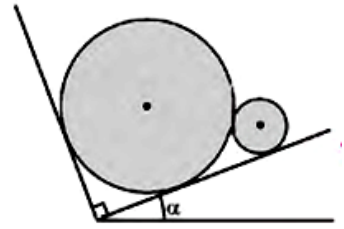
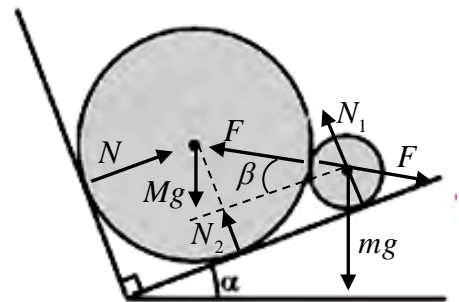


2015-2016 ու.ս. Ֆիզիկայի հանրապետական օլիմպիադա
 Հանրապետական փուլ
 Տևողությունը 4 ժամ
 10 դասարան

1. R շառավղով և M զանգվածով գլանը հավում է ուղղանկյուն ստուփի հիմքին և պատին (տե՛ս նկ.): Երկրորդ, ավելի փոքր գլանը, որի շառավղի է r է իսկ զանգվածը m , հավում է առաջին գլանին և ստուփի հիմքին: Ինչքա՞ն է M/m հարաբերությունը, եթե հայտնի է, որ երբ ստուփի հիմքը կազմում է α անկյուն հորիզոնական ուղղության հետ մեծ գլանը սկսում է բարձրանալ: Շփումն ամենուրեք անտեսեք:



Լուծում: Նկարում պատկերված են մարմինների վրա ազդող ուժերը: Մեծ գլանը կբարձրանա, երբ $N_2 = 0$:



Հավասարակշռության պայմաններն են՝

$$\begin{cases} F \cos \beta = mg \sin \alpha \\ N_2 = F \sin \beta - Mg \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

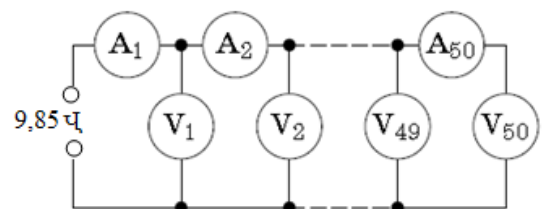
Այդ հավասարումներից հետևում է, որ այդ դեպքում

$$\frac{M}{m} = \operatorname{tg} \alpha \cdot \operatorname{tg} \beta: \text{ Հաշվի առնելով, որ գլանների}$$

կենտրոնների հեռավորությունը $R+r$, սրանում ենք, որ $\operatorname{tg} \beta = \frac{R-r}{\sqrt{(r+R)^2 - (R-r)^2}} = \frac{R-r}{2\sqrt{Rr}}$,

ստանում ենք՝ $\frac{M}{m} = \frac{R-r}{2\sqrt{Rr}} \operatorname{tg} \alpha$

2. Նկարում պատկերված շղթան բաղկացած է 50 միանման ամպերմետրից և 50 միանման վոլտմետրից: Առաջին ամպերմետրի ցուցմունքը՝ $I_1 = 9,5$ մԱ է, երկրորդինը՝ $I_2 = 9,2$ մԱ: Առաջին վոլտմետրի ցուցմունքը $U_1 = 9,6$ Վ է:



ա. Ինչքա՞ն է երկրորդ վոլտմետրի ցուցմունքը:

բ. Ինչքա՞ն է երրորդ վոլտմետրի ցուցմունքը:

գ. Ինչքա՞ն է բոլոր վոլտմետրերի ցուցմունքների գումարը:

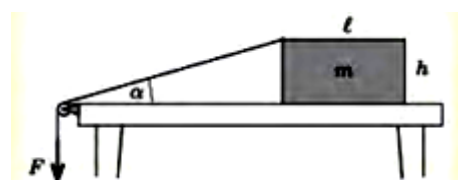
Լուծում: Ունենք

$$R_A = \frac{9.85 - 9.6}{9.5 \cdot 10^{-3}} \approx 26 \text{ Օմ}, R_V = \frac{V_1}{I_1 - I_2} = 32 \text{ կՕմ:}$$

$$V_2 = V_1 - I_2 R_A = 9.6 - 9.2 \cdot 10^{-3} \cdot 26 = 9.3 \text{ Վ: } I_3 = I_2 - V_2 / R_V = 8.9 \text{ մԱ: } V_3 = V_2 - I_3 R_A = 9.1 \text{ Վ:}$$

Վոլտմետրերի ցուցմունքների գումարը գտնվելու համար նկատենք, որ վոլտմետրերով անցնող հոսանքների գումարը հավասար է $I_1 = 9,5$ մԱ: Հետևաբար դրանց ցուցմունքների գումարը կլինի $V_1 + V_2 + \dots + V_{50} = I_1 R_V = 304$ Վ:

3. m զանգվածով համասեռ չորսուն քաշում են հորիզոնական սեղանի մակերեսով, ինչպես ցույց է տրված նկարում: Թելի մի ծայրն ամրացված է չորսուի վերին հորիզոնական կողի միջնակետում: Թելը գցված է ճախարակի վրայով և դրա

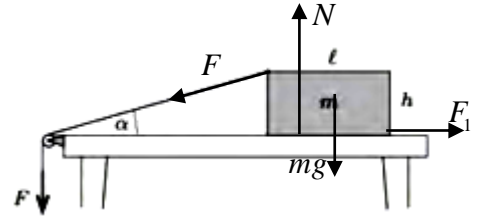


մյուս ծայրից քաշում են F ուժով, որը փոփոխում են այնպես, որ չորսուն շարժվի հաստատուն արագությամբ: Մեղանի և չորսուի միջև շփման գործակիցը՝ $\mu = 0,15$, $l = 17,3$ սմ, $h = 11$ սմ, $mg = 10$ Ն:

ա. Գտեք թելի լարման ուժի կախվածությունը α անկյունից:

բ. α անկյան ինչ առավելագույն արժեքի դեպքում չորսուն կշարժվի այնպես, ինչպես պահանջվում է ինդրում:

Լուծում: Ունենք $F \cos \alpha = F_1$, որտեղ $F_1 = \mu N$ սահքի շփման ուժն է: Ունենք նաև՝ $N = F \sin \alpha + mg$: Այդ հավասարումներից հետևում է, որ $F = \frac{\mu mg}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha}$:



Պահանջվող շարժումը տեղի կունենա քանի դեռ չորսուն չի շրջվում: Նա շրջվում է, երբ $Fh \cos \alpha \leq mgl / 2$: Տեղադրելով F արտահայտությունը, ստանում ենք

$$\frac{\mu mgh \cos \alpha}{\cos \alpha - \mu \sin \alpha} \leq mgl / 2 \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha \leq \frac{l - 2h\mu}{\mu l}$$

4. Հաստատուն կտրվածքով բարակ U-աձև խողովակում (տե՛ս նկ.) կա նույն ծավալի ջուր ու սնդիկ: Խողովակի հորիզոնական տեղամասի երկարությունը՝ $l =$ խողովակը պտտեցին ջրի սյան ծունկի շուրջ, պարզվեց, որ հեղուկների յ՝ ծնկներում նույնն են՝ $h = 25$ սմ: Անտեսելով մածուցիկությունը, գտեք պտտարժեքությունը: Ազատ անկման արագացումը՝ $g = 9,8$ մ/վ², ջրի և սնդիկ հավասար են համապատասխանաբար $\rho_1 = 1$ գ/սմ³, $\rho_2 = 13,5$ գ/սմ³:

Լուծում:

Պտտման առանցքից x հեռավորության վրա գտնվող $\Delta m = \rho S \Delta x$ զանգվածով հեղուկին կենտրոնաձիգ արագացում է հաղորդում

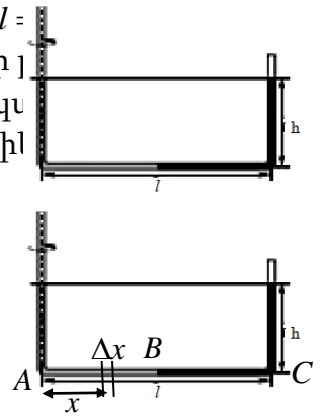
$$\Delta p S \text{ ուժը } \Delta p S = \rho \Delta x S x \omega^2 \Rightarrow \Delta p = \Delta \frac{\rho x^2 \omega^2}{2}: \text{ Հորիզոնական}$$

տեղամասի առաջին կետը ջուր է, երկրորդը՝ սնդիկ, ուստի

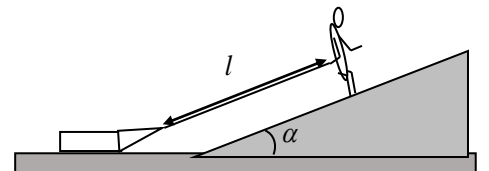
$$p_C - p_A = p_C - p_B + p_B - p_A = \frac{\omega^2}{2} \left(\rho_2 \left(l^2 - \frac{l^2}{4} \right) + \rho_1 \frac{l^2}{4} \right):$$

Ունենք նաև՝ $p_C = \rho_2 gh$, $p_A = \rho_1 gh$: Համատեղելով այս հավասարումները կստանանք՝

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \pi l \sqrt{\frac{\rho_1 + 3\rho_2}{2gh(\rho_2 - \rho_1)}}:$$



5. Տղան α թեքությամբ սարը բարձրանում է հաստատուն v_0 արագությամբ և անկշիռ l երկարությամբ թելով իր ետևից քաշում է m զանգվածով սահնակը, որը գտնվում է հորիզոնական տեղամասում (տե՛ս նկ.): Գտեք թելի լարման ուժն այն պահին, երբ այն հորիզոնական մակերևույթի հետ կազմում է α անկյուն: Շփման ուժերն անտեսեք:



Լուծում: Տղայի հետ կապված հաշվարկման համակարգը իներցիալ է և այդ համակարգում սայլակը միշտ գտնվում է l շառավղով շրջանագծի վրա: Սայլակի արագության պրոյեկցիան թելի վրա հավասար է տղայի արագությանը, այնպես որ նրա արագությունը քննարկվող պահին՝ $v \cos \alpha = v_0$, իսկ այդ արագության պարանին ուղղահայաց բաղադրիչը կլինի $v_{\perp} = v \sin \alpha = v_0 \operatorname{tg} \alpha$: Դա նշանակում է, որ սայլակի

Կենտրոնաձիգ արագացումը՝ $a_n = \frac{v_{\perp}^2}{l} = \frac{v_0^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{l}$: Բայց կենտրոնաձիգ արագացումը

հավասար է սայլակի լրիվ հորիզոնական արագացման պրոյեկցիային պարանի ուղղության վրա՝ $a_n = a \cos \alpha$: Քանի որ շարժման հավասարումից ունենք $T \cos \alpha = ma$, ստանում ենք

$$T = \frac{ma}{\cos \alpha} = \frac{ma_n}{\cos^2 \alpha} = \frac{m v^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}{l \cos^2 \alpha} :$$