

DUM č. 12 v sadě

12. Fy-3 Průvodce učitele fyziky pro 4. ročník

Autor: Miroslav Kubera

Datum: 30.04.2014

Ročník: 4B

Anotace DUMu: Prezentace představuje obsáhlý souhrn důležitých jevů z fyziky, které neumíme vysvětlit jinak než za předpokladu, že světlo je tvořeno proudem částic.

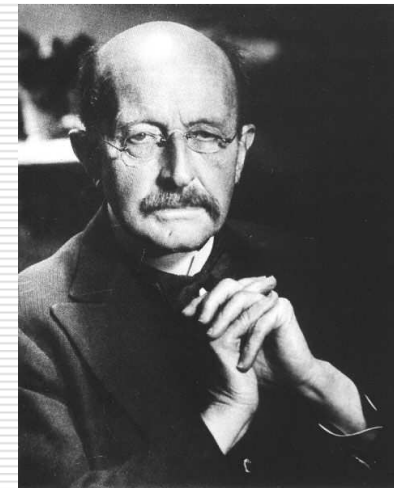
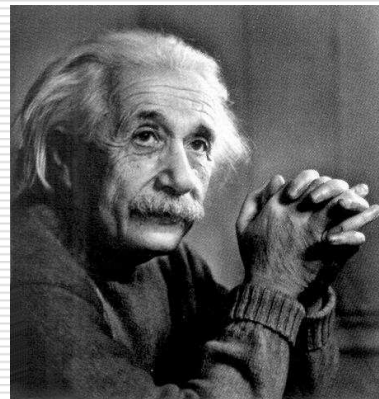
Materiály jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení. Jakékoliv další využití podléhá autorskému zákonu.



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

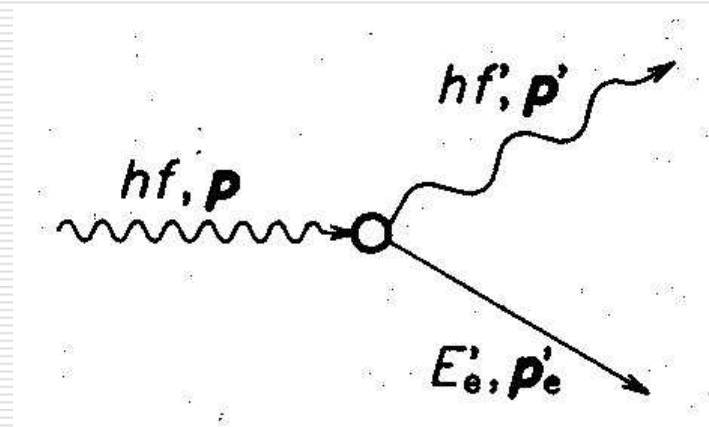
Částicový charakter světla

Mirek Kubera



Comptonův jev

- jde o rozptyl fotonů na volných elektronech
- záření, které je rozptylováno má nižší frekvenci než dopadající záření
- vysvětlení: světlo je tvořeno **fotony** (kvanty záření)



$$hf = hf' + E_e$$

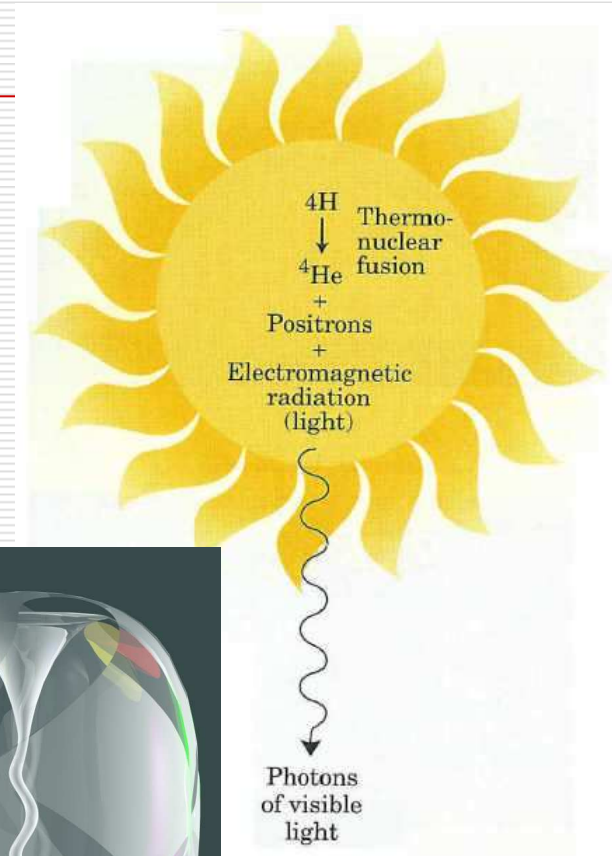
Vlastnosti fotonů

$$h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$$

- nulová klidová hmotnost
- pohybují se rychlostí světla
- přenášejí energii E , mají hybnost p :

$$E = h \cdot f \quad p = \frac{E}{c} = \frac{hf}{c} = \frac{h}{\lambda}$$

- světlo je tedy považováno za proud částic

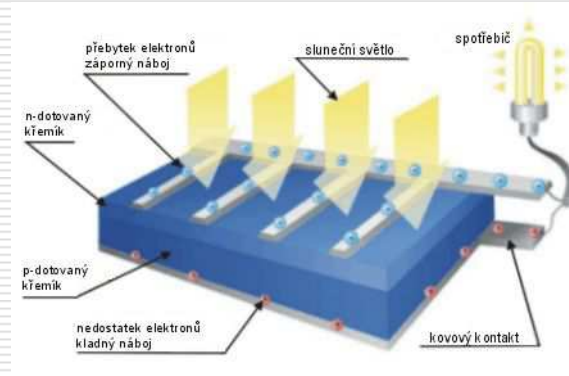
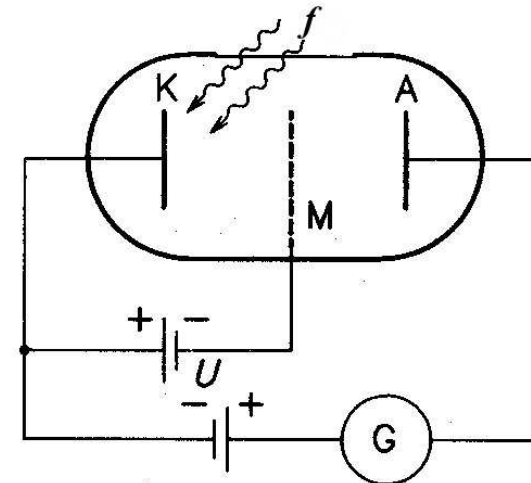


Fotoelektrický jev

- 1888 objev – Heinrich Hertz
(Alexandr Stoletov)
 - 1900 kvantová teorie – Max Planck
 - 1905 vysvětlení - Albert Einstein
 - 1916 potvrzení experimentem –
Robert A. Millikan
 - 1921 Nobelova cena – A. Einstein
-

Pozorování

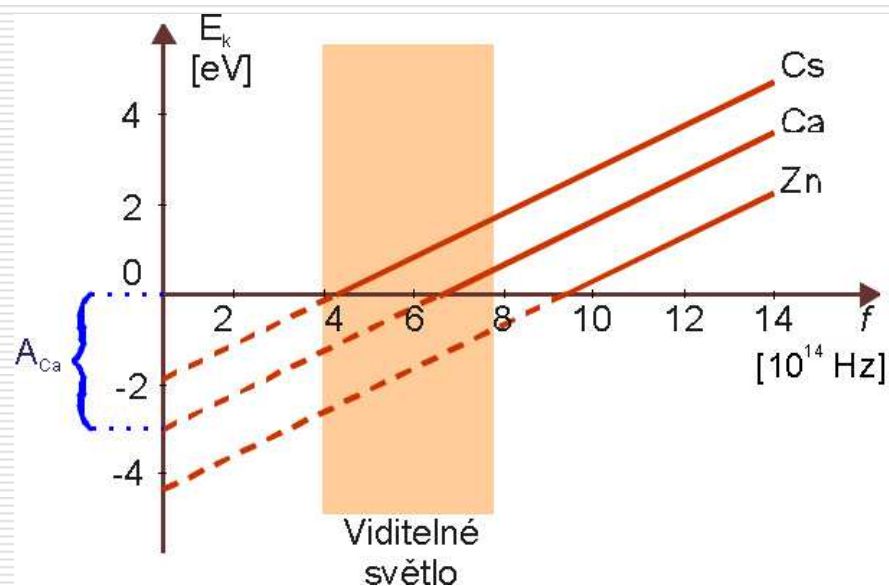
- Pro každý kov existuje **mezní frekvence f_0** , při níž dochází k fotoemisi. Je-li $f < f_0$, k fotoelektrickému jevu nedochází.
- Elektrický proud (počet emitovaných elektronů) je přímo úměrný intenzitě dopadajícího záření.
- Rychlost emitovaných elektronů (tedy i jejich kinetická energie) je přímo úměrná frekvenci dopadajícího záření, závisí na materiálu katody a nezávisí na intenzitě dopadajícího záření.



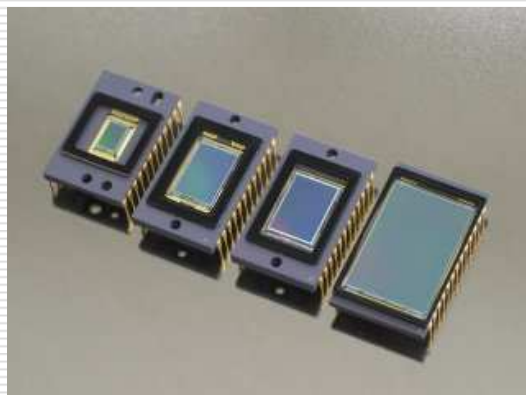
Vysvětlení

- W_V ... výstupní práce elektronu
- hf ... energie dopadajícího fotonu
- $\frac{1}{2}m_e v_e^2$... kinetická energie uvolněného elektronu

$$hf = W_V + \frac{1}{2}m_e v_e^2$$

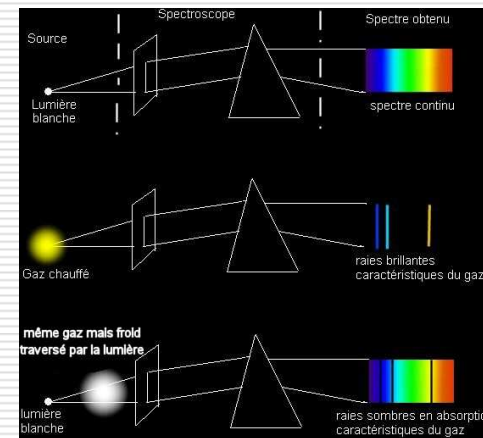
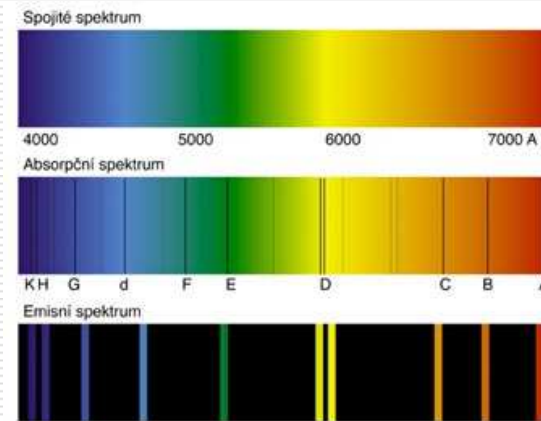


Využití



Spektroskopie

- rozkladem světla získáváme informace o jeho zdroji
- hranolový spektrometr
- mřížkový spektrometr
- emisní, absorpční spektrum

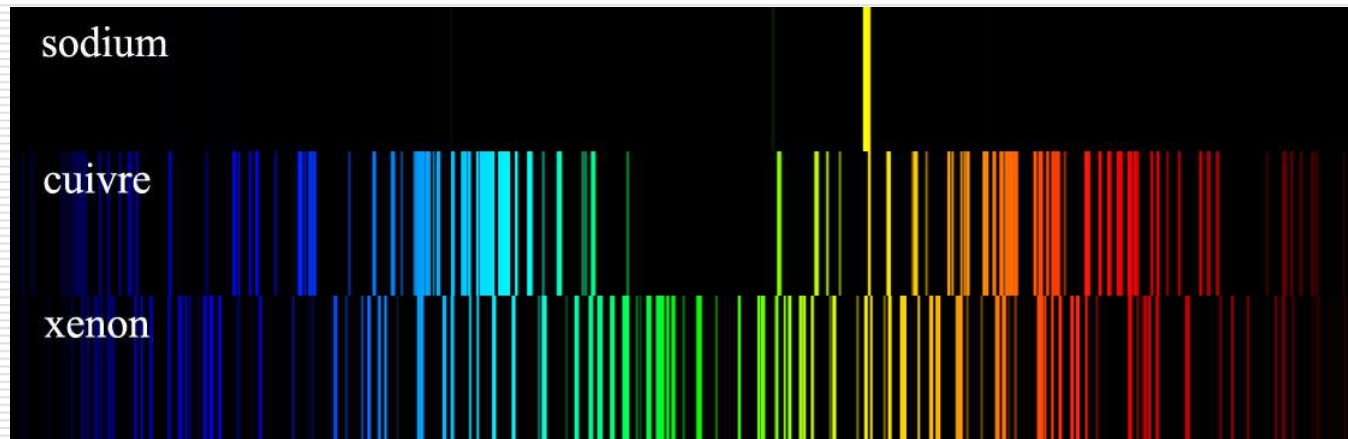


Emisní spektra prvků



- pozorujeme:
 - čarový charakter emisních spekter prvků
 - každý prvek (nebo molekula) má své jedinečné spektrum
 - naopak zahřátá tělesa (vlákno žárovky, Slunce) má spojité spektrum
-

Emisní spektra prvků



□ odkaz na simulace:

- <http://www.jf-noblet.fr/spectre2/index.htm>
-

Emisní spektra - vysvětlení

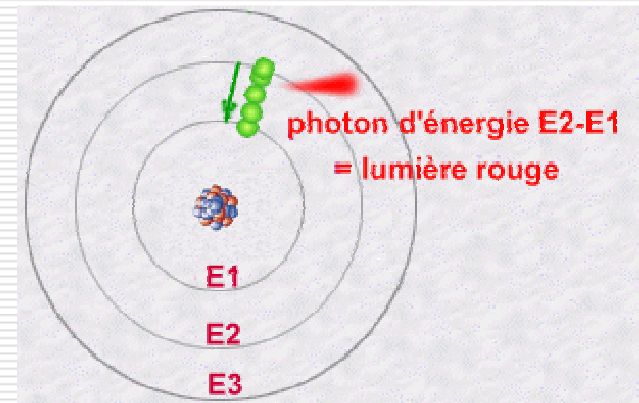


- Bohrovy podmínky kvantování:
 1. kvantování trajektorií
 2. kvantování energií
 3. emise/absorbce fotonů
-

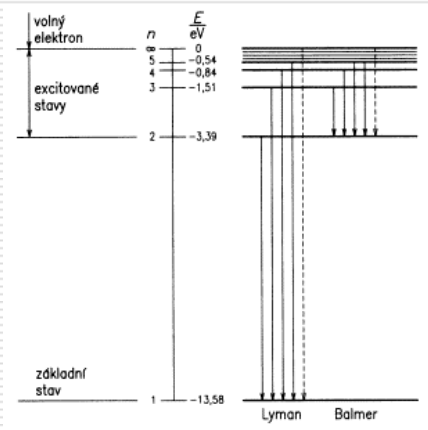
Bohrovy podmínky kvantování

- aby vysvětlil stabilitu atomů a způsob jejich záření:
 1. Elektron se pohybuje pouze na určitých trajektoriích - orbitách.
 2. Na těchto dovolených trajektoriích je jejich energie konstantní. (atom nezáří)
 3. Atom vyzařuje (pohlcuje) energii ve formě světla pouze tehdy, když energie fotonu odpovídá rozdílu mezi dvěma dovolenými energetickými hladinami (přeskok elektronu mezi hladinami).

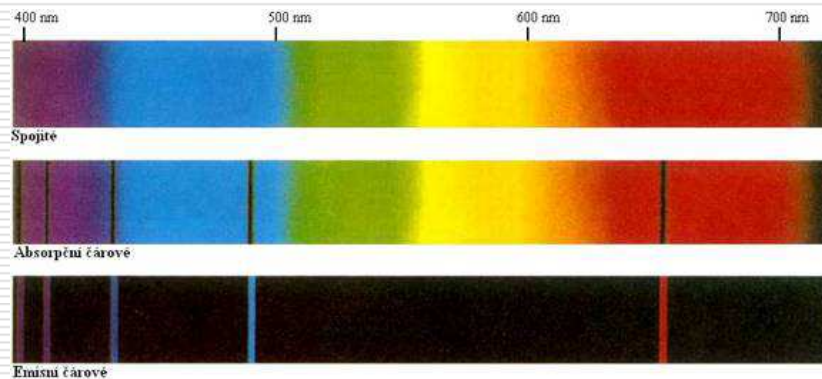
$$hf_{nm} = E_n - E_m$$



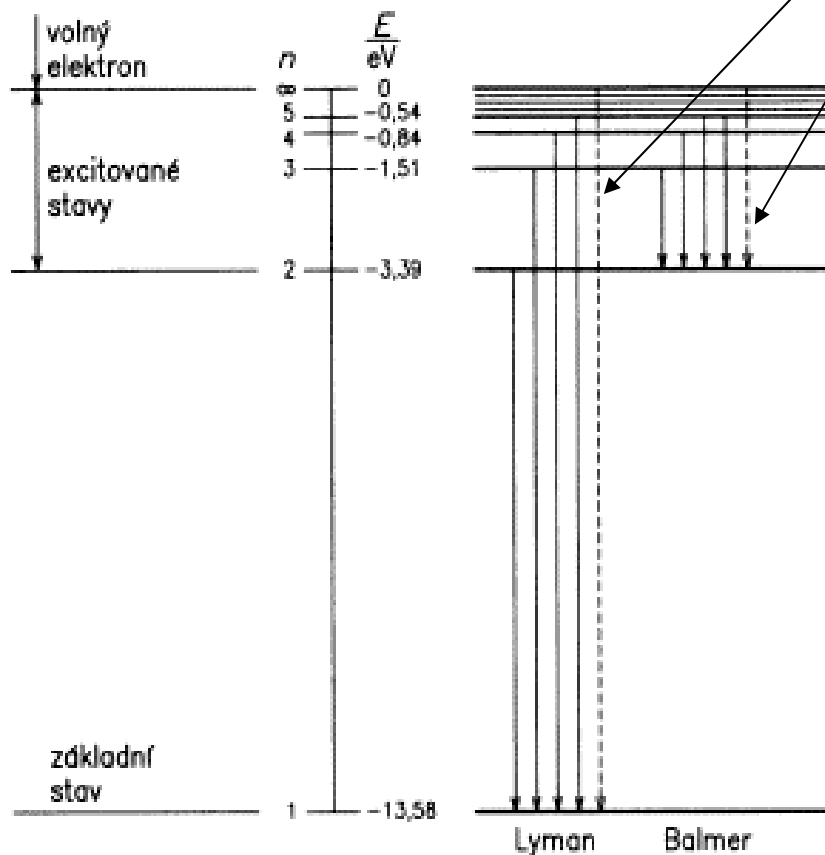
Atom vodíku



- obsahuje čtyři různé spektrální čáry (ve viditelné části spektra – Balmerova série)
- nalezneme i čáry v UV a IR oblastech (Lymanova a Paschenova série)



Atom vodíku



- energetické hladiny lze popsat vzorcem: $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$
 - 13,6 eV je ionizační energie vodíku
 - n ... hlavní kvantové číslo
- atom září při přeskoku elektronu z jedné hladiny na nižší – výpočet...

další série leží v IR: Paschenova, Bracketova, Pfundova

Výpočet vlnové délky spektrálních čar vodíku

$$hf_{nm} = E_n - E_m$$

$$E_n = -\frac{13,6}{n^2}$$

$$\lambda_{nm} = \frac{hc}{13,6} \cdot \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)^{-1}$$

- vyjdeme z třetí podmínky kvantování
 - použijeme vztah pro energii atomu vodíku
 - vyjádříme vlnovou délku spektrální čáry
-

Výpočet vlnové délky spektrálních čar vodíku

n	m	E_n (eV)	E_m (eV)	$E_m - E_n$ (eV)	λ (nm)	
2	1	-3,40	-13,60	-10,20	121,6	U.V.
3	1	-1,51	-13,60	-12,09	102,6	Lyman
4	1	-0,85	-13,60	-12,75	97,3	
5	1	-0,54	-13,60	-13,06	95,0	
6	1	-0,38	-13,60	-13,22	93,8	
3	2	-1,51	-3,40	-1,89	656,8	viditelná oblast
4	2	-0,85	-3,40	-2,55	486,5	Balmer
5	2	-0,54	-3,40	-2,86	434,4	
6	2	-0,38	-3,40	-3,02	410,5	
4	3	-0,85	-1,51	-0,66	1876,6	I.R.
5	3	-0,54	-1,51	-0,97	1282,8	Paschen
6	3	-0,38	-1,51	-1,13	1094,7	
5	4	-0,54	-0,85	-0,31	4054,4	I.R.
6	4	-0,38	-0,85	-0,47	2627,2	Brackett

Emisní spektra prvků - závěr

- spektra jsou čarová, protože každé čáře odpovídá přeskok elektronu mezi dvěma dovolenými energetickými hladinami
 - každý prvek má jiné rozložení energetických hladin, proto jsou spektra prvků jedinečná
 - emisní a absorpční spektra se doplňují (to, co je vyzářeno, může být za jiných podmínek absorbováno)
-

Spektroskopie - využití

☐ astronomie:

- určování složení hvězd

- určování teploty hvězd

- určování rychlosti hvězd

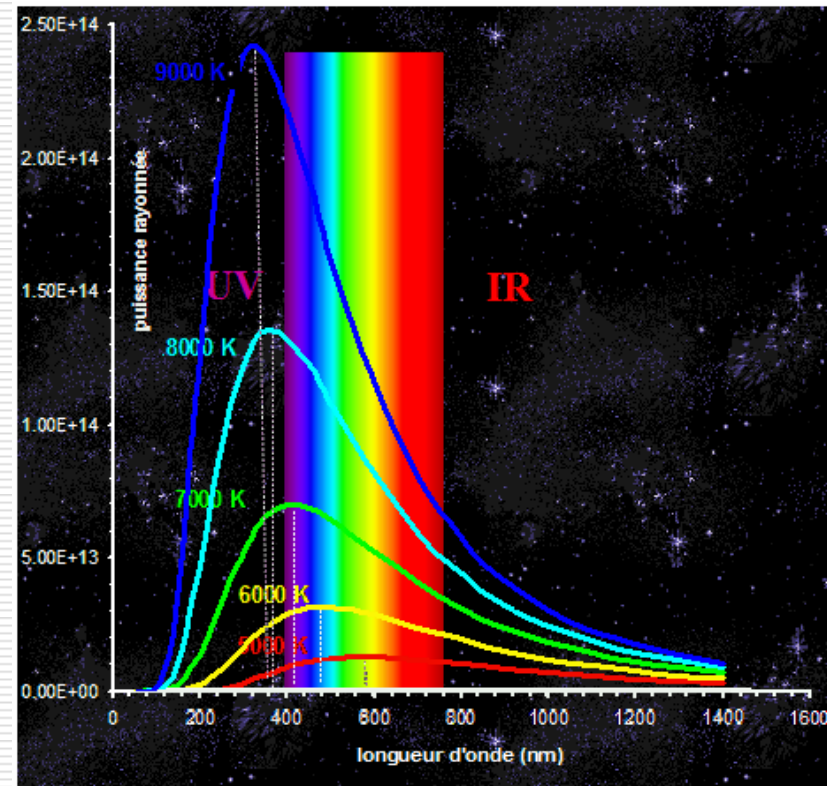
- ☐ <http://www.jf-noblet.fr/noir2/index.htm>

☐ jakýkoliv technický obor:

- určování složení látek

Záření absolutně černého tělesa

- Wiennův posunovací zákon
- Stefan-Boltzmannův zákon
- <http://webphysics.davidson.edu/Applets/BlackBody/intro.html>



Další zajímavé odkazy

- ❑ velmý dobrý web o astronomii

<http://astronomia.zcu.cz/hvezdy/charakteristika/6/>

- ❑ simulace Borova atomu (ENG)

<http://www.colorado.edu/physics/2000/quantumzone/bohr.html>

- ❑ kvantová optika jednoduše (FRA)

<http://molaire1.club.fr/quantic.html>

- ❑ spektrální charakteristiky prvků

http://www.aldebaran.cz/applets/fy_spectral/spectral.html
