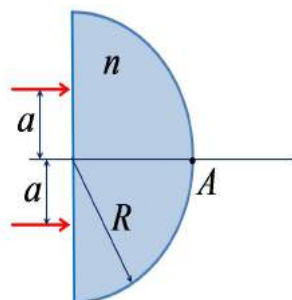


## 11 класс дистанционный тур2

11 класс тур2 Задание 1. Тест: (16 вопросов, 16 баллов)

11 класс тур2 Задание 2. Олимпиада, задача: Преломление и отражение лучей от сферической поверхности (20 баллов)



Из стекла с показателем преломления  $n=1.62$  вырезана половина стеклянного шара радиусом  $R=0.4$  м. Два тонких луча света падают нормально на плоскую поверхность стекла, каждый на расстоянии  $a=0.092$  м от его оси симметрии. Оба луча и ось симметрии шара лежат в одной плоскости ( см. рис.) На сферической поверхности лучи частично отражаются, а частично преломляются. Определите:

- 1) под каким углом  $\varphi$  пересекутся лучи после преломления на сферической поверхности,
- 2) расстояние  $X$  между точками пересечения лучей отражённых и преломленных сферической поверхностью,

3) расстояние  $S$  между точками, в которых лучи попадут на плоскую поверхность после отражения от сферической,

4) угол  $\delta$  между лучами, после того, как каждый из них отразится от сферической поверхности и преломится на плоской.

Значение угла  $\varphi$  вводите с точностью до сотых, остальные ответы - с точностью до десятых. Число  $\pi$  примите равным 3.1416

Введите ответ:

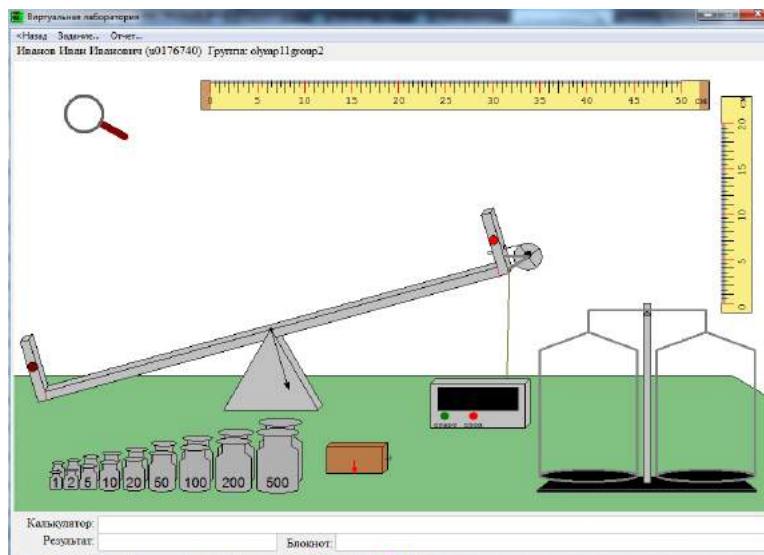
Угол  $\varphi =$   рад, (

Расстояние  $X =$   см,

Расстояние  $S =$   см,

Угол  $\delta =$   °, (

### 11 класс тур2 Задание 3. Олимпиада, модель: Наклонный рельс с лебёдкой - ускорение бруска, сила трения и КПД системы (20 баллов)



Имеется наклонный рельс с лебёдкой и датчиком натяжения нити, весы, гири, линейки и брусок.

Брусок можно поставить на рельс. После чего можно присоединить к бруску нить от лебёдки – потянуть за петельку нити, выходящей из отверстия в правой стенке рельса, и присоединить её к крючку бруска. Электронный динамометр объединён с лебёдкой, они включаются кнопкой "Старт" и выключаются кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки крутится с постоянной угловой скоростью. У бруска имеется трение о рельс. Масса гирь указана в граммах.

Найдите с точностью не хуже 0.5%:

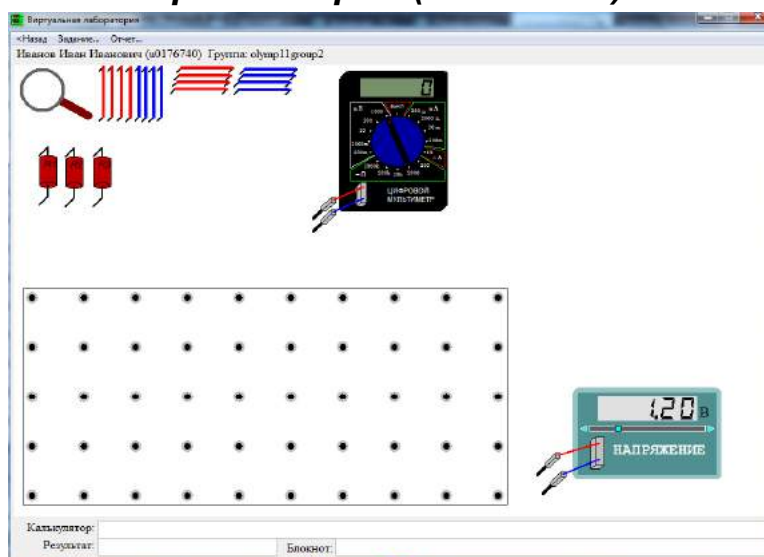
- Величину ускорения  $a_0$ , с каким бы двигался брусок, если бы его, не присоединяя к лебёдке, поставить в середине рельса и отпустить **если бы не было трения**.
- Силу трения  $F$ , действующую на брусок при подъёме бруска по рельсу.
- Величину ускорения  $a_1$ , с каким будет двигаться брусок, если его поставить в середине рельса и отпустить в реальной ситуации - когда присутствует трение.
- КПД системы при подъёме бруска по рельсу (потери энергии в лебёдке не учитывать).

Значение ускорения свободного падения  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ .

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 3 штрафных баллов.

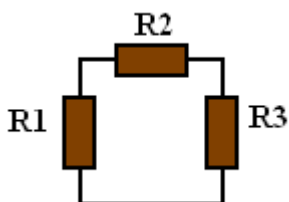
<b>Название величин</b>
Ускорение бруска $a_0$
Сила трения $F$
Ускорение бруска $a_1$
КПД

**11 класс тур2 Задание 4. Олимпиада, модель: Сопротивление цепей, собранных из резисторов (15 баллов)**



Имеется три резистора,  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ , которые могут быть установлены на поле с контактными площадками, а также соединительные провода, источник постоянного напряжения, позволяющий устанавливать на его выходе напряжение от 0 до 5 В, и мультиметр. Найдите с максимальной возможной точностью :

- Какое минимальное ненулевое сопротивление  $R_{\min}$  можно получить у цепи, собранной из резисторов  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ ?
- Какое максимальное конечное сопротивление  $R_{\max}$  можно получить у цепи, собранной из резисторов  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$ ?
- Резисторы  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R_3$  соединили последовательно в виде кольца (см. рисунок). Чему будет равно в этой цепи сопротивление  $R$  между ножками резистора  $R_2$ ?



Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь максимальной точности измерений!

Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер начисляется до 3 штрафных баллов.

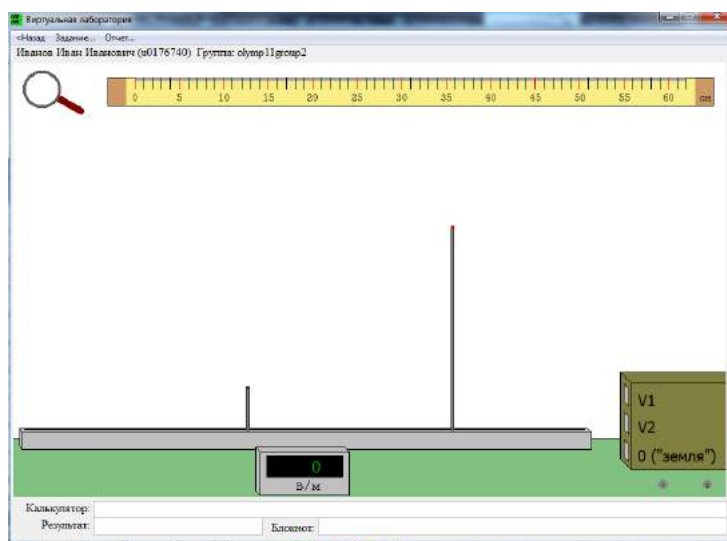
Буква  $\mu$  у диапазона означает "микро", буква  $m$  - "милли".

Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка. Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. К клеммам можно подсоединять мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления. Провода имеют практически нулевое сопротивление, их можно растягивать для подсоединения к нужным клеммам.

Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. В данной работе измерение сопротивлений в мультиметре отключено. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра очень велико (можно считать бесконечным), а в режиме измерения тока очень мало (можно считать равным нулю).

Название величины
Сопротивление R <sub>min</sub>
Сопротивление R <sub>max</sub>
Сопротивление R

### 11 класс тур2 Задание 5. Олимпиада, модель - Заряженный шарик и датчик напряженности электрического поля (15 баллов)



Имеется рельс, линейка, два одинаковых маленьких проводящих шарика (в правом нижнем углу) и высоковольтный блок питания: потенциал на его верхней клемме равен  $V1=+33.4$  кВ, а на средней - некоторому значению  $V2$ . Кроме того, имеется датчик напряженности электрического поля, реагирующий только на величину (**по модулю**) поля в его центре, но не на направление этого поля. Он закреплён на подставке, находящейся в правой части рельса и показан маленьким красным кружком.

Шарики можно заряжать, прикоснувшись к клеммам высоковольтного блока питания или к другому заряженному шарика, разряжать, прикоснувшись к клемме "Земля", а также устанавливать на подставку, находящуюся в левой части рельса. Подставки можно перемещать по рельсу, линейку можно перемещать, взявшись за центральную часть, и вращать, взявшись за окрашенные края. Определите:

1. напряженность поля  $E1$ , которую бы показал датчик, если бы центр шарика, заряженного от верхней клеммы, находился от него на расстоянии  $L1=5$  см;
2. заряд  $Q1$  шарика, заряженного от верхней клеммы;
3. заряд  $Q2$  шарика, заряженного от средней клеммы.

Значение  $E1$  определите с точностью не хуже чем доли процента, заряды - не хуже чем до сотых, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Постоянная в законе Кулона  $K=1/(4\cdot\pi\cdot\epsilon_0)=9\cdot 10^9$  Н·м<sup>2</sup>/Кл<sup>2</sup>, а поле вне заряженного шарика в данном задании можно считать соответствующим полю такого же точечного заряда, расположенного в центре шарика. Напоминаем, что  $1$  нКл= $10^{-9}$  Кл.

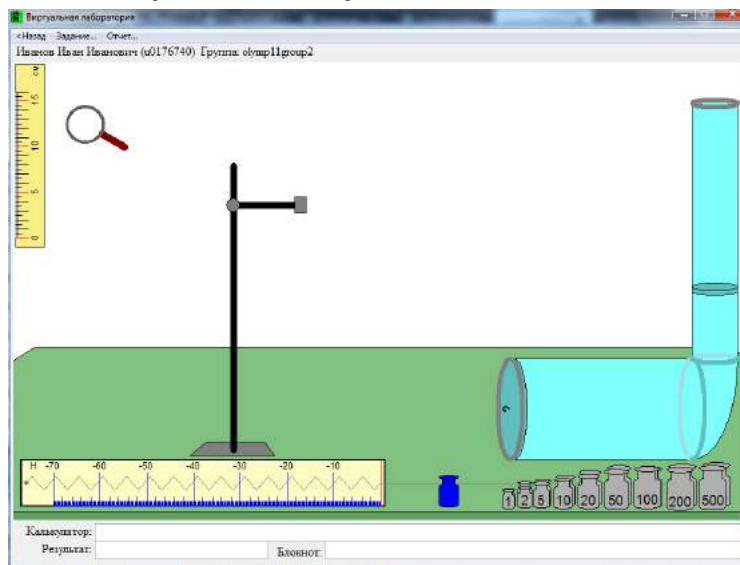
Поверхность стола в месте, где лежат шарики, проводящая, поэтому если шарик положить на стол, он сразу разряжается.

Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе нужный участок экрана. Щелчок мышью в любом месте экрана (кроме линейки) возвращает первоначальный масштаб.

Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 3 штрафных баллов.

<b>Название величины</b>
Напряженность поля E1
Заряд Q1 шарика, заряженного от верхней клеммы
Заряд Q2 шарика, заряженного от средней клеммы

### 11 класс тур2 Задание 6. Олимпиада, модель: Коленчатая труба с газом и поршнями (15 баллов)



Имеется коленчатая труба с газом и массивными поршнями, динамометр, гири и линейка. Масса гирь указана в граммах,  $g=9.8 \text{ м/с}^2$ , число  $\pi$  считайте равным 3.1416. Найдите:

- массу синей гири;
- массу поршня  $M$  в вертикальной части трубы;
- насколько начальное избыточное давление в трубе  $P$  больше атмосферного  $P_{\text{атм}}$  после установления равновесия:  $P - P_{\text{атм}} = ?$

Обратите внимание, что поршни могут **упираться в ограничители** на концах трубы - и в начальном состоянии левый поршень удерживается в трубе ограничителем. Величины вводите с точностью не хуже 1%. Лапку штатива можно двигать. Динамометр можно закрепить в лапке штатива, если поднести его **снизу** к лапке штатива и отпустить. Задание возможно переделывать, но за повторные попытки начисляется до 3 штрафных баллов.

<b>Название величины</b>
Масса синей гири
Масса поршня
Давление $P - P_{\text{атм}}$

Председатель методической комиссии,  
доцент кафедры вычислительной физики СПбГУ

В.В.Монахов