

Laboratorieøvelse 1 i FYSKJM4710 – Røntgenapparatet

Labøvelsen forgår ved røntgenapparatet i kjelleren til kjemibygget (vest).

Utstyr: 1 Pantak HF225 røntgengenerator

1 Wellhöfer FC65G ionisasjonskammer

1 Standard imaging MAX4000 elektrometer

Diverse kobberfiltre, holdere

Det blir gitt veiledning i bruk av røntgenapparatet og oppsett av måleutstyr etc.

$V = \text{spenning}$, $I = \text{strøm}$

- a)** Sett opp ionekammeret slik at dens følsomme volum står omtrent rett under senteret av røntgenstrålen, og kobl kammeret til elektrometeret. Sett et 1.5 mm aluminiumfilter i filterholderen. Velg først $V=60$ kV, $I=5$ mA. Hvilken rate (antall ladninger per sekund) viser elektrometeret? Flytt kammeret nærmere og nærmere kilden (slå av røntgenstrålingen mellom hver gang!) i ca. 3 cm steg; totalt 4 steg. Hvordan forandrer stråleintensiteten seg med avstanden til kilden – avtar den lineært eller kvadratisk?
- b)** Flytt kammeret til omtrentlig utgangsposisjon. Noter igjen ioneproduksjonsraten. Øk strømmen systematisk fra 5 mA til 10 mA (hold spenningen konstant), og noter raten for hver mA. Plott raten som funksjon av strømmen. Kommenter resultatet – var det som forventet?
- c)** Sett deretter strømmen tilbake til 5 mA. Øk spenningen fra 60 kV til 120 kV (hold strømmen konstant), og noter raten ved minst hver 10 kV. Plott deretter raten som funksjon av spenning. Kommenter resultatet. Bruk gjerne Kramers spektrum for å forklare fenomenet (se forelesning om ikke-radioaktive strålingskilder) – hvordan øker arealet under røntgenspekteret (arealet gir totalmengden stråling) med spenningen?
- d)** Definer en røntgenstråles halvverdilag, HVL. Ved å anta eksponentiell fotonattenuasjon, hvordan kan HVL relateres til attenuasjonskoeffisienten μ ?
- e)** Sett maskinen på $V=100$ kV, $I=5$ mA og bruk et 1.5 mm aluminiumsfilter i filterholderen. Sett opp den ekstra holderen for tilleggsfiltre. Mål raten uten tilleggsfilter. Sett deretter inn det tynneste kobberfilteret i den ekstra holderen. Mål ioneraten. Øke deretter mengden filter i den ekstra

holderen. Stopp målingene når du ser at mengden kobber godt overstiger halvverdilaget. Plott raten som funksjon av kobbertykkelsen mellom strålen og kammeret. Finn halvverdilaget i kobber. Gjenta målingene for en 220 kV-stråle; denne gang med 1.5 mm aluminium og 0.5 mm kobber i den vanlige filterholderen. Plott ioneraten som funksjon av tilleggstykkelsen av kobber mellom strålen og kammeret (ikke inkluder primærfilteret på 0.5 mm Cu i denne tykkelsen). Finn HVL. Bruk vedlagte tabell for å finne de to fotonenergiene som svarer til halvverdilagene du målte. Hva er forskjellen i gjennomtrengningsevne mellom de to strålene, og hvordan avhenger denne generelt av fotonenergien? Forklar.

g) Kermakalibreringsfaktoren til kammeret defineres som:

$$N_K \approx \frac{D_{\text{air}}}{M}$$

der D_{air} er absorbert dose i kammerets luftvolum og M er elektrometeravlesningen. N_K for det aktuelle kammeret er 43.4 mGy/nC. Hva blir doseraten til luft for 100 kV-strålen (5 mA, 1.5 mm aluminium)? Og 220 kV-strålen (5 mA, 1.5 mm aluminium og 0.5 mm kobber)? Drøft kort forskjellene i doserate ut fra det du vet om endringer i strålingspekteret med kV og filter.

Tabell: μ/ρ for kobber (tetthet: 8.96 g/cm³)

Photon attenuation coefficients in units cm²/g,
photon energies in units keV:

Energy	μ/ρ
5.00E+0	1.890E+2
1.00E+1	2.141E+2
1.50E+1	7.421E+1
2.00E+1	3.359E+1
2.50E+1	1.822E+1
3.00E+1	1.090E+1
3.50E+1	7.051E+0
4.00E+1	4.854E+0
4.50E+1	3.506E+0
5.00E+1	2.619E+0
5.50E+1	2.014E+0
6.00E+1	1.593E+0
6.50E+1	1.289E+0
7.00E+1	1.063E+0
7.50E+1	8.965E-1
8.00E+1	7.631E-1
8.50E+1	6.624E-1
9.00E+1	5.796E-1
9.50E+1	5.169E-1
1.00E+2	4.604E-1
1.05E+2	4.163E-1
1.10E+2	3.782E-1
1.15E+2	3.481E-1
1.20E+2	3.216E-1
1.25E+2	2.976E-1