

10. Wznoszenie się wody

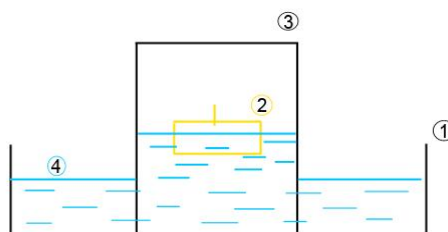
Autor: Michał Dziuba MegaEpsilon

Treść problemu: Napełnij spodek wodą i umieść pośrodku świecę. Po zapaleniu świecy nakryj ją przezroczystą zlewką. Zbadaj i wyjaśnij zjawisko, które nastąpi.

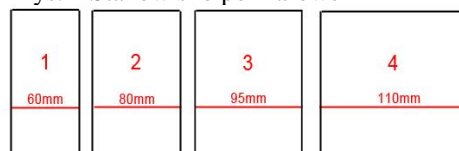
1. Stanowisko pomiarowe

W celu zbadania wyżej wymienionego problemu, obserwacji i wykonania pomiarów zostało stworzone stanowisko pomiarowe, które zostało ukazane na rys. 1,2 i 3. Do wykonania doświadczeń zostały użyte:

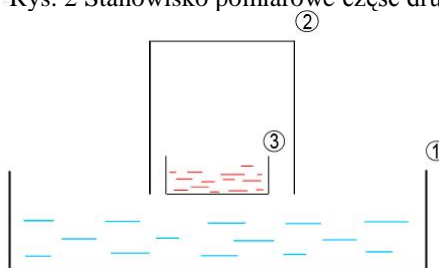
- głęboki talerz (rys.1 nr1, o wymiarach 190x35mm)
- szklanka (rys.1 nr2, o wymiarach 133x74mm)
- tea-light firmy la rissa (rys.1 nr2, o wymiarach 39x16mm)
- plastikowe butelki z odciętą górną częścią o różnych średnicach: 60, 80, 95 i 110 mm i stałej wysokości 130mm (rys.2 nr1,2,3,4)
- aluminiowa forma tea-lighta pozbawiona woskowego wkładu (rys.3 nr3)
- rozpuszczalniki firmy ANED: nitro, chlorokauczukowy, aceton.
- suwmiarka
- aluminiowa puszka, jako tygiel do roztapiania wosku



Rys. 1 Stanowisko pomiarowe



Rys. 2 Stanowisko pomiarowe część druga



Rys. 3 Stanowisko pomiarowe część trzecia

2. Założenia

Celem eksperymentów było zbadanie zjawiska wznoszenia się wody i parametrów wpływających na wysokość wzniesienia wody.

- Zbadanie wpływu ilości knotów w świeczce na wzniesienie się wody przy tej samej szklance, którą nakrywano świeczkę.
- Zbadanie wpływu średnicy pojemnika nakrywającego na wznoszenie się wody dla różnych ilości źródeł ciepła.
- Zbadanie wpływu zmiennego źródła ciepła (różne temperatury spalania) na wznoszenie się wody.
- Przeprowadzono próby ustalenia wpływu średnicy naczynia dla tej samej objętości pojemnika (im szersze butelki tym mniejsza wysokość) dla tych samych źródeł ciepła niestety niskie butelki pod wpływem temperatury płomienia znajdującego się blisko ścianek stopiły się nie pozwalając na dokonanie pomiarów.
- Każdy pomiar był powtarzany trzykrotnie i została obliczana średnia arytmetyczna w celu uzyskania wyniku.

3. Przebieg eksperymentu

Eksperyment został podzielony na trzy części. W pierwszej części (rys.1) został zbadany wpływ ilości świeczek na wysokość wzniesienia wody. W tym celu zostały specjalnie przygotowane pięć świeczek. Wyjęto z nich wosk i knoty, następnie do każdej

świeczki została wstawiona liczba knotów powiększana o jeden w wyniku czego otrzymano pięć świeczek kolejno z jednym, dwoma, trzema, czterema i pięcioma knotami. Wosk z nich został roztopiony i po zmianie liczby knotów został powrotem wlany. Przygotowane świeczki zostały przedstawione na rys.4. Na talerz nalewano wodę i na środku stawiano świeczkę o różnej liczbie knotów po czym przykrywano ją szklanką i mierzono suwmiarką wysokość wzniesienia wody.



Rys. 4 Cykl przygotowywania świeczek

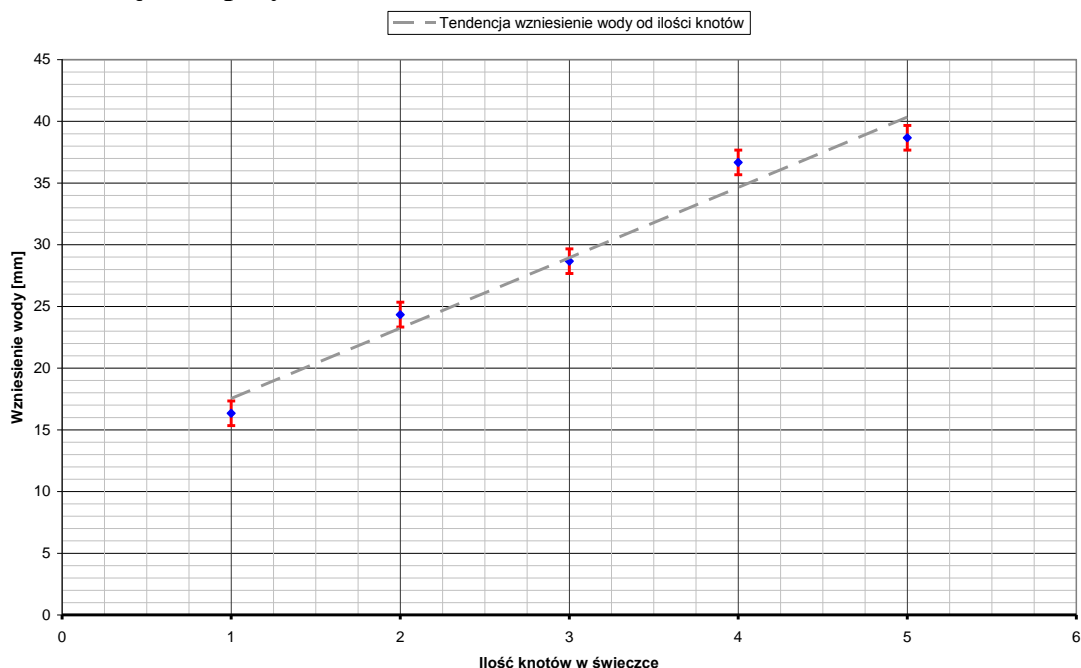
W drugiej części eksperymentu (rys.2) świeczki nakrywano kolejno plastikowymi butelkami, które zostały ucięte na jednakową wysokość 130mm, ale o różnej średnicy i mierzono wzniesienie wody. W trzeciej części eksperymentu (rys.3) najpierw zbadano wysokość wzniesienia wody wstawiając tea-lighta bezzapachowego następnie tea-lighta zapachowego a następnie jeden tea-light został pozbawiony wkładu tak, że została sama aluminiowa forma. Do tej formy wlewano różne rozpuszczalniki i postępowano w ten sam sposób zakrywając (wszystkie w tej części eksperymentu) źródło ciepła szklanką.

4. Obserwacje

- Po nakryciu świeczki naczyniem, świeczka pali się przez moment (w tym momencie następuje nieznaczne i powolne wznoszenie się wody) po chwili zaczyna przygasać i gdy zgaśnie następuje gwałtowne zjawisko wciągania wody z talerza do wnętrza szklanki.
- Dla różnej liczby knotów woda wznosi się na różną wysokość.
- Dla różnych średnic naczynia nakrywającego woda wznosi się na różne wysokości.
- Dla różnych źródeł ciepła woda wznosi się na różne wysokości.
- Dla większej liczby knotów w świeczce (4 i 5) ścianki butelek zaginały się do środka

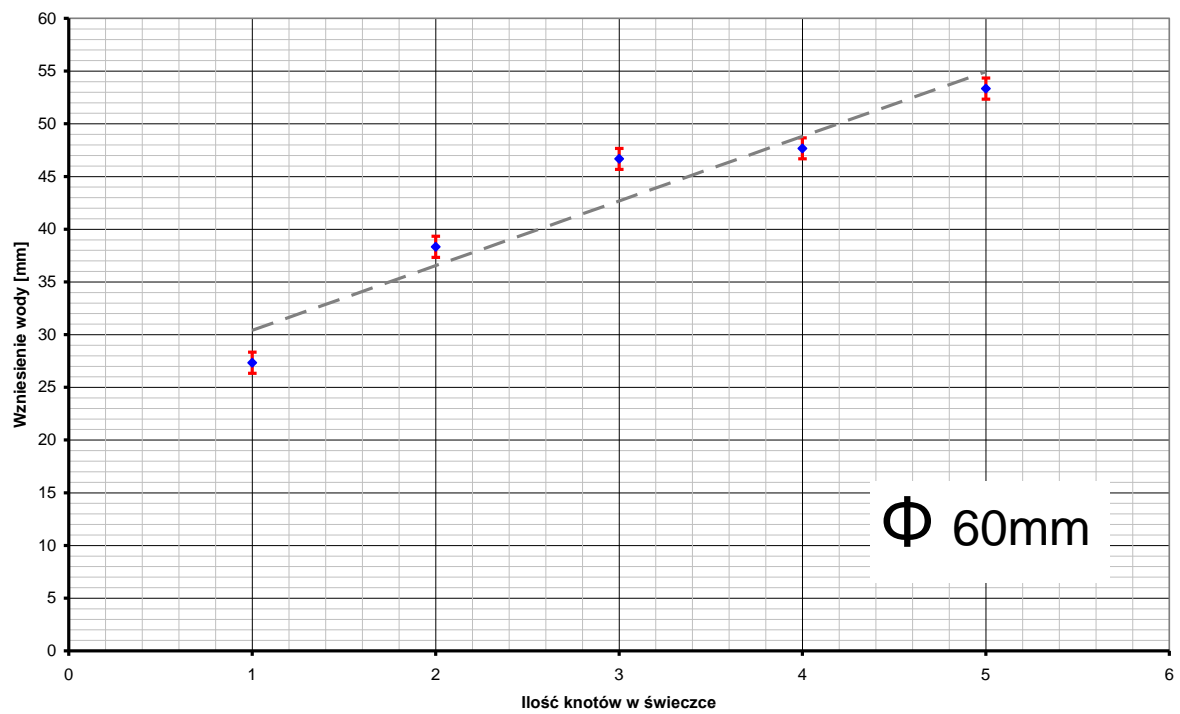
5. Wyniki

a) pierwsza część eksperymentu

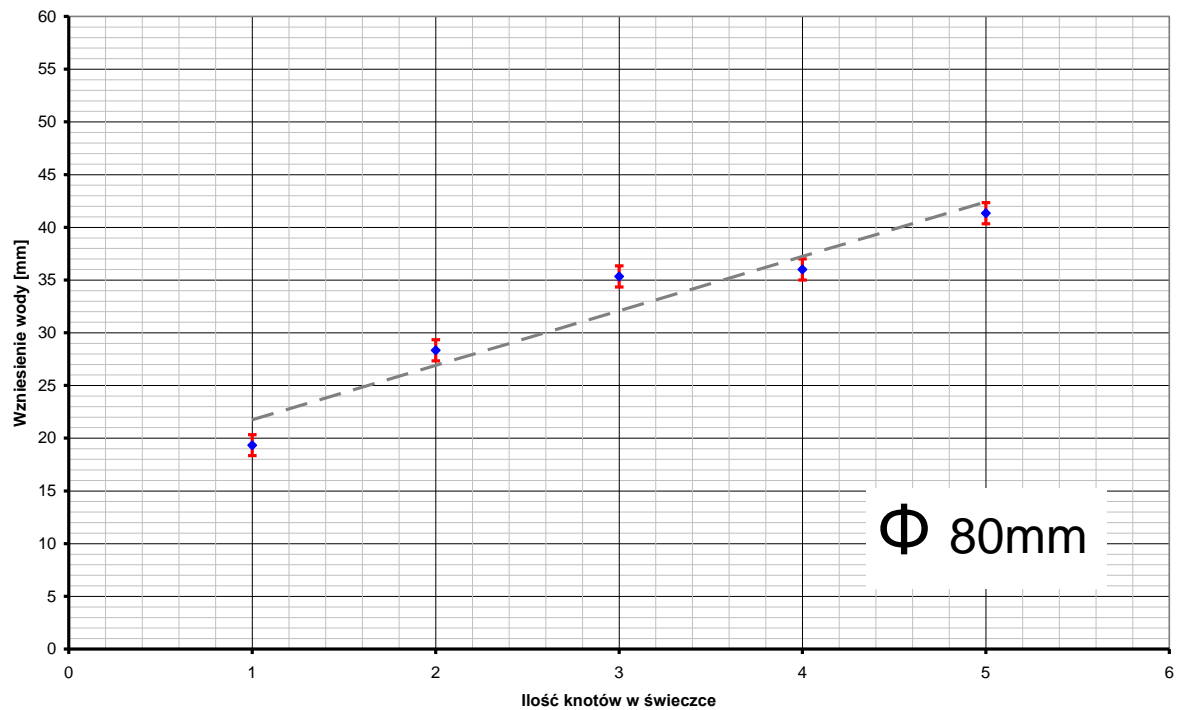


Rys.5 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od ilości knotów w świeczce. Liczba knotów jest liczbą naturalną, więc wykres ma postać punktową, ale możemy nanieść na wykres tendencję wzrostu, która została zaznaczona szarą linią przerywaną.

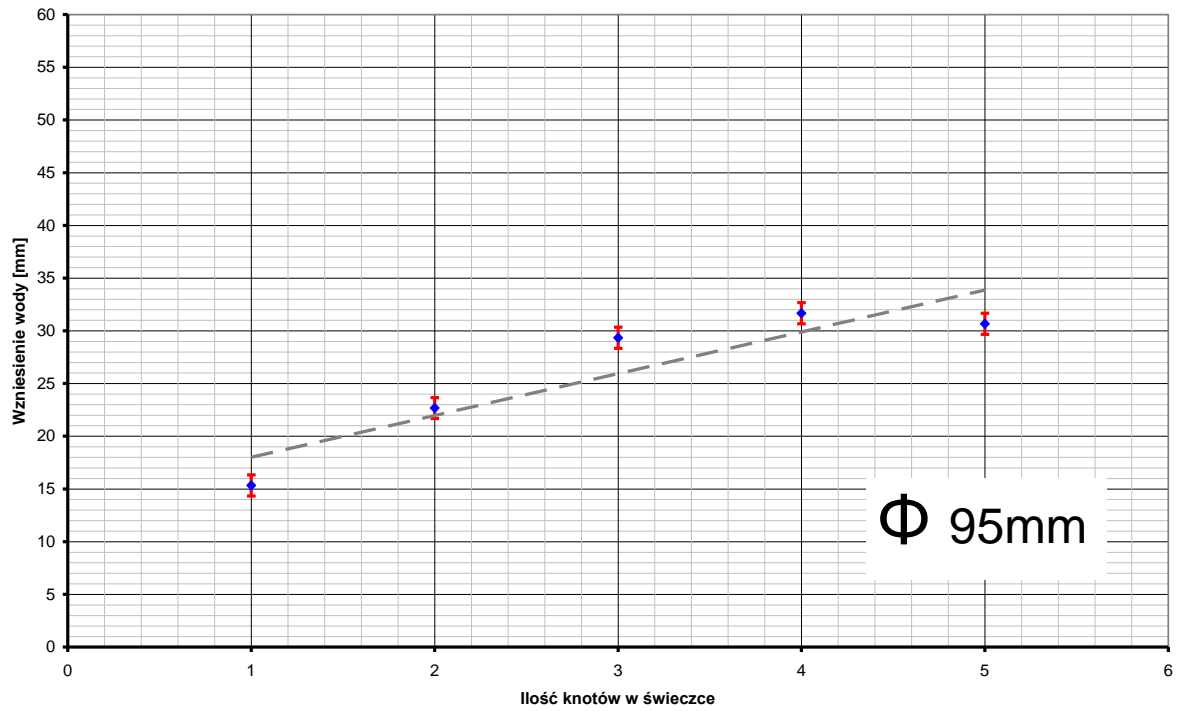
b) druga część eksperymentu



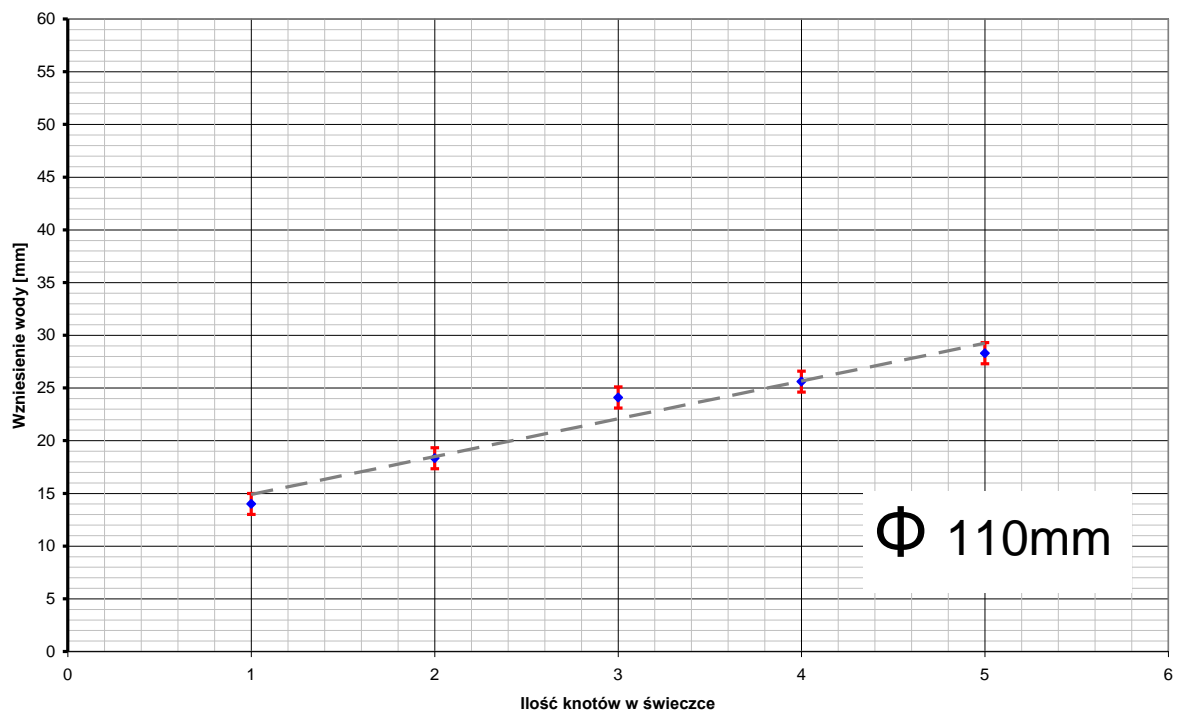
Rys.6 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od ilości knotów w świeczce dla butelki o średnicy 60mm



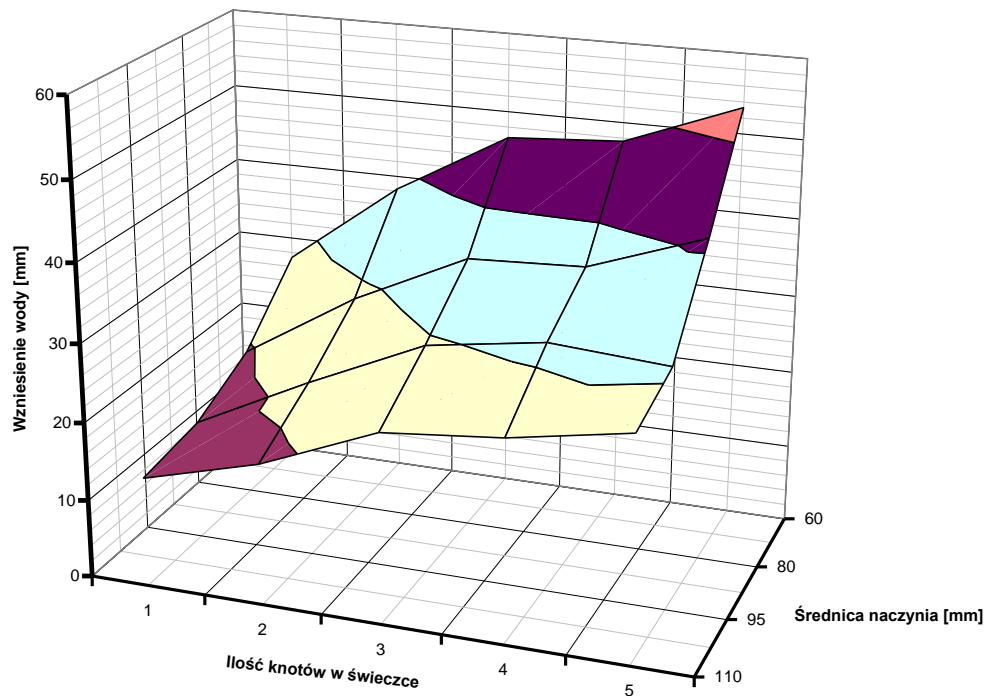
Rys.7 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od ilości knotów w świeczce dla butelki o średnicy 80mm



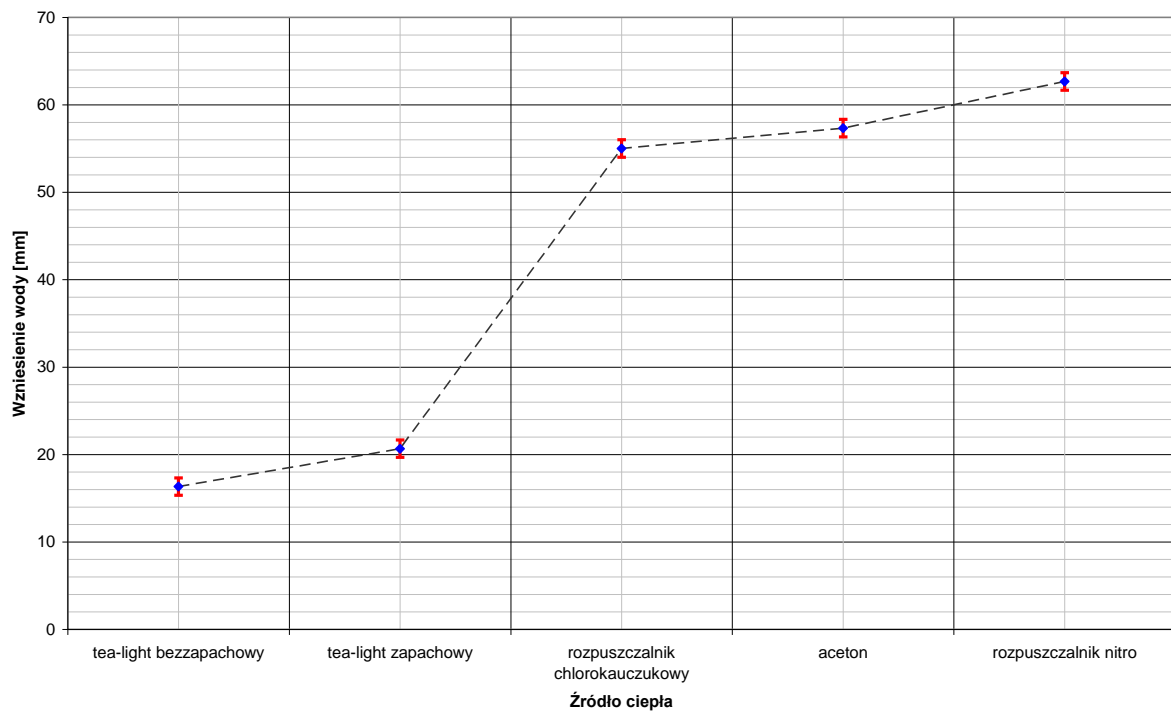
Rys.8 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od ilości knotów w świeczce dla butelki o średnicy 95mm



Rys.9 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od ilości knotów w świeczce dla butelki o średnicy 110mm



Rys.10 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od ilości knotów w świeczce dla butelek o różnych średnicach



Rys.11 Wykres zależności wysokości wzniesienia wody od różnych źródeł ciepła.

6. Wnioski

- Wysokość wzniesienia się wody jest wprost proporcjonalna do ilości knotów w świeczce (rys.5)
- Wysokość wzniesienia się wody jest odwrotnie proporcjonalna do średnicy pojemnika nakrywającego świeczkę (rys. 6-9)
- Zjawisko wznoszenia się wody w naczyniu jest bardzo podobne do zjawiska zachodzącego podczas stawiania baniek gorących¹⁾, w których ogrzewa się wnętrze bańki i przykładem do skóry chorej osoby, powietrze w bańce stygnąc zmniejsza swoją objętość i zasysa skórę.
- Różne źródła ciepła mają znaczenie na wysokość wznoszenia się wody (rys. 11) (im wyższa temperatura tym wyższe wzniesienie się wody) Oznacza to, że w środku naczyń może zachodzić przemiana izobaryczna, w której podczas nakrywania naczyniem świeczki następuje odizolowanie układu i paląca się świeczka ogrzewa zamknięte w naczyniu powietrze. W momencie zgaśnięcia świeczki powietrze zaczyna się ochładzać oddając swoje ciepło wodzie i zgodnie z równaniem Clapeyrona

$$\frac{pV}{T} = const$$

Zachowując takie samo ciśnienie wewnątrz naczynia przy malejącej temperaturze musi również zmaleć objętość gazu, który zasysa poprzez szczelinę między pojemnikiem a talerzem wodę znajdującą się dookoła pojemnika do jego środka.

- Podczas palenia się przykrytej świeczki maleje ilość tlenu (zużywanego do podtrzymania płomienia), ale jednocześnie powstaje dwutlenek węgla, który może rozpuszczać się w wodzie, ale cytując wypowiedź z dyskusji na temat tego zjawiska która została poparta moimi obserwacjami: „ koncowa faza zmniejszania objętości gazów trwa bardzo szybko, czyli rozpuszczanie CO₂ w wodzie możemy raczej zignorować.”²⁾
- Użycie plastikowych butelek (o twardości ścianek nie tak dużej jak szkła) może mieć wpływ na dokładność pomiarów, w celu lepszego zbadania problemu należałoby wyposażyć się w zestaw szklanych cylindrów, których ścianki nie gną się.

7 Źródła

- 1) http://pl.wikipedia.org/wiki/Stawianie_baniek
- 2) <http://pl.usenet.digipedia.org/thread/19540/151095/>
- 3) Wszystkie rysunki i zdjęcia zostały wykonane przez autora.