

Всероссийская олимпиада школьников по физике

Муниципальный этап

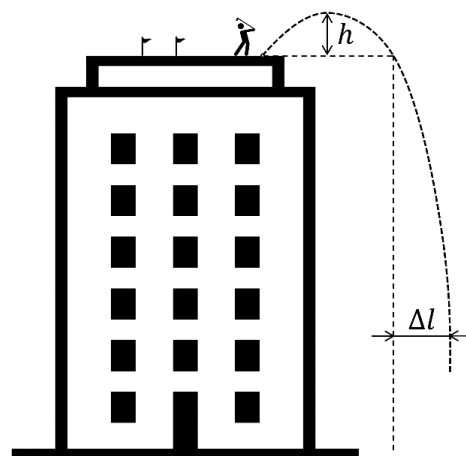
2023-2024 учебный год

11 класс

Время выполнения – 3 часа 50 минут (230 минут)

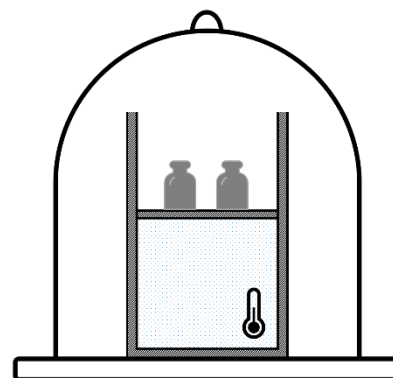
Максимальное количество баллов – 50

**Задача 1. «Мини-гольф» (10 баллов).** Рабочий кабинет теоретика Бага располагается в высотном здании, на крыше которого оборудована открытая площадка для игры в мини-гольф. Баг, решивший пройти несколько лунок в свой обеденный перерыв, выполнил неудачный удар и отправил мяч в полет – с крыши здания под углом к горизонту (см. рис.). Чтобы найти место падения мяча, Баг изучил параметры его полета и выяснил, что из-за сопротивления воздуха время подъема мяча до максимальной высоты и время падения до горизонтальной линии, проходящей через крышу здания, отличаются на  $\tau$ . В момент пересечения указанной линии мячом горизонтальная составляющая его скорости была равна  $v_{хг}$ , а вертикальная составляющая была меньше на  $\Delta v$  вертикальной составляющей скорости мяча в момент отрыва от крыши здания. На какую высоту  $h$  от горизонтальной линии, проходящей через крышу здания, поднялся мяч, если после пересечения этой линии за время полета в горизонтальном направлении мяч прошел расстояние  $\Delta l$ ? Сила сопротивления движению мяча в воздухе прямо пропорциональна его скорости.

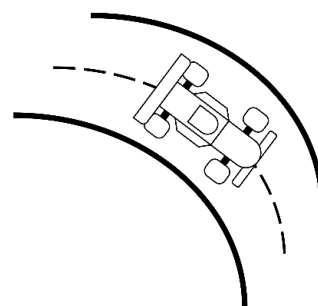


**Задача 2. «Законы термодинамики» (10 баллов).** Экспериментатор Глюк изучал законы термодинамики, используя следующую экспериментальную установку:

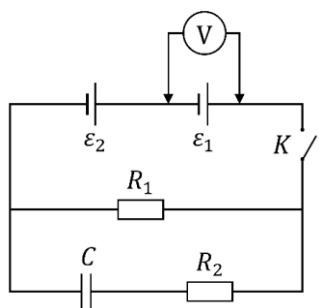
теплоизолированный сосуд цилиндрической формы с поршнем и встроенным термометром, в который был закачен 1 моль одноатомного идеального газа, находился в вакуумной камере, так что давление вне сосуда было равно нулю. Поршень в сосуде удерживался в неподвижном состоянии двумя гирями одинаковой массы (см. рис.). Убрав одну гирю с поршня и через некоторое время вернув ее на место, Глюк заметил изменение температуры газа в сосуде. На сколько изменилась температура газа в сосуде, если перед началом эксперимента газ имел комнатную температуру, равную  $T_k$ . Поршень вдоль стенок сосуда скользит без трения.



**Задача 3. «Тренировочный заезд» (10 баллов).** Пилот гоночного болида начинает тренировочный заезд на трек с постоянным касательным ускорением  $a = 2 \text{ м/с}^2$ . У болида ведущими являются задние колеса, а вот нагрузка при движении равномерно распределяется между задней и передней осями. Масса болида  $m = 1 \text{ т}$  и центр масс располагается очень низко. Гоночный трек выполнен в форме плоского кольца радиуса  $R = 1 \text{ км}$ . В течение какого времени пилот сможет удержать болид на гоночном кольце, если коэффициент трения скольжения шин об асфальтное покрытие трека составляет  $\mu = 0.5$ .



**Задача 4. «Идеальный вольтметр» (10 баллов).** Ученик Миша изучал



тему «Электрическая цепь и ее составные части». Для этого он собрал цепь по схеме, представленной на рис. Цепь содержала конденсатор емкостью  $C$ , два резистора

с сопротивлениями  $R_1 = 2.8 \text{ Ом}$  и  $R_2 = 1.12 \text{ Ом}$ , две последовательно включенные батарейки с одинаковым ЭДС  $\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon$  и разными внутренними сопротивлениями  $r_1 = 0.1 \text{ Ом}$  и  $r_2 = 1.1 \text{ Ом}$ , ключ  $K$ . В качестве измерительного прибора выступал идеальный вольтметр. Сначала, не замыкая ключа  $K$ , Миша подключил вольтметр к клеммам батареи  $\varepsilon_1$ . Вольтметр показал значение для напряжения  $U_0 = 8 \text{ В}$ . Затем Миша присоединил вольтметр к клеммам батареи  $\varepsilon_2$  и замкнул ключ  $K$ . Что показал вольтметр сразу после замыкания ключа  $K$  и после того, как ток в цепи установился?

**Задача 5 (псевдоэксперимент). «Научный проект» (10 баллов).** Витя со своим одноклассником Димой готовились к выступлению на научном региональном форуме школьников. Научный проект одноклассников был посвящен процессу растворения некоторого вещества в воде. Экспериментируя, Витя и Дима погружали в воду массой  $m$  вещество такой же массы и установили, что вещество обладает следующими свойствами: 1. при растворении в воде вещество поглощает энергию  $\lambda$  на каждый килограмм, причем  $\frac{\lambda}{c} = 200 \text{ }^\circ\text{C}$ , где  $c$  – удельная теплоемкость вещества, равная теплоемкости воды и не меняющаяся при растворении; 2. концентрация  $\alpha$  вещества в воде, определяемая как соотношение массы растворенного вещества к массе растворителя  $\alpha = \frac{m_{\text{р.вещ}}}{m_{\text{раств}}}$ , в насыщенном растворе зависит от температуры  $t^\circ\text{C}$  (см. таблицу).

, °C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	00
	.10	.11	.13	.15	.18	.22	.28	.36	.46	.64	.00

В проведенном одноклассниками эксперименте начальная температура вещества была  $+200^\circ\text{C}$ , воды –  $0^\circ\text{C}$ . Определите установившиеся температуру  $t_{\text{уст}}$  и концентрацию  $\alpha_{\text{уст}}$  получившегося раствора. Тепловыми потерями и испарением пренебречь.