

PRESEK

List za mlade matematike, fizike, astronome in računalnikarje

ISSN 0351-6652

Letnik 22 (1994/1995)

Številka 6

Strani 342-343

Janez Strnad:

ODKLON PROTI VZHODU

Ključne besede: fizika, prosti pad, Coriolisova sila.

Elektronska verzija: <http://www.presek.si/22/1238-Strnad.pdf>

© 1995 Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije

© 2010 DMFA - založništvo

Vse pravice pridržane. Razmnoževanje ali reproduciranje celote ali posameznih delov brez poprejšnjega dovoljenja založnika ni dovoljeno.

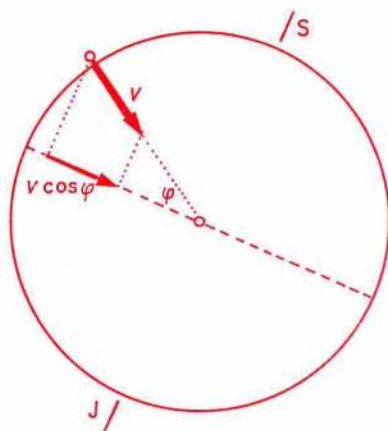
ODKLON PROTI VZHODU

Spoznanja ob razmišljanju o vrtnicu pri iztekanju pomagajo, da obdelamo zanimiv pojav, pri katerem se telo giblje navpično navzdol, ne v vodoravni smeri. V tem primeru Coriolisova sila $2mv\omega \cos \varphi$ odkloni telo proti vzhodu (slika 1). Pri tem je φ geografska širina. Pojav je najizrazitejši na ekvatorju, na polu pa ga ni. Odklona ni težko izračunati. Tako majhen je, da si lahko mislimo, da v navpični smeri telo enakomerno pospešeno pada zaradi težnega pospeška g . Njegova hitrost v navpični smeri s časom narašča kot gt , če smo telo spustili v trenutku $t = 0$. V smeri proti vzhodu, pravokotno na smer padanja, ustreza

Coriolisovi sili pospešek $2gt\omega \cos \varphi$. Z njim dobimo komponento hitrosti v tej smeri $gt^2\omega \cos \varphi$ in ustrezni premik, torej odklon proti vzhodu, $s = \frac{1}{3}gt^3\omega \cos \varphi$. Nazadnje odklon izrazimo z višino $h = \frac{1}{2}gt^2$, za katero telo v tem času pade,

$$s = \frac{2\sqrt{2}\omega \cos \varphi}{3\sqrt{g}} h^{3/2}.$$

Odklon je prvi natančno izračunal C.F.Gauss leta 1803. Zanj pa je vedel že I.Newton in je celo predlagal, da naj bi ga izmerili. To so prvič storili šele leta 1791, a so izidi pri poskusih s stolpa razočarali, ker je motil prepih (glej preglednico). To je veljalo tudi za naslednje merjenje. Šele Reichovi poskusi v rudniškem jašku so dali zadovoljlive izide. Merjenja W.W.Rundella v cornwalskem rudniku so bila manj natančna, a so pokazala tudi majhen odklon proti jugu. Na tak odklon je pomislil spočetka že Benzenberg. Prav zaradi tega odklona, ki ga ni bilo mogoče pojasniti s Coriolisovo silo, so nadaljevali s poskusi. Za poskuse E.E.Halla, ki ga poznamo po Hallovem



Slika 1. Radialna komponenta hitrosti telesa pri gibanju navpično navzdol.

pojavo, so na harvardski univerzi zgradili stolp, ki se je kasneje še enkrat vpisal v zgodovino fizike.¹

Skrbna merjenja so dala napovedani odklon proti vzhodu, medtem ko odklon proti jugu 0,045 mm ni presegal napake pri merjenju. V Parizu so delali poskuse v Pantheonu. Omeniti kaže, da je že leta 1851 edino L.Foucault prišel na misel, da pri nihalu Coriolisova sila kaže v prvi polovici nihaja v isto smer kot v drugi.

Leto	meril	kraj	φ	h	število merjenj	s_{izm}	s_{izr}
1791	Guglielmini	Bologna	44°	78,3 m		1,89 cm	1,09 cm
1802	Benzenberg	Hamburg	54°	76,3 m		0,90 cm	0,86 cm
1831	Reich	Freiberg	51°	158,5 m		2,84 cm	2,75 cm
1902	Hall	Cambridge	52°	23,0 m	984	0,15 cm	0,15 cm
1903	Flamarion	Pariz	49°	68,0 m	144	0,76 cm	0,81 cm

Tabela 1. Pregled najpomembnejših merenj odklona proti vzhodu teles pri prostem padanju. V zadnjem času so ugotovili, da se zaradi zračnega upora odklon poveča, v prvem približku na primer za 15 % pri višini 50 m in za 62 % pri višini 200 m. Tako je z zračnim uporom mogoče pojasniti manjše izmerjene odklone od izračunanih, pri katerih ni upoštevan zračni upor.

Pozneje so nadaljevali poskuse z Atwoodovim škripcem. J.G.Hagen je leta 1912 meril pri pospešku 0,1g. Z isto napravo so najprej v mirovanju določili navpičnico. Na višini 23 m se je izmerjeni odklon proti vzhodu 0,0899 cm dobro prilegal napovedanemu 0,0889 cm, ki ga je treba izračunati s pospeškom 0,1g. Odklon proti jugu 0,010 mm je bil manjši od napake pri merjenju. V tistih letih je tekla razprava predvsem o odklonu proti jugu. Za razliko od odklona proti vzhodu ta še ni do kraja pojasnjen. Pri precej manjšem odklonu proti jugu ali celo proti severu je vpletena oblika Zemlje in najbrž tudi krajevne posebnosti zemeljskega gravitacijskega polja.

Janez Strnad

¹ V njem sta R.V.Pound in G.A.Rebka leta 1960 prvič v laboratoriju z Mössbauerjevimi pojavom izmerila spremembo valovne dolžine svetlobe v gravitacijskem polju.