

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 $v_1 = 60 \text{ км/ч}$, а остальную часть пути – со скоростью $v_2 = 80 \text{ км/ч}$. Какова средняя скорость движения автомобиля?

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

Найти: v_{CP} .

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 $v_{CP} = \frac{S}{t}$. 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

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

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 А нужно совершить, чтобы сообщить маховику частоту $n=10\text{c}^{-1}$?

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

Найти: А.

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 $\omega = 2\pi n$:

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

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

Данные для задачи по вариантам

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m, \text{ кг}$	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
$R, \text{ см}$	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.

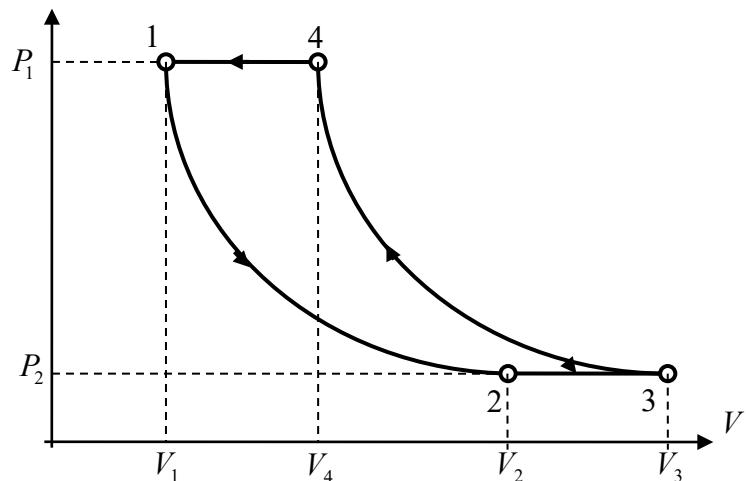
Наименьший объем газа, совершающего цикл Карно, 150л. Определить наибольший объем, если объем в конце изотермического расширения 600л, а в конце изотермического сжатия 200л.

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 оп 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, $V_1=150$ 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 , Δp .

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, воспользуемся 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
$d, \text{ см}$	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 $\varphi = 1\text{kB}$.

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

Найти: А.

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 φ .

Данные для задачи по вариантам

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

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

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

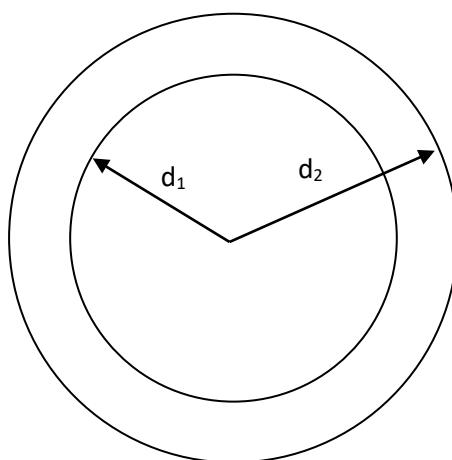
Откуда диаметры эквипотенциальных поверхностей:

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

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

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 φ_1 и φ_2 .

Данные для задачи по вариантам

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