

## Условие

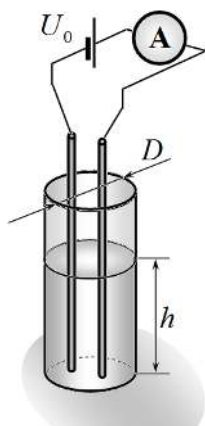
### Задание 9-3. Форма полости.

Для определения размеров внутренней полости сосуда можно использовать электрические измерения. Два тонких проводящих параллельных проводящих стержня опускают вертикально в сосуд с жидкостью и измеряют электрическое сопротивление между ними. В процессе всех измерений расстояние между стержнями остается неизменным, используется одна и та же жидкость. Стержни располагаются вблизи середины сосудов.

#### Часть 1. Цилиндрические сосуды.

Стержни опускают в вертикальный цилиндрический сосуд до его дна, в который медленно добавляют жидкость. К стержням подключают источник постоянного напряжения  $U_0 = 4,5$  В и последовательно подключенный амперметр.

Проведены измерения зависимости силы электрического тока  $I$  (в Амперах) от объема налитой жидкости  $V$  (в миллилитрах –  $\text{см}^3$ ). Результаты измерений для трех разных сосудов показаны на Графике 1.



Оказалось, что полученные все полученные зависимости оказались График 1. Зависимости силы тока от объема линейными и описываются простой формулой

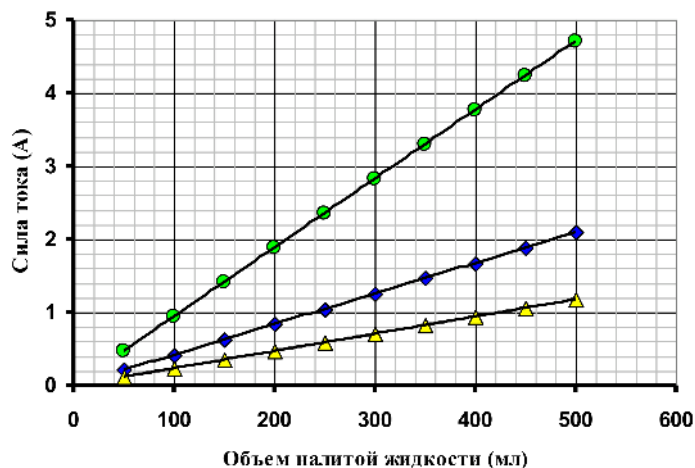
$$I = kV \quad (1)$$

Коэффициент  $k$  зависит от диаметра сосуда. Численные значения этого коэффициента для разных значений внутреннего диаметра  $D$  (в см) сосуда приведены в Таблице 1.

**Таблица 1.**

| $D, \text{ см}$ | $k \cdot 10^3, \text{ А} \cdot \text{см}^{-3}$ |
|-----------------|------------------------------------------------|
| 4,0             | 9,4                                            |
| 6,0             | 4,2                                            |
| 8,0             | 2,4                                            |

График 1. Зависимости силы тока от объема  
(цилиндрические сосуды)



1.1 Найдите теоретическую зависимость электрического сопротивления  $R$  между стержнями от высоты уровня жидкости в сосуде  $h$  -  $R(h)$ . Эта функция должна содержать только переменную  $h$  и численные параметры (или один параметр). Укажите физический смысл этих параметров (параметра) функции  $R(h)$ .

1.2 Используя данные Таблицы 1, рассчитайте численные значения параметров (параметра) зависимости  $R(h)$  для всех значений диаметров сосудов.

1.3 Укажите, подтверждается или нет полученная Вами в п.1.1 теоретическая формула.

## Часть 2. Конический сосуд.

Стержни опускают до дна в сосуд, внутренняя полость которого имеет вид усеченного конуса. Заметим, что форма полости может иметь вид либо (а), либо (б), как показано на рисунке – далее Вам будет необходимо определить, в каком сосуде проведены измерения. Затем с помощью той же электрической схемы проводят измерения зависимости электрической силы тока  $I$  между стержнями от объема  $V$  налитой в сосуд жидкости. Результаты измерений этой зависимости приведены в Таблице 2 и на Графике 2.

Результаты измерений имеют некоторые погрешности.

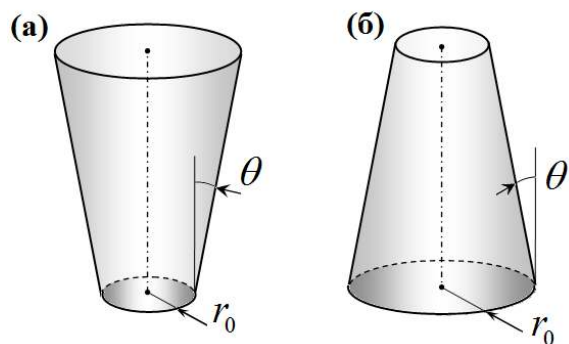
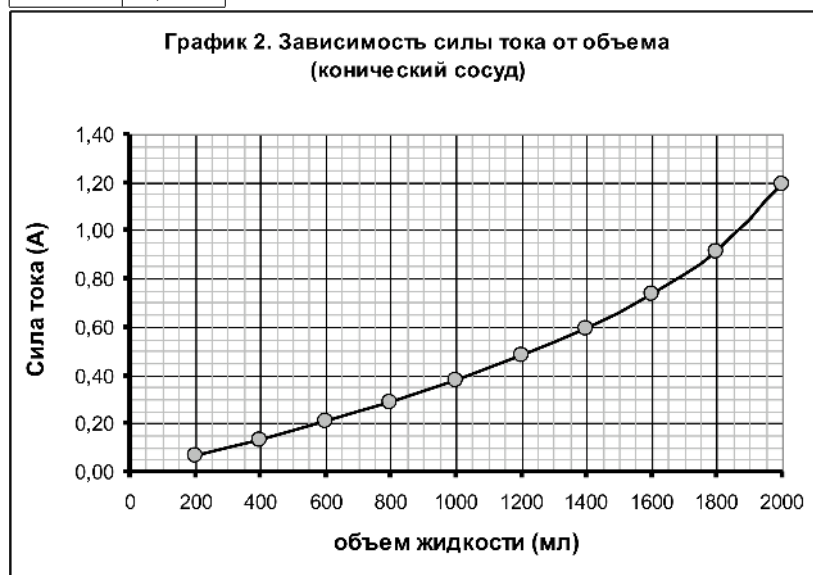


Таблица 2.

| $V, \text{см}^3$ | $I, \text{А}$ |
|------------------|---------------|
| 200              | 0,064         |
| 400              | 0,133         |
| 600              | 0,208         |
| 800              | 0,289         |
| 1000             | 0,379         |
| 1200             | 0,479         |
| 1400             | 0,596         |
| 1600             | 0,735         |
| 1800             | 0,915         |
| 2000             | 1,189         |

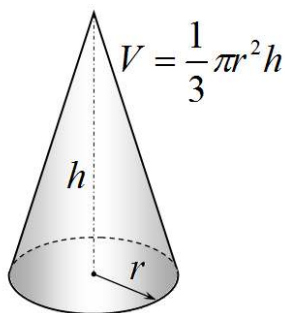


2.1 Укажите, какой сосуд (а), или (б) использовался в данном эксперименте. 2.2 Используя экспериментальные данные Таблицы 2, постройте график зависимости радиуса сосуда  $r$  от расстояния до его дна  $h$  -  $r(h)$ . Рассчитайте с максимальной точностью геометрические параметры сосуда – радиус основания  $r_0$  и угол  $\theta$ , который образует боковая стенка сосуда с вертикалью. Приведите все формулы, по которым Вы провели расчеты.

\*Подсказка. Можно считать, что при добавлении очередной порции жидкости в сосуд изменение уровня жидкости в сосуде значительно меньше радиуса дна сосуда.

Примечание. Объем прямого кругового конуса равен одной трети от произведения площади основания на высоту:\*

$$V = \frac{1}{3}\pi r^2 h$$





Республиканская физическая олимпиада  
2022 года  
(III этап)  
Теоретический тур