

# **Урок-игра**

*«Счастливый случай»*

11 класс

## ***Волновые свойства света***

***Учитель: Е. Н. Глушков***

Из класса формируются две команды по 5-6 человек, остальные учащиеся делятся на две группы поддержки этих команд и тоже участвуют в игре. В процессе игры команды отвечают на вопросы учителя или жюри. За каждый правильный ответ начисляется балл команде и выставляется оценка отвечающему.

Игра состоит из четырех геймов с различной формой постановки вопросов. В 1-м гейме команды отвечают на качественные вопросы (вопросы командам - разные), во 2-м - номера вопросов из числа объявленных заранее выбираются командами по жребью, в 3-м гейме команды дают краткие ответы на одинаковые вопросы, и в 4-м гейме каждый член команды выполняет самостоятельную работу по карточке.

Игра занимает 80-90 мин (2 урока). На вступительное слово учителя отводится 10 мин, на 1-й гейм - 7-10 мин для каждой команды, на 2-й - 15-20 мин, на 3-й - 15 мин, на 4-й - 20 мин. Подведение итогов урока занимает 15 мин.

**Цель урока:** обобщение и закрепление знаний по теме; развитие практических умений и навыков использования теоретических знаний при решении количественных и качественных задач; развитие кругозора учащихся на основе использования исторических сведений о развитии взглядов на природу света; экологическое воспитание средствами физики; воспитание чувства прекрасного путем использования межпредметных связей: физика + литература + музыка.

**Оборудование:** дифракционная решетка, призма (для демонстрации дифракционного и дисперсионного спектров), магнитофон и кассета с музыкой К.Дебюсси "Лунный свет".

### Начало урока

Учитель. Свет... Такое короткое и в то же время емкое слово. Об этом говорил известный русский физик С.И.Вавилов: "В слове свет заключена вся физика..." Задолго до выявления истинной природы света выдающиеся мыслители и ученые осознавали его фундаментальную роль в природе. Достаточно назвать некоторых из них: Декарт, Ньютон, Пифагор, Евклид, Птолемей, Гюйгенс, Юнг, Френель, Вавилов.

Все они придерживались разных точек зрения, но вместе с тем понимали, что свет...

Чудный дар природы вечной,  
Дар бесценный и святой.  
В нем источник бесконечный  
Наслаждения красотой.

Солнце, небо, звезд сиянье,  
Море в блеске голубом,  
Всю природу и созданья  
Мы лишь в свете познаем.

Итак начинаем наш урок.

### 1-й гейм. "Дальше, дальше..."

#### *Вопросы первой команде:*

1. В чем заключается явление отражения света?
2. Сформулируйте закон преломления света. (Ученик из группы поддержки делает на доске чертеж и дает математическую запись закона.)
3. Кульковский (прозвище шута Анны Иоанновны) ухаживал за пригожей и миловидной девицею. Однажды в разговоре сказала она ему, что хочет знать ту особу, которую он более всего любит, Кульковский долго отговаривался и, наконец, в удовлетворение ее любопытства, обещал прислать ей портрет той особы. Утром получила она сверток с небольшим зеркалом и, поглядевшись, узнала про его любовь к ней. Какое физическое явление использовал Кульковский для объяснения в любви?
4. Сформулируйте закон, которому подчиняется свет при распространении в однородной среде. (Закон прямолинейного распространения.)
5. Кем был проделан базовый опыт, подтверждающий наличие дифракции света? (Т.Юнгом)

6. В зеркальных изображениях правая и левая стороны предмета меняются местами. Как в этом убедиться? (Если двигать перед зеркалом левой рукой, то изображение будет "двигать" рукой, которая была бы правой у реального человека, стоящего напротив.)
7. "Мыльный пузырь, витая в воздухе, зажигается всеми оттенками цветов, присущими окружающим предметам. Мыльный пузырь, пожалуй, самое изысканное чудо природы", - писал Марк Твен. Какое явление делает мыльный пузырь достойным восхищения?
8. Почему на закате Солнце окрашивается в багрово-красный цвет? (Находящиеся в воздухе пары воды и просто пыль сильнее всего поглощают и рассеивают в синей части спектра, и красные лучи доходят до глаз с меньшими потерями.)
9. Почему звезды мерцают? (Мерцание - преломление света звезды в беспорядочно движущихся слоях воздуха.)
10. Чему равна скорость света в вакууме?
11. Можно ли разжечь костер при помощи льда? (Можно, использовав кусок льда как собирающую линзу.)
12. Кто автор электромагнитной теории света? (Д.Максвелл)

### ***Вопросы второй команде;***

1. В чем заключается явление преломления света?
2. Сформулируйте закон отражения света. (Ученик из группы поддержки делает чертеж и дает математическую запись закона.)
3. Что это ты делаешь, Коля?
  - Смотрю на комету, дядя.
  - Для чего же ты приставил к глазу пистолет?
  - Как для чего? Да разве вы не знаете, дядя, что на комету нужно смотреть "вооруженным" глазом?!

Чего не понимал Коля? Какие оптические приборы используют для наблюдения небесных тел? (Бинокли, подзорные трубы, телескопы.)

4. Какие явления природы подтверждают закон прямолинейного распространения света? (Образование тени, солнечные и лунные затмения.)
5. Сформулируйте принцип Гюйгенса.
6. Перечислите явления, которые подтверждают волновые свойства света. (Интерференция, дифракция, дисперсия, поляризация.)
7. Может ли стать темно там, где встречаются две световые волны? (Да)
8. Почему радуга появляется после дождя? (Радуга – результат разложения солнечного света на составляющие его цветные лучи. После дождя в воздухе много мельчайших водяных капелек в которых и разлагаются солнечные лучи, как в маленьких призмах.)
9. У берегов какого государства раньше всего вошло сегодня солнце? (У берегов России, на мысе Дежнева. Там проходит линия перемены дат и раньше, чем во всех других местах, начинаются новые сутки.)
10. Во сколько раз скорость света в стекле меньше скорости света в вакууме? (В 1,5 раза)
11. Почему мы видим одни предметы белыми, другие - черными? (Различные вещества по-разному отражают свет.)
12. Почему растения не поливают в жаркий солнечный день? (Листья могут получить ожоги, т.к. оставшиеся на них капельки воды играют роль собирающих линз.)

## 2-й гейм. "Заморочки из бочки"

Члены команд вытаскивают по очереди бочонки от лото с номерами вопросов по теории, которые были сообщены учащимся заранее.

1. Интерференция света (определение). Объясните интерференцию в тонких пленках.
2. Кольца Ньютона (чертеж и объяснение).
3. Условия максимумов и минимумов при интерференции.
4. Дифракция света. Опыт Юнга.
5. Дифракционная решетка.
6. Условие отчетливого наблюдения дифракции.
7. Как с помощью дифракционной решетки определить длину световой волны?
8. Что называют дисперсией? Каков интервал длин волн видимого света?
9. Длина волны красного цвета в вакууме  $\lambda = 7 \cdot 10^{-7}$  м. Определите длину волны в воде.

Решение:  $\frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1 v}{\lambda_2 v} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow \lambda_2 = \frac{\lambda_1 n_1}{n_2} = \frac{\lambda_1}{n}$ , где  $n = \frac{n_2}{n_1}$ , т.к.  $n_1 \approx 1$

$$\lambda_2 = \frac{7 \cdot 10^{-7}}{1,33} = 5,3 \cdot 10^{-7} \text{ (м)}$$

10. Дифракционная решетка освещена светом длиной волны 0,4 мкм. Определите период решетки, если первый максимум отстоит от центрального на расстоянии  $S = 3,6$  мм. Расстояние от решетки до дифракционной картины равно  $l = 1,8$  м.

Решение:  $d \sin \varphi = k\lambda$ ;  $\sin \varphi = \frac{S}{l}$   $\Rightarrow d = \frac{k\lambda}{\sin \varphi} = \frac{k\lambda l}{S}$

$$d = \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,8}{3,6 \cdot 10^{-3}} = 0,2 \cdot 10^{-3} \text{ (м)}$$

11. Разность хода лучей двух когерентных источников света, сходящихся в некоторой точке,  $d = 1,5 \cdot 10^{-6}$  м. Что будет происходить в этой точке — ослабление или усиление света? Длина волны света  $\lambda = 6 \cdot 10^{-7}$  м.

Решение:  $d = k\lambda$ ;  $k = \frac{d}{\lambda}$ ;  $k = \frac{1,5 \cdot 10^{-6}}{6 \cdot 10^{-7}} = \frac{5}{2} = 2,5$

т.е. будет происходить ослабление.

Бочонки с №90 и №80 - "счастливый случай": №90 – уступить свое место в команде учащемуся из группы поддержки; №80 – объявить музыкальную паузу. (Проигрывается песня Т. Булановой "Ясный мой свет".)

Шуточный вопрос: "Почему звучит именно эта песня?"

## 3-й гейм. "Темная лошадка"

Учитель. Этот гейм я проведу от имени известного ученого, слава которого пережила века. Надпись на его могиле гласит: "Здесь лежит < ..... > разумом он превосходил род человеческий".

Человек, который в 1665 г., выполнив свои знаменитые опыты, написал секретарю королевского общества, что "...цвета не являются, как думают обыкновенно, видоизменениями света, претерпеваемыми им при преломлении или отражении от естественных тел, но суть первоначальные прирожденные свойства света. Мы видели, что причина цветов находится не в телах, а в свете, поэтому у нас имеется прочное основание считать свет субстанцией". Слово субстанция — от лат. substantia, что означает сущность, то, что лежит в основе, существует само по себе и не зависит ни от чего другого. Итак, это... (Сэр Исаак Ньютон)

Мы уже говорили, что представления о природе света в древности были примитивными. Подавляющее большинство древних философов и ученых рассматривали свет как некие лучи, соединяющие светящееся тело и человеческий глаз. При этом одни из них полагали, что лучи исходят из глаз человека и как бы ощупывают рассматриваемый предмет. Другие, наоборот, считали, что лучи испускаются светящимся телом и, достигая человеческого глаза, несут в себе отпечаток светящегося предмета. Эта точка зрения позже, в XVII в., оформилась в корпускулярную теорию света, согласно которой свет есть поток неких частиц, испускаемых светящимся телом. Третья точка зрения на природу света была высказана Аристотелем. Он рассматривал свет не как испускание чего-то светящимся предметом в направлении глаза и тем более не как некие лучи, исходящие из глаза и ощупывающие предмет, а как распространяющееся в пространстве (в среде) действие или движение. Позднее идеи Аристотеля развили Рене Декарт, Франческо Гримальди, Роберт Гук, и, наконец, в 70-х гг. XVII в. Христиан Гюйгенс в своей работе "Трактат о свете" изложил основы волновой теории.

Ньютон был сторонником корпускулярной теории света. От его имени я и задаю вопросы.

1. На экране демонстрируются два спектра: один получен с помощью призмы, другой - с помощью дифракционной решетки. Определите, где какой спектр, в чем их различие?
2. В период солнечного затмения поверхность Земли покрывают широкие интерференционные полосы (скользящие тени). Какое явление приводит к этому? (Дифракция солнечного света на краю диска Луны.)
3. Почему в центральной части спектра, полученного на экране при освещении дифракционной решетки белым светом, всегда наблюдается белая полоса? (Для всех длин волн соблюдается условие максимума освещенности.)

4. Однажды сосед увидел, что Молла положил перед своим ослом вместо травы щепки, и спросил:  
– Ай, Молла, разве животное может есть щепки?  
– Я знаю, что не может, — ответил Молла, - но что мне делать? Травы нет, а бедный осел голоден.

– Ты что же, хочешь обмануть его? - спросил сосед. — Он не такой дурак, чтобы вместо травы есть щепки.

– Я не позволю ему поступать так, как он хочет, - возразил Молла. - Сейчас он будет есть.

И Молла надел ослу очки с зелеными стеклами. Какого цвета покажутся предметы белого, синего, красного цветов через зеленые очки? Почему? (Зеленого, остальные почти черного.)

Итак, я удовлетворен вашими ответами. Конечно, мне было обидно, что неизвестный доселе господин Гюйгенс потеснил меня, но еще настанет мое время, и вы поймете, что я был прав, утверждая, что свет - это поток корпускул - частиц.

И Ньютон действительно оказался прав. Его теория, хотя и обновленная, в начале XX в. вновь заняла достойное место в физике. Но об этом - на ближайших уроках.

#### **4—и гейм. "Проверь себя"**

Учащиеся выполняют самостоятельную работу (6 вариантов), включающую две задачи (на явление дисперсии и интерференции) и качественный вопрос.

##### **Вариант 1**

1. Длина волны красного света в воздухе равна 700 нм. Какова длина волны данного света в воде?
2. Найдите наибольший порядок дифракционного спектра для желтой линии натрия длиной волны 589 нм, если период дифракционной решетки равен 2 мкм.
3. Могут ли интерферировать световые волны, идущие от двух одинаковых электрических ламп?

##### **Вариант 2**

1. Какова длина волны желтого света паров натрия в стекле с показателем преломления 1,56? Длина волны этого света в воздухе равна 589 нм?
2. При помощи дифракционной решетки с периодом 0,02 мм первый дифракционный максимум

получен на расстоянии 3,6 см от центрального и на расстоянии 1,8 м до решетки. Найдите длину световой волны.

3. Почему возникают радужные полосы в тонком слое керосина на поверхности воды?

**Вариант 3**

1. Длина волны желтого света паров натрия в вакууме 590 нм, а в воде 442 нм. Каков показатель преломления воды для этого света?
2. Длина волны желтого света паров натрия равна 589 нм. Третий дифракционный максимум при освещении решетки этим светом оказался на расстоянии 16,5 см от центрального, а от решетки - на расстоянии 1,5 м. Каков период решетки?
3. Почему крылья стрекоз имеют радужную окраску?

**Вариант 4**

1. Длина волны, соответствующая красной линии спектра водорода, в вакууме равна 656,3 нм. Найдите длину волны этого же света в стекле, если коэффициент преломления стекла для данного света равен 1,6.
2. Найдите наибольший порядок спектра красной линии лития длиной волны 671 нм, если период дифракционной решетки 0,01 мм.
3. При помощи зеркал Френеля получили интерференционные полосы, взяв красный свет. Как изменится картина интерференционных полос, если взять фиолетовый свет?

**Вариант 5**

1. Длина световой волны в воде 435 нм. Какова длина волны данного света в воздухе?
2. Спектр получен с помощью дифракционной решетки периодом 0,005 мм. Второе дифракционное изображение получено на расстоянии 17,3 см от центрального и на расстоянии 113 см от решетки. Определите длину световой волны.
3. Каково различие интерференционных картин, полученных в отраженном и проходящем свете?

**Вариант 6**

1. На поверхность воды падает пучок красного света, длина волны которого 760 нм. Какова длина волны этого света в воде? Показатель преломления воды для красного света 1,33.
2. Длина волны красного света паров калия 768 нм. Расстояние от середины центрального дифракционного максимума до первого 13 см, от решетки до изображения 200 см. Найдите период решетки.
3. Две световые волны, налагаясь друг на друга в некоторой точке пространства, взаимно гасятся. Означает ли это, что световая энергия превращается в другие формы?

Ответы к задачам 4-го гейма

Задача	Вариант					
	1	2	3	4	5	6
1	525 нм	378 нм	1,335	410 нм	580 нм	571 нм
2	3	400 нм	16 мкм	14	380 нм	12 мкм
3	Нет, источники некогерентные	Вследствие интерференции при отражении белого света от двух поверхностей тонкой пленки		Светлые и темные полосы меняются местами, полосы и промежутки между ними сужаются		Нет, световая энергия в эту точку не поступает

## Итог урока

Учитель. Подводя итог, хотелось бы вернуться к поэтическим строчкам, которые прозвучали в начале урока. А все ли мы делаем, чтобы сохранить этот "чудный дар природы вечной"?

На сегодня существуют, по крайней мере две экологические угрозы. Известно, что на Земле накоплены огромные запасы ядерного оружия, способные в случае их использования несколько раз уничтожить все живое. Но применение атомного оружия даже в ограниченных масштабах означало бы планетарную катастрофу. В результате неизбежных многочисленных пожаров нашу планету окутают плотные сажевые облака, которые будут пропускать всего лишь  $10^{-3}$ — $10^{-6}$  часть обычного для нас солнечного потока. Это вызовет снижение температуры на 15-20°, на всей суше установятся отрицательные температуры, большинство высших растений и животных погибнет.

Если угрозу ядерной зимы можно свести на нет усилиями человечества, то масштабы другой экологической угрозы непрерывно нарастают. В результате деятельности человека в атмосферу выбрасывается все больше углекислого газа. Уже сейчас его на 17% больше, чем в начале века, а через 50 лет его содержание еще удвоится. Молекулы  $\text{CO}_2$  поглощают идущее от Земли тепловое излучение, и температура атмосферы постоянно растет (так называемый парниковый эффект). Глобальное потепление климата приведет к уменьшению площади пригодных к сельскохозяйственной деятельности территорий, а таяние льдов северных морей и Антарктиды стало бы трагедией для Земли.

Однако не хотелось бы заканчивать урок о свете так мрачно. Свет ежедневно, еже часно дарит нам волшебные мгновения "наслаждения красотой". В заключение приведу одно из стихотворений И.Бунина. Оно все из света. Я включаю запись "Лунного света" К.Дебюсси, этой сказочной музыки, уносящей нас далеко—далеко к "прекрасному". Пусть вдохновенное единство Слова и Музыка озарит ваши души.

Набегает впотьмах,  
И узорною пеною светится.  
И лазурным сиянием рдеет у скал на песке...  
О божественный отблеск незримого, жизни, мерцающей

В мириадах незримых существ.  
Ночь была бы темна,  
Но все море насыщено тонкою  
Пылью света... И звезды над морем горят.

В полусвете все видно: и рифы, и взморье зеркальное  
И обрывы прибрежных холмов.  
В полусвете ночном под обрывами волны качаются -Переполнено  
зыбкое, звездное зеркало волн!  
Но, колеблясь упруго, лишь изредка складки тяжелые

Набегают на влажный песок.  
И тогда, фосфорясь,  
Загораясь мистическим пламенем,  
Рассыпаясь по гравию кипенью бледных огней,  
Море светит сквозь сумрак таинственно, тонко и трепетно,

Озаряя песчаное дно.  
И тогда вся душа  
У меня загорается радостью:  
Я в пригоршни ловлю закипевшую пену волны –  
И сквозь пальцы течет не вода, а сапфиры, -

Несметные

Искры синего пламени ЖИЗНЬ!