Цель работы: измерить скорость пули с наименьшей погрешностью,

используя доступное оборудование.

Оборудование: баллистический маятник, пневматическая

винтовка, весы, цифровой осциллограф ,источник постоянного напряжения,

фольгированный скотч, соединительные провода, два резистора.

Ход работы.

Измерение скорости с

помощью баллистического маятника.

\*\*Альтернативное описание

Из винтовки производится выстрел по маятнику. Пуля после неупругого

соударения остается в маятнике, приводя его в движение (по закону сохранения

импульса). Маятник совершает гармонические колебания, амплитуду которых мы измеряем (и фиксируем на видео) с помощью оптической системы: изображение шкалы, жестко

скрепленной с маятником проецируется на стену. Пренебрегая потерями энергии

за четверть колебания и изменение мимпульса системы за время соударения,

получим зависимость скорости пули от отклонения маятника. формула1

Вывод этой формулы, при необходимости будет произведен.

Однако метод при внешней изящности имеет и весомые недостатки.

Одним из самых существенных является невозможность полностью остановить

маятник перед очередным измерением, амплитуда его колебаний составляла от

одного до двух мм. Поэтому выстрел производился в момент, близкий к моменту

прохождения маятником положения равновесия, причем так, чтобы направление

движения маятника и пули совпадали. При таком подходе для получения скорости

пули в формуле1 нужно определить дельтах как разность амплитуд до и после

выстрела. Было произведено пять измерений скорости с помощью баллистического

маятника, их результаты и среднее представлены в таблице.

Часть 2: измерение с помощью фольгированного скотча и

осциллографа. Соберем цепь из источника

напряжения, резистора и двух слоев фольгированного скотча, разделенных

изолятором. В нормальном состоянии цепь разомкнута. Идея измерения основана на

том, что пуля, пробив скотч и изолятор замкнет цепь. В замкнутой цепи потечет

ток и на концах резистора появится разность потенциалов, которую можно

фиксировать с помощью осциллографа. Таким образом можно определить время,

в течении которого пуля контактирует с фольгой, и, зная длину пули, определить

ее скорость. Однако, по результатам измерений, представленным в таблице 2

можно сказать, что метод является крайне неточным и не может быть использован.

Предположительно, столь значительный разброс возникает из-за малых размеров

системы (длина пули и расстояние между слоями фольги), нестабильного контакта,

влияния колебания фольги под действием начального импульса, переданного ей

пулей и воздушной струей. Так же эксперимент обладает очень плохой

повторяемостью, что подтверждает чрезмерное влияние случайных факторов.

Часть 3: измерение с

помощью двух датчиков из фольгированного скотча и осциллографа.

Было выдвинуто

предположение, что проблемы, возникшие в предыдущем эксперименте во многом

можно решить, если использовать два датчика, аналогичных вышеописанному и

измерять время, за которое пуля пролетит расстояние между ними. Для этого была

собрана следующая установка (слайд).Теперь измеряемое время на два порядка

больше, и относительное изменение расстояния, которое преодолевает пуля

под действием случайных факторов стало много меньше. Измерялось время между

началом роста напряжения на первом канале осциллографа и на втором, что

соответствовало времени, за которое пуля преодолевает расстояние между

датчиками. Были произведены три измерения с целью установить насколько сильно

будет отличаться скорость измеренная данным методом, от измеренной баллистическим

маятником. Результаты измерений приведены в таблице 3. Можно заметить, что различие

невелико, но присутствует.

Часть интересная: погрешности.

Чтобы определить, какой

из способов (первый или третий) дает более высокую точность измерений

произведем расчет погрешностей для первого и третьего случаев. Таблица, в

которую внесены все систематические погрешности приведена на слайде.

Погрешность измерения времени была оценена как полусумма периодов возрастания

напряжения на обоих датчиках. Выбор этой величины в качестве погрешности

обусловлен значительным