

# Московская олимпиада школьников по физике

11 класс, 2022/23 год

## Отборочный этап, второй тур

**ЗАДАЧА 1. Неупругие частицы.** В невесомости вдали от других тел происходит столкновение двух частиц одинаковой массы, одна из которых до столкновения покоится. Известно, что в процессе столкновения суммарная внутренняя энергия частиц увеличивается на величину  $E_0$  (энергия возбуждения).

1. Чему должно быть равно отношение  $k = \frac{E}{E_0}$  кинетической энергии налетающей частицы к энергии возбуждения для того, чтобы после столкновения величина скорости налетающей частицы оказалась равна  $\frac{1}{3}$  скорости до столкновения при этом направление скорости осталось бы таким же, как и до столкновения?

№	1	2	3	4	5	6
$k$	1,2	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5

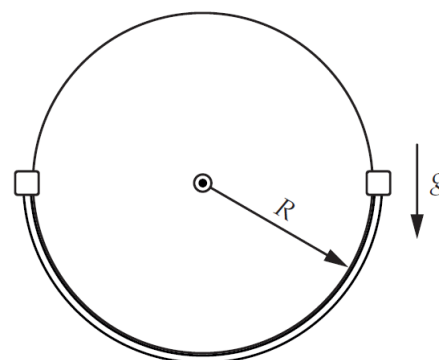
2. Пусть кинетическая энергия налетающей частицы равна  $3E_0$ . Определите максимальный угол  $\beta_{\max}$  между скоростями частиц после столкновения.

№	1	2	3	4	5	6
$\beta_{\max}$	$15^\circ$	$30^\circ$	$45^\circ$	$60^\circ$	$75^\circ$	$80^\circ$

В каждом из пунктов в ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

1) 5; 2) 4

**ЗАДАЧА 2. Колебания дуги.** Диск радиусом  $R = 10$  см пренебрежимо малой массы может вращаться без трения вокруг закреплённой горизонтальной оси. Однородная проволочная дуга в виде полуокружности радиусом  $R$ , а также два одинаковых груза, суммарная масса которых равна массе дуги, закреплены на ободе диска (см. рисунок). Определите период колебаний диска вблизи положения равновесия. Ускорение свободного падения равно  $10 \text{ м/с}^2$ , диаметр проволоки и размеры грузов пренебрежимо малы по сравнению с радиусом диска. Ответ дайте в секундах, округлите до десятых.



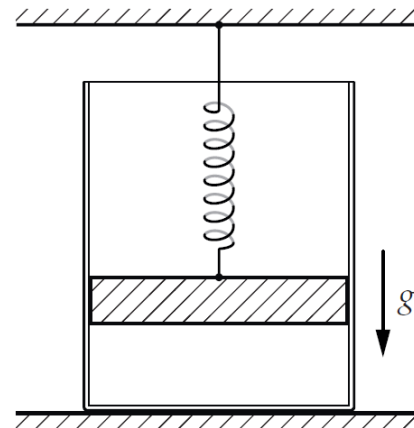
ГГ

**ЗАДАЧА 3. В цилиндре под поршнем на пружине.**

В вакууме на теплоизолирующей подставке установлен вертикальный теплоизолированный цилиндр, закрытый тяжёлым поршнем, подвешенным на пружине (см. рисунок). Поршень может скользить в цилиндре без трения. В случае если между дном цилиндра и поршнем газ отсутствует, поршень располагается в состоянии равновесия у дна цилиндра, при этом пружина растянута на длину  $l_0 = 10$  см.

Под поршень вводится порция одноатомного идеального газа при температуре  $T_0 = 200$  К, в результате поршень располагается на расстоянии  $l_0$  от дна цилиндра

Теплоёмкостью цилиндра и поршня можно пренебречь. Универсальная газовая постоянная  $R$  равна  $8,3$  Дж/(моль·К).



1. К газу под поршнем медленно подводится такое количество теплоты, что поршень перемещается вверх на расстояние  $\frac{l_0}{2}$ . На сколько увеличивается температура газа под поршнем? Ответ дайте в градусах Кельвина, округлите до целого.
2. Найдите молярную теплоёмкость газа  $c$  в начальном состоянии. В ответе на вопрос укажите номер столбца таблицы, в котором стоит значение, наиболее близкое к найденному вами.

№	1	2	3	4	5	6
$c, \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$	8	13	15	17	21	25

(1) 250; (2) 4

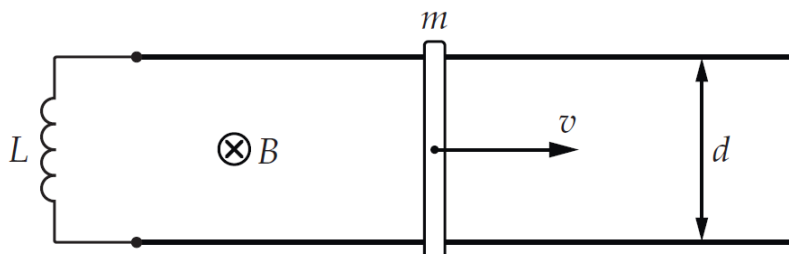
**ЗАДАЧА 4. Заряды сфер.** Две проводящие концентрические сферы радиусами  $R$  и  $3R$  заземлены. В пространстве между сферами на расстоянии  $2R$  от их общего центра находится маленький шарик с зарядом  $q$  ( $q > 0$ ).

1. Найдите отношение  $k_a = \frac{|q_R^{(a)}|}{q}$  модуля заряда внутренней сферы к заряду шарика.
2. Внешнюю сферу подключили к положительному выводу батарейки с ЭДС  $\mathcal{E} = \frac{q}{12\pi\epsilon_0 R}$ . Отрицательный вывод батарейки заземлили. Определите отношение  $k_b = \frac{|q_{3R}^{(b)}|}{q}$  модуля заряда внешней сферы к заряду шарика в этом случае. Внутренняя сфера, как и в первом случае, остаётся заземлённой.

Ответы на вопросы задачи округлите до сотых.

(1) 0,25; (2) 0,75

**ЗАДАЧА 5. Замкнуты переключкой и катушкой.** Два длинных прямолинейных проводника располагаются в одной горизонтальной плоскости в вертикальном магнитном поле с индукцией  $B = 0,1$  Тл на расстоянии  $d = 10$  см друг от друга. Концы проводников соединены с катушкой с индуктивностью  $L = 0,1$  Гн. На некотором расстоянии от катушки на проводниках лежит хорошо проводящая переключка массой  $m = 25$  г. Переключка располагается перпендикулярно проводникам и может скользить по ним, не испытывая трения (см. рисунок). В начальный момент времени переключке сообщается скорость  $v = 0,1$  м/с в направлении от катушки.



Пренебрегая активным сопротивлением переключки, катушки и проводников, ответьте на следующие вопросы.

1. Через какое минимальное время скорость переключки станет равна нулю? Ответ выразите в секундах, округлите до целого.
2. На каком расстоянии от начального положения будет находиться переключка в момент, когда её скорость станет равна нулю? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целого.

0,2 (2; 8) (1)

**ЗАДАЧА 6. Зеркало за линзой.** В тонкой линзе получено мнимое уменьшенное изображение небольшого предмета, лежащего на главной оптической оси на расстоянии  $a = 10$  см от линзы. Увеличение изображения равно  $\Gamma_0 = \frac{1}{2}$ . Параллельно линзе на расстоянии  $\frac{f}{2}$  от неё ( $f$  — абсолютная величина фокусного расстояния линзы) размещают плоское зеркало таким образом, что предмет и зеркало располагаются по разные стороны от линзы.

1. На каком расстоянии  $b$  от линзы находится изображение предмета в этой оптической системе? Ответ выразите в сантиметрах, округлите до целого.
2. Чему равно увеличение  $\Gamma_1$ , с которым предмет изображается в этой оптической системе? Ответ округлите до десятых.

2,0 (2; 9) (1)