

# FYZIKÁLNÍ PRINCIPY TECHNIKY



- So 1. 10. 13:55–15:35
- So 19. 11. 17:35–19:15
- So 10. 12. 16:40–19:15
- So 17. 12. 16:40–19:15

# FYZIKÁLNÍ PRINCIPY TECHNIKY

- **ROZSAH:** 10h
- **UKONČENÍ:** zápočet
- **VYUČUJÍCÍ:** PhDr. Michaela Šutová
  - Kontakt: [350140@mail.muni.cz](mailto: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  $10^{-8}\text{m}$  až  $10^{-12}\text{ m}$
- 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

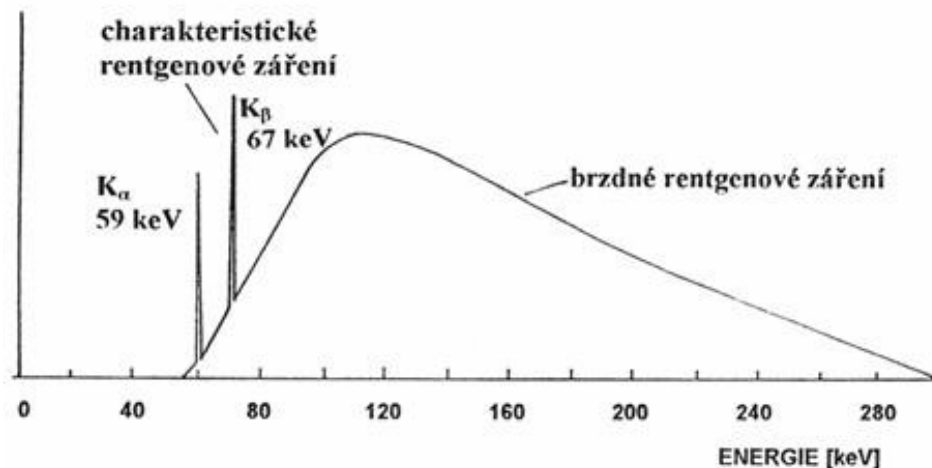
- Schopnost pronikat látkami
- Působení na fotografickou emulzi
- Ionizace látky, kterou záření prochází
- Specifický způsob pohlcování v látkách
  - Čím kratší je vlnová délka, tím lépe záření látkou proniká a má větší ionizační účinky
  - Rentgenové záření o kratších vlnových délkách „tvrdé“
  - O 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
- Dvojměrné 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
- Vysíláním 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

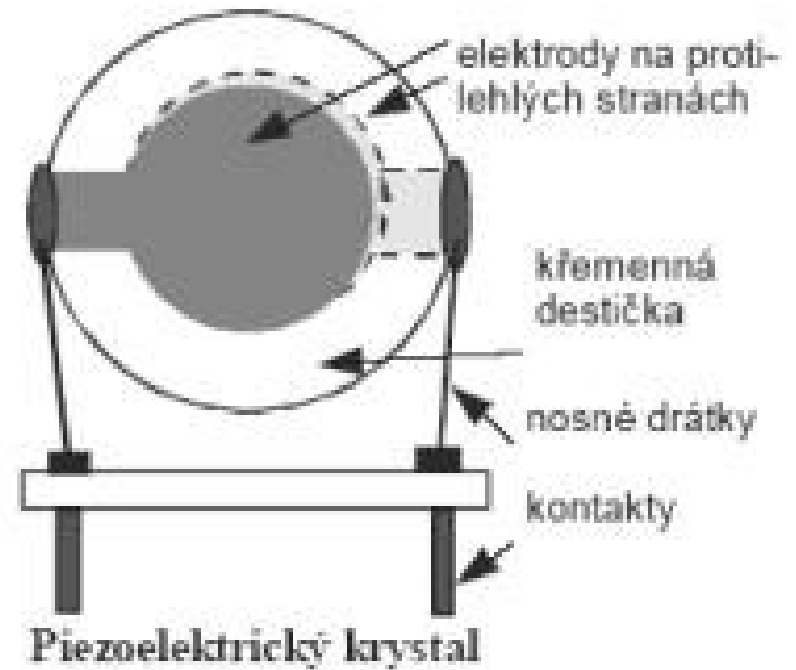
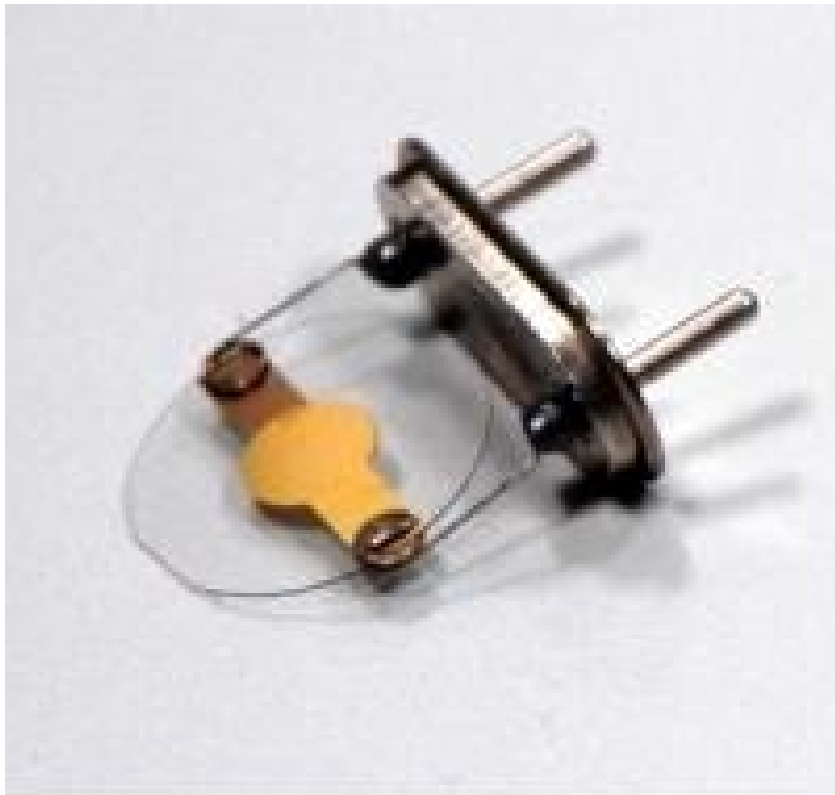
# VZNIK ULTRAZVUKOVÉ VLNY

- 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



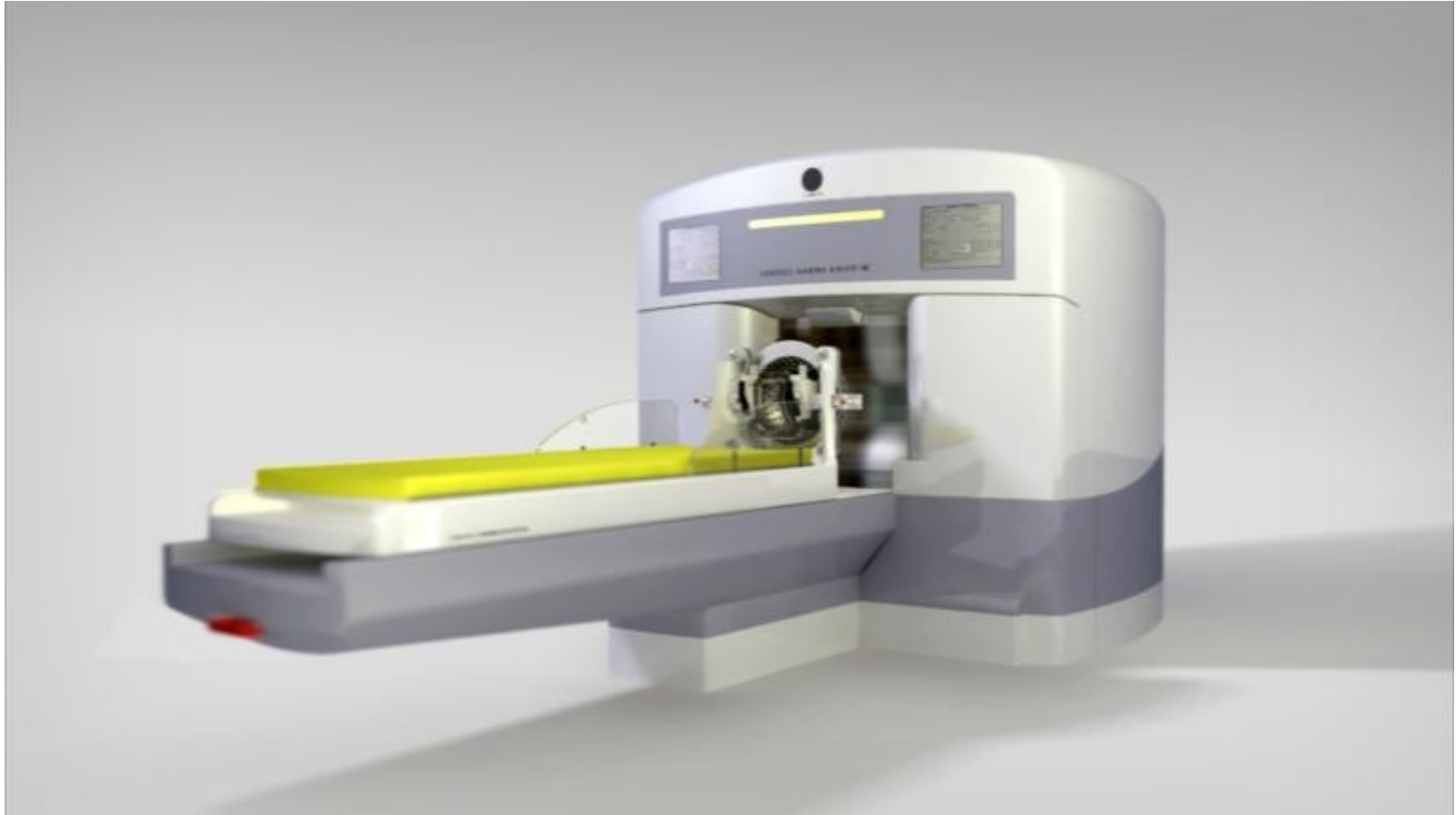
# Šíření ultrazvukové vlny lidským tělem

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

# 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**