

# Атвудова Машина

Васил Николов  
(21.11.2021)

## I. ЦЕЛ НА УПРАЖНЕНИЕТО

Използвайки Атвудова машина да се измери земното ускорение и изучаване на законите за праволинейно движение.

## II. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА УСТАНОВКА

Две метални сфери с маси  $m_1 = 180.5$  g и  $m_2 = 103.7$  g са окачени на нишки така, че когато отклоним голямата сфера на определен ъгъл ( $\varphi_0 = 13^\circ$ ) и след това я пуснем, ударът между двете сфери да е централен. След удара трябва да измерим ъглите на максимално отклонение на всяка от сферите. Тъй като малка сфера отново се удря в голямата, за да измерим всички нужни ъгли ще трябва да пуснем голямата сфера два пъти. Първият път гледаме на какъв  $\varphi_2$  се отклонява малката сфера. Втория път хващаме малката сфера преди да се удари повторно в голяма и гледаме на какъв ъгъл  $\varphi_1$  се отклонява голямата сфера.

## III. ТЕОРЕТИЧНА ОБОСНОВКА

Коефициентът на възстановяване за тази система се дефинира като:

$$K = \frac{|u_2 - u_1|}{|v_2 - v_1|},$$

където  $v_1$  и  $v_2$  са началните скорости на сферите, а  $u_1$  и  $u_2$  са крайните им скорости [1]. В конкретния случай малката сфера е неподвижна, така че  $v_2 = 0$ .

При измерване на максималният ъгъл на отклонение на топчетата след удара, съответно  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$ , от закона за запазване на енергията (ЗЗЕ) следва, че

$$\begin{aligned} u_1 &= 2\sqrt{lg} \sin \frac{\varphi_1}{2} \\ u_2 &= 2\sqrt{lg} \sin \frac{\varphi_2}{2} \\ K &= \frac{\sin \frac{\varphi_2}{2} + \sin \frac{\varphi_1}{2}}{\sin \frac{\varphi_0}{2}} \end{aligned} \quad (1)$$

За доказване на закона за запазване на импулса трябва да проверим дали

$$m_1 \sin \frac{\varphi_0}{2} = m_1 \sin \frac{\varphi_1}{2} + m_2 \sin \frac{\varphi_2}{2} \quad (2)$$

За да проверим това трябва да сметнем стойностите на лявата и дясната страна на равенството, както и експе-

рименталната грешка, която се смята по формулата

$$\Delta \left( m \sin \frac{\varphi}{2} \right) = \sin \left( \frac{\varphi}{2} \right) \Delta m + \frac{1}{2} m \cos \left( \frac{\varphi}{2} \right) \Delta \varphi$$

## IV. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДАННИ И РЕЗУЛТАТИ

Измерването се повтаря 20 пъти, като първите 10 се измерва единият ъгъл на отклонение, а останалите – другият ъгъл. Измерените стойности са представени в таблица I.

Таблица I. Измерени стойности за ъглите на отклонение след удара на двете сфери.  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  са ъглите на отклонение съответно на голяма и малката сфера.

№	$\varphi_1$ , deg	$\varphi_2$ , deg
1	4.50	12.75
2	4.75	13.00
3	4.50	12.25
4	4.25	12.75
5	4.25	13.25
6	4.25	13.00
7	4.25	13.50
8	4.25	13.25
9	4.25	13.50
10	4.00	13.75

От таблицата смятаме средните стойности на ъглите на отклонение:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \bar{\varphi}_1 \pm \Delta \varphi = (4.20 \pm 0.25)^\circ, \\ \varphi_2 &= \bar{\varphi}_2 \pm \Delta \varphi = (13.1 \pm 0.25)^\circ. \end{aligned}$$

Заместваме в израза за коеф. на възстановяване (1) и получаваме:

$$K = 0.67 \pm 8\%$$

За проверка на закона за запазване на импулса трябва да се пресметне лявата и дясната част на равенство (2), съответно LHS и RHS.

$$\begin{aligned} \text{LHS} &= (20.4 \pm 0.8) \text{ g} \\ \text{RHS} &= (18.6 \pm 1.3) \text{ g} \end{aligned}$$

В рамките на грешката двете стойности съвпадат, както се и очаква от закона за запазване на импулса.

## V. РЕЗУЛТАТИ

Измерен е коефициентът на възстановяване на системата  $K = 0.67 \pm 8\%$ , и експерименталните данни са в съгласие с закона за запазване на импулса.

[1] Под начална и крайна скорост се има в предвид скоростта непосредствено преди и след удара.