Лекция № 4.

Определение равнодействующей сходящихся сил

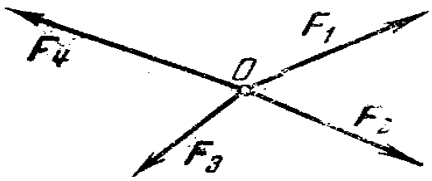
Условия равновесия плоской системы сил.

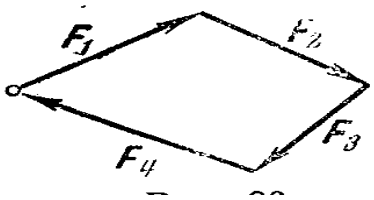
Всякая система сходящихся сил может быть заменена равнодействующей. Ясно, что если такая система сходящихся сил находится в равновесии, т. е. эквивалентна нулю, то равнодействующая должна равняться нулю.

Равенство нулю равнодействующей— необходимое и достаточное условие равновесия системы сходящихся сил.

Соответственно двум способам определения равнодействующей условие равновесия плоской системы сходящихся сил может быть выражено в двух формах.

1. Условие равновесия в геометрической форме. Геометрически равнодействующая сходящихся сил определяется как замыкающая сторона силового многоугольника. Если равнодействующая равна нулю, то нужно, чтобы равнялась нулю и замыкающая сторона, и силовой многоугольник замыкался сам по себе. Отсюда получается следующее условие: для равновесия си системы сходящихся сил необходимо и достаточно, чтобы силовой многоугольник, построенный для этой системы сил, был замкнутым.





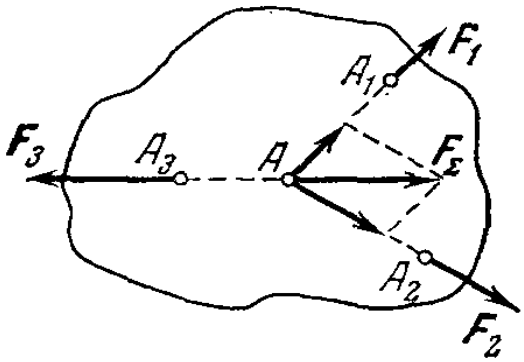
2. Условие равновесия в аналитической форме. Аналитически модуль равнодействующей определяется по формуле:

$$F_{\Sigma} = \sqrt{\sum X_n^2 + \sum Y_n^2}$$

Но если F_{Σ} = O, то равно нулю и подкоренное выражение.

Теорема о равновесии трех непараллельных сил, лежащих в одной плоскости

Если три непараллельные силы, лежащие в одной плоскости, взаимно уравновешиваются, то линии их действия пересекаются в одной точке.



Доказанное условие равновесия трех непараллельных сил является необходимым, но не достаточным условием. Можем утверждать, что если три непараллельные силы находятся в равновесии, то линии их действия пересекаются в одной точке. Но мы не вправе сделать обратного заключения: если линии действия трех сил пересекаются в одной точке, то отсюда вовсе не следует, что эти три силы находятся в равновесии.

Замечания к решению задач о равновесии системы сил.

Тело или точку, равновесие которых предполагается рассматривать в данной задаче, нужно освободить от связей, заменив последние на основании принципа освобождаемости.

Мы пользуемся условиями равновесия этих сил в геометрической или аналитической форме, смотря по тому, какая из них оказывается более простой и удобной в данной задаче.

Во втором случае мы находим искомые величины, пользуясь методом проекций, из уравнения равновесия.

При пользовании последним способом удобно за начало координат принимать ту точку, в которой сходятся силы, а координатные оси располагать так, чтобы проекции сил на эти оси находились наиболее просто.

Задание для самостоятельной работы.

Выполнить практическую работу № 1.

Практическая работа № 1

Определение равнодействующей сходящихся сил.

Цель работы: закрепление навыков построения равнодействующей плоской системы сходящихся сил (ПССС) методом параллелограмма, методом силового многоугольника, аналитическим способом.

Оборудование: линейка, транспортир, индивидуальное задание.

Порядок выполнения работы.

1. Начертить вектора сил в выбранном масштабе, расположив их исходящими из одной точки под углами, указанными в индивидуальном задании (углы откладывать против часовой стрелки от горизонтальной оси X).
2. Сложить первые 2 вектора сил методом параллелограмма, обозначить общую равнодействующую, полученную равнодействующую силу сложить со следующим вектором этим же методом и т.д. Линейкой измерить последнюю полученную равнодействующую силу. Транспортиром измерить угол между равнодействующей и осью абсцисс Ох (измерение угла производить против часовой стрелки).
3. Полученные данные занести в таблицу № 1 (с учетом выбранного масштаба).
4. Выполнить построение равнодействующей ПССС методом многоугольника: построить на данных векторах силовой многоугольник.
5. Произвести измерения равнодействующей линейкой и угол между равнодействующей и осью X транспортиром.
6. Полученные данные занести в таблицу № 1.
7. Определить среднее значение модуля равнодействующей ПССС, среднее значение угла. Результаты занести в таблицу № 1.

Таблица №1.

метод многоугольника	R (полученное значение) (Н)	φ (°)
метод параллелограмма	R (полученное значение) (Н)	φ (°)
среднее значение		

8. Выполнить построение векторов сил в системе координат Х и У.

9. Определить значение проекций векторов сил, данные занести в таблицу № 2, для определения значения проекций использовать формулы:

$$X_п = F_n \cdot \cos a; \qquad Y_n = F_n \cdot \cos a$$

10. Рассчитать равнодействующую ПССС и направляющий тангенс по формулам: $X=X_1+X_2+X_3+X_n$; $Y=Y_1+Y_2+Y_3+Y_n$;

$$|R| = \sqrt{X^2+Y^2}; \qquad tg\,\varphi = Y/X;$$

11. Результаты расчетов занести в таблицу № 2.

12. Произвести расчет погрешностей измерений между аналитическим и графическим методами по формулам:

$$\Delta R = (R_{ан} - R_{пр})/R_{ан}; \qquad \Delta\varphi = (\varphi_{ан} - \varphi_{пр})/\varphi_{ан}.$$

Таблица № 2.

X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	$R_{ан}$	$\varphi_{ан}$	X	Y	ΔR	$\Delta\varphi$

13. Ответить на контрольные вопросы.

Контрольные вопросы.

1. Что такое «плоская система сходящихся сил»?
2. Что такое равнодействующая?

3. Как аналитически определить равнодействующую ПССС?

4. Что такое силовой многоугольник?

5. как графически определить равнодействующую ПССС?

6. Что такое «связь», «Сила реакции связи»?

7. Каковы условия равновесия ПССС?

8. Что такое вектор?

9. Чем характеризуется вектор?

10. Единица измерения вектора?

Исходные данные по вариантам

(номер определяется в соответствии с нумерацией журнала)

Вариант	Параметр									
	F_1(кН)	**F_2 кН)**	**F_3 (кН)**	**F_4 (кН)**	**F_5(кН)**	**α_1(°)**	**α_2 (°)**	**α_3 (°)**	**α_4 (°)**	**α_5(°)**
В-1	12	8	6	4	10	30	45	0	60	300
В-2	8	12	2	10	6	0	45	75	30	270
В-3	20	5	10	15	10	0	60	75	150	210
В-4	3	6	12	15	9	15	45	60	120	270
В-5	6	12	15	3	18	0	15	45	150	300
В-6	12	5	15	10	9	10	60	45	30	270
В-7	10	14	4	20	12	5	50	80	35	275
В-8	22	7	12	17	12	5	65	80	155	215
В-9	5	8	14	17	11	20	50	65	125	275
В-10	8	14	17	12	20	5	20	50	155	305
В-11	14	7	17	12	11	15	65	50	35	280
В-12	5	15	6	22	14	10	55	85	40	280
В-13	24	9	14	19	14	10	70	85	160	220
В-14	7	9	16	19	13	25	55	70	130	280
В-15	11	16	19	14	22	10	25	55	160	310
В-16	16	9	19	14	13	20	70	55	40	285
В-17	7	17	8	24	16	15	60	80	45	285
В-18	26	11	16	21	16	5	45	60	120	300

B-19	14	10	8	6	12	25	40	0	55	295
B-20	6	10	2	8	4	5	40	70	25	265
B-21	18	3	8	12	8	5	65	70	155	210
B-22	5	8	14	17	11	10	40	55	115	165
B-23	8	10	13	5	16	0	15	40	160	270
B-24	12	8	6	4	10	0	45	75	30	270
B-25	20	5	10	15	10	30	45	0	60	300
B-26	8	12	2	10	6	15	45	60	120	270
B-27	3	6	12	15	9	0	45	75	30	270
B-28	6	12	15	3	18	30	45	0	60	300
B-29	20	5	10	15	10	0	15	45	150	300
B-30	6	8	12	2	15	45	30	60	120	270