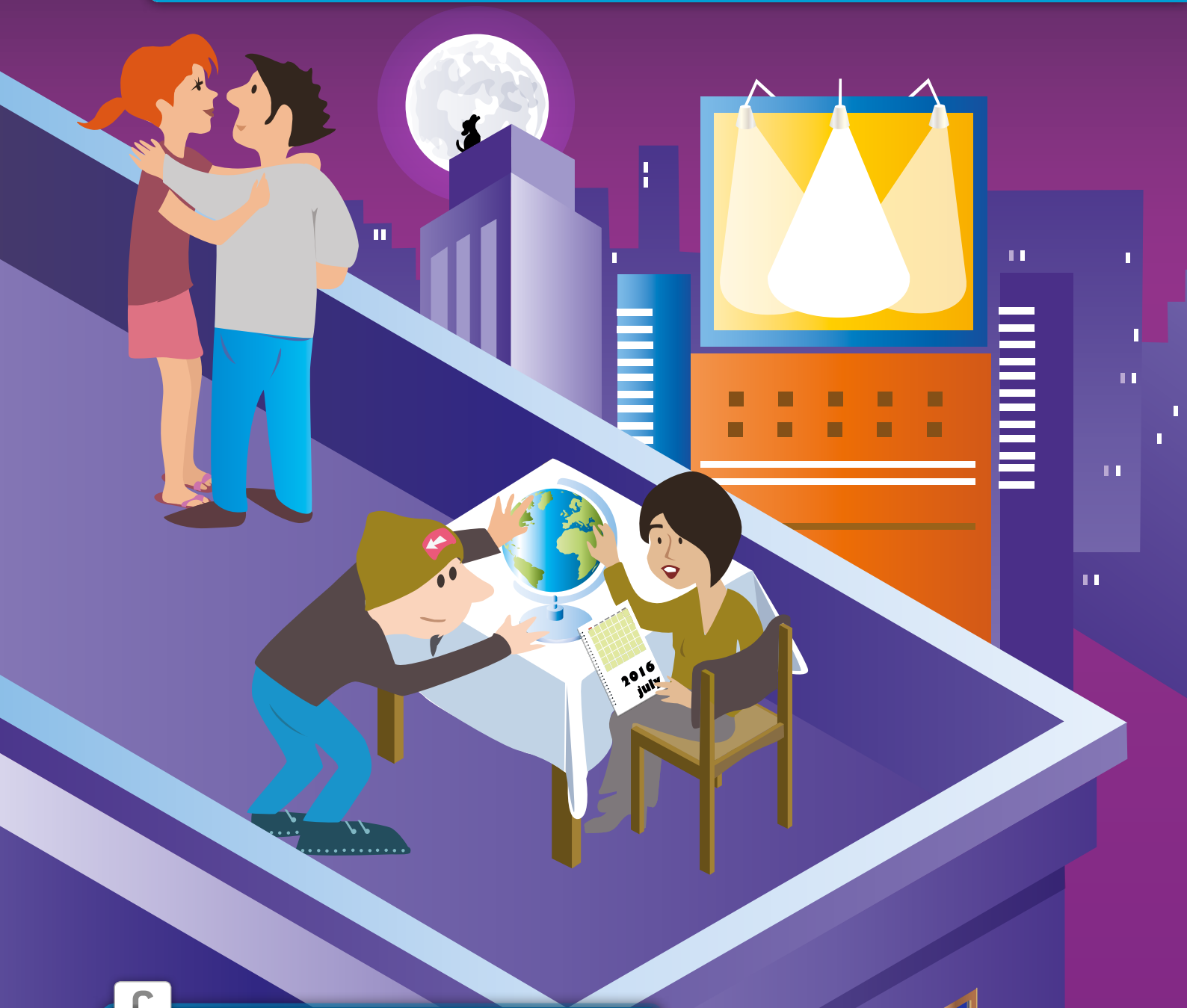


Cristina Viñas Viñuales · Ederlinda Viñuales Gavín



C

A Hold fázisai



BEVEZETÉS

Észrevetted már valaha, hogy függetlenül attól, hogy a Föld melyik pontján vagyunk, mindannyian ugyanolyan alakú Holdat látunk egy adott napon? Észrevetted már, hogy a Hold megvilágított része szekvenciálisan és ciklikusan változik?

Ebben az anyagrészen az a célunk, hogy a diákok megértsék azt, hogy a Nap, a Föld és a Hold relatív pozíciójának milyen hatása van a Hold fázisaira, hogyan tudják meghatározni ezt a fázist egy adott napra vetítve, és hogyan tudják kiszámítani azt, hogy mekkora a megvilágított rész százalékos aránya.

Ezt a részt 14–16 éves diákoknak ajánljuk, mert szükség van bizonyos előzetes trigonometriai és csillagászati ismeretekre.

Néhány csillagászatra vonatkozó megjegyzés

Amikor holdfázisról beszélünk, a Hold megvilágított részére utalunk, ahogy azt egy megfigyelő a Földről látja. Ez a Föld, a Hold és a Nap egymáshoz viszonyított pozíciójától függően ciklikusan változik, a Hold Föld körüli keringése során. A Hold felszínének egyik felét mindig megvilágítja a Nap, de a Földön álló megfigyelő által látható megvilágított félteke a Hold teljes korongjától (telihold) annak egyáltalán nem láthatóságáig (újhold) változhat.

Már régen rájöttek arra, hogy a Hold alakja annak korától függ, azaz az előző újhold óta eltelt napok számától. Az

① ábrán a belső kör a Hold pályáját mutatja, feltételezve, hogy az kör alakú, középpontjában a Földdel. A Nap irányát a napfény jelzi és mivel a Nap távolsága mintegy 400-szorosa a Holdénak, feltételezhetjük, hogy a Nap iránya a Holdról nézve mindig párhuzamos annak geometriai irányával. Mivel a Holdat a Nap világítja meg, pályája különböző részein nappali és éjszakai oldala az ① ábrán láthatóak szerint alakul.

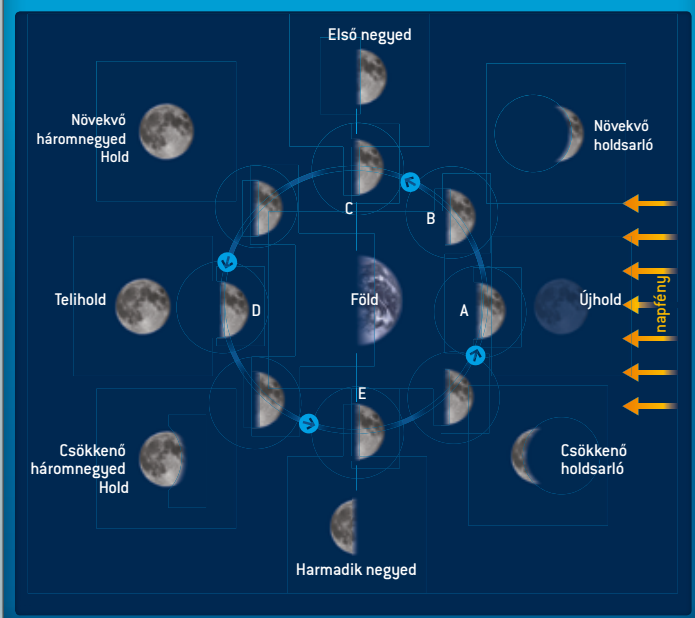
A külső körben található ábrák a Hold Földről látható képét mutatják, más szóval a Hold fázisait. Az A pontnál újhold van; B-nél növekvő félholdat látunk (a növekedés a Hold megvilágított részére utal, ami egyre nagyobb). Az első negyed C-nél látható; C és E között a Hold megvilágított arcának több mint fele látható, ezt az állapotot nevezzük telő holdnak. D-nél van telihold; E-nél a harmadik negyed. E és A között fogyó holdat látunk (minden nap egy kicsit kevesebbet látunk a Holdból, amíg teljesen el nem tűnik, azaz újhold lesz).

Most már meg tudjuk határozni a Hold szinódikus periódusát, a lunációt, azaz a holdhónapot. Bár a Hold pályája változik, a két egymást követő újhold között eltelt idő hosszára meghatároztak egy átlagos értéket. Ez az Sc nevű érték 29,53059 nap.

A Hold sziderikus periódusának vagy sziderikus hónapnak azt az időtartamot nevezzük, amelynek folyamán a Hold egyszer teljesen megkerüli a Földet. A háttérben lévő csillagokhoz viszonyítva ez a Hold útja A és B között a ② ábrán. Ismét meg tudunk határozni egy átlagos értéket, ami itt 27,32166 nap.

A két időszak közötti eltérés annak a ténynek köszönhető, hogy a Holdnak egy kicsit tovább kell haladnia a pályáján, hogy utolérje a Napot, amely geometriai szempontból szintén a Föld körül kering (a Föld a ② ábrán E-től F-ig halad, mialatt a Holdnak B pont helyett C pontot kell elérnie, hogy újhold lehessen, ahogy azt az A pontban bemutattuk). A három mennyiség, nevezetesen a Hold Föld körüli és a Föld Nap körüli keringésének sziderikus periódusai és a Hold szinódikus periódusa összefügg egymással.

① A Hold nappali és éjszakai oldala

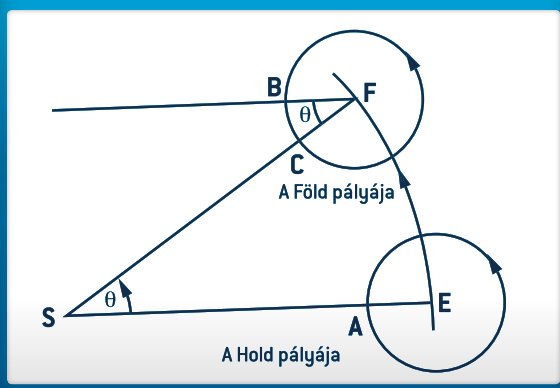


FORRÁSOK

Első rész: A bevezetéshez és a munka bemutatására egy Mac OS X számítógépet használtunk, verzió: 10.4.11. Alkalmazások: Word és Adobe Illustrator CS az ábrák esetében.

Az alkalmazás fejlesztéséhez Eclipse IDE-t (lásd a mellékletben) használtunk Java 1.6-al és Java 3D könyvtárral. Az alkalmazás megtalálható a www.science-onstage.de oldalon és a forrással együtt letölthető.

2 A Nap, a Hold és a Föld viszonya geometriai szempontból



ALAPOK

Ebben az anyagrészen elmagyarázzuk az egy adott napra vonatkozó holdfázis északi féltékét illető kiszámításához szükséges lépéseket. Ezután a diákok manuális úton ki tudják számítani a fázist, vagy ezt alapként használhatják egy olyan alkalmazás programozásához, mint például az a Java verzió, amelyiket mi az információs és kommunikációs technológiához készítettünk.

Adatbevétel

A holdfázis kiszámításához szükséges egyetlen adat az a dátum, aminek a fázisát a diákok tudni szeretnék. A dátum esetében megadjuk a napot, a hónapot és az évet.

Elemzés

1. A diákok először az adott dátummal {év, hónap, nap} kezdenek el dolgozni. Ezt a dátumot átalakítják Julián nappá [A JD időmérési rendszert a csillagászok használják. Ez az 1900. január 1. déli 12 óra – ami Greenwich-i idő szerint az 1899. december 31. éjféli – óta eltelt időt jelentő napban kifejezve]. Az órát déli 12 órakor rögzítették. Így egy adott dátum {nap, hónap, év} Julián nappá való átszámításához csak az alábbi egyszerű egyenleteket kell megoldanunk:

$$a = \frac{(14 - \text{month})}{12}$$

$$y = \text{year} + 4800 - a$$

$$m = \text{month} + 12 * a - 3$$

$$y = \text{év} + 4800 a$$

$$m = \text{hónap} + 12 * a - 3$$

Így, a JD [nap, hónap, év]

JD [nap, hónap, év] = nap

$$JD[\text{day}, \text{month}, \text{year}] = \text{day} + \frac{(153 \cdot m + 2)}{5} + 365 \cdot y + \frac{y}{4} - \frac{y}{100} + \frac{y}{400} - 32045$$

a választott nap Julián nap formájában.

2. Referencia dátumként egy korábbi újhold időpontjára is szükségünk lesz, például 1900. január 1. Ezt a dátumot át kell alakítani Julián nappá, az előző lépésnek megfelelően.

Ne feledjük, hogy ha a JD [1,1,1900]_{Reference} a referencia dátum, akkor ennél korábbi holdfázisokat nem lehet kiszámítani.

3. A következő lépés az általunk választott dátum és a referencia dátum közötti különbség kiszámítása:

$$JD[x]_{\text{Current}} - JD[x]_{\text{Reference}} = D$$

Ez a számítás lehetővé teszi, hogy megtudjuk, hogy hány nap telt el az adott ismert újhold óta.

4. Mint azt már korábban elmagyaráztuk, Sc a két egymást követő újhold között eltelt időintervallumot jelenti. Ezzel, ha a D/Sc egész számú osztást elvégeztük, maradékként megkapjuk az utolsó újhold óta eltelt napok számát. Nevezzük ezt a maradékot A-nak, A lesz a Hold kora. Így a Hold kora = A = D modulus Sc.

5. Mivel Sc 29,53059 és az osztás maradéka nulla, a fázis újhold lesz. Így a maradék 1 és 29 közötti értékeket vehet fel, ahol 29 nullával egyenértékű, azaz újhold van.

Ezután már könnyű lesz a fázisok maradékának minden értékéhez egy számot rendelni. Ezt az óramutató járásával ellentétes irányban tesszük, mint az 1 ábrán. Tehát a 0 érték újholdat jelent, míg 7,38 az első negyednek, 14,76 teliholdnak és 22,15 a harmadik negyednek felel meg.

6. Če želimo poleg tega, da na izbrani dan opazujemo lunino meno, tudi izračunati osvetljeni delež, uporabimo enačbo

$$\text{Percentage} = \frac{1}{2} \left(1 - \cos\left(\frac{360}{S_c} * A\right) \right) * A$$

Ha $P = 0$, akkor újhold van, ha $P = 1$, akkor pedig telihold. De ha $P = 1/2$, akkor ez az első vagy a harmadik negyedét jelenti?

Ehhez további szempontokat is figyelembe kell vennünk. A korábban használt egyenlet alapján A a Hold korát jelöli és $\eta = 360 * [A/S_c]$. η a Hold elongációja. Lásd a 2B ábrát. Amikor a Nap, a Föld és a Hold az idézett sorrendben állnak, akkor $\eta = 180^\circ$ és telihold van, valamint 29/2 nap telt el az utolsó újhold óta. A 2B ábra alapján a következőket feltételezhetjük:

Ha $0 < A \leq 29/2 \rightarrow 0 < \eta \leq \pi$, akkor két eset lehetséges:

- Ha $0 < \eta < \pi/2$, akkor a Hold növekvő holdsarló, az árnyék a bal oldalon van és a megvilágított rész kevesebb, mint a fele a holdkorongnak 3
- Ha $\pi/2 < \eta < \pi$, akkor a Hold növekvő félhold, az árnyék a bal oldalon van és a megvilágított rész több, mint a fele a holdkorongnak 4

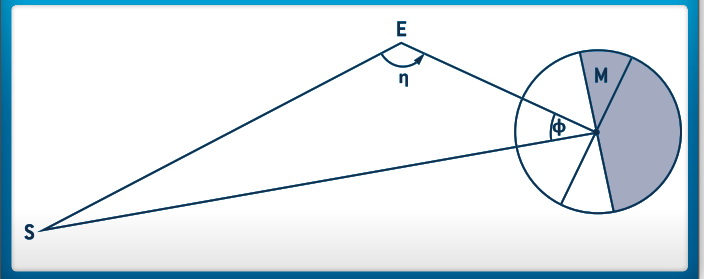
Ha $A = 29/2 \rightarrow \eta = \pi \rightarrow$ telihold.

Ha $A \geq 29/2 \rightarrow \pi < \eta \leq 2\pi$, akkor két eset lehetséges:

- Ha $\pi < \eta < 3\pi/2$, akkor a Hold fogyó félhold, az árnyék jobb oldalon van és a megvilágított rész több, mint a holdkorong fele. 5
- Ha $3\pi/2 < \eta < 2\pi$, akkor a Hold fogyó holdsarló, az árnyék jobb oldalon van és a megvilágított rész kevesebb, mint a fele a holdkorongnak 6

Ezek alapján el tudjuk dönteni, hogy ha $P = 1/2$, akkor a Hold az első vagy a harmadik negyedben van-e. Ehhez hasonlóan például azt is ki tudjuk következtetni, hogy egy 0,8 százalékos érték a Hold korongjának jobb vagy

2B A Hold elongációja



bal oldalára vonatkozik és a holdsarló növekvő vagy fogyó fázisban van-e.

Eredmények

Az elemzés elvégzése után a diákok tudni fogják, hogy melyik holdfázis felel meg az adott dátumnak és a megvilágított rész mekkora százalékát teszi ki a Hold felszínének.

A tananyag részét képezi egy Java alkalmazás fejlesztése. A diákok és a tanárok ennek segítségével jobban megérthetik a Nap, a Föld és a Hold egymáshoz viszonyított helyzetének hatását az egyes holdfázisok idején, vagy pedig ellenőrizhetik a kapott eredményeket.

Az alkalmazás a három alábbi zónára osztható: egy információs panel az aktuális holdfázissal a bal oldalon, egy a Napot, a Földet és a Holdat ábrázoló animáció a jobb oldalon, alul pedig egy szövegmező a dátum megadására.

Az animációs panelen két gomb található: Lejátszás és Stop. Ezek segítségével szabályozhatjuk a Nap, a Föld és a Hold helyzetét. A pozíciótól függően a bal oldalon található információs panel megmutatja az aktuális holdfázist.

Egy adott dátum fázisának kiszámításához a diákoknak csupán az alsó szövegmezőben kell megadniuk a napot,

3 Növekvő holdsarló fázis

$0 < A < 29/2$ $0 < \eta < \pi/2$

4 Növekvő háromnegyed Hold fázis

$0 < A < 29/2$ $\pi/2 < \eta < \pi$

5 Csökkenő háromnegyed Hold fázis

$A > 29/2$ $\pi < \eta < 3\pi/2$

6 Csökkenő holdsarló fázis

$A > 29/2$ $3\pi/2 < \eta < 2\pi$

a hónapot és az évet és megnyomni a Kiszámít gombot. Az információs panel és az animáció tartalma frissítésre kerül és a kiszámított holdfázisnak megfelelő információt mutatja.

Ha manuálisan akarják kiszámolni a fázist, akkor csak követniük kell a már elmagyarázott lépéseket és az alkalmazás segítségével ellenőrizhetik az eredményt.

A korábban említetteknek megfelelően ez a program bármely napra vonatkoztatva ki tudja számítani a holdfázist az északi féltekén. Ösztönözzük a diákokat, hogy kiderítsék, hogy a déli félteke lakói hogyan látják a Holdat egy bizonyos napon. Ők is ugyanazt a fázist látják, mint mi? Miben különbözik a fázis látványa [kivéve az újholdat és a teliholdat] a két féltekén? El tudjuk magyarázni a különbséget? És végül arra bátorítjuk a diákokat, hogy egy olyan programot készítsenek, ami segít nekik megjeleníteni a Hold fázisait a déli féltekén.

KÖVETKEZTETÉS

Ez Az anyag rész egy irányított módszert mutat be egy adott napra vonatkozó holdfázis kiszámítására.

A tanároknak azt javasoljuk, hogy ösztönözzék diákjaikat a csillagászat ezen alapvető fogalmainak megtanulására, illetve a holdfázisok kiszámítására és magyarázatára irányuló egyszerű lépések követésére.

A tanárok és a diákok egyaránt használhatják a Java alkalmazást, hogy jobban megértsék a folyamatot, ellenőrizzék az eredményeiket vagy csak az egymást követő napok fázisainak összehasonlítására. A Java forráskód hasznos segítséget nyújt az ilyen szimulációk programozásánál.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ▮ Abad, A.; Docobo, J.A. & Elipe, A. *Curso de Astronomía. Colección textos docentes*. Prensas Universitarias de Zaragoza. 2002.
- ▮ Duffett-Smith, Peter. *Astronomy with your personal computer*. Cambridge University Press. 1986.
- ▮ Viñuales Gavín, E & Ros Ferré, R.M. *Movimientos Astronómicos. Un enfoque con cuatro modelos*. Mira Editores. Zaragoza (Spanyolország). 2003.
- ▮ *Java 3D Api development*: java.sun.com/developer/onlineTraining/java3d/index.html.

