

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГАОУ ВО «МФТИ (ГУ)»

Образец билета экзамена по физике для переводников и восстанавливающихся
на второй семестр

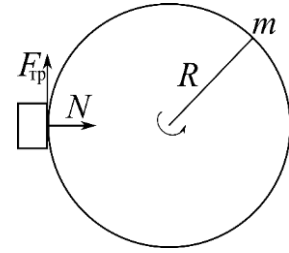
1. Маховик массой $m=20$ кг и радиусом $R=120$ мм вращается с частотой $\nu_0=600$ об/мин. С какой силой надо прижать к нему тормозную колодку, чтобы он остановился за $\tau=3$ с, если коэффициент трения $k=0,1$? Маховик считать однородным диском.
2. Сплошной однородный шар массой $m=1$ кг катится без проскальзывания со скоростью $V=10$ см/с. Другой, такой же шар катится без проскальзывания со скоростью $u=8$ см/с. Найти разность кинетических энергий шаров.
3. На широте $\varphi=60^\circ$ паровоз массой $m=100$ т идёт с юга на север со скоростью $V=72$ км/ч по железнодорожному пути вдоль меридиана. Найти горизонтальную составляющую силы, с которой паровоз действует на рельсы в направлении перпендикулярном ходу паровоза.
4. Сплошной однородный диск радиусом $r=10$ см колеблется практически без затухания около горизонтальной оси, перпендикулярной к плоскости диска и проходящей через край диска. Какой длины l должен быть математический маятник, имеющий тот же период колебаний, что и диск?
5. На какую величину удлиняется однородный стержень, подвешенный за один конец, под действием собственного веса. Модуль Юнга материала стержня E , его длина L , площадь поперечного сечения S , масса M .

Решение билета

1. $I \frac{d\omega}{dt} = -F_{\text{тр}} R = -kNR$.

$$\omega(t) = \omega_0 - \frac{kNRt}{I} \Rightarrow \omega_0 = \frac{kNR\tau}{I}.$$

$$N = \frac{\omega_0 I}{kR\tau} = \frac{2\pi\nu_0 mR^2/2}{kR\tau} = \frac{\pi\nu_0 mR}{k\tau} = 251 \text{ Н.}$$



2. $K = \frac{mV^2}{2} + \frac{I_c\omega^2}{2} = \frac{mV^2}{2} + \frac{2mR^2V^2}{2 \cdot 5R^2} = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5}\right) mV^2 = \frac{7}{10} mV^2.$

$$\left(\begin{array}{l} \omega = \frac{V}{R}, \\ I_c = \frac{2}{5} mR^2. \end{array} \right)$$

$$K_1 - K_2 = \frac{7}{10} m(V^2 - u^2) = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} = 2,5 \text{ мДж.}$$

3. На паровоз действует сила Кориолиса:

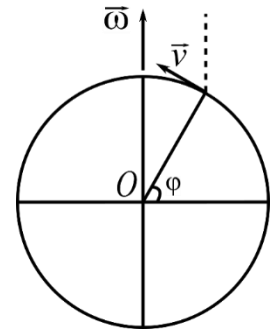
$$\vec{F}_k = 2m[\vec{v}, \vec{\omega}].$$

Сила, с которой паровоз действует на рельсы:

$$\vec{F} = \vec{F}_k = 2m[\vec{v}, \vec{\omega}].$$

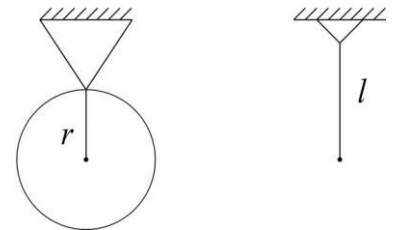
$$F = 2mv\omega \sin \varphi = 252 \text{ Н.}$$

Паровоз действует на правый (по ходу паровоза) рельс пути.



4. Т.к. по теореме Штейнера $I = \frac{mr^2}{2} + mr^2$, то:

$$l = l_{\text{пр}} = \frac{I}{mr} = \frac{\frac{mr^2}{2} + mr^2}{mr} = \frac{3}{2}r = 15 \text{ см.}$$



5. Разобьём стержень на тонкие диски, толщиной dx . Рассмотрим диск, расположенный на расстоянии x от закреплённого конца. На него действует сила $F = \frac{M}{L}(L-x)g$, обусловленная весом части стержня, расположенной снизу от диска. Используя закон Гука,

$$\text{найдем изменение толщины диска } dL_x. \quad F/S = E \frac{dL_x}{dx}$$

Выполнив суммирование по всем дискам, получим величину удлинения стержня:

$$\Delta L = \int_0^L \frac{F dx}{S \cdot E} = \frac{Mg}{LSE} \int_0^L (L-x) dx = \frac{MgL}{2SE}.$$

Инструкция для проверяющих

За каждую задачу выставляется баллы согласно следующим критериям:

1	Задача решена верно: приведено <i>обоснованное</i> решение и даны ответы на все вопросы задачи. Возможно наличие арифметических ошибок, не влияющих на ход решения и не приводящих к ошибке в порядке величины.
0,8	Ход решения задачи в целом верен и получены ответы на <i>все</i> вопросы задачи, но решение содержит вычислительные или логические ошибки (арифметические ошибки, влияющие на порядок величины; ошибки в размерности; незначительные ошибки в выкладках; ошибка в знаке величины; отсутствуют необходимые промежуточные доказательства и т.п.)
0,5	Задача не решена или решена частично, но <i>все</i> необходимые для решения физические законы сформулированы и <i>корректно применены</i> к задаче. При этом есть исходная система уравнений, выкладки начаты, но не доведены до конца, либо содержат грубые ошибки.
0,2	Задача не решена, но есть некоторые подвижки в её решении: использованы физические законы, на основе которых задача может быть решена, однако допущены ошибки на этапе составления исходной системы.
0	Задача не решена: основные физические законы перечислены не полностью или использованы законы, не имеющие отношения к задаче; подход к решению принципиально неверен; решение задачи не соответствует условию; попытки решить задачу не было.

Оценка за работу равна удвоенной сумме баллов по всем задачам, округленной до ближайшего целого (десятибалльная система).

Итоговая оценка за письменную работу:

10, 9, 8 баллов – отлично,

7, 6, 5 баллов – хорошо,

4, 3 балла – удовлетворительно,

2, 1, 0 баллов – неудовлетворительно.