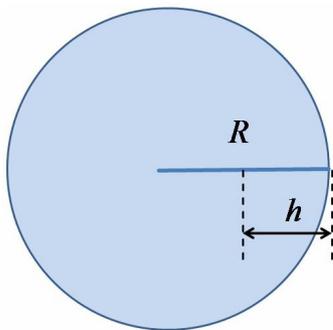


11 класс, заключительный тур

Задание 1. Олимпиада, задача: Жидкий астероид (10 баллов)



В космосе, далеко от звёзд и планет, летит астероид радиусом $R=780$ м, целиком состоящий из несжимаемой жидкости плотностью $\rho=2370$ кг/м³.

1. Вычислите давление жидкости P внутри астероида на глубине $h=250$ м от поверхности.
2. Во сколько раз Z это давление меньше, чем в центре астероида.

Ответы вводите с точностью не хуже, чем до одного процента. Гравитационная постоянная $G=6.674 \cdot 10^{-11}$ м³/(кг · с²), число $\pi=3.1416$.

Введите ответ:

$P =$ Па, (257.1306382759 ± 5.1426127655179)

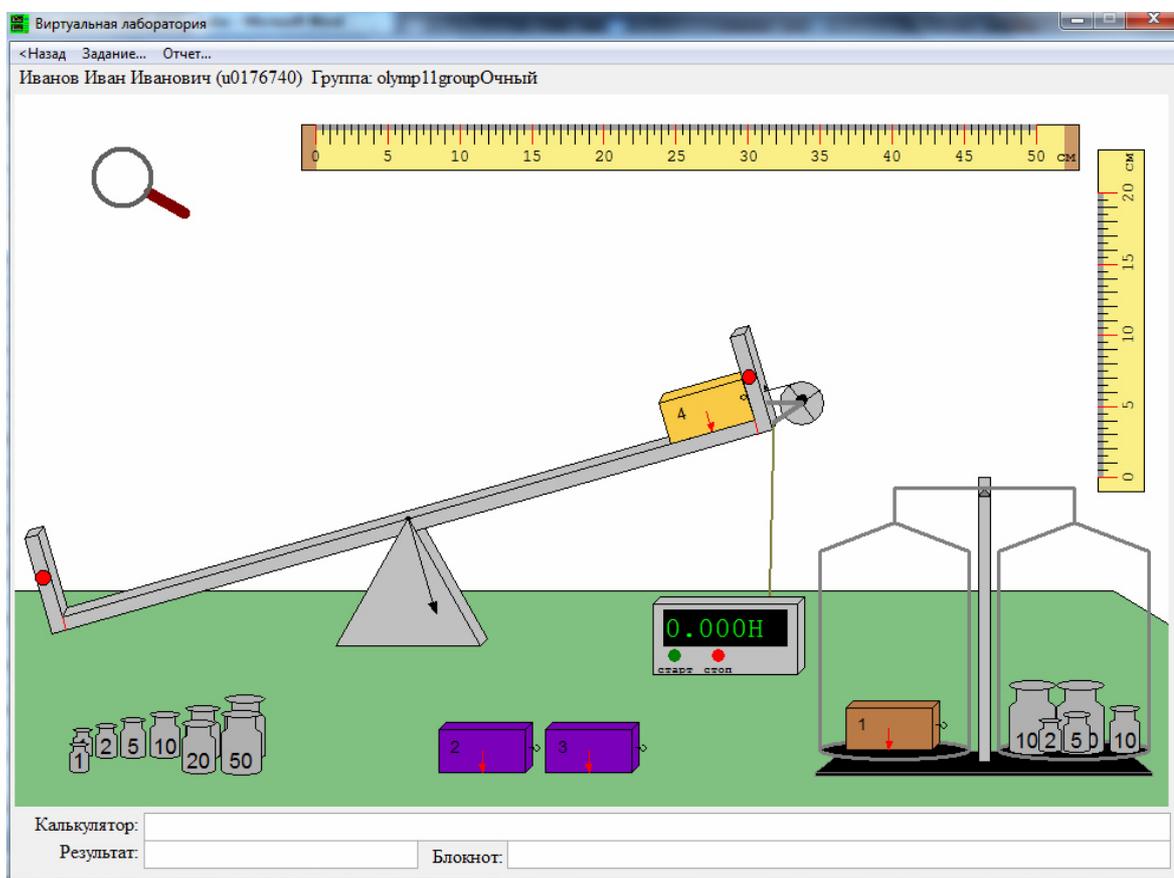
$Z =$, (1.8577099236641 ± 0.037154198473282)

Задание 2. Олимпиада, модель: Наклонный рельс с лебёдкой - коэффициенты трения и действующие силы (35 баллов)

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

Электромагнит в левой части рельса автоматически включается при установке бруска на рельс и **притягивает брусок с силой F** . При этом кнопка включения/выключения электромагнита начинает светиться. Любой из трех имеющихся брусков 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 присоединён к лебёдке. Лебёдка включается кнопкой "Старт" и выключается кнопкой "Стоп". Колесо лебёдки тянет груз с постоянной скоростью. У брусков имеется трение о рельс. Если сила, приложенная к кольцу нити, превышает некоторое значение F_{\max} , кольцо отцепляется от бруска. Нижние части второго и третьего бруска изготовлены из одного и того же материала по одной и той же технологии и могут считаться идентичными. Значение ускорения свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$. Масса гирь указана в граммах.

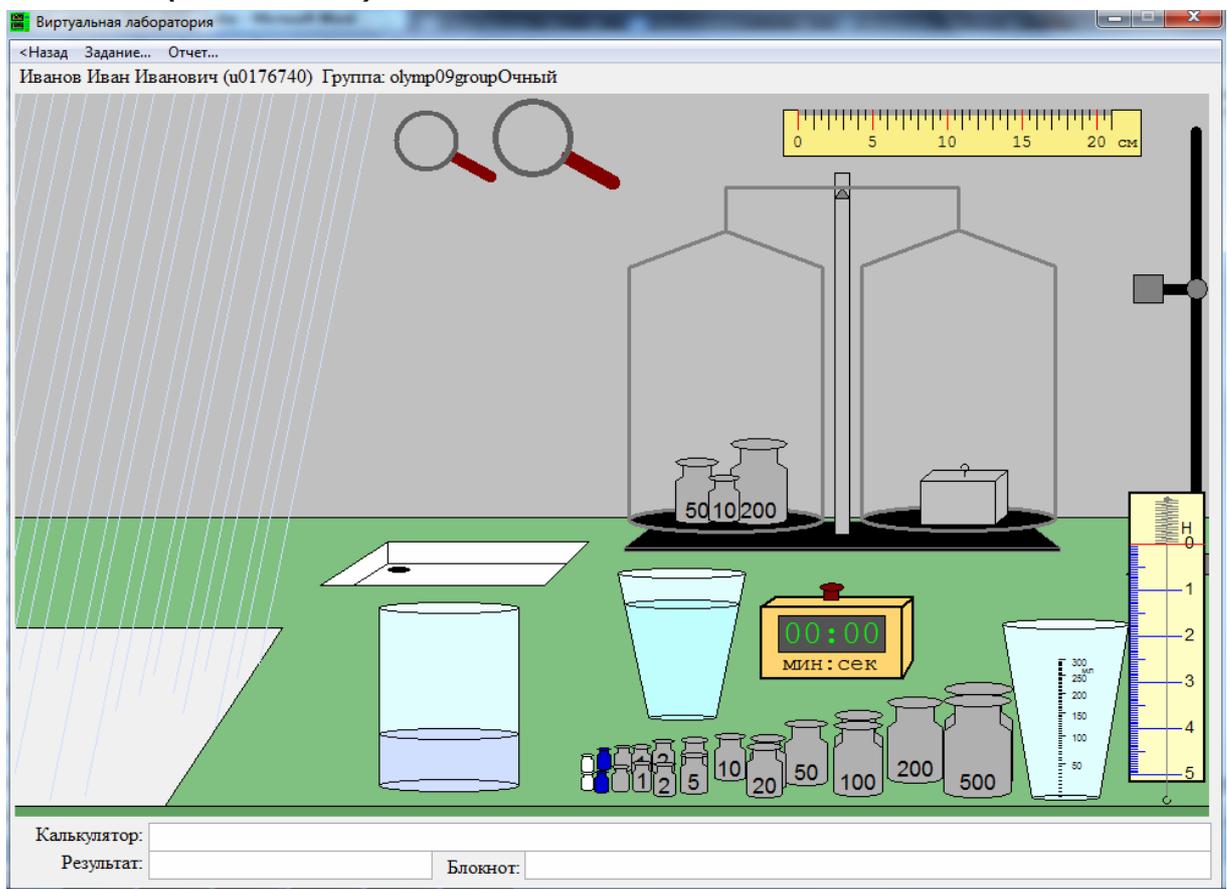


Найдите с точностью не хуже 0.5%:

- Коэффициент трения скольжения k_1 первого бруска.
- Максимальное возможное значение F_1 силы реакции опоры при движении первого бруска по рельсу (угол наклона рельса можно менять).
- Коэффициент трения скольжения k_2 второго бруска.
- Массу m_3 третьего бруска.
- Значение силы F_{\max} .
- Значение силы реакции опоры F_n для **первого** бруска при натяжении нити на 0.01% меньше значения F_{\max} .
- Значение F силы притяжения бруска левым электромагнитом.

Коэффициент трения k_1	<input type="text"/>	0.0353 ± 0.0008825
Сила реакции опоры F_1	<input type="text"/>	$2.1266 \pm 0.053165 \text{ Н}$
Коэффициент трения k_2	<input type="text"/>	0.0212 ± 0.00053
Масса m_3	<input type="text"/>	$1285.713 \pm 38.61 \text{ г}$
Сила F_{\max}	<input type="text"/>	$0.572 \pm 0.00572 \text{ Н}$
Сила F_n	<input type="text"/>	$2.0672202686888 \pm 0.020672202686888 \text{ Н}$
Сила F электромагнита	<input type="text"/>	$0.38896 \pm 0.0077792 \text{ Н}$

Задание 3. Олимпиада, модель: Моделирование дождя на другой планете (25 баллов)



В лаборатории моделируется дождь на другой планете. Он всё время льётся с одной и той же скоростью. В конический стакан налита вода с плотностью 1 г/см^3 . В цилиндрическом стакане находится жидкость, которая льётся в виде дождя.

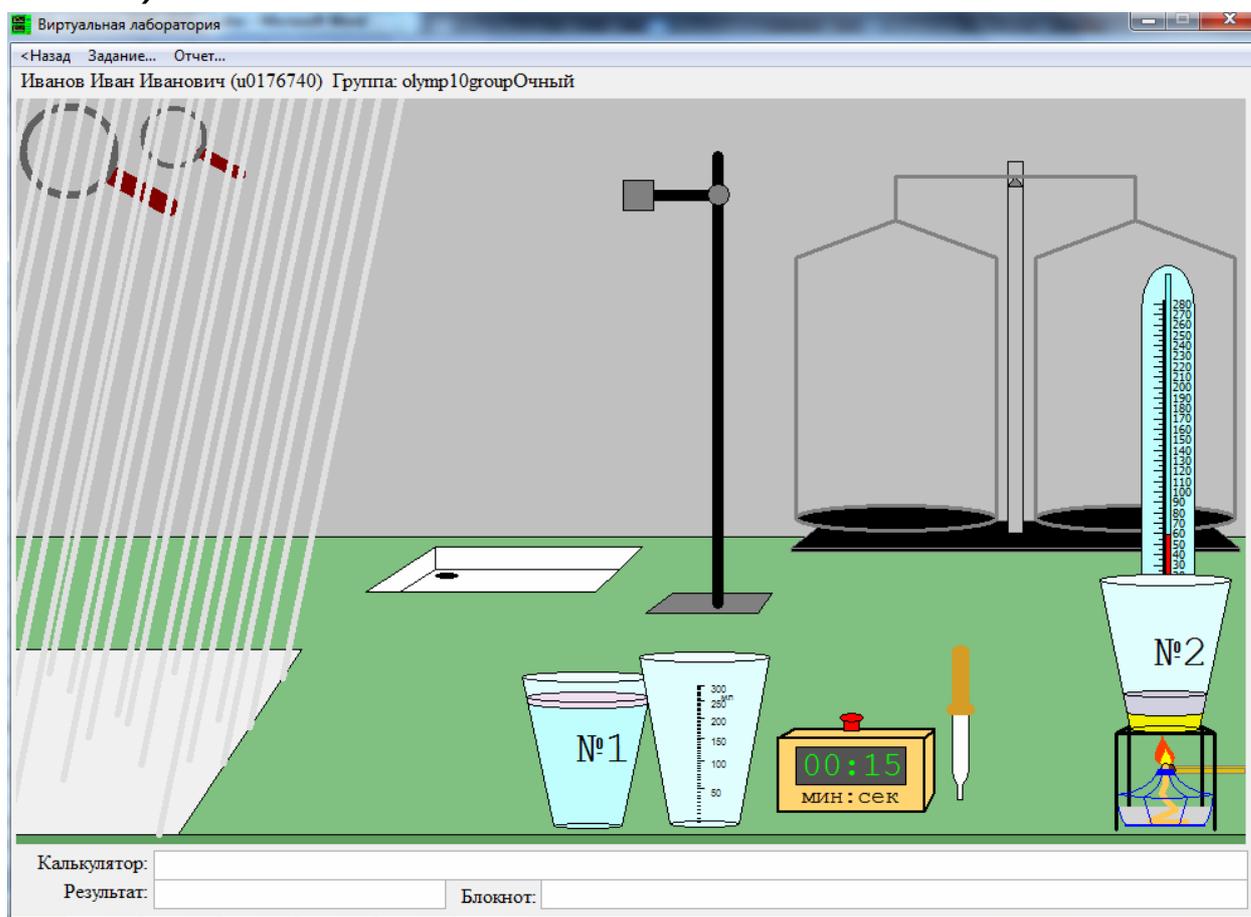
Найдите :

- Ускорение g свободного падения на этой планете.
- Время t , в течение которого набирали под дождём жидкость в цилиндрический стакан.
- Плотность ρ_0 этой жидкости.
- Скорость N выпадания осадков (мм/мин).
- Высоту H цилиндрического стакана.

Значения g найдите с точностью до сотых, плотности - с точностью до тысячных, остальных величин - с точностью не хуже 1%.
 Масса гирь указана в граммах.

Ускорение g	<input type="text" value="6.8"/> $6.8 \pm 0.1 \text{ м/с}^2$
Время t	<input type="text" value="52"/> $52 \pm 1.3 \text{ с}$
Плотность ρ_0	<input type="text" value="1.44"/> $1.44 \pm 0.014 \text{ г/см}^3$
Скорость N выпадания осадков	<input type="text" value="41"/> $41 \pm 0.41 \text{ мм/мин}$
Высота H	<input type="text" value="12.3"/> $12.3 \pm 0.123 \text{ см}$

Задание 4. Олимпиада, модель: Снег на неизвестной планете (20 баллов)



В земной лаборатории моделируется снег на другой планете. Он всё время падает с одной и той же скоростью. В конический стакан №1 налита вода с плотностью 1 г/см^3 , на её поверхности плавает мелкий водяной лёд (водяной снег). Давление атмосферное. Нерастаявший снег может плавать на поверхности жидкости, сквозь него можно опускать в стакан градусник и пипетку. Градусник с неизвестной температурной шкалой.

Найдите :

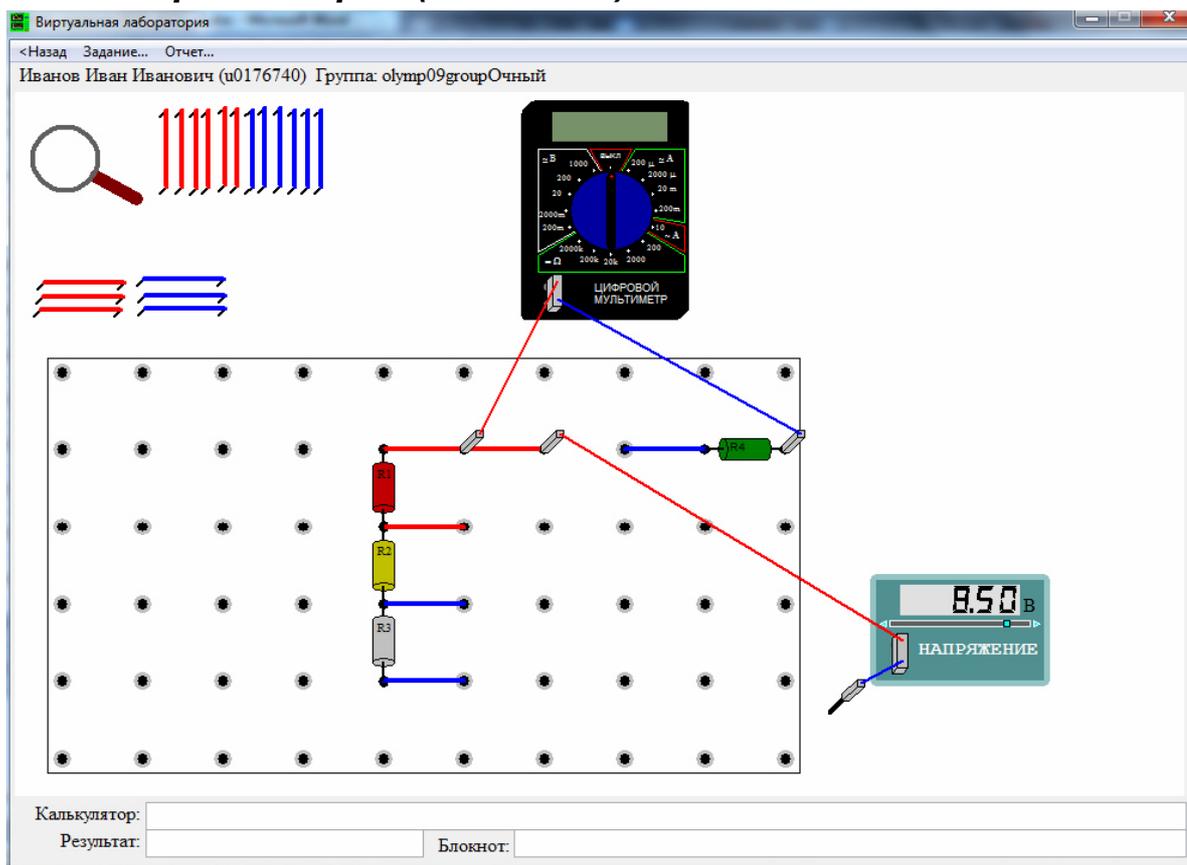
- Температуру t_1 снега.
- Температуру t_2 плавления снега.
- Плотность ρ_0 снега, если его набрать в стакан.
- Удельную теплоёмкость C жидкости, в которую превращается снег после таяния.

Значения плотности найдите с точностью до тысячных, температуру с точностью до половины градуса Цельсия, теплоемкость - с точностью не менее 5%.

Удельная теплоемкость воды 4183 Дж/(кг·град). Теплообменом с воздухом и теплоемкостью стаканов можно пренебречь.

Температура t_1 снега	<input type="text"/> -18.5 ± 1 °C
Температура t_2 таяния снега	<input type="text"/> -6.5 ± 1 °C
Плотность ρ_{01} снега	<input type="text"/> 0.74 ± 0.01 г/см ³
Удельная теплоёмкость C жидкости	<input type="text"/> 1848 ± 120 Дж/(кг·град)

Задание 5. Олимпиада, модель: Сопротивление четырех впаянных резисторов (20 баллов)



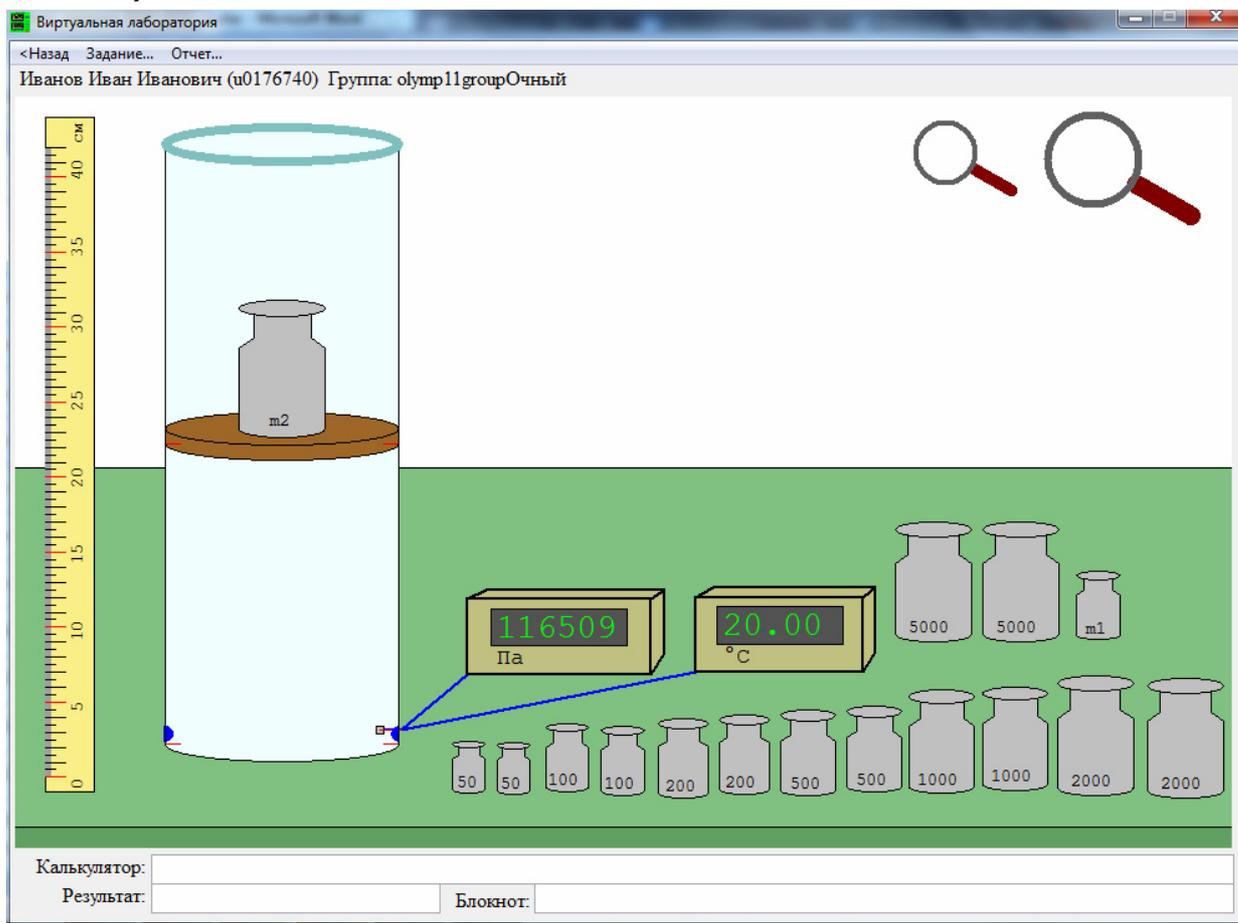
Имеется электрическая схема из четырех впаянных резисторов, источника напряжения и мультиметра. Найдите с точностью до десятых, чему равны сопротивления R_1 , R_2 , R_3 , R_4 .

Соберите для этого необходимые электрические схемы, проведите измерения и выполните расчеты. Занесите результаты в отчет 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	<input type="text"/>	$303 \pm 1.5 \text{ Ом}$
R2	<input type="text"/>	$205 \pm 1.0 \text{ Ом}$
R3	<input type="text"/>	$378 \pm 1.9 \text{ Ом}$
R4	<input type="text"/>	$246 \pm 1.2 \text{ Ом}$

Задание 6. Олимпиада, модель: Сосуд с воздухом и поршень (25 баллов)



Имеется цилиндрический сосуд, в котором находится воздух, с массивным поршнем, а также приборы для измерения давления и температуры и набор грузов. Атмосферное давление $p_0=101300 \text{ Па}$. Молекулярный вес воздуха 29 г/моль . Датчики показывают давление и температуру воздуха. Через некоторое время система приходит в равновесие. Найдите после этого:

- Массу M поршня.
- Объем V , который бы занимал воздух в сосуде, если бы масса поршня была бы пренебрежимо мала.
- Массу m_1 маленькой гири.
- Работу A_1 силы тяжести, которую она проделает, если поставить на поршень без грузов гирю m_2 и подождать установления равновесия.
- Работу A_2 силы тяжести (в миллиджоулях), которая при этом действовала на воздух внутри сосуда.

Значение V найдите с точностью до 20 мл, остальные - с точностью не менее 1%. Масса гирь указана в граммах. Ускорение свободного падения $g=9.8 \text{ м/с}^2$. Универсальная газовая постоянная $R=\{8.314\} \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$. Температура абсолютного нуля $T_0=-273.15 \text{ }^\circ\text{C}$.

Масса М поршня	<input type="text"/>	307.34 ± 3.1 г
Объем V	<input type="text"/>	4299 ± 30 мл
Масса m1	<input type="text"/>	674 ± 6.74 г
Работа A1	<input type="text"/>	8.34 ± 0.33 Дж
Работа A2	<input type="text"/>	0.757 ± 0.03 мДж