

Физикус 1, 2012, сентябрь

Содержание номера:

Фрагмент урока по теме «ПЛОТНОСТЬ ХАРАКТЕРИЗУЕТ ВЕЩЕСТВО» / стр. 2

Фрагмент урока по теме «ПЛОТНОСТЬ ХАРАКТЕРИЗУЕТ ВЕЩЕСТВО» / стр. 4

Фрагмент урока по теме «СПЛАВЫ» / стр. 5

Сообщения о сплавах / стр. 8

 Модуль. Основные положения молекулярно-

кинетической теории строения вещества / стр. 11

ТЕСТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ / стр. 16
ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ / стр. 20

Решение задач интернет-олимпиады заочного этапа по физике 2010 г. 7-8 классы / стр. 26

РЕБУСЫ / стр. 39

Редактор: СИНИЦА А.А., УЧИТЕЛЬ ФИЗИКИ И ИНФОРМАТИКИ ГИМНАЗИИ №1 Г. СВИСЛОЧЬ

Физикус – газета для любителей и знатоков физики, а также всех, кто хочет учиться и научиться... Вы держите в руках первый номер газеты «Физикус». Каждый номер – это выпуск одного из учреждений образования. Сегодня физику представит гимназия №1 имени К.Калиновского г.Свислочь.



В 2012-2013 учебном году в гимназии работают 43 педагога, обучается 262 учащихся.

ГИМН ГИМНАЗИИ

- 1.Сентябрьским утром заполняют класс, Улыбки добрых милых детских глаз. Опять гимназия встречаешь нас Учителей – сияньем глаз.
- 2.Здесь была знаний светлая страна Среди пуцанской Свислочской земли, Какие здесь светились имена! Какие мысли и умы!

Припев:

- Гимназия – ты вышла из веков,
Гимназия – тебе наша любовь.
Благодарим тебя за дружбу и мечты,
Источник радости и знаний ты!
- 3.С тех давних пор, от первого звонка Не иссякает золотая жила. Где лёгкая Тышкевича рука Фундамент знаний заложила.
 - 4.Традициям и памяти верны, Идём уверенно своей тропой. Мы поколение юное страны, И станем мы её судьбой.



Поздравляем **Грунющкину Юлию Олеговну**, ГУО "Вердомичский УПК детский сад - средняя школа", с достойным выступлением на IV областном конкурсе исследовательских работ учащихся "ХРУСТАЛЬНАЯ АЛЬФА - 2012".

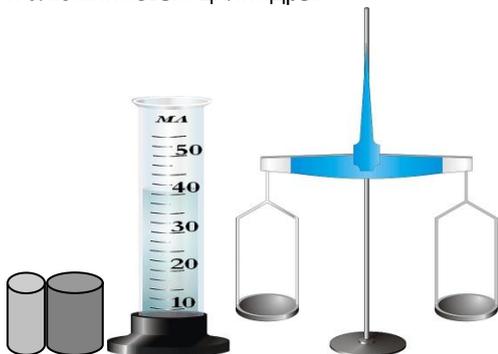


5 ноября в городе Гродно проходил IV областной конкурс исследовательских работ учащихся "ХРУСТАЛЬНАЯ АЛЬФА". Команда учащихся Свислочского района вернулась с наградами! Диплом I степени - Сикор Анастасия Николаевна, ГУО "СШ №2 имени Н.П. Массонова г.Свислочь", секция математика: ПРИЗНАКИ ДЕЛИМОСТИ, руководитель Солдатенкова Н.В. Диплом II степени - Грунтович Павел Николаевич, ГУО "СШ №3 г.Свислочь", секция информатика: ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРОЕКТ "КЛАДОВАЯ ЛЕСА", руководитель Грунтович И.С. Диплом III степени - Грунющкина Юлия Олеговна, ГУО "Вердомичский УПК детский сад - средняя школа", секция физика: ВЛИЯНИЕ СРЕДЫ НА ТРАЕКТОРИЮ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ, руководитель Грунющкин О. Диплом III степени - Савко Алексей Иванович, ГУО "СШ №2 имени Н.П. Массонова г.Свислочь", секция биология: ЗИМУЮЩИЕ ВИДЫ ПТИЦ Г.СВИСЛОЧЬ И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ, руководитель Рудомина А.Ч. Грамота - Саница Денис Сергеевич, ГУО "Гимназия №1 имени К.Калиновского г.Свислочь", секция информатика: РЕБУСЫ ПО ИНФОРМАТИКЕ, руководитель Саница А.А. Грамота - Кашлей Ивона Чеславовна, ГУО "СШ №2 имени Н.П. Массонова г.Свислочь", секция география: ТОПОНИМЫ СВИСЛОЧСКОГО РАЙОНА, руководитель Голова О.И.

Фрагмент урока по теме «ПЛОТНОСТЬ ХАРАКТЕРИЗУЕТ ВЕЩЕСТВО»

Учитель. Ребята! Давайте проведем маленькое экспериментальное исследование двух цилиндров. Определим их объем и массу.

Приборы и материалы: весы, мензурки, вода, стальной и алюминиевый цилиндры.



Исследование 1. Найдем объем цилиндров.

В результате опускания цилиндров в воду уровень воды поднялся на 30 мл в обеих мензурках.

Исследование 2. Найдем массу цилиндров.

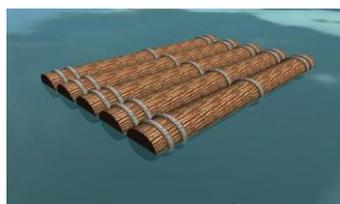
В результате взвешивания масса первого цилиндра оказалась равной 234 г, а масса второго цилиндра – 81 г.

? Ребята! Почему два одинаковых по объему цилиндра имеют разную массу?

Ученики:(Ответы могут быть разными, но обязательно кто-нибудь скажет, что цилиндры сделаны из разных веществ).

Учитель. Правильный ответ прозвучал. Мы сегодня познакомимся с новой физической величиной, которая зашифрована ребусом.

Давайте попробуем отгадать, что это?



К=Н
≡
А



Правильно, ребята! **ПЛОТНОСТЬ!** Плотность характеризует вещество. Однородное вещество характеризуется плотностью — отношением массы вещества к его объёму:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где ρ — плотность вещества, m — масса вещества, V —

объём вещества. Единица измерения плотности $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ в

СИ. Плотности многих веществ известны и занесены в таблицу плотностей. Давайте познакомимся с таблицей плотностей для твердых, жидких и газообразных веществ.

Как вы видите плотности в таблице представлены в двух единицах измерения.

- 1) В каких единицах измерения чаще всего используется плотность?
- 2) Какое вещество из твердых веществ имеет наибольшую плотность? Наименьшую?

3) Какое вещество из жидких веществ имеет наибольшую плотность? Наименьшую?

4) Какую плотность имеет воздух?

5) Как перевести от единицы плотности $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ к

единице плотности $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$? Наоборот?

Запишите в тетрадах:

ПЛОТНОСТЬ

Однородное вещество характеризуется плотностью — отношением массы вещества к его объёму:

$$\rho = \frac{m}{V},$$

где ρ — плотность вещества, m — масса вещества, V — объём вещества. Единица измерения плотности $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ в СИ.

Данная формула является основой для решения множества задач по данной теме. Попробуем решить некоторые из них. Для начала выберите для себя уровень сложности, которому соответствует определенная фигура:

уровень	фигура
1 легкий	▲
2 средний	■
3 сложный	●

У каждого на парте есть условия задач с шаблонами для оформления решений. У доски мы решим все уровни задачи 1, а задачу 2 вы попытаетесь решить самостоятельно.

Примечание.

1. При решении задач всех уровней сложностью для учащихся остается перевод единиц в СИ.
2. При решении задач второго и третьего уровней необходимо еще найти объем.
3. В задачах третьего уровня не стоит прямой вопрос о нахождении плотности вещества.

На все эти моменты необходимо будет обратить внимание учащихся при решении задач.

КАРТОЧКИ С ЗАДАЧАМИ

Задача 1:



Найдите плотность молока, если масса 2-х литров молока 2,054 кг.



Найдите плотность деревянного бруска массой 150 г, если его размеры 12см*7см*3см.



Из какого вещества сделан куб массой 975 г и длиной ребра 5 см.

Дано: $m =$	Решение: $\rho = \frac{m}{V}$
$\rho = ?$	Ответ:

Задача 2:



Какова плотность сахара, если его 1 кг занимает объем 1,153 литра.

 Какова плотность пластмассы, деталь из которой имеет объем 20 см^3 и массу 3 г. Выразите эту плотность в основных единицах СИ.

 Металлический прут длиной 2 м и поперечным сечением 4 см^2 имеет массу 6,24 кг. Какова плотность металла, из которого изготовлен прут?

Дано: $m=$	Решение: $\rho = \frac{m}{V}$
ρ -?	Ответ:

РЕШЕНИЯ

Задача 1:

 Найдите плотность молока, если масса его 2-х литров молока 2,054 кг.

Дано: $m=2,054 \text{ кг}$ $V=2 \text{ л}=0,002 \text{ м}^3$	Решение: $\rho = \frac{m}{V}; \rho = \frac{2,054 \text{ кг}}{0,002 \text{ м}^3} = 1027 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ρ -?	Ответ: $\rho = 1027 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

 Найдите плотность деревянного бруска массой 150 г, если его размеры $12 \text{ см} \times 7 \text{ см} \times 3 \text{ см}$.

Дано: $m=150 \text{ г}=0,15 \text{ кг}$ $a=12 \text{ см}=0,12 \text{ м}$ $b=7 \text{ см}=0,07 \text{ м}$ $c=3 \text{ см}=0,03 \text{ м}$	Решение: $\rho = \frac{m}{V};$ $V=abc;$ $V=0,12 \cdot 0,07 \cdot 0,03=0,000252 \text{ м}^3;$ $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0,15}{0,000252} \approx 595 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ρ -?	Ответ: $\rho \approx 595 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

 Из какого вещества сделан куб массой 975 г и длиной ребра 5 см.

Дано: $m=975 \text{ г}=0,975 \text{ кг}$ $a=5 \text{ см}=0,05 \text{ м}$	Решение: $\rho = \frac{m}{V}; V=a^3; V=0,05^3=0,000125 \text{ м}^3;$ $\rho = \frac{0,975 \text{ кг}}{0,000125 \text{ м}^3} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
ρ -?	Ответ: сталь, железо.

Учитель. Мы славно потрудились, а сейчас проверим свои знания с помощью теста.

Выходной контроль. ТЕСТ

Вариант 1

- Какая физическая величина характеризует однородное вещество?
 - площадь;
 - плоскость;
 - плотность;
 - масса.

2. В каких единицах измеряется физическая величина, которая характеризует однородное вещество в СИ?

а) $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$; б) $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$; в) $\frac{\text{м}^3}{\text{кг}}$; г) $\frac{\text{см}^3}{\text{г}}$.

3. С помощью таблицы плотности определите плотность олова:

а) 7800; б) 7100; в) 7300; г) 7000.

4. С помощью таблицы плотности определите плотность бензина:

а) 0,80; б) 0,79; в) 0,90; г) 0,71.

5. По какой формуле мы сможем вычислить плотность вещества?

а) $\rho = m + V$; в) $\rho = mV$;

б) $\rho = \frac{V}{m}$; г) $\rho = \frac{m}{V}$.

Варианты правильных ответов:

1-в, 2-б, 3-в, 4-г, 5-г.

Домашнее задание:

Вариант 1. 

- Найдите плотность подсолнечного масла, если масса его 2-х литров составляет 1,86 кг.
- Для хранения концентрированной серной кислоты массой 2,7 кг необходим сосуд вместимостью 1,5 л. Определите плотность серной кислоты.

Вариант 2. 

- Найдите плотность вещества сплошного однородного тела массой 540 г и объемом $0,2 \text{ дм}^3$.
- Прямоугольный бак размером $10 \text{ дм} \times 8 \text{ дм} \times 1,5 \text{ м}$ заполняют доверху дизельным топливом массой 960 кг. Определите плотность топлива.

Вариант 3. 

- Какова плотность газа, 120 м^3 которого имеют массу 10,8 кг? Какой это газ?
- Из какого металла изготовлена однородная деталь объемом 3 дм^3 и массой 8,1 кг?
- Сравните плотности:

а) $\rho_1=0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$ и $\rho_2=0,8 \frac{\text{кг}}{\text{дм}^3}$;

б) $\rho_1=9 \frac{\text{кг}}{\text{дм}^3}$ и $\rho_2=850 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

в) г) $\rho_1=0,001 \frac{\text{г}}{\text{мм}^3}$ и $\rho_2=0,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;

г) $\rho_1=8900 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ и $\rho_2=11300 \frac{\text{г}}{\text{дм}^3}$;

д) д) $\rho_1=2700 \frac{\text{мг}}{\text{см}^3}$ и $\rho_2=5,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Подведение итогов. Рефлексия.

На полях своих тетрадей поставьте один из знаков, который отразит уровень усвоения вами изученного на уроке материала.

 - материал понятен, но есть еще некоторые вопросы,

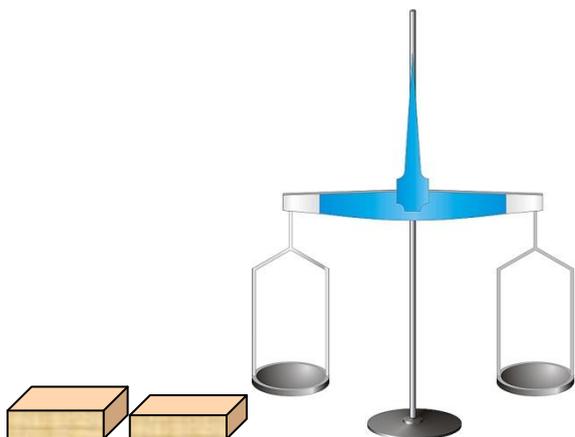
 - все понятно,

 - материал сложный.

Фрагмент урока по теме «ПОЛЫЕ ТЕЛА»

Учитель. Ребята! Давайте проведем маленькое экспериментальное исследование двух деревянных брусков. Определим их объем и массу.

Приборы и материалы: весы, деревянные бруски.



Исследование 1. Найдем объем брусков, измеряя их размеры.

В результате измерений получим:

$$V_1 = V_2 = 4\text{ см} \cdot 2\text{ см} \cdot 8\text{ см} = 64\text{ см}^3.$$

Исследование 2. Найдем массу деревянных брусков.

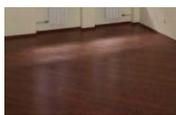
В результате взвешивания масса первого бруска оказалась равной 25,6 г, а масса второго бруска – 23,2 г.

? Ребята! Почему два одинаковых по объему бруска имеют разную массу?

Ученики:(Ответы могут быть разными, ученики предполагают, что бруски из разных веществ, как было ранее. Но обязательно кто-нибудь скажет, что бруски могут иметь внутри пустое пространство (полость)).

Учитель. Правильный ответ прозвучал. Мы сегодня познакомимся с очень интересной темой, которая зашифрована ребусом.

Попробуйте его разгадать!



Учитель. Тема урока «Полые тела». По данной теме имеется очень много разных задач.

В задачах о полых телах обычно требуется найти объем полости в теле по известному объему, массе тела и плотности вещества. Пример тела с полостью – это пустые стеклянная фигурка или пробка от графина.

Обозначим массу тела m , объем всего тела V , объем полости V_n , а объем вещества плотностью ρ , из которого изготовлено тело, обозначим V_b . Тогда

$$V_b = \frac{m}{\rho}, \text{ а объем полости } V_n = V - V_b = V - \frac{m}{\rho}.$$

Запишите в тетрадях:

ПОЛЫЕ ТЕЛА

Неоднородное вещество может состоять из нескольких веществ или иметь полость в своем строении.

$$V_n = V - V_b = V - \frac{m}{\rho},$$

где ρ – плотность вещества, m – масса вещества, V – объем всего тела, объем полости – V_n , объем вещества – V_b .

Примечание.

1. Задачу первого уровня рекомендуется решить тремя способами.

2. При решении задач по теме «Плотность» (и темами близко связанными) рекомендуется использовать

единицы: г, см^3 , $\frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Задачи по теме «ПОЛЫЕ ТЕЛА»:

УРОВЕНЬ 1

Алюминиевый шар объемом 200 см^3 имеет массу 440 г. Сплошной он или полый?

1 способ

Дано:
 $V = 200 \text{ см}^3 = 0,0002 \text{ м}^3$
 $m = 440 \text{ г} = 0,44 \text{ кг}$

Решение:

$$\rho = \frac{m}{V}; \rho = \frac{0,44 \text{ кг}}{0,0002 \text{ м}^3} = 2200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Полученная плотность не соответствует плотности алюминия (меньше), поэтому шар имеет полость.

Ответ: шар полый.

ρ -?

2 способ

Дано:
 $V = 200 \text{ см}^3 = 0,0002 \text{ м}^3$
 $m = 440 \text{ г} = 0,44 \text{ кг}$

Решение:

$$\rho = \frac{m}{V}; V_a = \frac{m}{\rho}; V_a = \frac{0,44 \text{ кг}}{2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} =$$

$$0,000163 \text{ м}^3 = 163 \text{ см}^3$$

Полученный объем не соответствует объему шара алюминия (меньше), поэтому шар имеет полость.

Ответ: шар полый.

V_a -?

3 способ

Дано:
 $V = 200 \text{ см}^3 = 0,0002 \text{ м}^3$
 $m = 440 \text{ г} = 0,44 \text{ кг}$

Решение:

$$\rho = \frac{m}{V}; m = V\rho;$$

$$m = 0,0002 \cdot 2700 = 0,54 \text{ кг} = 540 \text{ г}$$

Полученная масса не соответствует массе шара алюминия (больше), поэтому шар имеет полость.

Ответ: шар полый.

m_a -?

УРОВЕНЬ 2

Масса полого стеклянного шара равна 250 г, а его объем равен 300 см^3 . Чему равен объем полости?

Дано:
 $V = 300 \text{ см}^3 = 0,0003 \text{ м}^3$
 $m = 250 \text{ г} = 0,25 \text{ кг}$

Решение:

$$V_n = V - V_b = V - \frac{m}{\rho}; V_b = \frac{m}{\rho};$$

$$\rho = 2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$V_g = \frac{0,25 \text{ кг}}{2500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,0001 \text{ м}^3 = 100 \text{ см}^3$$

$$V_n = V - V_g = 300 - 100 = 200 \text{ см}^3$$

Ответ: $V_n = 200 \text{ см}^3$.

$V_n = ?$

УРОВЕНЬ 3

1. Внутри чугунной отливки во время литья образовались пустоты. Определить количество этих пустот. Объем всей отливки $4,2 \text{ дм}^3$, а ее масса $27,3 \text{ кг}$. Объем одной пустоты в среднем составляет 10 см^3 .

Дано:

$$V = 4,2 \text{ дм}^3 =$$

$$0,0042 \text{ м}^3$$

$$V_1 = 10 \text{ см}^3$$

$$m = 27,3 \text{ кг}$$

$$\rho = 7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Решение:

Определим объем пустот. Для этого найдем объем чугуна.

$$V_n = V - V_g = V - \frac{m}{\rho}$$

$$V_n = \frac{m}{\rho};$$

$$V_n = \frac{27,3 \text{ кг}}{7000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}} = 0,0039 \text{ м}^3 = 3,9 \text{ дм}^3$$

$$V_n = V - V_g = 4,2 - 3,9 = 0,3 \text{ дм}^3 = 300 \text{ см}^3$$

$$n = \frac{V_n}{V_1}; n = \frac{300}{10} = 30.$$

Ответ: $n = 30$.

$n = ?$

2. Определите массу полого куба, изготовленного из латуни. Полная площадь наружной боковой поверхности куба – 216 см^2 , толщина стенок – 2 мм .

Дано:

$$S_n = 216 \text{ см}^2$$

$$d = 2 \text{ мм}$$

$$\rho = 8500 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$m = ?$

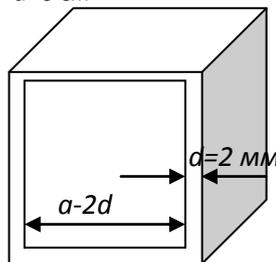
Решение:

$$m = \rho V; V = V_n - V_g$$

Нам известна площадь наружной боковой поверхности куба:

$$S_n = 6 \cdot a \cdot a = 216 \text{ см}^2 \rightarrow a \cdot a = 36 \text{ см}^2 \rightarrow$$

$$a = 6 \text{ см}$$



$$V_n = a^3; V_n = 6^3 = 216 \text{ см}^3$$

Сторона внутреннего куба

$$b = a - 2d, b = 6 \text{ см} - 2 \cdot 2 \text{ мм} = 56 \text{ мм}$$

$$V_g = b^3; V_g = (56 \text{ мм})^3 = 175616 \text{ мм}^3 = 175,616 \text{ см}^3$$

$$V = 216 \text{ см}^3 - 175,616 \text{ см}^3 = 40,384 \text{ см}^3$$

$$m = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 40,384 \text{ см}^3 \approx 343,264 \text{ г}$$

Ответ: $m \approx 343,264 \text{ г}$.

Домашнее задание:

1. Масса стеклянной фигурки 150 г , объем – 150 мл . Найдите объем полости стеклянной фигурки.

2. Объем оловянного солдатика 150 мл , объем полости составляет 50 мл . Найдите массу оловянного солдатика.

3. Определите массу полого куба, изготовленного из пластмассы. Полная площадь наружной боковой поверхности куба – 512 см^2 , толщина стенок – 4 мм .

Плотность пластмассы $1,54 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Ответы: 1. 90 мл , 2. 730 г , 3. 214 г .

Подведение итогов урока. Рефлексия.

Продолжи выражения:

1. На уроке мне понравилось ...
2. Я бы хотел изменить ...
3. Я бы хотел повторить ...
4. Я узнал, что ...

Фрагмент урока по теме «СПЛАВЫ»

Учитель. Тема урока зашифрована ребусом. Кто первый раскроет секрет?



Ученики. ...

Учитель. Тема урока «Сплавы».

Сплав — макроскопически однородная смесь двух или большего числа химических элементов с преобладанием металлических компонентов. Основной или единственной фазой сплава, как правило, является твёрдый раствор легирующих элементов в металле, являющемся основой сплава.

Сплавы имеют металлические свойства, например: металлический блеск, высокие электропроводность и теплопроводность. Иногда компонентами сплава могут быть не только химические элементы, но и химические соединения, обладающие металлическими свойствами. Например, основными компонентами твёрдых сплавов являются карбиды вольфрама или титана. Макроскопические свойства сплавов всегда отличаются от свойств их компонентов, а макроскопическая однородность многофазных (гетерогенных) сплавов достигается за счёт равномерного распределения примесных фаз в металлической матрице.

Сплавы обычно получают с помощью смешивания компонентов в расплавленном состоянии с последующим охлаждением. При высоких температурах плавления компонентов, сплавы производятся смешиванием порошков металлов с последующим спеканием (так получают, например, многие вольфрамовые сплавы).

Сплавы являются одним из основных конструкционных материалов. Среди них наибольшее значение имеют сплавы на основе железа и алюминия. В состав многих сплавов могут вводиться и неметаллы, такие как углерод, кремний, бор и др. В технике применяется более 5 тыс. сплавов.

Цель нашего урока – научиться решать задачи для определения плотности, массы или объема сплавов или веществ входящих в их состав.

Рассматривая сплавы, обычно предполагают, что объем сплава равен сумме объемов составляющих его веществ. В таком случае плотность сплава

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}, \text{ где индексы 1 и 2 относятся к двум}$$

компонентам сплава.

Если заданы или требуется найти массы компонентов известной плотности ρ_1 и ρ_2 , то объемы компонентов надо выразить через их массы и плотности, в результате чего формула для плотности сплава примет вид

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{\frac{m_1}{\rho_1} + \frac{m_2}{\rho_2}} = \frac{(m_1 + m_2)\rho_1\rho_2}{m_1\rho_2 + m_2\rho_1}.$$

Часто в задаче дано или требуется найти соотношение масс компонентов сплава. Обозначим $\alpha = \frac{m_1}{m_2}$. Тогда

$$\rho = \frac{(\alpha + 1)\rho_1\rho_2}{\alpha\rho_2 + \rho_1}.$$

Эта формула связывает плотность сплава ρ и массовое отношение компонент α . Из нее при $\rho_2 > \rho > \rho_1$ следует: $\alpha = \frac{\rho_1(\rho_2 - \rho)}{\rho_2(\rho - \rho_1)}$.

Приведенные формулы позволяют по заданному значению одной из величин (α или ρ) найти значение другой.

Запишите в тетрадах:

СПЛАВЫ

Сплав — макроскопически однородная смесь двух или большего числа химических элементов с преобладанием металлических компонентов.

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2} \text{ — плотность сплава, где } m_1 \text{ и } m_2 \text{ —}$$

массы веществ, из которых состоит сплав, V_1 и V_2 — их объемы соответственно.

$$\rho = \frac{(m_1 + m_2)\rho_1\rho_2}{m_1\rho_2 + m_2\rho_1} \text{ — плотность сплава, при}$$

заданных плотностях веществ его составляющих.

$$\alpha = \frac{m_1}{m_2} \text{ — соотношение масс, тогда}$$

$$\rho = \frac{(\alpha + 1)\rho_1\rho_2}{\alpha\rho_2 + \rho_1}.$$

$$x = \frac{m_1}{m} \cdot 100\% \text{ — процентное содержание массы}$$

одного из веществ в сплаве.

Примечание.

1. Задача первого уровня предназначена для применения основной формулы: $\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$.

2. Задачи второго уровня похожи, поэтому целесообразно применить разные способы решения.

3. Задачи третьего уровня предусмотрены для закрепления способов решения задач предложенных ранее с добавлением дополнительных вычислений (объема и процентного отношения).

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ

Задачи по теме «СПЛАВЫ»:

УРОВЕНЬ 1

Найдите плотность бронзы, для изготовления которой взяли 100 г меди и 30 г олова, считая, что объем сплава равен сумме объемов входящих в него металлов.

Дано:

$$\begin{aligned} m_M &= 100 \text{ г} \\ m_O &= 30 \text{ г} \\ \rho_M &= 8,9 \text{ г/см}^3 \\ \rho_O &= 7,3 \text{ г/см}^3 \\ \rho_{\text{бр}} &=? \end{aligned}$$

Решение:

$$\rho = \frac{m_M + m_{Ol}}{V_M + V_{Ol}}; V_M = \frac{m_M}{\rho_M};$$

$$V_M = \frac{100 \text{ г}}{8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 11,2 \text{ см}^3;$$

$$V_O = \frac{m_O}{\rho_O}; V_O = \frac{30 \text{ г}}{7,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 4,1 \text{ см}^3;$$

$$\rho_{\text{бр}} = \frac{100 \text{ г} + 30 \text{ г}}{11,2 \text{ см}^3 + 4,1 \text{ см}^3} = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$$

$$\text{.Ответ: } \rho_{\text{бр}} = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

УРОВЕНЬ 2

1. Кусок сплава из свинца и олова массой 664 г имеет плотность 8,3 г/см³. Определите массу свинца в сплаве. Принять объем сплава равным сумме объемов его составных частей.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 664 \text{ г} \\ \rho &= 8,3 \text{ г/см}^3 \\ m_{\text{св}} &=? \end{aligned}$$

Решение:

$$m = m_{\text{св}} + m_O \rightarrow m_O = m - m_{\text{св}}.$$

$$V = \frac{m}{\rho}; V = \frac{664 \text{ г}}{8,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 80 \text{ см}^3.$$

$$V = \frac{m_{\text{св}}}{\rho_{\text{св}}} + \frac{m_O}{\rho_O} \rightarrow V = \frac{m_{\text{св}}}{\rho_{\text{св}}} + \frac{m - m_{\text{св}}}{\rho_O}$$

$$80 \text{ см}^3 = \frac{664 \text{ г} - m_{\text{св}}}{7,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} + \frac{m_{\text{св}}}{11,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}};$$

$$80 \cdot 7,3 \cdot 11,3 = 664 \cdot 11,3 -$$

$$- 11,3 m_{\text{св}} + 7,3 m_{\text{св}}; m_{\text{св}} = 226 \text{ г}$$

$$\text{.Ответ: } m_{\text{св}} = 226 \text{ г}.$$

2. В куске кварца содержится небольшой самородок золота. Масса куска 100 г, а его плотность 8 г/см³. Определите массу золота, содержащегося в кварце. Принять, что плотность кварца и золота соответственно равны 2,65 и 19,36 г/см³.

Дано:

$$\begin{aligned} m &= 100 \text{ г} \\ \rho &= 8 \text{ г/см}^3 \\ \rho_{\text{кв}} &= 2,65 \text{ г/см}^3 \\ \rho_3 &= 19,36 \text{ г/см}^3 \\ m_3 &=? \end{aligned}$$

Решение: Будем использовать следующую формулу:

$$\rho = \frac{(m_3 + m_{\text{кв}})\rho_3\rho_{\text{кв}}}{m_3\rho_{\text{кв}} + m_{\text{кв}}\rho_3};$$

$$m = m_{\text{кв}} + m_3 \rightarrow m_{\text{кв}} = m - m_3.$$

$$8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{100 \text{г} \cdot 19,36 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 2,65 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{m_3 \cdot 2,65 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} + (100 - m_3) \cdot 19,36 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}$$

$$(2,65m_3 + 1936 - 19,36m_3) \cdot 8 = 5130,4$$

$$1936 - 16,71m_3 = 641,3;$$

$$m_3 = 77,48 \text{г} \approx 78 \text{г}$$

Ответ: $m_3 \approx 78 \text{г}$.

УРОВЕНЬ 3

1. Сплав золота и серебра массой 400 г имеет плотность $14 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$. Полагая объем сплава равным сумме объемов его составных частей, определите массу, объем золота и процентное содержание его в сплаве.

Дано:

$$m = 400 \text{ г}$$

$$\rho = 14 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_c = 10,5 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_3 = 19,36 \text{ г/см}^3$$

Решение: Будем использовать следующую формулу:

$$\rho = \frac{(m_3 + m_c) \rho_3 \rho_c}{m_3 \rho_c + m_c \rho_3}; m = m_c + m_3$$

→

$$m_c = m - m_3.$$

$$14 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{400 \text{г} \cdot 19,36 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 10,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{m_3 \cdot 10,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} + (400 - m_3) \cdot 19,36 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}$$

$$(10,5m_3 + 7744 - 19,36m_3) \cdot 14 = 8131$$

$$7744 - 8,86m_3 = 5808;$$

$$m_3 = 220 \text{г};$$

$$V_3 = \frac{m_3}{\rho_3};$$

$$V_3 = \frac{220 \text{г}}{19,36 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 11,36 \text{см}^3$$

$$x = \frac{m_3}{m} \cdot 100\%;$$

$$x = \frac{220}{400} \cdot 100\% = 55\%.$$

Ответ: $m_3 = 220 \text{г}$, $V_3 = 11,36 \text{см}^3$,

$$x = 55\%.$$

2. В чистой воде растворена кислота. Масса раствора 240 г, а его плотность $1,2 \text{ г/см}^3$. Определите объем кислоты в растворе и его процентное содержание, если плотность кислоты $1,8 \text{ г/см}^3$. Принять объем раствора равным сумме объемов его составных частей.

Дано:

$$m = 240 \text{ г}$$

$$\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_8 = 1 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_k = 1,8 \text{ г/см}^3$$

Решение: Будем использовать следующую формулу:

$$\rho = \frac{(m_8 + m_k) \rho_8 \rho_k}{m_8 \rho_k + m_k \rho_8}; m = m_k + m_8 \rightarrow$$

$$m_8 = m - m_k.$$

$$1,2 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = \frac{240 \text{г} \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \cdot 1,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}{m_k \cdot 1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} + (240 - m_k) \cdot 1,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}}$$

;

$$(m_k + 432 - 1,8m_k) \cdot 1,2 = 432;$$

$$432 - 0,8m_k = 360; m_k = 90 \text{г}$$

$$V_k = \frac{m_k}{\rho_k};$$

$$V_k = \frac{240 \text{г}}{1,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}} = 133,3 \text{см}^3 \approx 133 \text{см}^3$$

$$x = \frac{V_k}{V} \cdot 100\%;$$

$$x = \frac{133,3}{240} \cdot 100\% = 55,5\%.$$

Ответ: $V_k \approx 133 \text{см}^3$, $x = 55,5\%$.

Выходной контроль:

Установите соответствие:

1	$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_1 + V_2}$	А	соотношение масс
2	$\rho = \frac{(m_1 + m_2) \rho_1 \rho_2}{m_1 \rho_2 + m_2 \rho_1}$	Б	плотность сплава, если известны соотношения масс
3	$\alpha = \frac{m_1}{m_2}$	В	процентное содержание массы одного из веществ в сплаве
4	$\rho = \frac{(\alpha + 1) \rho_1 \rho_2}{\alpha \rho_2 + \rho_1}$	Г	процентное содержание объема одного из веществ в сплаве
5	$x = \frac{m_1}{m} \cdot 100\%$	Д	плотность сплава
6	$x = \frac{V_1}{V} \cdot 100\%$	Е	объем кварца
7	$V_k = \frac{m_k}{\rho_k}$	Ж	плотность сплава, при заданных плотностях веществ его составляющих

Ответы: 1-Д, 2-Ж, 3-А, 4-Б, 5-В, 6-Г, 7-Е.

Домашнее задание:

Дополнительный материал.

Сплавы различаются по своему предназначению.

Конструкционные сплавы: стали, чугуны, дуралюминий.

Конструкционные со специальными свойствами (например, искробезопасность,

антифрикционные свойства) : бронзы, латуни.

Для заливки подшипников: баббит.

Для измерительной и электронагревательной аппаратуры: манганин, нихром.

Для изготовления режущих инструментов: победит.

*****Подготовьте сообщение о каком-нибудь сплаве. Расскажите о веществах, которые в него входят, о их процентном вхождении в сплав и т.д.**

Задачи:

1. Найдите плотность стали (сталь — деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом), для изготовления которой взяли 100 г железа и 2 г углерода (углекислого газа), считая, что объем сплава равен сумме объемов входящих в него веществ.

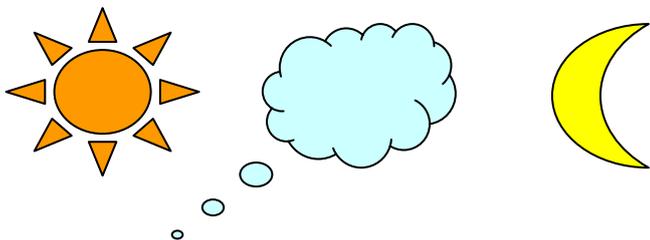
2. Чтобы получить латунь, сплавляли куски меди массой 178 кг и цинка массой 355 кг. Какой плотности была получена латунь? Объем сплава равен сумме объемов его составных частей.

3. Сплав золота и серебра массой 500 г имеет плотность 11 г/см^3 . Полагая объем сплава равным сумме объемов его составных частей, определите массу, объем золота и процентное содержание его в сплаве.

Ответ: 1. $0,098 \text{ г/см}^3$, 2. 8540 кг/м^3 , 3. 50 г, $2,59 \text{ см}^3$, 10%.

Подведение итогов урока. Рефлексия.

На полях рабочей тетради изобрази схематически один из рисунков, который соответствует степени усвоения материала на уроке. Солнце — мне все понятно, туча — материал интересный, но надо еще поработать, луна — я все проспал.



Сообщения о сплавах

Сталь

Сталь (польск. stal, от нем. Stahl) — деформируемый (ковкий) сплав железа с углеродом (и другими элементами), характеризующийся эвтектоидным превращением. Содержание углерода в стали не более 2,14 %, но не менее 0,022 %. Углерод придаёт сплавам железа прочность и твёрдость, снижая пластичность и вязкость.

Учитывая, что в сталь могут быть добавлены легирующие элементы, сталью называется содержащий не менее 45 % железа сплав железа с углеродом и легирующими элементами (легирующая, высоколегирующая сталь).

В древнерусских письменных источниках сталь именовалась специальными терминами: «Оцел», «Харолуг» и «Уклад». В некоторых славянских языках и сегодня сталь называется «Оцел», например в чешском.

Сталь — важнейший конструкционный материал для машиностроения, транспорта, строительства и прочих отраслей народного хозяйства.

Стали с высокими упругими свойствами находят широкое применение в машино- и приборостроении. В машиностроении их используют для изготовления рессор, амортизаторов, силовых пружин различного назначения, в приборостроении — для многочисленных упругих элементов: мембран, пружин, пластин реле, сильфонов, растяжек, подвесок.

Пружины, рессоры машин и упругие элементы приборов характеризуются многообразием форм, размеров, различными условиями работы. Особенность их работы состоит в том, что при больших статических, циклических или ударных нагрузках в них не допускается остаточная деформация. В связи с этим все пружинные сплавы кроме механических свойств, характерных для всех конструкционных материалов (прочности, пластичности, вязкости, выносливости), должны обладать высоким сопротивлением малым пластическим деформациям. В условиях кратковременного статического нагружения сопротивление малым пластическим деформациям характеризуется пределом упругости, при длительном статическом или циклическом нагружении — релаксационной стойкостью.

Чугун

Чугун — сплав железа с углеродом (содержанием обычно более 2,14 %), характеризующийся эвтектическим превращением. Углерод в чугуне может содержаться в виде цементита и графита. В зависимости от формы графита и количества цементита, выделяют: белый, серый, ковкий и высокопрочные чугуны. Чугуны содержат постоянные примеси (Si, Mn, S, P), а в некоторых случаях также легирующие элементы (Cr, Ni, V, Al и др.). Как правило, чугун хрупок.

...

Победит

Победит — металлокерамический композитный твёрдый сплав карбида вольфрама WC и кобальта в соотношении 90% и 10% масс, соответственно. По твёрдости близок к алмазу (80—90 по шкале А Роквелла), применяется при бурении горных пород, металлообработке в качестве ответственных деталей, для которых требуется высокая твёрдость или жаропрочность.

Разработан в 1929 году в СССР[1], где в основном использовался для режущих инструментов. Сейчас сплав применяется для оснащения волоочильного инструмента, в качестве резцов и т.д. При создании используются методы порошковой металлургии. Изначально победитом называли быстрорежущую сталь (легирующим является вольфрам), однако название затем переключалось к твёрдым сплавам.

Металлокерамические композитные сплавы обладают особенно высокой твёрдостью. Победит изготавливается в виде пластинок различной формы и размера. Процесс изготовления сводится к следующему: мелкий порошок карбида вольфрама или другого тугоплавкого карбида и мелкий порошок связующего металла кобальта или никеля перемешиваются и затем прессуются в соответствующих

формах. Спрессованные пластины спекаются при температуре, близкой к температуре плавления связующего металла, что дает очень плотный и твердый композитно-сплавной материал.

Пластинки из этого сверхтвёрдого сплава применяются для изготовления металлорежущего и бурового инструмента: они напаяются на державки режущего инструмента медью. Термообработка не требуется.

В настоящее время разработаны и другие вольфрам-кобальтовые композитные сплавы, однако для них продолжают использовать название «победит».

Другие известные примеры композитных материалов: булат, дамаск.

Бронза

Бронза — сплав меди, обычно с оловом как основным легирующим элементом, но применяются и сплавы с алюминием, кремнием, бериллием, свинцом и другими элементами, за исключением цинка и никеля. Название «бронза» происходит от итал. bronzo которое, в свою очередь, либо произошло от персидского слова «berenj», означающего «латунь», либо от названия города Бриндизи, из которого этот материал доставлялся в Рим.

В зависимости от легирования бронзы называют оловянными, алюминиевыми, кремнёвыми, бериллиевыми и т. д. Все бронзы принято делить на оловянные и безоловянные. Плотность бронзы в зависимости от марки составляет 7,5-8,8; температура плавления 930—1140 °С.

Оловянные бронзы

Наиболее древние бронзовые артефакты были обнаружены археологом Веселовским в 1897 году в районе реки Кубань (т.н. Майкопская культура). Бронза майкопских курганов в основном представлена сплавом меди с мышьяком. Постепенно знания о прочном и пластичном металле распространились на Ближний Восток и Египет. Здесь, после перехода к оловянно-медному сплаву, бронза обрела положение одного из важнейших декоративных материалов.

Олово на механические свойства меди влияет аналогично цинку: повышает прочность и пластичность. Сплавы меди с оловом обладают высокой антикоррозионной стойкостью и хорошими антифрикционными свойствами. Этим обуславливается применение бронз в химической промышленности для изготовления литой арматуры, а также в качестве антифрикционного материала в других отраслях.

Оловянная бронза хорошо обрабатывается давлением и резанием. Она имеет очень малую усадку при литье: менее 1 %, тогда как усадка латуней и чугуна составляет около 1,5 %, а стали — более 2 %. Поэтому, несмотря на склонность к ликвации и сравнительно невысокую текучесть, бронзы успешно применяют для получения сложных по конфигурации отливок, включая художественное литьё. Оловянные бронзы знали и широко использовали ещё в древности. Большинство античных изделий из бронзы содержат 75—90 % меди и 25—10 % олова, что делает их внешне похожими на золотые, однако они более тугоплавкие. Они не

утратили своего значения и в настоящее время. Оловянная бронза — непревзойдённый литейный сплав.

Безоловянные бронзы

В силу высокой стоимости олова были найдены заменители оловянной бронзы. Они содержат олово в меньшем количестве по сравнению с ранее применявшимися бронзами или не содержат его совсем.

В древности иногда использовался сплав меди с мышьяком — мышьяковистая бронза, в некоторых культурах использование мышьяковистой бронзы даже предшествовало выплавке обычной. Использовались и сплавы, в которых мышьяком замещалась лишь часть олова.

В настоящее время существует ряд марок бронз, не содержащих олова. Это двойные или чаще многокомпонентные сплавы меди с алюминием, марганцем, железом, свинцом, никелем, бериллием и кремнием. Величина усадки при кристаллизации у всех этих бронз более высокая, чем у оловянных.

Прочность алюминиевой и бериллиевой бронзы может быть увеличена при помощи термической обработки.

Также необходимо упомянуть сплавы меди и фосфора. Они не могут служить машиностроительным материалом, поэтому их нельзя отнести к бронзам. Однако они являются товаром на мировом рынке и предназначаются в качестве лигатуры при изготовлении многих марок фосфористых бронз, а также и для раскисления сплавов на медной основе.

Дюралюминий

Дюралюминий — торговая марка одного из первых упрочняемых старением алюминиевых сплавов. Основными легирующими элементами являются медь (4,4 % массы), магний (1,5 %) и марганец (0,5 %). Типовое значение предела текучести составляет 450 МПа, однако зависит от состава и термообработки. Содержание [убрать]

Фирменное название дюраль (Dural®) в русском языке стало по преимуществу разговорным и профессионально-жаргонным. Иногда встречаются также старая (основная до 1940-х) форма дюралюминий и англоязычные варианты дюралюмин, дюралюмин, крайне редко также дураль. Название происходит от немецкого города Дюрена, нем. Düren, где в 1909 году было начато его промышленное производство.

Дюралюминий разработан германским инженером-металлургом Альфредом Вильмом (Alfred Wilm), сотрудником металлургического завода Dürener Metallwerke AG. В 1903 году Вильм установил, что сплав алюминия с добавкой 4 % меди после резкого охлаждения (температура закалки 500 °С), находясь при комнатной температуре в течение 4—5 суток, постепенно становится более твердым и прочным, не теряя при этом пластичности. Дальнейшие эксперименты со сплавами этой системы привели к освоению в 1909 году заводом Dürener Metallwerke сплава дюралюминия. Обнаруженное Вильмом старение алюминиевых сплавов позволило повысить прочность дюралюминия до 350—370 МПа по

сравнению с 70—80 МПа у чистого алюминия[2]. Распространённые в Европе (Швейцария и Великобритания) алюминиевые сплавы марок Avional и Hiduminium являются близкими по составу к дюралюминию сплавами других производителей.

Свойства и применение

Первое применение дюралюминия — изготовление каркаса дирижаблей жёсткой конструкции, с 1911 года — более широкое применение. Состав сплава и термообработка в годы войны были засекречены. Благодаря высокой удельной прочности дюралюминий начиная с 1920-х годов становится важнейшим конструкционным материалом в самолётостроении.

Плотность сплава 2500—2800 кг/м³, температура плавления около 650 °С. Сплав широко применяется в авиастроении, при производстве скоростных поездов (например поездов Синкансен) и во многих других отраслях машиностроения (так как отличается существенно большей твердостью, чем чистый алюминий).

После отжига (нагрева до температуры около 500 °С и охлаждения) становится мягким и гибким (как алюминий). После старения (естественного — при 20 °С — несколько суток, искусственного — при повышенной температуре — несколько часов) становится твёрдым и жёстким.

В настоящее время сплавы алюминий — медь — магний с добавками марганца — известны под общим названием дюралюмины. В их число входят сплавы следующих марок: Д1, Д16, Д18, В65, Д19, В17, ВАД1. Дюралюмины упрочняются термообработкой; подвергаются, как правило, закалке и естественному старению. Характеризуются сочетанием высокой статической прочности (до 450—500 МПа) при комнатной и повышенной (до 150—175 °С) температурах, высоких усталостной прочности и вязкости разрушения.

Недостаток дюралюминов — низкая коррозионная стойкость, изделия требуют тщательной защиты от коррозии. Листы дюралюминов, как правило, плакируют чистым алюминием.

Латунь

Латунь — это двойной или многокомпонентный сплав на основе меди, где основным легирующим элементом является цинк иногда с добавлением олова, никеля, свинца, марганца, железа и других элементов.

История и происхождение названия

Несмотря на то, что цинк был открыт только в XVI веке, латунь была известна уже древним римлянам[1]. Они получали ее, сплавляя медь с галмеем[2], то есть с цинковой рудой. Путем сплавления меди с металлическим цинком, латунь впервые была получена в Англии в 1781 г. В XIX веке в Западной Европе и России латунь использовали в качестве поддельного золота.

Физические свойства

Плотность — 8300—8700 кг/м³

Удельная теплоёмкость при 20 °С — 0,377 кДж·кг⁻¹·К⁻¹

Удельное электрическое сопротивление — (0,07-0,08)×10⁻⁶ Ом·м

Температура плавления латуни в зависимости от состава достигает 880—950° С. С увеличением содержания цинка температура плавления понижается. Латунь достаточно хорошо сваривается и прокатывается. Хотя поверхность Л., если не покрыта лаком, чернеет на воздухе, но в массе она более сопротивляется действию атмосферы, чем медь. Имеет желтый цвет и отлично полируется.

Висмут и свинец имеют вредное влияние на латунь, так как уменьшают способность к деформации в горячем состоянии.

Баббит

Баббит — антифрикционный сплав на основе олова или свинца, предназначенный для использования в виде слоя, залитого или напыленного по корпусу вкладыша подшипника.

Наиболее распространённые варианты сплава:

- 90 % олова, 10 % меди;
- 89 % олова, 7 % сурьмы, 4 % меди;
- 80 % свинца, 15 % сурьмы, 5 % олова.

В качестве присадок могут быть использованы: сурьма, медь, никель, мышьяк, кадмий, теллур, кальций, натрий, магний.

Температура плавления — 300—440 °С.

Первый подшипниковый сплав разработан американцем Исааком Бэббитом в 1839 году.

Баббит, основу которого составляет олово (Б88, Б83, Б83С, SAE11, SAE12, ASTM2), используют, когда от антифрикционного материала требуются повышенная вязкость и минимальный коэффициент трения. Оловянный баббит по сравнению со свинцовым обладает более высокой коррозионной стойкостью, износостойкостью и теплопроводностью.

Свинцовокальциевый баббит используют в подшипниках подвижного состава железнодорожного транспорта.

Все баббиты имеют существенный недостаток — низкое сопротивление усталости, что ухудшает работоспособность подшипника. Из-за небольшой прочности баббиты могут успешно эксплуатироваться только в подшипниках, имеющих прочный стальной (чугунный) или бронзовый корпус. Продолжительность работы подшипников зависит от толщины баббитового слоя, залитого на стальной вкладыш. Уменьшение толщины слоя увеличивает срок службы подшипник.

Литература

1. Материалы курса «Как научить решать задачи по физике (основная школа). Подготовка к ГИА: лекции 1-4. — М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2010. -80с.
2. Сборник задач по физике: Учеб. Пособие для учащихся 7-8 классов средней школы. — 6-е изд., перераб. — М.: Просвещение, 1994. — 191 с.: ил.
3. Физическая олимпиада в 6-7 классах средней школы: Пособие для учащихся. — 2-е изд, перераб. И доп. — М.: Просвещение, 1987. — 192 с: ил.



Модуль. Основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества

Цель модуля. УСВОИТЬ основные положения молекулярно-кинетической теории строения вещества; ВОСПРОИЗВОДИТЬ основные положения МКТ и основные формулы; ЗНАТЬ факты подтверждения положений МКТ, кратко биографию английского ботаника Роберта Броуна и его научные достижения; УМЕТЬ применять основные формулы и их следствия при решении задач в несколько измененной ситуации.

Учебный материал

1. Молекулярная физика и термодинамика

Цель: ОЗНАКОМИТЬСЯ с понятиями молекулярная физика и термодинамика.

Молекулярная физика и термодинамика – это по существу две разные по своим подходам, но тесно связанные науки, занимающиеся одним и тем же – изучением макроскопических свойств физических систем, но совершенно разными методами.

В основе молекулярной физики или молекулярно-кинетической теории лежат определенные представления о строении вещества. Для установления законов поведения макроскопических систем, состоящих из огромного числа частиц, в молекулярной физике используются различные модели вещества, например, модели идеального газа.

Молекулярная физика является статистической теорией, т. е. теорией, которая рассматривает поведение систем, состоящих из огромного числа частиц (атомов, молекул), на основе вероятностных моделей. Она стремится на основе статистического подхода установить связь между экспериментально измеренными макроскопическими величинами (давление, объем, температура и т.д.) и микроскопическими характеристиками частиц, входящих в состав системы (масса, импульс, энергия и т.д.). В отличие от молекулярно-кинетической теории, **термодинамика** при изучении свойств макроскопических систем не опирается ни на какие представления о молекулярной структуре вещества. Термодинамика является наукой феноменологической. Она делает выводы о свойствах вещества на основе законов, установленных на опыте, таких, как закон сохранения энергии. Термодинамика оперирует только с макроскопическими величинами (давление, температура, объем и т.п.), которые вводятся на основе физического эксперимента. Оба подхода – термодинамический и статистический – не противоречат, а дополняют друг друга. Только совместное использование термодинамики и молекулярно-кинетической теории может дать наиболее полное представление о свойствах систем, состоящих из большого числа частиц.

2. Положения молекулярно-кинетической теории

Цель: ОЗНАКОМИТЬСЯ с основными положениями МКТ, с биографией английского ботаника Роберта Броуна.

Молекулярно-кинетической теорией называют учение о строении и свойствах вещества на основе представления о существовании атомов и молекул как наименьших частиц химических веществ.

В основе молекулярно-кинетической теории лежат три основных положения:

1. Все вещества – жидкие, твердые и газообразные – образованы из мельчайших частиц – молекул, которые сами состоят из атомов («элементарных молекул»). Молекулы химического вещества могут быть простыми и сложными, т.е. состоять из одного или нескольких атомов. Молекулы и атомы представляют собой электрически нейтральные частицы. При определенных условиях молекулы и атомы могут приобретать дополнительный электрический заряд и превращаться в положительные или отрицательные ионы.
2. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
3. Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу. Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало.

Первое положение молекулярно-кинетической теории косвенно подтверждается явлениями сжимаемости, проницаемости и растворимости веществ, а также законами сохранения массы, кратных отношений и кратных объемов при химических реакциях.

Второе положение молекулярно-кинетической теории подтверждается явлениями броуновского движения и диффузии.

Непрерывное хаотическое движение очень малых частиц, взвешенных в жидкости или газе, называют броуновским движением. Оно было открыто в 1827 году английским ботаником Робертом Броуном, который, рассматривая под микроскопом мелкие частицы цветочной пыльцы (диаметром до 0,005 мм) в воде, обнаружил, что они движутся непрерывным беспорядочным образом.

Роберт Броун родился 21 декабря 1773 в Монтроузе (Шотландия). Изучал медицину в Абердинском и Эдинбургском университетах (1789-1795). В течение пяти лет работал ассистентом хирурга в Британской армии. В 1798 в Лондоне познакомился с Дж.Бэнксом, президентом Королевского общества, и в 1801 по его рекомендации был приглашен принять участие в экспедиции, направлявшейся в Австралию. В 1805 возвратился в Англию с коллекцией растений, насчитывавшей более 4000 видов. В 1810 опубликовал труд, посвященный флоре Австралии. В том же году стал личным библиотекарем Бэнкса. После смерти последнего в 1820 его библиотека и все коллекции перешли по завещанию в пожизненное владение Броуна. В 1827 он передал их Британскому музею и стал хранителем его ботанического отдела. С 1849 по 1853 Броун был президентом Линнеевского общества.

Основные работы Броуна посвящены морфологии и систематике растений. Ученый впервые описал строение семян и установил различие между голосеменными и покрытосеменными растениями (1825), обнаружил процесс полового скрещивания (опыления) у высших растений. Наблюдая

под микроскопом поведение частиц пыльцы, взвешенных в воде, обнаружил, что они совершают хаотические зигзагообразные движения (1827). Впоследствии показал, что подобным же образом ведут себя суспензии любых других веществ. Это явление позже получило название броуновского движения. В 1831 Броун изучил и описал ядро растительной клетки. Умер Броун в Лондоне 10 июня 1858

Задание 1. Запишите кратко формулировки основных положений молекулярно-кинетической теории в тетрадь. (1 балл)

3. Относительная масса вещества

Цель: РАЗЛИЧАТЬ формулу вычисления относительной (атомной) массы вещества, РЕШИТЬ стандартную задачу с использованием формулы вычисления относительной массы вещества.

Современная физика не устанавливает пределы структурной делимости материи, однако, однозначно утверждает, что элементами, определяющими основные физические свойства тел, являются атомы, молекулы и ионы.

Атомом называется наименьшая частица данного химического элемента, являющаяся носителем его свойств. Каждому химическому элементу соответствует свой атом.

Молекула – это устойчивая наименьшая частица данного вещества, обладающая его основными химическими свойствами. Молекула состоит из атомов одинаковых или различных химических элементов.

Ион – электрически заряженная частица, которая образуется при потере или приобретении атомами и молекулами одного или нескольких электронов.

Атомное строение имеют инертные газы (гелий, аргон и др.), жидкости (ртуть) и твердые тела (медь, алмаз). Ряд кристаллических веществ, например, хлористый натрий, состоит из разноименно заряженных ионов. Однако подавляющее большинство веществ образовано из молекул (углекислый газ, вода), поэтому понятие “молекула” часто используется как общий собирательный термин.

Современная экспериментальная техника позволяет наблюдать молекулярную структуру вещества, а также определять размеры атомов и молекул. Эти размеры весьма малы: для атомов они составляют величину порядка 10^{-10} м, для молекул их диапазон значительно шире - от 10^{-10} м для простейших молекул до 10^{-5} м для молекул сложных органических веществ.

Естественно, что при таких размерах масса атомов и молекул также очень мала, к примеру, масса молекулы водорода составляет $3.3 \cdot 10^{-27}$ кг. Понятно, что оперировать такими величинами в практических расчетах не совсем удобно.

Поэтому было введено понятие **относительной молекулярной (атомной) массы M_r** , которое определяется как отношение массы молекулы (атома) данного вещества m_0 к $1/12$ массы атома углерода:

$$M_r = \frac{m_0}{\frac{1}{12} m_{0C}} \quad (1)$$

Задание 2. Масса молекулы водорода $m_0 = \frac{1}{3} \cdot 10^{-26}$ кг, масса атома углерода $m_{0C} = 2 \cdot 10^{-26}$ кг.

Определите относительную молекулярную массу молекулы водорода. (2 балла)

4. Количество вещества

Цель: РАЗЛИЧАТЬ формулу вычисления количества вещества, РЕШИТЬ задачи с использованием формул вычисления количества вещества и числа молекул, в несколько измененных условиях.

Число молекул в случае однокомпонентной системы, содержащей молекулы или атомы одного вида, можно найти по формуле:

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{12m}{m_{0C} M_r} = 6,02 \cdot 10^{26} \frac{m}{M_r},$$

где m – масса системы, выраженная в килограммах.

Из этой формулы видно, что N имеет очень большие значения, поэтому потребовалось введение некоторого относительного параметра, связанного с числом молекул N в системе, называемого количеством вещества.

В Международной системе единиц (СИ) в качестве такого параметра принят моль – количество вещества, в котором содержится столько же молекул или атомов, сколько атомов содержится в 0.012 кг углерода.

Таким образом, в одном моле любого вещества содержится одно и то же число молекул или атомов, которое называется числом (постоянной) Авогадро и

$$\text{равно: } N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}.$$

Количество вещества ν определяется как число молей, равное отношению числа молекул N к числу Авогадро:

$$\nu = \frac{N}{N_A}. \quad (2)$$

Задание 3. Определите массу 5 моль кислорода. (5 баллов)

Задание 4. Найдите число молекул в 2 кг углекислого газа. ($M_{rCO_2} = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль) (3 балла)

5. Молярная масса

Цель: РАЗЛИЧАТЬ формулу вычисления молярной массы вещества, РЕШИТЬ задачи с использованием формул вычисления количества вещества и молярной массы.

Масса одного моля вещества называется **молярной массой**. Она равна произведению массы одной молекулы вещества m_0 на число Авогадро:

$$M = m_0 \cdot N_A \quad (3)$$

и измеряется в килограммах на моль: $[M] = \text{кг} \cdot \text{моль}^{-1}$.

Из (1), (3) и определения числа Авогадро следует, что между относительной молекулярной массой вещества M_r и его молярной массой M существует соотношение:

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг}\cdot\text{моль}^{-1}.$$

Учитывая равенство $m = N \cdot m_0$, где m – масса вещества, по формулам (2) и (3) легко получить ещё одно выражение для количества вещества:

$$\nu = \frac{m}{M}, \quad (4)$$

т. е. количество вещества равно отношению массы этого вещества к его молярной массе.

Пример. Молярную массу можно найти, используя таблицу «Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева». Для этого необходимо знать химическую формулу вещества, подсчитать количество углеродных единиц и умножить на 10^{-3} .

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = (2+16) \cdot 10^{-3} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$$

$$M_{\text{O}_2} = (16+16) \cdot 10^{-3} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$$

$$M_{\text{CO}_2} = (12+16+16) \cdot 10^{-3} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$$

Задание 5. Определите молярную массу серной кислоты H_2SO_4 . (2 балла)

Задание 6. Сколько молей содержится в 16 кг кислорода? (3 балла)

6. Строение твердых, жидких и газообразных тел

Цель: ОЗНАКОМИТЬСЯ со строением твердых, жидких и газообразных тел на уровне.

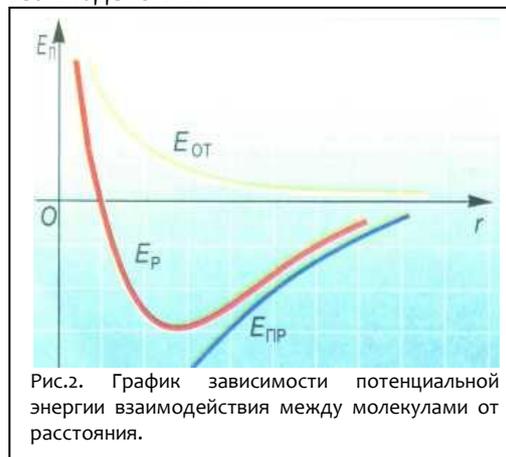


Согласно третьему положению МКТ между молекулами вещества существуют силы взаимодействия. Доказательством существования таких сил является свойства упругости, прочности твердых тел, явления поверхностного натяжения, смачивания и несмачивания в жидкостях.

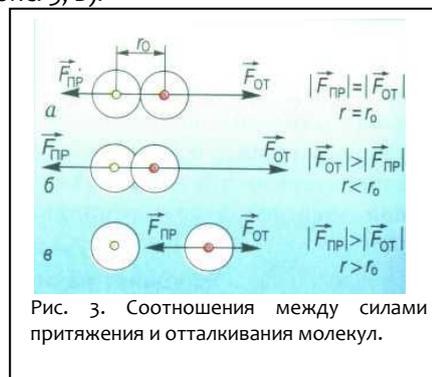
Силы взаимодействия имеют электромагнитную природу и могут быть силами притяжения и отталкивания. Они возникают вследствие взаимодействия электронов и атомных ядер и являются «короткодействующими» (резко убывают с увеличением расстояния между молекулами: уже на расстоянии в несколько собственных размеров молекул эти силы практически не проявляются). Область, в которой наиболее интенсивно проявляется взаимодействие, называется сферой молекулярного взаимодействия. Ее

характерный размер имеет величину порядка $\sim 10^{-9}$ м.

Исследование межмолекулярного взаимодействия показывает, что силы отталкивания уменьшаются с расстоянием быстрее, чем силы притяжения (рис. 1). Например, зависимость силы притяжения от расстояния r между молекулами воды дается соотношением $F_{\text{пр}} \sim 1/r^7$, а силы отталкивания - $F_{\text{от}} \sim 1/r^{12}$. Силы межмолекулярного взаимодействия являются потенциальными, и их можно охарактеризовать потенциальной энергией взаимодействия.



Из приведенных на рисунке 1 графических зависимостей видно, что существует такое расстояние $r = r_0$, на котором силы притяжения равны силам отталкивания (рис. 3, а). Это расстояние называется **равновесным**. При $r < r_0$ преобладающими являются силы отталкивания (рис. 3, б), при $r > r_0$ — силы притяжения (рис. 3, в).



Расстояние $d = r_0$ называется эффективным диаметром молекулы, т. е. при различных оценках молекулу можно приближенно считать шариком диаметра d .

Твердые, жидкие и газообразные состояния вещества объясняются разными силами притяжения между частицами и, соответственно, различными энергиями их взаимодействия и движения в этих агрегатных состояниях. Попробуем качественно охарактеризовать особенности молекулярного движения в различных агрегатных состояниях.

В газах силы взаимодействия между молекулами столь малы, а скорости их столь велики, что молекулы практически не задерживаются друг около друга.

Даже при столкновениях силы притяжения недостаточно, чтобы удержать их друг возле друга, и они разлетаются. Следовательно, газообразное

состояние характеризуется полным «беспорядком» во взаимном расположении частиц (рис. 4, а).

Среднее расстояние между молекулами газа при нормальных условиях гораздо больше размеров самих молекул. Например, в кислороде и азоте объем, доступный для движения молекул при нормальных условиях, составляет $\approx 99,9$ % всего объема. Расстояние, пролетаемое молекулой между двумя последовательными столкновениями, больше ее собственных размеров в среднем приблизительно в 150 раз. Соответственно плотности газов при нормальных условиях меньше плотностей жидкостей и твердых тел примерно в 10^3 раз.

В твердых телах силы притяжения достаточно велики, вследствие чего атомы и молекулы удерживаются в фиксированных положениях — положениях равновесия — на некотором расстоянии друг от друга, образуя периодическую структуру — **кристаллическую решетку**. Это состояние характеризуется строгим порядком в расположении частиц, причем расстояние между ними в твердых телах гораздо меньше, чем в газах (рис. 4, б).

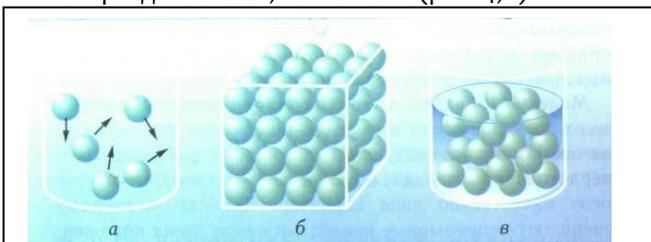


Рис. 4. Характер упаковки частиц: а - в газах, б - в твердых телах, в - в жидкостях.

Молекулы и атомы в твердых телах расположены так плотно, что их электронные оболочки соприкасаются или даже перекрываются. Именно поэтому силы взаимодействия между частицами твердого тела гораздо больше, чем в газах, и их движение носит качественно иной характер. Частицы в твердых телах совершают непрерывные колебания около своих положений равновесия. Время, в течение которого частица колеблется около одного положения равновесия, — время «оседлой жизни» частицы —

в твердых телах очень велико. Поэтому твердые тела сохраняют свою форму, и им не свойственна текучесть при обычных условиях.

Время «оседлой жизни» молекулы зависит от температуры. Вблизи точки плавления оно порядка 10^{-1} — 10^{-3} с, при более низких температурах может составлять часы, сутки, месяцы.

Жидкости по своим свойствам занимают промежуточное положение между газами и твердыми телами. Расстояние между частицами в жидкостях тоже гораздо меньше, чем в газах (рис. 4, в). Частицы жидкости, так же как и частицы твердого тела, колеблются около своих положений равновесия. Однако силы взаимодействия между ними слабее, поэтому частицы жидкости постоянно переходят из одного положения равновесия в другое. Соответственно время «оседлой жизни» молекул жидкости гораздо меньше, чем молекул твердых тел (10^{-10} — 10^{-12} с). Это позволяет объяснить такие специфические свойства жидкостей, как текучесть и поверхностное натяжение.

Таким образом, особенности строения вещества в твердом, жидком и газообразном состояниях объясняются конкуренцией двух противоположных процессов: с одной стороны, стремлением к «порядку» под действием сил притяжения и отталкивания, а с другой — стремлением к «беспорядку», вследствие теплового движения.

Задание 7. Как силы взаимодействия между молекулами зависят от расстояния между ними? (2 балла)

Задание 8. Опишите характер движения молекул в газах, жидкостях и твердых телах. (2 балла)

7. Выходной контроль

Цель: ПРОВЕРИТЬ усвоение учебных элементов.

Выберите из предложенных верный ответ:

1. В чем отличие понятий «молекулярная физика» и «термодинамика»?

- Молекулярная физика является статистической теорией, т. е. теорией, которая рассматривает поведение систем, состоящих из огромного числа частиц (атомов, молекул), на основе вероятностных моделей.
- Термодинамика стремится на основе статистического подхода установить связь между экспериментально измеренными макроскопическими величинами (давление, объем, температура и т.д.) и микроскопическими характеристиками частиц, входящих в состав системы (масса, импульс, энергия и т.д.).
- Молекулярная физика делает выводы о свойствах вещества на основе законов, установленных на опыте, таких, как закон сохранения энергии.
- Термодинамика оперирует только с макроскопическими величинами (давление, температура, объем и т.п.), которые вводятся на основе физического эксперимента.

2. Что из перечисленного не относится к основам молекулярно-кинетической теории:

- Все вещества — жидкие, твердые и газообразные — образованы из мельчайших частиц — молекул, которые сами состоят из атомов («элементарных молекул»). Молекулы химического вещества могут быть простыми и сложными, т.е. состоять из одного или нескольких атомов. Молекулы и атомы представляют собой электрически нейтральные частицы. При определенных условиях молекулы и атомы могут приобретать дополнительный электрический заряд и превращаться в положительные или отрицательные ионы.
- Все вещества — жидкие, твердые и газообразные — образованы из мельчайших частиц — атомов, атомы из молекул, молекулы из ионов.

- с. Атомы и молекулы находятся в непрерывном хаотическом движении.
 д. Атомы и молекулы имеют очень маленькие массы.
 е. Частицы не взаимодействуют друг с другом.
 ф. Частицы взаимодействуют друг с другом силами, имеющими электрическую природу. Гравитационное взаимодействие между частицами пренебрежимо мало.

3. Установи соответствие:

1	M_{H_2O}	А	$= (12+16+16) \cdot 10^{-3} = 44 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$
2	M_{O_2}	Б	$= (2+16) \cdot 10^{-3} = 18 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$
3	M_{CO_2}	В	$= (16+16) \cdot 10^{-3} = 32 \cdot 10^{-3} \text{ (кг/моль)}$

4. Относительная масса вещества вычисляется по формуле:
 а. $M = m_0 \cdot N_A$; б. $M_r = m_0 / (m_0 / 12)$; с. $v = m / M$;
 д. $v = N / N_A$.
5. Количество вещества вычисляется по формуле:
 а. $M = m_0 \cdot N_A$; б. $M_r = m_0 / (m_0 / 12)$; с. $v = m / M$;
 д. $v = N / N_A$; е. $N = m / m_0$.
6. Молярная масса вещества вычисляется по формуле:
 а. $M = m_0 \cdot N_A$; б. $M_r = m_0 / (m_0 / 12)$; с. $v = m / M$;
 д. $v = N / N_A$; е. $N = m / m_0$.
7. Число Авогадро – это
 а. N_A ; б. M_r ; с. v ; д. $10^{23} \text{ моль}^{-1}$; е. $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$;
 ф. $6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$; г. $6,02 \text{ моль}^{-1}$.
8. Какие наблюдения и эксперименты подтверждают атомно-молекулярное строение вещества?
9. Что называют броуновским движением? диффузией?
10. Оцените массу атома свинца?
 (За каждый правильный ответ тестов 1-7 – 1 балл, 8-10 – 2 балла)

8. Домашнее задание

Цель: ЗАКРЕПИТЬ усвоение учебных элементов.

Дифференцированное домашнее задание

«Хорошо»
§§ 34-35, упр. 19 №2, выполнить опорный конспект по теме «Биография Р. Броуна»
«Зачет»
§§ 34-35, упр. 19 №1, реши задачи: Задача 1. Сколько атомов содержится в 1 кг гелия? Определите массу одного атома гелия. Задача 2. Во сколько раз масса молекулы O_2 больше массы молекулы N_2 ?
«Незачет»
§§ 34-35, реши задачи: Задача 1. Какое количество моль кислорода содержит $60,2 \cdot 10^{23}$ молекул. Задача 2. Определите молярную массу азота. Задача 3. Найдите массы молекул углекислого газа и азота. Задача 4. Сколько молей содержится в 56 кг углекислого газа?

9. Подведение итогов

Цель: ЗАПОЛНИТЬ лист контроля; ОЦЕНИТЬ знания.

Ответы:

Дифференцированное домашнее задание

«Хорошо»

§§ 34-35, выполнить опорный конспект по теме «Биография Р. Броуна»

упр. 19 №2. Определите, какую часть объема сосуда, в котором находится газ при нормальных условиях, занимают его молекулы. Диаметр молекулы считать равным $d = 1 \cdot 10^{-10}$ м.

Решение:

Моль любого газа при нормальных условиях занимает объем 22,4 л, то есть $0,0224 \text{ м}^3 = 2,24 \cdot 10^{-2} \text{ м}^3$.

В одном моле газа содержится $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ молекул.

Находим объем 1 молекулы:

«Зачет»

§§ 34-35, упр. 19 №1. Сколько молекул N содержится в капле воды диаметром $d = 1$ мм при температуре $t = 4$ °С?

Решение:

Для определения количества молекул N , которое содержится в капле воды, нужно найти объем капли V и объем одной молекулы V_0 :

$$N = \frac{V}{V_0}$$

$$\text{Объем капли – это объем шара: } V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3$$

Объем одной молекулы – это $V_0 = \frac{m_0}{\rho}$, где ρ – плотность вещества и $m_0 = \frac{M}{N_A}$.

Получим:

$$N = \frac{V}{V_0} = \frac{\frac{4}{3} \pi \left(\frac{d}{2}\right)^3}{\frac{m_0}{\rho}} = \frac{4 \pi d^3 \rho}{3 \cdot 8 \cdot m_0} = \frac{4 \pi d^3 \rho N_A}{3 \cdot 8 \cdot M}$$

$$= \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (10^{-3})^3 \cdot 10^3 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{3 \cdot 8 \cdot 18 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 0,175 \cdot 10^{20} \approx 2 \cdot 10^{19}$$

Ответ: $N \approx 2 \cdot 10^{19}$.

Задача 1. Сколько атомов содержится в 1 кг гелия? Определите массу одного атома гелия.

Решение:

Задача 2. Во сколько раз масса молекулы O_2 больше массы молекулы N_2 ?

Решение:

«Незачет»

§§ 34-35, реши задачи:

Задача 1. Какое количество моль кислорода содержит $60,2 \cdot 10^{23}$ молекул.

Решение:

$$v = \frac{N}{N_A} = \frac{60,2 \cdot 10^{23}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 10 \text{ моль}$$

Ответ: $v = 10$ моль.

Задача 2. Определите молярную массу азота.

Решение:

$$M = M_r \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1} = (14 \cdot 2) \cdot 10^{-3}$$

$$= 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$$

Ответ: $M = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{моль}^{-1}$.

Задача 3. Найдите массы молекул углекислого газа и азота.

Решение:

$$m_0 = \frac{M_{CO_2}}{N_A} = \frac{(12 + 16 \cdot 2) \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 7,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

$$m_0 = \frac{M_{N_2}}{N_A} = \frac{(14 \cdot 2) \cdot 10^{-3}}{6,02 \cdot 10^{23}} = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$

Ответ: $m_{CO_2} = 7,3 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$, $m_{N_2} = 4,65 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$.

Задача 4. Сколько молей содержится в 56 кг углекислого газа?

Решение:

$$\nu = \frac{m}{M} = \frac{56}{44 \cdot 10^{-3}} = 1,27 \cdot 10^3 \text{ моль.}$$

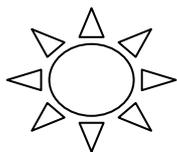
Ответ: $\nu = 1,27 \cdot 10^3 \text{ моль}$.

Лист контроля

№ задания, вопроса, теста	Ответ	Баллы	Результат
1	Основные положения МКТ	1	Поставьте себе итоговую оценку: 24-32 балла – «хорошо»; 15-23 балла – «зачет»; ≤14 баллов – «незачет». Сдайте лист контроля учителю. ОЦЕНКА ↓
2	2	2	
3	$160 \cdot 10^3 \text{ кг}$	5	
4	$2,7 \cdot 10^{25}$	3	
5	$M_{H_2SO_4} = 98 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	2	
6	$0,5 \cdot 10^3 \text{ моль}$	3	
7	Например, зависимость силы притяжения от расстояния г между молекулами воды дается соотношением $F_{пр} \sim 1/r^7$, а силы отталкивания - $F_{от} \sim 1/r^{12}$	2	
8	2	
9	1-a,d; 2-b,d,e; 3-1б, 2В, 3А; 4-b; 5-c,d; 6-a; 7-a,f; 10-34,5 · 10 ⁻²⁶ кг	13	
ИТОГО:		32	

Рефлексия

Какой из следующих значков наиболее точно соответствует степени усвоения материала для тебя? Зарисуй этот значок в конце своей классной работы.



Если нельзя достигнуть всего, то не следует отказываться от части.

Поговорка

ТЕСТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ УЧАЩИХСЯ

М.Ю.ДЕМИДОВА <ilyasovavt@rambler.ru> (МИОО),
Г.Г.НИКИФОРОВ (ИОСО РАО),
Е.Е.КАМЗЕЕВА (НМЦ ЮОУО), г. Москва

1. Формы тестовых заданий

Тестирование – это специально разработанная научно- оптимизированная процедура, позволяющая максимально объективно оценивать уровень достижений человека, в том числе и учебных, и выражать это количественно в форме чисел. Развитие системы независимого тестирования необходимо и учащимся, и учителям: для учащихся – это объективное средство определения своих достижений, а для учителей – средство оценки эффективности обучения, его корректировки в соответствии с возможностями учащихся и социальным заказом на объём, содержание и качество образования.

Любой тест строится из тестовых заданий, форм представления которых достаточно, но не так уж много. Познакомимся с самой распространённой типологией.



Задания закрытого типа должны включать в себя:

- введение (описание ситуации);
- формулировку задания (вопрос);
- варианты ответа: ключ (верный ответ) и дистракторы (неверные ответы).

Иногда в такие задания включают ещё так называемый стимульный материал, который мотивирует на выполнение задания, даёт общее направление поиска области, в которой лежит ответ на вопрос. Преимуществами заданий с выбором ответа является простота проверки, возможность её автоматизации, высокая объективность и быстрота выполнения задания, что в целом делает эти задания достаточно надёжными инструментами тестирования. К недостаткам можно отнести, в первую очередь, сложность разработки, невозможность учёта альтернативных стратегий выполнения задания, невозможность проверки комплексных умений и отрицательное влияние на процесс обучения при слишком сильном увлечении лишь этой формой тестовых заданий.

Задания с выбором одного правильного ответа формулируются исходя, как правило, их трёх, четырёх или пяти дистракторов. Количество дистракторов определяет вероятность угадывания. Чем больше вариантов ответов, тем меньше вероятность. Например, если ответов 4, то вероятность угадывания 25%. Правильно выбранный ответ оценивается в 1 балл. Инструкция перед заданиями такого типа должна указывать на необходимость выбора только одного ответа. Например: «Обведите кружком номер правильного ответа».

Пример 1. Какое физическое явление используется в основе работы спиртового термометра?

- 1) Расширение жидкости при нагревании;
- 2) испарение жидкости при нагревании;
- 3) излучение при нагревании;
- 4) конвекция в жидкости при нагревании.

В заданиях с выбором нескольких ответов оцениваются все правильно выбранные ответы. В этом случае можно ставить, например, по 1 баллу за каждый верный выбор. Инструкция к заданию должна предусматривать особенности этой формы заданий: «Обведите кружком номера всех правильных ответов».

Пример 2. К физическим величинам относятся:

- 1) сила; 2) давление;
- 3) метр; 4) диффузия;
- 5) масса; 6) объём.

В заданиях на установление соответствия необходимо для каждого из элементов одного столбца указать соответствующий элемент другого. Если предполагается однозначный выбор, то число элементов правого столбца должно быть больше числа элементов левого столбца. Элементы столбцов следует подбирать по возможности однородные, желательно использовать разные формы представления информации, если проверяется, например, знание формул. Такие задания могут оцениваться в несколько баллов исходя из числа элементов правого столбца.

Пример 3. Установите соответствие между предложенными в левом столбце формулами и названиями величин, для вычисления которых они используются.

Формула	Используется для вычисления
А) $\frac{q}{U}$	1) ЭДС источника тока
Б) $\frac{q}{t}$	2) электроёмкости
В) $\frac{A}{q}$	3) силы тока
Г) $\frac{F}{q}$	4) напряжённости электрического поля
Д) qU	5) напряжения
	6) работы сил электрического поля
	7) потенциала
	8) энергии конденсатора

Ответы. А2, Б3, В7, Г4, Д6.

Задания на установление правильной последовательности применяются, как правило, при проверке алгоритмов различных действий. Для физики этот тип заданий, как правило, не используют, т.к. довольно сложно договориться об однозначной последовательности, например, действий при решении задач, несмотря на то, что в целом алгоритм широко известен.

Пример 4. Установите правильную последовательность, расставив цифры в прямоугольниках.

Решение задач по динамике.

- Выбрать систему отсчёта.
- Записать 2-й закон Ньютона.
- Записать 2-й закон Ньютона в скалярной форме.
- Решить систему уравнений.
- Расставить силы.
- Проанализировать ответ.
- Получить систему уравнений.
- Сделать схематический рисунок.

Задания открытого типа предполагают, что испытуемый вписывает несколько слов в предложенное утверждение. При конструировании таких заданий необходимо все утверждения делать по возможности короткими, учащийся должен добавлять как можно

меньше слов, последнее лучше ставить ближе к концу задания.

Пример 5. Силы, с которыми взаимодействуют два тела, равны по _____ и противоположны по _____.

Задания с развёрнутым ответом (или со свободно-конструируемым ответом) предполагают, что учащиеся записывают ответ в свободной форме, стремясь сделать его как можно более полным и правильным. Самое сложное здесь — это формулировка задания с заложенными в нём критериями полного правильного ответа. Хотя можно использовать и другой способ. Например, в ЕГЭ и ГИА из-за однотипности используемых заданий с развёрнутым ответом (расчётные задачи) требования к полному правильному ответу изложены в инструкции, предваряющей задания.

2. Особенности конструирования заданий

При конструировании текстов заданий по физике кроме типовых требований, распространяющихся на задания по любому предмету, необходимо учитывать ряд специфических особенностей.

1. Текст задания должен быть корректен с точки зрения однозначного понимания всеми участниками экзамена и не зависеть от принятых в том или ином учебнике обозначений или допущений. Поэтому по возможности необходимо указывать все величины или условия, которыми при выполнении задания можно пренебречь, или аккуратно формулировать условия использования той или иной физической модели. Например:

– в заданиях на свободное падение указывать, что сопротивлением воздуха можно пренебречь;

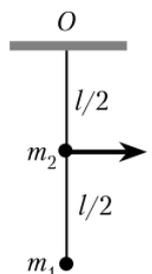
– в заданиях на газовые законы, в которых не приведены числовые значения параметров, а используется, например, какой-либо инертный газ, указывать, что газ можно считать идеальным;

– в заданиях на колебательный контур указывать, что активным сопротивлением можно пренебречь или что контур можно считать идеальным, и т.п.

2. В заданиях, требующих проведения каких-либо расчётов, часто используются значения различных физических констант. В КИМах ЕГЭ и ГИА по физике значения всех констант и справочных величин указываются в начале варианта. Поэтому в тексте их можно опустить, однако все расчёты и конструирование дистракторов необходимо проводить исходя из принятых значений тех или иных постоянных. Если такого справочного материала не предусмотрено, то значения всех постоянных должны быть введены в текст задания.

3. Если при формулировке задания используются график, схема или рисунок, то в тексте должно быть указание на них. Если на рисунке использованы обозначения физических величин, то в тексте должны содержаться ссылки на них. Например, в приведённой ниже задаче на рисунке приводятся обозначения физических величин, а в тексте численные значения этих величин приводятся вместе с обозначениями.

Пример 6. Грузики с точечными массами $m_1 = 0,25$ кг и $m_2 = 0,5$ кг прикреплены к невесомому стержню длиной $l = 1$ м (см. рисунок). Стержень может вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через точку О. Грузик



m_2 в нижней точке траектории имеет скорость $v = 2$ м/с. Определите силу, с которой стержень действует на грузик m_1 в этот момент времени.

Особенности конструирования заданий с выбором ответа. При конструировании таких заданий необходимо тщательно формулировать дистракторы, обращая внимание на перечисленные ниже моменты.

1. Правдоподобность дистракторов. Прежде всего дистракторы должны быть однородны с точки зрения их отношения к одному из разделов физики. Это важно при формулировке всевозможных заданий качественного характера (см. пример 7 ниже). В заданиях, подразумевающих расчёты, принято конструировать дистракторы исходя из возможных ошибок в знании формул или проведении преобразований. Это оптимальный путь, но нужно помнить, что если в задании идёт речь о скорости пули и в ответе получается, например, 600 м/с, то вряд ли найдутся учащиеся, которые попадутся в ловушку ответа, например, 0,025 м/с, хотя в нём и будет заложена вполне вероятная ошибка в расчётах.

И не выберут они этот ответ не потому, что не совершают запланированной в нём ошибки, а потому, что, «по здравому смыслу», пуля с такой скоростью лететь не может. Поэтому в таких случаях лучше конструировать дистракторы исходя, например, из ошибок в порядке величины или единицах (см. пример 8 ниже).

Пример 7. Ниже приведено описание одного из явлений: «Быстро пролетают в поле зрения микроскопа мельчайшие частицы, почти мгновенно меняя направление движения. Медленнее продвигаются более крупные частицы, но и они постоянно меняют направление движения. Большие частицы практически толкутся на месте». Какое явление описано в этом тексте?

- 1) Диффузия;
- 2) броуновское движение;
- 3) теплопроводность;
- 4) конвекция.

Пример 8. Искусственный спутник обращается по круговой орбите на высоте 600 км от поверхности планеты со скоростью 3,4 км/с. Радиус планеты равен 3400 км. Чему равно ускорение свободного падения на поверхности планеты?

- 1) 3,0 км/с²;
- 2) 4,0 м/с²;
- 3) 9,8 м/с²;
- 4) 9,8 км/с².

Как показывает практика, даже в таких простых вопросах, когда речь идёт об изменении тех или иных величин, нужно внимательно просчитывать правдоподобность каждого из дистракторов. В приведённом ниже примере 9 обе величины уменьшаются в 2 раза, поэтому ответ «увеличится в 4 раза» учащимися практически не выбирается.

Пример 9. Как изменится давление идеального одноатомного газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул и их концентрацию уменьшить в 2 раза?

- 1) увеличится в 4 раза;
- 2) уменьшится в 2 раза;
- 3) уменьшится в 4 раза;
- 4) увеличится в 2 раза.

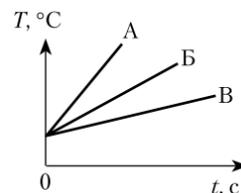
Здесь был бы больше уместен дистрактор «не изменится», который предполагает, что давление зависит от одной из величин прямо пропорционально, а от другой – обратно пропорционально.

2. Формулировка четырёх ответов. К сожалению, зачастую простые вопросы, которые хотелось бы задать учащемуся, подразумевают лишь два ответа («возникнет – не возникнет», «наибольшее –

наименьшее») или три («уменьшится», «увеличится», «не изменится»). В этих случаях иногда прибегают к введению третьего промежуточного элемента.

Пример 10. Три тела одинаковой массы нагревались одним и тем же источником тепла. Из графиков зависимости температуры T от времени t (см. рисунок) следует, что¹:

- 1) удельная теплоёмкость тела А наименьшая (49%);
- 2) удельная теплоёмкость тела Б наименьшая (2%);
- 3) удельная теплоёмкость тела В наименьшая (44%);
- 4) удельные теплоёмкости трёх тел одинаковы.



Но это, как правило, не помогает, т.к. дистрактор, относящийся в данном случае к среднему графику, не работает (см. проценты выбора каждого ответа).

К сожалению, практически единственным выходом здесь является введение ещё одного элемента или ещё одного вопроса. В примере 11 для этого использованы два случая вращения рамки, а в примере 12 вместо вопроса о показаниях одного прибора введены вопросы сразу и об амперметре, и о вольтметре. Таким образом, удаётся избавиться от дистракторных проблем, но при этом существенно увеличивается сложность заданий.

Пример 11. На рисунке показаны два способа вращения рамки в однородном магнитном поле.

Ток в рамке:

- 1) возникает в обоих случаях;
- 2) не возникает ни в одном из случаев;
- 3) возникает только в первом случае;
- 4) возникает только во втором случае.

Пример 12. В электрической цепи, изображённой на рисунке, ползунок реостата переместили вправо. Как изменились при этом показания идеальных вольтметра и амперметра?

- 1) Показания обоих приборов увеличились;
- 2) показания обоих приборов уменьшились;
- 3) показания амперметра увеличились, вольтметра уменьшились;
- 4) показания амперметра уменьшились, вольтметра увеличились.

3. Длина дистракторов и согласование текста задания и дистракторов. В заданиях с выбором из четырёх ответов принято формулировать либо все ответы примерно равной длины (по количеству слов), либо попарно (два коротких, два более длинных).

Пример 13. В планетарной модели атома принимается, что число:

- 1) электронов на орбитах равно числу протонов в ядре;
- 2) протонов равно числу нейтронов в ядре;
- 3) электронов на орбитах равно сумме чисел протонов и нейтронов в ядре;
- 4) нейтронов равно сумме чисел электронов на орбитах и протонов в ядре.

Кроме того, тексты всех дистракторов должны быть согласованы с вопросом задания. Поэтому, если, например, в задании спрашивается «как изменится?», а все ответы – «не изменится», то лучше формулировать задание в виде утверждения, а не вопроса.

Пример 14. Если длину медного провода и напряжение между его концами увеличить в 2 раза, то сила тока, протекающего через провод:

¹ В скобках указан процент выбора каждого ответа.

- 1) не изменится; 2) уменьшится в 2 раза;
3) увеличится в 2 раза; 4) увеличится в 4 раза.

Особенности конструирования заданий на установление соответствия. По физике в последнее время используются задания на установление соответствия. Здесь различаются два типа заданий. Первый из них направлен на проверку характера изменения различных физических величин при тех или иных процессах. В первом столбце перечисляются физические величины, а во втором три ответа: «уменьшается», «увеличивается», «не изменяется». При этом цифры в правильном ответе могут повторяться. Несмотря на то, что число элементов в обоих столбцах одинаково, однозначного соответствия здесь установить нельзя (выбор трёх ответов из девяти возможных).

Пример 15. К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Провод укоротили вдвое и приложили к нему прежнее напряжение U . Какими станут при этом сила и мощность тока, сопротивление проводника? К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго.

Физические величины	Их изменение
А) сила тока в проводнике	1) уменьшится
Б) сопротивление проводника	2) увеличится
В) выделяющаяся на проводнике тепловая мощность	3) не изменится

Второй тип заданий предполагает установление однозначного соответствия между тремя элементами первого столбца и тремя из пяти возможных элементов второго столбца. Как правило, в такой форме формулируются те задания, для которых в форме с выбором ответа невозможно сконструировать четыре равнозначных ответа.

Пример 16. Установите соответствие между названием физической величины и формулой, по которой её можно определить.

Название	Формула
А) Количество теплоты, необходимое для нагревания тела	1) $\frac{Q}{m}$
Б) Удельная теплота плавления кристаллического вещества	2) $Q \cdot \Delta t$
В) Количество теплоты, выделяемое при сгорании топлива	3) $\frac{Q}{m \cdot \Delta T}$
	4) $c \cdot m \cdot \Delta T$
	5) $q \cdot m$

Особенности конструирования заданий с кратким и развёрнутым ответом. В ЕГЭ и ГИА по физике это в основном расчётные задачи. Поэтому к их формулировке применимы все те замечания, которые были даны выше. Задания с развёрнутым ответом должны содержать в тексте ориентировки к условиям оценивания. Но пока по физике используются расчётные задачи, к которым предлагается обобщённая система оценивания, рассчитанная на три балла.

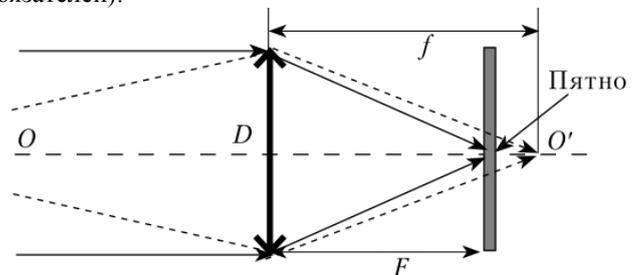
Поэтому требования к полному правильному ответу формулируются в инструкции перед третьей частью работы. Полное правильное решение каждой задачи должно включать запись всех необходимых уравнений, решение полученной системы уравнений в общем виде (если только для задачи решение «по действиям» не является оптимальным), получение ответа и запись его в виде числа с наименованием.

К каждому заданию с развёрнутым ответом оформляется таблица, включающая возможный вариант правильного решения с численным ответом и систему оценивания. При этом необходимо в обобщённой системе оценивания указать в формулировке требований к полному правильному ответу те законы и формулы, которые нужны для решения задачи. Кроме того, если для решения задачи требуется обязательно сделать рисунок (как в задачах по геометрической оптике), то это условие необходимо отразить и в тексте задания, и в критериях оценивания.

Пример 17. Условимся считать изображение на плёнке фотоаппарата резким, если вместо идеального изображения в виде точки на плёнке получается изображение пятна диаметром не более некоторого предельного значения. Поэтому, если объектив находится на фокусном расстоянии от плёнки, то резкими считаются не только бесконечно удалённые предметы, но и все предметы, находящиеся дальше некоторого расстояния d . Оцените предельный размер пятна, если при фокусном расстоянии объектива 50 мм и диаметре входного отверстия 5 мм резкими оказались все предметы, находившиеся на расстояниях более 5 м от объектива. Сделайте рисунок, поясняющий образование пятна.

Ответ: _____

Образец возможного решения (рисунок обязателен):



Лучи, идущие от предмета, находящегося на расстоянии d , собираются на расстоянии f , которое больше фокусного расстояния, и поэтому образуют на плёнке пятно диаметром δ . Из подобия треугольников получаем соотношение:

$$\frac{\delta}{D} = \frac{f - F}{f}. \quad (1)$$

Из формулы тонкой линзы

$$\frac{1}{f} + \frac{1}{d} = \frac{1}{F} \text{ находим:}$$

$$\frac{f - F}{f} = \frac{F}{d}, \quad (2)$$

Из (1) и (2) получаем

$$\delta = \frac{FD}{d} = 0,05 \text{ мм.}$$

Ответ: $\delta = 0,05 \text{ мм.}$

Критерии оценки выполнения задания	Баллы
Приведено полное правильное решение, включающее следующие элементы:	3

<p>– представлен не содержащий ошибок рисунок, отражающий условия задачи;</p> <p>– верно записаны формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном решении – формула тонкой линзы);</p> <p>– проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу, и представлен ответ; при этом допускается решение «по частям» (с промежуточными вычислениями).</p>	
<p>Представлено правильное решение без рисунка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Рисунок выполнен неверно.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Представлено правильное решение только в общем виде, без каких-либо числовых расчётов.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– В математических преобразованиях или вычислениях допущена ошибка, которая привела к неверному ответу.</p>	2
<p>– В решении содержится ошибка в необходимых математических преобразованиях и отсутствуют какие-либо числовые расчёты.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Записаны все исходные формулы, необходимые для решения задачи, но в ОДНОЙ из них допущена ошибка.</p> <p>ИЛИ</p> <p>– Отсутствует одна из формул, необходимых для решения задачи.</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла (использование неприменимого закона, отсутствие более одного исходного уравнения, разрозненные записи и т.п.).</p>	0

Литература

1. Аванесов В.С. Тесты: история и теория. – Педагогическая диагностика, 2004, № 3.
2. Кадневский В.М. Создание, распространение и применение тестовых методов в России. – Педагогическая диагностика, 2004, № 3.
3. Ковалёва Г.С. Тестовые технологии за рубежом.– Педагогическая диагностика, 2004, № 3.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ ПО ФИЗИКЕ

СИНИЦА А.А., СИНИЦА Е.С.

ВВЕДЕНИЕ

Персональные компьютеры (ПК) получили в настоящее время очень широкое применение во всех сферах человеческой деятельности. Науку и технику, заводы и фабрики, больницы и офисы трудно сейчас представить без них. Много персональных компьютеров находится и в личном пользовании граждан. Учителя физики используют на своих уроках компьютерные энциклопедии и интерактивные курсы физики: «Уроки физики Кирилла и Мефодия», «Курс физики XXI века» Боровского Л.Я, «Вся физика», «Физика 7», «Физика 8» и др. Но в них основная роль отводится мультимедийной поддержке уроков физики, а исследовательский физический эксперимент практически отсутствует. Исключение составляют лишь «Открытая физика» компании «Физикон», в которой есть сравнительно много виртуальных физических моделей и лабораторных работ, виртуальная лаборатория «Движение космических тел» Бутикова Е.И. и «Видеозадачник по физике», выпущенный Казанским университетом. Но даже в них есть серьёзные ограничения – вносить изменения в представленные эксперименты нельзя.

Чтобы учащиеся могли проводить физический эксперимент на компьютере или с его помощью по своему сценарию, возможны следующие варианты:

✚ использовать виртуальные приборы, т.е. специальные программы, позволяющие превратить компьютер в звуковой генератор, частотомер, осциллограф, анализатор спектра сложных сигналов и т.д. и с его помощью исследовать реальные физические процессы. Реальные физические приборы при этом подключаются ко входу или выходу звуковой карты компьютера;

✚ использовать свои собственные разработки компьютерных программ на языке высокого уровня, позволяющие моделировать различные физические процессы. Разумеется, для этого необходима соответствующая подготовка и знание какого-либо языка программирования. Особенно полезно моделировать такие физические опыты, которые невозможно поставить реально в школе, например, движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях и т.д.;

✚ использовать виртуальные физические конструкторы (специализированные программы), позволяющие моделировать различные физические процессы и проводить физические эксперименты (например «Электричество. Виртуальные лабораторные работы», «Живая физика», электронные конструкторы «Сборка» - для сборки электрических цепей в 8-м классе и др.).

Существует несколько видов виртуального физического эксперимента:

Демонстрационный виртуальный эксперимент. Соответствующие программы позволяют демонстрировать различные физические явления, выяснять устройство и принцип действия приборов,

машин и различных устройств. Они помогают ученику сделать первый шаг в изучении того или иного физического явления и физического прибора.

Моделирующий виртуальный эксперимент. Использование моделей в учебном процессе обусловлено необходимостью повышения наглядности и научно-теоретического уровня изложения материала. При этом ученик получает большие возможности для исследовательской деятельности, что стимулирует развитие его умственных способностей, делает усваиваемые знания глубже и прочнее.

Графический виртуальный эксперимент может играть очень важную роль при исследовании физических явлений, если зависимость одних физических величин от других выводится компьютерной программой на экран в виде графиков.

Вычислительный виртуальный эксперимент во многом аналогичен обычному (натурному) эксперименту. Это и планирование эксперимента, и создание экспериментальной установки, и выполнение контрольных испытаний, и проведение серийных опытов, обработка экспериментальных данных и т.д. Однако вычислительный эксперимент проводится не с реальным объектом, а с его математической моделью, и роль экспериментальной установки играет оснащенный специальной программой компьютер.

Эти виды эксперимента зачастую используются в одиночку. И это тоже здорово. Но где возможно применение этих видов эксперимента вместо, пусть не всех, а нескольких? А ещё хотелось бы строить свой алгоритм выполнения действий работы исследователя-измерителя.

В школе важное место в курсе изучения физики занимают лабораторные и практические работы по физике. Не всегда их выполнение возможно в силу разных причин (нет оборудования, очень тонкая работа, техника безопасности и т.д.).

Актуальность. Виртуальные лабораторные работы по электричеству, разработанные командой Полоцкого государственного университета, дали возможность увидеть лабораторный эксперимент с другой стороны: удобный дизайн, простота в обращении, нет возможности испортить оборудование, быстрота сборки схемы, клонирование приборов и многое другое. Только электричество? А лабораторные по другим темам? Изучив программное обеспечение по физике российских производителей, ответ на данный вопрос получен: есть множество различных видов лабораторий, не нужно изобретать новое, если это очень сложно для нас, достаточно использовать уже имеющееся и разработанное ПО.

Цель работы: поиск и изучение виртуальных лабораторий по физике, составление картотеки «Тема - лаборатория» для дальнейшего использования в учебном процессе.

Задачи:

- приобрести виртуальные лаборатории;
- изучить виртуальные лаборатории;
- сравнить ВЛ;
- разработать методическое пособие для работы учащихся с ВЛ;
- создать картотеку «Тема - лаборатория».

ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, РАЗРАБОТАННЫЕ В СПБГУ В.В. МОНАХОВЫМ И Л.А. ЕВСТИГНЕЕВЫМ

Первое место, по нашему мнению, занимает виртуальная лаборатория Монахова Вадима Валериевича, доцента кафедры вычислительной физики физического факультета СПбГУ, кандидата физико-математических наук. Виртуальные лаборатории Вадима Валерьевича используются для проведения интернет-олимпиад международного уровня.

Рассмотрим виртуальную лабораторию №1 (рис. 1). Начало физики в школе определяется темами: масса, объем, плотность.

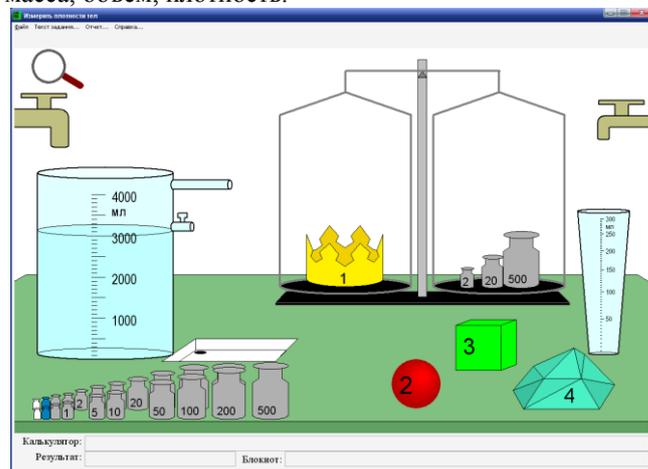


Рис. 1. Виртуальная лаборатория «Измерить плотности тел».

Данная лаборатория может быть использована при изучении тем: «Измерение объема. Единицы объема», «Масса тела. Единицы массы», «Плотность вещества. Единицы плотности», а также для проведения лабораторных работ «Изучение рычажных весов. Измерение массы», «Измерение плотности вещества», «Измерение объемов».

Практическая простота данной лаборатории удивляет и очаровывает. Анимационная модель даёт возможность учащимся наливать воду в отливной сосуд и мерный стакан без последствий, как это часто происходит в реальных демонстрациях. С «Ведром Архимеда» или отливным сосудом, как его еще называют ученики не знакомятся на уроках (это дополнительный материал). Но очень жаль, что такое замечательное открытие великого ученого Архимеда, не внесено в базовое изучение физики. Данная модель имеет жизненную практическую значимость, так как часто нужно что-нибудь измерить, но нет соответствующих измерителей.

Алгоритм нахождения объема тела с помощью виртуальной лаборатории «Измерить плотность вещества»

1. Наполнить ведро Архимеда водой до верхнего отливного сосуда.
2. Поставить под отливной сосуд мерный стакан.
3. Опустить тело в большой сосуд (ведро Архимеда).
4. Измерить объем жидкости, который вытек из большого сосуда. Это и будет объем тела.

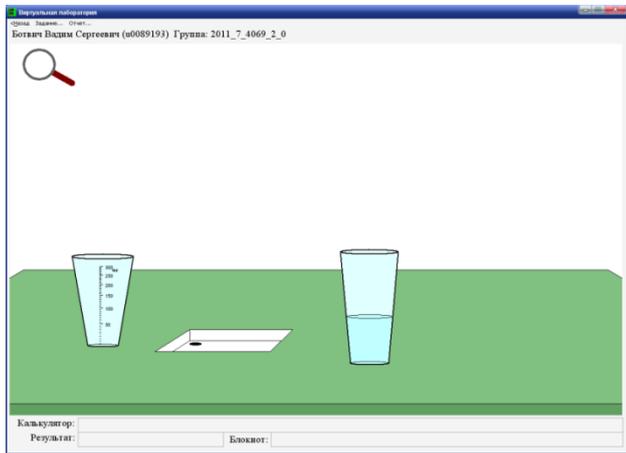


Рис. 2. Виртуальная лаборатория «Определить объем тела».

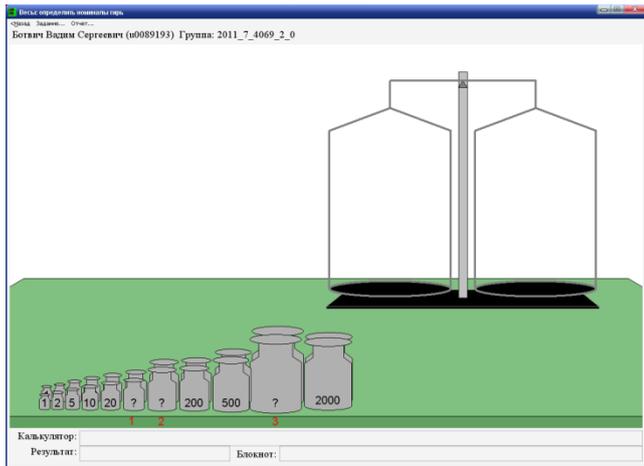


Рис. 3. Виртуальная лаборатория «Определить номиналы гирь».

Очень часто в сети интернет мы можем найти информацию о том либо ином программном обеспечении, но приобрести в силу ряда причин нет возможности. Санкт-Петербургский государственный университет организовал интернет-олимпиаду, в которой учащиеся могут участвовать и тренироваться, так как организаторы дают доступ к тренировочным заданиям в меж олимпиадный период. Самое ценное данных олимпиад и тренировок – возможность бесплатно использовать виртуальные лаборатории. Ученики под руководством Синицы А.А. участвуют в выше указанных олимпиадах и показывают хорошие результаты.

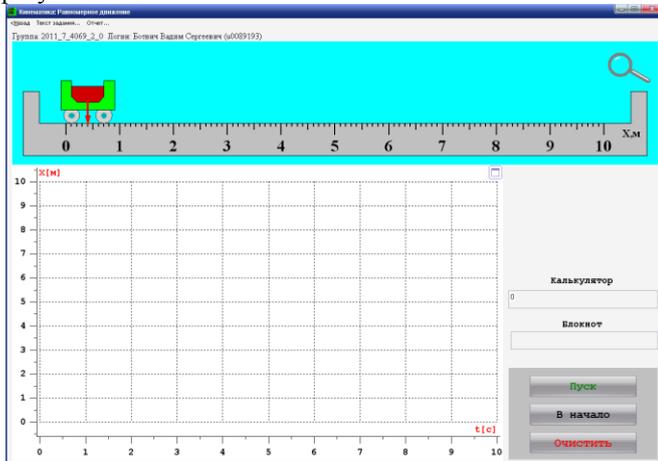


Рис. 4. Виртуальная лаборатория «Равномерное движение».

Задания лабораторных работ Монахова усложняются от работы к работе, за каждое задание начисляется определенное количество баллов.

Задание. Манометр и параметры жидкости (20 баллов)

Имеется цилиндр, внутри которого находится идеальный газ. Поршень цилиндра способен перемещаться при изменении внешнего давления. Данный цилиндр можно использовать в качестве манометра - внутри цилиндра расположен датчик давления, показания датчика показывает цифровой прибор.

Определите объём газа внутри цилиндра при начальном состоянии системы, объём жидкости в сосуде, плотность этой жидкости, а также количество молей газа внутри цилиндра. Величины вводить с точностью до тысячных.

Температура жидкости и окружающей среды равна $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, атмосферное давление равно 101325 Па , ускорение свободного падения $g=9.8\text{ м/с}^2$. Универсальную газовую постоянную считать равной $8.314\text{ Дж/(моль}\cdot\text{K)}$.

Задания можно переделывать, но за каждую повторную отсылку результатов на сервер назначается до 4 штрафных баллов.

Положение манометра и линеек можно менять с помощью "мыши", ручку манометра можно закреплять в "лапке" штатива (для этого требуется отпустить ручку в состоянии, когда она может быть захвачена "лапкой").

Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, после чего щелчок мышью в любом месте экрана возвращает первоначальный масштаб.

В калькуляторе можно использовать число π , а также сложение, вычитание, умножение $*$, деление $/$, функции \sqrt{x} - квадратный корень из x , возведение в степень x^n (например, x^2 или $x^{2.5}$), а также $\sin(x)$, $\cos(x)$, $\text{tg}(x)$, $\text{arcsin}(x)$, $\text{arccos}(x)$, $\text{arctg}(x)$ и т.д., и выражения любой сложности с использованием этих операций (не забывайте заключать части выражений в круглые скобки и ставить символ умножения).

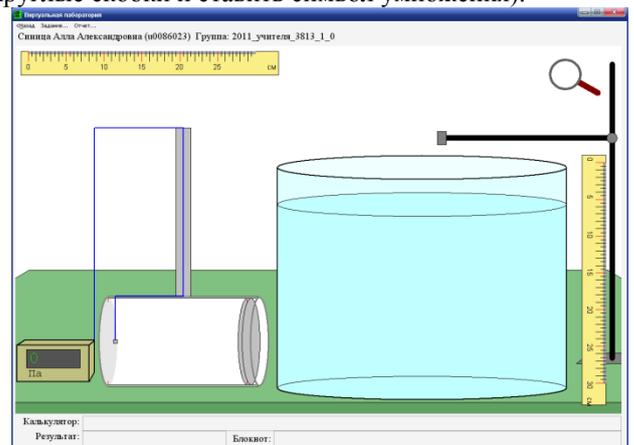


Рис. 5. Виртуальная лаборатория «Манометр и параметры жидкости».

Задание. Найти массу тел и плотность куба с помощью весов, динамометра и линейки (20 баллов)

В лаборатории имеется набор инструментов - весы, набор гирь, динамометр, линейка. Найдите с помощью этих инструментов массу тел (куба, шара и слитка) и плотность куба.

Занесите результаты в отчёт и отправьте его на сервер. Массу слитка определите с точностью до целых,

куба и шара - с точностью до десятых, плотность - с точностью до сотых.

Значение g считайте равным 9.8 м/с^2 . Масса гирь указана в граммах. К динамометру можно цеплять тела. Можно закреплять динамометр в лапке штатива - занести динамометр на небольшую глубину в область лапки и отпустить. Увеличительное стекло позволяет просматривать в увеличенном масштабе любой выбранный участок экрана, после чего щелчок мышью в любом месте экрана возвращает первоначальный масштаб. Задания модели можно переделывать, но за каждую повторную отсылку на сервер назначается до 4 штрафных баллов.

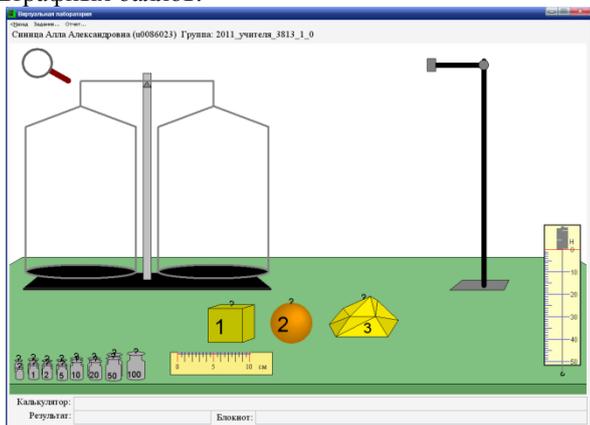


Рис. 6. Лабораторная работа «Определение массы тел и плотность куба с помощью весов, динамометра и линейки»

Монахов В.В. разработал замечательные виртуальные лабораторные работы по физике. Но еще более важная разработка – организация и проведение интернет-олимпиад с применением виртуальных лабораторий.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ КОМПАНИИ ЗАО «НОВЫЙ ДИСК»

Ведущее место среди виртуальных программ занимают «Виртуальные лабораторные работы по физике. 7-9 класс» компании ЗАО «Новый Диск». Всего 11 лабораторных включено в комплекс. Рассмотрим некоторые из них.

Лабораторная работа «Измерение малых физических величин»

Лабораторные этой серии разработаны с тщательным методическим подходом. На первом этапе учащемуся предлагается повторить изученный материал, необходимый для проведения лабораторных испытаний.



Рис. 7. 1 этап лабораторной работы «Измерение размеров малых тел»

На втором этапе ученику предлагаются оборудование и проблема исследования. Предложенный способ нужно записать в окно слева.



Рис. 8. 2 этап лабораторной работы «Измерение размеров малых тел»

На третьем этапе ученик выполняет работу с помощью интерактивных моделей и заносит результаты измерений в таблицу.

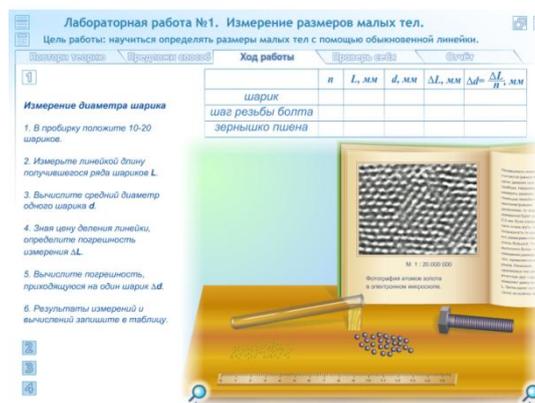


Рис. 8. 3 этап лабораторной работы «Измерение размеров малых тел»

Четвертый этап – проверка знаний. Вводимые ответы проверяются автоматически. Это очень удобно для ученика, так как результат проверки он узнает, не завершив ещё всей работы. При необходимости есть возможность переделать задание.



Рис. 9. 4 этап лабораторной работы «Измерение размеров малых тел»

На странице «Отчет» ученик видит результат своей работы, а так же имеется возможность распечатать выполненную учащимся работу.

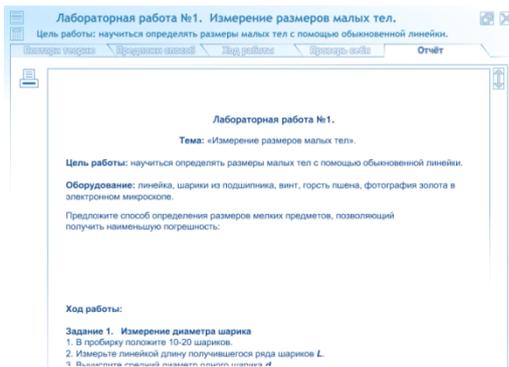


Рис. 10. 5 этап лабораторной работы «Измерение размеров малых тел»

Лабораторная работа «Выяснение условий равновесия рычага»

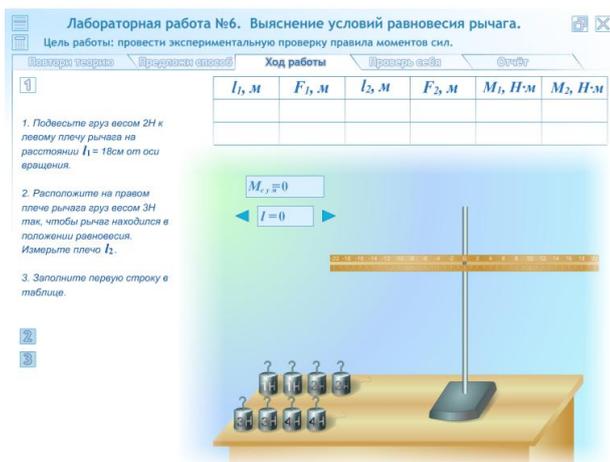


Рис. 11. 3 этап лабораторной работы «Выяснение условий равновесия рычага»

Данная виртуальная работа может быть предложена в качестве повторения или закрепления материала. Ученики с удовольствием выполняют все задания. Результаты радуют всех.

Лабораторная работа «Изучение колебаний нитяного маятника»

Учащиеся обычно выполняют эту работу в реальных условиях, сталкиваясь с определенными трудностями: определение времени, угла наклона нити. С применением компьютерной модели исследование становится интересным и более понятным.

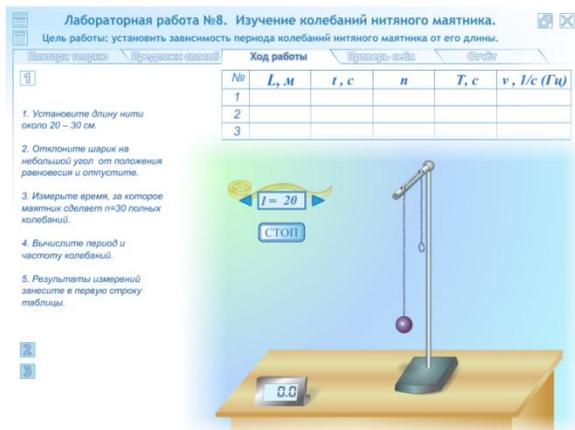


Рис. 12. 3 этап лабораторной работы «Выяснение условий равновесия рычага»

Лабораторная работа «Изучение колебаний нитяного маятника»

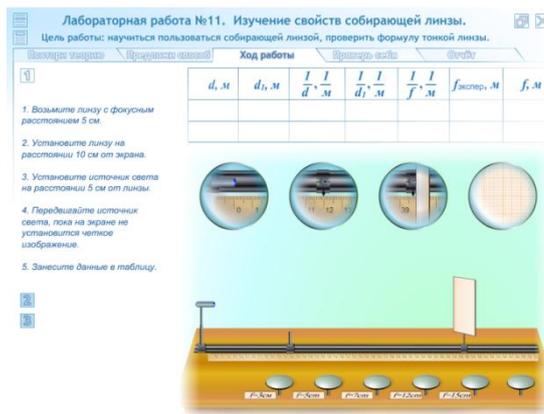


Рис. 13. 3 этап лабораторной работы «Изучение свойств собирающей линзы»

Положительные стороны данной виртуальной лаборатории – использование линз с разным фокусным расстоянием и хорошая видимость изображения, точное измерение расстояний до линзы от предмета и изображения.

Встроенный калькулятор обеспечивает точность вычислений.

«Виртуальные лабораторные работы по физике. 7-9 класс» компании ЗАО «Новый Диск» разработаны на высоком уровне.

ВИРТУАЛЬНЫЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ КОМПАНИИ ООО «ФИЗИКОН»

Компания ООО «ФИЗИКОН» хорошо известна на рынке программного обеспечения. Её интерактивные лабораторные по физике охватывают всю физику. Всего 95 работ. Данные работы выполнены в небольшом формате. Их удобно применять для закрепления работы с формулами, явлениями.

Главная страница ресурса включает меню и основное окно. Меню пользователя состоит из нескольких кнопок.

Лабораторные работы – лабораторные работы по интерактивным моделям к 8 главам курса;

Тестовые материалы – интерактивные задания, автоматически проверяемые компьютером, по темам;

Рабочие листы – методические материалы для учащегося;

Журнал – результаты работы учащихся с курсом на этом компьютере;

Поиск – поисковая система курса;

Помощь – информация по работе с различными разделами курса;

Учителю – методические материалы для преподавателя (доступны только для пользователей, зарегистрированных под ролью «Учитель»);

Выход – при щелчке по этой кнопке текущая сессия закрывается, и пользователь может войти в программу под другим именем.

С точки зрения работы с объектами их можно условно разделить на следующие категории:

- тексты, формулы, статические иллюстрации;
- вопросы и задачи;
- интерактивные модели.

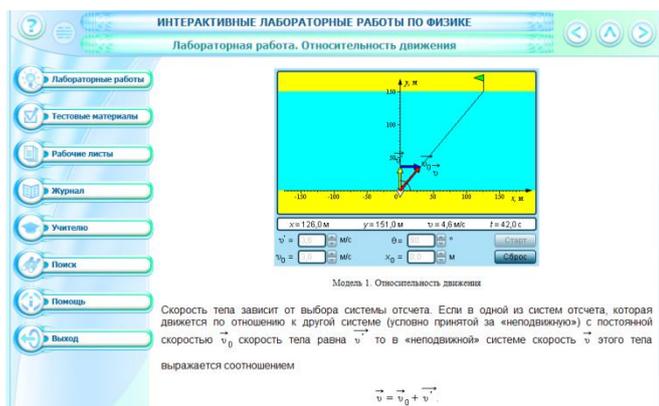


Рис. 14. Лабораторная работа. Относительность движения.

- файлы MS Word;
- контрольные и самостоятельные работы – открываются в окне MS Internet Explorer и представляют собой список объектов (вопросов и задач). Вопросы и задачи являются одной из основных частей ПО, поэтому очень важно уметь работать с ними.

В верхней части задания находится условие задачи, в нижней – форма для ввода ответа и кнопка **Проверить**. Способ ввода ответа зависит от типа задания.

Убедившись в том, что вы ввели правильный ответ, нажмите кнопку **Проверить**, расположенную под областью для ввода ответа. На кнопку **Проверить** нельзя нажать, если не введен никакой ответ (в некоторых типах контрольных заданий). В случае если ваш ответ правильный, появится соответствующая надпись. Кроме того, станет доступной кнопка **Решение** (в тех заданиях, где это методически необходимо).

Если вы допустили ошибку, то может появиться комментарий к вашему ответу. В некоторых случаях вам будет предоставлена возможность повторного ответа; для этого нужно нажать на кнопку **Повторить**.

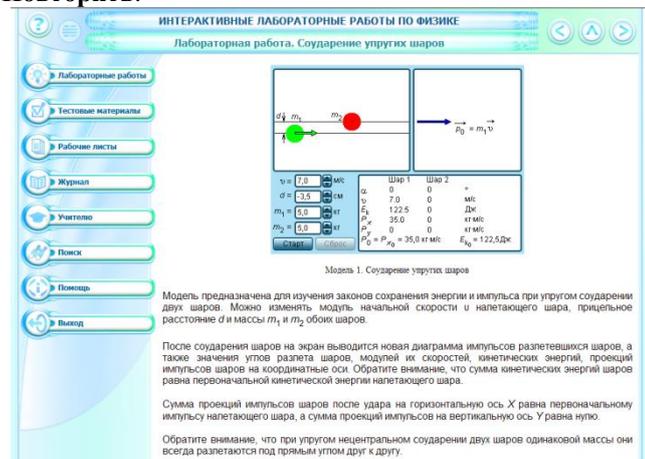


Рис. 15. Лабораторная работа. Соударение упругих шаров.

В курсе поддерживаются контрольные задания различных типов, как открытые, так и закрытые.

Кроме того, что разработчики ООО «Физикон» сделали такое огромное количество интерактивных

моделей, они разработали методические рекомендации для проведения уроков, рабочие листы для учащихся в нескольких вариантах, тестовые материалы. Регистрация при входе в лабораторию дает возможность вести журнал. Есть помощь, чтобы ответить на вопросы пользователя по работе с программой.

Программа имеет некоторые недостатки при работе с новыми операционными системами, загружается в браузере Internet Explorer. Чаще всего пользователи ПК предпочитают другие просмотрщики веб-страниц.



Рис. 16. Тестовое задание по теме «Действие силы Архимеда».



Рис. 17. Страница методических материалов для учителя.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

У виртуальных лабораторных работ есть неоспоримые преимущества: они позволяют проводить компьютерные лабораторные эксперименты в случаях, когда постановка реального эксперимента затруднена или требуется мгновенно осуществить обработку полученных результатов. Ведь чаще всего с помощью интерактивных измерителей, возможности увеличения масштаба можно более точно и быстро выполнить расчеты эксперимента. Виртуальные лабораторные работы являются своеобразной аналогией, если не возможной заменой, лабораторного оборудования школьных предметных кабинетов.

Во всех делах при максимуме сложности
Подход к проблеме всё-таки один:
Желанье – это множество возможностей,
А нежеланье – множество причин.

Эдуард Асадов

ЛИТЕРАТУРА

1. Материалы курса «Виртуальный физический эксперимент»: лекции 1-4. – М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2010. – 76 с.
2. Материалы курса «Виртуальный физический эксперимент»: лекции 5-8. – М.: Педагогический университет «Первое сентября», 2010. – 72 с.

Решение задач интернет - олимпиады заочного этапа по физике 2010 г. 7-8 классы

Как в первом, так и во втором туре заочного этапа интернет - олимпиады задание по физике было представлено в двух вариантах по 12 задач в каждом. Ниже приведено решение задач одного из вариантов каждого тура 7 и 8 классов.

1 тур заочного этапа.

7 класс.

1.1В. Человек может двигаться со скоростью: а)

$$v = 10,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}}; \text{ б) } v = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ в) } v = 830 \frac{\text{мм}}{\text{с}}; \text{ г) }$$

$$v = 120 \frac{\text{м}}{\text{мин}}; \text{ д) } v = 72 \frac{\text{см}}{\text{с}}. \text{ Наибольшей из}$$

указанных скоростей является:

1) а; 2) б; 3) в; 4) г; 5) д.

Запишем скорости движения человека в основных

единицах СИ: а) $v = 10,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 3,00 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ б) } v = 1,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ в) } v = 830 \frac{\text{мм}}{\text{с}} = 0,830 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ г) } v = 120 \frac{\text{м}}{\text{мин}} = 2,00 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ д) } v = 72 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,72 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$ Очевидно, что наибольшей из указанных скоростей является скорость $v = 10,8 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$

из указанных скоростей является скорость

1.2В. Рыба может плыть со скоростью: а) $v = 6,3 \frac{\text{км}}{\text{ч}};$

$$\text{ б) } v = 1,7 \frac{\text{м}}{\text{с}}; \text{ в) } v = 990 \frac{\text{мм}}{\text{с}}; \text{ г) } v = 180 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$\text{ д) } v = 108 \frac{\text{см}}{\text{с}}. \text{ Наименьшей из указанных}$$

скоростей является:

1) а; 2) б; 3) в; 4) г; 5) д.

2.1В. Объем газов можно уменьшить в десятки раз, а жидкости практически несжимаемы. Это объясняется тем, что:

1) молекулы газов значительно меньше молекул жидкостей;

2) молекулы газов движутся гораздо быстрее молекул жидкостей;

3) молекулы газов притягиваются друг к другу сильнее, чем молекулы жидкостей;

4) молекулы газов хаотически движутся, а молекулы жидкостей неподвижны;

5) промежутки между молекулами газов значительно больше промежутков между молекулами жидкостей.

2.2В. В отличие от твердых тел, жидкости можно переливать из одного сосуда в другой. Это объясняется тем, что:

1) в жидкостях отсутствует взаимное притяжение молекул;

2) силы взаимного притяжения молекул жидкостей меньше, чем силы отталкивания, а в твердых телах – равны;

3) силы взаимного отталкивания молекул жидкостей меньше, чем силы притяжения, а в твердых телах – равны;

4) молекулы жидкостей притягиваются друг к другу слабее, чем атомы или молекулы твердых тел;

5) все жидкости состоят из молекул, а твердые тела – из атомов.

3.1В. Спортсмен, равномерно движущийся на велосипеде, и тренер, неподвижно стоящий на обочине, наблюдают за движением ниппеля на колесе велосипеда. Траекторией движения ниппеля является:

1) относительно спортсмена – окружность, тренера – циклоида;

2) относительно спортсмена – винтовая линия, тренера – циклоида;

3) относительно спортсмена – окружность, тренера – окружность;

4) относительно спортсмена – циклоида, тренера – циклоида;

5) относительно спортсмена – окружность, тренера – винтовая линия.

3.2В. Один из мальчиков неподвижно стоит на мосту, а второй плывет по течению реки на катере. Оба наблюдают за движением камня с моста. Относительно обоих мальчиков одинаковой будет такая характеристика движения камня, как:

1) траектория движения;

2) путь;

3) время падения;

4) конечная скорость;

5) средняя скорость.

4.1В. Если объем каждой капли воды ($\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$),

капающей из неплотно закрытого крана $V_1 = 0,028 \text{ см}^3$, то масса $n = 50$ капель воды равна:

1) 2,8 г; 2) 5,6 г; 3) 56 г; 4) 1,4 г; 5) 14 г.

Масса всех капель $m = \rho n V_1 = 1,4 \text{ г}.$

4.2В. Кафельная плитка имеет форму квадрата со стороной $a = 150 \text{ мм}$. Если не учитывать межплиточные швы, то для укладки кафелем стены площадью $S = 9,00 \text{ м}^2$ потребуется число плиток, равное:

1) 135; 2) 200; 3) 400; 4) 450; 5) 600.

5.1В. Если однородную медную $\left(\rho_{\text{м}} = 8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$

деталь массой $m_{\text{м}} = 35,6 \text{ г}$ аккуратно погрузили в

отливной стакан, заполненный керосином $\left(\rho_{\text{к}} = 0,80 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} \right)$, то масса вылившегося

керосина равна:

1) 3,2 г; 2) 3,6 г; 3) 4,0 г; 4) 4,5 г; 5) 5,0 г.

Поскольку объем медной детали $V_M = \frac{m_M}{\rho_M} = 4,0 \text{ см}^3$

равен объему вылившегося керосина, то масса вылившегося керосина $m_K = \rho_K V_M = 3,2 \text{ г}$.

5.2В. Если однородный кусок олова $\left(\rho_o = 7,3 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$

массой $m_0 = 51,1 \text{ г}$ аккуратно погрузить в отливной сосуд, заполненный маслом $\left(\rho_M = 0,90 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$, то масса вылившегося масла равна:

- 1) 3,4 г; 2) 4,1 г; 3) 5,7 г; 4) 6,3 г; 5) 7,8 г.

6.1В. В мензурку с водой погрузили однородный брусок высотой $h = 5,0 \text{ см}$. При этом уровень воды в мензурке поднялся на $n = 5$ делений. Если цена деления мензурки $C = 2,0 \frac{\text{мл}}{\text{дел}}$, то площадь основания бруска равна:

- 1) 2,0 см²; 2) 2,0 мм²; 3) 4,6 см²; 4) 16 мм²; 5) 16 см².

С одной стороны объем бруска $V = hS$, с другой стороны – $V = nC$. Из записанных уравнений находим, что площадь основания бруска $S = \frac{nC}{h} = 2,0 \text{ см}^2$.

6.2В. В мензурку с водой погрузили однородный брусок высотой $h = 5,0 \text{ см}$. При этом уровень воды в мензурке поднялся на $n = 5$ делений. Если цена деления мензурки $C = 4,0 \frac{\text{мл}}{\text{дел}}$, то площадь основания бруска равна:

- 1) 4,0 мм²; 2) 4,0 см²; 3) 4,8 мм²; 4) 4,8 см²; 5) 20 см².

7.1В. Модуль скорости равномерного движения легкового автомобиля в 1,4 раза больше модуля скорости равномерного движения автобуса. Если легковой автомобиль за некоторой промежуток времени прошел путь $s_1 = 70 \text{ м}$, то автобус за такой же промежуток времени, прошел путь s_2 , равный:

- 1) 28 м; 2) 36 м; 3) 40 м; 4) 50 м; 5) 56 м.

Пусть скорость автобуса равна v , тогда скорость легкового автомобиля равна $1,4v$. Поскольку промежутки времени движения легкового автомобиля и автобуса равны, то можно записать уравнение: $\frac{s_1}{1,4v} = \frac{s_2}{v}$. Отсюда путь, пройденный

автобусом, $s_2 = \frac{s_1}{1,4} = 50 \text{ м}$.

7.2В. Поезд и электричка движутся равномерно со скоростями, модули которых равны. Если за

промежуток времени $\Delta t_1 = 48 \text{ с}$ поезд прошел путь $s_1 = 1,2 \text{ км}$, то электричка за промежуток времени $\Delta t_2 = 60 \text{ с}$ прошла путь s_2 , равный:

- 1) 1,0 км; 2) 1,4 км; 3) 1,5 км; 4) 1,6 км; 5) 1,8 км.

8.1В. Если площадь поверхности однородного соснового $\left(\rho_c = 0,40 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$ куба $S = 150 \text{ см}^2$, то масса куба равна:

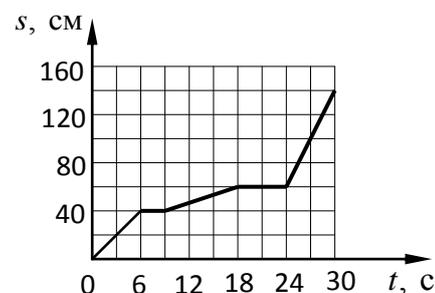
- 1) 39 г; 2) 50 г; 3) 60 г; 4) 71 г; 5) 81 г.

Площадь одной грани куба $S_1 = \frac{S}{6} = 25 \text{ см}^2$. Длина ребра куба $a = 5,0 \text{ см}$. Объем куба $V = a^3 = 125 \text{ см}^3$. Масса куба $m = \rho_c V = 50 \text{ г}$.

8.2В. Если площадь поверхности однородного стеклянного $\left(\rho_c = 2,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}\right)$ куба $S = 96 \text{ см}^2$, то масса куба равна:

- 1) 0,16 кг; 2) 0,20 кг; 3) 0,24 кг; 4) 0,40 кг; 5) 0,64 кг.

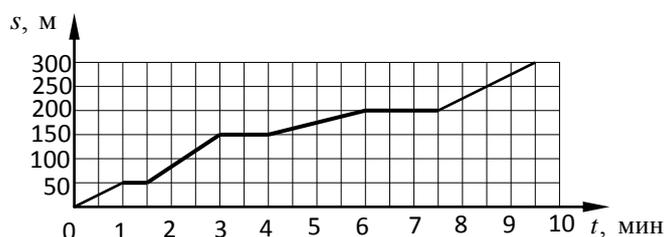
9.1В. Жук заполз на дерево за промежуток времени $\Delta t_0 = 30 \text{ с}$. На рисунке представлен график зависимости пути от времени



движения жука. Жук находился в движении в течение промежутка времени, равного:

- 1) 5 с; 2) 9 с; 3) 15 с; 4) 21 с; 5) 30 с.

Из графика следует, что жук двигался от 0 с до 6 с, от 9 с до 18 с, от 24 с до 30 с. Поэтому жук находился в движении 21 с.

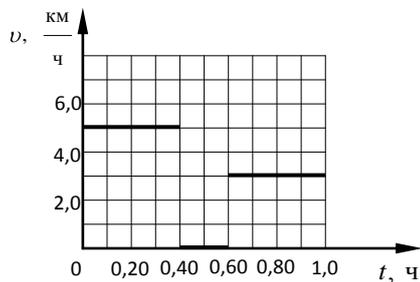


9.2В. Саперы прошли опасный участок длиной $l = 300 \text{ м}$ за промежуток времени $\Delta t_0 = 9,5 \text{ мин}$. На рисунке представлен график зависимости пути от времени движения саперов. Саперы находились в движении в течение промежутка времени Δt , равного:

- 1) 3,5 мин; 2) 5,5 мин; 3) 6,5 мин; 4) 7,5 мин; 5) 9,5 мин.

10.1В. Зависимость скорости движения группы семиклассников в походе от времени представлена на рисунке. За промежуток времени от $t_1 = 18$ мин до $t_2 = 48$ мин семиклассники прошли путь, равный:

- 1) 1,1 км 2) 1,5 км; 3) 1,6 км; 4) 2,0 км; 5) 2,6 км.



Время $t_1 = 18$ мин = 0,30 ч, $t_2 = 48$ мин = 0,80 ч.

Путь группы семиклассников $s = s_1 + s_2$. В соответствии с графиком, $s_1 = v_1 \Delta t_1 = 0,50$ км,

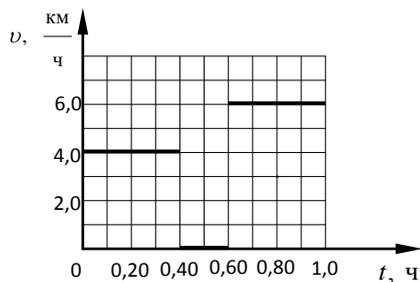
где $v_1 = 5,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, $\Delta t_1 = 0,30$ ч. Аналогично,

$s_2 = v_2 \Delta t_2 = 0,60$ км, где $v_2 = 3,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$,

$\Delta t_2 = 0,50$ ч. Искомый путь $s = 1,1$ км.

10.2В. Зависимость скорости движения группы семиклассников в походе от времени представлена на рисунке. За промежуток времени от $t_1 = 12$ мин до $t_2 = 40$ мин семиклассники прошли путь, равный:

- 1) 0,80 км 2) 1,2 км; 3) 2,0 км; 4) 2,3 км; 5) 4,0 км.



11.1В. Сначала в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 20,0$ мин вертолет летел со скоростью

$v_1 = 120 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а затем в течение промежутка

времени $\Delta t_2 = 10,0$ мин со скоростью

$v_2 = 240 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Средняя скорость движения

вертолета на всем пути равна:

- 1) $150 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ 2) $160 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 3) $170 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 4) $180 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 5) $200 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Средняя скорость вертолета на всем пути

$$\langle v \rangle = \frac{v_1 \Delta t_1 + v_2 \Delta t_2}{\Delta t_1 + \Delta t_2} = 160 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

11.2В. Турист сначала в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 30$ мин плыл на байдарке со скоростью

$v_1 = 7,4 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, а затем в течение промежутка

времени $\Delta t_2 = 15$ мин тел пешком со скоростью

$v_2 = 3,2 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Средняя скорость движения туриста

на всем пути равна:

- 1) $3,7 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ 2) $4,5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 3) $5,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 4) $5,3 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 5) $6,0 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

12.1В. Автобус должен пройти намеченный маршрут за промежуток времени $\Delta t_0 = 40$ мин. На

рисунке представлен график зависимости пути от времени движения автобуса в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 30$ мин. Чтобы средняя скорость движения

автобуса на всем маршруте была $\langle v \rangle = 25 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то в течение последнего промежутка времени $\Delta t_2 = 10$ мин автобус должен двигаться с

постоянной скоростью, равной:

- 1) $24 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ 2) $25 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 3) $30 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 4) $35 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 5) $40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

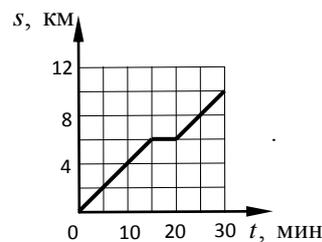
Средняя скорость автобуса на всем пути

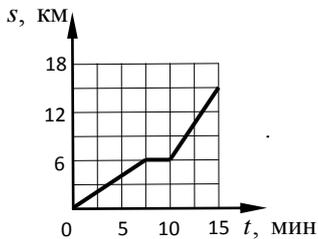
$\langle v \rangle = \frac{s_1 + v_2 \Delta t_2}{\Delta t_0}$. Здесь v_2 – скорость движения

автобуса в течение последнего промежутка времени Δt_2 , $s_1 = 10$ км – путь, пройденный автобусом в течение промежутка времени Δt_1 . Из

уравнения следует, что $v_2 = \frac{\langle v \rangle \Delta t_0 - s_1}{\Delta t_2} = 40 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$

12.2В. Автобус должен пройти намеченный маршрут за промежуток времени $\Delta t_0 = 20$ мин. На рисунке представлен график зависимости пути от времени





движения автобуса в течение промежутка времени

$$\Delta t_1 = 15 \text{ мин.}$$

Чтобы средняя скорость движения автобуса на всем маршруте было

$$\langle v \rangle = 54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}, \text{ то в}$$

течение последнего промежутка времени $\Delta t_2 = 5,0 \text{ мин}$ автобус должен двигаться с постоянной скоростью, равной:

- 1) $36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$ 2) $48 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 3) $54 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$; 4) $72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$;
5) $90 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

**1 тур заочного этапа.
8 класс.**

1.1В. В таблице указаны физические явления и способы теплопередачи.

А. В летний день нагрев нижних слоев воды в пруду осуществляется ...	1) теплопроводностью. 2) конвекцией. 3) излучением.
Б. В летнюю ночь остывание нижних слоев воды в пруду, в основном, осуществляется ...	
В. Нагрев чашки, стоящей на столе рядом с горячим чайником, в основном, осуществляется ...	

Правильное соответствие между пунктами левой и пунктами правой частей таблицы указано в варианте:

- 1) А1 Б1 В3; 2) А2 Б2 В3; 3) А1 Б2 В3; 4) А3 Б2 В3;
5) А3 Б1 В1.

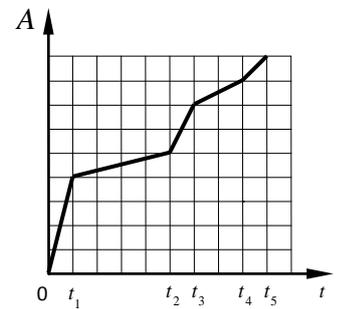
1.2В. В таблице указаны физические явления и способы теплопередачи.

А. В летний день нагрев нижних слоев воды в пруду осуществляется ...	1) теплопроводностью. 2) конвекцией. 3) излучением.
Б. В летнюю ночь остывание нижних слоев воды в пруду, в основном, осуществляется ...	
В. Нагрев чашки, стоящей на столе рядом с горячим чайником, в основном, осуществляется ...	

Правильное соответствие между пунктами левой и пунктами правой частей таблицы указано в варианте:

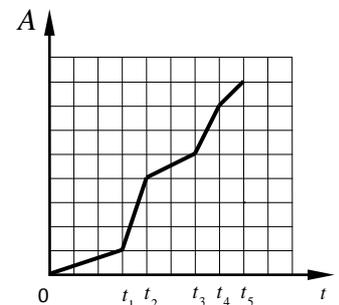
- 1) А1 Б1 В3; 2) А2 Б2 В3; 3) А1 Б2 В3; 4) А3 Б2 В3;
5) А3 Б1 В1.

2.1В. На рисунке представлен график зависимости работы, совершенной силой тяги двигателя, от времени. Максимальная мощность развивалась в промежутке времени:



- 1) $0-t_1$; 2) t_1-t_2 ;
3) t_2-t_3 ; 4) t_3-t_4 ; 5) t_4-t_5 .

2.2В. На рисунке представлен график зависимости работы, совершенной силой тяги двигателя, от времени. Максимальная мощность развивалась в промежутке времени:



- 1) $0-t_1$; 2) t_1-t_2 ;
3) t_2-t_3 ; 4) t_3-t_4 ;
5) t_4-t_5 .

Поскольку график состоит из линейных участков, имеющих различный наклон, то мощность на отдельных участках была постоянной, но различной. Так как мощность характеризует быстроту совершения работы ($P = \frac{A}{\Delta t}$), то из графика следует, что наибольшая работа выполнена в течение наименьшего промежутка времени t_1-t_2 .

3.1В. Когда в мензурку с водой погрузили однородный цилиндр, уровень воды в мензурке поднялся на $n = 20$ делений. Сила тяжести, действующая на цилиндр, $F = 2,7 \text{ Н}$. Коэффициент

пропорциональности $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если цена деления мензурки $C = 5,0 \frac{\text{мл}}{\text{дел}}$, то плотность вещества цилиндра равна:

- 1) $1,1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$; 2) $1,4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$; 3) $2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$; 4) $5,4 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$;
5) $6,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

3.2В. Когда в мензурку с водой погрузили однородный цилиндр, уровень воды в мензурке поднялся на $n = 26$ делений. Плотность вещества цилиндра

$\rho = 7,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$. Коэффициент пропорциональности

$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если цена деления мензурки

$C = 5,0 \frac{\text{мл}}{\text{дел}}$, то на цилиндр действует сила

тяжести, равная:

- 1) 1,3 Н; 2) 1,9 Н; 3) 5,4 Н; 4) 7,0 Н; 5) 9,1 Н.

Масса цилиндра $m = \rho V$, где $V = nC$ – объем цилиндра. Сила тяжести, действующая на цилиндр, $F_T = mg = \rho nCg = 9,1 \text{ Н}$.

4.1В. Аквариум в форме параллелепипеда доверху заполнен водой. Плотность воды $\rho = 1,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$.

Коэффициент пропорциональности $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Если длина вертикальной боковой стенки аквариума $l = 55 \text{ см}$, высота $h = 40 \text{ см}$, то на эту стенку вода действует с силой, среднее значение которой равно:

- 1) 0,11 кН; 2) 0,22 кН; 3) 0,36 кН; 4) 0,44 кН; 5) 0,88 кН.

4.2В. Сосуд в форме параллелепипеда доверху заполнен жидким медом. Плотность меда

$\rho = 1,4 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$. Коэффициент пропорциональности

$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если длина вертикальной боковой

стенки сосуда $l = 50 \text{ см}$, высота $h = 20 \text{ см}$, то на эту стенку мед действует с силой, среднее значение которой равно:

- 1) 0,10 кН; 2) 0,14 кН; 3) 0,28 кН; 4) 0,35 кН; 5) 0,56 кН.

Поскольку среднее давление меда на боковую стенку

сосуда $\langle p \rangle = \rho g \frac{h}{2}$, а площадь этой стенки $S = hl$

, то сила давления меда на боковую стенку сосуда

$$F = \langle p \rangle S = \frac{\rho g l h^2}{2} = 0,14 \text{ кН}.$$

5.1В. Плотность пробки $\rho_{\text{п}} = 0,23 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$, плотность

масла $\rho_{\text{м}} = 0,92 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$. Если в масле плавает

пробка объемом $V_0 = 6,0 \text{ см}^3$, то ее объем, погруженный в масло, равен:

- 1) 1,5 см³; 2) 2,4 см³; 3) 3,0 см³; 4) 3,5 см³; 5) 4,5 см³.

5.2В. Плотность льда $\rho_{\text{л}} = 0,90 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$, плотность воды

$\rho_{\text{в}} = 1,0 \frac{\Gamma}{\text{см}^3}$. Если в воде плавает кусок льда

объемом $V_0 = 8,0 \text{ дм}^3$, то в воздухе находится объем льда, равный:

- 1) 7,2 дм³; 2) 4,5 дм³; 3) 4,0 дм³; 4) 0,90 дм³; 5) 0,80 дм³.

На лед действуют две силы: вниз – сила тяжести mg и

вверх – сила Архимеда F_A . Так как лед находится в

равновесии, то $mg = F_A$. Масса льда $m = \rho_{\text{л}} V_0$, сила Архимеда $F_A = \rho_{\text{в}} g V_0 - V$. Из записанных

уравнений находим, что в воздухе находится объем

$$\text{льда } V = \frac{V_0 (\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{л}})}{\rho_{\text{в}}} = 0,80 \text{ дм}^3.$$

6.1В. Модуль скорости равномерного движения мотоциклиста на 20 % больше модуля скорости равномерного движения автобуса. Если мотоциклист за некоторый промежуток времени прошел путь $s_1 = 0,72 \text{ км}$, то автобус за такой же промежуток времени прошел путь, равный:

- 1) 1,4 км; 2) 0,90 км; 3) 0,60 км; 4) 0,58 км; 5) 0,36 км.

6.2В. Модуль скорости равномерного движения трамвая на 10 % меньше модуля скорости равномерного движения троллейбуса. Если трамвай за промежуток времени $\Delta t_1 = 80 \text{ с}$ проехал такой же путь, как и троллейбус, то промежуток времени, в течение которого двигался троллейбус, равен:

- 1) 99 с; 2) 90 с; 3) 72 с; 4) 70 с; 5) 60 с.

Пусть скорость троллейбуса $v_{\text{тр}}$, тогда скорость трамвая

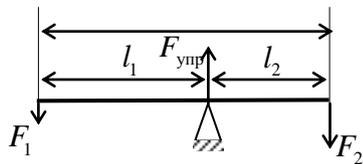
$v_{\text{т}} = 0,90 v_{\text{тр}}$. Так как пути, пройденные трамваем и троллейбусом равны, то можно записать уравнение: $0,90 v_{\text{тр}} \Delta t_1 = v_{\text{тр}} \Delta t_2$. Отсюда находим, что время движения троллейбуса $\Delta t_2 = 72 \text{ с}$.

7.1В. На один конец уравновешенного, расположенного горизонтально, невесомого рычага действует сила $F_1 = 24 \text{ Н}$. Момент силы, приложенной к другому концу, $M_2 = 7,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Если длина рычага $l = 78 \text{ см}$, то длина большего плеча равна:

- 1) 40 см; 2) 48 см; 3) 50 см; 4) 54 см; 5) 65 см.

7.2В. На один конец уравновешенного, расположенного горизонтально, невесомого рычага действует вертикально вниз сила $F_1 = 175 \text{ Н}$. Момент силы, приложенной к другому концу, $M_2 = 84 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Если длина рычага $l = 90 \text{ см}$, то длина меньшего плеча равна:

- 1) 15 см; 2) 20 см; 3) 38 см; 4) 40 см; 5) 42 см.



Из условия равновесия рычага $F_1 l_1 = M_2$ следует, что длина плеча силы F_1 равна $l_1 = 0,48$ м. В соответствии с рисунком можно записать уравнение $l = l_1 + l_2$ и из него найти длину l_2 плеча силы F_2 . Длина $l_2 = 0,42$ м. Сравнивая l_1 и l_2 , приходим к ответу, что длина меньшего плеча равна 42 см.

8.1В. Шарик брошен вертикально вверх со скоростью $v = 14 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Коэффициент пропорциональности $g = 9,8 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если не учитывать сопротивление воздуха, то шарик достигнет высоты относительно точки бросания, равной:
1) 4,0 м; 2) 7,0 м; 3) 14 м; 4) 10 м; 5) 20 м.

8.2В. Шарик брошен вертикально вверх со скоростью $v = 30 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Коэффициент пропорциональности $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если не учитывать сопротивление воздуха, то шарик достигнет высоты относительно точки бросания, равной:
1) 15 м; 2) 25 м; 3) 30 м; 4) 45 м; 5) 90 м.

Из закона сохранения механической энергии $\frac{mv^2}{2} = mgh$ следует, что максимальная высота подъема шарика $h = \frac{v^2}{2g} = 45$ м.

9.1В. В левой части таблицы указано соотношение между полезной и совершенной работами, а в правой - значение коэффициента полезного действия простого механизма.

А. Полезная работа, совершенная с помощью простого механизма, в 4,0 раза меньше затраченной работы.	1. $\eta = 20\%$. 2. $\eta = 25\%$. 3. $\eta = 75\%$.
Б. Работа, затраченная при подъеме груза с помощью простого механизма, в 5 раз больше полезной работы.	
В. Полезная работа, совершенная с помощью простого механизма, на 25 % меньше затраченной работы.	

Правильное соответствие между пунктами левой и пунктами правой частей таблицы указано в варианте:

- 1) A1 B2 B3; 2) A2 B1 B3; 3) A3 B2 B1; 4) A2 B1 B2; 5) A1 B2 B2.**

9.2В. В левой части таблицы указано соотношение между полезной и совершенной работами. В правой же части таблицы указано значение коэффициента полезного действия простого механизма.

А. Полезная работа, совершенная с помощью простого механизма, в 2,0 раза меньше затраченной работы.	1. $\eta = 40\%$. 2. $\eta = 50\%$. 3. $\eta = 60\%$.
Б. Работа, затраченная при подъеме груза с помощью простого механизма, в 2,5 раза больше полезной работы.	
В. Полезная работа, совершенная с помощью простого механизма, на 40 % меньше затраченной работы.	

Правильное соответствие между пунктами левой и пунктами правой частей таблицы указано в варианте:

- 1) A1 B2 B3; 2) A2 B1 B1; 3) A1 B3 B3; 4) A2 B2 B1; 5) A2 B1 B3.**

Найдем коэффициент полезного действия в каждом из трех случаев:

$$\eta_A = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{з}}} 100\% = \frac{A_3}{2A_3} 100\% = 50\% ;$$

$$\eta_B = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{с}}} 100\% = \frac{A_{\text{п}}}{2,5A_{\text{п}}} 100\% = 40\% ;$$

$$\eta_A = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{с}}} 100\% = \frac{0,60A_{\text{с}}}{A_{\text{с}}} 100\% = 60\% .$$

Сравнивая вычисленные значения КПД и указанные в правой колонке таблицы, приходим к выводу, что правильным является ответ 5.

10.1В. Стальной брусок, нагретый до температуры $t_1 = 250^\circ\text{C}$, опустили в воду, масса которой равна массе бруска. После установления теплового равновесия температура воды и бруска стала $t = 40^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость стали

$$c_{\text{с}} = 0,46 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}, \text{ удельная теплоемкость воды}$$

$$c_{\text{в}} = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}. \text{ Если потерями энергии}$$

пренебречь, то начальная температура воды равна:

- 1) 17°C; 2) 21°C; 3) 23°C; 4) 27°C; 5) 29°C.**

10.2В. Медный брусок, нагретый до температуры $t_1 = 250^\circ\text{C}$, опустили в воду, масса которой равна массе бруска. После установления теплового равновесия температура воды и бруска стала $t = 40^\circ\text{C}$. Удельная теплоемкость меди

$c_m = 0,38 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$, удельная теплоемкость воды

$c_b = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$. Если потерями энергии

пренебречь, то начальная температура воды равна:

- 1) 19°C ; 2) 21°C ; 3) 24°C ; 4) 26°C ; 5) 28°C .

Количество теплоты, отданное медным бруском:

$Q_{\text{отд}} = c_m m_m t - t_1$. Количество теплоты,

полученное водой: $Q_{\text{пол}} = c_b m_b t - t_2$. Из

уравнения теплового баланса

$c_m m_m t_1 - t = c_b m_b t - t_2$ находим, что

начальная температура воды

$$t_2 = t - \frac{c_m t_1 - t}{c_b} = 21^\circ\text{C}.$$

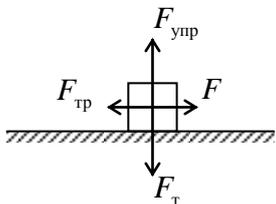
11.1В. Чтобы сдвинуть ящик с места, стоящий на полу, необходимо приложить к ящику наименьшую горизонтально направленную силу $F = 80 \text{ Н}$. Если сила трения, действующая на ящик, в 2,5 раза меньше веса ящика, то сила тяжести, действующая на ящик, равна:

- 1) 20 Н ; 2) 32 Н ; 3) 80 Н ; 4) $0,18 \text{ кН}$; 5) $0,20 \text{ кН}$.

11.2В. Чтобы сдвинуть брусок с места, лежащий на столе, необходимо приложить к бруску наименьшую горизонтально направленную силу $F = 4,8 \text{ Н}$.

Если вес бруска в 2,5 раза больше силы трения, действующей на брусок, то сила тяжести, действующая на брусок, равна:

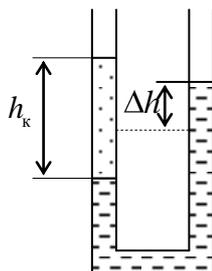
- 1) 12 Н ; 2) $9,6 \text{ Н}$; 3) $7,2 \text{ Н}$; 4) $4,8 \text{ Н}$; 5) $1,9 \text{ Н}$



На рисунке показаны силы, действующие на брусок: F - сила тяги, $F_{\text{тр}}$ - сила трения, $F_{\text{т}}$ - сила тяжести, $F_{\text{упр}}$ - сила реакции стола. Вес бруска, с одной стороны, численно равен силе тяжести $P = F_{\text{т}}$, с другой стороны, в соответствии с условием задачи $P = 2,5F_{\text{тр}}$. Из записанных уравнений следует, что $F_{\text{т}} = 2,5F_{\text{тр}}$. Поскольку $F = F_{\text{тр}}$, то сила тяжести, действующая на брусок, $F_{\text{т}} = 2,5F = 12 \text{ Н}$.

12.1В. В сообщающихся вертикальных сосудах равного поперечного сечения находится ртуть. В один из сосудов налили керосин. Плотность ртути

$\rho_p = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, плотность



керосина $\rho_k = 0,80 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Если уровень ртути

поднялся на $\Delta h = 5,0 \text{ мм}$, то высота столба керосина, налитого в сосуд, равна:

- 1) 43 мм ; 2) 68 мм ; 3) 85 мм ; 4) 13 см ; 5) 17 см .

12.2В. В сообщающихся вертикальных сосудах равного поперечного сечения находится вода. В один из сосудов налили керосин. Плотность воды

$\rho_b = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, плотность керосина

$\rho_k = 0,80 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Если уровень воды поднялся на

$\Delta h = 40 \text{ мм}$, то высота столба керосина, налитого в сосуд, равна:

- 1) 32 мм ; 2) 50 мм ; 3) 64 мм ; 4) 10 см ; 5) 16 см .

На уровне, совпадающем с границей раздела жидкостей, давление одинаково: $p_k = p_b$.

Используя рисунок, это уравнение можно записать в таком виде: $\rho_k g h_k = \rho_b g 2\Delta h$. Из последнего уравнения следует, что высота столба керосина

$$h_k = \frac{2\rho_b \Delta h}{\rho_k} = 10 \text{ см}.$$

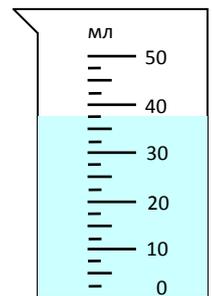
2 тур заочного этапа. 7 класс.

1.1В. Масса спирта ($\rho_c = 800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$),

налитого в мензурку, равна ... г.

Объем спирта, налитого в мензурку, $V = 37,5 \text{ мл}$. Масса же спирта

$$m = \rho_c V = 30 \text{ г}. \text{ Ответ: } \underline{30} \text{ г}.$$

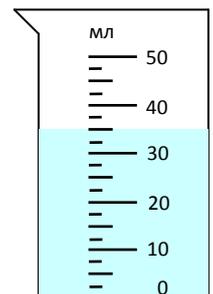


1.2В. Масса серной кислоты

($\rho_k = 1,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$), налитой в

мензурку, равна ... г.

Ответ: 63 г.



2.1В. В прямоугольной стальной пластинке длиной $a = 250 \text{ мм}$, шириной $b = 25 \text{ мм}$ и толщиной $h = 2,0 \text{ мм}$, сделано $n = 50$ одинаковых квадратных отверстий.

Плотность стали $\rho_c = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Если ширина одной стороны отверстия $l = 5,0 \text{ мм}$, то масса пластинки равна ... г.

Объем всех отверстий $V_1 = n l^2 h$. Объем прямоугольной пластинки без отверстий $V_0 = abh$.

Объем пластинки с отверстиями $V = V_0 - V_1$. Масса пластинки с отверстиями $m = \rho_c V$ или $m = \rho_c abh - n l^2 h = 78$ г. Ответ: **78** г.

2.2В. В прямоугольной алюминиевой пластинке длиной $a = 220$ мм, шириной $b = 50$ мм и толщиной $h = 2,0$ мм, сделано $n = 40$ одинаковых квадратных отверстий. Плотность алюминия $\rho_c = 2,7 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Если ширина одной стороны отверстия $l = 5,0$ мм, то масса пластинки равна ... г.

Ответ: **54** г.

3.1В. Из Минска в Слуцк выехал автобус. Когда он проехал расстояние $s = 36$ км, вдогонку ему выехал легковой автомобиль, средняя скорость которого на всем пути на 60 % больше средней скорости автобуса. Если автобус и автомобиль одновременно прибыли в город Слуцк, то расстояние между городами равно ... км.

Пусть скорость автобуса равна v , тогда скорость легкового автомобиля равна $1,6v$. Легковой автомобиль проехал расстояние l от Минска до Слуцка за промежуток времени $\Delta t_1 = \frac{l}{1,6v}$. За

такой же промежуток времени автобус проехал на $s = 36$ км меньше: $\Delta t_2 = \frac{l-s}{v}$. Из записанных

уравнений находим, что расстояние от Минска до Слуцка $l = 96$ км. Ответ: **96** км.

3.2В. Из Слонима в Зельву выехал автобус. Когда он проехал расстояние $s = 18$ км, вдогонку ему выехал легковой автомобиль, средняя скорость которого на всем пути на 90 % больше средней скорости автобуса. Если автобус и автомобиль одновременно прибыли в город Зельву, то расстояние между городами равно ... км.

Ответ: **38** км.

4.1В. Танкер равномерно и прямолинейно движется по морю со скоростью $v_1 = 16 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Катер дважды проплывает вдоль танкера: сначала от хвоста танкера до его головы, а затем – обратно, с разницей во времени $\Delta t = 0,48$ мин. Если скорость катера $v_2 = 24 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то длина танкера равна ... м.

Катер проплывает от хвоста танкера до его головы за промежуток времени $\Delta t_1 = \frac{l}{v_2 - v_1}$, а обратно – за

промежуток времени $\Delta t_2 = \frac{l}{v_2 + v_1}$. Разница во

времени движения катера $\Delta t = \Delta t_1 - \Delta t_2$. Из

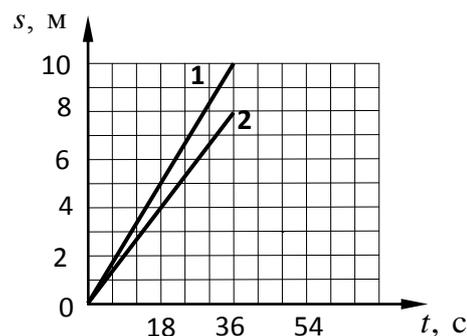
записанных уравнений находим, что длина танкера

$$l = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2v_1} \Delta t = 80 \text{ м. Ответ: } \underline{80} \text{ м.}$$

4.2В. Колонна автомобилей длиной $l = 1,8$ км равномерно и прямолинейно движется по дороге со скоростью $v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Летчик на вертолете осматривает колонну, пролетая сначала от конца колонны до ее начала, а затем – обратно. Если скорость вертолета $v_2 = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то разница во времени движения вертолета по ходу колонны и против ее хода составляет ... с.

Ответ: **24** с.

5.1В. На рисунке представлены графики зависимости пути двух тел от времени. Скорость первого тела больше скорости второго на ... %.



Скорость первого тела $v_1 = \frac{s_1}{\Delta t_1} = \frac{10}{36} \frac{\text{м}}{\text{с}}$, где

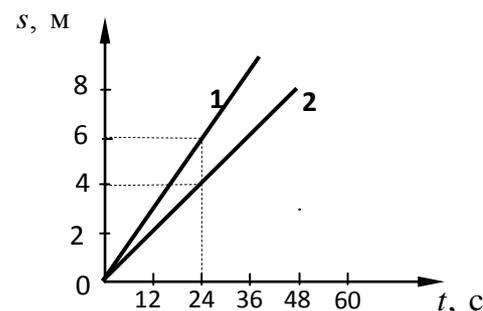
$s_1 = 10$ м, $\Delta t_1 = 36$ с. Скорость второго тела

$v_2 = \frac{s_2}{\Delta t_2} = \frac{8}{36} \frac{\text{м}}{\text{с}}$, где $s_2 = 8$ м, $\Delta t_2 = 36$ с.

Скорость первого тела больше скорости второго на

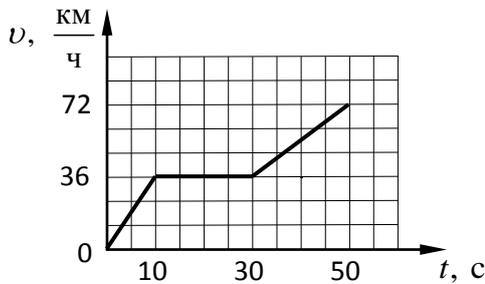
$\eta = \frac{v_1 - v_2}{v_2} 100\% = 25\%$. Ответ: **25** %.

5.2В. На рисунке представлены графики зависимости пути двух тел от времени. Скорость первого тела больше скорости второго на ... %.



Ответ: **50** %.

6.1В. На рисунке представлен график зависимости скорости движения грузовика от времени. Путь, пройденный грузовиком за промежуток времени $\Delta t = 50$ с, равен ... м.



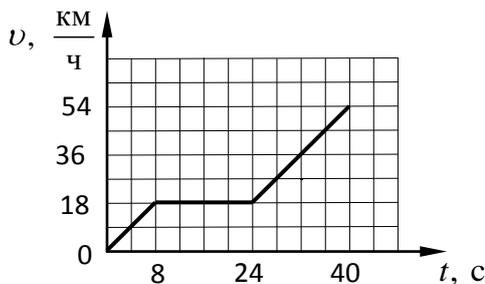
Путь, пройденный грузовиком, численно равен площади фигуры под графиком скорости. Скорость

$$v_1 = 36 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}, \quad v_2 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}} = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Путь $s = 550 \text{ м}$. Ответ: **550** м.

6.2В. На рисунке представлен график зависимости скорости движения грузовика от времени. Путь, пройденный грузовиком за промежуток времени $\Delta t = 40 \text{ с}$, равен ... м.

Ответ: **260** м.



7.1В. Автомобиль проехал путь $s = 200 \text{ км}$. Сначала в течение промежутка времени $\Delta t_1 = 1,0 \text{ ч}$ автомобиль двигался равномерно со скоростью $v_1 = 72 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, затем совершил остановку на $\Delta t = 1,0 \text{ ч}$ и закончил маршрут, двигаясь равномерно со скоростью $v_2 = 64 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Средняя скорость движения автомобиля на всем маршруте равна ... $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

За промежуток времени Δt_1 автомобилем был пройден путь $s_1 = v_1 \Delta t_1$. Последнюю часть маршрута длиной $s_2 = s - s_1$ автомобиль прошел за промежуток времени $\Delta t_2 = \frac{s_2}{v_2}$. Из записанных

уравнений находим, что средняя скорость автомобиля на всем пути

$$\langle v \rangle = \frac{s}{\Delta t_1 + \Delta t + \Delta t_2} = 50 \frac{\text{км}}{\text{ч}}. \text{ Ответ: } \underline{50} \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

7.2В. Путешественник преодолел расстояние $s = 48 \text{ км}$ за промежуток времени $\Delta t = 2,0 \text{ ч}$. Первую половину пути он ехал на автомобиле, а вторую – на велосипеде. Если скорость движения путешественника на автомобиле в 4 раза больше скорости его движения на велосипеде, то его скорость на автомобиле равна ... $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Ответ: **60** $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

8.1В. На рисунке представлен график зависимости скорости прямолинейного движения дельфина от времени. Средняя скорость движения дельфина на первой половине пути равна ... $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.



Путь, который проплыл дельфин за 12 с движения: $s = 80 \text{ м}$. Половина пути $s_1 = 40 \text{ м}$. За первые 5 с

дельфин проплыл 20 м со скоростью $4 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Другие

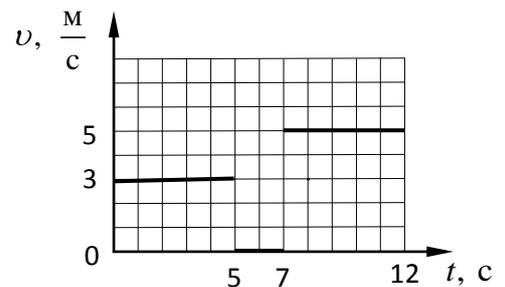
20 м дельфин проплыл со скоростью $10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ за 2 с.

Средняя скорость движения дельфина на первой половине пути $\langle v_1 \rangle = \frac{40 \text{ м}}{8 \text{ с}} = 5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Здесь учтено,

что в течение 1 с дельфин не двигался. Ответ: **5** $\frac{\text{м}}{\text{с}}$.

8.2В. На рисунке представлен график зависимости скорости прямолинейного движения трактора от времени.

Средняя скорость движения трактора на первой половине пути равна ... $\frac{\text{дм}}{\text{с}}$.



Ответ: **25** $\frac{\text{дм}}{\text{с}}$.

9.1В. Масса пробирки, доверху заполненная водой, $m_1 = 90 \text{ г}$. В воду осторожно погрузили стальной болт, и общая масса пробирки с ее содержимым стала $m_2 = 124 \text{ г}$. Плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Плотность стали $\rho_{\text{с}} = 7,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Масса болта равна ... г.

Объем болта $V = \frac{m_6}{\rho_c}$. Масса воды, вытесненной

болтом, $m_b = \rho_b V = \rho_b \frac{m_6}{\rho_c}$. Зная общую массу

пробирки с ее содержимым, можно записать уравнение: $m_2 = m_1 + m_6 - m_b$ или

$m_2 = m_1 + m_6 - \rho_b \frac{m_6}{\rho_c}$. Из последнего уравнения

находим, что масса болта

$$m_6 = \frac{m_2 - m_1}{\rho_c - \rho_b} = 39 \text{ г. Ответ: } \underline{39} \text{ г.}$$

9.2В. Масса пробирки, доверху заполненная водой, $m_1 = 110$ г. В воду осторожно погрузили латунный цилиндр, и общая масса пробирки с ее содержимым стала $m_2 = 170$ г. Плотность воды

$$\rho_b = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}. \text{ Плотность латуни } \rho_{\text{л}} = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Масса цилиндра равна ... г.

Ответ: 68 г.

10.1В. Сплав состоит из олова массой $m_1 = 5,840$ кг и свинца массой $m_2 = 2,260$ кг. Плотность олова

$$\rho_o = 7300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \text{ плотность свинца}$$

$$\rho_c = 11300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \text{ Если объем сплава считать}$$

равным сумме объемов его составляющих частей,

то плотность сплава равна ... $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

В сплаве содержится объем олова $V_o = \frac{m_1}{\rho_o}$ и объем

свинца $V_c = \frac{m_2}{\rho_c}$. Плотность сплава

$$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V_o + V_c} = 8100 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \text{ Ответ: } \underline{8100} \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

10.2В. Сплав состоит из олова массой $m_1 = 219,0$ г и свинца массой $m_2 = 339,0$ г. Плотность олова

$$\rho_o = 7300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}, \text{ плотность свинца}$$

$$\rho_c = 11300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}. \text{ Если объем сплава считать}$$

равным сумме объемов его составляющих частей,

то плотность сплава равна ... $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Ответ: 9300 $\frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

11.1В. Для засолки рыбы в бак наливается через трубу соленая вода со скоростью $m_0 = 20$ кг в минуту.

Если плотность соленой воды $\rho_b = 1,15 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$, то

бак объемом $V = 80$ л наполнится за промежуток времени, равный ...с.

Бак вмещает соленую воду массой $m = \rho_b V = 92$ кг.

Бак наполнится за промежуток времени

$$\Delta t = \frac{m}{m_0} = 276 \text{ с. Ответ: } \underline{276} \text{ с.}$$

11.2В. Цистерна молоковоза заполняется молоком через трубу со скоростью $m_0 = 40,0$ кг в минуту.

Если плотность молока $\rho = 1030 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, то цистерна

объемом $V = 600$ л наполнится за промежуток времени, равный ...с.

Ответ: 927 с.

12.1В. Автомобиль совершил поворот. При этом внешнее заднее колесо, не проскальзывая, за время поворота совершило $n_1 = 7$ оборотов, а внутреннее – $n_2 = 6$ оборотов. (Длина окружности определяется по формуле $L = 2\pi R$, где число $\pi = 3,14$, R - радиус окружности). Если радиус дуги поворота внутреннего колеса автомобиля $R = 12$ м, то расстояние между его колесами равно ... м.

12.2В. Автомобиль совершил поворот. При этом внешнее заднее колесо, не проскальзывая, за время поворота совершило $n_1 = 7$ оборотов, а внутреннее – $n_2 = 6$ оборотов. (Длина окружности определяется по формуле $L = 2\pi R$, где число $\pi = 3,14$, R - радиус окружности). Если расстояние между колесами $l = 2,0$ м, то радиус дуги поворота внутреннего колеса автомобиля равен ... м.

Пусть длина окружности колеса равна l_0 . Тогда путь l_1 .

пройденный внешним колесом за время поворота, можно определить двумя способами: $l_1 = l_0 n_1$ и

$$l_1 = \frac{2\pi R + l}{4}. \text{ Аналогично,}$$

путь l_2 , пройденный внутренним колесом за время поворота, можно записать так:

$$l_2 = l_0 n_2 \text{ и } l_2 = \frac{2\pi R}{4}.$$

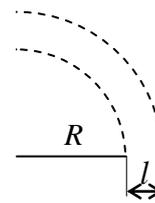
Приравняв между собой первые два и вторые два уравнения, получим систему уравнений:

$$l_0 n_1 = \frac{2\pi R + l}{4},$$

$$l_0 n_2 = \frac{2\pi R}{4}.$$

Разделив левые и правые части

уравнений друг на друга, получим: $\frac{n_1}{n_2} = \frac{R + l}{l}$.



Отсюда находим, что радиус дуги поворота внутреннего колеса $R = \frac{n_2 l}{n_1 - n_2} = 12 \text{ м}$.

Ответ: **12 м**.

2 тур заочного этапа.
8 класс.

1.1В. На рисунке показан однородный легкий стержень, находящийся в равновесии. Момент силы F , действующей на невесомый подвижный блок относительно оси блока, $M = 1,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Объем

латунного цилиндра, подвешенного к рычагу, $V = 1,6 \text{ дм}^3$.

Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Плотность латуни

$\rho = 8,5 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Трение в блоке пренебрежимо мало. Диаметр блока равен ... см.

На рисунке показаны силы, действующие на стержень. Условие

равновесия стержня имеет вид: $F_T \frac{l}{2} = F_1 l$.

Отсюда сила $F_1 = \frac{F_T}{2} = \frac{mg}{2} = \frac{\rho V g}{2}$. Так как блок подвижный, то сила $F_1 = 2F$. Сила

$F = \frac{F_1}{2} = \frac{\rho V g}{4}$. Момент силы F относительно

оси вращения блока $M = F \frac{d}{2}$. Из записанных уравнений находим, что диаметр блока

$$d = \frac{8M}{\rho V g} = 10 \text{ см}.$$

Ответ: **10 см**.

1.2В. На рисунке показан однородный легкий стержень, находящийся в равновесии. Момент силы F , действующей на невесомый подвижный блок относительно оси блока, $M = 0,042 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Плотность чугуна

$\rho = 7,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Диаметр блока $d = 60 \text{ мм}$.

Трение в блоке пренебрежимо мало. Объем

чугунного цилиндра, подвешенного к стержню, равен ... см³.

Ответ: **80 см³**.

2.1В. В цилиндрический стакан налита вода при комнатной температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ на $\frac{1}{3}$ его

вместимости. Туда доверху долили теплой воды при температуре $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Установившаяся температура оказалась равной $t_3 = 24^\circ\text{C}$. В другой такой же стакан налили воду при комнатной температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до половины стакана и долили его доверху теплой водой при температуре $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Если потерями энергии в окружающее пространство пренебречь, то во втором стакане установилась температура, равная ... °C.

Обозначим теплоемкость стакана C , тогда уравнения теплового баланса в первом и втором случаях, соответственно, будут иметь вид:

$$c \frac{2m}{3} t_2 - t_3 = c \frac{m}{3} t_3 - t_1 + C t_3 - t_1 ;$$

$$c \frac{m}{2} t_2 - t = c \frac{m}{2} t - t_1 + C t - t_1 .$$

Перенесем слагаемые, содержащие удельную теплоемкость воды, налево, остальные слагаемые – направо. Разделим одно уравнение на второе и получим:

$$\frac{\frac{2}{3} t_2 - t_3 - \frac{1}{3} t_3 - t_1}{\frac{1}{2} t_2 - t - \frac{1}{2} t - t_1} = \frac{t_3 - t_1}{t - t_1} .$$

Из последнего уравнения находим, что в сосуде во втором случае установится температура $t = \frac{t_1 + 3t_3}{4} = 23^\circ\text{C}$.

Ответ: **23 °C**.

2.2В. Цилиндрический стакан до половины объема был заполнен водой при комнатной температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$. Туда долили еще столько же теплой воды при температуре $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Установившаяся температура оказалась равной $t_3 = 23^\circ\text{C}$. В другой такой же стакан сначала налили воду при комнатной температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до $\frac{1}{3}$ объема, а затем в него долили теплой воды при температуре $t_2 = 30^\circ\text{C}$. Если потерями энергии в окружающее пространство пренебречь, то во втором стакане в результате теплообмена установилась температура, равная ... °C.

Ответ: **24 °C**.

3.1В. Чтобы нагреть воду объемом $V = 4,0 \text{ л}$ от температуры $t_1 = 15^\circ\text{C}$ до температуры $t_2 = 75^\circ\text{C}$, сожгли дизельное горючее. Плотность воды $\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Удельная теплоемкость воды

$$c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}. \text{ Удельная теплота сгорания}$$

$$\text{дизельного горючего } q = 42 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}. \text{ Если потери}$$

энергии составили $\eta = 20\%$, то масса сгоревшего дизельного горючего равна ... г.

Количество теплоты, выделившееся при сгорании дизельного горючего, $Q_1 = qm_1$. Количество

теплоты, полученное водой, $Q_2 = 0,80Q_1$ или

$Q_2 = c\rho V t_2 - t_1$. Решая совместно, записанные уравнения, находим, что масса сгоревшего

$$\text{дизельного горючего } m_1 = \frac{c\rho V t_2 - t_1}{0,80q} = 30 \text{ г}.$$

Ответ: **30** г.

3.2В. Чтобы нагреть воду объемом $V = 3,0$ л от температуры $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до температуры

$t_2 = 100^\circ\text{C}$, сожгли дизельное горючее. Плотность

воды $\rho = 1,0 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Удельная теплоемкость воды

$$c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}. \text{ Удельная теплота сгорания}$$

$$\text{дизельного горючего } q = 42 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}. \text{ Если потери}$$

энергии составили $\eta = 4,0\%$, то масса сгоревшего дизельного горючего равна ... г.

Ответ: **25** г.

4.1В. В теплоизолированном сосуде пренебрежимо малой теплоемкости находится вода массой

$m_1 = 1,0$ кг при температуре $t_1 = 20^\circ\text{C}$. В воду бросили мокрый ком снега (состоит из льда и воды)

массой $m_2 = 250$ г при температуре $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Удельная

теплота плавления льда $\lambda = 0,33 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$. Удельная теплоемкость воды

$$c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}. \text{ Если при достижении теплового}$$

равновесия температура воды в сосуде стала $t = 5,0^\circ\text{C}$, то масса воды, содержащаяся в коме снега, была равна ... г.

Количество теплоты, отданное водой,

$$Q_{\text{отд}} = cm_1 t - t_1. \text{ Количество теплоты, полученное снегом,}$$

$$Q_{\text{пол}} = \lambda m_2 - m_{\text{в}} + cm_2 t - t_2. \text{ Записав}$$

уравнение теплового баланса, $|Q_{\text{отд}}| = Q_{\text{пол}}$, находим, что масса воды, содержащейся в коме

снега,

$$m_{\text{в}} = \frac{\lambda m_2 + cm_2 t - t_2 - cm_1 t - t_1}{\lambda} = 75 \text{ г}.$$

Ответ: **75** г.

4.2В. В теплоизолированном сосуде пренебрежимо малой теплоемкости находится вода массой

$m_1 = 1,0$ кг. В воду бросили лед массой

$m_2 = 175$ г при температуре $t_2 = 0^\circ\text{C}$ и влили

воду массой $m_3 = 75$ г тоже при температуре

$t_2 = 0^\circ\text{C}$. Удельная теплота плавления льда

$\lambda = 0,33 \frac{\text{МДж}}{\text{кг}}$. Удельная теплоемкость воды

$$c = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}. \text{ Если при достижении теплового}$$

равновесия температура воды в сосуде стала $t = 5,0^\circ\text{C}$, то первоначальная температура воды,

находящейся в сосуде, была равна ... $^\circ\text{C}$.

Ответ: **20** $^\circ\text{C}$.

5.1В. Для подъема груза массой $m = 900$ кг к малому поршню гидравлического пресса необходимо приложить силу $F_1 = 150$ Н. Коэффициент

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}. \text{ Если площадь малого поршня}$$

$S_1 = 2,0$ см², а большого – $S_2 = 150$ см², то

коэффициент полезного действия гидравлического пресса равен ... %.

Коэффициент полезного действия гидравлического

$$\text{пресса } \eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_{\text{с}}} 100\%. \text{ Полезная работа } A_{\text{п}} = mgh_2$$

, совершенная работа $A_{\text{с}} = F_1 h_1$. Поскольку объем

жидкости, вытесненной из узкого сосуда равен объему жидкости, перетекшей в широкий сосуд, то

можно записать уравнение: $h_1 S_1 = h_2 S_2$. Из записанных уравнений находим, что КПД

$$\text{гидравлического пресса } \eta = \frac{mgS_1}{F_1 S_2} 100\% = 80\%.$$

Ответ: **80** %.

5.2В. Для подъема груза массой $m = 570$ кг к малому поршню гидравлического пресса необходимо приложить силу $F_1 = 100$ Н. Коэффициент

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}. \text{ Если площадь малого поршня}$$

$S_1 = 1,0$ см², а большого – $S_2 = 75$ см², то

коэффициент полезного действия гидравлического пресса равен ... %.

Ответ: **76** %.

6.1В. В кусок льда вмерз медный шарик. Общий объем образовавшегося тела $V = 80$ см³. Плотность льда

$$\rho_{\text{л}} = 0,90 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}. \text{ Плотность меди } \rho_{\text{м}} = 8,9 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}.$$

Если суммарная масса льда и шарика $m = 288$ г, то объем шарика равен ... см³.

Пусть объем медного шарика равен V_1 , а объем льда –

$$V_2 = \frac{m - \rho_{\text{м}} V_1}{\rho_{\text{л}}}. \text{ Поскольку общий объем тела}$$

равен V , то можно записать уравнение:

$V = V_1 + \frac{m - \rho_m V_1}{\rho_l}$. Отсюда находим, что объем

шарика $V_1 = \frac{m - \rho_l V}{\rho_m - \rho_l} = 27 \text{ см}^3$. Ответ: **27** см^3 .

6.2В. В кусок льда вмерз железный шарик. Общий объем образовавшегося тела $V = 50 \text{ см}^3$.

Плотность льда $\rho_l = 0,90 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$. Плотность железа

$\rho_{\text{ж}} = 7,8 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$. Если суммарная масса льда и

шарика $m = 114 \text{ Г}$, то объем шарика равен ... см^3 .

Ответ: **10** см^3 .

7.1В. Скорость движения мотоциклиста на второй половине пути была на 30 % больше, чем на первой. Если средняя скорость движения мотоциклиста на

всем пути $\langle v \rangle = 52 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то скорость движения

мотоциклиста на первой половине пути равна ...

$\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

Пусть скорость мотоциклиста на первой половине пути равна v , тогда скорость мотоциклиста на второй половине пути равна $1,3v$. Средняя скорость

мотоциклиста на всем пути $\langle v \rangle = \frac{s}{\frac{s}{2v} + \frac{s}{2 \cdot 1,3v}}$.

Отсюда находим, что скорость мотоциклиста на

первой половине пути $v = 46 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$. Ответ: **46** $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$

7.2В. Скорость движения троллейбуса на второй половине пути была на 20 % больше, чем на первой. Если средняя скорость движения троллейбуса на

всем пути $\langle v \rangle = 48 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$, то скорость движения

троллейбуса на первой половине пути равна ... $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$

Ответ: **44** $\frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

8.1В. Для равномерного перемещения бруска массой $m = 3,0 \text{ кг}$ по горизонтальному столу надо прикладывать к нему в горизонтальном направлении силу $F_1 = 6,0 \text{ Н}$. Коэффициент

$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если на брусок поставить гирию весом

$P = 40 \text{ Н}$, то для равномерного перемещения бруска с гирей по тому же столу, надо прикладывать к бруску горизонтальную силу, равную ... Н .

При равномерном перемещении бруска сила тяги равна силе трения скольжения: в первом случае $F_1 = F_{\text{тр1}}$, во втором случае $F_2 = F_{\text{тр2}}$. Поскольку сила трения прямо пропорциональна силе давления тела на поверхность, по которой оно скользит, то можно

записать уравнения: для первого случая $F_{\text{тр1}} = kmg$, для второго $F_{\text{тр2}} = k(mg + P)$. Здесь k - коэффициент пропорциональности, mg - сила тяжести, численно равная силе давления бруска на поверхность в первом случае, $mg + P$ - сумма силы тяжести бруска и веса гири, численно равная силе давления бруска на поверхность во втором случае. Совместно решая полученные уравнения, находим, что сила

$F_2 = \frac{F_1(mg + P)}{mg} = 14 \text{ Н}$. Ответ: **14** Н .

8.2В. Для равномерного перемещения бруска массой $m = 2,0 \text{ кг}$ по горизонтальному столу надо прикладывать к нему в горизонтальном направлении силу $F_1 = 5,0 \text{ Н}$. Коэффициент

$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если на брусок поставить гирию весом

$P = 32 \text{ Н}$, то для равномерного перемещения бруска с гирей по тому же столу, надо прикладывать к бруску горизонтальную силу, равную ... Н .

Ответ: **13** Н .

9.1В. К однородному деревянному бруску массой $m_1 = 34 \text{ г}$ тонкой леской привязали однородный алюминиевый груз и всю систему опустили в воду.

Плотность алюминия $\rho_a = 2,7 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$, плотность

воды $\rho_b = 1,0 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$, плотность дерева

$\rho_d = 0,50 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$. Если брусок с грузом оказались

полностью погруженными в воду, но не тонули, то масса груза равна ... г .

На брусок с грузом действуют силы: вверх силы

Архимеда $F_{A1} = \rho_b g V_1 = \rho_b g \frac{m_1}{\rho_d}$ и

$F_{A2} = \rho_b g V_2 = \rho_b g \frac{m_2}{\rho_a}$, вниз силы тяжести $m_1 g$

и $m_2 g$. Так как система находится в равновесии, то

$F_{A1} + F_{A2} = m_1 g + m_2 g$. Из записанных уравнений находим, что масса груза

$m_2 = \frac{m_1 \rho_a (\rho_b - \rho_d)}{\rho_d \rho_a - \rho_b} = 54 \text{ г}$. Ответ: **54** г .

9.2В. К однородному деревянному бруску массой $m_1 = 0,051 \text{ кг}$ тонкой леской привязали

однородный железный груз и всю систему опустили в воду. Плотность железа $\rho_{\text{ж}} = 7,8 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$,

плотность воды $\rho_b = 1,0 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$, плотность дерева

$\rho_d = 0,60 \frac{\text{Г}}{\text{см}^3}$. Если брусок с грузом оказались

полностью погруженными в воду, но не тонули, то масса груза равна ... г. Ответ: **39** г.

10.1В. Подъемный кран приводится в действие двигателем мощностью $P = 25$ кВт. Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если коэффициент полезного действия

двигателя $\eta = 75\%$, то груз массой $m = 2,0$ т будет равномерно поднят краном на высоту $h = 30$ м в течение промежутка времени, равного ... с.

Коэффициент полезного действия двигателя $\eta = \frac{mgh}{P\Delta t} 100\%$. Отсюда промежуток времени по

подъему груза $\Delta t = \frac{mgh}{\eta P} 100\% = 32$ с.

Ответ: **32** с.

10.2В. Подъемный кран приводится в действие двигателем мощностью $P = 25$ кВт. Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если коэффициент полезного действия

двигателя $\eta = 70\%$, то груз массой $m = 2,5$ т будет равномерно поднят краном за промежуток времени $\Delta t = 40$ с на высоту, равную ... м.

Ответ: **28** м.

11.1В. С балкона строящегося дома сорвался фанерный лист массой $m = 8,0$ кг и полетел вниз без начальной скорости. За время полета силой сопротивления воздуха, действующей на лист, была совершена работа $A = -1,1$ кДж. Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если в момент касания Земли скорость

листа $v = 5,0 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то высота, с которой сорвался лист, равна ... м.

Силой сопротивления воздуха, действующей на лист, совершена работа, которая равна изменению механической энергии листа: $A = E_2 - E_1$. Вначале лист обладал потенциальной энергией $E_1 = mgh$. В момент приземления лист обладал кинетической энергией $E_2 = \frac{mv^2}{2}$. Из записанных уравнений

находим, что высота, с которой сорвался лист, $h = \frac{mv^2 - 2A}{2mg} = 15$ м. Ответ: **15** м.

11.2В. Геологам с вертолета, который находится на высоте $h = 12$ м, был сброшен груз без начальной скорости. За время полета силой сопротивления воздуха, действующей на груз, была совершена работа $A = -4,2$ кДж. Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$.

Если в момент касания Земли скорость груза была $v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$, то масса груза равна ... кг. Ответ: **60** кг.

12.1В. В сосуде находится ртуть объемом $V = 2,0$ л.

Плотность ртути $\rho = 13,6 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$. Коэффициент

$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если сила тяжести, действующая на

сосуд с ртутью, $F_T = 290$ Н, то вес пустого сосуда равен ... Н.

Сила тяжести, действующая на сосуд, $F_T = F_{\text{тр}} + F_{\text{тс}}$.

Сила тяжести ртути $F_{\text{тр}} = \rho g V$. Сила тяжести,

действующая на пустой сосуд, $F_{\text{тс}} = F_T - \rho g V$.

Вес пустого сосуда численно равен силе тяжести:

$P_c = F_{\text{тс}} = 18$ Н. Ответ: **18** Н.

12.2В. В бутылке находится керосин объемом

$V = 0,45$ л. Плотность керосина $\rho = 0,8 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$.

Коэффициент $g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$. Если сила тяжести,

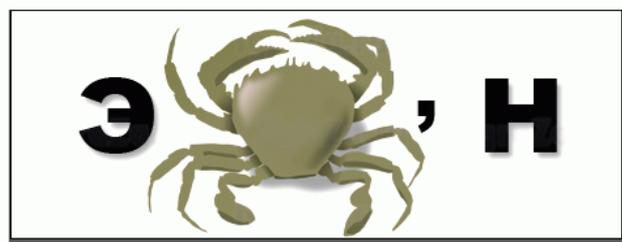
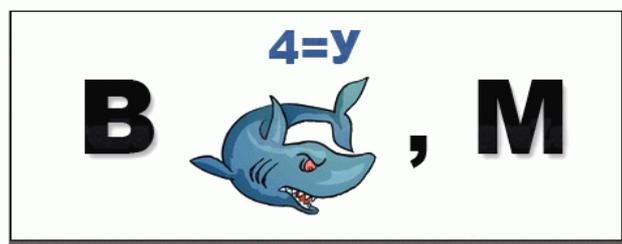
действующая на бутылку с керосином, $F_T = 7,6$ Н, то вес пустой бутылки равен ... Н.

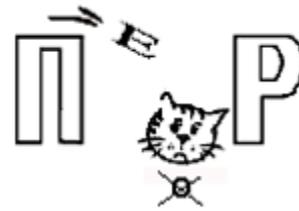
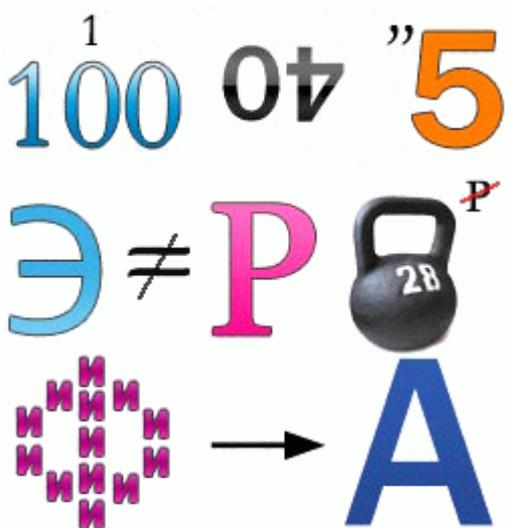
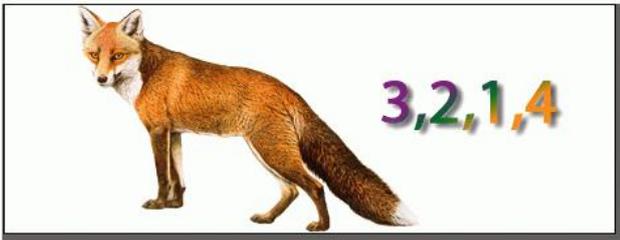
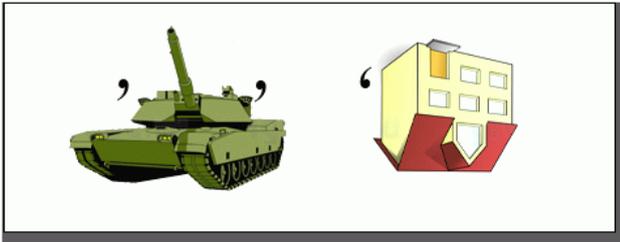
Ответ: **4** Н.

Ответы и количество баллов за задачу. 8 класс.

Номер задачи	Ответ. Вар. 1	Ответ. Вар. 2	Кол. баллов за задачу
1	10	80	6
2	23	24	8
3	30	25	5
4	75	20	6
5	80	76	6
6	27	10	6
7	46	44	5
8	14	13	6
9	54	39	8
10	32	28	5
11	15	60	5
12	18	4	4

РЕБУСЫ





Ответы:

1. ВАКУУМ
2. ЭКРАН
3. АНОД
4. ОПЫТ
5. СИЛА
6. ТОК
7. МАССА
8. СКОРОСТЬ
9. ЭНРЕГИЯ
10. ФИЗИКА
11. ДВИГАТЕЛЬ
12. СПЕКТР
13. ЁМКОСТЬ
14. ГЕНЕРАТОР
15. КОЛЕБАНИЕ
16. РЕЗОНАНС
17. ГРАДУС