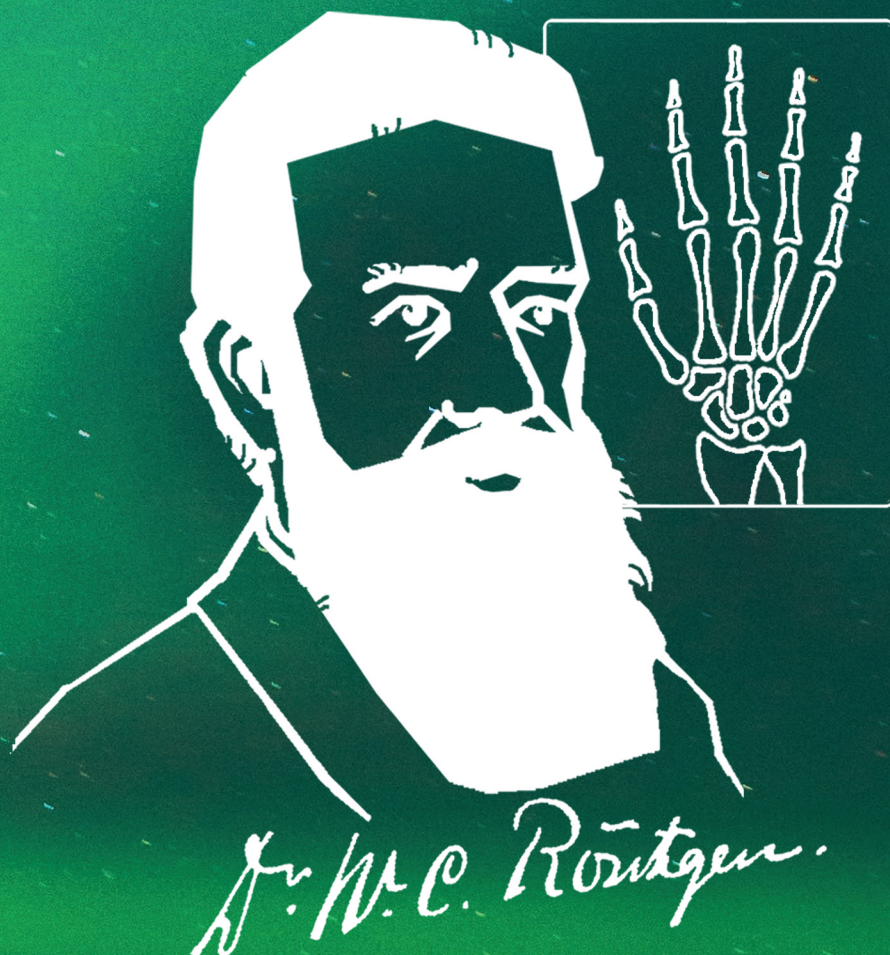


“Ik dacht niet, ik onderzocht!”
Wilhelm Conrad Röntgen

HAND IN HAND MET RÖNTGEN

online onderzoek bij Route Röntgen



CODA
STICHTING
RÖNTGEN
APELDOORN

www.coda-apeldoorn.nl/rontgen

HAND IN HAND MET RÖNTGEN

In CODA is *Route Röntgen* te zien waarin een bijzondere wetenschapper uit Apeldoorn centraal staat: Wilhelm Conrad Röntgen. Hij doet in 1895 een spectaculaire ontdekking..... Wil je weten wat hij ontdekt heeft en waar we nu nog steeds gebruik van maken? Lees dan verder!

Maar eerst: wie was Wilhelm Conrad Röntgen?

Wilhelm Conrad Röntgen wordt op 27 maart 1845 geboren in het Duitse plaatsje Lennep, maar verhuist als hij drie jaar is met zijn ouders naar Apeldoorn. Hier woont hij tot hij in Utrecht naar de Technische School gaat. Deze opleiding kan hij echter niet afmaken, omdat hij van school wordt gestuurd als hij het opneemt voor één van zijn medeleerlingen. Maar, 'Willy' is een echte doorzetter en zet alles op alles om zonder het in Nederland vereiste gymnasiumdiploma toch aan het Polytechnicum in Zurich (Zwitserland) te gaan studeren, en dat lukt. Hij rondt zijn studie werktuigbouwkunde met succes af.

Zijn 'X-factor'

Willy heeft een echte 'X-factor'. Hij wordt nog steeds gezien als een creatief, nieuwsgierig en bescheiden persoon met veel doorzettingsvermogen die heel nauwkeurig goede, nieuwe oplossingen bedenkt.

Een eXperiment dat de wereld verandert

Röntgen wordt hoogleraar en doet als wetenschapper allerlei experimenten. Op 8 november 1895 ontdekt hij tijdens één van die vele proeven in zijn laboratorium in Würzburg een bijzonder verschijnsel. Hij besluit dit verder te onderzoeken en na een aantal proefopstellingen vraagt hij op 22 december aan zijn vrouw Anna Bertha (roepnaam Bertha) om haar hand onder een speciale buis op een fotografische plaat te leggen. En, na een belichting van 15 minuten maakt hij de eerste röntgenfoto; een 'doorzicht-foto' van de hand van zijn vrouw! Kun je je voorstellen dat dit eerst even een grote schok was? Anna is de eerste mens die een onderdeel van haar eigen skelet ziet...

Wilhelm Conrad Röntgen doet de ontdekking die de wereld verandert.

X.....?

Wilhelm heeft nog geen idee welke stralen ervoor zorgen dat hij een foto van 'het inwendige' van de hand van Bertha kan maken – en noemt deze daarom 'X-stralen'. In januari 1896 worden de X-stralen door medewetenschappers naar hem genoemd: röntgenstralen.

Wil je weten wat een **KOMPAS**, een **KIKKER** en een **HAND** met elkaar te maken hebben....? Lees dan snel verder en ga op onderzoek!



DE RING VAN ANNA BERTHA RÖNTGEN-LUDWIG



De hand (met ring) van zijn vrouw Bertha, de allereerste röntgenfoto van een lichaamsdeel gemaakt op 22 december 1895. Deze foto is door *Time Magazine* in de lijst met de 100 invloedrijkste foto's ooit geplaatst.

Wie was Bertha?

Anna Bertha Röntgen-Ludwig is de vrouw van Wilhelm Röntgen. Ze is de eerste persoon in de geschiedenis die een deel van haar eigen skelet op een foto ziet. Hoe eng, maar ook hoe bijzonder! Haar man doet een revolutionaire ontdekking. Een ontdekking die het onder andere artsen mogelijk maakt om in het lichaam van mensen te kijken.

→ Kun je je voorstellen wat dit betekent voor artsen, voor de geneeskunde en voor de wetenschap? Voor alle mensen? Omschrijf hier wat jij denkt dat deze ontdekking voor de wereld betekent:

Maak je eigen hand-tekening



- > Print de foto van de hand van Bertha op A4-papier. Heb je geen printer, teken haar hand dan na.
- > Leg nu jouw hand op de hand van Bertha en trek lijnen langs jouw hand en schrijf je naam erbij.
- > Als iedereen bij jou thuis of in de klas zijn of haar hand op de hand van Bertha tekent, kun je deze tekeningen naast elkaar leggen.
- > Verbind deze met elkaar door van hand naar hand een gekleurde lijn te tekenen.
- > Zo maak je samen een hele grote **hand**-tekening.

Maak een 'skelethand' - vanaf 7 jaar

Wil je zelf een skelethand maken? We geven je in onderstaande links graag tips hoe je dit kunt doen; vraag eventueel of een volwassene je helpt:

<https://gosciencekids.com/skeleton-hand/>

<https://allfortheboys.com/diy-articulated-skeleton-hand/>

Hoe ziet Wilhelm eruit?

In dezelfde eeuw dat Wilhelm Röntgen leeft, worden ook de eerste stappen in de ontwikkeling van fotografie gezet. We kunnen hem dus op een foto zien.



Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)

Leuk om te weten: serendipiteit – wat is dat?

Serendipiteit is dat je op zoek bent naar iets, maar ineens iets heel anders ontdekt. Uitvindingen ontstaan soms per toeval, soms na jarenlange studie en experimenten – zoals bijvoorbeeld bij de ontdekking van deze stralen die Röntgen doet na allerlei onderzoek en experiment. Zelf zegt hij hier regelmatig over: “Ik dacht niet, ik onderzocht”.

→ Heb jij weleens per toeval iets ontdekt? Zo ja, wat was dat? Weet je nog hoe dat ging? Vertel het elkaar of teken/schrijf het hier:

IT'S A KIND OF MAGIC

Röntgenstraling: een mysterie?



Een vreemd lichtverschijnsel

Wilhelm Röntgen onderzoekt eind 1895 de mysterieuze X-stralen, zoals hij de stralen noemt. Met deze stralen kan hij door een doosje heen kijken en kan hij zien wat erin zit – zonder het doosje te openen! Ook ontdekt hij dat deze stralen door zachte materialen zoals papier en textiel heen gaan, en dat je met deze mysterieuze stralen zelfs het menselijk skelet kan zien. Nadat hij tijdens experimenten de foto van de hand van zijn vrouw gemaakt heeft, maakt hij ook foto's van kristallen en van de binnenkant van een elektriciteits snoer.

Maar, wat is deze mysterieuze x-straling nou precies?

Maar, wat is deze mysterieuze x-straling nou precies?

Dat is een ingewikkelde vraag, maar in het kort uitgelegd zijn x-stralen, of röntgenstralen, elektromagnetische stralen met een korte golflengte. Het zijn onzichtbare stralen, net als infraroodlicht. De straling kan worden opgewekt door hoogspanning aan te leggen over de positieve en negatieve elektroden van een glazen, vacuüm buis.

Wil je meer weten? In het Röntgen-paviljoen *Vertrekpunt X* in CODA Centrale Bibliotheek wordt dit op verschillende manieren uitgelegd.

Röntgen deelt kennis

Wilhelm Röntgen deelt zijn kennis en ervaring met andere wetenschappers zodat zij mee kunnen denken over nieuwe ontwikkelingen. Hij stuurt al snel na zijn ontdekking verschillende brieven over dit onderzoek naar een aantal Europese natuurkundigen. Sommigen stuurt hij zelfs een paar foto's die hij heeft gemaakt; één van die foto's is deze foto van een kompas.



Röntgenfoto door W.C. Röntgen, kompas in dichte metalen doos.

Weet jij waar het oosten is?

Ben je in huis, in de klas of buiten?

Waar is het noorden? En waar is het westen?

Weet jij hoe een kompas werkt?

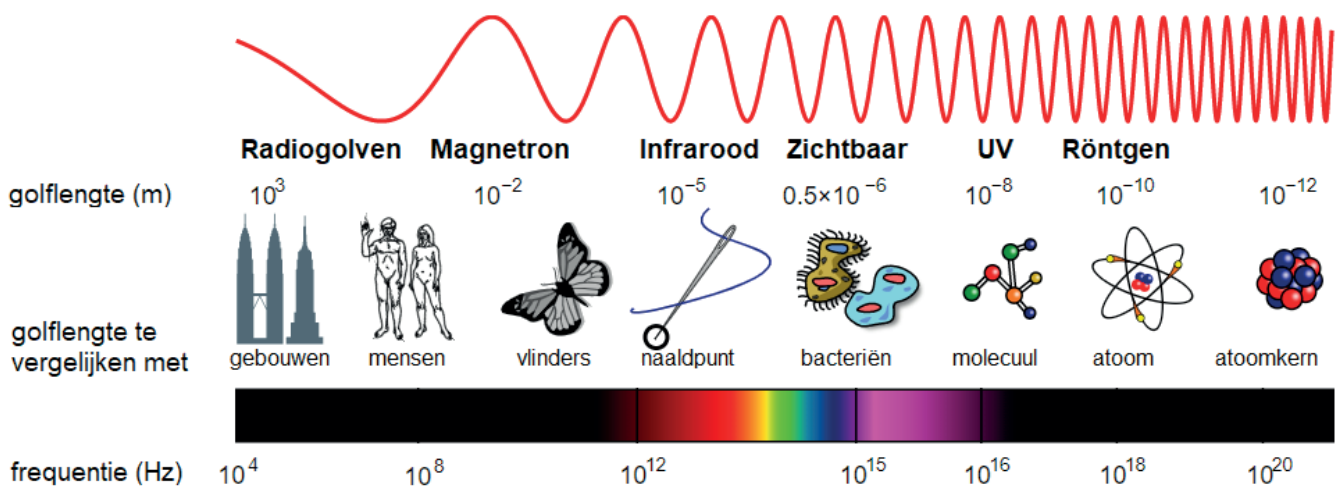
→ Ontwerp en teken je eigen kompas en omschrijf kort hoe het werkt.

Tovenarij?!

Lange tijd is onderzoek met een röntgentoestel voor mensen erg spannend. De apparaten zien er buitenaards uit en mensen begrijpen niet hoe het werkt. Bovendien duurt het maken van een röntgenfoto lang, wel een halfuur! Tegenwoordig gaat dat veel sneller: 21 milliseconden (een milliseconde is één duizendste van een seconde, dit is dus echt heel snel). Ook maakt het röntgenapparaat knetterende geluiden en komen er vonken uit waardoor het bijna een spookachtige ervaring wordt. De foto die men na het onderzoek van het eigen skelet (of een deel daarvan) te zien krijgt, vinden de mensen maar eng..... Is het tovenarij?

More 'magic': elektromagnetische straling

Naast röntgenstraling bestaan er nog meer vormen van straling, we noemen er een paar: radioactieve straling, ultraviolette straling, fluorescentie (denk aan vuurvliegjes en glow in the dark sterren), infraroodstraling (denk aan afstandsbediening) en de straling uit je mobiel. Heb jij weleens van deze soorten straling gehoord?

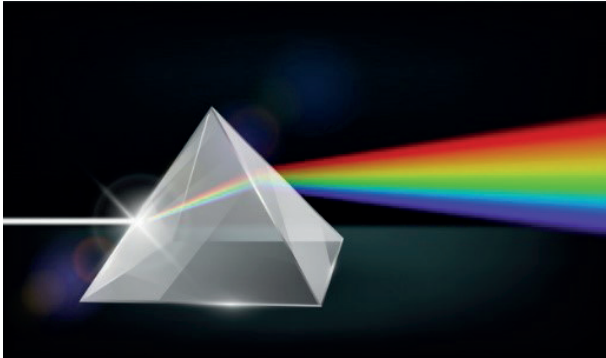


Sommige soorten straling zijn gevaarlijk. Welke denk je?

Als mens kunnen we niet alle kleuren of alle soorten straling zien. Mensen kunnen met het blote oog alleen maar straling van een bepaalde golflengte zien, maar weet je dat sommige insecten (zoals de wesp en honingbij) wel ultraviolet licht kunnen zien? Ook zijn er dieren die heel goed infrarode straling zien, zoals bijvoorbeeld de ratelslang. Zo zien zij in het donker hun prooi, want lichaamswarmte geeft infrarode straling af.

Proefje met prisma

Probeer zelf eens een prisma te zien met behulp van een voorwerp van massief glas. Je kunt hiervoor bijvoorbeeld een (drink)glas met een dikke bodem gebruiken of een zogenaamde presse papier (papiergewicht). Zodra er licht op valt, zie je de verschillende kleuren waaruit het 'witte' licht uiteenvalt.



Weet jij welk materiaal géén röntgenstraling doorlaat?

Het antwoord is: lood!

Wil je hier meer over weten, breng dan een bezoek aan het Röntgen-paviljoen op de eerste verdieping in CODA Centrale Bibliotheek.

KUNST, KIKKERS EN KIJKEN

De mysterieuze x-stralen inspireren kunstenaars en wetenschappers tot allerlei kunstwerken en experimenten.

Biorama's

Kijk bijvoorbeeld eens naar de kunstwerken van kunstenaar Arie van 't Riet.



→ Welke dieren en planten zie je?

Van 't Riet maakt op een speciale manier kunstwerken: hij fotografeert planten en dode dieren met behulp van een röntgenapparaat. Hij noemt zijn foto's Biorama's. Een aantal hiervan is in de Showroom van CODA ExperienceLab in CODA Museum te zien.

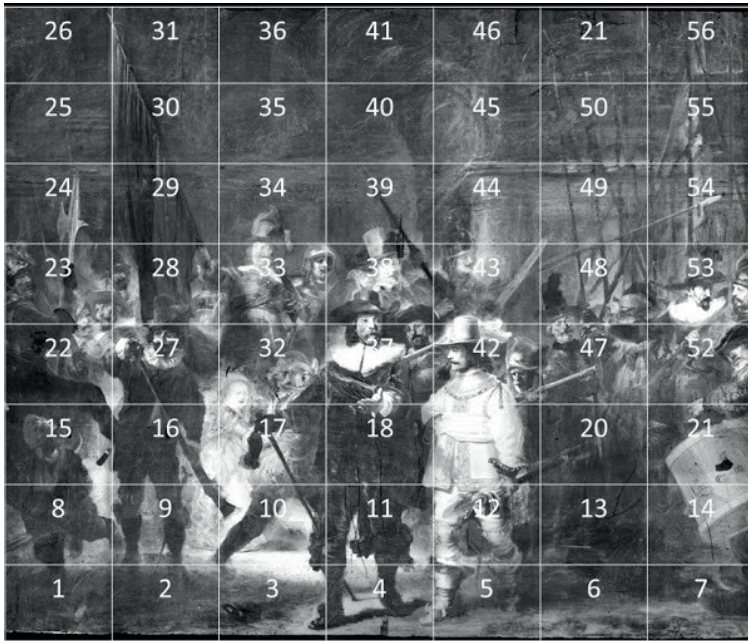
→ Waar zou jij graag een Biorama van willen maken; welk dier of welke plant zou je graag willen fotograferen en waarom?

Kom naar de Showroom van het ExperienceLab in CODA Museum en ontdek hoe het werkt.

Röntgen en *De Nachtwacht*

Je kent vast wel het beroemde schilderij *De Nachtwacht* van de kunstenaar Rembrandt van Rijn in het Rijksmuseum in Amsterdam

Maar... wat zie je hier?



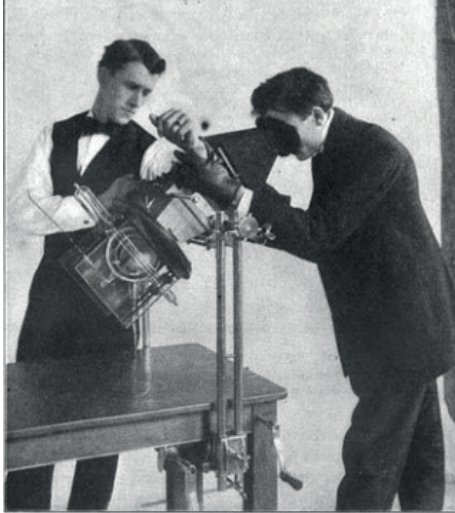
Hier zie je *De Nachtwacht* door de scanner!

Voor een groot onderzoek is *De Nachtwacht* met behulp van scans en röntgenapparatuur onderzocht, waarbij vooral gekeken is naar de gebruikte kleuren, pigmenten en lagen verf. De gemaakte scans geven veel informatie over hoe Rembrandt werkt en of hij ergens overheen geschilderd heeft. Ook is goed te zien welke technieken en pigmenten hij gebruikt en uit hoeveel lagen het schilderij bestaat.

Er worden steeds vaker schilderijen met behulp van röntgentechniek onderzocht. Zo komen wetenschappers meer te weten over de gebruikte materialen en geschiedenis van een kunstwerk en de kunstenaar.

X-RAY; WAT KUN JÉ ERMEE?

Wilhelm Röntgen heeft een bijzondere ontdekking gedaan die het werk van artsen en wetenschappers voorgoed heeft veranderd. Maar het betekent nog veel meer. Ook in het dagelijks leven kom je de ontdekking van Röntgen waarschijnlijk vaker tegen dan je denkt. Heb je weleens een röntgenfoto laten maken in het ziekenhuis? Of bij de tandarts? En ben je weleens met het vliegtuig geweest?



Een röntgenapparaat uit 1918



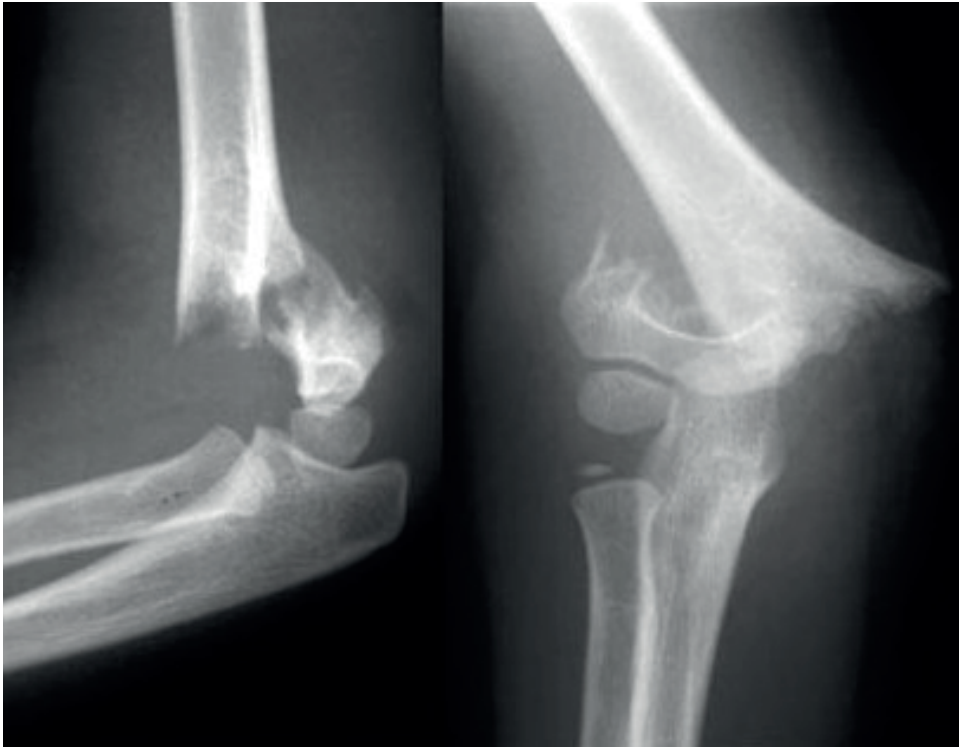
Siemens Mobelett, een nieuwe vorm van röntgenapparatuur

Kijken in je lichaam

Bij het maken van een röntgenfoto gaat de röntgenstraling door het lichaam heen en komt daarna op een film. Tanden en botten zijn op een röntgenfoto wit en zachte dingen zoals kleren en huid zijn donker. De soort stof of materiaal bepaalt hoe makkelijk de stralen erdoorheen kunnen; je huid laat de stralen makkelijk door, terwijl je botten de stralen juist tegenhouden. Met behulp van een röntgenfoto is bijvoorbeeld goed te zien of een bot gebroken is of niet.

Zwart, wit en grijs

Door je botten komt minder straling op de film en daarom wordt dit op de film wit. Bij longen is dit anders: omdat er lucht in je longen zit, gaat de straling daar heel makkelijk doorheen waardoor de film zwart wordt. Bij je buik is het weer anders: deze houdt de straling beter tegen dan de lucht in de longen, maar slechter dan de botten en daarom zien de organen van je buik er grijs uit en de lucht in je darmen veel donkerder.



Wat wordt op een röntgenfoto...

_____ wit: _____

_____ zwart: _____

_____ grijs: _____



→ Welk(e) lichaamsdeel (of welke lichaamsdelen) zie je hier?

Licht in je koffer



→ Welke voorwerpen zie je?

Wie weleens heeft gevlogen, heeft zijn bagage op de bagagescanner moeten leggen.

Maar, waarom wordt jouw bagage op het vliegveld eigenlijk gescand?

Ik ga op reis en neem mee...

Waar zou jij graag naartoe willen op reis? En, wat neem je dan mee?

→ Teken een lege koffer en maak een 2D impressie van de voorwerpen die jij mee wilt nemen.



Hoe ziet jouw koffer met jouw voorwerpen eruit op de bagagescanner? Wat komt er wel of niet doorheen en mag je dus wel of niet meenemen?



Wil je meer je meer weten over de verschillende apparaten die met röntgenstraling werken? Kom dan naar de Röntgen-paviljoens in CODA en ervaar het zelf!

Röntgen en nu

Het is in 2020 125 jaar geleden dat Wilhelm Conrad Röntgen de geheimzinnige stralen ontdekt die hem wereldberoemd maken en waarvoor hij in 1901 de eerste Nobelprijs ooit krijgt. Naast een grote eer voor al zijn werk, bestaat de prijs ook uit een geldbedrag van wel 50.000 Zweedse kronen. Dit geld geeft hij aan de universiteit waar hij werkt, zodat er nóg meer onderzoek gedaan kan worden.

Kom kijken, ervaren en onderzoeken in CODA Centrale Bibliotheek en in CODA ExperienceLab (in CODA Museum). Kijk voor de exacte data en openingstijden op www.coda-apeldoorn.nl/rontgen.

COLOFON

Route Röntgen is een nauwe samenwerking tussen initiatiefnemer Stichting Röntgen Apeldoorn en CODA, ondersteund door Erfgoedplatform Apeldoorn, Erfgoed Gelderland, mijngelderland.nl en Collectie Gelderland.

Met dank aan:

Rijksmuseum Amsterdam, Rijksmuseum Boerhaave en Deutsches Röntgen Museum.

Mede mogelijk gemaakt door bijdragen van:

Provincie Gelderland, Prins Bernhard Cultuurfonds: Crone-Haver Droeze Fonds, Stichting Zabawas, Mondriaan Fonds, Siemens Healthineers, Gelre Ziekenhuizen, Hollander Techniek, Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH, Van Reekum Stichting, Nijmeegs Radiologisch Genootschap, Nederlandse Vereniging voor Radiologie, Vakgroep radiologen en nucleaire geneeskunde Gelre Ziekenhuizen, Afdeling Radiologie Gelre Ziekenhuizen, Rotaryclub Apeldoorn, Rotaryclub Apeldoorn Sprengen, Intrapec Verpakkingen bv, Bevolkingsonderzoek Oost, Ondernemen055, Stichting Vrienden van Gelre, Gemeente Apeldoorn, Stichting Radiotherapiegroep, De Win, Bröker, Kingma, Robuusta BV, Gerrit van Rijn, Henk Dijkstra, AACC, Bartel Erfgoed Advies, De Bie Reclame, Hoogenberg-Wegerif, Medic Foundation, Arie van 't Riet, Centrum voor Radiologisch Erfgoed binnen Trefpunt voor Medische Geschiedenis en particuliere donateurs.

Geraadpleegde bronnen & bronvermelding

- Websites van: Creative Commons, Go Science Kids, All for the boys, Mees Cees, Wilhelmina Kinderziekenhuis en Wikipedia
- Deutsches Röntgen Museum en Arie van 't Riet