

Муниципальный учебно-методический центр
«Развивающее обучение»

А.Л. Камин, А.А. Камин

ФИЗИКА
Собственными силами

Часть II
Физика собственной персоной

Учебник для 7 класса
по программе развивающего обучения

Екатеринбург
МУМЦ «Развивающее обучение»

1997

Оглавление

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОЙ ЧАСТИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ	3
Слово знатокам!	6
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ... ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К 1-Й ЧАСТИ	8
Аннотация для учителя	8
Предисловие для учителя	9
Слово – знатокам!	11
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	13
ПРИЛОЖЕНИЕ 3	14
1. ПОКОЙ НАМ ТОЛЬКО СНИТЬСЯ	16
1.1 Тайна покоренного пространства	16
1.2 Движения нет!	19
1.3 По течению и против ветра	23
1.4 Встречи и расставания	25
Задачи к 1-й главе	27
2. КАК ОСЕДЛАТЬ ТЯНИТОЛКАЯ	32
2.1 Соберемся с силами	32
2.2 Сила есть!	33
2.3 Силы в упряжке или танцы на льду	36
2.4 Золотое правило	40
2.5 «Ох, нелегкая эта работа!..»	41
2.6 Золотая лихорадка	45
Задачи ко 2-й главе	48
3. ВНАЧАЛЕ БЫЛО ВЕЩЕСТВО	51
3.1 От пуха до свинца – и дальше без конца	51
3.2 Из чего сделан мир?	57
3.3 Не давите – и вас не раздавят!	64
Задачи к 3-й главе	67
4. ДВЕ СТИХИИ	71
4.1 На все четыре стороны	71
4.2 Тайна всех океанов	74
4.3 Плавать по морю необходимо	80
4.4 Причуды пятого океана	88
4.5 Воздухоплавание	93
Задачи к 4-й главе	95
6. ЗАДАЧИ НА ЛЮБОЙ ВКУС	98
6.1 Задачи для покорителей пространства	98
6.2 Задачи для сильных и мощных	99
6.3 Задачи для строителей новых миров	101
6.4 Задачи для знаменитых капитанов	102
6.5 Задачи для любителей пошуметь	105
6.6 Винегрет из задач	106
Таблицы	123
Оглавление для учителя	126

Кто спрашивал, сколько слов
испробовал Бог, пока нашел
то, которое сотворило мир?
Станислав Ежи Лец.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОЙ ЧАСТИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Уважаемый коллега, мы благодарны Вам за то, что Вы избрали для работы нашу книгу. Как устроена книга и как учитель может с ней работать - сказано в предисловии к части 1 - «Прелюдии», Мы надеемся, что учителю, прочитавшему то предисловие, ясно, чего ожидать от книги.

В этом предисловии мы хотим объяснить, чего мы НЕ ожидаем от учителей и чего учителям НЕ стоит ожидать от нас.

1. Мы предполагаем, что учителя (и ученики) обязаны решить любую из предложенных задач за короткое время с первой попытки. Многие задачи просят, чтобы к ним время от времени возвращались. Особенно это касается открытых задач.

Часть из них кажется неприступной при индивидуальной работе, но их легко взять групповым приступом.

Мы подбирали задачи так, чтобы обеспечить разнообразие, из которого учителя (и ребята) смогут выбирать. Учитель легко отличит, какие из них входят в «обязательную программу» - это закрытые задачи различного уровня, от «одноходовых» до олимпиадных. Уровень определяет сам учитель.

2. Мы не предполагаем, что все школьные физкабинеты оборудованы по последнему слову техники. Поэтому мы старались, чтобы почти все опыты и наблюдения можно было осуществить не только в классе, но и дома.

3. Мы не рассчитываем, что учителя стройными рядами в короткие сроки перейдут на исследовательский подход в преподавании физики. Нам кажется, что учитель имеет право делать только те шаги, к которым внутренне готов.

Учителям не стоит ожидать от нас подробной разработки каждого урока. Мы - авторы учебника, автор урока - учитель, Течение мысли Ваших детей мы можем предугадать не точнее, чем Вы. Слава Богу, если нам удалось обозначить фарватер для совместного продвижения учителя с учениками.

Вопрос учителя: «Какие данные в задаче лишние?».

Ответ ученика: «Сколько раз я ее ни решал – она не решается. Значит, у нее нет решения. Значит все данные – лишние».

Разница между умным человеком и дураком в том, что дурак повторяет чужие глупости, а умный придумывает свои.

Народная мудрость.

Мы не думаем, что создали канонический вариант учебника. Те недостатки, которые в книге есть и которые мы не заметили, можете заметить Вы. Поэтому мы очень ждем откликов и примем любые отзывы.

Авторы неожиданно для себя осознали, что эта книга не появилась бы на свет без помощи многих людей. Мы благодарим тех, кто повлиял на создание книги лично: советами, материалами, репликами, возражениями, задачами.

Мы благодарим:

редактора книги Анатолия Гина (Гомель);

консультантов системы ТРИЗ - ШАНС: Игоря Викентьева (С.-Петербург), Светлану Гин (Гомель), Евгению Звягинцеву), Елену Ищенко), Сергея Сычева (Ростов-на-Дону), Виктора Тимохова (Гомель);

сотратников по Турниру Юных Физиков (ТЮФ): В.Ф. Афанасьева (Новгород), Ю.М. Бормашенко (Харьков), С.Д. Варламова (Москва), П.А. Виктор (Одесса), А.В. Гальчинского (Львов), И.М. Гельфгата, И.Л. Иврия (Харьков), В.Я. Колебошина (Одесса), Т.П. Корнееву, В.И. Лобышева (Москва), Л. Манакина (Одесса), Л.Марковича (Минск), И.Ю. Ненашева (Харьков), П.Ф. Пшеничку (Черновцы), И.Л. Рубцову(Киев), З. Савилава, Е.Н. Юносова (Москва);

разработчиков развивающего обучения (система Эльконина-Давыдова), психологов и методистов: Ю.Н.Белехова (Москва), С.Виноградова (Рига), А.Ю. и Т.М.Губановых (Ярославль), А.М.Захарову (Харьков), В.П.Зинценко (Москва), В.И.Ильченко (Луганск), М.Л. Кацнельсон (Екатеринбург), В.А.Львовского (Москва), Т.В.Некрасову (Харьков), А.В.Нечипоренко (Новосибирск), А.И.Песина, В.В.Репкина (Харьков), Н.В.Репкину (Луганск), Л.М.Фридмана (Москва), С.А.Чандаеву (Нижний Новгород).

Более всего мы благодарны своим ученикам – школьникам, студентам, слушателям семинаров. Организаторов семинаров и конференций благодарим особо – без них книга вообще не родилась бы.

Физика – удивительная вещь: она интересна, даже если в ней ничего не понимаешь.

Миша Аров, ученик авторов образца 1994-1997 г.г., призер турнира и олимпиад.

Мы приносим искреннюю благодарность всем, кто нам мешал - они научили нас радоваться препятствиям...

Мы считались со всеми, но поступали по-своему. Так что за все ошибки, недоработки и недоразумения отвечаем только мы, авторы.

Я хотел бы верить, что могли быть найдены другие решения проблемы, гораздо более элегантные, чем то, которое я теперь опишу, если смогу.

Я верю также, что будь я немного настойчивее, немного упорнее, я бы и сам мог их найти. Но я устал и бесславно удовлетворился первым решением этой проблемы.

Макс Дельбрюк, «Об одержимости в наук».-, 1972 г.

Авторы: А.Л.Камин, А.А.Камин.

Слово знатокам!

МОНОЛОГ ЧЕЛОВЕКА В ФУТЛЯРЕ

ВРЕДНЫЙ СОНЕТ АВТОРАМ ОТ ЗНАТНОГО СПЕЦИАЛИСТА

На свете есть достойные дела,
А есть и несерьезные игрушки.
Делам серьезным - слава и хвала,
Игрушки же не стоят ни полушки.

Всем взрослым, что работают с детьми,
Хочу я дать совет: к делам серьезным
Детишек приучайте лет с семи -
Иначе будет безнадежно поздно.

Ведь для детей игрушки - сильный яд,
И, став большими, дети, вероятно,
И вас самих в игрушки превратят -
Скажите, вам игрушкой быть приятно?!

Кто не умел работать в восемь лет,
От тех и в тридцать тоже толку нет!

Ответ Исаака Ньютона знатному специалисту

«Не знаю, каким я могу казаться миру, но самому себе я представляюсь ребенком, который играет на берегу моря и развлекается тем, что иногда отыскивает красивую раковину или камешек, более яркий, чем обычно, в то время, как великий океан истины неисследованной расстилается передо мной.

Вечная проблема

«Хотя я не умею так, как они, цитировать авторов, я буду цитировать гораздо более действенную вещь - опыт.

Они ходят напыщенные и чванные, разряженные и разукрашенные, и не своими, а чужими трудами, а мне в моих собственных трудах отказывают; и если они меня, изобретателя, презирают, то насколько больше следует презирать их самих - не изобретателей, а лишь трубадуров и пересказчиков чужих мыслей.

Леонардо да Винчи, «Атлантический кодекс»

Послушайте, я не могу буквально
Как попугай вам вторить какаду!
Пусть созданное вами гениально -
На свой манер я все переведу.

Леонид Мартынов, «Искусство перевода», 1963 г.

«Физика, бесспорно, человечна. Это можно и нужно показывать, когда мы преподаем ее».

Виктор Вайскопф, 1981 г.

Чтоб не измучилось дитя,
Учил его всему шутя,
Не докучал моралью строгой...

А.С. Пушкин

«Если кто-либо не знает истины сам от себя, невозможно, чтобы другие заставили его это узнать».

Галилео Галилей, 1632 г.

«Учение - это выяснение того, что ты уже знаешь».

Ричард Бах, 1990

«Писать - просто, не по-ученому, а стилем конюха, не сглаживать и не смягчать...»

Януш Корчак, 1937 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ...ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К 1-Й ЧАСТИ

Аннотация для учителя

Учебник «Физика собственными силами» отличается от других тем, что основные физические понятия вводятся в ходе решения цепочки ключевых задач.

Ключевые задачи возникают на занятиях в деятельности самих учеников (в том числе в игре). Решение ключевой задачи проводится с помощью простейших моделей - вещественных или мысленных. Итог решения - «открытие» физического закона, который затем испытывается на природе и в технике.

Ход решения задачи носит исследовательский характер и содержит основные этапы, присущие любому исследованию (постановка задачи - гипотеза - следствия из гипотезы - проверка).

Кроме «закрытых» задач с четкими заданными условиями и однозначными ответами, предлагаются и открытые задачи, не имеющие однозначного ответа: задачи-проекты, задачи-оценки, задачи-демонстрации, задачи-прогнозы, задачи-открытия, наконец - задачи с не полностью заданными условиями.

Учебник ориентирован на принципы развивающего обучения.

В тексте использованы приемы развития творческого воображения, разработанные в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ).

Книга состоит из двух частей.

В первой - «Прелюдии» - обсуждаются способы действия физиков. Показано в ней и то, чем физика похожа на другие человеческие занятия, а чем от них отличается.

Вторая часть - «Области физики».

Выбраны такие области («Движение», «Силы», «Вещество», «Гидроаэростатика», «Звук»), которые позволяют:

- получать достаточно общие физические законы с помощью простых моделей;
- показать разнообразное и интересное проявление этих законов в природе и технике.

Можно считать, что цель обучения будет достигнута, если ученики сумеют пользоваться системой основных понятий, объединенных в физические законы. Это означает, что ученики смогут ставить и решать задачи, выдвигая предположения и проверяя их с помощью рассуждений, расчетов и опытов.

Предисловие для учителя

Формула отличия

Уважаемый коллега, перед Вами - учебник для ребят, первый год изучающих физику. Учебник исполнен в форме популярной книги по физике, но имеет и важное отличие: читатель, скажем, «Занимательной физики» Я. Перельмана должен, по идее, знать основные физические законы; читателей данной книги авторы надеются подвести к «открытию» этих законов через решение цепочки задач.

Авторы не стремились любой ценой представить на страницах книги Последнее Слово Науки - самые строгие определения, самые точные выводы, самые лаконичные схемы и т.д.

Цель была иная - научить ребят произносить «первые слова»:

- чувствовать, что «здесь есть проблема»;
- переходить от смутных догадок к постановке задачи;
- привлекать для решения личный опыт и подручные средства;
- брать «из воздуха» недостающую информацию.

Предостережение

*Века стоит земная твердь,
На ней всего важнее разум –
Мозгов ты можешь не иметь,
А физику учить обязан.
Она Царица Всех Наук,
Но (это строго между нами)
Чтоб вам не оторвало рук –
Не трожьте физику руками!*

Из школьного фольклора

Для того, чтобы перед учениками предстала драма идей, физика подана как способ выживания. Все «высокие материи» - познание окружающего мира, гармония Вселенной, красота и скрытая простота самой физики - считались подчиненными этой задаче.

Оставим изящество портным и сапожникам.

Людвиг Больцман

Стремясь быть понятными, авторы применяли около 20 различных приемов возбуждения интереса. При этом они руководствовались пушкинским правилом «Свое беру везде». Это значит, что многие (но не все) примеры, задачи, подходы заимствовались у физиков и лириков всех времен и народов. Все заимствованное (и все «доморощенное») мы старались подчинить ведущей идее - к открытию и применению законов природы ребята

могут прийти самостоятельно. Насколько эту «генеральную линию» удалось выдержать - судить Вам.

Скелет книги

Книга разбита на разделы, каждый из которых, в свою очередь, состоит из нескольких историй. Все разделы имеют одинаковую структуру:

- проблемная ситуация и вопросы для обсуждения,
- постановка и решение ключевой задачи,
- подведение итогов («сухой остаток»),
- обучающие задачи.

Режим работы

Каждый раздел - это литературно оформленная и сокращенная запись решения задачи в классе (об организации групповой работы в классе см. Приложение).

К примеру, историю 7.1 об исчезновении рома из кружки ученики могут читать дома после того, как проведут в классе опыт по испарению воды из мензурки, запишут его результаты и попробуют предсказать, когда из мензурки испарится новая порция воды. Возможен и вариант, когда учитель расскажет эту историю в классе, а ребята будут проводить опыты, чтобы разобраться и «помочь» герою истории.

Авторы предполагают, что учитель еще до первой встречи с учениками проработает учебник, выполнит все действия, указанные в тексте, и решит все задачи, какие сможет. Подавляющее большинство задач имеет простое решение. Бывает, что ребята находят эти решения быстрее, чем учитель. Многие задачи допускают несколько решений (см. Приложение «Объяснительная записка»).

Это - режим работы в системе развивающего обучения («правила игры» в РО см. в Приложении). Авторы считают этот режим предпочтительным.

Может показаться, что некоторые задачи «Прелюдии» не имеют отношения к физике. Цель обращения к таким задачам - отработать типичные для физика «ходы мысли» на материале жизненного опыта ребят. У авторов был достойный образец для подражания: известно, что Энрико Ферми, принимая нового сотрудника, давал ему задачи типа «Сколько в Чикаго настройщиков роялей?».

С книгой можно работать и в режиме традиционного учебника: учитель разбирает «сухой остаток», в котором материал изложен сжато; подбирает задачи по своему усмотрению, дополняя их материалом, взятым из других книг. Еще одна возможность -

работа с учебником как с научно-популярной книгой: ученик читает то, что ему покажется интересным, и решает задачи по своему выбору, обращаясь за помощью к учителю.

Попугай Эренфеста

Известный физик Пауль Эренфест обучил своего попугая произносить фразу: «Но, господа, ведь это же не физика!» Этого попугая он предлагал в качестве председателя научных дискуссий.

Лирическое отступление

Мы не так давно узнали, что всякий автор воображает себе Идеального Читателя, для которого и пишет. Для нас Идеальный Учитель - это скорее Викниксор из «Республики Шкид», чем Беликов из чеховского «Человека в футляре». Идеальный же Ученик нам казался больше похожим на Тома Сойера, чем на его благоразумного братца Сида. Хотя... хотя для каждого уважающего себя Буратино любой учитель, как и мы, грешные, - всего лишь Говорящий Сверчок...

Читатель, понятно, тоже воображает себе Идеального Автора, который должен, наконец, написать Идеальный Учебник... Реальные авторы просят помнить надпись в салунах на диком Западе: «Не стреляйте в пианиста - играет, как может!»

Я не позволю, чтобы хождение в школу мешало моему образованию.

Гекльберри Финн

Слово – знатокам!

«До каких пор несчастные молодые люди должны будут целый день слушать или заучивать услышанное? Когда у них будет время обдумать всю эту кучу получаемых ими сведений? Изуродованные теории, перегруженные бесполезными рассуждениями, изучаются со всей тщательностью, а самые блестящие и наиболее простые результаты опускаются».

Э. Галуа. «О преподавании наук», 1831 г.

«В сущности, почти чудо, что современные методы обучения еще не совсем удушили святую любознательность, ибо это нежное растение требует, наряду с поощрением, прежде всего, свободы – без нее оно неизбежно погибает».

«Большая ошибка думать, что чувство долга и принуждение помогут находить радость в том, чтобы смотреть и искать. Мне кажется, что даже здоровое хищное животное потеряло бы жадность к еде, если бы удалось с помощью бича заставить его непрерывно есть, даже когда оно не голодно, и особенно если принудительно предлагаемая еда не им выбрана».

А. Эйнштейн, 1949 г.

«Временами преподавание может приближаться к поэзии, а иногда – к цинизму. Пусть ничто не будет слишком хорошим или слишком плохим, слишком поэтичным или слишком низменным для того, чтобы прояснить абстрактное построение.

Если чутье подсказывает вам, что уместно предстать перед классом немного поэтом или чуть-чуть циником, не отказывайтесь от этого из ложно понимаемой сдержанности».

Д. Пойа, 1972 г.

«Истинный вкус состоит не в отвержении какого-либо слова, а в чувстве сообразности и соразмерности».

Кажется, А.С. Пушкин.

«Только очень глупые люди не понимают шуток ...»

П.Л. Капица, 1975 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

«Правила игры» развивающего обучения (вольный перевод с Репкина).

1. Сверхзадача

Ученик - действующая личность. Цель обучения - развитие личности. Содержание обучения - система научных понятий.

2. Барьер

Каждое новое понятие вводится с помощью ситуации, с которой ученики не могут справиться, пользуясь только старыми понятиями.

3. Зона

Поставленные цели должны находиться в зоне ближайшего развития учеников.

4. Путь

В ходе решения ученики в свернутом и упрощенном виде должны повторить действия, которые совершает исследователь при решении задачи. При этом ученики сами открывают для себя внутреннюю логику предмета.

5. Поиск

Поиск решения задачи проводится совместно учителем и учениками. При этом деятельность между ними распределяется.

6. Модель

В ходе решения учебной задачи должна появиться модель, определяющая принципы построения действий с понятиями.

7. Проба

Полученная модель должна быть испробована и на других задачах.

8. Запечатление

Результаты работы должны быть зафиксированы.

9. Серый кардинал

Роль учителя - в координации совместных действий:

а) выработка плана совместных действий;

б) преобразование задачи после каждого шага. Преобразование должно проводиться так, чтобы ученики сами могли найти следующий шаг.

10. Свобода выбора

Формы работы - любые, если они обеспечивают, во-первых, свободу, а во-вторых, направление на цель.

11. Бой быков

Одна из форм - коллективный учебный диалог, где допускается столкновение точек зрения. Учитель при этом помогает прояснить точки зрения, взвесить «за» и «против».

12. Скоро сказка сказывается...

Настройка такой работы требует значительного времени. При этом «время настройки» может для различных классов сильно меняться. Ситуация неплохо описывается одним из законов Мерфи: «Нельзя измерить глубину лужи, прежде чем в нее не попадешь».

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Организация групповой работы

1. Класс делится на группы (команды) по 5-9 человек. Состав групп определяется взаимным выбором ребят.
2. Группам дается задание (вопрос для обсуждения или открытая задача). Определяется, сколько времени дается на обсуждение.
3. Все мнения, высказанные членами группы, кратко записываются. На этом этапе по «правилам игры» всякая критика запрещена.
4. После того, как мнения зафиксированы, критически обсуждает все предложения.
5. Предложения, «выжившие» внутри группы, записываются на доске «спикером» группы. При этом не допускается критика ни со стороны других групп, ни со стороны учителя. Дополнения допустимы.
6. Предложения критически обсуждаются в «бою», происходящем между группами. «Выжившие» мнения комментирует учитель. Довольно часто оказывается, что «контрольное решение» (то, которое считает правильным сам учитель) «вымерло» при критическом обсуждении еще на первом этапе (п. 4).
7. Если группы и учитель пришли к согласию, подводятся итоги. Они должны быть кратко зафиксированы. Если согласия нет, итоги считаются предварительными. При этом у несогласных сохраняется возможность подобрать к следующим урокам материал в защиту своей точки зрения (при помощи учителя).
8. За соблюдением «запрета на преждевременную критику» внутри группы (п. 3) следит капитан команды, а на втором этапе (п. 5) – учитель. В свою очередь, «спикеры» следят, чтобы учитель тоже соблюдал это правило.

Слепые не могут глядеть гневно,

Глухие не могут кричать яростно,

Безрукие не могут держать оружие,

Безногие не могут идти вперед.

Но – глухие могут глядеть гневно,

Но – слепые могут кричать яростно,

Но – безногие могут держать оружие,

Но – безрукие могут идти вперед.

Авторы книги не могут вспомнить автора стихов.

Закон природы.

Повторяйте ж на дороге,

Не для кружева-словца,

А поверьте же, ей-богу,

Если все шагают в ногу – мост обрушивается.

Из песни Александра Галича.

1. ПОКОЙ НАМ ТОЛЬКО СНИТЬСЯ

1.1 Тайна покоренного пространства

На чем нам плыть?

Получив карту Острова Сокровищ, сквайр Трелони поехал в порт Бристоль нанимать судно для экспедиции. Ему не терпелось поскорее увидеть сокровища - и он решил во что бы то ни стало получить самый подходящий корабль.

В портовой таверне сквайр разговорился с двумя капитанами.

- Ни одно судно во всей Англии не может сравниться с моим бригом! - надрывал глотку капитан Джек. - Я на нем за месяц доходил от Бристоля до Рио-де-Жанейро.
- Никуда твоя посудина не годится! - горячился капитан Боб. - Подумаешь, Рио-де-Жанейро: пересек Атлантику - и на месте. Вот я на своей шхуне аж в Бомбей вокруг Африки плавал, и всего за 66 дней.
- А какой из этих кораблей выбрали бы на месте сквайра Трелони вы?
- До Острова Сокровищ 3000 миль. За сколько дней можно добраться до него на бриге Джека? А на шхуне Боба?
- Сколько миль пройдет за две недели бриг Джека? А шхуна Боба?

Для того, чтобы узнать, какое тело движется быстрее, можно найти, какой путь S проходит каждое тело в единицу времени. Эта величина называется скоростью.

$$V = S/t$$

Единица скорости $[v] = \text{М/С}$

Измерив скорость, можно ответить на два вопроса:

1) Какой путь S пройдет тело за определенное время t ?

$$S = V * t$$

2) За какое время t тело пройдет определенный путь S ?

$$T = S/V$$

Спидометр Колумба и Магеллана

На парусных судах скорость измеряли так: бросали в море лаг - катушку с веревкой, на которой через равные расстояния были завязаны узлы. Свободный ее конец матрос брал в кулак. Веревка разматывалась, и узлы один за другим проходили через кулак матроса. Сколько узлов пройдет за 30 секунд - столько морских миль проходит судно в час. (Эту единицу скорости - 1 морская миля в час - и сейчас называют «узел».)

- Каким должно быть расстояние между соседними узлами, если в 1 морской миле 1852 метра?

Задача 1

Я бегу, бегу, бегу ...

Вычислите свою скорость при беге на любую дистанцию. Сравните ваш результат с результатом лучшего бегуна в классе, школе, городе, стране, мире.

Задача 2

Следы всегда остаются

Печальный дядя Боря несет из магазина домой авоську с мелкими куриными яйцами. Через равные промежутки времени яйца из авоськи выпадают на землю и разбиваются. Можно ли сказать, что печальный дядя Боря движется равномерно, если коты, бегущие за дядей Борей, находят разбитые яйца на равных расстояниях одно от другого?

Задача 3

Рекордсмен моря

Чтобы определить скорость дельфина, перед прозрачной стенкой дельфинария установили кинокамеру. На одном снимке получилась голова дельфина с левой стороны кадра. Через 8 кадров на том же месте оказался хвост. Камера делает 24 кадра в секунду. Длина дельфина 1.9 м, Какова скорость дельфина?

Спор в кают-компании

В кают-компании «Испаньолы» встретились сквайр Трелони и капитан Смоллет.

- У нашей красавицы-шхуны великолепный ход! - заметил сквайр. – Ее скорость - 16 узлов.
- Ничего подобного! - возразил капитан. - Вахтенные матросы каждый час бросали в море лаг, и ни разу он не показал 16 узлов.
- Позвольте, капитан! - возмутился Трелони. - Мы уже плывем ровно сутки, не так ли?
- Так, сэр!
- И мы прошли за эти сутки 360 миль, не правда ли?
- Правда, сэр!
- И я надеюсь, что Вы не забыли, как делят 360 миль на 24 часа.
- Не забыл, Получается 16, сэр!
- Так почему же лаг не показывал 16 узлов?
- Сэр, в первые 8 часов плавания мы шли почти против ветра и больше 9 миль в час проходить не могли. Зато потом подул попутный ветер, мы поставили все паруса, и наша «Испаньола » полетела как птичка, со скоростью 18 узлов.

А теперь давайте, сэр, посчитаем: 8 часов по 9 миль в час = 72 мили; 16 часов по 18 миль в час = 288 миль.

ИТОГО: 24 часа - 360 миль.

- Как бы вы назвали величину «15 узлов» (или 15 миль в час), о которой говорил сквайр?

Если бы «Испаньола» шла с постоянной скоростью 16 миль в час, то за сутки она прошла бы те же 360 миль, Величину «15 миль в час» можно назвать «средней скоростью» шхуны.

Средняя скорость - это путь, пройденный телом за все время движения, деленный на все это время:

$$V_{\text{ср.}} = S_{\text{весь}}/t_{\text{все}}$$

Средняя скорость - не всегда среднее арифметическое скоростей на участках. В нашем случае эти величины тоже не равны:

$$V_{\text{ср.}} = 15 \text{ миль/час}; V_1 = V_2 = 13,5 \text{ миль/час}$$

Зная среднюю скорость, легко определить, сколько времени продлится движение, если известно расстояние:

$$t = S/V_{\text{ср}}$$

а также найти, какое расстояние будет пройдено за известное время:

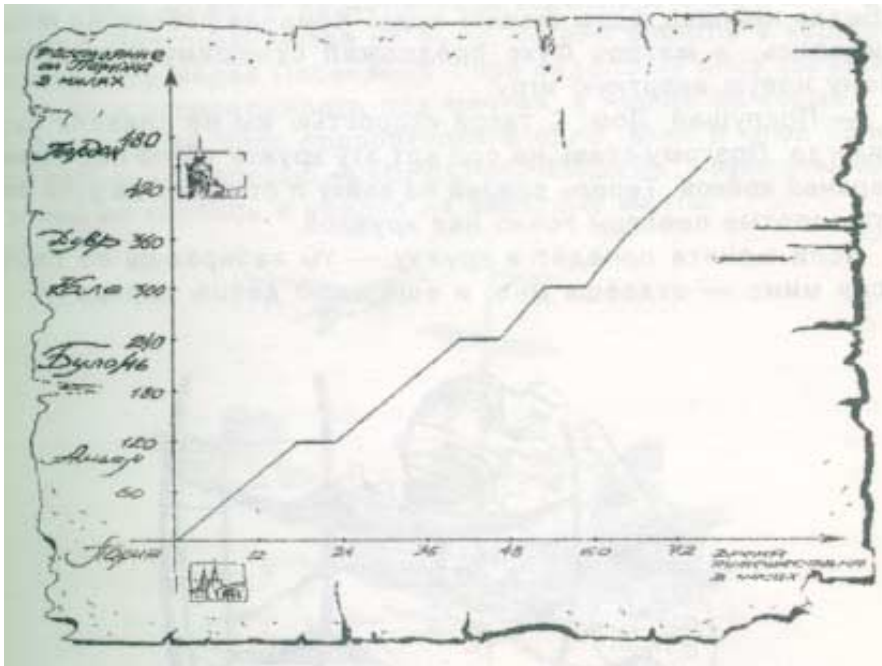
$$S = V_{\text{ср}} * t$$

Находка для шпиона

Как-то раз в субботу кардинал Ришелье тайно вызвал графа Рошфора в свою канцелярию. Выглядел кардинал озабоченно и был предельно краток:

- Послушайте, граф! Через неделю королева отбывает в Лондон. Еще через неделю мне нужны сведения о том. Где королева находилась в любой час своего путешествия. Вы должны следить за каждым ее шагом в пути, и в Лондоне. Вы должны передать с надежным человеком сведения о путешествии ее величества, но прошу вас, будьте немногословны, а лучше вообще обойдитесь без слов, поскольку и стены имеют уши.

В назначенный срок графский гонец вручил кардиналу свиток.



- Может ли кардинал с помощью этого свитка разобраться, как проходило путешествие королевы?
- Что еще можно узнать из этого свитка?
- Удалось ли Рошфору выполнить задание? Как он действовал, чтобы его выполнить?
- Сами составьте график для дороги королевы домой - из Лондона в Париж. (Он не обязательно должен копировать график для пути в Лондон.)

1.2 Движения нет!

*Пароходы, авто, поезда
 По Земле путешествуют сами.
 Мы же только сидим в них часами
 И не движемся никуда.
 (Из туристской песни)*

Шальные пиастры

Случилось так, что вторые сутки дул попутный ветер, и яхта «Беда» неслась, едва касаясь воды. Команде работы не предвиделось, и матрос Фукс предложил старшему помощнику Лому новую азартную игру.

- Послушай, Лом! С такой скоростью мы не плавали еще никогда. Поэтому ставь на пол вот эту кружку точно под своей верхней койкой. Теперь влезай на койку и отпускай из руки вот эти золотые пиастры точно над кружкой.

Если монета попадет в кружку - ты забираешь ее себе, если мимо - отдаешь мне, и еще свою даешь в придачу.

- Предположим, что скорость яхты - 10 узлов (примерно 5м/с), монета падает полсекунды, радиус кружки - 5см. Как вы думаете, на что рассчитывал Фукс, предлагая эту игру?
- Кто останется в выигрыше, если игроки будут строго соблюдать условия игры?
- Можно ли по результату этой игры определить, не выглядывая из иллюминатора, движется яхта или покоится?
- Как вы думаете, изменится ли результат, если игру повторишь в самолете, который следует тем же курсом, что и яхта, но со скоростью 500 узлов?
- Можно ли выяснить, сбрасывая предметы на землю с высокой башни, движется Земля в окружающем пространстве или покоится?

Яблоко раздора

Три восхитительные богини Афина, Афродита и Гера прогуливались по морю на маленьком кораблике с мачтой посередине. Поскольку ветра не было, богини впрягли в корабль самого бога морей Посейдона. Гера сидела на носу корабля, Афродита расположилась под мачтой, а Афина на корме.

Всемогущий Зевс превратился в орла, взял в клюв золотое яблоко с надписью - «ПРЕКРАСНЕЙШЕЙ», незамеченным проник на корабль и уселся на верхушку мачты.

Когда корабль несся по зеркальной глади со скоростью птицы, Зевс выпустил яблоко из клюва.

- Какой из богинь достанется яблоко?
 - Кто получит яблоко, если корабль будет стоять на якоре, а Зевс в облике орла выпустит яблоко точно у верхушки мачты, пролетая от кормы к носу?
 - От носа к корме?
1. При равномерном движении (с любой скоростью) каждая частица движущегося тела сохраняет его скорость. Поэтому монета, выпущенная из рук, падая вниз, в то же время продвинется вперед на такое же расстояние, что и кружка на полу каюты.
 2. Находясь внутри корабля (поезда, самолета, спутника) нельзя установить, покоится он или движется с постоянной скоростью (если не выглядывать наружу).

Два различных движения друг друга не разрушают и вполне друг с другом совместимы.

Галилей, 1632 г.

Задача 4

«Есть женщины в русских селеньях ...»

Что произойдет с всадником, если женщина «коня на скаку остановит»?

Задача 5

**Тех, кто был особо боек,
прикрутили к спинкам коек.**

Почему на корабле не должно быть незакрепленных предметов?

Задача 6

Ковер-самолет

Вам подарили самый настоящий ковер-самолет. Как бы вы его усовершенствовали?

Вагончик тронется - перрон останется

Величайший детектив Шерлок Холмс и величайший преступник профессор Мориарти смотрят друг на друга из окон соседних поездов, стоящих на вокзале Ватерлоо. Шерлок Холмс увидел, что профессор вместе с окном своего вагона поплыл назад. - Ну, наконец, тронулись, - подумал Холмс.

- Ну, наконец, тронулись, - подумал Мориарти, глядя как Холмс вместе с окном своего вагона поплыл назад.

- Могут ли детектив и преступник, глядя только друг на друга, определить, кто из них на самом деле тронулся, то есть, кто находится в движении, а кто покоится?

Посмотри сквозь перила моста – и ты увидишь, как мост поплывет по неподвижной воде.

Китайская пословица.

Не имеет смысла говорить о движении и покое какого-нибудь тела, если не сказано, какие тела при этом считаются неподвижными.

В нашем случае Шерлок Холмс движется по отношению к Мориарти, Мориарти движется по отношению к Холмсу, а слова «кто из них движется на самом деле» означают «кто из них движется по отношению к Земле».

Вопрос «Движение или покой?» чем-то похож на вопрос «Справа или слева?» Соседка по парте, сидящая справа от вас, для учителя, стоящего лицом к классу, располагается левее вас. Правый фланг шеренги находится по левую руку от командира, стоящего к шеренге лицом.

Об одном и том же эпизоде футбольного матча нападающий скажет: «Я пробил в правый угол», а вратарь – «Я взял мяч в левом углу ворот». Еще один похожий вопрос: «Верх или низ?» Направление «вверх» для европейца будет направлением «вниз» для американки и наоборот.

Во всех трех случаях, чтобы не возникло путаницы, надо четко указывать, с какой точки зрения (то есть по отношению и кому) будет рассматриваться ситуация. Этот «кто-то» в физике называется «наблюдатель».

В нашем примере Шерлок Холмс – наблюдатель, связанный с одним поездом, профессор Мориарти – наблюдатель, связанный с другим поездом, а начальник станции – наблюдатель, связанный с Землей.



Можно сказать и по-другому: движение и покой, правое и левое, верх и низ – относительны.

Задача 7

Движенья нет, сказал мудрец брадатый.

Другой смолчал и стал пред ним ходить.

Сильнее бы не мог он возразить;

Хвалили все ответ замысловатый.

Но, господа, забавный случай сей

Другой пример на память мне приводит:

Ведь каждый день пред нами Солнце ходит,

Однако ж прав упрямый Галилей.

А.С. Пушкин

- В тоне Александра Сергеевича звучит нота недоумения. Помогите великому поэту его преодолеть. Ответьте (можно в стихах), есть все-таки движение или нет?

Если бы авторам учебника посчастливилось встретиться с автором стихов, они бы ответили так:

Поэты, увы, чересчур впечатлительны:

Движение есть, но оно относительно.

Как только поэт изберет точку зрения,

Тотчас же исчезнет и недоумение.

Мечта автоконструктора

Вы создали корпус гоночного автомобиля необычной формы для того, чтобы побить рекорд скорости. Вам нужно знать до старта, выдержит ли передний щиток напор окружающего воздуха при достижении этого рекорда. Как бы вы поступили? Привязали бы новый корпус к самолету? Выпустили бы машину на старт, не получив ответа на вопрос? Можете ли вы, высунув руку из автобуса на скорости 10 м/с, отличить поток встречного воздуха от ветра, который дул бы со скоростью 10 м/с на вашу неподвижную руку?

Вместо того, чтобы покоящийся относительно Земли воздух действовал на движущийся корпус автомобиля, можно сделать наоборот: создать струю воздуха, имеющего рекордную скорость, и обдувать ею корпус, неподвижный относительно Земли. Результаты не будут отличаться. Такое устройство – аэродинамическая труба – наглядно показывает, что движение и покой относительны.

То же производит движение воздуха против неподвижного предмета, что и движение предмета против неподвижного воздуха.

Леонардо да Винчи «Кодекс о полете птиц». 1505 г.

1.3 По течению и против ветра

Ну, эскалатор, погоди!

Эскалатор метро движется вверх со скоростью 2 м/с. Вниз по эскалатору идет Волк со скоростью 1,5 м/с.

Заяц стоит на платформе внизу и очень интересуется, приближается к нему Волк или удаляется? С какой скоростью?

Посмотрим, что произойдет с Волком за 1 секунду. Ступенька эскалатора, на которой он стоял, проедет 2 метра вверх. Но Волк за это время спустится на другую ступеньку, на 1,5 метра ниже прежней. Итак: эскалатор поднял волка на 2 метра вверх. Собственные лапы спустили его на 1,5 метра вниз по эскалатору.

ИТОГО за 1 секунду: 0,5 метра вверх;

$$V_{\text{общ}} = V_1 - V_2$$

Умные люди, в отличие от Волка, идут по эскалатору в ту же сторону, куда движется и сам эскалатор. В этом случае скорости двух движений не вычитаются, а складываются. (Проверьте похожим рассуждением.):

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2$$

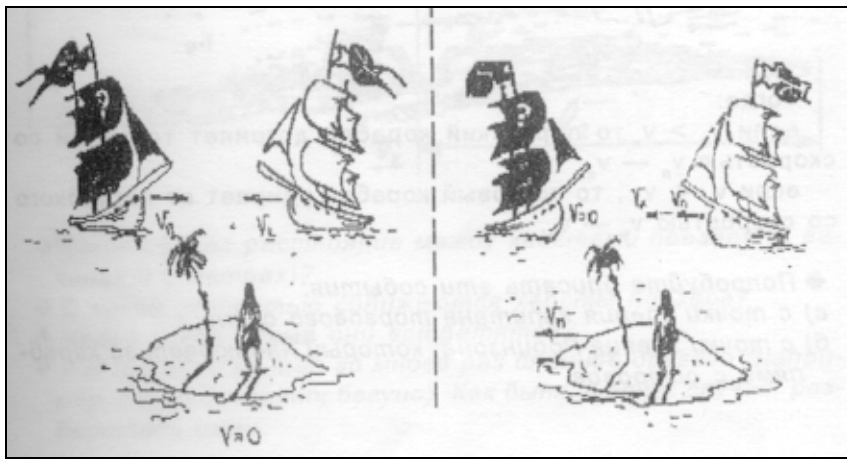
Если тело участвует одновременно в нескольких движениях, то его скорость алгебраически складывается из скоростей этих движений. Слово «алгебраически» означает, что если скорости направлены в одну сторону, то в сумму они входят с одинаковыми знаками, а если в разные – то с противоположными знаками.

Дрожите, лиссабонские купцы!

Пираты увидели, что встречным курсом движется торговое судно. Может ли пиратский капитан вычислить, через какое время корабли подойдут борт к борту и можно будет начать abordаж? Как изменится ответ, если пираты не сближаются с торговцами, а догоняют их?

Это было бы легко сделать, если бы пиратский корабль покоился, а двигался бы только торговый. Как же быть, если оба судна движутся?

С точки зрения пиратов пиратское судно можно считать неподвижным; тогда весь океан вместе с рыбами, кашалотами, спрутами и кораблями движется (опять же с точки зрения пиратов) в направлении от носа к корме пиратского судна.



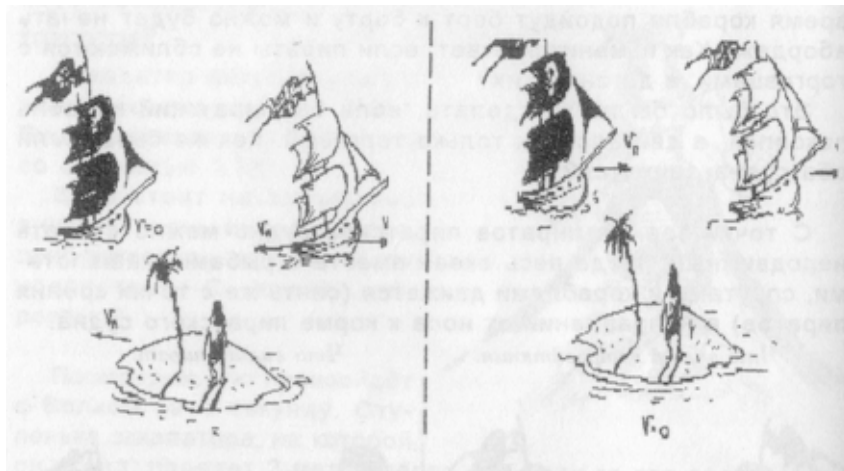
Что видит островитянин.

Что видит пират.

1) Если пираты и купцы движутся встречными курсами (к примеру, пираты – на восток, купцы – на запад), то пиратский капитан увидит, что купеческое судно участвует одновременно в двух движениях: на запад вместе с океаном (со скоростью пиратского судна $V_{\text{п}}$); на запад по океану (со своей собственной скоростью $V_{\text{к}}$).

Получается, что купцы сближаются с пиратами со скоростью $V_{\text{п}} + V_{\text{к}}$

2) Если и пираты и купцы движутся одним курсом (например, на восток), то пиратский капитан увидит вот что: купцы плывут на восток со скоростью V_k , но океан сносит их на запад со скоростью V_0 .



Тогда:

если $V_п > V_k$ то пиратский корабль догоняет торговый со скоростью $V_п - V_k$.

если $V_п < V_k$, то торговый корабль удирает от пиратского со скоростью $V_k - V_п$.

- Попробуйте описать эти события:

а) с точки зрения капитана торгового судна;

б) с точки зрения Робинзона, который наблюдает за кораблями с островов.

1.4 Встречи и расставания

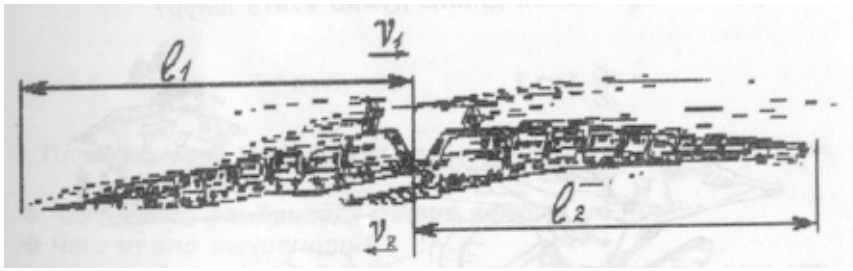
Поезд - длинный, смешной чудаки

До сих пор мы рассматривали движение тел, не думая об их длине. И корабли в море, и Волка на эскалаторе, и яблоко, падающее из клюва орла, мы считали просто точками (физики-профессионалы сказали бы «материальными точками»). Но иногда встречаются такие движения, когда о длине тела забывать нельзя. Например:

Две электрички едут навстречу друг другу с одинаковыми скоростями $v=15$ м/с. В одной электричке 9 вагонов, в другой – 12. Длина каждого вагона 60 м. Через сколько времени после встречи машинистов встретятся глазами пассажиры, уныло смотрящие в последние окна хвостовых вагонов?

При решении таких задач полезно считать, что у длинных тел есть только начало и конец (нос и корма, голова и хвост и т.д.). Вместо материальной точки появляется «материальное двоеточие». И обе эти точки движутся с одинаковой скоростью – скоростью всего тела.

Итак, нарисуем расположение поездов в момент встречи их машинистов.



- Какое сейчас расстояние между хвостами поездов (в вагонах и в метрах)?
- С какой скоростью сближаются хвосты поездов?
- Через какое время они встретятся?
- Иногда одно из тел во много раз длиннее другого (например, поезд догоняет бегуна). Как быть в этом случае, разберитесь сами.

Наука для детектива

Обычно Шерлока Холмса представляют как знатока химии, анатомии и уголовной хроники. Но не все вспоминают, что знаменитому сыщику то и дело приходилось решать задачи на движение. Например: если пароход с преступниками неделю назад стоял в Бомбее, а сейчас идет Суэцким каналом, то когда можно ждать его в Лондонском порту?

Готовясь взорвать дом, преступник поджег бикфордов шнур и бросился бежать, чтобы к моменту взрыва быть на безопасном расстоянии. Какой длины нужно взять шнур?

Сколько нужно времени, чтобы пройти пешком расстояние, которое дилижанс проходит за час?

- Как бы вы решали подобные задачи?

Во всех этих задачах сравниваются два движения. В первом случае у этих движений общая скорость (скорость парохода), во втором – время (время горения бикфордова шнура), в третьем – расстояние.

Рассмотрим решение первой задачи. В ней описаны два движения: Бомбей – Суэц и Суэц – Лондон. Оба расстояния известны – их можно найти по карте. Известно время первого движения. И, наконец, мы можем предположить, что средняя скорость парохода не менялась.

Выразим эту скорость из первого движения:

$$V = S_1/t_1$$

и подставим в формулу для второго: $t_2 = S_2/V$

и получим

$$t_2 = t_1 * S_2/S_1$$

План решения двух других задач попробуйте наметить сами.

- Что нужно измерить, решая каждую из них?
- Что нужно вычислить?

- Может быть, вам будет интересно заметить, что скорость сгорания бикфордова шнура и скорость человека отличаются по смыслу?

Если в задаче даны два движения, в которых какая-то величина (скорость, время или расстояние) общая, то удобно выразить эту общую величину из формулы $S = v \cdot t$ для одного движения и подставить в такую же формулу для другого.

Задачи к 1-й главе

Задача 8

Солнечный зайчик

Солнечный зайчик движется по стене комнаты со скоростью 0,3 м/с. С какой скоростью он будет двигаться по стене соседнего дома, если выскочит в открытое окно?

Задача 9

Путешествие в Царьград

Известно, что однажды киевская княгиня Ольга предприняла путешествие в Царьград. Представьте, что вы – советник великой княгини. Какой вид транспорта вы бы ей предложили? На какую продолжительность путешествия следует рассчитывать? Учтите, что за неудачный совет в те времена можно было заплатить не только положением, но и жизнью.

Как бы вы действовали, прежде чем давать совет княгине?

Задача 10

Дуэль в проливе Па-Де-Кале

Д'Артаньян, возвращаясь из Лондона в Париж на корабле, обнаружил на палубе графа Рошфора и вызвал его на дуэль. Граф выбрал дуэль на пистолетах. Где лучше стать д'Артаньяну – ближе к носу корабля или ближе к корме?

Брошенный с корабля камень, благодаря тому, что он приведен в движение кораблем, не отстанет от корабля и не опередит его.

Галилей, 1632 г.

Задача 11

Стрельба через винт

Вот отрывок из книги по истории авиации. «В 1915 г. в руки немцев попал французский самолет-истребитель. При осмотре машины выяснился секрет успеха французов в боях с немецкими самолетами. Пулемет у французов стрелял через собственный винт, а на лопастях винта были приклепаны стальные пластинки, они отражали пули, если те попадали в лопасти. Немцы скопировали новинку, но, в отличие от легких французских пуль, немецкие пули разносили собственные же винты в щепки!»

Что бы вы предложили?

Задача 12

«А ты, улетающий вдаль самолет»

Почему трудно наблюдать самолет, летящий вблизи, но легко – вдали? С какого расстояния наблюдение становится возможным?

Задача 13

Вам дали новенькую шариковую ручку. Как бы вы определили наибольшую длину следа, который может оставить на бумаге эта ручка?

Задача 14

Ветер ставит рекорды

Самый сильный порыв ветра произошел 12 апреля 1934 г. на горе Вашингтон штат Нью-Хемпшир. Скорость 132 м/с держалась несколько минут.

Придумайте задачу, связанную с этим событием.

Задача 15

Курс – на север

375 млн. лет назад от восточного края Австралии оторвался кусок суши (массив Александра) с прилегающими островами и через 275 млн. лет прилепился к Аляске, захватив по дороге часть калифорнийского полуострова.

С какой скоростью двигался массив?

Задача 16

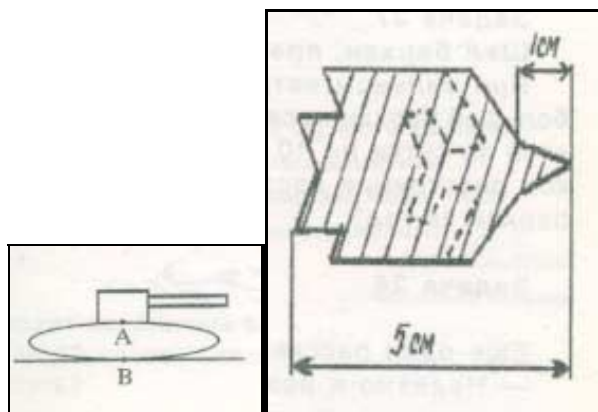
Бандитская пуля

Пуля, летящая со скоростью 600 м/с, насквозь пробивает вагон шириной 4 м. Оказалось, что отверстия в стенках вагона смещены друг относительно друга на 10 см.

С какой скоростью ехал вагон?

Задача 17

Танк едет по улице со скоростью 12 м/с. С какой скоростью движутся точки А и В его гусеницы? (см. на рис.)



Задача 18

Пешеход прошел часть пути со скоростью 3 км/ч, затратив на это две трети времени своего движения. За оставшуюся треть времени он прошел остальной путь со скоростью 6 км/ч.

Определите среднюю скорость его движения.

Задача 19

По дороге, расположенной параллельно железнодорожному пути, едет велосипедист со скоростью 5 м/с. Его догоняет поезд длиной 120 м и обгоняет его за 6 с. Какую скорость имел поезд?

Задача 20

В море при штиле плывут навстречу друг другу мальчик и лодка. Одновременно между ними плывет любознательный дельфин. Подплыв к мальчику, дельфин сразу поворачивает и плывет к лодке, а от нее вновь возвращается к мальчику. Так он и плавает между сближающимися лодкой и мальчиком. Определите путь, который преодолел дельфин за время, в течение которого расстояние между лодкой и мальчиком сократилось с 500 м до 100 м.

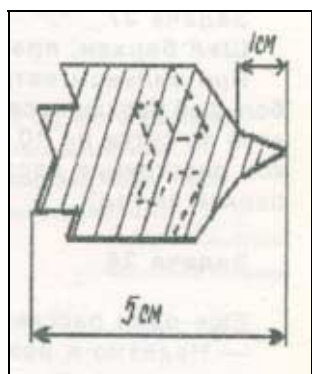
Скорость мальчика 1 м/с, лодки 3 м/с, дельфина – 5 м/с.

Задача 21

Автоколонна движется по мосту со скоростью 36 км/ч. За какое время колонна пройдет мост, если длина моста 600 м?

Задача 22

Разведчики сфотографировали летящий самолет. (Форма самолета показана штриховой линией, см. рис.) Какова скорость самолета, если его длина 30 м, а выдержка фотоаппарата 0,1 с?



МИКРООПЫТ

Попробуйте, имея газету и секундомер, выяснить, от чего может зависеть средняя скорость тела, падающего в воздухе?

Задача 23

У Бабы-Яги, как известно, две ноги: одна – костяная, другая – простая. На простой ноге Баба-Яга передвигается со скоростью 6 км/ч, а на костяной – вдвое быстрее. От избушки на курьих ножках до ближайшего магазина 36 км. Сколько времени потребуется Бабе-Яге, чтобы пройти это расстояние?

Задача 24

Моторная лодка проходит расстояние от А до В по течению реки за 3 ч, а плот – за 12 часов. Сколько времени затратит лодка на обратный путь?

Задача 25

Сколько времени идет к нам свет от ближайшей к Солнцу звезды Альфа Центавра, если расстояние между Солнцем и этой звездой равно $3,9 \cdot 10^{16}$ м?

Задача 26

Придумайте способ, как самим измерить скорость какого-нибудь равномерного движения (течения реки, автомобиля и т.д.).

Задача 27

Шел бархан, преград не зная

При сильном ветре небольшой бархан передвигается за сутки на 10 м. Какое расстояние проползет бархан за год?

Задача 28

Еще один рассказ барона К.Ф.И. Мюнхгаузена:

- Недавно я разминался, бегая вдоль железной дороги. Навстречу мне промчались два поезда - один через 6 минут после другого. Я знал, что оба они идут со скоростью 60км/ч, причем второй поезд отправился со станции через 10 мин после первого. Я тут же достал блокнот и ручку и прямо на бегу вычислил по этим данным свою скорость. Если и вы сможете ее определить, то убедитесь, что бегаю я действительно неплохо.

Задача 29

При попутном ветре скорость почтового голубя 100 км/ч, а при встречном – вдвое (ниже). За какое время голубь доставит письмо адресату на расстояние 850 км и вернется обратно, если туда он летит при попутном ветре, а ветер упорно не хочет меняться?

Задача 30

Какое расстояние преодолет Земля за полгода в своем движении вокруг Солнца? Какова скорость этого движения?

Земля с Луною в круговом

Находится движении –

И потому мы капли пьем

От головокружения.

Из английской народной поэзии.

Задача 31

Кавказскую пленницу везут в автомобиле. Через щель в кузове несчастная жертва могла видеть километровые столбы в течение 10 минут. Может ли она узнать, на какое расстояние ее увезут за 2 часа?

Задача 32

В 9 часов вечера у дяди Васи со скоростью 30 км/ч поехала крыша. Дядя Вася обнаружил пропажу только через 3 часа, сорвался за ней в погоню и догнал только в 6 часов утра. С какой скоростью мчался дядя Вася за своей крышей?

Задача 33

Ядовитый паук тарантул при всех его достоинствах еще и отличный пловец. Он может плыть с незначительными передышками целую неделю со скоростью 20 м/мин.

Какой ширины реку способен преодолеть за неделю этот пловец, если на передышки он затратит всего 3 часа?

2. КАК ОСЕДЛАТЬ ТЯНИТОЛКАЯ

Если слон и вдруг на кита налезет – кто кого сборет?

(Детский вопрос из повести Л. Кассиля «Кондуит и Швамбрания»).

2.1 Соберемся с силами

Левитация

Легендарный экстрасенс Урия Гипп заставляет шарик от пинг-понга висеть в воздухе и при этом ни на что, кроме воздуха, не опираться. Урия Гипп говорит, что делает это силой мысли; Папа Римский заявляет, что здесь не обошлось без нечистой силы; святейший Шейх ибн-Хоттаб полагает, что это – та же непостижимая сила, которая держит в воздухе знаменитый гроб пророка Магомета.

- А что по этому поводу думаете вы?

Костяная нога

Лучший бомбардир южно-испанской сборной Диего Абадонна носит на левой ноге красную повязку. Это должно означать, что мяч после его удара может убить вратаря или сломать штангу. Но это еще не все: футбольный снайпер владеет еще и непревзойденным «кошачьим» пасом – мяч после такого удара катится почти незаметно. Тренер позднеанглийской сборной Джекки Чарльстон утверждает, что изобрел тренажер, точно воспроизводящий как «пушечный» удар Абадонны, так и его «кошачий» пас.

- Как, по-вашему, должен быть устроен такой тренажер?

Моя полиция меня бережет

Струя воды из пожарного рукава должна сбить нарушителя порядка с ног, но не должна его покалечить.

- Можно ли измерить, с какой силой действует струя на нарушителя?

Мина плавает по дну

Требуется обезвредить магнитные мины, которые прилипают к стальному корпусу корабля и сразу взрываются.

- Как измерить силу, с которой мина притягивается к корпусу?

Любое физическое тело может испытывать притяжения или толчки со стороны других тел – механические воздействия. Эти воздействия можно сравнивать, а значит – измерять.

Мера воздействия называется силой.

Ньютон-школьник однажды победил на соревнованиях по прыжкам в длину, потому что выждал момент, когда сила ветра помогла ему.

2.2 Сила есть!

Мышонок по имени Ньютон

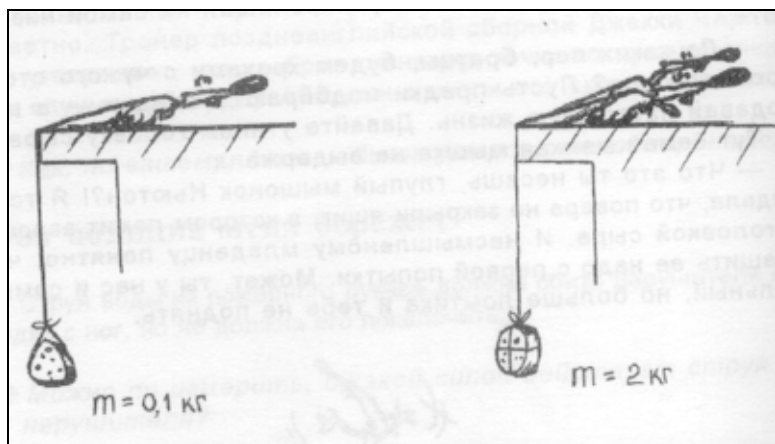
Жил-был царь, у царя был дворец, во дворце – кухня, а в кухне мыши жили-поживали, вкусные крошки подбирали.

Но как-то раз самый шустрый мышонок по имени Ньютон собрал ровесников и ровесниц и пропищал на самой низкой ноте:

- До каких пор, братцы, будем крохами с чужого стола пробавляться? Пусть предки подбирают объедки – а нам подавай настоящую жизнь. Давайте утянем головку сыра!

Тут самая мелкая мышка не выдержала:

- Что это ты несешь, глупый мышонок Ньютон?! Я тоже видела, что повара не закрыли ящик, в котором лежит авоська с головкой сыра. И несмышленому младенцу понятно, что утащить ее надо с первой попытки. Может, ты у нас и самый сильный, но больше ломтика и тебе не поднять.
- Нас много, братцы! - ответил мышонок по имени Ньютон. -- И по силе мне никто не захочет уступать. Я видел, как повара нарезают головку сыра на двадцать ломтиков. Двадцать добровольцев, два шага вперед! Если дружно потянем – вытянем авоську из ящика.



Тут самая мелкая мышка задумалась, а потом спросила:

- А как ты думаешь, Ньютон, сколько понадобится добровольцев, чтобы поднять за хвост вон того кота, что дремлет возле ящика?

Чтобы измерять силу, надо выбрать единицу измерения.

За единицу силы принят 1 ньютон – сила, которая нужна, чтобы поднять груз массой 0,1 кг.

Итак, чтобы поднять массу

$m = 0,1 \text{ кг}$, нужна сила $F = 1 \text{ Н}$;

$m = 1 \text{ кг}, \quad F = 10 \text{ Н};$

$m = 2 \text{ кг}, \quad F = 20 \text{ Н};$

и т.д.

Силу, которая нужна, чтобы поднять массу m , можно записать в виде

$$F = m * 10 \text{ Н/кг}$$

Можно сказать, что это – сила тяжести, с которой груз массой m притягивается к Земле. Иногда формулу для силы тяжести записывают в виде

$$F = m * g,$$

$$\text{где } g = 10 \text{ Н/кг}$$

- Какая сила нужна, чтобы поднять:

Пушинку?

Вас лично?

Слона?

- С какой силой притягиваются к Земле:

Кот?

Лошадь?

Синий кит?

Самый большой блок египетской пирамиды ($m = 285$ тонн)?

- Какую силу можете приложить вы?
- На потолке сидит муха. Действует ли на нее сила тяжести?

Задача 1

Чемпионат по взвешиванию

Проведите в классе соревнование, кто точнее всех определит без весов массы различных тел.

Как измерить силу богатырскую?

Как-то раз в дремучем лесу (то ли Черниговском, то ли Шервудском), на берегу реки (то ли Темзы, то ли Смородинки), задумали хитроумный русский богатырь Алеша Попович и благородный английский разбойник Робин Гуд силами помериться.

Робин Гуд поднял три огромных валуна, но не справился с четырьмя такими же валунами.

И Алеша Попович те же три валуна одолел, но четыре и ему не покорились.

- Значит ли это, что силы Робина Гуда и Алеши Поповича одинаковы?
- Можно ли выяснить, кто из них все-таки сильнее?
- Как быть, если камешков поменьше поблизости нет?

Посмотрел тогда Алеша Попович на Робина Гуда и промолвил:

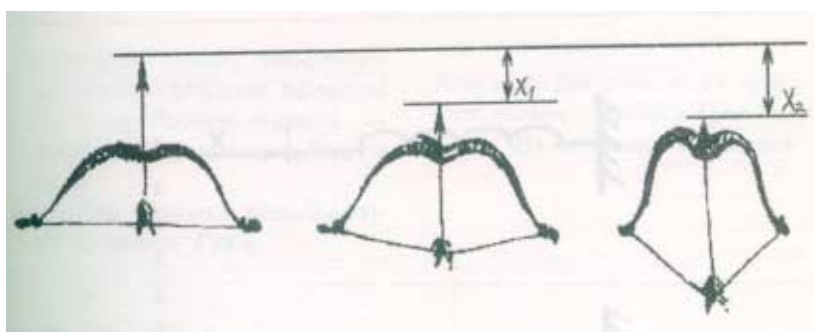
- Добру молодцу, что камни поднимать, что лук растягивать – одни и те же руки надобны. Давай-ка, брат Робин Гуд, померимся, кто сильнее лук растянет.

Взялся Робин Гуд за лук тугой, наложил на него стрелу каленую. Растянул тетиву – острие стрелы на три вершка попятилось.

Взялся за тот же лук хитроумный Алеша Попович – попятилось острие стрелы на три вершка с четвертью.

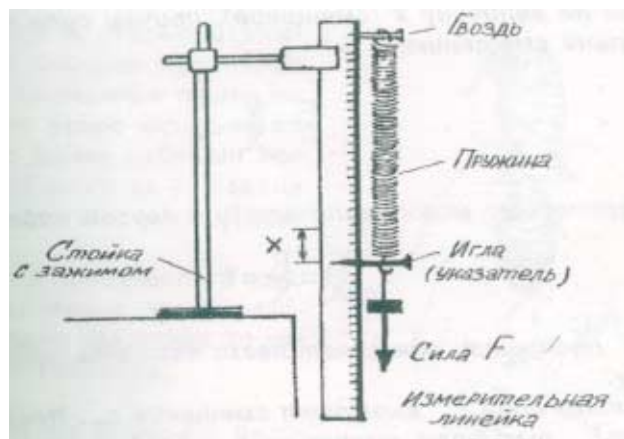
На том богатырский спор и порешили.

Нашим героям удалось помериться силами с помощью хитрости они додумались сравнивать силы своих мускулов с силой упругости натянутого лука. Отрезки X_1 и X_2 (смещение острия стрелы) можно сравнивать гораздо точнее, чем массы и силы тяжести камней.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

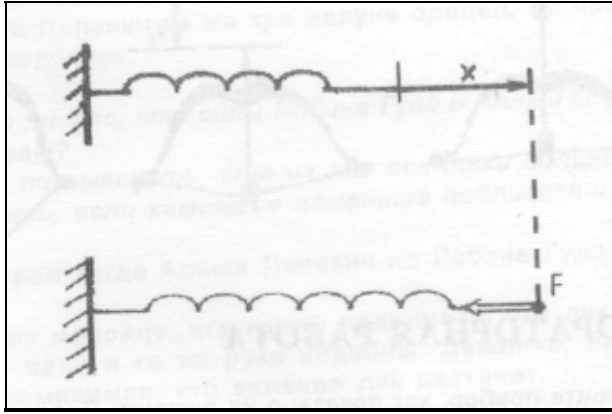
Соберите прибор, как показано на рисунке. Подвесьте к пружине гирию в 100 г. Куда переместился указатель?



- Можете ли вы предсказать, где он окажется, если подвесить 200 г; 150 г; 75 г?
- Где будет указатель, если пружину потянуть с силой 3 Н; 0,5 Н; 2,5 Н?

Можете ли вы составить по результатам опыта таблицу?

- Построить график?
- Можете ли вы сделать вывод из опыта в виде формулы?



Если к пружине приложить силу F , длина пружины изменяется на величину x (смещение), причем сила пропорциональна смещению:

$$F_2/F_1 = X_2/X_1$$

Эту пропорцию можно записать и в другом виде:

$$F_2/X_2 = F_1/X_1 = k$$

Новая пропорция позволяет легко находить неизвестную силу:

Известная сила F_1 , вызывает смещение x_1 . Неизвестная сила F_2 , вызывает смещение x_2 . Тогда

$$F_2 = F_1/X_1 * X_2 = k * X_2$$

аналогично

$$F_3 = k * X_3$$

короче

$$F = k * X_3$$

Благодаря этому свойству пружина и служит главной частью динамометра –прибора, измеряющего силу.

Формула в рамке называется законом Гука.

Кто хоть раз стрелял из лука,

Тот знаком с законом Гука.

Из школьного фольклора.

2.3 Силы в упряжке или танцы на льду

Танец первый

«Я помню чудное мгновенье»

Однажды в студеную зимнюю пору Спящая Красавица очнулась от спячки и пошла на Лебединое озеро кататься на коньках с двумя добрыми молодцами. Одного из них звали Брюс Ли, другого – ван Дамм.

Брюсу Ли понадобилось одно чудное мгновенье, чтобы разогнать Спящую красавицу до невероятной скорости.

- Может ли Брюс Ли разогнать Спящую Красавицу до большей скорости
- До какой скорости разгонит Спящую Красавицу ван Дамм, который вдвое сильнее Брюса Ли? В его распоряжении тоже одно чудное мгновение.
- До какой скорости добры молодцы разгонят Спящую Красавицу вдвоем (тоже за одно чудное мгновение)?

Что произойдет с телом, если на него подействует сила?

Если к неподвижному телу приложить силу, то оно будет разгоняться – приобретет скорость. Если та же сила будет действовать дольше, то приобретенная скорость увеличится:

$$V_2/V_1 = t_2/t_1 \quad (1)$$

Если приложить большую силу, не меняя времени действия – приобретенная скорость тоже увеличится:

$$v = F/m * t \quad (2)$$

Задача 2

Спящая красавица пригласила кататься с богатырями сестру-близнеца Белоснежку. Ван Дамм разогнал Белоснежку до невероятной скорости. Может ли Брюс Ли разогнать до той же скорости Спящую Красавицу? Как ему действовать?

Танец второй

«Возьмемся за руки, друзья...»

Белоснежка и Спящая Красавица взяли за руки. До какой скорости Брюс Ли разгонит эту парочку за чудное мгновение? До какой скорости разгонит ее ван Дамм?

Как изменится скорость, приобретенная телом под действием силы, если изменить массу тела?

Если массу тела увеличить, скорость, приобретенная телом под действием силы, во столько же раз уменьшится:

$$V_2/V_1 = m_1/m_2 \quad (3)$$

Все три формулы можно получить из одной:

$$v = F/m * t \quad (4)$$

(проверьте это).

Смысл этой формулы прост: скорость, приобретенная телом под действием силы, зависит, во-первых, от приложенной силы, во-вторых, от времени ее действия, и, в-третьих, от массы тела.

Задача 3

Брюс Ли, Спящая Красавица и Белоснежка образовали на катке «поезд». До какой скорости разгонит его ван Дамм? До какой скорости разгонит «поезд» Брюс Ли, если уступит место в нем ван Дамму?

Задача 4

До какой скорости за 1 секунду разгоняется тело под действием силы тяжести? Как эта скорость зависит от массы тела? Можете ли вы эту скорость измерить?

Танец третий

Леди с дилижанса - пони легче

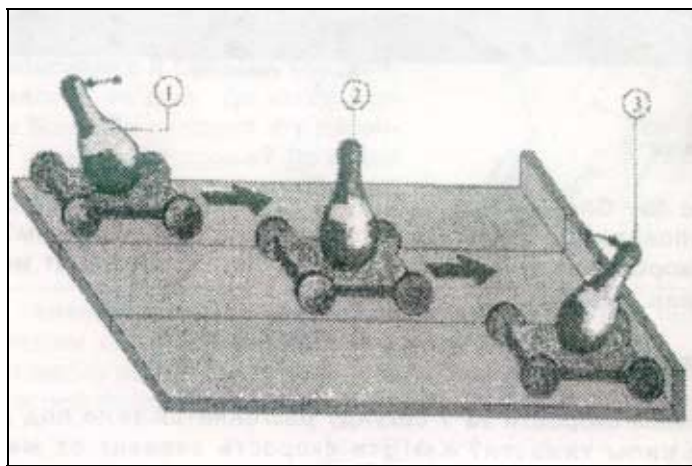
Ван Дамм подарил Белоснежке суперсовременные идеально скользящие коньки. Белоснежка надела коньки и вдруг спросила:

- Если у дамы идеально скользящие коньки, должен ли кавалер все время подталкивать даму, чтобы она двигалась с приличной скоростью?
- Что бы вы ей ответили на месте ван Дамма?
- Отнюдь! - ответил ван Дамм. - Уважающий себя кавалер должен даму разогнать, а потом предоставить самой себе.

Предоставленная самой себе дама будет двигаться по прямой с приличной скоростью без всяких усилий со стороны кавалера, а также и без собственных усилий.

Более того, чтобы остановить эту даму, понадобится сила другого кавалера. Если кавалер этого не сделает, за него это сделает любое препятствие, возникшее на пути дамы.

Итак, дама, предоставленная самой себе покоится или равномерно движется по прямой, пока не вмешается какой-нибудь кавалер.



Если к неподвижному телу приложена сила, то тело будет разгоняться, пока действует сила. Когда действие силы прекращается, тело сохраняет приобретенную скорость - как говорят, **движется по инерции**. Чтобы изменить эту скорость (еще больше разогнать тело, заставить его повернуть, затормозить его) – снова требуется, чтобы на тело подействовала сила со стороны других тел.

Можно сказать и так:

всякое тело покоится или движется со скоростью, постоянной по величине и направлению, пока другие тела не заставят его изменить эту скорость. (Первый закон Ньютона или закон инерции).

При этом «другие тела» могут быть очень малыми или даже невидимыми – как невидим ветер, разгоняющий парусник, как невидимы струи воздуха, бьющие в купол парашюта, как невидимы микроскопические бугорки на льду, тормозящие конькобежца.

Танец четвертый

«Ледовое побоище»

Семь гномов притащились за Белоснежкой на каток, подъехали к ван Дамму и начали к нему приставать. Ван Дамм вполсилы толкнул одного, тот отъехал с невероятной скоростью.

- Как вы думаете, что произошло при этом с ван Даммом? Почему?
- Воздействовал ли ван Дамм на гнома?
- Воздействовал ли гном на ван Дамма?

Пусть учитель и ученик или два ученика сыграют в перетягивание каната, к обоим концам которого прикреплены динамометры. Что покажет динамометр победителя? А что покажет динамометр побежденного?

Любое воздействие на тело сопровождается ответным воздействием. Силы взаимодействия двух тел равны по величине и противоположно направлены:

$$F_{12} = - F_{21}$$

или, короче, сила действия равна силе противодействия.)

Танец пятый

Не числом, а умением

Однажды на каток пришли Волк и Семеро Козлят. Козлята уже умели кататься на коньках, а Волк еще не научился.

Волка дружно поставили на коньки, четверо козлят что есть силы потянули его вперед, а трое из всех сил - назад. Так они общими усилиями разогнали Волка до черепашьей скорости.

- Разумно ли действовали козлята?
- Скольких козлят было бы достаточно, чтобы добиться того же результата?
- До какой скорости могли бы козлята разогнать Волка, если бы действовали умнее?

Несколько сил, действующих на тело, можно заменить одной силой, дающей тот же результат. **Если все силы действуют вдоль одной прямой, то эта РАВНОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИЛА алгебраически складывается из всех действующих**

сил (силам, действующим в противоположных направлениях, приписываются противоположные знаки):

$$F_p = F_1 + F_2 + \dots$$

2.4 Золотое правило

Работа есть работа,
Работа есть всегда ...
Булат Окуджава

Толстый и тонкий

Слон поднимает мешок зерна с земли на чердак. Справится ли с этим делом муравей?

- Какое расстояние ему придется преодолеть с грузом?
- Какую силу прикладывает слон?
- Какую силу прикладывает муравей?
- Какое расстояние преодолевает с грузом слон? А муравей?

Деликатный груз

На причал, у которого отшвартовалась яхта «Беда », доставили в подарок команде фургон страусиных яиц. На вахте - только матрос Фукс, все подъемные механизмы отправлены в ремонт.

- Может ли Фукс поднять на борт по трапу вышеупомянутые деликатесы?
- Какую силу нужно приложить, чтобы поднять груз в один прием (к примеру, подъемным краном)?
- Какое расстояние преодолел бы груз?
- Какую силу может приложить матрос Фукс, поднимая груз на борт? Какое расстояние преодолел Фукс с грузом?

Часто бывает, что для перемещения какого-либо тела на расстояние s нужно приложить большую силу F , а вы можете приложить только малую силу f .

Вам удастся выполнить задание, если при этом вы преодолеете большее расстояние S :

$$s/S = F/f \Rightarrow f * s = F * S$$

Величина

$$f * s = F * S = A$$

будет одинаковой в обоих случаях и называется механической работой.

Смысл понятия, наверно, ясен: одну и ту же работу (например, перенос груза) можно выполнить двумя способами:

прикладывая большую силу, зато преодолевая при этом малое расстояние, или, напротив, прикладывая малую силу, но преодолевая большее расстояние.

В старину закон

$$f * s = F * S$$

называли «золотым правилом механики»: выигрываешь в силе - проигрываешь в расстоянии.

Единица измерения работы - джоуль (Дж).

Работу в 1 Дж совершает сила 1 Н, перемещая тело на 1 м в том же направлении, в котором она действует.

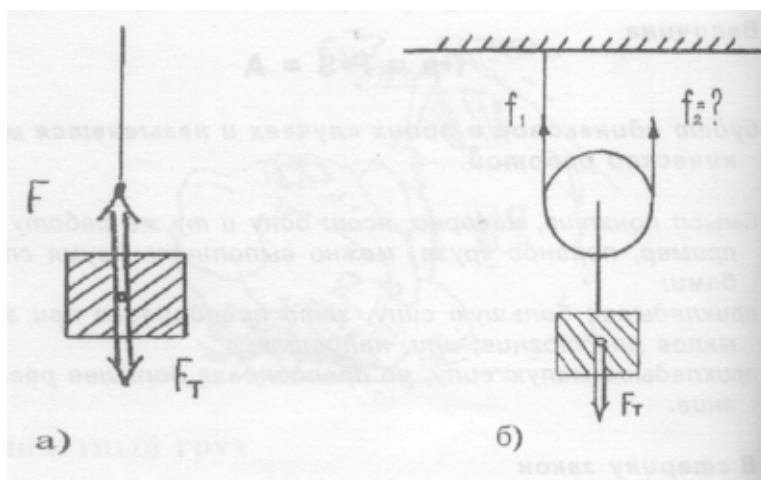
$$[A] = Н * м = 1дж .$$

2.5 «Ох, нелегкая эта работа!..»

Люди или инопланетяне?

Профессор Тарантога, почетный член Академии обеих Медведиц, утверждает, что знаменитые египетские пирамиды люди не могли построить без помощи инопланетян, поскольку средний человек не может развивать силу, большую, чем собственный вес, а масса одного блока пирамиды доходит до 285 тонн.

Может ли человек, прикладывая малую силу, преодолеть действие большой силы?



1) Измерьте, какую силу нужно приложить, чтобы поднять груз обычным способом (случай а).

2) Измерьте силу, которая нужна, чтобы поднять груз на подвижном блоке (случай б).

- Можете ли вы объяснить результат?

Левая и правая части веревки одинаковые, поэтому

$$f_1 = f_2 = f \qquad f_1 + f_2 = F$$

а значит,

$$f = F/2$$

Измерьте, на каком расстоянии S действует сила F (в случае а), и на каком расстоянии s действует сила f в (случае б).

Как вы можете объяснить результат?

Можете ли вы объяснить результат, если его записать в другой форме:

$$F * S = f * s$$

Можно придумать устройство (к примеру, подвижный блок), которое позволяет, прикладывая малую силу f , преодолевать большую силу F .

При этом работа совершается одинаковая:

$$F * S = f * s \quad A_1 = A_2$$

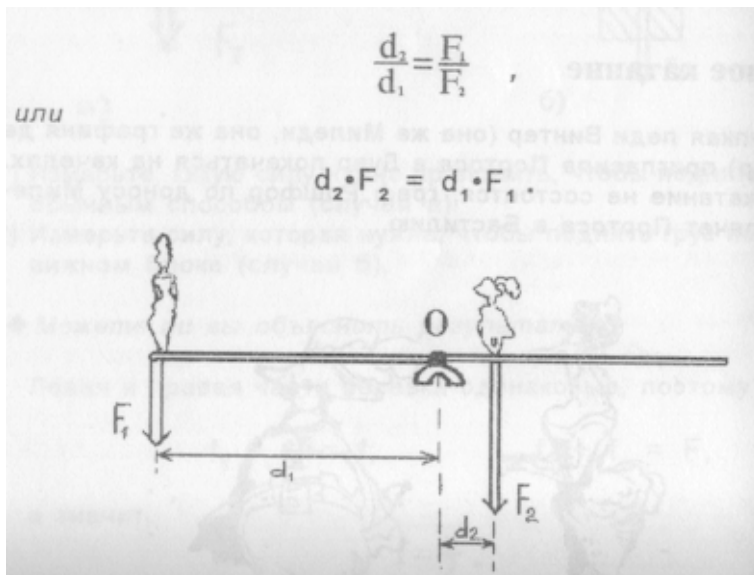
- Не можете ли вы предложить устройство, которое позволяет преодолеть силу, которая в 4 раза больше, чем приложенная ($F = 4f$)? В 8 раз больше, чем приложенная?
- Что бы вы ответили профессору Тарантоге?

Парное катание

Хрупкая леди Винтер (она же Миледи, она же графиня де ла Фер) пригласила Портоса в Лувр покататься на качелях. Если катание не состоится, граф Рошфор по доносу Миледи упрячет Портоса в Бастилию.

- Вы можете спасти Портоса, если передадите ему чертеж, указывающий правильное положение пары на качелях.
- Пусть живых персонажей заменят пластилиновые фигурки.
- Можете ли вы, поместив «Миледи» на край доски, найти правильное положение для «Портоса»?
- Если «Миледи» взбредет в голову переместиться, куда следует переместиться «Портосу»?
- Какую работу совершит каждая сила при малом перемещении?

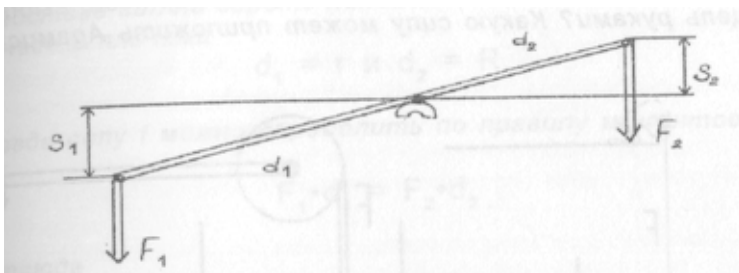
Малая сила f может преодолеть (говоря точнее, уравновесить) большую силу F , если она приложена дальше от точки O (оси вращения). Расстояния от оси вращения до сил (так называемые плечи сил) связаны с силами простым законом:



Величина $M = F \cdot d$ называется моментом силы, и закон равновесия рычага записывается в виде $M_2 = M_1$ (правило моментов).

Если правило моментов выполняется, то работы, совершаемые силами F_1 и F_2 будут равными:

$$F_1 \cdot S_1 = F_2 \cdot S_2$$

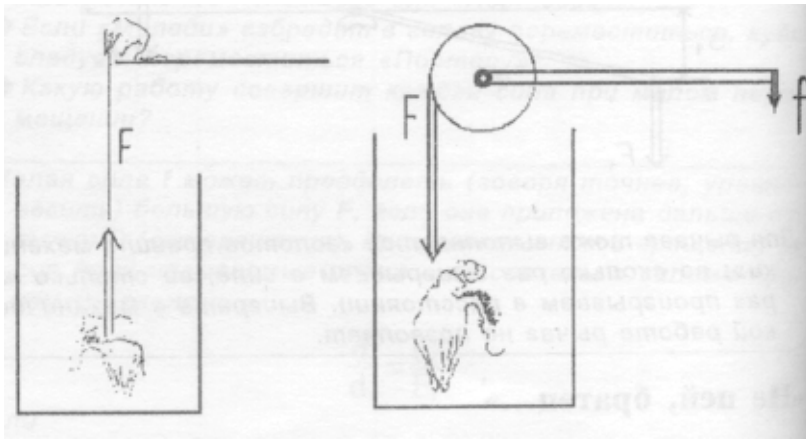


Для рычага тоже выполняется «золотое правило механики»: во сколько раз выигрываем в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии. Выиграть в механической работе рычаг не позволяет.

«Не пей, братец...»

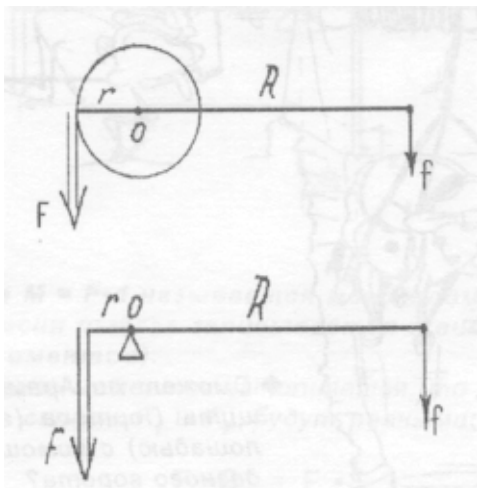
Ехали как-то Портос с Арамисом по предместью то ли Лиона, то ли Руана и остановились у колодца напоить лошадей. Вдруг лошадь Портоса оступилась и вместе с седоком полетела в колодец - только цепь загремела.

- Сможет ли Арамис вытащить Портоса (вместе с лошадью) с помощью колодезного ворота?
- Какая сила нужна, чтобы вытащить Портоса, выбирая цепь руками? Какую силу может приложить Арамис?



- Какую силу нужно приложить к рукоятке ворота, чтобы вытащить Портоса?

Какую силу f нужно приложить к рукоятке ворота, чтобы уравновесить силу F , приложенную к его валу?



Действие сил на ворота напоминает действие сил на рычаге с плечами

$$d_1 = r \text{ и } d_2 = R$$

Тогда силу f можно определить по правилу моментов:

$$F_1 * d_1 = F_2 * d_2$$

отсюда

$$F * r = f * R$$

И

$$f = F * r/R$$

Подведем итоги:

Силами можно управлять, и в принципе человек своими силами может с помощью простых механизмов преодолеть (уравновесить) силу любой величины. При этом человеку придется, выиграв в силе, проиграть во столько же раз в расстоянии. И наоборот: рассчитать неизвестную силу или расстояние можно с помощью формулы работы:

$$A_1 = A_2; \quad F_1 * s_1 = F_2 * s_2.$$

Ни один из нас бы не взлетел,

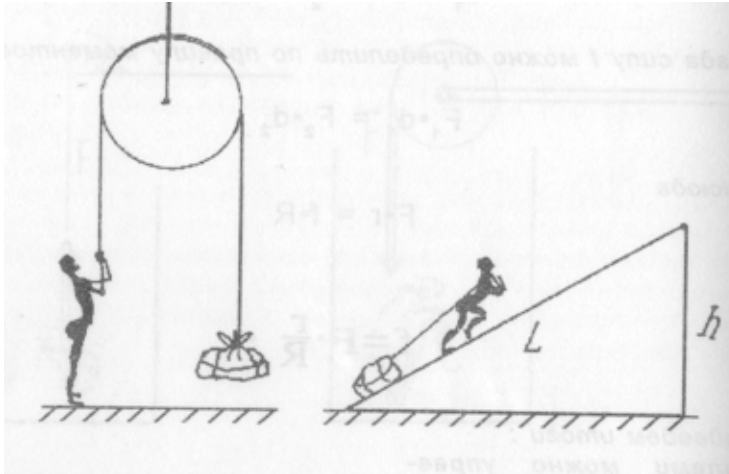
Покидая землю, в поднебесье,
Если б отказаться не сумел
От запасов лишних равновесья.

Самуил Маршак

Задачи по теме «РАБОТА»

Задача 5

Какой выигрыш в силе достигается на неподвижном блоке (см. рис.)? Для чего применяется этот механизм?



Задача 6

Какой выигрыш в силе достигается на наклонной плоскости (см. рис.)? Для чего применяется этот механизм?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

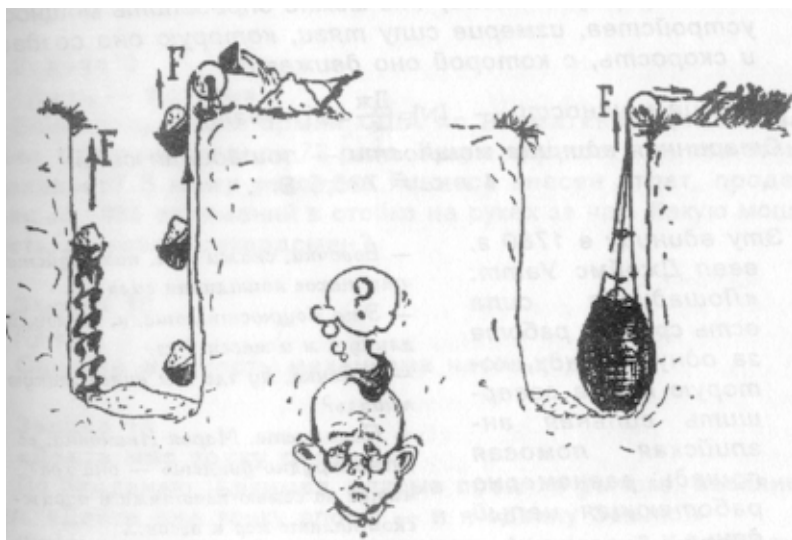
Какую силу развивает бицепс, если приходится держать портфель, согнув руку в локте под прямым углом?

2.6 Золотая лихорадка

Однажды Знайка на глубине 1 км нашел россыпь золотого песка массой 1000 т. Винтик предлагает Знайке подъемник системы «Крот», а Шпунтик - подъемник системы «Землеройка». Сиропчик и Незнайка предлагают новейшую систему «Эй, ухнем!» - сотню коротышек, запряженных в сверхпрочную бочку из-под сиропа. (Бочка, упряжка и коротышки выдерживают полную загрузку бочки).

- Какую систему Знайке выбрать? Что бы вы сделали на его месте, чтобы выбор был удачным?
- Какую механическую работу требуется произвести, чтобы поднять всю россыпь на поверхность?
- Чем могут отличаться предложенные системы, если все они способны произвести необходимую механическую работу?

- Как определить, за какое время каждая из предложенных систем поднимет всю россыпь на поверхность?



Одну и ту же механическую работу разные устройства могут произвести за разное время. Чтобы выяснить, за какое время устройство совершит заданную работу, нужно выяснить, какая работа совершается за единицу времени:

$$N = A/t \quad (1)$$

Эта величина называется мощность. Чем больше мощность системы, тем скорее она произведет заданную механическую работу.

$$t = A/N \quad (2)$$

Чтобы определить мощность устройства, удобнее представить величину мощности в другой форме. Поскольку $A = F * s$ (F - сила тяги, s - перемещение), имеем

$$N = A/t = F*s/t = F * v \quad (3)$$

$$N = F * v \quad (4)$$

Из этой формулы видно, что можно определить мощность устройства, измерив силу тяги, которую оно создает, и скорость, с которой оно движется.

Единица мощности - $[N] = \text{Дж/с} = \text{Вт}$ (ватт).

Старинная единица мощности - лошадиная сила:

1 л.с. = 735,5 Вт.

Эту единицу в 1780 г. ввел Джеймс Уатт: «Лошадиная сила есть средняя работа за одну секунду, которую могла совершить сильная английская ломовая лошадь, равномерно работающая целый день ».

- Вовочка, скажи нам, пожалуйста, что такое лошадиная сила?
- Это мощность лошади, имеющей длину 1 м и массу 1 кг.
- Вовочка, ну где ты видел такую лошадь?

- *Понимаете, Марья Ивановна, ее очень трудно увидеть - она хранится за семью печатями в парижской палате мер и весов...*

Из школьного фольклора

Задача 7

Из колодца глубиной 18 м за 0,5 мин. с помощью ворота подняли бадью с глиной массой 36 кг на цепи, каждый метр которой имеет массу 1 кг. При какой мощности была совершена эта работа?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Попробуйте определить мощность электродвигателя, например, из детского конструктора.

Задача 8

Какую мощность способны развивать вы:

а) поднимаясь по лестнице;

б) прыгая в высоту?

- В каких пределах может изменяться мощность человека?
- Какую мощность развивает тяжелоатлет, выжимая штангу?
- Сравните эту мощность с мощностью автопогрузчика (532 л.с.).

Задача 9

«Лечь - встать»

Военнослужащий армии США по нормативам должен за 1 мин. отжаться от пола 72 раза. Какую мощность он при этом развивает? В книгу рекордов Гиннеса внесен атлет, проделавший 1986 отжиманий в стойке на руках за час. Какую мощность развивал рекордсмен?

Задача 10

Ку-ку

Оцените мощность механизма часов-ходиков.

Задача 11

«Дайте мне точку опоры!»

По преданию, Архимед, открыв правило рычага, воскликнул: «Дайте мне точку опоры - и я сдвину Землю!»

Какую силу надо было преодолеть Архимеду? Какой длины должен быть рычаг? Сколько времени потребовалось бы Архимеду?

Задача 12

Существуют ли рычаги, предназначенные для выигрыша в расстоянии?

Задача 13

Можно ли поднимать тяжести (например, блоки пирамид или плиты Стоунхенджа) при помощи рычагов? Сколько человек может для этого понадобится?

Задачи ко 2-й главе

Задача 14

Мяч после удара летит вверх. Действует ли на него сила тяжести?

Задача 18

Поезд едет сам собой

Во время гражданской войны инженер Коржевников сопровождал поезд, на платформах которого были закреплены самолеты со снятыми крыльями. На одной из стоянок, когда паровоз ушел заправляться водой и углем, напали белые. Охраны у поезда почти никакой, единственный шанс спасти самолеты - уехать, но паровоза нет. Что бы вы сделали на месте Коржевникова?

(Авторы не предлагают решать вопрос, за кем была правда - за красными или за белыми.)

Задача 16

Натяжение веревки

Чтобы разорвать веревку, человек тянет ее руками за концы в разные стороны, причем каждая рука тянет с силой 100 Н. Не разорвав таким образом веревки, человек привязывает один ее конец к гвоздю, вбитому в стену, а за другой тянет обеими руками с силой 200 Н. Сильнее ли натянется веревка во втором случае?

Задача 17

Безмен

Взрослый может вытянуть на безмене 100 Н, а ребенок - 30 Н. Сколько покажет указатель безмена, если оба станут растягивать его одновременно в противоположные стороны?

Задача 18

На воздушном шаре

С воздушного шара, неподвижно висящего в воздухе, свободно свешивается лестница (см. рис.). По ней начал взбираться человек, Куда при этом сдвинется шар: вверх или вниз?

Задача 19

Мальчики, стоя на носу лодок, держат концы легкой веревки, протянутой между лодками. Массы лодок и мальчиков одинаковы. Перехватывая веревку руками, мальчики одновременно начали двигаться навстречу друг другу - один со скоростью 1 м/с, а другой со

скоростью 2 м/с. Через какое время встретятся лодки, если начальное расстояние между ними равняется 6 м?

Задача 20

«На всякого мудреца...»

Почему древнегреческий мудрец Аристотель считал южное полушарие необитаемым?

Задача 21

Сверхпрочное яйцо

Некий эксцентричный американец сбросил с вертолета над Токийским заливом сырое яйцо. Оно не разбилось. Как вы думаете - почему?

Задача 22

Прогуливаясь по берегу озера, Миша пригласил Лялю посидеть в лодке без весел. Вдруг Ляля передумала сидеть с Мишей в лодке без весел и выпрыгнула на берег. Как сложилась дальнейшая Мишина жизнь?

Задача 23

Почему американцы, которые живут прямо под нами на другой стороне Земли, не сыплются с планеты как горох? И почему не сыплемся мы, когда вращающаяся Земля переворачивается?

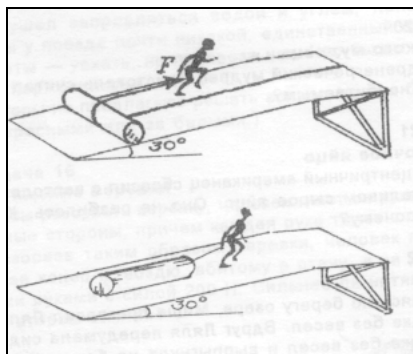
Задача 24

После внезапной остановки своего велосипеда, неожиданно застрявшего в колючих кустах, Петя некоторое время по инерции продолжал движение сквозь кусты в том же направлении. Пролетев кусты насквозь, Петя заметил, что скорость его значительно снизилась, и что он летит не прямолинейно, а приближается к луже. Какие силы притормозили Петю в кустах?

Какие силы пригласили Петю приблизиться к земле?

Задача 25

Защитникам крепости надо доставить на крепостную стену бочку пороха. Атос предлагает способ а), а Арамис - способ б). Какой из них лучше? Объясните.



Задача 26

Спор в цветочном городе

Винтик и Шпунтик стали разбираться, почему закрутить винт легче, чем забить гвоздь того же размера. Помогите им.

Задача 27

В яму глубиной в 1 метр за 10 секунд падает 10 одинаковых мальчиков. Средняя масса каждого мальчика 40 кг. Какая средняя мощность при этом развивается?

3. ВНАЧАЛЕ БЫЛО ВЕЩЕСТВО

3.1 От пуха до свинца – и дальше без конца

Краеугольный кубик

Служил у одного короля мудрец-звездочет. Дело свое он знал толково, все важные события по звездам предсказывал. Ни одного указа не издал король без совета со звездочетом, ни одного министра не назначил, ни одной войны не объявил.

Отслужил звездочет королю 15 лет, а на шестнадцатый и говорит:

- Хорошо мне было Вашему величеству служить, да устал я уже. Отпустите меня на волю. Хочу я поселиться в хижине высоко в горах, смотреть по ночам на небо, звезды новые открывать. А Вашему величеству оставлю я ученика. Науку звездную он лучше меня знает, и служить вам будет еще лучше, чем я.

Неохота было королю с мудрецом расставаться, да ничего не попишешь. Из-под палки ни один звездочет службу нести не будет. Повел король мудреца в сокровищницу, в самый большой подвал, и говорит:

- Видишь, лежат здесь бруски серебряные. Есть маленькие, есть побольше, а есть и совсем большие. Какие тебе приглянутся - те и бери. Только уговор - прежде, чем слиток себе взять, скажи, сколько он весит.

Обрадовался мудрец – этак можно все серебро королевское своей наградой считать. С весами-то звездочет управлялся лучше, чем королевский воин - с мечом, королевский канцлер - с печатью, а королевский повар - с котлами да горшками. Взял звездочет серебряный кубик, положил на весы, подобрал гири и говорит королю:

- Вот возьму я для начала 10 фунтов серебра...
- Ну и хватит с тебя! - крикнул король, да как даст кулаком по коромыслу весов. Разлетелись весы на мелкие кусочки.
- Сможешь без весов сказать, сколько весит серебро - так бери его, не сможешь - забирай свои 10 фунтов и проваливай.

Задумался звездочет. Десять фунтов серебра – богатство невеликое. Ну, проживешь на них три года, если каждый грош считать, а дальше что? Как из хитрой ловушки короля выбраться, без весов серебро взвесить?

- Что бы вы посоветовали звездочету?

Сидит мудрец в сокровищнице, думает, из чего бы ему новые весы сделать. От волнения слитков серебра башню строит, как ребенок из деревянных кубиков, И пришла ему в голову мысль; хоть всю башню на весы положи, хоть каждый слиток по отдельности –

масса одна будет, Не здесь ли из ловушки выход? Своего-то бруска массу я знаю - 10 фунтов.

- Серебряный кубик весит ровно втрое больше, чем кубик мудреца. Сколько в нем фунтов?

Вот, например, самый большой брусок. В длину в нем 6 моих кубиков укладывается, а в ширину - 3, да в толщину - 2. И получается два слоя и в каждом 18 кубиков. Этот брусок как бы состоит из 36 моих кубиков. И масса его – 360 фунтов. Его только королевский силач поднять сможет.

А вот самый маленький слиток. На ребре моего кубика укладывается полторы его длины, или две ширины, или три высоты. Получается его объем меньше, чем у моего кубика, в 9 раз - и масса тоже.

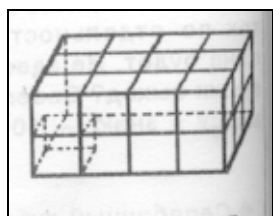
А вот очень любопытный брусок - его можно распилить на два таких кубика, как мой - и значит, он должен весить 20 фунтов... ох, разрази меня гром небесный, да в нем, оказывается, не 20, а по крайней мере, 35 фунтов.

- Как вы думаете, почему?
 - А впрочем, такой кубик, как у меня, но не из серебра, а из сыра, весит всего один фунт - значит, и этот брусок не из серебра, а из чего-то другого.
 - Эй, Ваше величество, вам тут вместо серебра неизвестно чего подсунули...
- Считая, что кубик мудреца имеет ребро в 3 дюйма, вычислите массу одного кубического дюйма серебра.
- Как узнать, «чего подсунули» королю?

Что такое «ПЛОТНОСТЬ», как ее измерять и зачем это нужно.

Масса единицы объема вещества называется ПЛОТНОСТЬЮ - она у каждого вещества своя. Зная плотность, можно найти массу тела без весов, измерив его объем.

*Для бруска объем найти очень просто: разбить его на единичные кубики. Число этих кубиков и есть объем бруска. Он равен (проверьте) произведению длины, ширины и высоты: $V = a * b * c$. У куба $a = b = c$, поэтому объем куба равен a^3 .*



Плотность вещества можно найти, измерив массу и объем тела, которое из этого вещества состоит:

$$P = m/v$$

Так как плотность - это масса единицы объема, она измеряется в $кг/м^3$ или $г/см^3$.

Серебряный лев

(продолжение предыдущего рассказа)

Стал король разбираться, как без весов взвешивать. Час разбирался, другой разбирался, а после третьего часа молвил королевское слово:

- Это ты здорово придумал - серебро линейкой взвешивать. Сослужи мне напоследок еще службу, Подарил мне заморский король драгоценную вещицу - серебряного льва, вот и взвесь его своим хитрым способом.

Задумался мудрец. Лев - это вам не куб, не брусок, это - царь зверей! Где у него длина, где ширина, где высота? Без этого объем не измеришь.

- Вот что, мудрец, - сказал король, - даю тебе срок до утра. Взвесишь льва - забирай награду и иди на все четыре стороны, не взвесишь - придется тебе познакомиться с королевским тюремщиком.

- Помогите звездочету взвесить льва без весов!

Вышел звездочет из сокровищницы сам не свой, пошел в свою башню. Встретил по дороге старого друга - королевского лекаря. И надумали они в трактир зайти. Пришли, сели за стол, а за соседним столом трое подмастерьев в кости играют. Один игрок бросил кости дрожащей рукой, и попала одна кость в кружку с вином. Заметил звездочет, что раньше кружка не полна была, а теперь вино до краев доходит.

- Как вы думаете почему?

Подозвал звездочет трактирщика и говорит:

- Принеси мне родниковой воды три четверти кружки!

Удивился трактирщик такому заказу, но воду принес. Мудрец достал кошелек и давай бросать в кружку монеты по одной. Бросил монету - вода в кружке поднялась, бросил другую - поднялась еще на столько же.

Просит мудрец трактирщика:

- Принеси-ка мне пустой бокал, чтобы дно у него с монету было!

Пошарил трактирщик по шкафам, нашел такой бокал. Налил звездочет в бокал воды, бросил в него монету, чтоб плашмя на дно легла, и видит, что вода поднялась на...

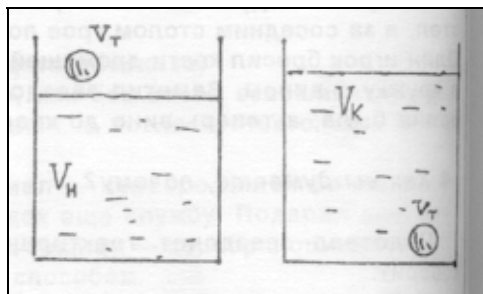
- Как вы думаете, на сколько?
- В кружку, площадь дна которой 30 см^2 бросили монету площадью 3 см^2 и толщиной 3 мм. На сколько поднялась вода?
- Как теперь взвесить без весов серебряного льва?

Наутро приходит мудрец к королю и говорит:

- Ну, Ваше величество, теперь несите Вашего серебряного льва и захватите еще аквариум, в котором золотых рыбок держите.

- Сосуд имеет длину 30 см и ширину 20 см. После того, как в сосуде утонул серебряный лев, уровень воды в нем поднялся на 1,5 см. Найдите массу льва.

Для того, чтобы найти объем тела неправильной формы (а если известна плотность, то и массу этого тела), нужно увидеть, что при погружении в жидкость тело вытесняет объем жидкости, равный объему самого тела.



Для измерения объема вытесненной жидкости можно пользоваться мензуркой (заметив начальный и конечный уровни жидкости), а можно - прямоугольным или цилиндрическим сосудом без делений (тогда надо измерить площадь его дна). Объем погруженного тела равен

$$V_{\text{тела}} = V_{\text{кон}} - V_{\text{нач.}}$$

Тогда масса

$$m = \rho * V$$

Жемчужная Луна

Получил мудрец награду, вышел из башни, в которой пятнадцать лет прожил, и отправился к южным воротам столицы.

Идет - и слышит:

- Простите, сударь, не Вы ли королевский звездочет будете?

Оглянулся мудрец - а это торговец с сундучком его догоняет. Отвечает мудрец:

- Да, это я. А для чего Вам, сударь, звездочет понадобился? Многих торговцев повидал я на своем веку, но звездами почему-то ни один не интересовался.
- Понимаете ли, мудрейший, слышал я, что Вы умеете без весов взвешивать. Помогите и мне взвесить кое-что.

Есть у меня брат-мореход, он из дальних морей жемчуг достает. Всегда он мне одинаковые жемчужины возил, я и продавал их по одной цене - три золотых за штуку. А вчера привез жемчужину с воробьиное яйцо. Мои весы на такое не рассчитаны. Как узнать, во сколько раз она больше весит, чем обычная, сколько за нее денег брать?

- Ну, это дело не хитрое, - отвечает звездочет, - бросьте в кружку с водой сначала маленькую жемчужину, а потом большую, и смотрите, на сколько в каждом случае вода поднимается.

- А скажите, мудрейший, если бы Луна жемчужиной была, сколько бы за нее дали?
- Да, сударь, этот вопрос похитрее будет. Чтоб Луну в воду опустить, может, и океана не хватит. Но взвесить ее можно.
- Уж не собираетесь ли Вы, мудрейший, на Луну лететь?
- Зачем же, сударь, лететь? Объем Луны и на Земле измерить можно. Уф-ф, жарко стало, лучше у фонтана поговорим.

Неподалеку от места, где звездочет с торговцем встретился, был круглый бассейн с фонтаном. По диаметру бассейна был проложен мост, а вокруг бассейна - квадратная дорожка.

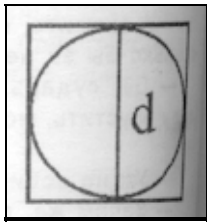
У фонтана мудрец сказал:

- Ну-ка, сударь, измерьте шагами мост!
- Так... Двадцать шагов! - сказал торговец.
- А какая тогда длина квадратной дорожки?
- Я и мерить не буду. Четыре стороны - 80 шагов.
- А теперь обойдите бассейн по окружности. Сколько шагов получается?
- Минуточку... Без малого 63 шага.
- И во сколько раз это больше моста? Говорят, торговцы иногда считают не хуже звездочетов.
- В три раза с хвостиком.
- Правильно. А точнее - в 3,14 раза. И это годится для любых круга и квадрата. Пусть это даже круглая стена столицы и квадратная дорога вокруг нее - все равно периметр квадрата вчетверо больше стороны, а длина окружности в 3,14 раза больше диаметра. Это число 3,14 у нас, у звездочетов, обозначается греческой буквой π . Если длину моста обозначить d , то длина квадратной дорожки $4d$, а окружность бассейна πd .

Теперь обратите внимание, сударь, что и площадка внутри дорожки и дно бассейна выложены квадратными плитками со стороной как раз в шаг. Сколько плиток внутри квадрата?

- Можно и не считать - 400 плиток.
- А сколько их на дне бассейна?
- Так, минутку... Если считать и целые плитки, и их части, то 314. Ух ты, опять похоже на это ваше π . - Правильно, это π , умноженное на четверть площади квадрата. У квадрата площадь $S = d^2$, а у круга:

$$S = \pi d^2 / 4$$



Теперь представим вокруг Луны кубический ящик, ребро которого равно диаметру Луны. Чему равен объем ящика?

- Известно чему - третьей степени ребра. $V = d^3$.
- А теперь подумайте, как найти объем самой Луны?
- Ну, наверное, умножить d^3 на π и еще на что-то?..
- Попробуем найти это «что-то» сами. Давайте, сударь, ваши жемчужины - маленькую и большую - измерим их диаметры и объемы.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Объем шара

Оборудование:

мензурка, штангенциркуль, металлические шарики диаметром от 1 до 5 см.

1. Определите объемы каждого шара.
2. Измерьте диаметр каждого шара.

Результаты измерений занесите в таблицу.

Диаметр шара d , см	
Объем шара V , см ³	
V/d^3	

Какой отсюда можно сделать вывод?

Видите, сударь, - сказал мудрец, когда все измерения и расчеты были закончены, - это «что-то» равно $1/6$. Что теперь осталось узнать, чтобы взвесить Луну?

- Ее диаметр и эту... ну, как вы ее называете?.. Плотность.
- Диаметр Луны я, помнится, вычислил d молодости. Он равен 3300 км.
- А плотность? Что Вам мешает взять плотность жемчужины?
- Найдите массу Луны, если ее плотность - 3300 кг/м³. Плотность Земли, Венеры и Меркурия - 5400кг/м³. Найдите их массы. Размеры планет см. в Части 1, таблица в главе «До самой далекой планеты».
- Найдите массу Солнца. Его плотность - 1400 кг/м³. Диаметр - в той же таблице.

«Там на неведомых дорожках...»

Космонавты обнаружили на неведомой планете драгоценную жидкость, неизвестную науке. Бак из-под отработанного горючего выдерживает нагрузку в 20 000 Н. Как действовать космонавтам?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Измерение плотности жидкости

Предложите простейший способ измерить плотность жидкости. Какие приборы вам для этого понадобятся?

С какой точностью будет измерена плотность?

Как определить плотность неизвестной жидкости, используя только стакан, воду и весы с разновесом?

Продавец воздуха

Остап Бендер продает марсианам натуральный воздух черноморского побережья в запечатанных литровых бутылках. За килограмм воздуха марсиане дают 100 г золота. Отправка одной бутылки на Марс обходится в 1 мг золота. Помогите Остапу Бендеру подсчитать прибыль. Марсианам требуется тонна воздуха.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Измерение плотности газа

У вас в распоряжении стеклянный шар с «горлышком», насос для откачки воздуха, лабораторные весы. Можете ли вы с помощью этих приборов «взвесить» воздух в бутылке? В комнате?

3.2 Из чего сделан мир?

«В Греции все есть!»

(История первая)

Когда легендарный греческий царь Эдип разгадал знаменитую загадку чудовища по имени Сфинкс, чудовище тут же придумало новую:

«Можно ли наполнить амфору три раза, ни разу ее не опорожнив?»

- Наполним для начала амфору яблоками. Можно ли наполнить ее еще раз, не высыпая яблок?
- Что бы вы ответили чудовищу по имени Сфинкс?

Чаепитие на Бейкер-стрит

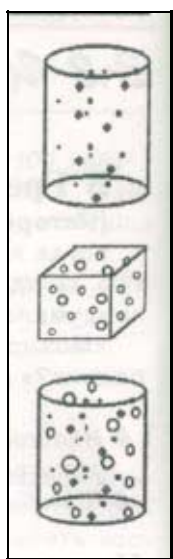
(История вторая)

Однажды мистер Шерлок Холмс и доктор Ватсон после очередного дела пили чай. Холмс несколько минут, не мигая, глядел на стакан, как бы пытаясь разглядеть нечто, недоступное глазу простого смертного, и вдруг произнес:

- Держу пари, Ватсон, Вы ни за что не догадаетесь, сколько сахара можно насыпать в стакан чая, полный до краев. При этом, заметьте, нельзя пролить из стакана ни капли.
- А как вы думаете - сколько? Попробуйте проверить ваше предположение.
- Что вы наблюдали? Что происходит с плотностью чая в стакане? Увеличивается она, уменьшается или остается неизменной?

Доктор Ватсон попросил Холмса объяснить нелогичное поведение чая. Мистер Холмс оказался в затруднении, но все-таки нашел объяснение.

- Что бы вы ответили доктору Ватсону?



Опыт можно объяснить, если предположить, что и вода, и сахар состоят из мельчайших частичек, между которыми есть пустые промежутки. Эти мельчайшие частицы вещества называются молекулами.

Продолжение второй истории

Как только Ватсон услышал, что вещество состоит из мельчайших частиц, он сказал:

- Конечно, Холмс, то, что Вы говорите, крайне любопытно, но почему тогда любое вещество выглядит сплошным?
- Как, по-вашему, что мог бы ответить Холмс?

Холмс ответил:

- Посмотрите, доктор, на страницу этой книги из дальнего угла комнаты. Как она выглядит? Как сплошной серый лист с белыми краями.

Теперь подойдите поближе, Вы видите не сплошной серый лист, а темные полоски с белыми промежутками.

Подойдите еще ближе. Теперь, когда Вы стоите рядом, Вы видите отдельные буквы и пробелы между ними.

Если я вас еще не убедил, вспомните, как выглядит альпийский луг с горной вершины. Правильно, как сплошная изумрудная масса. А как выглядел тот же луг, когда мы спустились пониже? Как множество травинок, между которыми ничего не растет.

И наконец, Ватсон, если Вам случилось видеть рой пчел или облачко комаров-толкунчиков - вспомните, как они выглядят издалека и вблизи.

Не согласитесь ли Вы, мой недоверчивый друг, что книга природы, в конечном счете, состоит из букв – мельчайших частиц, которые и называются молекулами?

Да Вы вспомните, доктор, ваши собратья-медики стали намного больше понимать в болезнях, когда усвоили, что болезни вызываются мельчайшими живыми существами.

- Но, дорогой мистер Холмс, когда медики говорят о микробах, они могут указать их размеры. Можете ли вы указать размеры молекул?

Шерлок Холмс не смог ответить на этот вопрос. Чтобы на него смогли ответить вы, предлагается невыдуманная история:

В плену у крокодилов

(История третья)

Во время Второй мировой войны наши летчики перегоняли гидросамолеты. Экипаж одного гидроплана, плененный красотой африканского озера, совершил посадку в незапланированном месте. Самолет удачно приводнился, и тут летчики заметили, что озеро кишит крокодилами.

«Взлетаем!» - решили летчики, но прямо по курсу - крокодил... А кто гарантирует, что рядом не всплывет еще один?

Трагизм положения в том, что стоит одному из поплавков гидроплана попасть в животное - и аварии не избежать. Подстрелить крокодила? Но тогда «сбегутся» его кровожадные сородичи, и будет еще хуже... Как быть?

- Как сделать, чтобы крокодилы сами убрались со «взлетной» полосы?
- Располагают ли летчики веществом, которое будет не по вкусу крокодилам?
- Сколько этого вещества нужно плеснуть в озеро, чтобы самолет мог взлететь?

(Для разбега самолету нужно 100 м воды без препятствий).

Чтобы ответить на последний вопрос, создадим «настоечное озеро» - тарелку с водой - и капнем на воду немного бензина из пипетки.

- Что вы наблюдали?
- Каковы размеры бензинового пятна на поверхности воды?
- Почему пятно не расплывается дальше?

- Не поможет ли вам ответить на последний вопрос воображаемый опыт: представьте себе, что на поверхность озера высыпали ящик теннисных шариков. Какими в конце концов будут размеры белого пятна на поверхности воды?
- Каков объем ящика? Каков объем пятна?
- До каких пор увеличивается площадь водной поверхности, занятая шариками?
- Какой будет наибольшая площадь пятна?
- Каким будет радиус пятна?

Скорее всего, вы догадаетесь, что шарики будут расплываться по воде до тех пор, пока не образуется слой толщиной в один шарик. Точно так же капля бензина будет расплываться, пока не образуется слой толщиной в одну молекулу.

Объем бензина и площадь пятна связаны соотношением:

$$V = S * d$$

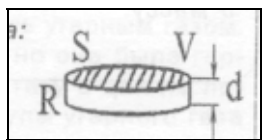
где V - объем бензина, S - площадь пятна ($S = \pi R^2$), а d - диаметр молекулы.

Размер молекулы найдем из нашего опыта:

$$d = V_k/S$$

численно:

$$d = V_k/S \approx 1/10^9 \text{ м}$$



Теперь можно узнать, сколько бензина пришлось вылить летчикам, чтобы крокодилы убрались со «взлетной полосы»:

Радиус пятна - длина разбега, $R = 100\text{м}$;

Диаметр молекулы $d = 1/10^9 \text{ м}$

Тогда

$$V = \pi R^2 d = 30 \text{ см}^3$$

(примерно три столовых ложки).

- Определите (примерно) объем и массу молекулы. Для простоты можете считать, что молекулы имеют форму кубика.
- Сколько молекул в капле бензина? В микробе? В пылинке? В человеке?
- Потерпел аварию танкер, вмещавший миллион тонн нефти. Какая площадь моря загрязнится при такой аварии?

Как бы вы могли очистить море?

- Сколько нефти должно вылиться, чтобы загрязнить весь Мировой океан?
- За сколько лет человечество способно добыть столько нефти?

Тонкость природы во много раз превосходит тонкость наших рассуждений.

Френсис Бэкон

Молекулу можно себе представить как шарик, имеющий диаметр

$$d \approx 1/10^{10} \text{ м}$$

объем:

$$V \approx d^3 \approx 1/10^{30} \text{ м}^3$$

и массу:

$$m = \rho * V \approx 1/10^{27} \text{ кг.}$$

Преступники - невидимки

Сторожа усыпить хлороформом...

Операция Ы

Однажды Шерлок Холмс и доктор Ватсон обсуждали одно запутанное дело. Из пустующего замка унесли фамильные драгоценности. Злоумышленникам не помещала проверенная охрана, поскольку за полчаса до похищения надежные охранники уснули все как один. В комнату, где находилась охрана, никто не заходил, ничего предосудительного в комнатах найти не сумели.

Единственный подозрительный предмет нашли на кухне. В водопроводной раковине обнаружилась бутылочка из-под хлороформа, но она была совершенно пуста. Горлышко бутылки было покрыто сахарной глазурью.

Кто же мог усыпить хлороформом сразу всех охранников? Представьте себе злоумышленника, расхаживающего по замку и сующего каждому охраннику под нос тряпочку с хлороформом, чтобы усыпить его, а затем перейти к другому. Не легче и вообразить, что в охраняемый замок ворвалась банда злоумышленников с тряпочками и бутылочками наперевес, скрутила всех охранников одновременно, а потом заставила каждого из них вдыхать хлороформ.

Обговорив все эти подробности, Холмс и Ватсон надолго замолчали. Первым молчание нарушил Холмс.

- Знаете, Ватсон, я, кажется, знаю, что это за банда злоумышленников.
- Я весь внимание, мой друг!
- По-моему, это сделали наши недавние знакомые - молекулы!

- ???

- Молекулы хлороформа выбрались из бутылки, перемешались с молекулами воздуха и вместе с ними попали в носы охранников.

Я был на суде, где слушалось сходное дело: несколько десятков рабочих в доменном цеху отравились угарным газом. Угарного газа много внутри доменной печи, но она была герметично закрыта, и, казалось, что угарному газу в цех не попасть. Это казалось, а оказалось, что молекулы угарного газа поодиночке пробрались между молекулами стенок, смешались с молекулами воздуха и привели к несчастью.

Главной причиной такой пронируемости молекул была температура - она внутри домны изрядная. Сами знаете, Ватсон - если Вы хотите, чтобы сахар в стакане растворился быстрее, нужно, чтобы чай был горячим. Лужи от дождя летом могут исчезнуть через полчаса, а осенью - может и целого дня не хватить. И наконец, вспомните, когда сильнее пахнут цветы - в холодную погоду или в жару? Выходит, что чем больше температура, тем быстрее движутся молекулы.

Преступник, обокравший замок, знал, что делал, когда ставил пузырек с хлороформом поближе к печке...

Тут Ватсону изменила английская сдержанность:

- Послушайте, Холмс, Вы что, беретесь утверждать, что внутри пузырька с хлороформом температура такая же, как внутри домны, где плавится железо? По-вашему, молекулы хлороформа пробрались сквозь стеклянные стенки?

Холмс улыбнулся:

- О нет, мой дорогой Ватсон. Кроме стенок, в пузырьке есть горлышко. Понятно, что преступник не мог оставить бутылку открытой - тогда бы он рисковал сладко уснуть прямо на кухне, а проснуться одновременно с охранниками. Но хороший кондитер - а я думаю, что преступник прекрасно владел этим ремеслом, - нашел выход из положения: он сделал пробку из... сахарной глазури. Подставил ее под кран, из которого неторопливо капала горячая вода, и пошел на часок прогуляться... А что было дальше - Вы знаете не хуже меня.

- Я вижу, Холмс, что Вы настолько освоились с этими самыми молекулами, что умеете даже раскрыть преступление, где молекулы - прямые соучастники. Помогите же и мне кое в чем разобраться. Во-первых, если и в комнате, и в бутылке одни и те же молекулы хлороформа - почему хлороформ в бутылке виден, а в комнате - нет? Чем отличаются молекулы льда, воды и пара - насколько я вас понял, они должны быть совершенно одинаковыми, поскольку лед и пар - тоже вода, но в других состояниях. Во-вторых, почему молекулы вот этого

золотого перстня не рассеиваются по комнате, как молекулы хлороформа? А если и мы с вами состоим из молекул - почему бы и нашим молекулам - то есть нам самим - в один прекрасный момент не рассеяться в воздухе?

Если каждый предмет - рой молекул, то чем объяснить, что этот рой не разлетается на одиночные молекулы или, наоборот, не слипается в одну громадную суперкаплю?

Если Вы не ответите мне на эти вопросы - у меня в голове от одного слова «молекулы» может так помутиться, что никакого хлороформа не надо!

- Как бы вы ответили на вопросы доктора Ватсона?

Все явления подобные тем, что описаны в этой детективной истории, можно объяснить, если представить, что:

1) молекулы непрерывно движутся. Из-за постоянных столкновений молекул друг с другом эта движение довольно беспорядочное (или, как говорят, хаотическое). Скорость этого хаотического движения тем больше, чем больше температура тела, состоящего из этих молекул;

2) молекулы могли взаимодействовать друг с другом - притягиваться или отталкиваться. Силы отталкивания не позволяют телам слипнуться в «суперкаплю», а силы притяжения не дают рассыпаться на отдельные молекулы;

3) разные состояния (твердое, жидкое, газообразное) одного и того же вещества по-разному устроены из одинаковых молекул. (Говорят, что у них различное молекулярное строение.)

В твердом теле молекулы расположены в плотном строю. Ни одна молекула уйти со своего места не может. А если попытается - ее соседи быстренько поставят дерзкую молекулу на место.

В жидкости молекулы образуют плотную толпу. Время от времени каждая молекула получает возможность сменить соседей и перебраться на новое место. А наружные молекулы вообще могут покинуть толпу и удрать на свободу. (Мы тогда видим, что часть жидкости испарилась.) Труба для толпы молекул жидкости - узкий переулок, а открытая поверхность стола - широкая площадь.

А газ - это разреженное облако молекул, которые могут летать по всему предоставленному им объему. И в строю, и в толпе, и в облаке молекулы подвижны - каждая молекула находится в беспорядочном движении, реже (в газе) или чаще (в жидкости и в твердом теле) сталкиваясь со своими соседями.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«ВСЕ СМЕШАЛОСЬ»

1) Налейте синий раствор медного купороса в лабораторный стакан. Сверху осторожно с помощью лабораторной пипетки налейте воды.

- Что вы наблюдаете? Как вы можете это объяснить?

2) Сосуд с коричневым паром брома и сосуд с воздухом разделены перегородкой и помещены в вытяжной шкаф. Перегородка убирается.

- Что вы наблюдаете? Почему?

Вы наблюдали проникновение молекул одного вещества в промежутки, образованные молекулами другого вещества. Такое взаимное проникновение соприкасающихся веществ называют диффузией.

- Как вы думаете, возможна ли диффузия в твердых телах?

3.3 Не давите – и вас не раздавят!

Попробуйте ответить на несколько вопросов.

Вопрос 1.

По болоту прошли лось и человек. Чьи следы на болоте глубже ?

Вопрос 2.

Если вы хотите спасти человека, под которым провалился лед, то знайте, что подойти к нему нельзя, а подползти можно. Почему?

Вопрос 3.

Почему кулаком нельзя разбить толстую доску, а ребром ладони - можно?

Вопрос 4.

Индийский факир может выспаться на постели, из которой торчит 10 000 гвоздей. А не легче ли будет ему заснуть, если из постели будет торчать только один гвоздь?

Не хотите ли провести испытание?

Пусть роль факира исполнит кусок пластилина с гирькой наверху. Будем укладывать факира сначала на 10 гвоздей, потом на 9 и т.д. Сравните последствия. Почему они различны?

В юнце испытания опорой факиру служило одно острие, а вначале таких опор было много.

Как поднять Гулливера?

Лилипутская канатная фабрика выпускает канат, едва выдерживающий тяжесть лилипута, масса которого $m = 10$ г, (сила тяжести – $f = 0,1\text{Н}$). Лилипуты хотят поднять с помощью такого каната Гулливера ($M = 100\text{кг}$, сила тяжести – $F = 1000\text{Н}$).

Смогут ли они это сделать?

- Помогите лилипутам выйти из сложного положения.
- Чтобы помочь лилипутам, полезно представить себя на их месте.

Возьмите катушку не очень прочных ниток, которые рвутся усилием ваших рук. Попробуйте с помощью таких ниток поднять гирю массой – 0,5 кг, затем массой - 1 кг, 2 кг, 5 кг, 10 кг.

Если у вас это получилось, можете предложить программу действий лилипутам.

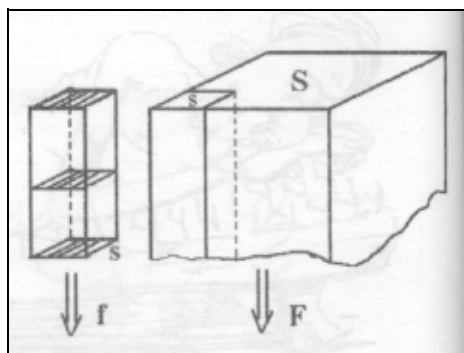
1. Рассчитать, сколько в Гулливере лилипутов:

$$M = N * m; \quad N = M/m = 100\ 000\text{г}/10\text{г} = 10\ 000 \quad (1)$$

2. Объединить N канатов в один суперканат. Рассчитать размеры суперканата. Вы увидели, что:

$$S = N * s \quad (2)$$

(площадь суперканата равна сумме площадей канатов).



3. Поднять Гулливера на суперканате. Суперканат выдержит, потому что на каждый канат приходится сила тяжести одного лилипута:

$$F = N * f \quad (3)$$

Теперь попробуйте разобраться - можно ли с помощью лилипутского каната поднять корову массой 900 кг? Для коровы:

$$N = 90\ 000,$$

$$S = N * s = 900\text{см}^2,$$

$$F = 9\ 000\text{Н},$$

$$D = 30\ \text{см},$$

$$f = 0,1\text{Н}.$$

Если на каждый канат приходится вес лилипута, то суперканат выдержит все, что угодно. Вам нужно поднять груз весом

$$F = N * f \quad (4)$$

Сделайте суперканат сечением

$$S = N * s \quad (5)$$

«Тянут-потянут...»

Лилипутская канатная фабрика решила заготовить канаты разных сечений:

$$S_1 = 1 \text{ см}^2, S_2 = 2 \text{ см}^2, S_3 = 3 \text{ см}^2, \dots, S_{10} = 10 \text{ см}^2.$$

Какую нагрузку они могут выдержать?

С помощью формул (2) и (3) находим:

$$N = S/s \qquad F = S/s * f = f/s * S$$

$$F_1 = f/s * S_1 \qquad F_2 = f/s * S_2 \qquad F_3 = f/s * S_3$$

Обратите внимание: для разных канатов F и S различны, но величина одинакова.

$$f/s = F/S$$

Эта величина называется давлением.

$$p = F/S$$

Размерность давления

$$[p] = \text{Н/м}^2 = \text{Па}$$

Давление показывает, какая сила действует на единицу площади ($1 \text{ м}^2, 1 \text{ см}^2, 1 \text{ мм}^2$). Все суперканаты, сделанные на лилипутской фабрике, могут выдержать любую нагрузку, если ДАВЛЕНИЕ не превышает предельного значения p_0 .

Так что если мы хотим выяснить, как поведет себя какое-нибудь вещество под воздействием силы - нужно выяснить, какое при этом возникает давление.

Больше давление - больше воздействие. Каждое вещество может выдержать давление до какого-то предела p_0 (предел прочности); если этот предел превысить - вещество разрушается.

Теперь вы без особого труда ответите на вопросы. Хотите сравнить воздействие - сравнивайте давления.

- Измерьте сами несколько различных давлений. По результатам составьте таблицу.
- Попробуйте ответить на вопросы в начале раздела. Нарисуйте для каждого случая силу и площадь.

А теперь - немного задач:

Задача 1

Как определить давление спасателя на лед, если он:

- а) идет к проруби;
- б) ползет к проруби.

Задача 2

Разведчик должен пересечь реку по тонкому льду. Придумайте устройство, уменьшающее риск такой переправы.

Задача 3

Почему при переходе болота советуют брать с собой длинный шест?

Задача 3

Почему рельсы не кладут прямо на землю?

Задача 5

Почему дома строят на фундаменте?

Задача 6

По песку лучше ездить на приспущенных шинах. Почему?

Задача 7

Стальной шар кладут на стальную плиту. Как определить давление шара на плиту?

Задача 8

«Райское наслаждение»

После успешного окончания маневров командир группы «зеленых», как обычно, послал группу захвата на танке за апельсинами и райским наслаждением - «Баунти». Туда они проехали через мост, а обратно, решив сократить путь, поехали по льду. Будут ли «зеленые» испытывать райское наслаждение, если известно, что лед выдерживает максимальное давление 18 000 Па, масса танка со всем содержимым 1600 кг, ширина гусеницы 20 см и она соприкасается со льдом на длине 2 м?

Задача 9

Ковбой Билли, осушив в баре очередной стакан, имеет обыкновение ставить его на стойку вверх дном. Когда стакан оказывает большее давление на стойку - когда он полон или когда пуст?

Задача 10

Какое давление оказывает на земле Пизанская башня?

Задачи к 3-й главе

Задача 11

Испанские археологи Табуретос и Недоспатос нашли при раскопках 10 слитков золота размером 5 * 10 * 20 см и 4 слитка платины таких же размеров. Разделив находку поровну, они погрузили ее на свои велосипеды. Кто из археологов сумеет доехать до гостиницы, а кто - нет, если масса Табуретоса 70кг, Недоспатоса - 60 кг, а каждый велосипед выдерживает нагрузку до 2000 Н?

Задача 12

Можете ли вы назвать тело, плотность которого непрерывно уменьшается? Непрерывно увеличивается?

Задача 13

«Вкусное мыло»

После того, как трое мышей на дне рождения мышки Мушки угостились одним крупным куском хозяйственного мыла, их общая масса увеличилась на 640 г. Мыло до того, как мыши его съели, имело размеры 10 см, 12 см, 3 см. Определите плотность уже не существующего мыла.

Задача 14

«Я его слепила из того, что было...»

Бабушка недоглядела и, оставшись в своей колыбельке без присмотра, младенец Кузя слепил из оказавшегося под руками вещества несколько физических тел. Как вычислить плотность таинственного вещества?

Задача 15

Копну сена спрессовали в тюк. Стало ли сена меньше?

Задача 16

«Дают - бери!»

Солдат из сказки «Огниво» набил карманы медными монетами и потяжелел на полпуда. На сколько он потяжелеет, если набьет карманы золотыми монетами?

Задача 17

Почти даром!

Пират Билли Бонс очень недорого продает алмазный кубик массой 867,6 г, площадь всей поверхности кубика 294 см^2 . Купите ли вы его?

Задача 18

Чепуха на постном масле

(репортаж с «дикого» рынка)

- Хозяин, вы мне утром продали бидон постного масла и сказали, что берете деньги за 40 литров. Я пришла домой, взвесила ваше масло, а его оказалось не 40, а всего лишь 37,5 кг. Добавьте масла или верните деньги!!!
- Разберитесь, должен ли продавец выполнить требование покупательницы?
- Сколько литров вмещает бидон?
- Сколько килограммов может весить жидкость в бидоне?
- Всегда ли совпадает число литров и число килограммов?

Задача 19

«Мягкая вода»

Прыжки в воду становятся все сложнее, поэтому на тренировках бывает множество неудачных прыжков. Как исключить травмы при ударе о воду? Представьте себе: спортсмен прыгнул, тренер видит, что прыжок не получился... Что надо сделать?

Задача 20

Во сколько раз ваша масса больше, чем масса воздуха в вашей комнате? В вашем классе?

Задача 21

«Не лезь в бутылку»

Директора ликеро-водочного завода отдали под суд за кражу 200 литров водки.

Дело было так: на завод привезли две цистерны: в одной - 800 л спирта, в другой - 1200 л экологически чистой родниковой воды. Увезли же с завода 1800 литров водки.

Вам предлагают выступить в суде в качестве эксперта.

Как вы думаете - виноват директор или нет? Какие доказательства вы представите суду, чтобы доказать свою правоту?

Задача 22

Давление на преграду штормового десятибального ветра достигает 1100 Н/м^2 . Определите наибольшую силу, с которой ветер давит на стену вашего дома.

Задача 23

Отчего сильно надутый, плотно завязанный резиновый шарик окажется через несколько дней сдутым?

Задача 24

Как бы вы объяснили распространение запахов?

Задача 25

Оцените, сколько молекул содержит Земля?

Задача 26

Масса хрупкой фигуристки Леночки 30 кг. Площадь соприкосновения лезвия ее конька со льдом 2 см^2 . Масса телки Буренки 240 кг. Площадь соприкосновения со льдом ее копыт на льду и Леночка, которая мчится на левой ножке к победе.

Задача 27

Действуя с одинаковой силой, ученый с мировым именем Иннокентий в научных целях сначала зажал свой нос плоскогубцами, а потом клещами. В каком случае давление на нос известного ученого было сильнее?

Задача 28

На доске лежит кирпич. Один конец доски плавно поднимают. Изменяется ли при этом давление кирпича на доску?

Задача 29

Реклама гласит: «После нашего шампуня волосы становятся крепче в 2,5 раза». Что это может означать? Как проверить, что реклама не врет?

4. ДВЕ СТИХИИ

4.1 На все четыре стороны

История 1.

Подводная война

Все капитаны уже сидели в кают-компании, не хватало только капитана Немо. Наконец появился и он, по лицу было видно, что он серьезно обеспокоен.

- В чем дело, принц? - спросил его капитан Гулливер.
- Понимаете, я сужусь с Адмиралтейством флота Ее Величества. Англичане бросили в мой «Наутилус» глубинную бомбу. Само судно не пострадало - обшивка его прочна. Но в радиусе одной мили от места взрыва погибло все живое - все рыбы, моллюски, крабы и прочие морские обитатели. Вот я и хочу добиться, чтобы подводные взрывы навеки запретили.

Но английский адмирал, вызванный в суд, заявил, что мой иск - сущий бред, что он и не думал убивать рыб, что взрыв глубинной бомбы действует только на того, в кого она брошена, а обитатели моря и плавником не ведут. А если я и видел мертвых рыб, то подошли они от вида моего «Наутилуса».

- Как вы думаете, кто прав: капитан Немо или английский адмирал?
- Если бы вас пригласили на это судебное заседание экспертом, что бы вы сделали, чтобы убедить суд в своей правоте?
- Дорогие капитаны! - воскликнул капитан Врунгель, - адмирал силен, но факты сильнее. Мне во время плавания на «Беде» с глубинными бомбами сталкиваться не приходилось, а вот со взрывами поменьше...

Истории 2.

Блез Паскаль против BOA CONSTRICTOR

Плывем мы как-то по Амазонке и видим - движется по реке навстречу удав, огромный такой, метров тридцать, и пасть - как пещера. А у меня никакого оружия, одна трубка а зубах.

- Фукс! - кричу, - Подайте-ка что-нибудь потяжелее.

Тот подает мне какой-то тяжелый металлический цилиндр. Я запустил им в удава, а этот змей его проглотил и не поморщился - что ему такая пустяковина. Я в него вторым таким же - а он и второй глотает, и вдруг раздувается, шипит, из пасти пена хлещет... Ну, тут до меня и дошло, что это я два огнетушителя гаду ползучему скормил, они у него в пищеводе и столкнулись. А в них, в огнетушителях, давление-то ого-го!

И вот видим - всплывает над водой нечто: блестящий баллон огромных размеров, весьма оригинальной окраски, чудовищной формы...

Какую форму в конце концов примет удав, если не лопнет?

- Браво, Христофор Бонифатьевич! - закричал Гулливер.
- Впрочем, у меня тоже есть что рассказать по этому поводу.

Истории 3.

Стрельба по воде

В Лилипутии есть интересная забава - стрельба из ружья по пустому деревянному ящику. Тот, у кого расположение отверстий в передней и задней стенках ящика совпадет, получает от короля приз - цветную нитку вокруг пояса. Однажды такая игра проводилась под проливным дождем, и ящик был полон воды. Королевский секретарь Рельдрессель прицелился по ящику, выстрелил - и...

- Что должно произойти с ящиком и с водой в нем?
- Попробуйте проделать этот опыт в школьном тире. Размеры ящика - около 20 * 10 * 10 см.
- Причина всему этому одна, - вступил в разговор барон Мюнхгаузен, - закон природы. Я даже сам помогал моему другу - французскому ученому Блезу Паскалю его открывать.
- Расскажите, Карл, что же это за закон? - попросил капитан Врунгель.

Истории 4.

Живая вода науки

- Однажды вокруг мсье Паскаля собрались его многочисленные ученики. Самый любознательный ученик (а это был, конечно, я) принес с собой пластмассовую бутылку. (Это я ее из XX века захватил, в XVII их еще не было.) Я провертел в бутылке несколько дырочек и налил в нее воду. «Зачем тебе это надо?» - спросил меня мсье Паскаль. Вместо ответа я направил на него одну из дырочек и что было силы нажал на бутылку.

- Как вы думаете, что произошло?

Ну, конечно, все оказались мокрые, как мыши - и я, и мсье Паскаль, и его многочисленные ученики. А мсье Паскаль и говорит: «Это закон природы такой - давишь на воду в одну сторону - а брызгает во все.»

- Вот Вы говорите «закон», - сказал Гулливер, - но почему это вода брызжет во все стороны, а если надавить на медяшку или на деревяшку - ну, словом, на что-то твердое, то оно будет двигаться в том направлении, в котором надавили?

Капитаны задумались, в кают-компании наступила тишина, но тут открылась дверь и вошел матрос Фукс с бильярдным кием в руках.

- Господа капитаны! - сказал Фукс. - Я слышал ваш вопрос и кажется, могу на него ответить.

История 5.

Толкучка на зеленом сукне

Сегодня в бильярдной я наблюдал небывалый случай. Мой партнер в последней партии так торопился, что забыл снять рамку с пирамиды из пятнадцати шаров перед тем, как эту пирамиду разбить. Ударил он по ней шестнадцатым шаром - вся пирамида и поехала по столу вместе с рамкой. А теперь вспомните, капитаны, если ударить по пирамиде без рамки, то шары разлетятся во все стороны, а два - три и в лузы попадут.

- Можете ли вы теперь объяснить, как связаны закон Паскаля и молекулярное строение вещества?

Прodelайте этот опыт сами. Если у вас нет бильярда, опыт можно сделать с шашками на полированной доске.

- Чем бы закончился опыт, если вместо рамки соединить шары между собой стержнями или пружинами?

Теперь ясно, как доказать суду, что правы мы, а не английский адмирал! - сказал капитан Немо. - Возьмем бутылку с дырками, нальем в нее воды, самую большую дырку направим на адмирала и сожмем бутылку. И не знаю, выйдет ли суд сухим из воды!?

- Если бы вы были на месте капитана Немо - что бы вы сказали и показали в доказательство своей правоты?

Если на жидкость или газ оказать давление, то оно передается без изменения по всем направлениям. Этот закон называется **законом Паскаля**. Если же оказать давление на твердое тело, тогда это давление будет передаваться только в направлении приложенной силы. Это связано с молекулярным строением вещества: в твердом теле молекулы жестко связаны между собой, а в жидкости и газе – нет.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Наполните баллон с дырочками подкрашенной водой, погрузите его в большой сосуд с чистой водой и надавите.

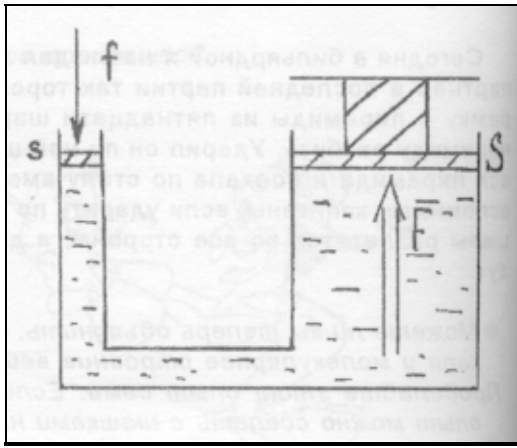
Что произойдет?

Сверхсильная жидкость.

Задача 1

Перед вами - устройство под названием «гидравлический пресс» и его схема.

(см. рис.).



Разберитесь, как действует это устройство и для чего оно предназначено. Какое давление создается в узком цилиндре, если к малому поршню приложить силу f ?

- Какое давление создается в широком цилиндре?
- Какая сила действует на большой поршень?
- Выполняется ли «золотое правило» механики?

Главная часть пресса - два сообщающихся цилиндра с площадями сечений s и S , заполненные жидкостью. Цилиндры герметично закрыты поршнями.

Прикладывая к малому поршню силу f , мы оказываем на жидкость давление

$$P = f/s \quad (1)$$

По закону Паскаля это давление передается в каждую точку жидкости, в том числе и в те ее точки, которые соприкасаются с большим поршнем. Поэтому на большой поршень действует сила

$$F = p * S \quad (2)$$

Подставив (1) в (2), получим

$$F = f * S/s$$

По этой формуле можно определить выигрыш в силе.

- Попробуйте определить его сами.

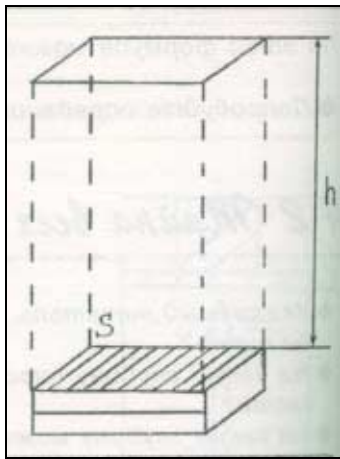
4.2 Тайна всех океанов

- Уважаемый читатель, на какую глубину можете нырнуть вы лично?
- На какую глубину способен нырнуть рекордсмен по этой части?
- На какую глубину может нырнуть синий кит или, скажем, кашалот?
- До какой глубины погружается уважающая себя подводная лодка?
- Может ли она попасть в самые глубокие места океана?
- Как, по-вашему, какая главная причина препятствует покорению подводного царства?

«Лучше лежать на дне...»

Как-то раз капитан Врунгель нечаянно уронил за борт футляр красного дерева с хронометром внутри. Капитан Немо обещает достать прибор со дна в целости и сохранности, если, конечно, ящичек герметично закрыт. Глубина под килем - одна морская миля, что составляет 1,85 км.

- Сможет ли капитан Немо исполнить обещание?
- Можно ли определить силу, с которой вода действует на крышку ящика?
- По какой причине возникает эта сила?
- Каковы размеры столба воды, опирающегося на крышку ящика? Какой его объем?
- Какова масса этого столба?
- Какой будет сила давления столба? Каким будет давление столба?
- Действует ли это давление только на крышку ящика? Почему?



На любую горизонтальную поверхность тела, погруженного в жидкость, давит, благодаря своей тяжести, столб жидкости. Высота этого столба равна глубине погружения h . Объем этого столба $V = S * h$, где S - площадь поверхности.

Его масса

$$m = \rho_{ж} * V = \rho_{ж} * S * h$$

Сила тяжести -

$$F = m * g = \rho_{ж} * g * S * h$$

Давление -

$$p = \rho_{ж} * g * h$$

Хотя сила тяжести, вызывающая давление, действует вертикально вниз, по закону Паскаля жидкость на этой глубине будет оказывать такое же давление в любом направлении.

Пусть ящик имеет форму кубика с ребром 20см. Как вы думаете, выдержит ли крышка силу давления водяного столба?

Задача 2

Могучий фонтан

Струя самого мощного в мире фонтана (в штате Аризона в США) достигает высоты 171м. Какое давление создает его насос?

Задача 3

Поэта - за борт

Подо мной глубина -
Пять километров до дна...
Юлий Ким

Какое давление пришлось бы выдержать поэту, если бы его утопили за неправильное ударение?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

«Задача Мойдодыра»

Измерьте силу, необходимую для того, чтобы вытянуть пробку в ванне. Постройте график зависимости этой силы от глубины, на которой находится пробка.

Задача 4

Марианский желоб

Какое давление на предельной глубине океана? Оцените силу давления, действующую на батискаф, лежащий на дне Марианского желоба?

Задача 6

«Лечь бы на дно, как подводная лодка...»

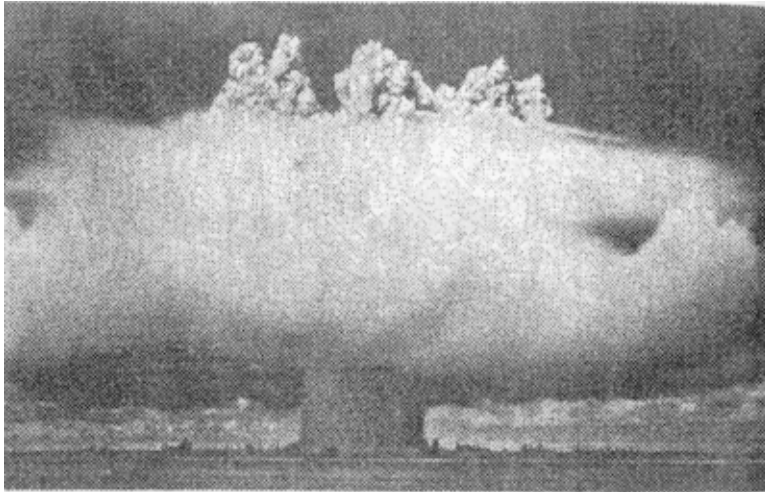
Оцените давление воды на люк подводной лодки. Определите силу давления. Может ли нетренированный человек открыть люк?

Задача 6

«В флибустьерском дальнем синем море...»

... произошел подводный атомный взрыв.

Не можете ли вы по фотографии определить давление в воде, созданное взрывом? («Ножка гриба» - водяной столб, у его основания - военные корабли.)



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Проделайте в пластиковой бутылке три отверстия на разной высоте. Наполните бутылку водой. Сначала расположите ее вертикально, а потом - горизонтально. Что вы наблюдаете? Как вы можете это объяснить?

Задача 7

Диковинная рыба

Капитан Врунгель обещает показать у себя дома открытый аквариум, в котором живет рыба, поднятая с двухмильной глубины. Похоже ли это на правду? Почему?

Задача 8

Мировой рекорд

Рекордная глубина, на которую может погрузиться человек без акваланга – 105 м. Какое давление на этой глубине?

Задача 9

Давление у жирафы

Оцените кровяное давление у жирафа.

Задача 10

Змея, смирно!

Вертикальное положение для змеи смертельно. Как вы думаете, почему?

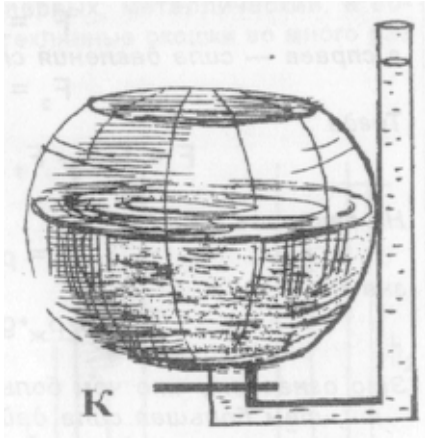
Таинственные сосуды

Как удержать море?

Известна голландская легенда о том, как мальчик спас город Роттердам, заткнув пальцем дырку в дамбе. Оцените, какая сила для этого потребовалась.

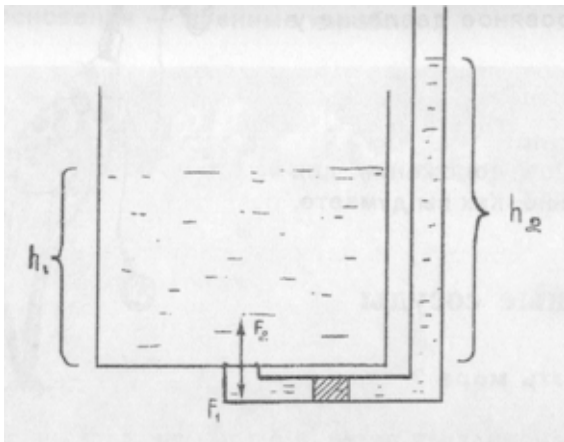
Бочка и трубка

Бочку, наполовину заполненную водой, соединили с трубкой (в трубку налит стакан воды), а потом открыли кран.



- Куда потечет вода: из бочки в трубку или из трубки в бочку?
- Где больше воды?
- Где больше сила давления на дно?
- Можете ли вы сравнить силы, действующие справа и слева на порцию воды в области крана?
- Какая сила действует на нее со стороны бочки? Со стороны трубки?
- Какая из них больше? Когда эти силы сравниваются?

Сосуды, по которым жидкость может свободно перемещаться, называется сообщающимися сосудами. В таких сосудах жидкость устанавливается на одном уровне.



Это легко объяснить: на порцию жидкости Π слева действует сила давления столба жидкости в трубке

$$F_1 = p_1 * S,$$

а справа - сила давления столба жидкости в баке

$$F_2 = p_2 * S.$$

Тогда

$$F = F_2 - F_1 = S (p_2 - p_1)$$

Но давление столба

$$p = \rho_{\text{ж}} * g * h$$

значит,

$$F = S * \rho_{\text{ж}} * g (h_2 - h_1).$$

Это означает, что чем больше разность уровней жидкости, тем большая сила действует на порцию П, толкая эту порцию в сторону меньшего уровня. Когда высоты сравниваются ($h_2 = h_1$), эта сила исчезнет, и жидкость в сообщающихся сосудах установится на одной высоте независимо от формы этих сосудов.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Сифон

На столе стоит большой аквариум. В нем необходимо заменить воду. В вашем распоряжении гибкая трубка. Как быстро опорожнить аквариум?

Вопросы к работе:

- Как действует сифон?
- Существуют ли природные сифоны?

Задача 11

Как поссорились королева Анна и герцог Бекингем

В географии все высоты принято отсчитывать от «уровня моря». Королева Анна предлагает отсчитывать их от Средиземного моря, а герцог Бекингем - от Северного. Удастся ли им договориться?

Задача 12

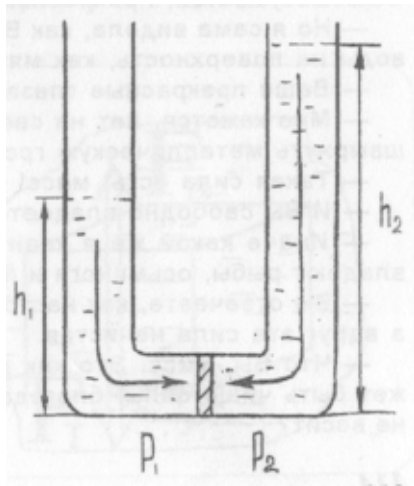
Котелок не варит

Воду в отопительном котле нужно поддерживать на определенном уровне, иначе - взрыв. Как уследить за уровнем воды? Котел, как известно, во-первых, металлический, а во-вторых, герметично закрытый. Стекланные окошки во много раз уменьшают прочность котла.

Задача 13

Вода и масло

В сообщающиеся сосуды налили воду и масло. Установятся ли эти две несмешивающиеся жидкости на одном уровне?



Решение

Жидкости установятся так, чтобы давления на заштрихованную порцию оказались равными:

$$p_2 = p_1 \quad (1)$$

Но давление жидкости зависит от плотности и от высоты столба:

$$P = p * g * h \quad (2)$$

Тогда

$$\begin{aligned} P_1 &= p_1 * g * h_1 & P_2 &= p_2 * g * h_2 \\ p_1 * g * h_1 &= p_2 * g * h_2 \end{aligned} \quad (3)$$

откуда

$$h_2/h_1 = p_1/p_2 \quad (4)$$

Уровни жидкостей будут обратно пропорциональны их плотностям. В нашем случае:

$$h_M/h_B = p_B/p_M = 1000/800 = 1,25$$

4.3 Плавать по морю необходимо

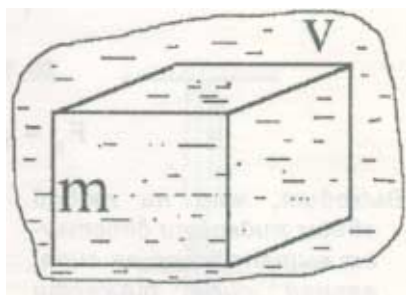
Кое-что о нечистой силе

(диалог капитана Немо и Ассоль на капитанском мостике подводной лодки

«Наутилус»)

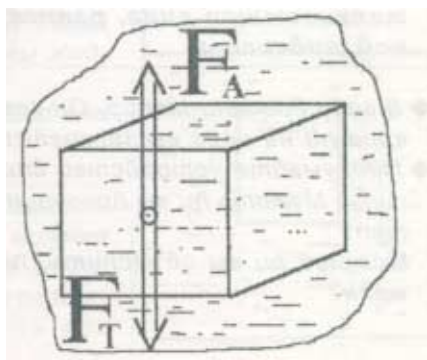
- Скажите, капитан, Ваш «Наутилус» может находиться под водой?
- Разумеется, прекрасная мисс.
- Но я сама видела, как Ваш «Наутилус» выскочил из-под воды на поверхность, как мячик.
- Ваши прекрасные глаза не обманули Вас, мисс.
- Мне кажется, нет на свете силы, способной вот так вышвырнуть металлическую громадину из воды.
- Такая сила есть, мисс!

- И Вы свободно владеете этой силой, капитан?
- Иначе какой же я капитан, мисс? Но ею же свободно владеют рыбы, осьминоги и прочие морские обитатели.
- Вы отвечаете, как настоящий мужчина. Только я боюсь, а вдруг эта сила нечистая.
- Что Вы, мисс. Это как раз самая чистая сила. Что может быть чище силы, благодаря которой вода в воде ничего не весит?
- Вы совсем сбили меня с толку, капитан. Давайте встретимся вечером в кают-компании, и я надеюсь, что Вы мне об этой огромной силе расскажете поподробнее.



- Если и вы хотите понять, какая сила пытается вытолкнуть из воды любое тело, попробуйте ответить на несколько вопросов:

1. Выделим в толще жидкости кубик объемом V . Какая у него масса?
2. Действует ли на выделенный кубик сила тяжести?
3. Вообразим себе, что этот кубик, не меняя объема, затвердел. Почему он не падает на дно под действием силы тяжести?
4. Какой по величине и направлению должна быть сила, действующая на этот кубик со стороны остальной жидкости, чтобы кубик не падал на дно?
5. Если этот «затвердевший» кубик вынуть, а на его место вставить равный ему кубик из другого вещества, изменится ли выталкивающая сила?
6. Можете ли вы рассчитать эту силу для кубика объемом $V = 1 \text{ м}^3$? $V = 2 \text{ м}^3$?
7. Можете ли вы написать формулу для выталкивающей силы?



1. Попробуем ответить на вопрос: «Почему любая порция жидкости внутри нее не падает на дно под действием собственной силы тяжести?»

Самый логичный ответ такой: потому, что на эту порцию действует остальная жидкость с силой, направленной вверх. Эта выталкивающая сила и уравнивает силу тяжести

$$F_A = F_T \quad (1)$$

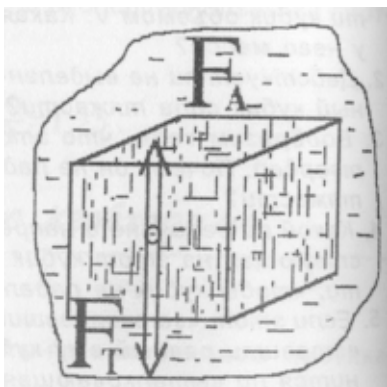
Эту силу легко вычислить:

$$F_T = m * g \quad (2)$$

$$m = \rho_{\text{ж}} * V \quad (3)$$

$$F_A = \rho_{\text{ж}} * V * g$$

Выходит, что на любой объем жидкости действует выталкивающая сила, равная силе тяжести этой жидкости.



2. Если место выделенной порции жидкости займет порция другого вещества (она должна для этого вытеснить порцию жидкости), то жидкость этого не «заметит» и будет действовать на эту порцию с той же силой:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} * V * g \quad (4)$$

Мы получили закон Архимеда:

На всякое тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, равная силе тяжести вытесненной жидкости.

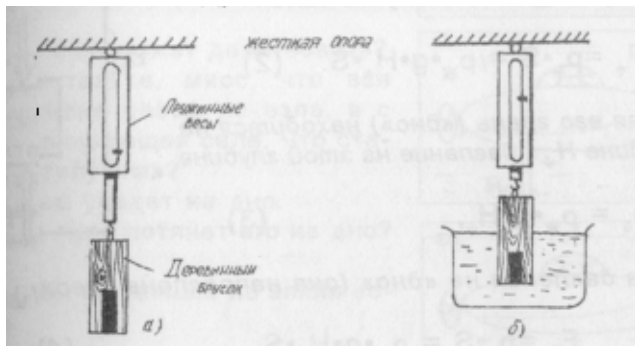
- В воду бросили топор. Он камнем пошел ко дну. Действовала ли на него выталкивающая сила?
- Придумайте устройство для измерения выталкивающей силы. Можете ли вы проверить закон Архимеда? Для каких тел?

Можете ли вы объяснить, почему возникает сила Архимеда?

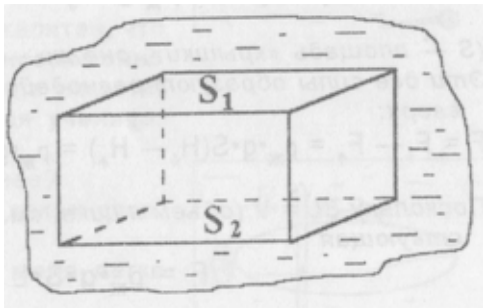
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Проверим Архимеда

- Можете ли вы с помощью стакана, сосуда и лабораторных весов проверить закон Архимеда?

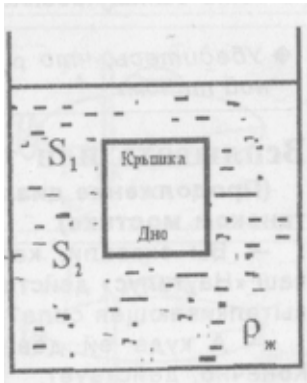


- Какой столб жидкости давит на верхнюю грань («крышку ящика»)? Какое давление он оказывает? Какая сила со стороны жидкости действует на верхнюю грань? Куда сила направлена?



- Какой столб жидкости давит на нижнюю грань («дно ящика»)? Какое давление он оказывает? Какая сила действует со стороны жидкости на нижнюю грань?

Какую равнодействующую дают две рассмотренные силы?



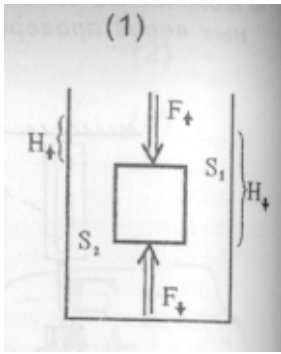
Почему возникает сила Архимеда?

Потому что верхняя и нижняя части погруженного тела находятся на разной глубине, и поэтому жидкость оказывает на них разное давление.

Если в воду погружен «ящик», то верхняя его грань («крышка») находится на глубине H , давление такого столба

жидкости

$$p_{\uparrow} = \rho_{\text{ж}} * g * H_{\uparrow} \quad (1)$$



и на «крышку» действует сила

$$F_{\uparrow} = p_{\uparrow} * S = \rho_{ж} * g * H_{\uparrow} * S \quad (2)$$

Нижняя его грань («дно») находится на глубине H_{\downarrow} , давление на этой глубине

$$p_{\downarrow} = \rho_{ж} * g * H_{\downarrow} \quad (3)$$

и сила давления на «дно» (она направлена вверх!)

$$F_{\downarrow} = p_{\downarrow} * S = \rho_{ж} * g * H_{\downarrow} * S \quad (4)$$

(S - площадь «крышки», она же - площадь «дна».)

Эти две силы образуют равнодействующую, направленную вверх:

$$F = F_{\downarrow} - F_{\uparrow} = \rho_{ж} * g * S (H_{\downarrow} - H_{\uparrow}) = \rho_{ж} * g * L \quad (5).$$

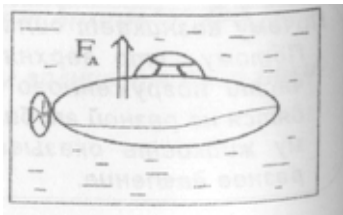
Поскольку $SL = V$ (объем ящика, см. чертеж), эта равнодействующая

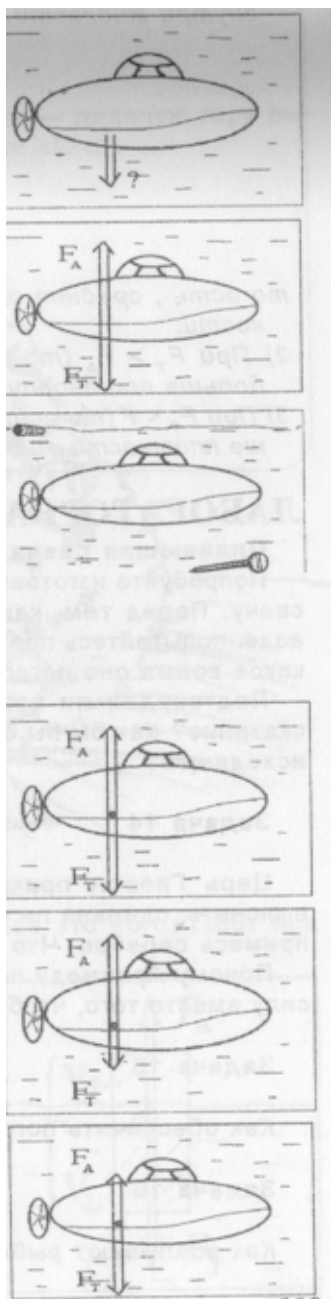
$$F = \rho_{ж} * g * S * L \quad (6)$$

и есть выталкивающая сила F_A .

- Убедитесь, что $\rho_{ж} V_T = m$ - масса жидкости, вытесненной телом.

Всплывать или тонуть ?





(Продолжение диалога на капитанском мостике)

- Вы сказали, капитан, что на ваш «Наутилус» действует огромная выталкивающая сила?

- А куда ей деваться, мисс?

Конечно, действует.

- Тогда «Наутилус» не должен быть подводной лодкой. Выталкивающая сила должна вытолкнуть судно на поверхность. А как думаете вы?

- По-вашему, мисс, выходит, что на судно больше никакая сила не действует?

- А что еще может действовать?

- Представьте, мисс, что вся вода из океана разом исчезла, а с ней и выталкивающая сила. Что станет с «Наутилусом»?

- Камнем упадет на дно.
- Какая сила потянет его на дно?
- Как бы вы ответили на этот вопрос?
- Вы хотите сказать, капитан, что на судно действуют одновременно выталкивающая сила и сила тяжести!
- Вы очень способная ученица, мисс.
- А какая сила сильнее?
- Может оказаться и так, и этак.
- И что тогда будет?
- Теперь Вы и без меня легко разберетесь, мисс.

Как вы думаете, что произойдет, если выталкивающая сила F_A равна силе тяжести F_T ?

Что произойдет, если $F_T < F_A$?

Что произойдет, если $F_T > F_A$?

От чего зависит, будет ли тело плавать в жидкости, всплывать или тонуть? От того, какая сила больше: выталкивающая или сила тяжести.

1) При $F_A = F_T$ силы уравниваются друг друга, тело плавает внутри жидкости. При этом:

$$F_A = \rho_{\text{ж}} * V * g;$$

$$F_T = \rho_{\text{т}} * V * g;$$

$$\rho_{\text{ж}} = \rho_{\text{т}} ;$$

то есть, средняя плотность тела равна плотности жидкости.

2) При $F_T > F_A$ (то есть, когда средняя плотность тела больше плотности жидкости), тело тонет.

3) При $F_T < F$ (то есть, когда средняя плотность тела меньше плотности жидкости), тело всплывает.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА

Плавающая свеча

Попробуйте изготовить плавающую свечу. Перед тем, как зажечь ее на воде, попытайтесь предсказать, через какое время она погаснет.

Подтвердил ли опыт ваше предсказание? Как бы вы объяснили происходящее?

Задача 14

Царь Гиерон приказал придворному ученому Архимеду выяснить, сделана ли корона из чистого золота или в ней есть примесь серебра. Что бы вы сделали на месте Архимеда?

Почему Архимеду понадобилось измерять выталкивающую силу вместо того, чтобы прямо определить плотность короны?

Задача 15

Как обеспечить погружение и всплытие подводной лодки?

Задача 16

Как всплывают рыбы? Как они погружаются?

Задача 17

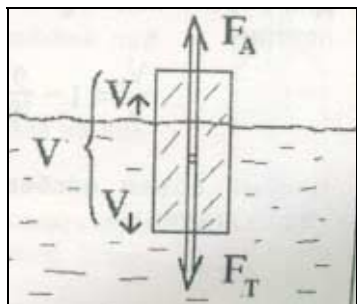
Айсберг в океане

(Задача с решением)

Матрос Фукс впервые увидел айсберг - ледяную гору высотой с десятиэтажный дом - и сказал: «Ого!»

Капитан Врунгель усмехнулся: «Разве это «ого»? Вот под водой - это да!» Фукс минуту подумал и спросил: «А скажите, Христофор Бонифатьевич, сколько этажей располагается под водой?»

- Если вы хотите ответить Фуку, разберитесь: какова сила тяжести айсберга? Какова выталкивающая сила? Какая часть объема над поверхностью? Какая часть объема погружена в воду?



Решение:

На айсберг действуют две силы: сила тяжести

$$F_T = \rho_l * g * V \quad (1)$$

(V - объем всего айсберга) и сила Архимеда

$$F_A = \rho_B * g * V_{\downarrow} \quad (2)$$

(V_↓ - объем погруженной части).

Поскольку айсберг не всплывает и не тонет,

$$F_A = F; \quad \rho_B * g * V_{\downarrow} = \rho_l * g * V \quad (3)$$

а значит,

$$V_{\downarrow} / V = \rho_l / \rho_B \Rightarrow V_{\downarrow} = \rho_l / \rho_B * V \quad (4)$$

Мы нашли, какая часть айсберга находится под водой. Выразим теперь полный объем айсберга через объем надводной части. Так как

$$V = V_{\downarrow} + V_{\uparrow} \quad (5)$$

имеем

$$V_{\uparrow} = V - V_{\downarrow} = V(1 - \rho_{\text{л}} / \rho_{\text{ж}}) \quad (6)$$

откуда

$$V_{\uparrow} / V = 1 - \rho_{\text{л}} / \rho_{\text{ж}} \quad (7)$$

Для воды и льда $\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$, $\rho_{\text{л}} = 900 \text{ кг/м}^3$,

поэтому

$$V_{\uparrow} / V = 1 - 9/10 = 1/10 \Rightarrow V = 10 * V_{\uparrow}$$

Полный объем айсберга - 100 «этажей», под водой - 90 «этажей».

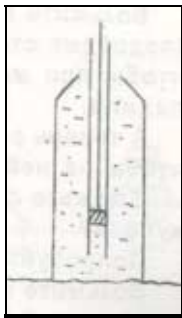
4.4 Причуды пятого океана

Причуда 1. Дозаправка в воздухе

Как-то раз покоритель воздушной стихии Карлсон решил запастись топливом. Обнаружив у дверей магазина открытый бидон с превосходным молочным коктейлем, Карлсон опустил туда с высоты четвертого этажа легкую трубочку и попробовал сделать глоточек. Ничего не вышло.

Карлсон со вздохом извлек трубочку из бидона, вставил в нее поршень на леске. Получилось что-то на манер велосипедного насоса или очень длинного шприца.

- Что Карлсон собрался делать дальше?
- Осуществится ли его затея?
- До какой высоты можно поднять жидкость всасыванием?
- Что заставляет жидкость входить под поршень?



Можно представить себе два ответа на последний вопрос:

Гипотеза 1

Жидкость всегда стремится заполнить пустоту, которая образуется под поршнем. (Природа боится пустоты.)

Гипотеза 2

Жидкость вгоняется под поршень давлением окружающего воздуха. Как проверить, что происходит на самом деле? Прделаем несколько опытов, чтобы разобраться в этом.

Испытатели натуральных вещей редко взирают на возникшие в одной голове вымыслы и нужные речи, но больше утверждаются на достоверном искусстве.

М.В. Ломоносов, 1746 г.

ОПЫТ 1

Наполните пробирку водой и опрокиньте ее в стакан с водой. Что происходит? Можете ли вы объяснить этот опыт с помощью гипотезы 1? А с помощью гипотезы 2?

ОПЫТ 2

«Сухим из воды»

Вы берете блюдце с водой, опускаете в него монету и предлагаете зрителям: «Кто сможет вынуть монету из воды, не замочив пальцы?»

Разумеется, никто. Впрочем, если найдутся желающие, не отказывайте им в удовольствии попробовать.

А потом за дело возьметесь вы. Покажите зрителям обыкновенный пустой стакан и переверните его вверх дном.

Зажгите клочок бумаги и подержите этот «факел» внутри стакана. А затем быстро опускаете стакан в блюдце рядом с монетой, не накрывая ее. Посмотрите, что произойдет.

Можете ли вы объяснить происходящее с помощью гипотезы 1? А с помощью гипотезы 2?

ОПЫТ 3

Упрямая газета

Возьмите полоску фанеры шириной 2-3см и длиной 50-60см (подойдет старая линейка). Уравновесьте ее на краю стола, чтобы при малейшем нажиме на свободный конец линейка падала.

А теперь расстелите на столе поверх фанерки газету - так, чтобы на ней не было складок.

Сможете ли вы теперь опрокинуть линейку, скажем, ударом кулака?

Попробуйте. Что происходит?

Возьмите палку и ударьте по линейке со всего размаха. Что произошло? Как вы можете это объяснить?

ОПЫТ 4

Диверсант-невидимка

Проведите опыт с пластиковой бутылкой:

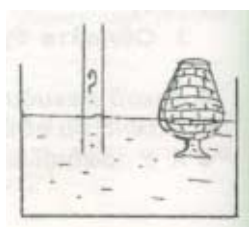
1. Налейте в бутылку кипяток.
2. Через минуту вылейте его и сразу после этого завинтите крышку.
3. Облейте бутылку сверху холодной водой.

- Какой невидимый диверсант сплющил бутылку?
- Можно ли объяснить этот опыт с помощью гипотезы 1?
- А с помощью гипотезы 2?

Причуда 2. Истина в вине?

Однажды Атос, Портос, Арамис и д'Артаньян угостили капитана мушкетеров де Тревиля вином из неисчерпаемого сосуда. Де Тревиль пришел в полнейший восторг и сказал, что устроит пир, пригласит на него королевский двор и напоит их из неисчерпаемого бассейна. Конструкцию такого бассейна капитан нарисовал угольком на белоснежной скатерти.

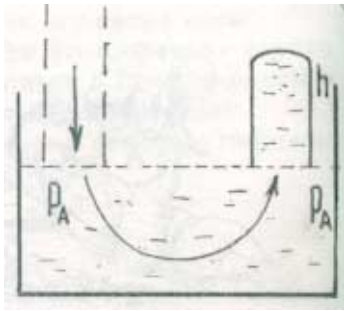
После этого он приказал Атосу как специалисту по фортификации разобраться, какой наибольшей высоты надо строить резервуар, чтобы вначале он был заполнен до отказа.



Помогите Атосу разобраться:

- Почему вино не вытекает из бутылки?
- Создает ли столб вина в бутылке давление? Как его рассчитать?
- Если трубочку поставить вертикально, будет ли по ней подниматься жидкость? Посмотрите, что будет происходить.
- Почему давление столба в бутылке не вгоняет вино в трубочку? Что может этому препятствовать?
- Если взять бутылку повыше и повторить этот опыт, будет ли жидкость входить в трубку? Выльется ли она?
- Можно ли изготовить «супербутылку» такой высоты, что жидкость все-таки начнет входить в трубку или выливаться из сосуда?

Жидкость не вытекает из сосуда потому, что на поверхность жидкости давит столб воздуха, и давление этого столба намного выше, чем давление столба жидкости в сосуде.



Если брать сосуд все выше и выше, давление столба жидкости

$$P_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} * g * h$$

будет становиться все больше и больше. Когда давление столба жидкости сравняется с давлением воздуха P_A :

$$P_A = \rho_{\text{ж}} * g * H$$

(H - предельная высота столба жидкости), жидкость начнет выливаться из сосуда.

Первые «опыты» поднятия жидкости всасывающим насосом (он устроен, как большой шприц) делали водопроводчики, они и установили: «Всасывающий насос не может поднять воду выше, чем на 18 локтей». (Это примерно 10 метров).

Вычислим давление воздуха.

Оно равно

$$P_A = 1000 \text{ кг/м}^3 * 10 \text{ Н/кг} * 10 \text{ м} = 100000 \text{ Па}$$

- Какой высоты должен быть резервуар для вина? (см. «Истина в вине»).
- Что будет, если наполнить водой резервуар высотой 11 м и опустить его в бассейн вверх дном?
- Какое вещество будет находиться над поверхностью воды в резервуаре?
- Описанное устройство (бочка с высокой трубкой) было изготовлено на самом деле (Блез Паскаль, 1646 г.) и названо «водяной барометр». Как вы думаете, почему?
- «Водяной барометр» - прибор очень громоздкий. Что бы вы посоветовали для исправления этого недостатка? Нельзя заменить воду какой-нибудь другой жидкостью? Чем эта жидкость должна отличаться от воды?
- Вы наверняка знаете, как сделать пипетку из стеклянной трубки без резинового наконечника.

Почему вода не выливается из пипетки?

Почему вода выливается из нее?

Я бы не поставил опыта, если бы заранее естественное рассуждение не привело к твердому

убеждению, что эффект должен происходить точно так, как он происходит.

Галилео Галилей.

Задача 18

Какая сила действует со стороны атмосферы на крышку кубического сундука ребром 1м? А на его стенки?

Попробуйте измерить силу, которую вы должны приложить, чтобы открыть крышку? Как вы можете объяснить несоответствие?

Что надо сделать, чтобы сила атмосферного давления стала ощутимой?

Задача 19

Какой груз создает силу тяжести, равную силе давления атмосферы на поверхность площадью 1м²?

Задача 20

Объясните механизм действия присоски.

*Пустота – отсутствие всего, как
смерть – отсутствие жизни.*

Отто фон Герике, 1672 г.

Задача 21

Как всасывается воздух при дыхании? Вода при питье?

Задача 22

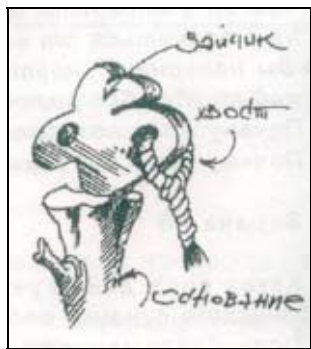
Придумайте устройство, приводимое в действие колебаниями атмосферного давления.

Задача 23

Б. Паскаль первым заметил, что когда атмосферное давление снижается, погода ухудшается. Как вы можете это объяснить?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА (шутка)

Как сделать барометр



Материалы:

1. Березовый кол.
2. Фанера (толщина 12 мм).
3. Веревка.
4. Гвозди.

Изготовление: согласно прилагаемому чертежу.

Принцип действия:

1. Хвост дрожит - ветер.
2. Хвост не дрожит - нет ветра.
3. Хвост стоит дыбом - перед грозой.
4. С хвоста капает – дождь.
5. От хвоста падает тень – солнечно.
6. Тени от хвоста нет – пасмурно.
7. На хвосте иней – мороз.

*Коль барометр упал –
Налетит жестокий шквал.
Примета моряков*

4.5 Воздухоплавание

История 1. «Я тучка, тучка, тучка...»

В один прекрасный вечер на телеэкраны вышла сборная программа «В мире животных» - «Под знаком Пи» - «Спокойной ночи, малыши». Знаменитый физик Ступица убеждал зрителей, что в атмосферах некоторых планет – подумать только! - медвежонок Винни-Пух может без всяких приспособлений зависнуть в воздухе, как тучка.

- Как вы думаете, возможно ли это?

История 2. Еще одна дозаправка в воздухе

Как-то раз Карлсон решил долететь своим ходом до Москвы и приземлиться на Красной площади. Чтобы увеличить дальность беспосадочного перелета, он взял на буксир банку варенья, подвешенную к воздушному шару. Масса банки 2 кг.

Карлсон взял шарик объемом 1 м^3 и массой 100г.

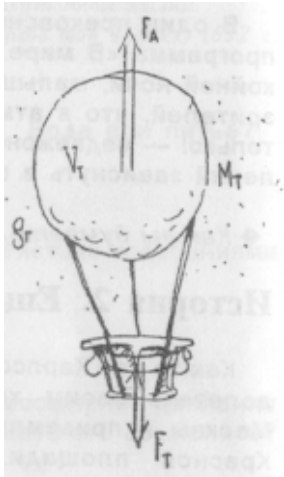
- Будет ли шарик держаться в воздухе:
 - а) без банки,
 - б) с банкой.
- Какие силы действуют на шарик в воздухе?
- При каких условиях шарик может взлететь?
- При каких условиях шарик будет опускаться?

- Какой максимальный груз может поднять шарик?
- Как можно увеличить его грузоподъемность?

На любое тело, находящееся в газе, действует выталкивающая сила F_A . Газ, как и жидкость, выталкивает погруженные в него тела, выталкивающая сила

$$F_A = \rho_r * g * V_T$$

(ρ_r - плотность газа, V_T - объем тела).



Будет ли тело «всплывать» в газе, зависит от того, какая сила больше: выталкивающая или сила тяжести. При $F_A > F_T$ тело «всплывает», при $F_A < F_T$ «погружается», при $F_A = F_T$ зависает в газе.

Нетрудно определить, какая должна быть плотность газа, чтобы тело массой M , и объемом V зависло в нем:

$$F_A = F_T$$

$$F_A = \rho_r * g * V_T$$

$$F_T = M_T * g$$

следовательно

$$M_T * g = \rho_r * g * V_T$$

Величину $\rho_{cp} = M_T / V_T$ называют средней плотностью тела. Поэтому условие «плавания» в газе можно записать так:

$$\rho_{cp} \leq \rho_r$$

(плотность газа должна быть не меньше, чем средняя плотность тела).

ВОПРОСЫ И ЗАДАЧИ

Почему в воздухе держится воздушный шар? Парашют? Птица?

1. Оцените, с какой силой воздух в комнате выталкивает человека?
2. Какой должна быть плотность атмосферы, чтобы в ней мог висеть Винни-Пух?
3. Не выскочит ли всплывающий в воздухе воздушный шарик за пределы атмосферы?

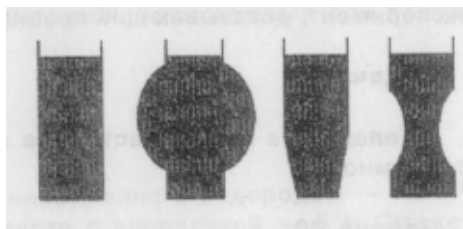
«КРИК ДУШИ»

*Тогда задача будет
решена, но у меня не хватает
не то времени, не то знаний.*

Задачи к 4-й главе

Задача 24

Сравните давление воды на дно разных сосудов. (см. рис.) Как изменится это давление, если воду заменить ртутью? Спиртом?



Задача 25

Загадочный колодец

Путешествуя в горах, ребята нашли полуразрушенную крепость. Разбирая камни, они открыли колодец. Дно его – тоже камни, на полметра залитые холодной водой. Попробовали на вкус - родниковая. Мальчишки удивились: откуда здесь взяться воде? Самая верхушка горы!

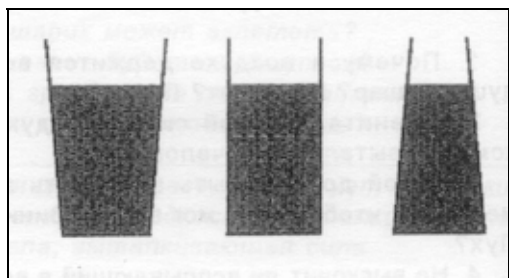
Вычерпали всю воду ведрами, но не прошло и десяти минут, как яма снова наполнилась водой до прежнего уровня. Это было настоящим чудом. Объясните это чудо.

Задача 26

В цилиндрические стаканы налиты до одного уровня и керосин. Силы давления на дно оказались одинаковы. Возможно ли это?

Задача 27

В трех сосудах с одинаковой площадью дна налита вода до одного уровня. (см. рис.) В каком сосуде больше воды? Где больше давление на дно?



Задача 28

Уровни океанов (Атлантического и Тихого) с разных сторон Панамского канала различны. В сухое время года разность уровней мала, а в сезон дождей она достигает 30 см.

Как это обнаружилось? Чем это объяснить? Предложите эксперимент, доказывающий правильность вашего объяснения.

Задача 29

Сделайте из куска пластилина лодочку наибольшей грузоподъемности.

Задача 30

«По воде, яко по суху»

Сколько грузовиков соли надо засыпать в пруд длиной 500м, шириной 200м и глубиной 12м, чтобы люди при всем желании не могли в нем утонуть?

Задача 31

Динамометр показывает, что мраморный шарик, подвешенный к нему на тонкой нити, весит 1,62 Н. Что будет показывать динамометр, если шарик наполовину погрузить в воду?

Задача 32

Какой массы алюминиевый груз следует привязать к деревянному бруску массой 54 кг, чтобы, погрузившись в воду, он не тонул, но и не всплывал?

Задача 33

Определите наименьшую площадь плоской льдины, способной удержать на воде весь 7-В класс в количестве 25 человек. Считайте, что средняя масса семиклассника 40 кг.

Задача 34

«И за борт ее бросает ...»

Вы сидите в лодке, плавающей на поверхности небольшого пруда. В лодке пудовая гиря. Вам надоело ее возить, и вы выбросили ее за борт. Что станет с уровнем воды в пруду? Он поднимется, опустится или останется прежним?

Задача 35

Свет на посадочную площадку!

При посадке ракеты на Луну требуется осветить место посадки мощной лампой. Однако стекло, из которого сделана лампа, не выдерживает перегрузок, возникающих при посадке, и трескается.

Что бы вы предложили?

Задача 36

Объем надувного шара, наполненного водородом - $0,2 \text{ м}^3$. Масса оболочки шарика вместе с веревочкой - 5 г. Сможет ли шарик поднять к потолку привязавшуюся к веревочке за хвост опытную сотрудницу, белую мышку Мушку, масса которой 40 г?

Задача 37

Оцените размеры присоски, способной удержать человека.

Задача 38

Присоска осьминога

Какой груз может удержать своими присосками осьминог?

Задача 39

Атмосферный столбняк

Вспомните, как великий комбинатор Остап Бендер объяснялся в любви Зосе Сеницкой:

- Вы знаете, Зося,... на каждого человека, даже партийного, давит атмосферный столб весом в 214 кило. Вы этого не замечали?.. Слышите, Зося, я несчастен. Мне кажется, атмосферный столб давит на меня значительно сильнее, чем на других граждан. Это от любви к Вам.
- Это потому, что Вы врете больше других граждан.
- Это не ложь, это закон физики. А может, действительно, никакого столба нет, и это одна моя фантазия?..

Правильно ли Остап оценил вес столба?

Почему люди не замечают этого веса?

Задача 40

С помощью какого физического явления младенец Кузя добывает молоко из своей мамы?

Задача 41

Какую роль при питье играет атмосферное давление?

Задача 42

Пещера

В глубокой пещере под землей вы попали в огромный зал. Мощности фонарика не хватает для того, чтобы увидеть потолок. Как вы предложите измерить высоту зала?

Учтите, что туристы не могут брать с собой под землю тяжелое и дорогое оборудование.

Мы погружены на дно безбрежного моря воздушной стихии, которая имеет вес, причем он наибольший у поверхности Земли.

Э. Торричелли, 1644 г.

6. ЗАДАЧИ НА ЛЮБОЙ ВКУС

*В задачах тех ищи удачи,
Где получить рискуешь сдачи!
Пит Хейн, детский математик и
поэт, писавший на английском.*

6.1 Задачи для покорителей пространства

1.01

Как поживаешь, колесо?

На испытательном стенде крутится колесо. Как разглядеть, что с ним происходит?

1.02

Надписи на заборе

Вам дали кусочек мела. Как определить, сколько формул можно этим мелом написать?

1.03

Косильщик лужаек

Вам дали ручную машину-газонокосилку. Что надо измерить, чтобы найти время, необходимое для того, чтобы выкосить газон?

1.04

Добираясь от пункта А до пункта Б, расстояние между которыми 4000 м, печальный дядя Боря имел ряд приключений. Первые 10 минут дядя Боря шел не спеша и только изредка вздрагивал, предчувствуя беду. Следующие 4 минуты дядя Боря мчался изо всех сил, спасаясь от дворняги Моськи и ее верных подруг Жучки, Шавки и Клюквы. После того, как подруги, мечтавшие поближе познакомиться с дядибориными брюками, наконец отстали, дядя Боря еще 16 минут бежал трусцой, постепенно снижая скорость. Затем он 18 минут тихонько полз в густой траве мимо мирно пасущегося быка Еремы. И еще 3 минуты от вышеназванного быка убегал. Последние 9 минут дядя Боря, на всякий случай, преодолел на четвереньках. Вычислите среднюю скорость дяди Бори, прибывшего в пункт Б в невменяемом состоянии.

1.05

Ученый с мировым именем Иннокентий сконструировал средство передвижения, которое, рванув с места и отмахав за минуту 121 км, вдруг замирает, пыхтит, топчется на одном месте и только через два часа снова бросается в путь. За какое время Иннокентий, катаясь на своем средстве, проедет 605 км? Вычислите среднюю скорость средства во время этой прогулочки. Опишите движение Иннокентия с помощью таблицы; с помощью графика.

1.06

Синяя гусеница за первую секунду переместилась на 1 мм, за вторую – на 1 мм, за третью – на 1 мм, за четвертую – тоже на 1 мм и т.д. Всегда ли такое движение можно считать равномерным?

1.07

Из города А выехала автомашина со скоростью 10 м/с, и одновременно навстречу ей из города В выехал велосипедист со скоростью 18 км/ч. Расстояние между городами 108 км. Постройте графики зависимости пути во времени для автомобиля и велосипедиста.

1.08

Барон К.Ф.И. Мюнхгаузен рассказывает:

- Когда моя любимая лошадь подворачивает ногу, я обычно взваливаю лошадь на себя, и мы продолжаем движение, но медленнее. Когда я сверху, наша скорость 120 км/ч, а когда я снизу – всего 30 км/ч. Чему равна наша средняя скорость, если:
 - а) я еду полпути, а потом несу лошадь?
 - б) я еду половину времени, а потом несу лошадь?

1.09

Эскалатор поднимает стоящего человека за 1 мин. Если эскалатор стоит, то человек поднимается по нему за 3 мин. Сколько времени понадобится на подъем, если человек будет идти по движущемуся эскалатору?

1.10

Человек, идущий вниз по спускающемуся эскалатору, затрачивает на спуск 1 мин. Если человек будет идти вдвое быстрее, он затратит на 15 с меньше. Сколько времени он будет спускаться, стоя на эскалаторе?

1.11

Конькобежец, бежавший дистанцию 500 м, первые 100 метров пробежал со скоростью 10 м/с, следующие 300 м – со скоростью 11 м/с, а остаток дистанции – со скоростью 13 м/с.

Какова средняя скорость конькобежца на дистанции?

1.12

Определите скорость течения Волги на участке, где скорость грузового теплохода по течению равна 600 км/сут, а против течения – 336 км/сут.

6.2 Задачи для сильных и мощных

2.01

Без трения

Вообразите, что вы находитесь на горизонтальной идеально гладкой поверхности. Каким способом могли бы вы переместить свое тело в желаемом направлении?

2.02

Мальчик может сбросить камень с грузеной баржи или с легкой надувной резиновой лодки. В каком случае камень полетит дальше?

2.03

Массивную дверь ребенок может закрыть, а открыть ее ему бывает не под силу. Почему?

2.04

Пете нечего было делать. От скуки Петя, чтобы провести свободное время, подsunул швабру под шкаф, надавил на ручку – и, совершенно неожиданно для самого себя, опрокинул шкаф на пол. Как физики называют швабру, подsunутую под шкаф? Как нужно расположить двухметровую швабру, если Петя имеет массу 40 кг, шкаф – 200 кг, а массой швабры можно пренебречь. Петя может приложить силу не большую, чем его собственный вес.

2.05

Хитрые бутсы

Игроки гаитянского футбольного клуба «Атлетикос» усовершенствовали свои бутсы так, что мяч не отскакивал от ноги – и потому не попадал к соперникам. Как они этого добились?

2.06

Почему облако не падает?

2.07

Лютый враг нежно прижался щекой к прикладу и нажал курок. Пуля массой 10 г выскочила из винтовки и понеслась искать невинную жертву со скоростью 800 м/с. А винтовка в результате отдачи со скоростью 2 м/с послала врага в нокаут.

Вычислите массу, сбившую с ног врага.

2.08

Как без всяких весов убедиться, что массы близнецов-братьев Вити и Мити одинаковы?

2.09

Какую силу должен прилагать пятиклассник Егор Букин, чтобы одной рукой держать за шивороты в воздухе трех первоклассников, общая масса которых 63 кг?

2.10

Воздушный шарик и железный гвоздик массой по 2 г каждый упали с десятого этажа. Сравните силы тяжести, действующие на шарик и на гвоздик.

2.11

Коля и Толя влюбились в Олю и стали тянуть ее в разные стороны. Коля тянет за ноги с силой 116 ньютонов, а Толя – за руки с силой 110 ньютонов. Вычислите, чему равна равнодействующая этих сил и узнайте, как будет двигаться Оля: вперед ногами или головой?

6.3 Задачи для строителей новых миров

3.01

Сделаем воду мягче

Однажды знаменитый тренер, бывший чемпион по прыжкам в воду, пожаловался коллеге:

- Трудно работать. Прыжки становятся все сложнее и сложнее. Надо придумывать новые комбинации, пробовать, а при этом, сам понимаешь, увеличивается вероятность неудачных приводнений и травм. Когда падаешь с высоты, вода не такая уж мягкая. Иногда вижу: может спортсмен попробовать новый элемент, но боится ушибов, боится из-за травмы не попасть на соревнование...
- Ничего не поделаешь, - вздохнул коллега. – Такой у нас вид спорта. В моей группе тоже бывают травмы при неудачных прыжках.

И тут появился изобретатель. «Травм больше не будет, – сказал он. – Сделаем воду мягче. Для этого нужно...»

Как вы думаете, что нужно сделать с водой, чтобы она стала мягче и спортсмены не травмировались при прыжках?

3.02

Почему лезвие топора не прямое, а дугообразное? Почему зубья пилы располагаются по дуге?

3.03

«Одной левой»

В цирке клоун одной левой поднимает огромную гирию, на которой написано «500 кг». На самом деле масса гири в сто раз меньше. Объем этой гири – $0,025 \text{ м}^3$. Вычислите плотность цирковой гири. Из чего сделана эта гирия?

3.04

В те редкие дни, когда мама загоняет среднеупитанного и плотного Петю в наполненную до краев ванну, на пол выливается $30\,000 \text{ см}^3$ воды. Масса Пети 30 кг. Определите среднюю плотность Пети.

3.05

В школьной столовой близнецы-братья Митя и Витя, отталкивая друг друга, пытались перпендикулярно воткнуть свои вилки в один и тот же кусок мяса. Митя орудовал

целой вилкой с четырьмя зубчиками, а Вите досталась поломанная, с двумя зубчиками. Братья действуют с одинаковой силой. Кто из них скорее добьется результата?

3.06

Масса медного чайника 1,32 кг. Определите массу алюминиевого чайника таких же размеров.

3.07

Масса сплошного куба, сделанного из некоторого вещества, равна 2,5 кг. От куба отпилили кубик, ребро которого вдвое меньше, чем у большого куба. Какая масса у маленького кубика?

3.08

«Не все то золото, что блестит!»

Определите массу полого куба, изготовленного из латуни. Площадь наружной поверхности куба 216 см^2 , толщина стенок 2 мм.

3.09

Железная и алюминиевая детали имеют одинаковые объемы. Найдите массу этих деталей, если масса железной детали на 2,75 г больше массы алюминиевой.

3.10

Мог ли Архимед оценить вес Земли?

6.4 Задачи для знаменитых капитанов

4.01

Когда корабль входит в сухой док, док сжимается, и вода выходит из него. Какое наименьшее количество воды должно быть под кораблем, водоизмещение которого 2 тонны, чтобы он еще находился на плаву?

4.02

«Прибежали в избу дети...»

Почему утопленники через несколько дней всплывают?

4.03

Как взвесить заготовку?

При изготовлении стальных труб очень важно отрезать от слитка заготовку точно заданного веса – тогда все трубы будут иметь заданную длину. А слитки имеют разные размеры и форму. Как быть?

4.04

Упрямый пират

Когда французского пирата Сюркуфа схватили, и он предстал перед королевским судом, то на вопрос о месте хранения награбленных сокровищ, он упорно отвечал, что возил

их с собой. Весь корабль обыскали и, ничего не найдя, снарядили экспедицию на далекий остров. Безрезультатно.

А где бы вы искали сокровища Сюркуфа?

4.05

Найдите, какое давление оказывает жидкость на дно АВ.

4.06

Всегда ли прав упрямый Галилей?

Перед вами – текст великого Галилея:

«Вода в воде не имеет никакой тяжести. А если вода в воде ничего не весит, ее нижние слои не могут быть сжаты верхними. Подобным же образом нет ничего удивительного в том, что вся атмосфера ничего не весит».

Можете ли вы возразить?

4.07

Хулиганский опыт

(Отрывок из статьи в физическом журнале)

Поставим пустую бутылку на землю и будем бить палкой по горлышку сверху вниз, пытаясь разбить бутылку.

Скорее всего, разбить ее вам не удалось. Не отчаивайтесь – вам поможет закон мистера Икс. Налейте в бутылку доверху воды, плотно заткните пробкой и повторите опыт. Бутылка развалится после первого же удара. Идея этого способа разбивания бутылок принадлежит Галилею, который открыл его лет за сорок до рождения мистера Икс.

Как бы вы объяснили опыт?

Кто скрывается под псевдонимом "мистер Икс"?

4.08

«Дядя, достань воробышка!»

В цеху готовились к первомайской демонстрации, накачивали водородом воздушные шарики. Один из них, самый красивый, вырвался и улетел под потолок. Цех высокий, 20 метров. Шарик нужно достать.

Пожарная машина въехать в цех не может – слишком узкие ворота. 20-метровых лестниц, скорее всего, не бывает. Что бы вы предложили?

4.09

Какое давление оказывает шариковая ручка на бумагу?

Оцените его.

4.10

«Буль-буль!» – сказал профессор Буль»

Оцените, до какого уровня нужно налить водой стеклянную бутылку, чтобы она утонула в воде? Проверьте вашу оценку на опыте.

4.11

Без перекоса

Когда строился Исаакиевский собор в Петербурге, перед его строителями возникла задача: надо было срезать все сваи, забитые под фундамент, строго под один уровень. Главный строитель собора Монферан предложил...

А что бы вы предложили на его месте?

4.12

Парочка физиков упала в озеро, пошла на дно и, обнаружив его на глубине 9 м, стала вычислять давление, которое на этой глубине оказывает озеро. Надо ли парочке, взявшись за руки, долго бродить по дну, измеряя шагами его площадь, или можно уже выныривать?

4.13

Можете ли вы вычислить давление, оказываемое на сундук с золотом, который младший помощник капитана Флинта нечаянно уронил за борт на глубину 10900 м, и сравнить это давление с давлением, которое, узнав о случившемся, капитан Флинт оказал на поверхность своего младшего помощника, если известно, что плотность морской воды 1030 кг/м^3 , сила, с которой капитан перпендикулярно давит на поверхность помощника, равна 1120000 кН , площадь соприкосновения помощника с капитаном $0,01 \text{ м}^2$, а площадь крышки сундука с золотом никому не известна?

4.14

Дядя Петя, проснувшись в понедельник и ощутив себя с ног до головы, с облегчением убедился, что площадь поверхности его тела равна только $1,8 \text{ м}^2$. Прошлый раз его сильней раздуло. Однако, взглянув на барометр и обнаружив, что атмосферное давление уже равно 101300 Па , дядя Петя пришел в ужас и стал вычислять, с какой же силой на него давит атмосфера. Помогите дяде Пете вычислить эту силу и подумайте, легко ли будет ему выдержать такое в понедельник с утра?

4.15

Генерал нырнул в жидкость солдатиком и подвергся действию выталкивающих сил. Можно ли утверждать, что жидкость вытолкала генерала в шею?

4.16

Пожилые греки рассказывают, что Архимед обладал чудовищной силой. Даже стоя по пояс в воде, он легко поднимал одной левой массу в 1000 кг , Правда, только до пояса, выше поднимать отказывался. Могут ли быть правдой эти рассказы?

4.17

На мостике флагманского корабля адмирал вместе с пуговицами и кортиком весит 760 ньютонов. Объем адмирала $0,06 \text{ м}^3$. Сколько будет весить адмирал, когда во время отпуска придет гостить к своей бабушке и, не снимая морской формы, отпугивая лягушек, нырнет в деревенский пруд?

4.18

Полый медный шар плавает в воде во взвешенном состоянии. Чему равна масса шара, если объем воздушной полости равен $7,76 \text{ см}^3$?

4.19

При атмосферном давлении, равном 100000 Па, манометр показывает давление в шинах автомобиля в 3,4 раза большее. С какой силой давит воздух камеры автомобиля на каждые 1100 см^2 ее площади?

4.20

По молекуле на брата

Сколько приблизительно молекул остается еще в литровом сосуде, из которого воздух выкачан самым лучшим насосом? Хватит ли их, чтобы раздать по одной молекуле всему населению Москвы? Плотность воздуха при откачке уменьшилась в миллион раз.

6.5 Задачи для любителей пошуметь

5.01

«...которая часто ворует пшеницу...»

Подъезжает к элеватору машина с зерном. Нужно узнать, не заражено ли зерно вредителем-зерноедкой. Работа сложная: лаборант берет сотню зерен, раскладывает их и внимательно рассматривает, нет ли в них маленьких червячков или прогрызенных ими ходов. Как усовершенствовать проверку?

5.02

Странная химическая реакция

В одной лаборатории было обнаружено странное явление: некая химическая реакция в закрытой колбе проходила только в том случае, если ее проводил один из сотрудников. Коллеги стали подозревать его в фальсификации. Дело осложнялось тем, что если в лаборатории были еще и другие люди, реакция тоже не шла. Как это объяснить?

5.03

Секретное оружие

В одном из американских городов не было покоя от подростков, бесцельно слоняющихся по торговым центрам. Но директор одного универмага применил секретное оружие (совершенно безобидное) – и толпа юных бездельников хлынула на улицу.

В чем секрет?

6.6 Винегрет из задач

6.01

Гонка за рекордом

Спортивные рекорды устанавливаются для того, чтобы быть побитыми. В идеале хорошо бы тренироваться в паре с лидером, бегущим или плывущим по графику мирового рекорда. Но где раздобыть столько чемпионов мира для каждого спортсмена? И так, проблема; чем можно заменить чемпиона мира на беговой дорожке?

6.02

Навстречу катастрофе

На одном участке двухпутная дорога ныряет в туннель и становится однопутной, Разъехаться внутри туннеля поездам негде.

Однажды летом в туннель на полной скорости влетел поезд. Другой поезд тогда же влетел на полной скорости с другой стороны. Но столкновения не произошло. Почему?

6.03

Все клады – наши!

Предложите конструкцию подземохода, способного двигаться в земной коре со скоростью 10 км/ч при запасе хода 300 – 400 км.

6.04

По реке плывет весельная лодка и рядом с ней – щепка. Что легче для гребца: перегнать щепку на 10 м или на столько же отстать от нее?

6.05

Группа туристов, двигаясь цепочкой по обочине дороги со скоростью 3,6 км/ч, растянулась на 200 м. Замыкающий посылает велосипедиста к вожатому, который находится впереди группы. Велосипедист едет со скоростью 7 м/с. Выполнив поручение, он тут же возвращается к замыкающему с той же скоростью. Сколько времени ехал велосипедист в обе стороны?

6.06

Два поезда длиной по 360 м каждый движутся по прямым параллельным путям навстречу друг другу с одинаковой скоростью 64 км/ч. Какое время пройдет после встречи тепловозов до того, как разминутся последние вагоны?

6.01

Может ли человек бежать быстрее своей тени? Что для этого нужно?

6.08

Во время езды на автомобиле через каждую минуту снимали показания скорости со спидометра. Можно ли по этим показателям определить среднюю скорость автомобиля?

6.09

Самолет летит из пункта А в пункт В и обратно со скоростью 390 км/ч. Расстояние между пунктами 1080 км. Сколько времени потратит самолет на весь полет, если на трассе помета непрерывно дует ураганный ветер со скоростью 160 км/ч? Ветер дует вдоль прямой АВ.

6.10

Рыбак плыл на моторной лодке по реке, зацепил шляпой за мост – и она свалилась в воду. Рыбак поплыл дальше, но через полчаса солнце так напекло ему голову, что пришлось повернуть обратно за шляпой. Лодка догнала ее на 4 км ниже моста. Найдите скорость течения реки. В какую сторону вначале плыл рыбак – по течению или против?

6.11

Автомобиль прошел половину пути со скоростью $v = 60$ км/ч. Половину оставшегося времени он ехал со скоростью $v = 15$ км/ч, а последний участок – со скоростью $v = 46$ км/ч. Чему равна средняя скорость автомобиля на всем пути?

6.12

Вычихнутый чих со всем его содержимым летит со скоростью 144 км/ч. А скорость, с которой летит по воздуху звук, равна 330 м/с. Во сколько раз быстрее долетит до Коли Клячкина звук Степиного чиха, чем его содержимое?

6.13

В ясный солнечный день парашютист Матюхин плавно приближался к земле. Случилось так, что он опускался совсем близко от 20-этажного дома, жильцы которого дружно высыпали на балконы, чтобы громко приветствовать героя. Матюхин снижался, пролетая за минуту 3 этажа. Ровно через 4 минуты в спину парашютиста смачно врезалось сырое яйцо. С какого этажа был послан этот неожиданный подарок?

6.14

Пролетая в самолете на высоте 3600 м над своим домом, парашютист Матюхин вспомнил, что забыл выключить утюг. Скорость приземления с парашютом – 30 м/мин, без парашюта – в 80 раз быстрее. Матюхин выбрал второй вариант. Как скоро геройский парашютист доберется до зловещего утюга?

6.15

Том, как угорелый, рванул на 1600 м вокруг дома со скоростью 46 км/ч. За ним со скоростью 30 км/ч припустил разъяренный Спайк. Когда разъяренный Спайк сможет укусить удивленного Тома?

6.16

На стадионе для тараканьих бегов заканчивались последние приготовления к финальному забегу на кубок Большого Таракана. К сожалению, работники стадиона успели подготовить только половину беговой дорожки, а на другой половине лежал песок. На тренировку вышли два брата-близнеца Фердинанд и Цезарь. Каждый из них на дорожке развивает скорость 15 см/с, а на песке – 12 см/с. Чтобы не мешать друг другу, они от места старта побежали в противоположные стороны. Через какое время они встретятся, если известно, что старт находится на границе готовой дорожки и песка, а длина готовой дорожки 3 м?

6.17

Прирученная пуля

Военный журналист опубликовал заметку, что был очевидцем такого случая: человек без всякого вреда для себя схватил рукой летящую пулю. Может ли такое быть?

6.18

Остановите Землю, я сойду!

Что произошло бы с людьми, если бы Земля внезапно остановилась в своем движении вокруг Солнца?

6.19

Футбол в открытом море

На внутренней палубе океанского лайнера в хорошую погоду устроили футбольный матч. Вы – капитан команды. Какие ворота вы выберете: те, что располагаются ближе к корме, или те, что ближе к носу? Пока будет продолжаться матч, капитан корабля обещает не менять курс и скорость.

6.20

Мухе надоело сидеть на столе, и она полетела к потолку. Действует ли на нее сила тяжести?

6.21

Чем сильнее загружен плот, тем он быстроходнее. Как бы вы это объяснили?

6.22

Винни-Пух, решив полакомиться яблоками с гигантской яблони, закинул на ее верхушку длинную веревку и полез по ней вверх. При этом, поднимаясь каждый раз на 1 м,

он съедал по 1 кг яблок. В некоторый момент веревка, выдерживающая наибольшую нагрузку 400 Н, обрывается. Сколько шишек набьет себе Винни-Пух, если, падая с высоты менее 3 м, он набивает одну шишку, с высоты от 3 м до 5 м – две, от 5 до 7 м – три и т. д.? Масса голодного Винни-Пуха 20 кг.

6.23

Футбол с пружиной

Изобретателю надоело писать. Он достал инструменты и принялся портить футбольный мяч. Вынул камеру, надрезал, закрепил внутри грузик на упругой пружинке. Потом тщательно заклеил камеру, засунул в покрышку и накачал. Вышел на улицу и ударил по мячу. «Поиграем завтра с ребятами на школьном стадионе», – подумал он и рассмеялся. Над чем он смеялся?

6.24

Сухой лист

Хорошо играть в настольный теннис мягкой ракеткой. После крученого удара шарик летит по весьма хитрой траектории. Впрочем, это бывает не только в пинг-понге. Известен коварный удар «сухой лист» в футболе, когда мяч летит совсем не туда, куда, казалось бы, должен. Несколько лет назад один футболист вдруг начал бить «сухим листом» постоянно. Оказалось, что он немного «усовершенствовал» свои бутсы. Правда, в награду за эту «рационализацию» его дисквалифицировали. Что он сделал?

6.25

Вездеход на Марсе

В одном фантастическом рассказе описана экспедиция на Марс. Космический корабль приземлился в долину с очень неровной поверхностью. Всюду холмы, ямы, камни. Космонавты быстро снарядили вездеход – колесный, с большими надувными шинами. Но на первом же крутом склоне вездеход опрокинулся на бок. И тут... Нет, к сожалению, в рассказе изобретатель не появился. А как вы думаете, что бы он предложил? Учтите, у космонавтов не было возможности существенно переделывать вездеход.

6.26

Баллон вежливо доложил...

Во многих домах газовые горелки работают на сжиженном газе. Запасают такой газ в металлических баллонах. Если топлива осталось мало, хозяйка должна подумать о скорой замене. Но как узнать, что жидкость в баллоне почти израсходована? Такую задачу решали сотрудники одного конструкторского бюро. Нужно было придумать простой и удобный способ, позволяющий сразу заметить, что в баллоне осталась, скажем, одна десятая часть жидкости.

- Измерять давление газа? – задумчиво произнес один инженер. – Нет, ничего не получится. Пока в баллоне есть хоть капля жидкости, давление не меняется: израсходованный газ пополняется за счет испарения.
- А если взвешивать баллон? – спросил другой инженер.
- Нет, пожалуй, это тоже не годится. Неудобно то и дело отсоединять тяжелый баллон, взвешивать, снова присоединять...

И тут появился изобретатель.

- Я знаю идеальное решение, – сказал он. – Баллон сам должен вежливо докладывать, что осталась одна десятая часть жидкости.

И он объяснил, как получить идеальное решение.

А что предложите вы? Учтите, приделывать к баллону стеклянные трубки нельзя, это опасно.

6.27

На всю катушку

На заводе, производящем кабель, возникла проблема. Кабельные катушки положено перевозить в железнодорожных вагонах «на ребре». Чтобы катушки весом в несколько тонн не катались по вагону, их устанавливают на полукруглые подставки. Требуется много древесины, труда. Как быть?

6.28

Вперед и вверх

Для подъема по вертикальным ледяным стенкам альпинисты надевают на ноги «кошки» – специальные крючья, которые вонзаются в лед под тяжестью альпиниста и помогают ему удержаться. Но стоять на вертикальной стене на «кошках» очень трудно, можно опрокинуться назад. Вот если бы надеть «кошки» на руки! Тогда точно не опрокинешься, но руки должны быть свободными для забивания крючьев, да и слабее они, чем ноги, а подниматься, подтягиваясь на руках, тоже тяжело. Как быть?

6.29

В опытах с магдебургскими полушариями с каждой стороны впрягали по восемь лошадей. Изменится ли сила тяги, если одно полушарие прикрепить к стене, а с другой стороны впрячь 16 лошадей?

6.30

Какую работу совершит мальчик, прилагая силу 60 Н, чтобы поднять брусок весом 20 Н на высоту 1,5 м?

6.31

Изменится ли работа, производимая двигателем эскалатора, если пассажир, стоящий на равномерно движущейся вверх лестнице эскалатора, начнет сам равномерно подниматься по ней?

6.32

Изменится ли мощность, развиваемая двигателями эскалатора, если мальчик, стоящий на движущейся вверх лестнице эскалатора, начнет подниматься по эскалатору с постоянной скоростью?

6.33

Оцените, какую силу развивает мышца плеча, при поднятии груза рукой, согнутой в локте.

6.34

Оцените, во сколько раз больше «номинала» весит гиря, упавшая на ногу со стола.

6.35

Волшебный кран

Вот что увидел в Японии писатель Илья Фояков: «Над прилавком в магазине висит медный кран. Обыкновенный кран, какие есть в каждой кухне. Но посетители видят, что кран висит в воздухе, и из него льется вода».

Как можно это объяснить?

6.36

Кое-что новое о взвешивании

Вы хотите взвесить любимого кота на напольных весах. Ваши действия?

6.37

Оцените, что больше весит – пирамида Хеопса или стена Московского Кремля?

6.38

Сверхмагнит

На поверхность огромного постоянного магнита длиной более 60 м попало несколько килограммов тонкого, как пудра, стального порошка. Как очистить магнит, не повредив его поверхности?

6.39

Ураган над Кремлем

Как обезопасить звезды на башнях, если над Кремлем пронесется ураган? Площадь звезды (6 м^2) не уступает площади паруса на яхте.

При сооружении кремлевских заезд поступило два предложения: первое: установить над Кремлем датчик и посредством автоматики поворачивать звезду ребром к воздушному потоку.

Но внедрено было второе предложение. Постарайтесь найти его.

6.40

Бей своих, чтоб чужие боялись

При испытании реактивного снаряда, установленного в хвосте самолета для защиты от нападения сзади, был установлен удивительный факт: при пуске снаряд разворачивался и догонял самолет.

Как это объяснить?

Как это устранить?]

6.41

Страшная авария

На дороге произошла страшная авария. Оба водителя доставлены в больницу в тяжелом состоянии, оба автомобиля целы и невредимы. Что случилось?

6.42

Почему дно столовой и чайной посуды имеет кольцевой выступ?

6.43

Если схватить Петю и резко встряхнуть, из карманов у него вылетят гвозди, ножик, рогатка, камешки, пробки, кусочки свинца и 144 рубля мелочью. В чем причина такого удивительного явления природы?

6.44

Почему мороженое, которое уронил Вовочка, катаясь на карусели, перестало весело кружиться вместе с лошадками и летит прямо в милиционера, присматривающего за порядком?

6.45

Счастливый жених, масса которого 55 кг, держит на руках красавицу-невесту, масса которой 110 кг. С какой силой эта парочка давит на пол?

6.46

Сможет ли нечистая сила величиной не более 1000 ньютонов голыми руками поднять из гроба покойника, масса которого 20 кг?

6.47

Осьминог Демьян поймал восемь братьев-близнецов аквалангистов и медленно выжимает. Не как плавки после купания, а как гантели. То есть качает мускулы, равномерно поднимая всех восьмерых на высоту двух метров от дна. Какую работу совершает за одно

выжимание каждая нога осьминога, если известно, что на берегу все братья-аквалангисты вместе с аквалангами, ластами и плавками совершенно неотличимы друг от друга и имеют общий вес 13 720 Н, а общий объем 1,2 м³.

6.48

Какой из простых механизмов: рычаг, блок, ворот, наклонную плоскость, клин или винт должен использовать лентяй, чтобы получить выигрыш в работе? Не лучше ли лентяю использовать для своей возжеленной цели более сложный механизм?

6.49

Хитрый боксер

Во время профессионального матча по боксу спортсмены и их тренеры столкнулись с загадкой. Довольно средний боксер неожиданно одержал ряд побед над кандидатами в призеры, причем все – нокаутом. Проигравшие рассказали, что в начале боя его удары были обычные, но постепенно крепчали, достигая через некоторое время такой силы, будто боксер бил не обыкновенной перчаткой, а камнем. Но перчатки перед боем проверяет судья, булыжник в них не спрячешь. Что же произошло?

6.50

Я бегу, бегу, бегу...

Бегуны тренируются на движущейся ленте. Так можно, не сходя с места, пробежать под наблюдением тренера хоть марафонскую дистанцию. А как быть конькобежцам?

6.51

Чтобы шарик был шариком

Мелкие металлические шарики изготавливают, разбрызгивая расплавленный металл. Капли падают в воду и застывают.

Но при ударе о воду они немного сплющиваются, что недопустимо. Как быть?

6.52

- а) Оцените массу пылинки. Как бы вы предложили ее измерить?
- б) Оцените массу точки, поставленной мелом на доске; карандашом на бумаге; тачки на книжной странице.

6.53

«На волю пустим джина из бутылки!»

Могут ли существовать газообразные живые организмы?

6.54

Динары с дырками

Вы можете заключить с друзьями пари, что пробьете пятак с помощью иголки. Как можно это сделать?

6.55

Здесь вам не равнина!

Водные туристы заметили, что на горных реках осадка плота больше, чем на равнинных. Как бы вы это объяснили?

6.56

На ком Земля держится?

Почему на Земле нет животных больше кита?

Почему на суше нет животных больше слона?

6.87

«Ну, подумаешь – укол»

Шток шприца движется со скоростью 5 мм/с. Оцените, с какой скоростью будет вырываться в воздух струя из иглы?

6.58

В вашем распоряжении только собственные руки и лист бумаги. Попробуйте сделать летательный аппарат, который сможет пролететь наибольшее расстояние.

6.59

«К сожаленью день рожденья...»

На дне рождения физика угостили двумя котлетами. Одна котлета – из баранины с чесночком, другая – из пластилина с мелкими гайками. Чем, а точки зрения физика, отличаются эти две котлеты? В чем, с точки зрения физики, причина того, что котлеты имеют одинаковые форму и объем, но разные массы?

6.60

В автобус зашли два пассажира: один с большим дорожным чемоданом, другой с чемоданчиком. Первый пассажир, по существующим правилам, должен оплатить провоз багажа, для второго – это не обязательно. Какой пассажир везет больший груз?

6.61

Сколько штук строительного кирпича размером 250 * 120 * 65 мм можно перевезти на машине, грузоподъемность которой 4 тонны?

6.62

Пеностекло – легкий пористый материал, плотность которого приблизительно 0,5 г/см³. Однако плотность вещества, из которого изготавливается стекло, больше 2000 кг/м³. Как могло такое получиться?

6.63

Вода и воздух

Что тяжелее: атмосфера земного шара или вся его вода? Во сколько раз?

6.64

Для накачивания керосина в бак используется насос производительностью 2 кг в минуту. За какое время наполнится бак, если его длина 2 м, ширина 60 см, высота 1800 мм?

6.65

Сплав золота и серебра массой 400 г имеет плотность 14000 кг/м^3 . Сколько золота в сплаве?

6.66

Почему нельзя хранить ртуть в открытых сосудах? Почему пролитую по неосторожности ртуть надо собрать?

6.67

Как объяснить явление, выражаемое словами «дым тает в воздухе»?

6.68

Заметьте, что о ремонте дороги вы часто узнаете задолго до того, как увидите место ремонта. Каким образом?

6.69

На деревянную стенку надавили в одном случае ладонью с силой 200 Н, а в другом – с такой же силой каким-нибудь острым предметом, например, шилом. Силы равны по величине, почему же различны результаты их действия?

6.70

Почему бритвой легче нечаянно порезаться, чем ножом? Во сколько раз бритва опаснее ножа?

6.71

Для того, чтобы автомобильные шины не продавливались очень сильно, в них накачивают воздух. Какую физическую величину (и почему) измеряют при накачивании, если желают убедиться в том, что воздуха в шины накачано достаточно?

6.72

Тысяча атмосфер под пальцем

Можете ли вы одним пальцем произвести давление в 1000 атмосфер?

6.73

Сто тысяч атмосфер силою насекомого

Может ли насекомое производить давление в 100 000 атмосфер?

6.74

Оцените, во сколько раз отличается масса трех кубометров дров от массы трех кубометров дыма?

6.75

«Бесстрашная килька»

В левом борту пиратского судна «Бесстрашная килька» на глубине 1 м имелась наспех заделанная пробоина, выдерживающая максимальное давление 26000 Па. Напав в открытом море на банановый транспорт, пираты перегрузили себе на борт 200 т бананов. Кому достанутся эти бананы: пиратам или рыбам? Площадь палубы судна 100 м², борта высокие.

6.76

Аборигены северной (пустынной) части Австралии создали поселения даже в тех местах на побережье, где нет источников пресной воды. За ней они отправляются в открытый океан, захватив с собой длинные бамбуковые трубки. Что они делают дальше?

6.77

Воздушный океан

При температуре – 200⁰С воздух становится жидким. Как вы думаете, какой стала бы глубина воздушного океана, если бы Земля остыла до такой температуры?

6.78

Спасти от торпеды

Во время войны опасности неожиданного торпедного удара подвергаются все большие корабли. Известные способы борьбы, например, вывешивание торпедных сетей, не годятся, так как снижают скорость хода корабля. Попытки стрелять по торпедам тоже бесполезны, так как из-за малого угла стрельбы снаряды рикошетируют при ударах о воду, как брошенные «блинчиком» камешки.

Нередко о торпедной атаке экипаж узнает, только увидев след идущих торпед. Быстро развернуться, уйти от удара большой корабль не успевает. Как быть? Конечно, когда торпеды выпущены, решать задачи поздно. Но нужно заранее придумать, как поступать в этом случае.

6.79

Без телепатии

Однажды на шоссе остановилась новенькая «Волга». Шофер сконфуженно объяснил пассажиру:

- Вот беда, бензин кончился. Забыл, понимаете, посмотреть на прибор.
- Бывает, – сочувственно отозвался пассажир. – Да и ненадежны эти приборы. Иногда стрелка еще далеко от нуля, а в баке пусто. Вот если бы бак телепатически передавал водителю, что бензин на исходе...

И тут появился изобретатель.

- Обойдемся без телепатии, – сказал он. Есть идея...

Что же предложил изобретатель?

6.80

Киль

Для строительства плотин используют саморазгружающиеся баржи. У них вдоль бортов расположены большие цистерны.

При разгрузке открывают кран, и вода заполняет одну из цистерн, баржа наклоняется, и груз – щебень, камни – высыпается в воду. Ставшую легкой баржу возвращает в исходное положение тяжелый чугунный киль. Но вот для строительства Асуанской плотины в Египте потребовались баржи значительно большего водоизмещения. Для возвращения их в нормальное положение нужен и более тяжелый киль. Значит, часть полезного водоизмещения будет потрачена на то, чтобы возить... свой собственный киль! Как быть?

6.81

Где хранить нефть

Танкеры привозят нефть и перекачивают на нефтеперегонный завод, стоящий на берегу. Для хранения нефти заводу нужны огромные резервуары. Где взять для них место? Все свободные пространства заняты городскими строениями.

6.82

Подъем затонувшего корабля!

Подъем затонувших кораблей иногда осложняется тем, что корабль засасывается илом. Для того, чтобы вытащить такой корабль, приходится использовать лишние понтоны, что сложно и опасно: как только корабль удастся вытащить, избыточные понтоны могут со страшной силой выбросить его из воды, после чего он может просто разломаться. Такие случаи были. Как быть?

6.83

Известен способ подъема затонувших кораблей путем закачивания воздуха вовнутрь. Но он требует трудоемкой и опасной работы под водой для герметизации всех щелей, из которых воздух мог бы вырваться. Как, используя этот способ, обойтись без герметизации?

6.84

Задать перцу

Каждый знает, как непросто чистить сладкий перец. Нужно аккуратно отрезать и вынуть шляпку с семенами. Но это еще приемлемо в домашнем хозяйстве, когда перчин немного. А как быть на консервном заводе, где надо переработать тонны перца?

6.85

Флаг гасконцев

В театре репетировали пьесу Ростана «Сирано де Бержерак». Художники сделали прекрасные декорации, актеры играли отлично. Но знаменитый режиссер был недоволен.

- Вот гасконцы отражают врага, -- сказал он своему помощнику. – Над позицией гасконцев укреплен флаг на высоком древке. Здесь должен быть центр боя. А этого не чувствуется.
- Почему же? – удивился помощник режиссера. – Сирано дерется в самой гуще, под флагом.
- А флаг висит неподвижно, – вздохнул режиссер. – Как тряпка. Флаг должен полоскаться на ветру, развеваться.
- А как это сделать? – развел руками помощник режиссера. – Сцена большая, придется ставить за кулисами мощный вентилятор. Шум будет, как на аэродроме... Ума не приложу, как заставить флаг развеваться без вентилятора.

Это нетрудно сделать. Как?

6.86

Куда дует ветер

В одном совхозе были построены большие коровники. Воздух в них должен быть чистым, поэтому директор совхоза пригласил ученых, чтобы проконсультироваться – хороша ли вентиляция в коровниках.

- Придется исследовать движение воздуха в коровниках, – сказал один ученый.
- Произведем замеры скорости воздушных потоков. Помещения огромные, потолки высокие. Движение воздуха зависит от температуры стен, крыши. Понадобится множество замеров.

Работы месяца на два.

И тут появился изобретатель.

- Пока вы совещались, я получил данные по первому коровнику, – сказал он. – Для каждой точки, даже под потолком. Это же так просто...

Как получил изобретатель эти данные?

6.87

На сколько отличаются весом тонна дерева и тонна железа?

6.88

Прилив

Пока галиот «Секрет» стоял на якоре, Ассоль не покидала каюты. В полдень иллюминатор у ее койки находился в 7 ярдах от воды. Во время прилива вода начала

подниматься со скоростью 2 дюйма в минуту. Через какое время вода достигнет иллюминатора?

6.89

Всплывающее яйцо

Как заставить всплыть яйцо, погруженное в банку с водой, не прикасаясь руками ни к яйцу, ни к банке?

6.90

Можно ли забить в землю сваю с помощью атмосферного давления?

6.91

... И в воде не тонет

Всем известно, что мыло в воде тонет. А как пригодилось бы мыло, плавающее в ванне. Ваши предложения?

6.92

О бедном ковбое

При перестрелке с бандитами грудная клетка ковбоя была пробита с двух сторон. Легкие остались невредимыми, но ковбой сразу умер от удушья. Почему?

6.93

Ковбой Билли, открыв в баре стрельбу, попал в полную бутылку, в пустую бутылку, в крутое яйцо и в сырое яйцо. Что произошло с каждой из мишеней?

6.94

«Он десять суток мои раны зашивал...»

Когда зашивают разрез после операции, утолщение нитки в ушке иголки разрывает живые ткани, и рана заживает очень медленно.

Можно ли предотвратить повреждение? Что бы вы предложили?

6.95

Оцените давление в центре Земли, Луны, других планет.

6.96

Чем определяется наибольшая глубина, на которую способен донырнуть кит?

6.97

Ошибка или открытие?

Роберт Бойль установил в одном из опытов, что при откачивании воздуха из сосуда с магнитом притяжение магнита ослабевает.

Но любой физик скажет, что наличие или отсутствие воздуха не может изменить силу магнита. Как же Бойль мог получить такой результат? Известно, что он был искусный экспериментатор и очевидных «ляпов» не допускал.

6.98

Открытие или ошибка?

Уже упомянутый мудрец Аристотель взвешивал кожаный мешок, надутый воздухом. Мешок весил столько же, сколько ненадутый. Из этого Аристотель заключил, что воздух невесом. Прав ли он?

6.99

Может ли атмосферное давление удерживать воду в опрокинутом стакане?

6.100

Архимеду и не снилось

Как можно увеличить силу Архимеда, действующую на тело?

6.101

Дрессированный шарик

В металлическом корпусе прибора есть отверстие, в которое запрессован шарик. Через некоторое время необходимо извлечь шарик, но сделать это трудно, так как он запрессован плотно. Как быть?

6.102

Предотвратить загрязнение

В результате катастроф, происходящих с танкерами, огромные площади моря загрязняются нефтью. Как сделать, чтобы нефть не выливалась через пробойину в корпусе?

6.103

До лампочки

Придумайте удобное крепление переносной автомобильной лампы к днищу автомобиля, чтобы руки оставались свободными.

6.104

В плавательный бассейн длиной 60 м и шириной 12 м, в который вместо воды по ошибке налили до высоты 6 м подсолнечного масла, нечаянно нырнул печальный дядя Боря. Как умные люди определяют давление масла на дно бассейна и на лысину дяди Бори, погрузившуюся на глубину 3 м, если им неизвестна площадь дядибориной лысины?

6.105

Получив очередную двойку, Любочка тяжело вздыхает, и каждый раз в ее легкие входит около 4 дм³ воздуха. Определите, сколько двоек получила Любочка за год, если известно, что, тяжело вздыхая по этому поводу, она в общей сложности вдохнула в себя воздух массой 0,2838 кг.

6.106

Кое-что новое о Большой Медведице

(невыдуманная история)

Для белой медведицы в зоопарке построили бассейн, глубина которого была чуть выше ее роста – чтобы она не могла выкарабкаться из бассейна. (Прыгать белые медведи не склонны – слишком тяжелы.) Бассейн на три четверти заполнили водой, запустили туда медведицу – и она, против ожиданий, тут же вылезла на берег. Как бы вы это объяснили?

6.107

Почему тяжелые железные корабли не тонут и уходят в дальние плаванья, а легонький, но не умеющий плавать Петя чуть не отправился на дно?

8.108

В полный куб доверху налита жидкость. Как отличаются друг от друга силы давления на различные грани куба?

6.109

Деревянный кубик лежит на дне пустого сосуда. Всплывет ли он, если в сосуд налить воду?

6.110

В один из двух одинаковых цилиндрических сообщающихся сосудов, частично заполненных водой, поместили деревянный шарик массой 20 г. При этом в другом сосуде уровень воды поднялся на 2 мм. Чему равна площадь поперечного сечения каждого сосуда?

6.111

Стальной шарик плавает в ртути. Изменится ли глубина погружения шарика в ртуть, если сверху долить воды?

6.112

Если поверхность человеческого тела равна 2 м^2 , то с какой силой действует атмосфера на человека?

6.113

С какой глубины может поднять воду колодезный всасывающий насос?

6.114

Слон может оставаться под водой, дыша через хобот, выступающий над ней. Когда же пробовали подражать слону люди, заменяя хобот трубкой, плотно прилегающей ко рту, то начиналось кровотечение изо рта, носа, ушей, кончавшееся тяжелым заболеванием или даже гибелью водолаза. Почему?

6.115

Отто Герике предполагал, что сосуды с разреженным газом должны подниматься в воздух. По проекту Франческо де Лана Герци воздушный корабль должен был состоять из лодки и 4 металлических шаров, из которых выкачан воздух. Можно ли осуществить такой проект? Почему?

6.116

Одинаковые по весу оболочки двух шаров сделаны: одна – из эластичной резины, другая – из прорезиненной ткани. Оболочки наполнены водородом до равного объема. Шары отпустили, и они стали подниматься. Какой из шаров поднимется на большую высоту?

6.117

Атланты держат небо

Каким станет давление атмосферы, если Мировой океан испарится?

Таблицы

ТАБЛИЦЫ ВЕЛИЧИН (пустые клетки заполните сами)

Размеры, расстояния, высоты.

Диаметр молекулы кислорода	0,0003 мм
Длина вируса	0,0003 мм
Длина бактерии	0,003 мм
Диаметр красной кровяной клетки	0,0075 мм
Диаметр пули автомата	
Ширина спичечной коробки	
Длина спичечной коробки	
Калибр ствола Царь-Пушки	0,89 м
Длина ствола Царь-Пушки	5,34 м
Размеры кирпича	
Диаметр винта вертолета	21 м
Длина синего кита	33 м
Длина самолета Ил-86	59,5 м
Миля английская	1609 м
Миля морская	1852 м
Длина Нила	6670 км
Радиус Земли	6370 км
Расстояние до ближайшей звезды	$4 * 10^{16}$
Ваш рост	
Высота футбольных ворот	
Рост страуса	до 2,8 м
Рост жирафа	до 6 м
Высота одного этажа	около 3 м
Высота падающей башни в Пизе	54,5 м
Высота пирамиды Хеопса	137 м
Высота австралийского эвкалипта	до 150 м
Высота Московского Университета	240 м
Высота Останкинской телебашни	540 м
Высота Монблана (Альпы)	4807 м
Высота Эльбруса (Большой Кавказ)	5642 м

Высота Джомолунгмы (Гималаи)	8848 м
Мировой рекорд высоты полета на реактивном самолете	37650 м
Рекордная глубина погружения батискафа в море	10919 м
Глубина Марианской впадины	11022 м

СКОРОСТИ

Пробка	220-260 кг/м ³
Литий (наименее плотный металл)	540 кг/м ³
Сосна сухая	520 кг/м ³
Дуб (сухой)	780 кг/м ³
Лед	900 кг/м ³
Пчелиный воск	970 кг/м ³
Тело человека	1040 кг/м ³
Кирпич	1800 кг/м ³
Поверенная соль	220 кг/м ³
Фарфор	2200-2500 кг/м ³
Стекло	2500 кг/м ³
Алюминий	2700 кг/м ³
Цинк	7100 кг/м ³
Олово	7300 кг/м ³
Железо, сталь	7800 кг/м ³
Латунь	8500 кг/м ³
Медь, бронза	8940 кг/м ³
Серебро	10500 кг/м ³
Свинец	11340 кг/м ³
Золото	19320 кг/м ³
Платина	21460 кг/м ³
Осмий	22610 кг/м ³

ЖИДКОСТИ

Бензин	700 кг/м ³
Керосин	800 кг/м ³
Нефть	800 кг/м ³
Спирт	800 кг/м ³
Подсолнечное масло	925 кг/м ³
Вода	1000 кг/м ³

Вода морская	1015-1050 кг/м ³
Кровь	1050 кг/м ³
Мед	1345 кг/м ³
Ртуть	13600 кг/м ³

ГАЗЫ (при нормальных условиях)

Водород	0,09 кг/м ³
Гелий	0,18 кг/м ³
Метан (горючий газ)	0,72 кг/м ³
Азот	1,26 кг/м ³
Воздух	1,29 кг/м ³
Кислород	1,43 кг/м ³
Углекислый газ	1,98 кг/м ³

МАССЫ

Электрон	$9,1/10^{31}$ кг
Атом водорода	$1,67/10^{27}$ кг
Молекула воды	$3/10^{26}$ кг
Вирус гриппа	$6/10^{19}$ кг
Красная кровяная клетка	$1/10^{13}$ кг
Бактерия	$5/10^{12}$ кг
Крылышко мухи	$5/10^8$ кг
Колибри	0,0017 кг
Пуля автомата	0,0079 кг
Хоккейная шайба	0,16 кг
Футбольный мяч	0,4 кг
Велосипед «Турист»	12,5 кг
Первый искусственный спутник	83,6 кг
Слон	4500 кг
Синий кит	до 15000 кг
Московский Университет	500000000 кг
Земля	$6 * 10^{24}$ кг
Солнце	$2 * 10^{30}$ кг
Наша Галактика	$2,2 * 10^{41}$ кг

Оглавление для учителя

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОЙ ЧАСТИ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

СЛОВО – ЗНАТОКАМ!

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

...ИЗ ПРЕДИСЛОВИЯ К 1-Й ЧАСТИ

Аннотация для учителя

Предисловие для учителя

Слово – знатокам!

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

1. ДВИЖЕНИЕ

1.1. Как описать движение

Скорость, время, расстояние

Средняя скорость

График движения

1.2. Относительность движения

Независимость движения

Относительность движения

1.3. Сложение движений

Сложение скоростей

Выбор системы отсчета

1.4. Типичные задачи на движение

Движение протяженных тел

Движение с общей скоростью, с общим временем, с общим расстоянием

Задачи к 1-й главе

2. СИЛЫ

2.1. Сила – мера взаимодействия

2.2. Измерение сил

Единица силы

Сила тяжести

Сила упругости. Динамометр

2.3. Сила изменяет скорость

Изменение скорости и сила

Изменение скорости и масса

Закон инерции

Сложение сил

2.4. Механическая работа

Формула работы

2.5. Простые механизмы

Подвижный блок

Рычаг, правило моментов

Ворот, наклонная плоскость

2.6. Мощность

Задачи ко 2-й главе

3. СТРОЕНИЕ ВЕЩЕСТВА И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ

3.1. Плотность

Что такое плотность

Определение объема тел неправильной формы

Измерение объема шара, определение массы с помощью плотности, массы больших и малых тел

Плотность жидкости

Плотность газа

3.2. Молекулярное строение вещества

Молекулы; движение молекул

Размеры и массы молекул

Молекулярная структура различных состояний вещества. Диффузия

3.3. Давление

От чего зависит величина давления

Задачи к 3-й главе

4. ГИДРОАЭРОСТАТИКА

4.1. Давление в жидкости и газе

Передача давления в жидкости и газе

Закон Паскаля

Молекулярное обоснование закона Паскаля

Гидравлический пресс

4.2. Давление столба жидкости

От чего зависит давление столба жидкости

Сообщающиеся сосуды

4.3. Физические свойства атмосферы

Атмосферное давление

Величина атмосферного давления

4.4. Равновесие тела в газе

Задачи к 4-й главе

5. ЗВУК

5.1. Скорость звука

5.2. Источники звука

5.3. Характеристики звука

5.4. Как передается звук

6. ЗАДАЧИ

6.1. Задачи к 1-й главе

6.2. Задачи ко 2-й главе

6.3. Задачи к 3-й главе

6.4. Задачи к 4-й главе

6.5. Задачи к 5-й главе

6.6. Винегрет из задач

Таблицы

Оглавление для учителя