

# Учебник новый, но знакомый Особенности линии УМК Физика (7-9)

И.М. Перышкин, А.И. Иванов, Е.М. Гутник, М.А. Петрова



Все права защищены. Никакая часть презентации не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в сети Интернет и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ, для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав.

© АО «Издательство "Просвещение"», 2021 г.

# Новый УМК Физика (7-9)

И.М. Перышкин, А.И. Иванов, Е.М. Гутник, М.А. Петрова

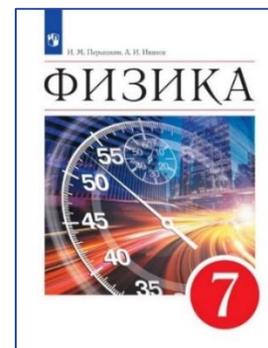
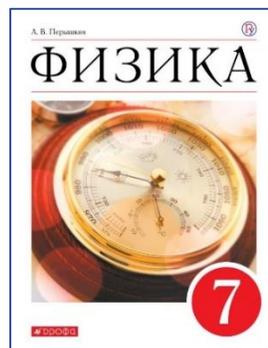
Традиционный курс по физике,  
учитывающий все современные требования



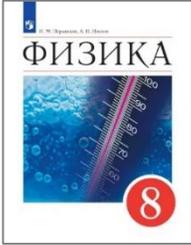
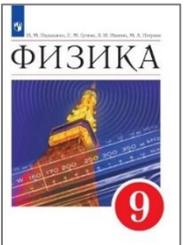
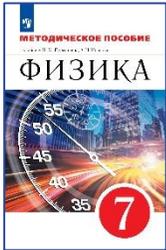
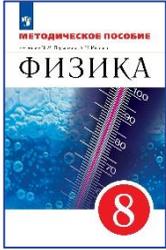
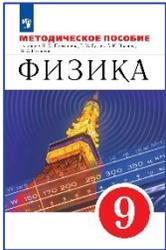
- Системный подход к изучению физики
- Система заданий соответствует **новой модели ОГЭ**
- **Учитывает отзывы и пожелания учителей**, работающих по классическим учебникам физики много лет
- Преемственность с УМК А.В. Перышкина, Е.М. Гутник

**ФПУ**

1.1.2.5.1.10.1  
1.1.2.5.1.10.2  
1.1.2.5.1.10.3



# Компоненты УМК И.М. Перышкина, А.И. Иванова, Е.М. Гутник, М.А. Петровой

|  | 7 класс   | 8 класс   | 9 класс   |  |
|--|---|---|---|--|
| Учебник / ЭФУ*   |    |    |    | <br>* в электронной форме на сайте <a href="http://media.prosv.ru">media.prosv.ru</a>   |
| Рабочая программа<br>Методические пособия<br><b>НОВИНКА I квартал 2021</b> |    |    |    | <br>в электронной форме на сайтах <a href="http://rosuchebnik.ru">rosuchebnik.ru</a> и <a href="http://prosv.ru">prosv.ru</a> |
| Дидактические материалы<br><b>НОВИНКА 2021</b>                             |    |    |    |  |
| Задачник<br><b>НОВИНКА 2021</b>  |  |  |  |  |
| Рабочая тетрадь<br><b>НОВИНКА 2022</b>                                     |  |  |  |  |

# В качестве дополнительной поддержки новой линии могут быть использованы следующие пособия из линии УМК А.В. Перышкина, Е.М. Гутник

Диагностические работы

7 класс



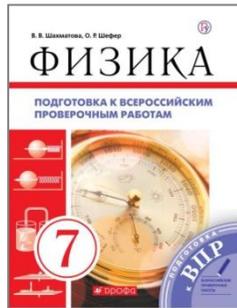
8 класс



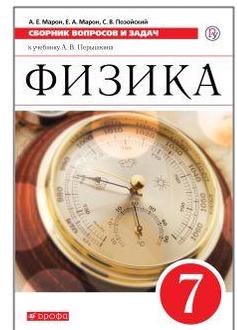
9 класс



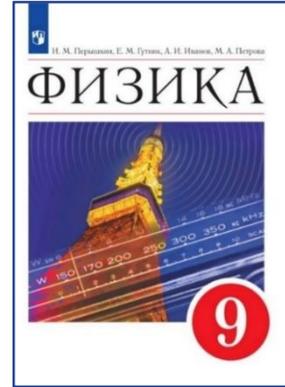
Подготовка к всероссийским проверочным работам



Сборник вопросов и задач



# Преимственность линий основной и старшей школы



Г.Я. Мякишев  
М.А. Петрова



В.А. Касьянов



Г.Я. Мякишев  
Б.Б. Буховцев

**Базовый и  
углубленный уровни**



В.А. Касьянов

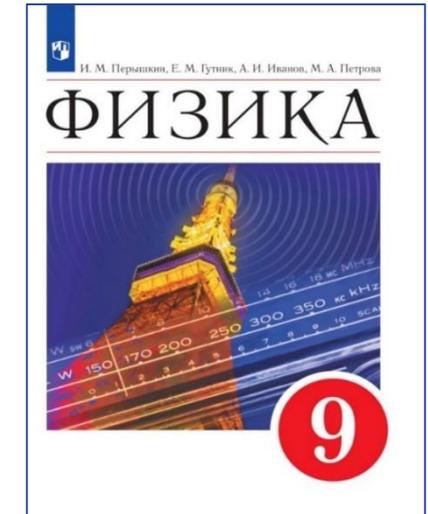
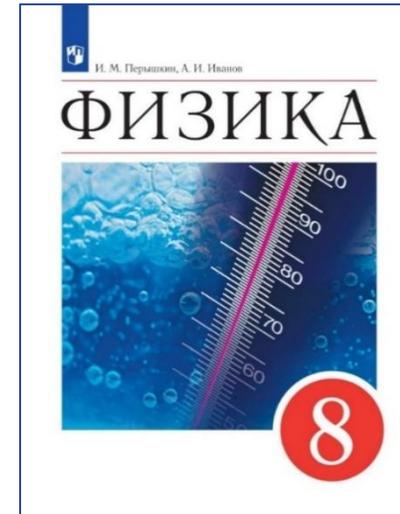
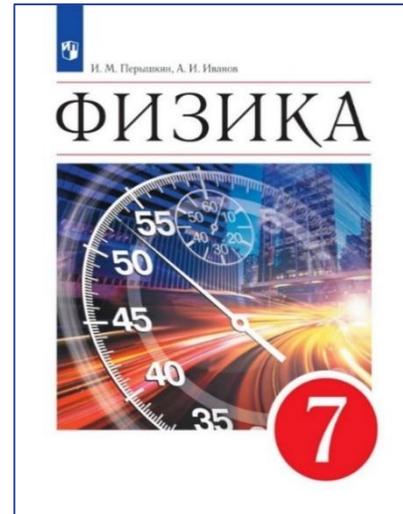


Г.Я. Мякишев  
А.З. Сияков

**Углубленный уровень**

**Базовый уровень**

# Полезная информация



Полистать учебник:



7 класс



8 класс



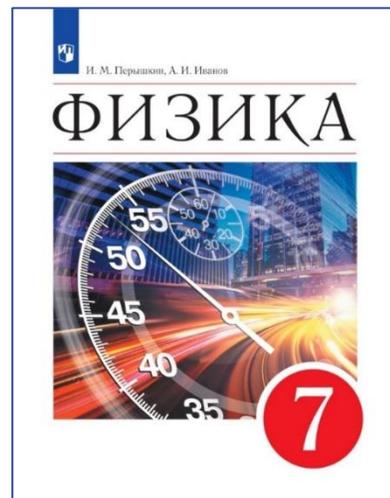
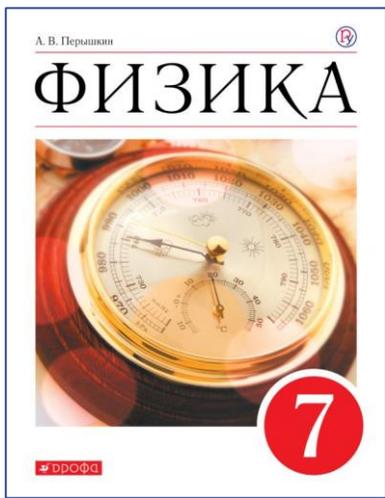
9 класс

Посмотреть вебинар:

7 класс

8 класс

9 класс



## Учебник для 7 класса

Оглавление. Особенности  
изложения материала.  
Примеры разворотов

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ВВЕДЕНИЕ ФИЗИКА И ЕЕ РОЛЬ В ПОЗНАНИИ ОКРУЖАЮЩЕГО МИРА

|      |   |    |
|------|---|----|
| § 1. | Что изучает физика .....                                | 3  |
| § 2. | Некоторые физические термины .....                      | 5  |
| § 3. | Наблюдения и опыты .....                                | 7  |
| § 4. | Физические величины. Измерение физических величин ..... | 9  |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Старинные меры .....                                    | 14 |
| § 5. | Точность и погрешность измерений .....                  | 15 |
| § 6. | Физика и её влияние на развитие техники .....           | 18 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ .....                                       | 23 |

### ГЛАВА 1 ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОЕНИИ ВЕЩЕСТВА

|       |   |    |
|-------|---|----|
| § 7.  | Строение вещества .....   | 24 |
| § 8.  | Молекулы .....  | 26 |
| § 9.  | Броуновское движение .....  | 29 |
| § 10. | Диффузия в газах, жидкостях и твёрдых телах .....                     | 31 |
| § 11. | Взаимное притяжение и отталкивание молекул .....                      | 33 |
| § 12. | Агрегатные состояния вещества .....                                   | 38 |
| § 13. | Различие в молекулярном строении твёрдых тел, жидкостей и газов ..... | 40 |
|       | ИТОГИ ГЛАВЫ .....   | 42 |

### ГЛАВА 2 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕЛ

|       |   |    |
|-------|---|----|
| § 14. | Механическое движение .....                             | 44 |
| § 15. | Равномерное и неравномерное движение .....              | 47 |
| § 16. | Скорость. Единицы скорости .....                        | 48 |
| § 17. | Расчёт пути и времени движения .....                    | 55 |
| § 18. | Прямолинейное равноускоренное движение. Ускорение ..... | 59 |
| § 19. | Инерция .....   | 63 |
| § 20. | Взаимодействие тел .....                                | 65 |
| § 21. | Масса тела. Единицы массы .....                         | 68 |
| § 22. | Измерение массы тела на весах .....                     | 71 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|       | Эталон килограмма .....                                 | 73 |
| § 23. | Плотность вещества .....                                | 74 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|       | Космические плотности .....                             | 79 |

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| § 24. | Расчёт массы и объёма тела по его плотности .....                           | 80  |
| § 25. | Сила .....  | 82  |
| § 26. | Явление тяготения. Сила тяжести .....                                       | 85  |
| § 27. | Сила упругости. Закон Гука .....  | 87  |
| § 28. | Связь между силой тяжести и массой тела. Вес тела .....                     | 91  |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |     |
|       | Несомость .....   | 95  |
| § 29. | Сила тяжести на других планетах. Физические характеристики планет .....     | 96  |
| § 30. | Динамометр .....  | 100 |
| § 31. | Сложение двух сил, направленных по одной прямой. Равнодействующая сил ..... | 102 |
| § 32. | Сила трения .....   | 105 |
| § 33. | Трение покоя .....  | 108 |
| § 34. | Трение в природе и технике .....  | 110 |
|       | ИТОГИ ГЛАВЫ .....   | 112 |

### ГЛАВА 3 ДАВЛЕНИЕ ТВЁРДЫХ ТЕЛ, ЖИДКОСТЕЙ И ГАЗОВ

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| § 35. | Давление. Единицы давления .....                                   | 114 |
| § 36. | Давление газа .....  | 118 |
| § 37. | Передача давления жидкостями и газами. Закон Паскаля .....         | 122 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|       | Пневматические машины и инструменты .....                          | 124 |
| § 38. | Давление в жидкости и газе, вызванное действием силы тяжести ..... | 126 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|       | Давление на дне морей и океанов. Исследование морских глубин ..... | 128 |
| § 39. | Расчёт давления жидкости на дно и стенки сосуда .....              | 129 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|       | Гидростатический парадокс .....                                    | 131 |
| § 40. | Сообщающиеся сосуды .....  | 132 |
| § 41. | Вес воздуха. Атмосферное давление .....                            | 136 |
| § 42. | Измерение атмосферного давления. Опыт Торричелли .....             | 139 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|       | История открытия атмосферного давления .....                       | 142 |
| § 43. | Барометр-анероид. Атмосферное давление на различных высотах .....  | 144 |
| § 44. | Манометры. Поршневой жидкостный насос .....                        | 147 |
| § 45. | Гидравлический пресс .....   | 150 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|       | Пресс-гигант. Гидравлический тормоз автомобиля .....               | 153 |
| § 46. | Действие жидкости и газа на погружённое в них тело .....           | 154 |
| § 47. | Архимедова сила .....  | 157 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|       | Легенда об Архимеде .....  | 161 |

|   |     |
|---|-----|
| § 48. Плавание тел .....                    | 161 |
| § 49. Плавание судов. Воздухоплавание ..... | 166 |
| ИТОГИ ГЛАВЫ .....                           | 171 |

#### ГЛАВА 4 РАБОТА И МОЩНОСТЬ. ЭНЕРГИЯ

|   |     |
|---|-----|
| § 50. Механическая работа. Единицы работы .....   | 173 |
| ЭТО ЛЮБОПИТНО...  |     |
| Работа в организме человека .....   | 176 |
| § 51. Мощность. Единицы мощности .....  | 177 |
| § 52. Простые механизмы .....   | 181 |
| § 53. Рычаг. Равновесие сил на рычаге .....   | 182 |
| § 54. Момент силы .....   | 186 |
| § 55. Рычаги в технике, быту и природе .....  | 188 |
| § 56. Применение правила равновесия рычага к блоку .....  | 189 |
| § 57. Равенство работ при использовании простых механизмов.<br>«Золотое правило» механики ..... | 191 |
| § 58. Центр тяжести тела .....  | 193 |
| § 59. Виды равновесия тел .....   | 195 |
| § 60. Коэффициент полезного действия механизма .....  | 198 |
| § 61. Энергия .....   | 201 |
| § 62. Кинетическая и потенциальная энергия .....  | 202 |
| § 63. Превращение механической энергии одного вида в другой .....                               | 206 |
| ИТОГИ ГЛАВЫ .....   | 208 |

#### ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

|  |     |
|--|-----|
| № 1 Определение показаний измерительного прибора .....   | 209 |
| № 2 Измерение малых тел .....  | 210 |
| № 3 Измерение массы тела .....   | 211 |
| № 4 Измерение объёма твёрдого тела .....   | 213 |
| № 5 Определение плотности твёрдого тела .....  | 214 |
| № 6 Исследование силы упругости .....  | 215 |
| № 7 Градуирование пружины и измерение сил динамометром .....   | 216 |
| № 8 Исследование зависимости силы трения скольжения<br>от площади соприкосновения тел и прижимающей силы ..... | 217 |
| № 9 Изучение выталкивающей силы, действующей<br>на погружённое в жидкость тело .....                           | 218 |
| № 10 Выяснение условий плавания тела в жидкости .....  | 220 |
| № 11 Выяснение условия равновесия рычага .....   | 220 |
| № 12 Определение КПД при подъёме тела по наклонной плоскости ..  | 222 |
| ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ .....  | 223 |
| ОТВЕТЫ .....   | 234 |
| ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ .....  | 236 |



Новый параграф: «Прямолинейное равноускоренное движение. Ускорение»

Объединены в один параграф темы, которые обычно изучаются в рамках одного урока:

- «Связь между силой тяжести и массой тела» и «Вес тела»
- «Давление. Единицы давления» и «Способы увеличения и уменьшения давления»
- «Вес воздуха. Атмосферное давление» и «Почему существует воздушная оболочка Земли»
- «Барометр-анероид» и «Атмосферное давление на различных высотах»
- «Манометры» и «Поршневой жидкостный насос»
- «Плавание судов» и «Воздухоплавание»

# Лабораторные работы: 7 класс

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

|             |  |     |
|-------------|--|-----|
| <b>№ 1</b>  | Определение показаний измерительного прибора .....   | 209 |
| <b>№ 2</b>  | Измерение малых тел .....  | 210 |
| <b>№ 3</b>  | Измерение массы тела .....   | 211 |
| <b>№ 4</b>  | Измерение объёма твёрдого тела .....   | 213 |
| <b>№ 5</b>  | Определение плотности твёрдого тела .....  | 214 |
| <b>№ 6</b>  | Исследование силы упругости .....  | 215 |
| <b>№ 7</b>  | Градуирование пружины и измерение сил динамометром .....   | 216 |
| <b>№ 8</b>  | Исследование зависимости силы трения скольжения<br>от площади соприкосновения тел и прижимающей силы ..... | 217 |
| <b>№ 9</b>  | Изучение выталкивающей силы, действующей<br>на погружённое в жидкость тело .....                           | 218 |
| <b>№ 10</b> | Выяснение условий плавания тела в жидкости .....   | 220 |
| <b>№ 11</b> | Выяснение условия равновесия рычага .....  | 220 |
| <b>№ 12</b> | Определение КПД при подъёме тела по наклонной плоскости ..   | 222 |



**РОБЕРТ БРОУН**

(1773—1858)

Английский ботаник. Первооткрыватель броуновского движения

блюдал непрерывное беспорядочное движение взвешенных в жидкости частиц пылицы рений. Движение частиц было настолько приливо, что Броун вначале принял их за живое существо.

Броун не смог дать объяснение явления, которое теперь носит его имя. **Броуновски** звали движение твёрдых мелких частиц, находящихся в жидкости. Движение этих частиц объясняется тем, что разное число молекул жидкости ударяет частицу с разных сторон. Частица движется в ту сторону, с которой воздействие молекул жидкости окажется сильнее. Хаотичность движения частиц свидетельствует и о беспорядочном характере движения молекул жидкости. Частицы, которые движутся под действием ударов молекул жидкости, называют **броуновскими**.

Французский физик **Жан Перрен** (1852—1942) воспроизвёл броуновское движение с помощью тщательно отобранных крошечных шариков смолы гуммигута определённого размера. Результаты этих опытов позволили Перрену определить массу атомов водорода, количество в 1 г вещества. Ещё не видя молекул, учёные смогли узнать массу и число атомов и молекул.

Вы можете повторить опыт Броуна самостоятельно. Для этого вам понадобится стакан с водой, немного молока и микроскоп. Добавьте в чайную ложку воды несколько капелек молока. Поместите между предметными стеклами каплю полученного раствора. Под микроскопом вы сможете увидеть капельки, которые находятся в постоянном движении.

1. Что такое броуновская частица? 2. Как объяснить броуновское движение?

Почему нельзя наблюдать броуновское движение чаинков в стакане чая?



Соударения хаотически движущихся молекул с броуновской частицей заставляют её двигаться



6. Деталь, отлитая из меди, имеет массу  $M$ . Чему будет равна масса такой же детали, выполненной из дерева?

**ЗАДАНИЕ**

1. Придумайте несколько задач, используя данные таблиц 3 и 4. Обсудите условия задач и решите их.
2. Составьте план эксперимента по сравнению плотности воды и спирта. Предложите его одноклассникам. В эксперименте используйте стакан и весы с разновесами.

**§ 25**

**СИЛА**



Рис. 58. Изменение скорости движения тележки под действием руки человека



Рис. 59. Изменение скорости движения кусочка железа под действием магнита

Если скорость тела изменяется, значит на него действует какое-то тело, изменяет его движение. Рассмотрим несколько примеров. Когда вы толкаете вагонетку (рис. 58), когда толкаете тележку в супермаркете или тянете чемодан в аэропорту, **скорость тела изменяется** под действием вашей силы. Железная пластинка на пробке, плавающая в сосуде с водой, изменяет свою скорость под действием магнита (рис. 59).

Если сжать пружину, а потом отпустить её, пружина изменит скорость прикрепленного к ней тела, например шарика (рис. 60). Если же тянуть за тело, действующим на пружину, будет тело, действующим на пружину, будет тело. Затем пружина, распрямляясь, подействует на шарик и привела его в движение, изменив его скорость.

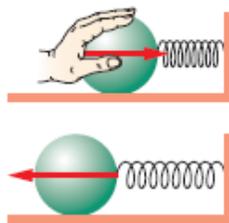


Рис. 60. Движение шарика под действием распрямляющейся пружины



Рис. 61. Изменение направления движения мяча



а)

Рис. 84. Нахождение равнодействующей двух сил, действующих на тело в противоположные стороны



б)

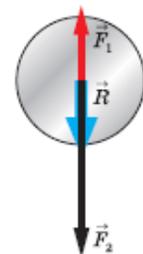


Рис. 85. Графическое изображение равнодействующей двух сил, действующих на тело в противоположные стороны

На рисунке 83 показано правило сложения сил в этом случае:

$$R = F_1 + F_2,$$

где  $F_1$  и  $F_2$  — действующие на тело силы, а  $R$  — их равнодействующая.

Как будет выглядеть это правило для сил, действующих на тело по одной прямой, но направленных в противоположные стороны? Поставим на столик динамометра груз весом 5 Н. Сила, действующая на столик со стороны груза, будет направлена вниз и равна 5 Н (рис. 84, а). Подействуем на столик с силой 2 Н, направленной вверх. Показание динамометра, на котором закреплён столик, станет 3 Н (рис. 84, б). В этом случае равнодействующая сил 5 Н и 2 Н равна их разности.

Таким образом, равнодействующая двух сил, направленных по одной прямой в противоположные стороны, направлена в сторону большей по модулю силы, а её модуль равен разности модулей действующих на тело сил (рис. 85):

$$R = F_2 - F_1.$$

Если на тело действуют две силы, равные по численному значению и направленные противоположно, то их равнодействующая равна нулю. Говорят, что эти силы уравновешивают, или компенсируют, друг друга. Под действием таких сил тело остаётся в покое (см. рис. 82) или движется равномерно и прямолинейно, ускорение тела в этом случае равно нулю.

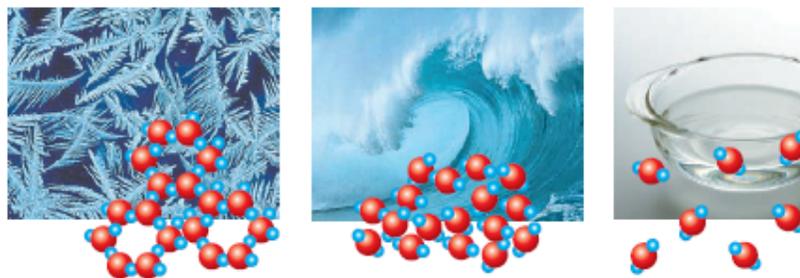


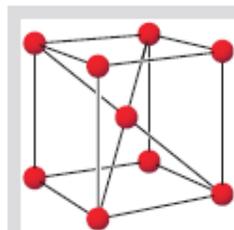
Рис. 33. Расположение молекул воды:  
а — лёд;  
б — вода;  
в — водяной пар

лекулы движутся беспорядочно с большими скоростями. Именно поэтому газ не имеет определенной формы и объема, а занимает предоставленный ему объем.

Во Флоренции в XVII в. был поставлен эффектный опыт. Серебряный шар наполнили и запаяли. Затем по нему с силой ударили несколько раз молотком. На шаре появились светлые пятна. Это были крошечные капли, сквозь серебро просочилась вода. О чем говорит? О *малой сжимаемости жидкостей*. Кроме того, опыт еще раз подтвердил, что между молекулами вещества есть промежутки.

Молекулы жидкости находятся близко к другу, на расстоянии, сравнимом с размером молекул. Из-за этого притяжение между молекулами в жидкости проявляется сильнее, чем между молекулами в газах. Молекулы могут свободно перемещаться по всему сосуду. В течение кратковременной остановки молекула колеблется около некоторого положения. Затем скачком перемещается в новое положение, отстоящее от предыдущего на расстояние, примерно равное размеру самой молекулы. Именно поэтому жидкости *текут* и принимают форму сосуда.

Притяжение между молекулами тела больше, чем притяжение между молекулами жидкости. При этом молекулы располагаются в определенном порядке. Такое тело называется **кристаллом**. Все вы видели красивую форму снежинок, за-



Модель кристаллической решетки железа

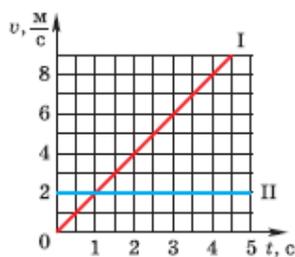


Рис. 46

5. Автомобиль, движущийся прямо с начальной скоростью  $10 \frac{м}{с}$ , начинает разгоняться с ускорением  $2 \frac{м}{с^2}$ . Какой станет его скорость через 4 с.

6\*. По графикам, приведенным на рисунке, определите характер движения тел. С какими телами движутся тела за 4 с.

## § 19 ИНЕРЦИЯ

Представьте, что вы присутствуете на футбольном матче. В пустые ворота катится мяч. Вы боитесь, летит шайба. Игроки хотят, чтобы шайба двигалась быстрее. Но никакие усилия не заставят ее это сделать. Ответ очевиден: клюшка игрока не может изменить направление движения шайбы на льду (бугорок или ямка).

Бильярдный шар будет лежать неподвижно, пока его не сдвинет игрок. Пока на него не подействует сила.

Ни шайба, ни шар не изменят своего состояния покоя, пока на них не подействует какая-либо сила. Скользящая шайба останавливается, когда на нее действует сила трения. Бильярдный шар останавливается, когда на него действует сила трения.

Для того чтобы тело изменило свое состояние покоя относительно поверхности Земли, на него необходимо подействовать другой силой, например, силой тяжести.

Проведем опыт. Пустим тележку с грузом по наклонной плоскости. Если на нее подействует сила тяжести, тележка будет двигаться по наклонной плоскости (рис. 47, а). Ее движение, совершаемое по наклонной плоскости, будет неравномерным.



Изменение скорости движения шайбы после удара клюшкой

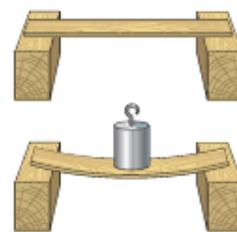


Рис. 71. Доска препятствует падению гири

ния, ускорение свободного падения зависит от географической широты местности.

Вам известно, что на неподвижные тела, помимо силы тяжести, действуют другие силы (другие тела) (рис. 71). Например, ведро с водой не падает на Землю, потому что его удерживают рукой. Чем больше воды в ведре, тем с большей силой рука должна действовать, чтобы удержать ведро. А действует ли ведро на руку? Конечно, ведь мы чувствуем его тяжесть, и на руке остается след от ручки ведра. Силы, действующие со стороны ведра и со стороны руки, численно равны, но если рука тянет ведро вверх, то ведро тянет руку вниз. Сила, с которой ведро с водой действует на руку, называется *весом*.

Вес тела — это сила, с которой тело действует на подвес или опору вследствие притяжения к Земле.

Так же как и другие силы, вес является векторной величиной. Обозначается вес буквой  $\vec{P}$ , измеряется в ньютонах (Н).

На горизонтальной опоре, неподвижной относительно поверхности Земли, вес тела численно равен силе тяжести. Это же справедливо, когда опора вместе с телом движется относительно Земли равномерно и прямолинейно.

$$P = F_{\text{тяж}} = gm.$$

Стоит отметить, что вес и сила тяжести являются разными по природе силами. Сила тяжести является гравитационной силой, а вес — силой упругости. Сила тяжести действует на тело, а вес — на опору или подвес (рис. 72).

*Пример.* Определите силу тяжести, которая действует на ученика массой 40 кг, и его вес.

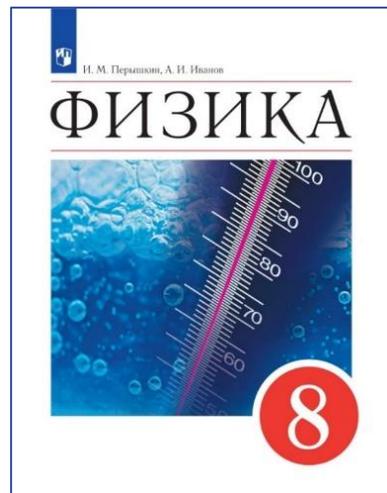
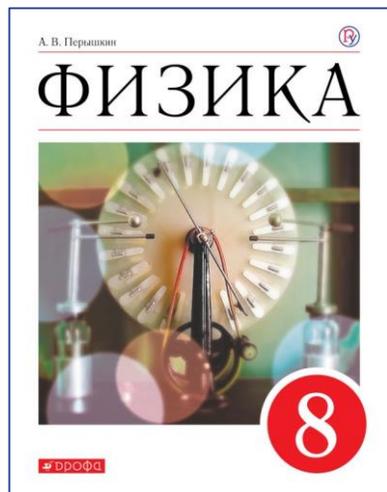


а)  $\vec{F}_{\text{тяж}}$



б)  $\vec{P}$   
Рис. 72. Точки приложения:  
а — силы тяжести;  
б — веса тела





## Учебник для 8 класса

Оглавление. Особенности  
изложения материала.  
Примеры разворотов

## ОГЛАВЛЕНИЕ

### ГЛАВА 1 ТЕПЛОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

|      |   |    |
|------|---|----|
| § 1  | Тепловое движение. Температура  | 3  |
| § 2  | Внутренняя энергия  | 8  |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Из истории учения о теплоте   | 11 |
| § 3  | Способы изменения внутренней энергии тела   | 11 |
| § 4  | Теплопроводность  | 14 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Приспособление животных к различным температурным условиям                                    | 18 |
| § 5  | Конвекция   | 20 |
| § 6  | Излучение   | 22 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Загрязнение атмосферы   | 25 |
| § 7  | Количество теплоты. Единицы количества теплоты  | 26 |
| § 8  | Удельная теплоёмкость   | 28 |
| § 9  | Расчёт количества теплоты, необходимого для нагревания тела или выделяемого им при охлаждении | 31 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Калория — единица количества теплоты  | 35 |
| § 10 | Энергия топлива. Удельная теплота сгорания  | 35 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Виды топлива  | 38 |
| § 11 | Закон сохранения и превращения энергии в механических и тепловых процессах                    | 39 |
| § 12 | Агрегатные состояния вещества   | 41 |
| § 13 | Плавление и отвердевание кристаллических тел  | 45 |
| § 14 | График плавления и отвердевания кристаллических тел   | 47 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | От чего зависит температура плавления   | 50 |
|      | Как происходит кристаллизация   | 51 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| § 15 | Удельная теплота плавления  | 51 |
| § 16 | Испарение. Насыщенный и ненасыщенный пар  | 55 |
| § 17 | Поглощение энергии при испарении жидкости. Выделение энергии при конденсации пара | 59 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Испарение в жизни растений  | 61 |
| § 18 | Кипение   | 63 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Примеры использования кипения   | 66 |
| § 19 | Влажность воздуха. Способы определения влажности воздуха                          | 67 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Круговорот воды в биосфере  | 73 |
|      | Загрязнение пресных вод   | 74 |
| § 20 | Удельная теплота парообразования и конденсации                                    | 74 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Водяной пар в атмосфере   | 79 |
| § 21 | Работа газа и пара при расширении   | 80 |
| § 22 | Двигатель внутреннего сгорания  | 82 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Дизельные двигатели   | 85 |
| § 23 | Паровая турбина   | 86 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Из истории тепловых двигателей  | 87 |
| § 24 | КПД теплового двигателя   | 88 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...  |    |
|      | Загрязнение окружающей среды  | 90 |
|      | Меры по борьбе с загрязнением окружающей среды                                    | 91 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ   | 91 |

### ГЛАВА 2 ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

|      |  |     |
|------|--|-----|
| § 25 | Электризация тел при соприкосновении. Взаимодействие заряженных тел      | 93  |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Солнечный камень   | 95  |
| § 26 | Электроскоп. Проводники и непроводники электричества                     | 96  |
| § 27 | Электрическое поле   | 99  |
| § 28 | Делимость электрического заряда. Электрон                                | 102 |
| § 29 | Строение атома   | 104 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | О структуре атома  | 107 |
| § 30 | Объяснение электрических явлений. Закон сохранения электрического заряда | 107 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| § 31 | Статическое электричество, его учёт и использование в быту и технике . . . . . | 109 |
| § 32 | Электрический ток. Источники электрического тока . . . . .                     | 112 |
| § 33 | Электрическая цепь и её составные части . . . . .                              | 118 |
| § 34 | Электрический ток в металлах . . . . .   | 119 |
| § 35 | Действия электрического тока . . . . .   | 122 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Аккумуляторы . . . . .   | 127 |
| § 36 | Сила тока. Измерение силы тока . . . . .                                       | 127 |
| § 37 | Электрическое напряжение. Измерение напряжения . . . . .                       | 132 |
| § 38 | Электрическое сопротивление проводника. Закон Ома для участка цепи . . . . .   | 136 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Почему электрический ток опасен для человека? . . . . .                        | 140 |
| § 39 | Расчёт сопротивления проводника. Удельное сопротивление . . . . .              | 141 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Из истории учения об электричестве . . . . .                                   | 144 |
| § 40 | Примеры на расчёт сопротивления проводника, силы тока и напряжения . . . . .   | 145 |
| § 41 | Реостаты . . . . .   | 147 |
| § 42 | Последовательное соединение проводников . . . . .                              | 149 |
| § 43 | Параллельное соединение проводников . . . . .                                  | 153 |
| § 44 | Работа и мощность электрического тока . . . . .                                | 157 |
| § 45 | Нагревание проводников электрическим током. Закон Джоуля—Ленца . . . . .       | 160 |
| § 46 | Конденсатор. Емкость конденсатора . . . . .                                    | 162 |
| § 47 | Лампа освещения. Электрические нагревательные приборы . . . . .                | 167 |
| § 48 | Короткое замыкание. Предохранители . . . . .                                   | 170 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ . . . . .  | 172 |

### ГЛАВА 3 ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

|      |  |     |
|------|--|-----|
| § 49 | Постоянные магниты . . . . .   | 174 |
| § 50 | Магнитное поле . . . . .   | 177 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Из истории электромагнетизма . . . . .   | 179 |
| § 51 | Магнитное поле прямого тока и постоянных магнитов. Магнитные линии . . . . .     | 180 |
| § 52 | Магнитное поле катушки с током. Электромагниты и их применение . . . . .         | 183 |
| § 53 | Действие магнитного поля на проводник с током. Электрический двигатель . . . . . | 186 |
| § 54 | Магнитное поле Земли . . . . .   | 189 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ . . . . .  | 191 |

### ГЛАВА 4 СВЕТОВЫЕ ЯВЛЕНИЯ

|      |  |     |
|------|--|-----|
| § 55 | Источники света. Распространение света . . . . .   | 193 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Солнечные затмения . . . . .   | 199 |
| § 56 | Отражение света. Закон отражения света . . . . .   | 200 |
| § 57 | Плоское зеркало . . . . .  | 202 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Получение изображений в нескольких зеркалах . . . . .  | 205 |
| § 58 | Преломление света. Закон преломления света . . . . .   | 206 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Миражи . . . . .   | 209 |
| § 59 | Линзы. Оптическая сила линзы . . . . .   | 211 |
| § 60 | Изображения, даваемые линзой . . . . .   | 215 |
| § 61 | Глаз и зрение . . . . .  | 219 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО...   |     |
|      | Оптические приборы . . . . .   | 222 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ . . . . .  | 224 |
|      | ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ . . . . .  | 225 |
|      | 1. Изучение устройства калориметра . . . . .   | 225 |
|      | 2. Изучение процесса теплообмена . . . . .   | 226 |
|      | 3. Измерение удельной теплоёмкости вещества . . . . .  | 227 |
|      | 4. Измерение относительной влажности воздуха . . . . .   | 228 |
|      | 5. Сборка электрической цепи и измерение силы тока в её различных участках . . . . .           | 229 |
|      | 6. Измерение напряжения на различных участках последовательной электрической цепи . . . . .    | 230 |
|      | 7. Измерение сопротивления проводника. Изучение принципа действия реостата . . . . .           | 231 |
|      | 8. Изучение параллельного соединения проводников . . . . .                                     | 233 |
|      | 9. Измерение мощности и работы тока в электрической лампе . . . . .                            | 234 |
|      | 10. Изучение свойств изображения в собирающей линзе. Измерение оптической силы линзы . . . . . | 235 |
|      | ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ . . . . .  | 237 |
|      | ОТВЕТЫ . . . . .   | 245 |
|      | ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ . . . . .  | 247 |

# Особенности изложения материала



Новый параграф: «Статическое электричество. Его учет и использование в быту и технике»

Объединены в один параграф темы, которые обычно изучаются в рамках одного урока:

- «Объяснение электрических явлений» и «Закон сохранения электрического заряда»
- «Электрический ток. Источники электрического тока» и «Направление электрического тока»
- «Сила тока. Единицы силы тока» и «Амперметр. Измерение силы тока»
- «Электрическое напряжение», «Единицы напряжения» и «Вольтметр. Измерение напряжения»
- «Зависимость силы тока от напряжения», «Электрическое сопротивление проводников. Единицы сопротивления» и «Закон Ома для участка цепи»
- «Работа электрического тока», «Мощность электрического тока» и «Единицы работы электрического тока, применяемые на практике»
- «Магнитные линии прямого тока» и «Магнитное поле постоянных магнитов»

# Лабораторные работы: 8 класс

|   |     |
|---|-----|
| ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ . . . . .   | 225 |
| 1. Изучение устройства калориметра . . . . .  | 225 |
| 2. Изучение процесса теплообмена . . . . .  | 226 |
| 3. Измерение удельной теплоёмкости вещества . . . . .   | 227 |
| 4. Измерение относительной влажности воздуха . . . . .  | 228 |
| 5. Сборка электрической цепи и измерение силы тока<br>в её различных участках . . . . .           | 229 |
| 6. Измерение напряжения на различных участках<br>последовательной электрической цепи . . . . .    | 230 |
| 7. Измерение сопротивления проводника.<br>Изучение принципа действия реостата . . . . .           | 231 |
| 8. Изучение параллельного соединения проводников . . . . .  | 233 |
| 9. Измерение мощности и работы тока в электрической<br>лампе . . . . .                            | 234 |
| 10. Изучение свойств изображения в собирающей линзе.<br>Измерение оптической силы линзы . . . . . | 235 |

## § 18 КИПЕНИЕ



а)



б)

Рис. 30. Нагревание воды

Рассмотрим процессы, которые будут ходить при нагревании воды в стеклянном сосуде (рис. 30). Вначале испаряется жидкость с поверхности. Затем на дне и стенках сосуда к всему объёму жидкости образуются пузырьки воздуха, которые всегда растворены в воде. Кроме воздуха в пузырьках находится насыщенный пар, который образуется при испарении воды внутри этих пузырьков. С увеличением температуры этот процесс протекает всё интенсивнее. Пузырьки воздуха с паром растут и увеличивается действующая на них архимедова сила. В некоторый момент эта сила становится настолько большой, что пузырьки отрываются от дна и всплывают (рис. 30, б). Так как вода в этих слоях ещё не прогрелась, пар в пузырьках остывает и конденсируется. В результате резко сжимаются (схлопываются) и лопаются, как вода шумит.

Для того чтобы пузырьки росли, необходимо, чтобы давление пара внутри пузырька восходило давлению на него снаружи. Оно складывается из атмосферного давления и давления столба жидкости над пузырьком. Поскольку сосуд неглубокий, то давление столба жидкости мало. Поэтому после прогрева воды по объёму, когда давление внутри пузырька сравняется с атмосферным, пузырьки воздуха резко увеличиваются, достигают поверхности и лопаются. Таким образом происходит кипение.

**Кипение** — это процесс парообразования, происходящий по всему объёму жидкости.

Если измерять температуру воды во время кипения, то можно убедиться, что она не меняется и при нормальном атмосферном давлении равна  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

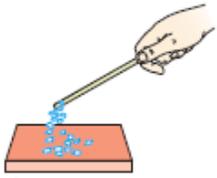
## Глава 2

# ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

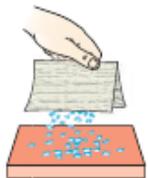
## § 25 ЭЛЕКТРИЗАЦИЯ ТЕЛ ПРИ СОПРИКОСНОВЕНИИ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЗАРЯЖЕННЫХ ТЕЛ



Электризация волос



а)



б)

Рис. 46. Электризация тел трением

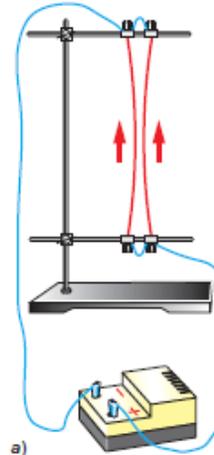
Вы не раз встречались с электрическими явлениями в повседневной жизни. Вспомните, как проскакивают искры, когда вы снимаете шерстяной свитер в тёмной комнате. При этом слышно характерное потрескивание. При расчёсывании волос пластмассовой расчёской можно видеть, как волосы прилипают к ней.

Аналогичные явления наблюдали ещё древние греки. Они обнаружили, что если потереть янтарь о шерсть, то к нему начинают прилипать мелкие предметы. Слово «янтарь» по-гречески «электрон». Поэтому явление, возникающее при трении двух разнородных твёрдых тел, было названо *электризацией*. Слово «электрон» стало родоначальником целой серии терминов: электрон, электричество, электрический заряд, электрический ток и т. п.

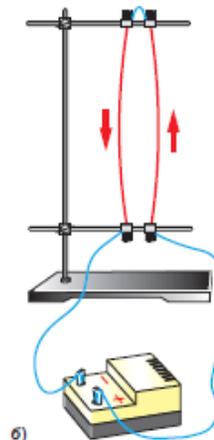
Для того чтобы выяснить суть явления электризации, сделаем несколько опытов. Возьмём стеклянную палочку. Потрём её листком бумаги и поднесём к мелким кусочкам бумаги. Мы увидим, что палочка будет притягивать к себе мелкие бумажки (рис. 46, а). Аналогичный опыт вы можете сделать с пластмассовой линейкой, ручкой.

При трении *электризуются оба тела*. В этом легко убедиться на опыте, если потереть о шерсть эбонитовую палочку. Наэлектризуется не только сама палочка, но и кусочек шерсти, который тоже будет притягивать маленькие кусочки бумаги (рис. 46, б).

$$I = \frac{q}{t}$$



а)



б)

Рис. 81. Взаимодействие проводников с током

трический ток в проводнике? Для этого нужно определить скорость переноса заряда в нём.

В различных электрических полях через поперечное сечение проводника за одно и то же время может пройти разное число заряженных частиц. Чем больше частиц перемещается через поперечное сечение проводника, тем больший заряд они переносят.

Физическую величину, равную отношению электрического заряда, прошедшего через поперечное сечение проводника, ко времени его движения, называют силой тока.

Обозначим силу тока буквой  $I$ , общий электрический заряд —  $q$ , время —  $t$ . Тогда силу тока можно определить по формуле:

$$I = \frac{q}{t}$$

Если с течением времени сила тока и его направление не изменяются, то ток называют *постоянным электрическим током*.

Как измерить силу тока? Можно было бы подсчитать число электронов, прошедших через поперечное сечение проводника в единицу времени, и, зная заряд электрона, определить общий заряд, т. е. силу тока. Такой способ практически осуществить невозможно.

В растворах электролитов носителями зарядов являются ионы. Заряд, протекающий через раствор электролита, пропорционален массе вещества. Следовательно, о силе тока можно судить по количеству вещества, выделившегося на электроде за одно и то же время, тем больше сила тока, прошедшего через раствор электролита. Это возможный способ определения силы тока, но не очень удобный.

На Международной конференции по мерам и весам в 1948 г. решили определять единицу



### УПРАЖНЕНИЕ 3

1. Каким способом — совершением работы или теплопередачей — менялась внутренняя энергия детали: а) при сверлении стия; б) при нагревании её в печи перед закалкой; в) при охлаждении детали в воде?
2. В кузнице с помощью молота (холоднаяковка) получают форму детали. Как вы думаете, нагревается ли деталь в кузнице?
3. Кусок свинца можно нагреть разными способами: ударом молотком, помещая в пламя горелки, сгибая несколько раз, помещая в горячую воду. Можно ли ожидать, что во всех случаях внутренняя энергия куска свинца увеличилась?
4. Что происходит со спичкой при трении её о коробок? И почему при этом её внутренняя энергия? Ответ обоснуйте.

## § 4

### ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ

Вы знаете, что внутреннюю энергию можно изменить путём теплопередачи. Вы знаете механизм теплопередачи и умеете пользоваться в жизни очень важно для нас. Существуют три вида теплопередачи: *теплопроводность, конвекция, излучение*.

Продедаем несколько опытов. К концу стержню (спице) прикрепим свечку. Нагреем один конец стержня. Нагревая один конец стержня, проследим за их поведением. Заметим, что по мере нагревания стержня воск будет таять. Свечки начнут падать. Следовательно, гвоздики вблизи нагреваемого конца стержня плавятся. Это значит, что тепло происходит от на-

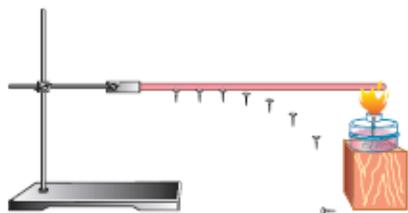


Рис. 8. Передача тепла от одной части твёрдого тела к другой



#### ЛЕНЦ ЭМИЛИЙ ХРИСТИАНОВИЧ

(1804—1865)

Русский физик, один из основоположников электротехники. С его именем связано открытие закона, определяющего тепловое действие тока, и закона, определяющего направление индукционного тока



#### ДЖОУЛЬ ДЖЕЙМС ПРЕСКОТТ

(1818—1889)

Английский физик. Обосновал на опытах закон сохранения энергии. Установил закон, определяющий тепловое действие электрического тока. Вычислил скорость движения молекул газа и установил её зависимость от температуры

ским физиком *Джеймсом Джоулем*, его названа единица энергии), поэтому называется *законом Джоуля—Ленца*.

Количество теплоты, выделяемое в проводнике с током, равно произведению квадрата силы тока, сопротивления проводника и времени

$$Q = I^2Rt.$$

В отсутствие электрического поля все частицы проводника движутся хаотически. При возникновении электрического поля внутри проводника свободные электроны начинают двигаться направленно, хаотическое тепловое движение возникает электрический ток, и этот ток нагревает проводник.

Электроны, двигаясь внутри проводника, сталкиваются с атомами, увеличивая свою энергию и, встречая на своём пути ионную решётку, передают им свою энергию. Это и приводит к нагреванию проводника.

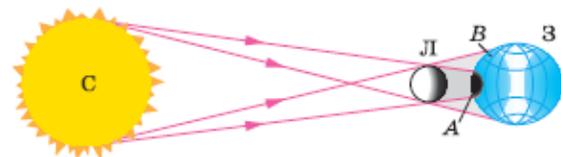
Из закона сохранения энергии можно получить закон Джоуля—Ленца, не прибегая к эксперименту. Работа по перемещению электрического заряда  $A = Uq$ , а заряд  $q$  равен:

$$A = UIt.$$

Из закона Ома для участка цепи  $I = \frac{U}{R}$  получим формулу для работы:  $A = U \cdot \frac{U}{R} \cdot t = \frac{U^2}{R} t$ . Если предположить, что вся работа по перемещению напряжения:  $U = IR$ , то получим:

$$A = Q = I^2Rt.$$

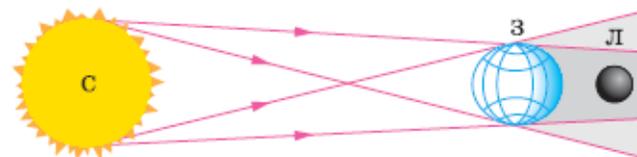
Рис. 132. Солнечное затмение



нца. Во время солнечного затмения тень от Луны падает на Землю. Поскольку Луна во много раз меньше Земли, то в области *A* полной лунной тени (рис. 132) может находиться лишь малая часть земной поверхности (диаметром около 270 км) и наблюдается явление, называемое *полным солнечным затмением*, очень недолго (примерно 2,5 мин). В тех местах Земли, которые находятся в области полутени *B*, наблюдается *частное солнечное затмение*. Оно охватывает значительно большую часть Земли и поэтому длится дольше.

Во время *лунного затмения* Луна попадает в тень, отбрасываемую Землёй (рис. 133).

Рис. 133. Лунное затмение



1. Что такое источник света? Приведите примеры источников света.
2. Что такое луч света? 3. Как распространяется свет в однородной среде? 4. Приведите примеры, доказывающие прямолинейное распространение света.
5. Объясните, как образуется тень.
6. Объясните, почему в некоторых областях экрана (см. рис. 131) образуется полутень.
7. Как происходит солнечное затмение; лунное затмение?



1. Солнце, Луна, нагретый элемент электрической плиты, светячок — источники света. Чем отличаются излучения этих тел?
2. При каких условиях от предмета получается только полутень?
3. Во время хирургических операций тень от рук хирурга не должна закрывать операционное поле. Как этого добиться?

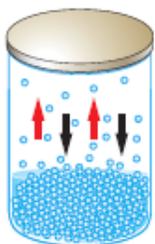


Рис. 28. Испарение жидкости в закрытом сосуде

сти, возвращаются в жидкость. В сосуде испарение идёт быстрее, чем конденсация, поэтому масса жидкости в сосуде уменьшается.

Если же сосуд закрыть, то через время число молекул, покидающих поверхность, станет равным числу молекул, возвращающихся в неё (рис. 28). Масса жидкости остаётся неизменной. Говорят, что «жидкость — пар» находится в равновесии. Такое равновесие называют **динамическим подвижным**.

Пар, находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называют **насыщенным**.

Если сосуд открыть, то часть пара улетит в окружающую среду, пар становится ненасыщенным.

Покидающих жидкость молекул больше, чем молекул пара, возвращающихся назад, т. е. процесс испарения будет преобладать над конденсацией.

Пар, не находящийся в динамическом равновесии со своей жидкостью, называют **ненасыщенным**.



1. Какое явление называют испарением? 2. Объясните на основе молекулярно-кинетической теории, как происходит процесс испарения. 3. Почему для каждого вещества существует определённая температура плавления, но не существует определённой температуры кипения? 4. Какими способами можно ускорить процесс испарения? Объясните их на основе МКТ. 5. Что такое динамическое равновесие? 6. Какой пар называют насыщенным? 7. Какой пар называют ненасыщенным?



1. Почему испарение из почвы летом больше, чем зимой? 2. Как влияет испарение на температуру жидкости? 3. Как предотвратить испарение воды в открытом сосуде? 4. Почему очки запотевают, когда вы входите с мороза в тёплую комнату?

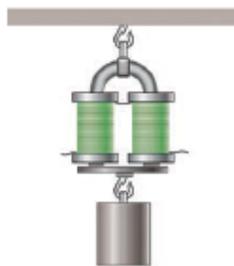


Рис. 120. Дугообразный электромагнит



Рис. 121. Применение электромагнитов

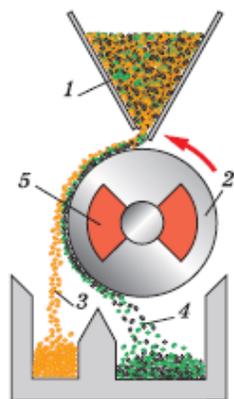


Рис. 122. Магнитный сепаратор

Магнитное поле катушки с током можно усилить, вставив в неё железный стержень — сердечник (рис. 119). Значит, катушка с железным сердечником создаёт большее магнитное поле, чем без сердечника.

Катушку с железным сердечником называют **электромагнитом**.

Электромагниты (рис. 120) притягивают железные предметы лишь тогда, когда в них течёт ток. Поэтому магнитом легко управлять — нужно замкнуть или разомкнуть его цепь.

В зависимости от назначения электромагниты можно изготавливать самых разных размеров. Электромагниты, обладающие большой подъёмной силой, используют для переноски тяжёлых стальных изделий, стружек, слитков (рис. 121).

На рисунке 122 показан в разрезе **магнитный сепаратор** для зерна. С помощью магнитного сепаратора отделяют полезные зёрна злаковых культур от семян сорняков. Для этого в смесь семян сорняков и полезных злаков добавляют железный порошок. Зёрна злаковых культур гладкие, поэтому к ним не прилипают частички магнитного порошка. Семена сорняков шероховатые, поэтому к ним прилипают частички магнитного порошка. Смесь 1 высыпают из бункера на вращающийся барабан 2, внутри которого находится магнит 5. Семена сорняков 4 с частичками порошка притягиваются магнитом.

При повороте барабана семена сорняков с частичками порошка и зёрна злаковых культур разделяются и попадают в разные ёмкости. Зёрна полезных злаков очищаются от примесей.

Существуют магнитные сепараторы, которые используются и в других областях промышленности: в цехах по производству пластмассы, химической и деревообрабатывающей промышленности.

За единицу оптической силы принимают силу линзы, которая увеличивает предмет в 1В раз. Оптическая сила линзы — это величина, обратная её фокусному расстоянию.

Рис. 156. Увеличение линзы

Оптическая сила линзы — это величина, обратная её фокусному расстоянию.

$$D = \frac{1}{F}$$

$$D = \frac{1}{F}$$

За единицу оптической силы принята оптическая сила линзы, фокусное расстояние которой равно 1 м.

Называют эту единицу **диоптрия** (дптр).

$$1 \text{ дптр} = \frac{1}{\text{м}}$$

Обратите внимание на то, что фокусное расстояние, как и любое другое расстояние, можно измерять в метрах, сантиметрах, миллиметрах. Но для вычисления оптической силы линзы фокусное расстояние должно быть выражено только в метрах. Например, если фокусное расстояние линзы 50 см, то её оптическая сила

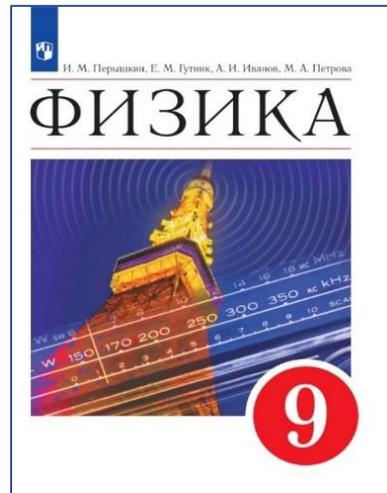
$$D = \frac{1}{0,5 \text{ м}} = 2 \text{ дптр.}$$

Для собирающей линзы, т. е. линзы, которая имеет действительный фокус, оптическую силу принято записывать со знаком «+» (в нашем примере оптическая сила линзы равна +2 дптр).

Проведем такой же опыт с двояковогнутой линзой. Вы видите, что из линзы лучи выходят расходящимся пучком (рис. 157). Поэтому такую линзу называют **рассеивающей**. Если продолжить расходящиеся лучи в противоположную сторону, то они пересекутся в точке, лежащей на оптической оси линзы с той же сто-



Собирающая линза



## Учебник для 9 класса

Оглавление. Особенности  
изложения материала.  
Примеры разворотов

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                   |   |
|-------------------|---|
| Предисловие ..... | 3 |
|-------------------|---|

### ГЛАВА 1 ЗАКОНЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ И ДВИЖЕНИЯ ТЕЛ

|       |   |     |
|-------|---|-----|
| § 1   | Материальная точка. Система отсчёта .....   | 4   |
| § 2   | Перемещение .....   | 10  |
| § 3   | Определение координаты движущегося тела .....   | 12  |
| § 4   | Перемещение при прямолинейном равномерном движении .....                                    | 16  |
| § 5   | Прямолинейное равноускоренное движение. Ускорение .....                                     | 21  |
| § 6   | Скорость прямолинейного равноускоренного движения.<br>График скорости .....                 | 26  |
| § 7   | Перемещение тела при прямолинейном равноускоренном<br>движении .....                        | 29  |
| § 8   | Перемещение тела при прямолинейном равноускоренном<br>движении без начальной скорости ..... | 32  |
| § 9   | Относительность движения .....  | 35  |
| § 10  | Инерциальные системы отсчёта. Первый закон Ньютона .....                                    | 41  |
| § 11  | Второй закон Ньютона .....  | 45  |
| § 12  | Третий закон Ньютона .....  | 51  |
| § 13  | Свободное падение тел .....   | 55  |
| § 14  | Движение тела, брошенного вертикально вверх.<br>Невесомость .....                           | 60  |
| § 15  | Закон всемирного тяготения .....  | 63  |
| § 16  | Ускорение свободного падения на Земле<br>и других небесных телах .....                      | 66  |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО ...   |     |
|       | Открытие планеты Нептун .....   | 69  |
| § 17  | Сила упругости .....  | 70  |
| § 18  | Сила трения .....   | 75  |
| § 19  | Прямолинейное и криволинейное движение .....  | 80  |
| § 20  | Движение тела по окружности с постоянной по модулю<br>скоростью .....                       | 83  |
| *§ 21 | Искусственные спутники Земли .....  | 88  |
| § 22  | Импульс тела. Закон сохранения импульса .....   | 93  |
| § 23  | Реактивное движение. Ракеты .....   | 99  |
| § 24  | Работа силы .....   | 104 |
| § 25  | Потенциальная и кинетическая энергия .....  | 109 |
| § 26  | Закон сохранения механической энергии .....   | 113 |
|       | ИТОГИ ГЛАВЫ .....   | 117 |

### ГЛАВА 2 МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ЗВУК

|       |  |     |
|-------|--|-----|
| § 27  | Колебательное движение. Свободные колебания .....      | 118 |
| § 28  | Величины, характеризующие колебательное движение ..... | 123 |
| *§ 29 | Гармонические колебания .....                          | 128 |
| § 30  | Затухающие колебания. Вынужденные колебания .....      | 132 |
| § 31  | Резонанс .....   | 136 |
| § 32  | Распространение колебаний в среде. Волны .....         | 139 |
| § 33  | Длина волны. Скорость распространения волн .....       | 144 |
| § 34  | Источники звука. Звуковые колебания .....              | 147 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО ...                                      |     |
|       | Инфразвук .....  | 151 |
| § 35  | Высота, тембр и громкость звука .....                  | 152 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО ...                                      |     |
|       | Музыка и медицина .....                                | 156 |
| § 36  | Распространение звука. Звуковые волны .....            | 156 |
|       | ЭТО ЛЮБОПЫТНО ...                                      |     |
|       | Барабанный телеграф .....                              | 160 |
| § 37  | Отражение звука. Звуковой резонанс .....               | 161 |
|       | ИТОГИ ГЛАВЫ .....                                      | 165 |

### ГЛАВА 3 ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

|      |   |     |
|------|---|-----|
| § 38 | Магнитное поле .....  | 166 |
| § 39 | Направление тока и направление линий<br>его магнитного поля .....                             | 171 |
| § 40 | Обнаружение магнитного поля по его действию<br>на электрический ток. Правило левой руки ..... | 173 |
| § 41 | Индукция магнитного поля .....  | 178 |
| § 42 | Магнитный поток .....   | 182 |
| § 43 | Явление электромагнитной индукции .....   | 184 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО ...   |     |
|      | Открытия Майкла Фарадея .....   | 188 |
| § 44 | Направление индукционного тока. Правило Ленца .....   | 188 |
| § 45 | Явление самоиндукции .....  | 191 |
| § 46 | Получение и передача переменного электрического тока.<br>Трансформатор .....                  | 195 |
|      | ЭТО ЛЮБОПЫТНО ...   |     |
|      | Из истории электротехники .....   | 201 |
| § 47 | Электромагнитное поле .....   | 202 |
| § 48 | Электромагнитные волны .....  | 205 |
| § 49 | Колебательный контур.<br>Получение электромагнитных колебаний .....                           | 210 |
| § 50 | Принципы радиосвязи и телевидения .....   | 215 |

|      |   |     |
|------|---|-----|
| § 51 | Интерференция и дифракция света .....                               | 219 |
| § 52 | Электромагнитная природа света .....                                | 224 |
| § 53 | Преломление света.<br>Физический смысл показателя преломления ..... | 227 |
| § 54 | Дисперсия света. Цвета тел .....                                    | 231 |
| § 55 | Типы оптических спектров .....                                      | 238 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ .....   | 243 |

#### ГЛАВА 4 СТРОЕНИЕ АТОМА И АТОМНОГО ЯДРА. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ АТОМНЫХ ЯДЕР

|      |  |     |
|------|--|-----|
| § 56 | Радиоактивность. Модели атомов .....   | 244 |
|      | ЭТО ЛЮБОПИТНО ...  |     |
|      | Из истории открытия радиоактивности .....  | 250 |
| § 57 | Поглощение и испускание света атомами.<br>Происхождение линейчатых спектров .....                | 251 |
| § 58 | Радиоактивные превращения атомных ядер.<br>Закон радиоактивного распада .....                    | 253 |
| § 59 | Экспериментальные методы исследования частиц .....   | 258 |
| § 60 | Открытие протона и нейтрона .....  | 261 |
| § 61 | Состав атомного ядра. Ядерные силы .....   | 265 |
| § 62 | Энергия связи. Дефект массы .....  | 269 |
| § 63 | Деление ядер урана. Цепная реакция .....   | 272 |
| § 64 | Ядерный реактор. Преобразование внутренней<br>энергии атомных ядер в электрическую энергию ..... | 277 |
| § 65 | Атомная энергетика .....   | 280 |
| § 66 | Биологическое действие радиации .....  | 283 |
| § 67 | Термоядерная реакция .....   | 287 |
|      | ЭТО ЛЮБОПИТНО ...  |     |
|      | Элементарные частицы. Античастицы .....  | 291 |
|      | ИТОГИ ГЛАВЫ .....  | 292 |

#### ГЛАВА 5 СТРОЕНИЕ И ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕЛЕННОЙ

|      |  |     |
|------|--|-----|
| § 68 | Состав, строение и происхождение Солнечной системы ..... | 293 |
| § 69 | Большие планеты Солнечной системы .....                  | 296 |
| § 70 | Малые тела Солнечной системы .....                       | 308 |
| § 71 | Строение, излучения и эволюция Солнца и звёзд .....      | 311 |
|      | ЭТО ЛЮБОПИТНО ...  |     |
|      | Излучение Солнца .....                                   | 314 |
| § 72 | Строение и эволюция Вселенной .....                      | 315 |
|      | ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ .....                                | 319 |
|      | ЗАДАЧИ ДЛЯ ПОВТОРЕНИЯ .....                              | 334 |
|      | ОТВЕТЫ .....   | 344 |
|      | ПРЕДМЕТНО-ИМЕННОЙ УКАЗАТЕЛЬ .....                        | 346 |

## ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ

**№ 1 ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОУСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ  
БЕЗ НАЧАЛЬНОЙ СКОРОСТИ**

**№ 2 ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ**

**№ 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЖЁСТКОСТИ ПРУЖИНЫ**

**№ 4 ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПЕРИОДА  
И ЧАСТОТЫ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ  
НИТЯНОГО МАЯТНИКА ОТ ЕГО ДЛИНЫ**

**№ 5 ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ  
ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ**

**№ 6 НАБЛЮДЕНИЕ СПЛОШНОГО И ЛИНЕЙЧАТЫХ  
СПЕКТРОВ ИСПУСКАНИЯ**

**№ 7 ИЗМЕРЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОГО РАДИАЦИОННОГО  
ФОНА ДОЗИМЕТРОМ**  
(выполняется коллективно под руководством учителя)

**№ 8 ИЗУЧЕНИЕ ДЕЛЕНИЯ ЯДРА АТОМА УРАНА  
ПО ФОТОГРАФИИ ТРЕКОВ**

**№ 9 ИЗУЧЕНИЕ ТРЕКОВ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ  
ПО ГОТОВЫМ ФОТОГРАФИЯМ**

# Учебник новый, но знакомый: 9 класс



## УПРАЖНЕНИЕ 10

- На столе в равномерно и прямолинейно движущемся поезде sits легкоподвижный игрушечный автомобиль. При торможении поезда автомобиль без внешнего воздействия покатился вперёд, сохранив свою скорость относительно земли. Выполняется ли закон инерции: а) в системе отсчёта, связанной с землёй; б) в системе отсчёта, связанной с поездом, во время его прямолинейного и равномерного движения; во время торможения? Можно ли в описанном случае считать инерциальной систему отсчёта, связанную с землёй; с поездом?
- Определите, действие каких сил компенсируется в следующих случаях: на столе лежит книга; на землю равномерно падает берёзовый лист; на крючке безмена висит пакет с яблоками.

## § 11

### ВТОРОЙ ЗАКОН НЬЮТОНА



Лыжник движется с ускорением, так как  $F \neq 0$



Чем сильнее футболист ударит по мячу, тем дальше полетит мяч

Из курса физики 7 класса вам известно, что причиной изменения скорости тела, а значит и причиной возникновения ускорения является действие на это тело других тел с некоторой силой.

Когда на тело действует сразу несколько сил, то оно движется с ускорением, если равнодействующая  $F$  этих сил не равна нулю. Напомним, что равнодействующей нескольких сил одновременно приложенных к телу, называется сила, производящая на тело такое же действие, как все эти силы вместе.

Поскольку ускорение возникает в результате действия силы, то естественно предположить, что существует количественная взаимосвязь между этими величинами.

Жизненный опыт убеждает нас в том, что чем больше будет равнодействующая приложенных к телу сил, тем большее ускорение получит при этом тело. Например, чем сильнее футболист бьёт ногой по лежащему на поле мячу, тем большее ускорение приобретает мяч, тем большее ускорение приобретает мяч, тем большую скорость он успеет набрать за те доли секунды, пока взаимодействует с ногой футболиста (о приобретённой



Рис. 127



Рис. 128

- Между полюсами магнитов (рис. 127) расположен провод с током. Определите направление силы, действующей на провод.
- Отрицательно заряженная частица движется со скоростью  $v$  в магнитном поле (рис. 128). Укажите направление силы, действующей на частицу.
- Магнитное поле действует с силой  $\vec{F}$  на частицу, движущуюся со скоростью  $\vec{v}$  (рис. 129). Определите знак заряда частицы.

## § 41

### ИНДУКЦИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

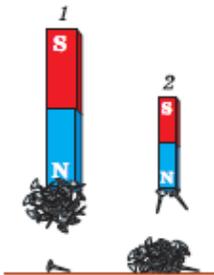


Рис. 130. Магнитное поле первого магнита сильнее, чем второго

Многие из вас наверняка замечали, что магниты создают в пространстве вокруг себя магнитное поле, чем другие. Например, по полю, изображённого на рисунке, можно определить направление движения второго. Действительно, при одинаковом расстоянии до гвоздей, расположенных на столе, сила притяжения к первому магниту оказалась достаточной для преодоления тяжести гвоздей, а сила притяжения ко второму — нет.

Какой же величиной можно характеризовать магнитное поле?

Магнитное поле характеризуется физической величиной, которую обозначают символом  $\vec{B}$  и называют **индукцией магнитного поля** (или магнитной индукцией).

Поясним, что это за величина. Напомним, что магнитное поле действует с определённой силой на проводник с током.

Поместим прямолинейный участок  $AB$  с током в магнитное поле



### ЭРНЕСТ РЕЗЕРФОРД

(1871—1935)

Английский физик. Обнаружил сложный состав радиоактивного излучения радия, предложил ядерную модель строения атома. Открыл протон

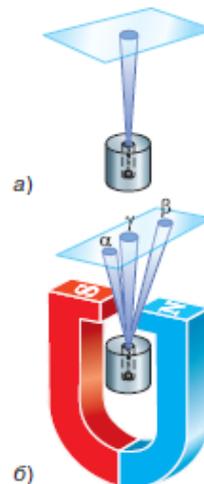


Рис. 180. Схема опыта Резерфорда по определению состава радиоактивного излучения

дей) тоже самопроизвольно испускают радиоактивные лучи. Способность атомов некоторых химических элементов к самопроизвольному излучению стали называть **радиоактивностью** (от лат. radio — излучаю и activus — действенный).

В 1899 г. в результате опыта, проведённого под руководством английского физика **Эрнеста Резерфорда**, было обнаружено, что радиоактивное излучение радия неоднородно, т. е. имеет сложный состав. Рассмотрим, как проводился этот опыт.

На рисунке 180, а изображён толстый свинцовый сосуд с круглым отверстием в дне. Пучок радиоактивного излучения радия выходит сквозь узкое отверстие и попадает на фотопластинку (излучение радия происходит во все стороны, но сквозь толстый слой свинца оно пройти не может). После проявления фотопластинки на ней обнаружилось одно тёмное пятно — как раз в том месте, куда попадал пучок.

Потом опыт изменяли (рис. 180, б): создавали сильное магнитное поле, действовавшее на пучок. В этом случае на проявленной пластинке возникало три пятна: одно, центральное, было на том же месте, что и раньше, а два других — по разные стороны от центрального. Если два потока отклонились в магнитном поле от прежнего направления, значит, они представляют собой потоки заряженных частиц. Отклонение в разные стороны свидетельствовало о разных знаках электрических зарядов частиц. В одном потоке присутствовали только положительно заряженные частицы, в другом — отрицательно заряженные. А центральный поток представлял собой излучение, не имеющее электрического заряда.

Положительно заряженные частицы назвали **альфа-частицами**, отрицательно заряженные — **бета-частицами**, а нейтраль-

К выводу о существовании сил всемирного тяготения (их называют также *гравитациями*) пришёл Ньютон в результате движения Луны вокруг Земли и планет Солнца.

Заслуга Ньютона заключается не в его гениальной догадке о взаимном притяжении тел, но и в том, что он сумел найти формулу для гравитационной силы между двумя телами.

**Закон всемирного тяготения**

два любых тела притягиваются друг к другу с силой, прямо пропорциональной произведению масс тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

где  $F$  — модуль вектора силы гравитационного притяжения между телами массами  $m_1$  и  $m_2$ ,  $r$  — расстояние между телами (их центры масс),  $G$  — коэффициент, который называется *гравитационной постоянной*.

Если  $m_1 = m_2 = 1$  кг и  $r = 1$  м, то, согласно формуле, гравитационная постоянная численно равна силе  $F$ . Другими словами, гравитационная постоянная численно равна силе притяжения двух тел массой по 1 кг, находящихся на расстоянии 1 м друг от друга. Гравитационная постоянная была измерена экспериментально в 1798 г. Генри Кавендишем.

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2.$$

Формула даёт точный результат расчёта силы всемирного тяготения в трёх случаях: 1) если размеры тел пренебрежимо малы по сравнению с расстоянием между ними; 2) если одно из тел — точечное; 3) если одно из тел — сферическое.

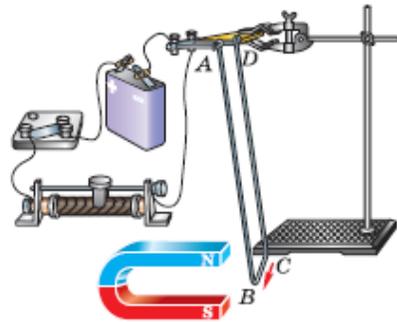


Рис. 121. Направление силы, действующей в магнитном поле на проводник с током, зависит от направления тока

Изменим направление цепи, поменяв местами в гнездах изолирующей (рис. 121). При этом изменилось направление движения тока в цепи, а значит, и направление действующей на него силы.

Направление силы изменилось в том случае, если, не меняя направления тока, поменять местами полюсы магнита (т. е. изменить направление линий магнитного поля).

Следовательно, *направление тока в цепи, направление линий магнитного поля, направление силы, действующей на проводник, связаны между собой.*

Направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле, можно определить, пользуясь *правилом левой руки*.

В наиболее простом случае, когда проводник расположен в плоскости, перпендикулярной линиям магнитного поля, это правило применяется в следующем: если левую руку держать так, чтобы линии магнитного поля проходили в ладонь перпендикулярно к четырем пальцам, которые направлены по направлению действия силы, то большой палец будет указывать направление действующей на проводник силы (рис. 122).

Пользуясь правилом левой руки, можно определить направление силы, действующей на проводник с током в магнитном поле. Помните, что за направление тока в электрической цепи принимается направление движения положительных зарядов. Другими словами, четыре пальца левой руки должны быть направлены по направлению движения электронов в электрической цепи. В таких проводящих средах, как металлы, электролиты, где электрический ток сопровождается движением зарядов обоих знаков, направление силы, действующей на проводник с током, а значит, и направление движения положительно заряженных частиц совпадает с направлением движения электронов.

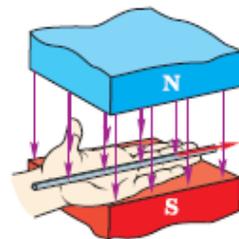


Рис. 122. Применение правила левой руки к проводнику с током



Старт ракеты-носителя с космическим кораблём «Союз»

Вы знаете, что принцип реактивного движения находит широкое практическое применение в авиации и космонавтике. В космическом пространстве нет среды, с которой тело могло бы взаимодействовать и тем самым изменять направление и модуль своей скорости. Поэтому для космических полётов могут быть использованы только реактивные летательные аппараты, т. е. ракеты.

Рассмотрим вопрос об устройстве и запуске так называемых *ракет-носителей*, т. е. ракет, предназначенных для вывода в космос искусственных спутников Земли, космических кораблей, автоматических межпланетных станций и других полезных грузов.

В любой ракете, независимо от её конструкции, всегда имеется оболочка и топливо с окислителем. На рисунке 60 схематично изображена ракета в разрезе. Мы видим, что оболочка ракеты включает в себя полезный груз (в данном случае это космический корабль 1), приборный отсек 2 и двигатель (камера сгорания 3, насосы 5 и пр.).

Основную массу ракеты составляет топливо 4 с окислителем 3 (окислитель нужен для поддержания горения топлива, поскольку в космосе нет кислорода).

Топливо и окислитель с помощью насосов подаются в камеру сгорания. Топливо, сгорая, превращается в газ высокой температуры и высокого давления, который мощной струёй устремляется наружу через раструб специальной формы, называемый *соплом* 7. Назначение сопла состоит в том, чтобы повысить скорость струи.

С какой целью увеличивают скорость выхода струи газа? Дело в том, что от этой скорости зависит скорость ракеты. Это можно показать с помощью закона сохранения импульса.

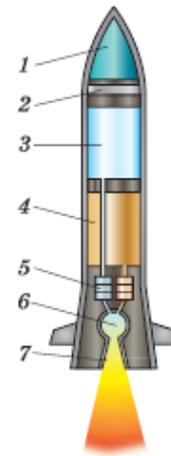


Рис. 60. Схема ракеты

$$v_x = v_{0x} + g_x t$$

$$s_x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$

чальной скоростью  $\vec{v}_0$ , только  $a_x$  зам на  $g_x$ :

$$v_x = v_{0x} + g_x t \quad \text{и} \quad s_x = v_{0x} t + \frac{g_x t^2}{2}$$

При этом учитывают, что при дви вверх вектор скорости тела и вектор уско свободного падения направлены в проти ложные стороны, поэтому их проекции имеют разные знаки.

Если, к примеру, ось  $X$  направлена кально вверх, т. е. сонаправлена с век скорости, то  $v_x > 0$ , значит,  $v_x = v$ , а  $g_x < 0$  (чит,  $g_x = -g = -9,8 \text{ м/с}^2$  (где  $v$  — модуль ве мгновенной скорости, а  $g$  — модуль ве ускорения).

Если же ось  $X$  направлена вертикал вниз, то  $v_x < 0$ , т. е.  $v_x = -v$ , а  $g_x > 0$  ( $g_x = g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ).

Вес тела, движущегося под действию ко силы тяжести, равен нулю. В этом м убедиться с помощью опытов, изображ на рисунке 34.

К самодельному динамометру под металлический шарик. Согласно показам покоящегося динамометра, вес шарика (рис. 34, а) равен 0,5 Н. Если же нить, удерживающая динамометр, перерезать, то он свободно падает (сопротивлением воздуха в данном случае можно пренебречь). При этом его указатель переместится на нулевую отметку, свидетельствуя о том, что вес шарика равен нулю (рис. 34, б). Вес свободно падающего динамометра тоже равен нулю. В данном случае и шарик, и динамометр падают с ускорением  $\vec{g}$ , не оказывая друг на друга никакого влияния. Другими словами, и динамометр, и шарик находятся в состоянии **невесомости**.

В рассмотренном опыте динамометр и шарик свободно падали *из состояния покоя*

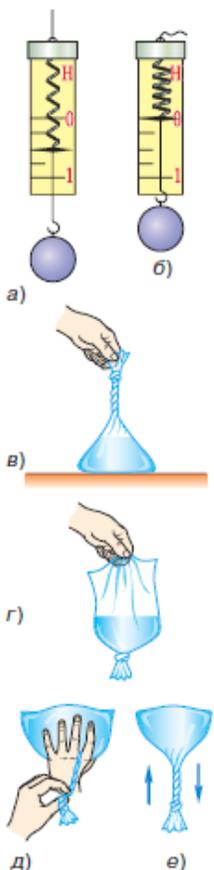


Рис. 34. Демонстрация невесомости тел при их свободном падении

## Глава 2

## МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ. ЗВУК

### § 27

### КОЛЕБАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ. СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ

С одним из видов неравномерного — равноускоренного — вы уже знакомы. Рассмотрим ещё один вид неравномерного движения — *колебательное*.

Колебательные движения широко распространены в окружающей нас жизни. Многие колебания могут служить: движение маятника часов, вагона на рессорах, движение других тел.

На рисунке 70 изображены тела, способные совершать колебательные движения, если их вывести из положения равновесия (т. е. отклонить или сместить от линии равновесия).

В движении этих тел можно найти много общего. Например, шарик на нити (рис. 70, а) движется криволинейно, а цилиндр

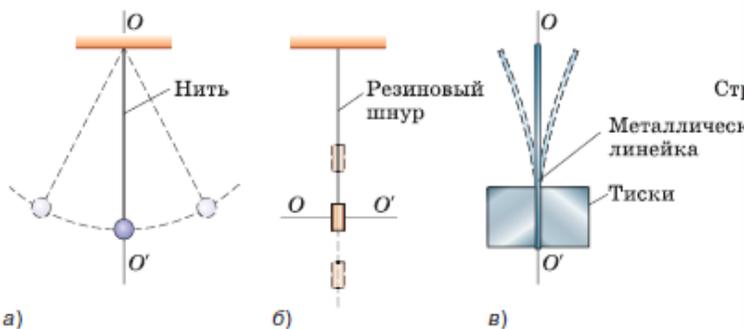


Рис. 70. Примеры тел, совершающих колебательные движения

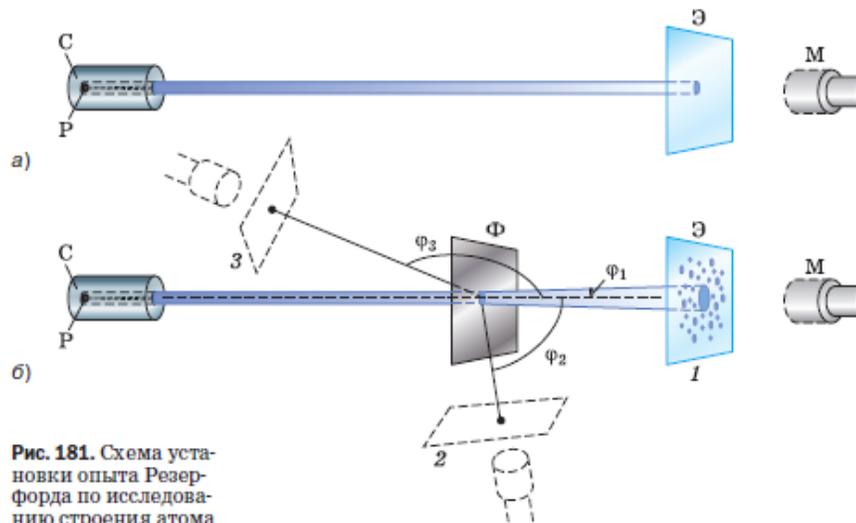


Рис. 181. Схема установки опыта Резерфорда по исследованию строения атома

распределён по всему объёму атома с постоянной плотностью. Поэтому в 1911 г. Резерфорд совместно со своими сотрудниками провёл ряд опытов по исследованию состава и строения атомов.

Чтобы понять, как проводились эти опыты, рассмотрим рисунок 181. В опытах использовался свинцовый сосуд  $C$  с радиоактивным веществом  $P$ , излучающим  $\alpha$ -частицы. Из этого сосуда  $\alpha$ -частицы вылетают через узкий канал со скоростью порядка  $15\,000 \text{ км/с}$ .

Поскольку  $\alpha$ -частицы непосредственно увидеть невозможно, то для их обнаружения служит стеклянный экран  $\mathcal{E}$ . Экран покрыт тонким слоем специального вещества, благодаря чему в местах попадания в экран  $\alpha$ -частиц возникают вспышки, которые наблюдаются с помощью микроскопа  $M$ . Такой метод регистрации частиц называется **методом сцинтилляций** (т. е. вспышек).

Вся эта установка помещается в сосуд, из которого откачан воздух (чтобы устранить рассе-



Владимир Александрович Опаловский

Методист ГК «Просвещение»

Учитель высшей квалификационной категории

Кандидат технических наук



[VOpalovskiy@prosv.ru](mailto:VOpalovskiy@prosv.ru)