

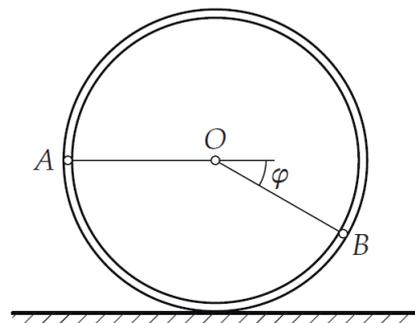
# Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, 2022/23 год

## Отборочный этап, первый тур

**Задача 1. Радиусы кривизны.** 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.

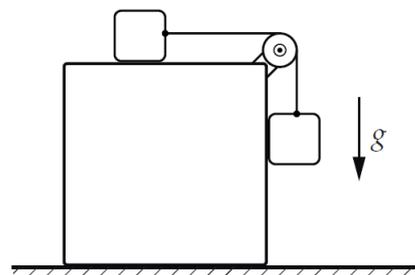
1. Чему равен радиус кривизны траектории такой точки  $A$  обруча, что в данный момент вектор  $\vec{OA}$  лежит в горизонтальной плоскости (см. рисунок)?
2. Найдите радиус кривизны траектории точки  $B$  обруча, для которой в рассматриваемый момент времени вектор  $\vec{OB}$  составляет угол  $\varphi = \frac{\pi}{6}$  с горизонталью.



(1) 40; (2) 28

**Задача 2. Куб и кубики.** 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.

1. 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

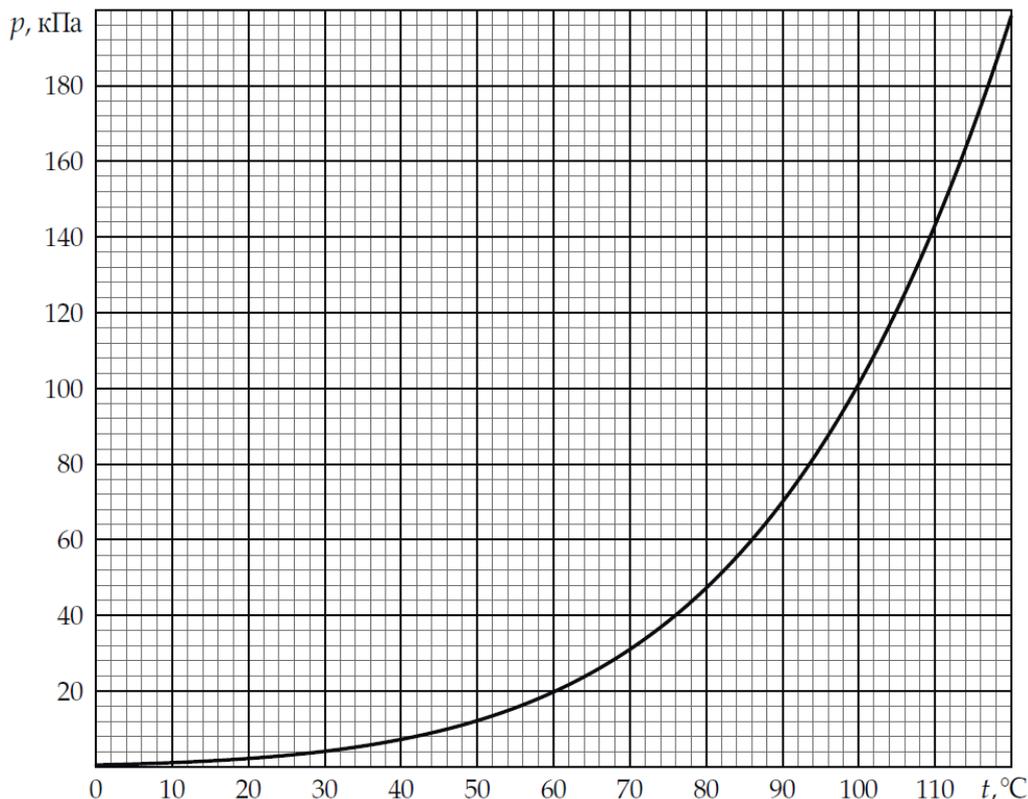
2. Пусть коэффициент трения между верхним маленьким кубиком и большим кубом равен 0,25. При каких значениях коэффициента трения  $\mu$  между горизонтальной поверхностью и большим кубом, последний будет оставаться в покое при движении маленьких кубиков?

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

(1) 3456; (2) 123

**ЗАДАЧА 3. Охлаждение влажного воздуха.** В герметичном сосуде с жёсткими стенками находится влажный воздух при температуре  $117^{\circ}\text{C}$  и давлении  $200\text{ кПа}$ , 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.



1. Чему равна влажность воздуха  $\varphi$  в начальный момент?

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

2. При какой температуре  $t$  начнётся конденсация пара?

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

3. Чему будет равно давление  $p$  в сосуде при температуре  $0^{\circ}\text{C}$ ?

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

**ЗАДАЧА 4. Получает и диссоциирует.** 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.

1. Чему будет равен объём  $V$  газа после окончания процесса диссоциации?

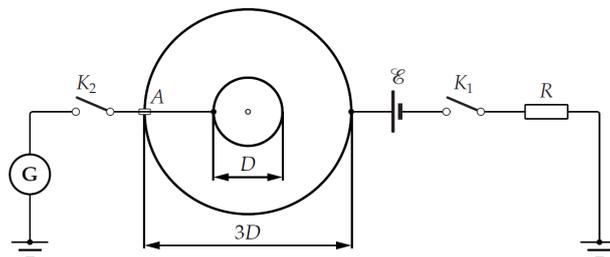
№	1	2	3	4	5	6
$V$ , л	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0

2. 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

1) 4; 2) 4

**ЗАДАЧА 5. Сферы с ключами.** Две концентрические проводящие сферы соединены в цепь, показанную на рисунке, при этом параметры цепи удовлетворяют соотношениям:  $\pi\epsilon_0 D = = 10$  мкФ,  $\mathcal{E} = 10$  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.

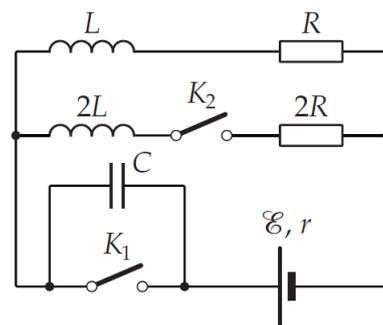


1. Какое количество теплоты выделится в цепи в процессе установления стационарного режима?

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

2. Какую работу совершит батарея в процессе установления стационарного режима после замыкания ключа  $K_2$ ?

**Задача 6. Заряд и теплота.** 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:  $\mathcal{E} = 10$  В,  $R = r = 10$  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.



1. Какой заряд  $q_1$  протекает через катушку индуктивности  $L$  в переходном процессе? Ответ дайте в мкКл, округлите до целого.
2. Найдите количество теплоты  $Q$ , выделяющееся в цепи в процессе установления заряда конденсатора. Ответ дайте в мДж, округлите до целого.