



XRF -tekнологia kentällä

XRF-tekнологiaa tavalliselle tallaajalle

HOLGER **X** HARTMANN
STRONGER SOLUTIONS

Thermo
SCIENTIFIC

Sisältö

1

Mitä XRF on?

Yleiskatsaus.....	3
Kuinka XRF toimii?.....	4
Röntgenfluoresenssiprosessi.....	6
Jaksollinen järjestelmä.....	7
Jaksollisen järjestelmän alkuaineet.....	8
XRF Spektrin tulkinta.....	9
Esimerkkejä XRF-spektristä	10
Rayleigh/Compton-sironta.....	11
Rajoitukset.....	12
Kalibrointi.....	13

2

XRF-Analysaattorit kentällä: Teknologia

Yleiskatsaus.....	14
Energiadisersiivinen röntgenfluoresenssi.....	15
Röntgensäteiden tunnistus.....	16
Vahvuudet.....	18
Yleiset käyttöohjeet.....	19

3

XRF-Analysaattorit kentällä: Sovellukset

Metallianalyysi, tunnistus ja testaus.....	21
Kaivos/geologia.....	25
Lelut/kulutustuote.....	27
Ympäristöanalyysi/Kunnostus.....	28
Taide ja arkeometria.....	30

1

Mitä XRF on?

Röntgenfluoresenssi (XRF):
ainetta tuhoamaton
analyttinen tekniikka, jota
käytetään materiaalien
kemiallisen koostumuksen
määrittämiseen

Yleiskatsaus

Röntgenfluoresenssi (XRF)

XRF-säteilyä syntyy, kun fluoresenssisäteilyä (toiselta nimeltään sekundääristä säteilyä) emittoituu näytteestä, jota kiihdytetään röntgenlähteellä. Tämä fluoresenssisäteily on jokaiselle alkuaineelle ominaista, joten sitä voidaan käyttää sekä kvalitatiiviseen (laadulliseen eli mikä alkuaine on kyseessä) että kvantitatiiviseen (määrälliseen eli kuinka paljon kyseistä alkuainetta näytteessä on) analyysiin. XRF Spektrometriaa käytetään hyvin laajasti eri tyyppisissä sovelluksissa. Eri sovelluksista puhutaan myöhemmin tässä e-kirjassa.

Röntgensäteet

Röntgensäteet ovat yksinkertaisesti valoaaltoja, joita emme näe. Muita näkymättömiä valoaaltoja ovat ultraviolettivalo (eli UV-säteily, jonka ansiosta rusketut) ja infrapunavallo (joka lämmittää sinua) sekä radioaallot. Röntgensäteillä on hyvin lyhyt aallonpituus, joka tarkoittaa myös hyvin korkeaa energistä säteilyä.



Röntgensäteiden ominaisuuksia Röntgensäteet:

- Levittyvät suorina viivoina valonnopeudella
- Imeytyvät kulkiessaan materian läpi, imeytymisaste riippuu materiaalin koostumuksesta ja tiheydestä
- Emittoituvat energioina, jotka ovat tyypillisiä materiaalissa oleville alkuaineille

Ne:

- Vaikuttavat nesteiden ja kiinteiden aineiden sähköominaisuuksiin
- Aiheuttavat biologisia reaktioita, kuten soluvaurioita ja geenimutaatioita
- Tumentavat valokuvauslevyjä
- Ionisoivat kaasuja



Kuinka XRF toimii?

Sormenjäljet

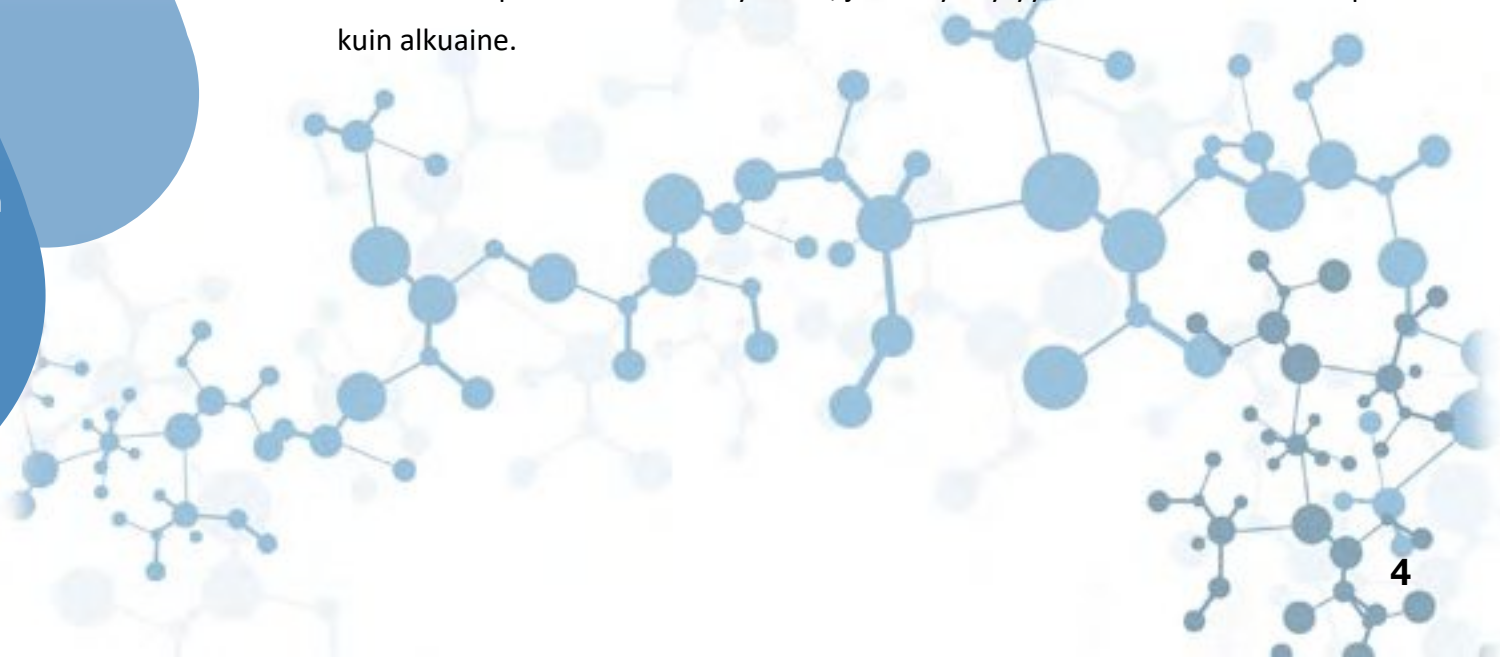
Jokainen näytteessä läsnä oleva alkuaine tuottaa uniikin setin juuri sille alkuaineelle ominaisia röntgensäteitä. Tätä kutsutaan juuri sen alkuaineen sormenjäljeksi.



Kaikki alkaa atomista

Atomit ovat ne erittäin pienet partikkelit, joista me ja kaikki ympärillämme koostuu. On olemassa 92 luonnossa esiintyvää alkuainetta ja tiedemiehet ovat luoneet niitä lisää, joten tällä hetkellä on 114 vahvistettua alkuainetta ja 4 vahvistamatonta. Atomit ovat pienin alkuaineen yksikkö, joka käyttäytyy kemiallisesti samaan tapaan kuin alkuaine.

Atomit yhdistyvät toisten atomien kanssa muodostaakseen molekyylejä. Jos kaksi vetyatomia yhdistyisi happiatomin kanssa, ne muodostaisivat VESI-molekyylin.



Kuinka XRF toimii

Atomin anatomia*

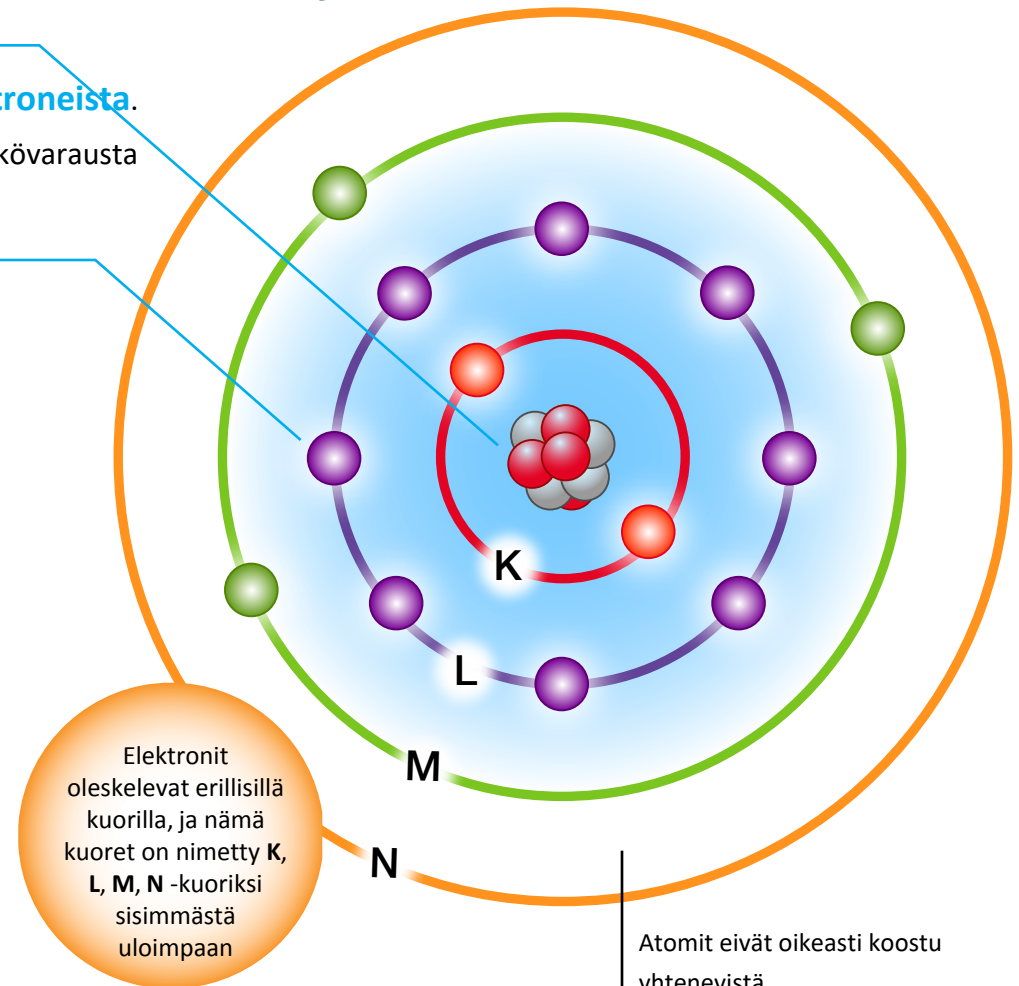
Atomin keskeltä löytyy atomin ydin, joka koostuu **protoneista** ja **neutroneista**. Protoneilla on positiivinen sähkövaraus, kun taas neutroneilla ei ole sähkövarausta ollenkaan. Tästä syystä atomin ydin on positiivisesti varautunut.

Atomin ympärillä puolestaan kiertävät negatiivisesti varautuneet **elektronit**. Elektronit tasapainottavat ytimen positiivista varausta. Elektronien yhteenlaskettu negatiivinen sähkövaraus on yhtä suuri, kuin ytimen protonien positiivinen sähkövaraus - tästä syystä atomi on neutraali. Positiivisesti varautuneet protonit vetävät puoleensa negatiivisesti varautuneita elektroneja ja tästä syystä elektronit pysyvät ytimen ympärillä omilla elektronikuorillaan.

Kun kaksi kemikaalia reagoivat keskenään, reaktio tapahtuu yksittäisten atomien kesken atomitasolla. Uloimman elektronikuoren elektronit ovat tässä yhdistymisessä mukana.

Prosessit, joiden ansiosta materiaalit ovat radioaktiivisia esiintyvät atomitasolla, yleensä ytimessä.

Tämä ei ole ympyrä!



*this section site reference: <http://www.epa.gov/radiation/understand/atom.html>

Röntgenfluoresenssiprosessi

1

Kiinteää tai nestemäistä näytettä säteilytetään korkea-energisillä röntgensäteillä, jotka tuotetaan kontrolloidulla röntgenputkella.

2

Kun näytteen atomiin osutaan riittävän energian omaavalla röntgensäteellä (suurempi energia, kun atomin K tai L-kuoren sidontaenergia), elektroni atomin sisemmiltä kuorilta irtaantuu paikaltaan.

3

Atomi pyrkii stabiiliin tilaan täyttämällä puuttuvan elektronin paikan jollakin atomin korkeamman energian elektronikuorilla olevalla elektronilla.

4

Elektroni pudottautuu alemman energian tilaan vapauttamalla fluoresenssiröntgensäteilyä. Vapautuvan röntgensäteilyn energia on yhtenevä kahden elektronin tason välillä. Tämän energian mittaaminen on XRF-analyysin perusta.

Jaksollinen järjestelmä

Protonien määrä =
Atominumero
(eri jokaiselle alkuaineelle)

Elektronien määrä
tyypillisesti =
protonien
lukumäärä (niin,
että atomi on
neutraali)

Neutronien määrä
on muuttuva ja
tämä mahdollistaa
sen, että jollain
atomeilla on
isotooppeja

Ydintä lähimpänä olevat
elektronit ovat
voimakkaimmin kiinni
atomoissa. Sidontaenergia
kasvaa atominumeron kanssa.
Mitä korkeampi numero, sen
painavampi aine.

Alkuaineen isotoopilla on
sama määrä protoneja,
mutta eri määrä
neutroneita.

Mikä on alkuaine?

Alkuaine on kemiallisesti puhdas aine, joka koostuu atomeista.

Alkuaineet ovat perusmateriaaleja, josta kaikki materia koostuu.

Alkuaineet järjestetään atomipainonsa mukaiseen järjestykseen (protonien lukumäärä atomin ytimessä).

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	57 *La	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	89 +Ac	104 Rf	105 Ha	106 Sg	107 Ns	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 113	114 Fl	115 115	116 Lv		

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

Tiesitkö?

Jaksollisen järjestelmän kehitti Dmitry i. Mendeleev vuonna 1869.



Alkuainetaulukko

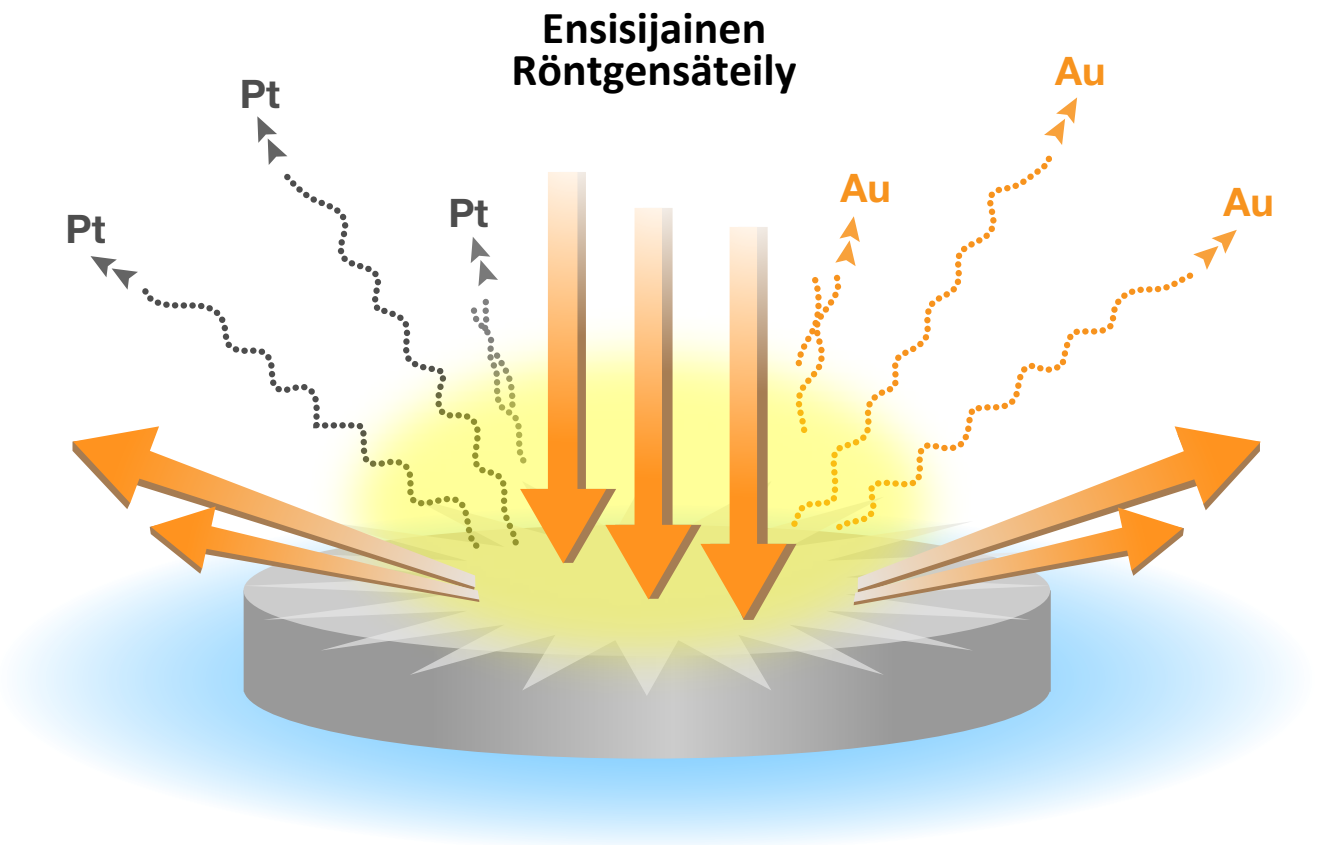
1 Vety	H	21 Scandium	Sc	41 Niobium	Nb	61 Promethium	Pm	81 Tallium	Tl	101 Mendeleevium	Md
2 Helium	He	22 Titaani	Ti	42 Molybdeeni	Mo	62 Samarium	Sm	82 Lyijy	Pb	102 Nobelium	No
3 litium	Li	23 Vanadiini	V	43 Teknetium	Tc	63 Europium	Eu	83 Vismutti	Bi	103 Lawrencium	Lr
4 Beryllium	Be	24 Kromi	Cr	44 Rutenium	Ru	64 Gadolinium	Gd	84 Polonium	Po	104 Rutherfordium	Rf
5 Boori	B	25 Mangaani	Mn	45 Rodium	Rh	65 Terbium	Tb	85 Astatiniini	At	105 Dubnium	Db
6 Hiili	C	26 Rauta	Fe	46 Palladium	Pd	66 Dysprosium	Dy	86 Radon	Rn	106 Seaborgium	Sg
7 Typpi	N	27 Koboltti	Co	47 Hopea	Ag	67 Holmium	Ho	87 Francium	Fr	107 Bohrium	Bh
8 Happi	O	28 Nikkeli	Ni	48 Kadmium	Cd	68 Erbium	Er	88 Radio	Ra	108 Hassium	Hs
9 Fluori	F	29 Kupari	Cu	49 Indium	In	69 Thulium	Tm	89 Actinium	Ac	109 Meitnerium	Mt
10 Neon	Ne	30 Sinkki	Zn	50 Tina	Sn	70 Ytterbium	Yb	90 Torium	Th	110 Darmstadtium	Ds
11 Natrium	Na	31 Gallium	Ga	51 Antimoni	Sb	71 Lutetium	Lu	91 Protaktinium	Pa	111 Roentgenium	Rg
12 Magnesium	Mg	32 Germanium	Ge	52 Telluuri	Te	72 Hafnium	Hf	92 Uraani	U	112 Copernicium	Cn
13 Alumiini	Al	33 Arseeni	As	53 Jodi	I	73 Tantaali	Ta	93 Neptunium	Np	113 Ununtrium	113
14 Pii	Si	34 Seleen	Se	54 Xenon	Xe	74 volfram	W	94 Plutonium	Pu	114 Flerovium	Fl
15 Fosfori	P	35 Bromi	Br	55 Cesium	Cs	75 Rhenium	Re	95 Americium	Am	115 Ununpentium	115
16 Rikki	S	36 Krypton 3	Kr	56 Barium	Ba	76 Osmium	Os	96 Curium	Cm	116 Livermorium	Lv
17 Kloori	Cl	7 Rubidium	Rb	57 Lantaani	La	77 Iridium	Ir	97 Berkelium	Bk		
18 Argon	Ar	38 Strontium	Sr	58 Cerium	Ce	78 Platina	Pt	98 Californium	Cf		
19 Kalium	K	39 Yttrium	Y	59 Praseodyymi	Pr	79 Kulta	Au	99 Einsteinium	Es		
20 Kalsium	Ca	40 Zirkonium	Zr	60 Neodyymi	Nd	80 Elohopea	Hg	100 Fermium	Fm		

XRF Spektrin tulkinta

Spektriipiikit

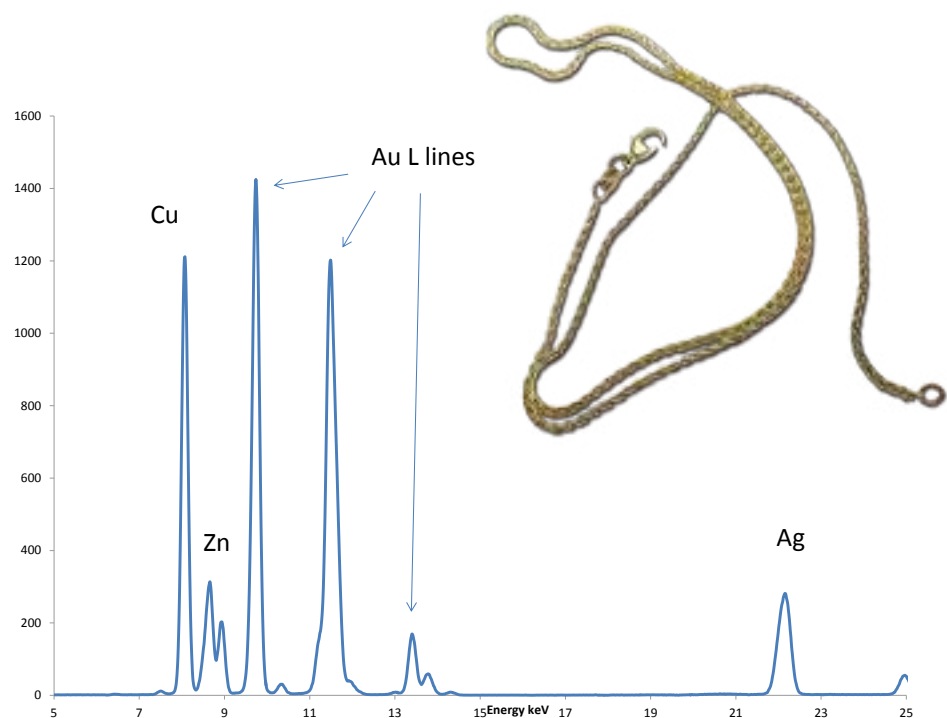
Kuten aikaisemmin jo opimme, jokainen näytteessä läsnä olevista alkuaineista tuottaa setin sille alkuaineelle ominaisia fluoresenssisäteitä. Tästä syystä XRF spektroskopia on erityisen käyttökelpoinen alkuaineanalyysiin. Tämä alkuaineiden sormenjälki ymmärretään parhaiten tarkastelemalla röntgenenergiaskpektiä ja sen siroavia piikkejä.

Useimmilla alkuaineilla on monta elektronikuorta (K kuori, L kuori, M kuori esimerkiksi). Kun elektronit siirtyvät näiden kuorien välillä röntgenenergian vuoksi, syntyy eri intensiteetillä olevia XRF piikkejä, jotka löytyvät spektristä. Piikin energian avulla tunnistetaan alkuaine ja piikin korkeus / intensiteetti indikoi sen pitoisuutta.

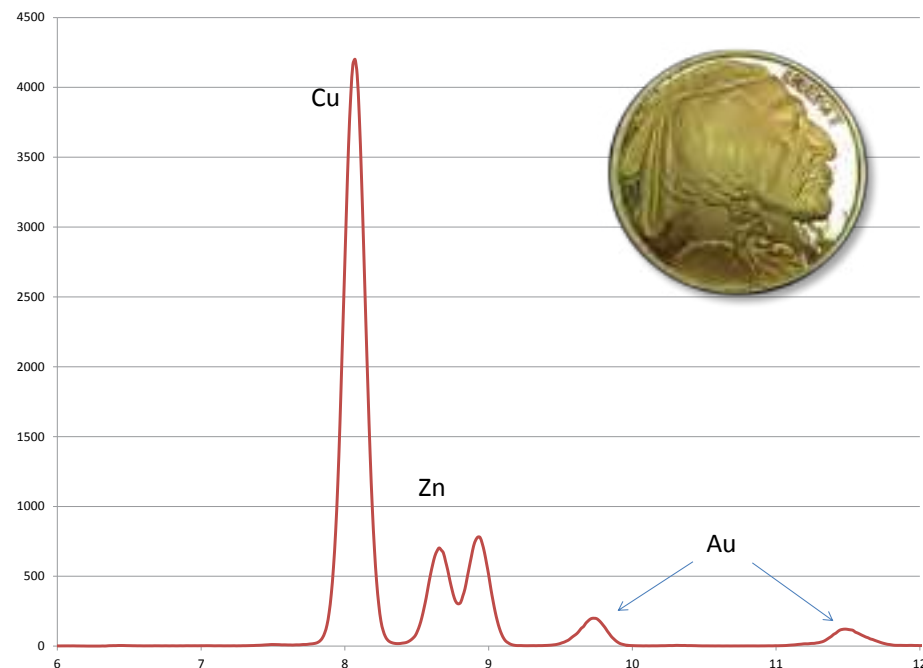


Esimerkkejä XRF-spektristä

14k Kulta (Au) ketju



Kulta (Au) pinnoitettu kopio 2011 American Buffalo kolikosta



Rayleigh/Compton Sirona

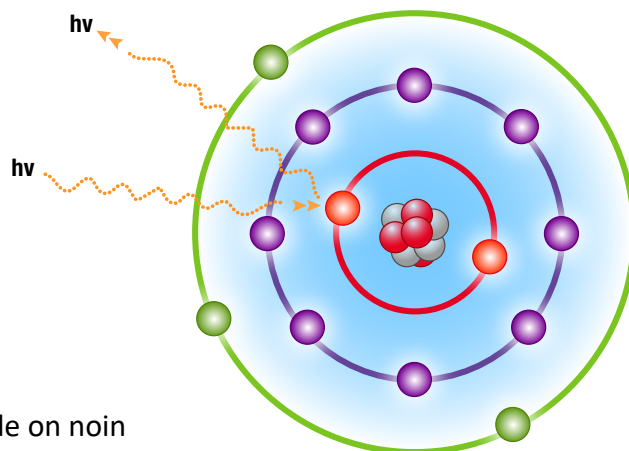
Yleiskatsaus

Siroamista tapahtuu, kun saapuvat röntgensäteet eivät muodostakaan fluoresenssia, vaan törmäävät näytteen atomeihin ja muuttavat partikkelin suuntaa.

Rayleigh sironta

Rayleigh sironnassa partikkelit, joiden säde on noin 1/10-osa säteilyn aallonpituudesta hajottaa elektromagneettisen säteilyn.

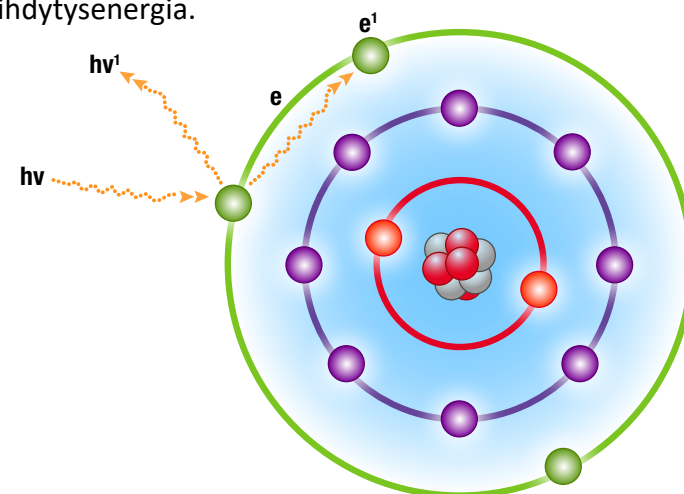
Rayleigh sironnassa fotonit siroavat tiiviisti sitoutuneista elektroneista, joiden atomi ei ionisoidu eikä kiihdy. Fotonit siroavat muuttumattomalla energialla. Rayleigh sirontaa tapahtuu pääasiassa matalilla energioilla ja korkeilla atomipainoilla.



Rayleigh-sirontaa voidaan verrata biljardin kivi-palloon, joka pomppaa pöydän laidasta menettämättä liike-energiaansa.

Compton sironta

Compton sironnassa röntgensäteet potkaisevat elektronin näytteestä. Osa energiasta siirtyy elektroniin törmäyksessä, joten röntgensäteet poistuvat törmäyksen jälkeen pienemmällä energialla. Siksi näemme Compton piikin matalemmalla energialla, kuin säteilylähteen kiihdytysenergia.



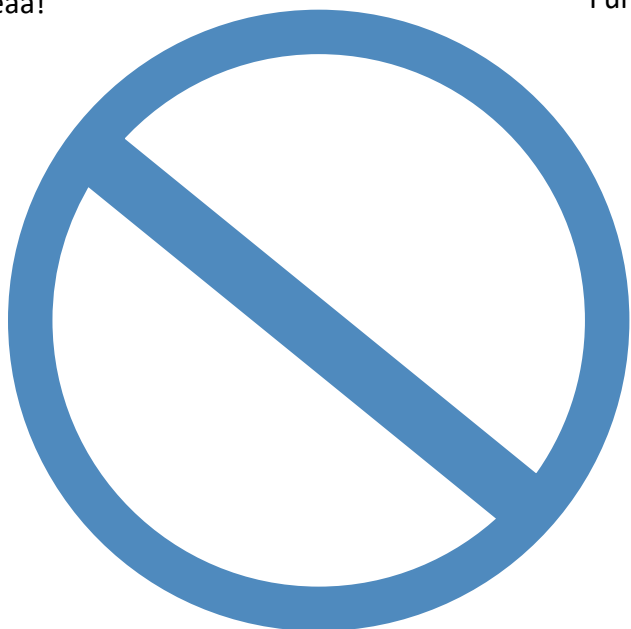
Tiesitkö?

Rayleigh-sironta on nimetty brittiläisen fyysikon Lord Rayleigh:n mukaan, joka löysi prosessin.

Rajoitukset

Yleiskatsaus

Keveiden alkuaineiden analyysi kannettavalla XRF-analysaattorilla voi olla haasteellista, sillä keveiden alkuaineiden fluoresenssisäteet ($Z < 18$) ovat pienempi-energiaisia ja vaimentuvat, kun röntgensäteet kulkevat ilman läpi. Tästä syystä myös näytteenkäsittely on erittäin tärkeää!



Spektrin vaikutukset

Joillakin alkuaineilla on piikkejä, jotka menevät toisten alkuaineiden piikkien kanssa päällekkäin. Onneksi analysaattorin ohjelmisto poistaa ja korjaa useimmat päällekkäisyydet (silloin, kun häiritsevän alkuaineen alkuaine on kalibroitu laitteeseen), mutta määritysraja saattaa olla huonompi, kun on kyseessä kaksi päällekkäistä alkuainetta.

Matriisin vaikutukset

Matriisi tarkoittaa mitä tahansa (ja kaikkia) muita alkuaineita, jotka ovat näytteessä, sen lisäksi, josta ollaan kiinnostuneita. Voimistumis- ja imeytymisvaikutukset on tyypillisesti saatu korjattua Fundamental Parameters- kalibroinnilla, jossa on otettu huomioon kaikki tarpeelliset alkuaineet.

Voimistumisvaikutus

Joillakin näytteen fluoresenssiröntgensäteillä on enemmän energiaa, kuin toisten alkuaineiden sidontaenergia ja siksi niiden energia kiihdyttää noita muita alkuaineita. Nämä alkuaineet antavat suuremman signaalin palatessaan detektorille, näin vahvistaen lukemaa.

Imeytymisvaikutus

Fluoresenssisäteily ei pääse detektorille saakka, sillä se on sironnut pois tai imeytynyt muihin näytteen alkuaineisiin, näin tehden signaalista heikomman.

Näytteen vaikutukset

Analysoitavan materiaalin pinta ei ole koko näytettä edustava (syitä voivat olla esimerkiksi partikkelikoko, epähomogeenisuus, pinnan kontaminaatio yms.). XRF on pinta-analyysitekniikka, joten epähomogeenisuus tai kontaminaatio muuttavat tulosta.

Kalibrointi

Yleiskatsaus

Useimmat kannettavat analysaattorit on esikalibroitu siten, että ne voi ottaa välittömästi käyttöön. Tavallisesti analysaattoreissa käytetään seuraavia kalibrointimekanismeja:

Fundamental Parameters

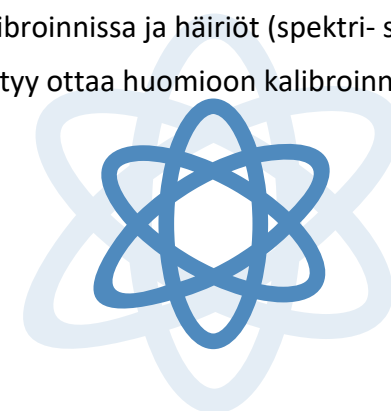
Kun mitataan tuntemattoman alkuainepitoisuuden sisältäviä näytteitä, joissa pitoisuudet voivat vaihdella miljoonasosien (ppm) ja korkeiden prosenttipitoisuuksien välillä – Fundamental Parameters (FP) analyysiä käytetään samanaikaisesti kompensoimaan näytteen geometrisia vaikutuksia (mukaanlukien pienet ja erikoisen muotoiset näytteet) ja röntgensäteilyn voimistumis- ja vaimentumisvaikutuksia sekä spektrin päällekkäisyyksiä. FP on suositeltu kalibrointitapa kaivos- ja malminetsintään, muovianalyysiin, jalometallianalyysiin ja kaikkiin metallianalyysihin.

Compton normalisointi

Compton Normalisointi on kalibrointitekniikka, joka sopii parhaiten kapean alan näytetyyppeihin, käytännössä maaperänäytteisiin, joissa on alle 5% kaikkia mitattavia alkuaineita $Z > 23$ (yhteenlaskettuna). Se perustuu alkuaineen piikin vertaamiseen Compton sirontapiikkiin, joka antaa tietoa näytteen tiheydestä ja on ideaalinen saastuneen maaperän matalien raskasmetallipitoisuuksien (kuten Pb ja Cu) mittaamiseen.

Empiirinen Kalibrointi

Empiirisessä kalibroinnissa käyttäjän täytyy ensin analysoida tunnettuja näytteitä saadakseen näytteisiin liittyvän alkuainekohtaisen pulssi-intensiteetin. Tämä siirretään toiseen ohjelmistoon, jossa generoidaan kalibrointikäyrä. Tämän kalibrointikäyrän tiedot siirretään sitten takaisin analysaattoriin, joka voi tämän jälkeen näyttää tulokset suoraan näytöllä. Empiiriset kalibroinnit soveltuvat vain sellaisten näytteiden mittaamiseen, joiden kemiallinen koostumus on samanlainen kuin se kapea kalibrointialue, jota on käytetty kalibroinnissa ja häiriöt (spektri- sekä matriisi) täytyy ottaa huomioon kalibroinnissa.



2

XRF-Analysaattorit kentällä: Teknologia

Thermo Scientific™ Niton™ Analysaattoreiden aikajana



Yleiskatsaus

Kannettavat XRF-analysaattorit

Kannettavat ja liikuteltavat XRF-analysaattorit ovat tulleet standardiksi tuohoamattomaan näytteiden ottoon monella alalla. Näitä järjestelmiä käytetään rutiiniomaisesti nopeaan laadunvalvontatarkastukseen ja analyysiin, jotta tuotteen kemialliset vaatimukset saadaan varmistettua. Laitteet ovat kevyitä ja helppokäyttöisiä, joten niitä on yksinkertaista käyttää missä tahansa ympäristössä.

1960-luvun lopusta alkaen kannettava XRF-teknologia on kehittynyt seitsemän sukupolven ajan aina vain kehittyneempiin analysaattoreihin. Jokainen uusi sukupolvi on lisännyt uusia ominaisuuksia, kuten pienempää kokoa, nopeutta, parempaa suorituskkyä ja helppokäyttöisyyttä. Nykypäivän kannettavat XRF-analysaattorit ovat pienikokoisia ja suunniteltu erittäin nopeiksi ja niissä on laboratoriotasoinen suorituskky.

Energiadispersiivinen röntgenfluoresenssi

EDXRF

EDXRF on teknologia, jota yleisesti käytetään kannettavissa analysaattoreissa.

EDXRF-laite erottaa eri alkuaineiden ominaisröntgensäteet täydelliseen fluoresenssienergiaspektriin, jota sitten voidaan käsitellä kvalitatiiviseen tai kvantitatiiviseen analyysiin.

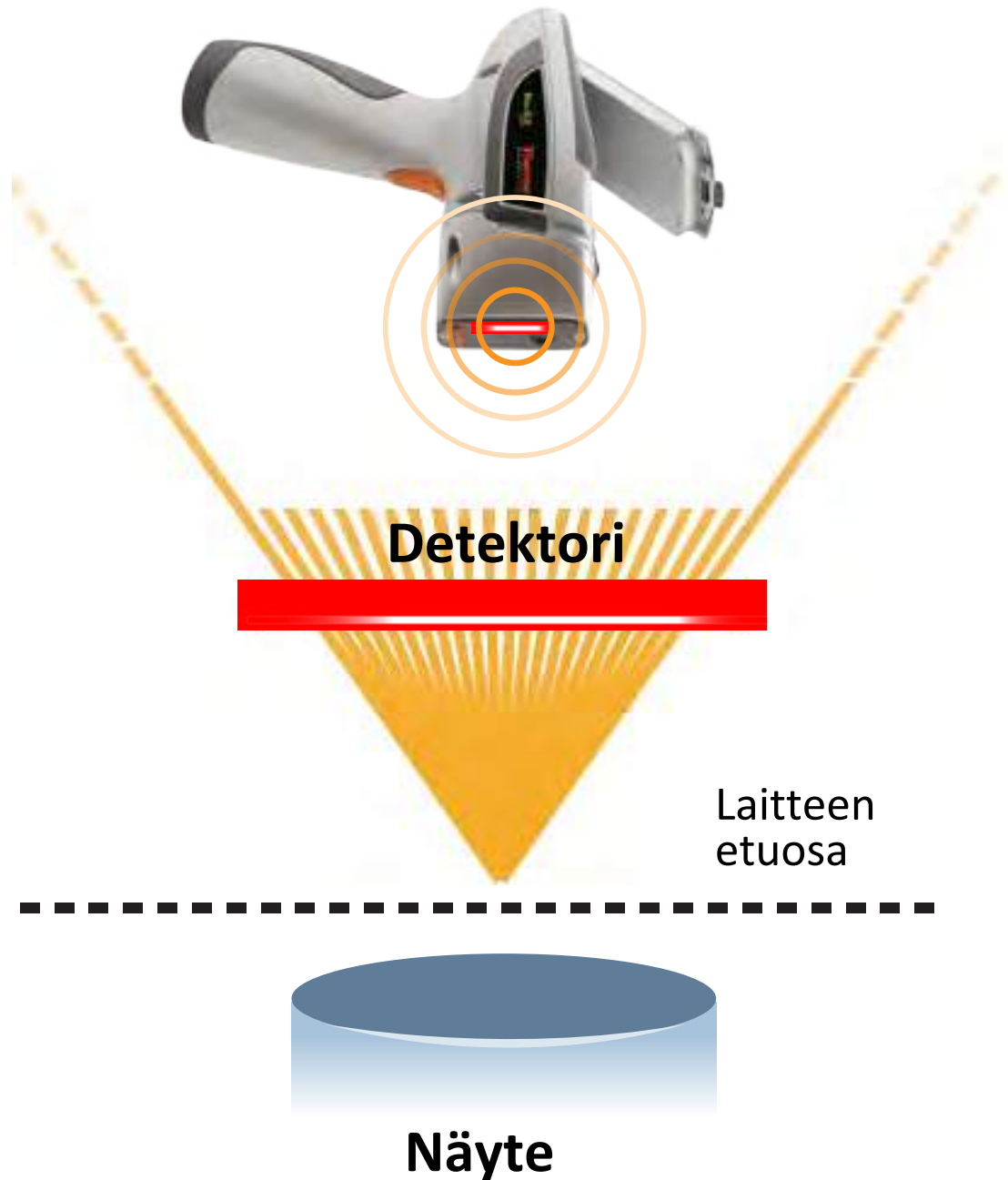
EDXRF-tekniikka on kätevä tapa lajitella kaikenlaisia materiaaleja nopeasti ja tunnistaa alkuaineita Magnesiumista (Mg) Uraaniin (U). EDXRF-laitteet voivat olla joko kädessä kannettavia tai siirreltäviä riippuen käyttäjien mieltymyksistä, mikä tekee niistä täydellisen työkalun analysointiin ja antaa käyttäjälle välittömän tuloksen ilman pitkää matkaa laboratorioon. Alhainen omistuskustannus ja nopea analyysi mistä tahansa näytetyypistä tekevät EDXRF:stä houkuttelevan analyysityökalun.



Röntgensäteiden tunnistus

Detektorit

Jotta pystyy "lukemaan" fluoresoivia röntgensäteitä ja määrittämään ainetta-tuhoamattomalla menetelmällä tarkasti mitä näytteessä on - fluoresenssisäteet on tunnistettava, joten detektori on tärkeä osa mitä tahansa XRF-laitetta. Kun ominaisröntgensäteet saapuvat detektorille, niiden sähkömagneettiset energiat muunnetaan sähköpulsseiksi. Nämä pulssit sitten lajitellaan alkuainekanaaviin digitaalisessa signaaliprosessorissa. Seuraavaksi jokaisen alkuaineen "pulssit" lähetetään mikroprosessorille, jossa ovat alkuainepitoisuuksien laskentaan käytettävät algoritmit.

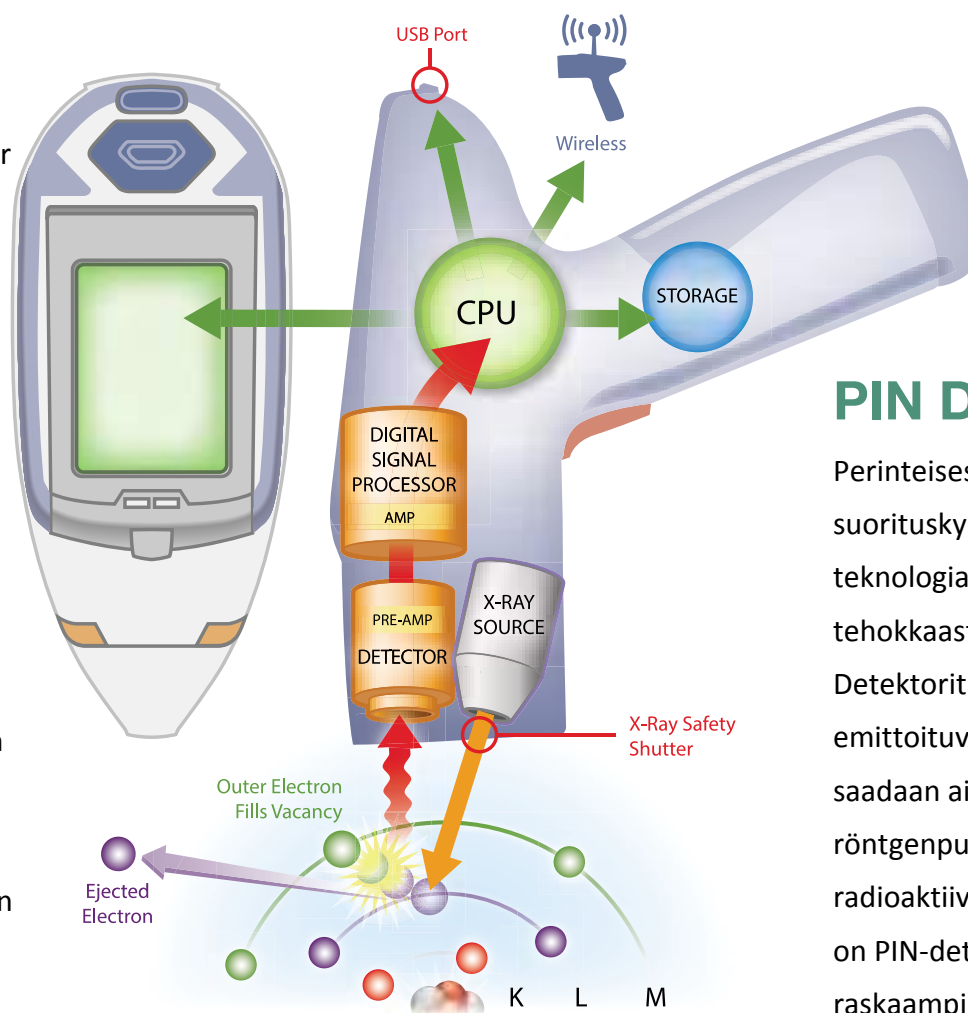


Röntgensäteiden tunnistus

XRF-tekniikalla on kaksi päätyyppistä detektoria:

Silicon Drift Detector (SDD)

Uusien SDD-detektorien (silicon drift detector eli SDD) tuonti kannettaviin XRF-laitteisiin on saanut aikaan merkittävän parannuksen perinteiseen XRF:n suorituskyykyyn. SDD:t ovat korkean resoluution detektoreita, joita käytetään erityisesti korkeaa pulssimäärää vaativissa sovelluksissa. Mitä suurempi detektorin aktiivinen alue on, sitä tehokkaammin se kerää ja prosessoi röntgenpulsseja. SDD:llä varustettua XRF-analysaattoria käytetään erityistä herkkyyttä vaativissa sovelluksissa, kuten metalliseosten suorituskyykyä vähentävien jäännösalkuaineiden analyysissä. Nyt kannettavalla laitteella pystytään mittaamaan jäännösalkuaineita, joita aiemmin voitiin mitata vain laboratoriossa. SDD vaaditaan myös keveiden alkuaineiden mittaamiseen: Magnesium (Mg), Alumiini (Al), Pii (Si), Fosfori (P) ja Rikki (S).



PIN Detektorit

Perinteisesti kannettavissa käytetty suorituskyykyinen, korkean resoluution teknologia, jota hyödynnetään tehokkaasti monissa sovelluksissa. PIN Detektorit mittaavat näytteestä emittoituvaa fluoresenssisäteilyä, joka saadaan aikaan kiihdyttämällä näytettä röntgenputkella (tai joskus radioaktiivisella aineella). Laitteilla, joissa on PIN-detektori voidaan mitata rikkiä raskaampia alkuaineita ja ne ovat yleensä edullisempia, kuin SSD-laitteet.

Vahvuudet

Yleiskatsaus

Kannettavat, kädessä pidettävät XRF-analysaattorit ovat kevyitä, helppokäyttöisiä ja niitä voidaan käyttää vähäisellä harjoittelulla. Ne tarjoavat alkuaineanalyysin milloin tahansa, missä tahansa, sekunneissa sen sijaan, että veisit näytteet laboratorioon jossa sen analysointi voi viedä tunteja tai päiviä.

Helppo käyttää

Kevyt

Kustannustehokas



Ei tuhoa näytteitä

Tarkat tulokset

Välittömät tulokset

Kannettava

Paikan päällä käytettävä

Yleiset käyttöohjeet

Säteily

Analysaattori tuottaa säteilyä kun röntgenputki on käytössä (röntgenputkilaitteet) tai kun suljin on auki (isotooppilaitteet). Säteilyaltistus on pidettävä niin alhaisena, kuin järkevin toimenpitein mahdollista. Tätä kutsutaan ALARA:ksi (As Low as Reasonably Achievable). Seuraavien kolmen kohdan huomioiminen auttavat minimoimaan säteilyaltistuksesi. Säteilyaltistuksen ajan minimointi, etäisyyden kasvattaminen säteilylähteeseen sekä säteilyltä suojautuminen vähentävät altistuksen määrää.



Aika



Etäisyys



Suojautuminen

Radioaktiivista ainetta pidetään liikenteessä vaarallisena aineena (HAZMAT). Tämä tarkoittaa, että radioaktiivisten lähteitä sisältävän kannettavan XRF-laitteen kuljetusta säädellään.

Tiesitkö?

Kannettavan XRF-analysaattorin lähettämä säteily on samanlaista kuin normaalissa lääketieteellisessä tai hammaslääketieteellisessä röntgentutkimuksessa vastaanotettu altistuminen. Tästä huolimatta laite on aina kohdistettava suoraan näytteeseen eikä koskaan ihmiseen tai kehon osaan.



3

XRF-Analysaattorit kentällä: Sovellukset

Kannettavilla ja siirrettävillä
röntgenfluoresenssilaitteilla (XRF)
on useita sovelluksia
alkuaineanalyysiin. Seuraavassa
esitellään muutamia
teollisuudenaloja, jotka käyttävät
XRF-tekniikkaa päivittäiseen
toimintaan.



αἰχμηρὸν ὀπλίσματα
ὑποδομῶν καὶ ὑποδομῶν



Υποδομὲς ὁδοῦ καὶ



[Ἐκπαιδευτικὸν ὄργανον ὑποδομῶν καὶ ὑποδομῶν]



οὐρανίου καὶ ὀπλίσματα
ὑποδομῶν καὶ ὑποδομῶν



Ἐκπαιδευτικὸν ὄργανον ὑποδομῶν καὶ ὑποδομῶν

Metallianalyysi, tunnistus ja testaus



Romumetallin kierrätys

Romumetallin kierrätys on globalisoitunut ja tästä johtuen romuraudan, metallien ja valmiiden tuotteiden globaali kauppa on lisännyt virheellisestä toiminnasta johtuvia kustannuksia toimittajille, jakelijoille ja teollisille kuluttajille.

Romun tarkka kemiallinen koostumus mukaanlukien epäpuhtaudet ja vaaralliset aineet täytyy määritellä laadun, turvallisuuden ja sääntöjen noudattamista varten.

Metalliriomun kierrättäjät käyttävät kannettavaa XRF:ää metallin tunnistamiseen ja analysoimaan nopeasti niiden kemiallisen koostumuksen ja voivat näin taata asiakkailleen tuotteensa laadun.

Metallianalyysi, tunnistus ja testaus

Positiivinen materiaalintunnistus (PMI)

Väärät metalliseokset voivat johtaa ennen aikaisiin ja mahdollisesti katastrofaalisiin ongelmiin. Esimerkiksi jalostus- ja ilmailuteollisuudessa voi tapahtua onnettomuuksia, kun kriittiset osat tehdään väärästä metalliseoksesta tai materiaalista, joka ei täytä vaatimuksia.

Yksittäisten komponenttimateriaalien tarkastusta ja analysointia kutsutaan positiiviseksi materiaalin tunnistukseksi (PMI). Kannettavat XRF-analysaattorit ovat välttämättömiä välineitä PMI:n suorittamiseen sisääntuleville raaka-aineille, käynnissä olevien töiden tarkastamiseen ja lopullisten osien laadunvarmistukseen ennen lähetystä asiakkaalle.



Metallianalyysi, tunnistus ja testaus

Jalometallien ja Korujen analysointi

Kannettavat XRF-analysaattorit ovat ihanteellisia vähittäiskauppaympäristöön. Monet jalokivikauppiaat ja panttiliikkeet käyttävät näitä laitteita jalometallien puhtauden ja koostumuksen testaamiseen. XRF tarjoaa nopeasti kaikki esineen sisältämät alkuaineet - sekä tunnistaa helposti epätyypilliset tai väärennetyt materiaalit, joita hapolla testaus ei kykene erottamaan.



NAV Tools		
Gold Plate Not Detected		
18.0		
Au	75.0	0.0
Ag	11.9	0.3
Cu	11.0	0.3
Zn	2.1	0.1
Main		

Tiesitkö?

Karaatti on mittayksikkö, joka kuvaa kultaseosten puhtautta.



Metalliseosanalyysi, tunnistus ja testaus

Metallituotanto; Laadunvarmistus ja valvonta

Materiaalin tunnistaminen metalliseosten laadunvarmistuksessa ja seosten laadunvalvonnassa (QA / QC) ovat kriittisiä tuoteturvallisuudelle. Mahdollinen materiaalien sekaannus ja jäljitettävyyden tarve ovat huolenaiheena kaikissa kokoonpano- ja valmistusprosessien vaiheissa. Kannettavaa XRF-laitetta käytetään sisääntulevan raaka-aineen tarkastukseen metallinlaadun varmistamiseksi ja koostumuksen varmistamiseksi ennen tuotteen valmistusta. Sitä käytetään myös lopputarkastukseen, ennen kuin valmiit osat toimitetaan asiakkaalle. Tämä "tuplatarkastus" -menetelmä auttaa varmistamaan, että tulevat raaka-aineet ja lähtevät viimeistellyt osat täyttävät tekniset vaatimukset.



Katso video Chip Ganassi Racingista ja miten he käyttävät Thermo Scientific™ Niton™ XL3t GOLDD+ kannettavaa XRF-analysaattoria.



Kaivos/Geologia

Yleiskatsaus

Näytteiden analyysi kannettavalla XRF: llä tarjoaa merkittävän edun kaivostoimintaan antamalla analyysitietoja nopeaan päätöksentekoon kentällä esimerkiksi seuraavissa tilanteissa:

- Porauksen lopettaminen tai jatkaminen
- Milloin laitteita kannattaa sijoittaa uusiin paikkoihin
- Minne alueelle kannattaa keskittyä
- Kun valitaan näytteitä laboratorioanalyysiin.

Reaaliaikainen analyysi kannettavien XRF-analysaattoreiden avulla on myös hyvä tapa määritellä ennalta mitkä näytteet toimitetaan laboratorioanalyysiin. Näin varmistetaan, että vain parhaat näytteet arvioidaan.

Kannettavia analysaattoreita voidaan käyttää lähes missä tahansa kentällä ja niillä mitataan helposti monenlaisia näytteitä.

Malminetsintä

XRF-analysaattorit antavat nopeasti kvantitatiivisen geokemiallisen analyysidatan malminetsintäkohteissa.



Kaivos/Geologia



Tuotanto ja mineraalinkäsittely

Nopea, laboratoriolaatuinen näytteen analyysidata prosessinohjaukseen, laadunvarmistukseen ja muihin operatiivisiin päätöksiin.



Kaivosalueen analyysit

Lähetä analyysidataa louhintalaboratoriolle ja toiminnanohjauksesta vastaaville helpottamaan yhteistyötä ja tietoisten päätösten tekemiseksi.



Teollisuuden mineraalien arviointi

XRF-analysaattoreita voidaan käyttää louhoksen tutkimiseen ja arvioimaan raaka-aineiden, kuten fosfaatin, kalium-, kipsi- ja kalkkikiven, koostumusta teolliseen käyttöön.



Öljyn ja kaasun etsintä

XRF-analysaattorit ovat arvokkaita työkaluja tutkimukseen ja tuotantoon, tarjoten nopean paikan päällä tapahtuvan kemiallisen analyysin kivistä, kaivauksista, ja kairasydämistä, joita voidaan käyttää muodostelmien tunnistamiseen ja kiven mineraalikoostumuksen määrittämiseen. Käyttäjät voivat tulkita minerologisten ominaisuuksien avulla, mitkä alueet ovat mielenkiintoisia öljyn ja kaasuntuotannon kannalta.

Lelut/Kulutustuotteet

Yleiskatsaus

Vuoden 2008 kuluttajatuotteiden turvallisuuden parantamista koskeva laki (CPSIA) allekirjoitettiin, jotta voitaisiin torjua lasten leluissa havaittavia huomattavia määriä lyijyä. Nyt kuluttajatuotteita, kuten leluja, vaatteita, koruja, kosmetiikkaa ja huonekaluja, tarkastetaan XRF-analysaattoreilla rutiininomaisesti.

Vaarallisten aineiden maailmanlaajuisten rajoitusten (RoHS) määräykset vaikuttavat edelleen sähkö- ja elektroniikkatuotteiden valmistajiin ja niiden toimitusketjuihin...Kuten tekevät myös halogeenivapaisiin tuotteisiin tähtäävät aloitteet. Kannettavat XRF-analysaattorit auttavat valvontaviranomaisia etsimään tavaroista elohopeaa, lyijyä ja muita haitallisia aineita.



Tiesitkö?

Yhdysvaltain kuluttajatuotteiden turvallisuuskomissio (CPSC) ja Euroopan PROSAFE (Product Safety) käyttävät XRF-analysaattoreita lelujen ja kulutustavaroiden tarkastamiseen.

Ympäristöanalyysi/Kunnostus

Yleiskatsaus

Käsi­käyt­­töiset XRF-analy­saattorit mah­dol­listavat kentällä tehtävän analyysin vaarallisten kohteiden mallinnuksesta ja riskinarvioinnista paikan päällä tapahtuvaan saasteiden seulontaan ja lyijymaalien poistamiseen.

Lyijymaalitarkastus

Valtion asetuksissa, kuten Yhdysvaltain EPA-sopimuksen säännöissä remontointi-, korjaus- ja maalaustöissä vaaditaan järjestämään urakoitsijoille turvalliset työtavat. XRF-analy­saattorilla saadaan Pb-tulokset nopeasti suoraan kentällä.



Ympäristöanalyysi/Kunnostus

Maaperä

Teollisuus- ja maatalouskeskukset voivat saastua lyijystä, arseenista, kadmiumista, kromista ja muista myrkyllisistä metalleista. Ensimmäinen vaihe näiden vaarallisten alueiden hoidossa on arvioida tarkasti maaperän epäpuhtauksien laajuutta. XRF-analysaattorit tarjoavat laboratoriotason suorituskvyn kentällä, mikä mahdollistaa saastuneen alueen nopean määrittelyn.



Tiesitkö?

Sääntelyviranomaiset kuten U.S. EPA käyttävät XRF-analysaattoreita.



Thermo Scientific™ Niton™ XL3t GOLDD+ kannettava XRF-analysaattori korostui *USA TODAY* "Ghost Factories" tutkimuksissa joissa tutkitaan saastuneita maaperiä.



Taide ja Arkeometria

Yleiskatsaus



XRF-analysaattorit voivat kerätä kvantitatiivista tietoa arkeologisten näytteiden alkuaineista. Näitä tietoja voidaan käyttää pigmenttien ja muiden restauroitavien materiaalien yhteensovittamiseen. Ne auttavat selvittämään, miten esineitä on säilytetty aiemmin ja kuinka niitä voidaan paremmin säilyttää tuleville sukupolville. Analysaattoreilla voi myös kerätä tärkeitä vihjeitä määriteltäessä petroglyfien ikää, tunnistaa metalleja ja muita materiaaleja ja auttaa autentikoimaan erilaisia esineitä ja taidetta.

Tiesitkö?

Native American Graves Protection ja Repatriation Act (NAGPRA) vaatii, että alkuperäiskansojen kulttuuriset esineet palautetaan suorille jälkeläisille tai niihin yhdistetyille heimoille. XRF-tekniikkaa käytetään näiden esineiden sisältämän arseenin tai muiden haitallisten säilöntäaineiden arviointiin ennen niiden palauttamista.



Yrityksestä

Holger Hartmann Oy

Olemme erikoistuneet kentällä haastavissa olosuhteissa käytettäviin mittalaitteisiin ja koneisiin. Toimitamme Niton XRF-analysaattoreita materiaalintunnistukseen eri aloille. Vaikka laitteet ovat samoja, on eri asiakasryhmillä erilaiset vaatimukset ja toivomukset. Otathan yhteyttä meihin, jos haluat keskustella omasta tarpeestasi.

Tämän suomenkielisen version on koonnut:

Tanja Siuvatti, Ympäristötekniikan Insinööri ja Holger Hartmann Oy:n toimitusjohtaja.

Tanjalla on 11 vuoden kokemus kannettavista analyysilaitteista ja erityisesti Thermon NITON-analysaattoreista.

Alkuperäisen e-kirjan on kirjoittanut:

Debbie Schatzlein, MRSC, Senior Applications Chemist R&D
department for Thermo Scientific Portable Analytical Instruments, based in
Tewksbury, MA, USA

Ota yhteyttä

Tanja Siuvatti
0504093175
tanja.siuvatti@holgerhartmann.fi
www.holgerhartmann.fi

Jaa Tämä eBook

HOLGER  HARTMANN
STRONGER SOLUTIONS

Thermo
SCIENTIFIC
Part of Thermo Fisher Scientific