

Генеральный партнер олимпиады – Сбербанк – приветствует участников! Сбер сегодня – это команда единомышленников, которые разрабатывают новые крутые технологии, чтобы сделать жизнь ярче и интереснее.



Для нас твоё участие в состязаниях по профилю «Физика» означает, что ты не боишься принимать сложные вызовы, готов браться за сложные задачи и обладаешь великим даром доказательства недоказуемого 😊. Верим в тебя, искреннее желаем удачи на заключительном этапе!

Время выполнения заданий — 240 минут.

Пишите разборчиво. В работе не должно быть никаких пометок, не относящихся к ответам на вопросы. Если Вы не знаете ответа, ставьте прочерк.

Проверяться будет как сам ответ в бланке, так и черновики, по которым будет восстанавливаться логика получения результата.

Максимальное количество баллов — 100.

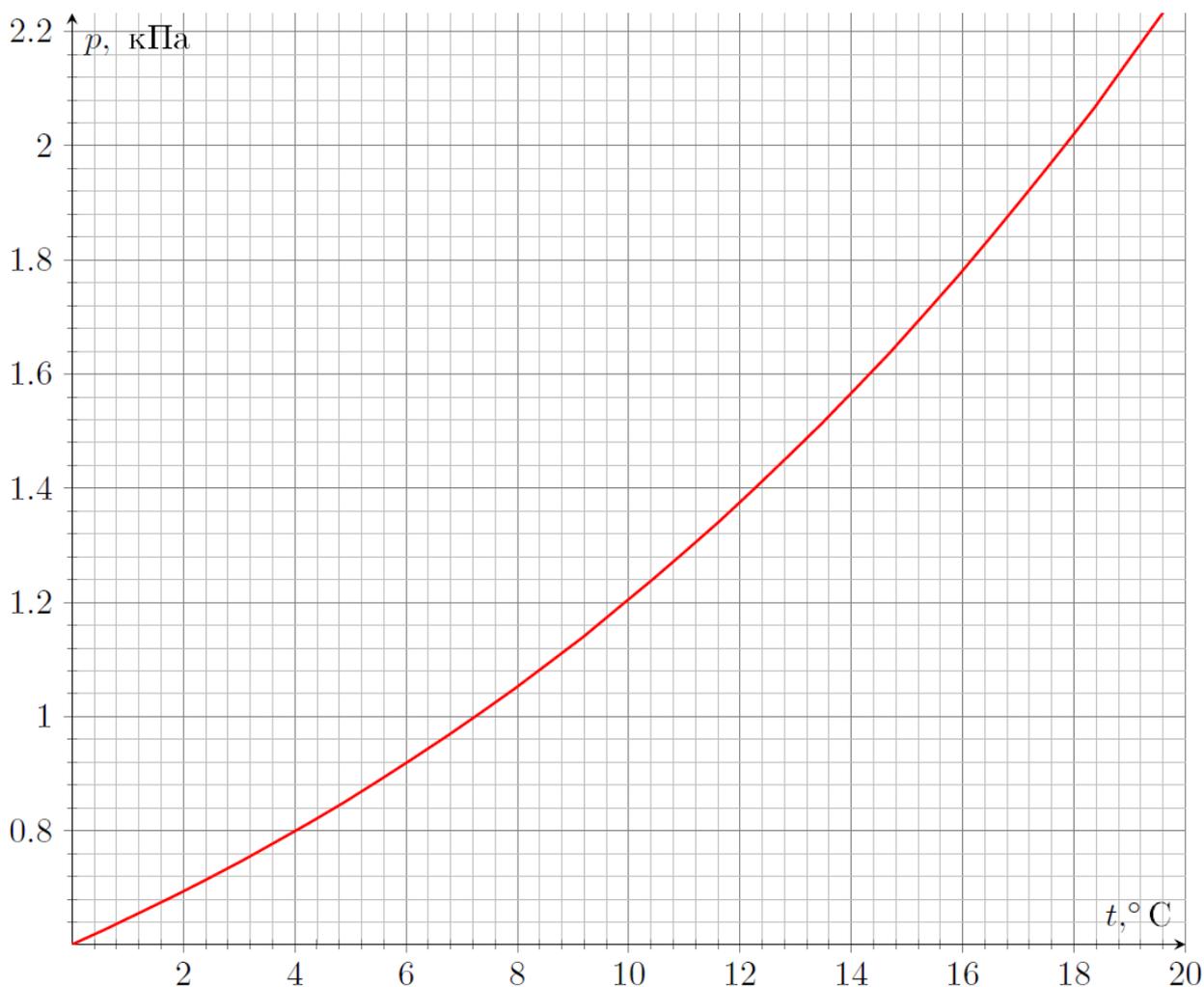
Задача 1 (20 баллов). Колесо радиусом R катится по горизонтальной дороге без проскальзывания с постоянной скоростью $V = \sqrt{2Rg}$, где g — ускорение свободного падения. На поверхности качения колеса имеется маленькая капля краски, которая в некоторый момент времени отлетает от колеса. Определите на какую максимальную возможную высоту относительно земли сможет подняться данная капля. На каком расстоянии от точки отлета приземлится данная капля в этом случае?

Задача 2 (20 баллов). Имеется RC-контур, состоящий из плоского конденсатора и резистора с постоянным сопротивлением R . Если внутрь данного конденсатора поместить пластину, пропитанную этиловым спиртом с диэлектрической проницаемостью $\epsilon_1 = 27$, то характерное время разрядки увеличится вдвое. Определите во сколько раз изменится характерное время разрядки конденсатора, если поместить такую же пластину в то же положение, пропитанную водой с диэлектрической проницаемостью $\epsilon_2 = 81$. Считать, что толщина пластины совпадает с расстоянием между обкладками конденсатора.

Задача 3 (20 баллов). Электрическая схема состоит из последовательно соединенных между собой источника с ЭДС $\mathcal{E} = 10$ В, сопротивления $R = 300$ КОм, и конденсатора с плоскими пластинами. Площадь пластин составляет $S = 1.13$ м². Одна из пластин может совершать поступательное периодическое во времени движение от/к противоположной пластине под воздействием проходящей звуковой волны, так что расстояние d между пластинами при определённой интенсивности звука задаётся выражением $d = d_0(1 + \alpha \cos(\omega t))$, где $d_0 = 1$ мм, степень отклонения от равновесного положения пластины $\alpha = 0.1$, ω — циклическая частота звука, t — время. Какое тепло будет выделяться на резисторе, если линейная частота звуковой волны составляет

1. 10 Гц?
2. 10 кГц?

Задача 4 (20 баллов). Студент Алексей, находящийся в замкнутой теплоизолированной комнате, для увеличения относительной влажности воздуха решил вскипятить воду в чайнике. Теплоёмкость сухого воздуха постоянна и равна $c = 1$ кДж/кг · К, плотность сухого воздуха постоянна и равна $\rho = 1,2$ кг/м³, универсальная газовая постоянная $R = 8,31$ Дж/К · моль, удельная теплота парообразования воды $L = 2,3$ МДж/кг. КПД такого увлажнителя, определяемый как доля энергии, идущая на испарение воды, относительно потребляемой чайником энергии, равен 46%. График зависимости давления насыщенных водяных паров от температуры предоставлен на Рисунке. Определите, при каких температурах такой увлажнитель будет увеличивать относительную влажность в комнате. Теплоёмкостью стен, пола и потолка комнаты пренебречь.



Задача 5 (20 баллов). Пузырёк с азотом находится в воде, давление в которой в области расположения пузырька можно принять равным атмосферному. Радиус пузырька равен 0.5 см. Оцените частоту сферически-симметричных колебаний формы пузырька, сопровождаемых изменением его объёма. Эффектами, связанными с всплыванием пузырька под действием силы Архимеда, пренебречь.