

*Курс
элементарной
физики*

ТОМ I

А.А.Иванов, Е.Е.Иванова

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

КНИГА 1

Москва
Издательство Нобель Пресс
2014

УДК 37
ББК 22.3я72
И 17

Научный редактор:

Машуков А.В., доцент кафедры физики 3 СФУ

Рецензенты:

Овчинников С.Г., профессор Института физики им. Л.В.Киренского;

Пономарев В.И., доцент кафедры математических методов физики КГПУ

Иванов А.А., Иванова Е.Е.

И17 Курс элементарной физики. Том I. Физические явления. Книга I. Издание 4 / А.А. Иванов, Е.Е. Иванова — М.: Lennex Corp, — Подготовка макета: Издательство Нобель Пресс, 2014. — 266 с.

ISBN 978-5-518-96611-6

Книга представляет собой введение в элементарный курс физики, для углубленного изучения физики в средней школе. Описывается большой круг явлений, физических опытов. Проводится знакомство с экспериментальными задачами. В книге содержится повторение курса 7 класса на углубленном, уровне. Основное содержание посвящено молекулярной физике, тепловым явлениям.

Может использоваться школьниками, углубленно изучающими физику, студентами педуниверситета и Втузов в качестве элементарного введения в предмет.

ISBN 978-5-518-96611-6

© Издательство Нобель Пресс, 2014

© Иванов А.А., Иванова Е.Е., 2013

ЗАНЯТИЕ 1.1.1

ФИЗИЧЕСКИЙ ФЕЙЕРВЕРК

Физика изучает законы неживой природы. Все события, происходящие в неживой природе, можно назвать физическими явлениями. В силу разделения научного труда между учеными, различные явления классифицированы по разделам физики. На первом занятии вы пронаблюдаете ряд физических явлений из различных разделов. Некоторые из них вы будете в силах объяснить уже сейчас, а для объяснения других надо будет пройти длинную дорогу изучения физики от восьмого до одиннадцатого класса.

1. Электрические явления

Опыт 1.1 Заряженный шарик в плоском конденсаторе

Между двумя металлическими дисками на шелковой нити подвешивается теннисный шарик. Поверхность шарика замазана

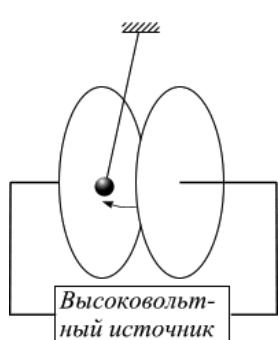


Рис. 1

графитом (металлизирована). К дискам подводится напряжение от высоковольтного источника типа «Разряд» или электрофорной машины. При включении источника шарик начинает метаться от диска к диску.

Разгон шарика между дисками указывает на то, что на него в зазоре действует какая-то сила. Далее будем называть ее электрической. После соударения шарика с диском сила изменяет направление.

Законы, управляющие этим явлением, будут изучаться во втором полугодии в 8-м классе. После изучения вы сможете дать полное объяснение опыту.

Опыт 1.2 Вакуумная двухэлектродная лампа

Лампа представляет собой хорошо откачанный стеклянный баллон с двумя электродами. Один из электродов (анод) выполнен в виде вертушки-пропеллера и покрыт люминофором. При подаче напряжения от высоковольтного источника (катушки Румкорфа) вертушка начинает вращаться. В затемненном кабинете возникает красивое разноцветное свечение покрытия анода.

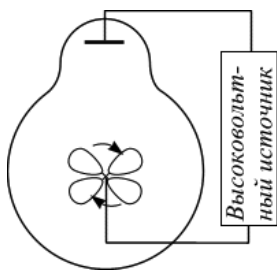


Рис. 2

Наблюдаемое явление родственно движению шарика между пластинами конденсатора. Но, кроме того, связано еще с атомной физикой, физикой излучения. Можно сказать, что вертушку вращает электронный ветер, который возникает в лампе при включении высокого напряжения.

Лампа дает рентгеновское излучение, поэтому не рекомендуется длительно наблюдать это красивое явление.

Опыт 1.3 Свечение безэлектродной вакуумной трубки

При приближении трубки, у которой нет никаких выводов и проводов, к электроду высоковольтного источника, происходит ее свечение. По мере удаления трубки от электрода свечение ослабевает.

Природа свечения разреженного газа в трубке (неона) та же, что и у северного сияния.

Данное явление будет изучаться в курсе десятого класса. Оно связано с электрическими явлениями, с физикой атома.

2. Оптические явления

Опыт 2.1 Оптический рычаг

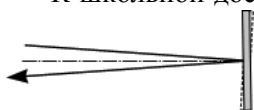


Рис. 3

К школьной доске с помощью строительной мастики, либо с помощью жевательной резинки, приклеивается плоское зеркальце. Луч школьного лазера направляется на зеркальце. Отраженный, он падает на экран, установленный на противоположной стене класса. При сильном надавливании пальцем на доску наблюдается смещение светового зайчика. Малые деформации, недоступные непосредственному наблюдению глазом, становятся видимыми с помощью светового зайчика от лазера. Приспособление такого рода называется оптическим рычагом.

С помощью оптического рычага удастся фиксировать малые смещения. Прием используется в измерительных приборах (крутильные весы Кавендиша, квадрантный электромметр, зеркальный гальванометр, оптический измеритель магнито- и электрострикции, детектор гравитационных волн и т.д.).

Опыт 2.2 Преломление света призмой

Направление распространения луча школьного лазера изменяется при прохождении его через треугольную стеклянную призму. Изменение

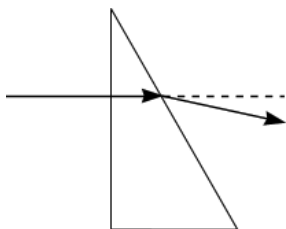


Рис. 4

направления распространения света при прохождении границы, разделяющей разные прозрачные среды, называется преломлением.

На явлении преломления основано действие большинства оптических приборов. Это и родственные ему явления, а

также их использование изучаются в конце восьмого класса.

Опыт 2.3 Криволинейное распространение света

В прозрачной демонстрационной электролитической ванне

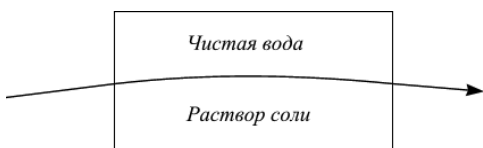


Рис. 5

приготавливается неоднородный раствор поваренной соли. В кювету сначала наливается подкрашенная вода до половины.

После того, как вода успо-

коится, с помощью сифона осторожно на дно наливается насыщенный раствор поваренной соли. Раствор слегка подкрашен хвойным экстрактом. Луч лазера направляют в кювету сбоку и немного вверх через узкую боковую стенку. В кювете наблюдается искривленный луч.

Наблюдаемое явление есть разновидность преломления света, показанного в опыте 2.2. Подобный ход лучей света является одной из главных причин миражей.

3. Опыты со звуком

Опыт 3.1 Невидимое становится видимым

На расстоянии $0,5 \div 1,0$ м от звукового динамика устанавливается предварительно смоченная и натянутая на пальцы для вышивания бумага. После высыхания бумага туго натягивается. Натянутая бумага является легкой мембраной. Ее касается легкий пенопластовый шарик диаметром 1 см, висящий на нити.

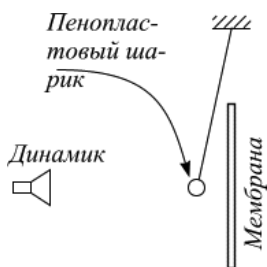


Рис. 6

При подключении динамика к звуковому генератору после подбора подходящего тона звука можно наблюдать, что шарик отскакивает от мембраны.

Из данного наблюдения можно сделать следующие выводы:

а) пенопластовый шарик отскакивает от мембраны потому, что она колеблется; колебания мембраны вызываются звуком динамика (на это указывает то, что при отключении динамика шарик перестает от-

скакивать);

б) шарик является приспособлением, позволяющим обнаружить невидимые глазу колебания мембраны.

В физике очень часто встречается подобная ситуация, когда недоступные органам чувств явления или процессы удается зафиксировать с помощью специально изготовленных для этих целей приборов и приспособлений.

Опыт 3.2 Обман зрения

Из сифона через наконечник медицинской пипетки вылетает струя воды. На некотором расстоянии от пипетки струя разбивается на расширяющийся сноп брызг. Динамик или наушник, подключенный к звуковому генератору, касается наконечника, при изменении частоты звука на некоторой частоте сноп сужается (струя делается более гладкой).

Внешне явление выглядит так, как будто непрерывный участок струи под действием звуковых колебаний сопла становится длиннее. Распад струи на отдельные капли происходит гораздо позднее.

Проверим с помощью специального опыта истинность первого впечатления.

Осветим струю стробоскопом - часто мигающим источником света. При плавном изменении частоты вспышек на частоте, примерно равной частоте генератора, струя замирает. При этом видна более короткая непрерывная струя и более длинная цепочка капель. Иллюзия непрерывности струи возникает из-за того, что капли следуют друг за другом более регулярно, чем при отсутствии звука. Первое впечатление оказалось ошибочным. Справедлива поговорка «Не верь глазам своим» (ее следует дополнить фразой «...а верь физическим приборам»).

Описание этого опыта имеется в книге В.В.Майера «Простые опыты со струями и звуком». М.: Наука, 1985. С. 128.

Опыт 3.3 Поющая труба

В штативе вертикально устанавливается стеклянная труба длиной метр или более. Снизу на расстоянии четверти длины трубы помещается нихромовая или вольфрамовая спираль. Через спираль пропускается ток. Когда спираль раскаляется докрасна, труба начинает гудеть низким однотонным звуком. При изменении накала проволоки изменяется громкость звука.

Детальное описание эксперимента имеется в книге В.В.Майера «Простые опыты со струями и звуком». М.: Наука, 1985.

Говорят, что похожее явление встречается в природе. Бывают так называемые «поющие пески».

4. Гидро- и аэростатика

Здесь будут обсуждаться опыты по пройденному в 7 классе материалу. Вы можете показать свои знания при объяснении опытов.

Опыт 4.1 Яйцо в бутылке

Берется молочная бутылка емкостью 1 л, или графин со смазанным горлышком. В бутылку вносится горящий тампон, смоченный спиртом. Затем на горлышко вертикально ставится сваренное «в мешочек» очищенное яйцо, которое со звуком вылетающей пробки проскакивает внутрь бутылки.

а) Что изменится, если взять большую или меньшую емкость?

б) Что изменится, если взять больший или меньший тампон?

в) Что изменится, если эксперимент проводить с перевернутой бутылкой?

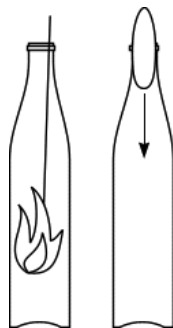


Рис. 7

Опыт 4.2 Картезианский водолаз

(Подробное описание водолаза приведено в журнале «Квант». 1973. №2. С 69)

Пробирка (ее можно украсить цветными нитками и т.п.) наполняется водой и опускается в перевернутом положении в высокую мензурку (емкость 0,5 л). Используя длинную тонкую трубку, в пробирку напускают столько воздуха, чтобы она нахо-

дилась на пределе плавучести. Мензурка герметично затягивается резиновой мембраной.

Если нажать на мембрану, то водолаз тонет, отпустить - всплывает. Существует критическая глубина, начиная с которой водолаз уже не всплывает при свободной мембране.

Объясните поведение водолаза.

Почему существует критическая глубина погружения?

Опыт 4.3 (загадка) Шарик Галилея

Из парафина изготавливается шарик. Он утяжеляется так, чтобы его средняя плотность лишь слегка превышала плотность воды. Проверку степени утяжеления проводят так: осторожно опущенный на поверхность воды шарик плавает, удерживаемый только поверхностным натяжением воды, а погруженный полностью - тонет.

Шарик утопили. Как, не прикасаясь к шарикру руками или другими предметами, не выливая воду из мензурки, поднять его на поверхность воды?

Предлагается в качестве домашнего эксперимента.

5. Тепловые явления

Опыт 5.1 Кипячение воды в бумажной коробке

Проведите собственный эксперимент. В вашем распоряжении имеются:

- штатив с сетчатой подставкой для бумажной коробочки и с асбестовой подставкой для сухого горючего;
- бумажная коробка, доверху наполненная водой (уголки закреплены скрепками);
- одна таблетка сухого горючего, спички;
- металлический колпачок или баночка для гашения огня;
- проволочные щипцы для снятия нагара с горючего.

Пламенем сухого горючего нагревайте коробочку до закипания воды. Не бойтесь, коробочка не загорится!

Опыт 5.2 Кипячение охлаждением

В круглой колбе небольшое количество воды доводится до кипения. Затем колба отставляется от огня, быстро затыкается пробкой и вверх дном ставится на кольцевую подставку штатива. Если сверху на колбу положить лед, снег или просто полить колбу холодной водой, то вода в ней снова закипает.

Объяснение этого явления будет дано уже в курсе восьмого класса при изучении молекулярной физики.

6. Механические явления

Опыт 6.1 Скатывание в горку

Тело, имеющее форму двух склеенных основаниями конусов, кладется на бутафорскую наклонную плоскость, состоящую из двух расходящихся направляющих, туда, где направляющие сходятся. Тело катится по направляющим

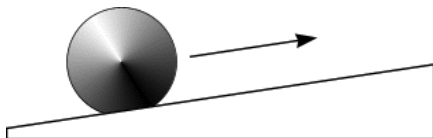


Рис. 8

так, что возникает иллюзия качения в горку. Каждая из направляющих имеет форму пологого клина. Клинья соединены остриями.

Исправьте ошибку на рисунке.

Опыт 6.2 Разбивание деревянной рейки на бумажных кольцах

Сосновая рейка сечением 10×10 мм, длиной 60–80 см вкладывается в два бумажных кольца, висящих на штативах. Резким ударом (лучше стержнем от штатива) можно разломить рейку. При этом кольца остаются целыми.

Объясните это явление.

Опыт 6.3 «Подними ногу. Подними вторую!»

Вращающийся демонстрационный гироскоп висит на двух прочных шелковых нитях. Одна из нитей перестригается. Гироскоп продолжает вращаться, сохраняя ось вращения в горизонтальном положении. Наблюдается также медленная прецессия гироскопа.

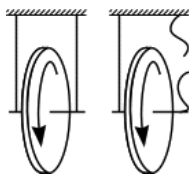


Рис. 9

Способность гироскопа сохранять ориентацию оси вращения в пространстве широко используется в авиации и ракетной технике. На самолетах, ракетах гироскоп используется как гироскоп. Он является сердцем автопилота.

7. Домашнее задание

Сделайте картезианский водолаз и шар Галилея собственного производства. Прodelайте с ними классные опыты.

ЗАНЯТИЕ 1. 1. 2

КАК ИЗУЧАЮТ ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

1. Введение

1.1 Звук - компонента мыслительной деятельности

Для человека звук - это прежде всего средство общения. С ним связана речь и через нее мыслительная деятельность. Монтень (XVI век, французский философ) говорил, что он предпочел бы лишиться зрения, чем слуха, речи, возможности общения.

Вторая важнейшая роль звука для человека - получение информации об окружающем мире. На улице, в природе мы часто узнаем об изменении окружающей ситуации, даже не видя причин изменения. Возможно, что с вами происходило такое: находитесь в комнате с закрытыми глазами и чувствуете, что в комнату кто-то бесшумно вошел. Причина такой «сверхчувствительности» состоит в том, что вы слышали, как вошедший изменил картину распределения фоновых (внешних) шумов. «Голос» улицы, соседней комнаты стал немного другим.

1.2 Звук в мире животных и в неживой природе

Звук для животных (в том числе и ультразвук) является средством коммуникации, ориентации в пространстве. Для животных жизненно важно получение звуковых сигналов (стрекот сороки, тревожный свист суслика, боевой клич оленя,...). Летучие мыши в темноте на лету испускают ультразвуковой писк и по его отражению прекрасно ориентируются. Он помогает им охотиться. Для дельфинов, китов, касаток, кашалотов звук является не только средством ориентации, получения информации о состоянии среды обитания, но и средством общения.

Звук оказывает непосредственное биологическое действие. Например, звук частоты $19,5 \text{ Гц}$ (звук такой частоты $19,5$ раз за одну секунду изменяет давление) вызывает у крыс обостренное агрессивное состояние; состояние тревоги и страха у людей вызывает инфразвук с частотой до 15 Гц , что иногда использовалось в театрах. С помощью ультразвуковых прожекторов загоняют косяки рыб в невод.

Ультразвук широко используется в технике. Существует ультразвуковая закалка материалов, диспергирование (измельчение)