# Reeksamen 2024

Indholdsfortegnelse

[Reeksamen 2024 1](#_Toc174356010)

[Opgave 1. Brydningsindeks 3](#_Toc174356011)

[a. Bestem materialets brydningsindex 3](#_Toc174356012)

[b. Er det muligt at ændre indfaldsvinklen θ1 (θ1<90o), så strålen ikke reflekteres tilbage til luften? Hvis ja: bestem vinklen θ1; hvis nej, begrund hvorfor. 4](#_Toc174356013)

[Opgave 2. Fokal punkt og spejle 6](#_Toc174356014)

[a. Bestem spejlets fokuspunkt f. 6](#_Toc174356015)

[b. Bestem spejlbilledet af objektet: placering s’, højde h’, reelt/virtuelt? 7](#_Toc174356016)

[Opgave 3. Spalteeksperiment 8](#_Toc174356017)

[a. Bestem vinklen θ1 for første ordens interferensen (m=1) af spektrallinjen. 8](#_Toc174356018)

[b. Hvis lyset også indeholder en spektrallinje med bølgelængden λ2 = 580 nm, vil diffraktionsgitteret kunne adskille de to spektrallinjer ved første ordens interferensen? 8](#_Toc174356019)

[Opgave 4. Relativistisk rumrejse 9](#_Toc174356020)

[c. set fra raketten, hvor langt er afstanden fra jorden til planeten? 9](#_Toc174356021)

[d. Hvor lang tid tager turen målt hhv. på jorden og i raketten? 10](#_Toc174356022)

[Opgave 5. Foton i kollision med elektron 11](#_Toc174356023)

[a. Bestem bølgelængden 𝜆′ af den spredte foton 11](#_Toc174356024)

[b. Bestem elektronens kinetiske energi Ke og retning φ efter fotonen har ramt den. 11](#_Toc174356025)

[Opgave 6. Energi tilstande og bohrs model til kvantemekanik. 12](#_Toc174356026)

[a. I et brintatom befinder elektronen sig i 3d-tilstanden. Bestem elektronens energi og angulære moment. 12](#_Toc174356027)

[b. Et ioniseret heliumatom (He+) ligner et brintatom – blot er der to protoner i kernen i He. Hvordan skal Bohrs formel for energiniveauerne i brintatomet korrigeres for at gælde for He+? Bestem energien af grundtilstanden i He+ 12](#_Toc174356028)

[Opgave 7. 13](#_Toc174356029)

[a. Ved absorption af en foton med bølgelængden 𝜆= 82,2 μm exciteres brintmolekylets rotation fra grundtilstanden (ℓ=0) til første exciterede tilstand (ℓ=1). Bestem brintmolekylets inertimoment I. 13](#_Toc174356030)

[b. Brintmolekylets klassiske vibrationsfrekvens er f = 3,69·1014 Hz, og det befinder sig i første exciterede vibrationstilstand (n=1) og første exciterede rotationstilstand (ℓ=1). Bestem hvilke vibrations- og rotationstilstande brintmolekylet kan henfalde til, og bestem de tilhørende energiforskelle ved overgangene. 13](#_Toc174356031)

[Opgave 8 14](#_Toc174356032)

[a. Skal der vælges en silicium (Si) eller germanium (Ge) halvleder? 14](#_Toc174356033)

[b. Halvledermaterialet doteres så Fermi-niveauet ligger 150 meV under ledningsbåndet. Beregn sandsynligheden for, at en elektron befinder sig i ledningsbåndet ved stuetemperatur (295 K). 14](#_Toc174356034)

[Opgave 9. Laser 16](#_Toc174356035)

[a. Hvor mange fotoner udsender laseren pr. sekund? 16](#_Toc174356036)

[b. Laserstrålens intensitetsfordeling er Gaussisk med en radius (waist) w = 1,5 mm. Hvad er intensiteten I0 i laserstrålens centrum? 17](#_Toc174356037)

## Opgave 1. Brydningsindeks

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Kurve, Parallel

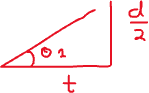
Automatisk genereret beskrivelse



En lysstråle sendes fra luft ind på et lysgennemtrængeligt materiale med tykkelsen t = 24,0 mm. Lysstrålen reflekteres i bunden tilbage gennem materialet og ud i luften igen. Afstanden mellem lysstrålens indgangs-og udgangspunkt i materialet er d = 39,0 mm. Lysstrålens indfaldsvinkel til materialet er θ1 = 75,0°

### Bestem materialets brydningsindex

Jeg kan opstille det ved trekants beregning.



Med snells lov så har jeg at

Jeg approksimerer at luftens brydnings er omtrent brydningsindekset for vakuum.

===================

Det kan være en prisme  
===================

### Er det muligt at ændre indfaldsvinklen θ1 (θ1<90o), så strålen ikke reflekteres tilbage til luften? Hvis ja: bestem vinklen θ1; hvis nej, begrund hvorfor.

Hvis ja så skal der gælde at vinklen i materialet er 90° eller derover.

Da det er en trigonometrisk ligning er der uendeligt mange løsninger. Kun en af disse løsninger er angivet. Alle løsninger er ikke fundet.

Ligningen havde ingen løsninger indenfor ℝ for variabel θ\_1

Da det er en trigonometrisk ligning er der uendeligt mange løsninger. Kun en af disse løsninger er angivet. Alle løsninger er ikke fundet.

Ligningen havde ingen løsninger indenfor ℝ for variabel θ\_1

*Ligningen løses for θ\_1 vha. WordMat.*

Da   
 tager sin største værdi for

Hvor

Så kræver det at for at det er tilfældet.   
Så den mindste vinkel som udgangsvinklen kræver er:

*Ligningen løses for θ\_2 vha. WordMat.*

*Ligningen løses for θ\_1 vha. WordMat.*

Den mindste vinkel som wordmat dog giver mig ret i er , hvor indfalds vinklen er  
=========

=========

## Opgave 2. Fokal punkt og spejle

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Kurve

Automatisk genereret beskrivelse



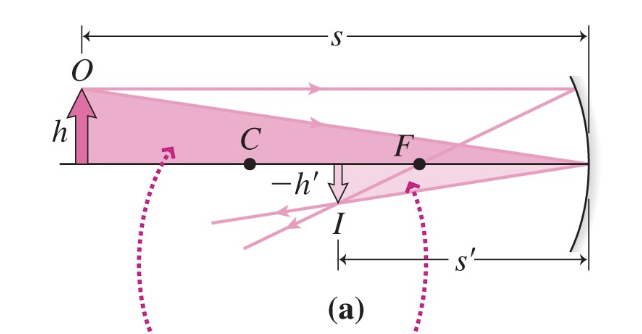
Et objekt med højden h = 4,0 cm befinder sig i afstanden s = 20,0 cm fra et konkavt, sfærisk spejl med krumningsradius R = 15,0 cm.

### Bestem spejlets fokuspunkt f.

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Kurve, cirkel

Automatisk genereret beskrivelseDet tilfælde jeg ser mig her er hvor objektet er længere væk en krumningens centrum.

Jeg kan finde fokallængden ved trekantsberegning:



Jeg har gjort det på den her måde.   
Set på højden, lavet en streg direkte ind.   
Jeg har approksimeret normalen til krumningen i det punkt  
og antaget at vinklen den kommer ind med, er den samme,   
som den kommer ud med.



Et billede, der indeholder linje/række, Kurve, diagram, Parallel

Automatisk genereret beskrivelseSå har jeg taget en streg fra højden ind i ved spejlet, og så spejlet derfra, igen antaget at vinklen der kommer ind er vinklen der kommer ud.

Så får jeg at

Så er det bare det med de fortegn på s, hvordan det skal være.

Jeg ser mere, at fokal længden er mellem   
Der vil man kunne lave en streg gennem fokalpunktet og så en vandret streg fra skæringen med spejlet, for så at finde billedet.

### Bestem spejlbilledet af objektet: placering s’, højde h’, reelt/virtuelt?

=============================================  
Spejlet er reelt, inverteret og reduceret. Jeg får placering   
   
   
=============================================

## Opgave 3. Spalteeksperiment

Lys, der indeholder en spektrallinje med bølgelængden λ1 = 578 nm, måles med et spektrometer bestående af et 1 cm bredt diffraktionsgitter med 4500 spalter.

### Bestem vinklen θ1 for første ordens interferensen (m=1) af spektrallinjen.

### Hvis lyset også indeholder en spektrallinje med bølgelængden λ2 = 580 nm, vil diffraktionsgitteret kunne adskille de to spektrallinjer ved første ordens interferensen?

## Opgave 4. Relativistisk rumrejse

I en fremtidig rummission sendes en raket afsted fra jorden til en planet i et fremmed solsystem. Solsystemet befinder sig L = 20 lysår væk, og raketten bevæger sig med konstant hastighed v = 0,90c.

### set fra raketten, hvor langt er afstanden fra jorden til planeten?



Et billede, der indeholder tekst, Font/skrifttype, skærmbillede, linje/række

Automatisk genereret beskrivelseDet burde jeg kunne finde ved først at beregne tiden for rumraketten til planetten og så rumraketten til jorden.   
Jeg forventer, at afstanden til planeten vil ses noget kortere, men rejsen til jorden vil ses noget længere.

Jeg bruger formlen for time dilation.

Så ønsker jeg at finde ∆t

Jeg må have målt på hvor langt tid det vil føles for os, hvis han rejste med 0,9c i 20 år.

### Hvor lang tid tager turen målt hhv. på jorden og i raketten?

=================================  
Det må jo så være hvad jeg beregnede for,   
rejsen i raketten vil føles som 20 år.   
rejsen fra jorden vil føles som 46år.  
=================================

## Opgave 5. Foton i kollision med elektron

En foton med bølgelængden 𝜆𝜆 = 91,2 pm spredes på en fri elektron i hvile og måles i retningen θ = 85°

Et billede, der indeholder linje/række, diagram, Font/skrifttype

Automatisk genereret beskrivelse

### Et billede, der indeholder Font/skrifttype, tekst, Grafik, linje/række Automatisk genereret beskrivelseBestem bølgelængden 𝜆′ af den spredte foton

Her er der tale om compton skiftet.   
Jeg får at ændringen i bølgelængde er:

======================================  
   
======================================

### Bestem elektronens kinetiske energi Ke og retning φ efter fotonen har ramt den.

Dens kinetiske energi kommer fra bevaringsprincippet. Fotonen havde mistet bølgelængde som koster energi, som så er givet til elektronen.

Udledt for foton energi = hf, og pga. at det er elektromagnetiske bølger.

====================  
   
====================

## Opgave 6. Energi tilstande og bohrs model til kvantemekanik.

### I et brintatom befinder elektronen sig i 3d-tilstanden. Bestem elektronens energi og angulære moment.

For d orbitaler så er

Et billede, der indeholder Font/skrifttype, linje/række, hvid, nummer/tal

Automatisk genereret beskrivelseEnergien kan beskrives ud fra hvad dens kvantenummer er.

Et billede, der indeholder Font/skrifttype, hvid, symbol, nummer/tal

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder Font/skrifttype, hvid, symbol, typografi

Automatisk genereret beskrivelse3d indikerer, at den har 3 kvantenummer.

========================

======================

### Et ioniseret heliumatom (He+) ligner et brintatom – blot er der to protoner i kernen i He. Hvordan skal Bohrs formel for energiniveauerne i brintatomet korrigeres for at gælde for He+? Bestem energien af grundtilstanden i He+

## Opgave 7.

Et brintmolekyle (H2) kan vibrere og rotere.

### Ved absorption af en foton med bølgelængden 𝜆= 82,2 μm exciteres brintmolekylets rotation fra grundtilstanden (ℓ=0) til første exciterede tilstand (ℓ=1). Bestem brintmolekylets inertimoment I.

### Brintmolekylets klassiske vibrationsfrekvens er f = 3,69·1014 Hz, og det befinder sig i første exciterede vibrationstilstand (n=1) og første exciterede rotationstilstand (ℓ=1). Bestem hvilke vibrations- og rotationstilstande brintmolekylet kan henfalde til, og bestem de tilhørende energiforskelle ved overgangene.

## Opgave 8

En halvledersensor skal kunne detektere stråling i hele det nær-infrarøde område, dvs. 750 nm < λ < 1500 nm.

### Skal der vælges en silicium (Si) eller germanium (Ge) halvleder?

Lad mig se.

Et billede, der indeholder tekst, skærmbillede, linje/række, Kurve

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder skærmbillede, tekst, linje/række, design

Automatisk genereret beskrivelseEn god halvleder vil så have et båndgab der var lige under 0,8266eV.   
===========================================================================  
Silicium har et båndgab på 1,12eV hvor germanium har et båndgab på 0,67eV ikke langt under krævet vi behøver. Så ud fra at alle infrarøde stråler skal kunne detekteres så vil jeg vælge germanium GE.   
===========================================================================

### Halvledermaterialet doteres så Fermi-niveauet ligger 150 meV under ledningsbåndet. Beregn sandsynligheden for, at en elektron befinder sig i ledningsbåndet ved stuetemperatur (295 K).

Et billede, der indeholder Font/skrifttype, typografi, tekst, kalligrafi

Automatisk genereret beskrivelseFormlen jeg lige fandt for fermi distribution som fortæller hvad sandsynligheden for at en tilstand er besat af en elektron.

For at finde sandsynligheden for at finde en elektron i ledningsbåndet må da være integralet fra ledningsbåndet og så til uendelig.

Lad mig se på exponenten.

Den bliver meget hurtigere, derfor må sandsynligheden hurtigt blive mindre.

Da det er svært at tage integralet for noget til uendeligt, så approksimerer jeg, at alt efter 5eV er negligerbart.

Elektron volt er i størrelse

Så faktoren mellem dem vil være

Så tælleren vil have en faktor 100 i forhold til nævneren.

…   
Det er et svært integrale på grund af størrelserne, jeg lægger det til siden for nu.

## Opgave 9. Laser

En HeNe-laser udsender lys med bølgelængden λ = 632,8 nm. Laseren har en udgangseffekt på 8 mW.

### Hvor mange fotoner udsender laseren pr. sekund?

Her skal der ses i forhold til energi pr. foton kontra energi der bliver brugt pr. sekund.

Så der må gælde at:

============  
   
============  
Antal fotoner pr. sekund.

### Laserstrålens intensitetsfordeling er Gaussisk med en radius (waist) w = 1,5 mm. Hvad er intensiteten I0 i laserstrålens centrum?

Et billede, der indeholder Font/skrifttype, tekst, hvid, linje/række

Automatisk genereret beskrivelseEt billede, der indeholder diagram, linje/række, skærmbillede, design

Automatisk genereret beskrivelse



Centrum findes i

=========  
   
=========