Занятие №2 Аксиомы статики

Изучить (законспектировать) основные положения

темы занятия.

Ответить на вопросы:

- что такое аксиома
- суть первого и третьего законов Ньютона

Условия, при которых тело может находиться в равновесии, выводятся из нескольких основных положений, принимаемых без доказательств, но подтвержденных опытом и называемых аксиомами статики. Основные аксиомы статики сформулированы английским ученым Ньютоном (1642—1727) и поэтому названы его именем.

Занятие № 2. Аксиомы статики. Разложение силы на две составляющие

1. Аксиома 1 (аксиома инерции, или первый закон Ньютона)

Всякое тело сохраняет свое состояние покоя или прямолинейного равномерного движения, пока какие-нибудь силы не выведут тело из этого состояния.

Способность материального тела сохранять движение при отсутствии действующих сил или в постепенном изменении этого движения, когда на тело начинают действовать силы, называется *инерцией или инертностью.* Инертность есть одно из основных свойств материи.
На основании этой аксиомы состоянием равновесия считаем такое состояние, когда тело находится в покое или движется прямолинейно и равномерно, т.е. по инерции.

2.Аксиома 2 (аксиома взаимодействия, или третий закон Ньютона).

Силы взаимодействия между собой двух тел всегда равны по модулю и направлены по одной прямой в противоположные стороны.

Из третьего закона Ньютона вытекает, что одностороннего механического действия одного тела на другое не существует, т.е. все силы природы – силы парные.

Совокупность сил, приложенных к данному телу (или системе тел), называется *системой сил.*
Если какая-нибудь система сил обладает таким свойством, что после приложения к свободному телу она не изменяет его механическое состояние, то такая система сил называется *уравновешенной.*

3.Аксиома 3(условие равновесия двух сил).

Для равновесия свободного твердого тела, находящегося под действием двух сил, необходимо и достаточно, чтобы эти силы были равны по модулю и действовали по одной прямой в противоположные стороны.

Условие, сформулированное в этой аксиоме, является необходимым для равновесия двух сил. Это означает, что если система двух сил находится в равновесии, то эти силы должны быть равны по модулю и действовать по одной прямой в противоположные стороны.
Условие, сформулированное в этой аксиоме, является достаточным для равновесия двух сил. Это означает, что справедлива обратная формулировка

аксиомы, а именно: если две силы равны по модулю и действуют по одной прямой в противоположные стороны, то такая система сил обязательно находится в равновесии.

4.Аксиома 4.

Равновесие (как и любое другое механическое состояние) твёрдого тела не нарушится, если к нему приложить удалить систему уравновешенных сил.

Следствие из аксиом 3 и 4

Механическое состояние твердого тела не нарушится от перенесения силы вдоль линии её действия.

Докажем это следствие. Пусть на твердое тело действует сила P, приложенная в точке A, с линией действия aB . В произвольно взятой на линии точке B приложим две равные по модулю и противоположно направленные силы P_1 и P_2, действующие по линии ab. Согласно аксиоме 3, силы P_1 и P_2 взаимно уравновешены, а на основании аксиомы 4их можно приложить к телу, не нарушая механического состояния. Подберем силы P_1 и P_2 такими, чтобы они по модулю были равны силе P.

$P_1 = P_2 = P$.

На основании аксиомы 4 отбросим силы P и P_2 , как взаимно уравновешенные. Тогда оставшуюся силу P_1 можно рассматривать как силу P, перенесённую из точки A в точку B по линии действия, причем механическое состояние не нарушается. Следствие доказано.

Подчеркнем, что перенос силы вдоль линии действия можно осуществлять лишь в том случае, если рассматриваемое тело абсолютно твердое.

Две различные системы сил принято считать эквивалентными, если одну из них можно заменить другой, не нарушая механического состояния свободного твердого тела.

На основании следствия из аксиом 3 и 4 можно сказать, что две силы эквивалентны, если они равны по модулю и действуют по одной прямой в одну сторону. Два вектора силы (как и два любых однородных по размерности вектора) равны, если они параллельны и имеют равные модули.

Одна сила, эквивалентная данной системе сил, называется равнодействующей, а силы этой системы – составляющими этой равнодействующей.

Сила, которая уравновешивает данную систему сил, называется уравновешивающей этой системы.

Равнодействующая и уравновешивающая силы одной и той же системы равны по модулю и действуют по одной прямой в противоположные стороны. Равнодействующая уравновешенной системы сил равна нулю, иначе говоря, уравновешенная система сил эквивалентна нулю.

5. Аксиома 5 (аксиома параллелограмма).

Равнодействующая двух сил, приложенных к телу в одной точке, равна по модулю и совпадает по направлению с диагональю параллелограмма, построенного на данных силах, и приложена в той же точке.

Построение диагонали параллелограмма, сторонами которого являются заданные векторы, называется *векторным или геометрическим* сложением.

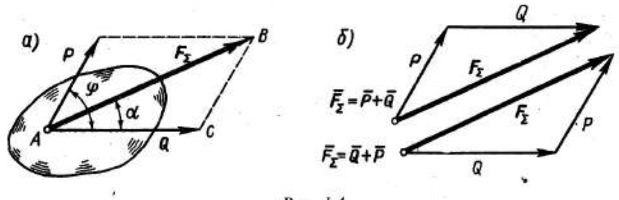

Рис. 1.4

Таким образом, можно сказать, что равнодействующая двух сил, приложенных в одной точке, равна их векторной сумме:

F = P + Q

и приложена в той же точке.

IV – частные случаи; $\varphi = 0$; $\varphi = 180°$; $\varphi = 90°$

6. Разложение силы на две составляющие.

Разложить силу на составляющие – это значит найти систему сил, эквивалентную данной силе. В общем случае задача разложения силы на две составляющие есть задача неопределенная, имеющая бесчисленное множество решений. Для того ,чтобы задача имела определенное решение, необходимо задать два условия, например, направления или модули двух составляющих и т.п.

4

§ 1.3. Теорема о равновесии плоской системы трех непараллельных сил

Теорема. *Для равновесия плоской системы трех непараллельных сил необходимо, но недостаточно, чтобы линии действия этих сил пересекались в одной точке.*

Пусть даны силы **P**, **Q** и **F**, причем линии действия сил **P** и **Q** пересекаются в точке *A* (рис. 1.5). На основании следствия из аксиом III и IV перенесем силы **P** и **Q** вдоль линий их действия в точку *A* и на основании аксиомы параллелограмма найдем равнодействующую $\mathbf{F}_\Sigma$ этих сил. В результате получаем систему двух сил ($\mathbf{F}_\Sigma$, **F**), эквивалентную данным трем силам:

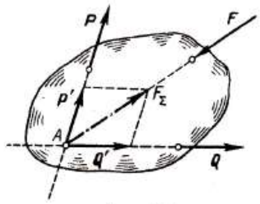

Рис. 1.5

$$(\mathbf{P},\ \mathbf{Q},\ \mathbf{F}) \equiv (\mathbf{F}_\Sigma,\ \mathbf{F}).$$

Но, согласно аксиоме III, равновесие возможно, если силы $\mathbf{F}_\Sigma$ и **F** лежат на одной прямой, следовательно, линия действия силы **F** также пройдет через точку *A*.

Данная теорема дает лишь необходимое условие равновесия, но недостаточное, так как три силы могут сходиться в одной точке, но не быть в равновесии (силы, линии действия которых пересекаются в одной точке, называют *сходящимися*).