

Физика, 11 класс, муниципальный этап
Время выполнения – 3 часа 30 минут

Задача № 1. «Скользящая шайба» (10 баллов)

По внутренней поверхности сферы радиуса R скользит без трения маленькая шайба, вращаясь на постоянной относительно нижней точки сферы высоте h . Найти линейную скорость шайбы при $h = (5/6)R$. Проанализировать случай, когда h стремится к R .

Задача № 2. «Циклический процесс» (10 баллов)

Один моль идеального одноатомного газа участвуют в циклическом процессе. Сначала газ нагревается при постоянном объёме, при этом температура увеличивается на 40%. Затем происходит нагрев и расширение газа при постоянном давлении, при котором объём увеличивается в 1,5 раза. При последующем изменении состояния газа его объём увеличивается ещё на 10% а давление уменьшается до первоначального значения, при этом зависимость $p(V)$ – линейная. Затем газ при постоянном давлении возвращается в исходное состояние, температура которого равна $T_1 = 330\text{ K}$. Какую работу совершил газ в циклическом процессе? Какова была его максимальная температура? Чему равен КПД процесса?

Задача № 3. «Опыты» (10 баллов)

Два экспериментатора проделали два опыта. В первом они в лаборатории первого экспериментатора налили в длинное левое колено симметрично изогнутой трубки ртуть, добились, вращая трубку того, чтобы уровни в левом и в правом коротком и закрытом коленах сравнялись, достигнув начала неискривлённых участков. Затем, постепенно подливая ртуть в левое колено, они сумели сжать воздух, находящийся в правом, в $k = 4$ раза.

Второй аналогичный опыт они провели в лаборатории второго экспериментатора в доме на холме, при этом им пришлось подлить на 10% меньше ртути, чтобы сжать воздух до того же состояния.

Определите:

- а) сколько миллилитров ртути им пришлось для этого подлить?
- б) каково атмосферное давление в доме второго экспериментатора?

Плотность ртути – 13600 кг/м^3 , диаметр трубки – $d = 5\text{ мм}$, длина прямой части правого колена – $l = 30\text{ см}$, атмосферное давление в первой лаборатории – 100 кПа .



Задача № 4. «Нарисованная цепь» (10 баллов)

По линейке мягким карандашом нарисовали три графитовых линии длиной $l = 10 \text{ см}$ каждая, но разной ширины b , а затем провели эксперимент: поместив один щуп мультиметра (черный) в начале линии, перемещали другой (красный) от дальнего конца к черному щупу и записывали величину сопротивления отрезков между щупами в кОм (см. таблицу).

$R, \text{кОм}$		$l, \text{мм}$				
		20	40	60	80	100
$b, \text{мм}$	1	335	675	1020	1360	1690
	2	85	170	250	340	430
	3	37	74	110	150	185

Используя эти данные:

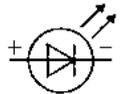
а) получите формулу зависимости сопротивления нарисованного резистора от его длины и ширины. Указание: степени всех величин, входящих в формулу, считать целыми.

б) Объясните, чем определяется константа, связывающая переменные R, l, b в этой формуле. Найдите её.

в) Определите, каких размеров нужно нарисовать резистор с соотношением $l/b = 10$, чтобы, подсоединив к красному светодиоиду 6-вольтовую батарейку, получить с его помощью условия нормального свечения диода: напряжение 2 В , силу тока 20 мА . Внутренним сопротивлением батарейки можно пренебречь.

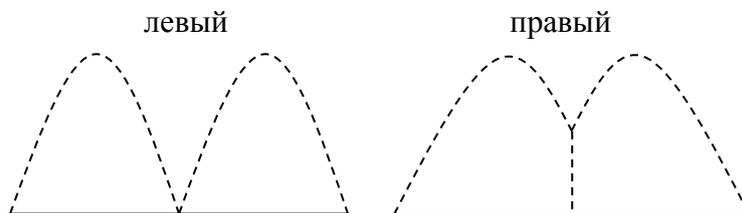
г) Изобразите схему такой цепи (см. условное обозначение справа).

д) Каких размеров будет нарисованный резистор, если порошок графита спечь нагреванием в ленту? Удельное сопротивление графита при этом уменьшается примерно в 100 раз.



Задача № 5. «Фонтаны и комиссия» (10 баллов)

В Н-ске отремонтировали парные фонтаны, заменив в том числе оконечные патрубки (отрезки труб). При внешнем осмотре труб комиссии, принимающей ремонт, показалось, что все в порядке, однако пробный пуск принес сюрпризы: левый фонтан работал нормально, его струи сходились точно в центре кольца из установленных под углом α к горизонту патрубков, но струи правого соударялись на высоте h примерно $1/3$ радиуса фонтана $R = 2 \text{ м}$ от воды.



Помогите комиссии разобраться, ответив на ряд вопросов:

1) Под каким (одинаковым у обоих фонтанов) углом α к горизонту установлены патрубки, если в норме высота струи фонтана H совпадает с его радиусом R ?

2) Во сколько раз отличаются начальные скорости струй, выпущенных из патрубков правого v_2 и левого v_1 фонтанов?

3) Как соотносятся высоты струй правого H_2 и левого H_1 фонтанов?

4) Как должен быть изменён диаметр d патрубков правого фонтана, чтобы струи пришли в норму?