

Spektralanalys



Bakgrund

Spektrometri är forskningsområdet inom fysik som undersöker intensiteten och uppdelningen av elektromagnetiska spektra genom olika typer av materia. Spektroskopi fick sin början på 1660-talet då Isaac Newton, upptäckte att vitt ljus kan delas upp i färger och återsamlas till vitt ljus genom användning av prisma.

Joseph von Fraunhofer (1787-1826) undersökte spektrum som framställts genom "uppdelat" vitt ljus med diffraktionsgitter. Han upptäckte mörka linjer i solens spektrum, de så kallade Fraunhofer linjerna, men kunde inte förklara deras uppkomst. Då Robert Wilhelm Bunsen och Gustav Robert Kirchhoff studerat spektran från olika elementers lågtest, upptäckte de tydliga skarpa spektrallinjer. Efter vidare experiment kom de fram till att, ifall vitt ljus passerar genom samma lågor uppvisade spektran mörka linjer på motsvarande våglängderna. Detta visade sig vara ett resultat av samma fenomen som Fraunhofer upptäcktes om solens spektrum.

Förklaringar till dessa spektrallinjer hittat slutligen i början av 1900, då Niels Bohr introducerade den nya atommodellen på basen av Max Plancks kvanthypotes.

Det vita ljusets splittring i färger

Undersök hur vitt ljus sprids med hjälp av ett prisma och ett gitter.

- Hur skiljer sig situationerna från varandra?
- Vad baserar sig fenomenen på?
- Vilka kvantitativa lagar gäller för fenomenen?

Vitt ljus består av färgat ljus. När ljuset träffar ytan av ett material sker reflektion och ibland även refraktion.

- *Då vitt ljus träffar ett prisma bryts den blå komponenten i ljuset mest, medan den röda delen bryts minst.*
- *Då ljuset träffar ett diffraktionsgitter kan ljusets beteende beskrivas enligt Huygens princip, som säger att varje punkt på en vågfront är en källa till en ny våg. Då det vita ljuset träffar ett gitter böjs ljuset och nya vågor skapas, de nya vågorna interfererar och i fallet av förstärkande interferens skapas en bild på skärmen.*

Refraktion och diffraktion är bekanta egenskaper inom vågrörelse. Storleken av förändringen i riktning av vågutbredning i varje enskilt fall beror på våglängden, hastigheten och frekvensen. Eftersom ljus av olika färger har samma hastighet, och eftersom varken brytning eller diffraktion ändrar vågfrekvens, beror ändringen av strålriktningen på våglängden. Därmed motsvarar ljusets färg dess våglängd.

Fickspektroskop

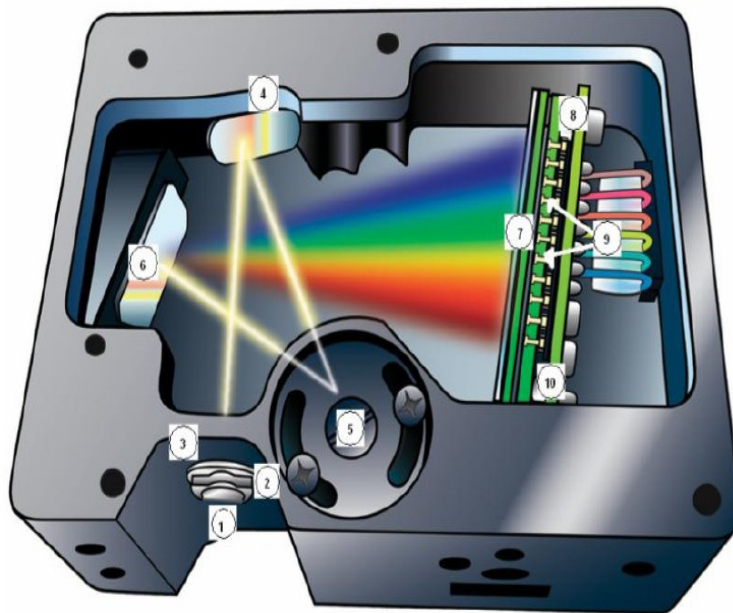
Ett fickspektroskop bryter ljuset med hjälp av ett gitter. Se på olika ljuskällor med fickspektroskopet.

- Hurudana spektra ser du?

Fickspektroskopet splittrar det emitterade ljuset i ett spektrum. Vissa källor emitterar endast ett fåtal färger, medan andra källor emitterar ljus som verkar bestå av otaliga färger. Detta beror på att en del källor endast emitterar vissa våglängder av strålning, medan andra emitterar alla våglängder av ljus.

Vernier ESRT-VIS Spectrometer

Spektrometern spjälkar vitt ljus i olika färger med hjälp av ett gitter (i bilden nr.5). Det diffrakterade ljuset riktas mot detektorn (nr.8), som mäter de olika färgernas intensitet. Spektrometern omvandlar den uppmätta datan till digital form, som sedan kan analyseras med Logger Pro-programmet.



Använd spektrometern för att undersöka samma ljuskällor som du tidigare undersökt med fickspektroskopet.

- Hur skiljer sig spektran från varandra?

Då en ljuskälla undersöktes, detekterade fickspektroskopet ljusemission av antingen separata färger eller flera färger som ett jämnt kontinuum. Med Vernier Spectrometern kan det emitterade ljuset undersökas mer noggrant, speciellt våglängderna och deras relativa intensiteter kan mätas. Det visade sig igen att vissa källor avger endast vissa våglängder av strålning, medan andra innehåller alla våglängder av ljus. Dessutom visar Vernier Spectrometern att då spektallinjer detekteras har en del spektallinjer högre intensitetspikar än de andra våglängderna.

Uppkomsten av linjespektra och kontinuerliga spektra

Ljuskällors spektra kan på basen av observationer indelas i två kategorier: linje spektra och kontinuerliga spektra.

- Vilka typer av källor ger kontinuerlig spektra?
- Ser du någon skillnad mellan dessa kontinuerliga spektra?
- Vilka typer av källor producerar linje spektra?
- Jämföra spektra av ljus som emitteras från gasfyllda rör av helium, argon, krypton och vattenånga. Vilka typer av gaser har många spektallinjer och vilka typer har några?
- Jämföra spektrum för väte och vattenånga. Vad märker du?
- Undersök en lågenergilampas spektrum. Vad kan du dra för slutsatser om lampan?

Kontinuerlig spektra uppstår då partiklarna som utgör materialet i fråga vibrerar genom en rad olika frihetsgrader. Antalet frihetsgrader beror på materialets temperatur. Då temperaturen ökar, aktiveras de frihetsgrader som kräver högre energi för aktivering. Detta är anledningen till att ljus som avges av ett varmt objekt producerar ett kontinuerligt spektrum med en topp som ligger längre mot de blåa våglängderna än ljusspektrumet som produceras av ett kallt objekt. Kom ihåg att, enligt ekvationen $E = hf$, krävs det mer energi för att producera fotoner med högre frekvens.

Linjespektra uppstår då en elektron förflyttar sig från en elektron nivå till en annan. Detta ger upphov till en foton vars energi motsvarar energi skillnaden mellan elektron nivåerna. Fotonen frekvens bestäms enligt ekvationen $E = hf$. Eftersom varje kemiskt grundämne har tydliga energi skillnader mellan sina elektron nivåer, kan man genom att studera spektra av olika material bestämma vilka element objektet innehåller.

