

Олимпиада «Высшая проба» проводится при поддержке Сбера, приветствуем участников соревнования!



Поздравляем — ты являешься участником заключительного этапа олимпиады по профилю «Физика». Сбер, как и ты, всегда стремится к амбициозным задачам и гениальным прорывам. Желаем тебе блистательной победы!

Время выполнения заданий — 240 минут.

Приступая к выполнению заданий, вы подтверждаете, что профиль и класс заданий соответствуют сведениям, указанным вами при регистрации.

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) На гладкой горизонтальной поверхности стола закреплены два маленьких гвоздика на расстоянии $2d$ друг от друга. К гвоздикам привязаны концы нерастяжимой невесомой нити длиной $2L$ ($L > d$). На нить надета маленькая бусина массой m , скользящая по ней без трения.

Бусину приводят в движение в горизонтальной плоскости так, что в начальный момент времени нить натянута, а вектор скорости бусины параллелен прямой, соединяющей гвоздики. Известно, что в этот момент угловая скорость вращения одного из прямых участков нити составляет ω .

1. Найдите начальную линейную скорость бусины v_0 .
2. Найдите силу натяжения нити T_1 сразу после начала движения.
3. Найдите силу натяжения нити T_2 непосредственно перед началом её наматывания на один из гвоздиков.

Задача 2. (20 баллов) Радуга возникает при освещении белым солнечным светом множества водяных капель. Пусть луч белого света падает на каплю воды радиусом R . Известно, что красный луч наибольшей интенсивности, формирующий радугу, отклоняется на $138,0^\circ$ относительно падающего луча в то время, как фиолетовый луч наибольшей интенсивности отклоняется на $139,8^\circ$. При этом показатель преломления воды для света фиолетового цвета на 0,9% больше, чем для красного. Определите, на каком расстоянии от центра капли внутри капли будет вновь образовываться белый свет. Считать, что вокруг капли воды находится воздух с показателем преломления 1.

Задача 3. (20 баллов) В рамках электрификации планеты были проложены кабели по меридианам с шагом 30 градусов и по экватору. Михаил решил определить сопротивление получившейся электрической цепи между полюсами планеты, а Микаэль решил определить сопротивление цепи между диаметрально противоположными концами экватора. Определите, во сколько раз сопротивление, измеренное Микаэлем, будет больше, чем сопротивление, измеренное Михаилом. Все кабели изготовлены из одного и того же проводника и имеют одинаковое сечение. В точках пересечения кабелей имеются соединительные контакты, а также разъемы для подключения измерительного прибора. Землю считать идеальным шаром.

Задача 4. (20 баллов) В отеле стоит бойлер с горячей питьевой водой. Он работает так. Когда вода нагревается до 100 градусов, нагреватель в бойлере отключается, и вода начинает остывать. А когда вода остывает до 90 градусов, нагреватель снова включается. В 8 часов утра бойлер полностью заполнили кипятком. Когда нагреватель включается, бойлер начинает шуметь, и постояльцы отеля вспоминают, что можно выпить чаю, и наливают горячую воду в одноразовые стаканчики одинакового объема. Когда нагреватель не работает, постояльцы не вспоминают про чай и не наливают воду. Время, которое требуется для того чтобы налить полный стаканчик воды, мало. Первый раз бойлер нагревался в течении 50 секунд. Потом – в течении 45, 38, 30, 30, 22, 19, 5 секунд. Полный бойлер остывает от 100 до 90 градусов за 5 минут. Первый постоялец проснулся в 8:07, а третий – в 8:23. Каждый постоялец пьет чай не больше одного раза за день. Стенки бойлера имеют низкую теплопроводность, а дно хорошо теплоизолировано. Считайте, что мощность теплопотерь намного меньше мощности нагревателя.

Определите, во сколько постояльцы наливали горячую воду (с точностью до секунд).

Задача 5. (20 баллов) Оцените, как можно точнее, какого объёма должны быть залежи ледников на полюсе Марса, чтобы при терраформировании (процессе, в ходе которого климат Марса будет изменяться в сторону более пригодного для людей) создать концентрацию кислорода в атмосфере Марса, как на Земле. Уточните данный результат с поправкой на температуру Марса. Марс располагается от Солнца в 1,52 раза дальше, чем Земля, а постоянная Стефана-Больцмана, которая используется для расчета мощности излучения тела, равна $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}^4}$. Масса Марса составляет $6,4 \cdot 10^{23}$ кг, радиус 3400 км, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{м}^3}{\text{кг} \cdot \text{с}^2}$.