

Звездни, слънчеви и лунни демонстратори

Роса М. Рос, Франсис Бертоломю

Международен астрономически съюз, Технически университет на Каталуня
(Барселона, Испания), CLEA (Ница, Франция)

Резюме

Настоящата разработка представя лесен метод за обяснение на това как явните движения на звездите, Слънцето и Луната са наблюдавани от различни места на Земята. Процедурата се състои от построяването на несложен модел, който ни позволява да демонстрираме как тези движения са наблюдавани от различни географски ширини.

Цели

- Разбиране на явните движения на звездите, наблюдавани от различни географски ширини.
- Разбиране на явните движения на Слънцето както са наблюдавани от различни географски ширини.
- Разбиране на движенията на Луната и формите, наблюдавани от различни географски ширини.

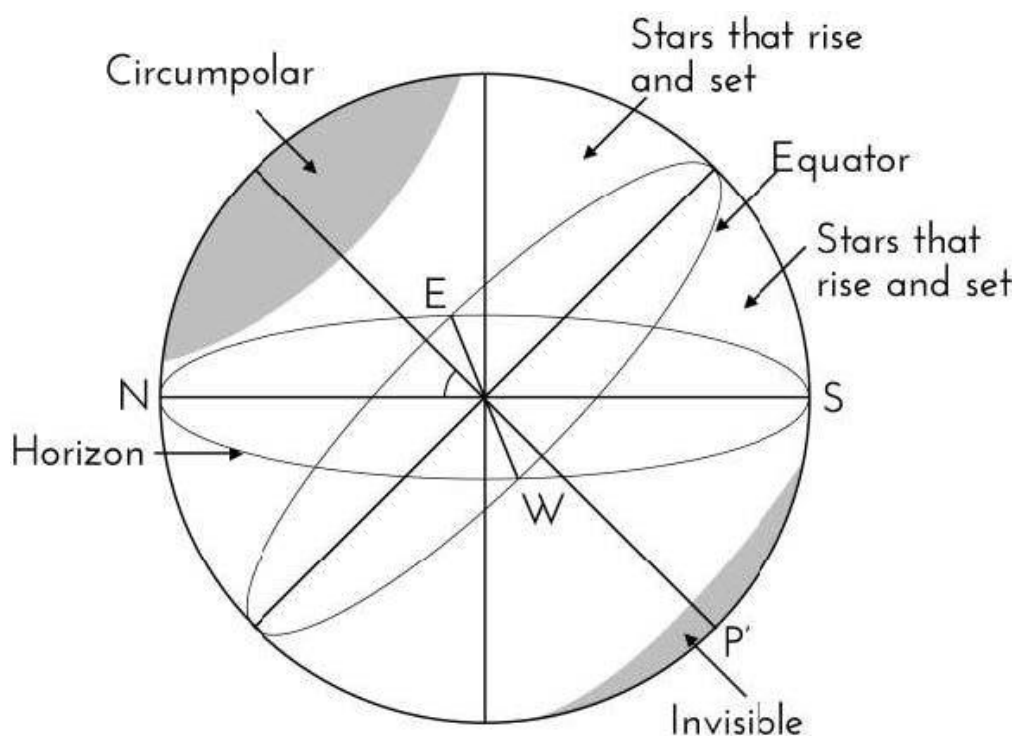
Идеята на демонстратора.

Не е лесно да се обясни как явните движения на Слънцето, Луната или звездите са наблюдавани от Земята. Учениците знаят как Слънцето изгрява и залязва всеки ден, но те са изненадани да научат, че Слънцето изгрява и залязва на различни точки всеки ден или че траекториите могат да се променят според местната географска ширина. Демонстраторите опростяват и обясняват явлението на Северното сияние и пасажа на слънчевия зенит. В частност демонстраторите могат да бъдат много полезни за разбиране на движението на трансляцията и потвърждаване на някои различия на географската ширина.

Лесно е да си спомним формата и външния вид на всяко съзвездие като научим митологичните истории и запомним геометричните правила за откриване на съзвездията в небето. Това обаче, действа само на определени места на Земята. Поради движението на небесната сфера, наблюдателят който живее на Северния полюс може да види всички звезди от северното полукуълбо, а този, който живее на Южния полюс може да види всички звезди в южното полукуълбо. Но какво виждат наблюдателите, които живеят на различни географски ширини?

Звездният демонстратор. Защо има невидими звезди?

Всичко става сложно, когато наблюдателят живее в област, която е различна от двата полюса. В действителност това е истина за повечето наблюдатели. В такъв случай звездите попадат в три различни категории, в зависимост от техните наблюдавани движения (за всяка географска ширина): звезди от полярния кръг, звезди, които изгряват и залязват и невидими звезди (фигура 1). Всички ние сме били изненадани от откритието, че някой може да види някои звезди от Южното полукълбо, докато живее в Северното полукълбо. Това, разбира се, е подобно на изненадата при откриването на явленията на Северното сияние.



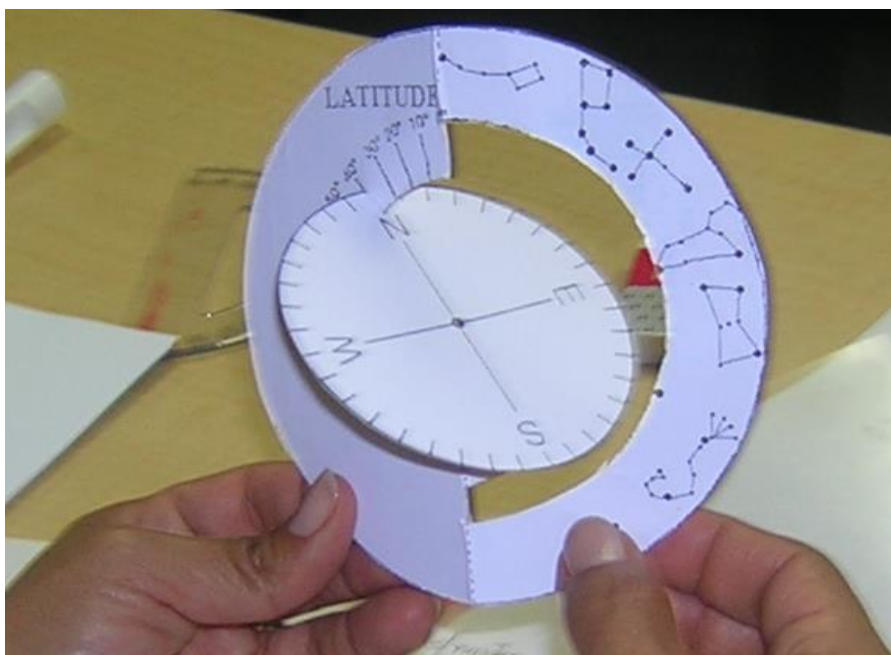
Фигура 1. Три различни типа звезди, (при наблюдение от различна географска ширина) звезди от полярния кръг, звезди, които изгряват и залязват и невидими звезди.

В зависимост от възрастта си повечето ученици могат да разберат сравнително лесно защо някои звезди се явяват като незалязващи при наблюдение от град, където те живеят. За тях, обаче, е много по трудно да си представят кои се явяват незалязващи, когато се наблюдават от други места на света. Ако ние попитаме дали дадена звезда (т.е. Сириус) се явява изгряваща и залязваща при наблюдение от Буенос Айрес, за учениците е трудно да разберат отговора. Затова ние ще използваме звездния демонстратор за да изучаваме наблюдаваните движения на различните звезди в зависимост от географската ширина на наблюдението.

Основната цел на демонстратора

Основната задача е да се открие кои съзвездия са незалязващи, кои изгряват и залязват и кои са невидими при дадена географска ширина. Ако наблюдаваме звезди при географска ширина от около 45°N е ясно, че ние можем да видим голяма част от звездите, които са видими от Южното полукуълбо, които изгряват и залязват всяка нощ (фигура 1)

В нашия случай демонстраторът включва съзвездия с различни отклонения (дясното издигане не е толкова важно на този етап). Много добра идея е да се използват съзвездия, които са познати на учениците. Те могат да имат различни появи, така, че да са видими през различните месеци на годината (Фигура 2)



Фигура 2. Използване на демонстратора: това е пример за демонстратор за Северното полукуълбо като се използват съзвездия от Таблица 1

Когато избираме съзвездие, което да се начертае трябва да се използват само ярките звезди, така че формата на съзвездието да се открива лесно. За предпочитане е да не се използват съзвездия, които са на същия меридиан а по скоро да се съсредоточим върху използването на такива, които са известни на учениците.

(Таблица 1). Ако се интересувате от направата на модел за всеки сезон, можете да направите четири различни демонстратора – по един за всеки сезон за вашето полукуълбо. Трябва да използвате съзвездия, които имат различни отклонения, но които имат дясно изгряване между 2 часа и 3 часа за есента (пролетта) и между 3 часа и 9 часа за зимата (лятото), между 9 часа и 14 часа за пролетта (есента) и между 14 часа и 21 часа за лятото (зимата) в Северното (Южното) полукуълбо за вечерното небе.

Съзвездия	Максимална деклинация	Минимална деклинация
Голяма мечка	+90°	+70°
Малка мечка	+60°	+50°
Лебед	+50°	+30°
Лъв	+30°	+10°
Орион и Сириус	+10°	-10°
Скорпион	-20°	-50°
Южен кръст	-50°	-70°

Таблица 1: Съзвездия, явяващи се в демонстратора показан на Фигура 1

Ако решим да изберем съзвездия само за един сезон може да бъде трудно да изберем между съзвездията, например 90°N и 60°N, друго между 60°N и 40°N, друго между 40°N и 20°N, и друго между 20°N и 20°S и така нататък, без припокриване и достигане на 90°S. Също ако искаме да изберем съзвездия, които са добре познати на учениците с малък брой ярки звезди, които са достатъчно големи да покрият целия меридиан, може да е трудно да постигнем нашата задача. Поради факта, че големите ярки съзвездия не покриват цялото небе през цялата година, може да е по-лесно да се направи само един демонстратор за цялата година.

Има и друг аргумент за направата на уникален демонстратор. Всеки спор относно сезоните се отнася само за дадена ширина на двете полусфери.

Изработване на демонстратора

За получаването на стабилен демонстратор (Фигури 3а и 3б) е добре да се залепят заедно две парчета картон преди рязането (Фигури 4 и 5). Добре е също така да се конструира друг, двойно по голям за използване от учителя.



Фигури 3а и 3б: Изработване на звезден демонстратор

Инструкциите за направата на звездния демонстратор са дадени по-долу

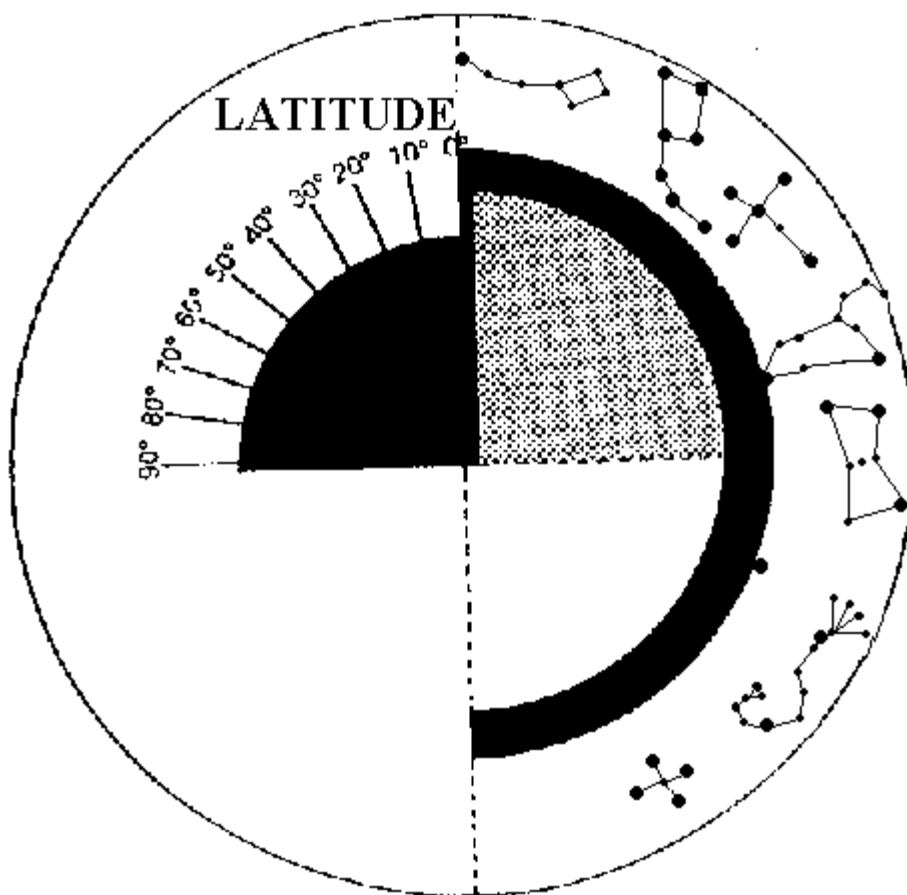
Демонстратор за северно полукълбо

- Копирайте фигури 4 и 5 на картон
- Срежете двете парчета по дължина на непрекъснатата линия – фигури 4 и 5.
- Отстранете черните части от основната част (фигура 4)

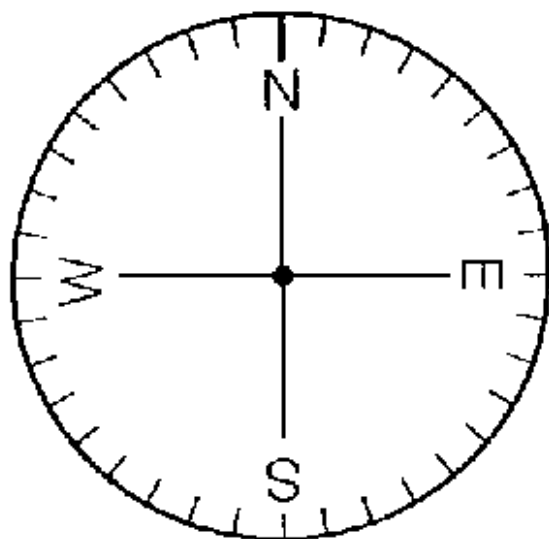
Сгънете основната част (фигура 4) по дължина на правата пунктирна линия. Като направите това няколко пъти деонстраторът ще се използва по- лесно.

- d) Направете малък разрез над “N” на хоризонталния диск (фигура 5). Разрезът трябва да бъде достатъчно голям за да се прокара картоната през него.
- e) Залепете квадранта Север – Изток на хоризонталния диск (фигура 5) към сивия квадрант на основната част (фигура 4). Много е важно да има права линия север – юг, която следва двойната линия на основната част . Също така “W” на хоризонталния диск трябва да съвпада с ширина 90° .
- f) Когато поставяте хоризонталния диск към основната част проверете дали двете части застават перпендикулярно.

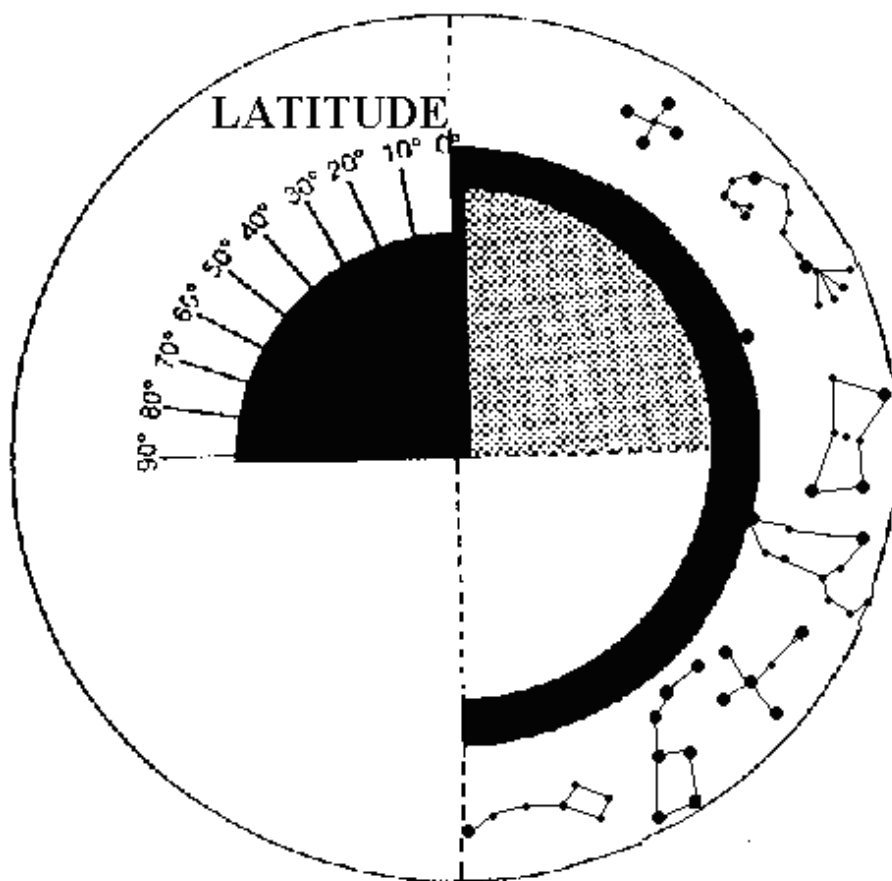
Много е важно да залепите внимателно различните части за да получите максимална точност.



Фигура 4: Основна част на звездния демонстратор за северното полукълбо



Фигура 5: Хоризонтален диск



Фигура 6: Основна част на звездния демонстратор за южното полукуълбо

Демонстратор за южното полукуълбо

- а) Направете копие на фигурите 5 и 6 на картон

- b) Разрежете двете части по дължина на непрекъснатата линия – (фигури 5 и 6)
- c) Отстранете черните зони от основната част – (фигура 6)
- d) Сгънете основната част (фигура 6) по дължина на правата пунктирна линия. Като направите това няколко пъти демонстраторът ще стане по-лесен за употреба.
- e) Направете разрез на “S” на хоризонталния диск (фигура 5). Разрезът трябва да е достатъчно голям за да се прокара картонът през него.
- f) Залепете квадрант Юг – Запад на хоризонталния диск (фигура 5) към сивия квадрант на основната част (фигура 6). Много е важно да имате права линия Север – Юг която следва двойната линия на основната част. Също така “Е” на хоризонталния диск трябва да съвпада с ширина 90° .
- g) Когато поставяте хоризонталния диск в основната част проверете дали двете части са перпендикулярни една към друга
- h) Много е важно да се залепят отделните части внимателно за да се получи максимална точност

Изберете кой демонстратор искате да направите в зависимост от това къде живеете. Можете да направите демонстратор като изберете ваши собствени съзвездия като следвате отделните критерии.

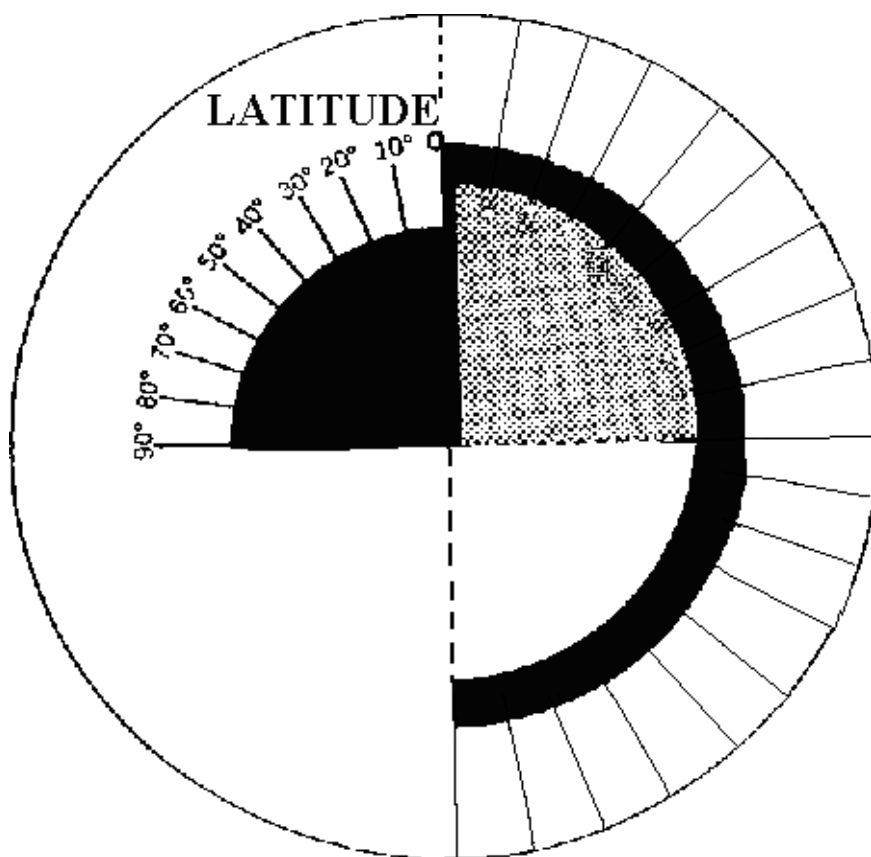
Например вие можете да включите съзвездия, които се виждат само през един сезон, съзвездия видима само за един месец и т.н.. За тази цел трябва да изберете само съзвездията с дясно издигане между две отделни стойности. След това начертайте съзвездията с тяхните стойности на отклонение на фигура 7. Забележете, че всеки сектор отговаря на 10° .

Приложения на демонстратора

За да започнете да използвате демонстратора вие трябва да изберете географската ширина на вашето място за наблюдение. Ние можем да пътуваме по повърхността на земята на въображаемо пътешествие като използваме демонстратора.

Използвайте лявата си ръка да държите основната част на демонстратора (фигура 4 или 6) за празната част (под квадранта за географска ширина). Изберете ширина и движете хоризонталния диск докато той покаже избраната ширина. С дясната си ръка движете диска със съзвездията от дясно на ляво няколко пъти.

Можете да наблюдавате кои съзвездия са винаги на хоризонта (незалязващи) кои съзвездия изгряват и залязват и кои от тях са винаги под хоризонта (невидими).



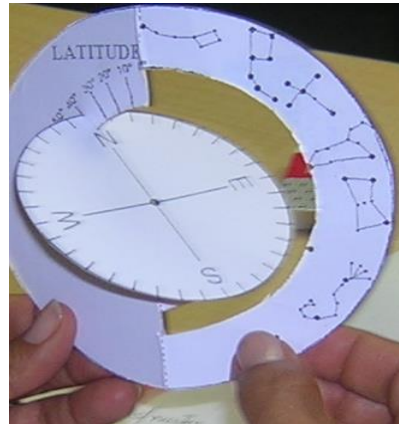
Фигура. 7: Основна част на звездния демонстратор за северното или южното полукълбо.

- ***Наклон на траекторията на звездите, спрямо хоризонта***

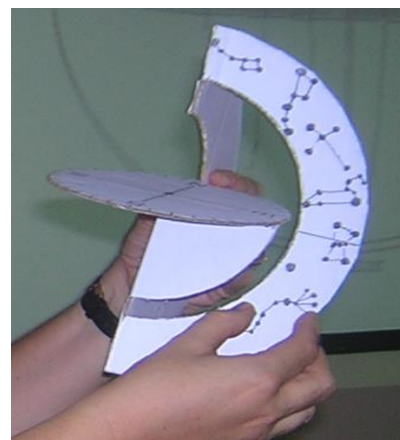
Посредством демонстратора е много лесно да се наблюдава как ъгълът на звездната траектория, спрямо хоризонта се променя в зависимост от географската ширина - фигури 8 и 9.

Ако наблюдателят живее на екватора (географска ширина 0°), то ъгълът е 90° . От друга страна, ако наблюдателят живее на северния или южния полюс (ширина 90° N или 90° S) звездната траектория е успоредна на хоризонта. По принцип ако наблюдателят живее в град при ширина L , отклонението на звездната траектория на хоризонта е 90° минус L всеки ден.

Можем да потвърдим това като видим фигури 8 и 9. Снимката на фигура 9 е направена в Лапландия (Финландия) а тази на фигура 8 в Монтсени (край Барселона, Испания). Лапландия е на по голяма надморска ширина отколкото Барселона, затова наклонът на звездната траектория е по-малък.



Фигури 8a и 8b: Звезди изгряващи в Монтсени (до Барселона, Испания,). Ъгълът на звездната траектория спрямо хоризонта е 90° минус ширината (Фото Роза М. Роза)



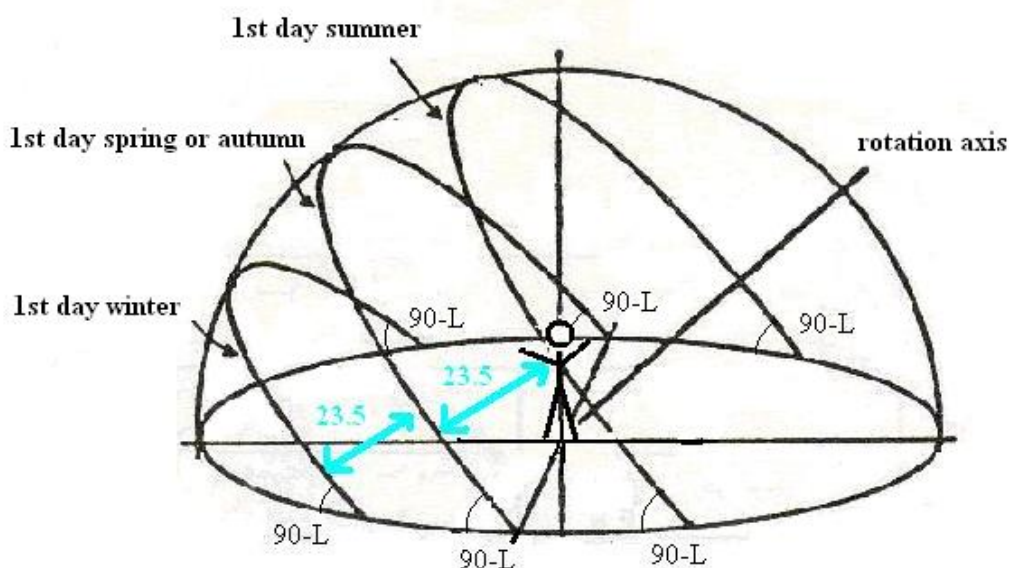
Фигури 9a и 9b. Звезди залязващи в Енотекьо в Лапландия (Финландия. Ъгълът на звездната траектория отнасящ се към хоризонта е 90° градауса минус ширината. Забележете, че траекторията на звездите е по-къса в сравнение с предишната снимка, защото Северното сияние дава по-малко време за видимост (снимка Има Ханула)

Използвайки демонстратора по този начин учениците могат да изпълняват различни дейности, описани по-долу.

- 1) Ако изберем ширината да е 90°N , наблюдателят е на Северния полюс. Можем да видим, че всички съзвездия в Северното полукълбо са незалязващи. Всички съзвездия в Южното полукълбо са невидими и няма съзвездия, които изгряват и залязват.
- 2) Ако ширината е 0° , наблюдателят е на екватора и ние можем да видим, че всички съзвездия изгряват и залязват (перпендикулярно на хоризонта). Никое съзвездие не е постоянно видимо или невидимо.
- 3) Ако ширината е 20° (N or S), има по-малко незалязващи съзвездия отколкото ако ширината е 40° (N or S, съответно). Но има много повече звезди, които изгряват и залязват ако ширината е 20° вместо 40° .
- 4) Ако ширината е 60° (N or S) има много незалязващи и невидими съзвездия, но броят на съзвездията, които изгряват и залязват е намален в сравнение с тези при ширина 40° (N или S респективно)

Слънчев демонстратор: защо Слънцето не изгрява в една и съща точка всеки ден

Лесно е да се обяснят наблюдаваните движения на Слънцето от Земята. Учениците знаят, че Слънцето изгрява и залязва ежедневно, но са изненадани, когато открият, че то изгрява и залязва на различни места всеки ден. Интересно е също да се преценят различните слънчеви траектории според местната ширина. Може да бъде трудно да се опитваме да обясним явлението на Северното сияние или пасажа на слънчевия зенит. Симулаторът може да бъде много полезен за разбирането на движението на трансляция и да се обяснят някои разлики при ширината.

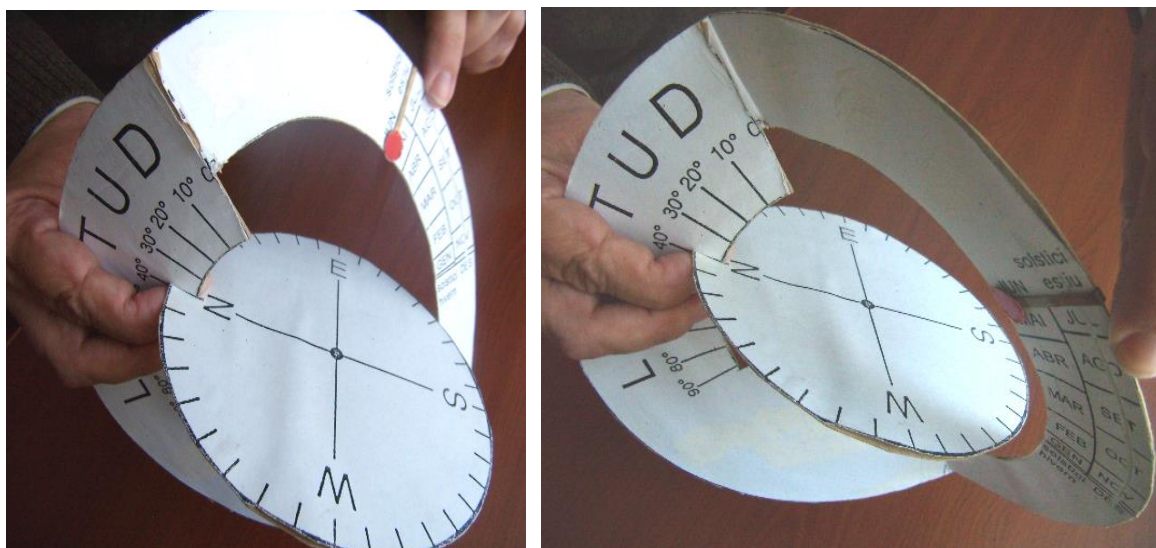


Фигура 10: Три различни слънчеви траектории (първи ден от пролетта или есента, първи ден на лятото, и първи ден на зимата).

Направа на демонстратора

За да се направи слънчев демонстратор трябва да преценим дотклонението на Слънцето, което се променя ежедневно. След това трябва да включим възможността за промяна на положението на Слънцето в зависимост от сезона. За първия ден на пролетта и есента отклонението е 0° и слънцето се движи по екватора. На първия ден от лятото (зимата в южното полукукло) отклонението на Слънцето е $+23.5^\circ$ и на първия ден от зимата (лято в южното полукукло) то е -23.5° (фигура 10). Трябва да можем да променяме стойностите в модела ако искаме да проучим траекторията на Слънцето.

За да получим стабилен демонстратор (Фигури 11а и 11в) е добра идея да залепим две парчета картон заедно преди да ги режем. Също така може да се направи един от демонстраторите два пъти по-голям, за да се използва от учителя.

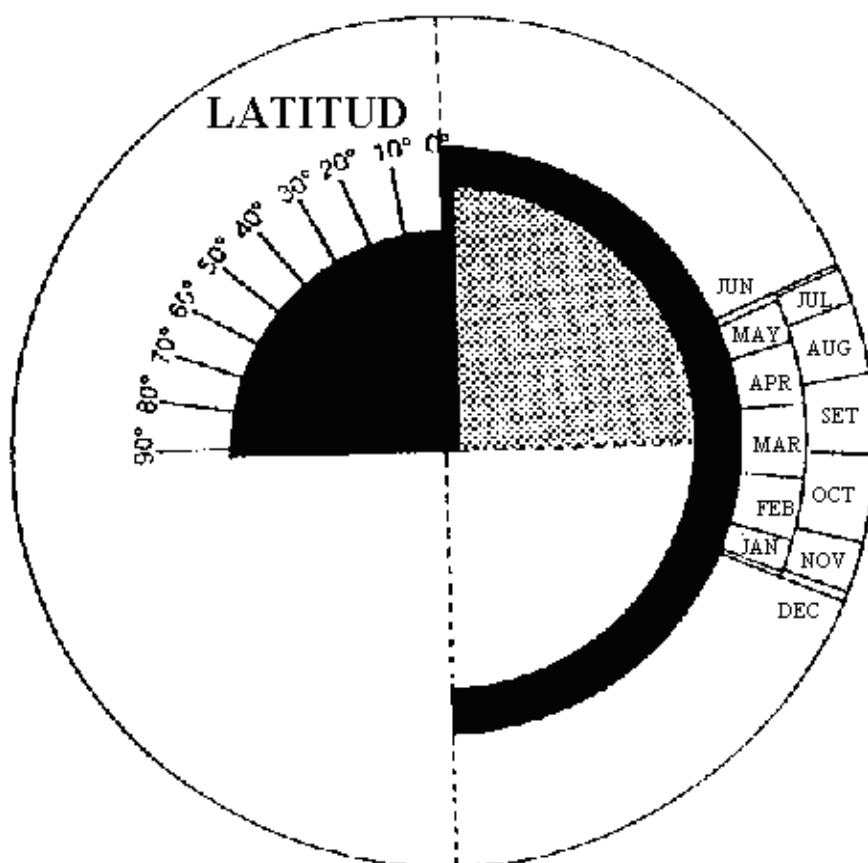


Фигури 11a и 11b: Приготвяне на слънчев демонстратор за северното полукълбо, ширина $+40^\circ$.

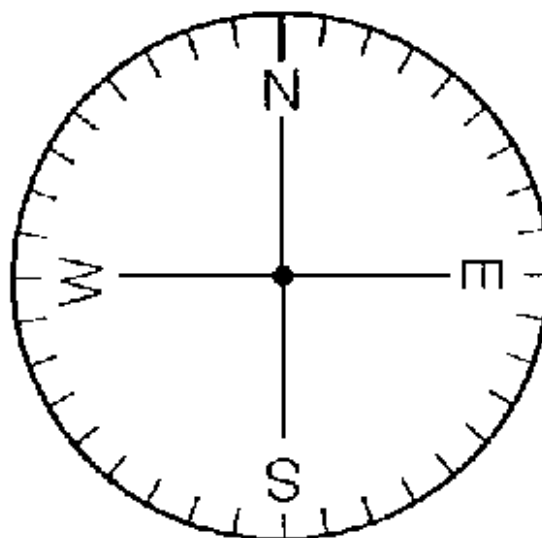
Инструкциите за направата са описани по-долу.

Демонстратор за северното полукълбо

- Направете копия на фигури 12 и 13 на картон
- Срежете двете парчета по дължина на непрекънатата линия (фигури 12 и 13).
- Отстранете черните части от основните елементи (фигура 13).
- Сгънете основния елемент (фигура 13) по дължина на правата пунктирна линия. Като направите това неколккратно, демонстраторът ще се използва по-лесно
- Направете малък разрез над “N” на хоризонталния диск (фигура 13). Разрезът трябва да е достатъчно голям да се прокара картоната през него
- Залепете квадрантът Север – Изток на хоризонталния диск, (фигура 13) към сивия квадрант на основния елемент (фигура 12). Много е важно правата линия север – юг да следва двойната линия на основния детайл. Също така “W” на хоризонталния диск трябва да съвпада с ширина 90°
- Когато поставяте хоризонталния диск в основния елемент проверете дали двата детайла са перпендикулярни.
- Важно е да залепите двете отделни части внимателно за да получите максимална точност.
- За да поставите слънцето в демонстратора, оцветете кръга в червено върху лист хартия. Срежете я и я поставете между две ленти тиксо. Поставете тази прозрачна лента с червения кръг над зоната на отклонение на фигура 12. Идеята е да е лесно да се движи тази лента нагоре и надолу за да се постави червената точка над избрания месец.

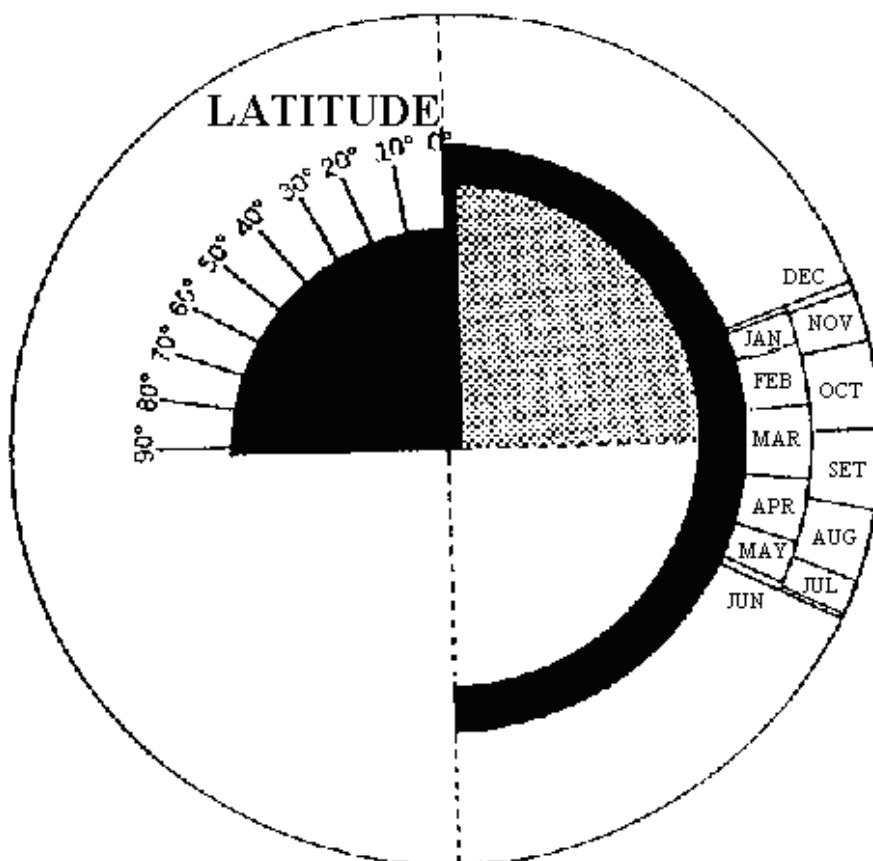


Фигура 12: Основна част на слънчев демонстратор за северното полукълбо



Фигура 13: Хоризонтален диск

За да направите слънчев демонстратор в южното полукълбо трябва да следвате същите стъпки, но да замените фигура 13 с фигура 14.



Фигура 14: Основна част на слънчев демонстратор за южното полукуълбо

Демонстратор за южното полукуълбо

- Направете копие на фигури 12 и 13 на картон
- Срежете двете парчета по непрекъснатата линия (фигури 13 и 14).
- Отстранете черните части от основните детайли (фигура 14).
- Сгънете основната част (фигура 14) по дължина на правата пунктирана линия. Като направите това няколко пъти демонстраторът става по-лесен за употреба.
- Направете малък разрез над "S" на хоризонталния диск (фигура 13). Разрезът трябва да е достатъчно голям за да прокарате картона през него
- Залепете квадрант Север – Запад на хоризонталния диск (фигура 13) върху сивия квадрант на основната част (фигура 14). Много е важно да имате права линия север – юг по двойната линия на основната част. Също така "Е" на хоризонталния диск трябва да съвпада с ширина 90°.
- Когато поставите хоризонталния диск в основната част проверете, дали двата диска са перпендикулярни
- Много е важно да залепите внимателно отделните части за да плучите максимална точност
- За да поставите Слънцето в демонстратора оцветете един червен кръг хартия. Изрежете го и го поставете между две ленти тиксо. Поставете тази прозрачна лента с червения кръг над зоната на отклонение на фигура 14. Целта е да се движи лесно нагоре и надолу за да се постави червената точка над избрания месец.

Използване на слънчевия демонстратор

За да използвате демонстратора вие трябва да изберете вашата географска ширина. Отново ние можем да пътуваме над повърхността на земята на въображаемо пътешествие като използваме демонстратора.

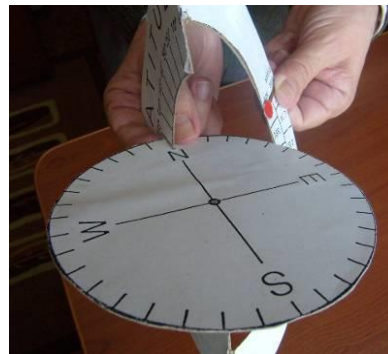
Ще вземем предвид три области

1. Места в умерените области на северното полукълбо
2. Места в полярните области
3. Места от екваториалните области

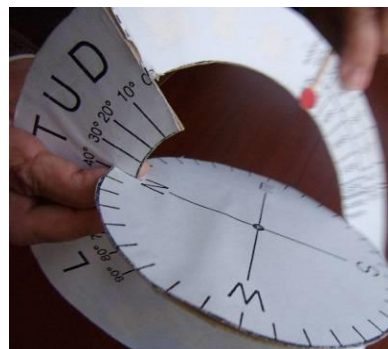
1. - Места от средната част в северното или южното полукълбо - СЕЗОНИ

- ***Ъгъл на пътя на слънцето спрямо към хоризонта***

Като използваме демонстратора е много лесно да наблюдаваме, че ъгълът на пътя на Слънцето спрямо с хоризонта зависи от географската ширина. Ако наблюдателят живее на екватора (ширина 0°) този ъгъл е 90° . Ако наблюдателят живее на северния или южния полюс (ширина 90° N или 90° S), пътят на слънцето е успореден на хоризонта. По принцип ако наблюдателят живее в град с ширина L , наклонът на пътя спрямо хоризонта е 90 минус L всеки ден. Можем да потвърдим това като разгледаме фигури 15 и 16. Снимката на фигура 15 е направена в Лапландия (Финландия) а тази на фигура 16 в Гандия (Испания). Лапландия е на по-голяма ширина от Гандия, така че наклонът на пътя на Слънцето е по-малък.



Фигури 15a и 15b: Слънце изгряващо над Енотекьо в Лапландия (Финландия). Ъгълът на пътя на слънцето относителен към хоризонта е (90° минус ширината) (Фото: Сакари Екко)



Фигури 16a и 16b: Слънцето изгряващо над Гандия (Испания) Ъгълът на пътя на слънцето спрямо хоризонта е 90 минус ширината (Фото Роса М. Рос)

- **Височината на пътя на слънцето зависи от сезона**

Северното полукълбо

Използвайки демонстратора за вашият град (изберете географската ширина на вашия град) е лесно да се потвърди, че височината на Слънцето над хоризонта се променя според сезона. Например на първия ден от пролетта отклонението на Слънцето е 0° . Можем да поставим Слънцето на 21 март. Тогава ние можем да движим Слънцето точно по екватора от изток на запад. Можем да видим, че пътя на слънцето е на определена височина над хоризонта.

На същата географска ширина ние повтаряме експеримента за различни дни. Когато движим Слънцето по екватора на първия ден от лятото – 21 юни (слънчево отклонение $+23^\circ.5$), ние виждаме, че пътят на слънцето е по-висок отколкото на първия ден от пролетта. Накрая ние повтаряме експеримента за първия ден от зимата 21 декември (отклонение на слънцето $-23^\circ.5$). Можем да видим, че в този случай пътят на слънцето е по-нисък. На първия ден от есента отклонението е 0° и пътят на слънцето следва екватора по подобен начин, както през първия ден от пролетта.



Фигури и 17b: Пътят на слънцето през лятото и зимата в Норвегия. Ясно е че слънцето е много по-високо през лятото, отколкото през зимата. Затова има много повече часове слънцегреене през време на лятото

Южното полукълбо

Като използваме демонстратора за вашия град (Изберете географската ширина на вашия град) става лесно да се потвърди, че височината на Слънцето над хоризонта се променя според сезона. Например на първия ден от пролетта наклонът на слънцето е 0° . Можем да сложим слънцето на 23 септември. След това можем да движим Слънцето по екватора от изток на запад. Можем да видим, че пътят на слънцето е на определена височина над хоризонта.

На същата географска ширина можем да повтаряме експеримента за различни дни. На първия ден на лятото 21 декември (слънчево отклонение $-23^\circ.5$), когато ние движим слънцето по екватора ние наблюдаваме, че пътят на слънцето е висок отколкото в първия ден на пролетта. Накрая можем да повторим експеримента на същата географска ширина за първия ден от зимата 21 Юни отклонение на Слънцето $+23^\circ.5$). Можем да видим, че в този случай пътят на слънцето е по-нисък. На първия ден от

есента отклонението е 0° и пътят на слънцето следва екватора по подобен начин както първия ден от пролетта.

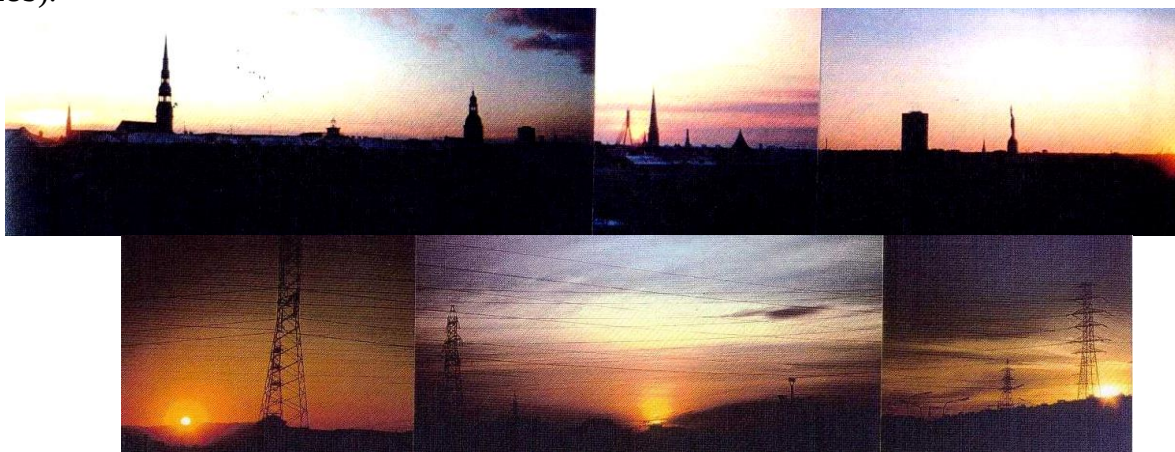
Разбира се ако ние променим ширината, височината на пътя на Слънцето се променя, но дори тогава най-високият път винаги е на първия ден на лятото, а най-ниският на първия ден на зимата

Забележка:

През лятото, когато слънцето е най-високо, светлината на слънцето достига земята под ъгъл, който е по-перпендикулярен към хоризонта. По тази причина радиацията се концентрирана по-малка площ и времето е по-топло. Също така през време на лятото броят на часовете на слънцегрееене е по-голям отколкото през зимата. Това също повишава температурите през лятото.

- ***Слънцето изгрява и залязва на различни места всеки ден***

В предходния експеримент, ако бяхме фокусирали нашето внимание върху това къде изгрява и залязва слънцето, щяхме да забележим, че мястото не е едно и също всеки ден. В частност, разстоянието на хоризонта между изгрева (или залеза) на първия ден от два последователни сезона се увеличава с увеличаване на ширина (фигури 18a и 18b).



Фигури . 18a и 18b Залези в Рига (Латвия) и Барселона (Испания) на първия ден от всеки сезон (дясно / зима, център / пролет или есен, ляво / лято). Централните залези и на двете снимки са на същата линия. Лесно е да се забележи, че залезите през лятото и зимата в Рига (по-голяма ширина) са много по-отдалечени отколкото в Барселона. (Снимки: Игорис Вилкс, Латвия и Роза М. Рос, Испания).



Фигура 19a: Изгреви на първия ден от пролетта и есента
Фигура 19b: Залези на първия ден от есента,
Фигура 19c: Изгреви на първия ден от зимата

Много е лесно да се симулира като се използва демонстратора. Просто маркирайте положението на слънцето за всеки сезон за две различни ширини, например 60° и 40° (фигури 19а, 19b и 19с).

Илюстрациите на фигури 18 и 19 са за северното полукуълбо, но същите принципи се отнасят и за южното полукуълбо (фигури 20а и 20b). Единствената разлика е определяне времето на сезоните



Фигури . 20а и 20b: Залези в Ла Паз (Боливия) и Ескуел (Аржентина) първия ден на всеки сезон (ляво /лято, център пролет и есен, дясно /зима). Централните залези и на двете снимки са на същата линия, лесно е да се види, че залезите през лятото и зиматта в Ескуел (по-голяма ширина) са много по-раздалечени отколкото в Ла Паз (Снимки: Хуан Карлос Мартинес, Колумбия и Нестор Камино, Аржентина).

Забележка:

Слънцето не изгрява точно на изток и не залязва точно на запад. Въпреки, че това е всеприета идея, тя не е в действителност истина. Това се случва само на два дни всяка година : първият ден от пролетта и първият ден на есента на всички географски ширини.

Друг интересен факт е, че Слънцето пресича меридиана (въображаемата линия, която преминава през северния полюс до зенита на южния полюс) по обяд на всички ширини (през деня). Това може да се използва като ориентир

2. – Полярни райони – Северно сияние

• *Полярно лято и полярна зима*

Ако зададем полярната ширина в демонстратора (90° N или 90° S в зависимост от полюса, който имаме предвид) има три възможности. Ако отклонението на Слънцето е 0° , Слънцето се движи по дължина на хоризонта, който също е екватор.

Ако отклонението съвпадне с първия ден от лятото, Слънцето се движи успоредно на хоризонта. В действителност Слънцето винаги се движи успоредно на хоризонта от втория ден на пролетта до последния ден на лятото. Това означава половин година ден.

На първия ден от есента слънцето отново се движи по дължина на хоризонта. Но началото на втория ден на есента до последния ден на зимата слънцето се движи успоредно на хоризонта, но под него. Това означава половин година нощ.

Горния пример, разбира се е най-крайната ситуация. Има някои северни ширини, където пътя на Слънцето не е успореден на хоризонта. При тези ширини все още няма изгреви или залези, защото местната ширина е твърде голяма. В тези случаи ние можем да наблюдаваме известното явление „Северно сияние“

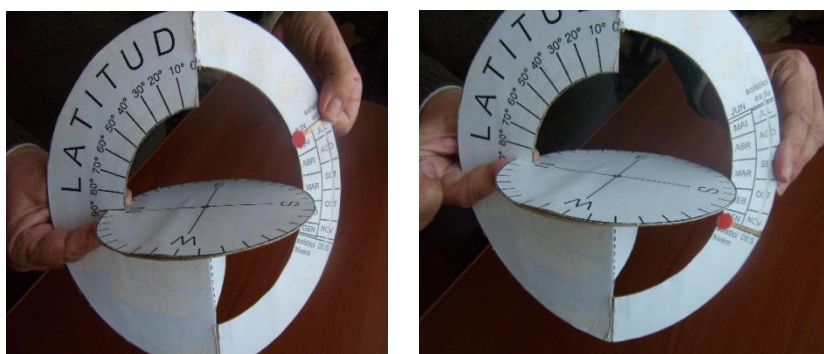
- **Северно сияние**

Ако зададем на демонстратора ширина 70° N (или 70° S в зависимост от полукълбото, което имаме предвид), ние можем да симулираме явлението Северно сияние. Ако поставим Слънцето на първия ден на лятото, 21 юни в северното полукълбо (или на 21 декември в южното полукълбо), ние можем да видим, че Слънцето не изгрява и не залязва на този ден. Пътят на слънцето е тангенциален на хоризонта, но никога под него. Това явление е известно като Северно сияние, защото слънцето е в горно положение в полунощ (фигури 21a и 21b).



Фигури 21a и 21b: Път на северното сияние в Лапландия (Финландия). Слънцето приближава хоризонта но не залязва. По-скоро започва отново да се издига (Снимка Сакан Екко).

При полюсите (90° N или 90° S) слънцето се появява на хоризонта за половин година и под хоризонта за останалата половин година. Много е лесно да се илюстрира това положение като се използва демонстратора (фигури 22a и 22b).



Фигури 22a и 22b: Демонстраторът показва слънцето над хоризонта за половин година и под хоризонта за половин година

Екваториални области СЛЪНЦЕТО В ЗЕНИТ

- *Слънцето в зенит*

В екваториалните обласати, четирите сезона не са много отличителни. Пътят на слънцето на практика е перпендикулярен на хоризонта и височината на Слънцето е практически еднаква през време на цялата година. Продължителността на дните също е много подобна (фигури 23а, 23b и 23c).



Фигури 23а, 23b и 23с: Слънцето изгрява на първия ден на всеки сезон : ляво – първия ден от лятото, център – първия ден от пролетта или есента и дясно – първия ден от зимата (в северното полукуълбо. На екватора пътят на слънцето е перпендикулярен на хоризонта. Слънцето изгрява на почти същото място всеки сезон. Ъгловите разстояния между изгревите са само 23.5° (еклиптично отклонение). В повечето крайни ширини пътят на слънцето е по- отклонен и разстоянията между трите точки на изгрев се увеличават (фигури 17 и 19).

Още повече в тропическите страни има някои специални дни: дните, когато Слънцето преминава през зенита. На тези дни слънцето достига повърхността на земята при екватора перпендикулярно. По тази причина температурата е по-висока и сенките на хората изчезват под техните обувки (Фигура 24а). В някои древни култури тези дни са считани за много специални, защото явлението е много лесно за наблюдение. Това е така и сега. В действителност има два дни в годината, когато Слънцето е в зенит за хората, които живеят между Тропика на Рака и Тропика на Козирога. Можем да илюстрираме това явление като използваме демонстратора. Възможно е също приблизително да изчислим датите, които зависят от ширината (фигура 24b).



Фигура 24а: Малка сянка (Слънцето е почти в зенит на място в близост до екватора). Фигура 24b: Симулиране на слънцето в зенит в Хондурас (ширина 15° N).

Например (фигура 24в), ако изберем ширина от 15° N, като използваме демонстратора ние можем да изчислим приблизително на кои дни Слънцето е в своя зенит по обяд. Необходимо е само да се държи пръчка перпендикулярно на диска на хоризонта и ние виждаме, че тези дни са в края на април и в средата на август.

XXL демонстратори

Естествено, демонстраторът може да бъде направен с други материали, например дърво (figure 25a). В този случай може да се използва светлинен източник за да покаже положението на слънцето. С камера, използвайки дълго време на експозиция, е възможно да се визуализира пътя на слънцето (Фигура 25b).



Фигура 25a: XXL дървен демонстратор. Фигура. 25b: Дървен звезден демонстратор. Фигура. 25c: С камера е възможно да се фотографира пътя на слънцето като се използва дълъг период на експозиция.. (Снимки : Сакан Екко).

Лунен демонстратор: Защо луната се усмихва на някои места?

При обучение на учениците за Луната, ние бихме искали те да разберат защо луната има фази. Учениците също трябва да разберат как и защо се случват затъмненията. Фазите на луната са много зрелищни и е лесно да бъдат обяснени посредством топка и източник на светлина.

Модели като тези на фигура 26 изобразяват на лунния полумесец и на последователните промени. Има правило на палеца, което определя, кога луната е с формата на „C“ и кога намалява като „D“. Това е валидно за жителите на южното полукукло, но е безполезно в северното полукукло, където се казва, че луната е „лъжлива“

Нашият модел симулира фазите на луната (Фигура 26) и ще покаже защо Луната изглежда с формата на „C“ или „D“ в зависимост от фазата. Много пъти луната се наблюдава на хоризонта както е показано на фигура 27. В зависимост от държавата,

обаче, е възможно да се наблюдава Луна като наклонено "С", наклонено "D" (фигура 28a) или в други случаи като "U" наричано „усмихната Луна“; фигура 28b). Как можем да обясним това? Ще използваме лунния демонстратор за да разберем променливия вид на лунната четвъртина от различни географски ширини.



Фигура 26: Фази на луната.



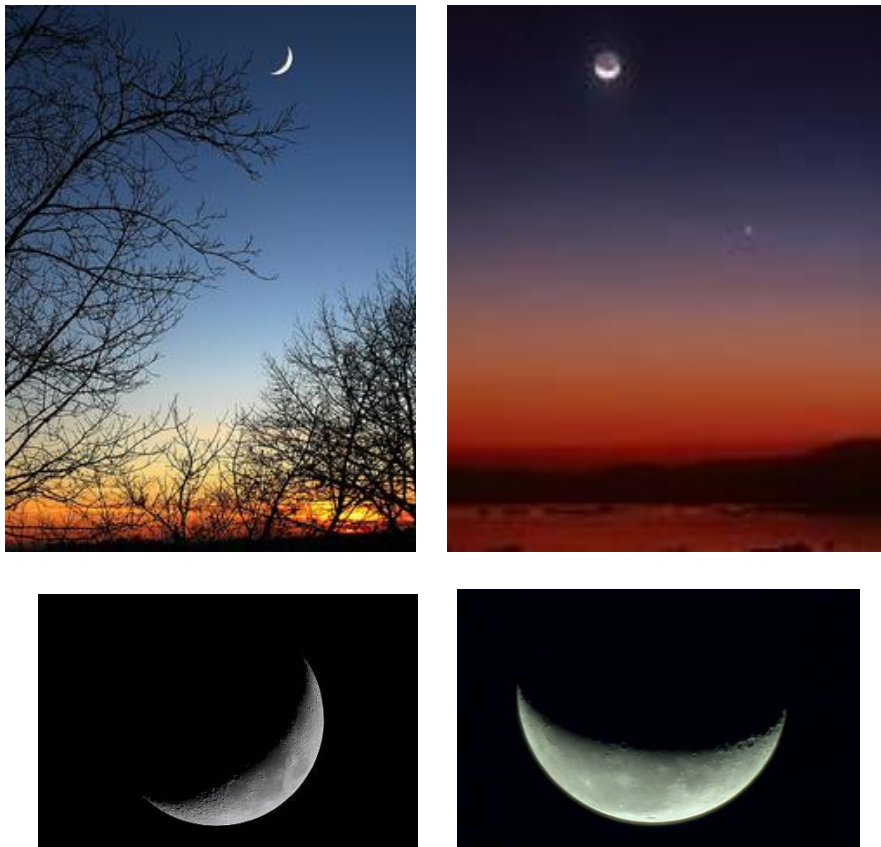
Фигура 27 Фази на луната наблюдавани на хоризонта

Ако разгледаме движенията на Луната, също трябва да вземем предвид нейното положение спрямо Слънцето (каквото е случая с лунните фази) и нейното отклонение (тъй като то също се променя всеки ден, и по бързо отколкото при Слънцето). Затова трябва да построим демонстратор, който дава на учениците възможността лесно да променят позицията на Луната спрямо Слънцето и отклонение, което значително се различава през месеца. Наистина, както се вижда от Земята срещу звездите на фона, Луната описва траектория за един месец подобна на тази на Слънцето за година, заедно със „затъмненията“ (но с отклонение около 5° поради отклонението на нейната орбита).

Луната е в посоката на Слънцето, когато имаме „Нова луна“. Когато има „Пълна луна“, тя е в точка противоположна на затъмнението и нейното отклонение е противоположно на това на Слънцето (в рамките на 5 градуса север или юг). Например при юнско слънцестоене „Пълната Луна“ е в положение в което е Слънцето през време на декемврийското слъннцестоене и неговото отклонение е отрицателно (между -18° и -29°) Ежедневното движение на пълната Луна през юни е подобно на това на Слънцето през декември.

Ако разгледаме формата на полумесец "D" в северното полукуълбо (и "C" в южното), ние знаем, че Луната е 90° спрямо слънцето. Тя обаче е „далече“ от Слънцето на

еклиптическия път (разлика от около 3 месеца). През юни сърповидната Луна ще има отклонение близко до отклонението на Слънцето през септември (0°). През месец септември, ще има отклонение близко до това на Слънцето през декември (-23.5°), итн...



Фигура 28a: Луна с наклонен полумесец Фигура 28b: Усмихната луна

Изработване на демонстратора

Лунния демонстратор се прави по същия начин като слънчевия демонстратор. Както и в предишния случай ние се нуждаем от модел да симулираме наблюденията от северното полукълбо и един за южното полукълбо (фигури 12 и 13 за северното полукълбо и 12 и 14 за южното полукълбо). Добра идея е също да се изработи двойно по-голям демонстратор за използване от учителя.

За уреди като слънчев симулатор на намаляваща луна (под формата на „C“ за северното полукълбо или под формата на „D“ за южното полукълбо) вместо Слънчев симулатор се използват за лунен симулатор според инструкциите по-долу.

За да поставите луната в демонстратора изрежете фигура 29b (четвърт Луна) и я залепете с две ленти тиксо върху и под разреза на луната (син пунктир). Поставете тази прозрачна лента в зоната на демонстратора където са определени месеците (фигури 12 или 14 в зависимост от полукълбото). Идеята е, че ще бъде лесно да се движи тази лента нагоре и надолу в тази зона за да бъде поставена върху избрания месец.



Фигура 29а: Използване на демонстратор,

Фигура 29b: Луната в прозрачната лента на четвърт луна



Използване на лунния демонстратор

За да използвате демонстратора вие трябва да изберете ширина. Ще пътуваме по цялата земна повърхност на въображаемо пътешествие като използваме демонстратора.

Като използвате вашата лява ръка задръжте основната част на демонстратора (фигура 30) за празната зона (под квадранта на географска ширина) и движете диска на хоризонта, докато покаже избраната ширина. Изберете деня за който искате да симулирате движението на намаляваща луна. Добавете три месеца към тази стойност и поставете луната в четвърта фаза (фигура 29b). Месецът към който е обърната луната е мястото, където ще бъде слънцето след три месеца. Използвайте дясната си ръка за да движите диска, който държи луната от изток на запад.

Със симулатора за северното полукуълбо можете да видите образа на четвъртата четвърт на лунните промени с ширина и време на годината. От от перспективата на модела намаляващата лунна четвърт може да появи като “С” или “U” на хоризонта.

- (figure 30a). Ако изберем ширина от около 70° N или 70° S можем да видим лунната четвърт като “С” движеща се от изток на запад. Времето на годината няма значение. За всички сезони луната изглежда като “С” (фигура 30a).
- Ако ширината е 20° N или 20° S наблюдателят е близо до тропиците и можем да видим четвъртината на луната като усмивка или “U”. Луната се движи като следва линия по перпендикулярна към хоризонта отколто в предишния пример (фигура 30b). Формата “U” не се променя при друг месец. Изглежда по този начин през цялата година.
- Ако ширината е 90° N или 90° S, наблюдателят е на полюсите и в зависимост от предвидения ден :
 - Можем да видим лунната четвърт като “С” движеща се по път успореден на хоризонта.
 - Не можем да я видим, защото траекторията и е под хоризонта.
- Ако ширината е 0° , наблюдателят е на екватора, и можем да видим лунната четвърт като усмивка “U”. Луната изгрява и залязва перпендикулярно на хоризонта. Тя ще се скрие (по обяд) във “U” форма и ще се появи отново като това: “∩”

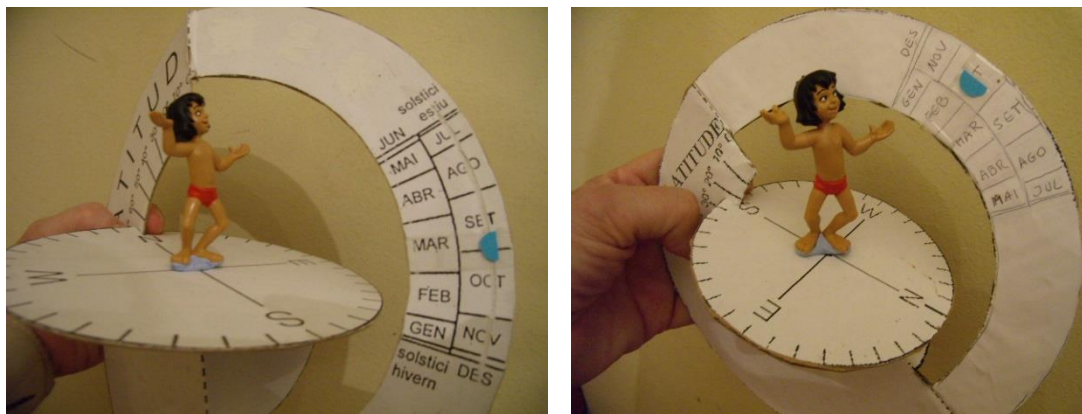


Fig. Фигура 30a: Демонстратор за ширина 70° N, Фигура. 30b: ширина 20° S.

За други наблюдатели, които живеят на умерени ширини лунната четвърт изгрява и залязва повече или по малко под ъгъл и има средна форма между "C" и "U".

Горните коментари се прилагат съответно за Луна във форма "D". Отново ние трябва да си припомним да коригираме деня (в този случай трябва да извадим три месеца) когато я поставяме на мястото на Слънцето.

- Ако въведем -70 ° ширина (или 70 ° юг) можем да видим намаляващата Луна като "D" която се движи от изток на запад. Това не зависи от времето на годината. Във всички сезони луната се появява като "D" (фигура 30a).

- Ако ширината е -20 ° (фигура 30b) наблюдателят е на тропиците и вижда луната като усмивка "U", вероятно леко наклонена. Луната се движи по траектория перпендикулярна на хоризонта за разлика от тази в предишния пример (фигура 30b). Формата "U" не се променя в зависимост от месеца.

- Ако ширината е - 90 °, наблюдателят е на южния полюс и, според датата ще може да:
 - Види луната като "D" движеща се успоредно на хоризонта.
 - Няма да вижда луната, защото пътят и е под хоризонта.

- При ширина от 0°, както при симулатора за северното полукълбо, наблюдателят е при екватора и ние можем да видим усмивката на луната като "U". Луната изгрява перпендикулярно на хоризонта и ще се скрие (около обяд) като "U" и ще се появи като '∩'.

За други наблюдатели, които живеят в умерените ширини, фазата на Луната изгрява и залязва на средно положение между "D" и "U", и е повече или по-малко склонна за да съответства на наблюдението.

Тези коментари могат да бъдат приложени по подобен начин когато Луната се появява като "C", и отново се извадят три месеца от положението на Слънцето.

“Посвещение: „Авторът благодари на Джоузеф Снيدر за неговото слънчево устройство, произведено през 1992, което я е вдъхновило да произведе други демонстратори”

Библиография

- Ros, R.M., *Отвътре и отвън*, Les Cahiers Clairaut, 95, 1, 5. Orsay, France, 2001.
- Ros, R.M., *Положението на изгрева и заляза се менят всеки ден. Резултати от 6 то международно лятно училище EAAE*, 177, 188, Barcelona, 2002.
- Ros, R.M., *Два етапа в движението на звездите: демонстратор и местен модел на звездна сфера. Резултати от 5то международно лятно училище EAAE* , 181, 198, Barcelona, 2001.
- Snider, J.L., *Вселена във вашите ръце*, Frankoi, A. Ed., Тихоокеанско астрономическо общество, San Francisco, 1995.
- Warland, W., *Решаване на проблеми посредством демонстратор за движение на Слънцето* . Резултати от 4-то EAAE международно лятно училище, 117, 130, Barcelona, 2000.