

Махало на Максвел

Васил Николов
(25.12.2021)

I. ЦЕЛ НА УПРАЖНЕНИЕТО

Да се изследва поведението на махалото на Максвел и да се измери инерчният му момент, както и този на пръстените, които могат да се прикачат към него.

II. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА УСТАНОВКА

Махалото на Максвел представлява метален цилиндър, през центъра на който преминава тънка метална ос с фиксиран радиус. На оста от двете страни са намотани тънки неразтегливи нишки. Горните краища на нишките са закрепени на една и съща височина, а между тях има електромагнит и фотоклетка, която засича кога махалото е пуснато, и пуска таймер. В долната част на уреда има втора фотоклетка, която засича преминаването на махалото и спира таймера. Тъй като махалото има значителен инерчен момент то пада с ускорение a , значително по малко от земното ускорение g . a зависи от лесно измерими параметри на системата като радиусът на оста на навиване на нишката R и масата на махалото m . Ускорението зависи и от инерчният момент на махалото, и когато измерим времето за падане от фиксирана височина може да се намери ускорението и оттам инерчният момент.

III. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

Нека \vec{r}_i е радиусвекторът на точка с пореден номер i , а $\Delta t = 1/f$ е времевият интервал между две точки. Тогава средната скорост и средното ускорение на тялото в точка i е

$$\vec{v}_i = \frac{\vec{r}_{i+1} - \vec{r}_{i-1}}{2\Delta t} \quad (1a)$$

$$\vec{a}_i = \frac{\vec{v}_{i+1} - \vec{v}_{i-1}}{2\Delta t} \quad (16)$$

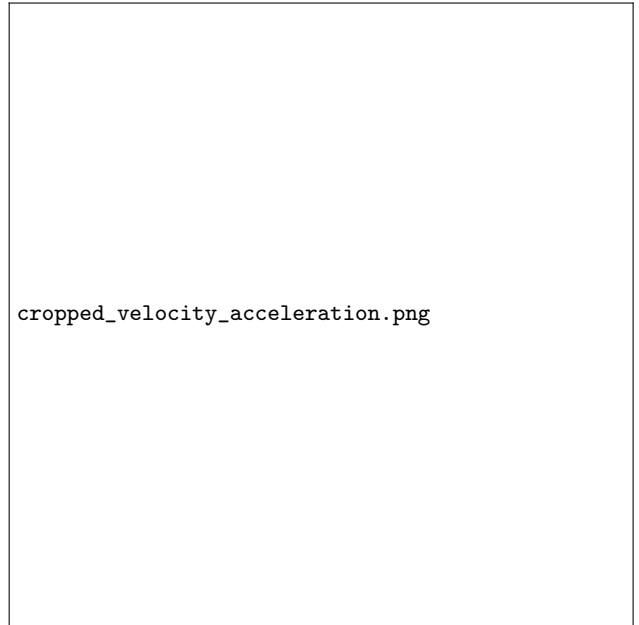
IV. ОБРАБОТКА НА ДАННИТЕ

Листът, на който са точките се снима, и дигитално се снимат координатите на точките в пиксели. На листа се нанася и мащаб - отсечка, чиято дължина знаем. Като се снимат краищата на отсечката като още две точки може да се определи мащабът на снимката, и да се пресметне на какви координати в сантиметри отговарят координатите в пиксели. След това по формулите, описани в (??) се пресмятат векторите на ускорението и скоростта. На снимката се нанасят вектори с начало избраните точки с дължина, пропорционална на съответно скоростта и ускорението. За целта се избира такъв мащаб, че стрелките да не се припокриват много, но и да не са твърде къси.

V. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДАННИ И РЕЗУЛТАТИ

На фигурата с червени стрелки е скоростта на главата, а със сини - ускорението ѝ. Посоките на скоростта и ускорението във всяка точка съвпадат с очакванията ни.

Фигура 1. Скорост и ускорение при криволинейно движение



Фигура 2. Скорост при праволинейно движение на тялото



На двете графики са дадени скоростта и ускорението на тялото когато се дърпа от съответно $104g$ и $154g$. При снемане на позиции на точките, особено когато разстоянието между тях е малко, се натрупва голяма грешка при измерване, заради която графиката не е идеална права, и пресметнатото ускорение не е близко до очакваното

постоянно ускорение. Заради това графика на ускоренията от времето не са представени.