**Математика Бородинской баталии (10–11 классы)**

**Рабочий лист учителя**

Дополнительные материалы и оборудование: калькулятор.

Рекомендация: не округлять промежуточные результаты вычислений, округлять только итоговый результат.

**Задача 1 (Пожар).** В одном из залов музея вы увидите на стене карту, показывающую дома, сгоревшие в Москве во время пожара 1812 года (рис. 1). Изучите эту карту.

Эта карта приведена в рабочих листах (рис. 1).

Определите, какая часть домов (в процентах) сгорела во время Московского пожара, произошедшего в период со 2 (14) по 6 (18) сентября 1812 года во время оккупации города французскими войсками.

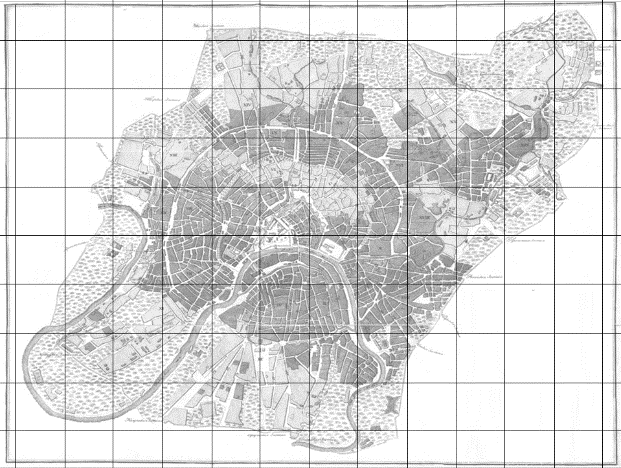


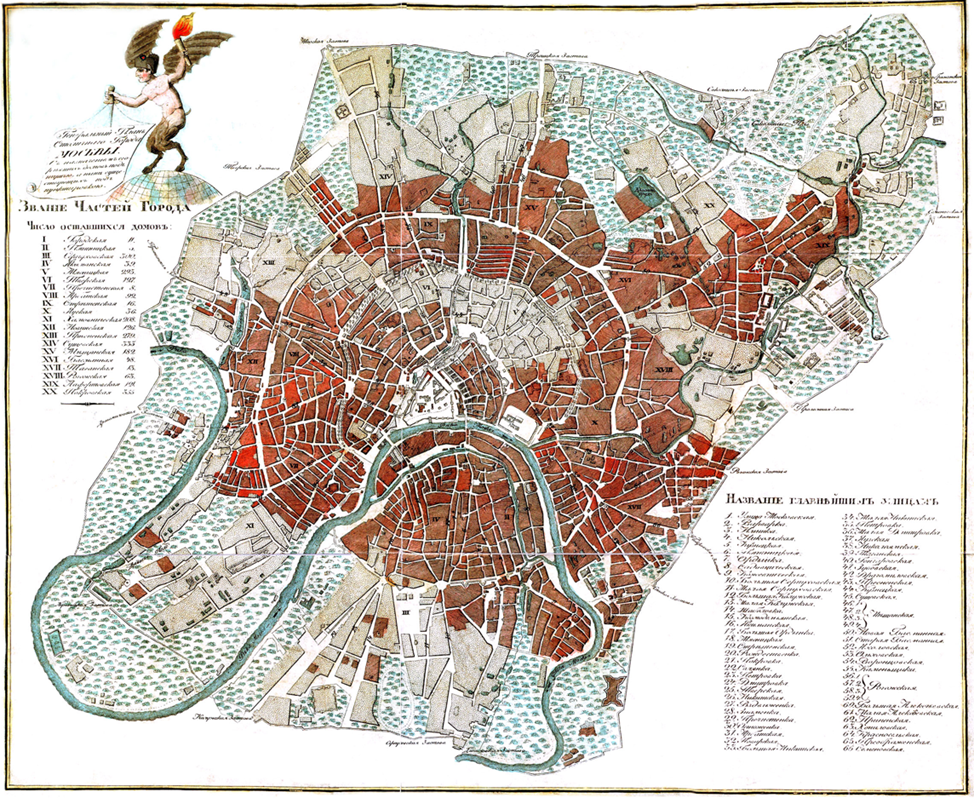
Рис. 1

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Решение:**

Карта размещена на сайте <http://www.etomesto.ru/map-moscow1813/>.

Там она выглядит следующим образом:



Предлагаем один из способов определить, какая часть домов сгорела во время пожара (рис. 2).

Зеленым цветом отмечены клетки на карте, в основном полностью занятые уцелевшими домами, красные — сгоревшими, синие — сгоревшими и уцелевшими домами примерно в равных количествах. Шашечками соответствующего цвета заполнены клетки, которые содержат примерно половину домов.

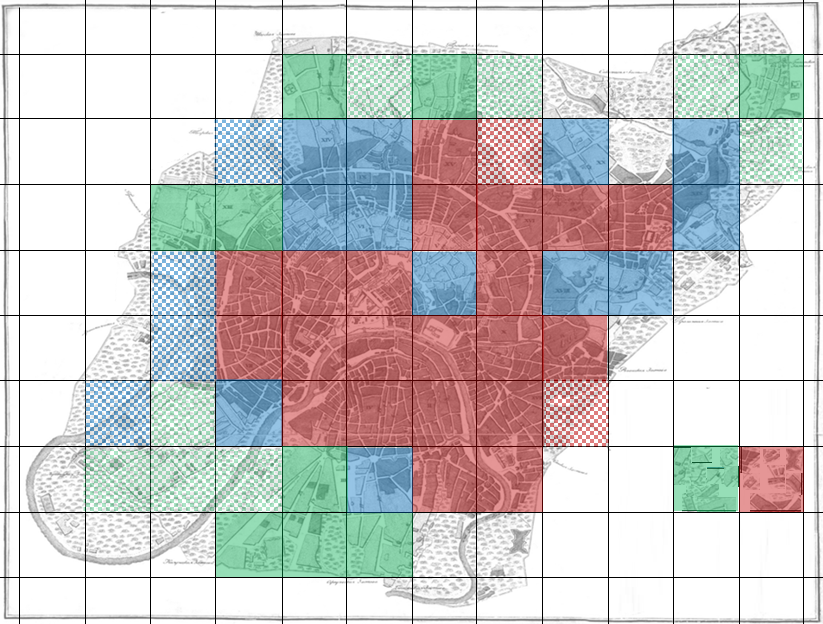


Рис. 2

Из оставшихся клеток можно собрать примерно по одной красной и зеленой клетке. Синие клетки мы исключаем из дальнейшего подсчета, так как в пределах этих клеток примерно в равных количествах находятся и сгоревшие, и уцелевшие дома.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Количество полных клеток | Количество  заполненных наполовину | Количество клеток из остатков | Всего полных клеток |
| Красные | 21 | 2 | 1 | 23 |
| Зеленые | 10 | 8 | 1 | 15 |
| Синие | 12 | 4 |  | 14 |

По некоторым данным, во время пожара 1812 года в Москве сгорело более 70 % домов. Результат значительно отличается от исторического, так как шаг палетки велик для карты такого масштаба. При меньшем шаге результат получится более точным. Однако учащиеся могут более тщательно набирать количество клеток, учитывая пустоты в них (отсутствие домов) и пересечения (например, в зеленой клетке есть маленький участок со сгоревшими домами). Поэтому правильным можно считать ответ, попавший в промежуток от 55 до 70 %.

Ответ: 58 %.

**Задача 2 (Солнечные часы).** В зале музея, в стеклянной витрине, хранятся солнечные часы фирмы Delure, изготовленные в XVIII веке во Франции. На фотографии (рис. 3) изображены часы — экспонат Музея-панорамы «Бородинская битва», а на другой (рис. 4) — представлены часы той же фирмы, но в лучшем состоянии сохранности. Они состоят из циферблата с подъемным флажком, который называется *гномон*, и компаса с вращающейся стрелкой.

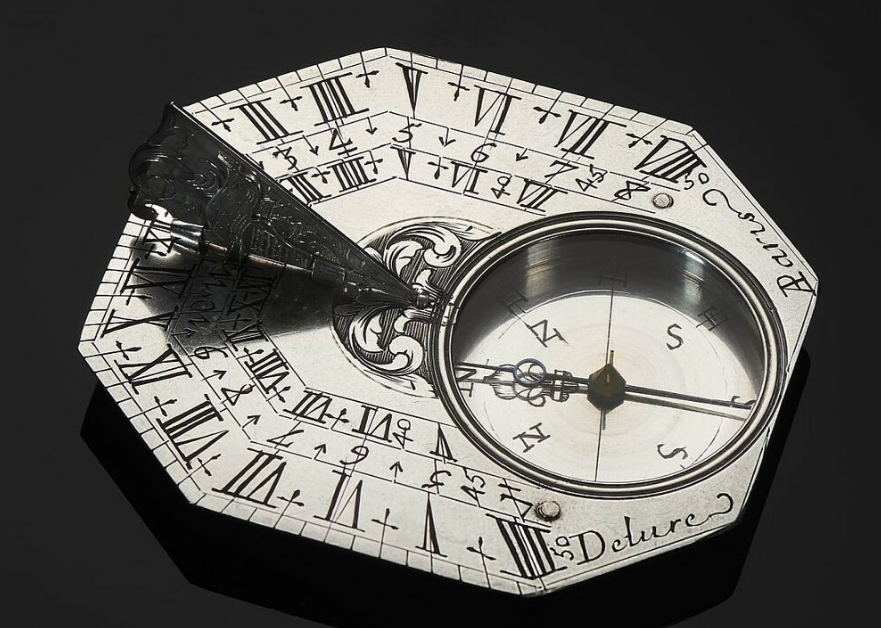


Рис. 3 Рис. 4

Найдите часы в экспозиции музея. Чтобы узнать по ним время, нужно поднять гномон и развернуть часы так, чтобы направление стрелки компаса совместилось с направлением гномона.

**Задание 2.1.** На какой неразвернутый угол нужно повернуть часы, стоящие на витрине, чтобы они показывали истинное время?

Ответ: \_\_\_\_\_\_.

Оцените, как непросто определять время по таким часам.

Перед вами солнечные часы (рис. 5), которые определяют истинное солнечное время в Москве, в усадьбе Кусково. Гномон уже выставлен по компасу и расположен в направлении Юг-Север, а его размер позволяет отбрасывать тень на весь сектор циферблата.

По этим часам верхняя кульминация Солнца (истинный полдень, или средний полдень) в Кусково всегда наступает в 12 часов 30 минут. Это соответствует широте и долготе Москвы (в разных городах мира истинный полдень имеет различное значение).

Вся необходимая информация об использовании часов находится на самом циферблате. Изучите правила вычисления среднего поясного времени, изложенные на солнечных часах в Кусково.

**Задание 2.2.** На фотографии круга с часами и минутами укажите точку, на которую указывала бы тень от гномона (ее тоже рекомендуется изобразить) в момент сражения, который запечатлен на холсте Бородинской панорамы (10 часов утра 26 августа 1812 года по Юлианскому календарю).

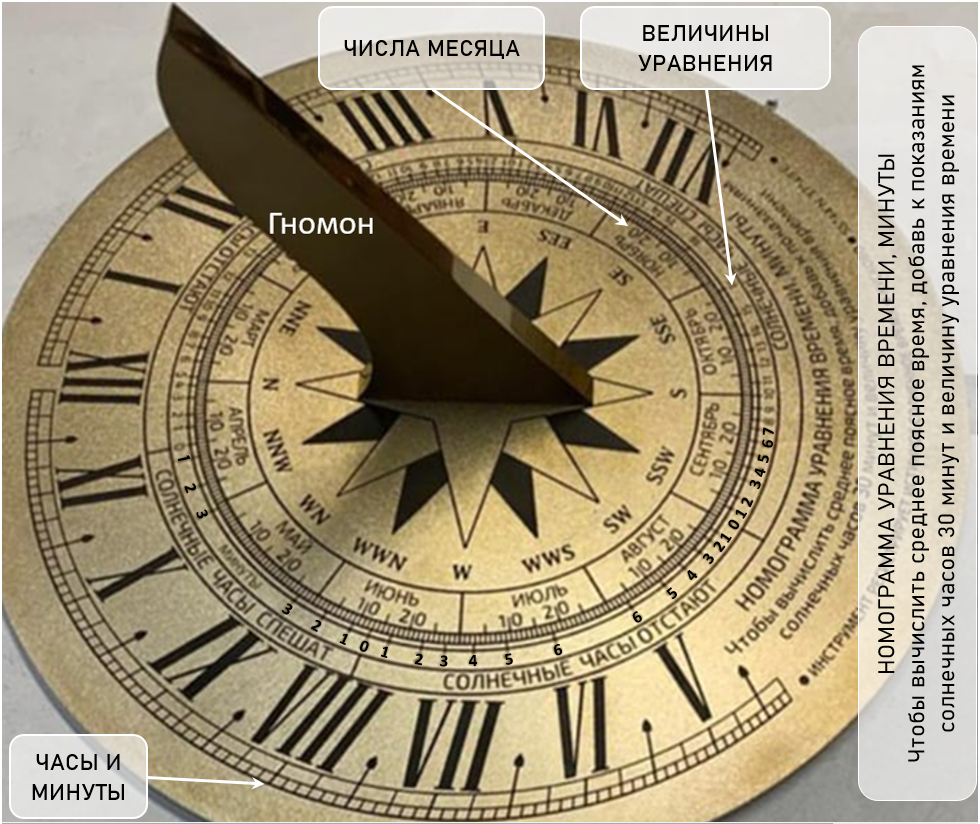


Рис. 5

**Решение:**

**Задание 2.1.** На .

**Задание 2.2.**

Желающие могут ознакомиться с принципом работы солнечных часов различных типов, перейдя по ссылкам:

<https://kurs-sites.narod.ru/metod/filatov/sundial.html>

<https://astro-bratsk.ru/content-observer/291-sundial-bratsk.html>

Познакомиться с хронологией боевых действий 26 августа 1812 года можно, изучив статьи, размещенные по следующим адресам:

<https://www.borodino.ru/wp-content/uploads/2017/08/2_ivchenko-1.pdf>

<https://disk.yandex.ru/i/rJO2tDjmL1q_nA>

10 часов – 30 минут – 2 мин9 часов 28 минут

**Задача 3 (Ров).** Наряду с батареей Раевского Багратионовы флеши являлись ключевыми оборонительными сооружениями в Бородинском сражении, объектом неоднократных атак главных сил французской армии. Используя эти укрепления, русские войска нанесли противнику значительный урон.

Найдите в музее мультимедийную карту Бородинского сражения. На слайде «Изначальное положение войск в 6 часов утра» рассмотрите форму фортификационного укрепления (люнета), расположенного перед 2-й сводной гренадерской дивизией и 27-й пехотной дивизией.

Выберите изображение рва (рис. 6) такой же формы, который должны были выкопать перед одним из этих люнетов.

Дополнительная информация: глубина рва равна 2 м, стенки рва вертикальные.

**Задание 3.1.** Сколько солдат инженерной части необходимо для создания этого рва в течение дня, если один солдат выкапывает за трудовой день 3 кубических метра земли?

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Задание 3.2.** Сколько стоила эта работа, если каждому солдату платили 15 коп. за рабочий день? Ответ дайте в рублях и копейках.

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

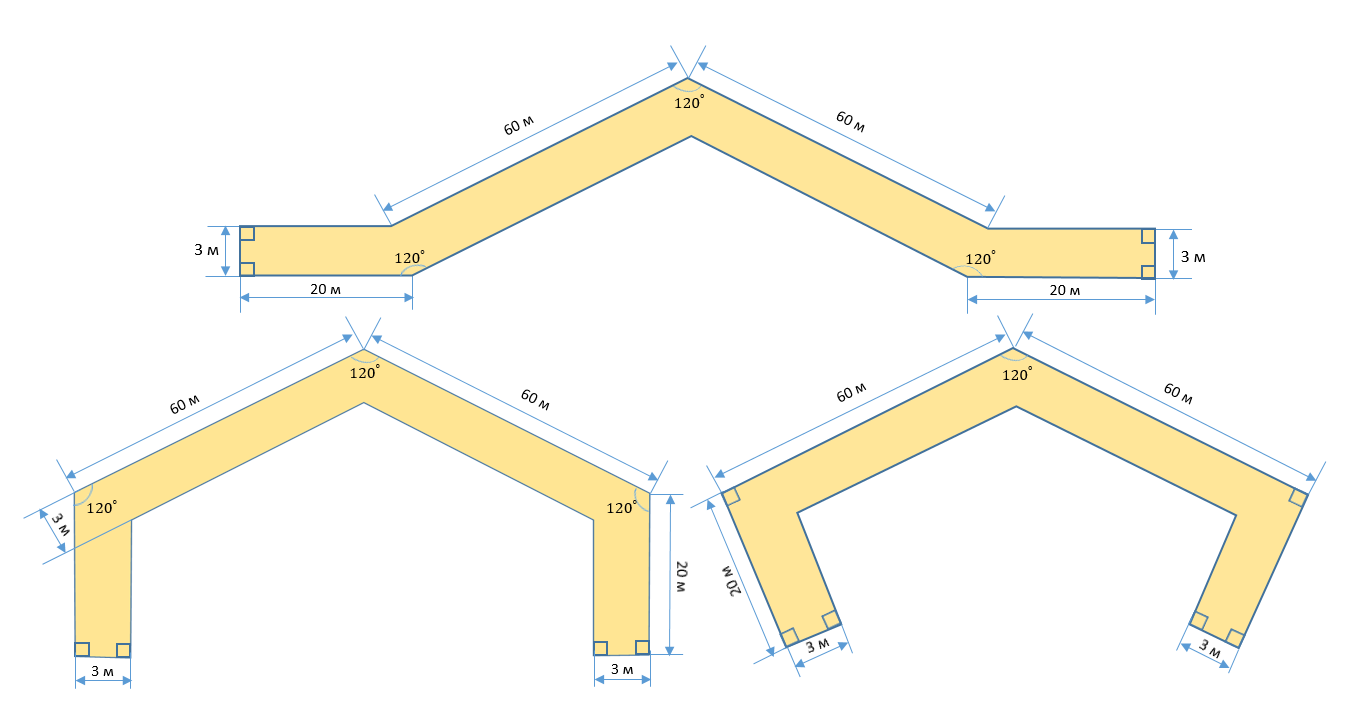


Рис. 6

**Решение:**

*,* где глубина рва, площадь верхней или нижней поверхности рва.

Вначале находим площадь верхней поверхности рва (рис. 6.1):

+6

.

Рис. 6.1

Можно выбрать и другой способ решения, разбив фигуру, площадь которой необходимо определить, на две пары равных по площади трапеции.

Тогда

Вычисляем объем:

929

**Задание 3.1.**

929:3

Понадобится 310 солдат.

Ответ: 310 солдат.

**Задание 3.2.**

Им нужно заплатить 15.

Ответ: .

**Задача 4 (Пушка).** Найдите в экспозиции музея пушку, изображенную на фотографии (рис. 7). Познакомьтесь с этикетажем этого экспоната (рис. 8).

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
| Рис. 7 | Рис. 8 |

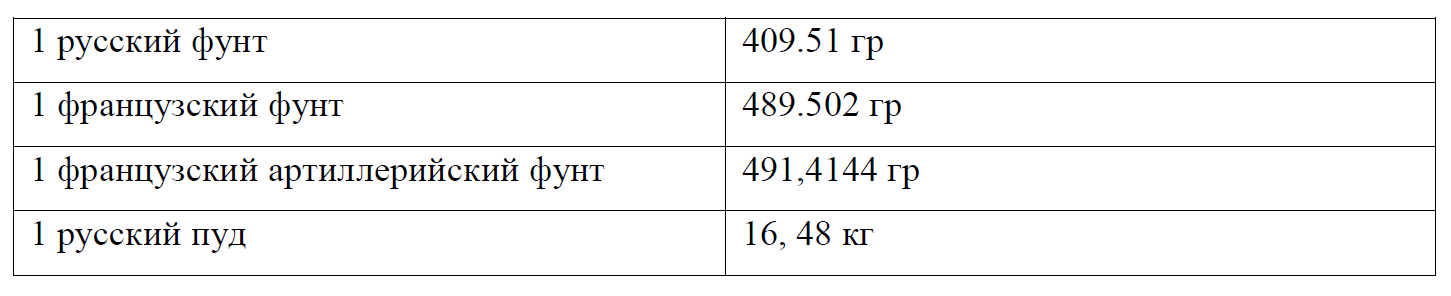
**Задание 4.1.**

Узнайте у работников музея или из других источников, что такое четырехфунтовая пушка, заполните пропуски в описании экспоната.

Фунтаж пушки — это \_\_\_\_\_ снаряда, который называется \_\_\_\_\_\_\_. В экспозиции представлена \_\_\_\_\_\_\_\_, которую изобрел французский инженер \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, стреляющая \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ ядрами.

При выполнении задания используйте данные таблицы 1.

Таблица 1

****

**Решение:**

Фунтаж пушки — это масса снаряда, который называется ядром. В экспозиции представлена пушка, которую изобрел французский инженер Грибоваль, стреляющая 2-килограммовыми ядрами.

Как видно из таблицы 1, для определения веса снаряда нам понадобится французский фунт (а он отличается от русского). Он равен 489,502 грамма.

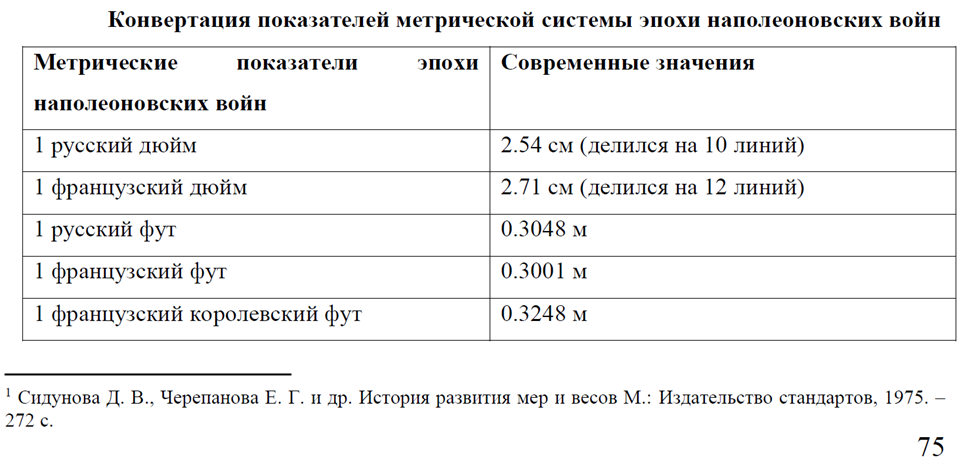
Значит, снаряд 4-фунтовой пушки должен весить:   
4489,502 грамма = 1958,008 грамм или, округлив до целых, 2 кг.

**Задание 4.2.**

Постарайтесь как можно точнее измерить диаметр дульного отверстия французского орудия, представленного в музее, название которого вы уже знаете, — 4-фунтовая пушка системы Грибоваля. Запишите, чему равен диаметр ядра, которым из нее стреляли, с учетом того, что величина зазора в стволе должна составлять 0,83 линии.

Нужные для вас сведения находятся в таблице 2.

Таблица 2

****

Ответ: диаметр ядра равен\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Решение:**

Выясняем, что такое линия во французской системе мер.

2,71 : 12 = 0,226 см. Это размер одной линии в см.

Зазор 0,83 линии — это 0,830,226 = 0,18758 см.

Измеряем в сантиметрах диаметр дульного отверстия и вычитаем удвоенную длину зазора, таким образом получаем диаметр ядра.

Ответ: диаметр ядра равен\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Задание 4.3.**

Используя данные предыдущего задания 4.2, найдите массу ядра, которым стреляла 4-фунтовая пушка системы Грибоваля, и сравните полученную величину с результатами решения задания 4.1. Для этого вам нужно знать, что ядра для пушек производили из чугуна ().

Ответ: масса ядра\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, она больше (меньше) массы ядра, рассчитанной в задании 4.1. на\_\_\_\_\_\_\_\_\_кг.

**Решение**

Точность результата зависит от точности измерений, которые выполнялись для решения предыдущего задания. В нем мы определили диаметр ядра. Для определения его массы нужно воспользоваться формулой из физики, связывающей объем, массу и плотность:

*, .*

*,* где это радиус шара (в нашем случае это радиус ядра, величину которого мы можем вычислить, разделив диаметр ядра, который мы определили в предыдущем задании 4.2, пополам).

Подставив результаты вычислений в формулу , получим искомую массу ядра. Остается только сравнить ее с результатами вычислений, которые были сделаны при решении задания 4.1.

Ответ: масса ядра\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, она больше (меньше) массы ядра, рассчитанной в задании 4.1. на\_\_\_\_\_\_\_\_\_кг.

**Задание 4.4.**

Рассмотрим французскую пушку системы Грибоваля. Сплав, из которого производились подобные орудия, называется «артиллерийской бронзой», состоит из 89 % меди и 11 % олова.

Вычислите, сколько кг меди и сколько кг олова было использовано для изготовления ствола пушки системы Грибоваля, представленной в музее «Бородинская панорама». Необходимые данные возьмите из таблицы 3.

Таблица 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Тактико-технические данные полевых орудий системы Грибоваля** | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | Калибр, мм | Длина ствола, см | Вес ствола, кг | Вес орудия, кг | Вес снаряда, кг | Начальная скорость, м/с | Вес зарядного ящика, кг | Количество прислуги | Количество лошадей | | Количество ящиков на одно орудие | Содержание зарядного ящика | | | В малом зарядном ящике на лафете, ядра (гранаты) | Итого зарядов на орудие |
| Для пешей артиллерии | Для конной артиллерии | Ядер (грант для гаубиц) | Дальней картечи | Ближней картечи |
| 12-фунтовая пушка | 121,3 | 229 | 880 | 1454 | 6 | 415 | 1800 | 15 | 6 | - | 3 | 48 | 12 | 8 | 9 | 213 |
| 8-фунтовая пушка | 106,1 | 200 | 580 | 1114 | 4 | 419 | 1700 | 13 | 4 | 6 | 2 | 62 | 10 | 20 | 15 | 197 |
| 4-фунтовая пушка | 84,0 | 157 | 290 | 880 | 2 | 416 | 1500 | 84 | 6 | 1 | 1 | 100 | 26 | 24 | 18 | 168 |
| 6-дюймовая гаубица | 165,7 | 76 | 330 | 924 | 12 | 170 | 1600 | 13 | 4 | 6 | 3 | 49 | 3 | - | 4 | 160 |

Ответ: \_\_\_\_\_\_\_кг меди и \_\_\_\_кг олова.

**Решение:**

Пусть меди содержится в кг сплава, из которого отлит ствол четырехфунтовой пушки системы Грибоваля. Тогда:

, отсюда (меди в сплаве). Значит, олова в нем

Ответ: 258,1 кг меди и 31,9 кг олова.

**Задача 5 (Макет).** Найдите макет здания музея (рис. 9) и определите его масштаб, узнав длину полотна «Бородинская панорама» и учитывая, что диаметр круглого здания на макете составляет треть от длины лицевой части витрины, а реальная толщина стен круглого здания равна 1,548 м.



Рис. 9

Ответ: масштаб макета 1: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Решение:**

Достаточно измерить длину макета и разделить ее на три, для того чтобы найти диаметр круглого здания макета в мм.

Необходимо измерить на месте и вписать сюда значение длины макета \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

Далее вычислить диаметр круглого здания (в мм) в действительности. Для этого воспользуемся известными данными о длине полотна «Бородинская панорама» (115 м) и формулой длины окружности:

Длина окружности *C* = 2*, C* = 115 м = 115 000 мм, .

Составим уравнение: 115000 = 2откуда r18 312 мм.

Добавим к этому радиусу 1548 мм. Получим 19 860 мм.

Это радиус круглого здания, тогда его диаметр в два раза больше радиуса и равен 39 720 мм.

Остается только указать отношение длины диаметра круглого здания на макете к длине диаметра круглого здания в действительности и записать масштаб макета в виде: 1: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.

**Задача 6 (План Пресса, Шеврие, Реньо).**

Рукописный оригинал плана Пресса, Шеврие, Реньо хранится в РГВИА. Электронную копию в высоком разрешении (600 dpi) можно детально проанализировать в читальном зале.

Размеры рукописного оригинала: 84 × 78 см. Масштаб, как указано на плане, 200 туазов в старом парижском дюйме.

Французский дюйм (фр. pouce — большой палец), известный также под названиями парижский дюйм и королевский дюйм, был равен 2,706995 см. В старой парижской системе мер 1 дюйм = 12 линий = 144 точки = 1/12 фута = 1/72 туаза.

Туаз (уст. тоаз, от фр. toise) — французская единица длины, использовавшаяся до введения метрической системы. 1 туаз = 1,949036 метра.

Каков масштаб карты в современных обозначениях? Укажите также, сколько метров на местности в одном сантиметре карты. Результат округлите с точностью до целых.

Ответ: 1:\_\_\_\_\_\_(1 см на карте соответствует \_\_\_ метрам на местности).

**Решение:**

Масштаб, как указано на плане, 200 туазов в старом парижском дюйме, или 200 туазов в 1/72 туаза, или 14 400 туазов в 1 туазе. Таким образом, в современных обозначениях масштаб должен быть записан как 1:14400. Этот масштаб означает, что 1 см на карте соответствует 14 400 см или 144 м на местности.

Ответ: 1:14400 (1 см на карте соответствует 144 метрам на местности).