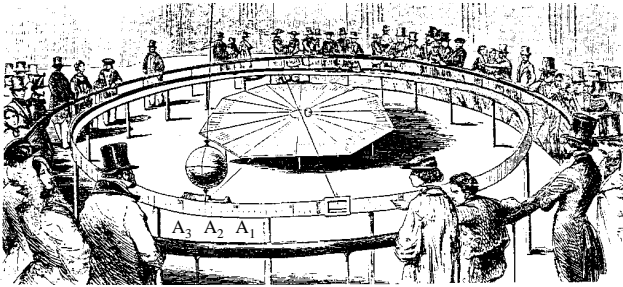


FOUCAULTen izartxo

Antonio del Campo

Oso ezaguna da Lurraren errotazioa frogatzeko Foucault-ek egindako esperimntua. 1851. urtean, Parisko Panteoian (kupulatik), 67 metroko barra batetik, 30 kg-ko kobrezko bola bat zintzilikatu zuen (1. irudia).



1. irudia.

Lehen esan dugunez, kasu honetan ere irudia eta azalpenak fenomenoaren hurbilketak dira, baina nire ustez gauza batzuk nahikoa oker daude.

A) Testuan eta irudian pendulua eki-mendebaleko norabidean askatu behar dela adierazten da, eta hori ez dago batere zuzen; guztiz berdina baita pendulua askatzeko erabiltzen den norabidea.

B) Oszilazio bakoitzean desbideratzen den angeluak konstantea izan behar du, beraz $AA' = A'A'' = A''A'''$ etab.

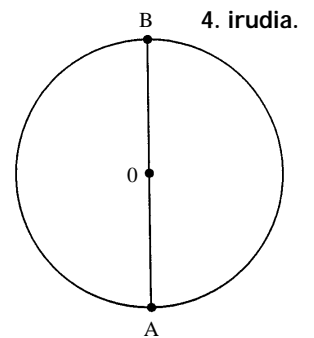
C) Oszilazio bakoitzean bi semi-oszilazioek (joanak eta etorrriak) simetrikoak izan behar dute, esate baterako, A_2B_3 eta B_3A_3 -k. Beraz, biak pasatzen dira erdigunetik ala bat ere ez.

Orain ekuazio sakonetan murgildu barik, Foucault-en pendulua-
ren higidurak maila altuxeagoan aztertzen saiatu behar dugu.

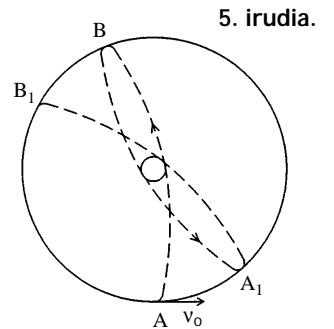
1) Lurrak bira egingo ez balu, pendulua-
ren ibilbidearen proiektzioa A, O, B, O, A, O, B ,
diametroa izango litzateke. (4. irudia).

2) Pendulua askatu beharrenean, v_0 hasierako abiadura tangentialaz higitzen hasten bada (tarka baten bidez esate baterako) A, B, A_1, B_1 , ARROSA-TXOA da bere ibilbidearen proiektzioa plano horizontalean (5. irudia).

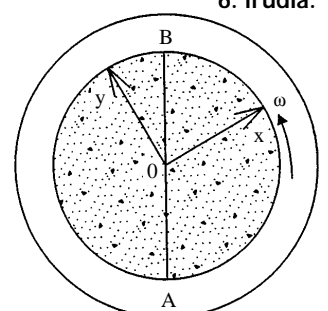
3) 1. kasuan bezala, pendulua abiadura tangentialik gabe askatzen badugu, bere ibilbidea A, O, B, O, A, O, B , zuzenkian egongo da. (6. irudia).



4. irudia.



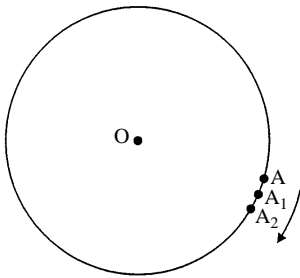
5. irudia.



6. irudia.

O, bere oreka-puntutik aldentuz, eta libre utziz, oszilatzeko hasi zen pendulua, A puntutik (ipar hemisferioan) erlojuaren orratzen norabideari jarraituz. (2. irudia) A_1, A_2 , etab. puntuetatik pasatu zen, harea pilatuta zegoen tokian poliki-poliki lurrera bota zuelarik.

2. irudia.



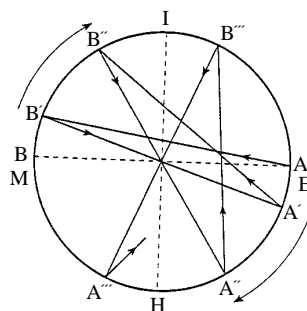
Bi bider egon naiz Parisko Panteoian, eta oraindik gaur egun, batzuetan pendulua turistentzat askatzen dute, Foucault-ek egindako esperimntua gogorarazteko. Telebista-pantaila batzuk daude, eta han azaltzen dute erraz eta dibulgazio-

mailan, Foucault-en pendulua-
ren higidurak nolakoak diren.

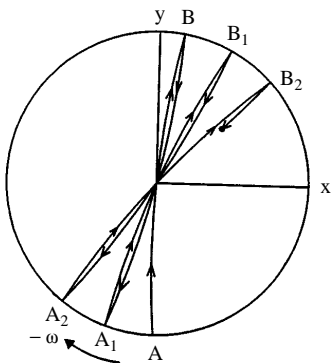
Egokia da dibulgazio-mailan, fenomeno fisikoak azaltzeko, sinplifikazioak eta adibide errazak erabiltzea, baina beti kalitate zientifiko minimoa mantendu behar da, eta nahiz eta azalpenak guztiz biribilak eta osoak izan ez, esaten denak, zuzena edo behintzat hurbilketa izan behar du, eta ahal bada hurbilketaren neurria adieraziz.

Adibide bat: 1995eko abendu-
ko *Elhuyar. Zientzia eta Teknika*
102. alean 46. orrialdean, Foucault-en pendulua-
ri buruz irudi bat eta lerro batzuk agertzen dira. (3. irudia).

3. irudia.



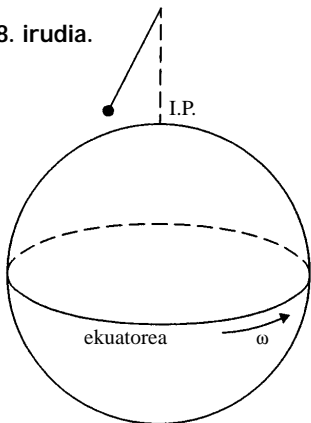
7. irudia.



Baina X eta Y ardatzek osatzen duten plataforma zirkularra, ω abiadura angeluarraz higitzen bada, eta pendulua plataformaren kanpotik askatzen badugu, ibilbidea, X eta Y ardatzekiko 7. irudian agertzen den bezalako izartxoak izango da, A, A_1, A_2 - ω abiaduraz higituko delarik.

4) Baina zer gertatzen zaie Lurrarekin batera higitzen diren penduluei, hau da Foucault-en pendulari esate baterako?

8. irudia.



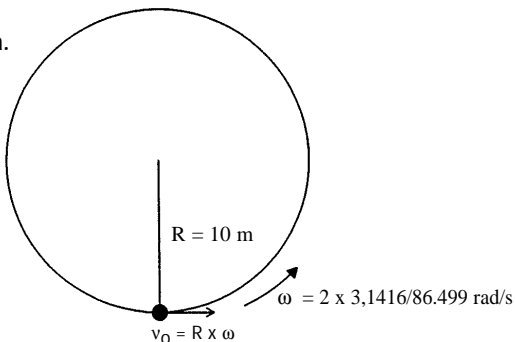
Gauzak errazago ulertzeko, Ipar Poloan kokatuko dugure pendulua, baina ondorio guztiak orokorrak dira (8. irudia).

Kasu honetan 2 eta 3. adibideetan dauden baldintzak batera betetzen dira.

2. kasuan bezala, pendulua askatu baino lehen, bolak Lurrarekin batera biratzen du. Beraz,

hasierako abiadura tangenziala $v_0 = \omega \times R$; $\omega = 1$ bira/1 egun = $= 2 \times 3,1416 / 24 \times 60 \times 60$ rad/s izanik (9. irudia).

9. irudia.



v_0 hau oso txikia da, esate baterako $R = 10$ m baldin bada $v_0 = 2 \times 3,1416 \times 10 / 24 \times 60 \times 60 = 0,000727$ m/s.

Hala ere, nahiz eta abiadura tangenziala oso txikia izan, nahikoa da penduluaren ibilbidea erdigunetik desbideratzeko.

Baina Lurra biraka dabil 3. kasuan bezala, eta beraz ibilbideak kurbak dira Lurrarekiko (3. kasuan plataforma birakorrarekiko bezala).

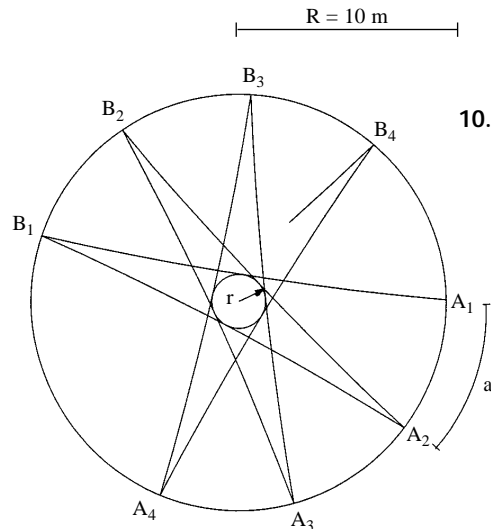
Lehen esan dugunez, ω txikia izanik, penduluaren ibilbidearen proiektzioak IA ZUZENAK dira eta IA ZENTROTIK PASATZEN dira.

Desbidazio hau eta ibilbide kurbatu hauek garbiago ikusteko, handiago egin behar da Luraren errotazio angeluarra.

Hau teorikoki baino ez dezakegu egin, noski.

Horixe egin dute Arrasateko Eskola Politeknikoan eta programa informatiko baten bidez, penduluaren ibilbidearen ekuazioak erabiliz ikuskor bihurtu dituzte aipatutako ibilbideak.

Lurraren abiadura angeluarra 1.000 bider handiagoa balitz, hau da, bira bat egun osoan (86.400 segundotan) eman beharrean 86,4 segundotan emango balu, Foucault-en penduluaren ibilbideak (Foucault-en Izarra) 10. irudian agertzen direnak izango lirateke.



10. irudia.

Abiadura angeluar honekin $r = 1,3$ m eta $a = 47^\circ$ dira.

Foucault-en penduluaren kasuan (bira bat 24 ordutan) $r = 1,3$ mm eta $a = 0,047^\circ$, guztiz txikiak ikusi ahal izateko.

Bukatzeko, ez dut komentatu barik utzi nahi, 1996ko martxoko alean DYNA aldizkarian, Foucault-en pendulari buruz bere artikuluan, Francisco Javier Mora Mas injineruak esaten duena.

Beste gauza harrigarri eta bitxi batzuen artean hau esaten du:

$$\omega (PF) = \omega (PD) \times \cos(a)$$

$\omega (PF)$ = Foucault-en penduluaren ibilbidearen biraketaren abiadura angeluarra.

Hau da 2. irudian A_1, A_2, A_3 puntuetatik pasatuz A hasierako puntutik, ekialdetik mendebalderantz desbidazio angeluarren abiadura.

$\omega (PD)$, plano dinamikoaren abiadura angeluarra.

Plano dinamikoa, bertikalak eta Eguzkiak osatutako plano da.

a = Eguzkiaren altuera plano horizontalarekiko.

Dakigunez ekuatorrean, Foucault-en penduluaren ibilbidea plano finkoa da, hau da, ez da batere diametro finkotik desbideratzen.

Baina formula hori erabiliz, udaberriko ekinozioan esate baterako a eta $\omega (PD)$ ez dira nulua eta ondorioz penduluaren biraketaren abiadura angeluarra ez litzateke nulua izango. Argi ikusten da adibide erraz honekin kapelu azpitik ateratako formula hori ez dela batere zuzena.