

# ***БРС***

| <b><i>Вид работы</i></b>       | <b><i>Количество баллов</i></b>              |
|--------------------------------|--|
| Лекции                         | 10   |
| Лабораторные работы            | 12 (выполнение -2 б,<br>защита теории - 2 б) |
| Контрольная работа             | 15 (1 задача – 1 б)                          |
| Рубежный контроль              | 23   |
| Письменная работа<br>(экзамен) | 40   |

***«удовлетворительно» - 51-70***

***«хорошо» - 71-85***

***«отлично» - 86-100***

## *Домашнее задание*

Контрольная работа – «Механика. Молекулярная физика и термодинамика. Электростатика. Постоянный ток. Магнитное поле»

### *Оформление контрольной работы*

- ✓ записать условие задачи;
- ✓ записать краткое условие задачи (при необходимости перевести значения физических величин в СИ);
- ✓ пояснить решение задачи рисунком;
- ✓ записать решение с пояснениями;
- ✓ каждая задача оформляется на новом листе

## *Домашняя подготовка к лабораторной работе по методическим указаниям*

- ✓ указать название и цель работы;
- ✓ письменно ответить на контрольные вопросы;
- ✓ изобразить схему экспериментальной установки;
- ✓ вывести рабочую(-ие) формулу(-ы);
- ✓ выделить рабочую(-ие) формулу(-ы);
- ✓ подготовить таблицу для записи результатов измерений

# Действия с приближенными числами

**Приближенные числа** содержат верные, сомнительные и неверные цифры

$$l = 8,3367 \text{ м}$$

## Правила округления:

- если отбрасываемая цифра меньше 5, то сохраняемая не изменяется ( $0,1438 \approx 0,14$ )
- если отбрасываемая цифра больше либо равна 5, то сохраняемая увеличивается на единицу ( $0,1452 \approx 0,15$ )
- если отбрасываемая цифра 5, а за ней стоят нули или неизвестные цифры то сохраняемая:
  - увеличивается на единицу, если она нечетная ( $42,75 \approx 42,8$ );
  - не изменяется, если она четная ( $42,85 \approx 42,8$ )

## Количество значащих цифр в числе:

**Значащие цифры** – верные и сомнительные

**Незначащие цифры** – нули слева, неизвестные и те нули справа, которые заменяют отброшенные путем округления

**Пример:** 0,325 – три значащих цифры;  
11,21 – четыре значащих цифры;  
9,8 – две значащие цифры;  
2 – бесконечное количество значащих цифр;  
 $8,3 \cdot 10^4$  – две значащие цифры

Экспоненциальная форма записи числа –  $\pm M \cdot 10^{\pm E}$

## Правило работы с приближенными числами:

При выполнении математических операций с приближенными числами результат вычислений должен содержать столько значащих цифр, сколько их было в исходных числах с наименьшим количеством.

Плюс в промежуточных расчетах добавляется одна запасная цифра для того, чтобы исключить накопление погрешности за счет округления.

$$x = \frac{0,325 \cdot 11,21 \cdot 0,896^2}{2 \cdot 9,81} = 0,149075402 \approx 0,149\underline{1}$$

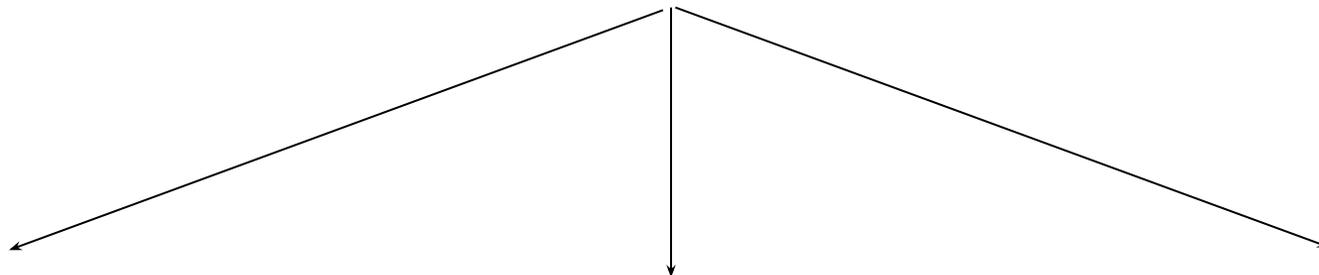
## Оформление таблицы:

| № | $t, \text{ с}$ | $m \cdot 10^3, \text{ кг}$ | $x, \text{ ед.из.}$ |
|---|----------------|----------------------------|---------------------|
| 1 | 111,20         | 321,5                      | 1,24                |
| 2 | 11,19          | 319,0                      | 1,22                |
| 3 | 11,00          | 320,9                      | 1,20                |
| 4 | 11,21          | 318,7                      | 1,19                |
| 5 | 111,10         | 315,8                      | 1,25                |

После таблицы записать пример расчета искомой величины любого опыта

$$m = 321,5 \text{ г} = 0,3215 \text{ кг} = 321,5 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$$

# Погрешности результатов измерений



## **Грубая (промах)**

Возникает из-за  
недосмотра  
экспериментатора  
или  
неисправности  
аппаратуры

## **Случайная**

Возникает из-за  
неконтролируе-  
мых причин,  
влияние которых  
учесть  
невозможно

## **Системати- ческая**

Возникает из-за  
несовершенства  
приборов,  
недостатка  
методики  
лабораторной  
работы

# Оценка случайной погрешности многократных измерений

1. Рассчитать среднее арифметическое значение искомой величины

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \langle x \rangle = 1,22 \text{ ед.из.}$$

2. Рассчитать среднее квадратичное отклонение от среднего арифметического  $S_{\langle x \rangle}$ . Для расчета необходимо заполнить таблицу

| № | $x_i$ , ед.из. | $x_i - \langle x \rangle$ ед.из. | $(x_i - \langle x \rangle)^2$ ,<br>ед.из. <sup>2</sup> |
|---|----------------|----------------------------------|--|
| 1 | 1,24           | 0,02                             | 0,0004   |
| 2 | 1,22           | 0                                | 0  |
| 3 | 1,20           | - 0,02                           | 0,0004   |
| 4 | 1,19           | - 0,03                           | 0,0009   |
| 5 | 1,25           | 0,03                             | 0,0009   |

$$S_{\langle x \rangle} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \langle x \rangle)^2}{n \cdot (n - 1)}} \quad S_{\langle x \rangle} = 0,01 \text{ ед.из}$$

### 3. Проанализировать результаты на наличие грубой погрешности (промахи)

Если все  $x_i$  удовлетворяют неравенству

$$|x_i - \langle x \rangle| \leq 3S_{\langle x \rangle} \sqrt{n}, \quad 3S_{\langle x \rangle} \sqrt{n} = 0,07$$

то промахов нет (далее идти к пункту 4).

Если для какого-либо  $x_i$  неравенство не выполняется, то это промах и его необходимо убрать из рассмотрения (далее вернуться к пункту 1).

Результаты на наличие промахов проверяют один раз

| № | $x_i$ , ед.из. | $x_i - \langle x \rangle$ ед.из. | $(x_i - \langle x \rangle)^2$ ,<br>ед.из <sup>2</sup> |
|---|----------------|----------------------------------|---|
| 1 | 1,24           | 0,02                             | 0,0004  |
| 2 | 1,22           | 0                                | 0   |
| 3 | 1,20           | - 0,02                           | 0,0004  |
| 4 | 1,19           | - 0,03                           | 0,0009  |
| 5 | 1,25           | 0,03                             | 0,0009  |

4. Рассчитать случайную доверительную погрешность (абсолютную погрешность)

$$\Delta x = S_{\langle x \rangle} \cdot t_{\alpha, n}$$

5. Рассчитать относительную погрешность

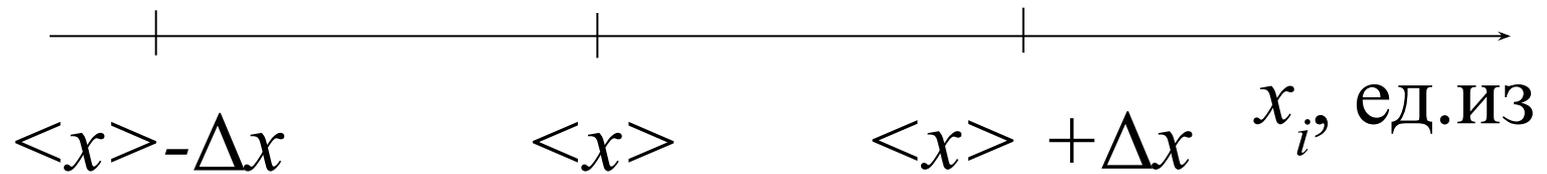
$$\delta x = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle} \cdot 100\%$$

Относительная погрешность содержит две цифры, если первая 1 или 2, одну цифру, если первая три и больше.

$\delta x = 2,85\% \approx 2,8\%$        $\delta x = 4,85\% \approx 5\%$

6. Записать результат измерений в виде

- на числовом луче



- СИМВОЛЬНОЙ ЗАПИСИ

$$x = \langle x \rangle \pm \Delta x, \text{ ед.из}$$

~~$$x = 1,22 \pm 0,024, \text{ ед.из}$$~~

$$x = 1,22 \pm 0,02, \text{ ед.из}$$

# Построение графиков

