

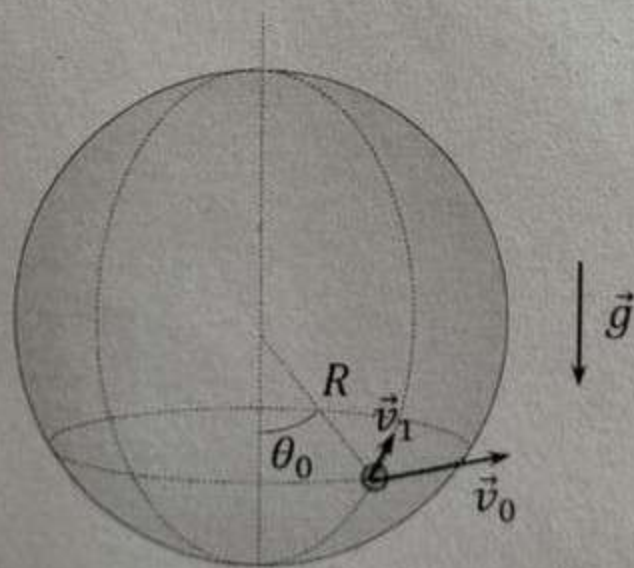
26.06.2026 г.

Задача. „Стационарна“ орбита

Тяло с малки размери може да се хлъзга без триене по вътрешната повърхност на неподвижна сфера с радиус R . Положението на тялото се описва с помощта на ъгъла θ между неговия радиус-вектор и вертикалната права, минаваща през центъра, като $\theta = 0$ съответства на най-ниската точка от сферата. Приемете земното ускорение g за известен параметър.

А) Тялото е поставено в точка с ъгъл на отклонение θ_0 спрямо вертикалата, както е показано на фигурата ($\theta_0 < \pi/2$). Каква начална хоризонтална скорост v_0 трябва да бъде придадена на тялото така, че то да продължи да се движи по хоризонтална окръжност, т.е. по „паралела“ през началната точка? (1.5 т)

Б) Да предположим, че в началния момент, освен определената в точка А хоризонталната скорост $\vec{v}_0$, на тялото е придадена и малка допълнителна скорост $\vec{v}_1$ ($v_1 \ll v_0$) в направление на „меридиана“, върху който то е поставено. При какъв начален ъгъл θ_0 , след една обиколка тялото ще се върне в началната точка със същата скорост, както в началния момент? (3.5 т)



Зад. 5 т. Прозрачно кълбо

Прозрачно кълбо с показател на пречупване n има радиус R . В него на разстояние r от центъра му се намира точков източник на светлина.

Две независими подусловия:

а) Каква част k от светлинния сноп, излъчван от източника, ще претърпи пълно вътрешно отражение (ПВО). Какви са ограниченията за r , за да се наблюдава ПВО?

б) Около кълбото се поставя сферичен екран с радиус L , концентричен на кълбото. Колко трябва да е L , за да се види върху екрана ярка светеща точка. Какви са ограниченията за n и r , за да се случи това?

Нека електрон се движи равномерно по окръжност (например по кръгова орбита във водороден атом около неподвижно ядро). Тази система има магнитен диполен момент $\mu = IS$, където I е токът, свързан с движението на електрона по окръжността, а S – лицето на кръга с граница тази окръжност.

а) Намерете връзката между магнитния диполен момент и момента на импулса на електрона.

Системата се поставя в магнитно поле с индукция, която е перпендикулярна на равнината на кръга.

б) Определете изменението на магнитния момент при промяна на индукцията на магнитното поле от 0 до B .

В получената формула радиусът на окръжността участва като r^2 , докато точната квантова формула включва средната стойност $\langle r^2 \rangle$. Основното състояние на атома сферически симетрично, поради което е в сила равенството

$$\langle r^2 \rangle = \frac{2}{3} \langle r^2 \rangle,$$

където r е разстоянието на електрона до ядрото на атома в пространството. Магнитният момент на един mol вещество се получава като сума по всички електрони в даден атом и след това като сума по всички атоми. Отношението на магнитния момент ΔM към магнитната индукция B се нарича магнитна възприемчивост, т.е.

$$\chi = \mu_0 \frac{\Delta M}{B}.$$

в) По експерименталната стойност на моларната магнитната възприемчивост

$$\chi = -2,36 \text{ m}^3/\text{mol}$$

на хелий в газообразно състояние оценете средноквадратичното разстояние на електрон в основното състояние на хелиевия атом.

Фундаментални константи

Константа на Планк	$h = 6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}, \quad \hbar = 1,05 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$
Елементарен електричен заряд	$q_0 = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Маса на електрона	$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$
Магнитна константа	$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ V.s/A.m}$
Число на Авогадро	$N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$