

## Förberedelseuppgift inför datorlaborationen

Det finns datorprogram som följer strålar genom linssystem. Rätt använda kan de vara extremt kraftfulla verktyg – och bespara dig många timmars beräkningar. Datorlaborationen går ut på att:

- Visa vilken nytta du kan ha av ett sådant datorprogram.
- Använda datorprogrammet till att studera aberrationer hos några enkla system.

Vi kommer att använda en gratisversion av programmet WinLens. Du kan själv ladda ned den och installera den på din egen dator, eller så kan du gå till datorsalen RB33 och använda programmet där.

Laborationen går inte ut på att lära dig använda programmet i sin helhet. Men för att kunna studera aberrationerna, måste du

- Kunna föra in ett givet system i programmet.
- Kunna använda verktyg (som MTF eller Spot Diagram) för att utvärdera systemet.

Genom att göra denna förberedelseuppgift lär du dig, steg för steg, hur man för in ett system i programmet. Det är **mycket viktigt** att du gjort det i förväg, annars har du inte en chans att hinna med laborationen. Därför kommer vi att kontrollera uppgifterna innan laborationen börjar, och endast de som förberett sig får göra labben. Under laborationen får du sedan, med handledning, lära dig använda t.ex. MTF och Spot Diagrams, och därmed studera systemens aberrationer.

Förberedelseuppgiften ger dig (förhoppningsvis) tydliga instruktioner. Du ska göra uppgiften själv, men kör du fast får du gärna diskutera med andra på kursen. Om du kör fast, följ gärna följande lista:

- Fundera lite till (en kvart eller så ;-). Prova gärna programmets hjälpfunktion!
- Prata med en kompis – har de kört fast på samma ställe? Har någon löst det?
- Kolla på kursens hemsida om det finns en nyare version av instruktionerna – de kan komma att uppdateras under kursens gång.
- Om du har möjlighet, passa på att fråga under föreläsning, räkneövning, eller räknestuga. Alla kan inte WinLens, men alla kan hjälpa till med optik i allmänhet.
- Hör av er till mig ([anna.burvall@biox.kth.se](mailto:anna.burvall@biox.kth.se)). Antingen hjälper jag er med er fråga, eller så uppdaterar jag instruktionerna så att de blir lättare att förstå. Hör gärna av er även om ni löst problemet, men ser att instruktionerna kan skrivas på ett tydligare sätt.

Lycka till! /Anna

## Att komma igång

- A. Om du arbetar på din egen dator.** Gå till tillverkarens hemsida [www.winlens.de](http://www.winlens.de). I menyn till vänster väljer du "Winlens Basic free" och "Install", och följer sedan instruktionerna. När du installerar programmet kan din dator fråga om du litar på tillverkaren, och i så fall ska du svara ja.

När du installerat programmet går du in i Startmenyn under "All programs", och väljer "Qioptiq". Därunder finns "Winlens3D Basic" som startar programmet. (Beroende på vilka genvägar du valt att lägga in under installationen, kan det finnas ett snabbare sätt att starta programmet.)

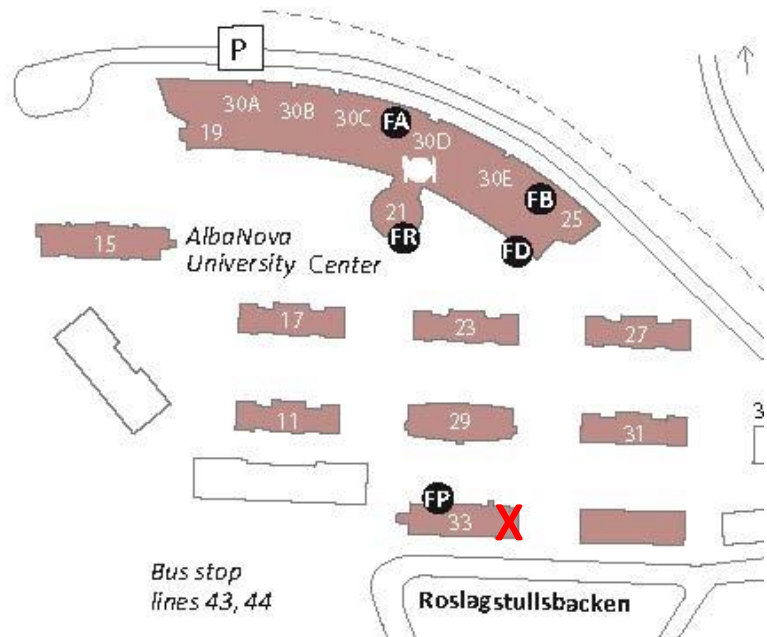
- B. Om du arbetar i datorsalen.**

Adressen är

Roslagstullsbacken 33, ett av de mindre husen framför AlbaNova.

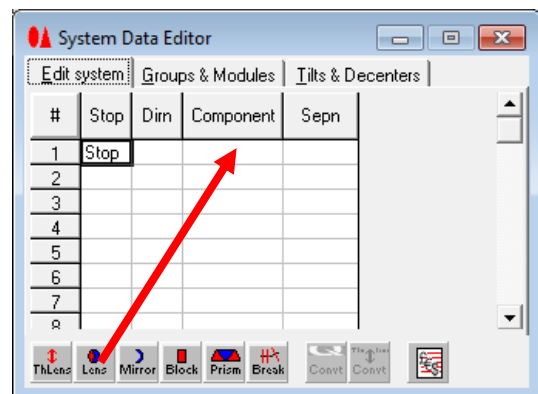
Kartan till höger visar var datorsalen ligger.

Välj en dator och logga in med de uppgifter du fått av föreläsaren. Gå till Startmenyn och "All programs", välj "Qioptiq" och därunder "Winlens3D Basic" som startar programmet.



## Att skapa en lins

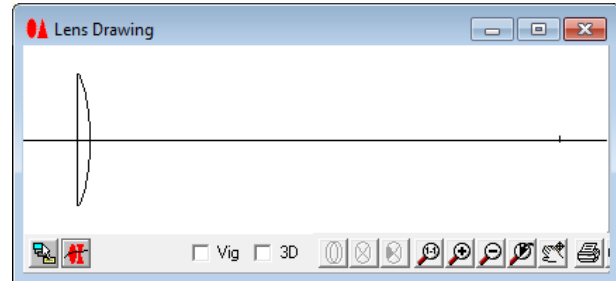
1. När du öppnar programmet, finns redan två öppna fönster. Ett av dem heter "System Data Editor" och visas till höger. Här ska du lägga in din lins. Längst ned i fönstret finns små symboler, bland annat en som ser ut som en lins. Dra den till översta raden under "Component" och släpp den där.



2. Nu dyker det upp ett fönster där du får skriva in linsens data. I fönstret finns möjlighet att lägga in två linser på en gång (användbart t ex om du vill göra en akromat) men vi vill bara lägga in en lins, plankonvex med krökningsradierna oändlighet mm och -50 mm. I kolumnen under "Radius" skriver du då in "0" och "-50" i de två översta rutorna. Egentligen är ju inte krökningsradien 0, men programmet tolkar "0" som oändlig.
3. Sedan ska du göra linsen lagom tjock. Skriv in "3" i översta rutan under "Sepn" (förkortning av "Separation"). Detta blir tjockleken i mitten av linsen.

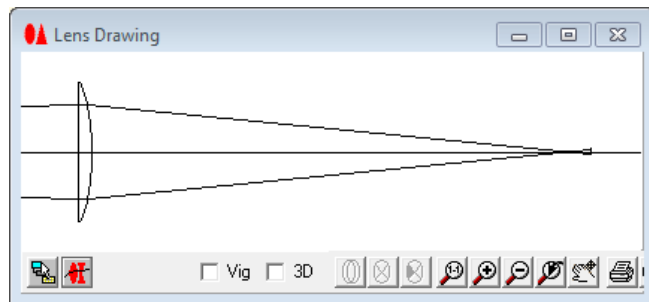
- Nu ska du välja linsens material. Skriv in "N-BK7" i översta rutan under "Glass". Du får då välja mellan två olika tillverkare som tillverkar detta glas – välj Schott. Nu syns en skiss av linsen till höger om de gula rutorna. Eftersom glaset redan finns inlagt i programmets databas, får du nu automatiskt rätt brytningsindex för alla våglängder.
- Till sist ska du välja storleken på linsen. I kolumnen "Ap/2" skriver du 15 i de två översta rutorna. Du borde se hur skissen ändras då du gör det.

- Nu har du lagt in all data om linsen. Tryck OK så stängs fönstret. Då får du istället upp ett fönster som heter "Lens Drawing". Har allt gått rätt bör fönstret se ut som till höger. Har något gått fel, kan du gå tillbaka och rätta till det genom att dubbelklicka på ordet "lens" i kolumnen "Component" i "System Data Editor".

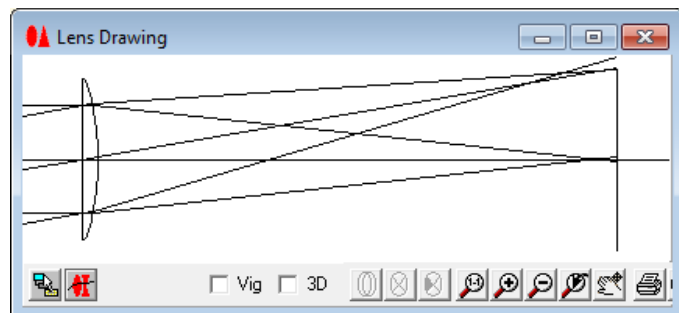


- Nu vet programmet allt det behöver om själva linsen, men du har några viktiga saker att föra in om systemet i sin helhet: aperturstoppet, objektet, och ljusets våglängd. Gå till fönstret "System Parameter Editor" och välj fliken "Aperture".
- Här finns många olika sätt att beskriva samma sak, nämligen storleken på stoppets apertur. Se till att "Stop rad" är vald, och skriv in "10" i den gula rutan bredvid. Då anpassar sig alla de andra varianterna automatiskt. Du kan också se att strålar dyker upp i "Lens Drawing".

Aperturstoppet har nu radien 10 mm. I "System data editor" kan man se att stoppet ligger på samma rad som linsen, dvs vid linsens första yta. (Att flytta det är lätt – klicka bara på en annan rad i kolumnen "Stop" i "Lens data editor" så flyttar stoppet dit. Se till att lägga tillbaks det innan du fortsätter.)



- Nu ska du tala om var objektet ligger, och hur stort det är. Välj fliken "Conjugates" i "System Parameter Editor". Här kan vi tala om hur långt bort objektet ligger – just nu 1000 mm från linsen. Objektet ska ligga i oändlighet, så pricka för "Object at infinity" till höger i fönstret.
- Gå till fliken "Main" i "System Parameter editor". Här ser du några saker som du redan valt: objektsavståndet är oändligt ("Infinity"), och aperturstoppet har radie 10 mm. Sätt nu "Object angle" till 10 grader. (Detta är detsamma som att bestämma fältstoppets storlek.) I "Lens Drawing" ser du nu strålar från två objektpunkter.

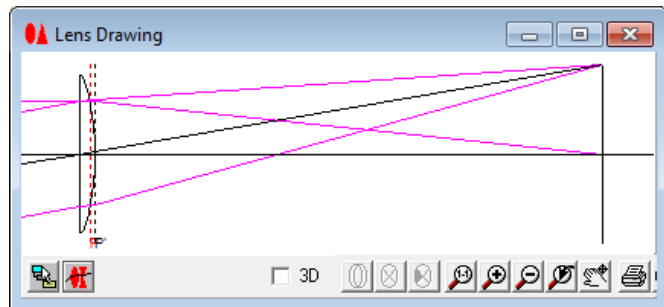


- Nu ska du ange vilka våglängder ljuset ska ha. Gå till fliken "Wavebands" i "System parameter Editor". Vi vill använda hela det synliga spektrat, men att räkna på alla våglängder skulle ta för lång tid. Så välj att räkna med tre våglängder, nämligen linjerna d, C, och F. Det är praktiskt, eftersom dessa används för att beskriva t.ex. Abbetal. Dessutom finns de redan

förberedda i programmet. Längst ned finns "Default Wavebands". Välj "Visible d,C,F,s,g" från rullgardinsmenyn. (Våglängderna s och g behöver du inte bry dig om.)

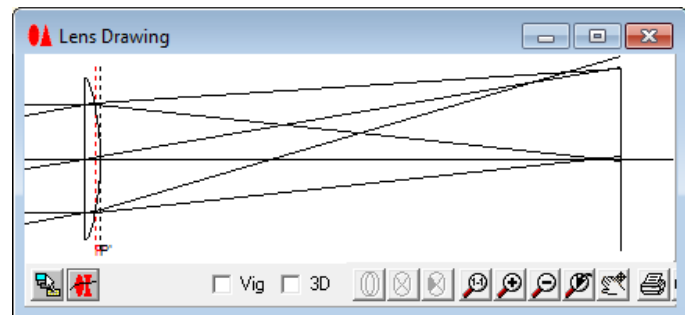
12. Nu är systemet färdigt! Du har bara en sak kvar att göra: att anpassa "Lens Drawing" så att du ser det du vill se. Håll musen över "Lens Drawing" och **högerklicka**. Välj sedan "Select options for this drawing" så får du upp fönstret "Lens Drawing options". Hit kommer du att komma tillbaka fler gånger, eftersom du behöver justera bilden på olika sätt för olika system. Börja med fliken "Paraxial items". Här kan du välja vad som ska ritas ut i "Lens drawing", t.ex. bildplan eller inträdes- och utträdes-pupill. Proje gärna de olika alternativen – du kan snabbt se dem genom att klicka "preview"! I slutändan, välj att visa bildplanet och de två principalplanen.

13. Under fliken "rays" i "Lens drawing options" kan du välja vilka strålar du vill se. Börja med att välja enbart "Paraxial rays". Då bör bilden se ut som till höger. Lägg märke till att strålar från samma objektspunkt möts i bildplanet.

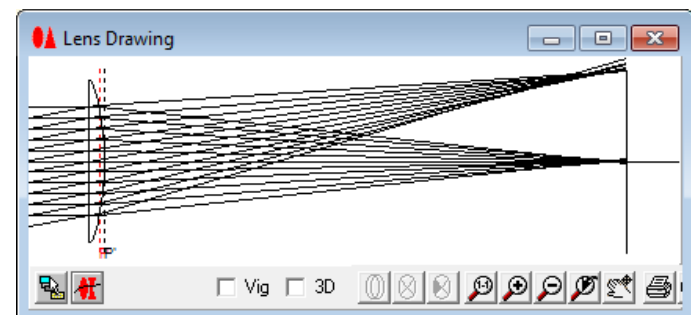


14. Om du istället väljer enbart "Extreme rays in fan" ser bilden ut så här. Nu visas bara de strålar som går genom kanten på aperturstoppet, och de är inte paraxiala.

Förklara varför strålar från samma objektspunkt inte möts i bildplanet!



15. Om du enbart väljer "Full ray fans" ser bilden ut så här. Det är alltså samma som för "Extreme rays in fan" förutom att det även finns med strålar som går genom andra höjter i aperturstoppet.



16. Utifrån dessa strålrutningar, vilken sorts aberrationer tror du att den här linsen har?

---

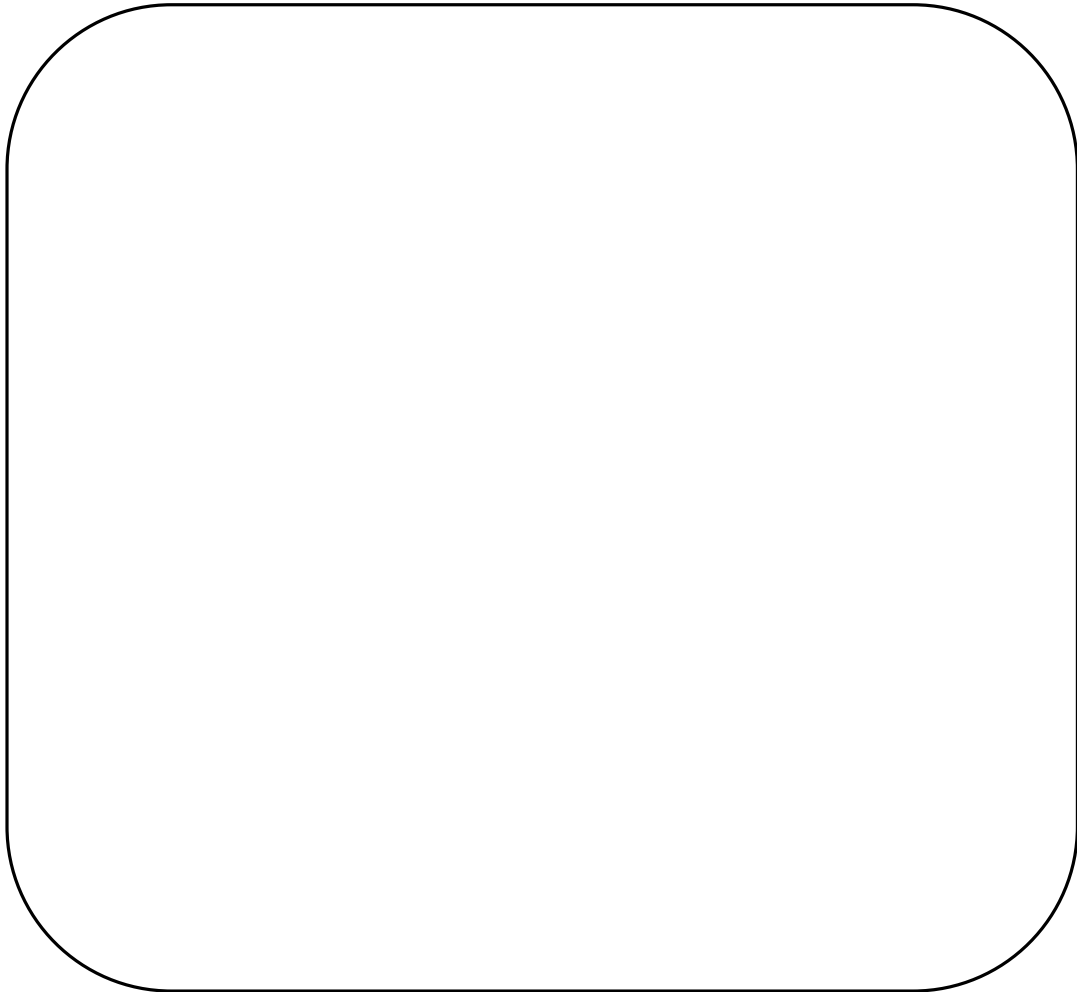
---

---

17. Välj enbart "Extreme rays in fan". Kom dock ihåg att du kan gå tillbaka och ändra inställningarna, beroende på vad du vill se.

18. Titta på programmets huvudmeny. Välj "Tables" och sedan "Paraxial information: system". Då får du upp en tabell med t.ex. effektiv fokallängd, huvudplan, fokalplan, nodalpunkter, bildplan,... Alltså sådant som du skulle behöva räkna länge för att få fram, men som WinLens enkelt tar fram åt dig. Ange effektiva fokallängden:\_\_\_\_\_

19. Räkna ut den effektiva fokallängden hos linsen. Visa tydligt dina beräkningar i rutan nedan. Stämmer värdet du får, med det värde som WinLens ger? Om inte, varför skiljer de sig åt?

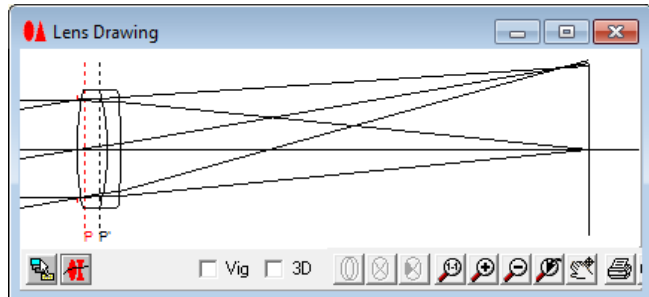


20. Spara nu linsen genom att gå till huvudmenyn och välja "File" och "Save lens file as". Om du arbetar hemma, spara filen så att du sedan kan komma åt den från datorsalen – t.ex. på en USB-sticka, eller i någon molntjänst du använder. Eller skicka den till dig själv med e-mail. Om du arbetar i datorsalen, se till att **inte** spara den på datorns hårddisk – då kommer du inte åt den om du senare arbetar vid en annan dator. Spara den istället på din användare under \\ughome01.ug.kth.se\"Din användare" som redan finns inställt om du öppnar filhanteraren och går in under "Computer".

21. Nu har du gjort i ordning en lins, och ska tillverka en andra lins. Nu behöver du dock inte börja om från början, utan låt alla inställningar från förra linsen finnas kvar. Spara linsen en gång till, men under ett nytt namn (t.ex. "akromat").

22. Dubbelklicka på ordet "lens" i kolumnen "component" i fönstret "System Data Editor". Du kan ändra linsens data i fönstret som dyker upp.

23. Den här linsen ska vara en akromat.  
Under "radius", ange de tre radierna 61,7480, -44,3480, och -128,6400.  
Under "Sepn", ange de två tjocklekarna 6,25 och 2,75. Under glassort, ange N-BK7 och N-SF5 från tillverkaren Schott. Ändra "Ap/2" till 10 mm för alla ytor. Klicka sedan OK. Nu bör "lens Drawing" se ut som figuren till höger. (Olika versioner av Winlens kan använda olika skiljetecken. Om det inte fungerar med t.ex. 6,25 så prova med 6.25 istället.)



24. Enbart genom att titta på strålrutningarna, gissa vilken av linserna (den planokonvexa eller akromaten) som har minst aberrationer. Om du drar i "lens drawing" så att fönstret blir större, kan det vara lättare att se.

---

25. Spara linsen. Ge akt så du inte råkar spara över den planokonvexa linsen. Se till att du kan komma åt även denna lins från datorsalen.

När du kommer till laborationen förväntar vi oss att du har med dig, eller via internet kan få tag i,

- Svar på fråga 14,16,18,19, och 24.
- 2 sparade filer med den planokonvexa linsen och akromaten.