



ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

- Графическое представление равновесия трех произвольных сил.
- Аналитическое исследование точки равновесия в случае, когда силы F_1 и F_2 симметричны.

ЦЕЛЬ ОПЫТА

Экспериментальное исследование векторного сложения сил.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

Векторное сложение сил можно просто и наглядно представить на столе для демонстрации сил. Точка приложения трех отдельных сил в состоянии равновесия находится строго по середине стола. Величины отдельных сил определяются по подвешенным грузикам, а угол каждого из векторов силы (направление действия каждой из сил) определяется с помощью транспортира. Результат опыта можно оценить аналитически или представить графически.

НЕОБХОДИМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Кол-во	Наименование	№ по каталогу
1	Стол для демонстрации сил	U52004

1

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ

Силы - это векторы, и, следовательно, их можно складывать, используя правила сложения векторов. Чтобы представить сумму двух векторов графически, начало второго вектора помещается в точку конца первого вектора. Стрелка из точки начала первого вектора до точки конца второго вектора представляет собой вектор, полученный в результате сложения этих векторов. Если построить параллелограмм (в котором два складываемых вектора являются сторонами), диагональ, проведенная из угла начальной точки в противоположный угол, будет представлять собой результат сложения векторов (см. также рис. 1).

Векторное сложение сил можно просто и наглядно представить на столе для демонстрации сил. Точка приложения трех отдельных сил в состоянии равновесия находится строго по середине стола. Величины отдельных сил определяются по подвешенным грузикам, а угол каждого из векторов силы (направление действия каждой из сил) определяется с помощью транспортира.

В состоянии равновесия сумма трех отдельных сил определяется выражением:

$$(1) \quad F_1 + F_2 + F_3 = 0$$

Поэтому F_3 - это сумма отдельных сил F_1 и F_2 (см. также рис. 2):

$$(2) \quad -F_3 = F = F_1 + F_2$$

Параллельные векторные составляющие для суммы F определяются уравнением

$$(3) \quad -F_3 = F = F_1 \cdot \cos \alpha_1 + F_2 \cdot \cos \alpha_2$$

Параллельные векторные составляющие для суммы F определяются уравнением

$$(4) \quad 0 = F_1 \cdot \sin \alpha_1 + F_2 \cdot \sin \alpha_2$$

Уравнения (3) и (4) представляют собой математический анализ векторного сложения. Для проведения данного опыта рекомендуется направить силу F_3 так, чтобы ее угол был равен 0° .

В качестве альтернативы аналитическому представлению равновесия сил можно исследовать графически. Для того чтобы это сделать, нарисуем линии, представляющие все три силы и исходящие из центральной точки приложения. Отметим величину и угол каждой силы. Затем сместим силы F_2 и F_3 вдоль параллельных линий, пока точка начала не окажется в конце предыдущего вектора. Полученный в результате вектор равен 0 (см. также рис. 3). При проведении данного опыта эту операцию выполняют для трех произвольных сил, следя за тем, чтобы все время сохранялось состояние равновесия.

В данном опыте аналитическое наблюдение ограничивается особым случаем, когда две силы F_1 и F_2 симметричны F_3 .

ОЦЕНОЧНЫЙ РАСЧЕТ

Равенство (4) выполняется в симметричном случае ($F_1 = F_2$ и $\alpha_1 = -\alpha_2$). Из уравнения (3) получаем уравнение характеристики, с помощью которого построен график на рис. 4 (описывающий данные измерения).

$$F = 2 \cdot F_1 \cdot \cos \alpha_1$$

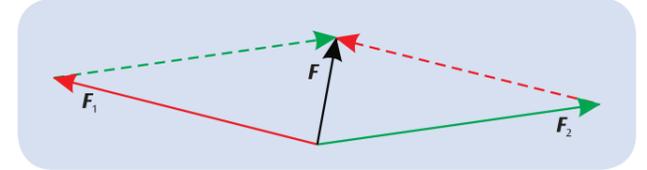


Рис. 1: Векторная сумма сил (параллелограмм сил).

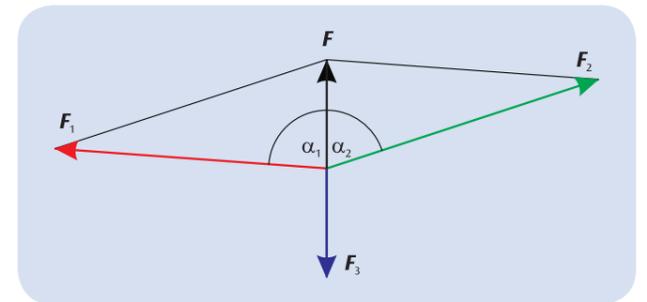


Рис. 2: Определение суммы векторов двух сил F_1 и F_2 по уравновешивающей силе F_3 .

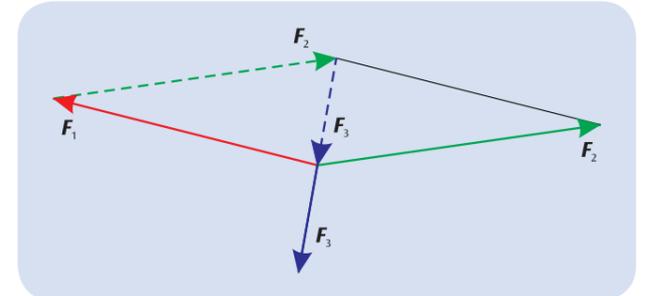


Рис. 3: Графическое исследование равновесия трех произвольных сил, действующих в различных направлениях.

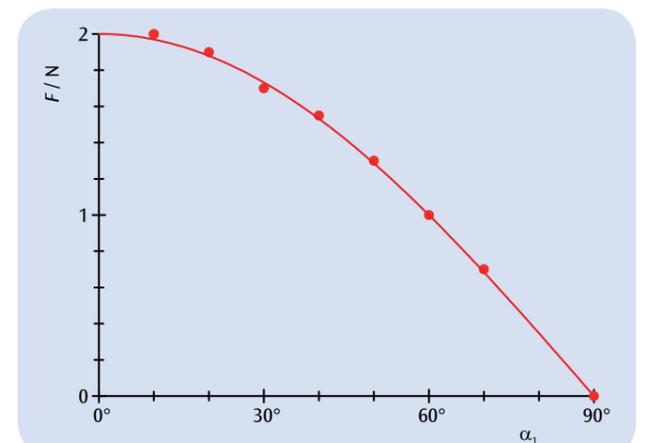


Рис. 4: Измеренная и рассчитанная суммы двух симметричных сил в зависимости от угла α_1 .