

О заданиях итогового (очного) тура 2015/2016 учебного года

Особенностью олимпиады являются задания на основе моделей виртуальных лабораторий. В моделях задание состояло из нескольких частей: в моделируемой системе с помощью предоставленных инструментов требовалось измерить различные физические величины. При этом полное выполнение задания требовало очень сложных последовательностей действий и измерений, причём результат можно было получать самыми различными путями (последовательность правильных действий была недетерминированной, как в реальном эксперименте).

Для каждого участника генерировался *индивидуальный набор данных и соответствующих им ответов*, ответы проверялись автоматически со стороны сервера. Поэтому в дальнейших примерах приводится **по одному из огромного числа предлагавшихся участникам вариантов**. В случае неправильного или частично правильного ответа разрешались повторные отсылки исправленных результатов на сервер, но со *штрафными баллами*.

В моделях ответы сами по себе не имеют смысла – но их можно получить только в результате выполнения последовательности действий и измерений, причём в большинстве моделей – весьма нетривиальных, требующих творческого подхода. При этом, как правило, обеспечивается несколько разных вариантов решения проблемы, при наличии избыточного количества имеющихся инструментов и недетерминированной последовательности действий.

Сложность заданий рассчитывалась по процентам выполнения задания как отношение суммы набранных участниками баллов за задание к максимально возможной сумме баллов за выполнение задания участниками (если бы все они получили за задание максимальный балл).

Сложность заданий является характеристикой, зависящей от способностей участников. Для “сильного” состава участников задания, являющиеся очень сложными для обычных школьников, окажутся средней или низкой сложности.

Анализ результатов участников заключительного тура всероссийской олимпиады по физике, участвовавших в очном туре интернет-олимпиады, показал, что баллы, набранные на очном туре интернет-олимпиады, в 2015 году либо примерно соответствуют баллам заключительного этапа всероссийской олимпиады, либо превышают их. Во всех моделях наиболее сложные части заданий (им соответствует правый столбец на гистограмме) по сложности были уровня международной олимпиады. Самое простое задание олимпиады

для 11 класса (Тело скользит по хорде полусферы, часть 1) по оценке имела сложность, соответствующую самым сложным заданиям ЕГЭ.

В олимпиаде присутствовали теоретические задания, однако имеется много олимпиад, проверяющих теоретические способности учащихся. Поэтому в интернет-олимпиаде основное внимание уделялось **проверке способности практического использования имеющихся знаний при проведении эксперимента** (виртуального, но по возможности копирующего современный реальный эксперимент, использующий компьютерное управление и цифровые измерительные приборы).

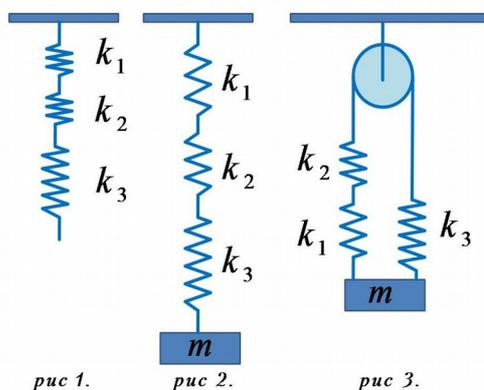
Таким образом, *олимпиада проверяет способности в том диапазоне сложности, который не проверяется ЕГЭ, и проверяет умения в области экспериментальной деятельности, которые также не проверяются ЕГЭ – и в редких случаях проверяется в олимпиадах РСОШ.*

О заданиях для 10 класса

№	Задание	Процент выполнения участниками	Сложность
1	Олимпиада, задача: Система с тремя пружинами (15 баллов)	27%	средняя
2	Олимпиада, задача: Поршень в цилиндре с идеальным газом (15 баллов)	13%	высокая
3	Олимпиада, модель - Трасса восьмёркой (15 баллов)	32%	средняя
4	Олимпиада, модель - Заряд шарика и расстояние до датчика напряженности электрического поля (15 баллов)	10%	высокая
5	Олимпиада, модель: Резисторы и мультиметр с одним диапазоном измерения напряжений (15 баллов)	12%	высокая
6	Олимпиада, модель - Брусочки на наклонном рельсе с пружиной и датчик ускорения (15 баллов)	9%	высокая
7	Олимпиада, задача: Брусочек и стержень (20 баллов)	1.3%	чрезвычайно высокая

10 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Система с тремя пружинами (15 баллов)



Три пружины с коэффициентами жёсткости $k_1=11.5$ кН/м, $k_2=28.9$ кН/м, $k_3=16.3$ кН/м соединены последовательно, первая из пружин свободным концом прикреплена к горизонтальной плите. См рис 1.

- 1) Определите коэффициент жёсткости системы пружин K ,
- 2) Определите период колебаний системы, если к

нижней пружине прикрепить груз массой $m=297$ кг. См. рис. 2,

3) Первую пружину отсоединяют от плиты. Между второй и третьей пружиной вставляют невесомую, нерастяжимую нить, перекидывают нить через невесомый блок, свободные концы первой и третьей пружин прикрепляют к грузу массой $m=297$ кг. См.рис. 3. Вычислите удлинение сложного подвеса X после затухания колебаний. Длина нити достаточна, чтобы пружины не задевали блока.

Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с², число π считайте равным 3.1416 . Ответы вводите с точностью до десятых.

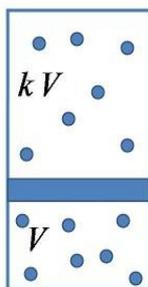
Введите ответ:

Коэффициент жёсткости системы пружин $K =$ кН/м, (5.467 ± 0.11)

Период колебаний груза $T =$ с, (1.463 ± 0.11)

Удлинение подвеса $X =$ см, (13.31 ± 0.11)

Задание 2. Олимпиада, задача: Поршень в цилиндре с идеальным газом (15 баллов)



В закрытом цилиндрическом сосуде с идеальным газом находится в равновесии тяжёлый поршень. Масса газа и его температура в обеих частях цилиндра одинакова. Отношение объёма верхней части цилиндра к объёму нижней $k=2$. Температуру газа в сосуде увеличили в $N=7$ раз. Определите:

- 1) новое отношение объёма верхней части цилиндра к объёму нижней X ,
- 2) отношение Y нового и прежнего давлений газа в верхней части цилиндра ,
- 3) отношение Z нового и прежнего давлений газа в нижней части цилиндра .

Ответы вводите с точностью до десятых.

Введите ответ:

отношение объёма верхней части цилиндра к объёму нижней $X =$ (1.11 ± 0.1)

отношение нового и прежнего давлений газа в верхней части цилиндра $Y =$ (8.86 ± 0.1)

отношение нового и прежнего давлений газа в нижней части цилиндра $Z =$ (4.93 ± 0.1)

Задание 3. Олимпиада, модель: Трасса восьмёркой (15 баллов)

Трасса, по которой движется радиоуправляемая модель автомобиля, имеет форму положенной на бок восьмёрки и состоит из двух дуг окружностей разных радиусов, плавно (без изломов) переходящих в два линейных участка. В момент старта автомобиль находится в начале одного из линейных участков.

Положение автомобиля на модельной трассе помечается светящимся кружком (его центром). Движение автомобиля можно начинать запуском таймера и останавливать остановкой таймера. При движении автомобиль сохраняет одно и то же значение скорости v . Т

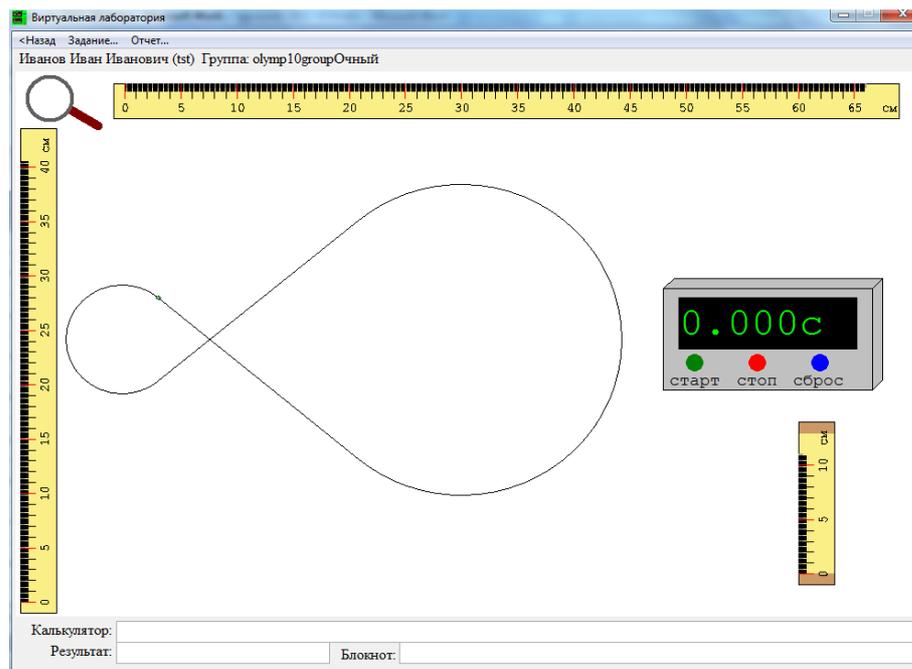
Определите :

- с точностью до сотых **длину L** одного линейного участка трассы;
- с точностью до десятых **длину S** трассы;
- с точностью до тысячных **величину v** **путевой скорости** модели - отношение пройденного моделью пути ко времени движения;

Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, а также перемещать в этом состоянии линейки. Щелчок мышью в любом другом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.

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

Считать $\pi=3.1416$. В промежуточных вычислениях сохранять не менее 5 значащих цифр. Можно пользоваться калькулятором BARSIC, при этом обязательно ставить знак умножения *, а также равное число открывающих и закрывающих скобок. Пример: $(1+1.15/(1-0.34))/(1+1.15/(1+0.34))$ Возведение в степень записывается с помощью символа ^. Например, $3.27^{1.5}$ записывается как $3.27^1.5$



Длина линейного участка трассы L	<input type="text"/>	см	(23.23 ± 0.1)
Скорость модели v	<input type="text"/>	см/с	(7.38 ± 0.025)
Длина трассы S	<input type="text"/>	см	(133.9 ± 1)

Задание 4. Олимпиада, модель - Заряд шарика и расстояние до датчика напряженности электрического поля (15 баллов)

Имеется рельс, линейки, маленький серый проводящий шарик (в правом нижнем углу), фиолетовый шарик (справа от серого) и высоковольтный блок питания: потенциал на его верхней клемме равен $V1=27.7$ кВ, а на средней - некоторому значению $V2$. Кроме того, имеется датчик напряженности электрического поля, реагирующий только на величину поля в его центре, но не на направление этого поля. Он закреплён на подставке, находящейся в правой части рельса и показан маленьким красным кружком.

Диаметр серого шарика $d=1.58$ см.

Каждый из шариков можно устанавливать на подставку, находящуюся в левой части рельса. Также его можно заряжать, прикоснувшись к клеммам высоковольтного блока питания или к другому шарика, находящемуся на подставке, и разряжать, прикоснувшись к клемме "Земля".

Подставку для шарика можно перемещать по рельсу, у подставки датчика можно менять высоту. Линейки можно перемещать мышью, но нельзя вращать. У линеек крупная цена делений.

Определите:

- начальное расстояние X между центрами подставок для серого шарика и датчика (расстояние по горизонтали между вертикальными линиями, проходящими через центры подставок).
- заряд $Q1$ серого шарика, если его зарядить от клеммы с напряжением $V1$;
- напряжение $V2$;

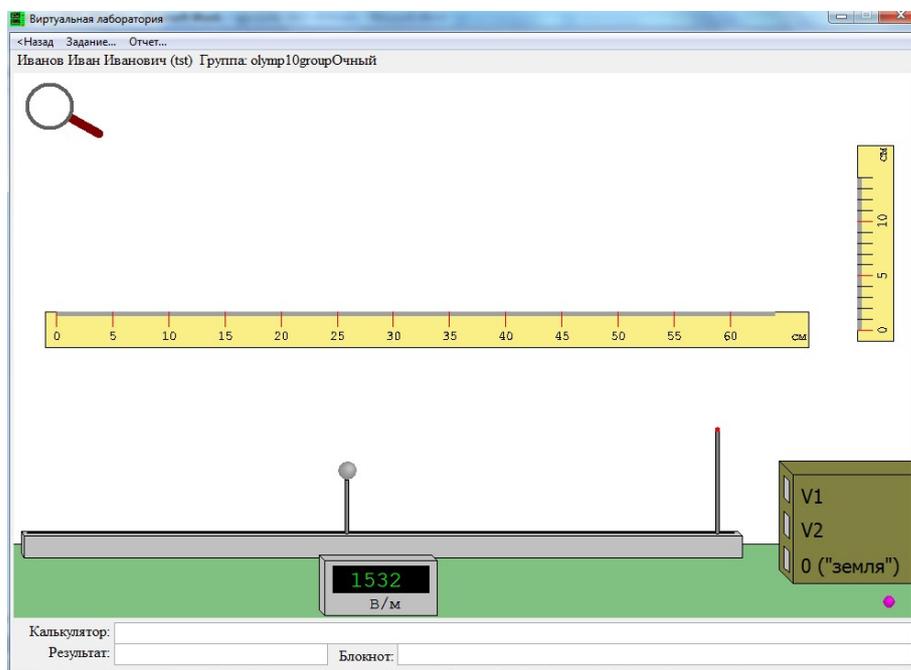
Все величины введите с точностью не хуже чем до сотых и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Постоянная (коэффициент пропорциональности) в законе Кулона $K=1/(4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0)=9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{Кл}^2$, где $\epsilon_0=8.85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$. Напоминаем, что $1 \text{ нКл}=10^{-9} \text{ Кл}$.

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

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

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение $*$, деление $/$, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\text{tg}(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\text{arctg}(x)$ и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).



Расстояние X	<input type="text"/>	см	(33 ± 0.08)
Заряд $Q1$	<input type="text"/>	нКл	(24.315 ± 0.05)
Напряжение $V2$	<input type="text"/>	кВ	(-21.4 ± 0.08)

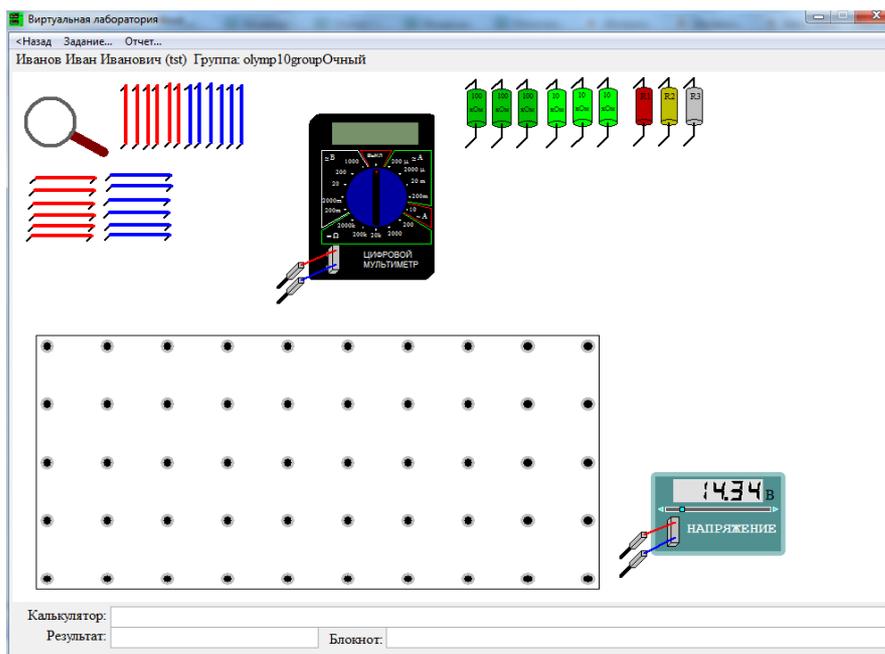
Задание 5. Олимпиада, модель: Резисторы и мультиметр с одним диапазоном измерения напряжений (15 баллов)

Имеется мультиметр с одним работающим диапазоном измерения напряжений. Найдите, чему равны сопротивления резисторов $R1$, $R2$, $R3$. Соберите для этого необходимую электрическую схему, проведите измерения и выполните расчеты. Добивайтесь точности измерений не хуже 0.1%. Занесите результаты в отчет,

Буква μ у диапазона означает "микро", буква m - "милли".

Элементы можно перетаскивать мышью и подключать к клеммам панели. К клеммам можно подсоединять выходы источника напряжения, а также мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления. Два штырька к одной клемме подсоединять нельзя. Ко всем клеммам можно подсоединять перемычки - провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Провода можно растягивать. Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки. В данной работе измерение сопротивлений и токов в мультиметре отключено. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра очень велико, а в режиме амперметра очень мало. Полярность подключения прибора можно менять путём перетаскивания клеммы с проводами, подключённой к мультиметру.

Напряжение источника постоянного тока регулируется перемещением его движка.



Сопротивление R1=	<input type="text" value="13"/>	Ом	(13 ± 0.05)
Сопротивление R2=	<input type="text" value="69.99"/>	Ом	(69.99 ± 0.3)
Сопротивление R3=	<input type="text" value="1280.1"/>	Ом	(1280.1 ± 3)

Задание 6. Олимпиада, модель - Бруски на наклонном рельсе с пружиной и датчик ускорения (15 баллов)

Бруски можно установить в нижней или верхней части наклонного рельса, при этом они автоматически закрепятся электромагнитами. Щелчок мыши по красной кнопке, расположенной около края рельса, включает или выключает электромагниты. Датчик скорости показывает ускорение бруска при прохождении серединой бруска (помечена красной стрелкой) координаты расположения оптических ворот (помечена красной вертикальной линией).

Масса бруска №1 равна 51.5 г.

Бруски №1 и №2 имеют одинаковый коэффициент трения с рельсом.

Определите:

- максимальную скорость V_{1max} , которую брусок №1 может получить при свободном движении с правого края рельса после отпускания электромагнита (пружина слева разжата);
- массу m_2 бруска №2;
- коэффициент трения μ брусков о рельс.

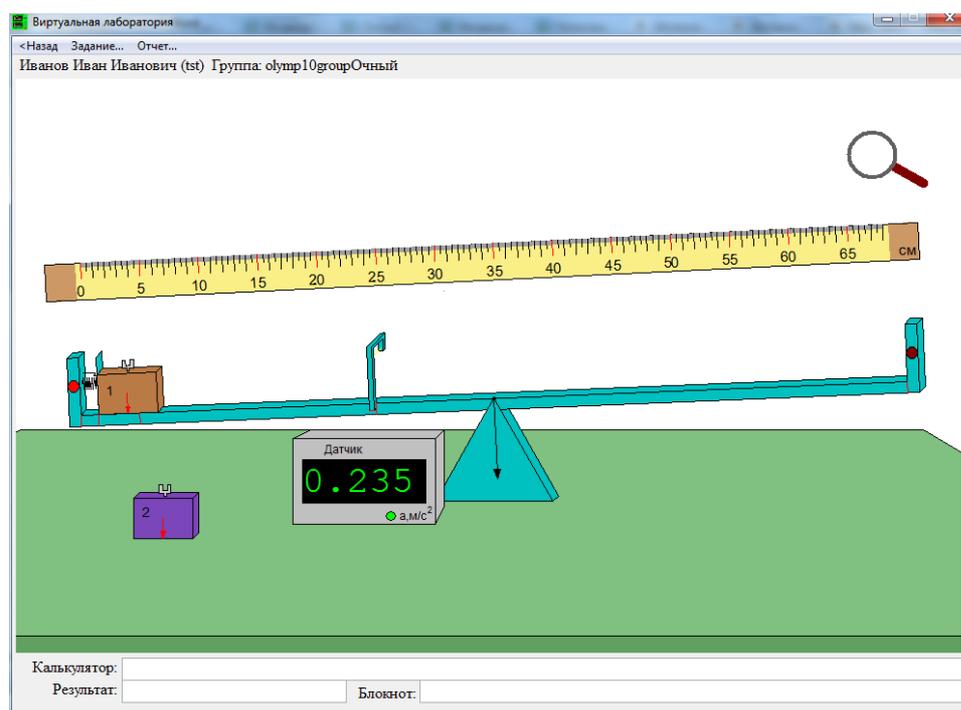
Массу определите с точностью не хуже чем до десятых, скорость - до не хуже чем до тысячных, коэффициент трения - не хуже чем до десятитысячных, и отошлите результаты на сервер. В промежуточных вычислениях сохраняйте не менее 4 значащих цифр.

Ускорение свободного падения считайте равным 9.8 м/с^2 .

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

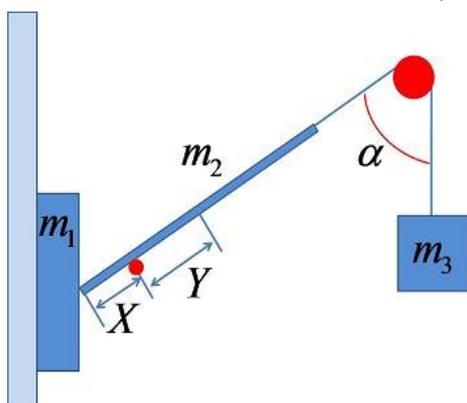
Линейку можно перемещать, в том числе при использовании увеличительного стекла. Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер назначается до 3 штрафных баллов.

В калькуляторе можно использовать сложение, вычитание, умножение $*$, деление $/$, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\text{tg}(x)$, $\arcsin(x)$, $\arccos(x)$, $\text{arctg}(x)$ и т.д., а также выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).



Скорость $V_{1\max}$	<input type="text"/>	м/с	(0.53055 ± 0.0015)
Масса бруска №2	<input type="text"/>	г	(68.5 ± 0.25)
Коэффициент трения	<input type="text"/>		(0.01805 ± 0.0005)

Задание 7. Олимпиада, задача: Брусок и стержень (20 баллов)



Стержень массой $m_2=11 \text{ кг}$ лежит на идеально гладкой цилиндрической опоре. Она делит нижнюю половину стержня на отрезки $X=0.3 \text{ м}$ и $Y=0.45 \text{ м}$ (см. рис.). Угол наклона стержня к вертикали равен $\alpha=0.8 \text{ рад}$. К верхнему концу стержня на нити, перекинутой через блок, подвешен груз массой $m_3=4.4 \text{ кг}$. Силы в системе действуют таким образом, что этот груз неподвижен. Нижний конец стержня упирается в брусок, массой $m_1=41.4 \text{ кг}$, соскальзывающий вдоль вертикальной стены. Коэффициенты трения между поверхностью бруска и поверхностью стержня одинаковы. Определите: 1) Силу трения между поверхностью стены и

поверхностью бруска F тр.

2) Ускорение бруска a .

3) Силу реакции опоры, действующую на стержень со стороны бруска, $N1$.

4) Силу реакции опоры, действующую на стержень со стороны цилиндрической опоры, $N2$.

Ответы вводите с точностью до десятых. Нить невесомая и нерастяжимая, блок невесомый, вращается без трения. Ускорение свободного падения примите равным $9,8 \text{ м/с}^2$.

Введите ответ:

Сила трения между поверхностями бруска и стены $F =$ Н, (60.95 ± 0.5)

Ускорение бруска $a =$ м/с^2 , (6.853 ± 0.11)

Сила реакции опоры, действующая на стержень со стороны бруска, $N1 =$ Н, (103.75 ± 0.5)

Сила реакции опоры, действующая на стержень со стороны цилиндрической опоры,

$N2 =$ Н, (193.3 ± 1)