

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра радиофизики и электроники

Э.К. Гадаева

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ: КЛАССИЧЕСКАЯ ФИЗИКА – МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ОПТИКА

Методические указания

Рекомендовано к изданию редакционно-издательским советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика

Оренбург
2019

УДК 53(09) (075.8)
ББК 22.3 гя 7
Г 13

Рецензент – доцент, кандидат физико – математических наук А.П. Русинов

Гадаева, Э.К.

Г 13 История физики: классическая физика – Молекулярная физика и оптика: методические указания / Э.К. Гадаева; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2019. - 30 с.

Методические указания содержат теоретический блок и тесты для самопроверки.

Методические указания по дисциплинам «История физики», «Молекулярная физика и термодинамика», «Оптика», «Общий физический практикум» предназначены для обучающихся по программе высшего образования по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика.

УДК 53(09) (075.8)
ББК 22.3 гя 7

© Гадаева Э.К., 2019
© ОГУ, 2019

Содержание

1 Молекулярная физика и термодинамика	4
1.1 Тесты для самоконтроля.....	9
2 Оптика.....	13
2.1 Тесты для самоконтроля.....	19
Ответы	26
Портреты ученых.....	27
Список использованных источников	30

1 Молекулярная физика и термодинамика

В то время как математические физики занимались преимущественно разработкой ньютоновских начал, экспериментальные физики работали над усовершенствованием метеорологических инструментов, и здесь необходимо отметить Гильома Амонтона (1663—1705) сконструировавшего гигрометр. Гигрометр Амонтона представлял собой полый шар из овечьей кожи, растягивавшийся в сыром воздухе и сокращавшийся в сухом.

Большое количество работ в области тепловых явлений помогло в объяснении многих явлений в области метеорологии. Интересным является вопрос о выпадении росы. Так, И. Фосс считал, что роса падает со звезд, ну или с больших высот не менее чем в милю. По Хр. Л. Герстену, Мушенбреку и Дюфе роса поднимается с земли и оседает каплями на верхушках листьев. Шарль де-Руа говорил, что по вечерам охладившийся воздух не может держать в себе пары, растворившиеся в нем в течение дня, и сравнивал явление росы с запотеванием оконных стекол. Но, несмотря на такое многообразие гипотез, теория Уэльса, опубликованная им в 1814 г. оказалась самой приемлемой. Итак, по Уэльсу: верхние части травы излучают теплоту в области пустого пространства, не получая теплового притока извне, так как конвекционные потоки поднимаются вверх; а нижние части растений вследствие плохой их теплопроводности не пропускают тепла из земли; окружающий воздух обладает плохой теплопроводностью, вследствие чего трава охлаждается сильнее по сравнению с воздухом и сгущает на своей поверхности пары. У хороших проводников такого не бывает, то есть металлы не покрываются росой, так как их тепловые потери от излучения постоянно возмещаются из окружающей среды. Облачное небо должно препятствовать образованию росы, так как оно возвращает земле излученную теплоту; ветры тоже неблагоприятны для росы, так как благодаря ним охлаждающиеся предметы тоже возмещают утраченную теплоту. [1]

Для измерения точки росы были сконструированы гигрометр Даниеля и психрометр Аугуста. Психрометр Аугуста состоял из двух термометров: один сухой

и измерял температуру окружающей среды, а резервуар с рабочей жидкостью второго был обмотан кисеей, свободный конец которой был опущен в воду.

По-настоящему учение о теплоте начало развиваться в XVIII веке, когда был изобретен термометр. Выше уже отмечалось, что еще Галилей предложил устройство для наблюдения за динамикой температуры - термоскоп. Первый практически пригодный термометр был сконструирован Габриэлем Фаренгейтом (1686 - 1736). Основные температурные точки на шкале Фаренгейта следующие: 0° - температура смеси соли, воды и льда, 32° - температура смеси воды и льда. По такой шкале температура человеческого тела равна 96° , а температура кипения воды при нормальном атмосферном давлении - 212° . Другую калибровку температурной шкалы предложил Рене Реомюр (1683 - 1757): 0° - температура таяния льда, 80° - температура кипения воды. Андреас Цельсий (1701 - 1744) в 1742 г. предложил свою стоградусную шкалу. В то время создавались и другие температурные шкалы, но они впоследствии не удержались на практике.

Изобретение термометра позволило заняться количественными исследованиями тепловых процессов, таких как тепловое расширение тел, калориметрия, теплопроводность. Георг Рихман получил формулу для температуры смеси, но он не разделял понятия “температуры” от “теплоты”. Ввести различия между “температурой” и “количеством тепла” удалось Джозефу Блэку (1728 - 1799). Единица количества теплоты калория была введена следующим образом: это количество теплоты, которое необходимо для нагревания одного грамма воды на один градус Цельсия. Роберт Майер (1814 - 1878) в 1842 г. открывает эквивалентность количества теплоты и энергии, что дает возможность измерять теплоту механическими единицами. В 1845 г. Джеймс Прескотт Джоуль представил результаты измерений механического эквивалента теплоты, полученные либо путем сжатия газов, либо посредством электричества, либо полученные непосредственно. И только Герману Гельмгольцу (1821 - 1894) удалось полностью охватить универсальное значение закона сохранения энергии. Гельмгольц ввел в механику понятие “потенциальная энергия”, вывел формулы для потенциальной энергии гравитационного и электростатического поля. Рассуждения Гельмгольца по поводу

закона сохранения энергии сразу признания среди физиков не нашли и только после 1860 г. все новые теории прежде всего проверяли на выполнение именно этого закона. [2]

Были измерены теплоемкости различных веществ: твердых и жидких. Измерить теплоемкость газов оказалось труднее, чем теплоемкость твердых тел и жидкостей.

Жан Батист Фурье (1768 - 1830) в начале XIX века создал теорию теплопроводности, установил основной закон теплопроводности. Систематическое исследование расширения тела при нагревании носило практический характер - необходимо было совершенствовать жидкостный термометр. Первые приличные результаты по тепловому расширению тел были получены Антуаном Лавуазье (1743 - 1794) и Пьером Лапласом (1749 - 1827). Для развития теории теплоты важным было изучение теплового расширения газов (первый газовый закон был установлен во второй половине XVII века англичанином Бойлем и французом Мариоттом). В конце XVII века были открыты кислород, азот и др. Изучая физические и химические свойства новых газов, Луи Гей-Люссак и Джон Дальтон независимо друг от друга установили, что все газы расширяются одинаково и имеют одинаковый коэффициент расширения.

Отметим, что в XVII веке теория теплоты не была построена. Физики разбились на два лагеря: первые считали, что теплота это внутреннее движение частичек тела - Декарт, Бойль, Гук, позже Бернулли, Ломоносов; другие рассматривали теплоту как вещество - Галилей. Некоторые физики придерживались промежуточных теорий, так Ньютон считал теплоту движением эфира. В середине XVIII века победила теория теплорода. Победа этой вещественной теории над кинетической связана с тем, что в то время физики рассматривали тепловые процессы без связи последних с превращением в работу. Считалось, что теплота “перетекает” по телу.

М.В. Ломоносов (1711 - 1765) критикует теорию теплорода, считая, что температура - “степень теплоты” - определяется скоростью движения частиц. Исходя из своей теории, Ломоносов обосновал необходимость существования

абсолютного нуля температуры. Разработал кинетическую модель идеального газа, которая была очень близка к принятой в физике. [3]

Открытие явления нагревания газа при сжатии и охлаждения при расширении натолкнуло физиков на мысль возможного превращения механической работы и теплоты. Первым обратил на это внимание Сади Карно (1796 - 1832), его термодинамическая машина работала по циклу. Карно предвидел великое будущее за тепловыми машинами. Однако, сам Карно не смог дать математическое описание своей термодинамической машине, это сделал Эмиль Клапейрон (1799 - 1864), который ввел в физическую теорию круговой обратимый процесс, состоящий из двух изотерм и двух адиабат. Вслед за работами Клаузиуса Вильям Томсон, получивший титул лорда Кельвина (1824 - 1907), предложил свой ряд работ, в которых, в частности, получил формулу для коэффициента полезного действия идеальной тепловой машины $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1}$, а также устанавливает абсолютную температурную шкалу.

Карно писал: “Движущая сила тепла не зависит от агентов, взятых для ее развития; ее количество исключительно определяется температурами тел, между которыми в конечном счете происходит перенос теплорода”. Этот вывод Карно послужил развитию второго начала термодинамики Клаузиусом Р. и Томсоном В.: невозможно создание *perpetuum mobile* второго рода, то есть невозможен процесс единственным результатом которого является передача тепла от более холодного тела к более нагретому. Подобно тому, как первое начало термодинамики вводит функцию состояния - энергию, так и второе начало термодинамики вводит понятие энтропии.

Людвиг Больцман (1844 - 1906) установил связь между энтропией и вероятностью: энтропия пропорциональна логарифму вероятности состояния системы, где коэффициентом пропорциональности является некое число - постоянная Больцмана, рассчитанная позднее М. Планком.

Стоит поговорить здесь и об атомистике. Первый раз понятие атома всплывает у Демокрита, как отмечалось выше. Но данное понятие носило скорее

больше философский смысл, нежели естественно-научное. Современное понятие атома и молекулы создала химия, а физика просто переняла необходимые для себя факты. Так, Джон Дальтон (1766 - 1844) установил, что атомы одного и того же химического элемента имеют совершенно одинаковые свойства, а также определил атомный вес элемента как отношение массы одного атома этого элемента к массе одного атома водорода. Амедео Авогадро (1776 - 1856) в 1811 г. сформулировал свой закон: идеальные газы при одинаковой температуре и давлении содержат одинаковое число частиц в единице объема. [2]

Далее были вычислены скорости молекул некоторых газов, например, для молекулы водорода при температуре 300 К скорость имела значение $1,9 \cdot 10^5$ см/с, что казалось в то время несоизмеримо большой величиной. Это большое значение скорости не объясняло медленной скорости взаимной диффузии газов и малой теплопроводностью. Прямое измерение скорости молекул будет осуществлено О. Штерном только в 1920 г. Но в 1858 г. Клаузиус показал, что медленность этих процессов связана не столько со скоростью молекул, сколько с величиной среднего пробега молекул между столкновениями. А в 1860 г. Клерк Максвелл (1831 - 1879) дал числовые значения этих средних пробегов. В этой же работе он говорит, что молекулы газов имеют неодинаковые скорости и приводит свой закон распределения молекул по скоростям. Усовершенствован этот закон был в 1868 г. Людвигом Больцманом. В это же время Иосиф Лошмидт (1821 - 1895), рассматривая молекулы как шарики, предлагает размеры частиц простейших газов, радиус молекул был оценен правильно и имел значение порядка 10^{-8} см.

Частицы газа стремятся прийти в состояние, соответствующее максимальному значению энтропии, но всегда будут наблюдаться и небольшие отклонения от этого состояния, что и было открыто в 1827 г. Робертом Броуном (1773 - 1858) - непрерывное движение взвешенных в жидкостях или газах микроскопических частиц. Теория броуновского движения была дана М. Смолуховским в 1904 г. и окончательно сформулирована А. Эйнштейном. [2]

Также в течение XIX века физикам не давала покоя мысль о внутренней связи между всеми элементами. И вот в 1869 г. к этому выводу приходят независимо друг

1.1.7 В 1887 году осуществил знаменитый полет на воздушном шаре для наблюдения полного солнечного затмения...

А. Клапейрон Б.

Б. Дальтон Д.

В. Менделеев Д.И.

Г. Ломоносов М.В.

1.1.8 Одно из важных основных положений химии, гласящее, что «в равных объёмах различных газов, взятых при одинаковых температуре и давлении, содержится одно и то же число молекул», сформулированное в 1811 году, является...

А. законом Авогадро

Б. первым началом термодинамики

В. законом Гей-Люссака

Г. законом Дальтона

1.1.9 Закон о том, что при одинаковых условиях температуры и давления газы химически соединяются в простых (кратных) объёмных отношениях, получил свое название в честь сформулировавшего его ...

А. Бойля Р.

Б. Дальтона Д.

В. Гей-Люссака Ж.

Г. Шарля Ж.

1.1.10 Фурье Ф., являясь сторонником теории теплорода, написал в 1822 году одно из фундаментальных сочинений по теории тепла, в котором приведено знаменитое уравнение...

А. теплопроводности

Б. теплоемкости

В. температуры

Г. энергии

1.1.11 Ученым, который в своем сочинении «Размышление о движущей силе огня» пытается выяснить причины несовершенства тепловых машин, является...

А. Клапейрон Б.

Б. Джоуль Дж.

В. Уатт Дж.

Г. Карно С.

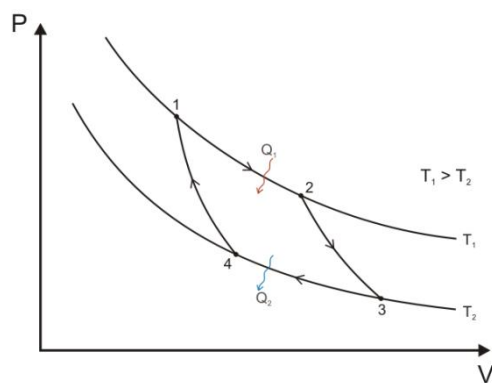


Рисунок 1

1.1.12 На рисунке 1 изображен классический цикл работы тепловой машины, предложенный...

- | | |
|-------------------|------------------|
| А. Клапейроном Б. | Б. Клаузиусом Р. |
| В. Уаттом Дж. | Г. Карно С. |

1.1.13 Ввел первую единицу мощности – лошадиную силу...

- | | |
|-----------------|---------------|
| А. Клапейрон Б. | Б. Джоуль Дж. |
| В. Уатт Дж. | Г. Карно С. |

1.1.14 Кто из перечисленных ниже ученых не занимался вопросом закона сохранения и превращения энергии?

- | | |
|------------------|---------------|
| А. Гельмгольц Г. | Б. Фарадей М. |
| В. Джоуль Дж. | Г. Майер Р. |

1.1.15 Ученый XIX века, который сформулировал закон сохранения энергии во всех физических явлениях, достигший существенных успехов в физиологической акустике и физиологии зрения, впервые измеривший скорость распространения нервного возбуждения - ...

- | | |
|------------------|---------------|
| А. Гельмгольц Г. | Б. Фарадей М. |
| В. Джоуль Дж. | Г. Майер Р. |

1.1.16 В 1865 году ввел понятие «энтропия», сыгравшую фундаментальную роль в термодинамике...

- | | |
|------------------|----------------|
| А. Гельмгольц Г. | Б. Клаузиус Р. |
| В. Джоуль Дж. | Г. Майер Р. |

1.1.17 Установил статистический закон распределения молекул газа по скоростям (распределение)...

А. Максвелл Дж.

Б. Больцман Л.

В. Клаузиус Р.

Г. Джоуль Дж.

1.1.18 Распределение по энергиям частиц (атомов, молекул) идеального газа в условиях термодинамического равновесия, открытое в 1868 - 1871 гг., носит название...

А. распределение Максвелла

Б. распределение Больцмана

В. распределение Клаузиуса

Г. распределение Джоуля

1.1.19 Связал энтропию системы с вероятностью состояния данной термодинамической системы: $S = k \cdot \ln \Omega \dots$

А. Максвелл Дж.

Б. Больцман Л.

В. Клаузиус Р.

Г. Джоуль Дж.

1.1.20 Существует несколько эквивалентных формулировок второго начала термодинамики. Само название «второе начало термодинамики» и исторически первая его формулировка (1850 г.): «невозможен процесс, при котором теплота переходила бы самопроизвольно от тел более холодных к телам более нагретым» принадлежат...

А. Максвеллу Дж.

Б. Больцману Л.

В. Клаузиусу Р.

Г. Джоулю Дж.

1.1.21 Прибор для измерения влажности воздуха называется...

А. барометром

Б. психрометром

В. термометром

Г. влажнометром

2 Оптика

В XVII в. пробуждается большой интерес к световыми змерениям, что связано с практическими потребностями. Устройство маячных фонарей, освещение улиц и дворцов волновало умы Лавуазье в Париже, Ломоносова в Петербурге. Кулибин конструировал фонари. Именно отсюда датируется фотометрия. Основоположниками фотометрии считаются Пьер Бугер (1698 - 1758) и Иоганн Ламберт (1728 - 1777). В своем труде “Оптический трактат” Бугер ввел понятия “световой поток”, “сила света источника”, “освещенность”, “яркость”. Бугер изобрел несколько приборов для сравнения и измерения силы света, с помощью такого фотометра Бугер нашел, что при отражении от металлического зеркала свет ослабляется сильнее, чем при отражении от стеклянного; что поглощение света зависит от угла отражения: чем меньше угол отражения, тем меньше и поглощение. Наименьшее поглощение из всех зеркально отражающих тел вообще наблюдается у ртути, а наибольшие различия поглощения при различных углах падения, например, дает вода. Если увеличивать толщину прозрачных сред, то поглощение растет в геометрической прогрессии. [1]

Ламберт уточнил основные фотометрические понятия и соотношения.

Еще в древности были известны два закона геометрической оптики: закон прямолинейного распространения света и закон отражения. Над законом преломления трудились много ученых-физиков - Альхазен, Птолемей, Архимед, Кеплер. И только математик Виллеборд Снеллиус (1580 - 1626) в начале XVII века установил числовое соотношение между углами падения и преломления луча при переходе из одной среды в другую. Снеллий сам не опубликовал своего оптического открытия - закона преломления. Трактат, в котором он изложил его, остался ненапечатанным. А Рене Декарт (1596 - 1650) также получил этот закон, который отразил в своем сочинении и который дошел до нас.

Декарту удалось объяснение радуги. Он проводил опыты со стеклянным шаром, который был подобен капле воды. Декарт опытным путем установил, что

стоя спиной к солнцу, можно наблюдать радугу под углом 42° над поверхностью земли, и побочную радугу - под углом 52° . Декарт дал наглядное доказательство того, что главная радуга происходит от двукратного преломления и однократного отражения, а побочная радуга — от двукратного преломления и двукратного отражения.

Франческо Гримальди (1618 - 1663) известен своим сочинением, где открыто явление дифракции. Гримальди пропустил в темную комнату сквозь маленькие отверстия солнечный свет и получил конус света. В световой конус он на большом расстоянии от отверстия ввел палку, направив тень на белую поверхность экрана. В результате чего получился ряд неожиданных явлений. Во-первых, центральная тень от палки оказалась шире, чем она должна была быть при совершенно прямолинейном распространении света; во-вторых, по обе стороны средней тени (в зависимости от силы света) были видны одна, две или три полосы, которые с края, обращенного к тени, были голубыми, а с противоположного — красными, причем яркость света и цветов уменьшалась по мере перехода от середины к краям. Но и в самой тени замечались при ярком солнечном свете цветные полосы. Стало ясно, что свет не только распространяется прямолинейно, но при прохождении мимо тела отклоняется в сторону от тела и огибает его. На своих опытах Гримальди получает интерференцию, но не объясняет ее. [1]

Изучение оптических явлений Декартом и Кеплером привели и Ньютона в эту область. И вскоре в 1666 году Ньютон открыл явление дисперсии и объяснил призматический цвет. В ставне затемненной комнаты он прорезал круглое отверстие диаметром в $1/4$ дюйма, вплотную позади отверстия поместил треугольную призму, а на противоположной ставне стене расположил экран. При этом на экране получился цветной спектр в $25/8$ дюйма ширины и $131/4$ дюйма длины, с прямолинейными сторонами и закругленными углами. Ширина спектра соответствовала видимому диаметру солнечного диска в $31'$, длина же была впятеро больше той, которая должна была бы получиться без дисперсии света. [1]

С большим успехом Ньютон приложил открытие дисперсии на теорию радуги. И рассчитал ширину обеих радуг, а также ширину отдельных полос в радуге. Цвета

тонких пленок исследовались Ньютоном по тому же пути, что и дисперсия. Ньютон взял плосковыпуклую линзу и стеклянную пластинку. Наблюдая данную систему в отраженном свете, он обнаружил кольца, причем в центре было темное пятно. При наблюдении в проходящем свете явление “обращалось”. Ньютон получил связь между толщиной воздушного промежутка и радиусом кольца.

В связи с развитием оптики встал вопрос: “Что же такое свет? Как объяснить цвет у тел?”. По Ньютону, любое тело испускает мельчайшие частицы, которые, попадая на сетчатку глаза, создают ощущение света; размеры частиц различны для разных цветов: частицы красного цвета крупнее всего, а частицы фиолетового цвета - меньше всего. Все частицы при переходе из менее плотной среды в более плотную испытывают притяжение к последней, в результате чего при падении на границу раздела двух сред под некоторым углом крупные отклоняются меньше всего, а мелкие - сильнее всего. При этом у всех частиц без исключения благодаря притяжению скорость увеличивается, и потому последняя должна в более плотной среде быть большей, чем в менее плотной среде. Ньютон был сторонником корпускулярной теории света, благодаря этой теории он легко объяснял открытые им оптические явления. Роберт Гук (1635 - 1703), пожизненный противник Ньютона, рассматривал теорию световых колебаний, то есть являлся сторонником волновой теории света, и укорял Ньютона за его неправильное представление о природе света. Тем не менее, Ньютон был вполне согласен в том, что теорий описания света может быть и не одна и говорил, что вопрос о природе света его вообще не интересует, просто теория истечения света удобна для объяснения его явлений. На тот момент трактат Гюйгенса, где все оптические явления объяснены с точки зрения световых колебаний, уже был известен. Но Ньютон был непоколебим, что сыграло не на руку и принесло много вреда его ученикам и преемникам.

В 1664 году Эразмом Бартолином (1625 - 1698) было открыто явление двойного лучепреломления: если смотреть сквозь большие прозрачные куски исландского известкового шпата, то предметы кажутся двойными, то есть световой луч, падающий на кристалл, делится в кристалле на два луча. Рассматривая затем предметы под различными углами, и определяя показатели преломления, Бартолин

для одного из лучей (обыкновенного) нашел показатель, соответствующий закону преломления, и равный $5/3$, для второго луча (необыкновенного) он не смог установить никакого правила. Это удалось Гюйгенсу при помощи его волновой теории света. Отметим, что корпускулярная теория света Ньютона не могла объяснить явление двойного лучепреломления.

Олаф Ремер (1644 - 1710) работал в области астрономии, наблюдая за одним из спутников Юпитера, в надежде составить таблицу затмений спутника, он заметил отклонение от периодичности данного процесса, и счел, что это связано с конечностью скорости света. Отметим, что большинство крупнейших ученых того времени, таких, как Х. Гюйгенс, Г. Лейбниц, И. Ньютон, Э. Галлей разделяли взгляды Ремера и ссылались на его открытие. Учитывая факт конечности скорости света, Ремер рассчитал время очередного затмения: с учетом времени прохождения светом расстояния от Юпитера до Земли затмение должно было произойти на 10 минут позже, что блестяще подтвердилось на практике.

В начале XIX века физики обращаются к вопросам интерференции, дифракции, поляризации. Опять вспоминают про волновую теорию света, которая впоследствии и побеждает - в оптике происходит революция. Можно сказать, что разворачивает эту борьбу врач по профессии Томас Юнг (1773 - 1829). В 1801 г. Юнг знакомит всех с принципом интерференции, легко проявляющимся на интерференции водяных волн, и делает предположение, что данный принцип должен работать и для световых волн. Свой принцип Юнг использует для объяснения цветных полос в интерференции тонких пленок, рассматривая их появление как результат сложения волн, отраженных от двух поверхностей пленки, и, полагая, что белый свет содержит волны всевозможной частоты. Единственное, что ему не удается, так это объяснить темное пятно в центре при наблюдении колец Ньютона в отраженном свете. И Юнг выдвигает гипотезу, что при отражении света от оптически более плотной среды теряется полволны. [3]

Т. Юнг поставил общеизвестный опыт, в котором наблюдал интерференцию света от двух источников: направляя солнечный свет через отверстие в окне на экран с двумя щелями, он получает за этим экраном два световых конуса, в том

месте, где конусы перекрываются и видны полосы интерференции. Если закрыть одну щель, то полосы пропадают, но появляются дифракционные кольца. Измеряя расстояние между данными кольцами, Юнг с достаточной степенью точности определил длины волн для красного, фиолетового и нескольких других цветов.

Но работы Юнга подвергались огромной критике и это не подвинуло господствующую корпускулярную теорию света. Кроме того, вскоре было открыто оптическое явление - поляризация, - которое хорошо укладывалось в рамки корпускулярной теории света. Э. Малюс (1775 - 1812) открыл явление поляризации при отражении света. Однако оптические явления продолжались открываться: Араго открыл явление хроматической поляризации, Брюстер - существование двуосных кристаллов, Био - круговую поляризацию и др., и объяснить их с помощью корпускулярной теории света становилось все труднее.

Огюстен Френель (1788 - 1827) сконструировал окулярный микрометр, который позволял измерять расстояние между интерференционными или дифракционными полосами с точностью до десятых миллиметра. Исследовав кольца Ньютона и некоторые случаи дифракции, Френель предлагает получить интерференцию света от двух зеркал, расположенных под углом почти 180° друг к другу. В основу теории дифракции Френель решил положить принцип Гюйгенса, дополнив его принципом интерференции. Созданная Френелем теория зон была в 1883 г. обобщена в математической теории Кирхгофа. Френель также осуществил смелый шаг, выдвинув предположение о том, что световая волна поперечная. Он пытался объяснить поляризацию света с помощью волновой теории света и сделать это оказалось легче, если предполагать, что свет - поперечная волна. Благодаря этой идее Френель легко объяснил закон Малюса, интерференцию поляризованных лучей, круговую и эллиптическую поляризации и др. И если результаты работы Френеля по интерференции и дифракции в Академии наук все-таки были признаны, то даже его сторонник Араго отнесся настороженно к идее о поперечности световых волн.

Заключительным аккордом в борьбе между корпускулярной и волновой теорий света стал опыт по измерению скорости света в воде. Согласно

корпускулярной теории света, скорость света в оптически более плотной среде больше, чем в оптически менее плотной, а по волновой - наоборот.

В 1849 г. А. Физо (1819 - 1896) измерил скорость света с использованием метода вращающегося затвора. Подобный метод был предложен Ж. Фуко (1819 - 1868), вместо вращающегося диска было вращающееся зеркало, что позволило измерить скорость света в воде. Результаты измерений показали, что права волновая теория света.

Иозеф Фраунгофер (1787 - 1826) занимаясь проблемой измерения дисперсии в стеклах, изобрел простейший спектрометр на базе теодолита со столиком, на котором была установлена призма из исследуемого стекла. Решая свою прямую задачу, Фраунгофер нашел в спектре Солнца темные линии, которые были названы фраунгоферовы линии, последние всегда имели одно и тоже положение в спектре и были весьма удобны для исследований. Для определения длин волн этих темных линий Фраунгофер воспользовался дифракцией в параллельных лучах, параллельно изобретя дифракционную решетку. Дифракционная решетка была сделана путем нанесения штрихов алмазом на стекло. Именно с этого времени стали измерять длину волны любого вида света по периоду дифракционной решетки и углу дифракции с относительной степенью точности до 10^{-7} . Можно сказать, что с этого момента зародилась спектроскопия с ее огромным значением для науки и техники.

Продолжалось дальнейшее исследование интерференции. Френель предложил новый способ получения интерференционной картины, кроме двугранного зеркала - бипризма Френеля, в 1837 г. Ллойд предложил свой метод с зеркалом, а Билье - свою билинзу. В 1831 г. Брюстер использовал интерференцию в пластинках и построил интерферометр. В 50-х годах XIX века эту идею применил Жамен в своем интерферометре. Известными являются также интерферометр Майкельсона и эталон Фабри-Перо.

В первой половине XIX века были сделаны первые открытия в области люминесценции и химического действия света, а также начались исследования с инфракрасными и ультрафиолетовыми лучами.

После того, как Ньютон показал, что белый свет разлагается в спектр в 1800 году Вильгельм Гершель (1738 - 1822) обнаружил, что за красным светом есть излучение менее преломляемое и обнаруживаемое по его тепловому действию. Гершель поместил чувствительные термометры в каждой из семи ньютоновских цветных полос солнечного спектра, а также в область дальше красных лучей и обнаружил, что показания термометра стали больше всего именно в темной области по сравнению с температурой окружающей среды. Так Гершель доказал существование темных тепловых лучей. Через год за фиолетовой частью видимого спектра Иоганн Вильгельм Риттер (1776 - 1810) и Уильям Гайд Волластон (1766 - 1828) обнаружили другие темные лучи, обладающие химическим действием.

2.1 Тесты для самоконтроля

2.1.1 Ученый, который в XVII веке главным образом способствовал расцвету оптики: теоретическое уточнение закона преломления, исправление теории зрения, открытие явления полного внутреннего отражения...

А. Снеллиус В.

Б. Кеплер И.

В. Декарт Р.

Г. Ферма П.

2.1.2 Р. Декарт дал уточненную теорию...

А. явления интерференции

Б. явления дифракции

В. явления дисперсии

Г. образования радуги

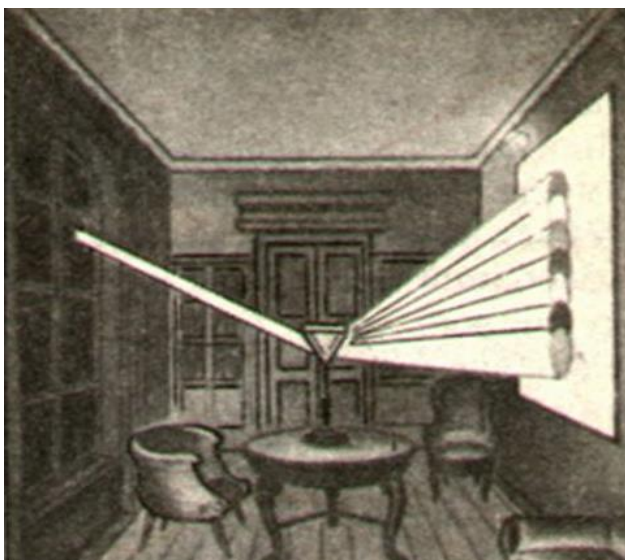


Рисунок 2 - Схема опыта Ньютона

2.1.3 На рисунке 2 представлен опыт по обнаружению...

А. дисперсии

Б. дифракции

В. интерференции

Г. поляризации

4.2.4 Основоположник корпускулярной природы света...

А. Ньютон И.

Б. Гюйгенс К.

В. Гримальди Ф.

Г. Френель О.

2.1.5 Утверждение: «Свет распространяется по пути, проходимом в кратчайшее время» называется ...

А. закон преломления Декарта

Б. принципом Ферма

В. принципом Гюйгенса

Г. принципом Гюйгенса-Френеля

2.1.6 Открыл дифракцию света....

А. Ферма П.

Б. Гюйгенс К.

В. Гримальди Ф.

Г. Френель О.

2.1.7 Если за непрозрачным диском, освещенным ярким источником света небольшого размера, поставить фотопленку, исключив попадание на нее отраженных от стен комнаты лучей, то при проявлении ее после большой выдержки в центре тени можно обнаружить светлое пятно. Какое физическое явление при этом наблюдается?

А. дифракция

Б. преломление

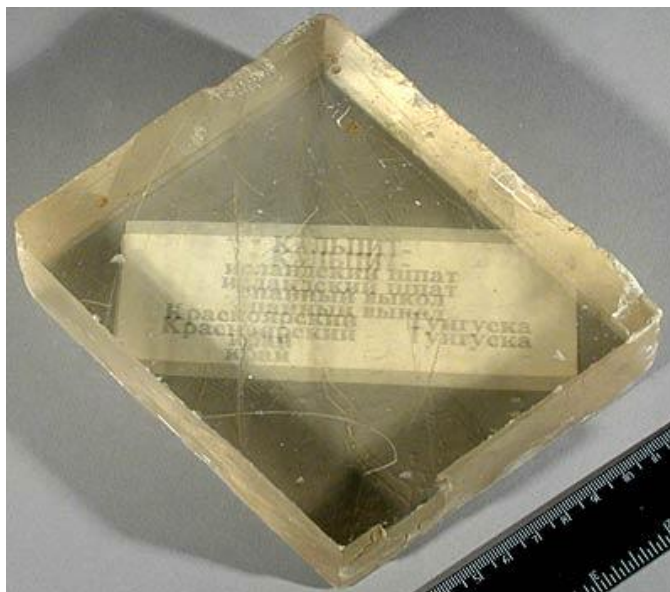


Рисунок 3 – Двойное лучепреломление

2.1.8 На рисунке 3 изображено открытое в 1664 году двойное лучепреломление в опытах с кристаллами исландского шпата. Какой ученый впервые заметил это явление?

А. Бугер П.

Б. Бартолин Э.

В. Гюйгенс К.

Г. Френель О.

2.1.9 Выражение $I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x}$, где I – интенсивность света, μ – некоторый коэффициент называется...

А. формула Ньютона

Б. формула Френеля

В. принцип Ферма

Г. закон поглощения Бугера

2.1.10 Основы фотометрии заложены...

А. Френелем О.

Б. Гюйгенсом К.

В. Ньютоном И.

Г. Ламбертом И.

2.1.11 О. Ремер, изучая затмения спутников Юпитера, в 1676 году измерил...

А. показатель преломления стекла

Б. скорость света

В. период обращения Земли вокруг Солнца

Г. период обращения Юпитера вокруг Солнца

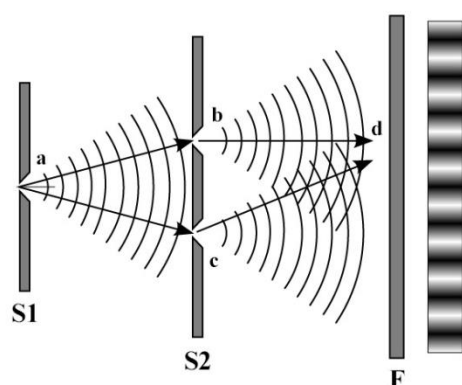


Рисунок 4

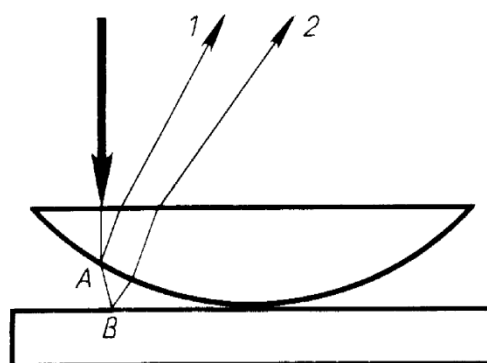


Рисунок 5

2.1.12 На рисунке 4 изображена установка, в которой путем получения двух когерентных источников, впервые наблюдалась интерференционная картина. Какой ученый первым провел такой демонстрационный эксперимент по наблюдению интерференции света?

А. Юнг Т.

Б. Малюс Э.

В. Френель О.

Г. Фраунгофер И.

2.1.13 Бипризма и бизеркала Френеля и зеркало Ллойда – это классические опыты по наблюдению

А. поляризации света

Б. дифракции света

В. интерференции света

Г. преломления света

2.1.14 На рисунке 5 показана установка, позволяющая наблюдать...

А. дифракционную картину

Б. дисперсию света

В. просветление оптики

Г. кольца Ньютона

2.1.15 Физический закон, выражающий зависимость интенсивности линейно-поляризованного света после его прохождения через поляризатор от угла между плоскостями поляризации падающего света и поляризатора был сформулирован в 1810 году...

А. Бугером П.

Б. Брюстером Д.

В. Малюсом Э.

Г. Ньютоном И.

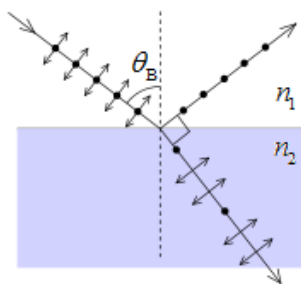


Рисунок 6



Рисунок 7

2.1.16 На рисунке 6 показан луч, падающий на границу раздела двух сред, причем отраженный луч при данном угле падения полностью поляризован. Это явление открыл в 1815 году...

А. Бугер П.

Б. Брюстер Д.

В. Малюс Э.

Г. Ньютон И.

2.1.17 Теорию дифракции разработал...

А. Френель О.

Б. Фраунгофер И.

В. Юнг Т.

Г. Гримальди Ф.

2.1.18 Изучал дифракцию в параллельных лучах...

А. Френель О.

Б. Фраунгофер И.

В. Юнг Т.

Г. Гримальди Ф.

2.1.19 В опытах по перемещению чувствительного термометра по солнечному спектру открыл инфракрасное излучение...

А. Риттер И.

Б. Гершель В.

В. Допплер Х.

Г. Кирхгоф Г.

2.1.20 Открыл ультрафиолетовое излучение...

А. Риттер И.

Б. Гершель В.

В. Допплер Х.

Г. Кирхгоф Г.

2.1.21 На рисунке 7 показана модель абсолютно черного тела, предложенная впервые в 1862 году...

А. Риттером И.

Б. Гершелем В.

В. Брюстером Д.

Г. Кирхгофом Г.

2.1.22 Кирхгоф Г. совместно со знаменитым химиком Бунзеном разработал...

- А. поляризатор
В. теорию дифракции
Б. метод спектрального анализа
Г. микроскоп

2.1.23 Впервые применил принципы термодинамики к излучению и теоретически получил закон теплового излучения, который был экспериментально установлен Стефаном Й.,...

- А. Вин В.
В. Больцман Л.
Б. Гершель В.
Г. Кирхгоф Г.

2.1.24 Основоположник волновой природы света...

- А. Ньютон И.
В. Гримальди Ф.
Б. Гюйгенс К.
Г. Френель О.

2.1.25 Открыл атмосферу у Венеры...

- А. Галилей Г.
В. Кеплер И.
Б. Ньютон И.
Г. Ломоносов М.

2.1.26 Сконструированный им мощный телескоп позволил открыть Уран...

- А. Вин В.
В. Ломоносов М.В.
Б. Гершель В.
Г. Галилей Г.

2.1.27 Утверждение “каждая точка среды, до которой дошло волновое возмущение, становится источником вторичных волн и последние когерентны” называют...

- А. принципом Галилея
В. принципом Гюйгенса
Б. принципом интерференции
Г. принципом Гюйгенса-Френеля

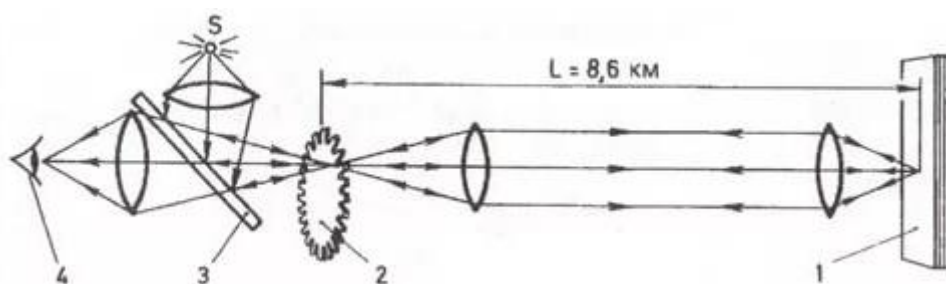


Рисунок 8

2.1.28 На рисунке 8 показана схема опыта по измерению скорости света. Кем был предложен данный метод измерения?

А. Физо А.

В. Фуко Ж.

Б. Ремером О.

Г. Френелем О.

ОТВЕТЫ

1.1.1	Г	2.1.1	Б
1.1.2	Г	2.1.2	Г
1.1.3	Б	2.1.3	А
1.1.4	В	2.1.4	А
1.1.5	В	2.1.5	Б
1.1.6	В	2.1.6	В
1.1.7	В	2.1.7	А
1.1.8	А	2.1.8	Б
1.1.9	В	2.1.9	Г
1.1.10	А	2.1.10	Г
1.1.11	Г	2.1.11	Б
1.1.12	Г	2.1.12	А
1.1.13	В	2.1.13	В
1.1.14	Б	2.1.14	Г
1.1.15	А	2.1.15	В
1.1.16	Б	2.1.16	Б
1.1.17	А	2.1.17	А
1.1.18	Б	2.1.18	Б
1.1.19	Б	2.1.19	Б
1.1.20	В	2.1.20	А
1.1.21	Б	2.1.21	Г
		2.1.22	Б
		2.1.23	В
		2.1.24	Б
		2.1.25	Г
		2.1.26	Б
		2.1.27	Г
		2.1.28	А

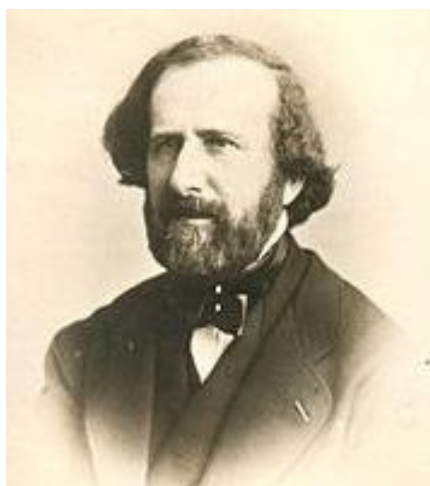
Портреты ученых



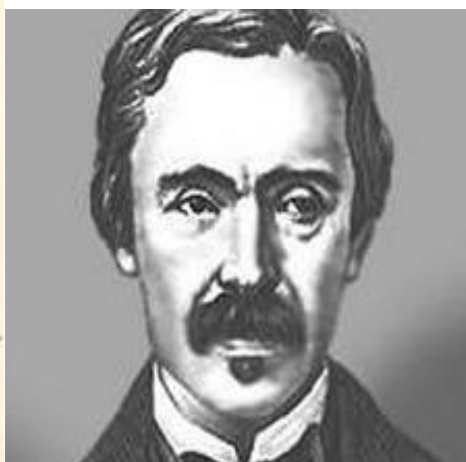
Э. Бартолин [6]



О. Ремер [8]



А. Физо [7]



Ж. Фуко [7]



Ж. Френель [4]



Й. Фраунгофер [6]



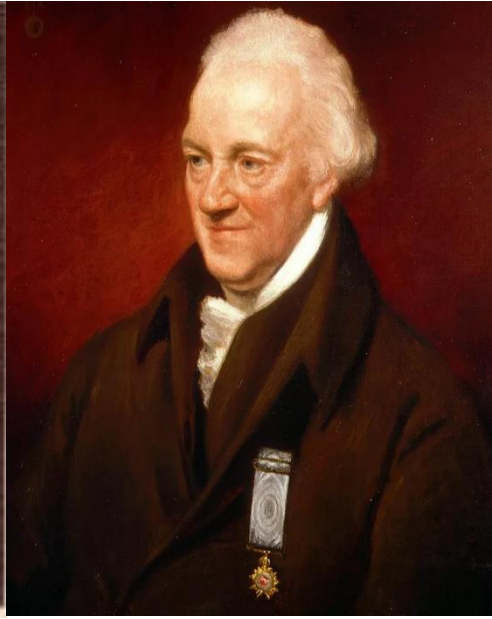
Д. Брюстер [6]



Thomas Young
Т. Юнг [6]



П. Бугер [7]



В. Гершель [4]



И. Риттер [6]



Г. Фаренгейт [8]



А. Цельсий [4]



Р. Реомюр [6]



А. Лавуазье [8]



П. Лаплас [5]



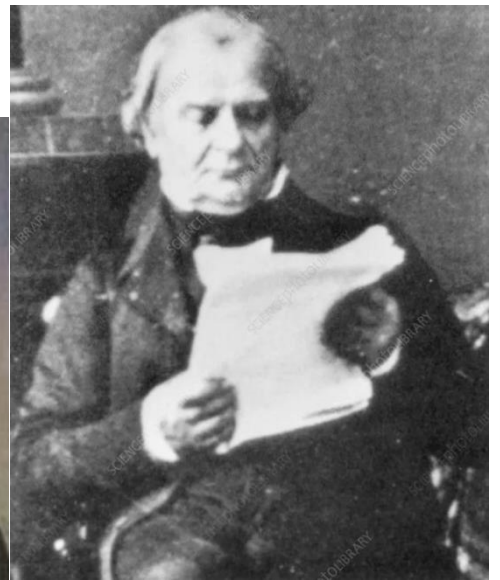
Д. Дальтон [8]



М.В. Ломоносов [7]



Н. Карно [7]



Э. Клапейрон [7]



Р. Клаузиус [6]



Л. Больцман [6]



Д.И. Менделеев [7]

Список использованных источников

1 Розенбергер, Ф. Очерк истории физики. Ч. 1: История физики в древние и средние века; Ч. 2: История физики нового времени: Приблизительно с 1600 до 1780. С синхронистическими таблицами по математике, химии, описательным наукам и всеобщей истории: Перевод с немецкого / Ф. Розенбергер. – 616 с. - Режим доступа: <http://izd.pskgu.ru/ebooks/historyf.htm>.

2 Лауэ, М. История физики. Перевод с немецкого Т.Н. Горнштейн. / М. Лауэ. - М., 1956 - 229 с. - Режим доступа: <http://izd.pskgu.ru/ebooks/lauefh.html>.

3 Спасский, Б.И. История физики Ч. 1. Учебное пособие для вузов / Б.И. Спасский. - М.: Высшая школа, 1977. - 320 с. Режим доступа: http://izd.pskgu.ru/ebooks/spass_1/spass_1_titul.pdf.

4 Санкт-Петербургская школа. Объединение учителей Санкт-Петербурга. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.eduspb.com/>.

5 Случайная статья. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.e-wiki.org/ru>.

6 Викимедия. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://commons.wikimedia.org/wiki/Main_Page.

16 Библиотека людей. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://facecollection.ru/>.

17 Удивительные визуальные опыты. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.emaze.com/ru/>.