



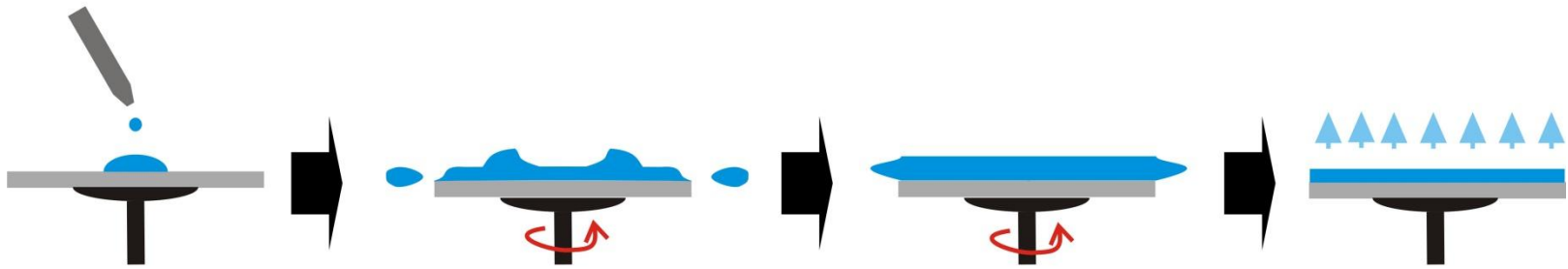
# Разрыв капли на вращающемся диске

Выполнил: Ефимов Николай,  
ученик 10 класса СУНЦ МГУ.

Научный руководитель: Могилевский Е.И., доцент кафедры физики СУНЦ МГУ

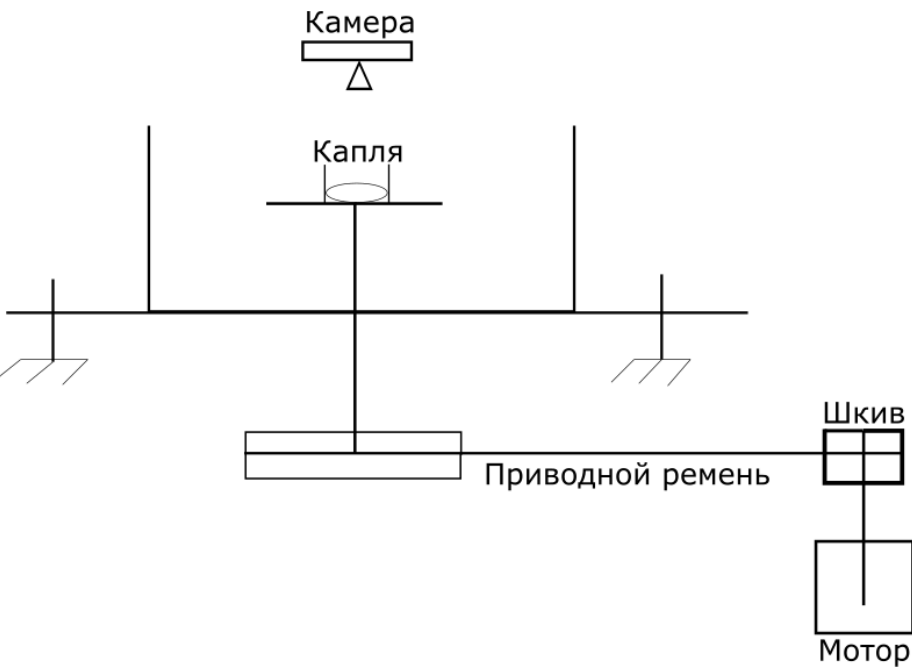
# Мотивация

Нанесение покрытий spin coating



**Цель работы:** изучить поведение капли на вращающемся диске

# Экспериментальная установка



$R = 5 \text{ см}$  (радиус вращающегося диска)  
 $r = 1,5 \text{ см}$  (радиус капли среднего размера)  
240 fps (частота кадров при замедленной съёмке)

# Маленькие капли

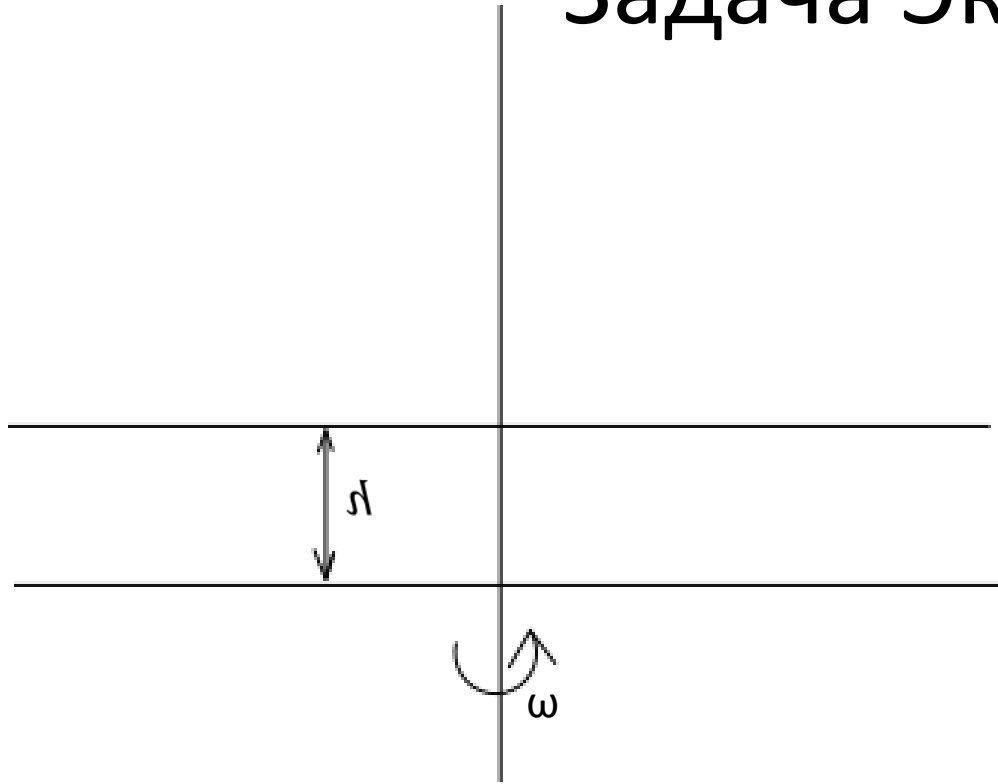


Глицерин



Вода

# Задача Экмана



Walfrid Ekman

$$h_{\text{H}_2\text{O}} \sim \sqrt{\frac{10^{-6}}{10^2}} \sim 10^{-4} \text{ м}$$

$$h_{\text{глиц.}} \sim \sqrt{\frac{10^{-3}}{10^2}} \sim 3 * 10^{-3} \text{ м}$$

$$h = f(\omega, \nu)$$

$$h \sim \sqrt{\frac{\nu}{\omega}}$$

$\nu$  - ВЯЗКОСТЬ  
ЖИДКОСТИ

$\omega$  - угловая  
скорость

# Влияние размера капли



1мл



10 мл



15 мл

# Неустойчивость Релея-Тейлора

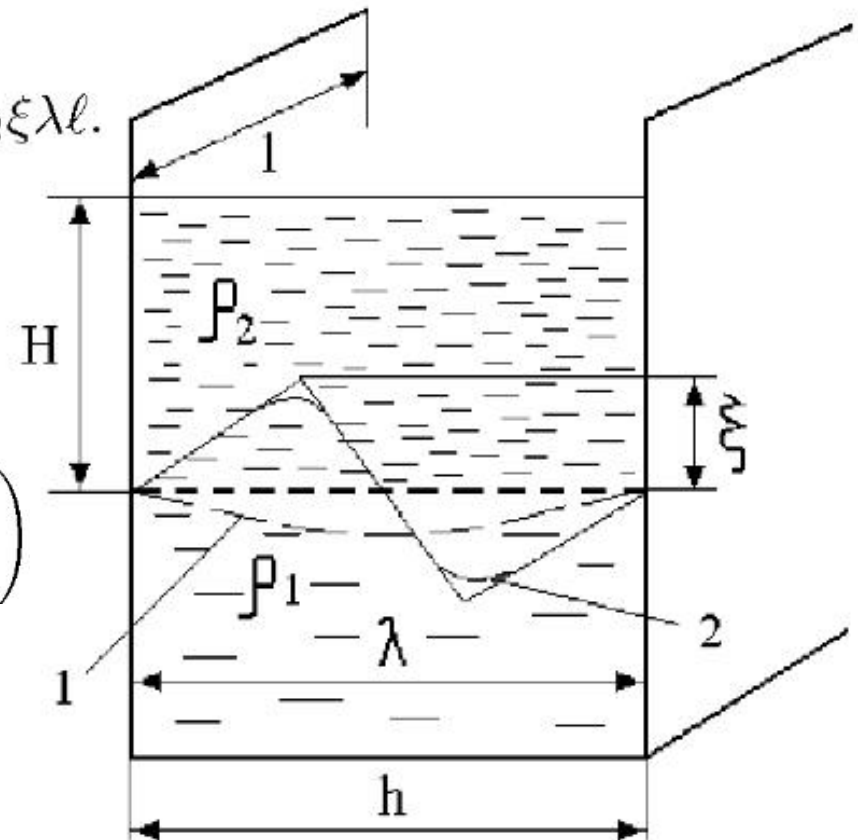
$$\Delta W = \Delta W_g + \Delta W_\alpha.$$

$$\Delta W_g = -\frac{2}{3}mg\xi. \quad m = \rho_2 \frac{1}{2}\xi \frac{\lambda}{2}\ell = \frac{1}{4}\rho_2\xi\lambda\ell.$$

$$\Delta W_g = -\frac{1}{6}\rho_2g\xi^2\lambda\ell.$$

$$S = 4\ell\sqrt{\xi^2 + \frac{\lambda^2}{16}} = 4\ell\frac{\lambda}{4}\sqrt{1 + \frac{16\xi^2}{\lambda^2}} \approx \ell\lambda\left(1 + \frac{8\xi^2}{\lambda^2}\right)$$

$$\Delta W_\alpha = \alpha\Delta S = \frac{8\alpha\xi^2\ell}{\lambda}$$



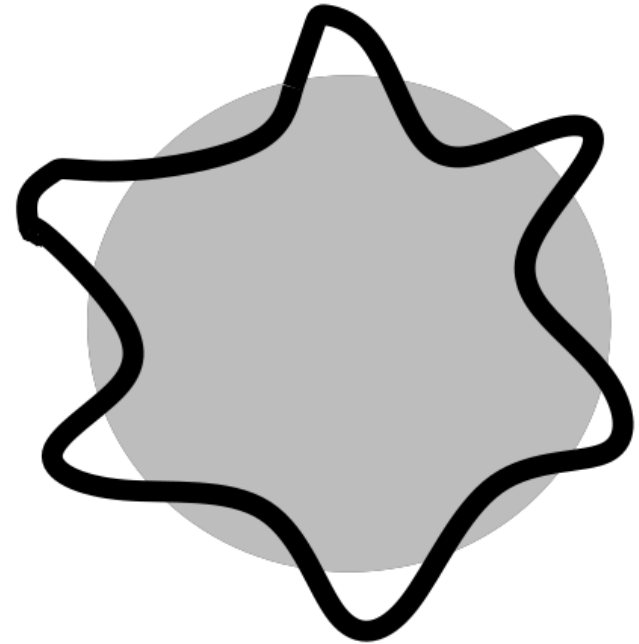
# Неустойчивость Релея-Тейлора

$$\Delta W_g = \Delta m \omega^2 r \Delta r$$

$$\Delta W = \frac{8\alpha \xi^2 h}{\lambda} - \frac{1}{6} \rho_2 \omega^2 r \xi^2 \lambda h$$

$$\frac{8\alpha \xi^2 h}{\lambda} < \frac{1}{6} \rho_2 \omega^2 r \xi^2 \lambda h$$

$$n < \omega \sqrt{\frac{\pi^2 r^3 \rho}{12\alpha}}$$

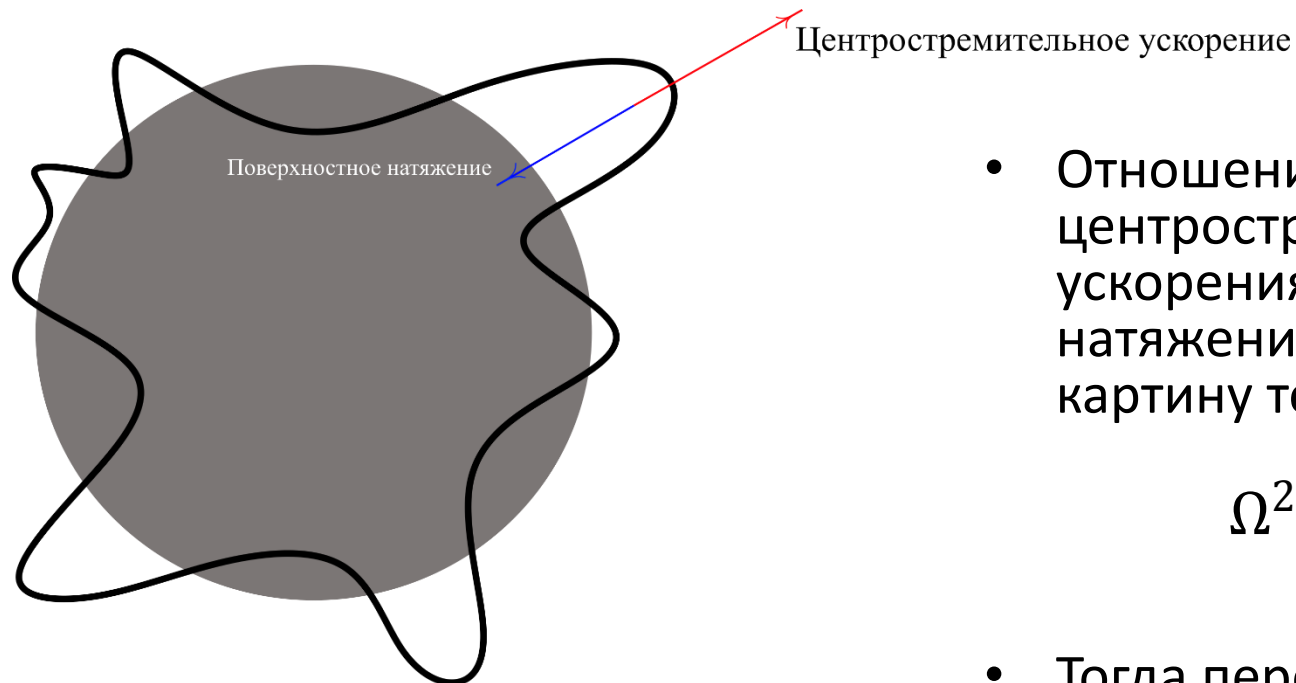


$$\lambda = \frac{2\pi r}{n}$$

- n-число лучей
- $\lambda$ -длина волны возмущений



# Безразмерный параметр течения



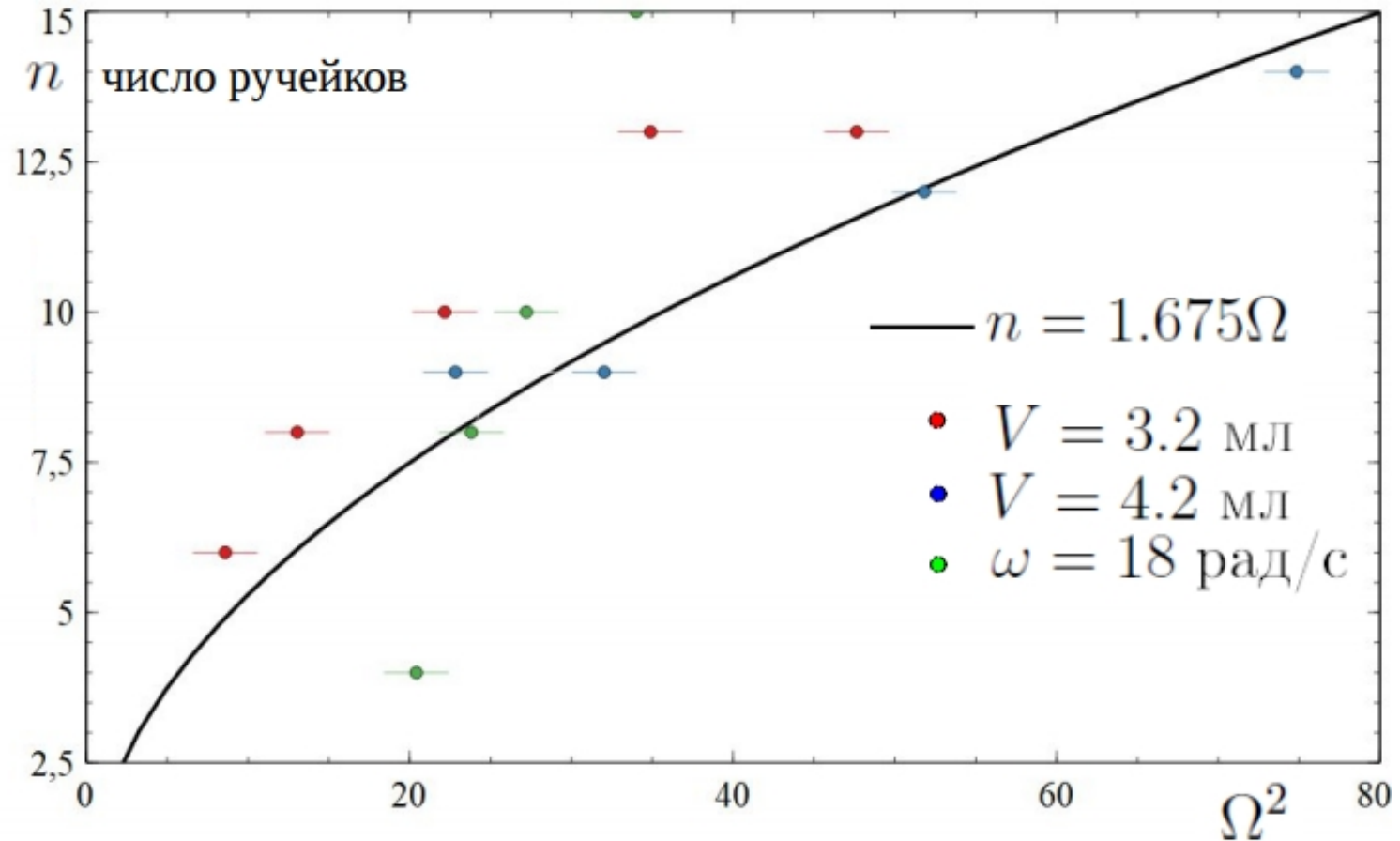
- Отношение сил центростремительного ускорения и поверхностного натяжения определяет картину течения:

$$\Omega^2 = \frac{\rho \omega^2 R^3}{\sigma}$$

- Тогда перезапишем формулу для числа ручейков:

$$n \sim \Omega$$

# Экспериментальные результаты



# Выводы

- Разрыв капли происходит поэтапно
- Для данного объёма есть критическая угловая скорость
- При большой угловой скорости капля распадается на ручейки
- Распад происходит до того, как капля разгонится до максимальной скорости
- На границах ручейков возможно развитие вторичной неустойчивости
- Число ручейков пропорционально безразмерному параметру

Спасибо за внимание!

