

Երկու խնդիր մեխանիկայից (10 միավոր)

Խնդրում ենք խնդիրը լուծել սկսելուց առաջ կարդացեք ընդհանուր ցուցումները:

Թագցված սկավառակը

Դիտարկենք r_1 շառավղով և w_1 հաստությամբ փայտե գլան: Գլանի ներսում ինչ - որ տեղ կա r_2 շառավղով և w_2 հաստությամբ մետաղյա սկավառակ: Մետաղե սկավառակը տեղադրված է այնպես, որ դրա B սիմետրիա առանցքը զուգահեռ փայտե սկավառակի S համաչափության առանցքին և տեղադրված է նույն հեռավորության վրա գլանի վերևի եւ ներքևի նիստերից: S -ի հեռավորությունը B -ից նշանակենք d : Փայտի խտությունը ρ_1 է, տետաղինը՝ $\rho_2 > \rho_1$: Փայտե գլանի և մետաղյա սկավառակի ընդհանուր զանգվածը M է:

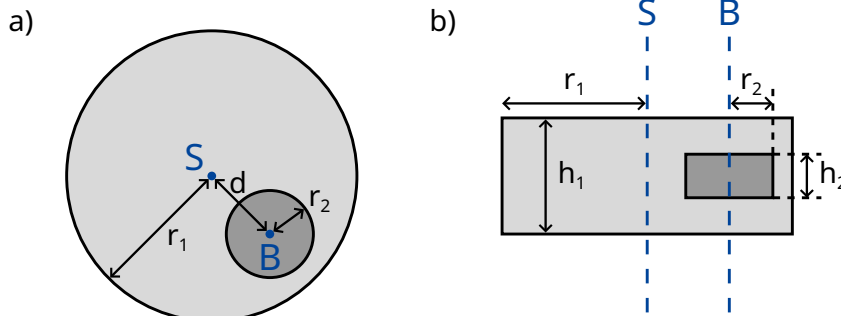
Այս խնդրում գլանը տեղադրել ենք գետնին, որպեսզի այն կարողանա ազատ գլորվել դեպի ձախ և աջ: Նկ. 1-ում պատկերված է դրա տեսքը վերևից և կողքից:

Խնդրի նպատակն է որոշել մետաղե սկավառակի չափը և դիրքը:

Երբ հետազայում պահանջվում է արտահայտել արդյունքը հայտնի մեծություններով, դուք կարող եք համարել որ հայտնի են

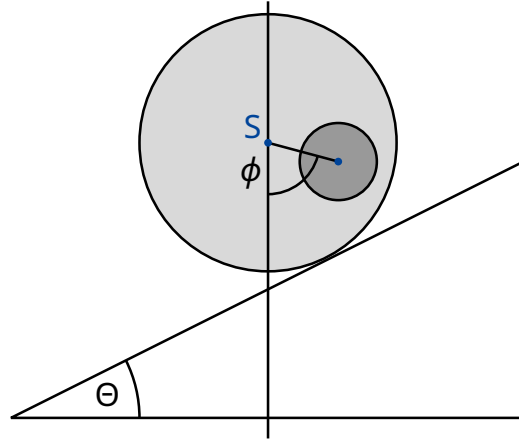
$$r_1, w_1, \rho_1, \rho_2, M. \quad (1)$$

Խնդրի նպատակն է որոշել r_2, w_2 ու d -ը տանուղակի մեթոդներով:



Նկ.1 a) տեսքը կողքից b) տեսքը վերևից

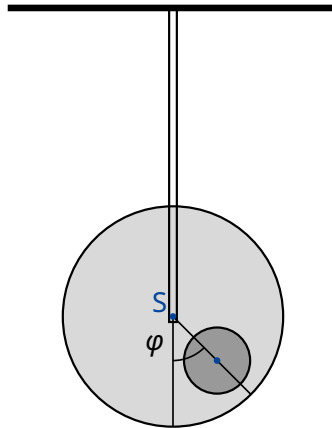
b համակարգի զանգվածի C կենտրոնի հեռավորությունն է գլանի սիմետրիայի S առանցքից: Այս հեռավորությունը որոշելու համար առաջարկվում է հետևյալ փորձը. Տեղադրում ենք գլանը հորիզոնական հիմքի վրա այնպես, որ նա լինի կայուն հավասարակշռության վիճակում: Այժմ դանդաղ թեքում ենք հարթությունը Θ անկյունով (տես նկ. 2): Դադարի շփման պատճառով կարող է գլորվել առանց սահքի: Նա մի քիչ կգլորվի և ապա կանգ կառնի կայուն հավասարակշռության դիրքում պտտվելով ϕ անկյունով, որը մենք չափում ենք:



Նկ.2 Գլանը թեք հարթության վրա

A.1 Գտեք b -ն որպես ֆունկցիա (1) մեծություններից, ϕ ու θ թեքման անկյուններից: 0.8pt

Այսուհետ մենք համարում ենք, որ b -ի արժեքը հայտնի է:



Նկ.3 Կախված գլանը:

Այժմ ուզում ենք գլանի I_S իներցիայի մոմենտը դրա համաչափության S : առանցքի նկատմամբ: Դրա համար կախում ենք գլանը համաչափության առանցքում: Այնուհետև շեղում ենք այն հավասարակշռության դիրքից փոքր ϕ անկյունով (տես նկ. 3): Տեսնում ենք, որ ϕ անկյունը տատանվում է T պարբերությամբ:

A.2 Ինչպես է փոփոխվում ϕ -ն: Արտահայտեք գլանի I_S իներցիայի մոմենտը համաչափության S առանցքի նկատմամբ T -ով, b -ով և (1)-ի հայտնի մեծություններով: Կարող եք ընդունել որ հավասարակշռության դիրքից շեղումները փոքր են այնպես որ ϕ -ն միշտ փոքր է: 0.5pt

A.1 ու A.2 հարցերի չափումներից այժմ ուզում ենք որոշել երկրաչափությունը և մետաղե սկավառակի դիրքը գլանի ներսում:

A.3 Արտահայտեք d հեռավորությունը b -ով a ու (1)-ի մեծություններով: Դուք կարող եք նաև որպես փոփոխականներ օգտվել r_2 -ից ու w_2 -ից a քանի որ դրանք կհաշվենք **A.5**-ում: 0.4pt

A.4 Արտահայտեք I_S իներցիայի մոմենտը b -ով ու (1)-ի մեծություններով: Դուք կարող եք նաև որպես փոփոխականներ օգտվել r_2 -ից ու w_2 -ից a քանի որ դրանք կհաշվենք **A.5**-ում: 0.7pt

A.5 Օգտվելով վերևում ստացված արտահայտություններից արտահայտեք w_2 -ը ու r_2 -ը b -ով, T -ով ու (1)-ի մեծություններով: Կարող եք նաև արտահայտել w_2 -ը որպես ֆունկցիա r_2 -ից: 1.1pt

Մաս B. Պտտվող տիեզերակայան (6.5 միավոր)

Ալիսան տիեզերագնաց է, որ ապրում է տիեզերակայանում: Տիեզերանավը շատ մեծ R շառավղով անիվ, որը պտտվում է իր առանցքի շուրջ, ապահովելով տիեզերագնացներին արհեստական կշռով: Տիեզերագնացները ապրում են անիվի եզրի ներսի մասում: Տիեզերանավը այնքան թեթև է որ դրա տիեզերական ձգողությունը կարելի է անտեսել:

B.1 Ինչպիսի ω_{ss} անկյունային արագությամբ պետք է պտտվի տիեզերակայանը որպեսզի տիեզերագնացները զգան նույն g_E -են ինչ Երկրի վրա: 0.5pt

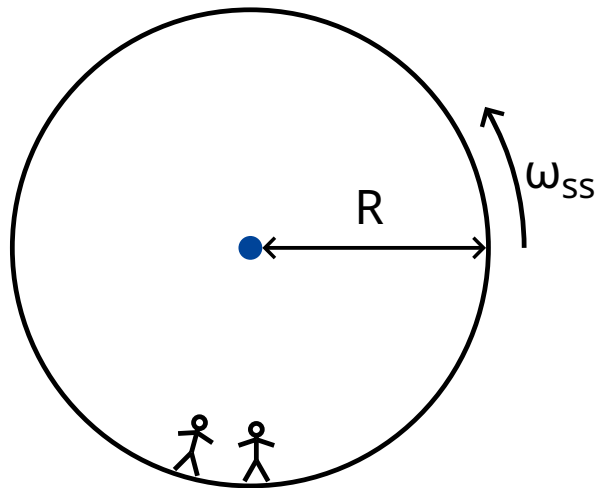
Ալիսը և իրա ընկեր Բոբ վիճեցին: Բոբը չի հավատում, որ նրանք իրականում գտնվում են տիեզերակայանում և օճողում է, որ նրանք Երկրի վրա են: Ալիսը ուզում է ֆիզիկայի օգնությամբ ապացուցել Բոբին, որ նրանք ապրում են պտտվող տիեզերակայանում: Դրա համար նա ամրացնում m զանգվածը k կոշտությամբ զսպանակին և տատանում է այն: Զանգվածը կարող է տատանվել միայն ուղղաձիգ ուղղությամբ և չի կարող շարժվել հորիզոնական ուղղությամբ:

B.2 Ընդունելով որ Երկրի ձգողությունը հաստատուն է g_E արագացմամբ, ինչքան կլինի չափվող տատանման շրջանային ω_E անկյունային հաճախությունը: 0.2pt

B.3 Ի՞նչ տատանման շրջանային ω հաճախություն կչափի Ալիսան տիեզերքում: 0.6pt

Ալիսան համոզված է, որ իր փորձը ապացուցում է, որ նրանք գտնվում են պտտվող տիեզերանավում: Սակայն Բոբի չի համոզվում: Նա պնդում է, որ երբ հաշվի է առնվում, գրավիտացիայի փոփո-

Խնդիրները կախված Երկրի մակերևույթից հեռավորությունից, ստանում ենք նույնպիսի արդյունք: Արդյո՞ք նա ճիշտ է:



B.4 Դուրս բերեք արտահայտություն $g_E(h)$ ձգողության արագացման համար Երկրի մակերևույթից փոքր h բարձրությունների դեպքում և հաշվեք այդ դեպքում $\tilde{\omega}_E$ անկյունային արագությունը (գծային մոտավորությունը բավական է): Երկրի շառավիղը $y R_E$. Է: 0.8pt

Իսկապես, Ալիսան տեսավ որ ճոճանակը տատանվում է այն հաճախությամբ որ Բոբը կանխատեսել էր:

B.5 R շառավղի ինչպիսի արժեքի դեպքում տիեզերագնացի վրա տատանումների անկյունային ω հաճախությունը համընկնում է Երկրի $\tilde{\omega}_E$ տատանումների անկյունային 0.3pt

Վրդովվելով Բոբի համառություն, Ալիսի մտքով անցավ Կորիոլիսի ուժը օգտագործելու գաղափարը, իր միտքը ապացուցելու համար: Այս նպատակով նա բարձրացավ H

Կորիոլիսի ուժը ֆիկտիվ ուժն է, որ հայտնվում է հավասարաչափ պտտվող հաշվարկման համակարգում: $\tilde{\omega}_{ss}$ անկյունային արագությամբ պտտվող հաշվարկման համակարգում գտվող \vec{v} արագությամբ շարժվող m զանգվածով մարմնի վրա ազդող Կորիոլիսի \vec{F}_C ուժը գհավասար է

$$\vec{F}_C = 2m\vec{v} \times \vec{\omega}_{ss} . \quad (2)$$

Սկալյար մեծություններով արտահայտված է որպես

$$F_C = 2m\omega_{ss} \sin \phi , \quad (3)$$

որտեղ ϕ [if gte vml 1]>

[endif][if gte mso 9]

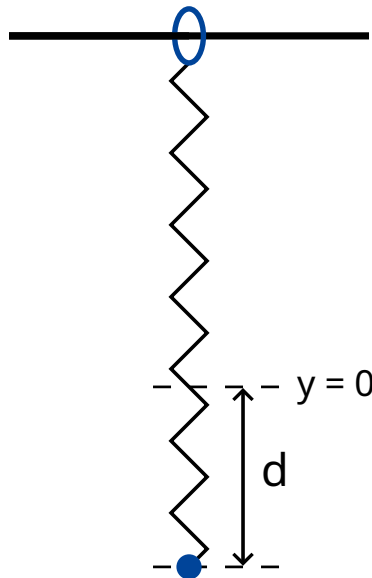
[endif]-ն պտտման առանցքի ու արագության կազմած անկյունն է: .Ուժը ուղղահայաց է ինչպես պտտման առանցքին, այնպես էլ v արագությանը:

B.6 1.1pt

ավ արդյունք ստանալու համար Ալիսը որոշեց փորձը կատարել ինչքան հնարավոր է բարձր աշտարակից: Զարմանալի էր, որ գունդը բախվեց հիմքին այնպես, որ $d = 0$:

B.7 1.3pt

Ալիսը ուզում է անել ևս մեկ փորձ Բորին համոզելու համար: Նա ուզում է օգտագործել զսպանակավոր ճոճանակը Կորիոլիսի ուժի ազդեցությունը ցույց տալու համար: Դրա համար նա փոխում է սկզբնական դասավորվածությունը. նա միացնում է զսպանակը օղակի, որը կարող է սահել x ուղղությամբ հորիզոնական ձողով առանց շփման: Զսպանակը տատանվում է y առանցքով: Ձողը զուգահեռ է հիմքին և ուղղահայաց է տիեզերանավի պտտման առանցքին: Այսպիսով xy հարթությունը ուղղահայաց է պտտման առանցքին ու y առանցքը ուղղված է դեպի տիեզերակայանի պտտման կենտրոն:



Նկ.4 Փորձի դրվածքը

B.8 Ալիսը շեղում է գնդիկը d -ով հավասարակշռության $x = 0, y = 0$, դիրքից 1.7pt
դեպի ցած և բաց է թողնում (տես նկ.4):

- Գրեք հանրահաշվական բանաձևեր $x(t)$ ու $y(t)$ -ի համար: Կարող եք ընդունել, որ $\omega_{ss}d$ -ն փոքր է:
- Պատկերեք մոտավոր հետագիծը $y(x(t), y(t))$ հ