

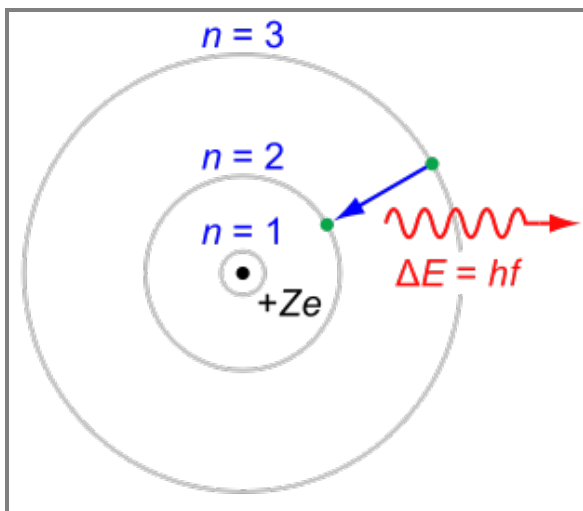
PSK1-14

Název školy:	Vyšší odborná škola a Střední průmyslová škola, Božetěchova 3
Autor:	Ing. Marek Nožka
Anotace:	Optické zdroje a detektory
Vzdělávací oblast:	Informační a komunikační technologie
Předmět:	Počítačové sítě a komunikační technika (PSK)
Tematická oblast:	Principy přenosu informací
Výsledky vzdělávání:	Žák popisuje fyzikální princip funkce optických zdrojů a detektorů
Klíčová slova:	laser, led, emise
Druh učebního materiálu:	Online vzdělávací materiál
Typ vzdělávání:	Střední vzdělávání, 3. ročník, technické lyceum
Ověřeno:	VOŠ a SPŠE Olomouc; Třída: 3L
Zdroj:	Vlastní poznámky, Wikipedia, Wikimedia Commons

Optické zdroje a detektory

Bohrův model atomu

- Bohrův model atomu



Atom se skládá z velmi hmotného jádra a lehkých elektronů v obalu atomu.

- Elektrony se pohybují po kružnicových trajektoriích -- **hladinách**, na nichž nevyzařují žádné elektromagnetické záření.
- Při přechodu z jedné hladiny na druhou elektron vyzáří nebo pohltí právě 1 foton.
- Stav elektronu v Bohrově atomu (vodíku) lze popsat jediným kvantovým číslem n , které můžeme interpretovat jako číslo hladiny.
- Čím jsou elektrony dál od jádra, tím mají větší energii.

Emise

- Stimulovaná emise
- Laser
- LED
- Laserová dioda

Aby elektron přešel z jedné hladiny na druhou, musí mu být předána, nebo musí ztratit energii odpovídající energetické vzdálenosti těchto hladin. Pokud elektron přejde -- excituje, z nižší hladiny na vyšší nachází se v excitovaném stavu.

V excitovaném stavu elektron nezůstane, ale po krátkém čase se vrátí zpět na svou původní energetickou hladinu. Tento ztráta energie se projeví vyzářením fotonu. Tento jev se označuje jako **emise**.

Vztah mezi energií a vlnovou délkou (frekvencí) lze vyjádřit následujícími vztahy:

$$E = h \cdot f$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

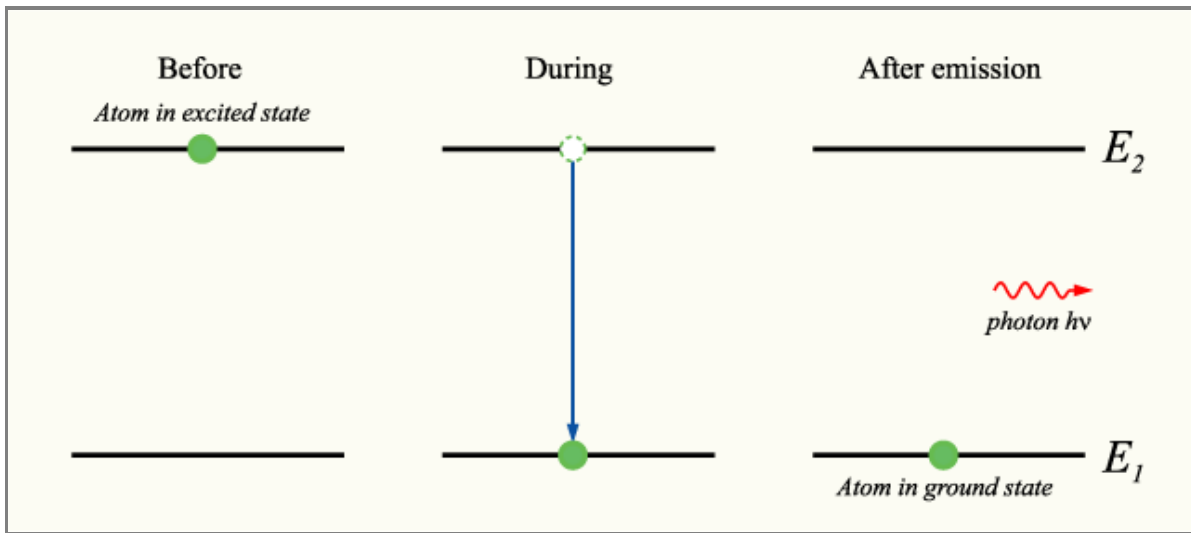
Kde E je energie, h je Planckova konstanta, f je frekvence, c je rychlost světla, λ je vlnová délka.

V kvantové fyzice se frekvence často označuje řeckým písmenem ν [nů].

$$E = h\nu$$

Spontánní emise

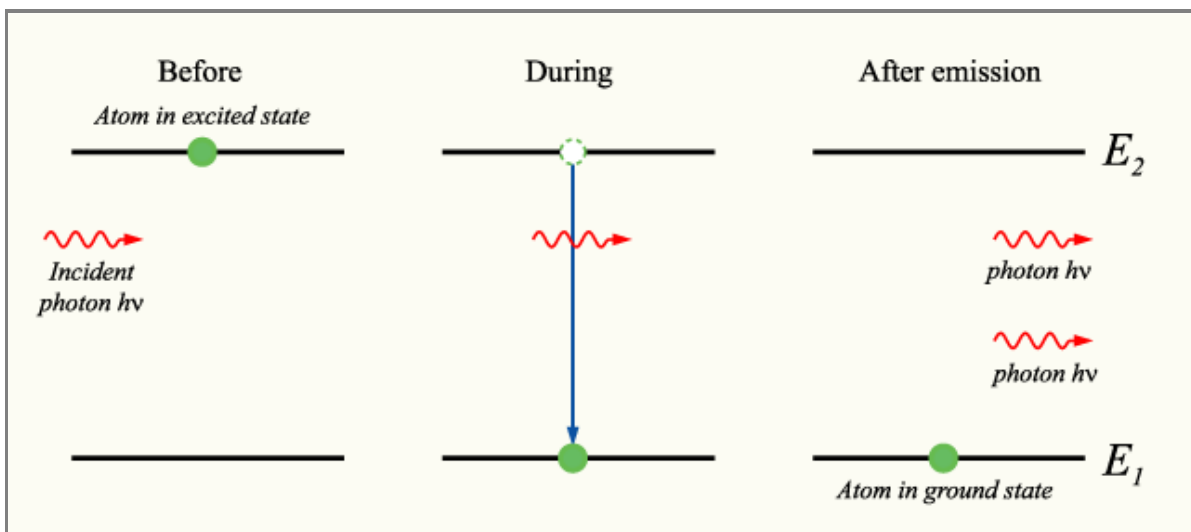
- Spontánní emise



V excitovaném stavu setrvává soustava jen po velmi krátkou dobu, řádově $10^{-3} - 10^{-7}$ s. Poté se prázdné místo na nižší energetické hladině zaplní -- dojde k emisi fotonu. Takto spontánně vyzářený foton má náhodný směr, fázi a polarizaci. Světlo generované spontánní emisí nazýváme luminiscencí či fluorescencí.

Stimulovaná emise

- Stimulovaná emise

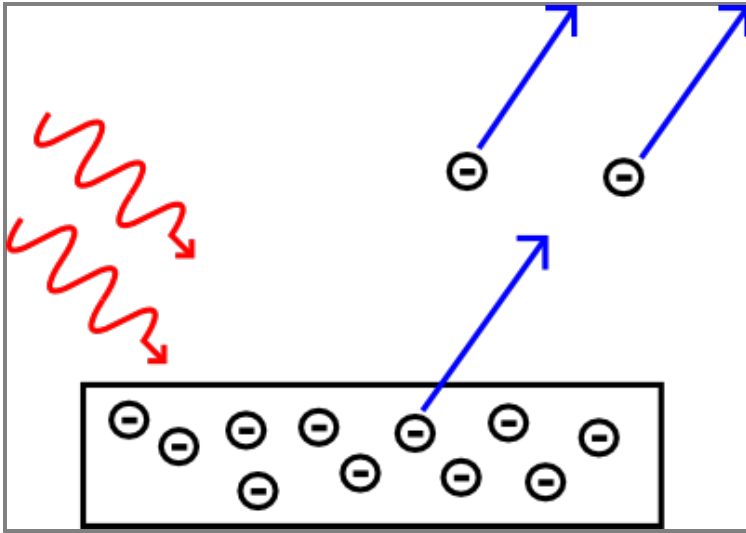


Stimulovaná (též vynucená či indukovaná) emise je kvantový jev, při kterém dopadající částice (nejčastěji foton) stimuluje přechod excitovaného elektronu do základního stavu za současného vyzáření částice o stejných vlastnostech jako má částice stimulující.

Ke stimulované emisi dochází tehdy, přijde-li do excitované soustavy (tedy dříve, než dojde ke spontánní emisi) foton o energii rovné rozdílu energetických hladin (tedy o energii $E = h\nu = E_2 - E_1$). V tom případě tento foton stimuluje přechod soustavy do základního stavu a je vyzářen **další foton, jenž má stejnou vlnovou délku (energií), polarizaci a směr jako foton stimulující.**

Fotoelektrický jev

- Fotoelektrický jev



Fotoelektrický jev či fotoefekt je fyzikální jev, při němž jsou elektrony uvolňovány (vyzařovány, emitovány) z látky (nejčastěji z kovu) v důsledku absorpce elektromagnetického záření (např. rentgenové záření nebo viditelného světla) látkou. Emitované elektrony jsou pak označovány jako fotoelektrony a jejich uvolňování se označuje jako fotoelektrická emise (fotoemise).

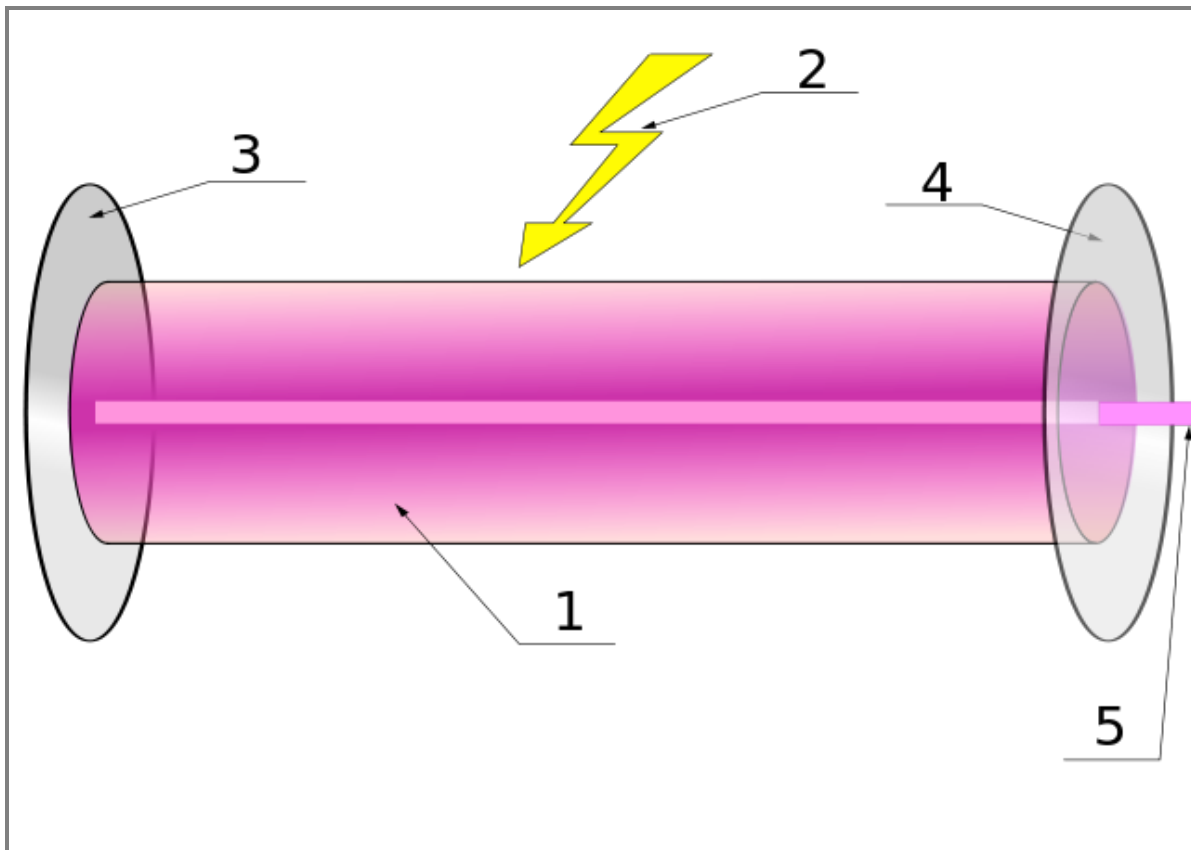
Pokud jev probíhá na povrchu látky, tzn. působením vnějšího elektromagnetického záření se elektrony uvolňují do okolí látky, hovoří se o vnějším fotoelektrickém jevu.

Fotoelektrický jev však může probíhat i uvnitř látky, kdy uvolněné elektrony látku neopouští, ale zůstávají v ní jako **vodivostní elektrony**. V takovém případě se hovoří o vnitřním fotoelektrickém jevu.

Pokud na látku dopadají elektrony, které způsobují vyzařování fotonů, mluví se o inverzním (obráceném) fotoelektrickém jevu.

Laser

- Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation
- Laser



(1.) Aktivní prostředí (2.) Čerpání aktivního prostředí (3.) Odrazné zrcadlo (4.) Polopropustné zrcadlo (5.) Laserový paprsek

Zdrojem energie, který může představovat například výbojka, je do aktivního média dodávána ("pumpována") energie. Ta energeticky vybudí elektrony aktivního prostředí ze základní energetické hladiny do vyšší energetické hladiny, dojde k tzv. excitaci. Takto je do vyšších energetických stavů vybudena většina elektronů aktivního prostředí a vzniká tak tzv. inverze populace.

Při opětovném přestupu elektronu na nižší energetickou hladinu dojde k vyzaření (emisi) kvanta energie ve formě fotonů. Tyto fotony následně interagují s dalšími elektrony inverzní populace, čímž spouštějí tzv. stimulovanou emisi fotonů, se stejnou frekvencí a fází, i u nich.

Díky umístění aktivní části laseru do rezonátoru, tvořeného například zrcadly, dochází k odrazu paprsku fotonů a jeho opětovnému průchodu prostředím. To dále podporuje stimulovanou emisi, a tím dochází k exponenciálnímu zesilování toku fotonů. Výsledný světelný svazek pak opouští rezonátor průchodem skrze výstupní polopropustné zrcadlo.

LED

- Light-Emitting Diode
- LED

Prochází-li přechodem P-N diody elektrický proud v propustném směru, dochází k rekombinaci elektronů a děr. Volný elektron přejde z vodivostního pásu na energetickou hladinu v atomovém obalu. Tento přechod (emise) vyzařuje (emituje) nekoherentní světlo s úzkým spektrem.

Pásmo spektra záření diody je závislé na chemickém složení použitého polovodiče. LED jsou vyráběny s pásmy vyzařování od ultrafialových, přes různé barvy viditelného spektra, až po infračervené pásmo. Poměrně dlouho trval vývoj modré LED, která umožnila vznik moderních velkoplošných barevných obrazovek, a v té souvislosti i bílé vysocesvítivé LED, které se používají hlavně jako zdroje světla v různých svítelnách a světlomotech a dále k podsvícení displejů z tekutých krystalů.

Z principu funkce LED vyplývá, že nelze přímo emitovat bílé světlo – starší bílé zářící diody většinou obsahují trojici čipů vybíraných tak, aby bylo aditivním míšením v rozptýlném materiálu vrchlíku obalu diody dosaženo vjemu bílého světla.

Laserová dioda

- Laserová dioda

Laserová dioda nebo též polovodičový laser je polovodičová dioda, na jejímž PN přechodu dochází k přeměně elektrické energie na světlo. Na rozdíl od LED diod se generuje světlo odpovídající svými vlastnostmi světlu laseru, tj. má výrazně užší spektrum (je výrazně monochromatické), je koherentní atp.).

Funkce laserové diody je stejně jako funkce ostatních laserů založena na procesu stimulované emise. Aktivním prostředím je zde okolí PN přechodu, kde dochází k injekci elektronů a děr. Doba života elektronů a děr je pro polovodičové materiály typicky několik nanosekund. Poté dojde k rekombinaci za současného vyzáření fotonu v náhodném směru a o náhodné fázi a polarizaci

Ke stimulované emisi dochází v případě, že do prostředí přijde foton s energií rovnou rozdílu příslušných energetických hladin ještě předtím, než dojde k rekombinaci (a případné spontánní emisi). V takovém případě tento foton stimuluje přechod elektronu do nižší energetické hladiny a tedy i emisi dalšího fotonu, tentokrát stejného směru, fáze i polarizace jako má foton stimulující.

Důležitým parametrem laserové diody souvisejícím se stimulovanou emisí je tzv. **prahový proud** (40 až 240 mA) Pod hodnotou prahového proudu dochází pouze ke spontánní emisi a tedy ke generaci nekoherentního záření, naopak s proudem, který přesáhne prahovou hodnotu, prudce vzrůstá výkon diody a dochází ke stimulované emisi a produkuje se koherentní záření.

prahový proud roste s teplotou přibližně 15 % na 1°C.

Stejně jako u ostatních typů laserů i zde je třeba optického rezonátoru, kde dochází k zesílení světelného záření díky stimulované emisi. U laserových diod plní roli zrcadel odštípnutí krystalu v krystalografických rovinách

-
- Fotočkánek
 - LED
 - Laserová dioda
 - Laser

