

Задача 1 Гонка на мотоцикле (8,0 балла)

Мотогонщик участвует в соревнованиях на скорость. Масса мотоцикла с гонщиком равна $m=200\text{кг}$. Мощность двигателя мотоцикла равна $W=20\text{кВт}$. Центр масс системы мотоцикл-гонщик расположен посередине между осями и на высоте от дороги, равной расстоянию между осями колёс. Коэффициент трения скольжения колес с дорогой $\mu = 0,7$, ускорение свободного падения принять равным $g = 10\text{ м/с}^2$.

- А) Определите при этом максимальное ускорение мотоцикла a_{max} .
 Б) Какое минимальное время t потребуется гонщику для разгона мотоцикла до скорости $V=120\text{км/час}$?
 В) Определите при этом минимальное ускорение мотоцикла a_{min} .
 Г) Нарисуйте график зависимости ускорения мотоцикла от его скорости в интервале $[0, V]$.

Задача 2 Космические истории (11.0 балла)

- А) Тело движется вокруг Земли по круговой траектории на высоте $h = 250\text{км}$ от поверхности. Какова его скорость v_1 и период обращения T_1 ?
 Б) Какую минимальную скорость v_2 нужно сообщить телу на поверхности Земли, чтобы оно навсегда покинуло поле ее тяготения?
 В) Какую минимальную скорость v_3 необходимо сообщить телу на поверхности Земли, чтобы оно навсегда покинуло пределы солнечной системы?
 Г) Тело падает на поверхность Земли из-за пределов солнечной системы, где его скорость равна нулю. Какую максимальную скорость v_{max} может иметь тело при столкновении с Землей?
 Д) В условиях пункта 4 тело массой $m = 10^{23}\text{ кг}$ сталкивается с Землей. Каким станет новый период обращения Земли T_E^{new} вокруг Солнца? Влиянием атмосферы Земли пренебречь.

При решении данной задачи вам могут понадобиться следующие табличные значения:

Гравитационная постоянная	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ м}^3 / (\text{кг} \cdot \text{с}^2)$
Масса Земли	$M_E = 5,98 \times 10^{24} \text{ кг}$
Радиус Земли	$R_E = 6,37 \times 10^6 \text{ м}$
Масса Солнца	$M_S = 1,99 \times 10^{30} \text{ кг}$
Радиус круговой орбиты Земли	$R_0 = 1,50 \times 10^8 \text{ км}$
Период обращения Земли вокруг Солнца	$T_E = 3,16 \times 10^7 \text{ с}$

Задача 3 Охлаждаемый резистор (11.0 балла)

Эксперименты показали, что некоторый нелинейный резистор обладает следующими свойствами. При повышении температуры резистора, при $T_1 = 100^\circ\text{C}$ его сопротивление скачком изменяется от $R_1 = 50$ до $R_2 = 100\text{Ом}$, а обратный скачок сопротивления наблюдается при более низкой температуре, равной $T_2 = 90^\circ\text{C}$. Теплоемкость резистора была измерена отдельно и оказалась равной $C = 4\text{Дж} / \text{К}$.

В начальный момент времени $t=0$ температура резистора равна $T_0 = 20^\circ\text{C}$ и к нему подключают источник питания напряжением $U = 10\text{В}$. Чтобы резистор не перегрелся и не расплавился, его обдувают вентилятором, который обеспечивает отвод тепла от резистора с постоянной скоростью $P_0 = 4\text{Дж} / \text{с}$. Вентилятор обладает термическим датчиком и таймером, которые работают следующим образом. Как только температура резистора достигает значения $T_{cr} = 110^\circ\text{C}$, срабатывает термический датчик, который включает вентилятор на время, равное $\tau = 1,5\text{мин}$.

Республиканская олимпиада. Теоретический тур, 9 класс. Усть-Каменогорск, 2014

- А) Определите момент времени t_1 , когда произойдет первый скачок сопротивления резистора.
- Б) Определите момент времени t_2 , когда произойдет первое включение вентилятора.
- В) С течением времени в системе возникают периодические изменения температуры. Найдите минимальное значение температуры T_{\min} резистора в этих колебаниях.
- Г) Чему равен период τ_0 установившихся колебаний температуры?
- Д) Какое количество джоулевого тепла Q выделяется на резисторе за один период колебаний?
- Е) Нарисуйте график зависимости температуры резистора T от времени t с момента $t=0$ до завершения второго периода колебаний.