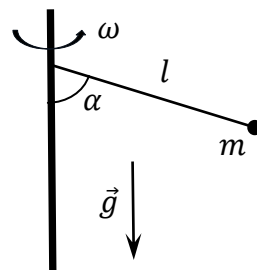


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА, ОБЛАСТЕН КРЪГ, 15 февруари 2025 г.
Тема за 11. клас (пета състезателна група)

Задача 1. Въртене около вертикална ос.

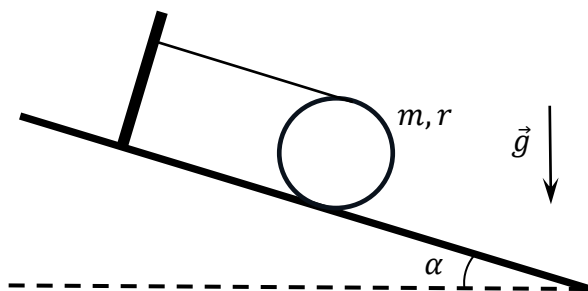
Малко тяло с маса m е закачено на тънка нишка с дължина l . Другият край на нишката е закачен за точка от тънък вертикален прът, който се върти около оста си с ъглова скорост ω . Тялото с нишката се въртят със същата ъглова скорост. Земното ускорение е g .



- а) Получете формула за силата T на опъване на нишката. [3 т.]
- б) Получете формула за ъгъла α (или негова тригонометрична функция), който сключват пръта и нишката. [3 т.]
- в) При какви ъглови скорости ъгълът α няма да е нула? [1 т.]
- г) Изразете момента на импулса L на тялото чрез дадените величини. [3 т.]

Задача 2. Цилиндър върху наклонена равнина.

Наклонена равнина сключва ъгъл α с хоризонта. Върху равнината е поставен цилиндър с маса m и радиус r , така че оста му е хоризонтална (перпендикулярна на чертежа). В плитък улей около средата на цилиндъра е намотана дълга тънка нишка, така че да не се опира в равнината. Свободната част от нишката е успоредна на равнината и е завързана за прът, намиращ в горната част на равнината, както е показано на чертежа. Земното ускорение е g . Коефициентът на триене при хлъзгане между цилиндъра и наклонената равнина е k . При движението на цилиндъра оста му остава хоризонтална. Инерционният момент на цилиндър с маса m и радиус r спрямо оста му е $I_{\text{ц}} = \frac{1}{2}mr^2$, а спрямо образуващата* му:



$$I_{\text{п}} = \frac{3}{2}mr^2$$

- а) Нарисувайте на чертеж всички сили, които действат на цилиндъра и координатната система, която ще използвате. [1 т.]
- б) При каква минимална стойност $k_{\min}$ на коефициента на триене цилиндърът ще бъде в покой върху равнината? [3 т.]
- в) Колко е силата T на опъване на нишката, когато цилиндърът е в покой върху равнината? [1 т.]
- Оттук нататък примете, че $k < k_{\min}$ и цилиндърът се хлъзга надолу по наклонената равнина, като нишката се размотава.
- г) С какво ускорение a ще се движи центърът на масата на цилиндъра. [2 т.]
- д) Колко е силата T на опъване на нишката, когато цилиндърът се хлъзга по наклонената равнина? [1.5 т.]
- е) Нека въведем число b , което е отношението на извършената работа $A_{\text{тр}}$ от силата на триене и промяната $\Delta E_{\text{пот}}$ на потенциалната енергия на цилиндъра за някакъв интервал

време (или за някакво изминато от цилиндъра разстояние), $b = \frac{A_{\text{тр}}}{\Delta E_{\text{пот}}}$. Изразете b чрез дадените величини. [1 т.] В какъв интервал от стойности се намира b ? [0.5 т.]

*Образуващата е права, лежаща на околната повърхност на цилиндъра и успоредна на оста му.

Задача 3. Потъване или изплаване на капка течност в друга течност.

При стайна температура плътността на водата е $\rho_v = 998 \text{ kg/m}^3$, плътността на слънчогледово олио е $\rho_o = 920 \text{ kg/m}^3$, вискозитетът на водата е $\eta_v = 1,00 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$, а вискозитетът на слънчогледовото олио е $\eta_o = 63,0 \cdot 10^{-3} \text{ Pa.s}$. Земното ускорение е $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

а) Капка олио с радиус $r = 0,60 \text{ mm}$ изплава във вода с постоянна скорост v_o . Изчислете скоростта v_o . Приемете, че условията са такива, че е в сила формулата на Стокс $F = 6\pi\eta r v$. [3.5 т.]

б) Капка вода с радиус $r = 0,60 \text{ mm}$ потъва в олио с постоянна скорост v_v . Изчислете скоростта v_v . Приемете, че условията са такива, че е в сила формулата на Стокс $F = 6\pi\eta r v$. [3.5 т.]

Оказва се, че законът на Стокс е валиден само при „малки“ скорости. Дали скоростта на тяло, движещо се във флуид, е „малка“ или „голяма“, зависи от числото на Рейнолдс $Re = \frac{\rho l v}{\eta}$, където ρ и η са съответно плътността и вискозитета на флуида, а l и v са характерния размер и скоростта на тялото. За случая на кълбо, движещо се във флуид, ако $Re \leq 1$, скоростта му може да се смята за „малка“ и формулата на Стокс е валидна.

в) Изчислете числото на Рейнолдс Re за случаите на подусловия а) и б) и направете изводи дали формулата на Стокс е използвана правилно. [3 т.]