**Tænkevejledningen (stammer fra Lasse Seidelin)**

Ideen med tænkevejledningen er forenklet sagt, at eleverne først aktiverer og arbejder med den viden, som de skal bruge til forsøget. Det gælder typisk både teori, databehandling/opgaveregning og evt. overvejelse om udstyr.  
Har eleverne først aktiveret (og forstået) denne viden, så kan de bedre selvstændigt udføre forsøget og den efterfølgende databehandling. Når eleverne har arbejdet med teori og databehandling **inden** forsøget, så kan de typisk bedre fokusere på, hvordan forsøget skal udføres i praksis og er typisk også mere opmærksomme på evt. fejlkilder (da de jo ved, hvad måleresultaterne skal bruges til).

Den ekstra tid som eleverne bruger i starten på opgaver, gør den markant hurtigere til forsøg og databehandling, hvorfor det i praksis ikke forlænger den samlede tid brugt på en øvelsesgang.  
Man kan også bede eleverne regne nogle eller alle ”opgaver før forsøget” som lektie/forberedelse.

Tænkevejledningen kan have flere eller færre elementer. Elementerne i parentes kan evt. udelades.

|  |  |
| --- | --- |
| **Afsnit** | **Uddybning** |
| (Teori) | Relevant teori for forsøget. |
| Opgaver før forsøget | Her er opgaver, hvor eleverne arbejder sig igennem relevant teori og databehandling for forsøget. Evt. også en opgave, som relaterer sig til fejlkilder.  Det er her eleverne skal arbejde med al relevant viden **før** forsøget udføres. |
| Forsøget | En kort instruktion i, hvilket forsøg der skal udføres (og evt. sikkerhedsanvisninger). |
| (Måleresultater) | Evt. skema eller andet til at støtte opsamlingen af måledata. |
| Databehandling |  |
| (Afvigelse og Fejlkilder) | Kan være under databehandling eller separat afsnit.  Kan også formuleres som spørgsmål:  ”Søren og Lisa taler sammen, Søren har målt en længde for kort, hvad gør det for hans resultat?” |
| (Afrapportering: Journal, Rapport, Mundtligt) | Information om, hvordan forsøget skal afrapporteres. |

|  |
| --- |
| Forsøg: Hydrogenspektret  – Hvordan ser atomers fingeraftryk ud? – |

|  |
| --- |
| Opgaver før forsøget |
| **Opgave 1: Energiniveauer i hydrogen**  Energiniveauerne, altså energien af elektronen i de forskellige skaller, i hydrogen kan beregnes med formlen:  hvor er nummeret for skallen, er Rydbergkonstanten, er lysets hastighed og er Plancks konstant. Husk også omregningen af energien fra joule til elektronvolt:   1. Beregn energiniveauerne for skallerne , , . [**FACIT:** , ] 2. Beregn energi**forskellen** fra skal til skal . [**FACIT:** ] 3. Hvis en elektron hopper fra skal nr. 4 til skal nr. 2, vil der så blive emitteret (udsendt) en foton eller absorberet (optaget) en foton?   Sammenhængen mellem en fotons energi og frekvens er givet ved:   1. Hvad er frekvensen af fotonen fra spg. c)? [**FACIT:** ]   Sammenhængen mellem en fotons bølgelængde og frekvens er givet ved:   1. Hvad er bølgelængden af fotonen fra spg. c)? [**FACIT:** ] 2. Hvilken type stråling er fotonen?   Det er muligt at lave en færdig formel for at beregne bølgelængden af en emitteret eller absorberet foton, som er  hvor er fotonens bølgelængde, og og er numrene på skallerne (bemærk, at her er Rydbergkonstanten indsat i enheden , da bølgelængden så kommer ud i nanometer. Du skal selv lave omregningen i Opgave 4).   1. Tjek, at du får samme svar med ovenstående formel, som du fik i spg. e).   I Opgave 4 skal du vise, hvordan formlen fremkommer. |
| **Opgave 2: Bølgelængden af fotonerne**  Når en elektron hopper fra en skal med høj energi til en skal med lav energi udsendes den overskydende energi som en foton (emission).  Elektronovergange, hvor elektronen ender i den nederste skal med banenummeret kaldes for *Lymanserien*, mens elektronovergange hvor elektronen ender i skallerne og kaldes for hhv. *Balmerserien* og *Paschenserien*.  Bølgelængden for den udsendte foton kan beregnes med Rydbergformlen:  hvor er bølgelængden og og er skalnumrene.   1. Hvad er bølgelængden af den emitterede foton, hvis en elektron hopper fra skal til skal ? [**FACIT:** ] 2. Udfyld nedenstående skema med bølgelængderne for de udsendte fotoner. Med overgangen menes overgangen fra til .  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Lymanserien |  | Balmerserien |  | Paschenserien |  | | Overgang |  | Overgang |  | Overgang |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  1. Hvilken af serierne indeholder synligt lys? 2. Brug det elektromagnetiske spektrum til at afgøre, hvilken type stråling der udsendes ved de to andre serier. |

|  |
| --- |
| **Opgave 3: Lys gennem et optisk gitter**    Figur 1: Optisk gitter    Figur 2: Når lys sendes igennem et optisk gitter vil det på bagsiden udbredes som ringbølger.  Figur 3: Lys med en kortere bølgelængde (f.eks. blåt lys) afbøjes mindre end lys med en større bølgelængde (f.eks. rødt lys).  Når lys sendes igennem et optisk gitter (Figur 2), vil det på bagsiden udbredes som ringbølger. I nogle retninger vil der være konstruktiv interferens, hvilket kan ses som farvede *ordenspletter* på f.eks. en væg, som vist på Figur 1.  Lys med kortere bølgelængder (f.eks. blåt lys) vil danne en mindre vinkel end lys med længere bølgelængde (f.eks. rødt lys), som vist på Figur 3.  Den vinkel som den ’te orden danner (i forhold til 0. orden) kan beregnes med *gitterformlen*:  hvor er bølgelængden og er *gitterkonstanten*, som angiver afstanden mellem de enkelte spalter i gitteret.  For et gitter med 300 linjer pr. mm er gitterkonstanten .  I et forsøg sendes lys fra en hydrogen-lampe igennem et gitter med 300 linjer pr. mm og en bestemt farve observeres. Vinklerne for 1. og 2. ordensstrålerne bestemmes til hhv. og .   1. Bestem bølgelængden for det observerede lys og argumentér for, at lyset stammer fra elektronovergangen i hydrogen. |

|  |
| --- |
| **Opgave 4: Udledning af Rydbergformlen**  Hvis en elektron hopper fra skal nr. til skal nr. , vil der blive absorberet eller emitteret en forton med energien  .   1. Indsæt udtrykket for energiniveauerne i hydrogen og vis, at ovenstående udtryk kan omskrives til   Energien af en foton er givet ved   1. Brug bølgeligningen til at vise, at energien af en foton også kan skrives som 2. Kombinér de to de udtryk fra hhv. spg. a) og spg. b) til at vise **Rydbergformlen:**   eller, hvis du ganger fortegnet ind i parentesen:  Rydbergkonstanten er .   1. Vis, at ved at skifte fra meter til nanometer, kan Rydbergkonstanten også skrives som   **HINT:** Husk, at , hvilket betyder ”pr. meter” og ligeledes er , hvilket betyder ”pr. nanometer”.   1. Indsæt svarer fra spg. d) i formlen i spg. c) og indse, at du nu har udledt formlen, som du brugte i Opgave 2: |

|  |
| --- |
| Forsøget |
| Forsøget udføres i fællesskab og de observerede værdier skrives ind nedenfor.  **Gitter:**  **Gitterkonstant:**   |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Farve | Vinkel 1. orden Højre | Vinkel 1. orden Venstre | Vinkel 2. orden Højre | Vinkel 2. orden Venstre | | Rød |  |  |  |  | | Cyan |  |  |  |  | | Blå |  |  |  |  | | Violet |  |  |  |  | |

|  |
| --- |
| Databehandling |
| Vinklerne hørende til den ’te orden kan bestemmes med formlen .   1. Bestem 1. og 2. ordens-vinklerne og skriv dem ind i skemaet nedenfor. 2. Bestem vha. gitterformlen (fra Opgave 3) bølgelængderne for det observerede lys og skriv dem ind i skemaet nedenfor. Bestem for hver af farverne gennemsnittet af bølgelængderne fra 1. og 2. orden og skriv dem i kolonnen længst til højre.  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | Farve | Vinkel 1. orden |  | Vinkel 2. orden |  |  | Gennemsnit | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  1. Udfyld skemaet nedenfor med dine resultater og beregn den relative afvigelse.  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | Farve | Gennemsnit | Overgang | Teoretisk | Relativ afvigelse | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  1. **(UDFORDRING)** Bestem en værdi for Rydbergkonstanten eksperimentelt. **HINT:**   Rydbergformlen lyder  hvilket betyder, at hvis du får hver af dine overgange (altså observerede linjer), afbilleder op ad 2. aksen og for den konkrete overgang hen ad 1. aksen, så må punkterne ligge på en ret linje med som hældningskoefficient: Udfyld nedenstående tabel (de første 3 kolonner er de samme som spg. c) og lav så grafen i Graphical Analysis for at bestemme .   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | Farve | Gennemsnit | Overgang |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  |   Beregn den absolutte og relative afvigelse for din værdi af Rydbergkonstanten. |