Условия и решения
Городской олимпмады по физике
от 19.04.2025
8 класс

1. Посылки одинакового размера приходят по прямой трубе пневмопочты из пункта приема в пункт выдачи. Пункт выдачи закрылся на обед, после чего труба начала заполняться. Сколько посылок поместится в трубу, если первая невыданная посылка летела 12 секунд до остановки, а десятая — 3 секунды? Посылки движутся с постоянной скоростью 1 м/с.

Решение

Первая посылка, попавшая в трубу, до остановки проходит всю ее длину. Исходя из этого определим полную длину трубы L.
L = V t = 1 м/с · 12 с = 12 м.

Следующим посылкам надо пройти меньшее расстояние, так как часть трубы уже заполнена. Например, до своей остановки вторая проходит расстояние ($L - d$), где d — длина посылки. Заметим, что расстояние, которое проходит посылка до остановки, уменьшается на d с каждой новой посылкой.

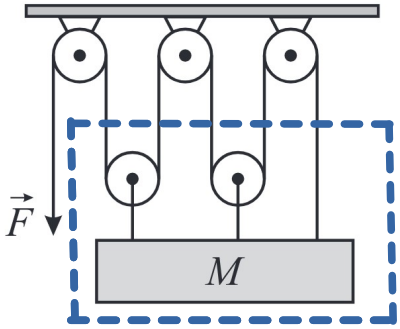
В условии дано время для десятой посылки. Она проходит расстояние ($L - 9d$), значит для этой посылки выполняется: $L - 9d$ = V t = 1 м/с · 3 с = 3 м.
Из этого уравнения можно найти длину одной посылки
$9d = L - 3$ м = 12 м − 3 м = 9 м $\Rightarrow d$ = 1 м.

Отсюда можно получить, что каждая следующая посылка движется до своей остановки на 1 с меньше предыдущей.
Определим какое количество посылок можно уместить в трубу. А именно
$N = L/d$ = 12 посылок.
Ответ: в трубу пневмопочты влезет 12 посылок.

1	Используется формула пути для равномерного движения L = V t	1 б
2	Получено значение длины трубы 12м	2 б
3	Сделано предположение об уменьшении расстояния с каждой посылкой на d	1 б
4	Получено выражение расстояния для десятой посылки $L - 9d$ = V t	2 б
5	Получено значение расстояния для десятой посылки 3м	1 б
6	Найдена длина одной посылки 1м	1 б
7	Получено выражение для числа посылок $N = L/d$	1 б
8	Найдено количество посылок 12 шт	1 б
	Всего	**10б**

2. С помощью системы из 5 блоков (см. рис.) рабочий поднимает плиту массой M = 120 кг. С какой минимальной силой F он должен для этого тянуть за свободный конец верёвки, если масса каждого блока равна m = 15 кг?

Трение в системе отсутствует, массой верёвок и подвесов можно пренебречь. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2.



Решение

Рассмотрим систему груза и подвижных блоков как единое целое. Тогда масса системы: M +2m (150 кг)

К системе приложена внешняя сила со стороны веревок и неподвижных блоков 5F

Условие равновесия: 5F = (M +2m) g

F=(M +2m) g/5=300Н

Ответ: F=300Н

1	Указано, что общая масса, которую должен поднять рабочий равна M +2m (150 кг)	2 б
2	Используется формула силы тяжести для системы (M +2m) g	1 б
3	Сделано предположение о внешней силе, приложенной к системе со стороны веревки 5F	2 б
4	Записано условие равновесия: 5F = (M +2m) g	2 б
5	Плучено выражение для силы F=(M +2m) g/5	2 б
6	Найдено значение силы F=300Н	1 б
	Всего	**10б**

3. В калориметр добавили 5 порций воды. Первая порция имела массу m=1 г и температуру t=10 °C. Каждая следующая порция была на один грамм больше, а температура в два раза меньше предыдущей. Найти установившуюся температуру смеси. Потерями теплоты пренебречь.

Решение

Количество теплоты, которое выделится при остывании всей воды в системе от температуры t до 0°C

Q_1=cmt+2mct/2+3mct/4+4mct/8+5mct/16=((9/16)+3)cmt= 57cmt/16

Масса образовавшейся смеси
m+2m+3m+4m+5m=15m

Количество теплоты, пошедшей на нагревание всей воды от 0°C до искомой температуры $t_{кон}$:
Q_2=15cm($t_{кон}$-0°C)

Система теплоизолированная, следовательно, в ней выполняется закон сохранения энергии:
$Q_1 = Q_2$.

Уравнение для определения установившейся температуры: 57cmt/16 = 15cm($t_{кон}$-0°C).

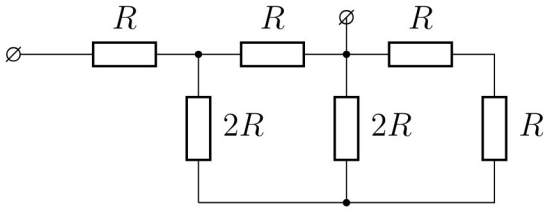
Формула для вычисления установившейся температуры:

$$t_{кон}=\frac{57\cdot t}{16\cdot 15}=2{,}375\,^0C$$

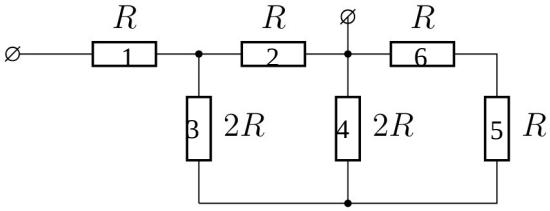
Ответ: $t_{кон}$ =2,375 °C

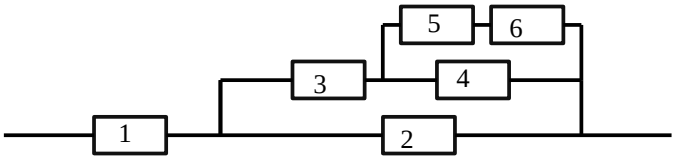
1	В общем виде записано выражение для количества теплоты, выделившейся при остывании всей воды в системе до 0°C	2 б
2	Выполнено упрощение полученного выражения	1 б
3	Записано выражение для массы итоговой смеси m+2m+3m+4m+5m=15m	1 б
4	В общем виде записано выражение для количества теплоты, пошедшей на нагревание всей воды в системе от 0°C до искомой температуры	2 б
5	Сформулировано положение о сохранении энергии $Q_1 = Q_2$	1 б
6	Составлено уравнение для определения искомой температуры 57cmt/16 = 15cm($t_{кон}$-0°C)	1 б
7	Получена формула для вычисления установившейся температуры $t_{кон}=\frac{57\cdot t}{16\cdot 15}$	1 б
8	Рассчитано значение установившейся температуры $t_{кон}$ =2,375 °C	1 б
	Всего	**10б**

4. Найти общее сопротивление электрической цепи, указанной на рисунке.



Решение
Пронумеруем резисторы и составим эквивалентную схему





$R_{56}=R_5+R_6=2R$

$R_{456}=R$

$R_{3456}=3R$

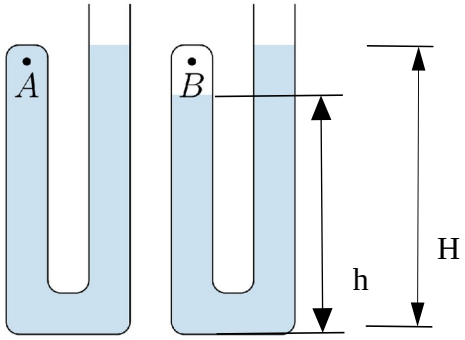
$R_{23456}=3/4\ R=0{,}75\ R$

$R_0=1{,}75\ R$

Ответ: $R_0=1{,}75\ R$

1	Составлена эквивалентная схема	3 б
2	Использована формула для общего сопротивления участка цепи при последовательном подключении	2 б
3	Использована формула для общего сопротивления участка цепи при параллельном подключении	2 б
4	Получено верное значение эквивалентного сопротивления	3 б
	Всего	**10б**

5. Две одинаковые изогнутые трубки заполнены водой до одного уровня (см. рисунок). Но в одной из трубок оказался пузырек. Где больше давление: в точке А или В ? Объясните свой ответ.



Решение

В точке В давленние больше.

$p_A=p_0$

$p_B=p_0 + \rho gH - \rho gh$

$p_B=p_0 + \rho g(H — h)$

т. к. H>h, следовательно $p_B > p_A$

1	Дан верный ответ: в точке В давленние больше	2 б
2	Указано равенство давлений $p_A=p_0$ для точки А	2 б
3	Используется формула давления жидкости $p=\rho gh$	2 б
4	Записано выражение для давления в т.В $p_B=p_0 + \rho gH - \rho gh$	2 б
5	Сделан вывод о связи высот H>h с давлениями $p_B > p_A$	2 б
	Всего	**10б**