

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Дальневосточный государственный университет путей сообщения»

Кафедра «Физика и теоретическая механика»

**РАБОЧАЯ ТЕТРАДЬ**  
для выполнения контрольных работ по физике  
(два семестра, часть 1)

---

ФИО студента

---

номер зачетной книжки

Учебный год \_\_\_\_\_

Курс \_\_\_\_\_

Хабаровск

Пример 1.

Три четверти своего пути автомобиль прошел со скоростью  $v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ , а остальную часть пути – со скоростью  $v_2 = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ . Какова средняя скорость движения автомобиля?

Дано:  $v_1 = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 16,67 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ ,  $v_2 = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 22,22 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Найти:  $v_{\text{ср}}$ .

Решение: Средняя скорость – это отношение проделанного пути к времени затрачиваемое на это преодоление. Если весь путь обозначить за  $S$ , а полное время за  $t$ , то формула средней скорости

$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t}$ . Разделим весь путь на два участка, в которых автомобиль движется равномерно и для которых время движения рассчитывается по формуле:

$$t = \frac{S}{v}.$$

Время движения через первый участок (три четверти пути) будет:

$$t_1 = \frac{S_1}{v_1} = \frac{3S}{4v_1},$$

а второй участок (четверть пути) будет пройден за время:

$$t_2 = \frac{S}{v_2} = \frac{S_2}{4v_2}.$$

Общее время прохождения пути будет:

$$t = t_1 + t_2 = \frac{3S}{4v_1} + \frac{S}{4v_2} = \frac{S}{4} \left( \frac{3v_2 + v_1}{v_1 v_2} \right).$$

Средняя скорость автомобиля

$$v_{\text{ср}} = \frac{S}{t} = \frac{S}{\frac{S}{4} \left( \frac{3v_2 + v_1}{v_1 v_2} \right)} = \frac{4v_1 v_2}{3v_2 + v_1} = \frac{4 \cdot 16,67 \cdot 22,22}{3 \cdot 22,22 + 1 \cdot 16,67} = 17,78 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

Задача 1. Три четверти своего пути автомобиль прошел со скоростью  $v_1$ , а остальную часть пути – со скоростью  $v_2$ . Какова средняя скорость движения автомобиля  $v_{CP}$ ?

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$v_1$ , м/с	10	12	15	17	20	25	5	6	7	8
$v_2$ , м/с	25	5	6	7	8	10	12	15	17	20

Пример 2.

Маховик в виде диска массой  $m=80\text{кг}$  и радиусом  $R=30\text{см}$  находится в состоянии покоя. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту  $n=10\text{с}^{-1}$ ?

Дано:  $m = 80\text{кг}$ ,  $R = 30\text{см} = 0,3\text{м}$ ,  $n = 10\text{с}^{-1}$ .

Найти:  $A$ .

Решение: Момент инерции маховика:

$$J = \frac{mR^2}{2}.$$

Угловая скорость маховика  $\omega = 2\pi n$ . Работа – изменение энергии:

$$A = \frac{J\omega^2}{2},$$

Подставляя момент инерции и угловую скорость  $\omega = 2\pi n$ :

$$A = \frac{\frac{mR^2}{2} \cdot (2\pi n)^2}{2} = mR^2 \pi^2 n^2 = 80 \cdot 0,3^2 \cdot 3,14^2 \cdot 10^2 = 7 \cdot 10^3 (\text{Дж}).$$

Задача 2. Маховик в виде диска массой  $m$  и радиусом  $R$  находится в состоянии покоя. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту  $n$ ?

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m$ , кг	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
$R$ , см	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
$n$ , $\text{с}^{-1}$	10	15	20	10	15	20	10	15	20	10

Пример 3.

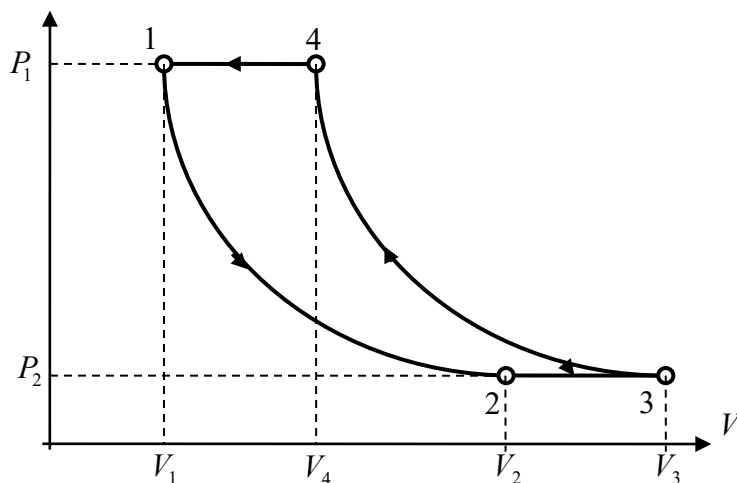
Наименьший объем газа, совершающего цикл Карно, 150л. Определить наибольший объем, если объем в конце изотермического расширения 600л, а в конце изотермического сжатия 200л.

Дано:  $V_1 = 150 \text{ л} = 0,15 \text{ м}^3$ ,  $V_2 = 600 \text{ л} = 0,6 \text{ м}^3$ ,  $V_4 = 200 \text{ л} = 0,2 \text{ м}^3$ .

Найти:  $V_3$ .

Решение: Делаем схему этого процесса. Так как процессы 1-2 и 3-4 изотермические, то по закону Бойля-Мариотта  $PV = \text{const}$ :

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1} \text{ и}$$
$$P_1 V_4 = P_2 V_3 \Rightarrow V_3 = V_4 \frac{P_1}{P_2} = V_4 \frac{V_2}{V_1} = 0,2 \cdot \frac{0,6}{0,15} = 0,8 (\text{м}^3).$$



Задача 3. Наименьший объем газа, совершающего цикл Карно,  $V_1=150\text{л}$ . Определить наибольший объем  $V_3$ , если объем в конце изотермического расширения  $V_2$ , а в конце изотермического сжатия  $V_4$ .

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_2$	600	610	620	630	640	650	660	670	680	700
$V_4$	190	200	210	230	240	250	270	300	310	350

Пример 4.

Какую работу надо произвести, чтобы выдуть мыльный пузырь ( $\sigma = 0,04 \text{ Н/м}$ ) диаметром  $d = 14 \text{ см}$ , если процесс выдувания изотермический? Чему равно избыточное давление внутри пузыря?

Дано:  $\sigma = 0,04 \text{ Н/м}$ ,  $d = 14 \text{ см} = 0,14 \text{ м}$ .

Найти:  $A$ ,  $\Delta p$ .

Решение: Изменение площади поверхности пленки пузыря будет равна площади надутого мыльного пузыря, так как изначально его вообще не было:  $\Delta S = \pi \cdot d^2$ . Работа – изменение энергии  $A = \Delta E = \sigma \Delta S = \sigma \cdot \pi \cdot d^2 = 0,04 \cdot 3,14 \cdot 0,14^2 = 2,46 \cdot 10^{-3} \text{ (Дж)}$ . Для нахождения избыточного давления, создаваемого сферической поверхностью жидкости, воспользуюсь формулой Лапласа, учитывая, что пузырь искривлен с двух сторон:  $p = 2 \frac{2\sigma}{R} = 2 \frac{4\sigma}{d} = 2 \frac{4 \cdot 0,04}{0,14} = 2,29 \text{ (Па)}$ .

Задача 4. Какую работу надо произвести, чтобы выдуть мыльный пузырь ( $\sigma = 0,04 \text{ Н/м}$ ) диаметром  $d$ , если процесс выдувания изотермический? Чему равно избыточное давление внутри пузыря?

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d$ , см	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15



Пример 5.

Определить работу сил поля по перемещению заряда  $Q=1\text{мкКл}$  в поле, созданном заряженным шаром радиуса  $R$ , из точки, удаленной от первой на расстояние  $2R$ . Потенциал шара равен  $\varphi = 1\kappa B$ .

Дано:  $\varphi = 10^3 B$ ;  $Q = 10^{-6} \text{ Кл}$ .

Найти:  $A$ .

Решение: Потенциал шара (рассматривается, как от эквивалентного заряда в его центре):

$$\varphi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_{ш}}{R}.$$

Потенциалы на расстояниях  $R$  и  $2R$  от его поверхности:

$$\varphi_R = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_{ш}}{2R} \text{ и}$$

$$\varphi_{2R} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_{ш}}{3R}.$$

Работа по перемещению точечного заряда:

$$A = Q\Delta\varphi = Q(\varphi_R - \varphi_{2R}) = Q\left(\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_{ш}}{2R} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_{ш}}{3R}\right) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{QQ_{ш}}{R} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right),$$

Подставив численные значения, получим:

$$A = \frac{\varphi \cdot Q}{6} = \frac{10^3 \cdot 10^{-6}}{6} = 1,67 \cdot 10^{-4} (\text{Дж}).$$

Задача 5. Определить работу сил поля по перемещению заряда  $Q$  в поле, созданном заряженным шаром радиуса  $R$ , из точки, удаленной от первой на расстояние  $2R$ . Потенциал шара равен  $\varphi$ .

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q$ , мкКл	10	12	15	17	20	25	5	6	7	8
$\varphi$ , кВ	2,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1	1,2	1,5	1,7	2,0

Пример 6.

Электрическое поле образовано точечным зарядом  $1,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ . На каком расстоянии друг от друга расположены в вакууме две эквипотенциальные поверхности с потенциалами 45 и 30 В.

Дано:  $Q = 1,5 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ ;  $\varphi_1 = 45 \text{ В}$ ;  $\varphi_2 = 30 \text{ В}$ .

Найти:  $d$ .

Решение: Потенциалы от точечного заряда на разных расстояниях от него:

$$\varphi_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d_1} \text{ и}$$

$$\varphi_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d_2}.$$

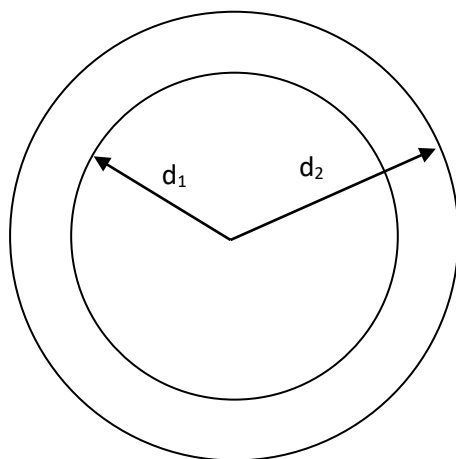
Откуда диаметры эквипотенциальных поверхностей:

$$d_1 = \frac{4\pi\epsilon_0\varphi_1}{Q} = \frac{1,5 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 45} = 0,3(\text{м}) \text{ и}$$

$$d_2 = \frac{4\pi\epsilon_0\varphi_2}{Q} = \frac{1,5 \cdot 10^{-9}}{4 \cdot 3,14 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 30} = 0,45(\text{м}).$$

И тогда расстояние между ними:

$$d = d_2 - d_1 = 0,45 - 0,3 = 0,15(\text{м}).$$



Задача 6. Электрическое поле образовано точечным зарядом  $Q$ . На каком расстоянии друг от друга расположены в вакууме две эквипотенциальные поверхности с потенциалами  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ .

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q$ , нКл	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,5	5	6	7	8
$\varphi_1$ , В	25	15	25	20	15	35	30	10	17	20
$\varphi_2$ , В	25	40	30	30	15	40	30	12	15	10