

Решение задач на равновесие твердого тела, независимо типа системы действующих сил, рекомендуется проводить в следующем порядке:

- Выделить твердое тело, равновесие которого надо рассмотреть жля отыскания неизвестных величин.
- Изобразить активные силы.
- Если твердое тело несвободно, то, согласно принципу освобождаемости от связей, следует отбросить связи и заменить их действие соответствующими реакциями
- Выяснить, какая система сил действует на тело, сколько можно составить уравнений равновесия, сколько неизвестных величин. Если число неизвестных равно числу уравнений, то задача является статически определимой. Если число неизвестных больше числа уравнений равновесия, то задача либо статически неопределима, либо требуется рассмотреть дополнительно равновесие других тел.
- В зависимости от типа системы составить уравнения равновесия.
- Найти из составленных уравнений неизвестные величины.

Этот порядок является общим при решении любых задач на равновесие твердого тела.

Задача 4.10 (И.В.Мещерский)

Однородный стержень AB веса 100 Н опирается одним концом на гладкий горизонтальный пол, другим – на гладкую плоскость, наклоненную под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. У конца B стержень поддерживается веревкой BC , перекинутой через блок C и несущей груз P ; часть веревки BC параллельна наклонной плоскости. Пренебрегая трением на блоке, определить груз P и давление на пол и наклонную плоскость (рис.1.13).

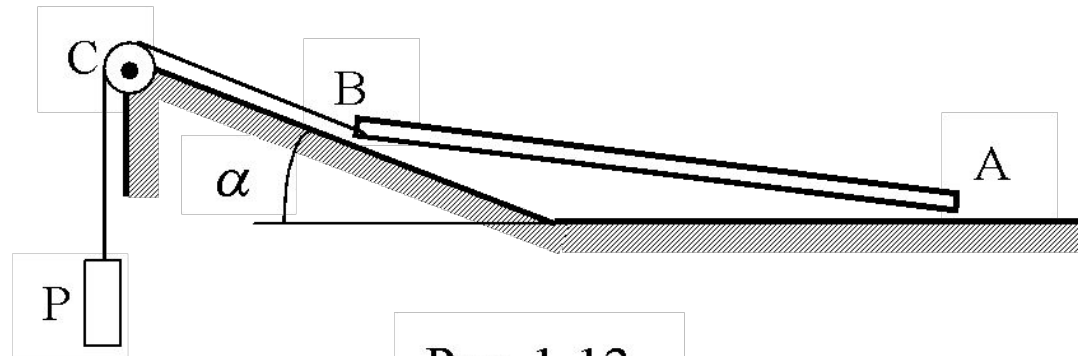


Рис.1.13.

Решение.

1. Будем рассматривать равновесие стержня AB .
2. На стержень действует одна активная сила Q – сила тяжести стержня, равная по величине его весу и приложенная в середине стержня (рис.1.14).
3. Заменим действие связей (пол, наклонная плоскость и веревка) их реакциями (рис.1.14).

4. Стержень AB находится под действием плоской системы сил, для которой можно записать три уравнения равновесия.

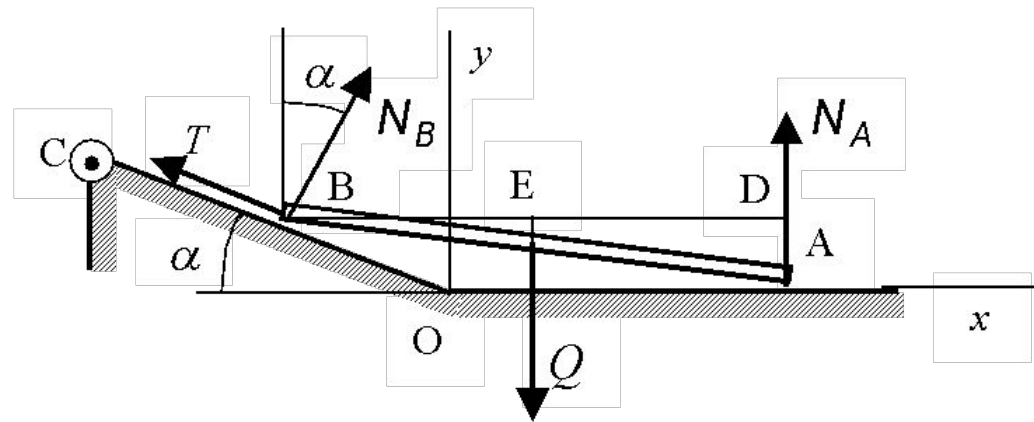


Рис.1.14.

Неизвестны только величины трех сил этой системы, следовательно, задача является статически определимой

5. Составим уравнения равновесия (1.1). Выберем направление осей декартовой системы координат (рис.1.14). Уравнение моментов будем составлять относительно точки B , так как через нее проходят линии действия двух неизвестных по величине сил.

$$\sum_s X_s = -T \cos \alpha + N_B \sin \alpha = 0;$$

$$\sum_s Y_s = T \sin \alpha + N_B \cos \alpha - Q + N_A = 0;$$

$$\sum_s m_B(\vec{F}_s) = -Q \cdot BE + N_A \cdot BD = 0.$$

6. Найдем неизвестные величины. Из уравнения моментов находим

$$N_A = Q \frac{BE}{BD} = \frac{Q}{2}.$$

($BE = BD/2$, так как CE является средней линией треугольника ABD).

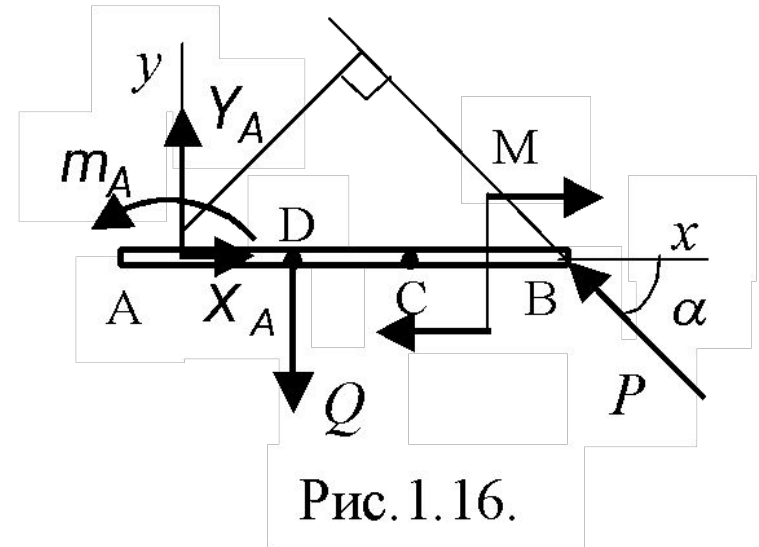
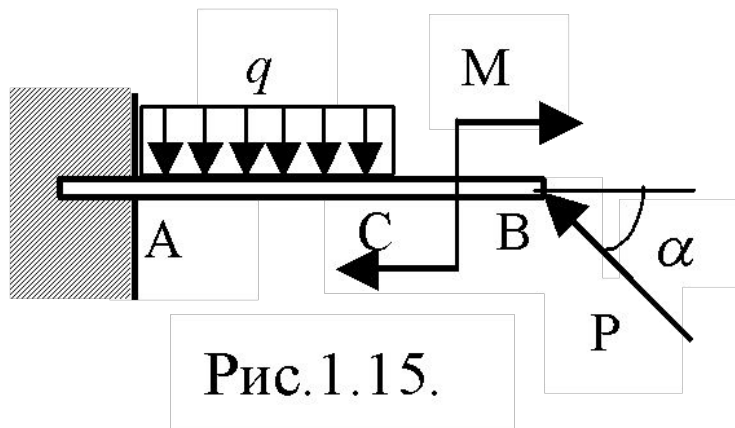
Решая совместно первые два уравнения, находим

$$N_B = \frac{Q}{2} \cos \alpha; \quad T = \frac{Q}{2} \sin \alpha$$

Задача 4.28 (И.В.Мещерский)

Определить реакции заделки консольной балки, изображенной на рис.1.15 и находящейся под действием равномерно распределенной нагрузки, сосредоточенной силы и пары сил:

$$q = 1,5 \text{ кН/м}, P = 4 \text{ кН}, M = 2 \text{ кН} \cdot \text{м}, AC = 3 \text{ м}, BC = 2 \text{ м}, \alpha = 45^\circ.$$



Решение.

1. Будем рассматривать равновесие балки AB .
2. Изобразим активные силы, действующие на балку AB : силу P , пару сил с моментом M ; равномерно распределенную нагрузку заменим равнодействующей Q , равной по величине $Q = q \cdot AC = 4,5 \text{ кН}$ и приложенной в середине отрезка AC (рис.1.16).
3. Заменим действие связи «жесткая заделка» ее реакциями X_D, Y_D, m_D (рис.1.16).
4. Балка AB находится под действием плоской системы сил, для которой можно записать три уравнения равновесия. Неизвестны три величины: X_D, Y_D, m_D , следовательно, задача является статически определимой.

5. Составим уравнения равновесия. Выберем направление осей декартовой системы координат (рис.1.16). Уравнение моментов будем составлять относительно точки A

$$\sum_s X_s = X_A - P \cos \alpha = 0;$$

$$\sum_s Y_s = Y_A - Q + P \sin \alpha = 0;$$

$$\sum_s m_A(\vec{F}_s) = m_A - Q \cdot \frac{AC}{2} + P \cdot AB \cdot \sin \alpha - M = 0.$$

6. Решая систему составленных уравнений, находим:

$$X_A = P \cos \alpha, \quad Y_A = Q - P \sin \alpha, \quad m_A = Q \cdot \frac{AC}{2} - P \cdot AB \cdot \sin \alpha + M.$$

Подставив числовые данные, получим

$$X_A = 2,8 \text{ кН}, \quad Y_A = 1,7 \text{ кН}, \quad m_A = -5,39 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Знак минус показывает, что направление момента заделки не совпадает с выбранным, т.е. на самом деле момент пары жесткой заделки направлен по ходу часовой стрелки.