

10 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Глубина ущелья на Марсе (15 баллов)

Действие романа А.Н. Толстого "Аэлита" происходит на Марсе. Представьте, что герои - инженер Лось и Аэлита, стоя в скалах марсианской горной системы Лизиазиры на краю священной для марсиан пропасти и слушая эхо от падающих вниз камней, определили, что время от момента, когда камень оборвался вниз у них из под ног, до момента, когда они услышали звук удара, $T=32$ с. Теперь известно, что скорость звука на Марсе $V=244$ м/с, а ускорение свободного падения у поверхности планеты $g=4.05$ м/с². Определите:

- 1) Глубину пропасти H (с точностью до целых).
- 2) На какую глубину Y (с точностью до десятых) погрузится камень массой $M=0.3$ кг в грунт, находящийся на дне пропасти, если средняя сила сопротивления на пути его погружения $F=10$ кН.
- 3) Изменение температуры камня ΔT (с точностью до сотых), если на его нагревание идёт 34 % выделившейся при погружении в грунт энергии, удельная теплоёмкость камня $C=1.8$ кДж/(кг·К). Считайте, что трением камня о воздух можно пренебречь.

Введите ответ:

Глубина пропасти $H =$ м, (1397.66 ± 1.1)

Глубина проникновения камня в грунт $Y =$ см, (16.984 ± 0.1)

Изменение температуры камня $\Delta T =$ К, (1.0692 ± 0.011)

Задание 2. Фонарик "Яркий Луч" - друг туристов (15 баллов)



Яркий
ЛУЧ



Школьники решили несколько дней провести в палатке на скалистом морском берегу. Они остановились в 6 км. от ближайшего посёлка, поэтому их сильно выручал мощный аккумуляторный кемпинговый фонарь-маяк "Яркий Луч" МТ-4 FLOstic с функцией пауэрбанка (источника питания для зарядки аккумуляторов внешних устройств).

1) В режиме работы пауэрбанка ток зарядки $I=1300$ мА. При этом из-за потерь на преобразование напряжения и передачу энергии заряжаемому устройству удаётся передать $K=66$ процентов израсходованной аккумулятором емкости. Вычислите, за какое время t ребята зарядили аккумуляторы мобильного телефона, ёмкостью $Q_1=850$

мА·ч с уровня 8 процентов до уровня 93 процентов.

2) Ночью двое ребят ныряли за рапанами, а их товарищ с надувной лодки опускал фонарик на глубину, освещая дно. Фонарик имеет форму цилиндра высотой $L=40$ см и диаметром $D=3.5$ см. Вычислите, на какую величину F увеличилась сила давления на поверхность фонарика, если его погрузили в воду в вертикальном положении и нижний его конец опустился на глубину $H_1=1.2$ м. Плотность морской воды $\rho_0=1.019$ г/см³.

3) Хорошо, что на торце фонарика имеется магнит, так как когда верёвка случайно отцепилась от ручки фонаря, и он провалился в щель между камнями, ребята легко достали его, привязав к верёвке металлический болт. Масса фонарика $M=487$ г, вычислите, какую минимальную работу A нужно было совершить, чтобы в вертикальном положении полностью вытащить фонарик из воды. В начальный момент нижний конец фонарика находился на глубине $H_2=1.9$ м.

Ускорение свободного падения примите равным 9.8 м/с², число $\pi=3.1416$. В ответ время вводите с точностью до сотых, остальные результаты - с точностью до десятых.

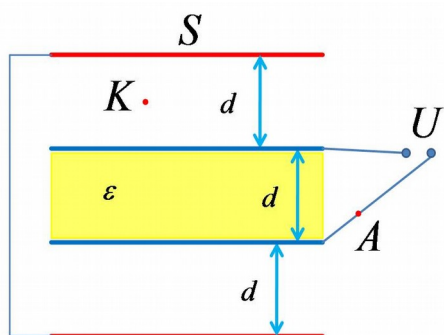
Введите ответ:

$T_1 =$ час, (0.8426 ± 0.011)

$F =$ Н, (458.4 ± 1)

$A =$ мДж, (2534.6 ± 1)

Задание 3. Эксперименты с конденсатором (20 баллов)



Конденсатор состоит из двух металлических пластин площадью $S=90$ см², расположенных на расстоянии $d=0.8$ см. Пространство между обкладками заполнено диэлектриком с проницаемостью $\epsilon=8$. Источник поддерживает на конденсаторе постоянное напряжение $U=670$ В.

1) Вычислите абсолютную величину заряда на обкладке конденсатора Q_1 .

2) Не отключая источник, конденсатор вносят в пространство между двумя проводящими пластинами, площадь каждой из которых равна площади обкладки конденсатора S . Пластины соединены между собой проводником. Расстояние между каждой из пластин и ближайшей обкладкой конденсатора равно расстоянию

между обкладками d (см. рисунок). Вычислите напряжённость поля E в конденсаторе с диэлектриком.

3) Абсолютную величину заряда Q , который прошёл через точку A на подводящем проводе, когда конденсатор вносили в пространство между пластинами.

4) Какой будет абсолютная величина напряжённости поля E_1 в точках между пластиной и внешней поверхностью обкладки конденсатора? (Например, в точке K на рисунке)

Ответы вводите с точностью до десятых. Электрическая постоянная $\epsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.

Введите ответ:

Абсолютная величина заряда на обкладке конденсатора $Q_1 =$ н Кл, (53.361 ± 0.2)

Напряжённость поля в конденсаторе с диэлектриком $E =$ кВ/м, (83.754 ± 0.2)

Абсолютная величина заряда $Q =$ нКл, (3.333 ± 0.11)

Абсолютная величина напряжённости поля $E_1 =$ кВ/м, (41.877 ± 0.2)

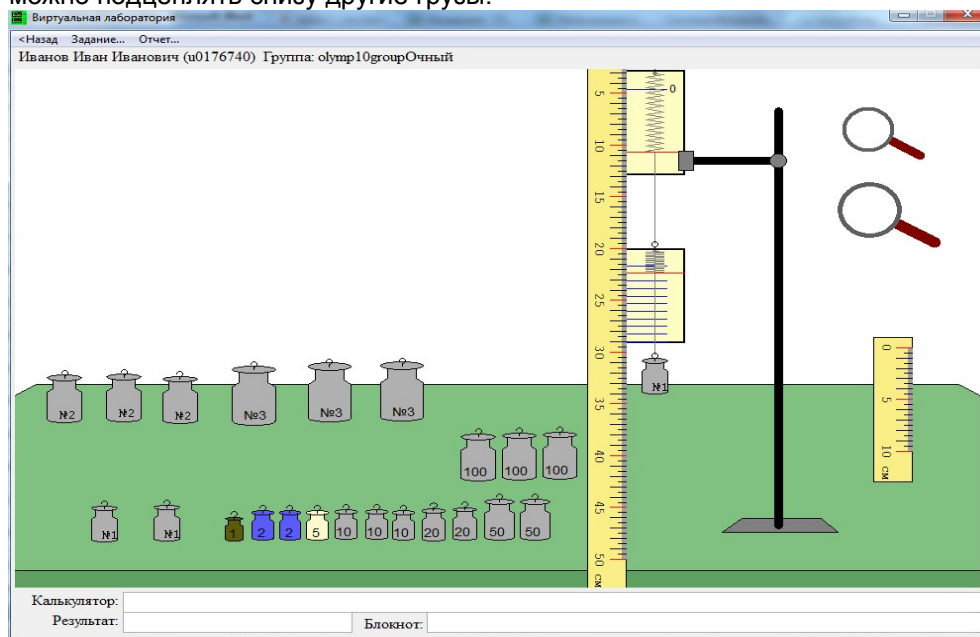
Задание 4. Олимпиада, модель: Два динамометра с неподписанной шкалой (20 баллов)

Имеются два динамометра, подвешенные на штативе. Определите:

- Цену деления нижнего динамометра - с точностью до тысячных.
- Массу груза № 1 - с точностью до десятых.
- Жесткость пружины нижнего динамометра - с точностью до десятых.
- Массу нижнего динамометра - с точностью до десятых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным $g = 9.8$ м/с². К грузу, подвешенному к динамометру, можно подцеплять снизу другие грузы.



Цена деления нижнего динамометра	<input type="text"/> Н	0.58 ± 0.01
Масса груза № 1	<input type="text"/> г	56 ± 0.8
Жесткость пружины нижнего динамометра	<input type="text"/> Н/м	79.2 ± 0.8
Масса нижнего динамометра	<input type="text"/> г	99 ± 3

Задание 5. Олимпиада, модель: Кипятильник и параметры жидкостей (20 баллов)

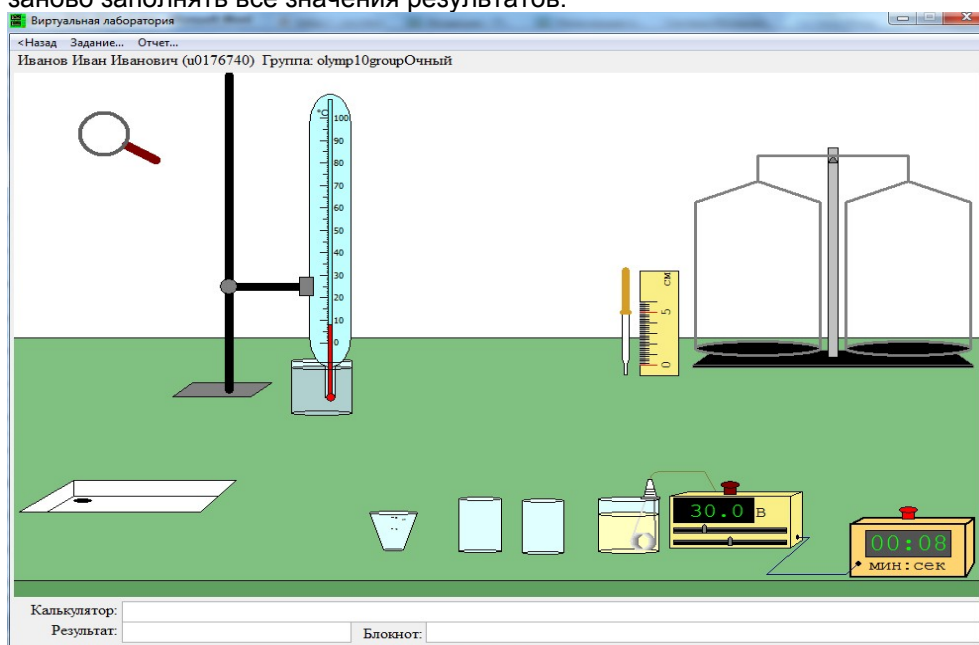
Имеется набор инструментов и стаканов, а также два стакана с жидкостями с одинаковой температурой. В стакане, расположенном слева, находится вода (голубого цвета), ее удельная теплоемкость равна $4200 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$, а плотность $1 \text{ г}/\text{см}^3$. В стакане, расположенном справа, находится неизвестная жидкость (светло-коричневого цвета). Сопротивление нагревателя кипятильника равно 5 Ом . Определите:

- Массу m_1 воды - с точностью до десятых.
- Массу m_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятых.
- Плотность ρ_2 неизвестной жидкости - с точностью до тысячных.
- Удельную теплоемкость C_2 неизвестной жидкости - с точностью до десятков.

Занесите результаты в отчет и отошлите его на сервер.

Теплоемкостью стаканов и нагревателя и потерями тепла, а также теплообменом жидкостей с воздухом можно пренебречь, массой стаканов пренебрегать нельзя.

Если вы хотите вернуться к **первоначальному состоянию** системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном загрузивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются, а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.



Масса воды m_1	<input type="text"/> г	85 ± 2
Масса жидкости m_2	<input type="text"/> г	93 ± 3
Плотность жидкости ρ_2	<input type="text"/> $\text{г}/\text{см}^3$	1.33 ± 0.014
Теплоемкость жидкости C_2	<input type="text"/> $\text{Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$	3360 ± 140

Задание 6. Олимпиада, модель: Горка с желобом (20 баллов)

Имеется горка с прозрачным желобом, состоящим из линейного участка и дуги окружности, касательная к которой в правой точке дуги вертикальна. В желоб можно положить маленький железный шарик (лежит на столе справа от горки). При соскальзывании шарика с горки силой трения можно пренебречь. Также имеются установленные на желобе электромагниты, которые можно включать и выключать, и оптические датчики движения, которые позволяют определить либо время от момента начала движения шарика до момента пересечения его центром желтой линии (соответствует координате центра датчика), либо скорость, с которой центр шарика проходит координату центра датчика. Переключение осуществляется щелчком по

соответствующей кнопке индикатора. Левый электромагнит и левый датчик закреплены, правые - можно двигать вдоль желоба. Определите:

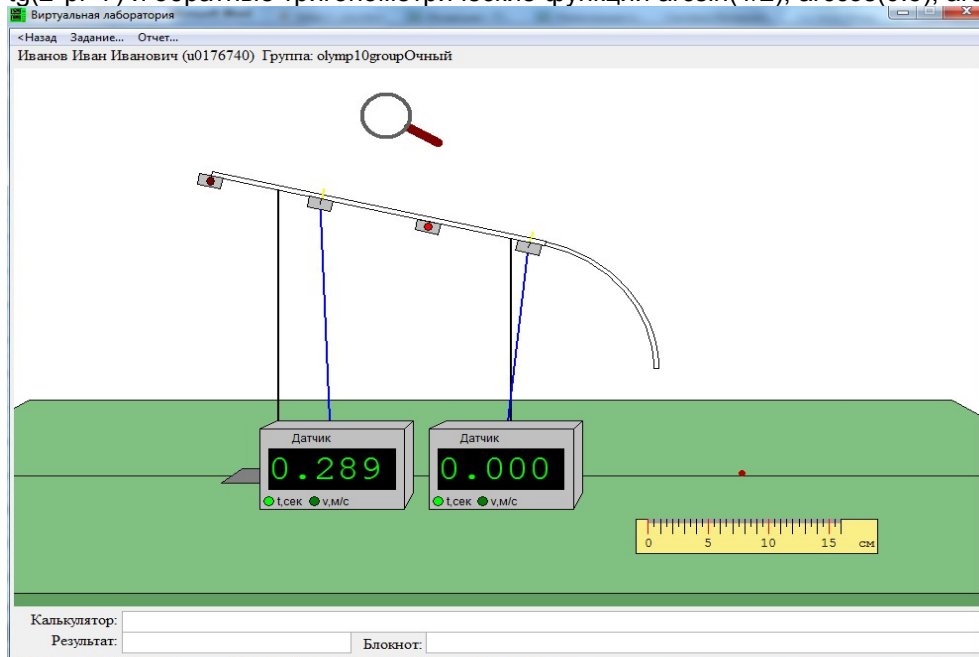
- Угол наклона рельса (в радианах) - с точностью до десятитысячных.
- Длину L линейного участка горки - с точностью до сотых.
- Первоначальное расстояние D между центрами электромагнитов - с точностью до сотых.
- Радиус R дуги дна правой части желоба - с точностью до сотых.

Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

Ускорение свободного падения считайте равным $g=9.8 \text{ м/с}^2$.

Если вы хотите вернуться к **первоначальному состоянию** системы, можно выйти из модели и заново в неё войти. При этом параметры системы не меняются (они меняются только при повторном залогинивании), все отосланные на сервер результаты сохраняются, а лишние штрафные баллы не начисляются. Но при отсылке результатов на сервер необходимо будет заново заполнять все значения результатов.

В калькуляторе BARSIC можно использовать математические выражения вида $1.5/(2*\pi+7)$ и т.п., возведение в степень $(2*\pi+7)^3$ и извлечение квадратного корня $\sqrt{2*\pi+7}$ или, что то же, $(2*\pi+7)^{0.5}$. Также можно использовать тригонометрические функции $\sin(2*\pi+7)$, $\cos(2*\pi+7)$, $\text{tg}(2*\pi+7)$ и обратные тригонометрические функции $\arcsin(1/2)$, $\arccos(0.5)$, $\text{arctg}(0.5)$ и т.д.



Угол наклона	<input type="text"/> рад	0.231 ± 0.0015
Длина L	<input type="text"/> см	28.38 ± 0.15
Расстояние D	<input type="text"/> см	18.555 ± 0.15
Радиус R	<input type="text"/> см	11.76 ± 0.35

Задание 7. Олимпиада, модель: Схема из пяти резисторов и двух мультиметров (20 баллов)

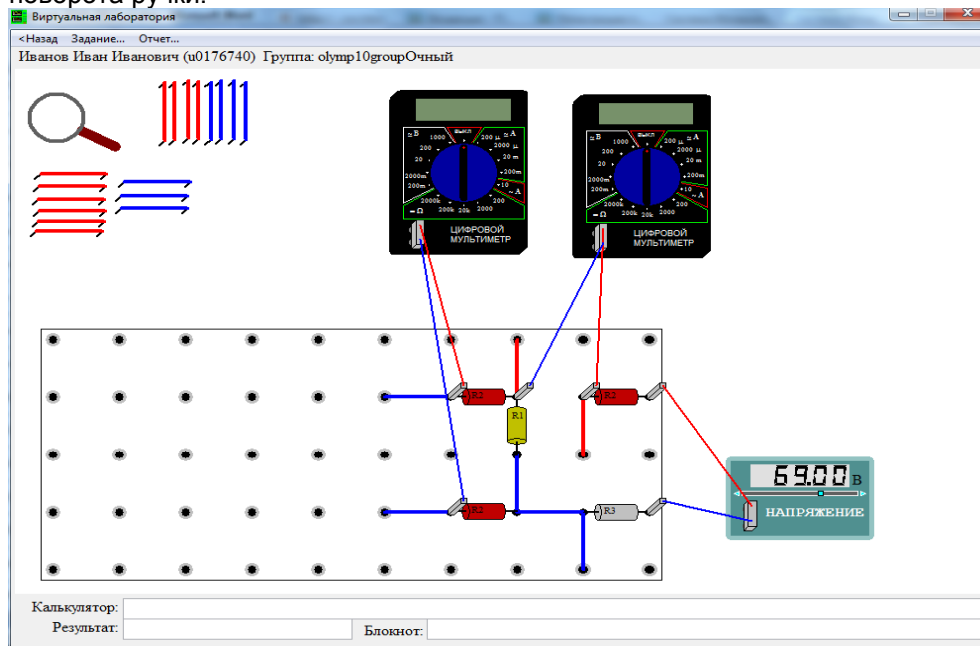
Имеется электрическая схема из пяти резисторов и двух мультиметров, в которой можно подсоединяться только к их внешним клеммам. Найдите с точностью до десятых чему равны:

- сопротивление R_1 ;
- сумма сопротивлений R_2+R_3 ;
- сопротивление R_2 .
- максимальная мощность W , которую можно рассеять на резисторах в данной системе.

Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

К клеммам можно подсоединять провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Не припаянные к схеме стороны проводов можно растягивать и подсоединять к клеммам панели. Выходное напряжение источника напряжения можно менять перетаскиванием движка или щелчками по треугольникам по краям шкалы. Внутреннее сопротивление мультиметра в режиме вольтметра можно считать бесконечно большим, а в режиме измерения тока - пренебрежимо малым.

Мультиметр - измерительный прибор, позволяющий измерять токи, напряжения и сопротивления - в данном задании доступно только измерение напряжений и токов. При превышении величины максимального значения для выбранного диапазона на индикаторе появляется сообщение об ошибке измерения. Буква μ у диапазона мультиметра означает "микро", буква m - "милли". Тип измеряемой величины и предел измерительной шкалы мультиметра меняется с помощью поворота ручки.



R1	<input type="text"/>	Ом	263 ± 0.6575
R2+R3	<input type="text"/>	Ом	633 ± 1.5825
R2	<input type="text"/>	Ом	216 ± 1.08
W	<input type="text"/>	Вт	$15.7977883096 \pm 0.078988941548$