

Уважаемый участник олимпиады!

Вам предстоит выполнить теоретические задания. Время выполнения заданий – 230 минут. Выполнение заданий целесообразно организовать следующим образом:

- не спеша, внимательно прочитайте задания;
- не забывайте переносить решения в чистовик, черновики не проверяются;
- решение каждой задачи начинайте с новой страницы;
- задача считается решенной, если в ней приведено полное доказательство или обоснование ответа;
- после выполнения заданий еще раз удостоверьтесь в правильности записанных ответов и решений.
- Решение каждой задачи оценивается целым числом баллов от 0 до 10.

Итог подводится по сумме баллов, набранных участником.

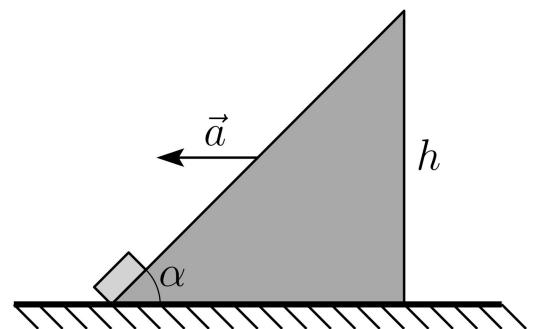
Задача 1. Шарик +q

Шарик массы $m = 1$ г подвешен к концам горизонтальной балки за две нерастяжимых нити равной длины $l = 0,1$ м, угол между нитями и балкой равен $\alpha = 60^\circ$. Шарик заряжают зарядом $+q$, а ровно над ним на той же балке закреплен такой шарик с зарядом $+q$. После того как одну из нитей перерезают, шарик движется так, что при максимальном отклонении от начального положения нить располагается горизонтально. Найти заряд шарика q и силу натяжения нити T до перерезания нити.

Ускорение свободного падения считать равным $g = 10$ м/с², постоянная в законе Кулона $k = 9 \cdot 10^9 \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{Кл}^2}$.

Задача 2. Доска

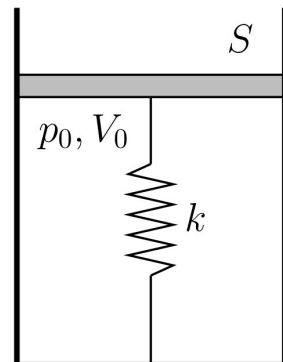
У основания гладкой наклонной плоскости высотой $h = 20$ см и с углом наклона к горизонту $\alpha = 45^\circ$ покоится шайба. В некоторый момент наклонная плоскость вместе с шайбой начинают двигаться с постоянным горизонтальным ускорением a . Определите минимальное значение ускорения a_1 , чтобы шайба начала подниматься по наклонной плоскости. Если ускорение плоскости будет $a_2 = 2a_1$, то какую скорость v будет иметь шайба в момент отрыва от наклонной плоскости? Скорость шайбы v определите относительно наклонной плоскости и относительно земли.



В момент времени $t = 0$ наклонная плоскость вместе с шайбой покоятся относительно неподвижной системы отсчета. Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с².

Задача 3. Сосуд

В сосуде под невесомым поршнем площади $S = 100 \text{ см}^2$ находится 1 моль идеального двухатомного газа. Поршень соединён с дном сосуда пружиной жёсткостью $k = 10 \frac{\text{Н}}{\text{см}}$. Изначально пружина не деформирована, начальный объём сосуда $V_0 = 10 \text{ л}$, начальное давление в сосуде равно атмосферному $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. Газ в сосуде медленно нагревают, при этом поршень смещается вверх на $\Delta h = 10 \text{ см}$. Найти изменение температуры ΔT газа в сосуде, работу газа A и переданное ему количество теплоты Q . Универсальная газовая постоянная $R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$.

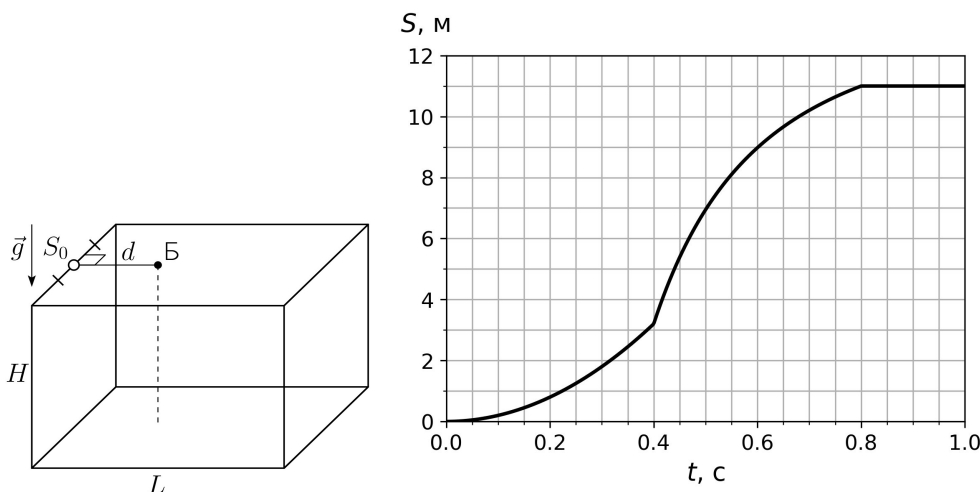


Задача 4. Путь тени

В комнате высотой H и длиной L посередине ребра между потолком и стеной находится точечный источник света S_0 , как показано на рисунке. Из точки, находящейся на перпендикуляре к ребру на расстоянии d от источника, без начальной скорости начинает падать болт Б. На рисунке также приведён график пути, пройденного тенью болта от источника S_0 по стене и полу, в зависимости от времени t от начала падения болта.

1. Выведите формулы для зависимости пройденного тенью пути от времени в случае, когда тень движется по стене ($S_1(t)$), и в случае, когда тень движется по полу ($S_2(t)$).
2. Найдите высоту H и длину L комнаты, расстояние d от источника света до исходного положения болта.

Ускорение свободного падения взять равным $g = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$, размеры болта много меньше характерных размеров комнаты.



Всероссийская олимпиада школьников по физике 2023/24
Свердловская область, Муниципальный этап, 11 класс

Задача 5. Батарея из батареек

У школьника Миши есть набор одинаковых батареек с неизвестным ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r , резистор сопротивлением $R = 100$ Ом и амперметр. Чтобы определить ЭДС и сопротивление одной батарейки, Миша стал собирать последовательную цепь из n батареек, резистора R и амперметра и измерять зависимость силы тока от числа батареек n . В результате у него получилась следующая таблица:

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$I, \text{мА}$	75	129	169	200	225	245	262	277	289

- 1) Запишите формулу для силы тока I через \mathcal{E} , R , r и n и перепишите её в виде

$$y = \mathcal{E} - r \cdot x.$$

Определите выражения для x и y в этой формуле.

- 2) Постройте график $y(x)$ на имеющемся листе с сеткой и определите значения ЭДС \mathcal{E} и внутреннего сопротивления r одной батарейки.
- 3) Найдите максимальное значение силы тока в цепи $I_{\text{макс}}$ при неограниченном увеличении числа батареек n .

Амперметр считайте идеальным.