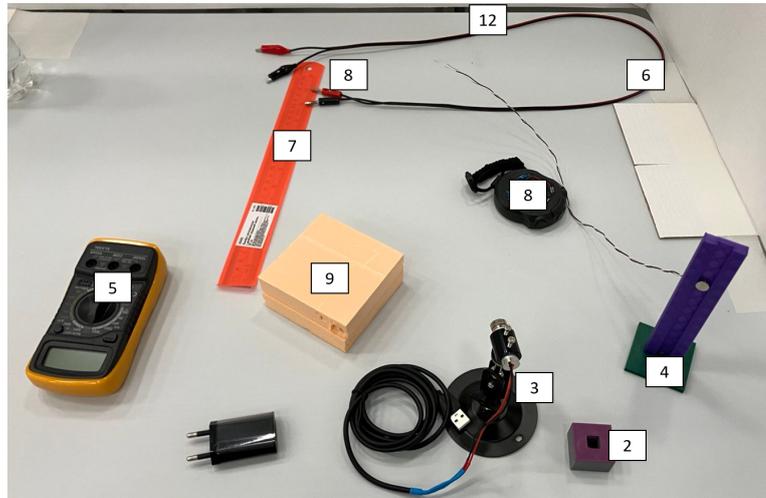


## S1B - Осаждение песка

## Оборудование

1. Оптическая кювета с песком
2. Подставка под кювету
3. Лазер с источником питания
4. Фотодиод на подставке
5. Мультиметр
6. Пара проводов банан-крокодил
7. Линейка
8. Секундомер
9. Подставка



Сила вязкого трения, действующая надвигающийся в воде шарик, равна:

$$\vec{F} = -6\pi r \eta \vec{v},$$

где  $r$  - радиус шарика,  $\eta = 0.89$  мПа·с - коэффициент вязкости воды,  $v$  - скорость шарика. Сила тока, текущая через фотодиод, пропорциональна интенсивности света, падающего на него. Истинная плотность песка  $\rho_s = 2.9$  г/см<sup>3</sup>, плотность воды  $\rho_w = 1.00$  г/см<sup>3</sup>. Песчинки будем считать шариками. Ускорение свободного падения  $g = 9.8$  м/с<sup>2</sup>. Ширина  $L$  внутреннего сечения кюветы равна 8.3 мм.

**A1** Найдите скорость установившегося движения песчинки радиусом  $r$  в воде под действием силы тяжести. **0.5**

Перемешивая взвесь песка в кювете, можно добиться, что песчинки всех размеров будут равномерно распределены. Если после этого предоставить систему самой себе, песчинки начнут осаждаться, причем скорость осаждения зависит от их размера.

Пусть общее количество песчинок в некотором объеме взвеси равно  $N_0$ . Количество частиц  $dN$  с размером, лежащим в диапазоне  $[r, r + dr]$  равно:

$$dN = N_0 \cdot f(r) dr,$$

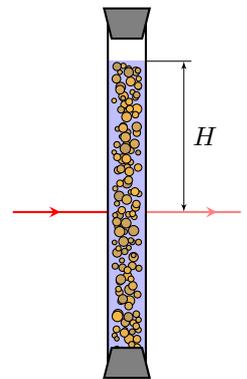
где функция  $f(r)$  характеризует вероятность найти частицу размером  $r$ , если брать ее из этого конкретного объема.

Исследовать динамику осаждения смеси можно оптически. Из-за рассеяния на частицах интенсивность света экспоненциально падает:

$$I = I_0 \exp(-\alpha L) = I_0 \exp\left(-\frac{LN_0}{V} \int_0^{\infty} \pi r^2 f(r) dr\right),$$

где  $\alpha$  - оптическая плотность раствора.

Когда взвесь частиц однородная, функция  $f(r)$  одинакова по всему объему. Однако после запуска сампроизвольного осаждения  $f(r)$  начинает зависеть от высоты и времени. Например, быстро осаждающиеся частицы практически сразу оказываются на дне и не участвуют в рассеянии света, проходящего через середину кюветы.



**A2** При двух разных  $H$  измерьте зависимость  $I/I_0$  от времени  $t$ . В сериях должно быть не менее 15 измерений. **4.0**

**A3** В одних осях постройте график зависимости  $\alpha$  от времени  $t$  для каждого  $H$ . **1.0**



**A4** Вычислите значение  $f(r)$  для 10-ти разных значений  $r$ .

**3.5**

**A5** Постройте график зависимости  $f$  от  $r$

**1.0**