

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ПО ФИЗИКЕ. 2021 уч. г.
ПРИГЛАСИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП
9 КЛАСС**

Задачи 1-3

Вдоль железной дороги через каждые 60 метров стоят столбы, на которых установлены таблички с номерами 1, 2, 3, 4, Машинист поезда, стоящего на станции, видит рядом со своей кабиной столб с номером 1. Поезд трогается с места и разгоняется, двигаясь с постоянным ускорением $a = 0,15 \text{ м/с}^2$. Вычислите:

1) Через какое время от начала движения кабина машиниста поравняется со столбом номер 3? Ответ выразите в секундах, округлите до целого числа. **(3 балла)**

2) Сколько времени машинист будет двигаться от столба номер 3 до столба номер 4? Ответ выразите в секундах, округлите до целого числа. **(3 балла)**

3) Какова была скорость поезда в момент, когда кабина поравнялась со столбом номер 3? Ответ выразите в м/с, округлите до целого числа. **(3 балла)**

Возможное решение

Запишем закон движения машиниста поезда:

$$S = \frac{a}{2} t^2,$$

где S – перемещение поезда. Кабина машиниста поравняется со столбом номер 3 через время: $t = \sqrt{\frac{2S_3}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 120}{0,15}} = 40 \text{ с.}$

Машинист будет двигаться от столба номер 3 до столба номер 4 в течение времени:

$$t_{34} = \sqrt{\frac{2S_4}{a}} - \sqrt{\frac{2S_3}{a}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 180}{0,15}} - \sqrt{\frac{2 \cdot 120}{0,15}} \approx 9 \text{ с.}$$

Скорость поезда в момент, когда кабина поравнялась со столбом номер 3, равна

$$v = \sqrt{2aS_3} = 6 \text{ м/с.}$$

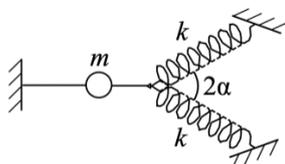
Ответы:

1)	2)	3)
40	9	6

Максимум 9 баллов за задачу.

Задача 4

Шарик массой $m = 500$ г удерживается в равновесии при помощи двух одинаковых пружин и нитей (см. рисунок). В некоторый момент левую нить пережигают, и сразу после этого шарик начинает двигаться с ускорением $a = 5$ м/с². Жёсткость каждой пружины равна $k = 100$ Н/м. Угол, который составляют пружины до пережигания нити, равен $2\alpha = 60^\circ$. Пружины и нити считайте невесомыми, силой тяжести можно пренебречь. Найдите максимальную скорость, которую приобретёт шарик при последующем движении, если расстояние между точками закрепления пружин не превышает удвоенной длины недеформированной пружины. Ответ выразите в см/с, округлите до целого числа.



Возможное решение

Пусть в начальный момент деформация каждой из пружин равна x . Запишем закон сохранения механической энергии:

$$\frac{mv_{max}^2}{2} = 2 \frac{kx^2}{2}.$$

Из второго закона Ньютона для начального момента времени следует, что

$$ma = 2kx \cos \alpha.$$

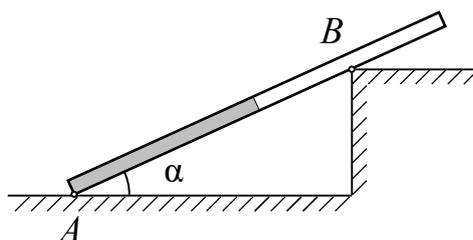
Тогда

$$v_{max} = \sqrt{\frac{2kx^2}{m}} = \sqrt{\frac{2m}{k} \cdot \left(\frac{kx}{m}\right)^2} = \frac{a}{2 \cos \alpha} \sqrt{\frac{2m}{k}} = 29 \text{ см/с}.$$

Ответ: 29 (7 баллов).

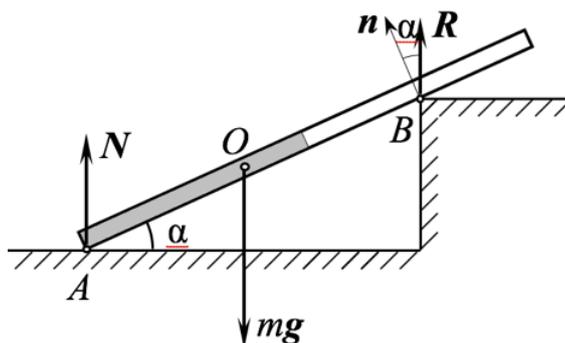
Задача 5

Тонкостенную прямую трубку наполовину заполнили застывшим воском и положили на ступеньку, так что трубка расположилась под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Найдите минимальный коэффициент трения μ_{\min} в точке B , необходимый для того, чтобы трубка оставалась неподвижной. Ответ округлите до сотых долей. Масса заполненной части трубки в два раза больше массы полой. Точка B делит длину полой части пополам. Трубка в точке A контактирует с гладким полом.



Возможное решение

Трубка находится в равновесии под действием трёх сил – силы тяжести mg и сил реакций N и R , приложенных соответственно в точках O (центр тяжести), A и B . Первые две силы направлены вертикально (в точке A трения нет). Стало быть, и третья сила должна быть тоже направлена вертикально, отклоняясь от нормали n на угол α . Поскольку этот угол не может превысить угла трения (он равен $\arctg \mu$), то $\mu_{\min} = \operatorname{tg} \alpha = 0,58$ независимо от распределения массы внутри трубки.



Ответ: 0,57 - 0,58 (7 баллов).

Задача 6

Слой сухого снега какой толщины сможет растопить дождь температуры $T = 5^\circ\text{C}$, идущий непрерывно в течение времени $t = 5$ ч, если скорость накапливания воды в стоящем под дождём вертикальном цилиндрическом ведре равна $h = 12$ мм/час? Пористость снега такова, что его слой толщиной в 1 см, насыпанный в ведро, даёт при таянии слой воды толщиной 1,2 мм. Температура снега равна 0°C . Удельная теплоёмкость воды $c = 4200$ Дж/(кг·°C), удельная теплота таяния льда $\lambda = 340$ кДж/кг, плотность воды $\rho = 1000$ кг/м³. Снежинки представляют собой ледяные кристаллы. Ответ выразите в см, округлите до десятых долей.

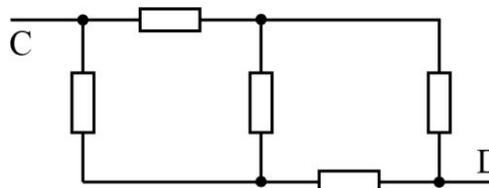
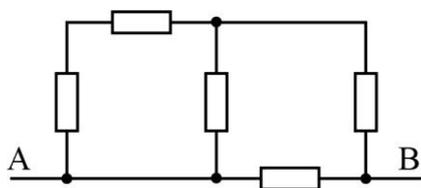
Возможное решение

За время t на площадь S поверхности снега выпадет объём воды $V_{\text{в}} = hSt$, масса этой воды равна $m_{\text{в}} = hSt\rho$. Эта вода отдаст снегу количество теплоты $Q = cm_{\text{в}}T = chSt\rho T$, остывая до температуры 0°C . Этого количества теплоты хватит, чтобы растопить лёд массой $m_{\text{л}} = \frac{Q}{\lambda} = \frac{chSt\rho T}{\lambda}$. Объём талой воды тогда будет равен $V_{\text{т}} = \frac{m_{\text{л}}}{\rho} = \frac{chStT}{\lambda}$. Высота столба талой воды будет равна $\frac{V_{\text{т}}}{S}$. С учётом пористости снега толщина слоя, который растает под дождём, равна $\frac{chtT}{\lambda} \cdot \frac{1 \text{ см}}{1,2 \text{ мм}} \approx 3,1$ см.

Ответ: 3,1 (6 баллов).

Задачи 7-8

На рисунках показаны схемы двух участков электрической цепи, состоящих из одинаковых резисторов сопротивлением 100 Ом каждый.



7) Найдите сопротивление участка AB . Ответ выразите в Ом, округлите до десятых долей. (4 балла)

8) Найдите сопротивление участка CD . Ответ выразите в Ом, округлите до десятых долей. (4 балла)

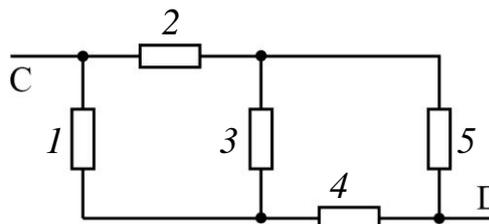
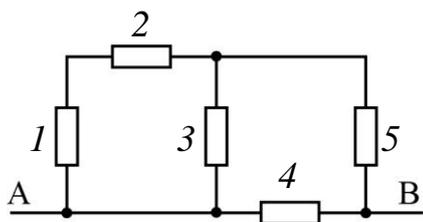
Возможное решение

В участке цепи AB последовательно соединённые резисторы 1 и 2 соединены параллельно с резистором 3. Их можно заменить на эквивалентный резистор

Всероссийская олимпиада школьников по физике. 2021 уч. г.
Пригласительный этап. 9 класс

сопротивлением $\frac{2}{3}R$. Этот эквивалентный резистор соединён последовательно с резистором 5. Снова заменим их на эквивалентный резистор, сопротивление которого равно $\frac{5}{3}R$. Тогда сопротивление участка AB равно

$$R_{AB} = \frac{\frac{5}{3}R \cdot R}{\frac{5}{3}R + R} = \frac{5}{8}R = 62,5 \text{ Ом.}$$



Цепь CD представляет собой сбалансированный мост Уитстона, по «диагональному» резистору 3 которого ток не течёт. Значит, общее сопротивление этого участка цепи равно $R_{CD} = R = 100 \text{ Ом}$.

Ответы:

7)	8)
62,5	100

Максимум 8 баллов за задачу.

Продолжительность тура: 150 мин.