

Matematikbiennalen 2026
Göteborg 29–30 januari 2026

Ljusstrålar, räta linjer och vinklar – när optik möter geometri Workshop för lärare i årskurs F–6

Materialet är avsett som inspiration och kan användas flexibelt. Hur och om det ska användas bestämmer läraren själv utifrån sin grupps nivå och behov.

Materialet består av 8 aktiviteter utvecklade för matematikundervisning i årskurs F–6. Aktiviteterna utgörs av små experiment med verkliga optikfenomen som förhoppningsvis kan vara ett roligt sammanhang för geometriundervisningen. Experiment 1–7 bygger på varandra i en logisk ordning, medan Experiment 8 till exempel kan användas som en fördjupning för elever som behöver mer utmaning.

Materialet innehåller:

- Arbetsblad (lärarversion): här ges utförliga instruktioner för genomförandet.
- Arbetsblad för årskurs F–3 (elevversion): förslag på elevvänliga uppgifter som är lämpliga för årskurs F–3. Endast experiment 1–3 och 6–7 har valts ut till detta arbetsblad, eftersom experiment 4–5 kräver noggranna mätningar.
- Arbetsblad för årskurs 4–6 (elevversion): förslag på elevvänliga uppgifter som är lämpliga för årskurs 4–6.

Några kommentarer till experimenten:

- Alla experimenten blir tydligare om ljuset i klassrummet släcks.
- Spegel tillverkade med ett glasskikt utanpå ger bästa spegelreflektioner, men experimenten fungerar fint även med speglar av aluminium eller akryl. Under workshopen används aluminiumspegel.
- Syftet med spalten: att göra ljusknippen från ficklampan smalare och på så sätt möjliggöra observationer i mindre skala (på en bordsyta).

ARBETSBLAD (lärarversion)

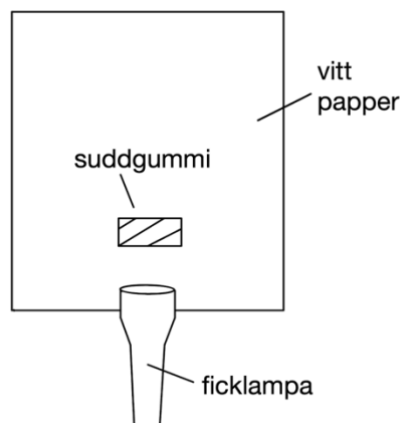
Experiment 1: Skugga har gränser

Materiel: ficklampa, suddgummi ställt på högkant (eller ett liknande föremål), vitt papper, linjal, blyertspenna samt sockerpaket eller liknande för att fixera ficklampan på bordet.

Syfte: Att uppmärksamma räta linjer och raka sträckor i en konkret situation samt öva på att identifiera och rita dem.

Uppgift:

- Placera suddgummit på ett vitt papper.
- Placera ficklampan mitt emot suddgummit, fixera den gärna på något litet och mjukt (t.ex. ett sockerpaket) så att ljuset riktas lätt in i papperet.
- Belys suddgummit med ficklampan. Vad ser du bakom suddgummit?
- Rita skuggans gränslinjer, d.v.s. de linjer som avgränsar det mörka området (skuggan) från det ljusa området (ljusets knippe). Dessa gränslinjer kan vi betrakta som de yttersta ljusstrålarna från ficklampan.



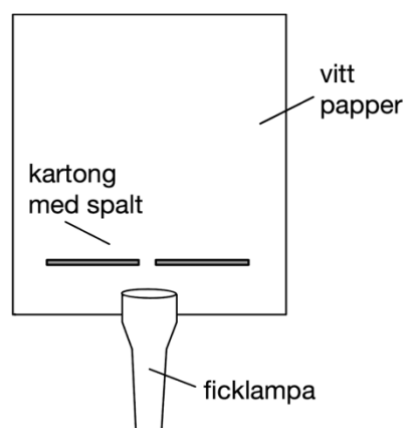
Experiment 2: Ljuskägla

Materiel: ficklampa, vitt papper, en liten kartong med en spalt, två pappersklämmor, linjal och blyertspenna.

Syfte: Att uppmärksamma räta linjer och raka sträckor i en konkret situation samt öva på att identifiera och rita dem.

Uppgift:

- Placera ficklampan horisontellt vid kanten av det vita papperet.
- Placera kartongbiten med spalten vertikalt framför lampan. Använd pappersklämmorna för att fästa kartongen.
- Tänd lampan. Vad ser du på papperet?
- Rita ljuskäglets gränser, alltså de linjer som skiljer det ljusa området från det mörka runt omkring. Använd hela papperet och rita så noggrant du kan! Linjerna visar var ljuset slutar nå fram.



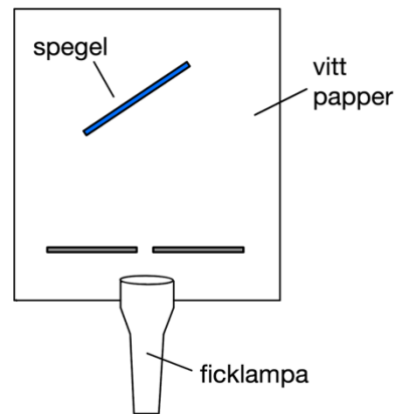
Experiment 3: Ljusknippet reflekteras mot spegel

Materiel: ficklampa, det vita papperet med gränslinjerna från Experiment 2, en planspegel, en kartongbit med spalt i, pappersklämmor för att hålla spegeln och kartongbiten på högkant, linjal, blyertspenna.

Syfte: Att undersöka spegling och symmetri genom att rita raka sträckor.

Uppgift:

- Låt lampan och kartongbiten med spalten vara kvar exakt där de var placerade i Experiment 2.
- Ställ spegeln på högkant ungefär i mitten av papperet, så att båda gränslinjerna ryms innanför spegelns kant. Använd pappersklämman för att montera fast spegeln.
- Rita av den kant som spegeln står på. Denna spegelmarkering är viktig i nästa experiment.
- Tänd lampan. Vad ser du?
- Det ursprungliga ljusknippet reflekteras nu av spegeln på så sätt att du nu borde se ett tydligt *reflekterat* ljusknippe utmed papperet.
- Rita av gränslinjerna för det reflekterade ljusknippet.



Experiment 4: Från ljus till geometrisk spegling

Materiel: det vita papperet med markeringarna och de utritade raka sträckorna från Experiment 2 och 3.

Syfte: Att undersöka spegling och symmetri genom att jämföra raka sträckor.

Uppgift:

- Släck nu lampan och ta bort all utrustning från papperet.
- Vik ihop papperet längs med spegelmarkeringen.
- Vad observerar du? Sammanfaller några raka sträckor? Vilka i så fall? Vilka ljusknippen motsvarar de?

Experiment 5: Vi markerar och mäter infalls- och reflektionsvinklar

Materiel: det vita papperet med markeringarna och de utritade raka sträckorna från Experiment 2–4, linjal, gradskiva, blyertspenna.

Syfte: Att använda gradskiva för att mäta vinklar i en verklig situation och dra slutsatser från mätningarna.

Uppgift:

- Förläng gränslinjerna för det reflekterade ljusknippet så att båda gränslinjerna når fram till spegelmarkeringen.
- Om du har ritat noggrant tidigare ska de förlängda sträckorna nu mötas i samma punkter som gränslinjerna för det infallande ljusknippet.
- Markera vinklarna: infallsvinkeln och reflektionsvinkeln för båda gränslinjerna ("strålarna"). Man kan markera dessa vinklar på två sätt:
 - I det första sättet ritas man in vinklarna mellan spegelmarkeringen och respektive gränslinje för det infallande ljuset (infallsvinklarna) och mellan spegelmarkeringen och respektive gränslinje för det reflekterade ljuset (reflektionsvinklarna).
 - I det andra sättet ritas man ut en rät linje som är vinkelrät mot spegelmarkeringen och som går igenom den punkten på spegelmarkeringen där gränslinjerna för det infallande och det reflekterade ljuset träffar varandra. Den nya räta linjen kallas för *normalen*. Infallsvinkeln blir då vinkeln mellan det infallande ljusets gränslinje och normalen; reflektionsvinkeln är vinkeln mellan det reflekterade ljusets motsvarande gränslinje och normalen.
- Mät de fyra vinklarna. Vad kan du konstatera?
- Hur skulle man annars kunna markera infalls- och reflektionsvinklarna?

Experiment 6: Vad händer om vi förlänger de reflekterade strålarna?

Materiel: det vita papperet med markeringarna och de utritade raka sträckorna från Experiment 2–5, blyertspenna, linjal.

Syfte: Att undersöka spegling av en punkt i en verklig situation.

Uppgift:

- Förläng gränslinjerna för det reflekterade ljusknippet "baklänges" tills de möts, eller tills avståndet mellan dem är lika stort som mellan gränslinjerna för det infallande ljuset som utgick från spalten i Experiment 2.
- Vad är det för speciell punkt där de förlängda gränslinjerna möts?

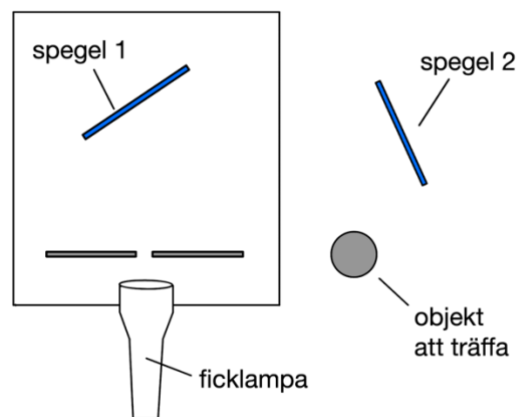
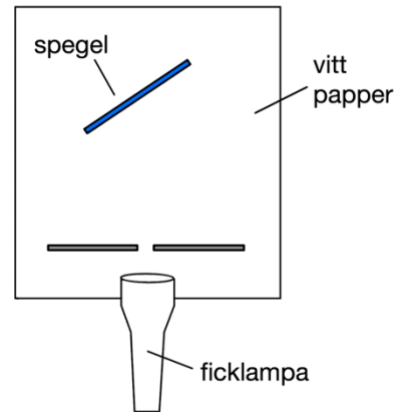
Experiment 7: Vi spelar ljusbiljard!

Materiel: ficklampa, två speglar, en kartongbit med en smal spalt, pappersklämmor, ett objekt (t.ex. legobit eller suddgummi), blankt vitt papper.

Syfte: Att lösa en verklig uppgift genom att rita raka sträckor och mäta vinklar.

Uppgift:

- Fäst all materiel enligt figuren till höger.
 - Rita gränslinjerna för det infallande ljuset mot spegeln. Släck lampan.
 - Använd reflektionslagen – att infallsvinkeln är lika stor som reflektionsvinkeln – som du kom fram till i experiment 5. Rita hur gränslinjerna för ljuset som reflekteras i spegel 1 ser ut.
 - Tänd lampan. Testa om dina mätningar och ritningar stämmer genom att placera objektet där du tror att det reflekterade ljusknipplet hamnar.
- Du kan lägga till en spegel (spegel 2 i figuren nedan). Det ljuset som reflekteras från spegel 1 blir nu infallande ljus för spegel 2. Rita hur ljuset reflekteras vidare från spegel 2. Du kan behöva mäta några vinklar här också.
 - Tänd lampan. Stämmer dina mätningar och ritningar?

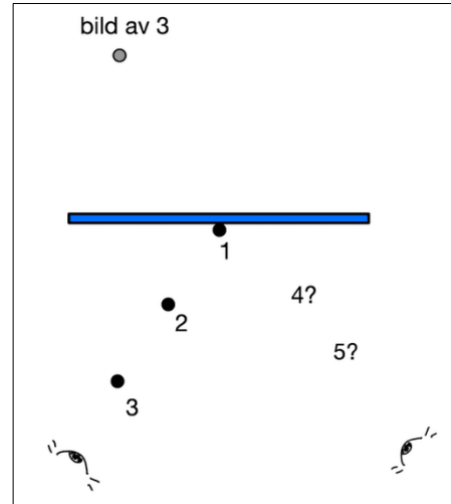


Experiment 8: Reflektionslagen med knappnålar

Materiel: vitt papper, spegel med 1–2 pappersklämmor, underlag av frigolit eller liknande, 5 knappnålar, gradskiva.

Uppgift:

- Rita en rak sträcka på papperet och ställ spegeln på högkant exakt längs sträckan. Använd pappersklämmorna för att fästa spegeln.
- Tryck in en knappnål (1 i figuren) ungefär i mitten av spegeln.
- Tryck in två knappnålar till (2 och 3 i figuren) så att de, när du tittar mot dem, ligger på samma linje som knappnål 1, som i figuren.
- När du tittar i spegeln ska du nu se en bild av knappnål 3.
- Tryck nu in två knappnålar till (4 och 5 i figuren) så att de, när du tittar mot dem, ligger på samma linje som bilden av knappnål 3 i spegeln.
- Rita en rak sträcka genom punkterna där nålarna 1, 2 och 3 sitter. Denna sträcka visar den infallande ljusstrålen.
- Rita en rak sträcka genom punkterna där nålarna 1, 4 och 5 sitter. Denna sträcka visar den reflekterade ljusstrålen.
- Mät infalls- och reflektionsvinkeln.



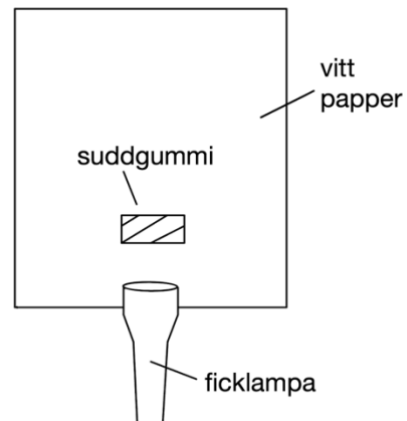
ARBETSBLAD FÖR ÅRSKURS F-3 (elevversion)

Experiment 1: Skugga har gränser

Du behöver: ficklampa, suddgummi, papper, penna.

1. Lägg suddgummit på papperet.
2. Lys med ficklampan på suddgummit.
3. Titta på skuggan.
4. Rita två linjer där skuggan slutar.

Fundera: Blir linjerna raka varje gång?

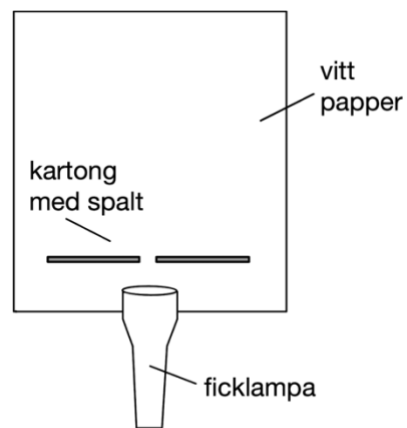


Experiment 2: Ljuskägla

Du behöver: ficklampa, kartong med spalt, papper, penna.

1. Lys genom spalten.
2. Titta på det ljusa området på papperet.
3. Rita två linjer där ljuset slutar.

Fundera: Hur ser formen ut?

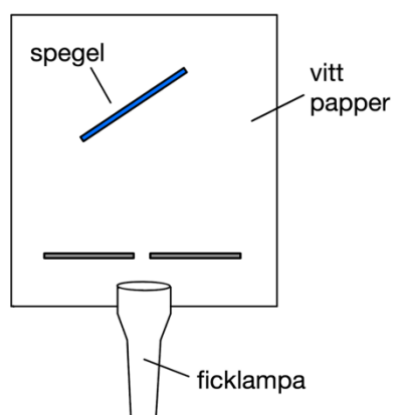


Experiment 3: Ljuset speglas

Du behöver: ficklampa, kartong med spalt, spegel, papper, penna.

1. Ställ spegeln på papperet.
2. Markera var spegeln står.
3. Lys genom spalten. Rikta ljuset mot spegeln.
4. Rita var ljuset går före och efter spegeln.

Fundera: Vänder ljuset?



Experiment 6: En hemlig punkt

Du behöver: papperet från Experiment 3.

1. Förläng med pennan de linjerna som studsar från spegeln.
2. Titta var de möts.

Fundera: Vad är det för punkt?

Experiment 7: Ljusbiljard

Du behöver: ficklampa, spegel, ett föremål.

1. Använd en spegel.
2. Försök träffa ett föremål med ljuset som studsar från spegeln.

Fundera: Hur måste spegeln stå?

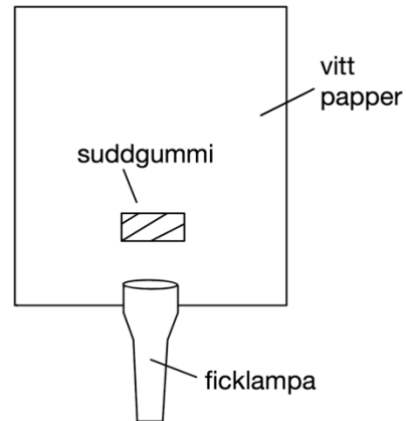
ARBETSBLAD FÖR ÅRSKURS 4–6 (elevversion)

Experiment 1: Skugga har gränser

Du behöver: ficklampa, suddgummi, papper, linjal, penna

1. Lägg suddgummit på papperet.
2. Lys på det med ficklampan.
3. Rita skuggans gränser noggrant med linjal.

Fundera: Hur ser gränserna ut – är de raka eller böjda?

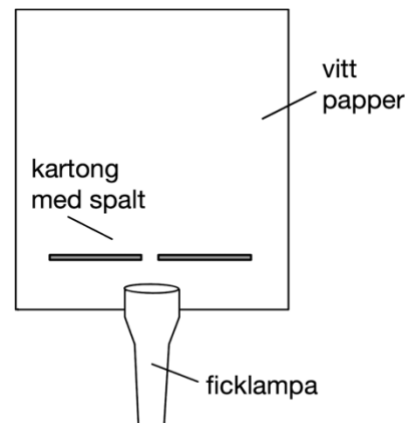


Experiment 2: Ljuskägla

Du behöver: ficklampa, kartong med spalt, papper, linjal, penna.

1. Placera lampan och spalten som läraren visar.
2. Lys på papperet.
3. Rita ljuskäglets gränser med linjal.

Fundera: Liknar linjerna dem i experiment 1?

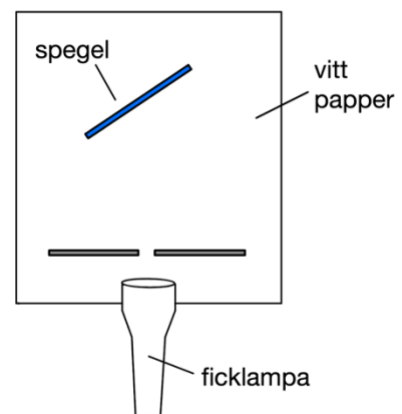


Experiment 3: Ljuset speglas

Du behöver: uppställningen och papperet för Experiment 2, spegel.

1. Använd dig av uppställningen och papperet för Experiment 2. Lampan ska vara på.
2. Ställ spegeln på papperet så att den står i vägen för ljuset.
3. Markera med en rak sträcka var spegeln står.
4. Lys genom spalten på precis samma sätt som i Experiment 2.
5. Rita de nya linjerna (det reflekterade ljuset).

Fundera: Hur hänger de gamla och nya linjerna ihop?



Experiment 4: Vik och jämför

Du behöver: papperet från Experiment 3, linjal, penna.

1. (Eventuellt) förläng de reflekterade linjerna tills de når fram till spegelmarkeringen.
2. Vik papperet längs spegelmarkeringen.
3. Jämför linjerna på båda sidor.

Fundera: Vad betyder det att linjerna sammanfaller?

Experiment 5: Mäta vinklar

Du behöver: papperet från Experiment 3, gradskiva, penna.

1. Rita in vinklarna där ljuset träffar spegeln.
2. Mät med gradskiva.

Fundera: Vad kan du säga om vinklarna?

Experiment 6: En hemlig punkt

Du behöver: papperet från Experiment 3.

1. Förläng de reflekterade linjerna bakåt.
2. Markera var de möts.

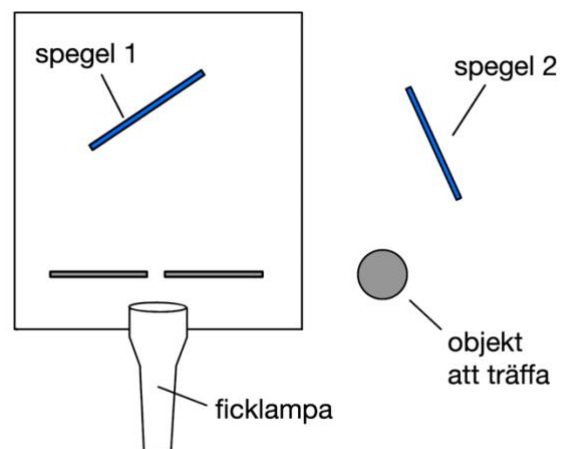
Fundera: Var ligger spegelbilden av ljuskällan?

Experiment 7: Ljusbiljard

Du behöver: ficklampa, en eller två speglar, ett föremål, papper, linjal, penna.

1. Rita ljusets väg till spegel 1.
2. Rita hur det studsar vidare.
3. Testa om det stämmer.

Fundera: Hur kan geometri hjälpa dig?



Experiment 8: Knappnålar och spegling

Du behöver: spegel, underlag av frigolit eller liknande, 5 knappnålar, gradskiva, papper, linjal, penna.

1. Sätt nålarna som läraren visar.
2. Dra linjer genom hålen.
3. Mät vinklarna.

Fundera: Vad kan du säga om vinklarna?

