Numer pary	Imię i nazwisko	Wydział Rok Grupa
Data	Imię i nazwisko prowadzącego	Uwagi | Zaliczenie

F3. Wyznaczanie rozmiarów chloroplastów w polu odśrodkowym metodą sedymentacji

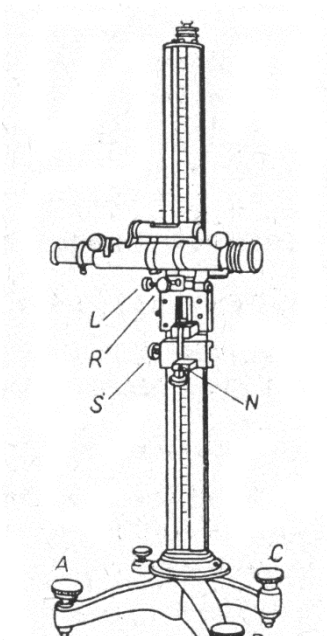
Zagadnienia

Siła odśrodkowa. Zasada działania wirówki. Rozkład sił działających na cząsteczkę w wirówce. Zjawisko sedymentacji, stała sedymentacji Svedberga.

Literatura.

Przestalski Rozdział II.1. Siła dośrodkowa i reakcja odśrodkowa, **Jaroszyk** Rozdział 12.2.2.

Przyrządy i materiały: wirówka laboratoryjna, waga analityczna, stoper, katetometr (Rys. 1), probówki z korkiem, statyw na probówki, zawiesina chloroplastów, roztwór glukozy, woda destylowana.

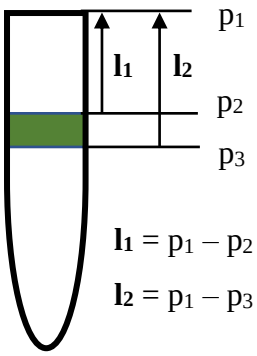


Rys.1. Katetometr

Przebieg pomiarów i opracowanie wyników

1. Napełnij dwie probówki taką samą ilością roztworu glukozy (do kreski). Zważ probówki w celu upewnienia się, że ich masy są równa. W razie potrzeby dolej roztworu glukozy.
2. Do każdej z probówek na powierzchnię roztworu glukozy nanieś 2 krople zawiesiny chloroplastów, zważ ponownie probówki i zanotuj ich masy m_1 = ……..... m_2 = ……..
3. Dwie pozostałe probówki napełnij wodą destylowaną. Obie probówki zrównoważ na wadze tak, by uzyskać masę odpowiednio m_1 i m_2. (Probówki z wodą muszą ważyć tyle samo co poszczególne probówki z roztworem glukozy!).
4. **Zamknij wszystkie probówki korkami**.
5. Włącz wirówkę przyciskiem **POWER** znajdującym się z lewej strony na spodzie obudowy. Otwórz pokrywę przyciskiem **Door Open**.
6. Umieść po dwie probówki (jedną z wodą i jedną z glukozą) w przeciwległych gniazdach wirnika (gniazda nr 1 i 7 – glukoza; gniazda 2 i 8 - woda). Zamknij pokrywę wirówki.
7. Naciśnij przycisk **Time** i ustaw pokrętłem wybierania czas pracy wirówki na 5 min.
8. Naciśnij przycisk **RPM/RCF** i pokrętłem wybierania ustaw prędkość obrotów (**rpm**) na n = 3000 obr/min. Zapisz dokładność ustawiania prędkości **Δn** = _____
9. Sprawdź czy na wyświetlaczu **Acc/Dec** widnieje wartość 3. Jeśli nie to naciśnij przycisk **Accel/Decel** i pokrętłem wybierania ustaw wartość przyspieszenia (**accel**) równą 3.
10. Wciśnij **Start** i stoperem zmierz czas pracy wirówki **τ**, od momentu osiągnięcia zadanej prędkości obrotów (wartość **rpm 3000**) do samoczynnego zatrzymania wirówki po upływie nastawionego czasu pracy. Czas zapisz w sekundach **τ** = _____
11. Korzystając z relacji $\omega = 2\pi \mathbf{n} /60$ oblicz prędkość kątową **ω** = _____
12. Otwórz pokrywę wirówki i wyjmij ostrożnie probówki z glukozą.

13. Zamocuj probówki w uchwycie statywu.
14. Nastaw lunetkę katetometru na górną krawędź probówki, tak, aby obraz krawędzi pokrywał się z przecięciem linii pajęczych widocznych w lunetce. Odczytaj położenie krawędzi **p_1** (oznaczenia na rysunku obok).
15. Następnie w analogiczny sposób ustaw lunetkę na menisk roztworu glukozy, odczytaj **p_2**, oraz na dolny poziom warstwy chloroplastów w roztworze i odczytaj **p_3**.
16. Dla każdej z probówek, z odczytanych na katetometrze położeń **p_1, p_2** i **p_3** oblicz odległość powierzchni swobodnej zawiesiny chloroplastów, **l_1** i pasma granicznego od górnej krawędzi probówki **l_2**. Odczytaj dokładność katetometru **Δp** = _____



17. Przyjmując, że odległość krawędzi probówek od osi obrotu w czasie wirowania wynosi **r** = 4 cm, wyznacz promienie obrotu **x_1** i **x_2**: **x_1** = 4 + **l_1** oraz **x_2** = 4 + **l_2**
18. Oblicz wartość przyspieszenia odśrodkowego **k** jako wielokrotność przyspieszenia ziemskiego na powierzchni swobodnej zawiesiny k_1 i w punkcie odpowiadającym położeniu pasma granicznego k_2:

    $k_1 = \omega^2 x_1 / 9.81$ $\qquad$ $k_2 = \omega^2 x_2 / 9.81$
19. Korzystając z poniższego równania oraz przeprowadzonych pomiarów obliczyć średnicę **d** sedymentujących cząstek. Wynik podaj w metrach.

$$d = \sqrt{\frac{18\eta\, ln(x_2/x_1)}{(\rho - \rho_0)\omega^2\tau}}$$

Do obliczeń wykorzystaj dane: gęstość roztworu glukozy **ρ** = 1500 [kg/m^3]; gęstość roztworu chloroplastów **ρ_0** = 1200 [kg/m^3]; lepkość roztworu glukozy **η** = 0,006 [Ns/m^2].

p_1	p_2	p_3	l_1	l_2	x_1	x_2	k_1	k_2	d
[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	[cm]	–	–	[m]

<u>Obliczanie błędu pomiarowego i zestawienie wyników.</u>

1. Dla jednej z wyznaczonej wartości średnicy d cząstki oblicz błąd pomiaru metodą różniczki logarytmicznej przyjmując podstawienie **$\ln(x_2/x_1) = X$** .
   Otrzymujemy wyrażenie $\Delta d/d = ½(\Delta X/X + 2\, \Delta\omega/\omega + \Delta\tau/\tau)$ skąd po obliczeniach otrzymujemy końcowy wzór na błąd względny średnicy d:

$$\frac{\Delta d}{d} = \frac{1}{2}\left[\left(\frac{1}{ln(\frac{x_2}{x_1})}\right)\frac{(x_1 - x_2)}{x_1 * x_2}\Delta x + 2\frac{\Delta n}{n} + \frac{\Delta\tau}{\tau}\right]$$

gdzie $\Delta x = 2\Delta p$; Δn i $\Delta\tau$ to dokładności pomiaru odpowiednich wielkości; przyjmij $\Delta\tau = 0.1$ s.

2. Po zaokrągleniu błędu pomiarowego zapisz korzystając z notacji naukowej zestawienie wyniku obliczonej średnicy sedymentacyjnej cząstek w postaci *$(d \pm \Delta d)10^x$ [jedn.SI]*.

   d =

3. Zapisz wnioski wynikające z przeprowadzonego doświadczenia.