

Zobrazování hmyzu uvězněného v jantaru

Emma Bielokostolská ¹

Thi Thu Hien Nguyenová ²

Veronika Scholzeová ³

1 Bilingválne gymnázium Milana Hodžu, Komenského 215, Sučany

2 Gymnázium, Česká Třebová, Tyršovo náměstí 970

3 Gymnázium Trutnov, Jiráskovo náměstí 325

1 e.bielokostolska@gmail.com

2 leorise@seznam.cz

3 veronikascholzeova@seznam.cz

Abstrakt

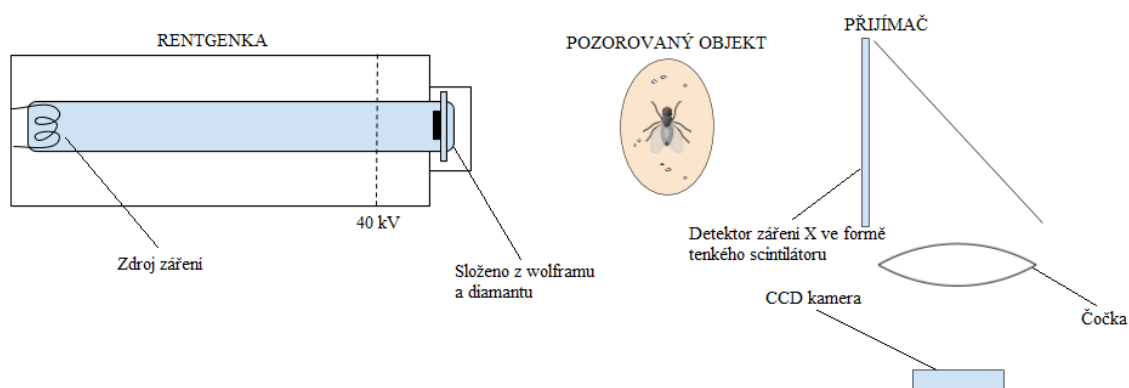
Cílem naší práce bylo zobrazit mušku v jantaru za pomoci záření X. K zobrazování jsme použily jak techniku transmisní radiografie (využívá absorpci záření X v látce), tak techniku využívající fázové posunutí. Obě techniky jsou v článku vysvětleny. Výsledkem je snímek očištěný od všech artefaktů, na kterém jsou patrné všechny články mušky – hlavička, tělo, zadeček. Na snímku je trochu patrná nožička, ale křídélka již zobrazená nejsou.

1. Úvod

Cílem naší práce bylo zobrazit hmyz uvězněný v jantaru pomocí paprsků X (rentgenového záření). Součástí naší práce bylo též vysvětlení pojmu rentgenové záření a princip jeho detekce. Tyto znalosti jsme použily k odstranění nežádoucích artefaktů z výsledných obrázků.

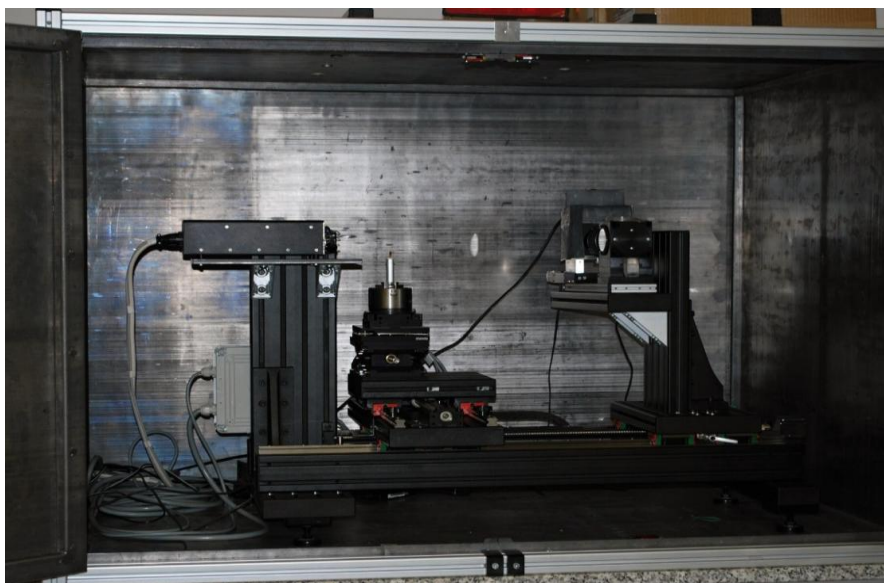
2. Metodika

Na začátku jsme se seznámily se zobrazovacím systémem, který se skládá z rentgenky, detektoru záření X ve formě tenkého scintilátoru a CCD kamery, která tento scintilátor monitoruje (viz obr. 1). Poté jsme spustily měření, 10 Light snímků (při zapnutí rentgenky a s pozorovaným objektem), 10 Flat snímků (při zapnutí rentgenky a bez pozorovaného objektu) a 10 Dark snímků (bez rentgenky a bez pozorovaného objektu). Každý snímek trval 5 minut. Po načtení všech snímků, jsme odstranily artefakty a nežádoucí šumící pixely (výsledky na konci práce).



Obr. 1, popis aparatury

(Scholzeová, V., 2017)



Obr. 2 a 3, zobrazovací systém a jantar s hmyzem



(Linhart, V., 2017)

3. Teoretická část

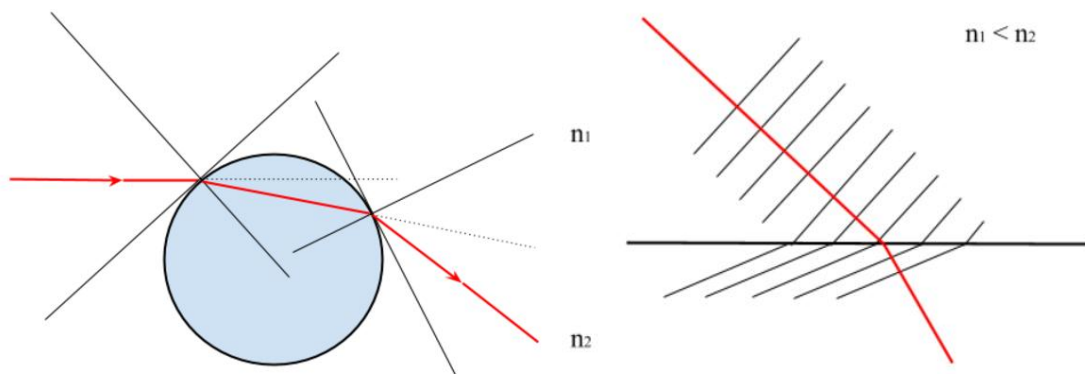
3.1. Jantar

Jantar je uhlíkatá nerostná látka. Jedná se o mineralizovanou pryskyřici třetihorních jehličnanů starou nejčastěji kolem 50 milionů let. Chemické složení jantaru je $C_{10}H_{16}O$. Nejběžnější barva jantaru je zlatavě žlutá, ale nalézají se i jiné odrůdy. [1]

3.2. Paprsky X

Paprsky X neboli rentgenové záření je forma elektromagnetického záření pocházející z elektronového obalu o vlnových délkách 10 nanometrů až 1 pikometr. Využívá se při lékařských vyšetřeních a v krystalografii. Jedná se o formu ionizujícího záření a jako takové může být nebezpečné. [2]

Zdrojem rentgenového záření je obvykle elektronka, nazývaná rentgenka. Z rozzhavené záporné katody jsou termálně emitovány elektrony směrem ke kladné anodě. Mezi katodou a anodou je připojeno vysoké napětí, které uděluje elektronům vysokou rychlost. Při dopadu elektronů na anodu se většina jejich energie mění v teplo. Část energie dopadajících elektronů se mění na energii rentgenového záření, které vystupuje z anody. Rentgenové záření ionizuje vzduch, vyvolává světélkování některých látek (scintilace), způsobuje zčernání fotografického filmu a působí také na živé organismy. Záření prochází různými látkami, ale je jimi více nebo méně pohlcováno. [3]



Obr. 4 a 5, refrakce rentgenového záření

(Bielokostolská a kol., 2017)

Existují dva typy rentgenového záření tzv. brzdné rentgenové záření a charakteristické rentgenové záření. [2]

3.2.1. Brzdné rentgenové záření

Rychle letící elektrony se po dopadu na terč brzdí a dochází ke změně jejich dráhy. Energie, kterou elektrony při průchodu terčem ztratily, se vyzáří ve formě tzv. brzdného rentgenova záření. Toto záření je charakteristické širokým, spojitým energetickým spektrem. [2]

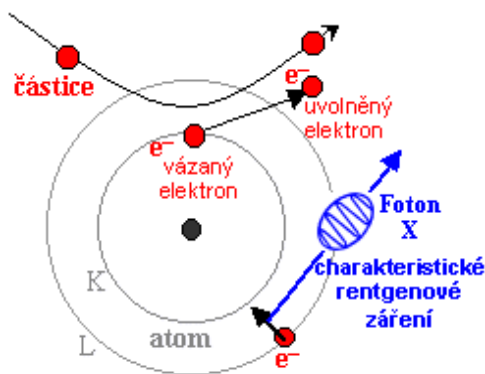


Obr. 6, brzdné záření

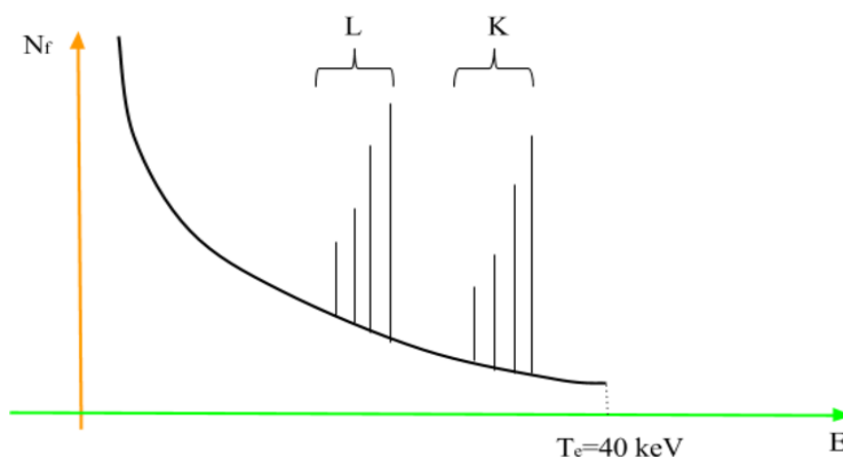
(Zdroj: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm>)

3.2.2. Charakteristické rentgenové záření

Volný elektron z okolí narazí na jiný elektron v atomu, oba elektrony vyletí do okolí - stanou se z nich volné elektrony. Prázdné místo nahradí elektron z vyššího elektronového obalu, elektrony se přemísťují do té doby, dokud ve valenční vrstvě není o elektron méně, nakonec ta si ho nahradí z okolí. Spektrum charakteristického záření je čárové, neboť spektrální čáry jsou typické pro každý element.



Obr. 7, charakteristické rentgenové záření (Zdroj: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm>)



Obr. 8, graf brzdného a rentgenového záření (Scholzeová, V., 2017)

3.3. Artefakty

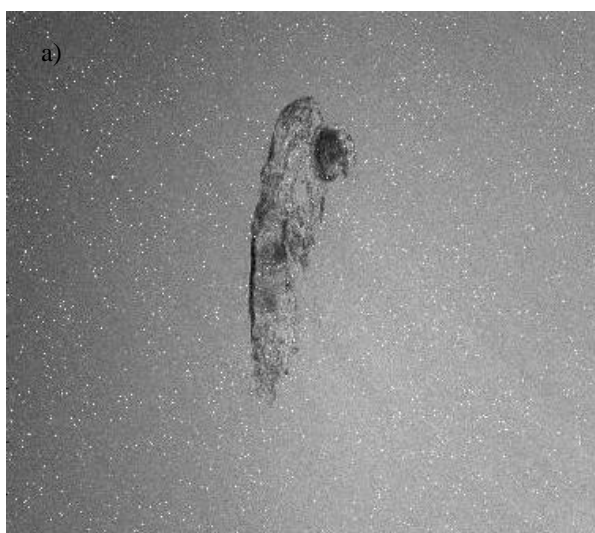
Při zobrazování vznikají na snímcích rozmanité artefakty (deformace výsledného obrázku), které jsou způsobeny různými rušivými jevy. První z nich je přímá interakce fotonů záření X se CCD kamerou. Toto se projevuje jako intenzivní bílé tečky, které jsou nahodilě po snímcích. Dalším jevem jsou špatně fungující pixely CCD kamery (pixely nefunkční a šumící). Pokud pixel nefunguje, tak se to projeví jako černé tečky na snímku. Šumící pixel se projevují jako bílé tečky, které snímku od snímku nemění svoji polohu. Posledním artefaktem je vzor kruhových linií přes celý obrázek. Tento jev je způsoben různou detekční účinností scintilátoru v různých místech. Pravděpodobně souvisí s broušením scintilátoru.

3.4. Druhý snímek

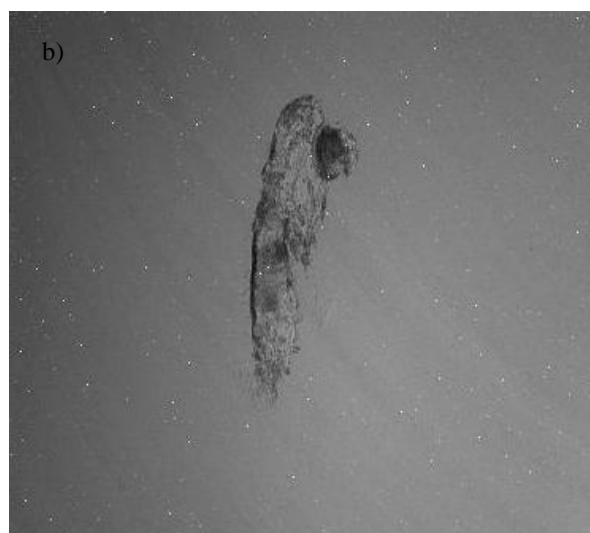
Pro odstranění artefaktů je potřeba změřit tři typy snímků. Prvním z nich je tzv. Dark snímek, který má za úkol odstranit signál ze CCD kamery způsobeným termální emisí elektronů. Tento snímek je měřen při vypnutém zdroji rentgenového záření. Druhým je tzv. Flat snímek, který má za úkol vyrovnat nehomogenitu svazku záření X a nehomogenitu odezvy detektoru. Tento snímek je měřen při zapnutém rentgenovém záření a bez pozorovaného objektu. Posledním z nich je tzv. Light snímek, který je měřen při zapnuté rentgence a objektem umístěným na vhodné pozici.

4. Výsledky

Na obrázcích 9-10 jsou zobrazeny naše výsledky. Na prvním snímku jsou zobrazena hrubá data, proto snímek obsahuje veškeré artefakty. Druhý snímek byl staticky zpracován a byly odstraněny artefakty způsobené přímou interakcí fotonů záření X s CCD kamerou (počet bílých teček výrazně poklesl). Na třetím snímku je finální produkt po odstranění všech artefaktů na základě změření obrázků Light, Flat a Dark. Tyto snímky jsou důkazem, že je vždy vhodné data statisticky zpracovat.



Obr. 9a Light snímek, hrubá data



(Linhart, V., 2017)

Obr. 9b Light snímek, který má odstraněné artefakty způsobené přímou interakcí fotonů záření X s CCD kamerou s vyloučením (Linhart, V., 2017)



Obr. 10, Light snímek, bez artefaktů

(Linhart, V., 2017)

5. Závěr a diskuze

Na tomto projektu jsme se dozvěděly spoustu informací o rentgenovém zařízení, a jak ho využít v praxi. Dále jsme si ujasnily rozdíly mezi všemi druhy záření. Pomocí záření X (rentgenového záření) jsme zhotovily 30 snímků o 3 typech (Light, Flat a Dark). Z těchto snímků jsme zhotovily jeden výsledný (viz obr. 10). Výsledný snímek po zbarvení všech artefaktů zobrazuje mušku uvězněnou v jantaru. Na snímku je dobře patrné tělo mušky, náznak nožičky, která je trochu vidět díky technice zobrazování, která využívá jev zvaný fázové posunutí. Křídélka zřetelné nejsou, protože jsou moc tenká.

Práce nás motivovala k dalšímu bádání a zjišťování nových informací. Dále nám poskytla možnost spolupráce v týmech, a to ve vědeckém prostředí, komunikaci mezi členy a navíc otestovala naši dochvilnost a efektivitu, jakou vykonáváme v naší práci.

Poděkování

Rády bychom tímto poděkovaly především našemu vedoucímu práce Ing. Vladimíru Linhartovi, Ph.D. za poskytnutou pomoc, cenné rady, věcné připomínky, vstřícnost při konzultacích a za všechnu podporu.

6. Reference

[1] *Jantar* (on-line) [cit. 19. 6. 2017]

Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Jantar>

[2] *Rentgenové záření* (on-line) [cit. 19. 6. 2017].

Dostupné z:

https://cs.wikipedia.org/wiki/Rentgenov%C3%A9_z%C3%A1r%C5%99en%C3%AD

[3] *RENTGENOVÉ ZÁŘENÍ* (on-line) [cit. 19. 6. 2017]

Dostupné z: <https://www.cez.cz/edee/content/microsites/rtg/fyzika.htm>

[4] *Jaderná a radiační fyzika* (on-line) [cit. 19. 6. 2017]

Dostupné z: <http://astronuklfyzika.cz/JadRadFyzika6.htm>