

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГАОУ ВО «МФТИ (ГУ)»

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

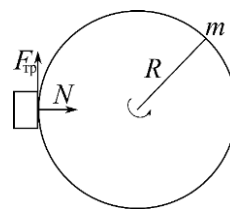
1. Маховик массой $m=20$ кг и радиусом $R=120$ мм вращается с частотой $\nu_0=600$ об/мин. С какой силой надо прижать к нему тормозную колодку, чтобы он остановился за $\tau = 3$ с, если коэффициент трения $k=0,1$? Маховик считать однородным диском.
2. Теплоизолированный сосуд разделён на две равные части перегородкой, в которой имеется закрывающееся отверстие. В одной половине $m = 10$ г водорода, во второй – вакуум. Отверстие в перегородке открывают, и газ заполняет весь объём. Считая газ идеальным, найти изменение его температуры и энтропии.
3. Плоский конденсатор с расстоянием между обкладками d заряжен до напряжения U_1 и отключен от источника. В конденсатор, параллельно обкладкам, вводят пластину толщиной h с диэлектрической проницаемостью ϵ . Площадь пластины равна площади обкладок. Найти напряжение на конденсаторе после введения пластины.
4. Плоский заряженный конденсатор с обкладками в виде круглых дисков радиуса R заполнен немагнитной слабо проводящей средой. В результате через среду протекает ток I . Найти индукцию магнитного поля на расстоянии $r < R$ от оси конденсатора.
5. В однородное магнитное поле с индукцией \vec{B} помещена металлическая лента шириной d и толщиной a (плоскость ленты перпендикулярна к индукции \vec{B}). По ленте пропускают ток I . Найти разность потенциалов V , возникающую между краями ленты (на расстоянии d), если концентрация свободных электронов в металле n (частный случай эффекта Холла).

Решение билета

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

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

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



2. Т.к. газ идеальный, то после заполнения всего сосуда, его температура не изменится.

$$\Delta S = \nu R \ln\left(\frac{2V}{V}\right) = \frac{m}{\mu} R \ln 2 = 28,8 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}.$$

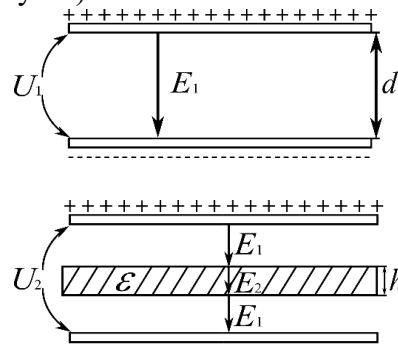
3. После введения пластины поле в зазоре не изменится (по т. Гаусса).

$$U_1 = E_1 d, \quad (1)$$

$$U_2 = E_1(d - h) + E_2 h, \quad (2)$$

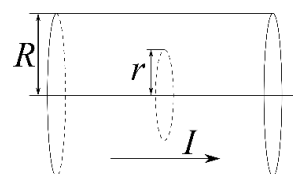
$$D_1 = D_2, E_1 = \varepsilon E_2. \quad (3)$$

$$\text{Из (1) } \div \text{ (3): } U_2 = U_1 \frac{\varepsilon(d-h)+h}{d\varepsilon} = U_1 \left(1 - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon} \frac{h}{d}\right).$$



4. По теореме о циркуляции вектора \vec{B} :

$$B \cdot 2\pi r = \frac{4\pi}{c} I \frac{r^2}{R^2}; \quad B = \frac{2Ir}{cR^2} \text{ (СГС)}. \quad B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2} \text{ (СИ)}$$



5. Установится такое поле \vec{E} , что сила Лоренца, действующая на электроны, обратится в ноль:

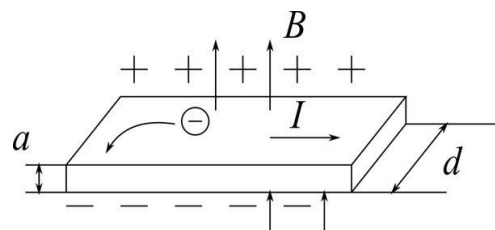
$$e\vec{E} + \frac{e}{c}[\vec{v}, \vec{B}] = 0; \quad \vec{E} = -\frac{1}{c}[\vec{v}, \vec{B}]; \quad E = \frac{vB}{c}, \quad (1)$$

где \vec{v} - скорость электронов.

$$\text{Из (1): } V = Ed = \frac{vBd}{c}. \quad (2)$$

$$I = nevS; \quad S=ad \Rightarrow v = \frac{I}{nead}. \quad (3)$$

$$(3) \rightarrow (2): V = \frac{IB}{cnea} \text{ (СГС)}. \quad V = \frac{IB}{nea} \text{ (СИ)}.$$



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.