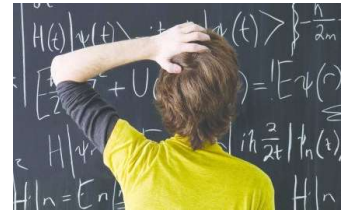


**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике**  
7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа    Максимум 40 баллов.

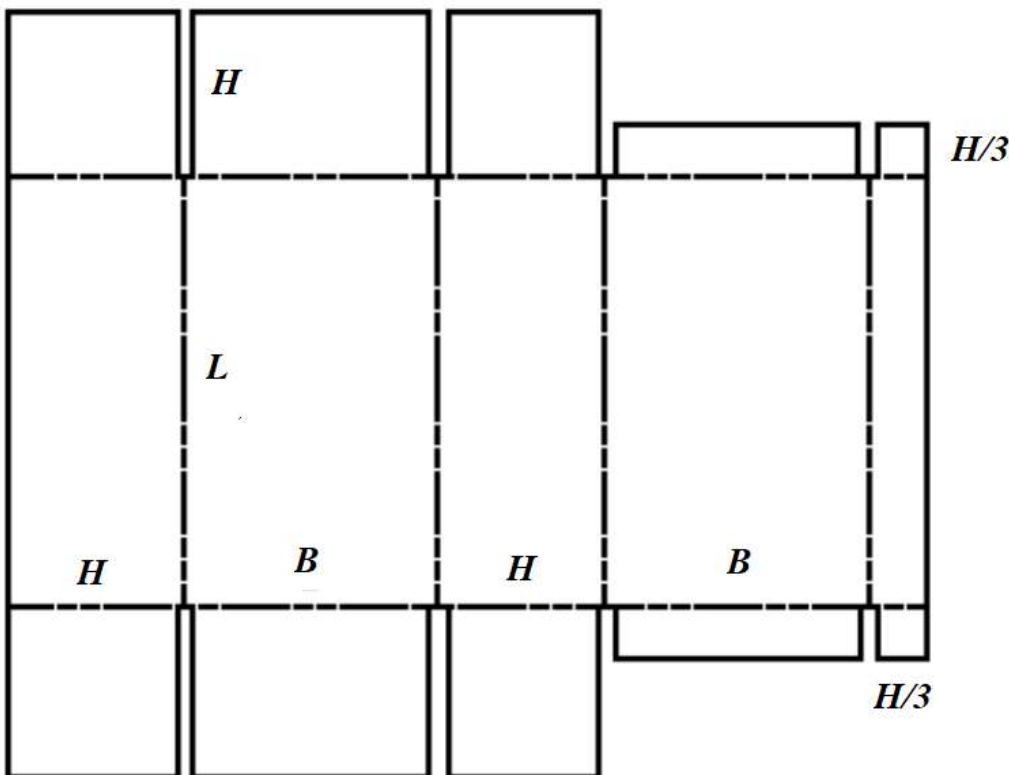


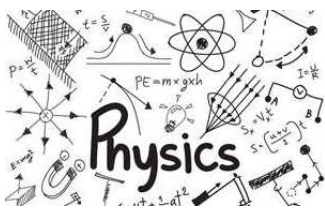
**Задача № 1. Упаковка продукции**

На производстве для упаковки продукции используются картонные коробки, которые собираются из заготовок с параметрами, указанными на рисунке, где  $H = 15$  см,  $B = 20$  см,  $L = 30$  см. Заготовки для коробок вырезаются на специальном конвейере из листов гофрокартона длиной  $L_0 = 6,2$  м, шириной  $D = 4,3$  м и толщиной  $h = 5$  мм. Поверхностная плотность гофрокартона  $270$  г/м<sup>2</sup>.

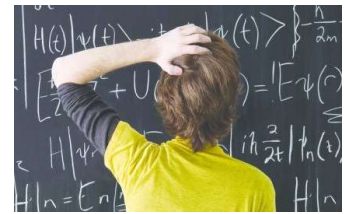
- 1) Сколько заготовок для коробок получится из одного листа гофрокартона, если расстояние между заготовками можно сделать очень малым, а все заготовки должны быть ориентированы одинаково?
- 2) Чему равна масса одной коробки? Зазоры между деталями коробки на заготовке считать пренебрежимо малыми.
- 3) Найдите объемную плотность гофрокартона.

**Примечание:** *поверхностная плотность – это масса тела, приходящаяся на единицу площади, т.е.  $\sigma = m/S$ . Объемная плотность – это масса тела, приходящаяся на единицу объема, т.е.  $\rho = m/V$ .*





**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике**  
7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа    Максимум 40 баллов.

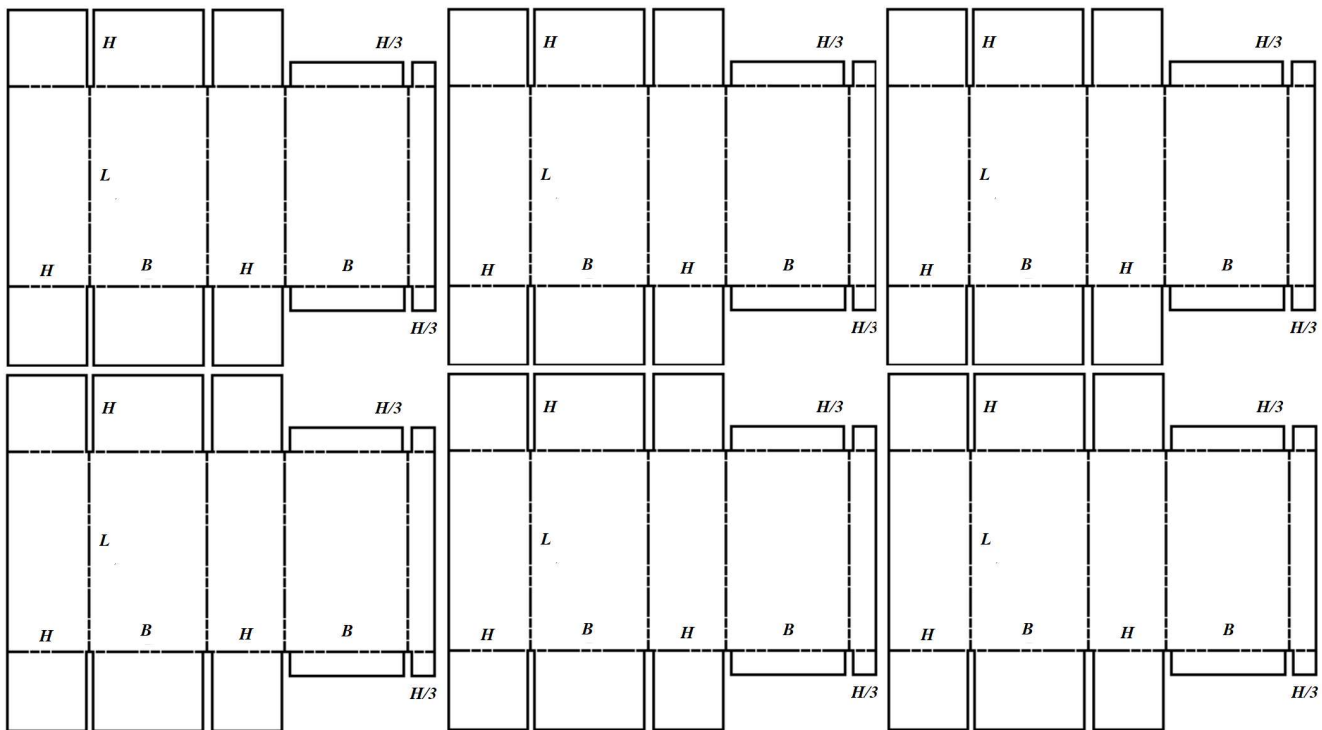


**Возможное решение:**

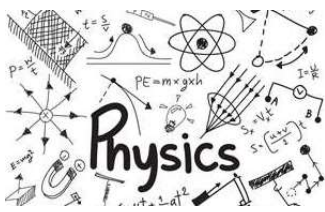
1) Для того, чтобы ответить на первый вопрос, найдем длину и ширину заготовки (нам нужны максимальные значения длины и ширины). Длина равна  $l = H + B + H + B + H/3 = 15 + 20 + 15 + 20 + 15/3 = 75$  см, **(1 балл)**

ширина равна  $b = H + L + H = 15 + 30 + 15 = 60$  см. **(1 балл).**

На одном листе гофрокартона заготовки можно размещать по-разному, однако в условии сказано, что они должны быть все ориентированы одинаково. Можно размещать заготовки длинной стороной вдоль ширины листа, а можно вдоль длины листа. Максимальное количество заготовок получится тогда, когда мы будем располагать заготовки длинной частью вдоль длинной стороны листа картона. Примерная схема расположения приведена на рисунке ниже. **(1 балл за выбор оптимального размещения для получения максимального числа заготовок; участник может проверить данный вывод расчетами).**

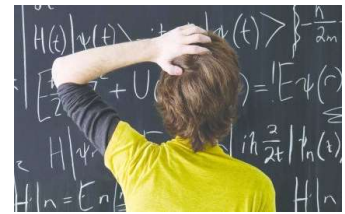


Вдоль длины листа гофрокартона тогда вместится  $N_1 = L_0/l = 8,27$ , т.е. максимум 8 заготовок. А вдоль ширины листа  $N_2 = D/b = 7,17$ , т.е. максимум 7 заготовок. Значит, на одном листе гофрокартона при заданных условиях можно расположить  $7 \cdot 8 = 56$  заготовок. **(2 балла, можно выставить 1 балл за частично верные рассуждения на данном этапе)**



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



2) Чтобы найти массу коробки, надо площадь заготовки умножить на поверхностную плотность:  $m = \sigma S$  (см. примечание). Так как зазоры между деталями можно считать малыми, то площадь заготовки – это сумма площадей двух частей: прямоугольника с размерами  $(H + L + H = 60 \text{ см} = 0,6 \text{ м})$  на  $(H + B + H = 50 \text{ см} = 0,5 \text{ м})$  и прямоугольника с размерами  $(L + H/3 + H/3 = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м})$  на  $(B + H/3 = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м})$ . Тогда площадь  $S = 0,6 \cdot 0,5 + 0,4 \cdot 0,25 = 0,4 \text{ м}^2$ . (2 балла за нахождение площади заготовки, можно выставить 1 балл за частично верные рассуждения).

Значит, масса коробки  $m = 270 \cdot 0,4 = 108$  грамм. (1 балл).

3) Т.к. толщина картона  $h = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$ , то объем картона, из которого сделана одна заготовка, равен:  $V = S \cdot h = 0,4 \cdot 0,005 = 0,002 \text{ м}^3$ . (1 балл)

Тогда объемная плотность картона:  $\rho = m/V = 0,108/0,002 = 54 \text{ кг/м}^3$ . (1 балл).

**Альтернативный подход:**

Объемную плотность можно найти иначе – разделив поверхностную плотность на толщину, т.е.  $\rho = \sigma/h = 0,27/0,005 = 54 \text{ кг/м}^3$ . (2 балла – 1 балл за формулу, 1 балл за расчет).

**Итого максимум 10 баллов за задачу.**

**Задача № 2. Летние воспоминания**

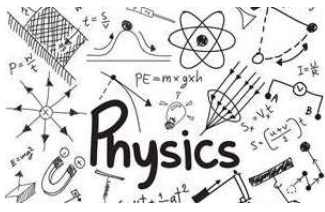
Артем летом вместе с родителями отдыхал на Волге, на острове Зелененький. Однажды они на моторной лодке отправились на соседний остров Голодный по течению реки, прогулялись там в течение времени  $t_0$ , и отправились обратно против течения реки. Известно, что скорость лодки в стоячей воде в 4 раза больше скорости течения реки, а средняя скорость лодки на всём пути оказалась равна 45 км/ч.

1) Во сколько раз скорость лодки при движении по течению реки больше скорости лодки при движении против течения реки?

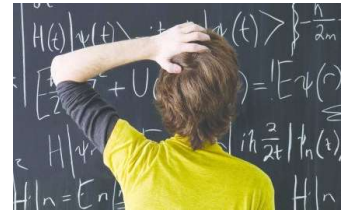
2) Чему равна скорость течения реки, если время прогулки на острове составило 1/6 часть от времени всей поездки?

**Возможное решение:**

Согласно условию,  $v_{л} = 4v_p$ . Поэтому скорость лодки по течению реки  $v_1 = v_{л} + v_p = 5v_p$  (1 балл), а скорость лодки против течения реки  $v_2 = v_{л} - v_p = 3v_p$  (1 балл). Тогда можно ответить на первый вопрос: скорость лодки по течению реки больше скорости лодки против течения реки в  $v_1/v_2 = 5/3$  раза  $\approx 1,7$  раза. (2 балла, участник может оставить ответ в виде дроби 5/3 или написать в 1 и 1/3 раза больше, оценка за это не снижается).



**Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике**  
7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа    Максимум 40 баллов.



Обозначим расстояние между островами за  $S$ , тогда весь путь составит  $2S$ , а все время движения  $t = 2S/v$  (**1 балл**, это выражение или  $v = 2S/t$  могут быть не записаны отдельно, но использоваться при решении задачи, тогда балл все равно выставляется).

Время остановки  $t_0 = t/6 = 2S/6v$ . (**1 балл**, может не быть записано отдельно, но фигурировать в общем уравнении).

Общее время движения лодки:  $t = t_1 + t_0 + t_2 = S/v_1 + 2S/6v + S/v_2$ . (**2 балла**)

Отсюда:  $2S/v - 2S/6v = S/5v_p + S/3v_p = 8S/15v_p$ . Тогда  $10S/6v = 8S/15v_p$ , значит  $150v_p = 48v$ , т.е.  $v_p = 48 \cdot 45/150 = 14,4$  км/ч = 4 м/с. (**2 балла**)

Участник может решать альтернативными способами. В таком случае баллы выставляются в зависимости от его продвижения к правильному ответу.

За арифметическую ошибку при правильной логике решения задачи следует снимать не более **2 баллов**.

Таким образом, за ответ на первый вопрос можно получить **максимум 4 балла**, за ответ на второй вопрос – **максимум 6 баллов**, **итого максимум 10 баллов за задачу**.

### Задача № 3. Межпланетные часы

Земля находится от Солнца на среднем расстоянии, равном одной астрономической единице (1 а.е.). Согласно Википедии 1 а.е.  $\approx 149\,597\,870\,700$  м. Представьте, что в будущем создали огромные межпланетные часы, конец часовой стрелки которых движется со скоростью 173 а.е. в сутки.

- 1) Чему равна скорость конца стрелки в м/с?
- 2) Чему равна длина этой стрелки в метрах?
- 3) Во сколько раз стрелка больше или меньше расстояния от Земли до Солнца?

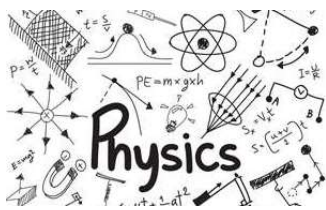
**Примечание:** длина окружности  $l$  связана с ее радиусом  $r$  формулой  $l = 2\pi r$ , где  $\pi \approx 3,14$ .

#### Возможное решение:

1) Сначала ответим на первый вопрос.

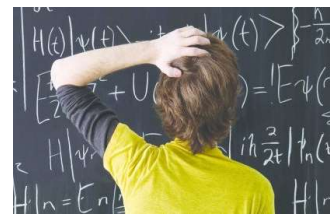
173 а.е в сутки =  $173 \cdot 149\,597\,870\,700$  м/сут  $\approx 300\,000\,000$  м/с (**2 балла**).

Т.е. конец стрелки движется со скоростью света!



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



2) За одни сутки часовая стрелка делает два оборота, поэтому пройдет две длины окружности  $S = 4\pi r$  (либо имеется утверждение, что один оборот стрелка делает за 12 часов). (2 балла).

Скорость конца часовой стрелки  $v = S/t = 4\pi r/t$ , где  $t = 1$  сутки. (2 балла)

Тогда длина стрелки  $r = vt/4\pi \approx 13,77 \text{ а.е.} \approx 2,1 \cdot 10^{12} \text{ м.}$  (2 балла)

3) Расстояние от Земли до Солнца составляет 1 а.е., так что длина стрелки в 13,77 раза больше, чем это расстояние. (2 балла)

**Итого максимум 10 баллов за задачу.**

**Задача № 4. Скорость роста (Псевдоэксперимент)**

**Оборудование:** 2 листа миллиметровки формата А4 (предоставляются организаторами).

5 б класс выполнял проектную работу «Зависимость скорость выгонки зелёного пера от способа подготовки лука-репки». Арсению активисты класса выдали уже пророщенную репку лука и поручили измерять высоту помеченного пера луковицы в течение двух недель. Арсений подошел к поставленной задаче не очень ответственно, поэтому были дни, когда он забывал производить измерения, записывал их, где придется, а потом терял. К концу эксперимента у Арсения получилась вот такая таблица:

$T$ , дни	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$H$ , мм			47			58	64	67	76	76	80	82	87	91

- 1) Постройте график зависимости высоты пера луковицы от времени.
- 2) Найдите высоту помеченного пера в день выдачи луковицы Арсению.
- 3) Рассчитайте среднюю скорость роста пера.

**Примечание:** день 1 – следующий за днем выдачи.

**Возможное решение:**

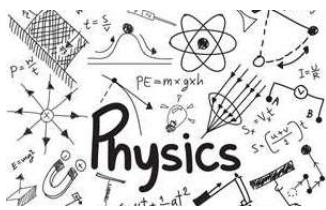
1) График оценивается в 4 балла:

а) Адекватный масштаб – 1 балл

б) Подписанные оси – 1 балл

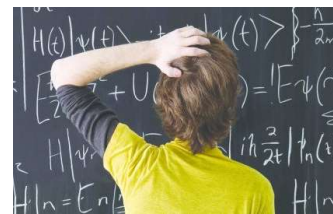
в) На всех осях нанесена шкала – 1 балл

г) проведена оптимальная прямая (точки НЕ соединены ломаной) – 1 балл



Муниципальный этап  
Всероссийской олимпиады школьников  
по физике

7 класс, 2023/2024 учебный год  
Длительность 3 часа Максимум 40 баллов.



2) В 9 й день измерения результат исключен как промах. У участника в решении должно быть указание, что это промах и этот результат не учитывается. Если такое указание есть, то ставится **2 балла**. Если указания нет, то **0 баллов**.

3) Найдена высота помеченного пера в день выдачи по графику – требуется провести график вниз до пересечения с осью  $h$ . На нашем графике точка пересечения пришлась на 35мм. За верный результат засчитывается число в диапазоне от 34 до 36 мм (**2 балла**).

4) Найдем из графика скорость роста пера. Для этого выберем на графике две точки, у нас выбрана начальная точка и точка на графике, соответствующая 10-му дню. Тогда скорость роста пера  $V = \Delta H / \Delta t = 4$  мм/день (**2 балла**).

За верный результат засчитывается число в диапазоне от 3,5 до 4,5 мм/день.

*Если скорость роста пера найдена не с помощью графика, а с помощью данных в таблице, то за этот этап ставится 1 балл в случае попадания в указанный диапазон.*

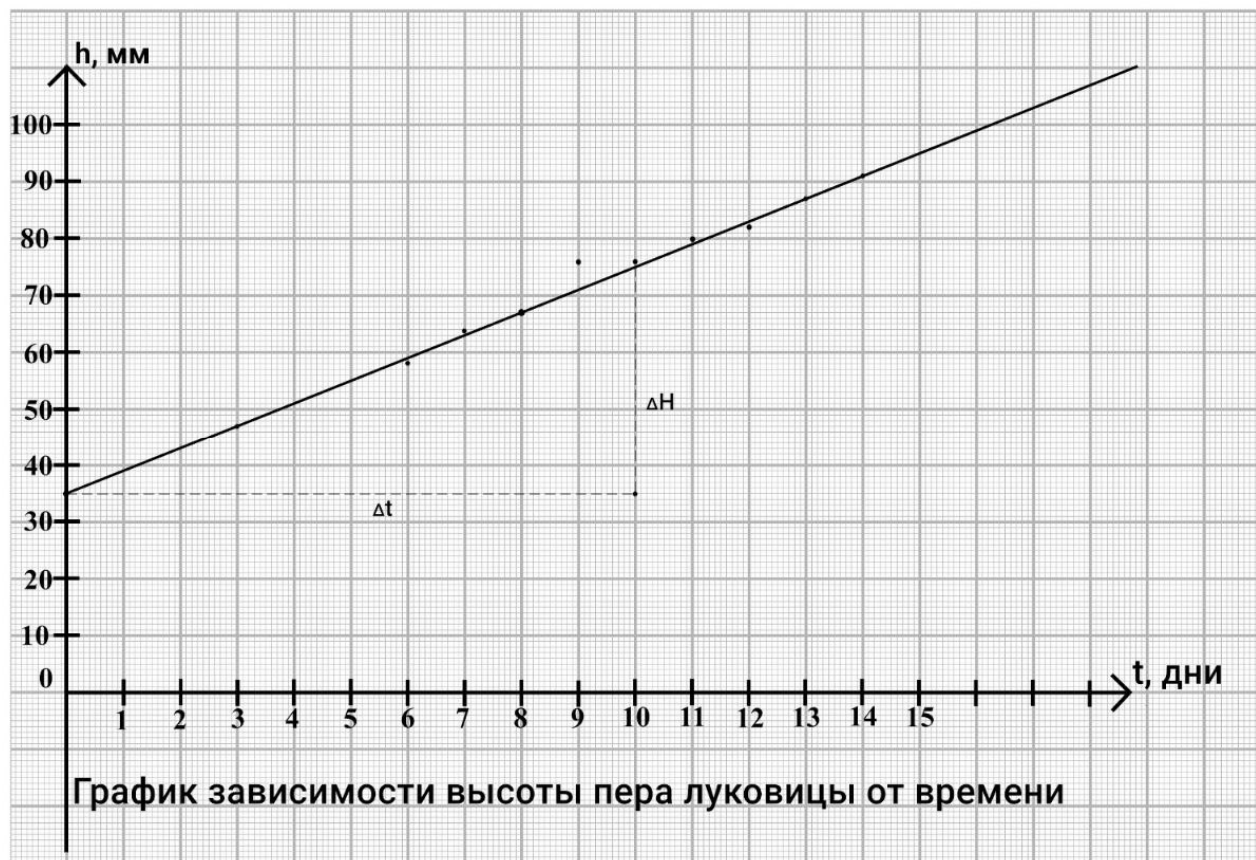


График зависимости высоты пера луковицы от времени

Итого максимум 10 баллов за задачу.