

Олимпиада «Формула Единства» / «Третье тысячелетие»

Физика, 10 класс, 2020 год

1. В наборе «Юный электрик» Вася нашёл моторчик, три одинаковых батарейки и набор проводов. Перепробовав все возможные варианты подключения батареек к моторчику, он выбрал тот, при котором мощность моторчика максимальна — 15 Вт.

Вскоре Вася обнаружил, что батарейки постепенно садятся. Желая, чтобы мощность моторчика всё время была максимальной, он пересобрал схему ровно в тот момент, когда оптимальная конструкция поменялась. Затем пришлось это сделать ещё раз. Какой будет мощность моторчика сразу после второй пересборки?

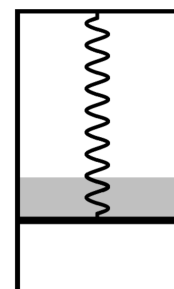
Примечание. Сопротивление моторчика — 60 Ом, начальное сопротивление батарейки — 20 Ом. Внутреннее сопротивление батарейки увеличивалось пропорционально прошедшему через неё заряду, ЭДС батарейки неизменна.

0,94 Вт

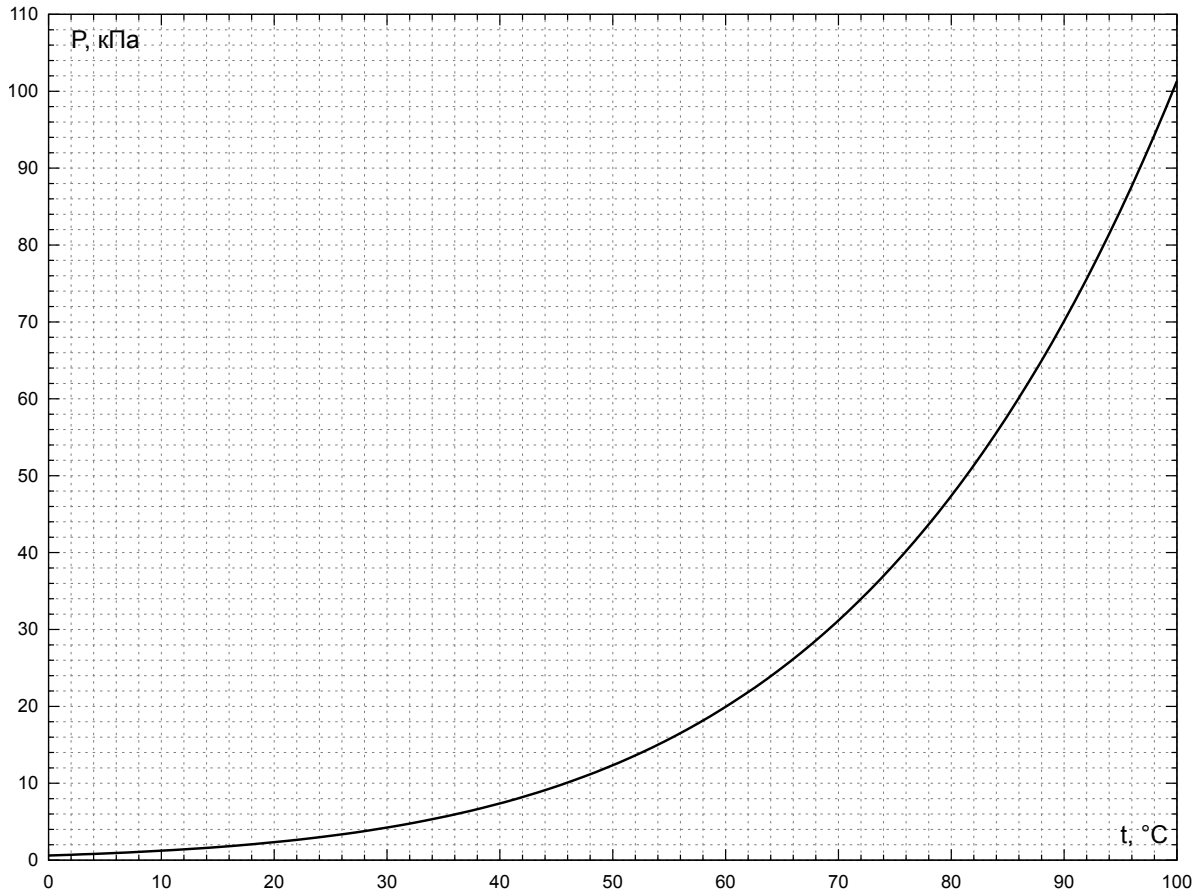
2. Вертикальный цилиндр закрыт снизу поршнем массой 1 кг, прикрепленным пружиной с начальной длиной 90 см к верхней стенке цилиндра. Затем в цилиндр налили 500 мг воды. Когда система пришла в равновесие, установилась температура 40 °С. Длина пружины стала равной 1 м.

К системе подключили нагреватель. Найдите длины пружины при температуре 50 °С и при температуре 70 °С. Площадь поршня равна 50 см².

Примечание. График зависимости давления насыщенного пара от температуры представлен на рисунке. Опыт проводится в вакууме: воздуха нет как в цилиндре, так и во внешнем пространстве.



Давление насыщенных паров



1,08 и 1,80 м

3. Пружина жёсткостью 600 Н/м прикреплена к стене. К ней по гладкому полу со скоростью 2,3 м/с приближается тележка. У её левого края лежит грузик. На сколько сожмётся пружина, когда тележка в неё ударится?



Примечание. Масса тележки — 5 кг, масса грузика — 1 кг. Коэффициент трения между грузиком и тележкой $\mu = 0,5$. Длина пружины — 50 см, длина тележки — 40 см. Размер грузика много меньше размера тележки.

0,24 м

4. На далёкой холодной планете идут дожди из жидкого метана. В один из дождливых дней исследователи вынесли на поверхность сверхточные весы и поставили на них открытый сосуд. Через некоторое время, весы показывали значение $0,123240$ Н. Сосуд быстро убрали под крышу, снова взвесили, весы показали $0,116100$ Н. Вскоре дождь усилился. Сосуд с весами вновь вынесли наружу. Теперь результат оказался $0,13752$ Н.

Всё это время под дождём стояло ведро. В начале в нём уровень метана нарастал со скоростью 1 мм/мин, а в конце — со скоростью 2 мм/мин. Во сколько раз изменилось количество капель в единице объёма воздуха, когда дождь усилился?

Примечание. Плотность жидкого метана — $420,0$ кг/м³, ускорение свободного падения — $1,350$ м/с². Сосуд и ведро цилиндрические, площади их оснований равны 100 см² и 200 см² соответственно. Сила сопротивления воздуха пропорциональна скорости тела и площади его поверхности, капли шарообразные, падают с большой высоты.

18/7Э

5. На день рождения экспериментатору Глюку подарили цилиндрический сосуд с теплоизолирующими стенками, разделённый на две части свободно движущимся поршнем. Как только праздник закончился, Глюк побежал в лабораторию, где накачал в обе части сосуда некоторое (не одинаковое) количество гелия из воздушных шариков. Дождавшись, пока давление в обеих частях уравнивается, Глюк медленно нагрел газ в правой половине до температуры T_1 , а в левой — до T_2 . Экспериментатор обнаружил, что поршень медленно движется со скоростью v . Через некоторое время газ в левой части нагрелся до температуры T_3 , а в правой остыл до T_4 . С какой скоростью в этот момент двигается поршень?

Примечание. Мощность теплопередачи через поршень невелика и пропорциональная разности температур; цилиндр теплоизолирован идеально.

$\frac{v_L - v_R}{v_L + v_R} n$