

**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

$$v = \sqrt{2aS_3} = 6 \text{ м/с.}$$

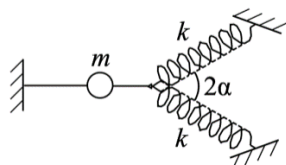
**Ответы:**

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/с<sup>2</sup>. 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

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

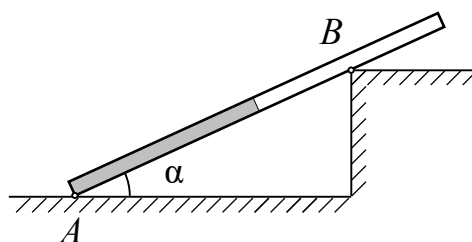
Тогда

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

**Ответ:** 29 (7 баллов).

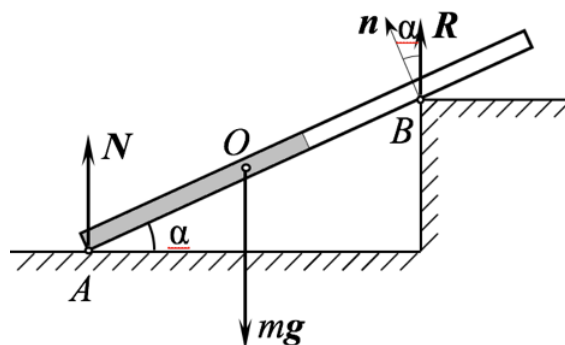
### Задача 5

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  $\mu_{\min}$  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  $\alpha$ . 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 ведёрке равна  $h = 12$  мм/час? Пористость снега такова, что его слой толщиной в 1 см, насыпанный в ведёрко, даёт при таянии слой воды толщиной 1,2 мм. Температура снега равна  $0^\circ\text{C}$ . Удельная теплоёмкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°C), удельная теплота таяния льда  $\lambda = 340$  кДж/кг, плотность воды  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Снежинки представляют собой ледяные кристаллы. Ответ выразите в см, округлите до десятых долей.

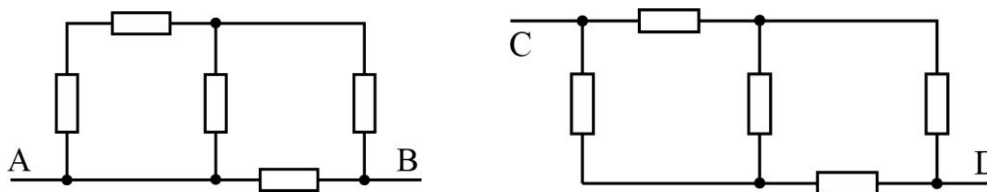
#### Возможное решение

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  $0^\circ\text{C}$ . 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)

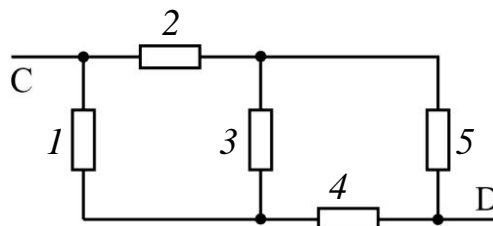
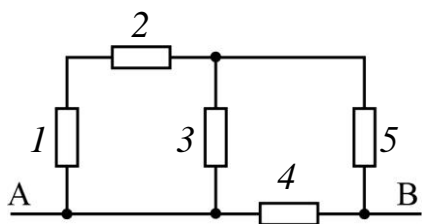
#### Возможное решение

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.