

Министерство науки и высшего образования России
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Институт математики, информационных технологий и физики
Кафедра общей физики

ФИЗИКА С НУЛЯ МЕХАНИКА

Учебное-методическое пособие

Издательство «Удмуртский университет»

Ижевск 2020

УДК 372.835(075.8)
ББК 74.262.23я73
Ф503

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: А.А. Дерюгин Директор центра довузовского образования

Составители: к.ф.-м.н., доцент Гатауллина А.И.; к.пед.н., доцент Новикова Т.А.

Ф503 Физика с нуля. Механика: учеб.-метод. пособие /сост. А.И. Гатауллина, Т.А. Новикова. – Ижевск: Изд. центр «Удмуртский университет», 2020.- 80 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для проведения занятий (как дополнительный материал) со студентами направления 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)» по дисциплинам Методика и техника школьного физического эксперимента, Практикум по решению школьных физических задач, Методика преподавания физики.

Пособие может быть использовано при подготовке школьников 7-9 классов к олимпиадам муниципального и регионального уровня; будет полезно для широкого круга читателей, школьных учителей при проведении спецкурсов и факультативных занятий по физике, также учащимся, которые интересуются данным предметом помимо школьной программы.

УДК 372.835(075.8)
ББК 74.262.23я73

© Гатауллина А.И., Новикова Т.А., сост., 2019
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ	5
1	ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ	6
2	ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ	10
3	ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА	12
4	ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ	14
5	ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ	
	Тренировочные задания	15
	Задания повышенного уровня сложности	16
6	ПРИБОРЫ	
	Тренировочные задания	18
	Задания повышенного уровня сложности	19
7	ПОДОБИЕ	
	Тренировочные задания	23
	Задания повышенного уровня сложности	24
8	СКОРОСТЬ	
	Тренировочные задания	26
	Задания повышенного уровня сложности	29
9	ПЛОТНОСТЬ	
	Тренировочные задания	35
	Задания повышенного уровня сложности	37
10	ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ	
	Тренировочные задания	39
	Задания повышенного уровня сложности	41
11	ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ	
	Тренировочные задания	46
	Задания повышенного уровня сложности	48
12	СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ	
	Тренировочные задания	50
	Задания повышенного уровня сложности	51
13	СТАТИКА	
	Тренировочные задания	53
	Задания повышенного уровня сложности	55

ЭКСПЕРИМЕНТ

1	Толщина листа бумаги	58
2	Изоляционная лента	59
3	Линейка и нить	60
4	Графики	61
5	Клякса	62
6	Шоколадка	63
7	Золушка	64
8	Вариации на тему	65
9	С новым годом!	66
10	Губка	67
11	Понять умом и измерить общим аршином	68
12	Плотность вещества	69
13	Плотность соли	70
14	Упругость твердого тела	71
15	Математический маятник	72
16	Определение времени соударения шаров	74
17	Сколько рублей весит конфета	76
	Сколько рублей весит конфета. Критерии оценивания	78
	МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА СИ	79



ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемое пособие предназначено для студентов направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование с двумя профилями подготовки» в качестве учебного материала по дисциплинам Методика преподавания физики, Методика и техника школьного физического эксперимента, Практикум по решению школьных физических задач.

Будущий учитель физики должен быть готов реализовывать образовательные программы по предметам в соответствии с требованиями образовательных стандартов и способен использовать возможности образовательной среды для достижения личностных, метапредметных и предметных результатов обучения и обеспечения качества учебно-воспитательного процесса средствами преподаваемого предмета.

Так как решение задач – важнейший вид учебной деятельности в процессе обучения физике, то учителю необходимо осуществить тщательный подбор задач и продумать методику работы с ними. Поэтому неотъемлемой частью подготовки учителя физики является овладение методикой обучения решению задач, наиболее ценными из которых являются задачи повышенной трудности и олимпиадные задачи.

В настоящее время отсутствуют пособия по соответствующей тематике для учащихся начального этапа обучения физики. В данном пособии приведены теоретические и экспериментальные задания, которые предлагались учащимся 7-8 классов на физических олимпиадах всероссийского уровня. На предоставленном материале последовательно от тренировочных задач к олимпиадным возможно выработать у учащихся умение разделять задачи на составные части, использовать различные методы решения, применять приемы, помогающие понять задачу, составить план решения, выполнять каждый из этапов решения.

На этом материале будущий учитель физики знакомится с теоретико-методическими основами обучения решению олимпиадных заданий, чтобы грамотно организовать учебный процесс, позволяющий максимально реализовать как свои возможности, так и возможности учащихся.



1. ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ

Чем занимается физика? Почему физика так важна? Слово «физика» происходит от греческого слова «фюзис» (в переводе на русский «природа»).

То есть физики изучают окружающую нас природу.

В настоящее время изучают природу не только физики, но и другие учёные: биологи, химики, астрономы, геологи и т.д. Но самую важную роль в изучении окружающего нас мира всё-таки играют физики.

Современная физика – это наука о природе, изучающая все основные формы существования окружающего мира(материи) и основные изменения, происходящие в природе. В настоящее время известно две основные формы существования материи:

1) вещество

2) поле

Вещество встречается в природе в четырёх состояниях:

- твёрдое тело;

- жидкость;

- газ;

- плазма (плазменный шар, свет)

Самое распространённое состояние вещества – это плазма. Достаточно сказать, что все светящиеся звёзды являются плазменными телами. Наше Солнце не является исключением. Масса Солнца (в звёздном мире наша звезда – жёлтый карлик) в 333000 раз больше, чем масса нашей Земли.

Качественное представление об уровнях организации вещества в настоящее время можно представить в виде следующей схемы (рис. 1)

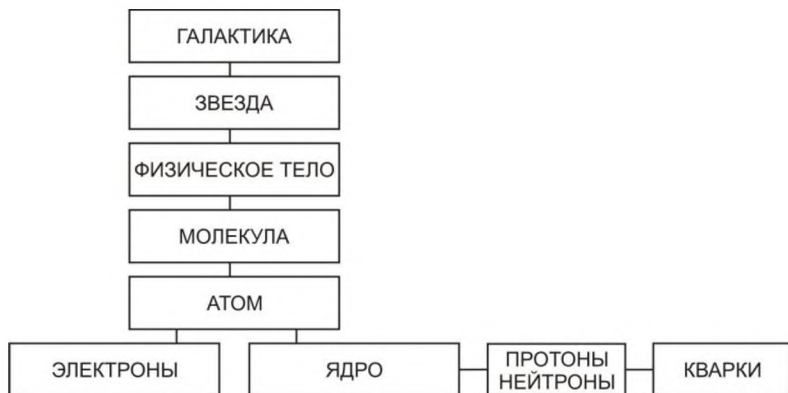


Рис. 1. Уровни организации вещества

В настоящее время учёные открыли и изучили четыре физических поля:

- гравитационное;
- электромагнитное (электрическое, магнитное);
- сильное (ядерное);
- слабое (демонстрации...) магнитное поле, электромагнитное поле.

В развитии физики можно выделить три периода: классический, новый и современный. К концу XIX века были подробно изучены такие разделы, как классическая механика, термодинамика, электромагнетизм, оптика и гидростатика. Совокупность этих разделов физики называется классическая физика.

В конце XIX века и на протяжении первых трёх десятилетий XX века в физике был сделан ряд удивительных открытий. Было обнаружено явление радиоактивности, которое было использовано для исследования строения атома. Создание теории относительности А. Эйнштейном



заставило пересмотреть прежние взгляды на пространство и время (задача на определение L , t , m при $v = 0,5 c$). Возникла квантовая теория. В этот период эры новой физики изменился весь характер физических исследований.

В 30-х годах XX века впервые наблюдалось радиоизлучение звёзд, были открыты нейтрон, деление атомных ядер, возникли новые области физики. Это позволило говорить о создании современной физики.

Наиболее часто в нашей жизни мы встречаемся с механическим движением.

(Примеры: движение стрелки часов, ветки дерева).

Если проанализировать приведённые примеры можно выделить три вида механических перемещений в пространстве:

Поступательное, вращательное, колебательное.

(Демонстрации: центробежная машина, колебания маятника)

А механическое движение по более сложной траектории это результат сложения простых видов механического движения

(Примеры: движения футбольного мяча по параболической траектории, падение кленового листа с дерева...)

В настоящее время имеются три физические теории, изучающие механическое движение:

1. Классическая механика изучает движение макротел с небольшими скоростями (немного меньшими, чем $c = 300000 \text{ км/с}$).
2. Теория относительности рассматривает движение тел со скоростями, близкими к скорости света (парадокс близнецов).
3. Квантовая механика изучает движение микрочастиц.

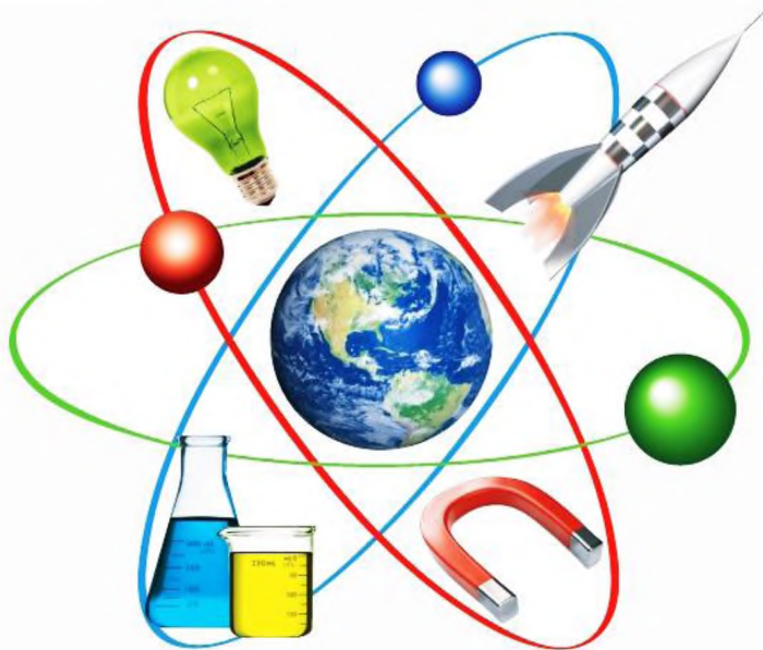


Изучение тепловых явлений в рамках молекулярной физики и термодинамики удастся объяснить, рассматривая движение большого числа частиц на уровне молекул и атомов

(Почему в комнате зимой теплее, чем на улице?)

Специфику явлений, связанных с наличием электрических и магнитных полей, изучает раздел физики – электромагнетизм.

Особенность процессов, происходящих внутри атома, ядра, в мире элементарных частиц изучаются в рамках атомной, ядерной физики.





2. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Основа физики – это теория и эксперимент.

Можно не только восхищаться происходящими вокруг нас явлениями природы, но и наблюдать за процессами, которые происходят в заданных условиях.

Таким образом, главной частью эксперимента являются наблюдения и следующие за ними измерения. В ходе изучения законов природы для характеристики физических процессов и явлений вводятся физические величины. Возникает необходимость в измерении этих величин. Для этого имеются измерительные приборы. Значение искомой величины получают, считывая показания измерительного прибора. Например, длину стороны тетрадного листа можно определить с помощью линейки со шкалой, температуру в комнате – по показаниям термометра. Атмосферное давление измеряется по барометру и т.д.

Но в результате практически любого измерения получить абсолютно точное значение измеряемой величины невозможно. Любое измерение имеет ошибку (погрешность).

Абсолютная и относительная погрешности позволяют оценить точность измерения. Чем меньше погрешности, тем точнее измерение.

Абсолютная погрешность Δx – это модуль разности измеренного $x_{изм}$ и истинного x значений:

$$\Delta x = |x_{изм} - x| \quad (1)$$

Истинное значение должно попасть в интервал

$$x = (x_{изм} \pm \Delta x). \quad (2)$$

Относительная погрешность определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{изм}} 100\% \quad (3).$$

При измерении физической величины имеется два способа оценки абсолютной погрешности:



Первый способ. Однократные измерения.

Абсолютную погрешность приборов определяют:

- а) по паспорту к прибору;
- б) по разряду последней значащей цифры электронного прибора.

Если измерительный прибор имеет шкалу (линейка, мензурка, транспортир и т.д.) необходимо учитывать, как погрешность прибора, так и погрешность отсчёта экспериментатором показаний со шкалы прибора. Принято считать, что и приборная погрешность, и погрешность отсчёта не превышает половины цены деления прибора. С учётом этих двух причин абсолютная погрешность измерения равна цене деления шкалы прибора.

Второй способ. Многократные измерения.

Схема расчёта обработки результатов измерений:

1. Провести серию измерений изучаемой величины x : $x_1, x_2, x_3 \dots x_N$.

2. Найти среднее значение величины x :

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_N}{N}$$

3. Вычислить отклонения от среднего значения:

$$x_{cp} - x_1; x_{cp} - x_2; \dots; x_{cp} - x_N.$$

4. Найти ошибку измерения:

а) абсолютную $\Delta x = \sqrt{\frac{(x_{cp} - x_1)^2 + (x_{cp} - x_2)^2 + \dots + (x_{cp} - x_N)^2}{N(N-1)}}$

б) относительную ошибку $\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{cp}} 100\%$

5. Записать результат эксперимента: $x = (x_{cp} \pm \Delta x)$.





3. ГРАФИЧЕСКОЕ ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

В основе нашего понимания физического мира лежат экспериментальные наблюдения и измерения. Результаты экспериментов можно представить не только в виде таблиц, но и в графической форме. При их построении необходимо соблюдать ряд правил.

1. Графики строят только на бумаге, имеющей координатную сетку. Это может быть обычная миллиметровая бумага с линейным масштабом по осям.
2. Требуется написать полное название графика.
3. x - независимая переменная - откладывается по оси абсцисс, $y = f(x)$ - функциональная зависимость - по оси ординат.
4. На осях необходимо нанести масштабную сетку, указать единицы измерения и символы изображаемых величин.
5. При построении графика масштаб выбрать так, чтобы все экспериментальные точки вошли в график и располагались по всей площади листа. Иногда для этой цели бывает удобно сместить начало отсчета вдоль осей. Масштаб по осям x и y может быть различен, (рис. 2).
6. Точки, наносимые на графики, должны изображаться четко и ясно. Точки, полученные в разных условиях (при нагревании и при охлаждении, при увеличении и при уменьшении нагрузки и т.д.) полезно наносить разными цветами. Это поможет увидеть новые явления.
7. Абсолютную погрешность измеренных величин откладывают вдоль осей соответственно вправо - влево, вверх - вниз (рис. 2). (Масштаб выбрать таким образом, чтобы можно было отложить погрешность измерения).



Зависимость удлинения пружины
от величины нагрузки $h = f(F)$.

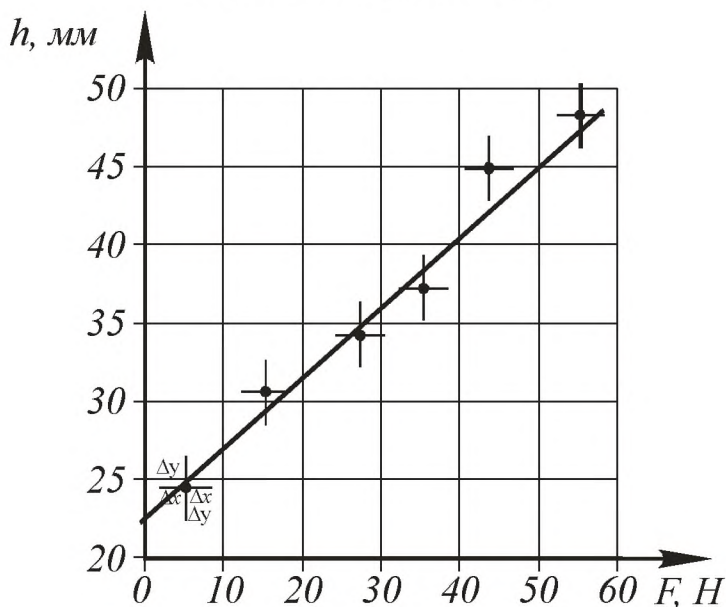


Рис. 2. Пример построения графика функции по экспериментальным точкам

В заключение ещё раз подчеркнём, что графики необходимы для наглядного представления результатов измерений. Они очень удобны для сравнения результатов экспериментов и теорий, выяснения качественных особенностей зависимостей, быстрых оценок характера изменения величин на отдельных участках. Однако документом эксперимента является таблица с экспериментальными данными.



4. ЗАПИСЬ РЕЗУЛЬТАТОВ

После вычисления средних значений и погрешностей полученные результаты необходимо представить в общепринятой форме. В лабораторном практикуме рекомендуется следующая схема обработки результатов.

1. Количество значащих цифр при записи результата измерений определяется относительной погрешностью ваших измерений.

Пример. Результат измерений какой-либо величины:

$$x = 28,674 \pm 0,706.$$

Давайте оценим относительную погрешность нашего результата:

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{x_{cp}} 100\% = \frac{0,706}{28,674} 100\% = 0,025 \times 100\% = 2,5 \, \%$$

Полученный результат означает, что погрешность составляет сотые доли нашего результата. Тем самым, трех значащих цифр достаточно для записи среднего значения. При записи абсолютной погрешности измерений последней должна указываться цифра того десятичного разряда, который использован при указании среднего значения. Поэтому окончательный результат запишем так: $x = 28,7 \pm 0,7$.

2. Среднее значение измеряемой величины должно быть записано в стандартном виде – от 1 до 10.

Пример. Результат измерений какой-либо величины:

$$x = 28,7 \pm 0,7.$$

Следует записать: $x = (2,87 \pm 0,07) \cdot 10$.

3. Обязательно указать размерность измеренной величины.

Пример. $x = (2,87 \pm 0,07) \cdot 10 \text{ см.}$



5. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- 5.1 Выразите в м/с следующие скорости:
90 км/ч; 60 см/мин; 1 дюйм/неделю; 10 км/мин.
1 дюйм=2,54 см.
- 5.2 Выразите в саженьях в сутки скорость улитки, которая проползает 1 метр за 31 минуту. 1 сажень = 8 дюйма.
1 дюйм = 2,54 см.
- 5.3 Выразите в см² следующие площади: 0,25 м²; 20 дюймов²;
300 мм². 1 дюйм = 2,54 см.
- 5.4 Ванна наполняется со скоростью 2 л/мин. Сколько это мм³/час, баррелей/неделю? 1 баррель = 159 л.
- 5.5 На острове Бананас пользуются четырьмя единицами измерения длины: попугаями, мартышками, слонятами и удавами. Известно, что в 1 удаве 38 попугаев, одна мартышка равна 0,4 слоненка, а 2 удава составляют 10 мартышек. Определите, что длиннее: 58 попугаев или 3 слоненка?
- 5.6 В традиционной японской системе измерения длин используют величину тё, равную 36 дзё. Есть ещё величина сяку, состоящая из 10 сун. Известно, что 1 сун = 3,03 см, а 1 тё = 109 м. Определите, сколько сяку в 1 дзё.
- 5.7 Какой длины получился бы ряд из плотно уложенных друг к другу своими гранями кубиков объемом 1 мм³ каждый, если их взять столько, сколько их содержится в 1 м³?



5. ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ

- 5.8 В старинных мерах длины внутренний диаметр русской винтовки равен 3 линиям. Известно, что в 1 метре содержится 3,28 фута. В 1 футе – 12 дюймов, в одном дюйме - 10 линий. Выразите в миллиметрах диаметр ствола русской винтовки.
- 5.9 Тупу – сельскохозяйственная единица измерения земельной площади в некоторых районах Перу – составляет 60 шагов в длину и 50 в ширину, это около 0,164 гектара. Определите сколько квадратных шагов в одной квадратной миле, если она состоит из 640 акров, а в одном гектаре 40,5 акр.
- 5.10 Короб – мера объема древесного угля, заготавливаемого на горных заводах. По указу 1872 года, для казенных заводов нормальная форма короба определена в виде опрокинутой усеченной пирамиды с основанием (в четвертях аршина) длиной 12 м и шириной 3 м, вверху: длиной 14 и шириной 6 м, при высоте 6, то есть равная по объему 22660 кубических вершков (или по массе 20 пудов угля). По тексту этого указа определите, чему равна плотность древесного угля, выраженная в кг/м^3 . Известно, что 1 пуд = 16,4 кг, 16 вершков составляют 1 аршин = 0,711 м.
- 5.11 Китайскому крестьянину нужно построить плот. Крестьянин знает, что хороший плот получается из 40 цельных стволов бамбука, каждый длиной 100 чи (чи – древнекитайская мера длины, 1 чи = 30,12 см.) Беда в том, что весь бамбук в округе вчера вырубили. Сколько времени придется ждать, пока он не вырастет заново, если бамбук за сутки вырастает на 75,3 см, а в округе есть 60 бамбуковых растений?



- 5.12 Расстояния между звездами столь велики, что их принято измерять в астрономических единицах и парсеках. Одна астрономическая единица (а.е.) численно равна среднему расстоянию от Земли до Солнца, 1 а.е. = 150 млн. км. Один парсек – это расстояние, с которого радиус земной орбиты виден под углом в одну угловую секунду. В одном градусе содержится 60 угловых минут ($1^\circ = 60'$), а в одной угловой минуте содержится 60 угловых секунд ($1' = 60''$). Скорость света 300 тысяч км/с. Сколько астрономических единиц содержится в одном парсеке? За сколько лет свет преодолевает расстояние в 1 парсек?
- 5.13 В спиртовом термометре Реомюра интервал между температурами таяния льда 0°R и кипения воды $100^\circ\text{C} = 80^\circ\text{R}$ разделен не на 100 частей, как в термометре Цельсия, а на 80 частей. Какова нормальная температура человеческого тела ($36,6^\circ\text{C}$) по шкале Реомюра?
- 5.14 У нормально работающего термометра стерлась шкала. Во время ремонта на него нанесли новую. Но как-то неудачно. Её и сдвинули, и расстояние между штрихами неверное сделали. В результате, когда на улице температура 20°C , он показывает 22°C , а когда замерзает вода, он показывает -2°C . Какие будут показания термометра в кипящей воде? Обе шкалы считать линейными.
- 5.15 В 17 веке на Руси массу измеряли в пудах, а длину в аршинах. Известно, что 1 пуд = 16,4 кг, а 1 аршин = 71 см. Выразите плотность воды в старинных русских единицах (пуд/аршин³), если в системе СИ она равна 1000 кг/м^3 .



6. ПРИБОРЫ

6.1

На рисунке в одном и том же масштабе изображены три геометрические фигуры и линейка. Определите цену деления линейки и площади заштрихованных фигур.

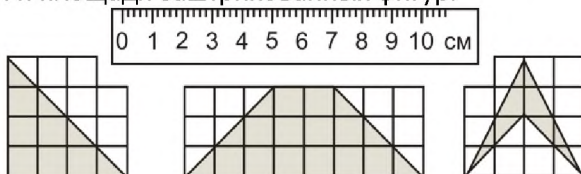


Рис. 6.1.

6.2

Определите цену деления шкалы и показания прибора с учетом абсолютной ошибки.

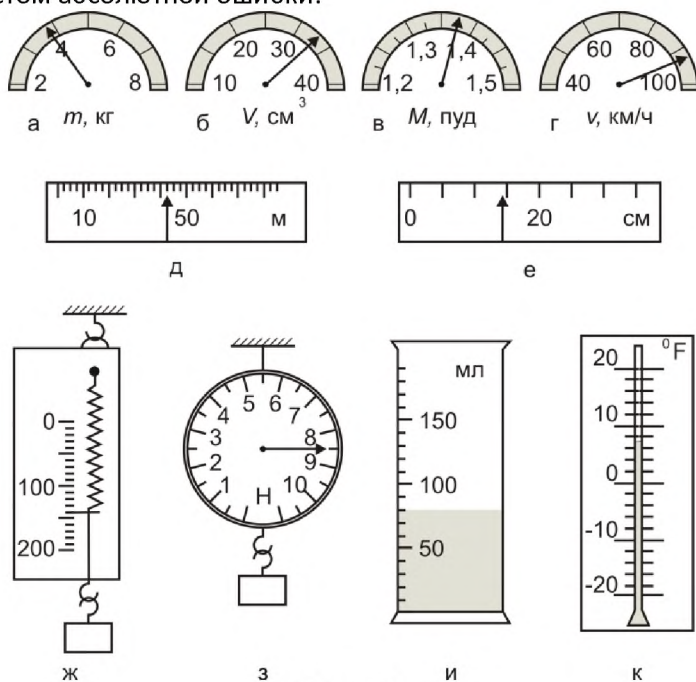


Рис. 6.2.



6. ПРИБОРЫ

- 6.3 Когда в доме включили отопление, температура в комнате стала медленно расти и за 5 минут увеличилась на 5°C . Найдите с какой средней скоростью (в мм/ч) поднимался верхний край столбика ртути. Для удобства слева от шкалы термометра положили линейку (см. рисунок).

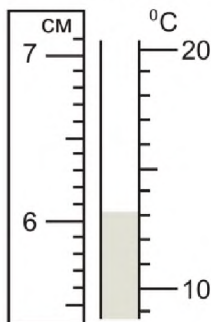


Рис. 6.3.

- 6.4 Разбирая дома материалы экспедиции, зоолог Бот случайно пролил кофе на фотографию неизвестного науке червяка (см. рисунок). В результате часть важной информации пропала. Определите цену маленького деления линейки и найдите длину неизвестного науке червяка.

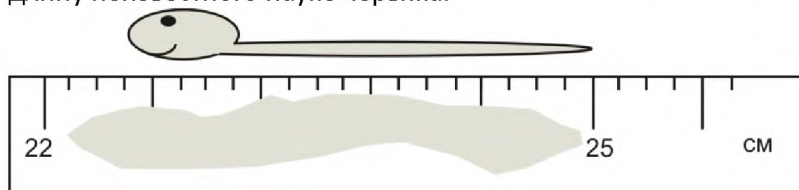
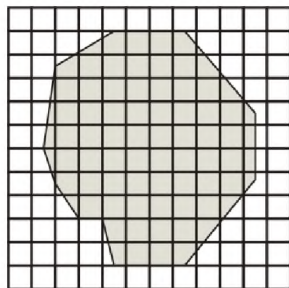


Рис. 6.4.

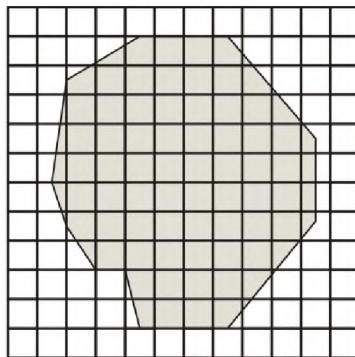
- 6.5 В двух крупных лабораториях в Кембридже и в Дубне проходили похожие эксперименты по изучению пятен,



изображенных на рисунке. Определите, в какой лаборатории получилось пятно большей площади. 1 дюйм = 25,4 мм.



1 клетка=0,5 дюйма



1 клетка = 10 мм

Рис. 6.5.

- 6.6 На рисунке приведена фотография мерного сосуда с вертикальными стенками до погружения в него цилиндрического груза. На соседнем рисунке видна фотография сосуда после погружения цилиндра. Чему равен объем грузика?

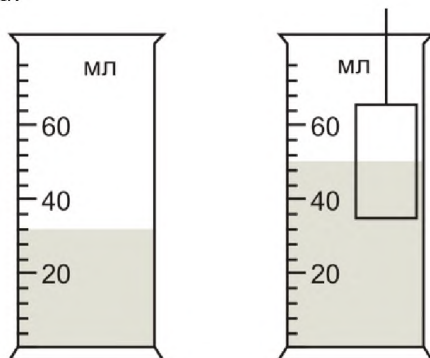


Рис. 6.6.



- 6.7 С помощью рисунка определите цену маленьких делений линейки. Какой ширины в см должна быть стена, чтобы с обратной стороны не торчал шуруп? 1 дюйм = 2,54 см.

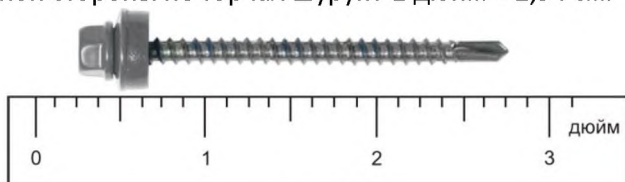


Рис. 6.7.

- 6.8 Тема лекций Знайки называлась «Измерения» Незнайке стало скучно: «Что я, линейку не видел!» Он сидел, рассматривая проплывающие по небу облака, как вдруг услышал: «Задание, друзья!»- сказал Знайка, - «Теперь определите в системных единицах площадь поверхности выданных вам тел». Незнайке досталось тело замысловатой формы. Он прикладывал то так, то сяк какие-то на его взгляд неправильные линейки, выданные Знайкой. Но главное – что такое «системные единицы», Незнайка не знал. Используя его измерения, помогите Незнайке справиться с заданием Знайки

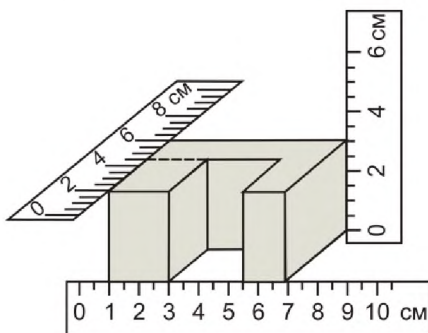


Рис. 6.8.



6.9 Отдыхая на одном экзотическом острове, экспериментатор Глюк взял на прокат скутер, основная шкала спидометра которого была проградуирована в привычных для местного населения единицах измерения скорости – «удавах в минуту». Хозяин проката, желая пойти навстречу иностранным туристам, выяснил, что в Европе в системе единиц (СИ) скорость должна измеряться в «метрах в секунду», и рядом с местной шкалой нанес «общепринятую» европейскую (см. рисунок). Определите:

- на какую максимальную скорость (в км/ч) рассчитана экзотическая шкала спидометра скутера?
- чему равны (в км/ч) показания спидометра на рисунке?
- какова длина местных удавов, выраженная в метрах?

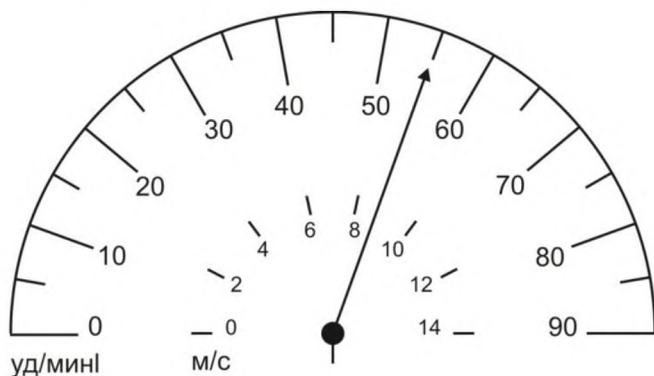


Рис. 6.9.





7. ПОДОБИЕ

- 7.1 Площадь прямоугольника равна 13 см^2 . Длину и ширину прямоугольника увеличили в три раза. Чему равна площадь нового прямоугольника?
- 7.2 Петя раскрасил картинку. Маша раскрасила точно такую же по форме картинку, но размеры которой в два раза меньше. Во сколько раз Маша потратила меньше краски, чем Петя.
- 7.3 Рядом стоят два медных бруска, имеющие форму прямоугольного параллелепипеда. Длина, высота и ширина первого бруска вчетверо больше соответственно длины, ширины и высоты второго бруска. Во сколько раз отличаются массы брусков?
- 7.4 Объясните, что означают следующие фразы:
а) площадь пропорциональна квадрату линейных размеров
а) объем пропорционален кубу линейных размеров.
- 7.5 Давление p это отношение силы F , действующей перпендикулярно некоторой поверхности, к площади S этой поверхности: $p = F/S$. Представим себе, что размеры человека увеличились в два раза. Как и во сколько раз изменится давление, оказываемое человеком на землю?
- 7.6 При каждой стирке хозяйка тратит одинаковую массу мыла. После 14 стирок у бруска хозяйственного мыла длина, ширина и высота уменьшились в 2 раза. На сколько еще стирок хватит бруска? Ответ округлите до целых.



7 ПОДОБИЕ

7.7 Высота Эйфелевой башни 324 м, а масса $M = 10000$ тонн. Чему будет равна масса статуэтки, если она является её точной копией, уменьшенной в $k = 400$ раз? Ответ выразите в граммах, округлив до десятых.

7.8 Жители Родоса, целый год сражающиеся с осаждающими остров македонцами, возносили многочисленные молитвы Гелиосу – богу Солнца, создателю и заступнику острова. Родосцы обещали Гелиосу, что в случае успеха они воздвигнут ему статую, размеры которой в 10 раз превышают размеры человека. И успех сопутствовал родосцам – македонцы отступили.

Родосцы собрали деньги на создание 18-метровой статуи, и скульптор Харес приступил к работе. Однако вскоре жителям захотелось, чтобы статуя была в два раза больше - это и внушительнее смотрится, и виднее с других островов. Родосцы попросили Хареса построить 36-метрового Колосса и выдали ему вдвое больше денег. Харес, к несчастью своему, легкомысленно согласился.

Очень скоро выяснилось, что денег катастрофически не хватает. Чтобы не быть заподозренным в растрате родосских средств, Харес вынужден был занимать огромные суммы у родственников, друзей, знакомых. Через 12 лет работа была закончена, и над входом в гавань Родоса возвысился величественный Колос-Гелиос, ставший одним из семи чудес света. А скульптор Харес, будучи не в состоянии расплатиться с долгами, покончил жизнь самоубийством.

В чем была ошибка Хареса? Во сколько раз больше денег ему нужно было потребовать с родосцев, когда поменялся договор.



- 7.9 Рост Нильса Хольгерссона после заклатья гнома уменьшился в 10 раз. Пропорции тела остались прежними. Когда он был большим, то сил рук еле-еле хватало, чтобы подтянуться на турнике. Какой груз может маленький Нильс вместе с собой поднять, подтягиваясь на руках на горизонтальной веточке дерева? Масса большого Нильса 30 кг. Учтите, что сила мышц пропорциональна площади из поперечного сечения.
- 7.10 Рост отличника Васи 1 м 60 см, его масса 55 кг. За особые успехи в олимпиаде по физике директор школы решил изготовить статуэтку высотой 20 см, которая будет являться точной копией Васи. Первоначально статуэтку планировали сделать из золота, но так как золота оказалось недостаточное количество, решили добавить серебро. Какую часть (в процентах) общей массы статуэтки составило серебро, если масса фигурки оказалась равной 1400 г? Так как человек на 80% состоит из воды, то можно считать плотность Васи примерно равной плотности воды. Плотность золота $19,3 \text{ г/см}^3$, плотность серебра $10,5 \text{ г/см}^3$.
- 7.11 Два голодных кролика начинают есть морковку массой 27 г с разных концов (см. рисунок). Когда морковка была съедена, кролик, начавший с тонкого конца, съел $1/3$ длины морковки. Как сильно он прибавил в массе после этого. Считайте, что морковка имеет форму конуса, а её плотность везде одинакова.

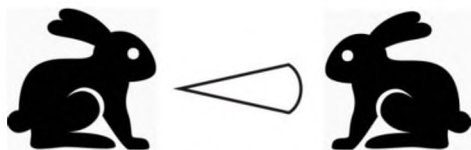


Рис. 7.11.



8. СКОРОСТЬ

- 8.1 Взрослый страус может бежать со скоростью 50 км/ч, (полчаса, не сбавляя скорости и каждым шагом отмеривая по 4 - 5 м). А высшая его резвость 80 км/ч.
- 1) Кто быстрее – страус или скаковая лошадь, если скорость скакуна 13 м/с?
 - 2) Какое расстояние может преодолеть страус, двигаясь в течение 30 мин. с крейсерской скоростью 50 км/ч?
 - 3) сколько четырёхметровых шагов отмеряет птица при движении со скоростью 50 км/ч за указанное время?
- 8.2 Треть пути тело движется со скоростью 72 км/ч а остальные 300 м оно прошло за 60 с. Определить полное время движения
- 8.3 Две трети пути в 300 м тело двигаясь равномерно прошло за 60 с. За какой промежуток времени тело прошло весь путь?
- 8.4 По Бикфордову шнуру (специальный шнур, сгорающий с небольшой скоростью) пламя распространяется с постоянной скоростью 0,8 м/с. Какой длины шнур необходимо взять, чтобы поджигающий его человек мог отбежать на безопасное расстояние $S = 120$ м., пока пламя не дойдёт до взрывчатого вещества? Скорость человека 4 м/с.
- 8.5 Одна из самых ядовитых змей – чёрная мамба может ползти со скоростью 17,6 км/ч (скорость пешехода в среднем 5,5 км/ч). Определить – может ли змея обогнать лошадь, бегущую рысью (3,8 м/с).



- 8.6 Один молодой окольцованный крот уже через 20 часов снова попался в ловушку, в семистах метрах (по прямой) от того места, где его выпустили. А второй через 6 суток – уже в двух километрах. А ещё один крот – американский, после дождя ночью прорыл под землёй свежий стометровый ход.

Определить скорости этих двух «шахтёров».

- 8.7 Допустим, что толщина льда в пруду увеличивается в среднем на 5 мм в сутки. Какой станет толщина льда за неделю, если его первоначальная толщина 2 см?

- 8.8 С какой скоростью должна двигаться нефть в трубопроводе сечением 100 см^2 , чтобы в течение 1 ч протекло 18 м^3 нефти?

- 8.9 Экспедиция Магеллана совершила кругосветное плавание за $t_1 = 3$ года, а Юрий Гагарин облетел земной шар за $t_2 = 89$ минут. Путь, пройденный Магелланом, можно считать приблизительно вдвое большим. Во сколько раз η средняя скорость полёта Гагарина превышает среднюю скорость плавания Магеллана?

- 8.10 Из одного пункта в другой мотоцикл двигался со скоростью 60 м/с, обратный путь им был проделан со скоростью 10 м/с. Определите среднюю скорость мотоциклиста за всё время движения. (Временем остановки во втором пункте можно пренебречь)

- 8.11 У многих лягушек и жаб язык неплохое «стрелковое» оружие. Язык выстреливает изо рта и возвращается за доли секунды. При точном попадании жертва прилипает к языку, и тот молниеносно обвиваясь вокруг нее, прочно держит добычу. Если добыча крупная: стрекоза, жук, лягушонок, рыбий



малёк, мышонок (каких размеров должна быть жаба или лягушка – да? Известно, что гигантская лягушка Голиаф достигает массы 5 кг), хищница лапами запихивает свою добычу в пасть.

Найти среднюю скорость кончика языка жабы, если путь изо рта и обратно с добычей в рот совершается за одну пятнадцатую долю секунды. Расстояние от жабы до добычи – 5 см.

- 8.12 Тело проходит n одинаковых участков пути, причём скорости на каждом участке соответственно равны $V_1, V_2, \dots V_n$. . Определить среднюю скорость на всём пути.
- 8.13 Тело проходит последовательно n участков пути. Скорости на каждом участке соответственно равны $V_1, V_2, \dots V_n$. и выбраны так, что тело проходит каждый участок за одно и то же время. Найти среднюю скорость тела.
- 8.14 Экспериментатор Глюк исследовал движение солнечного зайчика, который изначально покоился, затем с постоянной скоростью перемещался вдоль прямой, а в конце пути опять замер. Глюк раз в минуту записывал в таблицу координату зайчика. Правда, несколько раз он отвлекался и пропустил несколько измерений (в таблице прочерки).

t, мин	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x, м	0	0	-	7	-	-	-	47	-	-	50

Помогите экспериментатору определить, в какой момент зайчик начал движение. С какой скоростью зайчик перемещался? Как долго он перемещался? Кроме этого, заполните пропуски в таблице.



8. СКОРОСТЬ

- 8.15 Поезд прошёл путь $L = 200$ км. В течение времени $t_1 = 1$ ч он двигался со скоростью $v_1 = 100$ км/ч, затем сделал остановку на время $t_2 = 30$ мин. Оставшуюся часть пути он шёл со скоростью $v_3 = 40$ км/ч. Какова средняя скорость движения поезда?
- 8.16 Два автомобиля одновременно выехали из Москвы в Петербург. Один автомобиль первую половину пути ехал со скоростью $v_1 = 120$ км/ч, а вторую – со скоростью $v_1 = 80$ км/ч. Другой автомобиль первую половину времени ехал со скоростью $u_1 = 80$ км/ч, а вторую – со скоростью $u_2 = 120$ км/ч. Какой автомобиль приедет в Петербург раньше?
- 8.17 На дорогу от Кубинки до Москвы водитель обычно тратит $t = 40$ мин. Однако в часы пик, чтобы ехать с привычной скоростью ему приходится выбирать другой маршрут. Этот путь на $\alpha = 20\%$ длиннее и $\Delta t = 12$ мин занимают остановки. Всё равно он экономит $\tau = 15$ мин. Во сколько раз его скорость в часы пик меньше его обычной скорости?
- 8.18 Некоторые кенгуру при прыжках со скоростью 50 км/ч (горизонтальная составляющая) каждым прыжком покрывают 6 м, при этом могут подпрыгивать на высоту 2 м. Определить конечную скорость животного с момента приземления и угол к горизонту, под которым оно касается в это время земли.





- 8.19 Вдоль железной дороги через каждые 100 м расставлены столбики с номерами 1, 2, ..., 10, 1, 2, ..., 10, ... Через 2 минуты после того, как кабина машиниста равномерно движущегося поезда проехала столбик с цифрой «1», машинист увидел в окне столбик с цифрой «2». Через какое время после проезда этого столбика кабина машиниста может проехать мимо ближнего столбика с цифрой «3»? Скорость поезда меньше 100 км/ч.
- 8.20 В полдень из деревни в город выехал автомобиль. Он ехал с постоянной скоростью и прибыл бы в город в час дня, но в дороге двигатель заглох, и водитель потратил на ремонт треть времени, ушедшего на дорогу от деревни до места поломки. Чтобы прибыть в город по расписанию, водителю пришлось на оставшемся пути ехать со скоростью в два раза большей запланированной. Какое время показывали часы в тот момент, когда заглох двигатель?
- 8.21 Первую треть пути автомобиль ехал со скоростью v_1 ? А в последнюю треть времени – со скоростью v_3 . На втором участке пути его скорость равнялась средней скорости движения на всём пути. Известно, что $v_1 > v_3$. Какой из участков самый короткий, а какой самый длинный? На каком участке автомобиль находился дольше всего, а на каком – меньше всего?
- 8.22 Группа туристов из 3 человек направилась из пункта А в пункт Б, расстояние между которыми $L = 22$ км. Попутных машин нет. В распоряжении группы есть один велосипед, на котором одновременно могут ехать не больше 2-х человек. Скорость движения пешим ходом составляет $v_0 = 5$ км/ч, при езде на велосипеде одного человека его скорость $v_1 = 20$ км/ч, а при



езде вдвоём – $v_1 = 15$ км/ч. Как должны действовать туристы, чтобы за минимальное время добраться до пункта Б. Найдите это время.

- 8.24 Турист перешёл симметричный перевал (рис.) и пошёл далее по равнине. Его средняя скорость на пути через перевал оказалась равной $v_{\text{ср}} = 21$ км/ч. Какое расстояние L турист прошёл по равнине, если для этого ему потребовалось 2 часа? Известно, что при подъёме на перевал его скорость v_1 составляла 0,6 от скорости v_0 движения по равнине, а при спуске с перевала скорость v_2 , была больше скорости подъёма в $7/3$ раза.

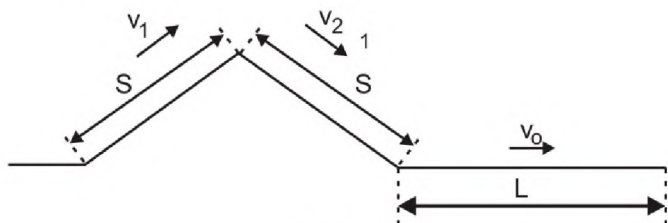


Рис. 8.24.

- 8.25 Во время Великой французской революции декретом конвента было введено «Десятичное время». Сутки от полуночи до полуночи делились на 10 десятичных часов, час на 100 десятичных минут, а минута на 100 десятичных секунд. Таким образом, полночь приходилась на 0:00:00, полдень – на 5:00:00 и т.п. Однажды курьер отправился из Парижа в Версаль, между которыми расстояние 5,2 лье, когда его новые десятичные часы показывали 3:56:78. Доставив важное донесение, он вернулся в Париж в 6:79:40. Определите среднюю путевую скорость курьера. Ответ выразите в привычных нам км/ч. Примечание: 1 лье равен 4 км.



- 8.26 Двигаясь вниз по реке, лодка под мостом обогнала плот. Через некоторое время она доплыла до пристани, быстро развернулась и, с прежней относительно воды скоростью, поплыла вверх по течению, где снова встретила плот на расстоянии $S_1 = 1100$ м от моста. Если бы с момента первой встречи с плотом лодка плыла с вдвое большей скоростью относительно воды, то их вторая встреча произошла на расстоянии $S_2 = 60$ м от моста. Определите, во сколько раз скорость лодки v больше скорости течения реки u ? И на каком расстоянии S от моста находится пристань.
- 8.27 Эскалатор метро движется со скоростью v . Пассажир заходит на эскалатор и начинает идти по его ступеням, следующим образом: делает шаг на одну ступеньку вперёд и два шага по ступенькам назад. При этом он добирается до другого конца эскалатора за время t . Через какое время пассажир добирался бы до конца эскалатора, если бы шёл другим способом: делал два шага вперёд и один шаг назад? Скорость пассажира относительно эскалатора при движении вперёд и назад одинакова, и равна u . Считайте, что размеры ступеньки много меньше длины эскалатора.
- 8.28 Вдоль длинной дороги с постоянной скоростью на равных расстояниях друг от друга колонной ползут черепахи. Мимо стоящего Ахиллеса в минуту проползает $n_1 = 5$ черепах. Если Ахиллес побежит трусцой в сторону движения колонны, то он будет обгонять в минуту $n_1 = 45$ черепах, а если он поедет на велосипеде навстречу колонне, то в минуту ему будет





- 8.29 будет встречаться $n_3 = 105$ черепах. Какое расстояние Луспеет проползти черепаха за то время, за которое Ахиллес трусцой пробежит $S = 100$ м? Во сколько раз скорость Ахиллеса на велосипеде больше, чем при беге?
- 8.30 Автомобиль проехал треть пути со скоростью $v = 46$ км/ч. Затем четверть времени всего движения он ехал со скоростью в полтора раза превышающей среднюю на всём пути. На последнем участке автомобиль ехал со скоростью $2v$. Определите максимальную скорость автомобиля.
- 8.31 Разглядывая в окно столбы, Харитон решил определить, с какой скоростью едет его поезд. Пользуясь своим новеньким мобильником, он подключился к интернету и узнал, что расстояние между столбами на данном участке дороги $L = 42$ м. Харитон стал засекал время t , за которое мимо его окна проносится n столбов. Когда в окне промелькивает n – й столб, Харитон делает отсечку времени на секундомере своего мобильного. Свои результаты он заносит в таблицу:

n	1	2	3	4	5	6	7
t, c	1.57	2.93	4.45	6.06	7.44	9.07	10.43

Оцените погрешность, с которой Харитон определяет момент времени проезда мимо очередного столба. Скорость столбов должен отсчитывать Харитон, чтобы не ошибиться в определении скорости больше, чем на 0,5 %? Считайте, что поезд едет равномерно.

- 8.32 Старшеклассник Егор сделал радар для определения скорости автомобилей. Однажды он ехал с отцом в машине по шоссе и решил измерить с помощью своего радара



- 8.33 скорости автомобилей, которые двигались в ту же сторону спереди и сзади их автомашины. Радар показал, что передняя машина движется со скоростью $v_1 = 7$ м/с, а задняя со скоростью $v_2 = 12$ м/с. Известно, что передний автомобиль движется со скоростью 90 км/ч, а задний со скоростью 72 км/ч относительно земли. Какова может быть скорость автомобиля Егора?
- 8.34 В гипермаркете экспериментатор Глюк развлекался, бегая по эскалатору. Первый раз он бежал с постоянной скоростью v и насчитал N_1 ступенек. Затем по соседнему эскалатору он вернулся к месту старта и вновь побегал в ту же сторону, что и в первый раз. Теперь он бежал медленнее (устал) и насчитал N_2 ступенек N_1 больше N_2 . В какую сторону бежал Глюк, по ходу эскалатора или против хода? Скорость бегущего Глюка всегда больше скорости эскалатора.
- 8.35 Вдоль вагона поезда, едущего с постоянной скоростью u , катается игрушечный электромобиль. В течение всего времени τ движения между стенками вагона скорость v игрушки относительно пола постоянна (рис.). При контакте со стенкой электромобиль мгновенно изменяет направление своего движения на противоположное. Вычислите путь S , пройденный игрушкой за время $t \gg \tau$, в системе отсчёта, связанной с рельсами железнодорожного пути.

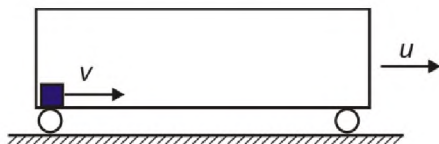


Рис. 8.35



9. ПЛОТНОСТЬ

- 9.1 Как изменятся плотность жидкостей и твёрдых тел при нагревании и охлаждении?
- 9.2 Имеется дом, построенный из бетона, и дом таких же размеров, но построенный из кирпича. Какой дом имеет большую массу?
- 9.3 В каком случае кусок пластмассы и кусок стали будут иметь одинаковую массу?
- 9.4 Имеется два одинаковых ящика: один с крупной дробью, а другой такой же, но с мелкой дробью. Какой ящик тяжелее?
- 9.5 В два одинаковых сосуда налили соответственно воду и подсолнечное масло с равными массами. Какая из жидкостей имеет больший объём?
- 9.6 Два сплошных однородных цилиндра имеют одинаковые массы и диаметры. Один из них изготовлен из железа, а другой – из алюминия. Какой из цилиндров выше?
- 9.7 Два сплошных однородных цилиндра, у которых массы и высоты равны, изготовлены соответственно из алюминия и меди. У какого из цилиндров – медного или алюминиевого – диаметр больше?
- 9.8 Зная плотность льда и воды, определите, как изменяется объём воды при замерзании.



- 9.9 Картофелина массой 59 г. имеет объём 50 см^3 . Определите плотность картофеля и выразите её в кг/м^3 .
- 9.10 Чугунный шар при объёме 125 см^3 имеет массу 800 г. Сплошной или полый этот шар?
- 9.11 В одном галлоне $V = 3,79 \text{ л}$. Один баррель лёгкой нефти весит $m = 111 \text{ кг}$. Плотность нефти $\rho = 689 \text{ кг/м}^3$. Во сколько раз баррель больше галлона? Ответ округлить до целого.
- 9.12 Чтобы получить латунь, сплавляли кусок меди массой 1780 кг и кусок цинка массой 355 кг. Какой плотности была получена латунь? (Объём сплава равен сумме объёмов его составных частей.)
- 9.13 За каждый из 15 вдохов, которые делает человек в 1 мин, в его лёгкие поступает воздух объёмом 600 см^3 . Вычислите объём и массу воздуха, проходящего через лёгкие человека за 1 ч.
- 9.14 Какой путь может проехать автомобиль после заправки горючим, если на 100 км пути его двигатель расходует 10 кг бензина, а вместимость топливного бака равна 60 л?
- 9.15 Определить плотность звезды (белого карлика) если его масса $m = 2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, а радиус $R = 7000 \text{ км}$ (Объём сферы определяется по формуле $V = 4/3 \pi R^3$, где $\pi = 3,14$).
- 9.16 Средняя плотность воздуха $\rho = 1,29 \text{ кг/м}^3$. Определить массу азота и кислорода, содержащегося в помещении кубической формы со стороны 4 м. Азот составляет 78 %, кислород 21 % в общей массе воздуха.



9. ПЛОТНОСТЬ

- 9.17 Средняя плотность каши с маслом в 2 раза больше, чем масла и в три раза меньше, чем просто каши. Чему равно отношение массы каши к массе масла? Ответ округлите до десятых.
- 9.18 При изготовлении кирпича мастера замесили 3 массы сухой смеси плотностью 1500 кг/м^3 и 2 массы воды плотностью 1000 кг/м^3 . Какой плотности получился кирпич?
- 9.19 Кубики сахара-рафинада плотно упакованы в коробку, на которой написано «Масса нетто (m) = 500 г, 168 штук». Длина самого длинного ребра коробки $s = 98 \text{ мм}$. Вдоль самого короткого ребра коробки укладывается ровно 4 кусочка сахара. Чему равна плотность сахара рафинада? Нетто это масса продукта без учёта массы тары.
- 9.20 Вася взвесил на очень точных электронных весах (которые «чувствуют» изменение массы $0,01 \text{ г.}$) два чистых белых листа бумаги формата А4 (плотность бумаги 80 г/м^2 , размеры листа 297 мм на 210 мм). Массы листов были совершенно одинаковыми. На одном из листов на двух его сторонах Вася напечатал на принтере текст, в котором было 6500 символов. После взвешивания листа с текстом оказалось, что его масса увеличилась на $1,6 \%$. Сколько в среднем весит один символ?
- 9.21 В Солнечном городе Незнайка решил построить себе дом. Дом строят из полых кубиков со стороной $a = 30 \text{ дм}$ и толщиной стенок $L = 0,1 \text{ м}$. Плотность материала стенок кубиков $0,1 \text{ г/см}^3$. Уже есть фундамент, который выдерживает максимальную массу $M = 7 \text{ т}$. Сколько этажей будет в доме,



если нужно построить его как можно более высоким? Каждый этаж повторяет форму фундамента, изображённого на рисунке.

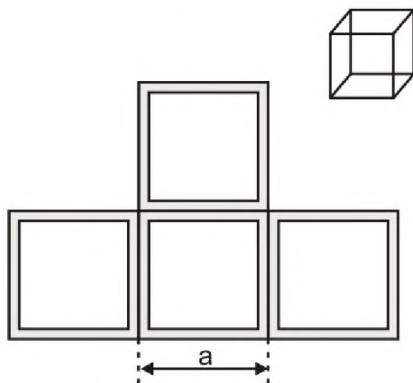


Рис. 9.21.

- 9.22 Из листа жести толщиной $d = 1$ мм сварили пустой внутри герметичный поплавок в форме куба со стороной $a = 90$ см и квадратными сквозными отверстиями со стороной $b = 30$ см (рис.) Определите массу и среднюю плотность поплавка. Плотность жести 7800 кг/м^3 . Плотностью воздуха внутри поплавка можно пренебречь.

Примечание: при вычислении средней плотности считайте, что объём поплавка равен объёму вытесненной им жидкости при полном погружении тела в эту жидкость.

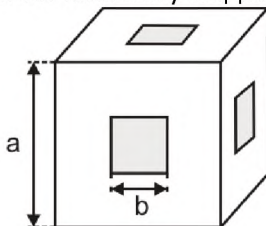


Рис. 9.22.

**10. ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ**

10.1 По приведенным зависимостям координаты движущегося вдоль оси OX тела от времени $x(t)$ постройте графики зависимости от времени:

- пройденного телом пути $s(t)$;
- модуля скорости тела $v(t)$;
- проекции скорости $v_x(t)$;
- средней путевой скорости $v_{cp}(t)$.

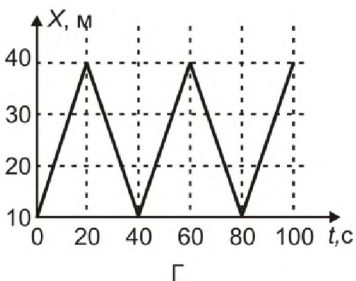
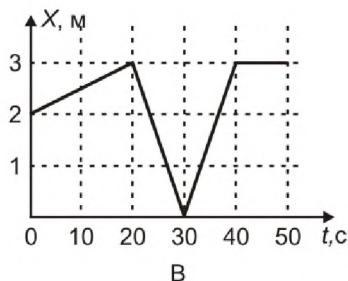
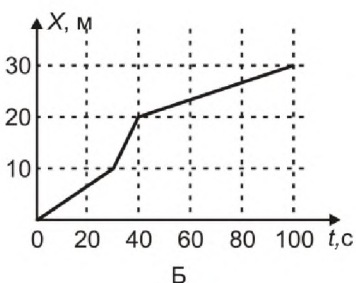
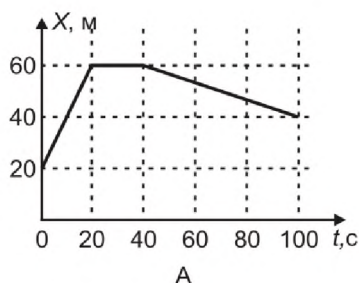
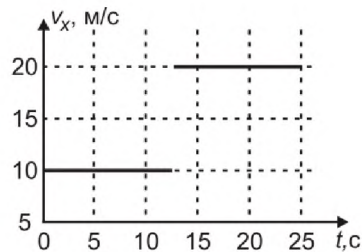


Рис. 10.1

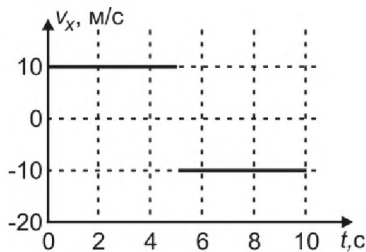
10.2 Тело движется вдоль оси OX . По приведенным на рисунках зависимостям проекции скорости тела от времени $v_x(t)$ постройте графики зависимостей от времени для:



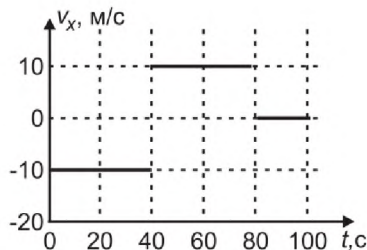
- координаты $x(t)$;
- пройденного телом пути $s(t)$;
- средней путевой скорости $v_{cp}(t)$.



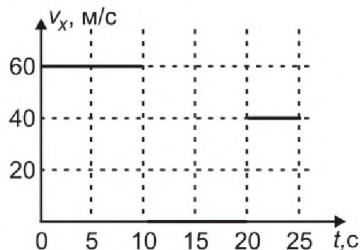
А



Б



В



Г

Рис. 10.2.

- 10.3 Из пунктов А и В навстречу друг другу с постоянными скоростями вышли два путника. Первый вышел из А в 7 часов и пришел в В в 13 часов. Второй путник вышел из В в 7 часов и пришел в А в 19 часов. В какое время путники встретились?
- 10.4 Велосипедист выехал из пункта А в 8 часов утра и двигался со скоростью 10 км/час в направлении пункта В. Нарисовать траекторию его движения до 18 часов.

**10. ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ**

- 10.5 Две машины одновременно начали движение по прямой дороге из Ижевска в Завьялово. На одной машине бортовой компьютер записывал значение скорости в зависимости от пройденного расстояния. На другой – компьютер фиксировал значения скорости в зависимости от времени движения. Результаты измерений приведены на двух графиках, изображенных на рисунке. Определите расстояние между машинами через 8 минут после начала движения.

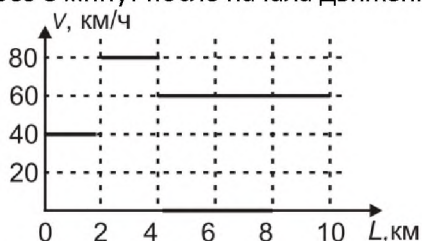


Рис. 10.5.

- 10.6 Между конечными пунктами автобусного маршрута 6 км. Рассмотрев график, приведенный на рисунке, ответьте на вопросы: а) сколько автобусов на линии; б) за какое время автобусы проходят маршрут туда и обратно.

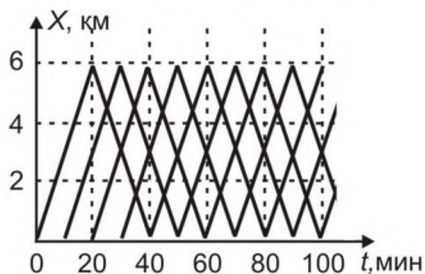


Рис. 10.6



- 10.7 Мальчик смог переплыть быструю горную реку шириной 100 м за минимально возможное время. Скорость мальчика относительно воды была постоянна и равна 1 м/с. График зависимости скорости течения реки от расстояния от берега приведен на рисунке. На какое расстояние вниз по реке относительно места старта снесло мальчика течением? Скорость реки направлена вдоль берегов.

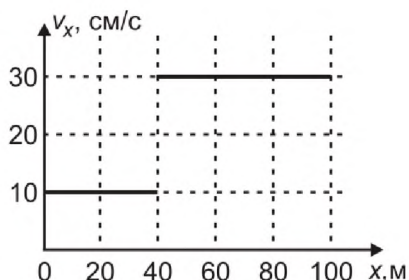


Рис. 10.7.

- 10.8 Машина ехала в город из деревни. Постепенно дорога улучшалась. График зависимости пройденного машиной пути от её скорости приведен на рисунке. Определите среднюю скорость машины за все время движения.

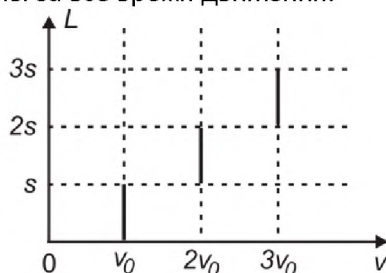


Рис. 10.8.



10.9 Двое часовых, двигаясь прямолинейно, охраняют с противоположных сторон один небольшой объект. Графики зависимости координат часовых от времени даны на рисунке.

Постройте:

- графики зависимости проекции скорости v_x обоих часовых от времени;
- график зависимости проекции скорости u_x первого часового относительно второго от времени.

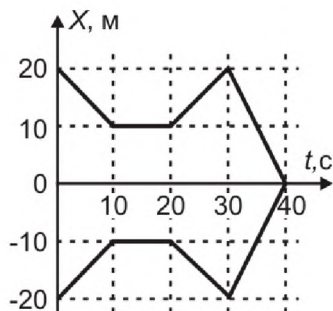


Рис. 10.9.

10.10

Машина половину пути ехала равномерно; затем, въехав на плохой участок дороги, стала двигаться медленнее, но тоже с постоянной скоростью. На графике приведена зависимость средней скорости машины от времени движения. К сожалению, при движении по плохой дороге на график пролили кофе, и часть информации пропала.

Определите:

- путь, пройденный машиной за всё время движения;
- время движения на первой половине пути;
- величину скорости машины на втором участке;
- значение средней скорости через 60 с после начала движения.

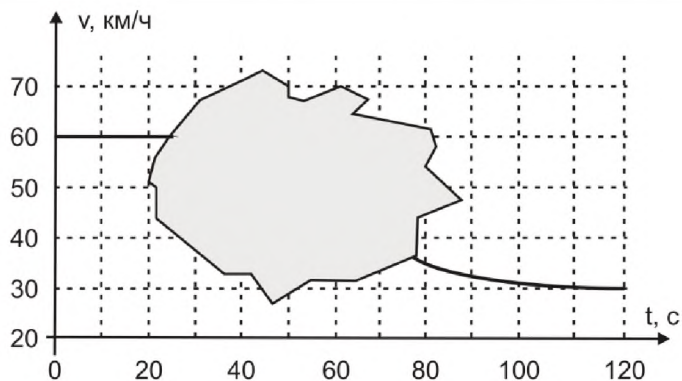


Рис. 10.10.

- 10.11 Жезл Герона представляет собой цилиндрический стержень сечением $S = 10 \text{ см}^2$ и длиной $L = 0,5 \text{ м}$ изготовленный из сплава переменного состава, так, что плотность жезла линейно зависит от расстояния от одного из его концов до другого конца (см. график). Найдите массу жезла.

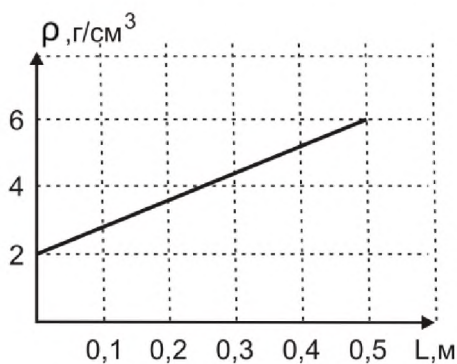


Рис. 10.11



10.12 Известно, что побеги бамбука при благоприятных условиях вытягиваются в сутки на 160 см.

1) Начертить диаграмму роста стебля бамбука, если первоначальная высота его побега – 30 см.

2) Найти, чему будет равна высота растения в конце первых суток; в начале третьих суток.



10.13 Однажды один ёжик, в изобилии снабжаемый мучными червями (это был эксперимент), за 10 дней уничтожил их около 2-х кг. «Поправился» с 466 г до 1155 г (измеряли его массу в одно и то же время). Считаем, что в эти счастливые для себя дни ёж поправлялся равномерно в зависимости от времени. Записать уравнение изменения массы ежа в зависимости от времени. Нарисовать график $m(t)$.





- 10.14 Если в сосуд объёмом V_0 доверху заполненный жидкостью, опускать камни плотностью $\rho = 22 \text{ г/см}^3$, то в зависимости от их объёма V_1 ($V_1 < V_0$) средняя плотность содержимого сосуда будет изменяться, как показано на графике. Определите объём сосуда V_0 и плотность жидкости ρ_0 .

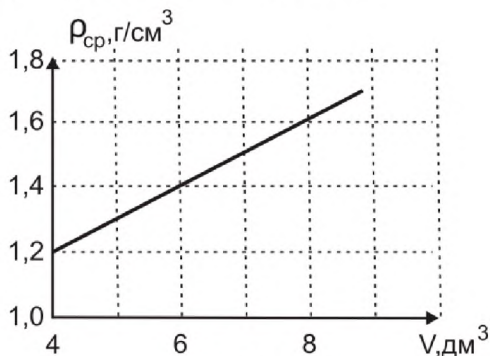


Рис. 10.14.

- 10.15 По дороге едет колонна из $n = 10$ одинаковых автомобилей, расположенных друг за другом, со скоростью $v = 54 \text{ км/ч}$. Длина каждого автомобиля равна $L = 4,5 \text{ м}$, а расстояние между соседними автомобилями (дистанция) равно $s = 25 \text{ м}$. Перед красным сигналом светофора первый автомобиль плавно останавливается. Водитель второго автомобиля начинает повторять действия водителя первого спустя время $t = 1,6 \text{ с}$ после того, как первый водитель начал торможение. Водитель каждого следующего автомобиля повторяет действие водителя предыдущего спустя такой же интервал времени. Какой станет длина L колонны, когда все автомобили остановятся?



**11. ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ**

- 11.1 Определите давление в обозначенных точках. Все указанные на рисунке величины, плотность жидкости ρ и атмосферное давление p_0 считайте известными.

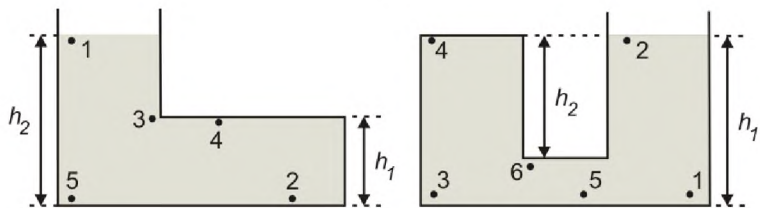


Рис. 11.1.

- 11.2 Определите давление в обозначенных точках сосудов, заполненных несмешивающимися жидкостями. Все указанные на рисунке величины атмосферное давление p_0 считайте известными.

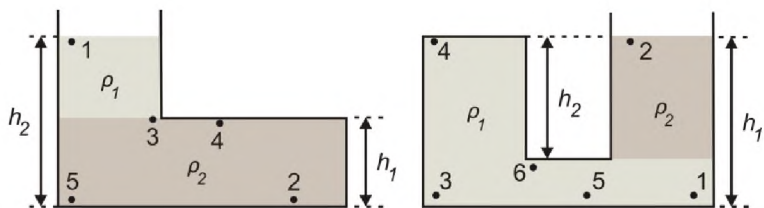


Рис. 11.2

- 11.3 Определите давление газа над поверхностью жидкости в точке А закрытого колена трубки, изображенного на рисунке, если плотность жидкости $\rho = 800 \text{ кг/см}^3$, высота $h = 20 \text{ см}$.

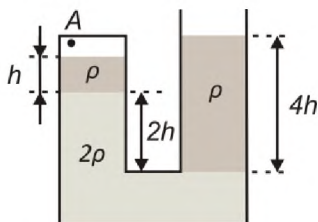


Рис. 11.3.

- 11.4 При измерении давления в бассейне было обнаружено, что давление (с учетом атмосферного) на расстоянии $h = 5$ м от дна в три раза больше давления на глубине h . Определите глубину H бассейна в месте проведения измерений.
- 11.5 Давление воды в кранах водопровода (на уровне пола) на втором этаже десятиэтажного дома равно 259 кПа. Определите высоту уровня воды в баке водонапорной башни над уровнем земли, а также давление воды у пола шестого и десятого этажей. Высота одного этажа равна 4 м.
- 11.6 Цилиндрическая мензурка заполнена водой и маслом до высоты $H = 38$ см. Определите высоту столба масла, если он создает втрое большее давление, чем столб вода.
- 11.7 В цилиндрический сосуд налиты три несмешивающиеся жидкости. Определите давление у дна сосуда, если массы всех жидкостей одинаковы, а высота столба всех жидкостей 23 см. Плотность жидкостей соответственно равны $1,6 \text{ г/см}^3$, $1,0 \text{ г/см}^3$, $0,8 \text{ г/см}^3$.

**11. ДАВЛЕНИЕ ЖИДКОСТИ**

- 11.18 В сосуде, закрепленном в штативе, между двумя невесомыми поршнями находится вода (см. рисунок). На нижний поршень площадью $S_1 = 110 \text{ см}^2$ действует сила $F_1 = 1,76 \text{ кН}$, а на верхний поршень $S_2 = 2200 \text{ см}^2$ действует сила $F_2 = 3,3 \text{ кН}$. Поршни неподвижны. Определите расстояние h между поршнями.

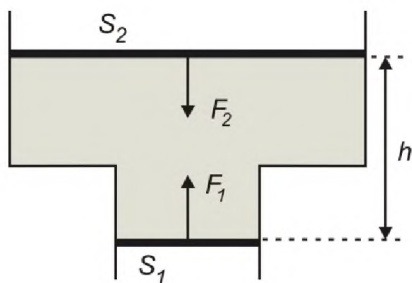


Рис. 11.18.

- 11.19 У гидравлического пресса большой поршень имеет площадь $S_1 = 80 \text{ см}^2$, а малый поршень $S_2 = 25 \text{ см}^2$. На малый поршень действуют силой $F = 0,1 \text{ Н}$, направленной вертикально вниз (см. рисунок). При этом большой поршень давит на вертикально установленный металлический цилиндр, площадь основания которого $S_3 = 0,8 \text{ см}^2$ (верхнее основание цилиндра упирается в потолок). Какое давление оказывает большой поршень на нижнее основание цилиндра? Влиянием силы тяжести можно пренебречь.
- 11.20 Коробка в форме куба заполнена водой. Определите давление воды у дна коробки, если масса воды в нем $m = 64 \text{ г}$.

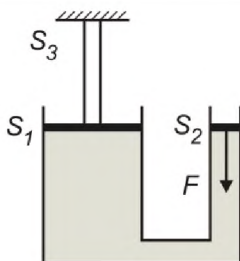


Рис. 11.20.

- 11.21 Гидравлический пресс, заполненный водой, имеет находящиеся на одной высоте легкие поршни, сечения которых равны $S_1 = 1000 \text{ см}^2$ и $S_2 = 100 \text{ см}^2$. На больший поршень встаёт человек массой $m = 80 \text{ кг}$ (см. рисунок). На какую высоту h поднимется после этого малый поршень?

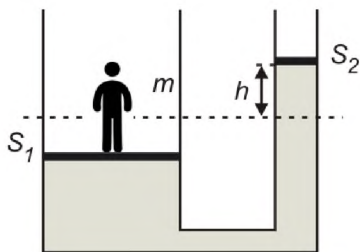


Рис. 11.21.

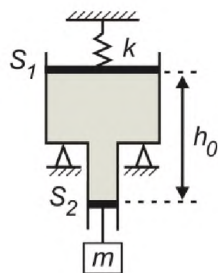


Рис. 11.22.

- 11.22 В вертикально расположенном сосуде с сечениями S_1 и S_2 ($S_1 = 9 S_2$) находятся два невесомых поршня (см. рисунок). Пространство между поршнями заполнено водой. Концы сосуда открыты в атмосферу. К верхнему поршню прикреплена пружина жесткостью k , а к нижнему подвешен груз массой m . В начальный момент пружина не растянута, поршни закреплены, расстояние между ними h_0 . Найдите, на сколько проседет верхний поршень, если поршни отпустить.



12. СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ

- 12.1 U-образная трубка с коленами одинакового сечения частично заполнена водой. На сколько повысится уровень воды в левом колене трубки, если в правое налить $h = 30$ см керосина.
- 12.2 Колена U-образной трубки одинакового сечения на $h = 30$ см выше уровня воды в ней. Левое колено доверху заполнили керосином. Определите получившуюся высоту столба керосина в колене.
- 12.3 В цилиндрических сообщающихся сосудах находится вода. Площадь поперечного сечения широкого сосуда в 2 раза больше площади поперечного сечения узкого сосуда. В узкий сосуд наливают керосин, который образует столб высотой $h = 20$ см. На сколько повысится уровень воды в широком сосуде и опуститься в узком?
- 12.4 В сообщающиеся сосуды налита ртуть. А поверх нее в один сосуд налит слой масла высотой $h_1 = 48$ см, а в другой – столб керосина высотой $h_2 = 0,2$ м. Определите разность уровней ртути в обоих сосудах.
- 12.5 Три одинаковых сообщающихся цилиндра частично заполнены водой. В левый цилиндр добавили слой керосина высотой $h_1 = 20$ см, а в правый высотой $h_2 = 25$ см. На сколько повысится уровень воды в среднем цилиндре?
- 12.6 В U образную трубку налили сначала мед. Затем в левое колено была налита вода, а в правое – молоко. Известно, что высота столба воды – 30 см, а уровень меда в левом колене на 5 см выше, чем в правом. Какова высота столба молока?

**12. СООБЩАЮЩИЕСЯ СОСУДЫ**

- 12.7 В U-образную трубку налили ртуть. Затем в правое колено добавили масло, а в левое – воду. В результате верхние уровни воды и масла совпадали, а нижние стали отличаться на $\Delta h = 4$ мм. Какой столб выше – воды или масла? Найдите высоту столба масла.
- 12.8 Два открытых сверху цилиндрических сосуда соединены тонкой наклонной трубкой с краном, как показано на рисунке. В сосудах находится жидкость плотностью ρ , налитая до высот $4h$ и $2h$ соответственно ($h = 8$ мм). В правый сосуд добавили $3h$ жидкости с плотностью $0,8\rho$. На сколько сместиться уровень жидкости с плотностью ρ в левом сосуде после того, как кран откроют? Жидкости не смешиваются.

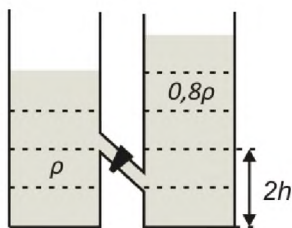


Рис. 12.8.

- 12.9 Два одинаковых сообщающихся сосуда частично заполнены жидкостями с плотностями ρ и $0,2\rho$ до одинаковых уровней (см. рисунок). Кран в соединительной трубке изначально закрыт. Чему равна начальная высота жидкостей, если после открывания крана в правом сосуде уровень жидкости поднялся на расстояние $x = 4,8$ см? Сверху сосуды открыты в атмосферу. Объемом соединительной трубки можно пренебречь.

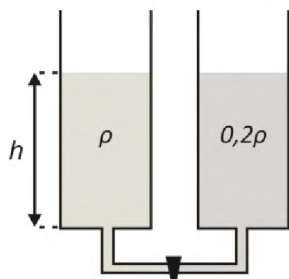


Рис. 12.9.

- 12.10 Два одинаковых стакана высотой $8H$ заполнены до высоты $6H$ водой плотностью ρ и маслом плотностью $0,6\rho$ соответственно (см. рисунок). Сверху стаканы соединены заполненной водой тонкой трубкой с краном. Открытые концы трубки погружены на $5H$ в каждую жидкость ($H = 6,5$ см). На сколько изменятся уровни жидкости в стаканах, после того как кран откроют, и система придет в равновесие? Объемом воды в соединительной трубке можно пренебречь.

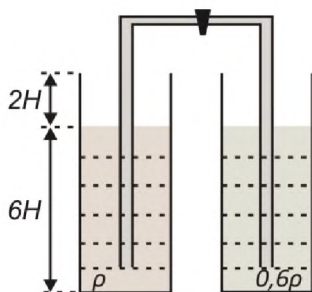


Рис. 12.10.

- 12.11 В стакане с водой плавает кусок льда с замороженным в него деревянным кубиком. Как изменится уровень воды, когда весь лед растает? Плотность кубика меньше плотности воды.

**13. СТАТИКА**

- 13.1 На неравноплечих весах уравновешены два стакана. Расстояние между центрами стаканов равно L . Из одного стакана взяли массу воды m и перелили во второй. Если при этом опору весов передвинуть на $L/10$, то равновесие весов восстановится. Найти массу воды в обоих стаканах.
- 13.2 Расставьте силы на тела и подвижные блоки в предложенных системах (см. рисунок). Определите, возможно ли равновесие, и при каком соотношении масс?

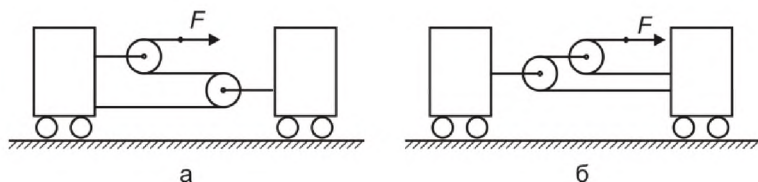


Рис. 13.2.

- 13.3 На каком расстоянии от левого конца нужно разместить точку опоры O для равновесия рычага (см. рисунок), если его длина равна $L = 60$ см, а масса грузов $m_1 = 2$ кг и $m_2 = 3$ кг?

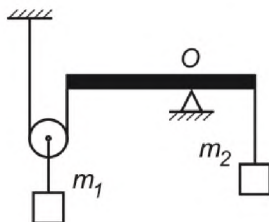


Рис.13.3



- 13.4 К концам рычага, находящегося в равновесии, подвешены одинаковые грузы: два – к левому и три – к правому (см. рисунок). Если к ним подвесить еще по одному грузу, то для равновесия придется сместить точку подвеса на 1 см. Какова длина рычага?

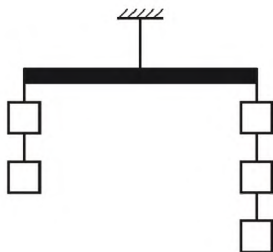


Рис. 13.4.

- 13.5 Однородная балка лежит на платформе, свешиваясь с нее на 0,2 своей длины, как показано на рисунке. Чему равна масса балки, если для того, чтобы приподнять её от платформы необходима вертикальная сила $F = 300\text{ Н}$, приложенная в точке В?

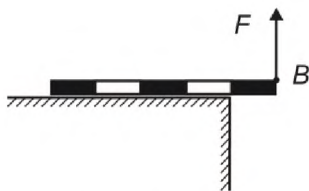


Рис. 13.5.

**13. СТАТИКА**

- 13.6 Звери в лесу качаются на «неправильной» качели. Один заяц может качаться сам, как показано на рисунке. Когда лиса забралась на одну сторону, то понадобилось 7 зайцев, чтобы ее уравновесить, когда зайцы захотели поменяться с лисой местами, выяснилось, что достаточно трех зайцев, чтобы поднять лису вместе с волком. Во сколько раз волк тяжелее лисы, если заяц средней упитанности в 2 раза легче лисы? Чему равно отношение L_2/L_1 ?

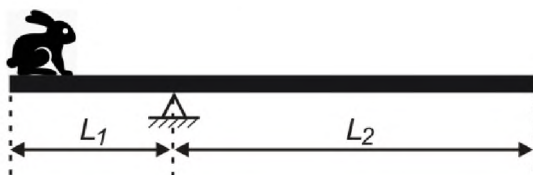


Рис. 13.6.

- 13.7 На лёгком горизонтальном рычаге с двумя опорами находятся пустые лёгкие бочки. Расстояние от оси левой бочки до левой опоры $a = 2$ метра, от оси правой бочки до правой опоры $c = 3$ метра, расстояние между опорами $b = 1$ метр. В обе бочки одновременно начинают наливать с небольшой скоростью воду из разных кранов. Как должны соотноситься скорости v_1 и v_2 наполнения бочек, то есть массы воды, поступающие в единицу времени в каждую бочку, чтобы система оставалась в равновесии?
- 13.8 Однородный стержень с прикрепленным на одном из его концов грузом массы m находится в равновесии, если его подпереть в точке, расположенной на расстоянии $1/5$ длины стержня от груза. Найдите массу M стержня.



- 13.9 Два одинаковых однородных цилиндрических тела. При этом точка опоры делит рычаг в отношении 1 к 2, а цилиндры погружены в жидкость на треть объема (см. рисунок). Плотность левого цилиндра $\rho_1 = 4,0 \text{ г/см}^3$, а правого $\rho_2 = 2,2 \text{ г/см}^3$. Определите плотность жидкости.

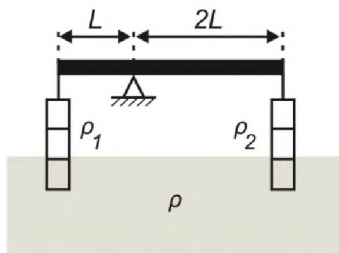


Рис. 13.9.

- 13.10 Однородная линейка подвешена за середину к потолку. К линейке прикреплен груз и однородная цепочка так, как показано на левом рисунке. При этом линейка горизонтальна и находится в равновесии. Определите плотность материала груза, если после погружения его в воду для сохранения равновесия приходится смещать точку крепления к линейке одного из концов цепочки на $\frac{1}{4}$ длины линейки (см. правый рисунок).

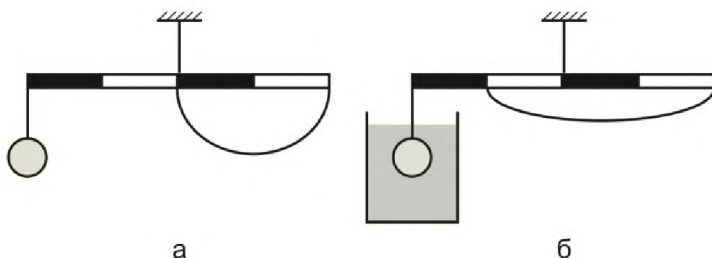


Рис. 13.10.



- 13.11 Легкая прямая линейка длиной $L = 100$ см с прикрепленным к ней грузом массой $m = 1$ кг подвешены за концы: правый конец – на одной вертикальной пружине, левый – на четырех таких же пружинах (эти четыре пружины тонкие, и поэтому можно считать, что они прикреплены к одной точке). Рейка горизонтальна, все пружины растянуты на одинаковую длину (см. рисунок). На каком расстоянии от левого конца рейки находится груз?

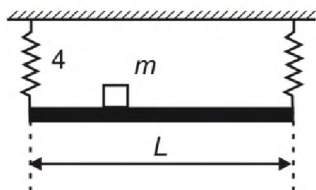


Рис. 13.11.

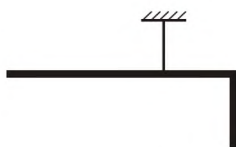


Рис. 13.12.

- 13.12 Однородная проволока массой 400 г подвешена на нити за середину. Её правый конец согнут в своей средней части под прямым углом. Какую вертикальную силу нужно прикладывать к левому концу проволоки, чтобы она находилась в равновесии, как показано на рисунке?

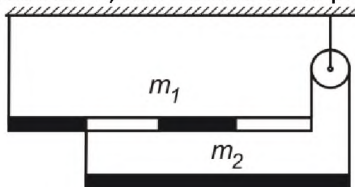


Рис. 13.13.

- 13.13 Система из двух однородных стержней, трех нитей и блока (см. рисунок), находится в равновесии. Масса верхнего стержня $m_1 = 3$ кг. Найдите массу m_2 нижнего стержня.



ЭКСПЕРИМЕНТ 1

НАЗВАНИЕ: **ТОЛЩИНА ЛИСТА БУМАГИ**

ОБОРУДОВАНИЕ: линейка.

ЗАДАНИЕ:

Измерьте толщину листа книжной бумаги и оцените погрешность измерения.



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 2

НАЗВАНИЕ: **ИЗОЛЯЦИОННАЯ ЛЕНТА**

ОБОРУДОВАНИЕ: изоляционная лента, штангенциркуль, лист миллиметровой бумаги.

ЗАДАНИЕ:

Определите длину изоляционной ленты в целом мотке.



Успехов!



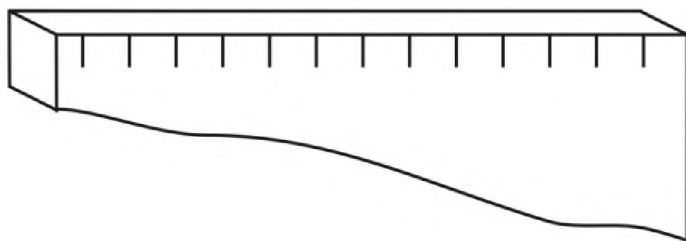
ЭКСПЕРИМЕНТ 3

НАЗВАНИЕ: **ЛИНЕЙКА И НИТЬ**

ОБОРУДОВАНИЕ: отрезок линейки, отрезок черной нити, скотч.

ЗАДАНИЕ:

Определите площадь всей поверхности отрезка линейки с кривым краем.



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 4

НАЗВАНИЕ: **ГРАФИКИ**

ОБОРУДОВАНИЕ: лист миллиметровой бумаги.

ЗАДАНИЕ:

Постройте зависимость высоты уровня воды в вазе от количества налитой в нее воды.

Результаты измерений приведены в таблице (V - объем налитой воды, h - высота уровня).

$V \cdot 10^{-2}, \text{ см}^3$	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0
$h, \text{ мм}$	17	23	34	43	49	57	65	71	78	84
$V \cdot 10^{-2}, \text{ см}^3$	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0
$h, \text{ мм}$	90	96	102	107	112	117	122	127	133	137



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 5

НАЗВАНИЕ: **КЛЯКСА**

ОБОРУДОВАНИЕ: лист бумаги с изображением кляксы, карандаш, линейка, ножницы.

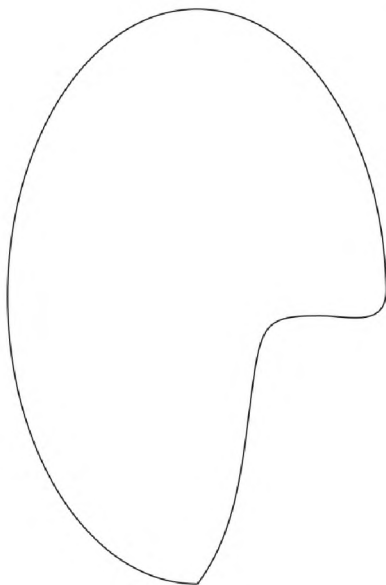
ЗАДАНИЕ:

Вырежьте кляксу из листа. Определите:

1. площадь кляксы;
2. массу кляксы;
3. объемную плотность ρ бумаги.

Примечание: поверхностная плотность выданной вам бумаги

$\sigma = 90 \text{ г/м}^2$.



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 6

НАЗВАНИЕ: **ШОКОЛАДКА**

ОБОРУДОВАНИЕ: плитка пористого шоколада, мензурка объемом 100 мл, электронные весы, два бумажных и один пластиковый стаканчик, холодная и горячая вода по требованию, канцелярский нож, бумажные салфетки для поддержания чистоты на рабочем месте.

ЗАДАНИЕ:

Измерьте суммарный объем пузырьков воздуха внутри шоколадки.



Успехов!



НАЗВАНИЕ: **ЗОЛУШКА**

ОБОРУДОВАНИЕ: пшено (в стаканчике), шприц (20 мл), весы.

ЗАДАНИЕ:

Представьте себе мешок с пшеном (50 кг), стоящий на полу. При помощи выданного вам оборудования, найдите:

1. чему равна плотность крупы на дне мешка;
2. измерьте плотность зерен пшена.

Примечание: при определении плотности зерен рассматривайте крупу как плотную упаковку одинаковых шариков. Объем шара $V = \frac{4}{3} \pi R^3$, где R – радиус шара.



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 8

НАЗВАНИЕ: **ВАРИАЦИИ НА ТЕМУ**

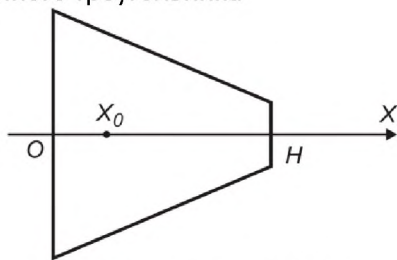
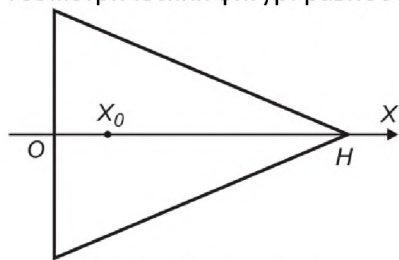
ОБОРУДОВАНИЕ: три листа картона, ножницы, карандаш,
линейка, три листа миллиметровой бумаги.

ЗАДАНИЕ:

Центр тяжести плоской однородной симметричной фигуры лежит на оси симметрии. Докажите экспериментально, что положение центра тяжести описывается уравнением:

$$X = kH,$$

для этого проведите серию измерений для двух типов геометрических фигур: равнобедренного треугольника



И равнобокой трапеции, основания которой относятся как 2:1.

- Для фигур с разным значением H определите положение центра тяжести x_0 .
- Постройте график полученной зависимости $x_0(H)$ (не менее 7 точек в возможно большем диапазоне измеряемых величин).
- С помощью графика определите значения k для треугольника и трапеции.

Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 9

НАЗВАНИЕ: **С НОВЫМ ГОДОМ!**

ОБОРУДОВАНИЕ: ёлочный шарик, шприц объемом 20 мл, стакан с водой, лист миллиметровой бумаги (для построения графика).

ЗАДАНИЕ:

Из геометрии известно, что объем $V_{ш}$ шара с диаметром в D в 1,91 раза меньше объема $V_{к}$ куба с длиной ребра $a=D$.

1. Заполните таблицу зависимости объема куба $V_{к}$ от длины его ребра a по результатам проведенного вами теоретического расчета.

a , см	5,5	6,0	6,5	7	7,5
$V_{к}$, см ³					
a , см	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
$V_{к}$, см ³					

2. Постройте график полученной зависимости $V_{к}(a)$, соединив плавной кривой нанесенные точки. На горизонтальной оси следует отложить длину ребра куба a , а на вертикальной оси – соответствующий объем $V_{к}$ куба.
3. С помощью шприца и воды определите внутренний объем выданного вам елочного шара.
4. Используя построенный в пункте 2 график, определите внутренний диаметр шара.



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 10

НАЗВАНИЕ: **ГУБКА**

ОБОРУДОВАНИЕ: губка, большой стакан для воды, мерный стакан, ванночка, линейка, вода.

ЗАДАНИЕ:

В этом эксперименте вам предстоит исследовать физические свойства губки. Вы можете выполнить предложенные вам задания в любой последовательности.

1. Найдите среднюю плотность сухой губки.
2. Какой максимальный объем воды может вместить в себя губка, погруженная в воду? Какой объем воды останется в ней, если вынуть ее из воды и подождать, пока избыток воды стечет?
3. Оцените объем пор внутри губки. Какую часть этот объем составляет от общего объема губки?
4. Пользуясь результатами предыдущих пунктов, оцените плотность материала, из которого сделана губка.



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 11

НАЗВАНИЕ: **ПОНЯТЬ УМОМ И ИЗМЕРИТЬ ОБЩИМ АРШИНОМ**

ОБОРУДОВАНИЕ: нить длиной 1 аршин, коробок спичек со спичками.

ЗАДАНИЕ:

Определите длины сторон спичечного коробка, длину и толщину одной спички. Все результаты измерения выразите в вершках.

Оборудование: Примечание: аршин – старорусская мера длины, равная 16 вершкам.

Внимание! Спички – не игрушка! Зажигать спички запрещено!



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 12

НАЗВАНИЕ: ПЛОТНОСТЬ ВЕЩЕСТВА

ОБОРУДОВАНИЕ: разовый стакан, ложка, весы, мензурка, набор овощей и фруктов.

ЗАДАНИЕ:

Сравните плотности некоторых продуктов

- 1) В стакан налить воду. Отпустить кусочки выбранных продуктов. Результат внести в таблицу. Определить самый легкий продукт.
- 2) Добавить в воду по 1 ложке соли. Растворить соль в воде. Плотность воды увеличится. Один из продуктов может всплыть. Результаты внести в таблицу.

№ п/п	Масса соли	Название продукта
1		
2		
3		
4		
5		
...		



Успехов!



НАЗВАНИЕ: **ПЛОТНОСТЬ СОЛИ**

ОБОРУДОВАНИЕ: разовый стакан, ложка, соль, весы, мензурка.

ЗАДАНИЕ:

Определите плотность соли

- 1) Приготовьте насыщенный раствор соли.
- 2) Измерьте массу соли, засыпаемой в насыщенный раствор.
- 3) По изменению уровня раствора соли в мензурке определите объем соли.

- 4) Определите плотность соли $\rho = \frac{m}{V}$



Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 14

НАЗВАНИЕ: УПРУГОСТЬ ТВЕРДОГО ТЕЛА

ОБОРУДОВАНИЕ: рамка со стальным стержнем, набор грузов.

ЗАДАНИЕ:

Определите стрелу прогиба

Деформация – это изменение формы и размеров тела при внешнем воздействии. Виды деформации: растяжение, сжатие, изгиб, сдвиг, кручение.

1. Установите платформу в указанном интервале расстояний.
2. Установите стрелку индикаторной головки на 0.
3. Нагружайте платформу грузами по 1 кг.
4. Определите стрелку прогиба по показаниям стрелки индикаторной головки.
5. Результаты внесите в таблицу

№	m (кг)	λ (0,01 мм)
1	1	
2	2	
3	3	
4	4	
5	5	
6	6	
7	5	
8	4	
9	3	
10	2	
11	1	

6. Постройте график зависимости λ (m).
7. Сформулируйте вывод.



ЭКСПЕРИМЕНТ 15

НАЗВАНИЕ: МАТЕМАТИЧЕСКИЙ МАЯТНИК

ОБОРУДОВАНИЕ: штатив с лапкой, нить с шариком, набор шариков, рулетка, транспортир, секундомер.

ЗАДАНИЕ 1:

исследуйте зависимости периода колебаний маятника от его длины L .

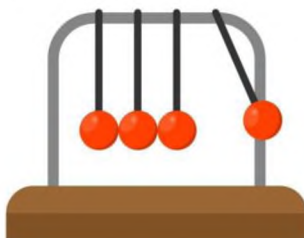
1. Отклоните нить длиной L_1 с шариком от положения равновесия на угол $\alpha = 30^\circ$.
2. Определите время t , за которое совершается $n = 10$ колебаний. Результат измерений занесите в таблицу.
3. Найти время, за которое совершается одно полное колебание

$$T = \frac{t}{n}$$

4. Опыт проведите 3 раза. Найдите среднее значение

$$T_{cp} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{3}$$

5. Повторить пункты 1-4 при разных длинах нити (5 серий измерений)
6. Постройте график зависимости T_{cp}^2 от L





ЭКСПЕРИМЕНТ 15

№	$\alpha, ^\circ$	n	e_M	t, c	T, c	T_{cp}^2, c^2	$\frac{T(c)}{T_{cp}^2}$
1	30	10	0,5				
2							
3							
Cp							
1			0,4				
2							
3							
cp							
1			0,3				
2							
3							
cp							
1							
2							
3							
Cp							
1							
2							
3							
cp							

ЗАДАНИЕ

Е 2:

при неизменной длине, найти период колебаний, изменяя массу шарика.



НАЗВАНИЕ: ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕНИ СОУДАРЕНИЯ ШАРОВ

ОБОРУДОВАНИЕ: весы, набор шаров, блок, крепление для шаров, электромагнит.

ЗАДАНИЕ:

определите время соударения шаров, рассчитать погрешность.

1. Измерьте массы шаров m_1 и m_2 .
2. Запишите результаты $m_1 = m \pm \Delta m$ $m_2 = m \pm \Delta m$,
где Δm – погрешность весов.
3. Включите прибор.
4. Отклоните шар m_1 на угол α .
5. Запишите $\alpha = \alpha \pm \Delta \alpha$, где $\Delta \alpha$ погрешность шкалы.
6. Нажмите кнопку «Старт».
7. Результат запишите в таблицу. Повторите опыт 8 раз.
8. Найдите среднее арифметическое $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_8}{8}$
9. Вычислите разницу между результатом измерения и средним значением.



ЭКСПЕРИМЕНТ 16

№	$t, 10^{-3}, \text{с}$	$t_i - t_{\text{ср}}, 10^{-3}, \text{с}$	$(t_i - t_{\text{ср}})^2, 10^{-6}, \text{с}^2$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

10. Найдите абсолютную ошибку

$$\Delta t = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=8} (t_i - t_{\text{ср}})^2}{n(n-1)}}$$

11. Вычислите относительную ошибку $\varepsilon = \frac{\Delta t}{t_{\text{ср}}} 100 \%$

12. Запишите результат измерений $t = t_{\text{ср}} \pm \Delta t$

Вывод: Определили время соударения шаров и рассчитали погрешность измерений $t = \dots$

Успехов!



ЭКСПЕРИМЕНТ 17

НАЗВАНИЕ: **СКОЛЬКО РУБЛЕЙ ВЕСИТ КОНФЕТА**

ОБОРУДОВАНИЕ: секундомер, 5 воздушных шариков (из них 2 запасных), конфета, полиэтиленовый мешочек (размер 6 x 8 см), комплект момент (10 шт. номиналом 1 рубль), нитки, миллиметровая бумага (формат A5) для построения графика.

ЗАДАНИЕ:

Экспериментатор Глюк исследовал падение с фиксированной высоты (около 2-х метров) различных грузов, привязанных к системе из трех воздушных шариков.

Анализируя результаты эксперимента, он обнаружил любопытный характер зависимости квадрата времени падения от величины, обратной массе всей падающей системы.

Соберите установку Глюка. В качестве грузов можете использовать выданные монеты, помещенные в мешочек, привязанный к шарам.

- Снимите зависимость времени падения системы от ее массы. Результаты занесите в таблицу. Каждое измерение повторите не менее трех раз и усредните. При этом, имейте ввиду, что масса шарика $m \approx 3$ г. Для увеличения точности исследований постарайтесь отпускать систему с как можно большей (но одинаковой) высоты (например, с высоты своего роста, стоя на стуле).
- Постройте график полученной зависимости в осях, предложенных Глюком.
- Проведя дополнительное измерение с помощью построенного графика, определите массу выданной конфеты. После завершения всех измерений, конфету нужно съесть!



ЭКСПЕРИМЕНТ 17

Примечание: не следует надуть шары слишком сильно, так как, если даже один из шариков лопнет в ходе эксперимента, то все измерения придется начинать сначала.

1. Измерьте массу шаров и монет, привязанных к шарам $m(r)$. найдите $1/m$, внесите в таблицу.
2. Определите время падения m с высоты 2м 3 раза.
3. Запишите результаты в таблицу.
4. Найдите среднее время $t_{cp} = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3}$ Запишите в таблицу.
5. Вычислите t_{cp}^2 запишите в таблицу.
6. Повторить пункты 1-5 6 раз. Внесите в таблицу. m изменять.
7. Постройте график зависимости t_{cp}^2 от $\frac{1}{m}$
8. Измерьте 3 раза время падения конфеты в системе шаров.
9. Найдите t_{cp} , t_{cp}^2 для вашей конфеты.
10. Используя построенный график, определите m падающей системы.
11. Определите массу вашей конфеты. Найдите стоимость в рублях (евро, долларах).
12. Сделайте вывод.

m							
$1/m$							
t_1							
t_2							
t_3							
t_{cp}							
t_{cp}^2							

Успехов!



НАЗВАНИЕ: **СКОЛЬКО РУБЛЕЙ ВЕСИТ КОНФЕТА**

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Снята зависимость времени падения системы от ее массы (таблица 1) **4 балла**

7 и более точек	4 балла
5-6 точек	2 балла
3 и менее точек	0 баллов

Построен график в осях, предложенных Глюком **4 балла**

график занимает не менее 80% площади листа	1 балл
постоянная цена деления из разрешенных рядов целые, четные, кратные 5	1 балл
подписаны оси и указаны единицы измерения	1 балл
проведена прямая, а не ломаная	1 балл

Определена масса выданной конфеты **2 балла**

попадание в $\pm 10\%$	2 балла
попадание в $\pm 20\%$	1 балл

МЕЖДУНАРОДНАЯ СИСТЕМА СИ

Международная система единиц физических величин СИ (*фр.* System international, SI) принята 11-й Генеральной конференцией по мерам и весам (1960 г.). В ней семь основных единиц. Три единицы — времени (секунда), длины (метр) и массы (килограмм) — определены выше. Четыре другие — это единицы силы тока (ампер), температуры (кельвин), количества вещества (моль) и силы света (кандела). Как при определении метра, так и при определении ампера численные коэффициенты введены для того, чтобы максимально приблизить применяемые в СИ единицы к широко используемым в практике, и это её сильная сторона. Предлагалось, в частности, изменить единицы времени, сделав в часе 100 мин, в минуте — 100 с и т. д.

Но даже представить трудно, что это такое — переделать все часы в мире! Платой за принятые удобства стали неприятности, возникающие, например, в теории электромагнетизма. Здесь приходится вводить электрическую и магнитную постоянные, которые иногда совершенно напрасно называют диэлектрической и магнитной проницаемостью вакуума. Электрическая индукция и напряжённость электрического поля, совпадающие в вакууме, в системе СИ имеют не только разные величины, но и разные размерности. Такая же ситуация с напряжённостью магнитного поля и магнитной индукцией (*С. Хорозов*).

Учебное издание

Ангелина Ивановна Гатауллина

Татьяна Алевтиновна Новикова

ФИЗИКА С НУЛЯ
МЕХАНИКА
Учебное пособие.

Отпечатано в авторской редакции
с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать .12.19. Формат 60* 84 1/16.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,6. Уч.-изд. л. 3,8

Тираж 50 экз. Заказ №

Издательство «Удмуртский университет»
426034, г. Ижевск, ул. Университетская, 1, корп.4