

VARFÖR HAR VI ÅRSTIDER?

PROJEKT NORDLAB-SE
Inst för pedagogik och didaktik
Göteborgs Universitet
Box 300, SE-405 30 GÖTEBORG

Hemsida: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/>
Tel: +46-(0)31-7731000 (växel)
Fax: +46-(0)31-7732060
E-post: anita.wallin@ped.gu.se

Projektgrupp: Björn Andersson (projektledare), Frank Bach, Birgitta Frändberg, Ingrid Jansson, Christina Kärrqvist, Eva Nyberg, Anita Wallin, Ann Zetterqvist

Nordisk kontaktgrupp: Albert Chr. Paulsen (DK), Irmeli Palmberg (FI), Stefán Bergmann (IS), Anders Isnes (NO)

OM PROJEKTET NORDLAB

NORDLAB är ett projekt som går ut på att genom nordiskt samarbete ge framför allt lärare i naturvetenskapliga ämnen redskap att förbättra och förnya sin undervisning. Matematik och teknik kommer också in i bilden. Ämnesdidaktiska forskningsresultat och annat nytänkande är centralt för projektet, liksom ambitionen att verksamhet och produkter skall framstå som intressanta och användbara för den arbetande läraren i skolan.

Initiativtagare till projektet är Nordiska Ministerrådet genom 'Styringsgruppen for Nordisk Skolesamarbejde.' Ministerrådet är också finansiär av projektets samnordiska delar.

NORDLAB leds av en projektgrupp med följande medlemmar

Ole Goldbech och Albert Chr. Paulsen, (DK)
Veijo Meisalo (FI)
Baldur Gardarsson (IS)
Thorvald Astrup (NO)
Björn Andersson (SE)

Denna nordiska projektgrupp anser att en lämplig metod att nå fram till lärarutbildare och lärare med nya idéer, med den ämnesdidaktiska forskningens senaste rön och med reflekterande praktikers erfarenheter, är att skapa och utpröva ett material av workshop-karaktär, som kan användas på ett flexibelt sätt i lärarutbildning, lärarfortbildning, studiecirklar och för självstudier.

Inom ramen för NORDLAB svarar varje nordiskt land för ett delprojekt med följande innehåll:

- experimentellt arbete (DK)
- IT som redskap för kommunikation, mätning och modellering (FI)
- samhällets energiförsörjning (IS)
- elevers självvärdering som ett sätt att förbättra lärandet (NO)
- senare års forskning om elevers tänkande och möjligheter att förstå naturvetenskap, och vad denna forskning betyder för undervisningen (SE)

Det svenska delprojektet (NORDLAB-SE) finansieras av Utbildningsdepartementet och Skolverket

© Projektet NORDLAB-SE, Enheten för ämnesdidaktik, IPD, Göteborgs universitet.

Detta arbete är belagt med copyright. Det får dock kopieras av enskilda personer för användning i hans eller hennes undervisning, t. ex. lärarutbildning eller fortbildning. Källan skall anges.

OM PROJEKTET NORDLAB-SE

Syfte

NORDLAB-SE behandlar, i form av ett antal enheter eller 'workshops', några aspekter av det spännande företag som kallas naturvetenskap. Ett genomgående drag i dessa workshops är att de tar upp senare års forskningsresultat angående elevers vardagsföreställningar om naturvetenskapliga företeelser. Syftet är att göra dessa resultat kända och presentera dem så att läsaren/workshopdeltagaren stimuleras att vidareutveckla skolans naturvetenskapliga undervisning.

Tonvikt på förståelse

Naturvetenskap går primärt ut på att förstå. Vi vill lyfta fram detta karaktärsdrag därför att vi tror att förståelse ger en inre tillfredsställelse och stimulerar till fortsatt lärande, oavsett om man är barn eller vuxen, novis eller expert.

Teman

Naturvetenskapens arbetssätt. Inom detta tema behandlas växelspelet mellan teori och observationer, liksom hur man väljer lämpliga system och att genomför kontrollerade experiment.

Naturvetenskapens innehåll. Elevernas möjligheter att förstå skolkursernas innehåll står i fokus för detta tema. Såväl biologi, som fysik och kemi behandlas.

Naturvetenskapen i samhället. I detta tema ingår frågor om natur och moral och hur elever uppfattar vissa miljöproblem ur både natur- och samhällsperspektiv. Vi tar också upp hur förståelse kan fördjupas genom att man sätter in sitt kunnande i olika sammanhang.

Användning

Framtagen materiel kan användas i många olika sammanhang:

- i grundutbildningen av lärare
- som del av, eller hel, fristående universitetskurs
- som underlag för en studiecirkel på en skola
- vid fortbildningsdagar
- för självstudier

Våra workshops skall ej uppfattas som lektionsförslag, men de innehåller åtskilligt som är användbart för den undervisande läraren i skolan, inte minst ett stort antal problem som stimulerar och utmanar eleverna, och som sätter fingret på väsentligheter i den naturvetenskapliga begreppsbildningen.

Framtagen materiel

Projektet har producerat 23 workshops. Samtliga kan laddas ner, var och en för sig, som pdf-filer från internet. Vidare har en hel del materiel som berikar och fördjupar olika workshops utvecklats:

- internetbaserade kunskapsdiagnoser
- animationer av astronomiska förlopp (Quicktime-filmer)
- internetbaserade interaktiva prov för lärande och självdiagnos

För vidare information, se: <http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

INNEHÅLL

EN DISKUSSION PÅ INTERNET OM ÅRSTIDER	5
FRÅGOR OM INSTRÅLNING MOT EN YTA	6
ÅRSTIDER OCH TEMPERATURZONER	9
NÅGRA VANLIGA ELEV FÖRKLARINGAR AV HUR ÅRSTIDER UPPKOMMER	12
WORLD WATCHER	13
NOTER	14
REFERENSER	14
BILAGA: ETT KLASSISKT EXPERIMENT	15

VARFÖR HAR VI ÅRSTIDER?

I denna workshop behandlas hur elever förklarar det faktum att vi har årstider, och vad olika rön angående detta betyder för undervisningen. Först hänvisas läsaren till en internet-sajt för att ta del av ett meningsutbyte om varför årstiderna växlar. Sedan presenteras några uppgifter att först diskutera och sedan ge till elever i skolan. Härfter summeras forskningsresultat angående hur elever tänker, varefter läsaren uppmanas att tillsammans med kurskamrater/kollegor diskutera om vunna insikter i elevtänkandet kan bidra till att undervisningen om årstider förbättras. Till sist kommer en övning som kan ge fördjupad förståelse av sambandet mellan instrålningen från solen och jordens olika årstider. Övningen har gjorts med hjälp av gratisprogrammet World Watcher.

EN DISKUSSION PÅ INTERNET OM ÅRSTIDER

Varför har vi årstider? Denna fråga diskuteras av Ludvig, Lisa och deras lärare Carolina i en övning som vi konstruerat. Ludvig och Lisa föreslår olika förklaringsmodeller som de ifrågasätter och försöker att vidareutveckla. Läsarens uppgift är att bedöma de olika förslagen för att så småningom formulera sin egen förklaring. De två eleverna går i grundskolans senare del.

UPPGIFT 1

Genomför övningen, som finns på adressen

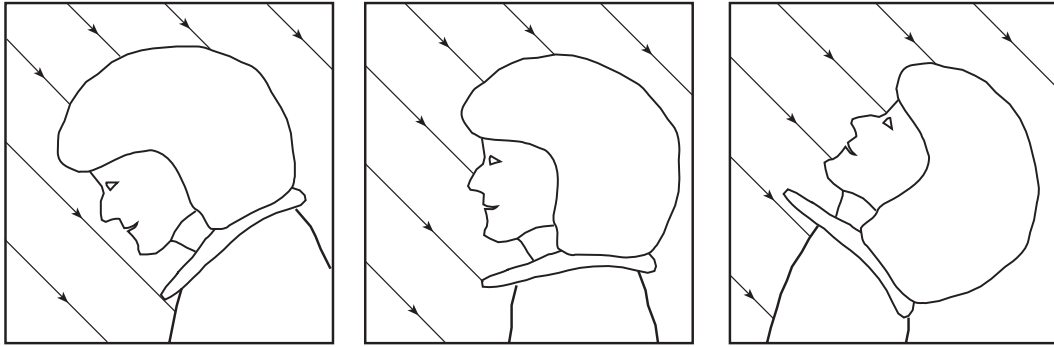
<http://na-serv.did.gu.se/astro/astro.html>

Diskutera de erfarenheter och tankar som övningen ger upphov till med kollegor/kurskamrater.

FRÅGOR OM INSTRÅLNING MOT EN YTA

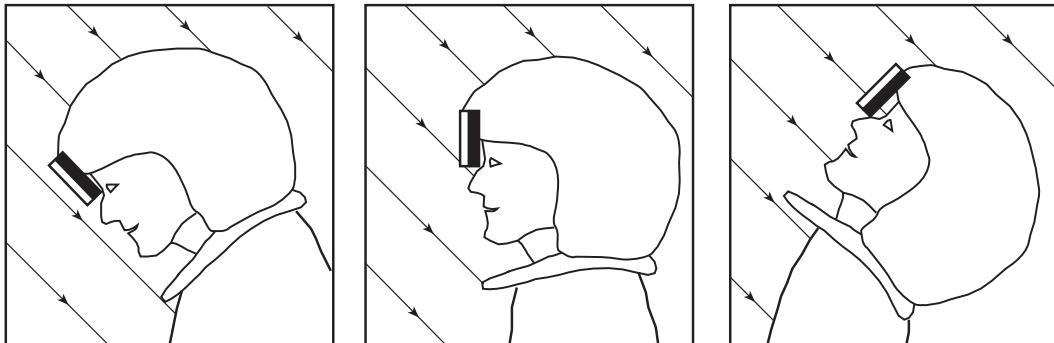
Fråga 1A

Kiki är ute i den starka vårsolen. Hon vänder upp ansiktet mot solen så som bilderna visar. Hur känns det i ansiktet i de tre olika fallen? (Pilarna visar riktningen på ljusflödet från solen.)



Fråga 1B

Nu håller hon en ljusmätare i pannan. Hon vänder upp ansiktet mot solen så som de tre bilderna visar. Händer det då något med mätarens utslag? I så fall vad? Förklara!



Anmärkning

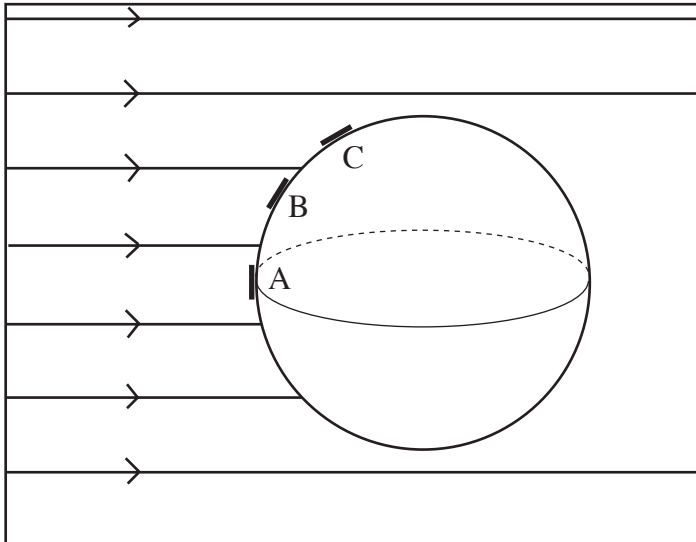
Vi har lagt ut ett antal bilder på Internet som visar hur detta experiment kan gå till i verkligheten:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/astro/sunburn.html>

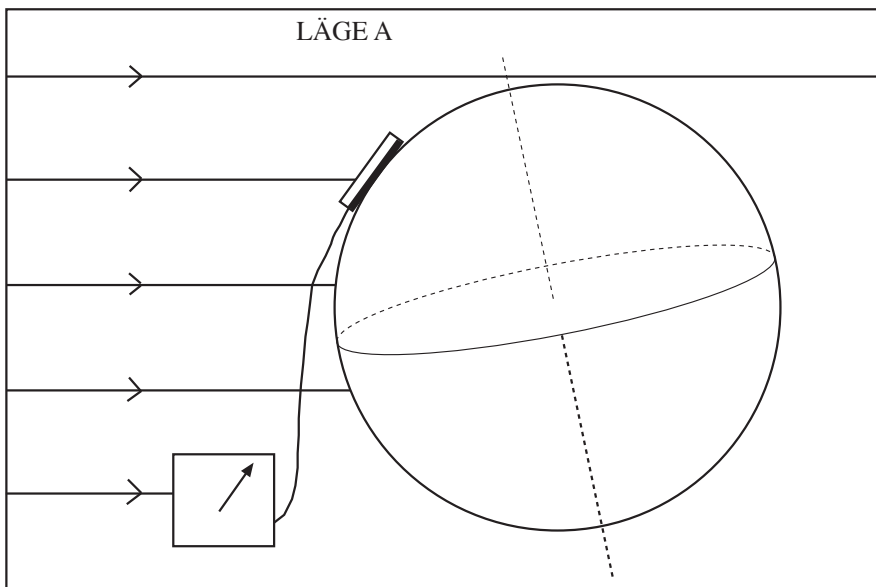
Om du har modemuppkoppling kan det ta någon minut innan bilderna är nerladdade.

Fråga 2

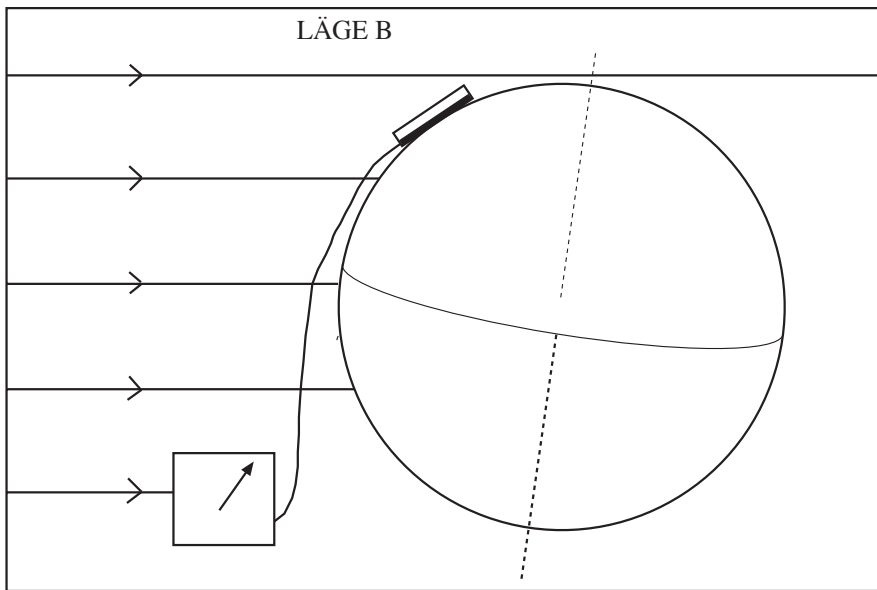
En badboll befinner sig i ljusflödet från solen en klar dag (pilarna visar flödets riktning.) En fotocell placeras i läge A, sedan i B och sist i C. Fotocellen är ansluten till en mätare (ej utritad i figuren). Ändras mätarens utslag då man går från A till B och sedan till C? I så fall hur? Skriv en förklaring till ditt svar.

**Fråga 3**

En badboll befinner sig i ljusflödet från solen en klar dag (pilarna visar flödets riktning.) En fotocell har klistrats fast på bollen, som hålls i läge A. Då gör mätaren ett visst utslag.

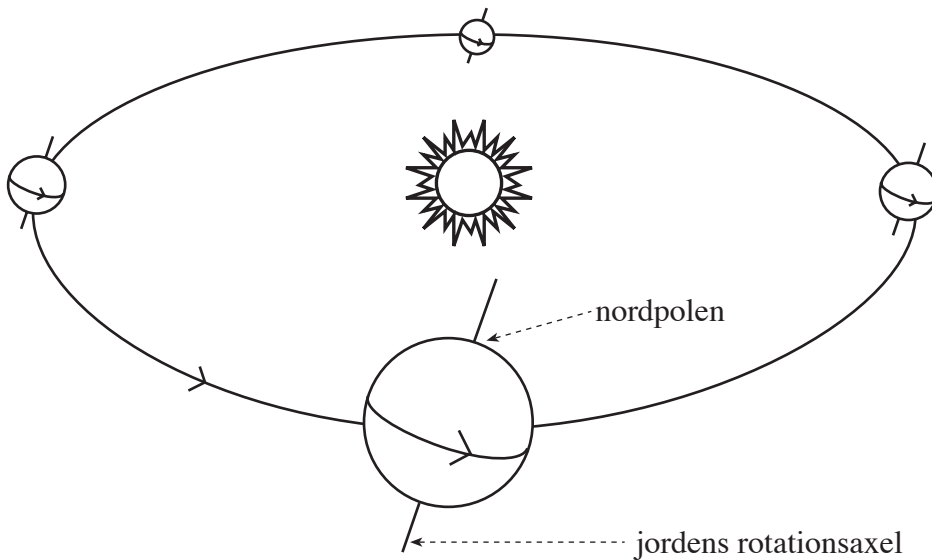


Sedan lutas bollen över till läge B. Ändras då utslaget på mätaren? I så fall hur? Förklara ditt svar!



Fråga 4

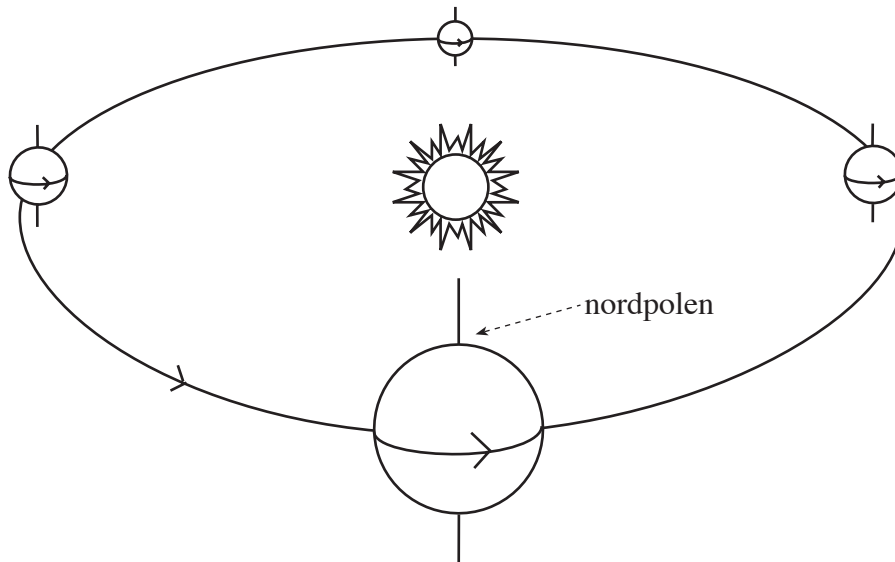
Jorden går i en nästan cirkulär bana runt solen. Figuren visar jorden i fyra olika lägen, sedda från en punkt i rymden. Avstånd och storlekar stämmer inte med verkligheten. Men det går ändå att avgöra när det är vår, vinter, sommar och höst. Gör denna bedömning för södra halvklotet. Skriv ut årstiderna på rätt ställe i figuren.



Förklara ditt svar!

Fråga 5

Tänk dig att jordens rotationsaxel ändrade läge så som figuren nedan visar. Skulle detta i så fall påverka årstiderna i Sverige? Förklara ditt svar!

**UPPGIFT 2**

Diskutera följande med kollegor/kurskamrater:

- Är den kunskap och den förståelse som efterfrågas i de fem uppgifterna viktig eller oviktig? Varför?
- För vilken ålder/vilka åldrar är uppgifterna lagom svåra?
- Planera och genomför en testning med de fem uppgifterna i en klass du/ni bedömer som lämplig, sammanställ resultaten och diskutera vad de betyder för dig/er när du/ni nästa gång skall undervisa om årstider.

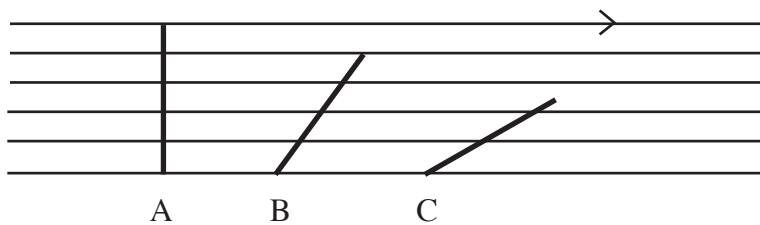
ÅRSTIDER OCH TEMPERATURZONER

Alla elever har erfarenhet av olika årstider. De vet att det är kallt på vintern och varmt på sommaren. Måhända har de också noterat att solen står högre upp på himlen under den varmare årstiden och att dagarna då är längre än under vintern. Några har besökt andra länder och kunnat lägga märke till att det blir varmare och varmare ju längre söder ut mot ekvatorn som man kommer.

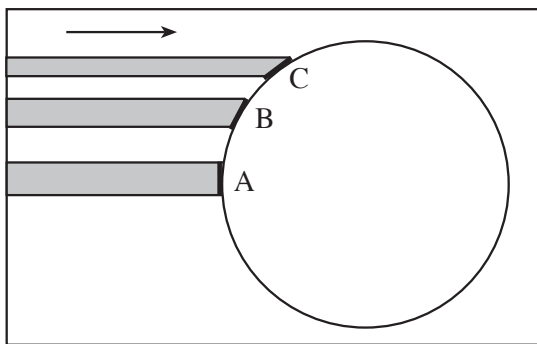
Med hjälp av optikens strålbegrepp och lite astronomiskt kunnande är det möjligt att ge en sammanhängande tolkning av dessa erfarenheter. Jorden befinner sig i

strålningsflödet från solen. På grund av det mycket stora avståndet till solen och jordens litenhet i förhållande till detta är infallande strålar i stort sett parallella. Instrålningen innan inträde i atmosfären är $1,4 \cdot 10^3 \text{ W/m}^2$ (den s. k. solarkonstanten). Totalt är den mot jorden instrålade energin per sekund cirka $2 \cdot 10^5 \text{ TW}$.

På grund av jordens form är den energi som når en kvadratmeter av jordytan olika beroende på var man befinner sig. Infallande energi per kvadratmeter är högst vid ekvatorn och lägst vid polerna. Man kan förstå detta genom att betrakta en given yta (tänk t. ex. på en fotocell) som är vinkelrät mot ett homogent ljusflöde (några strålar som visar flödets riktning är utritade). Ju mer ytan lutar, desto mindre energi mottar den, under förutsättning att strålningsflödet är homogent. Se figur 1! Jämför också med fråga 1B i förra avsnittet. Eftersom jorden är klotformig får exempelvis en kvadratmeter av jordytan större och större lutning i strålningsflödet från solen ju längre norrut man kommer. Den mottar därför mindre och mindre energi, vilket är förklaringen till att det tenderar att bli kallare ju längre norrut man kommer! Jämför figur 2 nedan och fråga 2 i det inledande avsnittet!

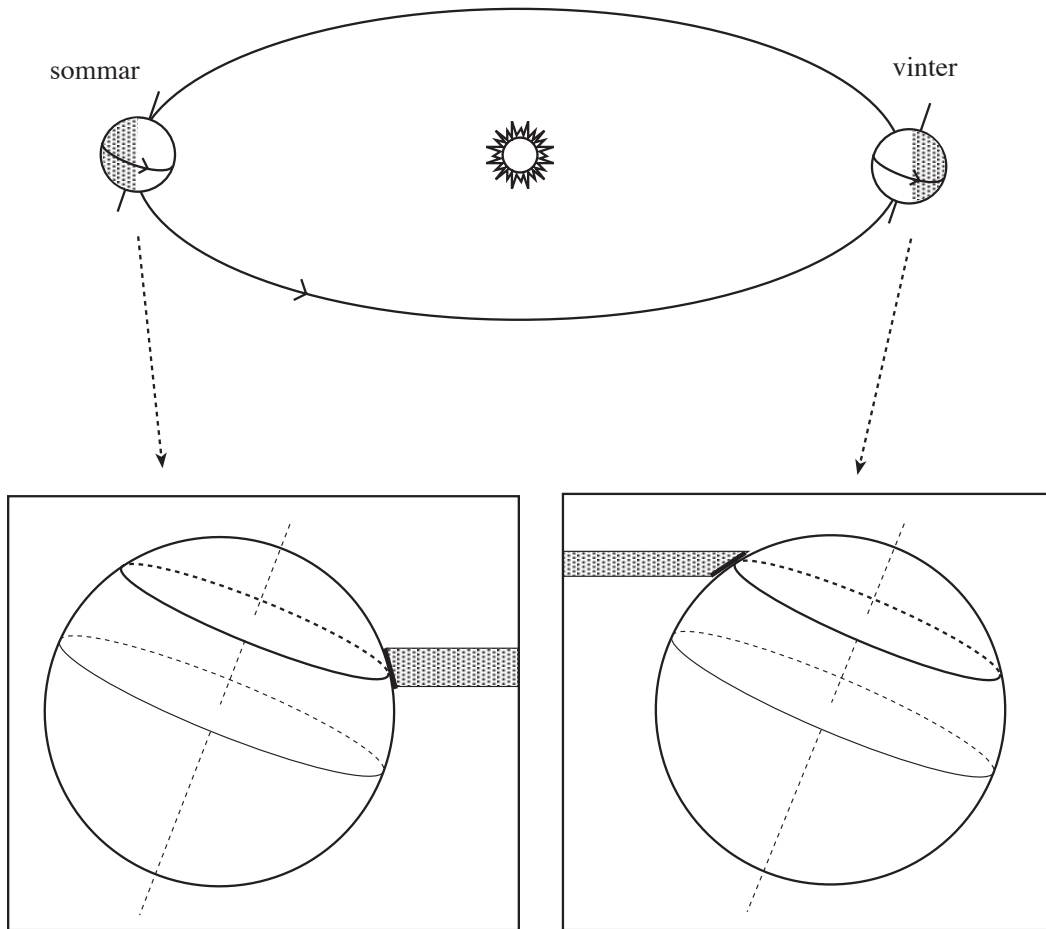


Figur 1. Olika strålningsinflöde på en och samma yta i lägena A, B och C



Figur 2. Instrålning på en yta av given storlek i läge A, B respektive C på jorden.

Om eleverna förstår detta, så ligger också en förklaring av årstiderna nära till hands. Det som behövs ytterligare är kunskap om att jorden går i en nästan cirkelrund bana runt solen, och på ett avsevärt avstånd från denna, samt att jordens rotationsaxel lutar ($66,5^\circ$) i förhållande till banplanet, oavsett var i sin bana jorden befinner sig (lutningen är konstant). Se figur 3, övre delen och bortse från de felaktiga dimensionerna



Figur 3. Vinter och sommar på norra halvklotet.

Om man nu betraktar strålningsflödet på en given yta och på en given plats, dels i sommarläge, dels i vinterläge, så inser man med hjälp av figur 3 att inflödet är större på sommaren jämfört med vintern. Detta beror på att jordaxeln lutar mot solen på sommaren och från på vintern, vilket gör att vinkeln mellan solstrålarna och jordytan förändras (den blir mindre och mindre ju mer vi går mot vinter). Ett annat sätt att uttrycka detta är att solen står högre på himlen under sommaren.

NÅGRA VANLIGA ELEVFÖRKLARINGAR AV HUR ÅRSTIDER UPPKOMMER

Att förstå hur det blir årstider kräver en hel del av eleverna. De måste ha ett strålbegrepp och kunskaper om att jorden går i en nästan cirkulär bana runt solen, samt att jordaxeln lutar och att denna lutning inte ändras. Vidare behövs en känsla för avstånd i planetsystemet – det långa avståndet till solen gör att de strålar som träffar jorden praktiskt taget är parallella. Denna insikt underlättar förståelse av relationen mellan den energi som en given yta mottar och den vinkel under vilken strålningen infaller.

Det är lätt att med tiden glömma olika detaljer, vilket försvårar att i testsituationer sätta samman kunnande till ett mönster som på ett bra sätt förklarar att vi har årstider. Därför kan man kanske vänta sig att en stor del av eleverna inte klarar detta en tid efter undervisningen.

De relativt få undersökningar som gjorts bestyrker detta. Erhållna svar är delvis svårtolkade. Ett tydligt gemensamt drag kan emellertid noteras, nämligen att den vanligaste förklaringen bland elever i åldern 9-16 år baseras på avståndsvariation¹. I en del fall förklaras variationen med att jordaxeln lutar. Härigenom, menar eleverna, är t. ex. norra halvklotet närmare solen på sommaren än det södra, som då har vinter. Ett halvår senare är det tvärt om. Kanske är det erfarenheten att stå med fötterna på marken och luta sig mot, och sedan från, en brasa som spelar in här. Måhända beror denna elevernas idé på att de inte har känsla för det enorma avståndet till solen, och att därför en lutning av jordaxeln mot eller från solen innebär en försvinnande liten avståndsändring.

Vanligare är dock att förklara årstidernas växling med att jordens bana är elliptisk med solen i ellipsens mittpunkt. I en undersökning var det exempelvis cirka 60% av eleverna som gav uttryck för detta². Ingen ålderstrend noterades.

Det är sant att jorden går i en något elliptisk bana runt solen, som befinner sig i en av ellipsens två brännpunkter. Den svaga ellipsformen på jordbanan medför att avståndet till solen varierar med 5 miljoner kilometer under ett år, vilket skall ses i relation till att medelavståndet jord-sol är 150 miljoner kilometer. Jorden är 5 miljoner km närmare solen i början av januari jämfört med början av juli, då avståndet är som störst. Det medför att den totala instrålningen mot jordytan är 7% mindre då det är sommar på norra halvklotet jämfört med vinter. Detta leder dock inte till större kontraster mellan vinter och sommar på södra halvklotet jämfört med norra, bl. a. beroende på fördelningen mellan land och hav, som verkar utjämnande. Men ur strålningssynpunkt medför avståndsvariationen en andra ordningens effekt, som dessutom är sådan att det på norra halvklotet är mer instrålning mot jorden på *vintern* jämfört med sommaren.

En reflexion som framförts är att det sätt på vilket figurer ritas i astronomiundervisningen kan bidra till missförstånd. För att få fram vissa poänger måste man använda kraftigt felaktiga proportioner och välja lämpliga perspektiv. Figur 3 är

ett exempel på detta. Förutom att kommunicera felaktiga relativa avstånd kan denna figur ge upphov till den oriktiga föreställningen att jordens bana är starkt elliptisk och att därför avståndet jord-sol varierar kraftigt. Dessutom ligger solen enligt figuren i ellipsens mittpunkt, vilket i så fall innebär två somrar och två vintrar på ett år!

En uppenbar motfråga till de elever som förklarar årstidsväxlingar med att avståndet jord-sol varierar under året, på grund av en elliptisk omlopps bana, är: Om solen är närmast jorden när vi har sommar, hur kan det då komma sig att det samtidigt är vinter på södra halvklotet?

UPPGIFT 3

Du vet nu en del om hur elever svarar på de testfrågor som du prövat. Vidare har du tagit del av några forskningsresultat angående hur elever förklarar uppkomsten av årstider, och analyser och kommentarer i anslutning till detta. Gruppdiskussionen torde också ha gett en del, bl. a. argument för och emot varför det är viktigt att lära om 'årstider' eller 'instrålning mot en yta' (eller vad man nu skall kalla det).

Nu är det dags för ett syntesförsök, dvs. på vad sätt allt detta kunnande kan användas för att utforma undervisning. Välj en elevgrupp som intresserar dig/er och skissera (ganska detaljerat) hur du/ni skulle vilja gå tillväga då du/ni som lärare möter denna elevgrupp nästa gång för att undervisa om hur det blir årstider!

WORLD WATCHER

Vid Northwestern University, Illinois, har en projektgrupp utvecklat ett mycket intressant dataprogram, kallat World Watcher. Det är gratis och kan laddas ner för såväl PC som Mac. Projektets hemsida är:

<http://www.worldwatcher.northwestern.edu>

Till programmet hör olika databaser som innehåller mätvärden, upptagna av satelliter. Mätningarna täcker hela jorden (upplösningen varierar från $1^\circ \times 1^\circ$ till $2,5^\circ \times 2,5^\circ$), och omfattar varje månad under ett år.

Eleverna kan ställa frågor om de data som finns i baserna, och programmet ger möjlighet att presentera resultat i form av bilder, diagram och animationer. Möjligheter att matematiskt bearbeta data finns också.

Vi har gjort en övning som gäller dels den solenergi som infaller mot jordens yttre atmosfär, dels den energi som absorberas av atmosfären och jordytan på olika längd- och breddgrader. Vi presenterar data som bearbetats av programmet och

ställer frågor i anslutning till dessa. Övningen kan ge dig fördjupad förståelse för sambandet mellan instrålningen från solen och jordens olika årstider. Adressen till övningen är:

<http://na-serv.did.gu.se/solin/start.html>

NOTER

1. Sadler (1987); Baxter (1989); Atwood och Atwood (1996).
2. Sadler (1987).

REFERENSER

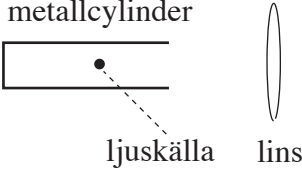
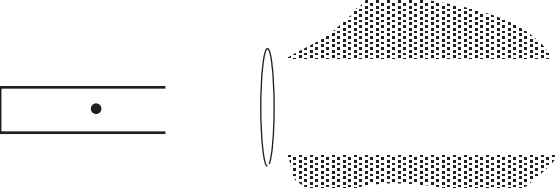

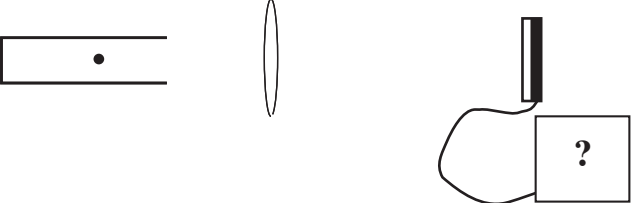
Atwood, R., & Atwood, V. (1996), Pre-service Elementary Teachers' Conceptions of the Causes of Seasons. *Journal of Research in Science Teaching*, 33 (5), 553-563.

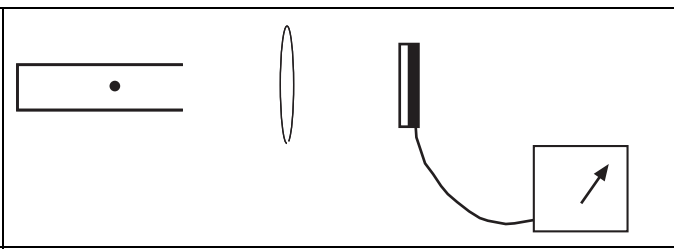
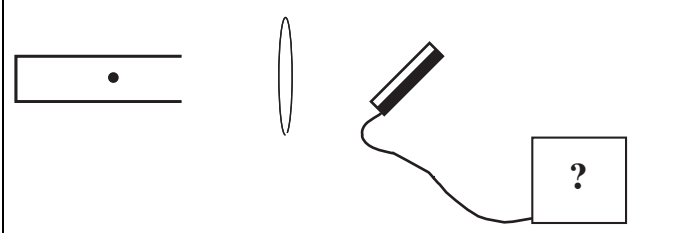
Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, 502-513.

Sadler, P. M. (1987). Misconceptions in astronomy. In J. Novak (Ed.), *Second International Seminar "Misconceptions and Educational Strategies in Science and Mathematics"* (Vol. 3, pp. 422-425). Ithaca: Cornell University.

BILAGA
ETT TRADITIONELLT EXPERIMENT

Vi påminner här om ett experiment som man kan göra med 'klassisk' fysikmateriel. Om du funderar på att använda detta experiment i något sammanhang, så tänk på att du då behöver en starkt lysande punktförmig ljuskälla, dvs. en lampa som har en kompakt glödtråd (en s. k. optiklampa). Ficklampor och glödlampor med en utdragen glödtråd ger inte ett homogent ljusflöde. Reducera också gärna ytan på fotocellen med hjälp av maskeringstejp eller eltejp så att den ljuskänsliga delen blir cirka en kvadratcentimeter stor. Det blir på så sätt lättare att hålla den i centrum av det ganska smala parallella ljusknippe som du åstadkommer med hjälp av t. ex. en optisk bänk. Vi har lagt upp det hela så att eleverna skall göra förutsägelser och förklara dessa.

<p>En ljuskälla och en lins ordnas som på bilden invid. Ljuskällan är en glödlampa som sitter inuti en metalcylander. Bara glödtråden är utritad. Den är nästan som en punkt.</p>	
<p>Om man blåser ut rök till höger om linsen ser man ett jämntjockt band av ljus.</p>	
<p>I ett experiment används en fotocell. (Ju mer ljus som träffar en fotocell, desto större utslag gör en mätare.) Fotocellen placeras så som bilden visar. (Cellen är sedd från sidan och den ljuskänsliga delen är vänd mot lampan.) Mätaren gör ett visst utslag.</p>	
<p>Fotocellen flyttas en bit bort från linsen så som figuren visar. Händer det då något med mätarens utslag? I så fall vad? Förklara svaret!</p>	

<p>I ett nytt experiment placeras fotocellen så som figuren invid visar. Mätaren gör ett visst utslag.</p>	
<p>Fotocellen lutas så som figuren visar. Händer det då något med mätarens utslag. Förklara ditt svar!</p>	

Översikt av enheter i projektet NORDLAB-SE
(15 okt 2003)

Naturvetenskapens karaktär

- Elevers och naturvetares tänkande – likheter och skillnader
- System, variabel och kontrollexperiment – tre redskap för vetgirighet
- Grönskande är naturvetenskapliga teorier!

Naturvetenskapens innehåll

- Socker och syre till alla celler – en fråga om logistik
- Livets evolution
- Formativ utvärdering med fotosyntes som exempel
- Genetik

- Jorden som planet i rymden
- Varför har vi årstider?
- Månen, planetsystemet och universum
- Mekanik 1 – Newtons första och andra lag
- Mekanik 2 – Newtons tredje lag
- Temperatur och värme

- Materiens bevarande
- Materiens byggnad
- Materiens faser
- Blandning, lösning och vattnets kretslopp
- Ämnen
- Kemiska reaktioner

Naturvetenskapen i samhället

- Energiflödet genom naturen och samhället
- Växthuseffekten, tekniken och samhället
- Natur och moral – integration eller separation?
- Vad kan man göra med skolkunskaper? Om att sätta in i sammanhang

För korta sammanfattningar av olika enheter se

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/se.html>

Alla enheter kan laddas ner från internet:

<http://na-serv.did.gu.se/nordlab/se/trialse/trialunits.html>