

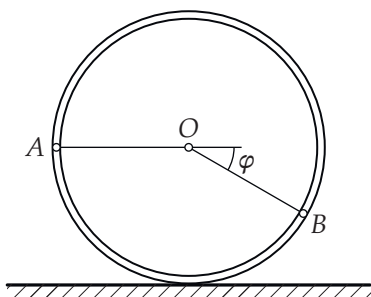
# 1-й отборочный тур

## 1. Радиусы кривизны (3 балла)

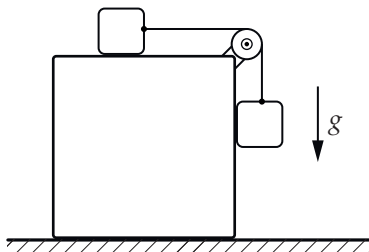
Тонкий обруч радиусом 14,1 см катится без проскальзывания с постоянной скоростью по горизонтальной поверхности. Ответы на следующие вопросы дайте в сантиметрах, округлите до целого.

а) (2 балла) Чему равен радиус кривизны траектории такой точки  $A$  обруча, что в данный момент вектор  $\overrightarrow{OA}$  лежит в горизонтальной плоскости (см. рисунок)?

б) (4 балла) Найдите радиус кривизны траектории точки  $B$  обруча, для которой в рассматриваемый момент времени вектор  $\overrightarrow{OB}$  составляет угол  $\varphi = \frac{\pi}{6}$  с горизонталью.



К задаче 1



К задаче 2

## 2. Куб и кубики (4 балла)

В механической системе, изображённой на рисунке, блок идеальный, нить невесомая и нерастяжимая, масса любого маленького кубика равна массе большого куба. В ответе на любой из вопросов задачи укажите номера всех столбцов таблицы (без запятых и пробелов), в которых стоят значения  $\mu$ , удовлетворяющие условию.

а) (2 балла) Пусть трение между маленькими кубиками и большим кубом отсутствует. При каких значениях коэффициента трения  $\mu$  между горизонтальной поверхностью и большим кубом он будет оставаться в покое при движении маленьких кубиков?

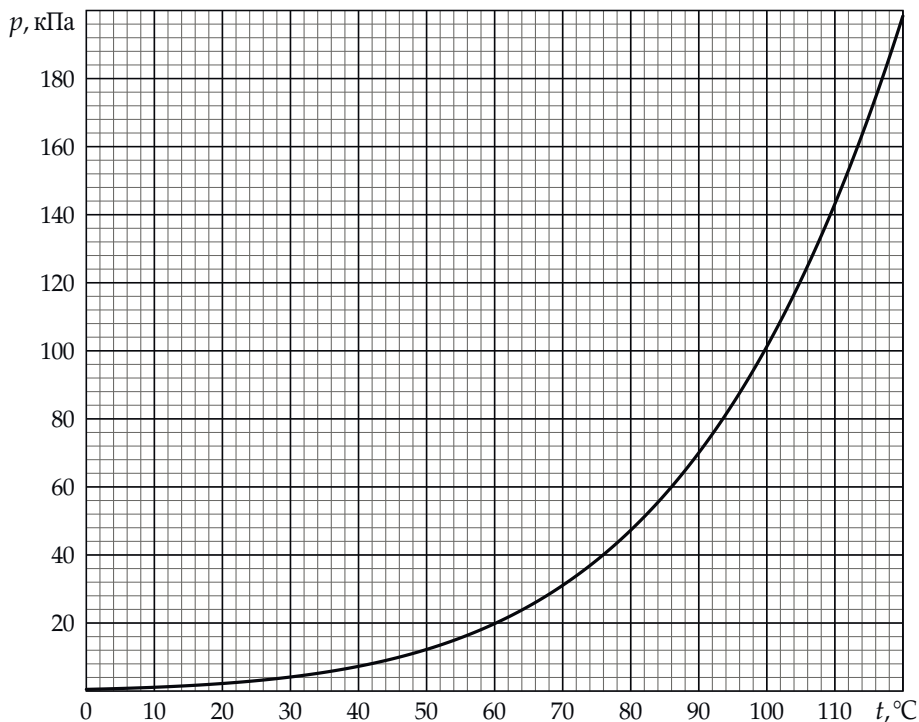
№	1	2	3	4	5	6
$\mu$	0,08	0,15	0,22	0,29	0,35	0,50

б) (2 балла) Пусть коэффициент трения между верхним маленьким кубиком и большим кубом равен 0,25. При каких значениях коэффициента трения  $\mu$  между горизонтальной поверхностью и большим кубом, последний будет оставаться в покое при движении маленьких кубиков?

№	1	2	3	4	5	6
$\mu$	0,24	0,18	0,15	0,12	0,09	0,03

### 3. Охлаждение влажного воздуха (6 баллов)

В герметичном сосуде с жёсткими стенками находится влажный воздух при температуре 117 °С и давлении 200 кПа, при этом количество водяных паров равно количеству сухого воздуха. Сосуд медленно охлаждают. Зависимость давления насыщенных паров воды от температуры приведена на графике ниже. Объёмом образующейся в результате конденсации воды по сравнению с объёмом сосуда можно пренебречь.



В ответе на вопрос любого пункта задачи следует указывать номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

а) (1 балл) Чему равна влажность воздуха  $\varphi$  в начальный момент?

№	1	2	3	4	5	6
$\varphi, \%$	100	90	75	65	55	45

б) (3 балла) При какой температуре  $t$  начнётся конденсация пара?

№	1	2	3	4	5	6
$t, ^\circ\text{C}$	110	105	98	92	87	78

в) (2 балла) Чему будет равно давление  $p$  в сосуде при температуре  $0^\circ\text{C}$ ?

№	1	2	3	4	5	6
$p, \text{кПа}$	50	55	65	70	75	85

#### 4. Получает и диссоциирует (5 баллов)

В вертикальном сосуде под тяжёлым поршнем находится некоторое количество двухатомного газа. Сосуд обладает хорошей теплопроводностью, температура окружающей среды снаружи сосуда постоянна и равна  $T_0$ . Молярную теплоёмкость газа при постоянном объёме можно считать равной  $\frac{5R}{2}$ , пренебрегая вкладом колебательных степеней свободы. Молекулы газа медленно и необратимо диссоциируют на атомы. Для разрыва химической связи между атомами в молекуле необходима энергия, равная  $W_0 = kT_0$ , где  $k$  — постоянная Больцмана ( $kN_A = R$ ). Начальные значения давления и объёма газа равны:  $p_0 = 10^5$  Па и  $V_0 = 1$  л соответственно.

В ответе на вопрос любого пункта задачи следует указывать номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

а) (1 балл) Чему будет равен объём  $V$  газа после окончания процесса диссоциации?

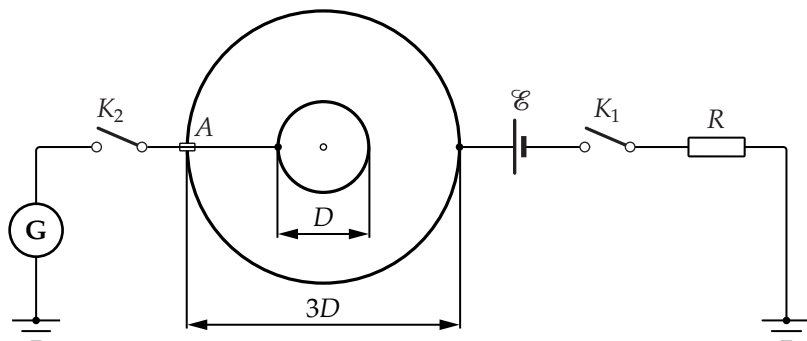
№	1	2	3	4	5	6
$V, \text{л}$	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

б) (4 балла) Определите количество теплоты  $Q$ , полученное газом от окружающей среды за большое время после начала процесса.

№	1	2	3	4	5	6
$Q$ , Дж	400	350	300	250	200	150

### 5. Сферы с ключами (8 баллов)

Две концентрические проводящие сферы соединены в цепь, показанную на рисунке, при этом параметры цепи удовлетворяют соотношениям:  $\pi \varepsilon_0 D = 10 \text{ мкФ}$ ,  $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ . В точке  $A$  во внешней сфере сделано отверстие, через которое пропущен изолированный провод, присоединённый к ключу  $K_2$ . В начальный момент ключи  $K_1$  и  $K_2$  разомкнуты, а заряды сфер равны нулю. Сначала замыкают ключ  $K_1$ . Ответы на вопросы задачи дайте в мДж, округлите до целого.



а) (4 балла) Какое количество теплоты выделится в цепи в процессе установления стационарного режима?

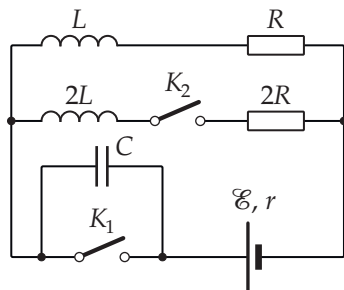
Спустя очень большое время после замыкания ключа  $K_1$ , когда заряд внешней сферы перестаёт изменяться, замыкают ключ  $K_2$ .

б) (4 балла) Какую работу совершит батарея в процессе установления стационарного режима после замыкания ключа  $K_2$ ?

### 6. Заряд и теплота (8 баллов)

В цепи, изображённой на рисунке, в начальный момент ключ  $K_1$  замкнут, ключ  $K_2$  разомкнут, ток через батарею со временем не изменяется. Обозначенные на рисунке параметры равны:  $\mathcal{E} = 10 \text{ В}$ ,  $R = r = 10 \text{ Ом}$ ,

$L = 6$  мГн,  $C = 120$  мкФ. В некоторый момент времени ключ  $K_2$  замыкают и сразу же после этого (практически, мгновенно) размыкают ключ  $K_1$ . Далее в цепи происходит переходный процесс и в результате заряд конденсатора перестаёт изменяться.



а) (5 баллов) Какой заряд  $q_1$  протекает через катушку индуктивностью  $L$  в переходном процессе? Ответ дайте в мкКл, округлите до целого.

б) (3 балла) Найдите количество теплоты  $Q$ , выделяющееся в цепи в процессе установления заряда конденсатора. Ответ дайте в мДж, округлите до целого.