

Marie Curie

Radioaktiva substanser

...◆...

Översättning av Pär Svensson

fri tanke

Innehåll

Förord	9	
Inledning	15	
Historisk översikt	17	
KAPITEL I: Uranets och toriumets radioaktivitet –		
radioaktiva mineraler	19	
Becquerelstrålning	19	
Mätning av strålningens intensitet	21	
Radioaktivitet hos uran- och toriumföreningar	26	
Är atomens radioaktivitet ett allmänt fenomen?	29	
Radioaktiva mineraler	31	
KAPITEL II: De nya radioaktiva substanserna		34
Forskningsmetod	34	
Polonium, radium och aktinium	34	
Radiumspektrumet	36	
Utvinning av de nya radioaktiva substanserna	38	
Polonium	41	
Framställning av ren radiumklorid	44	
Fastställande av radiumets atomvikt	49	
Radiumsalternas egenskaper	53	
Fraktionering av vanlig bariumklorid	54	

KAPITEL III: De nya radioaktiva

substansernas strålning	56
Metoder för att undersöka strålningen	56
Strålningsenergin	57
Strålningens komplexa beskaffenhet	58
Magnetfältets verkan	60
Avlänkbara β -strålar	64
De avlänkbara β -strålarnas laddning	65
Det elektriska fältets verkan på radiumets avlänkbara β -strålar	69
Förhållandet mellan laddning och massa hos en negativt laddad partikel som utsänds från radium	70
Magnetfältets verkan på α -strålarna	72
Magnetfältets verkan på strålar från andra radioaktiva substanser	74
Mängden avlänkbara β -strålar i radiumstrålningen	74
Genomträngningsförmågan hos strålningen från de radioaktiva substanserna	78
Radiumstrålarnas joniserande verkan på isolerande vätskor	94
Effekter och tillämpningar av strålningens joniserande verkan	97
Fluorescens- och ljuseffekter	98
Radiumsalters värmeutveckling	101
De nya radioaktiva substansernas kemiska verkningar – färgningar	103
Gasutveckling orsakad av radiumsalter	105
Termoluminiscensens ursprung	106

Radiografier	107
Fysiologiska verkningar	108
Temperaturens inverkan på strålningen	110
 KAPITEL IV: Inducerad radioaktivitet	112
Överföring av radioaktivitet till ursprungligen inaktiva substanser	112
Aktivering i slutna kärl	114
Gasernas roll vid uppkomsten av inducerad radioaktivitet – emanation	115
Fasta aktiverade substansers deaktivering i fria luften	117
Deaktivering i slutet kärl – emanationens sönderfallshastighet	118
Emanationernas beskaffenhet	119
Förändring av aktiviteten hos aktiverade vätskor och radiumhaltiga lösningar	122
Teori om radioaktiviteten	123
En annan form av inducerad radioaktivitet	125
Långsamt uppträdande inducerad radioaktivitet	126
Inducerad radioaktivitet hos substanser i lösning innehållande radium	126
Spridning av radioaktivt damm och inducerad radioaktivitet i laboratorier	129
Aktivering utan inverkan av radioaktiva substanser	130
Förändring av aktiviteten hos radioaktiva ämnen – effekter av upplösning	131

Förändring av radiumsalters aktivitet vid upphettning	137
Teoretisk tolkning av radiumsalternas aktivitetsförändring efter lösning eller upphettning	142
EPILOG: De radioaktiva fenomenens beskaffenhet och orsak	146
Den strålande forskaren – biografi över Marie Curie	149
Noter	154

Inledning

SYFTET MED FÖRELIGGANDE arbete är att presentera den forskning om radioaktiva substanser som jag har bedrivit under de senaste fyra åren. Allt började med att jag undersökte de uranstrålar som Becquerel hade upptäckt. Resultaten av det arbetet verkade så lovande att herr Curie gav upp sin egen forskning för att i stället hjälpa mig i min. Med gemensamma ansträngningar arbetade vi mot målet att extrahera de nya radioaktiva substanserna och att sedan undersöka dem närmare.

Redan från början såg vi det som vår skyldighet att låta andra fysiker få tillgång till de substanser vi hade upptäckt och framställt, i första hand Becquerel, som ju hade upptäckt uranstrålarna. På så sätt underlättade vi för andra fysiker att studera de nya radioaktiva substanserna. Efter våra första publikationer började även Giesel i Tyskland att bearbeta substanserna och låna ut prov till tyska forskare. Senare kom substanserna att handlas med i Frankrike och Tyskland, varpå intresset ökade och det växte fram en vetenskaplig rörelse. Ett antal avhandlingar om radioaktiva ämnen har sedan dess publicerats och nya tillkommer ständigt, i huvudsak utanför Frankrikes gränser. Resultaten av de franska och utländska undersökningarna spretar naturligtvis alltfjämt, såsom alltid är fallet inom forskningsfält som ännu inte funnit sin form. Vad vi tror oss veta växlar från dag till dag.

Ur kemisk synvinkel har emellertid en sak konstaterats, nämligen förekomsten av ett nytt, starkt radioaktivt ämne som vi kallar radium. Arbetet med att framställa ren radium-

klorid och att bestämma radiumets atomvikt har varit mitt viktigaste bidrag på området. Förutom att arbetet har lett till att ett nytt grundämne med mycket säregna egenskaper har kunnat fogas till listan över grundämnena vi redan känner till, har en ny metod för kemiska undersökningar prövats och bekräftats. Metoden bygger på mätning av ämnens radioaktivitet, som vi menar är en egenskap hos atomerna, och det var med hjälp av denna metod som herr Curie och jag upptäckte radiumet.

Om den fråga vi från början ställde oss kan anses ha blivit besvarad ur ett kemiskt perspektiv, är forskningen kring de radioaktiva substansernas fysikaliska egenskaper däremot ännu i sin linda. En del viktiga svar har vi fått, men många slutsatser är fortfarande preliminära. Det är inte förvånande med tanke på hur komplexa de radioaktiva fenomenen är och hur olika de radioaktiva substanserna är sinsemellan. Forskningsresultaten på det här specialområdet är ömsom samstämmiga, ömsom motstridiga. Även om jag här har försökt begränsa mig till att i första hand redogöra för min egen forskning, har jag varit tvungen att hänvisa till andra forskares resultat där den kunskapen är nödvändig för förståelsen av mitt eget arbete.

Min önskan är att denna avhandling ska ge en övergripande bild av var forskningen på området står i dag.

Den forskning som ligger till grund för min avhandling har jag bedrivit vid École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris under överinseende av dess framlidne rektor, professor Paul Schützenberger, och hans efterträdare, professor Charles Lauth. Jag kan inte nog tacka lärosätet för det välvilliga bemötande som visats mig.

Historisk översikt

UPPTÄCKTEN AV DE radioaktiva fenomenen är nära förbunden med de undersökningar av fosforescerande och fluorescerande substansers fotografiska verkan som gjordes i samband med upptäckten av röntgenstrålar.

De första röntgenrören saknade antikatod av metall. Röntgenstrålarnas källa fanns på en glasskiva som träffades av katodstrålarna; i samma stund blev glasskivan kraftigt fluorescerande. Frågan man ställde sig var om det alltid bildas röntgenstrålning i samband med fluorescensfenomen, oavsett vad de senare beror på. Det menade till en början Poincaré.¹

Strax därefter konstaterade Henry att fosforescerande zinksulfid svärtade fotografiska plåtar insvepta i svart papper.² Niewenglowski konstaterade samma fenomen när han belyste kalciumsulfid.³ Och slutligen kunde Troost konstatera att konstgjort fosforescerande hexagonalt blände trängde igenom svart papper och tjock kartong och kraftigt svärtade fotografiska plåtar.⁴

De här experimenten har trots många försök inte kunnat upprepas. Det kan alltså inte anses bevisat att zinksulfid och kalciumsulfid som belyses avger osynlig strålning som tränger igenom svart papper och svärtar fotografiska plåtar.

Becquerel har gjort liknande försök med uransalter av vilka några är fluorescerande.⁵ Han konstaterade att kaliumuranyl-sulfat påverkade fotografiska plåtar insvepta i svart papper.

Becquerel trodde först att det fluorescerande saltet uppträdde på liknande sätt som zink- och kalciumsulfiderna i Henrys, Niewenglowskis och Troosts experiment, men det

skulle senare visa sig att det observerade fenomenet inte hade något samband med fluorescensen. Det är inte nödvändigt att saltet belyses, och för övrigt betar sig inte uran och dess föreningar på samma sätt, oavsett om de är fluorescerande eller inte. Mest aktivt är metalliskt uran. Becquerel upptäckte senare att om uranföreningar placeras i fullständigt mörker, svärtar de under många år fotografiska plåtar inneslutna i svart papper. Av det drog han slutsatsen att uran och dess föreningar avger en speciell sorts strålar, som han kallade uranstrålar. Han visade att strålarna tränger igenom metallfolie och laddar ur elektriskt laddade föremål. Becquerel gjorde även försök vars resultat antydde att uranstrålningen kan reflekteras, bryts och polariseras.

Andra fysiker (Elster och Geitel, Lord Kelvin, Schmidt, Rutherford, Beattie och Smoluchowski) har bekräftat och kompletterat Becquerels resultat, dock inte när det gäller uranstrålarnas reflexion, bryning och polarisation. I de avseendena liknar uranstrålarna röntgenstrålar, något som först Rutherford och sedan Becquerel själv konstaterade.