

17. Quantum Light Dimmer

If you put a flame with table salt added in front of a vapour sodium lamp, the flame casts a shadow. The shadow can become lighter, if the flame is put into a strong magnetic field. Investigate and explain the phenomenon.

17. Kvantový stmívač

Přidáme-li do plamene umístěného před sodíkovou výbojkou kuchyňskou sůl, bude plamen vrhat stín. Tento stín může zesvětlát, pokud je plamen umístěn do silného magnetického pole. Prozkoumejte a vysvětlete tento jev.

Ukázka jevu

- <https://www.youtube.com/watch?v=F0LWtieip9E>

Sodíková výbojka

- Vysokotlaká sodíková výbojka

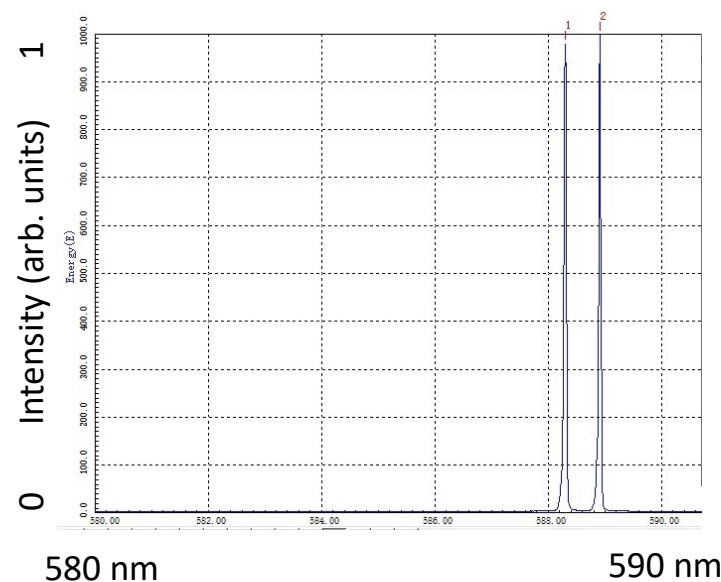
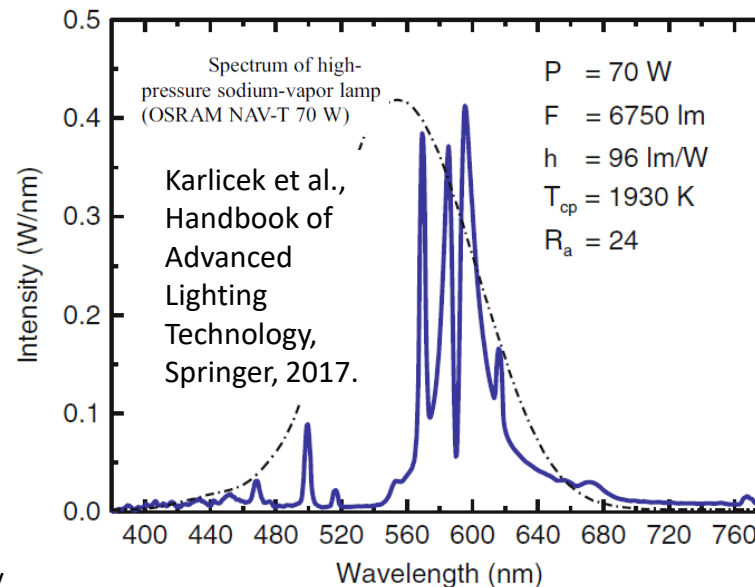
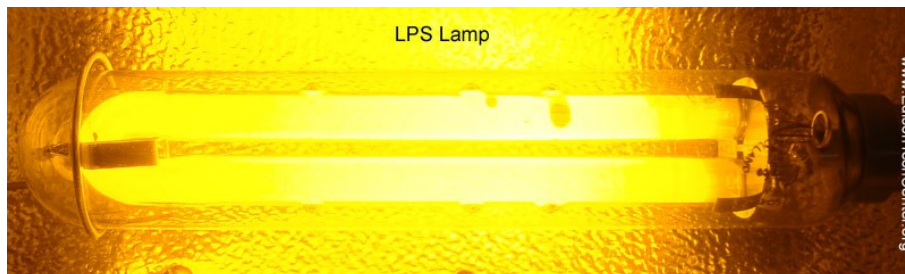


Obrázek převzat z <https://www.producegrower.com/article/lighting-using-and-maintaining-high-pressured-sodium-lamps-in-greenhouses/>

- Nízkotlaká sodíková výbojka

– Hlavní emitované čáry:

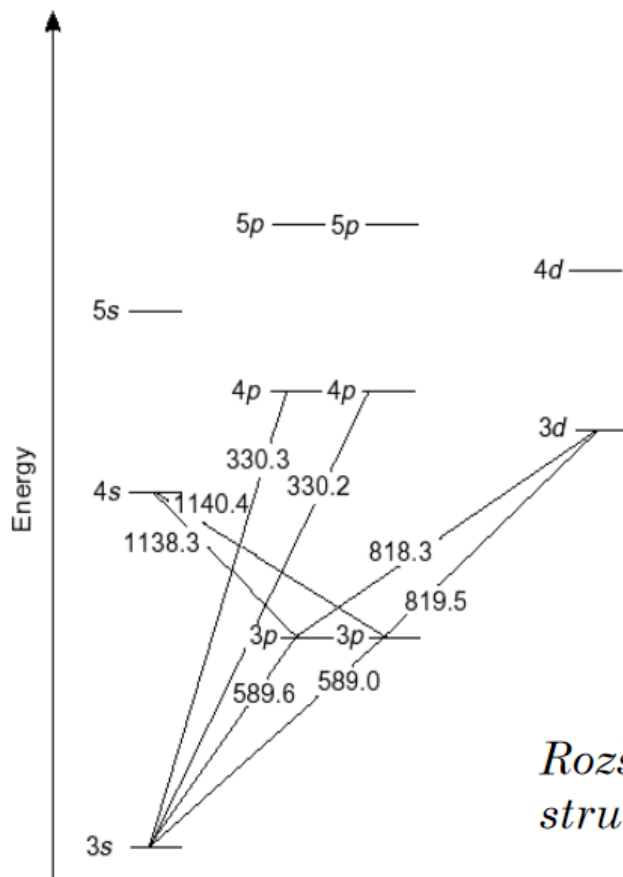
589.0 a 589.6 nm



Obrázek upraven z <https://lambdasys.com/products/detail/112>

ATOMOVÁ ABSORPČNÍ SPEKTRA

Na s elektronovou konfigurací [Ne] 3s¹ (1 val. e⁻)



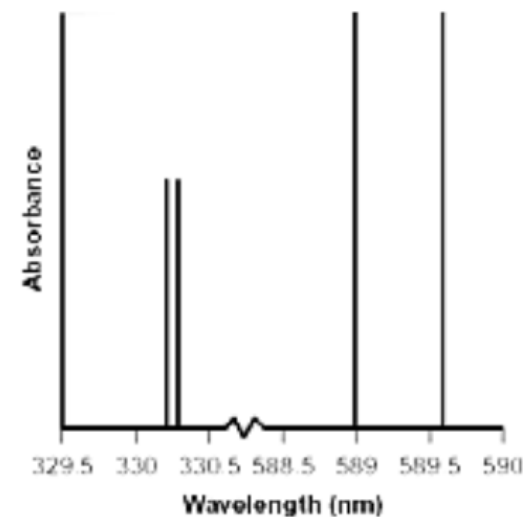
Absorpce fotonu je spojena s excitací e⁻ do atomového orbitalu s vyšší E.

Povolený přechod (výběrové pravidlo):

$$\Delta L = \pm 1$$

povolené s → p

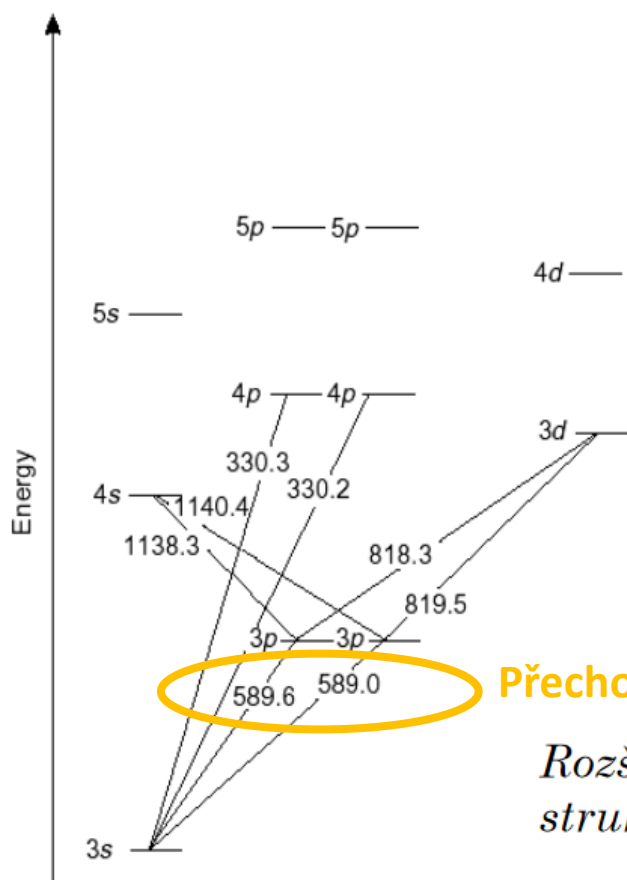
zakázané s → d



Rozštěpením hladin vzniká násobná struktura (multiplicita): dublety, triplety, ...

ATOMOVÁ ABSORPČNÍ SPEKTRA

Na s elektronovou konfigurací [Ne] 3s¹ (1 val. e⁻)



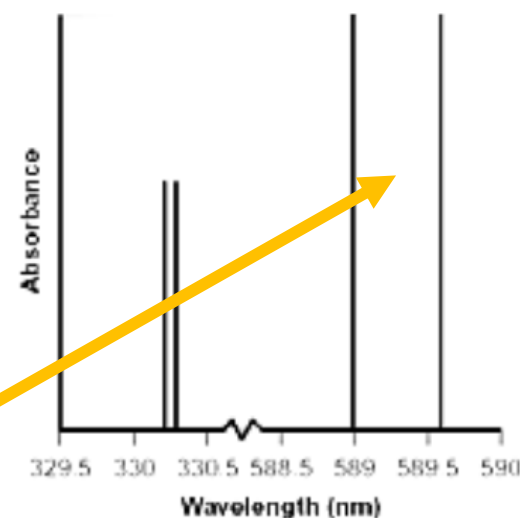
Absorpce fotonu je spojena s excitací e⁻ do atomového orbitalu s vyšší E.

Povolený přechod (výběrové pravidlo):

$$\Delta L = \pm 1$$

povolené s → p

zakázané s → d



Přechod 3s → 3p

Rozštěpením hladin vzniká násobná struktura (multiplicita): dublety, triplety, ...

Chování atomárního sodíku (za nízkého tlaku)

- Vybuzený sodík září
- Sodík v základním stavu absorbuje
- Oba procesy probíhají na stejných vlnových délkách → sodík se jeví jako nepropustný

Vliv magnetického pole

- Zeemanův jev
 - Magnetický moment interaguje s magnetickým polem
 - Štěpení energetických hladin v magnetickém poli
- Magnetickým polem lze posunovat polohu absorpční čáry → dojde ke zprůhlednění

Otázky

- Odhadněte, o kolik se rozštěpí spektrální čáry vlivem magnetického pole 0.1 T.
- Jak moc ovlivňuje (atmosférický) tlak polohu a šířky spektrálních čar sodíku? Zkuste nalézt v literatuře...

Otázky

- Odhadněte, o kolik se rozštěpí spektrální čáry vlivem magnetického pole 0.1 T.
- Jak moc ovlivňuje (atmosférický) tlak polohu a šířky spektrálních čar sodíku? Zkuste nalézt v literatuře...
- Odpověď: očekávejte velmi malé rozštěpení, a tedy i slabý vliv na propustnost. Čím více materiálu (sodíku), tím větší změnu propustnosti můžete dosáhnout.

Co je nezbytné

- Obstarat
 - Silný magnet
 - Nízkotlakou sodíkovou výbojku
 - Fotodetektor
- Aparatura
 - Stabilní plamen (Bunsenův kahan, možná stačí i lihový kahan)
 - Kontrolované přidávání soli

Co dělat ve školních/domácích podmínkách

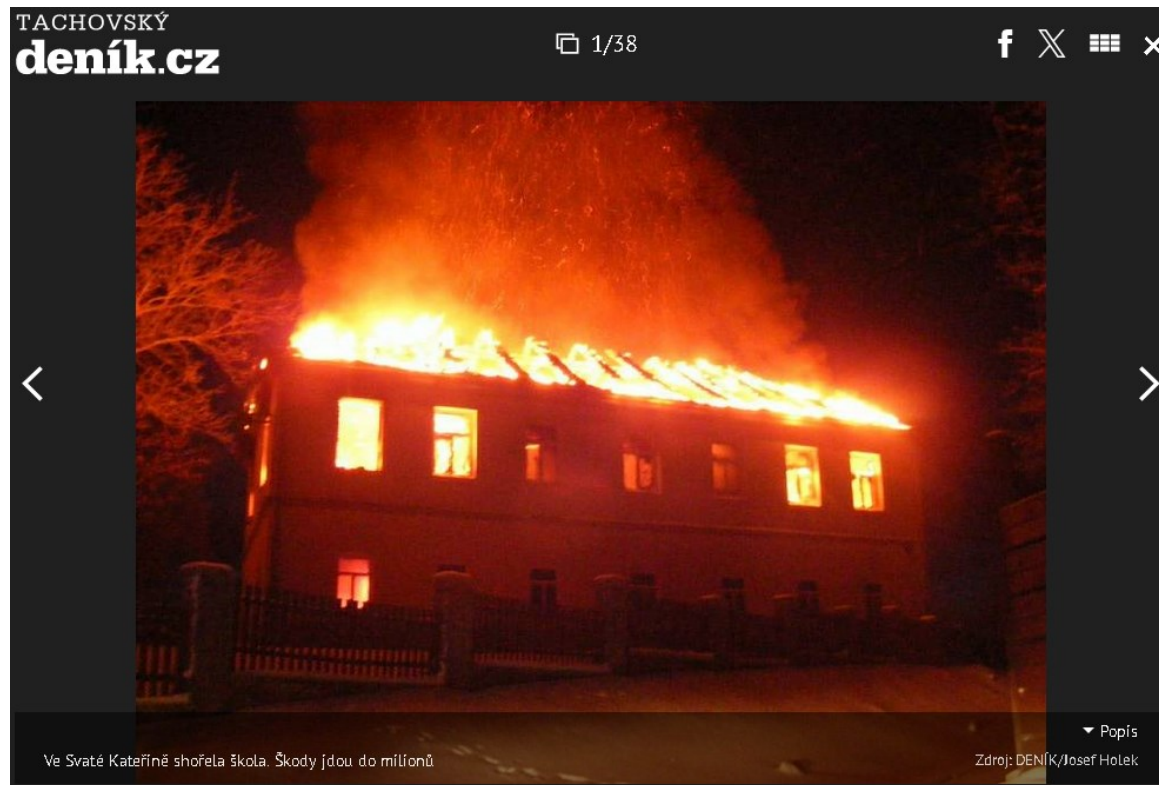
- Zkusit jev pozorovat (oko je mnohdy překvapivě citlivé)
- Kvantitativně: zkusit změřit propustnost plamene v závislosti na magnetickém poli
 - Experiment za tmy, kvůli potlačení pozadí
 - Pozor na nestability plamene
 - Opakovaná měření
 - Vložením magnetu je ovlivněno proudění a plamen se také může změnit
 - Ověřit vložením obdobného, nemagnetického materiálu

Co s touto úlohou v laboratorních podmínkách

- Mohl by fungovat fázově citlivý zesilovač (lock-in)
 - Rotující kotouč s magnetem: periodicky mění magnetické pole
 - Lock-in zesiluje pouze odpovídající frekvenční komponentu
 - potlačuje šum pozadí i fluktuace plamene, proudění atd.
- Pokročilejší experimenty asi jedině se spektrometrem s vysokým rozlišením

Bezpečnost při práci s ohněm

- Plamen nikdy (ani krátkodobě) nenechávat bez dozoru
- Bez plamene prozkoušet manipulaci s magnety a dalšími prvky
- Pozor při experimentování ve tmě
 - Hořák fixovat
 - Ještě jednou prozkoušet zamýšlené manipulace



Vybavení k dispozici v naší laboratoři

- Vlákňový spektrometr pro viditelnou oblast
 - Omezené rozlišení (1 nm???)
- Permanentní magnet – kvádr, 0.7(???) Tesla
- Lock-in zesilovač SR830

