



# LUND UNIVERSITY

## Janne Rydberg och Bohrs atommodell

Grandin, Karl

2013

[Link to publication](#)

*Citation for published version (APA):*

Grandin, K. (2013). Janne Rydberg och Bohrs atommodell. Fysikaktuellt.

*Total number of authors:*

1

### General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

### Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117  
221 00 Lund  
+46 46-222 00 00

# Janne Rydberg och

Han var doldisen som medverkade till att lägga grunden för det som skulle bli kvantmekaniken. Beundrad av Bohr och Pauli men kyligt bemött av samtidens svenska akademiska etablissemang. Karl Grandin har tagit reda på mer om Janne Rydberg (1854-1919).

I år uppmärksammas på flera håll att det är 100 år sedan Niels Bohr publicerade sina epokgörande uppsatser om den atommodell som förklarade särskilt väteets spektralserier. Bohr utgick från Ernest Rutherfords "planetmodell" för atomen, där negativt laddade elektroner kretsar kring en positivt laddad kärna.



Janne Rydberg i unga år. Han mötte stort motstånd och fick kämpa i motvind, vilket hans dagbok vittnar om. Foto: Riksarkivet

Det som var svårt att förklara med denna modell var att i en klassisk beskrivning, så skulle elektronerna avge energi i form av en kontinuerlig strålning och att de därför till slut skulle trilla in i atomkärnan. Men atomer är i allmänhet stabilare än så. Bohr löste problemet genom att postulera att elektronerna i en

nog göra att minska de återstående avvikelse men icke utan att kvantiteten betydligt öka i enkelhet. Däremot har det lyckats mig att finna relationer mellan konstanterna  $\mu$  och  $\mu_2$  i systemet af serier betydligt förenklade. Formeln kan nämligen skrivas

$$\frac{n}{N_0} = \frac{1}{(\mu_1 + \mu)^2} - \frac{1}{(\mu_2 + \mu)^2}$$

$\mu_1$  och  $\mu_2$  äro hela tal,  $\mu$  och  $\mu_2$  konstanter bestämda värden på  $\mu$ , och  $\mu_2$  svara här icke på en, utan två (eller kanske till och med på många) serier, allt efter hur man låter  $\mu_2$  variera. Det märkligaste härvid är att alla linier i alla grundämnenes spektra bero af (eller noggrannare vara proportionella mot) konstanten  $N_0 (= 109721.62)$ . I öfversigt af de hos alkalimetallerna förklarade

## Bilden till vänster:

Den ekvation med vilken Rydberg formulerade sambandet för spektralserier. Här skriven med hans egen handstil i ett dokument hämtat från KVA:s arkiv. Formeln utgjorde en utgångspunkt för Bohr när han skulle förklara varför elektroner inte avger kontinuerlig strålning som de borde göra enligt Rutherford och den klassiska fysiken..

När Janne Rydberg skriver dagboksanteckningarna nedan, har han efter lång kamp och många bakslag äntligen fått en professur i fysik. Citaten är hämtade ur en föreläsning av Lundaprofessorn Bengt Edlén.

**"Det synes mig uppenbart, då jag tänker över de vägar varpå jag blivit ledd fram till det arbete, som skall bliva mitt livsmål, att alla svårigheter och motgångar varit lika nödvändiga för att möjliggöra arbetet som de framgångar jag haft, eller snarare mera nödvändiga."**

**"Den som möter hinder på den väg han först inslagit, och därigenom ledes in på andra banor, som är möjliga att vandra, har en helt annan säker väg än den, för vilken hela fältet ligger fritt och öppet, så att han icke vet åt vad håll han må gå."**

atom bara kunde gå i vissa bestämda, diskreta banor, samt att de kunde övergå mellan dessa banor genom att antingen uppta eller avge energi i form av ljus.

Med hjälp av Max Plancks samband mellan energi och våglängd kunde Bohr förklara det avgivna ljusets våglängd med

skillnaden i energi för de olika tillstånden i atomens elektronbanor.

En naturlig utgångspunkt för Bohr var här en formel som svensken Janne Rydberg i Lund hade ställt upp 25 år tidigare. Bohr hänvisade även till läraren Johann Jakob Balmers i Basel formel som var något tidigare än

# Bohrs atommodell

## Bilden till höger:

**Wolfgang Pauli och Niels Bohr** fascineras båda av *Tippe-Toppsnurran*. De bågde dök upp vid *Fysicum* i Lund för att föreläsa vid Rydbergs-konferensen i juli 1954. Niels Bohr höll anförandet **Rydberg's Discovery of Spectral Laws** och Wolfgang Pauli föreläste under rubriken **Rydberg and the Periodic System of the Elements**. Den här bilden är dock tagen vid invigningen av *Fysicum* tre år tidigare. **Foto:** Erik Gustafson och Digitala Bildarkivet, *Fysicum*, Lunds Universitet.



Eller som vi nu skriver:

$$\frac{1}{\lambda} = R(n_1 + a_1)^{-2} - R(n_2 + a_2)^{-2}$$

$R$  är en konstant, medan  $n_1$  och  $n_2$  är heltal där  $n_1$  har ett bestämt värde för varje spektralserie, medan  $n_2$  varierar.

**Vem var då** Janne Rydberg, vars formel kom att spela en så central roll för utvecklingen av fysiken för hundra år sedan?

Han disputerade i Lund på en avhandling i matematik 1879 om kägelsnittsgometri och året därpå skrev han ytterligare en avhandling i matematik varpå han erhöLL docentur. Några år senare under studieresor utomlands hade han i uppdrag att undersöka vilken fysikalisk utrustning man använde sig

av på de framstående institutionerna han besökte runt om i Europa. Detta troligtvis med tanke på den förestående nybyggnationen av en fysisk institution i Lund. På detta sätt kom Rydberg att vid sin hemkomst byta matematikdocenturen mot en i fysik.

**Redan under** 1870-talet hade han intresserat sig för spektroskopiska data i förhållande till det periodiska systemet. Och under 1885 skall Rydberg ha fått sin idé för en formel som beskrev spektrallinjerna, men för att med kraft kunna motivera sin ekvation behövde han beräkna en stor mängd data.

Hösten 1885 ansökte han därför hos Kgl. Vetenskapsakademien om det Wallmarkska priset för att kunna

Rydbergs och ett specialfall av Rydbergs formel. Dock kan vi notera att svensken inte kände till schweizarens arbete. Bohr har ingen hänvisning till enderas publikationer, men återopade bågge på flera ställen. Deras formler för att beskriva spektrallinjer ansågs med andra ord som så vedertagna i fysiken vid denna tid att man inte behövde ange någon referens till dem! Rydberg är främst känd för att ha formulerat ett samband för spektralserier som ser ut så här:

$$\frac{n}{N_0} = \frac{1}{(m_1 + \mu_1)^2} - \frac{1}{(m_2 + \mu_2)^2}$$



*Tv: Rydberg på äldre dagar. Foto ur boken Enoch Thulin - forskare, flygare, företagare av Jan Waernberg, Historiska media, Lund*



Världsledande atomfysiker kom till Lund för delta i konferens med anledning av Janne Rydbergs 100-årsjubileum 1954. På denna gruppbild tagen utanför Fysicum i samband med Rydbergskonferensen finns inte mindre än sju nobelpristagare: **Niels Bohr (1922), Wolfgang Pauli (1945), Frits Zernike (1953), Alfred Kastler (1966), Gerhard Herzberg (kemipris 1971), Aage Bohr (1975) och Ben Mottelson (1975).**

göra "undersökningar öfver de kemiska grundämnenas natur och egenskaper". Men han kom inte i fråga denna gång.

**Två år senare** gjorde han ett nytt försök och ansökte om Wallmarkska belöningen för att "blifva satt i tillfälle att för någon tid uteslutande kunna egna mig åt det arbetet, hvarmed jag sedan flere år varit sysselsatt, nämligen studier inom atomteorin i samband med grundämnenas periodiska system." Förutom utförliga bilagor med preliminära resultat åtföljdes hans ansökan av ett rekommendationsbrev från KVA:s fysiker Erik Edlund och kemisten L.F. Nilson. Och den 9 november 1887 beslutade KVA att tilldela Rydberg halva det årets Wallmarkska belöning.

**Ett år senare** var inte Rydbergs arbete helt klart, men han skickade in preliminära resultat till KVA, där formeln var med. Ytterligare ett år senare kunde han skicka in sin stora uppsats till KVA som sedan publicerades 1890 som "*Recherches sur la Constitution des Spectres d'Émission des Éléments Chimiques*". I uppsatsen var en mycket stor mängd spektraldata genomgången och i de allra flesta fall hade Rydberg fått en häpnadsväckande god överensstämmelse. Ur datamängderna hade han ritat upp otaliga diagram för att undersöka olika lagbundenheter och med en enorm arbetsinsats samt matematisk förmåga lyckades han finna en enkel formel med två variabler som beskrev de flesta kända spektralserier på ett förbluffande bra sätt.

**Allt eftersom** uppmärksammades Rydbergs resultat bland fysiker i Sverige och på andra håll. Och vid sekelskiftet 1900 var han att betrakta som Sveriges mest kände fysiker. Dock var hans lyckade karriär inte given för den skull.

Om hans försök att få en professur i fysik har flera uppsatser skrivits. De invändningar hans svenska kollegor hade bestod i att han inte genomfört de undersökningar som hans studier baserade sig på själv! Han fick emellertid en professur till slut och Manne Siegbahn blev en av hans elever och efterträdare. Några lika viktiga arbeten gjorde emellertid inte Rydberg efter han publicerat sin spektralformel.

**Formlerna var** alltså framgångsrika i att beräkna spektrallinjerna, men Rydberg kunde dock inte förklara sin formel, som dock mycket väl angav de karakteristiska spektrallinjerna. Det blev först med Bohrs atommodell som Rydbergs formel fick sin fysikaliska förklaring. Det är därför inte konstigt att när man i Lund firade hundraårsminnet av Janne Rydbergs födelse 1954 så var Niels Bohr med. Dansken poängterade då hur viktigt Rydbergs arbete hade varit för honom 1913.

**Hur välkänd** Rydberg än var internationellt så hade han det trögt med erkänslan i Sverige, han blev till exempel aldrig invald i Vetenskapsakademien, men däremot valdes han in som utländsk ledamot av Royal Society 1919 strax innan han dog.

**KARL GRANDIN**

### Läs mer:

J.R. Rydberg: *Recherches sur la Constitution des Spectres d'Émission des Éléments Chimiques* Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar 23:11 1888–1889 (Stockholm, 1890), 1–155.

Arvid Leide: *Janne Rydberg och hans kamp för professuren* Kosmos 32 (1954)

Bengt Edlén, ed., *Proceedings of the Rydberg Centennial Conference on Atomic Spectroscopy* (Lund, 1955).

Paul C. Hamilton: *Reaching out: Janne Rydbergs struggle for recognition* i Center on the Periphery ed. Svante Lindqvist (Science History Publications, 1993), 269–292.

"Janne Rydberg", Svensk Biografiskt Lexikon.

Indrek Martinson & L.J. Curtis: *Janne Rydberg – his life and work* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B 235 (2005), 17–22.

[http://history.fysik.lu.se/images/JR\\_images/JR\\_intro.html](http://history.fysik.lu.se/images/JR_images/JR_intro.html)