

1.3. Изгибная потенциальная энергия

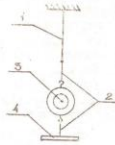


Рис. 4. 1 - трос, подвешенный к потолку аудитории,  
2 - нить, 3 - пятиугольный металлический  
шар, 4 - рукоятка для обрыва нити.

К тросу 1 привязывают отожженную нить 2. К ней подвешивают металлический шар 3. К шару привязывают вторую отожженную нить, к которой прикреплена рукоятка 4 (все нити, применяемые в опыте, из одного материала и одинакового диаметра).

В начале опыта медленно тянут за рукоятку. При этом образуется верхняя нить. Оборванную нить заменяют на такую же новую отожженную нить. Затем резким рывком рукояткой образуют нижнюю нить. Вместо нее привязывают другую нить. При резком рывке опыта образуется нижняя нить.

Опыт повторяют: вместо оборванной нити, привязывая трех- или четырехжильную нить. При резком сильном рывке всегда образуется нижняя нить, несмотря на то, что верхняя нить одножильная. Только рывок должен быть очень резким.

Примечание. Все нити, используемые в опыте, должны быть приготовлены заранее. Для уменьшения удара шара о пол, под ним на пол кладется резиновый коврик.

Для того, чтобы оборвать нить, необходимо ее растянуть, т.е. уменьшить площадь поперечного сечения. При этом внутри нити возникает упругая сила  $F_{упр.}$ , которая старается восстановить деформацию и численно она равна приложенной внешней силе. В данном опыте внешняя сила равна весу шара (рис.5). Увеличивая внешнюю силу, упругая сила возрастает. Когда она достигает некоторой зависящей от материала максимальной вели-

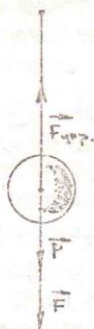


Рис.5.

чины, нить обрывается. В начале опыта, как видно из рис.5, силы  $\vec{P}$  недостаточно, чтобы оборвать нить. Поэтому необходимо приложить дополнительную внешнюю силу  $\vec{F}$ , направленную вертикально вниз:

$$\vec{P} + \vec{F} > \vec{F}_{упр. \max}.$$

При одной и той же силе  $\vec{F}$  наблюдаются разные эффекты: обрывается или верхняя, или нижняя нить. Это явление объясняется вторым законом Ньютона: сила равна изменению импульса тела за единицу времени:

$$\vec{F} = \frac{d}{dt} (m\vec{V}).$$

Последнее уравнение можно переписать иначе:

$$\vec{F} dt = d(m\vec{V}).$$

Произведение  $\vec{F} dt$  представляет собой векторную физическую величину, которая называется импульсом силы за короткое время  $dt$ . Для конечного промежутка времени математическое выра-

жение второго закона Ньютона принимает вид:

$$\vec{F} \Delta t = \Delta(m\vec{V}),$$

т.е. импульс силы, который действует на какое-либо тело, равен изменению импульса этого тела. Но изменение импульса прямо пропорционально  $m$  - инертности тела. Поэтому в опыте используется шар большой инертности.

В начале опыта, когда медленно тянут за ручку, к шару прилагается импульс силы, который долго действует на него. Он преодолевает инертность шара и шар перемещается вертикально вниз, растягивая верхнюю нить до обрыва. На эту нить действует суммарная сила  $\vec{F} + \vec{P}$ , которая больше максимальной силы упругости. Нижняя нить при этом не обрывается потому, что на нее действует только внешняя сила  $\vec{F}$ :

$$\vec{F} < \vec{F}_{\text{упр. макс}}$$

Во втором случае опыта рывок происходит очень быстро. Импульс силы тут мал, поскольку  $\Delta t \rightarrow 0$ . Такой импульс силы не может изменить состояния шара и нижняя нить обрывается. Для нижней нити в этом случае:

$$\vec{F} > \vec{F}_{\text{упр. макс}}.$$

Верхняя нить не обрывается потому, что к ней приложен только вес шара:

$$\vec{P} < \vec{F}_{\text{упр. макс}},$$

т.е. приложенный импульс силы не успевает передаться верхней нити.

Отличие в обоих случаях получается тем ярче, чем больше инертность шара, т.е. его масса.

Данный опыт четко выражает содержание инертности - это физическое свойство материи (тела), которое, во-первых, характеризует скорость изменения состояния материи (тела) и только,

во-вторых, она пропорциональна количеству материи. Количество материи, т.е. масса шара во время опыта не меняется, меняется только быстрота изменения состояния и в результате этого получаются разные исходы эксперимента.