

Физика, 11 класс, муниципальный этап
Время выполнения – 3 часа 20 минут.

Задача № 1. «Наблюдательный пассажир» (10 баллов)

После разгона по взлётно-посадочной полосе, направленной строго на восток, и набора нужной высоты самолёт совершает левый разворот в горизонтальной плоскости, в направлении строго на северо-запад. Сидящий у окна самолёта пассажир оценил, что крен во время разворота составлял 30° , а время разворота – 100 с. Найти радиус дуги окружности, по которой двигался самолёт во время разворота, и его скорость.

Задача № 2. «Экспедиция на Марс» (10 баллов)

Космический корабль, запущенный к Марсу, движется по круговой орбите в экваториальной плоскости на высоте 435 км над поверхностью Марса. Спускаемый аппарат – марсоход – находится во впадине Фарсида на экваторе. Через какие отрезки времени возможны сеансы прямой связи, когда корабль оказывается в зените над марсоходом? Экваториальный радиус Марса 3396 км, его масса $6,42 \cdot 10^{23}$ кг, марсианские сутки делятся 24,66 ч, гравитационная постоянная $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1}$.

Задача № 3. «Зимние розы и лампочка» (10 баллов)

В теплоизолированном зимнем ящике с розами объёмом 1 м^3 при температуре 20°C также находятся миска с 1 л воды, влажный (с относительной влажностью 60%) воздух и 60-ваттная лампа накаливания, теплоотдача которой составляет 50%.

В условиях задачи плотность воздуха $1,29 \text{ кг/м}^3$, удельные теплоёмкости при постоянном объёме сухого воздуха ($0,717 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$), водяного пара ($4,186 \text{ кДж/(кг}\cdot\text{K)}$), удельную теплоту парообразования воды (2441 кДж/кг) можно считать постоянными, а теплоёмкостью стенок сосуда, миски и роз можно пренебречь. Давление насыщенных водяных паров при температурах 20°C и 23°C равны 2,34 и 2,81 кПа соответственно.

Определите:

- 1) Поможет ли 10-минутная работа лампочки поднять влажность в ящике, если за это время содержимое ящика нагреется на 3°C ?
- 2) Какой станет относительная влажность к этому времени?
- 3) Сколько воды останется в миске?

Задача № 4. «Ярки ли лампы?» (10 баллов)

Имеются две одинаковые лампы, вольт-амперная характеристика (ВАХ) каждой из которых приведена в таблице.

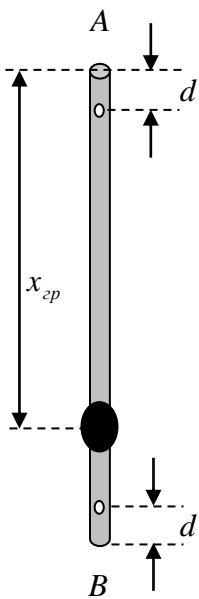
| | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|---|-----|---|-----|-----|-----|---|-----|-----|----|
| $U, \text{ В}$ | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| $I, \text{ А}$ | 0 | 2 | 3,4 | 4 | 4,6 | 5,2 | 5,6 | 6 | 6,4 | 6,6 | 7 |

Требуется:

- 1) рассчитать и изобразить вольт-амперные характеристики для последовательного и параллельного включения этих ламп;
- 2) указать, как лучше использовать лампы (одну или две, если две, то как их соединить между собой), чтобы лучше осветить участок поверхности; яркость считать пропорциональной рассеиваемой мощности;
- 3) определить, во сколько раз такое решение оказывается эффективнее двух других, если номинальное напряжение, на которое рассчитаны лампы, равно 4 В.

Указание: достаточно рассчитать несколько удобных точек ВАХ.

Задача № 5. «Эксперимент со стержнем» (10 баллов)



Тонкий лёгкий стержень массы m_{cm} и длиной L с жёстко закреплённым на расстоянии x_{cp} от конца A грузом массы m_{gp} сначала подвешивают на расстоянии d от конца A , отводят на небольшой угол, отпускают и измеряют период колебаний T_1 . Затем подвешивают за другой конец – на том же расстоянии d от конца B и повторяют опыт; при этом период колебаний равен T_2 .

Определите отношение масс стержня и груза m_{cm}/m_{gp} , если известно, что отношение квадратов периодов колебаний $T_1^2/T_2^2 = 3$, $x_{cp} = 3L/4$, $d = L/18$.

Указание: описанную систему тел называют физическим маятником, период его малых колебаний описывается формулой для периода малых колебаний математического маятника $T = 2\pi\sqrt{l/g}$, где l – расстояние от точки подвеса до центра масс маятника.