

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.

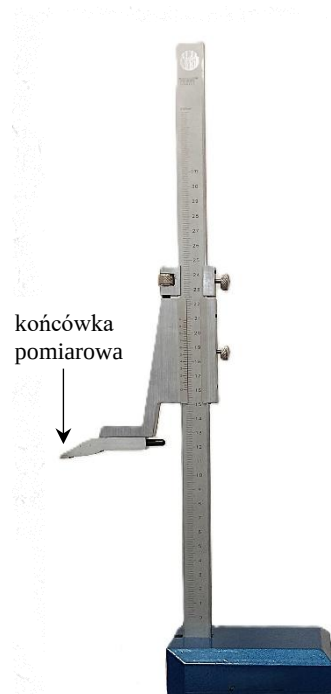
Literatura.

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

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

Przebieg pomiarów i opracowanie wyników

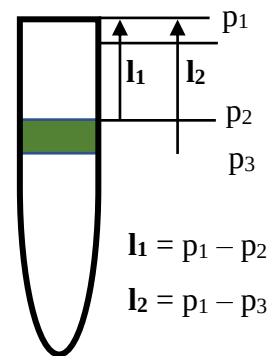
1. Napełnij jedną probówkę roztworem glukozy (do kreski). Na powierzchnię roztworu glukozy nanieś 2 krople zawiesiny chloroplastów.
2. Zważ probówkę i zanotuj jej masę $m = \dots\dots\dots$
3. Pozostałe trzy probówki napełnij wodą destylowaną. Probówki zrównoważ na wadze tak, by uzyskać masę m (probówki z wodą muszą ważyć tyle samo co probówka z roztworem glukozy!).
4. **Zabezpiecz wszystkie probówki za pomocą nakrętek.**
5. Włącz wirówkę przyciskiem **POWER** znajdującym się z lewej strony na spodzie obudowy. Otwórz pokrywę przyciskiem **Door Open**.
6. Umieść po dwie probówki w przeciwnych gniazdach wirnika (gniazdo nr 1 – glukoza; gniazda 2, 7 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 $\Delta n = \dots\dots\dots$
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 $\tau = \dots\dots\dots$
11. Korzystając z relacji $\omega = 2\pi n / 60$ oblicz prędkość kątową $\omega = \dots\dots\dots$
12. Otwórz pokrywę wirówki i wyjmij ostrożnie probówkę z glukozą.



Rys.1. Wysokościomierz suwmiarkowy

13. Zamocuj probówkę w uchwycie statywu.

14. Ustaw końcówkę pomiarową wysokościomierza na górną krawędź probówki. Odczytaj położenie krawędzi **p₁** (oznaczenia na rysunku obok). Następnie w analogiczny sposób ustaw końcówkę wysokościomierza na menisk roztworu glukozy, odczytaj **p₂**, oraz na dolny poziom warstwy chloroplastów w roztworze i odczytaj **p₃**.



Odczytaj dokładność wysokościomierza $\Delta p =$ _____

15. Z odczytanych położeń **p₁**, **p₂** i **p₃** oblicz odległość powierzchni swobodnej zawiesiny chloroplastów **l₁** i pasma granicznego od górnej krawędzi probówki **l₂**.

16. Przyjmując, że odległość krawędzi probówek od osi obrotu w czasie wirowania wynosi **r = 4 cm**, wyznacz promienie obrotu **x₁** i **x₂**: **x₁ = 4 + l₁** oraz **x₂ = 4 + l₂**

17. Oblicz wartość przyspieszenia odśrodkowego **k** jako wielokrotność przyspieszenia ziemskiego na powierzchni swobodnej zawiesiny **k₁** i w punkcie odpowiadającym położeniu pasma granicznego **k₂**:

$$k_1 = \omega^2 x_1 / 9.81$$

$$k_2 = \omega^2 x_2 / 9.81$$

18. 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/m³]**; gęstość roztworu chloroplastów **ρ₀ = 1200 [kg/m³]**; lepkość roztworu glukozy **η = 0,006 [Ns/m²]**.

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]

Obliczanie błędu pomiarowego i zestawienie wyników.

1. Dla wyznaczonej wartości średnicy **d** cząstki oblicz błąd pomiaru **Δd** metodą różniczki logarytmicznej przyjmując podstawienie **ln (x₂/x₁) = X**. Otrzymujemy wyrażenie

$$\Delta d/d = \frac{1}{2}(\Delta X/X + 2 \Delta\omega/\omega + \Delta\tau/\tau)$$

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 **Δx = 2Δp**; **Δn** i **Δτ** to dokładności pomiaru odpowiednich wielkości; przyjmij **Δτ = 0.1 s**.

2. Po zaokrągleniu błędu pomiarowego zapisz, korzystając z notacji naukowej, zestawienie wyniku obliczonej średnicy sedymentacyjnej cząstek wraz z jednostką.

$$\mathbf{d} =$$

3. Zapisz wnioski wynikające z przeprowadzonego doświadczenia.