

# Dualismus světla

23

Dr. Brom Jiří

Gymnázium Týn nad Vltavou

8.2.2013

Výukový materiál pro Oktávu

Přírodní vědy - Fyzika - Optika

Dualismus světla

Využití - výklad a procvičení tématu



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY

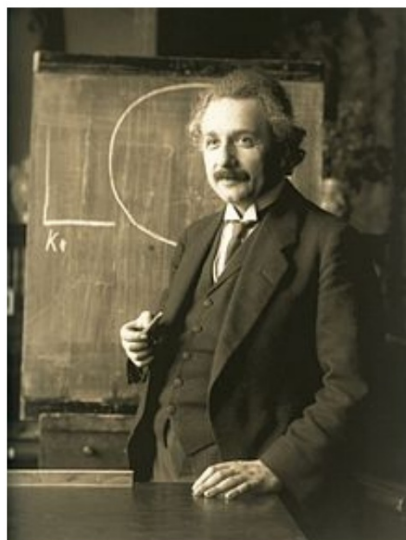


OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

## Dualismus světla

K vyřešení "ultrafialové katastrofy" nabídl M. Planck *matematický trik*. **A. Einstein** dospěl v roce 1905 na základě studia fyzikálních experimentů k hypotéze, že **kvanta světelné energie skutečně existují**. Dnes je označujeme jako **fotony**.



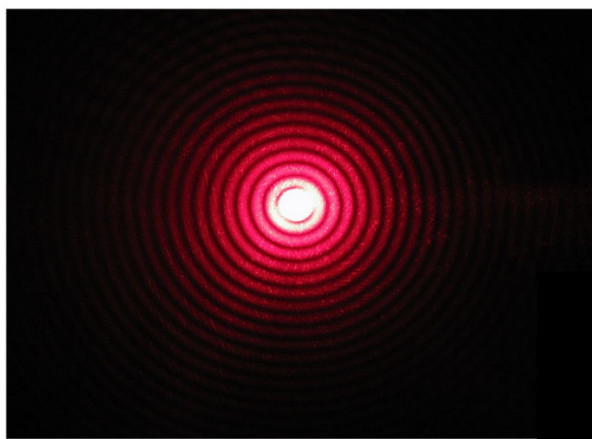
Albert Einstein in 1921

Obr.1

**Einsteinova teorie světla :**

- **světlo ( elektromagnetické záření ) má dualistický charakter** - chová se jako částice i jako vlnění současně
- částicí světla je **foton**
- rychlost fotonu je 300000km/s, klidová hmotnost je nulová
- energie fotonu  **$E = h \cdot f$**
- hybnost fotonu  **$p = E/c$**

**Vlnový popis** elektromagnetického záření vysvětloval, v souladu s experimentem, mnoho optických jevů, především **interferenci** a **difrakci**. Podle tohoto modelu se elektromagnetické záření šíří ve formě vln se spojitě rozloženou energií.



Obr.2

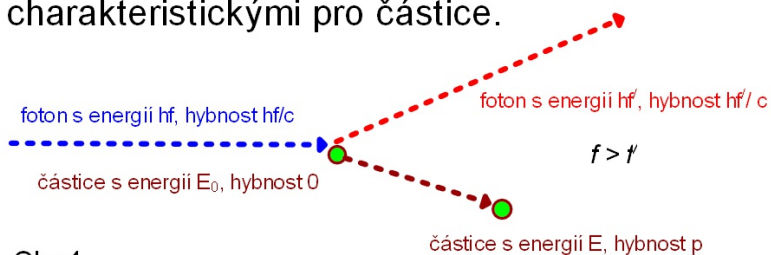
difrakce červeného laseru na bodovém otvoru

Interference na povrchu bubliny



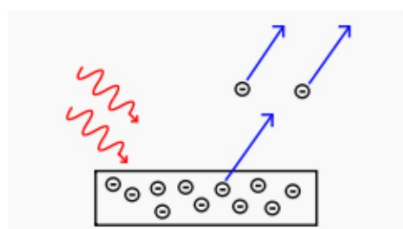
Obr.3

**Kvantový popis** elektromagnetického záření byl úspěšný při objasnění **fotoelektrického jevu** a **Comptonova jevu**. Podle představ tohoto modelu má interakce elektromagnetického záření s hmotou kvantový charakter - záření se při interakci chová jako soubor jednotlivých kvant energie - fotonů s vlastnostmi charakteristickými pro částice.



Obr.4

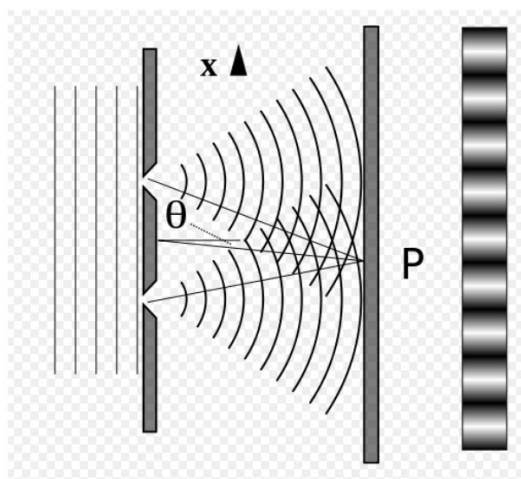
Rozptyl záření na elektronech ( Comptonův jev). Odražené záření má nižší vlnovou délku a tedy i energii.



Obr.5

Emise elektronů při ozáření látky světlem vhodné frekvence ( fotoelektrický jev ).

Dvouštěbinový experiment :



Obr. 6

**Vlnové vlastnosti** způsobují, že dopad fotonů vytváří interferenční obraz.

**Částicové vlastnosti** fotonu se projevují bodovým zčernáním. Každé bodové zčernání vyvolal právě jeden foton, který v daném místě způsobil na citlivé vrstvě fotografické emulze chemickou reakci.

**Každý jednotlivý foton má částicové i vlnové vlastnosti.** Vlnově částicový charakter chování fotonů je tedy důvodem vlnově částicových vlastností elektromagnetického záření.

Pracovní list :

1. jak se liší pojetí energetických kvant u Plancka a Einsteina ?
2. vysvětli dualistický charakter fotonu
3. jakou má foton klidovou hmotnost ?
4. jak určíme hybnost fotonu ?
5. jak určíme energii fotonu ?
6. jaké jevy dobře vysvětlila vlnová představa světla ?
7. jaké jevy vysvětlilo pojetí světla jako proudu částic ?
8. vysvětli dualismus na dvouštěrbinovém experimentu

Zdroj :

**Štoll I.: Fyzika mikrosvěta.** Nakladatelství Prometheus s.r.o, Praha, 1995.

**T.Hey,P.Walters : Nový kvantový vesmír,** nakladatelství Argo, 2005

Obrázky :

Obr.1 -[http://en.wikipedia.org/wiki/Albert\\_Einstein](http://en.wikipedia.org/wiki/Albert_Einstein)

Obr.2 -[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Laser\\_Interference.JPG](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Laser_Interference.JPG)

Obr.3 -[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Soap\\_bubble\\_sky.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Soap_bubble_sky.jpg)

Obr.5 -[http://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric\\_effect](http://en.wikipedia.org/wiki/Photoelectric_effect)

Obr.6 -<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Doubleslit.svg>