

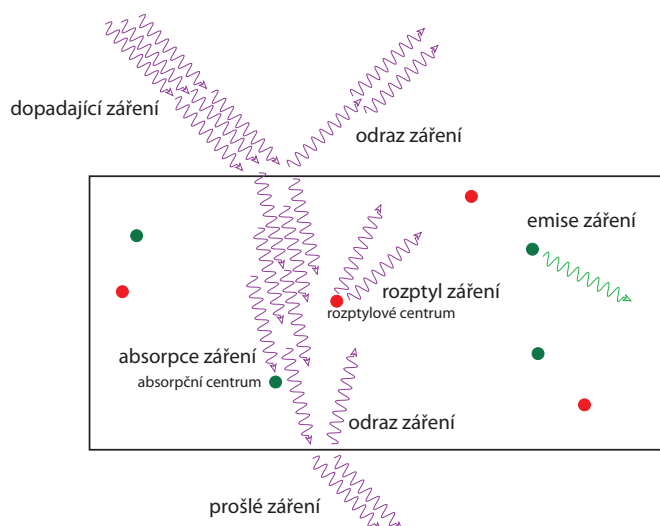
## Úloha č. 7: Absorpce a emise světla

jarní semestr 2022

## 1 Interakce světla s látkou

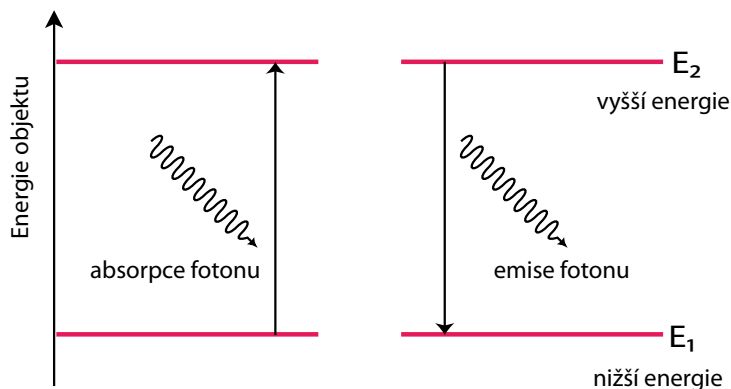
Pokud posvítíme světlem známé intenzity na vzorek látky, ať už plynné, kapalně či pevné, která alespoň částečně světlo propouští, a změříme intenzitu světla prošlého skrz vzorek, asi nás nepřekvapí, když intenzita za vzorkem bude menší než intenzita světla dopadajícího. Protože však intenzitu často měříme jen v určitém rozmezí vlnových délek a navíc i sama látka může být zdrojem záření, výsledná naměřená intenzita za vzorkem může být dokonce i větší. Obecně v látce běžně existují tyto procesy odpovídající za změnu intenzity:

- absorpce záření v objemu materiálu – předávání energie záření látce, z níž vzorek pochází,
- emise záření z objemu materiálu – vyzáření energie látky ve formě elektromagnetického vlnění,
- rozptyl záření – změna směru šíření záření v látce,
- odraz na rozhraních látka-okolní prostředí. Každé rozhraní (myšleno rozhraní mezi dvěma prostředími s různým indexem lomu) dopadající světlo částečně odráží a částečně propouští. Toho si můžeme lehce všimnout například u vodní hladiny, kdy pozorujeme odlesky slunečního světla, tj. odražené paprsky a současně dno osvětlené slunečními paprsky, které musely nejprve rozhraním vzduch-voda projít.



Obrázek 1: Procesy v látce

Uvedené procesy jsou schématicky znázorněny na obrázku 1. Při jejich popisu nevystačíme pouze s Maxwellovou představou světla jako elektromagnetického vlnění, ale musíme přijmout jeho kvantový charakter. Jako první použil kvantový model světla Max Planck (1900) a s jeho úspěchem



Obrázek 2: Absorpce a emise fotonu

při vysvětlení spektrální charakteristiky záření černého tělesa započala éra nové disciplíny fyziky – kvantové mechaniky.

Co to znamená, že světlo je kvantováno? To znamená, že světlo může vznikat (emise) a nebo zanikat (absorpce) pouze po určitých porcích – kvantech – které nazýváme fotony. Tento fakt má zajímavé důsledky.

K uvolnění energie vyzářením fotonu (popř. přijetím energie absorpcí fotonu) může dojít tehdy, když nějaký systém svoji energii změní, tj. přejde ze stavu s jednou energií do stavu s energií druhou, viz obr. 2.

Energiové stavy také nazýváme energiové hladiny. Ze zákona zachování je zřejmé, že energie fotonu je rovna rozdílu energií dvou hladin, mezi kterými došlo k přechodu, tj.

$$h\nu = E_2 - E_1 \quad (1)$$

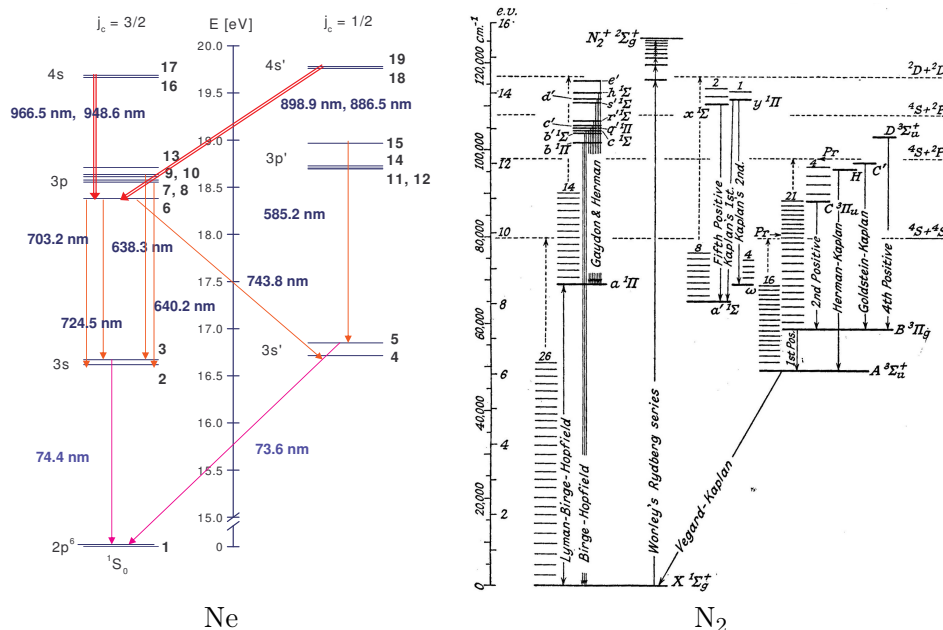
V další části se podíváme na uvedené procesy podrobněji.

## 1.1 Absorpce

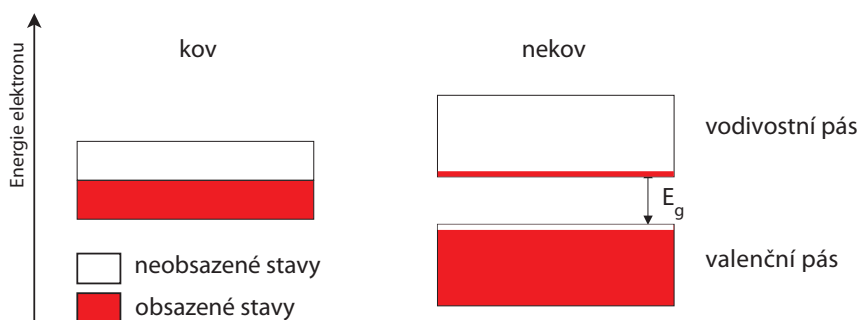
Pokud má látka absorbovat světlo (nebo obecně elektromagnetické záření), musí v ní existovat systém, který může změnit svoji energii o hodnotu energie dopadajícího fotonu. V látce se záření může absorbovat různými mechanismy:

1. Na elektronech. Energiové stavy elektronů mohou být tvořeny buď diskrétními hladinami (ve volných atomech, popř. molekulách) anebo pásy (viz pásová teorie pevných látek).
2. Na kmitajících atomech. Absorbovaný foton rozkmitá atomy „pružně“ spojené chemickou vazbou. Takto se mohou rozkmitat atomy ve volné molekule (například molekula  $\text{CO}_2$  v plynu) nebo atomy v krystalové mříži. Vlastní frekvence těchto kmitů jsou v řádu  $10^{13}$  Hz, což typicky odpovídá infračervenému záření.
3. Na rotujících molekulách. V plynné fázi mohou molekuly volně rotovat. Jsou-li polární, tj. mají-li dipólový moment (typicky heteronukleární molekuly) jako např.  $\text{H}_2\text{O}$  či  $\text{NH}_3$ , mohou být molekuly při absorpci fotonu elektrickým polem vlny roztáčeny nebo mohou emisí fotonu pole generovat. Absorpce a emise záření spojené pouze se změnou rotačního stavu molekul lze pozorovat v mikrovlnné oblasti. Ke změně rotace molekul však dochází i při jejich rozkmitávání a při změně stavu elektronu v molekule (první dva případy).

Příklad struktury diskrétních hladin v atomu a molekule je na obrázku 3. Rozdíl energií jednotlivých elektronových hladin bývá běžně několik eV, atomy tak absorbují a emitují záření v UV, viditelné a blízké IR oblasti. Omezený počet hladin je příčinou omezeného počtu přechodů mezi nimi, a tedy i vlnových délek, na kterých atom může absorbovat záření. Protože molekula



Obrázek 3: Hladiny a přechody mezi hladinami atomu neonu a molekuly dusíku.

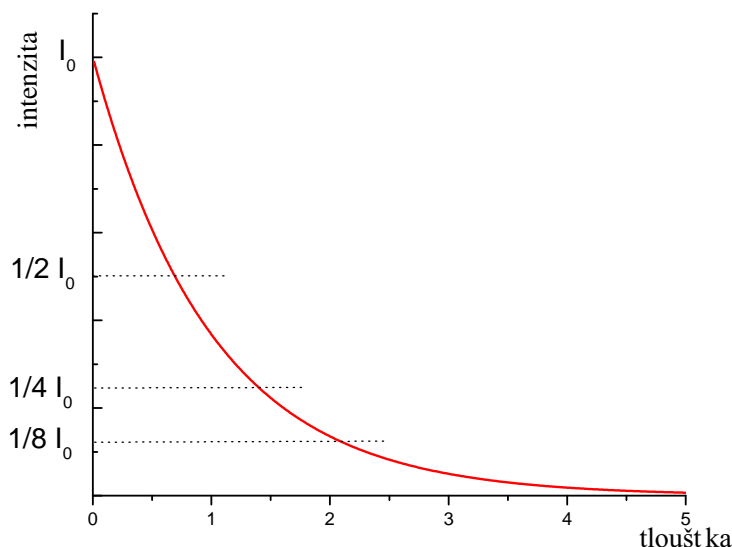


Obrázek 4: Energové pásy v kovu a v nekovu.

může také rotovat a vibrovat, přičemž energie těchto pohybů jsou jemněji kvantovány, struktura elektronových stavů molekuly je dále rozštěpena do dalších vibračních a rotačních stavů. Molekula tedy může absorbovat a emitovat záření v širší oblasti vlnových délek.

Příklad pásové struktury pevných látek je na obrázku 4. V kovech je poslední energiový pás obsazen velkým počtem elektronů (srovnatelným s počtem neobsazených stavů). Kov tak může absorbovat fotony v širokém spektru energií, protože elektron, který foton absorbuje, snadno najde v neobsazené části energiového pásu volný neobsazený stav, do kterého může přejít. Tímto způsobem vysvětlíme vysokou absorpci elektromagnetického záření v kovech – kovová folie velmi malé tloušťky absorbuje prakticky veškeré záření, které prošlo přes její povrch.

U nekovů (tj. izolantů nebo polovodičů) je situace jiná. Poslední obsazený pás je téměř zcela plný (valenční pás) a nad ním je téměř prázdný vodivostní pás. Elektron z valenčního pásu pak může absorbovat foton jen tehdy, je-li energie fotonu dostatečná k překonání energiové mezery  $E_g$  oddělující oba pásy (tzv. zakázaný pás). Pro fotony s menší energií k absorpci nedojde. Měříme-li závislost absorpce na vlnové délce, zjistíme její prudký nárůst od jisté vlnové délky (směrem ke kratším vlnovým délkám) právě v oblasti, kde energie fotonů je rovna  $E_g$ . Tomuto místu říkáme absorpční hrana – pro menší energie (delší  $\lambda$ ) je absorpce velmi nízká, tj. látka je dobře průhledná, pro větší energie (kratší  $\lambda$ ) je absorpce vysoká a látka průhlednost ztrácí.



Obrázek 5: Závislost intenzity prošlého záření na tloušťce

S pronikáním záření do hloubky a jeho postupnou absorpcí látkou se intenzita záření snižuje exponenciálně podle Lambertova – Beerova zákona

$$I(d) = I_0 e^{-kd}, \quad (2)$$

ve kterém vystupuje intenzita záření vstupujícího do látky,  $I_0$ ,  $I_0 = I(d = 0)$ , a intenzita záření v hloubce  $d$ ,  $I(d)$ . Veličina  $k$  se nazývá lineární koeficient absorpce a má jednoduchý význam: v hloubce  $\frac{1}{k}$  je intenzita zeslabena e-krát (Eulerovo číslo). Pomocí absorpčního koeficientu je tedy možné absorpci kvantitativně popsat, porovnávat schopnost různých materiálů absorbovat záření, a také navrhovat součástky s požadovanou absorpcí.

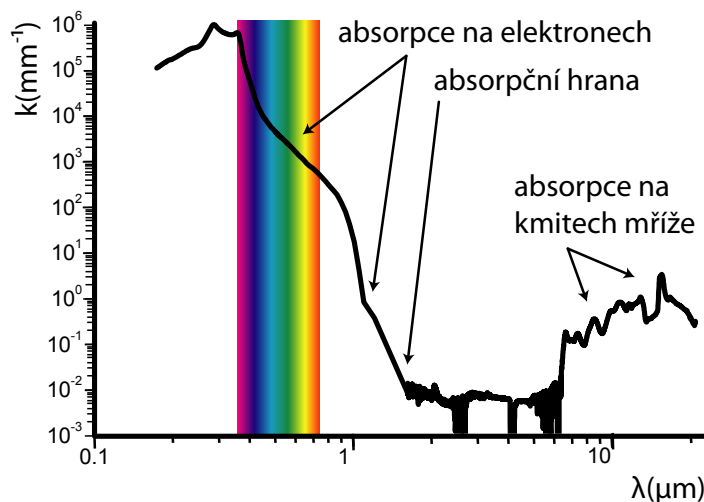
Graficky je tato závislost znázorněna na obrázku 5. Odvození Lambertova – Beerova zákona je v příloze B.

**Příklad** Důsledkem závislosti absorpce záření na vlnové délce je to, že za sklem se neopálíme. Zhnědnutí pokožky je důsledkem expozice UV zářením, které leží již nad absorpční hranou skla a je tedy ve skle silněji pohlcováno, i když ve viditelné části spektra je sklo i v relativně tlusté vrstvě dobře průhledné.

**Příklad** Křemík je polovodič se šířkou zakázaného pásu  $E_g = 1,1$  eV. Těto energii odpovídá vlnová délka  $\lambda = 1,1 \mu\text{m}$ . Pro kratší vlny křemík absorbuje hodně, pro delší je v podstatě průhledný (ne zcela, viz absorpce na kmitech mříže znázorněná na obrázku). Fotony viditelné části elektromagnetického spektra ( $0,35 - 0,75 \mu\text{m}$ ) mají tedy již dostatek energie pro překonání zakázaného pásu a křemík v této oblasti silně absorbuje. Nám se tedy křemík jeví jako neprůhledný materiál s téměř kovovým leskem. Na obrázku 6 je závislost koeficientu absorpce na vlnové délce světla od blízké UV oblasti až po vzdálenější oblast IR. Rozsah viditelného světla je přibližně znázorněn duhovým pásem. Pověšimněte si, že na obou souřadnicových osách je logaritmické měřítko.

Ve viditelné oblasti a blízkých oblastech je absorpce zprostředkována interakcí s elektrony při mezipásovém přechodu z valenčního do vodivostního pásu. V dlouhovlnné oblasti IR záření rozkmitává krystalovou mříž. Mezi  $1,2 \mu\text{m}$  a  $6 \mu\text{m}$  křemík absorbuje velmi málo a je v podstatě průhledný.

Za povšimnutí stojí obrovský rozsah, ve kterém se koeficient absorpce mění. Nejmenší hodnoty jsou kolem  $10^{-2} \text{mm}^{-1}$ , což znamená, že tloušťka 10 cm zeslabí intenzitu záření asi  $3 \times$ . Maximální hodnoty dosahují  $10^6 \text{mm}^{-1}$ . V tomto případě je záření e-krát zeslabeno již na tloušťce  $10^{-9}$  m, tj. jen několika málo atomů nad sebou.



Obrázek 6: Koefficient absorpce záření v křemíku

## 1.2 Emise záření

Z části 1.1 víme, že atomy a molekuly se mohou nacházet v různých stavech, mezi kterými mohou přecházet. Dodáme-li jim energii, ať už právě ozářením a následnou absorpcí, srážkami s elektrony nebo zahřátím, přejdou do stavů s vyšší energií. V těchto tzv. excitovaných stavech však nevydrží dlouho – po náhodné době se samy vrátí do nižšího stavu a vyzaří foton o příslušné energii – viz rovnice (1). Mluvíme proto o spontánní emisi.

Pozorujeme-li záření takové látky pomocí spektrometru, tj. měříme-li závislost intenzity záření jako funkci vlnové délky  $I(\lambda)$ , registrujeme intenzitu na těch vlnových délkách, pro které v látce existují (a realizují se) přechody:

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{hc}{E_2 - E_1}$$

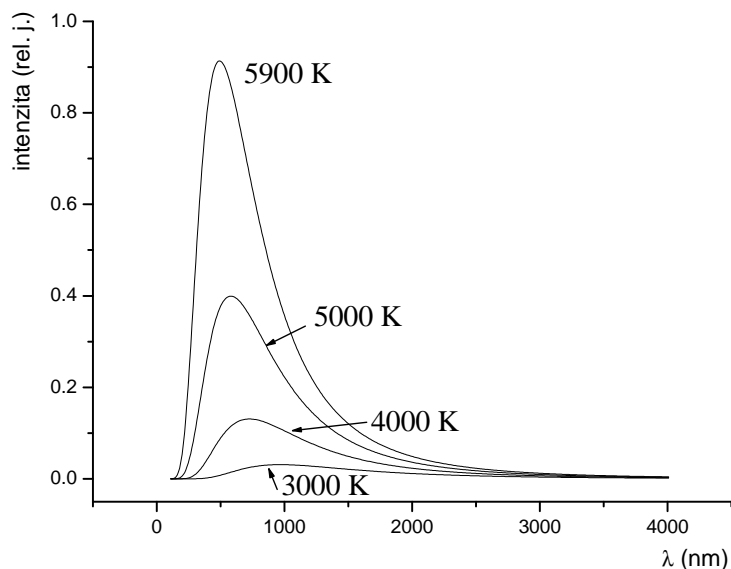
Podle energiové struktury pak můžeme pozorovat spektra čarová, pásová či spojitá.

V případě plynu je za normálních podmínek střední vzdálenost atomů nebo molekul podstatně větší než je „rozměr“ atomu a jednotlivé částice se proto ovlivňují velmi málo. Pozorujeme-li záření plynu (např. ve výbojce), spektrum je obvykle totožné se zářením jednotlivých atomů a molekul. Díky diskrétní struktuře hladin jsou spektra atomu a molekul v plynu čarová. U molekuly je však k rozlišení mnoha blízkých čar zapotřebí vysokého rozlišení vlnových délek. Většinou tak pozorujeme molekulové spektrum s více či méně pravidelnou pásovou strukturou.

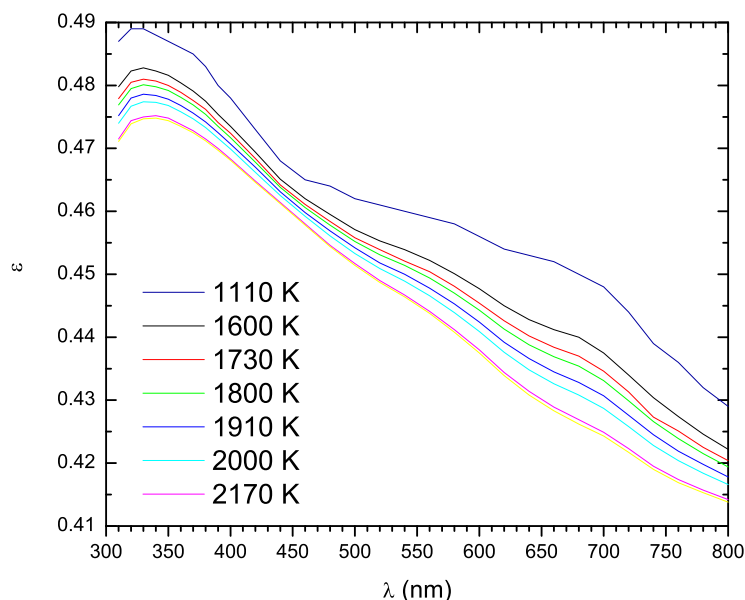
Vyzařování pevných látek je složitější. energii pevná látka opět může získat různými způsoby, např. zahřátím, vložením do elektrického pole a urychlením elektronů aj. Pro popis vyzařování zahřátého tělesa je nejjednodušší model černého tělesa vyzařujícího rovnovážné tepelného záření. V roce 1900 pro něj Max Planck odvodil následující vztah pro spektrální hustotu vyzařování  $I_{\text{čt}}(\lambda)$ :

$$I_{\text{čt}}(\lambda) = \frac{2hc^2}{\lambda^5} \frac{1}{\left(e^{\frac{hc}{k_b T \lambda}} - 1\right)} \quad (\text{Wm}^{-2} \text{sr}^{-1} \text{nm}^{-1}),$$

kde  $h$  je Planckova konstanta ( $6,625 \cdot 10^{-34}$  Js),  $c$  rychlost světla,  $k_b$  Boltzmannova konstanta ( $1,38 \cdot 10^{-23}$  JK<sup>-1</sup>),  $\lambda$  vlnová délka a  $T$  absolutní teplota. Planckův zákon (viz též obrázek 7) popisuje, jakou celkovou energii vyzařuje dokonale černé těleso a jak je tato energie rozdělena mezi vlnové délky. Podstatné je, že intenzita vyzařování závisí jen na teplotě a nezávisí na druhu látky.



Obrázek 7: Spektrální hustota intenzity vyzařování dokonale černého tělesa v závislosti na teplotě.



Obrázek 8: Emisivita slabě svítícího wolframového plátku jako funkce vlnové délky a teploty.

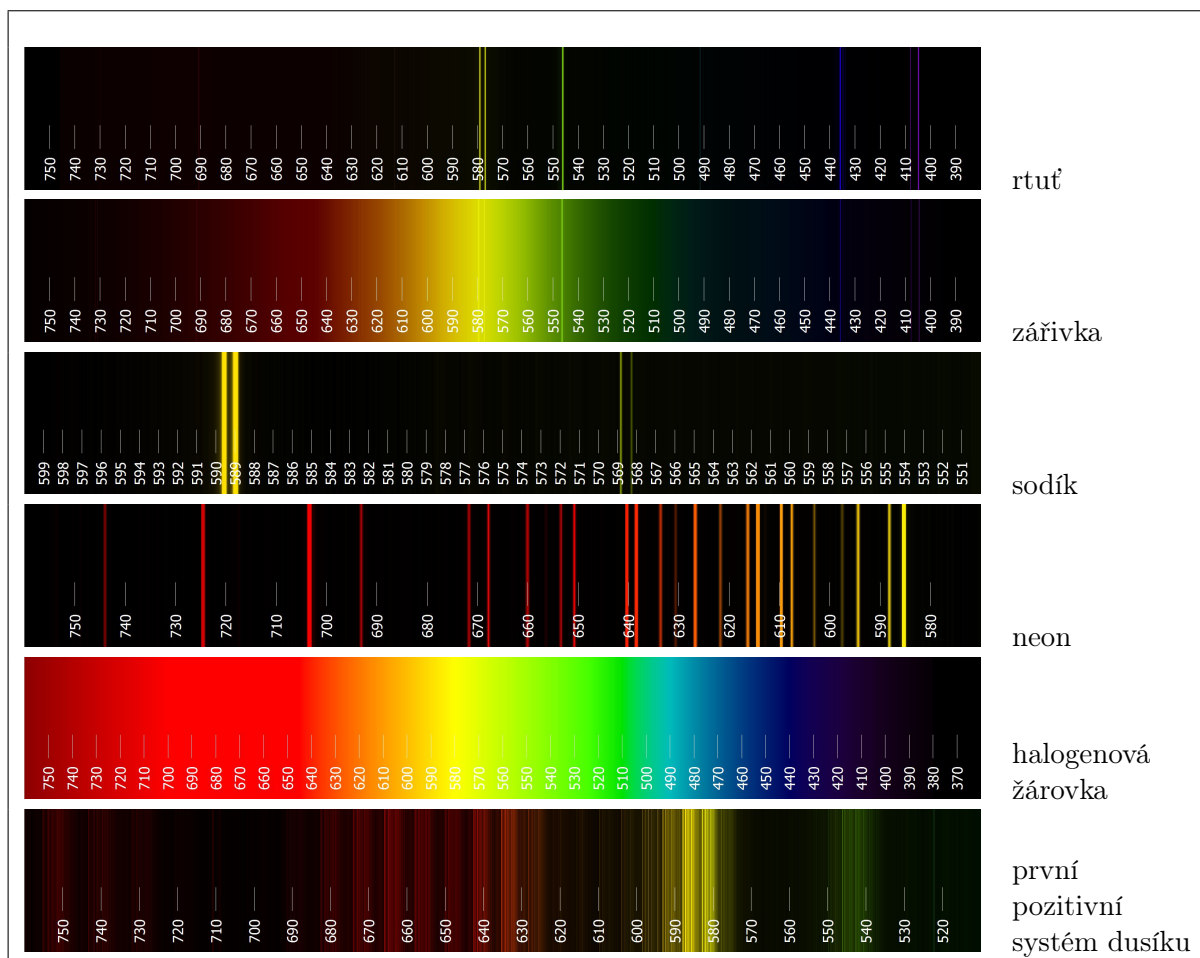
Odlišnost vyzařování reálného zahřátého tělesa od modelu černého tělesa popisuje veličina emisivita  $\varepsilon(\lambda, T)$ . Těleso pak vyzařuje podle vztahu

$$I(\lambda, T) = \varepsilon(\lambda, T) I_{\text{čt}}(\lambda, T),$$

kde  $I_{\text{čt}}(\lambda, T)$  je záření černého tělesa o téže teplotě. Emisivita černého tělesa (ideální zářič) je tedy rovna jedné, v běžných případech  $\varepsilon < 1$ . Pokud je emisivita tělesa v daném intervalu vlnových délek konstantní, těleso září jako tzv. šedý zářič. Mění-li se, mluvíme o selektivním zářiči. Emisivita rozžhaveného wolframu se v oblasti viditelného záření mění v rozmezí 0,41 – 0,49 (viz obr. 8). Wolfram je tedy slabě selektivní zářič. Spektrum wolframového vlákna je tak podobné spojitému spektru černého tělesa. Maximum vyzařování závisí na teplotě vlákna a leží v infračervené oblasti.

Popis vyzařování chladných pevných systémů jako např. diod LED je příloze A.3.

Spektra vybraných zdrojů, ve kterých svítí atomy Hg, Na, Ne, molekula N<sub>2</sub>, rozžhavené wolframové vlákno žárovky či UV zářením excitovaný luminofor, jsou vykreslena na obrázku 9.



Obrázek 9: Optická spektra různých zdrojů. Obrázky byly vygenerovány ze spekter měřených mřížkovým spektrometrem. Detaily spekter lze prohlížet v elektronické verzi tohoto dokumentu (zvětšením náhledu).

### 1.2.1 Fotoluminiscence

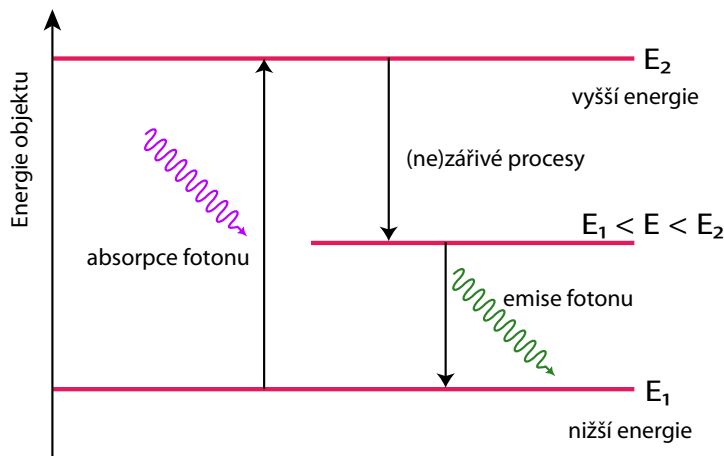
Emisi záření pozorujeme rovněž při procesu zvaném fotoluminiscence (viz obr. 10). Absorpcí fotonu je sice elektron excitován až na hladinu  $E_2$ , ale pouze část takto získané energie je využita na emisi záření. Fotoluminiscence se tedy projevuje vznikem záření o vyšší vlnové délce, než je vlnová délka původního absorbovaného světla.

Není-li přímá souvislost mezi procesy absorpce a emise záření, vzniklé záření se šíří do všech směrů a je nepolarizované. Fotoluminiscenci můžeme pozorovat u všech skupenství, v praktiku se seznámíte s fotoluminiscencí kapalin (fluorescenční barviva) a pevných látek (luminofory ve výbojových trubcích, luminiscenční stínítka).

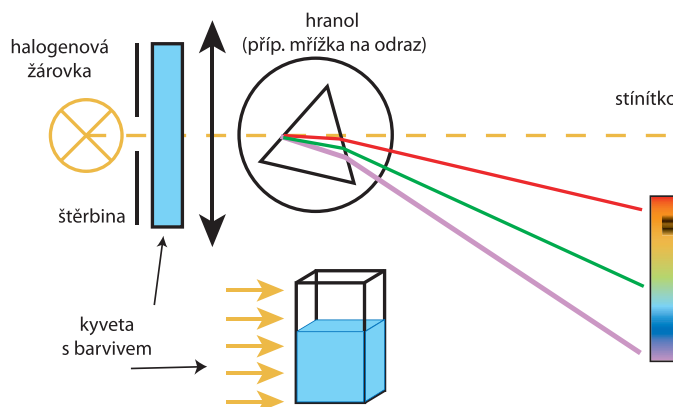
## 1.3 Rozptyl

Při šíření světla látkou může také docházet k rozptylu na nehomogenitách látky – rozptylových centrech, při němž světlo mění svůj směr. I když záření není absorbováno, rozptyl záření do různých směrů snižuje intenzitu procházejícího světelného svazku podobně jako absorpce podle exponenciálního zákona 2. Pokud rozptylová centra mají rozměry menší, než je vlnová délka světla  $\lambda$ , mluvíme o tzv. Rayleighově rozptylu. Na rozdíl od luminiscence má rozptýlené záření vlnovou délku stejnou jako záření ve svazku, účinnost Rayleighova rozptylu je ale funkcí vlnové délky

$$\sigma \propto \frac{1}{\lambda^4}$$



Obrázek 10: Zjednodušené schéma vzniku fotoluminiscence. Skutečná realizace (počet hladin, pořadí a typ elektronových přechodů apod.) může být složitější.



Obrázek 11: Schéma sestavení optické lavice pro pozorování absorpčních spekter kapalin.

Ve směru kolmém na směr budícího světelného svazku je navíc rozptýlené záření polarizováno.

## 2 Měření optických spekter

V praktiku budeme optická spektra zobrazovat třemi způsoby:

1. Na optické lavici. Štěrbinu osvětlenou zdrojem světla zaostříme čočkou na stínítko a poté do cesty vložíme optický hranol. K rozdělení světla podle vlnových délek dojde vlivem disperze světla v hranolu (tj. vlivem závislosti indexu lomu skla na vlnové délce). Viz obr. 11.
2. Hranolovým spektroskopem. Spektroskop používá opět optický hranol a má podobné uspořádání jako na obr. 11. Zkoumaný zdroj světla se umístí před optickou štěrbinu spektroskopu tak, aby osvětlení štěrbin bylo co největší. Spektrum pozorujeme okulárem, umístěným na konci druhého ramene spektroskopu. Nejprve zkontrolujeme, zda je štěrbin dostatečně otevřená, aby spektrální čáry byly viditelné, ale nepříliš široké. Pokud jsou čáry rozmazané, je nutné spektroskop zaostřit vysouváním/zasouváním tubusu se vstupní štěrbinou. Ve spektroskopu vidíme vždy jen část spektra, ve spektru se posouváme pomocí otočného kolečka. Poloha nitkového kříže ve spektru je ukazována na stupnici. Pro stanovení vlnové délky čáry, nad kterou se kříž nalézá, lze použít přiložený graf 15.



- Spektrometrem Avaspec-3648, připojeném přes rozhraní USB k PC. Spektrometr k rozdělení vlnových délek používá difrakční mřížku, vzniklé spektrum dopadá na CCD čip. Místo čočky je použito zrcadlo. Světlo je na štěrbinu přivedeno optickým vláknem.

Pro zobrazení spektra na počítači spustíme program *AvaSoft 7.5 for AvaSpec-USB2*. Nastavíme vhodnou integrační dobu v milisekundách a spustíme měření tlačítkem Start. Integrační dobu měnit v rozsahu 2 ms až několika sekund. Výhodou spektrometru je, že měří spektrum v rozsahu 200 – 1100 nm, můžeme ho tedy použít i ke studiu spekter UV a IR záření.

## 2.1 Bezpečnostní pokyny pro práci se zdroji záření a měřicí technikou

- Halogenovou žárovku lze napájet maximálním napětím 24 V. Před zapojením zdroje vždy snižte napětí na nulu a poté opatrně zvyšujte napájecí napětí. Buďte vždy opatrní, abyste zdroj světla nespálili. Dbejte zvýšené opatrnosti zejména při práci v zatemněné místnosti, kdy ukazatele napětí a proudu nejsou čitelné.
- Všechny výbojky, s výjimkou neonové doutnavky, musí být napájeny z příslušného speciálního zdroje. Zapojením do lampy (svítidla) či přímým připojením do sítě se výbojka zničí!
- Do zdrojů UV a silných zdrojů světla se nedívejte.
- Při práci se spektrometrem Avaspec vždy zajistěte, aby intenzita nepřesahovala hodnotu 60 000. Pokud spektrum vypadá jako zvlněná čára v horní části grafu, CCD čip spektrometru je přexponován a může být i zničen! V tomto případě rychle snižte integrační dobu nebo vlákno odkloňte od zdroje světla.
- Optické vlákno spektrometru Avaspec (fialový, případně černý „kabel“) je vyrobeno ze skla. Zásadně jej proto neohýbejte, hrozí zlomení vlákna!

## Úkoly

### Absorpce IR/VIS záření v polovodičích

- Před halogenovou žárovku napájenou zdrojem s nastaveným napětím 23 V umístěte přípravek s dvojicí destiček. Jedna je z křemíku (Si) a druhá z arzenidu galitého (GaAs). Na spektrometru *Avaspec* nastavte integrační dobu kolem 1 000 ms a konec vlákna vybavte kolimátorem. Namiřte vlákno přes přípravek na žárovku a pozorujte na displeji spektrum prošlého záření. **Dávejte dobrý pozor, abyste nenamířili vlákno do zdroje bez přítomnosti polovodičové destičky.** Vidíte nějaký rozdíl mezi oběma destičkami? Jak vysvětlíte pozorovaný jev, víte-li, že polovodič GaAs má šířku zakázaného pásu 1,34 eV? Jste schopni identifikovat, která destička je z Si a která z GaAs?

### Absorpce UV záření

- K přípravku pro vkládání vzorků připojte z jedné strany světlovod od deuteriové výbojky, z druhé strany světlovod vedoucí ke spektrometru. Zapněte deuteriovou ( $D_2$ ) výbojku a nechte ji nažhavit tak dlouho, že spektrum se již výrazně nemění, nejméně pět minut; přitom se orientujte se podle spektrometru. **Výbojka produkuje silné UV záření, do výbojky se zásadně nedívejte a vyhněte se i ozařování pokožky.**
- Nyní vkládejte do přípravku vzorky různých materiálů a pozorujte, od které vlnové délky vzorek záření propouští / nepropouští. Změřte tímto způsobem absorpční hranu ve skle, v brýlové čočce s UV filtrem, v plexiskle a hliníkové folii.

3. Stanovte koeficient absorpce UV záření ve skle na vlnové délce 330 nm změřením závislosti intenzity prošlého UV záření na tloušťce skla. Tloušťku destiček změřte mikrometrem. Do přípravku postupně vkládejte různě tlusté skleněné destičky a pomocí kurzoru odečítejte intenzitu na dané vlnové délce. Přizpůsobujte integrační dobu tak, aby intenzita se neztrácela v šumu. Intenzitu vydělenou integrační dobou zakreslete v programu *QtiPlot* do grafu v lineárním i logaritmickém měřítku. Metodou nejmenších čtverců určete koeficient absorpce  $k$ .

## Luminescence a rozptyl

1. Naplňte skleněnou kyvetu vodou a rozetřete v ní mýdlo tak, aby byla voda zakalená. Vodu prosvětlujte halogenovou žárovkou a kolmo na tento směr pozorujte záření vycházející z kapaliny přes polarizační filtr. Co pozorujete při otáčení filtru? Jde o luminescenci nebo rozptyl?  
Nyní akvárium vyměňte za kádinku s barvivem a test s polarizačním filtrem opakujte. Jaký je závěr vašeho pozorování? Jakou barvu má světlo vyzařované z kapaliny?
2. Pozorujte absorpci záření v luminescenčním roztoku na optické lavici. Zobrazte pomocí čočky a optického hranolu na stínítku spektrum halogenové žárovky. Nyní do cesty záření vložte kyvetku s luminescenčním roztokem. Pozorujte, jak se spektrum vložení kyvetky změní. Všimněte si, jakou barvu má záření vycházející z roztoku.
3. Dokažte, že záření v roztoku skutečně vzniká. Změřte si spektrum modré LED diody (470 nm) na přípravku. Nyní před diodu vložte kyvetku a kolmo na směr modrého světla změřte pomocí spektrometru a vlákna s nasazeným kolimátorem emitované spektrum.

## Emise záření, zdroje světla

1. Pomocí hranolového spektroskopu a spektrometru Avaspec pozorujte spektrum rtuťové výbojky. Najděte nejintenzivnější čáry ve spektru a porovnejte je s atlasem vlnových délek.
2. Studujte spektrum kompaktní zářivky. Porovnejte její spektrum se spektrem rtuťové výbojky.
3. Pomocí hranolového spektroskopu pozorujte spektrum výbojky Phywe. Co ve výbojce svítí? Kolik čar vidíte ve žluté oblasti? Kolik čar vidí spektrometr Avaspec? Srovnajte výsledek pozorování s atlasem a diagramem na obr. 14.
4. Pomocí hranolového spektroskopu nebo spektrometru Avaspec studujte časový vývoj spektra vysokotlaké sodíkové výbojky po zapnutí. U spektrometru Avaspec budete muset vícekrát přizpůsobovat integrační dobu. Jaký jev pozorujete? Jaké je jeho vysvětlení? Jaký je rozdíl mezi spektry nízkotlaké a vysokotlaké sodíkové výbojky?
5. Studujte spektrum doutnavky. Jaký plyn obsahuje?
6. Porovnejte spektra různých diod LED. Jak se spektra diod liší od spekter výbojek a proč?
7. Pomocí spektrometru Avaspec srovnajte spektrum modré a bílé diody LED. V čem jsou podobná?

## A Poznámka z praxe – komerční zdroje světla

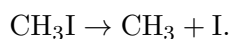
### A.1 Žárovky

Žárovka vyzařuje tepelné záření. V případě wolframového vlákna (kov) je ve vodivostním pásu (viz pásová teorie látek výše) dostatečné množství elektronů, které mohou vést elektrický proud.

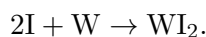
Je zde ovšem také velké množství volných energiových hladin. Elektronů urychlovaných přiloženým elektrickým polem mohou proto v rámci pásu snadno přecházet do hladin s vyšší energií. Při návratu zpět do nižších hladin se zbavují přebytečné energie srážkami s krystalovou mříží (čímž se zvyšuje teplota kovu) nebo vyzářením elektromagnetického vlnění (fotonu s patřičnou energií).

Vnitřní prostor baňky je u žárovek do 25 W vyčerpán, u žárovek nad 25 W je naplněn argonem a kryptonem (často s příměsí dusíku). Ochlazování vlákna prouděním plynu je omezeno svinutím vlákna do šroubovice.

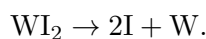
**Halogenová wolframová žárovka.** U běžných žárovek v průběhu života dochází k usazování odpařeného wolframu na stěnách žárovky, čímž se snižuje světelný výkon a zvyšuje riziko přepálení. Halogenové-wolframové žárovky proto v plnicím plynu obsahují příměs halového plynu (I nebo Br), který tomuto jevu zabraňuje v tzv. halogenovém cyklu: Po zapnutí žárovky dochází k disociaci



Wolfram odpařený z vlákna se dostává ke stěně, kde díky nižší teplotě reaguje s jódem



$\text{WI}_2$  se difúzí dostává zpět k vláknu, kde disociuje



Vzniklý wolfram se znovu usazuje na vláknech a halogen je uvolněn do dalšího oběhu. K udržení efektivní činnosti halogenového cyklu je potřeba vyšší teplota stěn (přes 250 °C, může dosáhnout až 650 °C). Žárovka je proto menších rozměrů a je vyráběna z křemenného nebo těžkotavitelného skla. Díky halogenovému cyklu je možné halogenové žárovky provozovat na vyšší teplotě, při které je, ve srovnání s klasickými žárovkami, vyzařováno více energie ve viditelné oblasti. Halogenové žárovky si také (neslepnutím) udržují světelný výkon a jejich životnost je dvojnásobná ve srovnání s normálními žárovkami.

Spektrální rozdělení vyzářené energie je obdobné běžným žárovkám, díky vyšší teplotě vlákna (2400 – 3250) °C je však posunuto ke kratším vlnovým délkám. Maximum intenzity leží v infračervené oblasti. Mnohem méně vyzařuje v optické oblasti. V UV oblasti vyzařuje méně než 1 % celkové vyzářené energie, v závislosti na použitém obalovém materiálu. Někteří výrobci v současnosti používají speciální křemenné sklo s absorpcí v UV oblasti.

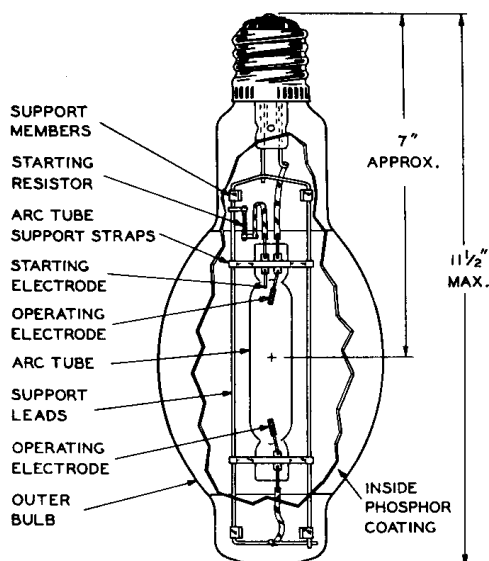
Protože halogenová žárovka pracuje pod tlakem vyšším než 1 atm, existuje riziko jejího prasknutí.

## A.2 Zdroje světla – výbojky

Výbojky pracují na principu vedení elektrického proudu v plynu. Urychlené elektrony se srážejí s atomy nebo molekulami plynu, čímž dochází k jejich excitaci. Po krátké době (řádově  $10^{-8}$  s) atom /molekula spontánní emisí přechází do nižšího stavu. Spektrální charakteristika výbojky je proto dána její plynnou náplní. Mezi vhodné plyny patří neon, argon, krypton, xenon, halogenidy a páry rtuti či sodíku.

**Vysokotlaká rtuťová výbojka** má dvojitou konstrukci tvořenou vnější a vnitřní baňkou. Vnitřní křemenná trubička obsahuje kapku rtuti a malé množství argonu. Vnější baňka chrání vnitřní část před ochlazováním a teplotními změnami, její inertní náplň (dusík) zabraňuje oxidaci přívodů, stěny mohou být pokryty luminoforem nebo jinou látkou zabraňující průchodu některých vlnových délek.

Protože rtuť je za normálních podmínek v kapalném stavu, při zapálení výbojky hoří oblouk nejprve v argonu. Obloukový výboj výbojku zahřívá a způsobuje vypařování rtuti. Výbojka proto



Obrázek 12: Schéma vysokotlaké rtuťové výbojky.

nabíhá pomaleji. Konečný tlak rtuťových par závisí na počátečním množství rtuti a pohybuje se kolem 4 at.

Rtuťová výbojka bez luminoforu je nevhodná pro osvětlování. Přibližně  $\frac{1}{2}$  emitovaného záření je v UV oblasti. Důležité spektrální čáry ve viditelné oblasti (404,7 nm, triplet 433,9 nm, 434,7 nm, 435,8 nm, 546,1 nm, 557 – 559 nm) způsobují zdůraznění modré, zelené a žluté barvy osvětlovaných předmětů, zatímco absence čar v červené oblasti způsobuje potlačení červené barvy. Rtuťová výbojka se proto používá zejména jako zdroj UV záření (horské slunce apod.). Vysokotlaká rtuťová výbojka s luminoforem se běžně používá v pouličním osvětlení (lampy zářící bílým světlem).

**Vysokotlaká sodíková výbojka** má opět dvojitou konstrukci. Vnitřní „hořák“, vyrobený z polykrystalického korundu odolávajícího vysokým teplotám, obsahuje sodík a jako startovací plyn neon. Vnější baňka je pro snížení tepelné vodivosti evakuována. Obloukový výboj zapálený v neonu způsobuje vypařování sodíku a nárůst tlaku. Výhodou sodíkových výbojek je vyzařování v oblasti blízké maximální citlivosti lidského oka (555 nm). Výbojka svítí žlutým světlem sodíkového dubletu o vlnových délkách 588,9950 nm a 589,5924 nm, který je u vysokotlakých výbojek značně tlakově rozšířen. Nevýhodou je špatné barevné podání. Sodíková výbojka se proto používá k osvětlení silnic, veřejných prostranství a výrobních hal.



Obrázek 13: Vysokotlaká sodíková výbojka.

**Fluorescentní zářivka** je nízkotlaká rtuťová výbojka, jejíž stěny jsou pokryty luminoforem. Luminofor je látka, která pohlcuje záření v UV oblasti (tj. záření rtuti o 253 nm) a vyzařuje je do viditelné části spektra. Mícháním luminoforů různých barev lze dosáhnout různého barevného odstínu. Spektrum zářivky je kombinací spektra záření plynu a spektra záření luminoforu.

- lineární zářivka – zářivková trubice usazovaná do speciálního zdroje obsahujícího startér a tlumivku.

- kompaktní zářivka – elektronika je součástí patice. Lze ji proto používat na místě klasické žárovky.

Výhodou fluorescentních zářivek je jejich vyšší světelná účinnost.

**Doutnavka** je výbojka ve tvaru baňky či malé trubičky plněné neonem o tlaku 1,0 – 1,3 kPa (cca  $10^{-2}$  at). Proud doutnavkou je omezen sériově připojeným rezistorem (často přímo v patici). Elektrody jsou blízko u sebe a mají tvar prstence a kotoučku nebo dvojité šroubovice. Pro zapálení doutnavého výboje postačuje síťové napětí. Pro svou malou spotřebu se doutnavky používaly jako světelné kontrolky, v současnosti jsou nahrazovány svítícími diodami.

### A.3 Zdroje světla – svítící diody LED

Svítící dioda LED (*Light Emitting Diode*) je polovodičová dioda vyrobená z vhodného materiálu (viz tabulka 1.) Zapojení diody v propustném směru způsobuje injekci majoritních nosičů do polovodiče opačné vodivosti. Některé páry (elektron + díra) přitom rekombinují a uvolňují energii rovnou přibližně šířce zakázaného pásu. Energie může být absorbována krystalovou mříží nebo vyzářena ve formě fotonu. U křemíkových diod (šířka zakázaného pásu 1,1 eV) je uvolňovaná energie převážně absorbována v krystalu, což se projevuje zahříváním diody. Diody z GaAs (šířka zakázaného pásu 1,34 eV) vyzářují v infračervené oblasti; diody z GaAsP s ještě širším zakázaným přechodem již vyzářují v červené oblasti spektra, atd. Volbou materiálu o vhodné šířce zakázaného pásu lze vyrobit diody svítící v různé části optického spektra (viz tab. 1). Bílé svítící diody vyrobit dvěma způsoby:

- aditivním mícháním barev z červené, modré a zelené diody,
- přidáním žlutě svítícího luminoforu k modré diodě.

$\lambda$ (nm)	barva	napětí (V)	intenzita	úhel vidit.	materiál
940	infračervená	1.5	16mW @50mA	15°	GaAlAs/GaAs
880	infračervená	1.7	18mW @50mA	15°	GaAlAs/GaAs
850	infračervená	1.7	26mW @50mA	15°	GaAlAs/GaAs
660	ultračervená	1.8	2000mcd @50mA	15°	GaAlAs/GaAs
635	červená	2.0	200mcd @20mA	15°	GaAsP/GaP
633	super červená	2.2	3500mcd @20mA	15°	InGaAlP
620	super oranžová	2.2	4500mcd @20mA	15°	InGaAlP
612	super oranžová	2.2	6500mcd @20mA	15°	InGaAlP
605	oranžová	2.1	160mcd @20mA	15°	GaAsP/GaP
595	super žlutá	2.2	5500mcd @20mA	15°	InGaAlP
592	super žlutá čistá	2.1	7000mcd @20mA	15°	InGaAlP
585	žlutá	2.1	100mcd @20mA	15°	GaAsP/GaP
4500 K	žhavá bílá	3.6	2000mcd @20mA	20°	SiC/GaN
6500 K	bledá bílá	3.6	4000mcd @20mA	20°	SiC/GaN
8000 K	studená bílá	3.6	6000mcd @20mA	20°	SiC/GaN
574	žlutá citronová	2.4	1000mcd @20mA	15°	InGaAlP
570	zelená citronová	2.0	1000mcd @20mA	15°	InGaAlP
565	zelená	2.1	200mcd @20mA	15°	GaP/GaP
560	super zelená	2.1	350mcd @20mA	15°	InGaAlP
555	zelená	2.1	80mcd @20mA	15°	GaP/GaP
1525	akvamarinová	3.5	10,000mcd @20mA	15°	SiC/GaN
505	modrozelená	3.5	2000mcd @20mA	45°	SiC/GaN
470	super modrá	3.6	3000mcd @20mA	15°	SiC/GaN
430	ultra modrá	3.8	100mcd @20mA	15°	SiC/GaN

Tabulka 1: Diody LED – barva a použité materiály, příklady (podle <http://www.oksolar.com>).

Svítící diody LED se používají k různým účelům: barevné diody většinou slouží jako indikátory stavu, jsou součástí maticových zobrazovačů. Bílé vysoce svítivé diody se používají jako náhrada žárovky k osvětlování. Infračervené diody slouží k osvětlování okolí snímaného bezpečnostními infračervenými kamerami.

## B Odvození Lambertova – Beerova zákona

Zajímá nás, jak se sníží intenzita světla po průchodu planoparalelní destičkou tloušťky  $d$  vyrobené z daného materiálu. Výpočet vychází z přirozeného předpokladu, že absorbovaná intenzita  $\Delta I$  ve velmi tenké vrstvičce tloušťky  $\Delta x$  je úměrná intenzitě dopadající  $I$  a tloušťce vrstvičky  $\Delta x$ <sup>1</sup>. Tedy

$$\Delta I = -kI\Delta x, \quad (3)$$

kde  $k$  je koeficient absorpce závisející na materiálu a vlnové délce dopadajícího záření. Znaménko mínus vyjadřuje skutečnost, že intenzita ubývá, tedy  $\Delta I$  je záporné. Limitním přechodem k nekonečně malým změnám dostaneme diferenciální rovnici

$$dI = -kIdx, \quad (4)$$

jejímž řešením je právě vztah mezi prošlou intenzitou a tloušťkou 2.

Vidíme, že intenzita prošlého světla klesá exponenciálně s tloušťkou vrstvy, a nebo také můžeme říci, že klesá exponenciálně s hloubkou (pokud nás zajímá intenzita uvnitř materiálu). Jelikož jsme při odvozování tohoto vztahu nikde nepoužili předpoklad, že popisujeme absorpci světla, platí rovnice nejen pro světlo, ale i pro jiná záření (např. UV, RTG, radioaktivní záření apod.).

## C Polotloušťka materiálu

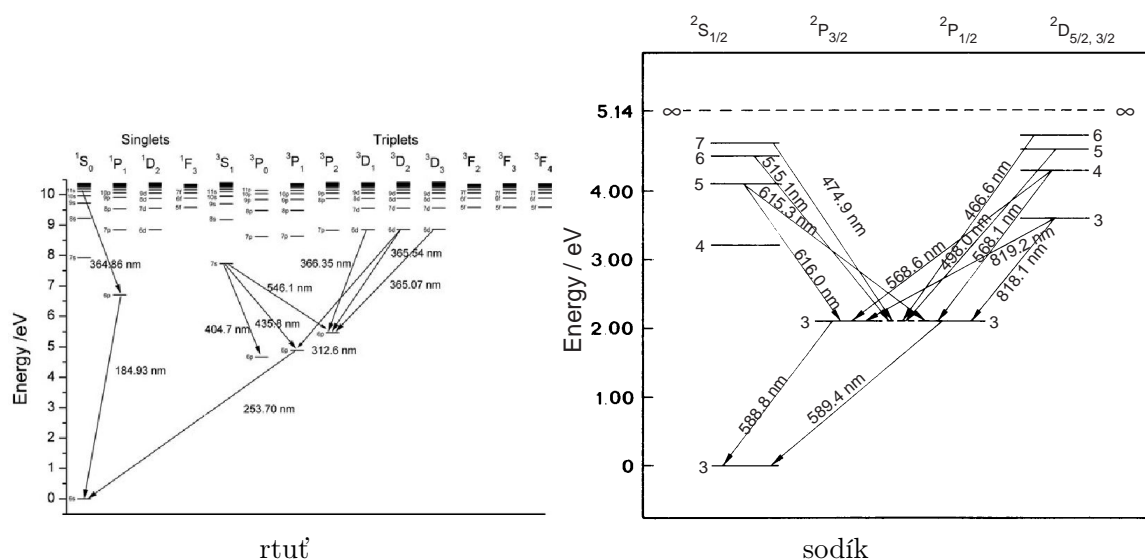
Často se používá i názornější veličina, tzv. polotloušťka, která udává tloušťku daného materiálu, jež zeslabí dopadající záření na polovinu. Přesvědčte se sami, že polotloušťka  $d$  souvisí s  $k$  vztahem

$$d = \frac{2}{k}$$

a rovnice (2) přejde do tvaru

$$I = I_0 e^{-\frac{x \ln 2}{d}} \quad (5)$$

## D Grotrianovy diagramy atomů



Obrázek 14: Některé přechody mezi hladinami rtuti a sodíku.

<sup>1</sup>Všimáme si pouze absorpce, další jevy jako např. odraz na rozhraních nyní neuvažujeme.

## E Tabulky vlnových délek

## E.1 Spektrální čáry rtuti

Wavelength Air (nm)	Rel. Int.	Aki ( $10^{-8}s^{-1}$ )	Ji	Jk	gi	gk
224.75500	5	-	-	-	-	-
230.20600	20	-	-	-	-	-
232.32000	15	-	-	-	-	-
234.05700	5	-	-	-	-	-
234.54300	20	-	-	-	-	-
235.24800	20	-	-	-	-	-
237.83200	100	-	-	-	-	-
238.00000	20	-	-	-	-	-
239.93800	40	-	-	-	-	-
239.97300	20	-	-	-	-	-
240.04900	10	-	-	-	-	-
244.10600	5	-	-	-	-	-
244.69000	20	-	-	-	-	-
246.40600	15	-	-	-	-	-
248.20000	40	-	-	-	-	-
248.27200	30	-	-	-	-	-
248.38200	40	-	-	-	-	-
253.47700	90	-	-	-	-	-
253.65200	15000	8.000E-02	0.0	1.0	1	3
256.38600	25	-	-	-	-	-
257.62900	25	-	-	-	-	-
257.89100	5	-	-	-	-	-
262.51900	15	-	-	-	-	-
263.97800	5	-	-	-	-	-
265.20400	250	3.880E-01	1.0	2.0	3	5
265.36900	400	-	-	-	-	-
265.51300	100	1.100E-01	1.0	2.0	3	5
267.49100	5	-	-	-	-	-
269.88300	50	-	-	-	-	-
269.93800	50	-	-	-	-	-
275.27800	80	6.100E-02	0.0	1.0	1	3
275.97100	20	-	-	-	-	-
280.34600	40	-	-	-	-	-
280.44300	30	-	-	-	-	-
280.53400	2	-	-	-	-	-
280.67700	2	-	-	-	-	-
285.69400	50	1.100E-02	1.0	0.0	3	1
289.36000	150	1.600E-01	1.0	1.0	3	3
292.54100	60	7.700E-02	2.0	1.0	5	3
296.72800	1200	4.500E-01	0.0	1.0	1	3
302.15000	300	5.090E-01	2.0	3.0	5	7
302.34700	120	9.400E-02	2.0	2.0	5	5
302.56100	30	-	-	-	-	-
302.74900	50	2.000E-02	2.0	2.0	5	5
312.56700	400	6.560E-01	1.0	2.0	3	5
313.15500	320	-	-	-	-	-
313.18400	320	-	-	-	-	-
334.14800	80	1.680E-01	2.0	1.0	5	3
365.01500	2800	1.300E+00	2.0	3.0	5	7
365.48400	300	1.800E-01	2.0	2.0	5	5
366.28800	80	-	-	-	-	-
366.32800	240	-	-	-	-	-
370.14400	30	-	-	-	-	-
370.41700	35	-	-	-	-	-
380.16600	30	-	-	-	-	-
390.18700	20	-	-	-	-	-
390.63700	60	-	-	-	-	-
404.65600	1800	2.100E-01	0.0	1.0	1	3
407.78300	150	4.000E-02	1.0	0.0	3	1
410.80500	40	3.000E-02	1.0	0.0	3	1
433.92200	250	2.880E-02	1.0	2.0	3	5
434.36300	-	-	-	-	-	-
434.74900	400	8.400E-02	1.0	2.0	3	5
435.83300	4000	5.570E-01	1.0	1.0	3	3
488.30000	5	-	-	-	-	-
488.99100	5	-	-	-	-	-
491.60700	80	5.800E-02	1.0	0.0	3	1
497.03700	5	-	-	-	-	-

498.06400	5	-	-	-	-	-
502.56400	-	2.700E-04	1.0	1.0	3	3
510.27000	20	-	-	-	-	-
512.06400	40	-	-	-	-	-
513.79400	20	-	-	-	-	-
529.07400	20	-	-	-	-	-
531.67800	5	-	-	-	-	-
535.40500	60	-	-	-	-	-
538.46300	30	-	-	-	-	-
546.07400	1100	4.870E-01	2.0	1.0	5	3
554.96300	30	-	-	-	-	-
567.58600	160	-	-	-	-	-
576.96000	240	2.360E-01	1.0	2.0	3	5
578.96600	100	-	-	-	-	-
579.06600	280	-	-	-	-	-
580.37800	140	-	-	-	-	-
585.92500	60	-	-	-	-	-
587.19800	20	-	-	-	-	-
607.27200	20	-	-	-	-	-
623.44000	30	5.300E-03	0.0	1.0	1	3
671.64300	160	4.300E-03	0.0	1.0	1	3
690.75200	250	2.800E-02	1.0	2.0	3	5
708.19000	250	-	-	-	-	-
709.18600	200	-	-	-	-	-
772.88200	20	9.700E-03	0.0	1.0	1	3

## E.2 Spektrální čáry sodíku

Wavelength NA I (air, nm)	Rel. Int.	Aki ( $10^{-8}s^{-1}$ )	Acc	Ei (eV)	Ek (eV)	gi gk	Config. Terms
243.37650	-	3.870E-05	C+'	0.000000	-	2 4	3s-18p 2S-2P*
243.37680	-	3.870E-05	C+'	0.000000	-	2 2	3s-18p 2S-2P*
243.65940	-	4.640E-05	C+'	0.000000	-	2 4	3s-17p 2S-2P*
243.65970	-	4.640E-05	C+'	0.000000	-	2 2	3s-17p 2S-2P*
244.00100	-	5.600E-05	C+'	0.000000	-	2 4	3s-16p 2S-2P*
244.00130	-	5.600E-05	C+'	0.000000	-	2 2	3s-16p 2S-2P*
244.41890	-	6.800E-05	C+'	0.000000	-	2 4	3s-15p 2S-2P*
244.41920	-	6.800E-05	C+'	0.000000	-	2 2	3s-15p 2S-2P*
244.93770	-	8.600E-05	C+'	0.000000	-	2 4	3s-14p 2S-2P*
244.93820	-	8.600E-05	C+'	0.000000	-	2 2	3s-14p 2S-2P*
245.59310	-	1.120E-04	C+'	0.000000	-	2 4	3s-13p 2S-2P*
245.59370	-	1.120E-04	C+'	0.000000	-	2 2	3s-13p 2S-2P*
246.43790	-	1.440E-04	C+'	0.000000	-	2 4	3s-12p 2S-2P*
246.43870	-	1.440E-04	C+'	0.000000	-	2 2	3s-12p 2S-2P*
247.55360	-	1.940E-04	C+'	0.000000	-	2 4	3s-11p 2S-2P*
247.55470	-	1.940E-04	C+'	0.000000	-	2 2	3s-11p 2S-2P*
249.07130	-	2.760E-04	C+'	0.000000	-	2 4	3s-10p 2S-2P*
249.07270	-	2.760E-04	C+'	0.000000	-	2 2	3s-10p 2S-2P*
251.21340	-	4.050E-04	C+'	0.000000	-	2 4	3s-9p 2S-2P*
251.21550	-	4.050E-04	C+'	0.000000	-	2 2	3s-9p 2S-2P*
254.38410	20	6.600E-04	C+'	0.000000	4.872437	2 4	3s-8p 2S-2P*
254.38720	10	6.600E-04	C+'	0.000000	4.872376	2 2	3s-8p 2S-2P*
259.38690	70	1.200E-03	C+'	0.000000	4.778468	2 4	3s-7p 2S-2P*
259.39190	35	1.200E-03	C+'	0.000000	4.778375	2 2	3s-7p 2S-2P*
268.03410	200	2.260E-03	C+'	0.000000	4.624316	2 4	3s-6p 2S-2P*
268.04330	100	2.260E-03	C+'	0.000000	4.624156	2 2	3s-6p 2S-2P*
285.28110	400	6.000E-03	C+	0.000000	4.344761	2 4	3s-5p 2S-2P*
285.30120	200	6.000E-03	C+	0.000000	4.344455	2 2	3s-5p 2S-2P*
289.36200	2	-	-	-	-	-	-
330.23690	1200	2.810E-02	C+	0.000000	3.753323	2 4	3s-4p 2S-2P*
330.29780	600	2.810E-02	C+	0.000000	3.752630	2 2	3s-4p 2S-2P*
342.68600	50	-	-	-	-	-	-
419.30120	-	1.700E-03	C	2.102298	-	2 4	3p-13d 2P*-2D
419.60390	-	3.400E-04	C	2.104430	-	4 4	3p-13d 2P*-2D
419.60390	-	2.040E-03	C	2.104430	-	4 6	3p-13d 2P*-2D
419.91380	-	5.900E-04	C	2.102298	-	2 2	3p-14s 2P*-2S
420.21740	-	1.180E-03	C	2.104430	-	4 2	3p-14s 2P*-2S
421.30010	-	2.200E-03	C	2.102298	-	2 4	3p-12d 2P*-2D
421.60570	-	4.390E-04	C	2.104430	-	4 4	3p-12d 2P*-2D
421.60570	-	2.630E-03	C	2.104430	-	4 6	3p-12d 2P*-2D
422.08990	-	7.100E-04	C	2.102298	-	2 2	3p-13s 2P*-2S
422.39660	-	1.410E-03	C	2.104430	-	4 2	3p-13s 2P*-2S
423.89880	6	2.900E-03	C	2.102298	5.026330	2 4	3p-11d 2P*-2D
424.20810	10	5.800E-04	C	2.104430	5.026330	4 4	3p-11d 2P*-2D



424.20810	10	3.460E-03	C	2.104430	5.026330	4	6	3p-11d	2P*-2D
424.94110	1	8.700E-04	C	2.102298	5.019157	2	2	3p-12s	2P*-2S
425.25200	2	1.730E-03	C	2.104430	5.019157	4	2	3p-12s	2P*-2S
427.36430	15	3.910E-03	C	2.102298	5.002619	2	4	3p-10d	2P*-2D
427.67870	20	7.800E-04	C	2.104430	5.002619	4	4	3p-10d	2P*-2D
427.67870	20	4.690E-03	C	2.104430	5.002619	4	6	3p-10d	2P*-2D
428.78400	2	1.190E-03	C	2.102298	4.993017	2	2	3p-11s	2P*-2S
429.10040	3	2.380E-03	C	2.104430	4.993017	4	2	3p-11s	2P*-2S
432.14010	30	5.500E-03	C	2.102298	4.970567	2	4	3p-9d	2P*-2D
432.46160	40	1.090E-03	C	2.104430	4.970567	4	4	3p-9d	2P*-2D
432.46160	40	6.600E-03	C	2.104430	4.970567	4	6	3p-9d	2P*-2D
434.14890	3	1.600E-03	C	2.102298	4.957295	2	2	3p-10s	2P*-2S
434.47340	5	4.300E-03	C	2.104430	4.957295	4	2	3p-10s	2P*-2S
439.00230	40	7.700E-03	D	2.102298	4.925733	2	4	3p-8d	2P*-2D
439.33400	60	1.600E-03	C	2.104430	4.925733	4	4	3p-8d	2P*-2D
439.33400	60	9.200E-03	D	2.104430	4.925733	4	6	3p-8d	2P*-2D
441.98840	5	2.300E-03	C	2.102298	4.906658	2	2	3p-9s	2P*-2S
442.32470	8	4.660E-03	C	2.104430	4.906658	4	2	3p-9s	2P*-2S
449.41800	60	1.200E-02	C	2.102298	4.860298	2	4	3p-7d	2P*-2D
449.76570	100	2.400E-03	D	2.104430	4.860298	4	4	3p-7d	2P*-2D
449.76570	100	4.100E-02	C	2.104430	4.860298	4	6	3p-7d	2P*-2D
454.16330	10	3.590E-03	C	2.102298	4.831481	2	2	3p-8s	2P*-2S
454.51840	15	7.200E-03	C	2.104430	4.831481	4	2	3p-8s	2P*-2S
466.48110	120	2.330E-02	C	2.102298	4.759416	2	4	3p-6d	2P*-2D
466.85570	200	4.100E-03	D	2.104430	4.759416	4	4	3p-6d	2P*-2D
466.85590	200	2.500E-02	C	2.104430	4.759415	4	6	3p-6d	2P*-2D
474.79410	20	6.300E-03	D	2.102298	4.712894	2	2	3p-7s	2P*-2S
475.18220	30	1.270E-02	C	2.104430	4.712894	4	2	3p-7s	2P*-2S
497.85410	200	4.100E-02	C	2.102298	4.591976	2	4	3p-5d	2P*-2D
498.28080	-	8.200E-03	D	2.104430	4.591976	4	4	3p-5d	2P*-2D
498.28130	400	4.890E-02	C	2.104430	4.591973	4	6	3p-5d	2P*-2D
514.88380	40	1.170E-02	C	2.102298	4.509631	2	2	3p-6s	2P*-2S
515.34020	80	2.330E-02	C	2.104430	4.509631	4	2	3p-6s	2P*-2S
568.26330	280	1.030E-01	C	2.102298	4.283502	2	4	3p-4d	2P*-2D
568.81930	70	2.100E-02	D	2.104430	4.283502	4	4	3p-4d	2P*-2D
568.82050	560	1.200E-01	C	2.104430	4.283498	4	6	3p-4d	2P*-2D
588.99500	80000	6.220E-01	A	0.000000	2.104430	2	4	3s-3p	2S-2P*
589.59240	40000	6.180E-01	A	0.000000	2.102298	2	2	3s-3p	2S-2P*
615.42250	120	2.600E-02	C	2.102298	4.116360	2	2	3p-5s	2P*-2S
616.07470	240	5.200E-02	C	2.104430	4.116360	4	2	3p-5s	2P*-2S
663.19520	-	6.300E-05	C'	3.191353	-	2	4	4s-14p	2S-2P*
663.19870	-	6.300E-05	C'	3.191353	-	2	2	4s-14p	2S-2P*
668.02150	-	8.500E-05	C'	3.191353	-	2	4	4s-13p	2S-2P*
668.02600	-	8.500E-05	C'	3.191353	-	2	2	4s-13p	2S-2P*
674.30850	-	1.110E-04	C'	3.191353	-	2	4	4s-12p	2S-2P*
674.31440	-	1.110E-04	C'	3.191353	-	2	2	4s-12p	2S-2P*
682.72710	-	1.530E-04	C'	3.191353	-	2	4	4s-11p	2S-2P*
682.73510	-	1.530E-04	C'	3.191353	-	2	2	4s-11p	2S-2P*
694.39530	-	2.230E-04	C'	3.191353	-	2	4	4s-10p	2S-2P*
694.40660	-	2.230E-04	C'	3.191353	-	2	2	4s-10p	2S-2P*
711.30360	-	3.360E-04	C'	3.191353	-	2	4	4s-9p	2S-2P*
711.32030	-	3.360E-04	C'	3.191353	-	2	2	4s-9p	2S-2P*
737.32300	20	5.600E-04	C'	3.191353	4.872437	2	4	4s-8p	2S-2P*
737.34900	10	5.600E-04	C'	3.191353	4.872376	2	2	4s-8p	2S-2P*
780.97800	50	1.040E-03	C'	3.191353	4.778468	2	4	4s-7p	2S-2P*
781.02400	25	1.040E-03	C'	3.191353	4.778375	2	2	4s-7p	2S-2P*
818.32550	4400	4.530E-01	C	2.102298	3.616978	2	4	3p-3d	2P*-2D
819.47900	800	9.000E-02	D	2.104430	3.616978	4	4	3p-3d	2P*-2D
819.48240	8800	5.400E-01	C	2.104430	3.616972	4	6	3p-3d	2P*-2D
864.99300	100	2.310E-03	C'	3.191353	4.624316	2	4	4s-6p	2S-2P*
865.08900	60	2.310E-03	C'	3.191353	4.624156	2	2	4s-6p	2S-2P*
879.30910	-	1.630E-04	C'	3.616972	-	6	6	3d-11f	2D-2F*
879.30910	-	2.450E-03	C'	3.616972	-	6	8	3d-11f	2D-2F*
879.31300	-	2.290E-03	C'	3.616978	-	4	6	3d-11f	2D-2F*
894.29400	25	2.470E-04	C'	3.616972	5.002984	6	6	3d-10f	2D-2F*
894.29400	25	3.710E-03	C'	3.616972	5.002984	6	8	3d-10f	2D-2F*
894.29800	-	3.460E-03	C'	3.616978	5.002984	4	6	3d-10f	2D-2F*
915.38600	40	3.500E-04	C'	3.616972	4.971048	6	6	3d-9f	2D-2F*
915.38600	40	5.300E-03	C'	3.616972	4.971048	6	8	3d-9f	2D-2F*
915.39100	-	4.900E-03	C'	3.616978	4.971048	4	6	3d-9f	2D-2F*
946.59200	60	5.300E-04	C'	3.616972	4.926410	6	6	3d-8f	2D-2F*
946.59200	60	7.900E-03	C'	3.616972	4.926410	6	8	3d-8f	2D-2F*
946.59600	-	7.400E-03	C'	3.616978	4.926410	4	6	3d-8f	2D-2F*
949.25700	-	8.300E-04	C	3.752630	-	2	4	4p-13d	2P*-2D
949.76100	-	1.660E-04	C	3.753323	-	4	4	4p-13d	2P*-2D
949.76100	-	1.000E-03	C	3.753323	-	4	6	4p-13d	2P*-2D
952.40200	-	2.850E-04	C	3.752630	-	2	2	4p-14s	2P*-2S
952.91000	-	5.700E-04	C	3.753323	-	4	2	4p-14s	2P*-2S

959.56400	-	1.070E-03 C	3.752630	-	2	4	4p-12d	2P*-2D
960.07900	-	2.140E-04 C	3.753323	-	4	4	4p-12d	2P*-2D
960.07900	-	1.280E-03 C	3.753323	-	4	6	4p-12d	2P*-2D
963.67000	-	3.330E-04 C	3.752630	-	2	2	4p-13s	2P*-2S
964.19000	-	6.600E-04 C	3.753323	-	4	2	4p-13s	2P*-2S
973.15100	-	1.410E-03 C	3.752630	5.026330	2	4	4p-11d	2P*-2D
973.68100	-	2.810E-04 C	3.753323	5.026330	4	4	4p-11d	2P*-2D
973.68100	-	1.690E-03 C	3.753323	5.026330	4	6	4p-11d	2P*-2D
978.66200	-	4.020E-04 C	3.752630	5.019157	2	2	4p-12s	2P*-2S
979.19800	-	8.000E-04 C	3.753323	5.019157	4	2	4p-12s	2P*-2S
991.61100	-	1.920E-03 C	3.752630	5.002619	2	4	4p-10d	2P*-2D
992.16100	-	3.830E-04 C	3.753323	5.002619	4	4	4p-10d	2P*-2D
992.16100	-	2.300E-03 C	3.753323	5.002619	4	6	4p-10d	2P*-2D
996.12600	80	8.470E-04 C'	3.616972	4.861296	6	6	3d-7f	2D-2F*
996.12600	80	1.270E-02 C'	3.616972	4.861296	6	8	3d-7f	2D-2F*
996.13100	-	1.190E-02 C'	3.616978	4.861296	4	6	3d-7f	2D-2F*
999.28700	-	5.600E-04 C	3.752630	4.993017	2	2	4p-11s	2P*-2S

### E.3 Spektrální čáry neonu

Wavelength Ne I (air, nm)	Rel. Int.	Aki (10 <sup>-8</sup> s <sup>-1</sup> )	Acc	Ei (eV)	Ek (eV)	gl gk	Configuration	Terms
256.17900	10	-	-	16.619070	21.457380	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[3/2]
257.45500	8	-	-	16.619070	21.433390	5 -	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )11p	2[3/2]*-2[3/2]
258.94900	2	-	-	16.670830	21.457380	3 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[3/2]
259.06800	10	-	-	16.619070	21.403420	5 -	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )10p	2[3/2]*-2[3/2]
259.11500	3	-	-	16.619070	21.402560	5 7	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )10p	2[3/2]*-2[5/2]
259.45000	2	-	-	16.619070	21.396380	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[3/2]
259.52100	30	-	-	16.619070	21.395070	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[1/2]
261.36300	30	-	-	16.619070	21.361420	5 -	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[3/2]
261.39250	8	-	-	16.619070	21.360850	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[5/2]
261.42600	5	-	-	16.619070	21.360280	5 7	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[5/2]
261.66200	25	-	-	16.670830	21.407750	3 1	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )10p	2[3/2]*-2[1/2]
261.90100	3	-	-	16.670830	21.403420	3 -	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )10p	2[3/2]*-2[3/2]
261.97800	2	-	-	16.670830	21.402040	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )10p	2[3/2]*-2[1/2]
262.11100	4	-	-	16.670830	21.399640	3 1	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[1/2]
262.29200	15	-	-	16.670830	21.396380	3 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[3/2]
263.99600	15	-	-	16.670830	21.365870	3 1	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[1/2]
264.24700	8	-	-	16.670830	21.361420	3 -	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[3/2]
264.40800	2	-	-	16.670830	21.358570	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[3/2]*-2[1/2]
264.54900	30	-	-	16.619070	21.304300	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[1/2]
264.56450	2	-	-	16.619070	21.304000	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
264.74300	150	-	-	16.619070	21.300880	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[3/2]
264.77600	8	-	-	16.619070	21.300280	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[3/2]
264.82300	15	-	-	16.619070	21.299460	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[5/2]
264.85600	25	-	-	16.619070	21.298880	5 7	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[5/2]
265.10100	30	-	-	16.619070	21.294550	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[1/2]
265.75220	12	-	-	16.619070	21.283090	5 -	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6f	2[3/2]*-2[5/2]
266.78100	1	-	-	16.715380	21.361420	1 3	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[1/2]*-2[3/2]
266.91340	3	-	-	16.670830	21.314560	3 1	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[1/2]
267.52750	15	-	-	16.670830	21.304000	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
267.56600	100	-	-	16.670830	21.303250	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
267.70200	1	-	-	16.670830	21.300880	3 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[3/2]
267.73890	1	-	-	16.670830	21.300280	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[3/2]
267.78400	15	-	-	16.670830	21.299460	3 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[5/2]
268.06850	1	-	-	16.670830	21.294550	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[3/2]*-2[1/2]
268.67420	12	-	-	16.848050	21.461340	3 1	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )9p	2[1/2]*-2[1/2]
270.05600	8	-	-	16.619070	21.208770	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
270.06810	2	-	-	16.619070	21.208480	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
270.16390	6	-	-	16.715380	21.303250	1 3	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[1/2]*-2[3/2]
270.25620	6	-	-	16.619070	21.205370	5 7	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[5/2]
270.42770	2	-	-	16.619070	21.202460	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[1/2]
270.67700	2	-	-	16.715380	21.294550	1 3	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )8p	2[1/2]*-2[1/2]
272.47690	74	-	-	16.670830	21.219750	3 1	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[1/2]
273.13620	3	-	-	16.670830	21.208770	3 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
273.15280	3	-	-	16.670830	21.208480	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[3/2]
273.25960	1	-	-	16.670830	21.206720	3 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[5/2]
273.47680	2	-	-	16.619070	21.151360	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[3/2]
273.51650	3	-	-	16.670830	21.202460	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[3/2]*-2[1/2]
273.56780	8	-	-	16.619070	21.149850	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[3/2]
273.61760	116	-	-	16.619070	21.149030	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[1/2]
274.35300	15	-	-	16.848050	21.365870	3 1	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )9p	2[1/2]*-2[1/2]
275.58364	15	-	-	16.619070	21.116710	5 5	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )5f	2[3/2]*-2[5/2]
275.58380	15	-	-	16.619070	21.116710	5 7	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )5f	2[3/2]*-2[5/2]
275.86200	3	-	-	16.715380	21.208480	1 3	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[1/2]*-2[3/2]
275.93220	2	-	-	16.670830	21.162790	3 1	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[1/2]
276.23250	3	-	-	16.715380	21.202460	1 3	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )7p	2[1/2]*-2[1/2]
276.63610	6	-	-	16.670830	21.151360	5 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[3/2]
276.72910	3	-	-	16.670830	21.149850	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[3/2]
276.78010	2	-	-	16.670830	21.149030	3 3	(2P* <sup>&lt;3/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )6p	2[3/2]*-2[1/2]
277.50515	5	-	-	16.848050	21.314560	3 1	(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )3s-(2P* <sup>&lt;1/2&gt;</sup> )7p	2[1/2]*-2[1/2]

278.14400	2	-	16.848050	21.304300	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)7p	2[1/2]**-2[1/2]	
278.16300	3	-	16.848050	21.304000	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)7p	2[1/2]**-2[3/2]	
278.21000	2	-	16.848050	21.303250	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)7p	2[1/2]**-2[3/2]	
279.23180	11	-	16.619070	21.057950	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[3/2]	
279.26590	3	-	16.619070	21.057410	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[3/2]	
279.45970	30	-	16.619070	21.054330	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[5/2]	
279.50960	30	-	16.715380	21.149850	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)6p	2[1/2]**-2[3/2]	
279.56130	1	-	16.715380	21.149030	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)6p	2[1/2]**-2[1/2]	
279.59565	5	-	16.619070	21.052170	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[5/2]	
279.98000	2	-	16.619070	21.046090	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[1/2]	
281.46921	9	-	16.670830	21.074430	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[1/2]	
282.52620	10	-	16.670830	21.057950	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[3/2]	
282.56110	40	-	16.670830	21.057410	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[3/2]	
282.75950	10	-	16.670830	21.054330	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[5/2]	
283.29220	8	-	16.670830	21.046090	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[3/2]**-2[1/2]	
283.52370	8	-	16.848050	21.219750	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)7p	2[1/2]**-2[1/2]	
284.26320	166	-	16.848050	21.208480	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)7p	2[1/2]**-2[3/2]	
284.37120	1	-	16.848050	21.206720	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)7p	2[1/2]**-2[5/2]	
284.64930	2	-	16.848050	21.202460	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)7p	2[1/2]**-2[1/2]	
285.46060	1	-	16.715380	21.057410	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[1/2]**-2[3/2]	
286.20680	8	-	16.715380	21.046090	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[1/2]**-2[1/2]	
287.26628	10	-	16.848050	21.162790	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)6p	2[1/2]**-2[1/2]	
288.02960	3	-	16.848050	21.151360	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)6p	2[1/2]**-2[3/2]	
288.13050	1	-	16.848050	21.149850	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)6p	2[1/2]**-2[3/2]	
288.18570	2	-	16.848050	21.149030	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)6p	2[1/2]**-2[1/2]	
291.14660	25	-	16.619070	20.876310	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
291.31735	32	-	16.619070	20.873810	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[1/2]	
291.34370	2	-	16.619070	20.873430	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
292.93257	6	-	16.670830	20.902110	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[1/2]	
293.27252	29	-	16.848050	21.074430	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[1/2]**-2[1/2]	
294.45840	2	-	16.848050	21.057410	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[1/2]**-2[3/2]	
294.67380	2	-	16.848050	21.054330	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[1/2]**-2[5/2]	
294.73010	37	-	16.670830	20.876310	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
294.90480	10	-	16.670830	20.873810	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[1/2]	
294.93190	15	-	16.670830	20.873430	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
295.25240	5	-	16.848050	21.046090	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)6p	2[1/2]**-2[1/2]	
295.72915	8	-	16.619070	20.810340	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4f	2[3/2]**-2[5/2]	
295.72925	8	-	16.619070	20.810340	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4f	2[3/2]**-2[5/2]	
297.47189	110	-	16.619070	20.785790	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
297.55238	18	-	16.619070	20.784660	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
297.98103	36	-	16.619070	20.778670	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[5/2]	
298.06453	22	-	16.715380	20.873810	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[1/2]**-2[1/2]	
298.09252	24	-	16.715380	20.873430	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[1/2]**-2[3/2]	
298.26696	88	-	16.619070	20.774680	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[5/2]	
299.24320	71	-	16.670830	20.812880	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[1/2]	
299.42685	3	-	16.670830	20.810340	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4f	2[3/2]**-2[5/2]	
301.21354	33	-	16.670830	20.785790	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
301.29610	35	-	16.670830	20.784660	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[3/2]	
301.73561	13	-	16.670830	20.778670	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[5/2]	
302.69226	8	-	16.619070	20.713930	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[5/2]	
302.69238	8	-	16.619070	20.713930	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[5/2]	
302.84283	2	-	16.619070	20.711890	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[3/2]	
302.84294	2	-	16.619070	20.711890	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[3/2]	
303.03231	12	-	16.670830	20.761090	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[3/2]**-2[1/2]	
304.59511	7	-	16.715380	20.784660	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[3/2]	
305.73907	300	-	16.848050	20.902110	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[1/2]**-2[1/2]	
306.36965	16	-	16.715380	20.761090	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[1/2]	
306.56727	3	-	16.670830	20.713930	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[5/2]	
306.72172	14	-	16.670830	20.711890	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[3/2]	
306.72184	14	-	16.670830	20.711890	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[3/2]**-2[3/2]	
307.69761	33	-	16.848050	20.876310	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[1/2]**-2[3/2]	
307.88791	13	-	16.848050	20.873810	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[1/2]**-2[1/2]	
307.91801	12	-	16.848050	20.873430	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)5p	2[1/2]**-2[3/2]	
310.14139	4	-	16.715380	20.711890	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[1/2]**-2[3/2]	
312.61986	120	-	16.848050	20.812880	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[1/2]	
314.77110	25	-	16.848050	20.785790	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[3/2]	
314.86107	15	-	16.848050	20.784660	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[3/2]	
315.34107	13	-	16.848050	20.778670	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[5/2]	
316.75762	4	-	16.848050	20.761090	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)5p	2[1/2]**-2[1/2]	
320.62207	1	-	16.848050	20.713930	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[1/2]**-2[5/2]	
320.79101	6	-	16.848050	20.711890	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[1/2]**-2[3/2]	
320.79113	6	-	16.848050	20.711890	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4f	2[1/2]**-2[3/2]	
335.17492	3	-	16.670830	20.368860	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[1/2]	
336.98080	490	-	16.619070	20.297280	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
336.99078	1500	-	16.619070	20.297170	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[1/2]	
337.56490	53	-	16.619070	20.290920	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
341.79036	3200	-	16.670830	20.297280	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
341.80062	350	-	16.670830	20.297170	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[1/2]	
342.39126	150	-	16.670830	20.290920	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
344.77028	6600	-	16.619070	20.214180	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
345.07650	970	-	16.619070	20.210990	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
345.41949	4100	3.700E-02	C	16.670830	20.259180	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[1/2]
346.05243	1700	-	16.715380	20.297170	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[1/2]**-2[1/2]	
346.43388	2400	-	16.619070	20.196920	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[5/2]	
346.65787	2900	-	16.715380	20.290920	1	3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)4p	2[1/2]**-2[3/2]	
347.25711	7500	1.700E-02	C	16.619070	20.188440	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[5/2]
349.80641	1800	-	16.670830	20.214180	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]	
350.12164	2700	1.200E-02	D	16.670830	20.210990	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)4p	2[3/2]**-2[3/2]

351.07212	540	2.200E-03	D	16.619070	20.149650	5	3	(2P*3/2)3s-(2P*3/2)4p	2[3/2]**-2[1/2]
351.51907	2600	6.900E-03	D	16.670830	20.196920	3	5	(2P*3/2)3s-(2P*3/2)4p	2[3/2]**-2[5/2]
352.04717	17000	9.300E-02	C	16.848050	20.368860	3	1	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)4p	2[1/2]**-2[1/2]
356.29541	14	-	-	16.670830	20.149650	3	3	(2P*3/2)3s-(2P*3/2)4p	2[3/2]**-2[1/2]
359.35262	4100	9.900E-03	D	16.848050	20.297280	3	5	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)4p	2[1/2]**-2[3/2]
359.36396	2100	6.600E-03	D	16.848050	20.297170	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)4p	2[1/2]**-2[1/2]
360.01692	1200	4.300E-03	D	16.848050	20.290920	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)4p	2[1/2]**-2[3/2]
360.91791	140	-	-	16.715380	20.149650	1	3	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)4p	2[1/2]**-2[1/2]
363.36646	1600	1.100E-02	D	16.848050	20.259180	3	1	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)4p	2[1/2]**-2[1/2]
368.22426	640	1.600E-03	D	16.848050	20.214180	3	5	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)4p	2[1/2]**-2[3/2]
368.57357	1100	3.900E-03	D	16.848050	20.210990	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)4p	2[1/2]**-2[3/2]
370.12250	1100	2.200E-03	D	16.848050	20.196920	3	5	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)4p	2[1/2]**-2[5/2]
375.42156	230	-	-	16.848050	20.149650	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)4p	2[1/2]**-2[1/2]
376.58396	5	-	-	16.848050	20.139460	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)3d	2[1/2]**-2[3/2]
376.80675	5	-	-	16.848050	20.137510	3	5	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)3d	2[1/2]**-2[3/2]
376.94611	7	-	-	16.848050	20.136300	3	7	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)3d	2[1/2]**-2[5/2]
376.96772	5	-	-	16.848050	20.136110	3	5	(2P*1/2)3s-(2P*1/2)3d	2[1/2]**-2[5/2]
388.27115	2	-	-	16.848050	20.040390	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)3d	2[1/2]**-2[3/2]
388.71435	1	-	-	16.848050	20.036750	3	5	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)3d	2[1/2]**-2[3/2]
388.94333	5	-	-	16.848050	20.034870	3	7	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)3d	2[1/2]**-2[7/2]
389.97424	2	-	-	16.848050	20.026450	3	3	(2P*1/2)3s-(2P*3/2)3d	2[1/2]**-2[1/2]
394.35430	2	-	-	18.381620	21.524720	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[1/2]-2[3/2]*
394.35510	2	-	-	18.381620	21.524710	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[1/2]-2[5/2]*
398.40510	2	-	-	18.381620	21.492760	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9d	2[1/2]-2[3/2]*
398.42530	7	-	-	18.381620	21.492600	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9d	2[1/2]-2[3/2]*
398.42580	7	-	-	18.381620	21.492600	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9d	2[1/2]-2[5/2]*
399.57210	1	-	-	18.381620	21.483670	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)13d	2[1/2]-2[1/2]*
399.86070	1	-	-	18.381620	21.481430	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10s	2[1/2]-2[1/2]*
399.92740	1	-	-	18.381620	21.480920	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10s	2[1/2]-2[1/2]*
401.37530	1	-	-	18.381620	21.469740	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)12d	2[1/2]-2[3/2]*
401.39940	2	-	-	18.381620	21.469550	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)12d	2[1/2]-2[1/2]*
402.00540	2	-	-	18.381620	21.464900	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)13s	2[1/2]-2[3/2]*
403.72610	5	-	-	18.381620	21.451760	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11d	2[1/2]-2[3/2]*
403.76150	15	-	-	18.381620	21.451490	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11d	2[1/2]-2[1/2]*
403.76970	5	-	-	18.381620	21.451430	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11d	2[1/2]-2[1/2]*
404.23350	10	-	-	18.381620	21.447900	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)8d	2[1/2]-2[3/2]*
404.26253	50	-	-	18.381620	21.447680	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)8d	2[1/2]-2[5/2]*
404.26460	50	-	-	18.381620	21.447670	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)8d	2[1/2]-2[3/2]*
404.56800	2	-	-	18.381620	21.445370	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)12s	2[1/2]-2[3/2]*
406.40250	50	-	-	18.381620	21.431540	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9s	2[1/2]-2[1/2]*
406.48280	15	-	-	18.381620	21.430940	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9s	2[1/2]-2[1/2]*
406.88370	30	-	-	18.381620	21.427930	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)10d	2[1/2]-2[3/2]*
406.92430	30	-	-	18.381620	21.427630	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)10d	2[1/2]-2[1/2]*
406.93880	5	-	-	18.381620	21.427520	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)10d	2[1/2]-2[1/2]*
407.93520	2	-	-	18.381620	21.420080	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11s	2[1/2]-2[3/2]*
408.01440	50	-	-	18.381620	21.419490	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11s	2[1/2]-2[3/2]*
411.18590	1	-	-	18.381620	21.396060	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)9d	2[1/2]-2[3/2]*
411.21020	15	-	-	18.381620	21.395880	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)9d	2[1/2]-2[3/2]*
411.26930	20	-	-	18.381620	21.395450	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)9d	2[1/2]-2[1/2]*
411.28650	10	-	-	18.381620	21.395320	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)9d	2[1/2]-2[1/2]*
412.69610	2	-	-	18.381620	21.385030	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)10s	2[1/2]-2[3/2]*
412.80752	30	-	-	18.381620	21.384220	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)10s	2[1/2]-2[3/2]*
413.05110	20	-	-	18.381620	21.382450	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)7d	2[1/2]-2[3/2]*
413.10510	70	-	-	18.381620	21.382060	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)7d	2[1/2]-2[3/2]*
416.48069	50	-	-	18.381620	21.357740	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)8s	2[1/2]-2[1/2]*
416.60930	30	-	-	18.381620	21.356820	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)8s	2[1/2]-2[1/2]*
417.39590	2	-	-	18.381620	21.351210	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)8d	2[1/2]-2[3/2]*
417.43650	70	-	-	18.381620	21.350920	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)8d	2[1/2]-2[3/2]*
417.52190	60	-	-	18.381620	21.350320	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)8d	2[1/2]-2[1/2]*
417.54860	40	-	-	18.381620	21.350130	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)8d	2[1/2]-2[1/2]*
419.64195	15	-	-	18.381620	21.335320	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)9s	2[1/2]-2[3/2]*
419.80971	70	-	-	18.381620	21.334140	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)9s	2[1/2]-2[3/2]*
420.32670	2	-	-	18.575840	21.524720	5	7	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[5/2]-2[5/2]*
420.32700	2	-	-	18.575840	21.524720	5	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[5/2]-2[3/2]*
420.32790	2	-	-	18.575840	21.524710	5	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[5/2]-2[5/2]*
423.23100	1	-	-	18.555110	21.483760	7	7	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)13d	2[5/2]-2[7/2]*
423.23220	1	-	-	18.555110	21.483750	7	9	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)13d	2[5/2]-2[7/2]*
424.95490	2	-	-	18.575840	21.492600	5	7	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9d	2[5/2]-2[5/2]*
424.95500	2	-	-	18.575840	21.492600	5	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9d	2[5/2]-2[3/2]*
424.95560	2	-	-	18.575840	21.492600	5	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)9d	2[5/2]-2[5/2]*
425.24170	2	-	-	18.555110	21.469910	7	7	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)12d	2[5/2]-2[5/2]*
425.27760	2	-	-	18.555110	21.469660	7	9	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)12d	2[5/2]-2[7/2]*
425.27790	2	-	-	18.555110	21.469660	7	7	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)12d	2[5/2]-2[7/2]*
425.64890	2	-	-	18.612710	21.524720	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[3/2]-2[3/2]*
425.64980	2	-	-	18.612710	21.524710	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)10d	2[3/2]-2[5/2]*
425.97390	1	-	-	18.555110	21.464900	7	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)13s	2[5/2]-2[3/2]*
426.24780	2	-	-	18.575840	21.483760	5	7	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)13d	2[5/2]-2[7/2]*
426.72868	1	-	-	18.381620	21.286270	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)7d	2[1/2]-2[5/2]*
426.77179	5	-	-	18.381620	21.285970	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)7d	2[1/2]-2[3/2]*
426.80043	70	-	-	18.381620	21.285780	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)7d	2[1/2]-2[3/2]*
426.97240	70	-	-	18.381620	21.284610	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)7d	2[1/2]-2[1/2]*
427.02230	50	-	-	18.381620	21.284270	3	1	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)7d	2[1/2]-2[1/2]*
427.46600	50	-	-	18.381620	21.281260	3	3	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)6d	2[1/2]-2[3/2]*
427.51581	1	-	-	18.381620	21.280920	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)6d	2[1/2]-2[5/2]*
427.55583	70	-	-	18.381620	21.280650	3	5	(2P*3/2)3p-(2P*1/2)6d	2[1/2]-2[3/2]*
427.88400	5	-	-	18.555110	21.451910	7	7	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11d	2[5/2]-2[5/2]*
427.92790	15	-	-	18.555110	21.451610	7	9	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11d	2[5/2]-2[7/2]*
427.92860	15	-	-	18.555110	21.451610	7	7	(2P*3/2)3p-(2P*3/2)11d	2[5/2]-2[7/2]*



444.08210	2	-	18.636790	21.427930	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10d	2[3/2]-2[3/2]*
444.09550	1	-	18.636790	21.427850	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10d	2[3/2]-2[7/2]*
444.49750	30	-	18.704070	21.492600	5	7	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9d	2[3/2]-2[5/2]*
444.49770	30	-	18.704070	21.492600	5	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9d	2[3/2]-2[3/2]*
444.49830	30	-	18.704070	21.492600	5	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9d	2[3/2]-2[5/2]*
444.57030	1	-	18.693360	21.481430	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)10s	2[3/2]-2[1/2]*
444.65270	1	-	18.693360	21.480920	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)10s	2[3/2]-2[1/2]*
445.29860	15	-	18.612710	21.396220	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[5/2]*
445.32440	5	-	18.612710	21.396060	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[3/2]*
445.33490	2	-	18.636790	21.420080	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)11s	2[3/2]-2[3/2]*
445.35300	1	-	18.612710	21.395880	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[3/2]*
445.42940	5	-	18.636790	21.419490	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)11s	2[3/2]-2[3/2]*
445.55702	15	-	18.575840	21.357740	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8s	2[5/2]-2[1/2]*
445.64000	1	-	18.711380	21.492760	1	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9d	2[1/2]-2[3/2]*
446.01750	100	-	18.555110	21.334140	7	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9s	2[5/2]-2[3/2]*
446.28490	2	-	18.704070	21.481430	5	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)10s	2[3/2]-2[1/2]*
446.56461	50	-	18.575840	21.351460	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[5/2]-2[5/2]*
446.60460	5	-	18.575840	21.351210	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[5/2]-2[3/2]*
446.65110	2	-	18.575840	21.350920	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[5/2]-2[3/2]*
446.68070	70	-	18.575840	21.350740	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[5/2]-2[7/2]*
446.74890	1	-	18.575840	21.350320	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[5/2]-2[1/2]*
447.09640	5	-	18.612710	21.385030	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10s	2[3/2]-2[3/2]*
447.22300	1	-	18.693360	21.464900	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)13s	2[3/2]-2[3/2]*
447.22712	1	-	18.612710	21.384220	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10s	2[3/2]-2[3/2]*
447.51310	5	-	18.612710	21.382450	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)7d	2[3/2]-2[3/2]*
447.56540	100	-	18.612710	21.382120	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)7d	2[3/2]-2[5/2]*
448.08270	15	-	18.726380	21.492600	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9d	2[1/2]-2[3/2]*
448.08330	15	-	18.726380	21.492600	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9d	2[1/2]-2[5/2]*
448.31958	150	-	18.381620	21.146380	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7s	2[1/2]-2[3/2]*
448.80933	300	-	18.381620	21.143360	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7s	2[1/2]-2[3/2]*
449.17700	80	-	18.575840	21.335320	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9s	2[5/2]-2[3/2]*
449.18360	50	-	18.636790	21.396230	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[5/2]*
449.18560	50	-	18.636790	21.396220	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[5/2]*
449.21180	5	-	18.636790	21.396060	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[3/2]*
449.24090	30	-	18.636790	21.395880	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[3/2]*
449.26729	15	-	18.636790	21.395720	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[7/2]*
449.31140	5	-	18.636790	21.395450	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9d	2[3/2]-2[1/2]*
449.36922	50	-	18.575840	21.334140	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9s	2[5/2]-2[3/2]*
449.89900	2	-	18.726380	21.481430	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)10s	2[1/2]-2[1/2]*
449.98220	5	-	18.693360	21.447900	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[3/2]-2[3/2]*
449.98340	5	-	18.726380	21.480920	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)10s	2[1/2]-2[1/2]*
450.01819	50	-	18.693360	21.447680	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[3/2]-2[5/2]*
450.02070	50	-	18.693360	21.447670	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[3/2]-2[3/2]*
451.01490	15	-	18.636790	21.385030	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10s	2[3/2]-2[3/2]*
451.14796	20	-	18.636790	21.384220	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10s	2[3/2]-2[3/2]*
451.14960	20	-	18.704070	21.451490	5	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)11d	2[3/2]-2[1/2]*
451.48826	70	-	18.636790	21.382150	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)7d	2[3/2]-2[5/2]*
451.50340	2	-	18.636790	21.382060	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)7d	2[3/2]-2[3/2]*
451.54153	30	-	18.612710	21.357740	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8s	2[3/2]-2[1/2]*
451.69270	50	-	18.612710	21.356820	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8s	2[3/2]-2[1/2]*
451.77360	100	-	18.704070	21.447690	5	7	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[3/2]-2[5/2]*
451.77521	100	-	18.704070	21.447680	5	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[3/2]-2[5/2]*
452.57639	7	-	18.612710	21.351460	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[5/2]*
452.61750	50	-	18.612710	21.351210	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[3/2]*
452.66520	15	-	18.612710	21.350920	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[3/2]*
452.67160	15	-	18.693360	21.431540	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9s	2[3/2]-2[1/2]*
452.77120	15	-	18.693360	21.430940	3	1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9s	2[3/2]-2[1/2]*
452.79710	1	-	18.612710	21.350130	3	1	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[1/2]*
452.94490	30	-	18.711380	21.447900	1	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[1/2]-2[3/2]*
453.23990	1	-	18.693360	21.428110	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10d	2[3/2]-2[3/2]*
453.63008	150	5.000E-03 D	18.381620	21.114020	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5d	2[1/2]-2[3/2]*
453.76773	300	-	18.381620	21.113190	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5d	2[1/2]-2[5/2]*
453.77515	1000	-	18.381620	21.113140	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5d	2[1/2]-2[3/2]*
453.83019	300	-	18.555110	21.286300	7	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[5/2]*
453.91647	50	-	18.555110	21.285780	7	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[3/2]*
454.03780	50	-	18.555110	21.285050	7	9	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[7/2]*
454.44940	50	-	18.704070	21.431540	5	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9s	2[3/2]-2[1/2]*
454.57390	1	-	18.693360	21.420080	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)11s	2[3/2]-2[3/2]*
454.71973	10	-	18.555110	21.280950	7	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)6d	2[5/2]-2[5/2]*
454.72573	10	-	18.555110	21.280920	7	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)6d	2[5/2]-2[5/2]*
454.77101	15	-	18.555110	21.280650	7	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)6d	2[5/2]-2[3/2]*
455.06530	1	-	18.704070	21.427850	5	7	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)10d	2[3/2]-2[7/2]*
455.25981	30	-	18.612710	21.335320	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9s	2[3/2]-2[3/2]*
455.44220	10	-	18.726380	21.447900	3	3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[1/2]-2[3/2]*
455.45727	5	-	18.612710	21.334140	3	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)9s	2[3/2]-2[3/2]*
455.48170	40	-	18.726380	21.447670	3	5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8d	2[1/2]-2[3/2]*
455.53872	30	-	18.636790	21.357740	3	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)8s	2[3/2]-2[1/2]*
455.66990	2	-	18.711380	21.431540	1	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)9s	2[1/2]-2[1/2]*
456.58880	60	-	18.636790	21.351480	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[5/2]*
456.68240	40	-	18.636790	21.350920	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[3/2]*
456.71337	15	-	18.636790	21.350740	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[7/2]*
456.78470	10	-	18.636790	21.350320	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)8d	2[3/2]-2[1/2]*
457.30602	5	-	18.575840	21.286270	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[5/2]*
457.35552	50	-	18.575840	21.285970	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[3/2]*
457.50607	300	-	18.575840	21.285080	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[7/2]*
457.58590	20	-	18.575840	21.284610	5	3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)7d	2[5/2]-2[1/2]*
458.20402	150	-	18.575840	21.280950	5	7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)6d	2[5/2]-2[5/2]*
458.21011	15	-	18.575840	21.280920	5	5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)6d	2[5/2]-2[5/2]*







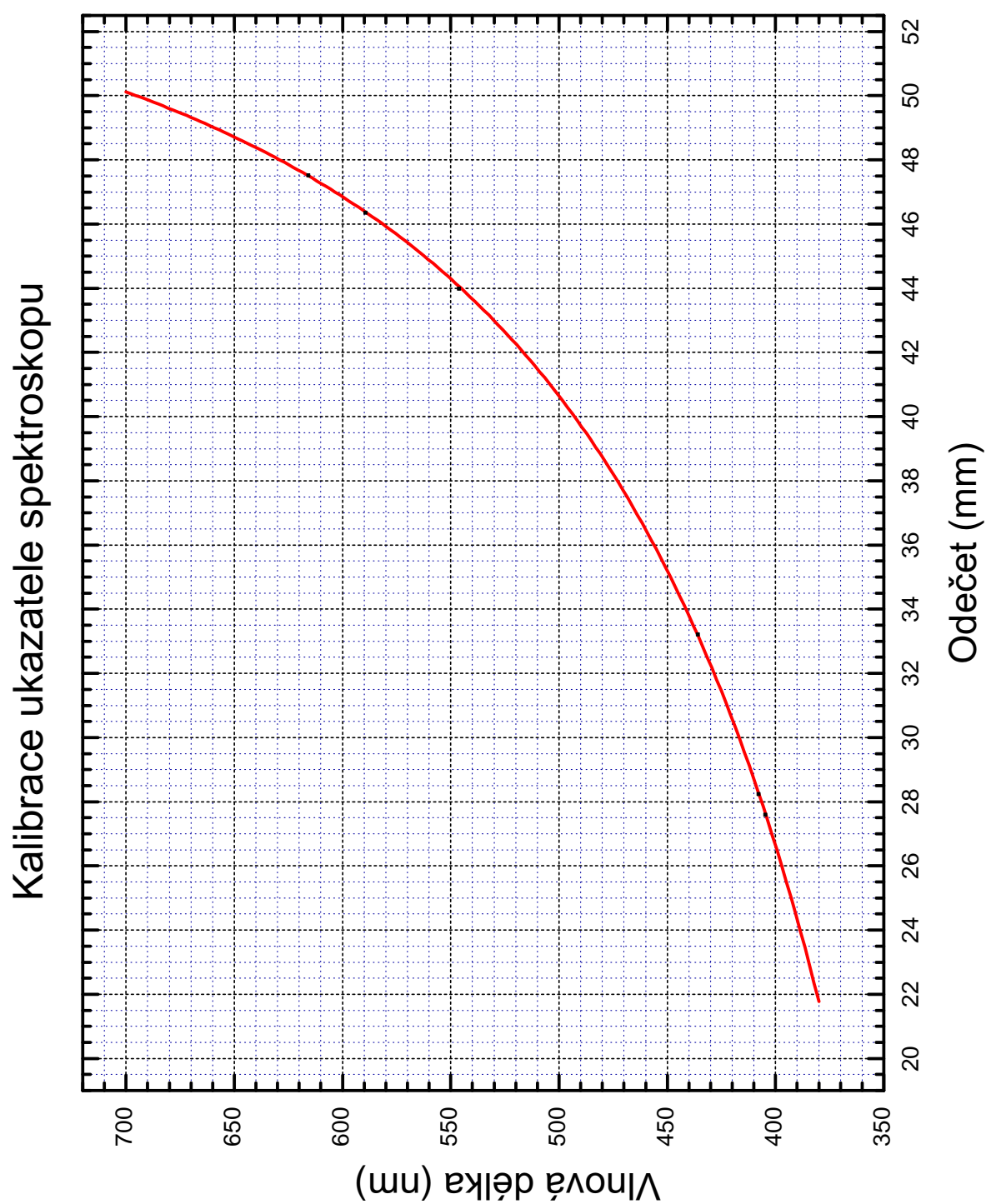


571.95294	75	-	18.636790	20.803930	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
574.82990	500	-	18.555110	20.711400	7 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[5/2]*
574.86493	70	-	18.555110	20.711270	7 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[5/2]*
576.05896	70	-	18.555110	20.706800	7 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[3/2]*
576.40548	3	-	18.555110	20.705500	7 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[7/2]*
576.44191	700	-	18.555110	20.705370	7 9	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[7/2]*
577.03151	50	-	18.965960	21.114020	1 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5d	2[1/2]-2[3/2]*
580.40921	75	-	18.575840	20.711400	5 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[5/2]*
580.44494	500	-	18.575840	20.711270	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[5/2]*
581.14072	300	-	18.575840	20.708710	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[3/2]*
581.66228	50	-	18.575840	20.706800	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[3/2]*
582.01558	500	-	18.575840	20.705500	5 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[7/2]*
582.89072	75	-	18.575840	20.702310	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[5/2]-2[1/2]*
585.24879	2000	6.820E-01 B	16.848050	18.965960	3 1	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[1/2]**-2[1/2]
586.84175	75	1.400E-02 D	18.693360	20.805510	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
587.21455	75	-	18.693360	20.804170	3 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
587.28271	500	-	18.693360	20.803930	3 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
588.18952	1000	1.150E-01 B-	16.619070	18.726380	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[3/2]**-2[1/2]
589.83311	20	-	18.704070	20.805510	5 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
590.20972	3	-	18.704070	20.804170	5 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
590.24620	50	-	18.704070	20.804040	5 7	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
590.27858	5	-	18.704070	20.803930	5 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
590.64278	50	-	18.612710	20.711270	3 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
591.36325	250	4.800E-02 D	18.612710	20.708710	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
591.89080	250	-	18.711380	20.805510	1 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[1/2]-2[3/2]*
591.90332	8	-	18.612710	20.706800	3 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
592.26918	25	-	18.612710	20.705500	3 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[7/2]*
593.44560	75	-	18.612710	20.701360	3 1	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[1/2]*
593.93180	50	-	18.575840	20.662780	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[5/2]-2[1/2]*
594.48342	500	1.130E-01 C+	16.619070	18.704070	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
596.16243	70	3.300E-02 D	18.726380	20.805510	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[1/2]-2[3/2]*
596.54716	500	-	18.726380	20.804170	3 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[1/2]-2[3/2]*
596.61751	35	-	18.726380	20.803930	3 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)4d	2[1/2]-2[5/2]*
597.46283	500	-	18.636790	20.711400	5 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
597.55340	600	3.510E-02 B-	16.619070	18.693360	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
598.23799	8	-	18.636790	20.708710	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
598.79070	150	-	18.636790	20.706800	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
599.16511	75	-	18.636790	20.705500	5 7	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[7/2]*
600.09263	100	-	18.636790	20.702310	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[1/2]*
602.99969	1000	5.610E-02 B-	16.670830	18.726380	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[3/2]**-2[1/2]
604.19898	15	-	18.965960	21.017430	1 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5d	2[1/2]-2[3/2]*
604.61341	50	2.260E-03 B	18.612710	20.662780	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[3/2]-2[1/2]*
606.45370	50	-	18.612710	20.656560	3 1	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[3/2]-2[1/2]*
607.43377	1000	6.030E-01 C+	16.670830	18.711380	3 1	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[1/2]
609.61631	300	1.810E-01 C+	16.670830	18.704070	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
611.80154	15	6.090E-03 B	18.636790	20.662780	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[3/2]-2[1/2]*
612.84499	100	6.700E-03 B-	16.670830	18.693360	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
614.25055	100	-	18.693360	20.711270	5 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
614.30626	1000	2.820E-01 B-	16.619070	18.636790	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
615.02980	100	1.500E-02 D	18.693360	20.708710	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
615.61399	50	-	18.693360	20.706800	5 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
616.35939	1000	1.460E-01 B-	16.715380	18.726380	1 3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[1/2]**-2[1/2]
617.28247	15	-	18.693360	20.701360	3 1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[1/2]*
617.48821	70	-	18.704070	20.711400	5 7	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
617.52864	50	-	18.704070	20.711270	5 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[5/2]*
618.21480	150	-	18.555110	20.560080	7 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[5/2]-2[3/2]*
618.31623	5	-	18.704070	20.708710	5 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
618.90669	70	-	18.704070	20.706800	5 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[3/2]*
619.30669	50	-	18.704070	20.705500	5 7	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[7/2]*
620.29767	15	-	18.704070	20.702310	5 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[3/2]-2[1/2]*
620.57782	100	-	18.711380	20.708710	1 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[1/2]-2[3/2]*
621.38773	150	-	18.575840	20.570570	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[5/2]-2[3/2]*
621.72812	1000	6.370E-02 B-	16.619070	18.612710	5 3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
622.57380	50	-	18.711380	20.702310	1 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[1/2]-2[1/2]*
624.67281	100	-	18.575840	20.560080	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[5/2]-2[3/2]*
624.95918	5	-	18.965960	20.949280	1 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)6s	2[1/2]-2[3/2]*
625.27519	2	-	18.726380	20.708710	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[1/2]-2[3/2]*
625.87901	100	-	18.726380	20.706800	3 5	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[1/2]-2[3/2]*
626.64950	1000	2.490E-01 B-	16.715380	18.693360	1 3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[1/2]**-2[3/2]
627.30155	70	9.700E-03 D	18.726380	20.702310	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[1/2]-2[1/2]*
627.60368	50	-	18.726380	20.701360	3 1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)4d	2[1/2]-2[1/2]*
629.37458	100	6.390E-03 B	18.693360	20.662780	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[3/2]-2[1/2]*
630.47889	100	4.160E-02 B-	16.670830	18.636790	3 5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
631.36894	150	-	18.693360	20.656560	1 1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[3/2]-2[1/2]*
632.81653	300	3.390E-02 B	18.704070	20.662780	5 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[3/2]-2[1/2]*
633.08945	150	2.300E-02 D	18.612710	20.570570	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[3/2]-2[3/2]*
633.44278	1000	1.610E-01 B-	16.619070	18.575840	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[5/2]
635.18564	100	3.450E-03 B	18.711380	20.662780	1 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[1/2]-2[1/2]*
636.49975	100	-	18.612710	20.560080	3 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[3/2]-2[3/2]*
638.29917	1000	3.210E-01 B-	16.670830	18.612710	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[3/2]
640.10763	100	1.390E-02 B	18.726380	20.662780	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[1/2]-2[1/2]*
640.22460	2000	5.140E-02 B	16.619070	18.555110	5 7	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[5/2]
640.97502	150	-	18.636790	20.570570	3 3	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[3/2]-2[3/2]*
642.17070	100	-	18.726380	20.656560	1 1	(2P*⟨1/2⟩)3p-(2P*⟨1/2⟩)5s	2[1/2]-2[1/2]*
644.47104	150	-	18.636790	20.560080	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3p-(2P*⟨3/2⟩)5s	2[3/2]-2[3/2]*
650.65281	100	3.000E-01 B-	16.670830	18.575840	5 5	(2P*⟨3/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[3/2]**-2[5/2]
653.28822	100	1.080E-01 B-	16.715380	18.612710	1 3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨3/2⟩)3p	2[1/2]**-2[3/2]
659.89529	1000	2.320E-01 B-	16.848050	18.726380	3 3	(2P*⟨1/2⟩)3s-(2P*⟨1/2⟩)3p	2[1/2]**-2[1/2]



904.90700	3	-	19.688200	21.057950	3	5	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[3/2]**-2[3/2]
905.23900	6	-	19.779770	21.149030	3	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )6p	2[1/2]**-2[1/2]
905.26500	6	-	19.688200	21.057410	3	3	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[3/2]**-2[3/2]
907.30400	8	-	19.688200	21.054330	3	5	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[3/2]**-2[5/2]
910.20600	1	-	20.034650	21.396430	9	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )9f	2[7/2]**-2[9/2]
910.35300	3	-	20.034870	21.396430	7	9	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )9f	2[7/2]**-2[9/2]
914.86716	600	-	18.693360	20.048210	3	5	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[5/2]*
920.17591	600	9.100E-02 D	18.693360	20.040390	3	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[3/2]*
922.00583	400	-	18.704070	20.048430	5	7	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[5/2]*
922.15801	200	-	18.704070	20.048210	5	5	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[5/2]*
922.66903	200	-	18.693360	20.036750	3	5	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[3/2]*
927.55196	100	-	18.704070	20.040390	5	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[3/2]*
930.08527	600	-	18.704070	20.036750	5	5	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[3/2]*
931.05839	150	-	18.693360	20.024640	3	1	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[1/2]*
931.39726	300	-	18.704070	20.034870	5	7	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[7/2]*
932.65068	600	-	18.711380	20.040390	1	3	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[1/2]-2[3/2]*
934.05400	2	-	20.024640	21.351660	1	3	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )8f	2[1/2]**-2[3/2]
935.32500	3	-	20.026450	21.351660	3	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )8f	2[1/2]**-2[3/2]
937.33078	200	-	18.704070	20.026450	5	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[3/2]-2[1/2]*
941.07500	6	-	20.034650	21.351770	9	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )8f	2[7/2]**-2[9/2]
941.23200	4	-	20.034870	21.351770	7	9	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )8f	2[7/2]**-2[9/2]
942.53788	500	-	18.711380	20.026450	1	3	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[1/2]-2[3/2]*
943.30077	40	1.100E-03 D	18.726380	20.040390	3	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[1/2]-2[3/2]*
944.38600	2	-	20.136110	21.448610	5	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )8f	2[5/2]**-2[5/2]
944.38600	2	-	20.136110	21.448610	5	7	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )8f	2[5/2]**-2[7/2]
944.52200	3	-	20.136300	21.448610	7	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )8f	2[5/2]**-2[5/2]
944.52200	3	-	20.136300	21.448610	7	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )8f	2[5/2]**-2[7/2]
945.39800	1	-	20.137510	21.448610	5	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )8f	2[3/2]**-2[5/2]
945.39800	1	-	20.137510	21.448610	5	7	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )8f	2[3/2]**-2[7/2]
945.92095	300	-	18.726380	20.036750	3	5	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[1/2]-2[3/2]*
948.66818	500	2.500E-02 D	18.381620	19.688200	3	3	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )4s	2[1/2]-2[3/2]*
950.82800	5	-	20.048430	21.352030	7	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )8f	2[5/2]**-2[7/2]
953.41629	500	6.300E-02 D	18.726380	20.026450	3	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[1/2]-2[1/2]*
954.74049	300	-	18.726380	20.024640	3	1	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d	2[1/2]-2[1/2]*
957.39700	2	-	19.779770	21.074430	3	1	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[1/2]**-2[1/2]
964.22700	1	-	19.760600	21.046090	1	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[1/2]**-2[1/2]
966.54197	1000	-	18.381620	19.664030	3	5	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3p-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )4s	2[1/2]-2[3/2]*
972.49500	1	-	19.779770	21.054330	3	5	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[1/2]**-2[5/2]
978.82500	2	-	19.779770	21.046090	3	3	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )4s-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )6p	2[1/2]**-2[1/2]
982.33900	5	-	20.024640	21.286430	1	3	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[1/2]**-2[3/2]
983.74500	20	-	20.026450	21.286430	3	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[1/2]**-2[3/2]
989.72800	3	-	20.034650	21.287020	9	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[7/2]**-2[7/2]
989.90200	2	-	20.034870	21.287020	7	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[7/2]**-2[7/2]
991.51100	20	-	20.036750	21.286860	5	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[3/2]**-2[5/2]
991.85500	4	-	20.036750	21.286430	5	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[3/2]**-2[3/2]
993.68000	10	-	20.136110	21.383500	5	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )7f	2[5/2]**-2[5/2]
993.68000	10	-	20.136110	21.383500	5	7	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )7f	2[5/2]**-2[7/2]
993.83000	15	-	20.136300	21.383500	7	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )7f	2[5/2]**-2[5/2]
993.83000	15	-	20.136300	21.383500	7	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )7f	2[5/2]**-2[7/2]
994.40700	7	-	20.040390	21.286860	3	5	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )7f	2[3/2]**-2[5/2]
994.51200	2	-	20.036750	21.283090	5	-	(2P* $\langle$ 3/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )6f	2[3/2]**-2[5/2]
994.80000	15	-	20.137510	21.383500	5	-	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )7f	2[3/2]**-2[5/2]
994.80000	15	-	20.137510	21.383500	5	7	(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )3d-(2P* $\langle$ 1/2 $\rangle$ )7f	2[3/2]**-2[7/2]
996.35600	6	-	20.139460	21.383500	1.0	2.0		

## F Kalibrace hranolového spektroskopu



Obrázek 15: Převod mezi dílky stupnice spektroskopu a vlnovou délkou zaměřenou nitkovým zaměřovačem.