

Отборочный тур

1. Удлиняется и поворачивается (4 балла)

Материальная точка движется так, что модуль её радиус-вектора $r(t)$ и угол $\varphi(t)$ между осью Ox и радиус-вектором связаны соотношением

$$r(t) \cdot \varphi(t) = \text{const.}$$

В нулевой момент времени $r(0) = 2$ м, $\varphi(0) = \frac{\pi}{2}$. Радиальная компонента скорости точки в процессе движения не меняется: $v_r = 1$ м/с.

а) (1 балл) Через какое время после начала движения радиус-вектор повернётся на угол $\frac{\pi}{6}$ относительно начального положения? Ответ дайте в секундах, округлите до десятых.

б) (3 балла) Чему равен модуль угловой скорости вращения радиус-вектора в начальный момент времени? Ответ дайте в рад/с, округлите до десятых.

2. В сосуде с поршнем (4 балла)

Герметичный цилиндрический теплоизолированный сосуд массой M разделён на две одинаковые части тонким теплопроводящим поршнем массой M , который может скользить вдоль оси сосуда без трения. В начальный момент в каждой из частей сосуда находится в состоянии теплового равновесия ν молей идеального одноатомного газа при температуре T_0 . Сосуд покоится в некоторой инерциальной системе отсчёта в космосе вдали от других тел. Сосуду толчком сообщают скорость v , направленную вдоль его оси. После затухания колебаний поршня в сосуде температура газа изменяется на ΔT . Найдите отношение $n = \frac{\Delta T}{T_0}$ изменения температуры в сосуде к начальной температуре, если параметры задачи связаны соотношением $Mv^2 = 2\nu RT_0$, где R — универсальная газовая постоянная. В ответе на вопрос задачи укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
n	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,50

3. КПД цикла (3 балла)

С одним молем идеального одноатомного газа проводится циклический процесс, состоящий из двух изотерм и двух изохор. Отношение объёмов на изохорах равно e (e — основание натурального логарифма, $\ln e = 1$). Отношение температур на изотермах равно $\frac{4}{3}$. Определите отношение $k = \frac{\eta}{\eta_0}$ КПД данного цикла к КПД идеальной тепловой машины, работающей по циклу Карно с теми же температурами на изотермах. В ответе на вопрос задачи укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
k	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70

Работа газа в изотермическом процессе при расширении от объёма V_1 до объёма V_2 даётся формулой $A = \nu RT \ln \frac{V_2}{V_1}$, где ν — количество вещества, R — универсальная газовая постоянная, T — температура равновесия. Ответ дайте в секундах, округлите до целого.

4. Диполь в постоянном поле (5 баллов)

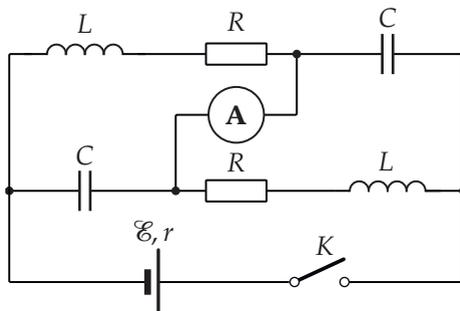
Два маленьких шарика массой $m = 1$ г, несущие заряды q и $-q$ ($q = 10$ нКл), соединены невесомым стержнем длиной $d = 1$ см. Начало вектора \mathbf{d} совпадает с отрицательным зарядом, а конец — с положительным. Диполь находится в невесомости, его удерживают в постоянном электрическом поле напряжённостью $E = 10^3$ В/м, так что угол между векторами \mathbf{d} и \mathbf{E} равен $\frac{\pi}{2}$.

а) (2 балла) Диполь освобождают. Чему равна максимальная скорость любого из шариков после этого? Ответ дайте в см/с, округлите до целого.

б) (3 балла) Определите период малых колебаний диполя вблизи положения равновесия. Ответ дайте в секундах, округлите до целого.

5. RLC-цепь (4 балла)

В цепи, представленной на рисунке ниже, сопротивление резисторов, внутреннее сопротивление батареи, индуктивность катушки и ёмкость конденсатора равны $R = 100$ Ом, $r = 1$ Ом, $L = 0,1$ Гн и $C = 0,1$ мкФ соответственно, амперметр идеальный. Цепь подключена к батарее с ЭДС $\mathcal{E} = 4$ В через ключ K . Сначала ключ разомкнут.



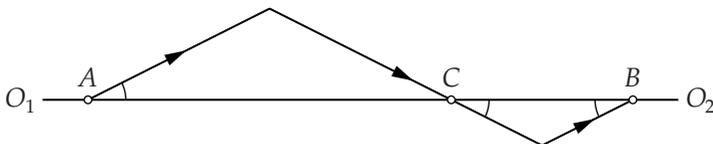
а) (1 балл) Ключ замыкают. Найдите показания амперметра сразу после замыкания ключа. Ответ дайте в амперах, округлите до целого.

б) (1 балл) После замыкания ключа ожидают достаточно большое время, так что в цепи устанавливается стационарный режим. Что показывает амперметр в стационарном режиме? Ответ дайте в миллиамперах, округлите до целого.

с) (2 балла) После установления стационарного режима ключ размыкают. Какое количество теплоты выделяется на резисторах (суммарно на двух) за большое время после размыкания ключа? Ответ дайте в мкДж, округлите до целого.

6. Через две линзы (3 балла)

Две тонкие линзы располагаются так, что их оптические оси совпадают. Прямая O_1O_2 на рисунке, представленном ниже, — это общая оптическая ось этих двух линз. Небольшой предмет располагается в точке A , лежащей на оси O_1O_2 . На рисунке показан ход одного из лучей, идущего от предмета. Линзы на рисунке не показаны. Углы, образованные отрезками луча и осью, равны. При этом известно, что $AC = 24$ см, $BC = 12$ см.



а) (1 балл) Найдите фокусное расстояние линзы меньшей оптической силы. Ответ дайте в сантиметрах, округлите до целого.

б) (1 балл) Найдите фокусное расстояние линзы большей оптической силы. Ответ дайте в сантиметрах, округлите до целого.

с) (1 балл) Определите поперечное увеличение, с которым изображается в этой системе линз небольшой предмет, располагающийся в точке А. Ответ округлите до десятых.