

Разбор заданий пригласительного этапа ВсОШ по физике для 7 класса

2021/22 учебный год

Максимальное количество баллов — 30

Задание № 1.1

Общее условие:

Автомобилист проехал расстояние между городами со скоростью 70 км/ч. Если бы он проезжал в час на 10 км больше, то потратил бы на 30 минут меньше на тот же путь.

Условие:

Сколько времени ехал автомобилист? Ответ выразите в минутах.

Ответ: 240

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Какой путь проехал автомобилист? Ответ выразите в километрах.

Ответ: 280

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Пусть t – время в пути, тогда расстояние между городами $s = v \cdot t$.

Составим уравнение и решим его:

$$70 \cdot t = 80 \cdot (t - 0,5)$$

$$t = 4 \text{ ч} = 240 \text{ мин.}$$

$$s = 70 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 4 \text{ ч} = 280 \text{ км}$$

Задание № 1.2

Общее условие:

Автомобилист проехал расстояние между городами со скоростью 80 км/ч. Если бы он проезжал в час на 10 км меньше, то потратил бы на 30 минут больше на тот же путь.

Условие:

Сколько времени ехал автомобилист? Ответ выразите в минутах.

Ответ: 210

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Какой путь проехал автомобилист? Ответ выразите в километрах.

Ответ: 280

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Пусть t – время в пути, тогда расстояние между городами $s = v \cdot t$.

Составим уравнение и решим его:

$$80 \cdot t = 90 \cdot (t - 0,5)$$

$$t = 3,5 \text{ ч} = 210 \text{ мин.}$$

$$s = 80 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 3,5 \text{ ч} = 280 \text{ км}$$

Задание № 1.3

Общее условие:

Автомобилист проехал расстояние между городами со скоростью 60 км/ч. Если бы он проезжал в час на 30 км больше, то потратил бы на 30 минут меньше на тот же путь.

Условие:

Сколько времени ехал автомобилист? Ответ выразите в минутах.

Ответ: 90

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Какой путь проехал автомобилист? Ответ выразите в километрах.

Ответ: 90

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Пусть t – время в пути, тогда расстояние между городами $s = v \cdot t$.

Составим уравнение и решим его:

$$60 \cdot t = 90 \cdot (t - 0,5)$$

$$t = 1,5 \text{ ч} = 90 \text{ мин.}$$

$$s = 60 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 1,5 \text{ч} = 90 \text{ км}$$

Задание № 1.4

Общее условие:

Автомобилист проехал расстояние между городами со скоростью 90 км/ч. Если бы он проезжал в час на 30 км меньше, то потратил бы на 30 минут больше на тот же путь.

Условие:

Сколько времени ехал автомобилист? Ответ выразите в минутах.

Ответ: 60

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Условие:

Какой путь проехал автомобилист? Ответ выразите в километрах.

Ответ: 90

Точное совпадение ответа — 5 баллов

Решение.

Пусть t – время в пути, тогда расстояние между городами $s = v \cdot t$.

Составим уравнение и решим его:

$$90 \cdot t = 60 \cdot (t + 0,5)$$

$$t = 1 \text{ ч} = 60 \text{ мин.}$$

$$s = 90 \frac{\text{км}}{\text{ч}} \cdot 1 \text{ч} = 90 \text{ км}$$

Задание № 2.1

Общее условие:

Вертикально расположенная пружина соединяет два груза плотностью 4 г/см^3 каждый. Масса верхнего груза составляет 1 кг , нижнего — 3 кг . Если подвесить систему за верхний груз, длина пружины станет равна 10 см . Если систему поставить на подставку, длина пружины окажется равной 4 см .

Условие:

Чему равен объём верхнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 250

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равен объём нижнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 750

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система подвешена за верхний груз? Силой Архимеда, действующей на нижний груз, пренебречь. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 30

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система поставлена на нижний груз? Сила Архимеда, действующая на верхний груз, пренебрежимо мала. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна длина недеформированной пружины? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 55

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

$$\text{Объем верхнего груза: } V_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{1000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 250\text{см}^3$$

$$\text{Объем нижнего груза: } V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{3000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 750\text{см}^3$$

Если подвесить систему за верхний груз, нижний груз будет находится в равновесии

под действием силы тяжести и силы упругости: $F_{\text{упр}1} = m_2 g = 3\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 30\text{Н}$. Если систему

поставить на нижний груз, верхний груз будет находится в равновесии под действием силы

тяжести и силы упругости: $F_{\text{упр}2} = m_1 g = 1\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 10\text{Н}$.

Составим систему уравнений и решим ее:

$$\begin{cases} m_2 g = k(l_1 - l_0) \\ m_1 g = k(l_0 - l_2) \end{cases}, \frac{m_2}{m_1} = \frac{l_1 - l_0}{l_0 - l_2}, l_0 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_1 + m_2} = \frac{1\text{кг} \cdot 10\text{см} + 3\text{кг} \cdot 4\text{см}}{1\text{кг} + 3\text{кг}} = 5,5\text{см} = 55\text{мм}$$

Задание № 2.2

Общее условие:

Вертикально расположенная пружина соединяет два груза плотностью 4 г/см^3 каждый. Масса верхнего груза составляет 3 кг , нижнего — 1 кг . Если подвесить систему за верхний груз, длина пружины станет равна 6 см . Если систему поставить на подставку, длина пружины окажется равной 4 см .

Условие:

Чему равен объём верхнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 750

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равен объём нижнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 250

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система подвешена за верхний груз? Силой Архимеда, действующей на нижний груз, пренебречь. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система поставлена на нижний груз? Сила Архимеда, действующая на верхний груз, пренебрежимо мала. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 30

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна длина недеформированной пружины? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 55

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{3000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 750\text{см}^3$$

Объем верхнего груза:

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{1000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 250\text{см}^3$$

Объем нижнего груза:

Если подвесить систему за верхний груз, нижний груз будет находится в равновесии

под действием силы тяжести и силы упругости: $F_{\text{уп1}} = m_2 g = 1\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 10\text{Н}$. Если систему

поставить на нижний груз, верхний груз будет находится в равновесии под действием силы

тяжести и силы упругости: $F_{\text{уп2}} = m_1 g = 3\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 30\text{Н}$.

Составим систему уравнений и решим ее:

$$\begin{cases} m_2 g = k(l_1 - l_0) \\ m_1 g = k(l_0 - l_2) \end{cases}, \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{l_1 - l_0}{l_0 - l_2}, \quad l_0 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_1 + m_2} = \frac{3\text{кг} \cdot 6\text{см} + 1\text{кг} \cdot 4\text{см}}{1\text{кг} + 3\text{кг}} = 5,5\text{см} = 55\text{мм}$$

Задание № 2.3

Общее условие:

Вертикально расположенная пружина соединяет два груза плотностью 4 г/см^3 каждый. Масса верхнего груза составляет 1 кг , нижнего — 4 кг . Если подвесить систему за верхний груз, длина пружины станет равна 16 см . Если систему поставить на подставку, длина пружины окажется равной 4 см .

Условие:

Чему равен объём верхнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 250

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равен объём нижнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 1000

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система подвешена за верхний груз? Силой Архимеда, действующей на нижний груз, пренебречь. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 40

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система поставлена на нижний груз? Сила Архимеда, действующая на верхний груз, пренебрежимо мала. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна длина недеформированной пружины? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 64

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{1000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 250\text{см}^3$$

Объем верхнего груза:

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{4000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 1000\text{см}^3$$

Объем нижнего груза:

Если подвесить систему за верхний груз, нижний груз будет находится в равновесии

под действием силы тяжести и силы упругости: $F_{\text{упр1}} = m_2 g = 4\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 40\text{Н}$. Если систему

поставить на нижний груз, верхний груз будет находится в равновесии под действием силы

тяжести и силы упругости: $F_{\text{упр2}} = m_1 g = 1\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 10\text{Н}$.

Составим систему уравнений и решим ее:

$$\begin{cases} m_2 g = k(l_1 - l_0) \\ m_1 g = k(l_0 - l_2) \end{cases}, \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{l_1 - l_0}{l_0 - l_2}, \quad l_0 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_1 + m_2} = \frac{1\text{кг} \cdot 16\text{см} + 4\text{кг} \cdot 4\text{см}}{1\text{кг} + 4\text{кг}} = 6,4\text{см} = 64\text{мм}$$

Задание № 2.4

Общее условие:

Вертикально расположенная пружина соединяет два груза плотностью 4 г/см^3 каждый. Масса верхнего груза составляет 4 кг , нижнего — 1 кг . Если подвесить систему за верхний груз, длина пружины станет равна 7 см . Если систему поставить на подставку, длина пружины окажется равной 4 см .

Условие:

Чему равен объём верхнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 1000

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равен объём нижнего груза? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 250

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система подвешена за верхний груз? Силой Архимеда, действующей на нижний груз, пренебречь. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 10

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна сила упругости пружины в случае, когда система поставлена на нижний груз? Сила Архимеда, действующая на верхний груз, пренебрежимо мала. Ответ выразите в ньютонах, округлите до целых. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10 \text{ Н/кг}$.

Ответ: 40

Точное совпадение ответа — 2 балла

Условие:

Чему равна длина недеформированной пружины? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 64

Точное совпадение ответа — 4 балла

Решение.

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho} = \frac{4000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 1000\text{см}^3$$

Объем верхнего груза:

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{1000\text{г}}{4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 250\text{см}^3$$

Объем нижнего груза:

Если подвесить систему за верхний груз, нижний груз будет находится в равновесии

под действием силы тяжести и силы упругости: $F_{\text{уп1}} = m_2 g = 1\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 10\text{Н}$. Если систему

поставить на нижний груз, верхний груз будет находится в равновесии под действием силы

тяжести и силы упругости: $F_{\text{уп2}} = m_1 g = 4\text{кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} = 40\text{Н}$.

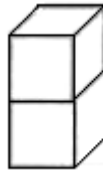
Составим систему уравнений и решим ее:

$$\begin{cases} m_2 g = k(l_1 - l_0) \\ m_1 g = k(l_0 - l_2) \end{cases}, \quad \frac{m_2}{m_1} = \frac{l_1 - l_0}{l_0 - l_2}, \quad l_0 = \frac{m_1 l_1 + m_2 l_2}{m_1 + m_2} = \frac{4\text{кг} \cdot 7\text{см} + 1\text{кг} \cdot 4\text{см}}{4\text{кг} + 1\text{кг}} = 6,4\text{см} = 64\text{мм}$$

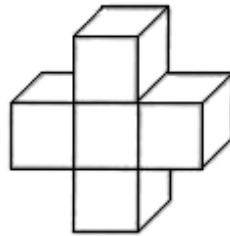
Задание № 3.1

Общее условие:

На дне аквариума стоит деталь, склеенная из 2 одинаковых кубиков. Длина ребра каждого кубика равна 6 см. В аквариум медленно наливают воду. Когда высота уровня достигает 6 см, деталь отрывается ото дна.



Опыт повторяют, склеив вторую деталь из 5 таких же кубиков.



Условие:

Чему равен объём второй детали? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 1080

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна масса второй детали? Ответ выразите в граммах; плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

Ответ: 540

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

До какой высоты нужно теперь налить в аквариум воду, чтобы деталь оторвалась ото дна? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 90

Точное совпадение ответа — 6 баллов

Решение.

$$\text{Объем кубика } V_0 = a^3 = (6\text{см})^3 = 216\text{см}^3$$

$$\text{Объем второй детали } V = 5 \cdot V_0 = 5 \cdot 216\text{см}^3 = 1080\text{см}^3$$

Первая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 2V_0 \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot V_0, \quad \rho_m = \frac{\rho_e}{2} = 0,5 \frac{\rho_e}{\text{см}^3}$$

$$\text{Масса второй детали: } m = \rho \cdot V = 0,5 \frac{\rho_e}{\text{см}^3} \cdot 1080\text{см}^3 = 540g$$

Вторая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

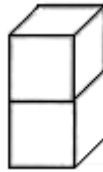
$$\rho_m \cdot 5V_0 \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot V_x, \quad V_x = \frac{5\rho_m}{\rho_e} \cdot V_0 = 2,5V_0. \quad \text{Значит воду надо долить до высоты}$$

$$h = 1,5a = 1,5 \cdot 6\text{см} = 9\text{см} = 90\text{мм}$$

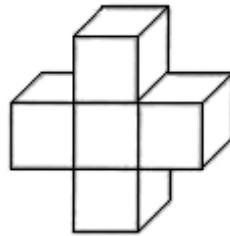
Задание № 3.2

Общее условие:

На дне аквариума стоит деталь, склеенная из 2 одинаковых кубиков. Длина ребра каждого кубика равна 4 см. В аквариум медленно наливают воду. Когда высота уровня достигает 4 см, деталь отрывается ото дна.



Опыт повторяют, склеив вторую деталь из 5 таких же кубиков.



Условие:

Чему равен объём второй детали? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 320

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна масса второй детали? Ответ выразите в граммах; плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

Ответ: 160

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

До какой высоты нужно теперь налить в аквариум воду, чтобы деталь оторвалась ото дна? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 60

Точное совпадение ответа — 6 баллов

Решение.

Объем кубика $V_0 = a^3 = (4\text{см})^3 = 64\text{см}^3$

Объем второй детали $V = 5 \cdot V_0 = 5 \cdot 64\text{см}^3 = 320\text{см}^3$

Первая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 2V_0 \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot V_0, \quad \rho_m = \frac{\rho_e}{2} = 0,5 \frac{\rho_e}{\text{см}^3}$$

Масса второй детали: $m = \rho \cdot V = 0,5 \frac{\rho_e}{\text{см}^3} \cdot 320\text{см}^3 = 160g$

Вторая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 5V_0 \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot V_x, \quad V_x = \frac{5\rho_m}{\rho_e} \cdot V_0 = 2,5V_0$$

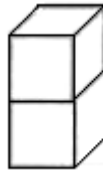
. Значит воду надо долить до высоты

$$h = 1,5a = 1,5 \cdot 4\text{см} = 6\text{см} = 60\text{мм}$$

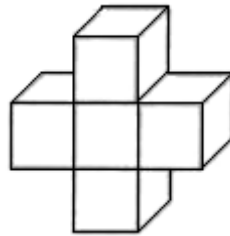
Задание № 3.3

Общее условие:

На дне аквариума стоит деталь, склеенная из 2 одинаковых кубиков. Длина ребра каждого кубика равна 8 см. В аквариум медленно наливают воду. Когда высота уровня достигает 8 см, деталь отрывается ото дна.



Опыт повторяют, склеив вторую деталь из 5 таких же кубиков.



Условие:

Чему равен объём второй детали? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 2560

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна масса второй детали? Ответ выразите в граммах; плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

Ответ: 1280

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

До какой высоты нужно теперь налить в аквариум воду, чтобы деталь оторвалась ото дна? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 120

Точное совпадение ответа — 6 баллов

Решение.

Объем кубика $V_0 = a^3 = (8\text{см})^3 = 512\text{см}^3$

Объем второй детали $V = 5 \cdot V_0 = 5 \cdot 512\text{см}^3 = 2560\text{см}^3$

Первая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 2V_0 \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot V_0, \quad \rho_m = \frac{\rho_e}{2} = 0,5 \frac{\rho_e}{\text{см}^3}$$

Масса второй детали: $m = \rho \cdot V = 0,5 \frac{\rho_e}{\text{см}^3} \cdot 2560\text{см}^3 = 1280\rho_e$

Вторая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 5V_0 \cdot g = \rho_e \cdot g \cdot V_x, \quad V_x = \frac{5\rho_m}{\rho_e} \cdot V_0 = 2,5V_0$$

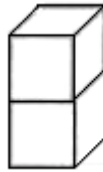
. Значит воду надо долить до высоты

$$h = 1,5a = 1,5 \cdot 8\text{см} = 12\text{см} = 120\text{мм}$$

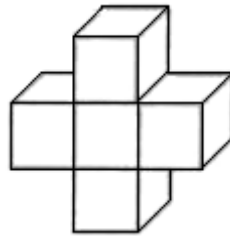
Задание № 3.4

Общее условие:

На дне аквариума стоит деталь, склеенная из 2 одинаковых кубиков. Длина ребра каждого кубика равна 12 см. В аквариум медленно наливают воду. Когда высота уровня достигает 12 см, деталь отрывается ото дна.



Опыт повторяют, склеив вторую деталь из 5 таких же кубиков.



Условие:

Чему равен объём второй детали? Ответ выразите в кубических сантиметрах.

Ответ: 8640

Точное совпадение ответа — 1 балл

Условие:

Чему равна масса второй детали? Ответ выразите в граммах; плотность воды $\rho = 1 \text{ г/см}^3$.

Ответ: 4320

Точное совпадение ответа — 3 балла

Условие:

До какой высоты нужно теперь налить в аквариум воду, чтобы деталь оторвалась ото дна? Ответ выразите в миллиметрах.

Ответ: 180

Точное совпадение ответа — 6 баллов

Решение.

Объем кубика $V_0 = a^3 = (12\text{см})^3 = 1728\text{см}^3$

Объем второй детали $V = 5 \cdot V_0 = 5 \cdot 1728\text{см}^3 = 8640\text{см}^3$

Первая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 2V_0 \cdot g = \rho_g \cdot g \cdot V_0, \quad \rho_m = \frac{\rho_g}{2} = 0,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

Масса второй детали: $m = \rho \cdot V = 0,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 8640\text{см}^3 = 4320\text{г}$

Вторая деталь всплывет, когда сила Архимеда незначительно превысит силу тяжести:

$$\rho_m \cdot 5V_0 \cdot g = \rho_g \cdot g \cdot V_x, \quad V_x = \frac{5\rho_m}{\rho_g} \cdot V_0 = 2,5V_0$$

. Значит воду надо долить до высоты

$$h = 1,5a = 1,5 \cdot 12\text{см} = 18\text{см} = 180\text{мм}$$