



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)

**ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЭКЗАМЕН
для учащихся инженерных классов (11 класс) города Москвы**

***Консультация «Решение задач по теоретической части
предпрофессионального экзамена»
(Физика)***

Авторы: *Буркова Е.Г., старший преподаватель кафедры «Основы физики» СУНЦ МГТУ им. Н.Э. Баумана;
Леонов В.В., к.т.н., доцент кафедры «Космические аппараты и ракеты-носители» МГТУ им. Н.Э. Баумана*

Москва – 2018

Задача 5МФ. Условие



Студент написал программу, в которой исполнитель **Прыгун** может совершать прыжки двух типов. Так, стартовав из точки $A(0;4;-1)$ прыжком первого типа, **Прыгун** попадает в точку $B(2;3;-1)$, а из точки B прыжком второго типа попадает в точку $C(-2;5;0)$. Найдите модуль перемещения **Прыгуна**, последовательно совершившего два прыжка первого типа и прыжок, противоположный прыжку второго типа.

Ответ: _____

Задача 5МФ. Решение



Зададим радиус-векторы точек (O начало координат):

$$\overrightarrow{OB} = (\overline{2; 3; 1}),$$

$$\overrightarrow{OA} = (\overline{0; 4; -1}),$$

$$\overrightarrow{OC} = (\overline{-2; 5; 0}).$$

Тогда прыжки также задаются векторами:

$$\vec{S}_1 = \overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA} = (\overline{2; -1; 0}),$$

$$\vec{S}_2 = \overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OB} = (\overline{-4; 2; 1}).$$

Перемещение прыгуна

$$\vec{S} = 2\vec{S}_1 - \vec{S}_2 = (\overline{8; -4; -1}).$$

Отсюда модуль перемещения

$$S = \sqrt{64 + 16 + 1} = 9.$$

Ответ: 9.

Задача 6МФ. Условие



При изучении характера движения тел на экспериментальной установке студент получил зависимости координаты от времени для двух частиц, движущихся вдоль оси Ox в заданной системе отсчета, и записал их в таблицу:

	Закон изменения координаты (величины приведены в единицах СИ)
Первая частица	$x_1 = 4 \cdot 0,3^{t-5}$
Вторая частица	$x_2 = \sqrt{3t + 1}$

В какой момент времени можно прогнозировать встречу частиц в данной системе отсчета?

Ответ: _____ с

Задача 6МФ. Решение



Функция $x_1(t)$ монотонно убывает, $x_2(t)$, наоборот, монотонно возрастает. Следовательно, уравнение $x_1(t) = x_2(t)$ имеет единственное решение, его надо просто угадать. Логично предположить, что решение целое и не очень большое. Путем перебора находим $t = 5$.

Ответ: 5 с.

Задача 8Ф. Условие



Гоночный болид массой 620 кг едет по участку трассы с радиусом 100 м. В момент времени, когда скорость болида 50 м/с, сумма сил, действующих на него, равна 20 кН. Каков в этот момент модуль тангенциальной составляющей ускорения автомобиля?

Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ м/с²

Задача 8Ф. Решение



Сила, действующая на автомобиль, равна сумме нормальной и тангенциальной составляющих. Тогда, по теореме Пифагора:

$$F_{\tau} = \sqrt{F^2 - F_n^2}.$$

Отсюда тангенциальное ускорение

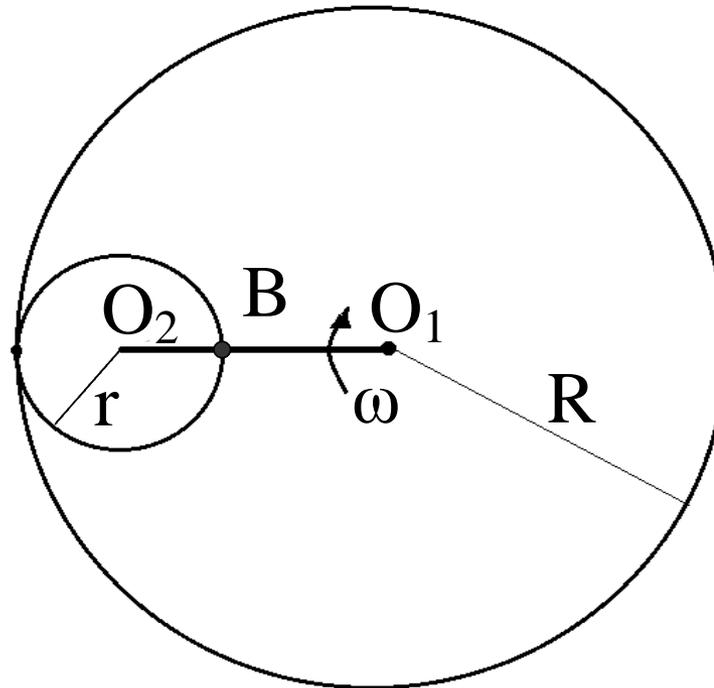
$$a_{\tau} = \sqrt{\left(\frac{F}{m}\right)^2 - \left(\frac{v^2}{r}\right)^2} = 20,4 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

Ответ: 20,4 м/с².

Задача 11Ф. Условие



Кривошип O_1O_2 , вращаясь с постоянной угловой скоростью $\omega = 6$ рад/с, катит шестерню радиуса $r = 0,1$ м по неподвижной шестерне радиуса $R = 0,4$ м без проскальзывания. Чему равна (по величине) скорость точки B подвижной шестерни?



Ответ: _____ м/с

Задача 8Ф. Решение



Скорость точки O_2

$$v_{O_2} = \omega(R - r).$$

Угловая скорость относительно мгновенного центра вращения (точки M):

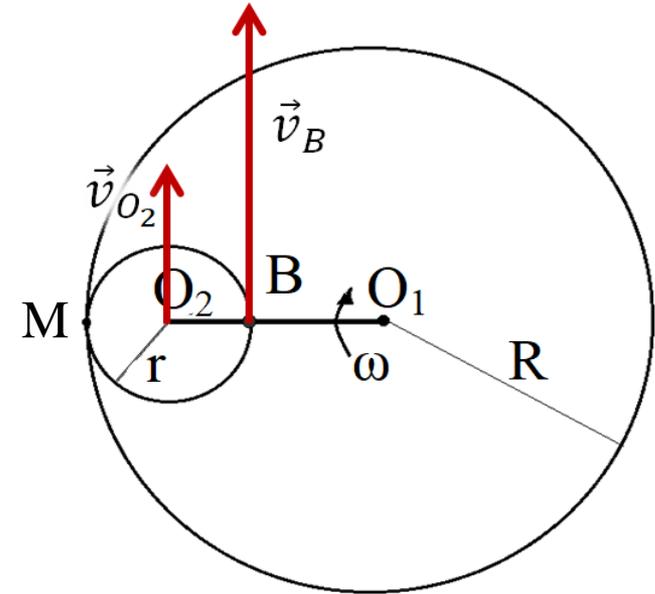
$$\omega_M = \frac{v_B}{2r} = \frac{v_{O_2}}{r}.$$

Отсюда

$$v_B = 2v_{O_2} = 2\omega(R - r) = 3,6 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Вместо мгновенного центра вращения можно воспользоваться законом сложения скоростей, выбрав в качестве подвижной системы отсчета центр шестерни.

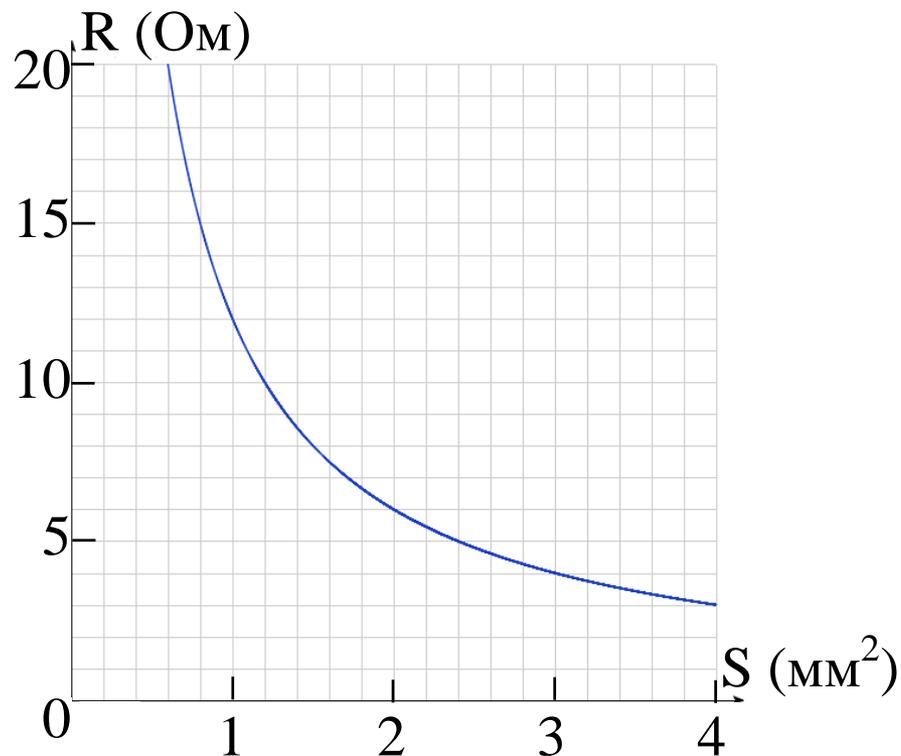
Ответ: 3,6 м/с.



Задача 12ФМ. Условие



На рисунке приведен график зависимости сопротивления R электрического провода от площади его поперечного сечения S . Чему равна длина L этого провода, если его удельное сопротивление $\rho = 4 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$?



Ответ: _____ м

Задача 12ФМ. Решение



Сопротивление провода

$$R = \rho \frac{l}{S}.$$

Отсюда

$$l = \frac{RS}{\rho}.$$

По графику находим, что при $S = 1 \text{ мм}^2$, $R = 12 \text{ Ом}$. Подставляя эти значения в формулу, получаем ответ.

Ответ: 3 м.

Задача 14ФМ. Условие



Работая по проекту повышения КПД тепловых двигателей, студент предложил виртуальную модель, в которой в качестве рабочего тела используется гелий, совершающий замкнутый цикл. Цикл состоит из изотермического сжатия в 3 раза, изобарического расширения и изохорического охлаждения до начального состояния. Для расчета работы газа при сжатии студент записал функцию $p = k/V$ и воспользовался формулой Ньютона-Лейбница. Какое значение он получил при верном расчете? Первоначальные параметры 1 г гелия составляли 3 л и 0,2 МПа. Укажите значение работы газа при изотермическом сжатии с точностью до одного джоуля

Ответ: _____ Дж

Задача 14ФМ. Решение



Искомая работа газа

$$A = \int_{3V}^V p dV = -\nu RT \ln 3 = -3 pV \ln 3 = -659 \text{ Дж.}$$

Ответ: -659 Дж.

Задача 20БФ. Условие



В вену больного, находящегося под капельницей, поступает препарат плотностью 1 г/см^3 . Давление в вене на 18 мм рт. ст. выше атмосферного. При какой высоте остаточного столба в трубке прекратится поступление лекарства? Ответ округлите до сотых.

Ответ: _____ м

Задача 20БФ. Решение



Препарат поступает в вену, пока его гидростатическое давление превышает давление ртутного столба высотой 18 мм:

$$\rho gh = \rho_{\text{рт}} gh_{\text{рт}}.$$

Отсюда

$$h = \frac{\rho_{\text{рт}}}{\rho} h_{\text{рт}} = 0,24 \text{ м}$$

Ответ: 0,24 м.

Задача 21БФ. Условие



Площадь поверхности клетки приблизительно равна $5 \cdot 10^{-10}$ м². Удельная емкость мембраны (емкость единицы ее поверхности) составляет 10^{-2} Ф/м². При этом межклеточный потенциал равен 70 мВ. Определите количество одновалентных ионов на поверхности мембраны. Ответ дайте в миллионах штук, округлив их число до десятых.

Ответ: _____ млн

Задача 21БФ. Решение



Ёмкость клетки C находим через её удельную ёмкость c и площадь поверхности

$$C = cS.$$

С другой стороны, по определению,

$$C = \frac{q}{\varphi} = \frac{N \cdot e}{\varphi}.$$

Отсюда искомое количество одновалентных ионов

$$N = \frac{c \cdot S \cdot \varphi}{e} = 2,2 \text{ млн}$$

Ответ: 2,2 млн.

Задача 22БФ. Условие



Выдыхаемый воздух имеет относительную влажность 98% и температуру 36°C. Приняв, что вдыхаемый воздух имеет относительную влажность 60% и температуру 20°C, найдите массу m воды, испаряемой организмом человека в сутки с выдыхаемым воздухом. Ответ округлите до тысячных. Объем обмениваемого воздуха считайте равным 9,4 м³/сутки. Давление насыщенного пара при 20°C равно 17,4 мм рт. ст., при 36°C – 44,2 мм рт. ст. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ кг

Задача 22БФ. Решение



По уравнению Менделеева–Клапейрона, для выдыхаемого воздуха имеем

$$f_e p_e V = \frac{m_e}{\mu} RT_e,$$

где f_e – влажность выдыхаемого воздуха. Отсюда масса выдыхаемого воздуха

$$m_e = \frac{\mu f_e p_e V}{RT_e} = \frac{\mu f_e \rho_{\text{Hg}} g h_e V}{RT_e}.$$

Здесь $\rho_{\text{Hg}} g h_e$ – гидростатическое давление столба ртути высотой 17,4 мм.

Аналогично масса вдыхаемого воздуха

$$m_i = \frac{\mu f_i \rho_{\text{Hg}} g h_i V}{RT_i}.$$

Отсюда искомая масса

$$\Delta m = \frac{\mu V \rho_{\text{Hg}} g}{R} \left(\frac{f_e h_e}{T_e} - \frac{f_i h_i}{T_i} \right) = 0,3 \text{ кг.}$$

Ответ: 0,3 кг.

Задача 23БФ. Условие



Работа, совершаемая сердцем, затрачивается на преодоление сил давления и сообщение крови кинетической энергии. Рассчитайте работу, совершаемую при однократном сокращении левого желудочка. Примите давление $P = 13$ кПа, $V_y = 60$ мл = $6 \cdot 10^{-5}$ м³, плотность крови $\rho = 1,05 \cdot 10^3$ кг/м³, $v = 0,5$ м/с. Ответ округлите до десятых.

Ответ: _____ Дж

Задача 23БФ. Решение



По теореме о механической энергии искомая работа

$$A = \frac{mv^2}{2} - A_p.$$

Масса крови

$$m = \rho V,$$

работа сил давления

$$A_p = -pV.$$

Окончательно

$$A = \left(p + \frac{\rho V^2}{2} \right) V = 0,8 \text{ Дж.}$$

Ответ: 0,8 Дж.

A sunset over the ocean with a large, faint moon in the sky. The sky is filled with colorful clouds in shades of orange, red, and purple. The sun is low on the horizon, creating a bright glow. The ocean is visible in the foreground, and a small sailboat is visible on the water.

Спасибо за внимание!