

FYZIKÁLNÍ PRINCIPY TECHNIKY

- So 10. 10. 7:30–10:05
- So 24. 10. 11:10–12:50
- So 7. 11. 15:45–18:20
- So 19. 12. 15:45–17:25



FYZIKÁLNÍ PRINCIPY TECHNIKY

- **ROZSAH:** 10h
- **UKONČENÍ:** zápočet
- **VYUČUJÍCÍ:** PhDr. Michaela Šutová
 - **Kontakt:** 350140@mail.muni.cz
 - **Konzultační hodiny:** Pondělí od 15:45 - 16:30
nebo po předchozí domluvě e-mailem
 - Do předmětu e-mailu vždy uvádět „**fyzikální principy techniky**“

DOPORUČENÁ LITERATURA

- *Základy fyziky. 1, Úvod do studia fyziky; Mechanika; Akustika; Termika (Přid.) : Základy fyziky. 1, Úvod do studia fyziky; Mechanika; Akustika; Termika.* [info](#)
- BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia :mechanika.* 3. přeprac. vyd. Praha: Prometheus, 2000. 288 s. ISBN 80-7196-176-0. [info](#)
- SKLENÁK, Ladislav a Dalibor DVOŘÁK. *Fyzika pro střední školy.* 1. vyd. Praha: Fortuna, 1997. 142 s. ISBN 80-7168-445-7. [info](#)
- *Fyzika pro gymnázia : mechanika.* 1. vyd. Praha, Praha: Prometheus, 1993. 343 s. ISBN 80-901619-3-1. [info](#)
- BEDNAŘÍK, Milan. *Fyzika pro gymnázia :mechanika.* 1. vyd. Praha: Prometheus, 1993. 343 s. ISBN 80-901619-3-6. [info](#)
- ŠANTAVÝ, Ivan a Ladislav PEŠKA. *Fyzika. I, Mechanika, teorie relativity, kinetická teorie látek, termodynamika.* 1. vyd. Brno: Ediční středisko VUT, 1984. 234 s. [info](#)

FYZIKA VE ZDRAVOTNICTVÍ

UOPK_2001 Fyzikální principy
techniky

PhDr. Michaela Šutová

Úvod

- S některými lékařskými přístroji a jejich fyzikálními principy se setkáváme již od ZŠ
- Důležité jsou poznatky z vlastní zkušenosti (setkání s přístroji u lékaře)

OBSAH

- RENTGEN
- POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE
- MAGNETICKÁ REZONANCE
- ULTRAZVUK
- LEKSELŮV GAMA NŮŽ
- LASER

Rentgenové záření

- Moderní éra zobrazovací diagnostiky začala zhruba před 120 lety (1895) objevením neznámých (X) paprsků **W.C.Röntgenem**
- Při průchodů paprsků vnitřními orgány dochází k jejich rozdílné absorpci (umožnilo orientační morfologii těla pacienta – zejména odlišit kosti)

Rentgenové záření

- Elektromagnetické záření o vlnové délce 10^{-8}m až 10^{-12} m
- Vzniká při přeměně energie rychle se pohybujících elektronů, které dopadají na povrch kovové elektrody, na energii elmag záření
- Čím je energie dopadajících elektronů větší, tím je kratší vlnová délka

W.C.Röntgen (1845 – 1925)

- Německý fyzik učinil objev při studiu výbojů v plynech
- Zkoumal katodové záření, zjistil, že při dopadu elektronů s velkou kinetickou energií na kovovou anodu vzniká záření, které proniká i neprůhlednými předměty (označil jako **paprsky X**)
- Experimenty: zabalil fotografickou desku do černého papíru a umístil ji do blízkosti výbojové trubice -> po vyvolání zjistil, že emulze zčernala, jakoby byla deska rovnoměrně osvětlena
 - Položil na desku kovový předmět a zobrazila se světlá plocha ve tvaru obrysu daného předmětu
 - Prvním objektem snímkování byla ruka jeho manželky
 - 1901 udělena Nobelova cena za fyziku



Vlastnosti rentgenového záření

- Schopnost pronikat látkami
- Působení na fotografickou emulzi
- Ionizace látky, kterou záření prochází
- Specifický způsob pohlcování v látkách
 - Čím kratší je vlnová délka, tím lépe záření látkou proniká a má větší ionizační účinky
 - Rentgenové záření o kratších vlnových délkách „tvrdé“
 - O delších vlnových délkách „měkké“ – léčba nádorů ozařováním (radioterapie)
 - Pohlcování záření záleží na protonovém čísle (Z) chemického prvku (v kostech 150x více – z fosforečnanu vápenatého, než ve tkáních – z vody) -> proto se na rentg. snímku jeví kosti světleji než tkáně



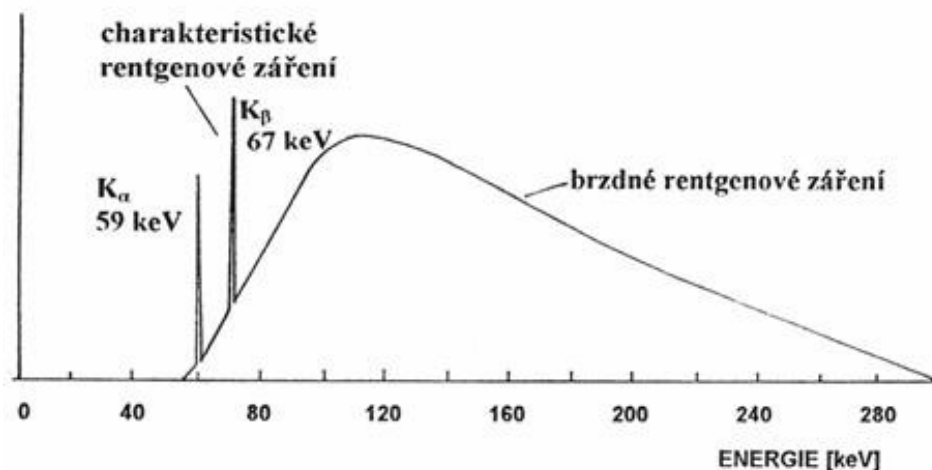
Podle způsobu vzniku RTG záření rozlišujeme dva základní případy:

- BRZDNÉ ZÁŘENÍ

- Vzniká důsledkem zpomalování pohybu elektronů, které velkou rychlostí dopadají na povrch kovu
- Změna rychlosti elektronů má za následek vyzařování elmag vln, jejich frekvence se spojitě mění
- Proto je spektrum záření spojité

- CHARAKTERISTICKÉ ZÁŘENÍ

- Souvisí se změnami energie atomu kovu, které je získaly působením dopadajících elektronů
- Spektrum je čárové



Zdroje RTG záření

- RENTGENKA = rentgenová trubice
 - Tvořena evakuovanou baňkou v níž jsou umístěny dvě elektrody (katody a anoda)
 - trubice s vakuem uvnitř, jejíž součástí je žhavená katoda, která slouží jako zdroj elektronů. Tyto elektrony jsou urychlovány, dopadají na terčik neboli anodu, čímž vzniká rentgenové záření.
 - [více zde:](#)



RTG přístroj – univerzální RTG přístroj UNIMAT

- **TRANSFORMÁTOR** – dodává vysoké napětí (100kV)
- **USMĚRŇOVAČ** – vytváří ze střídavého proud stejnosměrný
- **RENTGENKA**
- **OVLÁDACÍ PULT** – umístěn mimo vyšetřovací místnost/olověným ochranným štítem
- **SEKUNDÁRNÍ CLONA** – absorbuje 80% rozptýleného záření
- **KAZETA S RADIOGRAFICKÝM FILMEM** – v dnešní době se využívají detektory umožňující digitalizaci snímků a ukládání do PC



SNÍMKOVÁNÍ POMOCÍ RENTGENU

- Z rentgenky vychází rentgenové záření a šíří se do okolí
- Fotony o nižší energii jsou absorbovány ve stěně rentgenky
- Svazek záření je dále vymezen pomocí posuvných clon (díky nim vznikne úzký směřovaný svazek)
- Rentgenové paprsky procházejí tělem pacienta a dochází k absorpci / rozptylu -> projdou sekundární clonou
- Na fotografickém filmu se vytvoří obraz
- [VIDEO ZDE:](#)

Počítačová tomografie CT

- Pro přesnou diagnostiku nestačil pouze dvojrozměrný RTG snímek, ale bylo potřeba získat snímek příčného (tomografického) řezu
- CT kombinuje klasické RTG vyšetření s PC systémem, který informace zpracovává
- Vznik kolem 60. let 20. století
- Pojem lidově zvaný jako „tunel“



CT

- SKLÁDÁ SE Z:
 - RENTGENOVÉ TRUBICE – slouží jako zdroj rentgenového záření
 - SOUSTAVY DETEKTORŮ RTG ZÁŘENÍ – registrují pokles intenzity záření po průchodu tělesnými orgány

PRINCIP CT

- pacient je zasunut na vyšetřovacím stole do tunelu, kde jej po kruhové dráze obíhá zařízení složené z rentgenky a soustavy detektorů
- Na monitoru přístroje se zobrazí reálný anatomický řez pacienta
- Velkou nevýhodou je vystavení RTG záření
- <https://www.youtube.com/watch?v=eLI8hQAtixs>
- <https://www.youtube.com/watch?v=VN1eWjLZ-4Y>

MAGNETICKÁ REZONANCE - MRI

- Metoda nemá žádné nežádoucí účinky
- Využívá účinků magnetického pole a elmag záření v oblasti radiových vln
- Zařízení pro MRI na první pohled připomíná „tunel“

PRINCIP MRI

- Mozkem celého přístroje je **výkonný PC**, který řídí všechny procesy
- Centrální jednotkou je **silný magnet**, který vytváří homogenní magnetické pole
- Třetí součástí systému jsou **radiofrekvenční cívky**, které slouží jednak jako antény vysílající elmag signál a jednak jako modifikátory magnetického pole
- [video zde](#)

NEBEZPEČÍ MRI

- V okolí přístroje se nachází velmi silné magnetické pole, proto nesmí mít pacient při vyšetření v těle žádné kovové předměty (kovové protézy)
- Malé kovové předměty vedou ke znehodnocení diagnostického snímku a větší mohou být z těla pacienta vytrženy
- [video zde:](#)

MAGNETOTERAPIE

- Magnetické pole se v lékařství nevyužívá jen k diagnostice, ale také k rehabilitaci
- Terapeutická metoda, užívající magnetické pole = **magnetoterapie**
 - Ve sportu, očním lékařství atd.
 - Princip je založen na prostupování magnetického pole tkáněmi
 - Dochází ke zvýšenému prokrvování, okysličování a lepšímu odvádění zplodin v exponované tkáni

ULTRAZVUK

- Vývoj v 2.sv. válce – lokalizace ponorek pomocí sonaru
- Dvojrozměrné zobrazování
- Založeno na Dopplerově principu (umožňují získávat směr a rychlost pohybu)
- V dnešní době největší zastoupení v gynekologii a porodnictví

ULTRAZVUK

- Nejdůležitější součástí je SONDA
 - Podle tvaru dělíme na:
 1. LINEÁRNÍ – tvořena řadou lineárně uspořádaných piezoelektrických krystalů -> výsledný snímek má obdélníkový tvar
 - Výhodou: zviditelnění oblasti blízké sondě
 - Nevýhodou: omezené zorné pole ve větších hloubkách lidského těla
 2. SONDY SE SEKTOROVÝM TVAREM ŘEZU – náročná elektronická sonda, vysoce kvalitní snímky - trojrozměrné

FYZIKÁLNÍ PRINCIP

- Akustické vlnění s frekvenčním spektrem mezi 20kHz a 1GHz (frekvence nad hranicí slyšitelnosti)
 - v medicíně se využívá pásmo 2 až 30MHz
- Vysláním ultrazvukového signálu z diagnostické sondy se tělem pacienta šíří podélná tlaková vlna
 - při každé interakci vlny s tkáněmi jednotlivých orgánů je část signálu tkání pohlcen, část rozptýlen a část odražen
- Takto zeslabený signál lze po výstupu z pacienta změřit a získat celkovou informaci o vlastnostech vyšetřovaných tkání

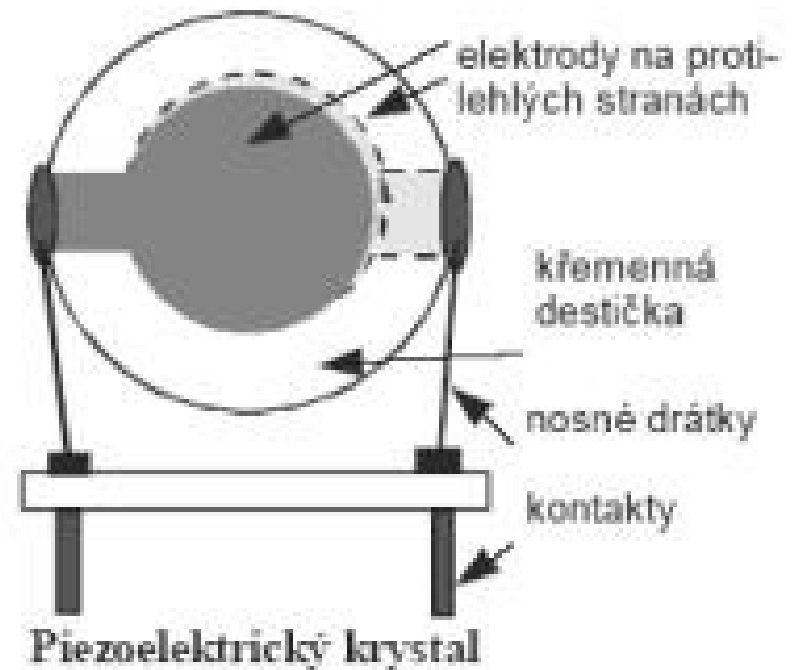
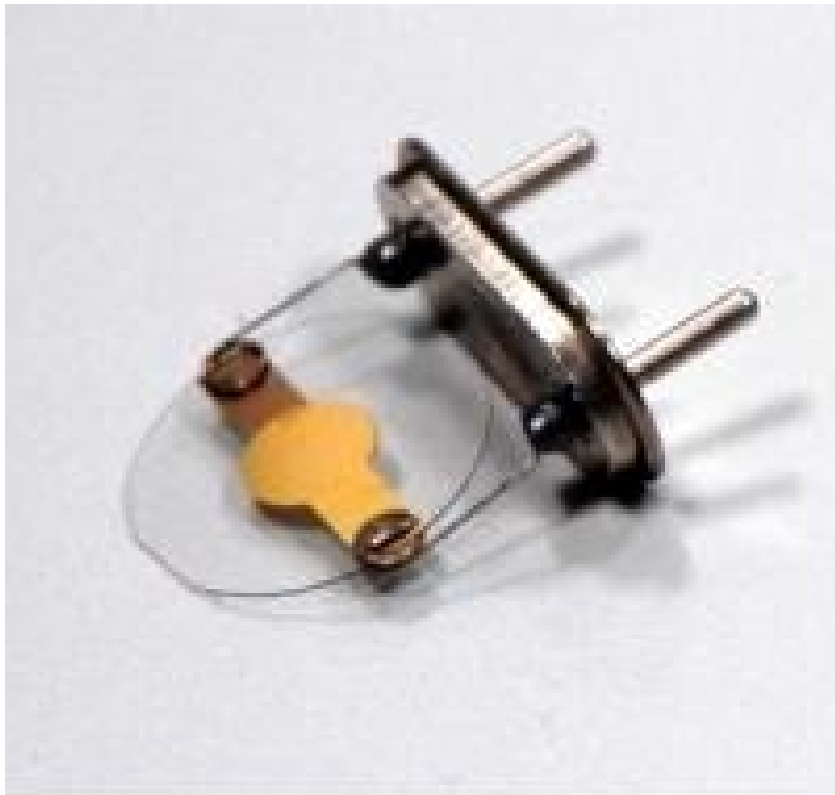
VZNIK ULTRAZVUKOVÉ VLNY

- Vlny lze generovat různými způsoby, které mohou využívat:
 - Elektromechanického
 - Optického
 - Termického
 - Piezoelektrického principu přeměny energie

Piezoelektrický jev

- Založen na oboustranné přeměně mechanické deformační energie v elektrickou a naopak
- Přivede-li se na **piezoelektrický krystal** střídavý proud, začne se krystal periodicky deformovat, začne kmitat s frekvencí rovnou frekvenci použitého střídavého proudu a stane se zdrojem ultrazvukového vlnění
- Pokud vlnění naopak rozkmitá krystal -> stává se krystal detektorem dopadajícího ultrazvukového vlnění
- V každé sondě je tedy zabudováno více krystalů, které umožňují současně vysílat i detekovat ultrazvukové impulzy

piezoelektrický krystal



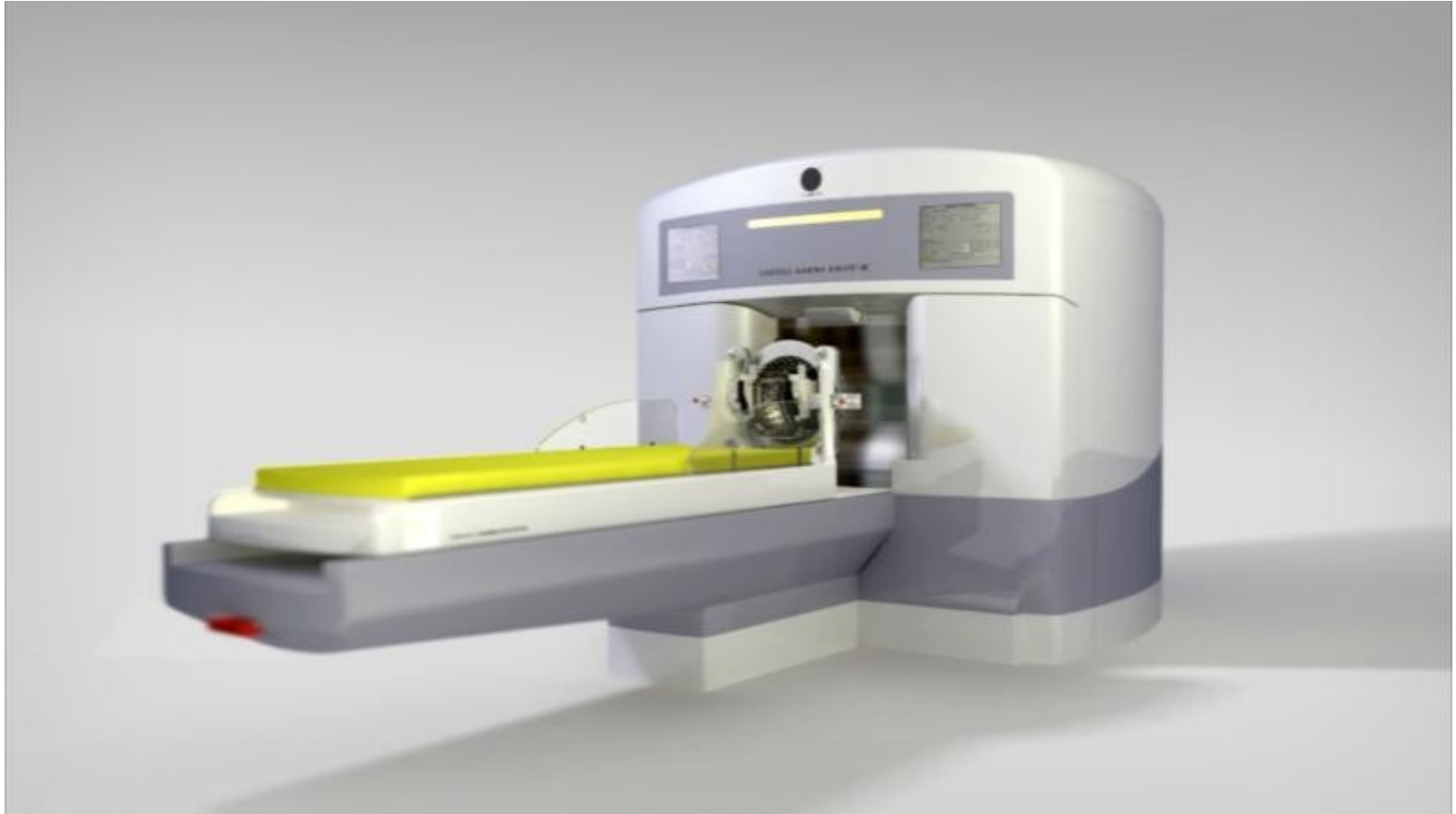
Šíření ultrazvukové vlny lidským tělem

- Ultrazvuková vlna se v tkáních různých měkkých orgánů lidského těla šíří rychlostí mezi $1450\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ např. tuk a $1560\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ v játrech a ledvinách a v kostech rychlostí $3800\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- pro srovnání ve vzduchu se ultrazvuková vlna šíří rychlostí $330\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

LEKSELŮV GAMA NŮŽ

- Využívá gama záření – využívá úzké paprsky gama záření
 - Radioaktivní elmag záření s vlnovými délkami kratšími než 300pm, lze je zeslabit silnou vrstvou olova; neodchyluje se v elektrickém ani magnetickém poli
- Přístroj těžký asi 2 tun, který nemá s nožem ani jiným ostrým nástrojem nic společného

LEKSELŮV GAMA NŮŽ



Konstrukce gama nože

- **Radiační jednotka** – obsahuje 201 zdrojů kobaltových záření
- **Kolimátorová helmice** – obsahuje 201 otvorů pravidelně umístěných po celé ploše, slouží jako přístupové cesty paprsků do nitra helmice, kde se nachází ozařovaný objekt (nádor v lebce); hmotnost cca 130kg
- **Stereotaktický koordinační rám společně s PC systémem** – slouží k přesnému zacílení paprsků do konkrétního místa
 - Celý gama nůž je obsluhován z kontrolního panelu v přilehlé místnosti

LASER –V OFTALMOLOGII

- Např. přichycení odchlíplé oční sítnice, odstranění šedého zákalu, úpravy tvaru rohovky pro korekci krátkozrakosti a dalekozrakosti
- Výhodou je možnost bezdotykového ostře ohraničeného řezu tkání, ale i odstranění velmi malých struktur bez poškození okolí

DĚKUJI ZA POZORNOST