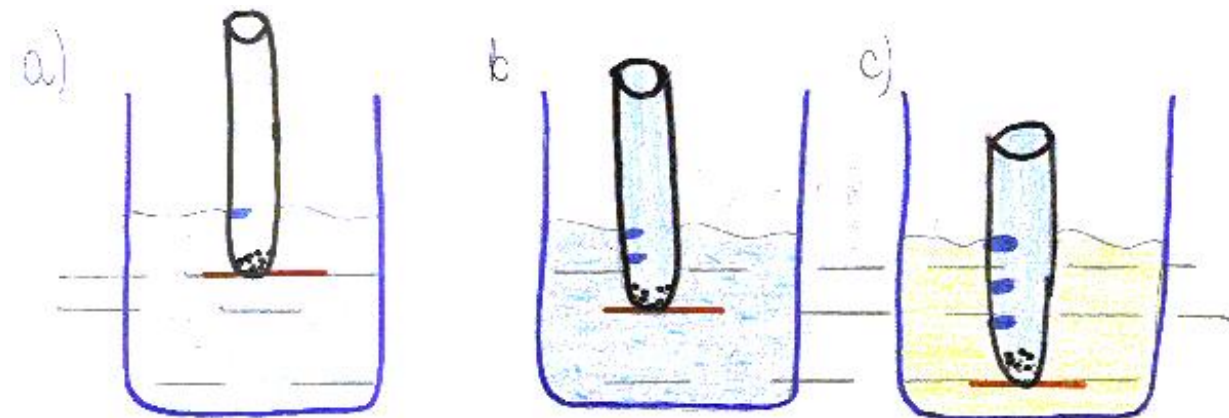
Sprawozdanie strona 2

pomiary i wyniki

substancja	pomiar 1	odchylenie	pomiar 2	odchylenie	pomiar 3	odchylenie
olej	65	2.2	70	2.8	65	2.2
woda	57	0.6	60	2.4	57	0.6
roztwór NaCl	54	0	57	3	52	2

substancja	pomiar 4	odchylenie	pomiar 5	odchylenie	średnia	błąd względny
olej	67	0.2	69	1.8	67.2	0.043
woda	57	0.6	57	0.6	57.6	0.042
roztwór NaCl	55	1	52	2	54	0.058

Wygląd naszego aerometru.



a) woda soly
 b) woda
 c) olej