

**ДЕМОВАРИАНТ**

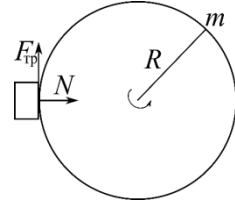
1. Маховик массой  $m = 20$  кг и радиусом  $R = 120$  мм вращается с частотой  $\nu_0 = 600$  об/мин. С какой силой надо прижать к нему тормозную колодку, чтобы он остановился за  $\tau = 3$  с, если коэффициент трения  $k = 0,1$ ? Маховик считать однородным диском.
2. Теплоизолированный сосуд разделён 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  $\varepsilon$ . 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

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

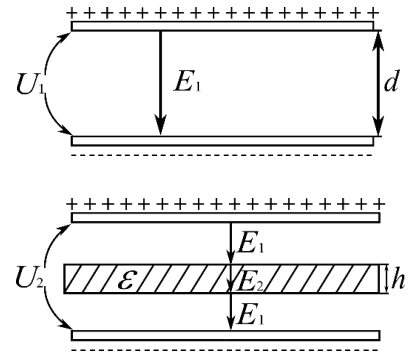
3. После введения пластины поле в зазоре не изменится (по т. Гаусса).

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

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

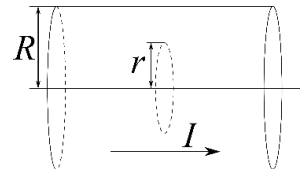
$$D_1 = D_2, \quad E_1 = \varepsilon E_2. \quad (3)$$

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



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

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



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

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

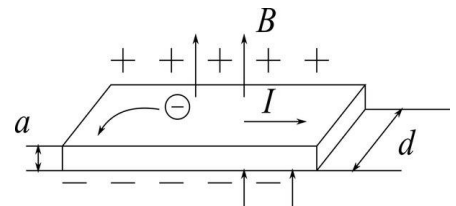
$$E = \frac{vB}{c}, \quad (1)$$

где  $\vec{v}$  - скорость электронов.

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

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

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



## Инструкция для проверяющих

За каждую задачу выставляется баллы согласно следующим критериям:

<b>1</b>	Задача решена верно: приведено обоснованное 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.
<b>0,8</b>	Ход решения задачи в целом верен и получены ответы на все 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.)
<b>0,5</b>	Задача не решена или решена частично, но все необходимые для решения физические законы сформулированы и корректно применены к задаче. При этом есть исходная система уравнений, выкладки начаты, но не доведены до конца, либо содержат грубые ошибки.
<b>0,2</b>	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.
<b>0</b>	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.