Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»

им. В.И. Ульянова (Ленина)»

кафедра физики

**ОТЧЕТ**

**по лабораторной работе № 1**

**«Исследование движения тел в диссипативной среде»**

Выполнила : Усачева Дарья Владимировна

Группа № : 1384

Преподаватель:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вопросы | | Задачи ИДЗ | | | | | Даты коллоквиума | Итог |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Санкт-Петербург, 2021

**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1н**

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПУЛИ С ПОМОЩЬЮ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** экспериментальная проверка закона сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе и определение с помощью баллистического маятника скоростей пуль с различными массами.

**ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:**

Лабораторная установка включает:

– баллистический маятник, представляющий собой массивный цилиндр массой **M**, подвешенный на невесомых и нерастяжимых нитях так, что он может двигаться только поступательно. Торцевая стенка цилиндра изготовлена из мягкого и легко деформируемого материала (в данной работе это пластилин);

– набор трех пуль с разными массами **m**;

– пружинный пистолет **P**;

– проградуированную шкалу **N** для измерения горизонтального смещения маятника при попадании в него пули.

(Установка имеет два режима работы, регулируемых тумблером «плоскость»/«удар», находящимся в ее нижней части слева.)

**ИССЛЕДУЕМЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ:**

В данном опыте исследуется абсолютно неупругий удар пуль массой **m**, попадающих в торцевую пластилиновую стенку массивного баллистического маятника массой **M**.

При любом типе столкновения тел должен выполняться закон сохранения энергии, а при их быстром столкновении – еще и закон сохранения импульса в системе сталкивающихся тел. Это следствие второго закона Ньютона в интегральной форме.

Значит, в быстрых процессах (взрыв, распад системы, столкновения тел), для которых интервал времени протекания процесса равен нулю, импульс системы тел сохраняется.

Пуля выпускается заряженным пружинным пистолетом. При сжатии

пружины на величину длины пули (длина части пули большего диаметра) в ней будет запасена потенциальная энергия, которая при выстреле пистолета перейдет в кинетическую энергию пули.

После попадания пули в маятник он начинает двигаться со и

поднимается на нитях, на которых он подвешен, на высоту. Эту высоту можно найти из закона сохранения энергии.

Практическое измерение высоты подъема маятника затруднительно, но ее можно выразить через горизонтальное смещение маятника .

Если скорости пуль определены экспериментально, то по закону сохранения энергии можно найти жесткость пружины. Жесткость является физической

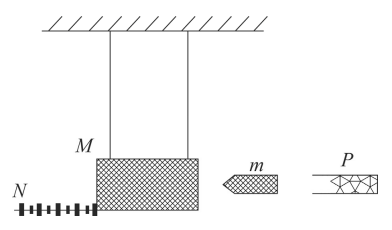
константой, характеризующей материал пружины. Поэтому если опыт дает

правильные значения скоростей пуль, то мы должны получить три близких

расчетных значения жесткости. Это также может служить проверкой соответствия между теорией и экспериментом.

**ЭСКИЗ ИЛИ СХЕМА УСТАНОВКИ**

**(**пуля массой **m** вылетает из пистолета **P** и попадает в баллистический маятник **M,** смещение которого измеряется с помощью проградуированной шкалы **N.)**



**ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1н**

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПУЛИ С ПОМОЩЬЮ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

**ЦЕЛЬ РАБОТЫ:** экспериментальная проверка закона сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе и определение с помощью баллистического маятника скоростей пуль с различными массами.

**ПРИБОРЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ:**

Лабораторная установка включает:

– баллистический маятник, представляющий собой массивный цилиндр массой **M**, подвешенный на невесомых и нерастяжимых нитях так, что он может двигаться только поступательно. Торцевая стенка цилиндра изготовлена из мягкого и легко деформируемого материала (в данной работе это пластилин);

– набор трех пуль с разными массами **m**;

– пружинный пистолет **P**;

– проградуированную шкалу **N** для измерения горизонтального смещения маятника при попадании в него пули.

(Установка имеет два режима работы, регулируемых тумблером «плоскость»/«удар», находящимся в ее нижней части слева.)

**ИССЛЕДУЕМЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ:**

В данном опыте исследуется абсолютно неупругий удар пуль массой **m**, попадающих в торцевую пластилиновую стенку массивного баллистического маятника массой **M**. При любом типе столкновения тел должен выполняться закон сохранения энергии, а при их быстром столкновении – еще и закон сохранения импульса в системе сталкивающихся тел. Это следствие второго закона Ньютона в интегральной форме:

,

где и – изменения импульсов системы тел и её центра масс; интеграл называется импульсом силы **F** за время ее действия *t*.

Действительно, в быстрых процессах (взрыв, распад системы, столкновения тел), для которых интервал времени протекания процесса

, импульс системы тел сохраняется:

**или**

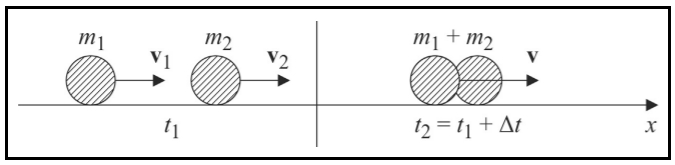
Система уравнений, описывающая абсолютно неупругий удар тел с массами и , с учетом законов сохранения импульса при их лобовом столкновении в проекциях на ось x (рис. 1.2) и энергии в системе сталкивающихся тел, имеет вид:

,

(1.2)

,

где , и – скорости тел до и после их столкновения.



*Рис. 1.2*

Отсюда скорость тел после столкновения , а выделившееся при ударе тепло

,

где , и – проекции скоростей тел **,** ина направление оси *x*, имеющие знак (±).

Если тело с массой до столкновения покоилось (), то скорость тел после их столкновения и выделившееся при ударе тепло согласно (1.2) будут равны

, .

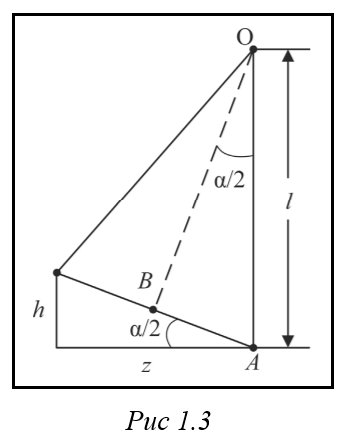
Переобозначив и как и , а и соответственно как и , получим для скорости баллистического маятника после удара о него пули, движущейся со скоростью , и выделившееся при ударе тепла :

, . (1.3)

Пуля выпускается заряженным пружинным пистолетом. При сжатии пружины с жёсткостью на величину длины пули *b* (длина части пули большего диаметра) в ней будет запасена потенциальная энергия , которая при выстреле пистолета перейдёт в кинетическую энергию пули . Отсюда скорость пули после выстрела равна:

или , (1.4)

Где обозначены ,, . Отсюда следует, что скорость *v* вылета пули из пистолета является линейной функцией от величины и представляет собой прямую линию, проходящую через начало координат.

 После попадания пули в маятник он начинает двигаться со скоростью *u* и поднимается на нитях, на которых он подвешен, на высоту *h* (рис 1.3). Эту высоту можно найти из закона сохранения энергии, который с учётом (1.3) имеет вид:

.

Отсюда скорость пули при выстреле из пистолета

. (1.5)

Практическое измерение высоты *h* подъёма маятника затруднительно, но её можно выразить через горизонтальное смещение маятника *z*.

Полагая угол отклонения маятника после удара пули малым, получим согласно рис 1.3:

, (1.6)

Где – длина нитей подвеса маятника. Из (1.6) получим . Тогда согласно (1.5) скорость пули после выстрела

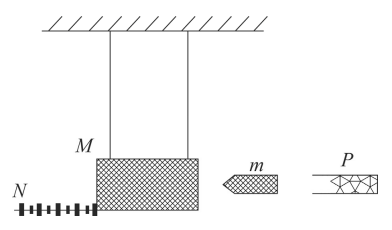
.

Измерив скорость пуль с разными массами, можно убедиться в справедливости теоретической зависимости (1.4).

Если скорости пуль *v* определены экспериментально, то по закону сохранения энергии можно найти жёсткость пружины , где – масса пули, – деформация пружины. Жёсткость является физической константой, характеризующей материал пружины. Поэтому если опыт даёт правильные значения скоростей пуль, то мы должны получить 3 близких расчётных значения жёсткости . Это также может служить проверкой соответствия между теорией и экспериментом.

**ЭСКИЗ ИЛИ СХЕМА УСТАНОВКИ**

**(**пуля массой **m** вылетает из пистолета **P** и попадает в баллистический маятник **M,** смещение которого измеряется с помощью проградуированной шкалы **N.)**



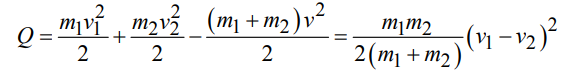
**ОСНОВНЫЕ РАСЧЕТНЫЕ ФОРМУЛЫ**

1.РАСЧЕТНАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ПРУЖИНЫ.



Где m – масса пули, b – деформация пружины, k– жесткость пружины, – скорость пули.

2.РАСЧЕТНАЯ ФОРМУЛА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА Q ВЫДЕЛИВШЕГОСЯ ПРИ НЕУПРУГОМ СТОЛКНОВЕНИИ ТЕЛ.



Где m – масса пули, v v, и v – проекции скоростей тел v1 v2

, и v на направление оси x.

Выполнила Усачева Д.В.

Факультет Компьютерных Технологий и Информатики

Группа № 1384

“\_\_\_\_” \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_

Преподаватель:

