

Отборочный этап (1 часть) 10-11 класс

Задача 1.1 (3 балла)

Инспектор ГИБДД измерил тормозной след, оставшийся после торможения машины «юзом». След оказался равным 40 метров. Превысил ли водитель допустимую скорость (60 км/ч)? Какие санкции инспектор может применить к водителю – предупреждение (превышение до 20 км/ч) или штраф (превышение более 20 км/ч)? Определите скорость машины перед торможением, если известно, что замедление, обеспечиваемое тормозами данной машины, составляло $6,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 82 км/ч, нарушение более 20 км/ч - штраф!

Задача 1.2 (3 балла)

Инспектор ГИБДД измерил тормозной след, оставшийся после торможения машины «юзом». След оказался равным 35 метров. Превысил ли водитель допустимую скорость (60 км/ч)? Какие санкции инспектор может применить к водителю – предупреждение (превышение до 20 км/ч) или штраф (превышение более 20 км/ч)? Определите скорость машины перед торможением, если известно, что замедление, обеспечиваемое тормозами данной машины, составляло $6,5 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 77 км/ч, нарушение меньше 20 км/ч - предупреждение!

Задача 2. (3 балла)

В озеро (площадь 1 км², средняя глубина 3 м) случайно попало 10 кг фенола. Во сколько раз будет превышена предельно допустимая концентрация (ПДК) фенола в озере? ПДК фенола составляет 1 мкг/л.

Ответ: примерно 3,3 мкг/л, превышение в 3,3 раза

Задача 3.1 (4 балла)

За какое время можно вскипятить 1 л воды (начальная температура 20°C) в электрическом чайнике мощностью 1 кВт (КПД 98%)? На газовой конфорке мощностью 1,2 кВт (КПД 75%)? Какой способ экономичнее и во сколько раз, если стоимость 1 кВт*ч электроэнергии 4,5 руб, а 1 м³ природного газа 9 руб.? Плотность природного газа 0,7 кг/м³, теплотворная способность 44 МДж/кг. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг °С.

Ответ: электрочайник закипит за 5,7 минут (343с), затраты – 43 коп., на газу – за 6,2 минуты (373с), затраты – 10 коп.

Задача 3.2 (4 балла)

За какое время можно вскипятить 1 л воды (начальная температура 20°C) в электрическом чайнике мощностью 1 кВт (КПД 98%)? На газовой конфорке мощностью 1,2 кВт (КПД 75%)? При каком тарифе на электроэнергию (стоимость 1 кВт*ч) стоимость обоих способов будет одинакова? Стоимость 1 м³ природного газа 9 руб.? Плотность природного газа 0,7 кг/м³, теплотворная способность 44 МДж/кг. Удельная теплоемкость воды 4200 Дж/кг °С.

Ответ: электрочайник закипит за 5,7 минут (343с), на газу – за 6,2 минуты (373с). 1кВт*ч должен стоить примерно 1руб. 03 коп.

Задача 4.1 (7 баллов)

Пусть период P механической системы может быть выражен через гравитационную постоянную G и некоторую плотность ρ . При этом зависимость периода от этих величин имеет следующий вид: $P = k \cdot G^{a_1} \cdot \rho^{a_2}$,

где k , a_1 , a_2 — безразмерные постоянные. Найдите a_1 и a_2 .

Ответ: $a_1 = a_2 = -1/2$.

Задача 4.2 (7 баллов)

Пусть угловая скорость ω механической системы может быть выражена через гравитационную постоянную G и некоторую плотность ρ . При этом зависимость угловой скорости от этих величин имеет следующий вид:

$$\omega = k \cdot G^{a_1} \cdot \rho^{a_2},$$

где k , a_1 , a_2 — безразмерные постоянные. Найдите a_1 и a_2 .

Ответ: $a_1 = a_2 = 1/2$.

Задача 5. (13 баллов)

От светофора 1 до светофора 2 расположен участок однополосной дороги длины L . Будем считать, что автомобильная пробка не образуется, если выполнены следующие условия:

- 1) все автомобили, которые стояли на участке L во время красного сигнала светофора 2, после того, как на нем загорелся зеленый, успели проехать светофор до следующего красного сигнала;
- 2) автомобиль, который стоял прямо перед стоп-линией светофора 1 на красном сигнале, после того, как загорелся зеленый, смог доехать до стоп-линии светофора 2 без остановок из-за стоящих на участке L других машин.

Пусть время работы зеленого сигнала светофора 2 есть $T = 15.4$ с. Какой может быть минимальная длина L для того, чтобы пробка не могла образоваться? Известно, что

- зеленый и красный сигналы на светофорах 1 и 2 загораются одновременно (считать, что желтого сигнала нет);

- все автомобили имеют одинаковую длину $l = 3$ м;

- интервал между любой парой автомобилей, стоящих на участке L из-за красного сигнала светофора 2, равен $d = 2$ м;

- среднее время реакции водителей $\tau = 0.1$ с — это время между моментом появления возможности ехать и тем моментом, когда автомобиль начал движение;

- средняя скорость всех автомобилей равна $v_0 = 10$ м/с (можно считать, что если автомобиль не стоит, то он едет только с этой скоростью).

Ответ: $L \geq 153$ м.