



Технически университет – София

Катедра приложна физика

Протокол № Факултет: Специалност: Група:
Студент: Фак №

Упражнение № 5 Удар между две тела

1. Цел на упражнението:

2. Схема на опитната постановка:

3. Кратко теоретично въведение:

Под удар във физиката се разбира съвкупността от явленията, възникващи при кратковременно взаимодействие между телата, настъпващи при максималното им приближаване. Кинетичната енергия, която телата притежават преди удара, частично или напълно се превръща в потенциална енергия на деформация. Съществуват два вида гранични удари – идеално еластичен и идеално нееластичен. При идеално еластичния удар са в сила законът за запазване на пълната механична енергия (ЗЗМЕ) и законът за запазване на импулса (ЗЗИ). При идеално нееластичния удар е в сила само законът за запазване на импулса.

При отклонение на махалото с маса M на ъгъл Θ_1 в положение a_1 , ние всъщност му предаваме потенциална енергия Mgh . След освобождаване от електромагнита, непосредствено преди удара (положение a_2) тялото придобива кинетична енергия $\frac{Mu_1^2}{2}$. Тъй като е в сила законът за запазване на пълната механична енергия, то $Mgh = \frac{Mu_1^2}{2}$ и можем да определим

скоростта преди удара $u_1 = \sqrt{2gh}$, която може да се преобразува като $u_1 = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\Theta_1}{2}$. След удара тялото с маса M

достига положение a_3 , откъдето можем да определим скоростта му непосредствено след удара $u_2 = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\Theta_2}{2}$. Тялото

с маса m преди удара е в положение b_1 , а след удара – в положение b_2 – т.е. скоростта му след удара е $v = 2\sqrt{gl} \sin \frac{\Phi}{2}$.

От закона за запазване на импулса имаме $Mu_1 = Mu_2 + mv$ и като заместим скоростите получаваме

$$(1) A = M \sin \frac{\Theta_1}{2} = M \sin \frac{\Theta_2}{2} + m \sin \frac{\Phi}{2} = B.$$

Всеки реален удар има някаква степен на нееластичност. Оценката за това доколко даден удар е близък до идеално еластичния може да бъде направена по два начина:

1. Чрез отношението $\Delta = \frac{E_i}{E_{i0}}$ (2), където $E_{i0} = \frac{Mm}{2(M+m)} u_i^2 = 2gl \frac{Mm}{(M+m)} \sin^2 \frac{\Theta_1}{2}$ е максималната разсеяна механична енергия

при идеално нееластичен удар, а $E_i = \Delta E_k = \frac{Mu_1^2}{2} - \left(\frac{Mu_2^2}{2} + \frac{mv^2}{2} \right) = 2gl \left[M \left(\sin^2 \frac{\Theta_1}{2} - \sin^2 \frac{\Theta_2}{2} \right) - m \sin^2 \frac{\Phi}{2} \right]$ е изменението на

кинетичната енергия преди и след удара. Когато $\Delta \ll 1$ ударът е близък до идеално еластичния, а когато $\Delta \approx 1$ ударът е близък до идеално нееластичния.

2. Чрез коефициента на възвръщаемост, дефиниран като отношението на относителната скорост на телата след удара към относителната скорост на телата преди удара, взето със знак минус $k = -\frac{u_2 - v}{u_1 - 0} = \frac{v - u_2}{u_1} = \frac{\sin \frac{\Phi}{2} - \sin \frac{\Theta_2}{2}}{\sin \frac{\Theta_1}{2}}$ (3). Когато $k \approx 1$ ударът е близък до идеално еластичния, а когато $k \approx 0$ ударът е близък до идеално нееластичния.

Ъглите могат да бъдат определени чрез изразите $\Theta_1 = \arctg \frac{a_2 - a_1}{d}$; $\Theta_2 = \arctg \frac{a_{3cp} - a_2}{d}$; $\Phi = \arctg \frac{b_{2cp} - b_1}{d}$;

4. Експериментални задачи:

Проверка на ЗЗИ.

Пресмятат се стойностите на двете величини A и B от (1) и се сравняват като се пресмята $\varepsilon\% = (|A-B|/A) \cdot 100$. Ако ЗЗИ е изпълнен $\varepsilon\%$ не трябва да превишава 5%. Прави се извод за изпълнението на закона.

Оценка за еластичността на удара.

Пресмятат се загубата на механична енергия Δ от (2) и коефициентът на еластичност от (3). Прави се извод за вида на удара.

5. Въпроси за самоподготовка:

Формулирайте закона за запазване на импулса.

Как осигуряваме условията за осъществяване на прав централен удар?

Защо a_2 се определя еднократно, а b_2 чрез многократни измервания?

6. Опитни данни:

$M =$ $m =$ $l =$
 $a_1 =$ $a_2 =$ $b_1 =$ $d =$

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ср
a_{3i}											
b_{2i}											

$a_{3cp} =$ $b_{2cp} =$
 $\Theta_1 =$ $\Theta_2 =$ $\Phi =$
 $A =$ $B =$ $\varepsilon\% = (|A-B|/A) \cdot 100 =$
 $E_i =$ $E_{i0} =$ $\Delta =$ $k =$

7. Резултати и преценка на точността:

ЗЗИ

$\varepsilon\% =$ $\rightarrow$

Еластичност на удара

$\Delta =$ $\rightarrow$

$k =$

Подпис на студента:

Дата

Подпис на асистента: