

## Ćwiczenie M2

# Pomiar ciśnienia hydrostatycznego

### M2.1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest pomiar ciśnienia hydrostatycznego za pomocą manometru cieczowego, zbadanie zależności ciśnienia hydrostatycznego od kierunku parcia cieczy i wyznaczenie gęstości wybranej cieczy.

### M2.2. Zagadnienia związane z tematyką ćwiczenia

- Ciśnienie, jednostki ciśnienia,
- ciśnienie atmosferyczne i ciśnienie hydrostatyczne,
- przyrządy i metody pomiaru ciśnienia,
- prawa statyki cieczy nieściśliwej,
- gęstość cieczy, metody pomiaru gęstości cieczy,
- metoda najmniejszych kwadratów.

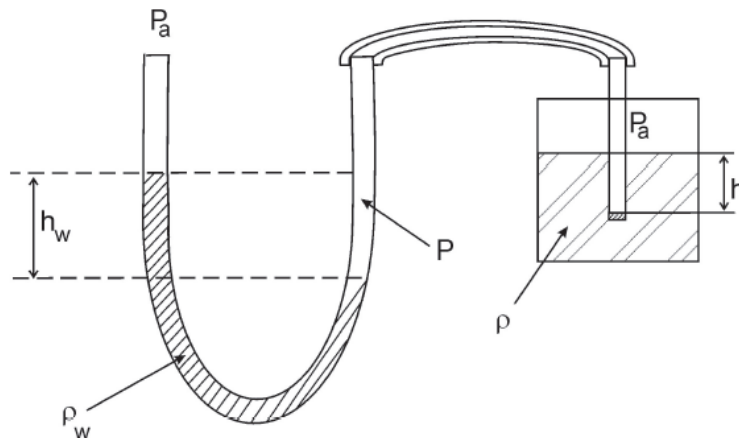
### M2.3. Literatura

- [1] Szczeniowski S.: *Fizyka doświadczalna, cz. 1*, PWN, Warszawa.
- [2] Bobrowski Cz.: *Fizyka – krótki kurs*, WNT, Warszawa.
- [3] *Metody wykonywania pomiarów i szacowania niepewności pomiarowych*, <http://ftims.pg.edu.pl/documents/10673/20436990/wstep.pdf>

## M2.4. Przebieg ćwiczenia i zadania do wykonania

### Układ doświadczalny

Rysunek M2.1 przedstawia schemat układu pomiarowego, zaś rysunek M2.2 zdjęcie układu z zaznaczonymi na schemacie elementami. W skład układu wchodzi: **1** – manometr cieczowy (U-rurka) z lekko zabarwioną wodą (o gęstości  $\rho_w$ ), **2** – sonda szklana (zestaw sond szklanych o różnych kształtach), **3** – wężyk gumowy łączący sondę z manometrem, **4** – zlewka wypełniana badaną cieczą (o gęstości  $\rho$ ), **5** – pionowa miarka ze znacznikami.



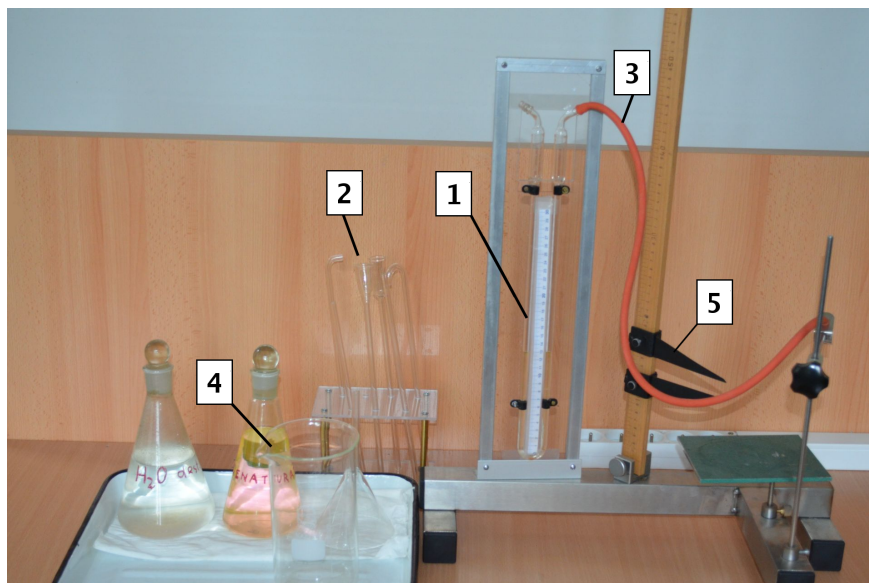
Rysunek M2.1. Schemat układu pomiarowego

### Przebieg doświadczenia

W ćwiczeniu badane jest ciśnienie hydrostatyczne w zlewce z cieczą. Do wyznaczenia tego ciśnienia wykorzystywany jest manometr cieczowy (U-rurka (**1**)), który jednym końcem należy połączyć gumowym wężykiem (**3**) z sondą (**2**) zanurzoną w badanej cieczy wypełniającej zlewkę (**4**). Połączenie elementów układu ilustruje rysunek M2.1. W układzie takim obowiązuje zależność:

$$p = p_a + \rho g h = p_a + \rho_w g h_w, \quad (\text{M2.1})$$

gdzie  $p$  – całkowite ciśnienie na głębokości  $h$  w cieczy o gęstości  $\rho$  wypełniającej zlewkę,  $p_a$  – ciśnienie atmosferyczne,  $g$  – przyspieszenie ziemskie,  $\rho_w$  – gęstość cieczy wypełniającej U-rurkę,  $h_w$  – różnica poziomów cieczy w ramionach U-rurki.



Rysunek M2.2. Zdjęcie układu pomiarowego

### Zadania do wykonania

M2.1. Zbadać zależność ciśnienia hydrostatycznego od kierunku parcia cieczy: stosując różne sondy i zachowując stałą wartość  $h$  sprawdzić, jak zmienia się wartość  $h_w$ .

M2.2. Dla sondy prostej wykonać pomiar zależności  $h_w = f(h)$ , sporządzić jej wykres i wyznaczyć gęstość cieczy, którą została wypełniona zlewka (metodą graficzną i/lub metodą najmniejszych kwadratów).

### M2.5. Rachunek niepewności

Niepewność pomiaru  $h$  i  $h_w$  oceniamy w czasie wykonywania pomiarów na podstawie podziałki użytych przymiarów liniowych. Wyznaczone wartości nanosimy odpowiednio na wykresy.

Niepewność pomiaru gęstości cieczy wypełniającej zlewkę wyznaczamy metodą graficzną i/lub obliczamy jako niepewność standardową stosując odpowiednie wzory z metody najmniejszych kwadratów.