

«Интернет-олимпиада школьников по физике» за 2024/2025 учебный год

10 класс, заключительный (очный) тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Сосуд с идеальным газом и водой (15 баллов)

Внутри закрытого теплоизолированного сосуда объёмом $V=0.86 \text{ м}^3$ находится некоторое количество воды при температуре $T_0=273\text{К}$. В сосуд добавляют идеальный одноатомный газ при температуре $T_1=248 \text{ К}$. Максимальное количество вещества газа, которое можно добавить, чтобы после установления равновесия температура внутри сосуда не изменилась, $\nu_0=36.5$ моль. Будем считать, что добавили именно это количество газа, а испарением воды можно пренебречь. Определите:

1. Массу m воды в сосуде.
2. На какую величину ($\Delta V = V_{\text{конечный}} - V_{\text{начальный}}$) изменяется объём газа при установлении равновесия.
3. Во сколько раз ($K = P_{\text{конечное}} / P_{\text{начальное}}$) изменилось давление газа в сосуде во время установления равновесия.

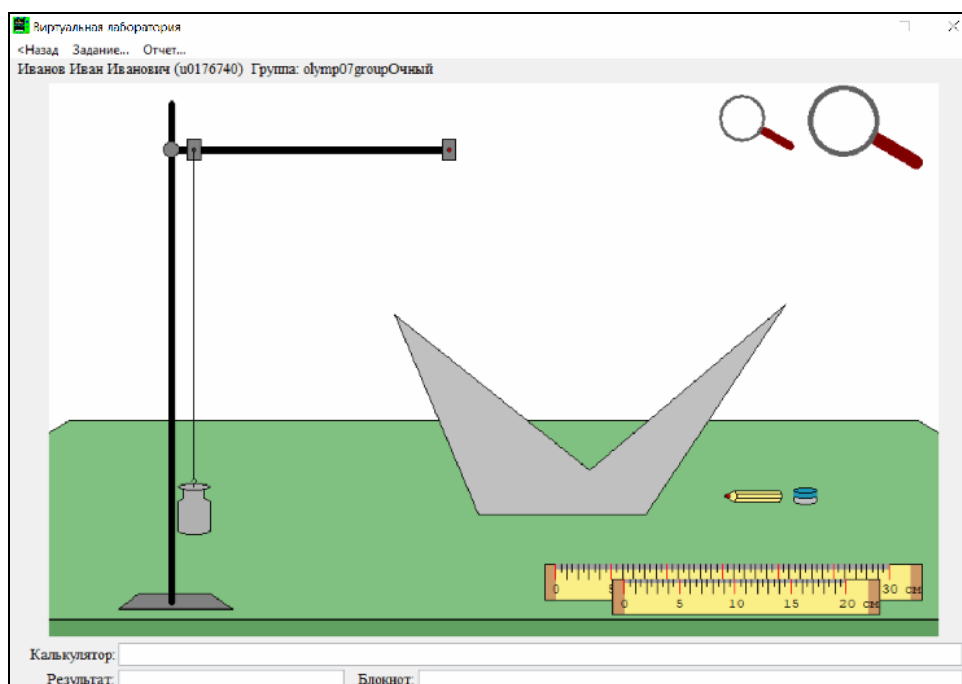
Удельная теплота плавления льда $\lambda=333 \text{ кДж/кг}$, универсальная газовая постоянная $R= 8.31 \text{ Дж/(моль К)}$, плотность воды $\rho_v=1 \text{ г/см}^3$, плотность льда $\rho_l=0.9 \text{ г/см}^3$. Ответы вводите с точностью до одного процента. Газ не растворяется в воде. Введите ответ:

$$m = \boxed{} \text{ сг, } (34.14 \pm 0.41)$$

$$\Delta V = \boxed{} \text{ ссм}^3, (-3.794 \pm 0.046)$$

$$K = \boxed{}, (1.100 \pm 0.013)$$

Задание 2. Олимпиада, модель: Эксперименты с плоским телом сложной формы (25 баллов)



Имеется тело сложной формы с двумерной плотностью 0.9 г/см^2 , стоящее на столе. В рассматриваемом случае тело можно считать плоским. Найдите:

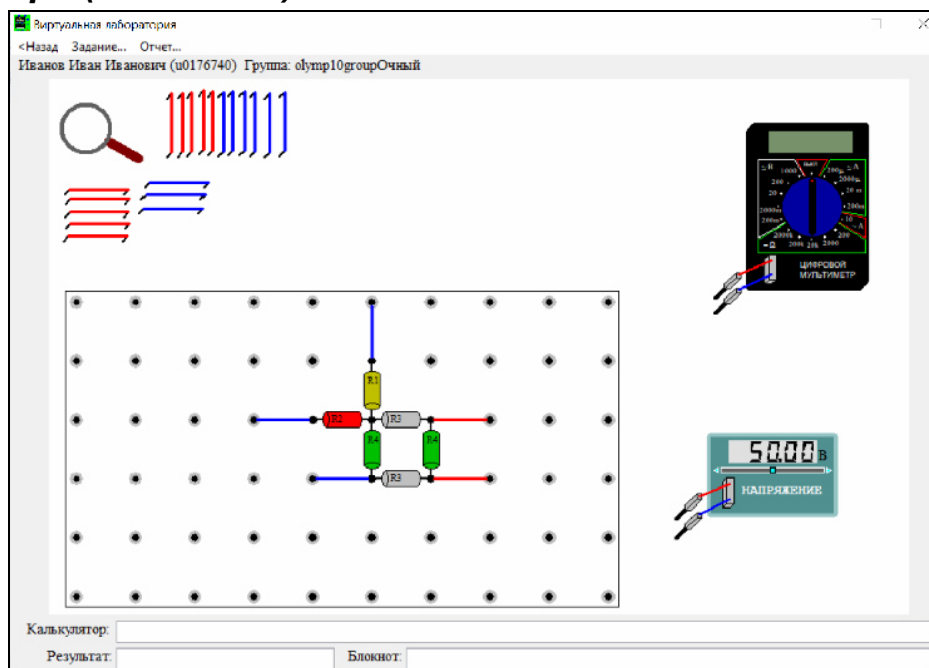
- минимальное расстояние $R_{\min}$ от центра тяжести тела до его вершин (мест излома линии, ограничивающей тело) - с точностью до 0.5 мм,
- максимальное расстояние $R_{\max}$ от центра тяжести тела до его вершин - с точностью до 0.5 мм,
- силу F , позволяющую медленно полностью поднять тело над столом - с точностью до сотых,
- минимальную силу F_1 , действующую на тело в какой-либо точке вертикально вверх, позволяющую приподнять левый нижний угол тела над столом - с точностью до сотых,
- минимальную силу F_2 , действующую на тело в какой-либо точке, позволяющую приподнять левый нижний угол тела над столом - с точностью до сотых.

Ускорение свободного падения считайте равным $g=9.8 \text{ м/с}^2$. Проскальзывания тела о стол нет. Тело можно подвешивать на штатив в любых точках тела, при этом ось, на которую закрепляется тело, видна в виде красной точки. Груз можно подвешивать к той же оси. Линейки можно перемещать, ухватившись "мышью" за центральную область. Линейки можно вращать, ухватившись за окрашенный коричневым край линейки. Вращение и перемещение линеек возможны как в обычном режиме, так и в режиме действия увеличительного стекла. Карандашом можно проводить линию вдоль линейки, приложенной к телу (линия становится видна, если убрать линейку). Стирательная резинка, отпущенная в области проведённой линии, после отпускания кнопки мыши удаляет эту линию.

Минимальное расстояние $R_{\min}$	см	3.792 ± 0.12
Максимальное расстояние $R_{\max}$	см	22.35 ± 0.25

Сила F	Н	1.752 ± 0.06
Сила F1	Н	0.604 ± 0.04
Сила F2	Н	0.444 ± 0.03

Задание 3. Олимпиада, модель: Цепь из резисторов и мультиметра (20 баллов)



Имеется электрическая схема из впаянных в наборную панель шести резисторов R1, R2, R3, R3, R4, R4 и мультиметра, в которой можно подсоединяться только к их внешним клеммам, а также источник регулируемого напряжения и провода. Найдите с точностью до десятых Ома, чему равны сопротивления R1, R2, R3, R4.

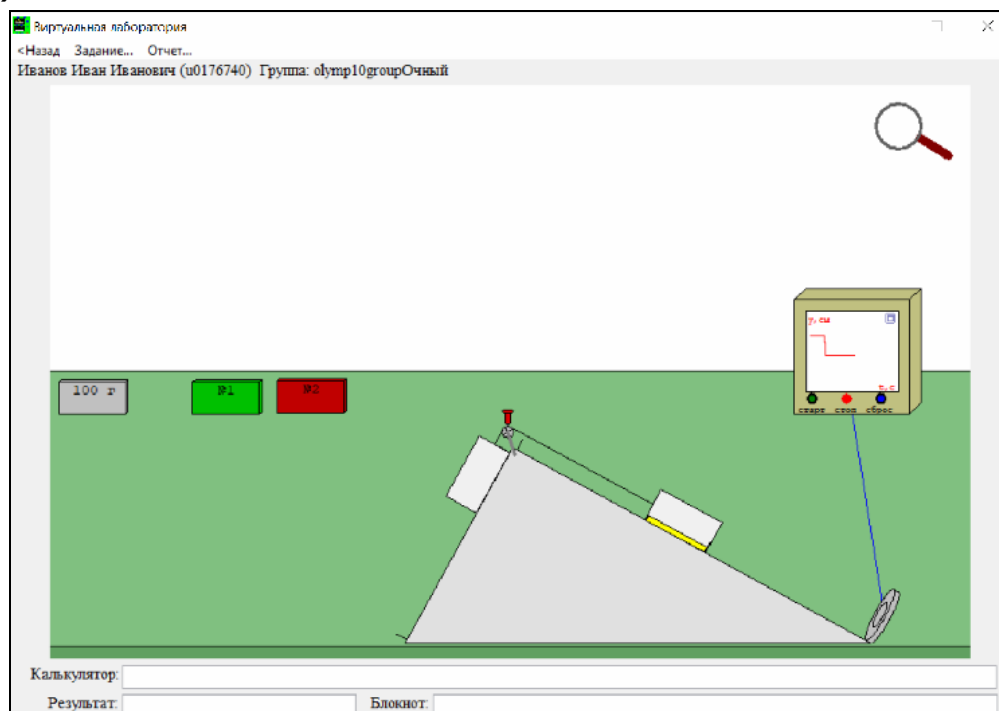
Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчёт и отошлите его на сервер.

К клеммам можно подсоединять провода, имеющие практически нулевое сопротивление. Провода можно растягивать. 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		Ом	300.99 ± 0.3
R2		Ом	234.99 ± 0.3
R3		Ом	374.01 ± 0.3
R4		Ом	243.99 ± 0.3

Задание 4. Олимпиада, модель: Эксперименты с горкой (30 баллов)



Имеется горка с прямым углом в вершине. По ней при отключенном стопоре могут двигаться без трения два одинаковых ящика, массой которых можно пренебречь. В эти ящики можно складывать тела (в виде пластин). Масса пластин известной массы указана в граммах. Найдите :

- максимальное расстояние L , которое при движении может пройти ящик - с точностью до 0.1 мм,
- максимальную скорость $V_{\max}$, которую при движении может развить правый ящик, если в него положить тело №1, а левый ящик пустой - с точностью до 0.005 м/с.
- В ящик на левой части горки положили тело №1, в ящик на правой - грузы, перевесившие его, дождались окончания движения и измерили силу F_1 натяжения нити. Затем в ящик на правой части горки положили тело №1, в ящик на левой - грузы, перевесившие его, дождались окончания движения и измерили силу F_2 натяжения нити. Найдите отношение F_1/F_2 сил натяжения нити - с точностью до сотых.

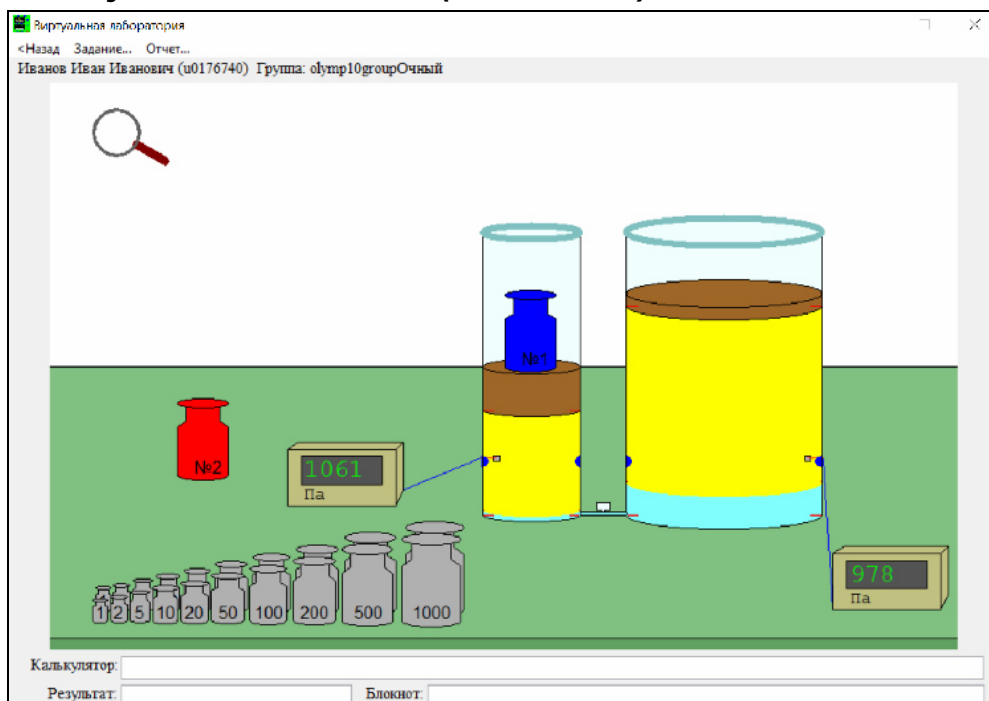
Найдите:

- массу m_1 тела №1 - с точностью до 1 г,
- массу m_2 тела №2 - с точностью до 1 г,
- максимальное количество тепла Q_3 , которое может выделяться телом №3 в результате окончания его движения в одном из ящиков - с точностью до 10 мДж.

Ускорение свободного падения считайте равным $g=9.8 \text{ м/с}^2$. Эхолот подключен к прибору, который может показывать график движения правого ящика. Наведение увеличительного стекла на область графика либо щелчок мышью по символу в правом верхнем углу прибора показывает график в увеличенном масштабе. Выделение мышью области графика (нажать кнопку мыши и вести вправо вниз, а затем отпустить кнопку)- позволяет увеличивать изображение выбранной области графика. При необходимости можно опять выбрать нужный участок графика для показа во всём окне, и так далее. Движение в обратном направлении (справа налево снизу вверх) в любой части того же окна либо вызов правой кнопкой мыши всплывающего меню и выбор пункта "Восстановить масштаб" восстанавливает первоначальный масштаб графика.

Расстояние L	см	12.6432 ± 0.012
Скорость Vmax	м/с	1.0896 ± 0.008
Отношение F1/F2		1.83 ± 0.02
Масса m1	г	109.32 ± 1.2
Масса m2	г	200.16 ± 2.4
Количество тепла Q3	Дж	0.7032 ± 0.012

Задание 5. Олимпиада, модель: Эксперименты с гидравлическим прессом с двумя жидкостями (30 баллов)



Имеется гидравлический пресс с массивными поршнями и индикаторами давления, отсчитываемого от некоторого постоянного значения. Датчики давления находятся на одинаковой высоте. Поршни могут двигаться только до уровня датчиков или до верха цилиндров пресса из-за наличия ограничительных колец. В левом цилиндре пресса первоначально находится вода плотностью 1 г/см^3 , в правом цилиндре - неизвестная желтая жидкость. Масса гирь известной массы указана в граммах.

Кран, закрывающий трубку между цилиндрами гидравлического пресса, открывается/закрывается щелчком по нему. Найдите :

- площадь s_1 поперечного сечения левого поршня - с точностью до 0.1 см^2 ,
- площадь s_2 поперечного сечения правого поршня - с точностью до 1 см^2 ,
- плотность ρ_2 желтой жидкости, находящейся первоначально в правом цилиндре гидравлического пресса - с точностью до тысячных,
- максимальную высоту H_2 , на которую можно в данной системе с помощью имеющихся грузов поднять поршень в правом цилиндре по сравнению с первоначальным положением (после входа в задание) без попадания желтой жидкости в левый цилиндр - с точностью до тысячных.
- максимальную массу M_3 желтой жидкости в левом цилиндре, которую можно получить в данной системе с помощью имеющихся гирь - с точностью до 1 г .
- максимальную высоту H_3 , на которую можно в данной системе с помощью имеющихся гирь поднять поршень в правом цилиндре по сравнению с первоначальным положением (после входа в задание), если в ходе эксперимента на промежуточном этапе добиться перетекания в левый цилиндр максимально возможного количества желтой жидкости - с точностью до тысячных.

Жидкости считайте несжимаемыми, ускорение свободного падения равным $g=9.8 \text{ м/с}^2$, число $\pi=3.1416$. Восстановить начальное состояние системы можно выходом из задания и повторным заходом в него. За это не начисляются штрафные баллы.

Площадь s_1	см^2	59.3 ± 0.5
Площадь s_2	см^2	234.2 ± 2
Плотность ρ_2	г/см^3	0.6594 ± 0.021
Высота H_2	см	1.709 ± 0.01
Масса M_3	г	347.1 ± 3
Высота H_3	см	1.7088 ± 0.006