

Open Optics Module

– av studenter, för studenter

Johan Mauritsson och Samuel Selleck

Abstract—Pandemin tvingade oss att snabbt tänka både annorlunda och kreativt eftersom verktygen för online-undervisning och examination inte var utvecklade. Vi var tvungna att leta efter resurser varhelst vi kunde hitta dem. I kursen *Våglära och optik* har vi genom åren haft en rad studentprojekt under vilket en av studenterna utvecklade mjukvara för stråloptik som sitt projekt. Denna kod byggdes sedan ut och omformades så att den kunde användas för att ersätta den geometriska optiklaborationen när vi tvingades att ersätta den befintliga laborationen med en onlineversion. Att förvandla ett studentprojekt till en applikation som används av mer än 400 studenter per termin på alla tänkbara plattformar var en utmaning, men det fungerade. Detta blev startskottet för ett större projekt – Open Optics Module [1]. Här har vi samlat nedladdningsbar mjukvara och onlinematerial som vi tagit fram för optikkurserna och även startat en formelsamling online som är utformad för fysikkurserna de tre första åren på universitetet.

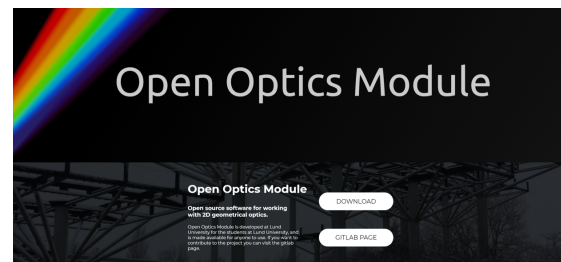
Index Terms — Online teaching, computer aided exercises, optics

I. INTRODUKTION

LABORATIONER är en central del av utbildningen inom naturvetenskapliga och tekniska ämnen och online versioner kan aldrig ersätta erfarenhet och kunskap som studenterna får med sig när de genomför olika experiment. Aha-upplevelsen när en student förstår varför något beters sig som det gör i ett experiment är oslagbar. Tyvärr har antalet laborationstimmar på civilingenjörsutbildningarna minskat de senaste decennierna [2,3] och kanske kan vi lära oss något av online undervisningen för att få ut det mesta möjliga av den tiden som studenterna har till laborationerna i salen. Onlinematerial kan inte ersätta den praktiska erfarenhet studenterna får när de arbetar med verkliga experiment, men det kan underlätta inlärningsprocessen och kan avsevärt förbättra kvaliteten på laborationerna. En bit in i pandemin började vi genomföra laborationer på plats med mindre studentgrupper och under kortare tid. Ungefär hälften av laborationen ersattes av onlinemoment som gjordes innan laborationen och blev som ett slags utökade förberedelseuppgifter. Många handledare har rapporterat om den förbättrade kvaliteten på undervisningen och deras upplevelse av undervisningssituationen när studenterna kommer 1) bättre förberedda, 2) arbetar individuellt (med möjlighet att diskutera med andra studenter) och 3) studentgrupperna är mindre.

II. OPEN OPTICS MODULE

Nödvändigheten blev en nyttig lärdom. Online material kan hjälpa med både djupinläring och förbättrad examination. Stråloptik är ett bra exempel där simuleringar verkligen kan hjälpa både inlärningsprocessen och förbättra examinationen. Stråloptik kan lite förenklat beskrivas som strålars väg genom olika material, där framförallt brytningen i gränssytorna är viktiga, men också enkla att beräkna. En dator kan enkelt rita upp flera strålars väg genom flera olika optiska material och studenterna kan i realtid se vad som händer när de vrider och flyttar på olika föremål. Att göra samma sak för hand är en långsam process och det är tveksamt om det ger studenterna rätt uppfattning av fenomenen (det är väldigt lätt att rita fel för hand). Simuleringarna kan å andra sidan uppfattas lite mer som spel och lek och det är därför viktigt att skapa relevanta problem som studenterna ska arbeta med för att leda dem rätt i inlärningsprocessen. Genom att använda simuleringssverktygen till förberedelseuppgifterna innan laborationen, under laborationen för att jämföra med de experimentella resultaten och efter laborationen för att skapa bilder till rapporten guidas studenterna steg för steg. Med det här upplägget blir simuleringarna ett relevant verktyg som studenterna uppskattar.



På liknande sätt kan simuleringar användas för att studenterna ska kunna visa att de har förstått de grundläggande koncepten på en tentamen. Eftersom de är vana vid programmet är de trygga med att använda det på tentan, det är lugnande för studenterna att få direkt feedback (de kan se att deras kikare fungerar som det är tänkt), men för att få full poäng behöver de också kunna motivera varför deras design löser problemet. På det här sättet går det att med relativt enkelt formulerade examensfrågor se hur långt studenterna har kommit i sin inläring.

Programmet Open Optics Module behöver laddas ner på användarnas datorer. Vi insåg tidigt att det är en sak att få ett program att fungera på en dator, men det är en helt annan att paketera det så att det fungerar på alla olika plattformar och olika versioner av operativsystem. Efter den första läsperioden med ca 400 studenter som hade testat programmet flyttade vi därför över till Install4J för att underlätta installationen och skapade domänen www.openopticsmodule.com för att ge programmet en hemvist och en möjlighet att fortsätta att arbeta med det. I år har sidan haft 14 000 besökare (framförallt från Oregon), och antalet användare ökar stadigt.

Applikationen är byggd med Java med GUI biblioteket JavaFX och utvecklades med fokus på användarvänlighet och enkelhet. Ljuskällor interagerar med linser och speglar genom att dela upp all optisk apparatur i små, små linjesegment. För varje stråle räknas det sedan ut vilket linjesegment som är närmast varefter brytning sker enligt Snells lag. Programmet paketeras med Install4J [4] för enkel installation och är Open Source under MIT licens [5], med källkoden tillgänglig via hemsidan [1]. Vid intresse av att vara med och fortsätta utveckla programmet, kontakta info@openopticsmodule.com.

III. SIMPLE OPTICS MODULE MED FLERA

Med en plattform att arbeta från var det möjligt att ytterligare underlätta användandet av simuleringsprogram i samband med tentamen. Det kan vara svårt att kräva att alla studenter har installerat ett program innan tentan och istället skrevs en förenklad version som går att köra direkt på hemsidan. I den nya versionen, Simple Optics Module, är antalet strålar begränsat och linserna är inte helt realistiska utan snarare perfekta linser. Även om en del saker begränsades så öppnades nya möjligheter. Stråloptik undervisas oftast med utgångspunkt i perfekta linser innan avvikelser (aberrationer) introduceras. Ytterligare en förenkling gjordes med ett program som endast är designat för att avbilda med linser längs en optisk axel. Det kan tyckas vara en stor begränsning, men det inkluderar flera olika och centrala moment i grundläggande optikundervisning. Genom att endast rita ut tre standardstrålar och bara kunna ändra linsernas placering, storlek och fokallängd är det möjligt för studenterna att studera grundkoncept och testa dessa när de läser kursen (och föreläsaren kan enkelt göra olika demonstrationer), den här versionen lämpar sig också väl för examination. Det går lätt att designa en uppställning som studenterna ska förklara och komplettera.

Utöver optikprogrammen som presenterats ovan har ett par enkla simuleringsverktyg lagts till som moduler på hemsidan: en som beskriver svängningar, en som beskriver hur polariserat ljus beskrivs som en superposition av flera vektorer, en syntetisering av attosekundspulser, med flera. Eftersom datorn används vid tentamen insågs det ganska snart att det hade underlättat om även formelsamlingen finns online.

IV. FORMELSAMLING ONLINE

Arbetet med formelsamlingen är inte avslutat, men den grundläggande designen finns på plats. I första versionen är målet att skapa en formelsamling som täcker behovet för de

första tre årens fysikkurser. Formelsamlingen finns på både svenska och engelska och grunden är ett LaTeX dokument skapat i Overleaf. Ett Python script tolkar LaTeX koden och laddar upp den på domänen, så det går snabbt att göra uppdateringar. Eftersom vi är medvetna om att alla tentor i fortsättningen inte kommer att ges med datorstöd går det också att spara ner formelsamlingen som en pdf-fil. En pdf-fil går bra att skriva ut, men tappar en del av fördelarna som en online formelsamling har jämfört med en statisk bok. Online går det till exempel att illustrera en svår ekvation med en animerad gif, det går också enklare att söka och uppgifter som enhetsomvandling blir enkelt online. Eftersom både studenter och lärare har efterfrågat möjligheten att sortera formlerna per kurs och inte bara per ämne, finns båda möjligheterna.

V. SAMMANFATTNING

Det har varit frustrerande, men också spännande och utmanande att arbeta med att ta fram nya verktyg och metoder för att, till att börja, med möjliggöra onlineundervisning som en nödlösning, men sedan inse hur dessa metoder leder till förbättrade undervisning även när vi går tillbaka till en större del salsundervisning.

TACK

Tack till alla studenter som stått ut med buggar och ändå tålmodigt har hjälpt oss att felsöka de olika programmen och hört av sig med kommentarer och förslag till formelsamlingarna.

REFERENSER

- [1] www.openopticsmodule.com
- [2] J. Schelin och M. Sandahl, "Våta laborationer i Bioteknik- och Kemiteknikprogrammen – uppnås önskade laborationsfärdigheter?", LTHs 10:e Pedagogiska Inspirationskonferens (2018)
- [3] M. Wahlgren, Rapport: "En genomgång av laborativa moment i de obligatoriska kurserna på kemiteknikprogrammets första tre år" (2007)
- [4] <https://www.ej-technologies.com/products/install4j/overview.html>
- [5] <https://opensource.org/licenses/MIT>