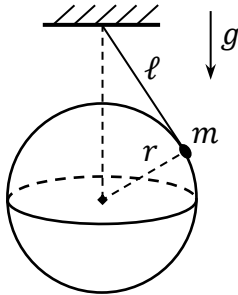


МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА
НАЦИОНАЛНО ПРОЛЕТНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

4 – 6 март 2023 г., Варна

Тема за V състезателна група (11. клас)

Задача 1. Тяло върху кълбо (задачата се състои от две независими части)



Част I Малко тяло с маса $m = 50 \text{ g}$ е окачено на безмасова неразтеглива нишка с дължина $\ell = 40 \text{ cm}$. Тялото се намира върху гладко кълбо с радиус $r = 30 \text{ cm}$, като центърът на кълбото е вертикално под точката на окачване на нишката, както е показано на фигурата вляво. Дадено е също така, че нишката е по допирателна към повърхността на кълбото. Приемете, че земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$.

а) Намерете големините на силата на опън T на нишката и силата на натиск N на тялото върху кълбото. [2 т.]

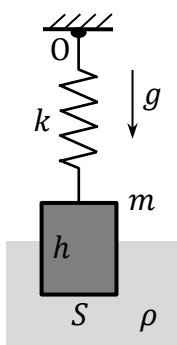
б) Каква трябва да бъде ъгловата скорост ω на въртене на тялото около вертикалната ос през центъра на кълбото, така че силата на опън да е двойно по-голяма от силата на натиск? [3 т.]

в) Определете максималната ъглова скорост ω_{\max} , при която тялото все още се намира върху кълбото. [1,5 т.]

Част II Малко тяло е поставено в непосредствена близост до най-високата точка на неподвижно кълбо с радиус $R = 60 \text{ cm}$, след което тялото започва да се хлъзга без триене по повърхността на кълбото под действие на силата на тежестта. Определете на каква височина h спрямо центъра на кълбото тялото ще се изплъзне от повърхността на кълбото. Каква е големината на скоростта v на тялото в този момент, ако земното ускорение е $g = 10 \text{ m/s}^2$? [3,5 т.]

Задача 2. Хармонични трептения (задачата се състои от две независими части)

Част I Трупче на пружина



Правоъгълно трупче с маса $m = 0,5 \text{ kg}$ е окачено на безмасова пружина с коефициент на еластичност $k = 0,2 \text{ kN/m}$. Първоначално системата се намира в равновесие, като трупчето е наполовина потопено във вана с вода. Трупчето е натиснато надолу така, че $2/3$ от обема му е под водата. След това то е пуснато и започва да извършва вертикални хармонични трептения. Напречната площ на ваната е много по-голяма от напречната площ на трупчето, която е $S = 40 \text{ cm}^2$. Височината на трупчето е $h = 8 \text{ cm}$. Плътноста на водата е $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$. Може да приемете, че земното ускорение $g = 10 \text{ m/s}^2$. Съпротивлението на въздуха и визкозитетът на водата да се пренебрегнат.

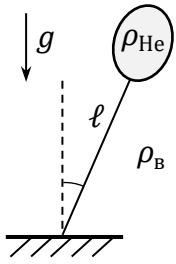
а) Определете с колко е разтегната пружината в равновесното състояние на системата. [2 т.]

б) Колко е периодът T на трептенията на трупчето? [2 т.]

в) Определете максималната скорост v_{\max} на трупчето по време на движението му. [1,5 т.]

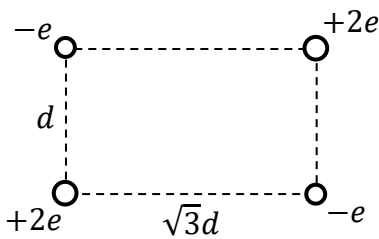
г) Намерете големината на минималната сила F_{\min} , приложена в точката на окачване на пружината (т. О), по време на трептенето. На колко е равна големината на максималната сила F_{\max} в точката на окачване? [2 т.]

Част II Люлеещ се балон



Малък балон, пълен с хелий, е окачен за пода на безмасова неразтеглива нишка, както е показано на фигурата вляво. Балонът е направен от материал с пренебрежима маса. При отклонение на нишката на малък ъгъл спрямо вертикалната системата започва да трепти хармонично. Намерете периода T на трептенията, ако знаете, че плътността на хелия е $\rho_{\text{He}} = 0,18 \text{ kg/m}^3$, а плътността на въздуха е $\rho_{\text{в}} = 1,2 \text{ kg/m}^3$. Дължината на махалото е $\ell = 2 \text{ m}$. Земното ускорение приемете за $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. Съпротивлението на въздуха да се пренебрегне. [2,5 т.]

Задача 3. Електростатика



Два положителни заряда с големина $+2e$ и два отрицателни заряда $-e$ са разположени във върховете на правоъгълник с ширина $d = 2 \text{ cm}$ и дължина $\sqrt{3}d$, както е показано на фигурата вляво. Елементарният електричен заряд има големина $e = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$. Константата в закона на Кулон е $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$.

- а) Намерете големината на сумарната сила F , с която останалите заряди действат на долния десен заряд от системата. [4,5 т.]
- б) На колко е равен потенциалът φ в центъра на правоъгълника? [1,5 т.]
- в) Определете работата A , която трябва да се извърши, за да може горните два заряда да си разменят местата. [4 т.]