

**Решение задач
по физике 2018 года
9 класс**

1. Тепловые явления

Сообщённое количество теплоты $52,6 \text{ кДж}$ пошло на нагревание 1 кг свинца до температуры плавления и плавление $0,5 \text{ кг}$: $Q = Q_{\text{нагрев}} + Q_{\text{плавлен}}$. При плавлении затрачено $Q_{\text{плавлен}} = \frac{mr}{2} = 12 \text{ кДж}$ теплоты, $40,6 \text{ кДж}$ теплоты пошло на нагревание. $40600 = 1 \cdot 130 \cdot (327 - t_0)$. Отсюда получаем, что начальная температура равна 15°C . **Ответ: 15°C .**

2. Статика

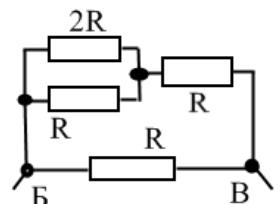
Точкой опоры служит левое верхнее ребро ящика. Плечо силы тяжести составляет $0,6 \text{ м}$, плечо внешней силы – $1,6 \text{ м}$. Условие равенства моментов сил относительно точки опоры: $0,6mg = 1,6F$, откуда $F = \frac{0,6mg}{1,6}$. Расчёт даёт минимальную силу в $58,8 \text{ Н}$. **Ответ: $58,8 \text{ Н}$.**

3. Плавание тел

Условие плавания записывается в виде: $F_l + F_e = F_A$ – сила тяжести груза и всей льдины равна силе Архимеда. Массу всей льдины можно выразить через плотность льда и объём: $F_l = \rho_l Vg = \rho_l Shg$, где $h = 40 \text{ см}$. Сила Архимеда равна $F_A = \rho_e Vg = \rho_e Sh_1 g$, где $h_1 = 38 \text{ см}$. Произведя расчёт, получим, что искомая площадь равна 5 м^2 . **Ответ: 5 м^2 .**

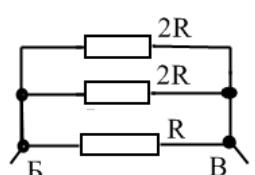
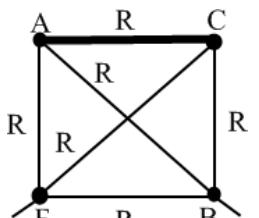
4. Расчёт сопротивления

Исходную схему можно представить в более удобном для расчёта виде. Сопротивление между точками B и B равно $5R/8$.



Подключение дополнительного резистора к точкам A и B приводит к тому, что ток через сопротивление, выделенное на рисунке жирной линией (между точками A и C), не пойдёт (указанный рисунок можно представить в объёмном виде, где точка A – вершина пирамиды, в основании которой лежит треугольник BVC). **Важно:** диагонали квадрата $ABVC$ не пересекаются, что даст совершенно другой результат.

После подключения дополнительного резистора сопротивление контура станет равным $R/2$. Получаем, что сопротивление контура уменьшилось в $1,25$ раза. **Ответ: уменьшился в $1,25$ раза.**



5. Сообщающиеся сосуды

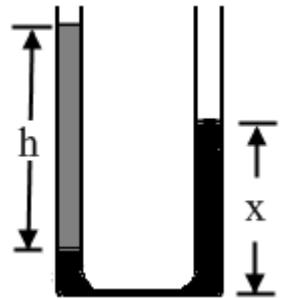
Площадь поперечного сечения трубы $S = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$

составляет $4\pi \text{ см}^2$. Длина столбика жидкости (воды или ртути) в трубке одинакова для обеих жидкостей ввиду равенства их объема: $h = V/S = 0,2 \text{ м}$. Масса воды составляет 0,25 кг, ртути 3,4 кг. В правой трубке находится ртуть, в левой – часть ртути и вода.

Записываем равенство давлений в левой и правой трубках:

$\rho_e gh + \rho_{pm}g(h - x) = \rho_{pm}gx$. Выражаем из этого уравнения x . Получаем:

$x = h(\rho_e + \rho_{pm})/(2\rho_{pm}) = 10,7 \text{ см}$. Значит, высота столбика ртути в левой трубке будет $20 \text{ см} - 10,7 \text{ см} = 9,3 \text{ см}$. На сколько опустился столбик ртути в правой трубке, на столько он поднялся в левой трубке (и на столько поднялся столбик воды). Разность высот между столбиками будет в 2 раза большие найденной нами величины, т.е. $2 \cdot 9,3 \text{ см} = 18,6 \text{ см}$. **Ответ: 18,6 см.**



6. Объем тела и его плотность (экспериментальная)

Приведённые на официальном сайте НБ РБ данные о массе и размерах монет несколько отличаются от действительности. Так, в ходе многочисленных взвешиваний и измерений размеров монет в 1 рубль и 2 рубля получены следующие значения:

Достоинство монеты	1 рубль	2 рубля
Масса, г	5,45 (на сайте – 5,60)	5,77 (на сайте – 5,80)
Толщина, мм	2,01 (на сайте – 2,30)	1,81 (на сайте – 2,00)
Внешний диаметр, мм	21,26 (на сайте – 21,25)	23,51 (на сайте – 23,50)

Совпадение указанных величин наблюдается при округлении их до десятых, что, впрочем, вполне приемлемо для точности тех приборов, которыми будут проводить измерения учащиеся (штангенциркуль или линейка).

При выполнении пунктов 1.1, 1.2, 2.1, 2.2 рекомендуется проводить одно измерение сразу со всеми пятью монетами и полученный результат измерения делить на 5.

Последовательность действий при выполнении 1 части:

1.1. Взвесим монеты и рассчитаем среднюю массу одной монеты (5,5 г);

1.2. Определим среднюю толщину одной монеты (2 мм);

1.3. Определим средний диаметр одной монеты (21,3 мм);

1.4. Рассчитаем объем монеты $V = S_{\text{осн}}h = \pi r^2 h = \pi d^2 h / 4 (703,2 \text{ мм}^3)$;

1.5. На основании данных, полученных в пунктах 1.1 и 1.4, рассчитаем плотность монеты. Искомое среднее значение плотности равно $7,8 \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$ или $7,8 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$, что в таблице плотностей соответствует стали.

Последовательность действий при выполнении 2 части:

2.1. Взвесим монеты и рассчитаем среднюю массу одной монеты (5,8 г);

- 2.2. Определим среднюю толщину одной монеты (1,8 мм);
- 2.3. Определим диаметр внутреннего диска (16,7 мм) и рассчитаем его объём по приведённой в пункте 1.4 формуле ($389,1 \text{ мм}^3$);
- 2.4. Рассчитаем массу сердцевины $m = \rho V$, воспользовавшись значением плотности материала, полученной в пункте 1.5 (3,0 г);
- 2.5. Рассчитаем массу внешнего кольца, используя данные пунктов 2.1 и 2.4 (2,8 г);
- 2.6. Определим средний внешний диаметр одной монеты (23,5 мм);
- 2.7. Рассчитаем объём всей монеты ($770,4 \text{ мм}^3$);
- 2.8. Рассчитаем объём внешнего кольца ($381,3 \text{ мм}^3$);
- 2.9. На основании данных, полученных в пунктах 2.5 и 2.8, рассчитаем плотность внешнего кольца. Искомое среднее значение плотности $7,3 \cdot 10^{-3} \text{ г/мм}^3$ или $7,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Сердцевина монеты 2 рубля выполнена из более плотного материала, чем обрамляющее её кольцо.

Авторские рекомендации по оцениванию заданий

Примечания:

1. В случае правильного численного решения задачи способом, отличным от указанного в авторском решении, задача оценивается максимальным баллом без учёта промежуточного дробления баллов, указанных в нижеприведённой таблице.
2. Указанные в таблице баллы носят рекомендательный характер для членов жюри. Члены жюри могут сами перераспределять баллы, не выходя за рамки максимального количества баллов за все задачи. Максимальное количество баллов за все задачи при авторской оценке – **45** баллов.
3. Первые пять задач – задачи теоретического тура, шестая задача – задание экспериментального тура.

Задача	Критерии оценки	Максимальный балл за задачу
1	<i>Правильно записано уравнение теплового баланса (2 балла) и выражена начальная температура (2 балла). Получен правильный ответ (1 балл).</i>	5 баллов
2	<i>Записана формула для момента сил (1 балл), определены плечи силы тяжести и внешней силы (2 балла). Записано равенство моментов сил (1 балл). Произведён расчёт минимальной внешней силы, получен правильный ответ (1 балл).</i>	5 баллов
3	<i>Правильно записано условие плавания тела как равенство суммарной силы тяжести и силы Архимеда (1 балл). Расписаны сила тяжести льдины и сила Архимеда через соответствующие плотности и высоты (1 балл). Правильно выражена площадь льдины (2 балла). Получен правильный численный ответ (1 балл).</i>	5 баллов
4	<i>Рассчитано сопротивление контура без подключенного дополнительного сопротивления (3 балла, из них за схему – 1 балл, за правильные расчёты по схеме – 2 балла). Рассчитано сопротивление контура при подключении дополнительного сопротивления (5 баллов, из них за схему – 3 балла, за правильные расчёты по схеме – 2 балла). Получен правильный численный ответ (1 балл).</i>	9 баллов
5	<i>Записано условие равенства давлений в трубках (2 балла). Выражена высота столбика ртути в левой (или правой) трубках (2 балла). Рассчитана высота столбика ртути в левой (или правой) трубках (1 балл). Рассчитана разность высот (2 балла).</i>	7 баллов

	<i>балла).</i>	
6	<p>1 часть – 5 баллов.</p> <p>1.1. Рассчитана средняя масса одной монеты – 1 балл;</p> <p>1.2. Определена средняя толщина одной монеты – 1 балл;</p> <p>1.3. Определён средний диаметр одной монеты – 1 балл;</p> <p>1.4. Рассчитан объём монеты – 1 балл;</p> <p>1.5. Рассчитана плотность монеты – 1 балл.</p> <p>2 часть – 9 баллов.</p> <p>2.1. Рассчитана средняя масса одной монеты – 1 балл;</p> <p>2.2. Определена средняя толщина одной монеты – 1 балл;</p> <p>2.3. Определён диаметр внутреннего диска и рассчитан его объём – 1 балл;</p> <p>2.4. Рассчитана масса сердцевины – 1 балл;</p> <p>2.5. Рассчитана масса внешнего кольца – 1 балл;</p> <p>2.6. Определён средний диаметр одной монеты – 1 балл;</p> <p>2.7. Рассчитан объём всей монеты – 1 балл;</p> <p>2.8. Рассчитан объём внешнего кольца – 1 балл;</p> <p>2.9. Рассчитана плотность внешнего кольца – 1 балл.</p>	14 баллов

Для членов жюри

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(информация о монетах, размещённая на официальном сайте НБ РБ)

Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

Найдено в браузере... +

www.nbrb.by/CoinsBanknotes/Coins/17

НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

8 (017) 306-00-02

ОБРАЩЕНИЯ Поиск по сайту RU

находящиеся в обращении монеты образца 2009 года. 1 рубль

БАНКНОТЫ И МОНЕТЫ

Общие сведения

Монеты

Банкноты Деноминация Памятные монеты Инвестиционные монеты Памятные банкноты Информация о наличии Ожидаемые поступления в продажу Правила вывоза Фальшивомонетничество

1 рубль

Номинал: 1 рубль
Введена в обращение: 1 июля 2016 года

Диаметр, мм: 21,25
Масса, г: 5,60
Толщина, мм: 2,30
Сплав: сталь, покрыта медью и никелем
Цвет: белый

Аверс
рельефное изображение Государственного герба Республики Беларусь, под ним надписи в две строки: БЕЛАРУСЬ и 2009.

Реверс
в центре – цифровое обозначение номинала – 1, слева от цифры 1 вертикально расположена надпись – РУБЕЛЬ; справа от цифры – стилизованное изображение национального орнамента.

Гурт
насечка.

Файл Правка Вид Журнал Закладки Инструменты Справка

Соединение... +

www.nbrb.by/CoinsBanknotes/Coins/16

НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

8 (017) 306-00-02

ОБРАЩЕНИЯ Поиск по сайту RU

находящиеся в обращении монеты образца 2009 года. 2 рубля

БАНКНОТЫ И МОНЕТЫ

Общие сведения

Монеты

Банкноты Деноминация Памятные монеты Инвестиционные монеты Памятные банкноты Информация о наличии Ожидаемые поступления в продажу Правила вывоза Фальшивомонетничество

2 рубля

Номинал: 2 рубля
Введена в обращение: 1 июля 2016 года

Диаметр, мм: 23,50
Масса, г: 5,81
Толщина, мм: 2,00
Сплав: кольцо – сталь, покрыта медью и латунью; середина – сталь, покрыта медью и никелем
Цвет: кольцо – желтый; середина – белый

Аверс
в центре – рельефное изображение Государственного герба Республики Беларусь; по кругу надписи: вверху – БЕЛАРУСЬ, внизу – 2009, между которыми – стилизованное изображение национального орнамента.

Реверс
в центре – цифровое обозначение номинала – 2, слева от цифры 2 по диагонали расположена надпись – РУБЛ; справа и слева от цифры – стилизованное изображение национального орнамента.

Для членов жюри

ПРИЛОЖЕНИЕ 2 (рекомендации по подготовке экспериментального тура)

Для взвешивания монет рекомендуется использование электронных весов. Если такой возможности нет, то применяют рычажные весы с набором разновесков до 50 мг. Масса одной монеты колеблется в интервале (5...6) мг, поэтому лучше производить взвешивание сразу всех 5 монет одного достоинства, а затем усреднять полученный результат.

Для определения размеров монет рекомендуется использовать штангенциркуль (лучше – микрометр), однако если их нет (или учащиеся не владеют навыками в использовании этих принадлежностей), то можно применять линейку с миллиметровыми делениями. Можно также вместо линейки использовать миллиметровую бумагу, на которую следует поместить монету и остро отточенным карандашом делать необходимые отметки.

Толщину монеты ввиду её малости также рекомендуется измерять путём определения высоты цилиндра, сформированного сразу из 5 лежащих друг на друге монет, а затем усреднять полученный результат.

Усреднение проводится по 5 монетам, однако в случае затруднения в поиске нужного количества монет для всех учащихся данное количество может быть уменьшено до трёх.