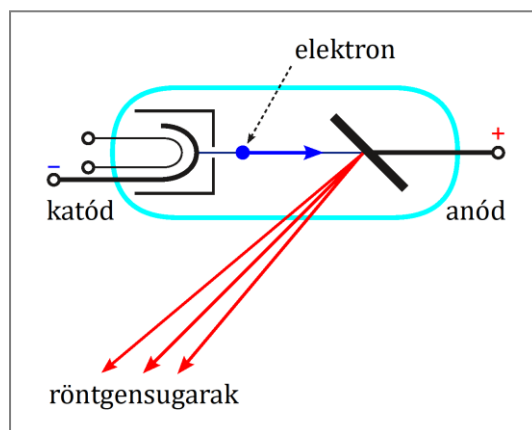


◀	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	▶
---	----------	----------	-----------	----------	---------	---

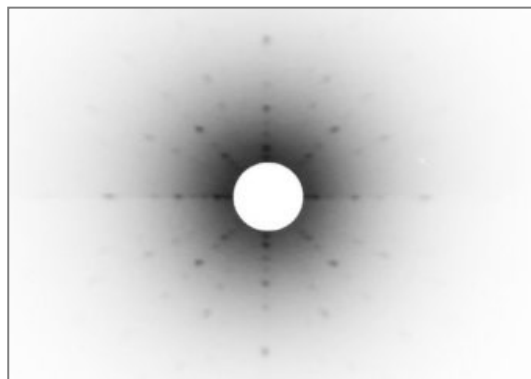
A röntgensugárzás

Katódsugarakkal végzett kísérletek során Conrad Röntgen német fizikus vette észre, hogy a csőből addig ismeretlen sugárzás indul ki. Röntgen ezt X-sugárzásnak nevezte. A röntgensugárzás elnevezést csak később kezdték el használni. További vizsgálatok szerint a röntgensugárzás a katódból kiinduló, az anódba nagy sebességgel becsapódó elektronok lefékeződése során jön létre.



A röntgensugarak legfontosabb jellemzői a következők: Néhány anyag a sugárzás hatására fényt bocsát ki, tehát *a sugárzás fluoreszkálást okoz*. A röntgensugarak az anódból, az anód felületére merőlegesen indulnak ki, és egyenesen haladnak. Elektromos vagy mágneses mezőben nem hajlanak el. Ionizáló hatásuk van, ez elsősorban gázokban észlelhető. A fényképezőlemezt és a filmet megfeketítik, azaz *kémiai változást hozhatnak létre*. A röntgensugárzásnak nagy az áthatoló képessége, de az anyagok a sugárzás egy részét elnyelik. Az elnyelődés mértéke annál nagyobb, minél nagyobb az elnyelő anyag egy-egy atomjának tömege. A röntgensugarak a sejteket károsítják.

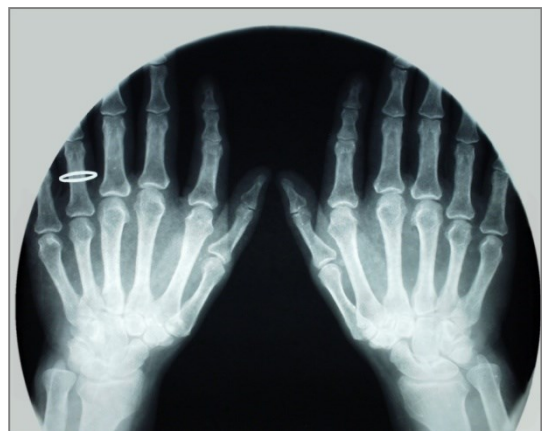
A röntgensugárzás nagyon rövid hullámhosszúságú elektromágneses hullám. A hullámtulajdonságot igazolja, hogy a röntgensugár rácson elhajlik, és az elhajlás miatt jellegzetes interferenciaképet kapunk. A mechanikai hullámokkal kapcsolatban láttuk, hogy elhajlás csak akkor jön létre, ha a rés szélessége, illetve a rácson levő rések távolsága a hullámhossznál néhányszor nagyobb. A röntgensugárzás nagyon rövid hullámhossza miatt ezért az elhajlást kristályok rácsein lehet létrehozni. A képen egy ilyen, kristályrácson történő elhajlás interferenciaképe látható.



A röntgensugárzás legfontosabb alkalmazása azon alapul, hogy a megfigyelések szerint a különféle anyagokban a röntgensugár elnyelődése annál nagyobb, minél nagyobb az elnyelő anyag egy-egy atomjának tömege. Az élő szervezetek elsősorban szén-, hidrogén-, oxigén-, nitrogénatomokat tartalmaznak, a csontokban ezen kívül kalcium található. Ezen anyagok relatív atomtömegei kerekítve a következők:

Anyag	szén	hidrogén	oxigén	nitrogén	kalcium
A (1)	12	1	16	14	40

Látható, hogy a kalcium atomjainak tömege lényegesen nagyobb, mint a többi anyagé. A röntgensugarakat emiatt a kalciumtartalmú csontok jobban elnyelik, mint a lágy szövetek, így a röntgenfelvételen a csontok jól megkülönböztethető árnyékot hoznak létre. Éppen ezért a röntgensugárzást a felfedezésétől kezdve használják orvosi vizsgálatokra.



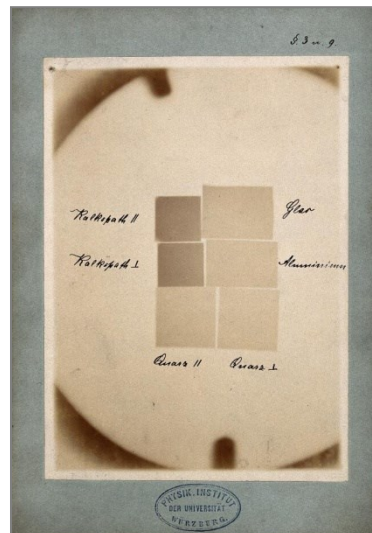
A képen látható röntgenfelvétel érdekessége, hogy egy olyan személy kezeiről készült, akinek hat-hat ujjja volt. Az is jól látható, hogy az aranygyűrű a kalciumnál is jobban elnyeli a röntgensugarakat, mivel relatív atomtömege nagyobb (197), mint a kalciumé.

A röntgensugárzás káros hatása elleni védelemként ólmot használnak, mert az ólom relatív atomtömege 207, így egy vékony ólomréteg is jelentősen csökkenti az áthaladó röntgensugárzás erősségét. A képen egy ilyen ólombélésű védőkötény és két védőkesztyű látható. (A londoni Science Museum gyűjteményéből, 1920–1958 között.)



Kiegészítések

1. Wilhelm Conrad *Röntgen* (1845–1923) német fizikus, a wüzburgi egyetem professzora 1895. november 8-án fedezte fel a később róla elnevezett, addig ismeretlen sugárzást. Mivel az ismeretlent gyakran *x*-szel jelölik, Röntgen az ismeretlen sugárzást X-sugárzásnak (németül: X-Strahlung, angolul: X-rays) nevezte. Angol nyelvterületen ma is ez utóbbi elnevezést használják. Röntgen kísérletei során észrevette a sugárzás nagy áthatolóképességét és a csontokban történő elnyelődést is. Ennek alapján szinte azonnal elkezdődött a sugárzás orvosi alkalmazása is. Röntgen 1901-ben felfedezéséért megkapta a fizikai Nobel-díjat. Ő lett az első fizikai Nobel-díjas, mivel a díj kiadását ebben az évben kezdték el.



A fenti képeken Röntgen arcképe, illetve két általa készített röntgenfelvétel látható. A középső kép különféle anyagok (két mészpát-, két kvarc-, alumínium- és üveglemez) különböző mértékű elnyelőképességét szemlélteti. A jobb oldali felvételt felesége kezéről készítette.

2. Az üreges testrészeket, szerveket (gyomor, epehólyag, erek stb.) röntgenvizsgálatkor olyan *kontrasztanyaggal* töltik fel, amely elnyeli a röntgensugárzást. A felvételen így jól láthatóvá válik a vizsgált szerv. Erre a célra gyakran jódtartalmú vegyületeket használnak (például *iomeprol*: $C_{17}H_{22}I_3N_3O_8$ vagy *iobitridol*: $C_{20}H_{28}I_3N_3O_9$), mert a jód relatív atomtömege 127, azaz jóval nagyobb, mint a környező szövetekben található atomoké.



Emiatt a jóval jobban elnyeli röntgensugárzást, mint a környező szövetek, így a kontrasztanyaggal feltöltött üregek jól láthatóvá válnak a röntgenképen.

3. A röntgensugárzás kristályrácsra történő elhajlását Max von *Laue* (1879-1960) német fizikus fedezte fel 1912-ben. A felfedezés azért jelentős, mert az elhajlási kép alapján következtetni lehet a kristályrács szerkezetére, azaz az atomok vagy ionok rácsra belüli elhelyezkedésére. Laue a felfedezésért 1914-ben fizikai Nobel-díjat kapott. (A kísérlet ötletét Laue fogalmazta meg, a tényleges interferenciakísérletet Paul *Knipping* és Walter *Friedrich* végezték el egy réz-szulfát kristályon.)



4. A fotolemezre vagy filmre készített röntgenfelvételek többsége *negatív kép*. Ahol ugyanis röntgensugárzás éri a fényérzékeny anyagot, ott előhívás (és rögzítés) után ezüst válik ki, ez pedig elnyeli a röntgen- vagy átmenő fényt, így feketének látszik. Ahol például a csont elnyeli a röntgensugarakat, ott nem történik ezüstkiválás, így az a terület világos lesz. Az orvosi diagnosztikában általában ezekről a negatívokról (fotoeljárással) nem készítenek pozitív képet. Ilyen negatív kép ennek a fejezetnek az első két röntgenfelvétele (2. és 3. ábra).

A modern elektronikus képalkotó eszközökkel (pl. CCD kamera) működő röntgenberendezések képei viszont általában *pozitív képek*, mert elektronikusan egyszerűen átalakítható egymásba a kétféle (pozitív és negatív) kép. Néha a hagyományos (negatív) röntgenfelvételeket is pozitív képpé alakítják. Ilyen pozitív kép ennek a fejezetnek az utolsó három röntgenfelvétele (6., 7. és 8. ábra).

Képek jegyzéke

	<p>Röntgenső rajza © http://www.fizikakonyv.hu/rajzok/0596.svg</p>
	<p>A röntgensugárzás kristályrácsen történő elhajlásának interferenciaképe W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Laue-BackScattering-Cubic-100.JPG</p>
	<p>Röntgenfelvétel egy hat-hat ujjú személy kezeiről © http://www.fizkapu.hu/fizfoto/fotok/fizf0382.jpg</p>
	<p>Röntgensugárzás ellen védő ólombetétes kötény és kesztyűk W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Radiation_protection_apron.jpg</p>
	<p>Röntgen arcképe (1900) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Roentgen2.jpg</p>
	<p>Különbféle anyagok elnyelőképességét szemléltető röntgenfelvétel (1895) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:6_substances_by_R%C3%B6ntgen.jpg</p>
	<p>Röntgenfelvétel Röntgen feleségének kezéről (1895.12.22.) W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:First_medical_X-ray_by_Wilhelm_R%C3%B6ntgen_of_his_wife_Anna_Bertha_Ludwig%27s_hand_-_18951222.jpg</p>
	<p>Kontrasztanyaggal feltöltött agyi erek röntgenfelvétele W https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cerebral_angiography,_arteria_vertebralis_sinister_injection.JPG</p>



Laue arcképe

W [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:\(UAZ\)_AB.1.0583_Laue.tif](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:(UAZ)_AB.1.0583_Laue.tif)

Jelmagyarázat:

© **Jogvéde**tt anyag, felhasználása csak a szerző (és az egyéb jogtulajdonosok) írásos engedélyével.

W A *Wikimedia Commons*-ból származó kép, felhasználása az eredeti kép leírásának megfelelően.

	Tartalom	Fogalmak	Törvények	Képletek	Lexikon	
--	--------------------------	--------------------------	---------------------------	--------------------------	-------------------------	--