

# Интегрированный день в 11 классе



## ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ – ОСНОВА ЖИЗНИ

# План работы



1. **Что такое «фундаментальный закон природы»?**
2. **История открытия фотоэффекта.**
3. **Законы Столетова.**
4. **Уравнение Эйнштейна.**
5. **Внутренний фотоэффект.**
6. **Применение явления фотоэффекта.**
7. **Подведение итогов.**

# В чем состоит фундаментальность закона?



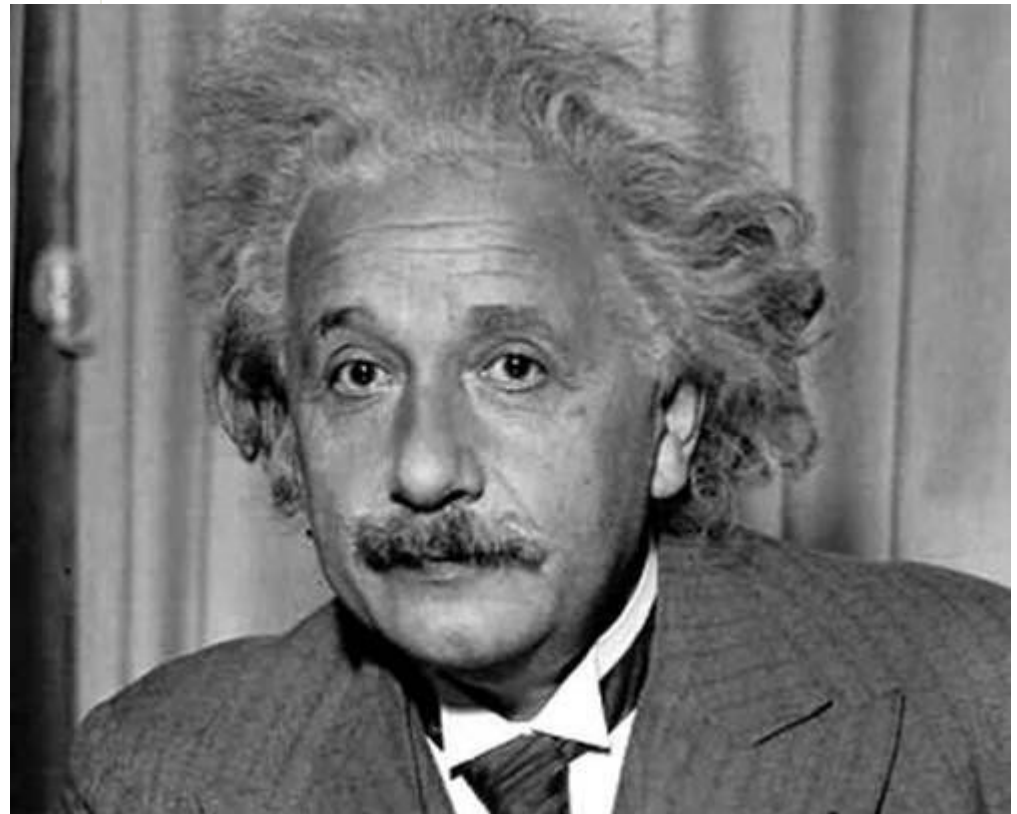
## Всего имеется 12 фундаментальных (всеобщих) законов природы.

**Закон сохранения.** Этот закон предполагает сохранение основных элементов мироздания – материи, **энергии**, информации. Для человека можно говорить о сохранении накопленного опыта развития. При усложнении системы жизни накопленный опыт развития менее развитых форм также сохраняется. Это хорошо видно на примере развития человека, когда в стадии внутриутробного развития, плод проходит дочеловеческие формы жизни на Земле.



# Альберт Эйнштейн

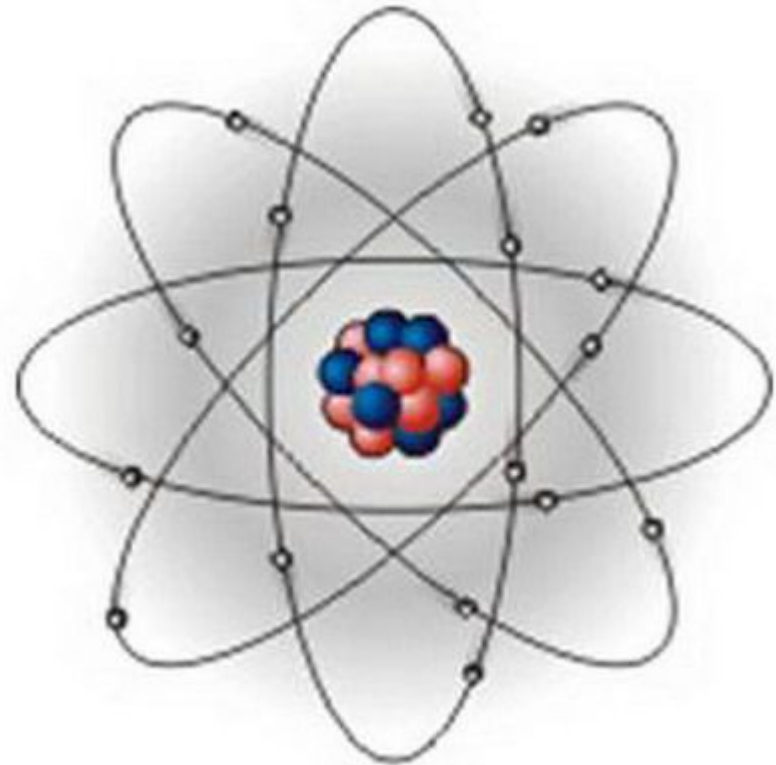
- **«Высшая задача физики состоит в открытии наиболее общих элементарных законов, из которых можно было бы логически вывести картину мира»**



# Одна из задач физики - выявление самого простого и самого общего в природе



- **В современном представлении самое простое - молекулы, атомы, элементарные частицы, поля и т. п.**



# Одна из задач физики - выявление самого простого и самого общего в природе.



- Наиболее общими свойствами материи принято считать движение, пространство и время, массу, **энергию** и др.



© Mark A. Garlick / space-art.co.uk



# Одна из задач физики - выявление самого простого и самого общего в природе.

- **Физика изучает и очень сложные явления и объекты. Но при изучении сложное сводится к простому, конкретное – к общему. При этом устанавливаются универсальные законы, справедливость которых подтверждается не только в земных условиях и в околоземном пространстве, но и во всей Вселенной.**



**В этом заключается один из существенных признаков физики как фундаментальной науки.**

# История открытия



**Генрих Рудольф Герц**  
**1857 - 1894 г.г.**

Открытие фотоэффекта относят к 1887 г., когда Герц обнаружил, что освещение ультрафиолетовым светом электродов искрового промежутка, находящегося под напряжением, облегчает проскакивание искры между ними.



# История открытия

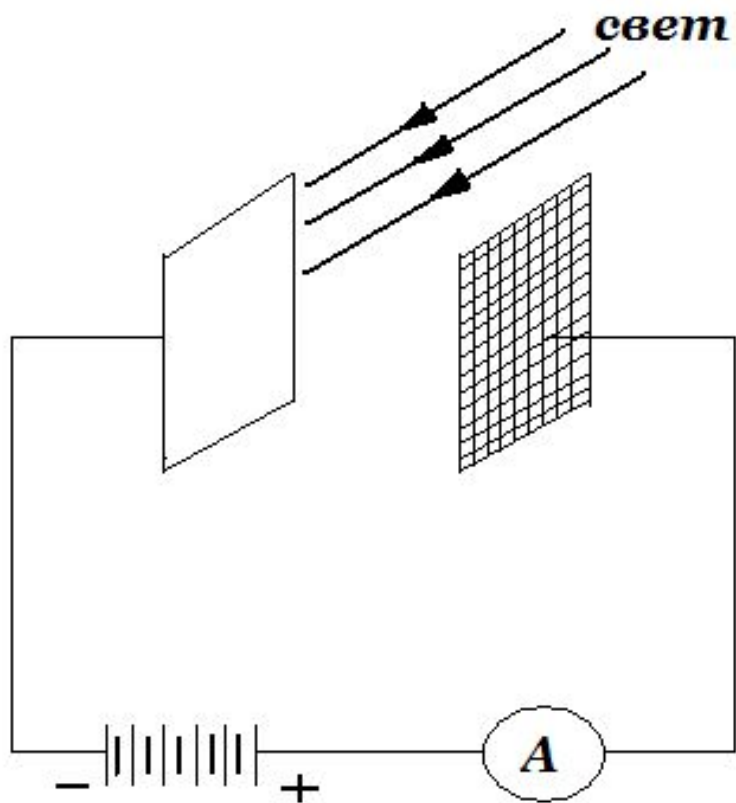


Впервые (1888–1890), подробно анализируя явление фотоэффекта, русский физик А.Г. Столетов получил принципиально важные результаты. В отличие от предыдущих исследователей он брал малую разность потенциалов между электродами.



**Александр  
Григорьевич  
Столетов  
1839-1896 г.г.**

# Схема опыта Столетова



Облучая катод светом различных длин волн, Столетов пришел к выводу, что наиболее эффективное действие оказывают ультрафиолетовые лучи. Кроме того, было установлено, что сила тока, возникающего под действием света, прямо пропорциональна его интенсивности.

# законы фотоэффекта



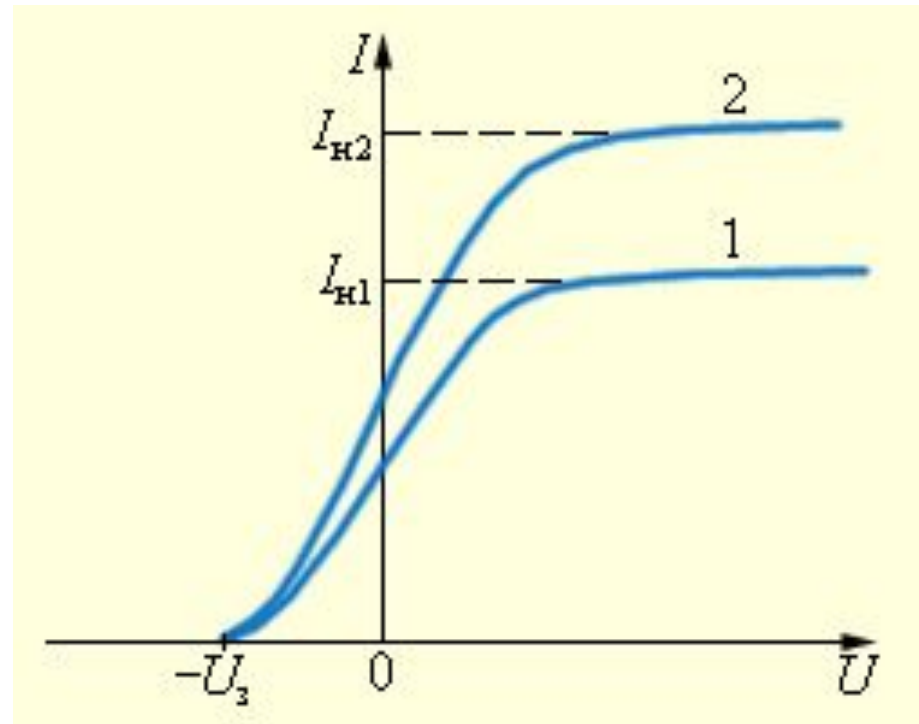
1. Фототок насыщения прямо пропорционален интенсивности света, падающего на катод.
2. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов пропорциональна частоте света и не зависит от его интенсивности.
3. Фотоэффект не возникает, если частота света меньше некоторой характерной для каждого металла величины, называемой красной границей.

# Первый закон фотоэффекта

**Фототок насыщения прямо пропорционален интенсивности света, падающего на катод.**

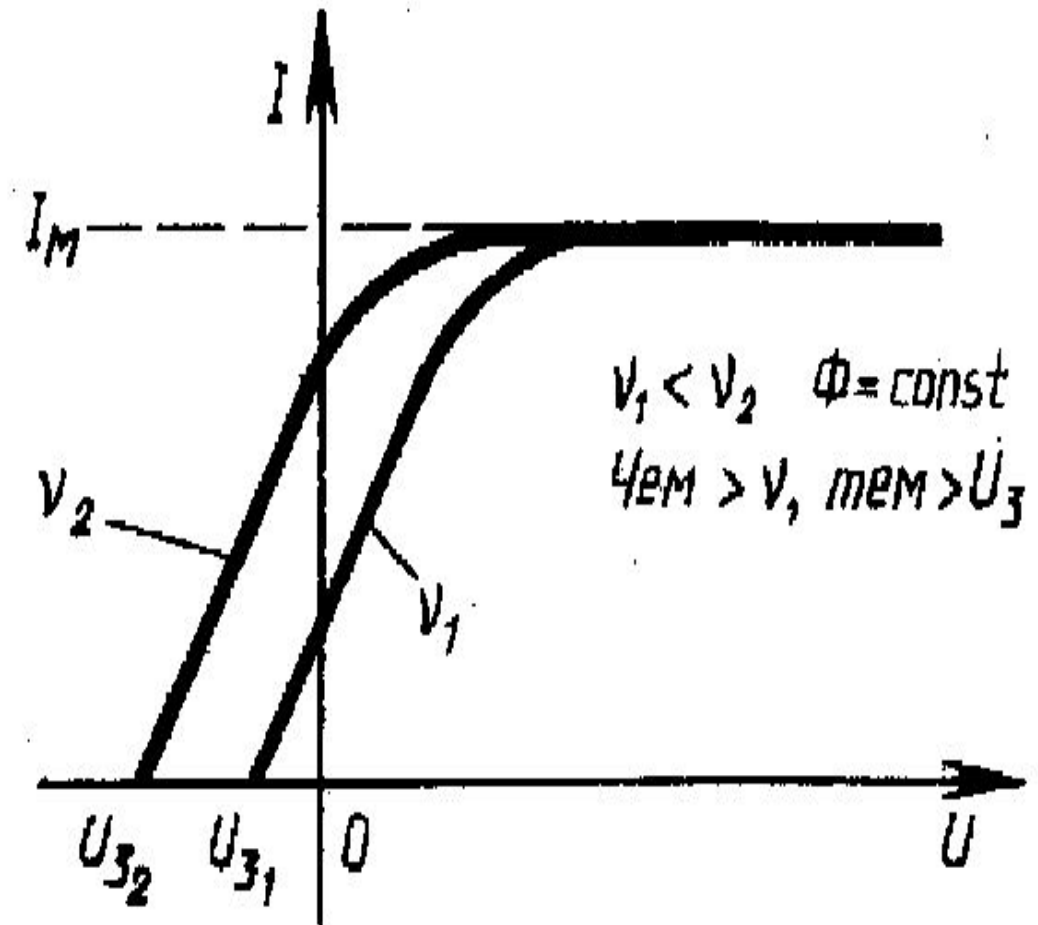
Т.к. сила тока определяется величиной заряда, а световой поток - энергией светового пучка, то можно сказать:

*число электронов, выбиваемых за 1 с из вещества, пропорционально интенсивности света, падающего на это вещество*



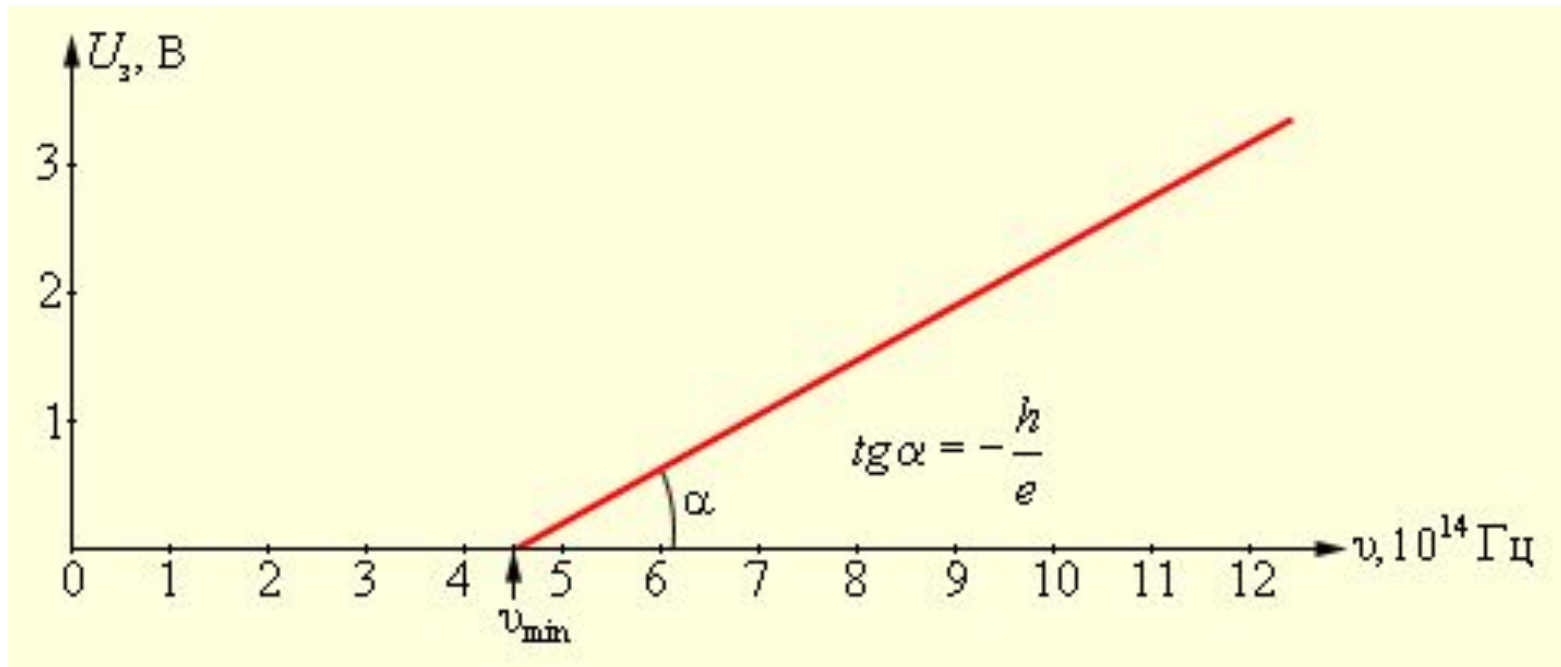
# Второй закон фотоэффекта

**Кинетическая энергия фотоэлектронов не зависит от интенсивности падающего света, а зависит от его частоты.**



# Третий закон фотоэффекта

Для каждого вещества существует красная граница фотоэффекта, т. е. существует наименьшая частота  $\nu_{\min}$ , при которой еще возможен фотоэффект.

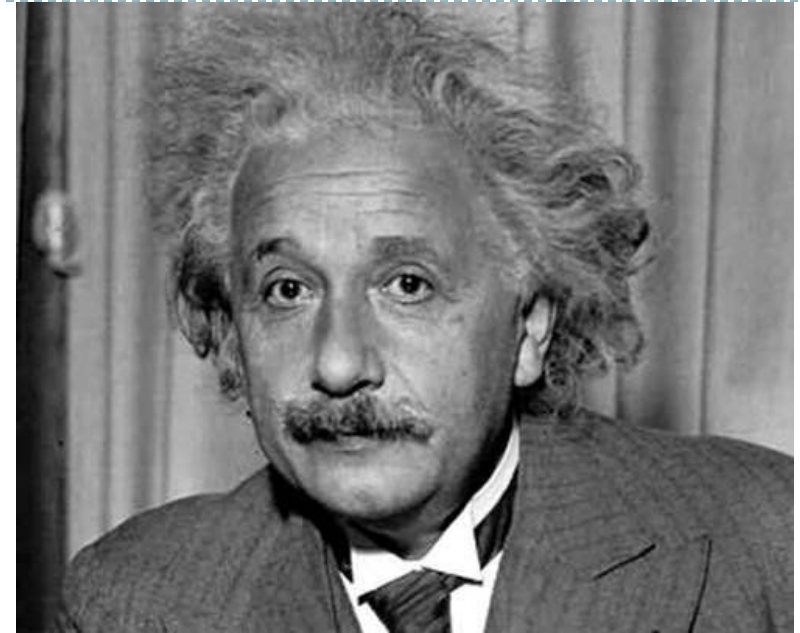




# Альберт Эйнштейн

Фотозффект был объяснён в 1905 году Альбертом Эйнштейном (за что в 1921 году он получил Нобелевскую премию) на основе гипотезы Макса Планка о квантовой природе света.

В работе Эйнштейна содержалась важная новая гипотеза – свет излучается и поглощается в виде квантов. Из представления о свете как о частицах (фотонах) следует формула Эйнштейна для фотозффекта:



$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

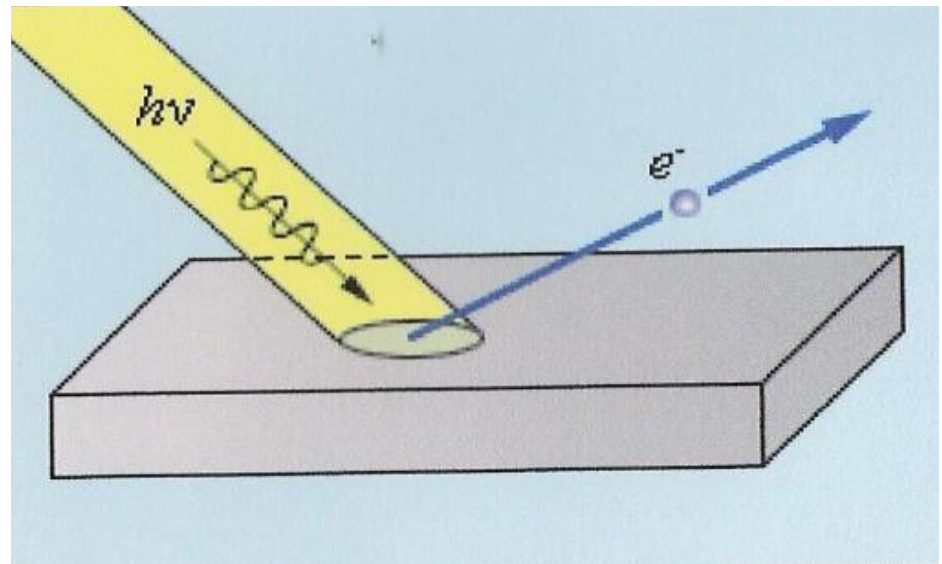
# Работа выхода



Минимальная работа , которую нужно совершить фотону для вырывания электронов из металла

$$h\nu = A + \frac{mv^2}{2}$$

$$h\nu_{\min} = A$$



# Красная граница фотоэффекта



$$h\nu_{\min} = A$$

$$\nu_{\min} = \frac{A}{h}$$

**Минимальная частота**  
**ниже которой**  
**фотоэффект**  
**невозможен**



**/5.1.3/ Металлическую пластину освещали монохроматическим светом одинаковой интенсивности: сначала красным, потом зеленым, затем синим. В каком случае максимальная кинетическая энергия вылетающих фотоэлектронов была наибольшей?**

- 1) при освещении красным светом**
- 2) при освещении зеленым светом**
- 3) при освещении синим светом**
- 4) во всех случаях одинаковой**

**3**



**/5.1.3/ Поверхность металла освещают светом, длина волны которого меньше длины волны  $\lambda$ , соответствующей красной границе фотоэффекта для данного вещества. При увеличении интенсивности света**

- 1) фотоэффект не будет происходить при любой интенсивности света**
- 2) будет увеличиваться количество фотоэлектронов**
- 3) будет увеличиваться энергия фотоэлектронов**
- 4) будет увеличиваться как энергия, так и количество фотоэлектронов**



**/5.1.3/ Кинетическая энергия электронов, выбиваемых из металла при фотоэффекте, не зависит от**

**А — частоты падающего света.**

**Б — интенсивности падающего света.**

**В — площади освещаемой поверхности.**

**Какие утверждения правильны?**

**1) Б и В**

**2) А и Б**

**3) А и В**

**4) Б и В**

**4**





**/5.1.4/ Энергия фотона, поглощенного при фотоэффекте, равна  $E$ . Кинетическая энергия электрона, вылетевшего с поверхности металла под действием этого фотона,**

- 1) больше  $E$**
- 2) меньше  $E$**

- 3) равна  $E$**
- 4) может быть больше или меньше  $E$  при разных условиях**



**/5.1.4/ Энергия фотона, соответствующая красной границе фотоэффекта для калия, равна  $7,2 \cdot 10^{-19}$  Дж. Определите максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов, если на металл падает свет, энергия фотонов которого равна  $10^{-18}$  Дж.**

**1)  $2,8 \cdot 10^{-19}$  Дж**

**2) 0 Дж**

**3)  $1,72 \cdot 10^{-18}$  Дж**

**4)  $7,2 \cdot 10^{-19}$  Дж**

**1**

# Внутренний фотоэффект



***Внутренний фотоэффект - возбужденные электроны остаются внутри освещенного тела, не нарушая нейтральности последнего.***

При этом в веществе изменяется концентрация носителей заряда или их подвижность, что приводит к изменению электрических свойств вещества под действием падающего на него света. Внутренний фотоэффект присущ только полупроводникам и диэлектрикам.

# Применение фотоэффекта

- В настоящее время на основе внешнего и внутреннего фотоэффекта строится бесчисленное множество приемников излучения, преобразующих световой сигнал в электрический и объединенных общим названием – *фотоэлементы*.



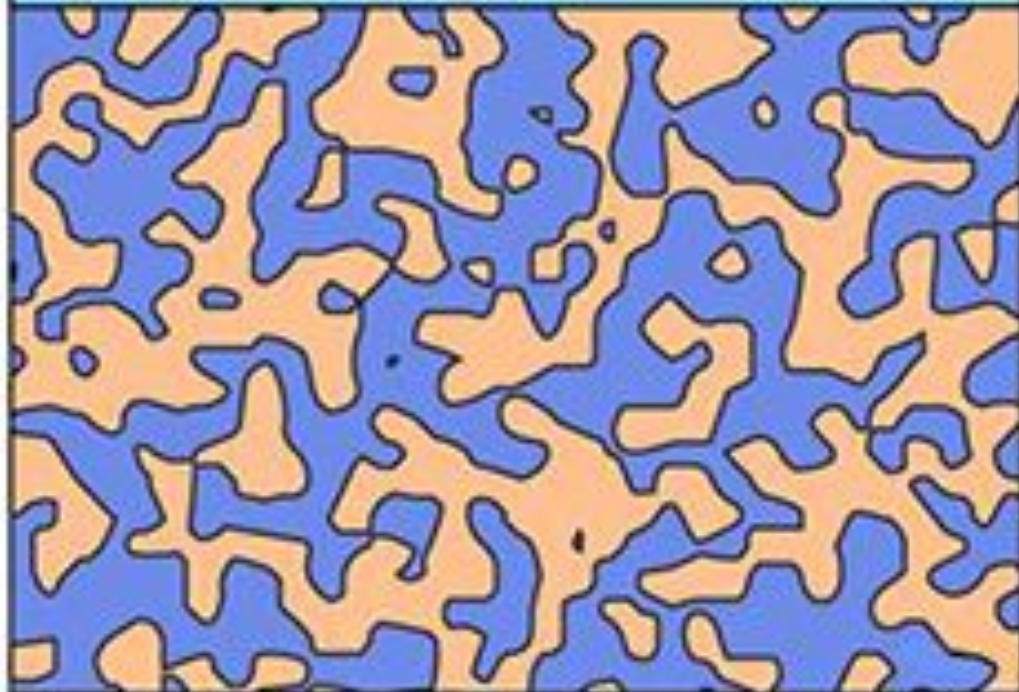
Свет



Прозрачные  
защитные слои, ~ 2 мм



Смесь полимера и  
фуллерена, 100–200 нм



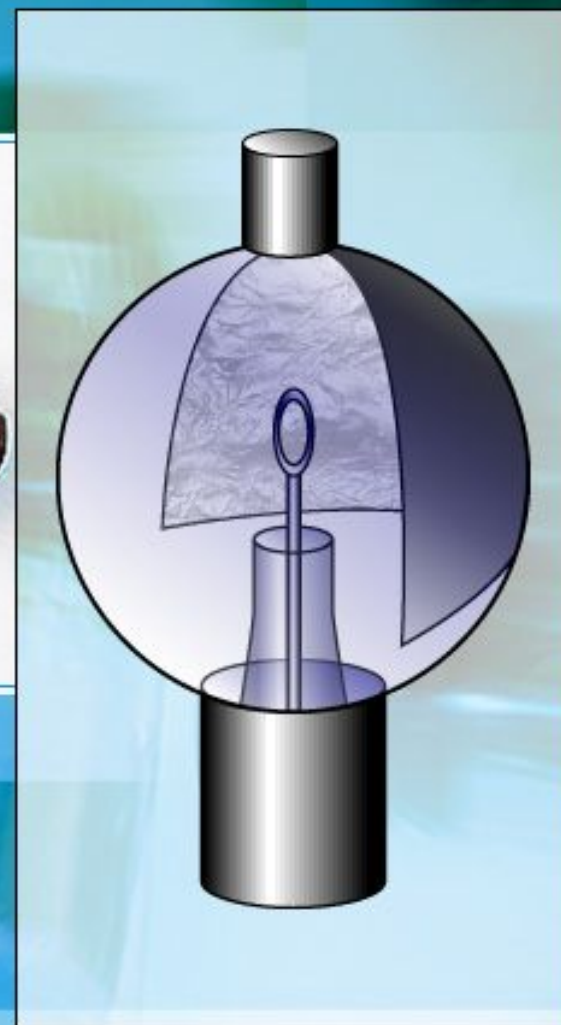
Электрод, ~ 100 нм













# **ФОТОЭФФЕКТ – ЯВЛЕНИЕ ВЫРЫВАНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ ВЕЩЕСТВА ПОД ДЕЙСТВИЕМ СВЕТА**