

### 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  $a_{\text{max}}$ .  
 Б) Какое минимальное время  $t$  потребуется гонщику для разгона мотоцикла до скорости  $V=120\text{км/час}$ ?  
 В) Определите при этом минимальное ускорение мотоцикла  $a_{\text{min}}$ .  
 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  $v_{\text{max}}$  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  $T_E^{\text{new}}$  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  $\tau_0$  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.