

2023-2024 учебный год



ФИЗИКА

ОТВЕТЫ РЭ-2024

7 класс

Максимальное количество баллов за задания:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сумма
7	5	6	8	6	7	6	6	8	6	65

1. Максимально 7 баллов.

Первый грузовик, попавший в затор, ехал до дерева 42 минуты со скоростью 40 км/ч. Тогда расстояние от выезда из карьера до упавшего дерева:

$$S = vt = 36 \text{ км/ч} \cdot (42/60) \text{ ч} = 25,2 \text{ км. (1 балл формула + 1 балл ответ = 2 балла)}$$

Пятьдесят восьмой грузовик ехал до начала затора 41 минуту, т.е. на $t_1 = 1$ минуту меньше первого грузовика до дерева. Тогда длина затора из 57 грузовиков составила $L = vt_1 = 36 \cdot (1/60) = 0,6 \text{ км} = 600 \text{ м. (1 балл)}$

Тогда длина одного грузовика: $l = (600 - 57 \cdot 1)/57 \approx 9,53$ метра. Здесь учтено, что до 58-го грузовика находятся 57 грузовиков и 57 промежутков между грузовиками. (1 балл за формулу с учетом промежутков + 1 балл за ответ = 2 балла)

Тогда на всем участке дороги в заторе стоят n грузовиков, между которыми $(n-1)$ расстояние. Поэтому $9,53 \cdot n + n - 1 = 25200$, отсюда $10,53n = 25199$, значит $n = 2393$ автомобиля. (1 балл за формулу + 1 балл за ответ = 2 балла)

2. Максимально 5 баллов.

На оставшейся части шестерёнки имеется только 14 зубцов (5 снизу и 9 сверху), причём «пропуски» расположены симметрично (убрано по 5 зубьев с каждой стороны).

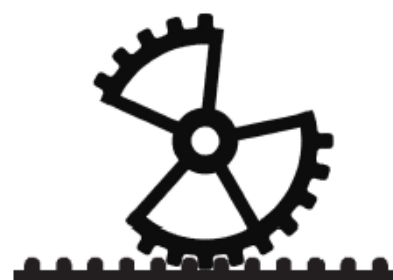
Так как шестерёнка делает один оборот за 12 с, за 65 с она сделает пять полных оборотов и ещё $5/12$ оборота.

За пять полных оборотов рейка переместится влево на $5 \cdot 14 = 70$ расстояний между зубцами. За оставшиеся $5/12$ оборота шестерёнка провернётся так, что внизу окажется зубец, изображённый на исходном рисунке справа в верхней части (см. рис.).

Из-за удалённого куска шестерёнки рейка при этом переместится только на 5 расстояний между зубцами. Поэтому за все 65 с рейка переместится влево на $70 + 5 = 75$ таких расстояний. Учитывая, что одно такое расстояние равно $1/24$ длины окружности шестерёнки, общее смещение рейки в сантиметрах составит

$$s = 75 \cdot 2\pi / 24 \approx 39 \text{ см.}$$

(5 баллов за верное решение с объяснением)

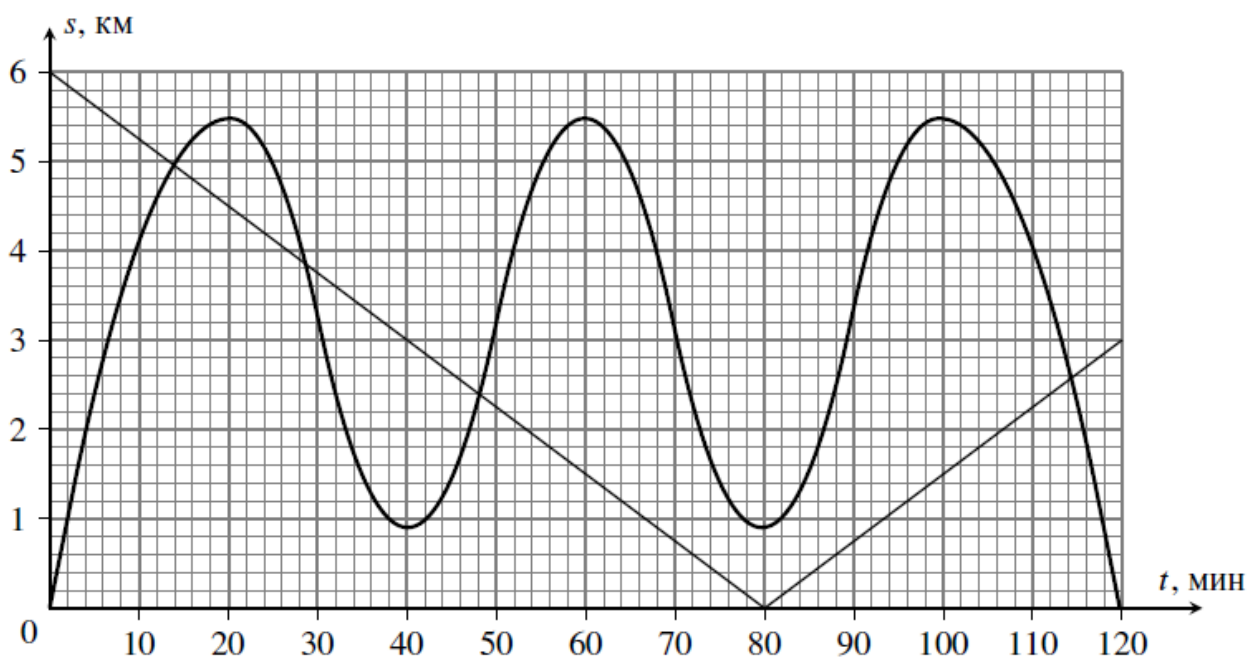


3. Максимально 6 баллов.

Руслан идет со скоростью 1,25 м/с, поэтому он пройдет расстояние от своего дома до дома Юры за время: $t = s/v = 6000/1,25 = 4800 \text{ с} = 80 \text{ мин.}$ (1 балл)

График на рисунке показывает зависимость расстояния от дома Юры от времени, поэтому на этом графике в начальный момент Руслан находится в точке (0; 6 км). (1 балл)

Через 80 минут после старта Руслан оказался у дома Юры, развернулся и пошел обратно с той же скоростью. Изобразим на графике, как менялось его расстояние до дома Юры. Получим (1 балл):



Точки пересечения – это и есть встречи. Таким образом, друзья встретились 4 раза (1 балл). По графику можно определить, что первая встреча произошла на расстоянии примерно 5 км, вторая на 3,8 км, третья на 2,4 км и последняя на расстоянии 2,6 км, когда Руслан уже шел обратно.

(Если верно определены все расстояния, то 2 балла, если 2-3 расстояния, то 1 балл, если только 1 расстояние – 0 баллов)

4. Максимально 8 баллов.

Масса кубика увеличивается за счет нанесения лака, так что $m = 0,36 \text{ г}$ – это масса лака в покрытии.

У плоского слоя толщины d и площади S объём слоя $V = Sd$ (1 балл). Поверхность кубика не плоская, но и толщина слоя лака $d = 0,02 \text{ мм}$ очень мала, поэтому площадь внешней границы слоя лака почти совпадает с площадью поверхности кубика, а тогда и для объёма слоя лака можно применить формулу $V = Sd$. Т.е. наличием стыков мы пренебрегаем.

Масса лака $M = 1,2 \text{ кг}$ в объёме $V_0 = 1 \text{ литр}$. Поэтому $m/V = M/V_0$ (1 балл).

Тогда искомая площадь: $S = mV_0/(dM) = 150 \text{ см}^2$ (1 балл).

У куба 6 граней, площадь каждой из них a^2 , тогда $S = 6a^2$ и $a = 5 \text{ см}$ (2 балла).

5. Максимально 6 баллов.

Пусть скорость вертолёта v , а скорость корабля u .

В течении времени T_1 вертолёт пролетит расстояние $L_1 = vT_1$, а за время T_2 расстояние $L_2 = vT_2$ в обратную сторону. (2 балла)

Пройденное кораблём за время $T_1 + T_2$ расстояние $L_k = u(T_1 + T_2)$, а с другой стороны $L_k = L_1 - L_2$. Отсюда выразим скорость корабля

$$u = L_k / (T_1 + T_2) = v(T_1 - T_2) / (T_1 + T_2) = v/7. \text{ (2 балла)}$$

Расстояние от корабля до берега в момент возвращения $L = vT_2$, тогда кораблю понадобится время $T = L/u$, чтобы добраться до берега.

Таким образом $T = vT_2/u = T_2(T_1 + T_2)/(T_1 - T_2) = 210$ минут или 3,5 часа. (2 балла)

6. Максимально 7 баллов.

Пусть L — длина дистанции, 1 «мартышка» = m «попугаев», а 1 «удав» = n «попугаев». Тогда скорость Мартышки равна $25m$ «попугаев»/мин, скорость

Удава — $3n$ «попугаев»/мин. Так как Мартышка пробежала дистанцию за 3,6 мин, $L = 25m$ «попугаев»/мин $\times$ 3,6 мин = $90m$ «попугаев». (1 балл)

В момент финиша обезьяны Попугаю осталось пробежать расстояние $4,2n$ «попугаев». Следовательно, $L = 140$ «попугаев»/мин $\times$ 3,6 мин + $4,2n$ «попугаев» $\Rightarrow 504 + 4,2n = 90m$. (1 балл)

Всю дистанцию Попугай пробегает за время $t = (90m/140)$ мин. (1 балл).

За это же время удав должен проползти $L - 5L/14 = 9L/14$, то есть $9/14 \cdot 90m$ «попугаев». (1 балл).

Отсюда следует, что $9/14 \cdot 90m$ «попугаев» = $3n$ «попугаев»/мин $\times$ $(90m/140)$ мин $\Rightarrow 9/14 = 3n/140 \Rightarrow n = 30$. (1 балл);

Соответственно,

$m = (504 + 4,2n)/90 = 7$ (1 балл); а длина дистанции равна $L = 90m$ «попугаев» = 630 «попугаев». (1 балл)

7. Максимально 6 баллов.

Объем трубы $V = \pi D l d$ (1 балл).

Если мы не меняем длину и диаметр, то объем у второй трубы, а значит и ее масса уменьшится в 2 раза. (1 балл)

На первую трубу потрачено $s_1 = s/100 = 100$ рублей за 1 штуку, тогда на вторую трубу будет потрачено $s_2 = s_1/2 = s/200 = 50$ рублей. (1 балл)

Стоимость одного кг пластика $\mu = s/(100m) = s/(100\rho V) = s/(100\rho\pi D l d) \approx 100/(800 \cdot 3,14 \cdot 0,2 \cdot 10 \cdot 0,002) \approx 9,95$ руб/кг. (1 балл)

На прототип 1 трубы уйдет объем пластика в 1000 раз меньше (все размеры уменьшили в 10 раз), стоимость пластика для прототипа 1-й трубы будет в 1000 раз меньше и равна 0,1 рублей). (2 балла)

8. Максимально 6 баллов.

Выкройка прототипа 1-й трубы – это прямоугольник с размерами $\pi D = 3,14 \cdot 0,02 = 0,0628$ на $l = 1$ м. (1 балл)

На листе размерами 1,5 м на 2 м целесообразно раскладывать заготовки таким образом, чтобы вдоль длинной стороны листа поместилось две заготовки в длину впритык друг к другу, тогда вдоль короткой стороны листа поместится

$$N = 1,5 \text{ м} / 0,0628 \text{ м} \approx 23,88 \text{ заготовок.}$$

Нас интересует только целые заготовки, тогда на лист их поместится $n = 23 \cdot 2 = 46$ штук. (2 балла. Если участник не учитывает раскладку, а просто площадь листа делит на площадь одной детали и берет целую часть, то тогда получается ответ 47 штук. За такое значение ставится 1 балл из двух, и за второй вопрос баллы не выставляются).

Оставшаяся площадь пойдет на обрезки. Площадь обрезков равна $2(1,5 \text{ м} - 0,0628 \cdot 23) \approx 0,1112 \text{ м}^2$. (2 балла)

Тогда масса обрезков $\Delta m = \rho \Delta S \cdot \delta = 800 \cdot 0,1112 \cdot 0,0002 \approx 17,8 \text{ г}$ (1 балл).

9. Максимально 8 баллов.

Пусть скорости пловцов относительно берега v_1 и v_2 . Обозначим искомое расстояние x , выразим его через данные времена и скорости:

$$x = v_1 T_1; x = v_2 T_2 \text{ (1 балл).}$$

Так как $v_1 T_1 = v_2 T_2$, то отношение скоростей равно обратному отношению времён $v_2/v_1 = T_1/T_2 = 1,5$ (1 балл).

Скорости пловцов относительно плота одинаковы по величине (1 балл) и равны $v = L/t = 1,5 \text{ м/с}$ или 90 м/мин (1 балл).

Пусть скорость плота относительно берега u . Тогда выразим через v и u скорости пловцов относительно берега $v_1 = v - u$ и $v_2 = v + u$, для первого пловца скорости противоположны и вычитаются, для второго направлены в одну сторону и складываются, как показано на схеме ниже. (1 балл).



Поскольку $v_2 = 1,5v_1$, то $v + u = 1,5(v - u)$ и $u = v/5 = 18 \text{ м/мин}$ (1 балл).

Тогда из любого равенства $x = (v - u)T_1$ или $x = (v + u)T_2$ находим искомое расстояние $x = (90 - 18)15 = (90 + 18)10 = 1080 \text{ м}$ (2 балла)

10. Максимально 6 баллов.

При смешивании жидкостей суммарная масса будет сохраняться. Поэтому для того, чтобы найти общую массу смеси, достаточно найти массу каждой из использованных жидкостей по отдельности. Так как мы знаем плотность каждой жидкости, нужно найти использованный объём, который понадобился для того, чтобы заполнить бутылку. Обозначим изначальный объём второй и третьей жидкости V_0 .

После того, как вторую и третью жидкости смешали, их суммарный объём стал меньше на 10% и стал равен $0,9 \cdot (V_0 + V_0)$. (1 балл)

После смешивания всех трёх жидкостей бутылка была заполнена целиком, поэтому

$$3V_0 + 0,9 \cdot (V_0 + V_0) = V = 1 \text{ л, (1 балл)}$$

откуда можно найти $V_0 = V/4,8$ л. (1 балл)

Зная, какой объём был использован, можно найти массу каждой использованной жидкости

$$m_1 = 3V_0 \cdot \rho_1,$$

$$m_2 = V_0 \cdot \rho_2,$$

$$m_3 = V_0 \cdot \rho_3. (1 \text{ балл})$$

И тогда суммарная масса смешанных жидкостей равна

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = (3\rho_1 + \rho_2 + \rho_3) \cdot V/4,8 = (3 \cdot 0,9 + 0,8 + 0,7)/4,8 = 0,875 \text{ кг. (2 балла)}$$