# Лабораторна робота М-16

Перевірка закону збереження імпульсу при пружному ударі

Мета роботи: вивчення удару куль, перевірка закону збереження імпульсу та визначення коефіцієнту відновлення енергії.

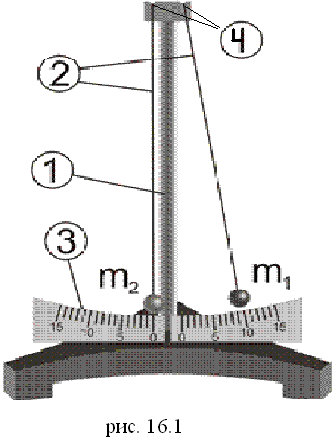
Ударом називається короткочасна взаємодія тіл при їх зіткненні, в результаті якого відбувається скінчена зміна швидкостей цих тіл. Розрізняють два граничні випадки – абсолютно непружний удар та абсолютно пружний удари.

Удар називається абсолютно непружним, якщо після удару тіла продов­жують рух як єдине ціле, з однією і тією ж швидкістю або зупиняються. Абсолютно пружним називається такий удар, в результаті якого не відбувається перетворення механічної енергії тіл, які співударяються, в інші види енергії.

В даній роботі розглядається пружний удар стальних куль. В момент удару виникають короткочасні ударні сили, які в багато разів перевищують всі інші сили, що діють на тіла, які співударяються (сили ваги, опору повітря та інш.). Тому в процесі удару систему тіл, які співударяються, з достатньою мірою наближення можна вважати ізольованою та застосовувати до неї закон збереження імпульсу.

Нехай маси куль та , їх швидкості до удару відповідно та , а після удару та . В цьому випадку закон збереження імпульсу має вигляд

При прямому центральному ударі вектори швидкостей напрямлені по одній прямій, отже, геометричну суму імпульсу можна замінити алгебраїчною.

Удар називається прямим центральним, якщо центри мас тіл, що співударяються, лежать на лінії удару, їх швидкості паралельні цій лінії. Лінії удару називається загальна нормаль до поверхонь тіл, що співударяються в точці їх дотику.

Установка (рис.16-1), на якій відбувається перевірка закону збереження імпульсу, складається з високої стійки 1, в верхній частині якої закріплений прилад 4 для біфілярного підвісу куль 1 і 2. Прилад 4 має гвинти, за допомогою яких кулі можна переміщувати в горизонтальному та вертикальному напрямках. Для того, щоб удар був центральним, необхідно, щоб центри мас куль знаходилися на одному горизонтальному рівні. Тому за допомогою гвинтів 4 приводять кулі до дотику і центрують їх.

Крім того, на підставці закріплена шкала 3, по якій виконують підрахунок відхилень куль.

Якщо відхилити кулю меншої маси на кут α та відпустити її, то куля, повертаю­чись в стан рівноваги, вдарить іншу кулю, в результаті чого їх швидкості зміняться. Так як до удару друга куля знаходилась в стані спокою (V2=0), то закон збереження імпульсу набуде вигляду:

Рис. 16.2

Швидкість в момент удару можна визначити за законом збереження енергії (нехтуючи тертям та опором повітря):

звідки

де – висота підняття центру мас першої кулі в початковому положенні (рис.16-2).

З цих же міркувань

Висоти , та можна розрахувати через кути , та , які визначаються за допомогою шкали 3.

Використовуючи значення кутів α, β ти α′, рівняння (16.1) можна привести до виду

Абсолютно пружній удар – це ідеалізований випадок. В загальному випадку при співударянні реальних тіл завжди мають місце пружні та остаточні деформації, тому удар частково непружній. При такому ударі механічна енергія системи після удару стає меншою, ніж була до удару.

Відношення енергії системи тіл, що співударяються, після удару до енергії цієї системи до удару називається коефіцієнтом відновлення енергії k, для якого розрахунковий вираз можна отримати у вигляді

## Методика виконання роботи

1. Отримати кулі і визначити їх масу (зважити).
2. Перевірити правильність налаштування установки (поверхні куль повинні дотикатися, а центри – лежати на одній горизонталі у площині дуги 3).
3. Кулю, що має меншу масу, відвести від положення рівноваги на заданий кут (відрахувати за шкалою 3).
4. Відпустити кулю та зняти відлік за шкалою та . Дослід повторити 10 разів при одному й тому ж початковому положенні .

Зауваження. Для полегшення спостережень у перших п’яти дослідах проводиться визначення тільки , а у других п’яти тільки .

1. За формулою (16-2) перевірити закон збереження імпульсу.
2. За формулою (16-3) обчислити коефіцієнт відновлення енергії.
3. Дані вимірювань та результати обчислень звести в таблиці 16-1, 16-2 та 16-3.

Таблиця 16-1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Таблиця 16-2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nп/п |  |  |  |  |
| 1-5 |  |  |  |  |
| середнє |  |  |  |  |

Таблиця 16-3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер  Досліду |  |  |  |  |  | k | ∆k |
| 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| … |  |  |  |  |  |  |  |
| Середнє |  |  |  |  |  |  |  |

Похибку обчислити методом усереднення.

## Література

1. Савельев И.В. Курс общей физики. т.1.—М.:Наука, 1966.—с.86-89.
2. Яворский В.М., Детлаф А.А. и др. Курс физики. т.1.—М.:Высшая школа, 1963.—с.44-46.

***КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ***

**1** Дайте визначення удару. Які удари називаються абсолютно пружними? Непружними? Як відбуваються процеси непружного і пружного ударів?

**2** Сформулюйте закон збереження імпульсу. У яких системах він виконується?

**3** Чому дорівнює імпульс системи частинок у системі відліку, зв’язаної з її центром мас?

**4** Сформулюйте закон збереження механічної енергії. У яких системах він справедливий?

**5** Дайте визначення коефіцієнту відновлення імпульсу . Чому він має дорівнювати?

**6** Дайте визначення коефіцієнту відновлення енергії . Чому він має дорівнювати для пружного і непружного зіткнень?

**8** Дайте визначення і наведіть приклади консервативних і дисипативних сил.

**9** Як перевіряють закони збереження у даній роботі? Як отримати потрібні формули для пружного і непружного ударів?

**10** Кулька абсолютно пружно зіткнулась з іншою кулькою, яка до зіткнення не рухалася. Знайти відношення мас кульок, якщо після зіткнення вони розлетілися в протилежних напрямках з однаковими за модулем швидкостями.