

Pracownia fizyczna

Wyznaczenie zależności lepkości cieczy od temperatury za pomocą wiskozymetru

Teoria:

- tarcie, tarcie wewnętrzne (lepkość), współczynnik lepkości cieczy, siła wyporu,
- lepkość względna, przepływ laminarny, I zasada dynamiki,
- prawo Poiseuille'a, wzór Stokesa,
- zastosowanie pomiaru lepkości w laboratorium biofizycznym (pomiar lepkości cytoplazmy) i klinicznym (pomiar lepkości osocza krwi- badanie OB, oraz płynów ustrojowych),
- budowa i zasada działania wiskozymetru,
- energia aktywacji lepkości

Cel ćwiczenia:

- zapoznanie się z procesami przepływu cieczy,
- zapoznanie się z metodami wyznaczania lepkości cieczy,
- wyznaczenie lepkości cieczy metodą Stockesa,
- wyznaczenie zależności lepkości cieczy od temperatury,

Przebieg ćwiczenia:

I Pomiar lepkości cieczy metodą Stokesa:

1. wyznaczyć za pomocą śruby mikrometrycznej średnicę pięciu kulek $-2r$ (wyznaczyć średni promień kulki),
2. wrzucać kolejno kulki do cylindra dla każdej kulki zmierzyć czas opadania kulki $-t$ pomiędzy oznaczonymi poziomami (wyznaczyć średni czas opadania kulki),
3. zmierzyć drogę $-h$ przebytą przez kulkę, wyliczyć szybkość opadania kulki $-v$ (ruch jednostajny prostoliniowy), oszacować niepewność wyznaczenia wartości szybkości
4. zmierzyć temperaturę badanej cieczy T , oraz jej gęstość za pomocą aerometru ρ_c , z tablic odczytać gęstość kulki $-\rho$,
5. wyliczyć lepkość cieczy η , ze wzoru (g – przyspieszenie ziemskie):

$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho - \rho_c)}{9v}$$

6. obliczyć błąd pomiaru lepkości cieczy ze wzoru ($\Delta\rho$ -niepewność odczytu gęstości aerometrem):

$$\frac{\Delta\eta}{\eta} = 2 \left| \frac{\Delta r}{r} \right| + \left| \frac{\Delta v}{v} \right| + \left| \frac{\Delta\rho_c}{\rho - \rho_c} \right|$$

II Pomiar zależności lepkości cieczy od temperatury :

1. napęlić wiskozymetr wodą destylowaną, zmierzyć czas $-t_0$ przepływu wody przez kapilarę wiskozymetru (pomiar powtórzyć 5 razy, wyznaczyć czas średni),

2. napełnić wiskozymetr badana cieczą zmierzyć czas przepływu badanej cieczy jak dla wody destylowanej- wyznaczyć czas średni t ,
3. zmierzyć temperaturę T_0 cieczy w termostacie, dla danej temperatury odczytać z tablic gęstość wody ρ_0 , gęstość badanej cieczy ρ oraz lepkość wody η .
4. wykonać pomiary przepływu badanej cieczy w temperaturach: 303K, 313K, 323K, 333K,
5. obliczyć lepkość cieczy w poszczególnych temperaturach ze wzoru:

$$\frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0} \frac{\rho}{\rho_0}$$

gdzie wielkości z indeksem 0 oznaczają wartości tablicowe cieczy wzorcowej (woda destylowana)

6. na papierze milimetrowym sporządzić wykres zależności $\eta=f(T)$ oraz $\ln\eta=f(1/T)$,
7. z wykresu $\ln\eta=f(1/T)$ (prosta o równaniu $y=ax+b$) wyznaczyć wartość energii aktywacji $w_a=ka$, gdzie k - stała Boltzmana, a -współczynnik kierunkowy prostej
8. analiza błędów i wnioski.

Literatura:

Szczeniowski Sz. Fizyka doświadczalna,
 Dryński T. Ćwiczenia laboratoryjne z fizyki,
 Kędzia B. Materiały do ćwiczeń z biofizyki i fizyki,
 Szydłowski H. Pracownia Fizyczna