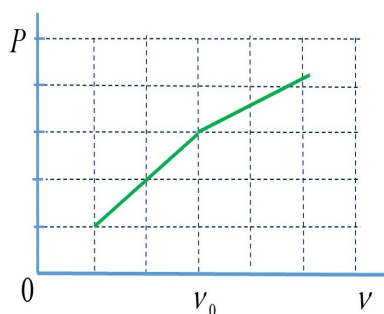


11 класс, заключительный (очный) тур

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



Внутри закрытого теплоизолированного сосуда объёмом $V=0.87$ м³ находится некоторое количество воды при температуре $T_0=273$ К. В сосуд добавляют идеальный одноатомный газ при температуре $T_1=243$ К. На рисунке схематически показан график зависимости давления, устанавливающегося в сосуде после достижения равновесия, от количества вещества добавленного

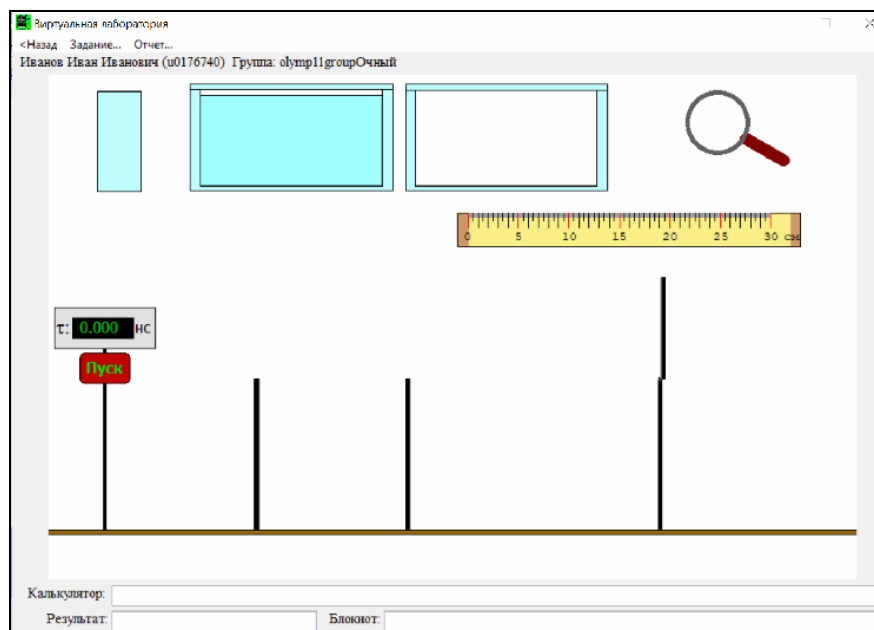
газа, $v_0=37.3$ моль. Будем считать, что добавили именно это количество газа, а испарением воды можно пренебречь. Определите:

1. Массу воды в сосуде (m).
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 $\lambda=333$ кДж/кг, универсальная газовая постоянная $R= 8.31$ Дж/(моль К), плотность воды $\rho_{\text{в}}=1$ г/см³, плотность льда $\rho_{\text{л}}=0.9$ г/см³. Ответы вводите с точностью до одного процента. Газ не растворяется в воде. Введите ответ:

$M =$ г,
 $\Delta V =$ см³,
 $K =$.

Задание 2. Олимпиада, модель: Кювета на оптической скамье (15 баллов)



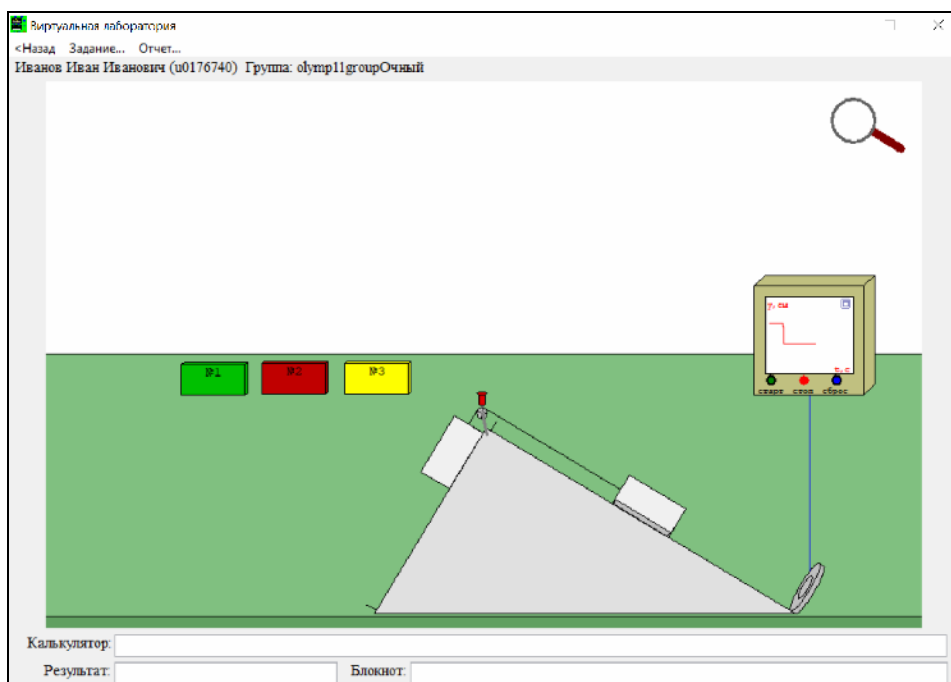
Имеется оптическая скамья, на первый штатив которой можно поставить стеклянный образец, на второй - кювету с жидкостью либо точно такую же кювету без жидкости, а на третьем установлено зеркало. Также имеются линейка, которую можно вращать за края, и прибор, являющийся излучателем световых импульсов и приемником отраженных импульсов. Показания прибора - это разница между временем приема и испускания импульсов. Скамья находится в неизвестной жидкой среде. Определите с максимальной возможной точностью:

1. скорость V_1 света в окружающей среде (жидкости №1) - в км/с,
2. показатель преломления n стеклянного образца,
3. показатель преломления n_2 жидкости №2, налитой в кювету.

Скорость света в вакууме $c=299792458$ м/с.

Скорость V_1	км/с
Показатель преломления n	
Показатель преломления n_2	

Задание 3. 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:

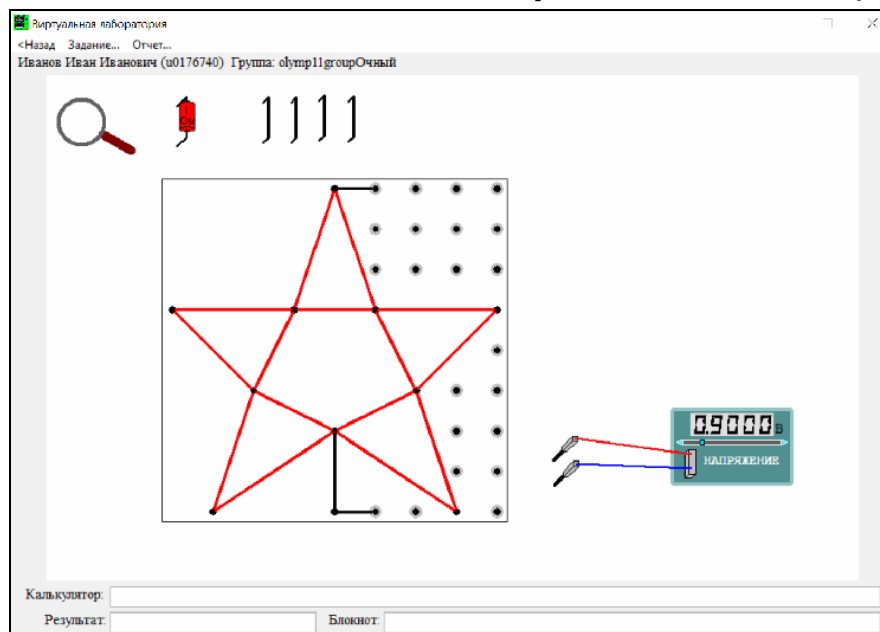
- массу m_1 тела №1 - с точностью до 1 г,
- массу m_2 тела №2 - с точностью до 1 г,
- максимальное количество тепла Q_3 , которое может выделяться телом №3 в результате окончания его движения в одном из ящиков - с точностью до 10 мДж.

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
Скорость $V_{\max}$		м/с
Отношение F_1/F_2		
Масса m_1		г
Масса m_2		г
Количество тепла Q_3		Дж

Задание 4. Олимпиада, модель: Электрическая звезда (30 баллов)



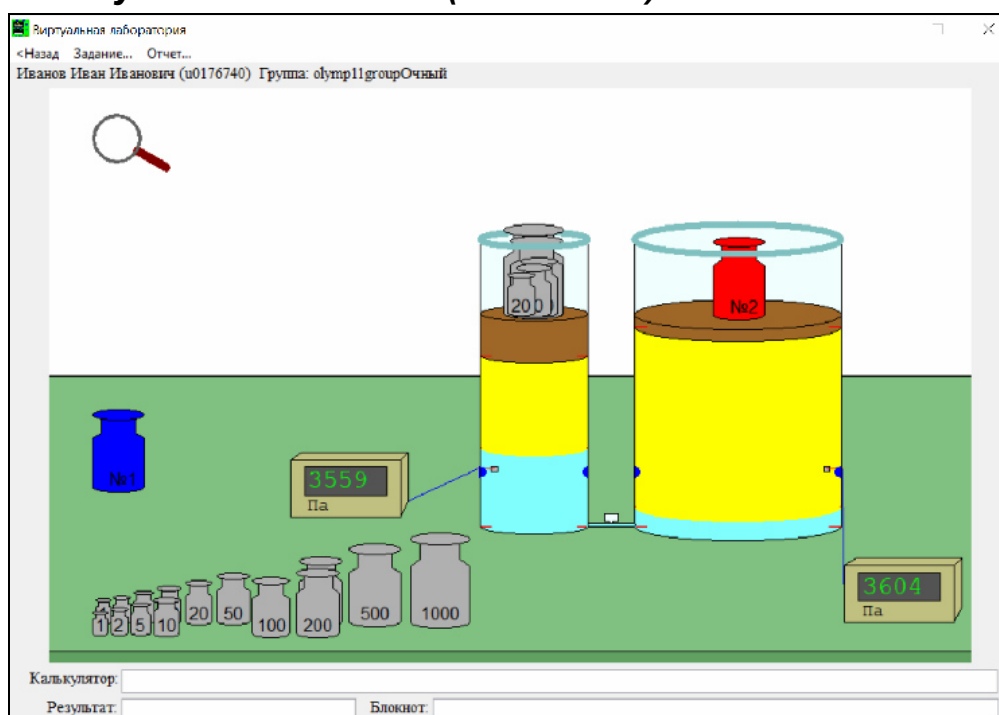
Имеется резистор 1 Ом, панель с гнездами, расположенными на равномерной сетке, источник регулируемого напряжения и провода. Из проводов красного цвета спаяли звезду, впаяв точки соединения в гнезда панели. Индикатор источника напряжения показывает напряжение на его выходных клеммах. Провода одного цвета имеют одинаковое сопротивление на единицу длины. Определите с максимальной возможной точностью:

1. Внутреннее сопротивление r источника напряжения.
2. Сопротивление R звезды.
3. Максимальный ток $I_{\max}$ через один провод звезды, который можно получить в данной системе.
4. Максимальный КПД K (в процентах), который можно получить в имеющейся системе, если только внутреннее сопротивление источника снижает полезную нагрузку.
5. Минимальный ненулевой ток $I_{\min}$ через один провод звезды при подсоединении звезды (без использования резистора) к источнику напряжения с максимальным выставленным напряжением.

6. Сопротивление R1 красного провода длиной в одну ячейку сетки панели.

Внутреннее сопротивление r		Ом
Сопротивление звезды R		Ом
Ток I _{max}		А
КПД К		%
Ток I _{min}		А
Сопротивление провода R1		Ом

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_02 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
Площадь s_2	см^2
Плотность ρ_02	г/см^3
Высота H_2	см
Масса M_3	г
Высота H_3	см