

Министерство образования и науки Российской Федерации  
МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н.Э. БАУМАНА  
кафедра «Прикладная механика» (РК-5)

---

**Домашнее задание №3**  
**по дисциплине “Сопротивление материалов”**

**Вариант 15**

Выполнил:  
Студент группы РК5-32Б  
**Приёмко К.С.**

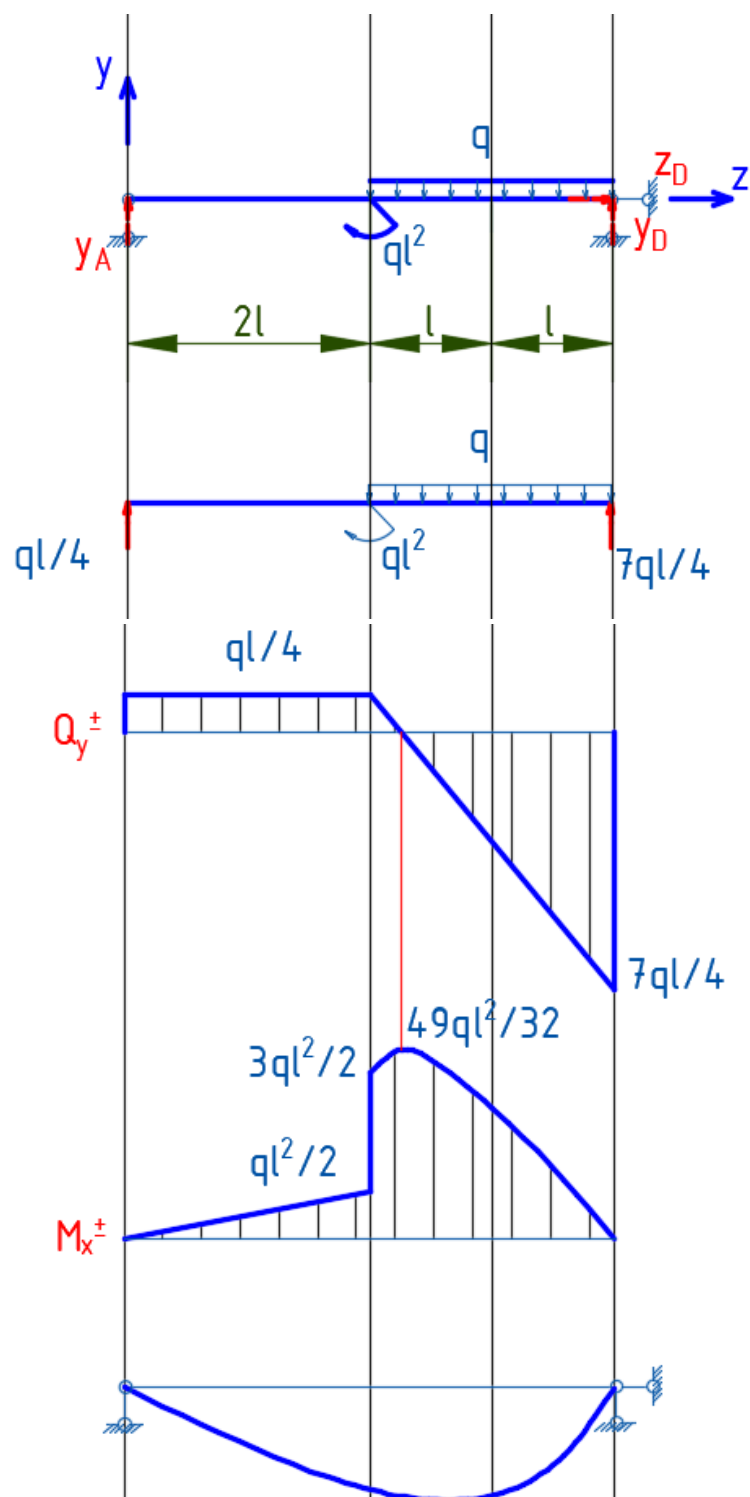
Проверил:  
Преподаватель **Крупнин А.Е.**

Москва,  
2018

### Задача 1.

Определить реакции в опорах, построить эпюры внутренних силовых факторов, вид изогнутой оси:

Номер 1



$$\sum F_x = 0;$$

$$z_D = 0;$$

$$\sum F_y = 0;$$

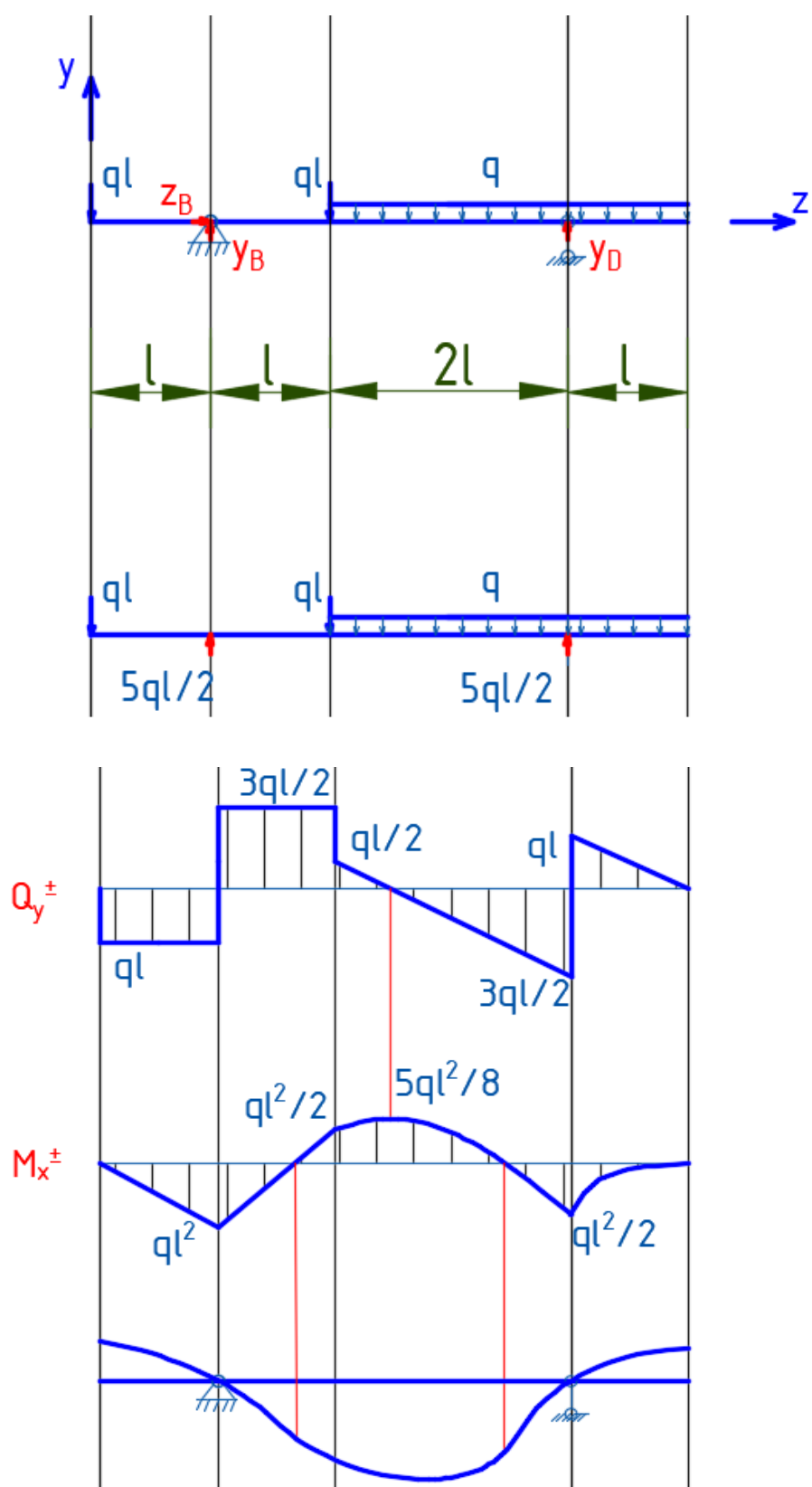
$$y_D + y_A = 2ql;$$

$$\sum M_D = 0;$$

$$y_A = ql/4;$$

$$y_D = 7ql/4;$$

Номер 2

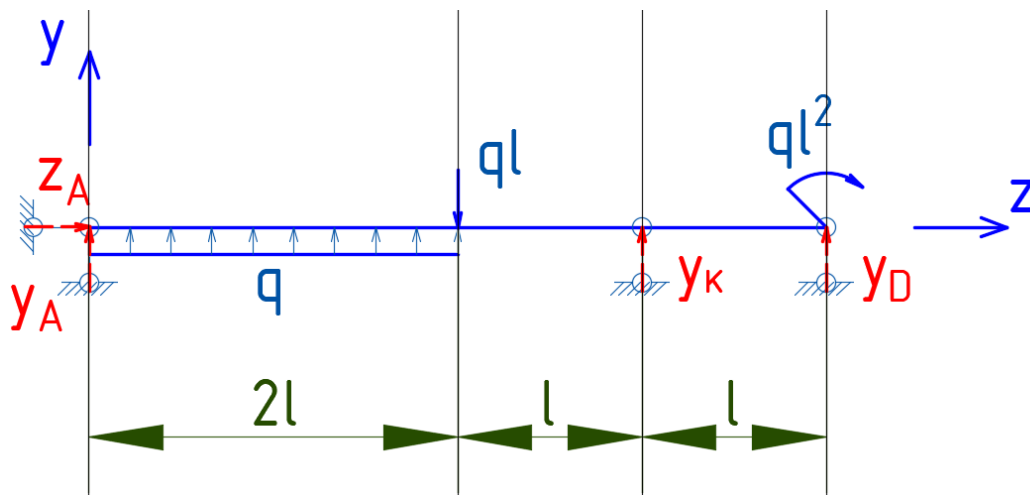


## Задача 2.

Провести расчет с помощью дифференциального уравнения изогнутой оси стержня:

- 1) Вычислить реакции в опорах;
- 2) Построить эпюру изгибающих моментов;
- 3) Изобразить вид изогнутой оси стержня;
- 4) Определить угловое перемещение в точке k;
- 5) Вычислить коэффициент запаса по текучести.

Вариант	M1	F1	Q1	Длина L1	Длина L2	Длина L3	Схема
15	$-ql^2$	$-ql$	$-q$	$2L$	$L$	$L$	№3



$$\sum F_x = 0;$$

$$z_A = 0;$$

$$\sum F_y = 0;$$

$$y_A + y_K + y_D = -ql; \quad (1)$$

$$\sum M_A = 0;$$

$$2ql^2 - 2ql^2 + y_K 3l + y_D 4l = ql^2;$$

$$3y_K + 4y_D = ql; \quad (2)$$

Неизвестных 3, уравнений статики 2. Задача 1 раз статически неопределима. Необходимо составить 1 уравнение совместности перемещений.

$$v'' EY_x = M_x;$$

$$v'' EY_x = y_A z + \frac{qz^2}{2} - \frac{q(z-2l)^2}{2} H(z-2l) - \\ - ql(z-2l)H(z-2l) + y_K(z-3l)H(z-3l);$$

$$v' EY_x = C + y_A \frac{z^2}{2} + \frac{qz^3}{6} - \frac{q(z-2l)^3}{6} H(z-2l) - \\ - ql \frac{(z-2l)^2}{2} H(z-2l) + y_K \frac{(z-3l)^2}{2} H(z-3l);$$

$$v = \frac{1}{EY_x} (D + Cz + y_A \frac{z^3}{6} + \frac{qz^4}{24} - \frac{q(z-2l)^4}{24} H(z-2l) - \\ - ql \frac{(z-2l)^3}{6} H(z-2l) + y_K \frac{(z-3l)^3}{6} H(z-3l));$$

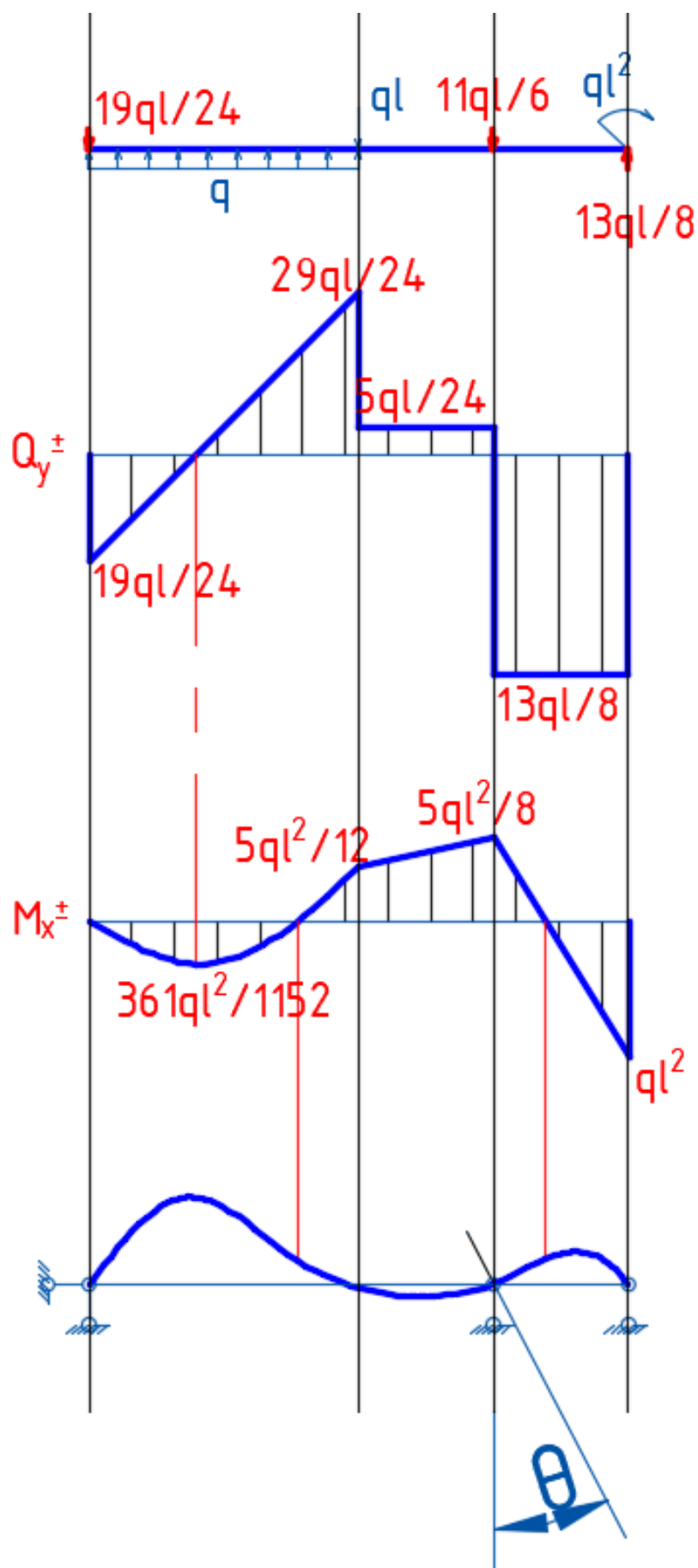
$$v(0) = 0; \quad (3)$$

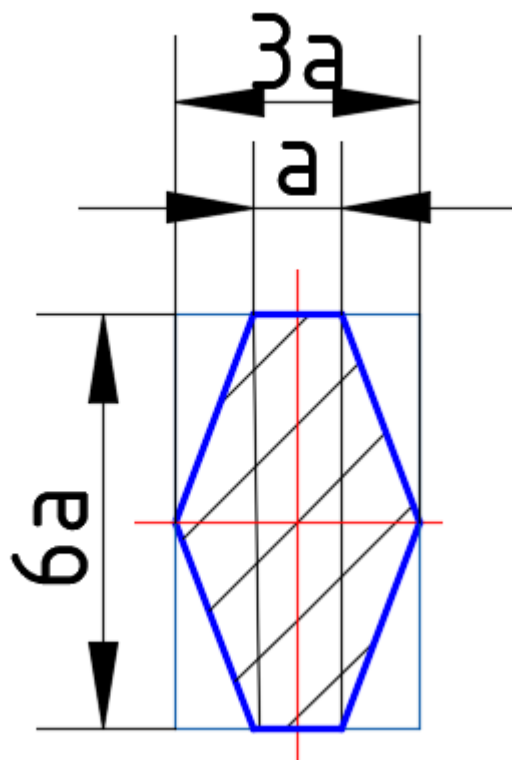
$$v(3l) = 0; \quad (4)$$

$$v(4l) = 0; \quad (5)$$

Решая полученную систему уравнений получаем:

$$\left\{ \begin{array}{l} D = 0; \\ C = \frac{1}{48} ql^3; \\ y_A = -\frac{19}{24} ql; \\ y_K = -\frac{11}{6} ql; \\ y_A = \frac{13}{8} ql; \end{array} \right.$$





Т к сечение обладает двумя осями симметрии, следовательно, центр инерции находится в точке пересечения осей.

$$Y_x = \frac{a(6a)^3}{12} + 4\left(\frac{a(3a)^3}{12}\right) = 27a^4;$$

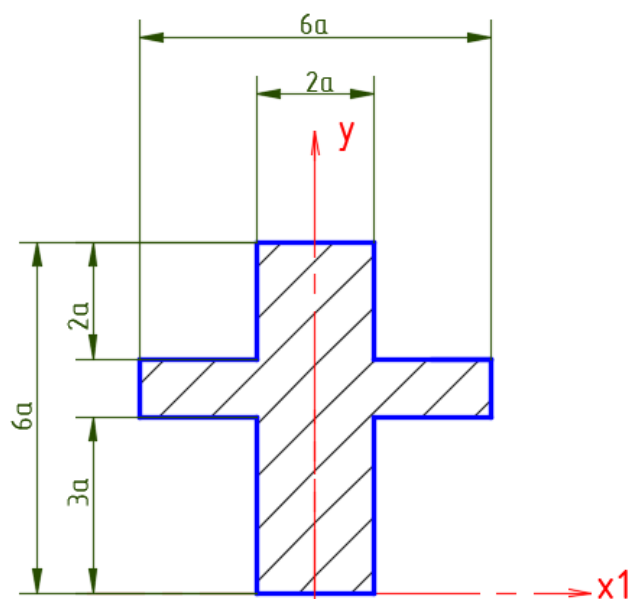
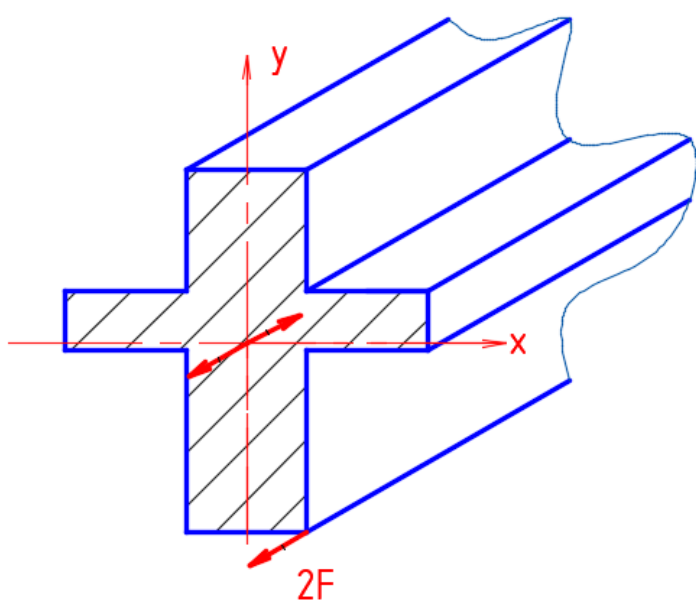
$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\max}} = \frac{\sigma_T Y_x}{M_x y} = \frac{9\sigma_T a^3}{ql^2};$$



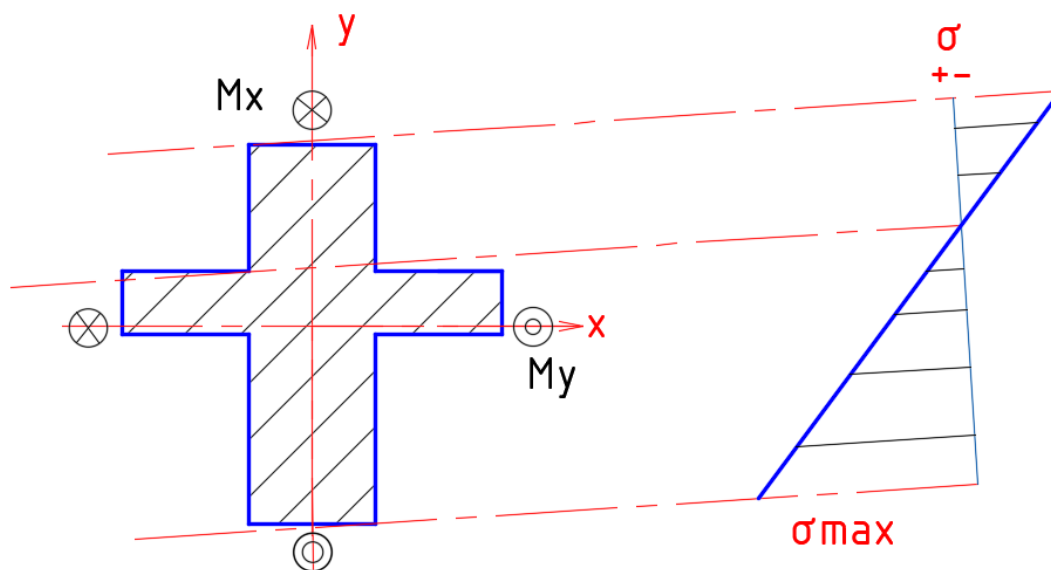
### Задача 3

Для консольного стержня необходимо:

- 1) Определить главные, центральные оси сечения, вычислить моменты инерции относительно главных центральных осей.
- 2) Определить положение нейтральной линии, выполнить чертеж сечения в масштабе, построить на нем нейтральную линию, эпюру напряжений.
- 3) Определить опасную точку в сечении, вычислить максимальные напряжения.



Тело обладает осью симметрии, следовательно, центр инерции будет лежать на этой оси.



$$\overline{M} = \overline{M}_x + \overline{M}_y;$$

$$M_x = \frac{25}{4} Fa; \quad M_y = 2Fa;$$

$$y_c = \frac{\sum S_{xi}}{\sum A_i} = \frac{12a^2 3a + 2(2a^2 \frac{7a}{2})}{12a^2 + 2(2a^2)} = \frac{25}{8} a;$$

$$C(0, \frac{25}{8} a);$$

$$\Upsilon_x = \frac{2a(6a)^3}{12} + 12a^2 \left(\frac{a}{8}\right)^2 +$$

$$+ 2\left(\frac{a^3 2a}{12} + 2a^2 \left(\frac{3a}{8}\right)^2\right) = \frac{445}{12} a^4;$$

$$\Upsilon_y = \frac{6a(2a)^3}{12} + 2\left(\frac{a(2a)^3}{12} + 2a^2 (2a)^2\right) = \frac{64}{3} a^4;$$

$$\sigma = \frac{P}{A} + \frac{M_x}{\Upsilon_x} y + \frac{M_y}{\Upsilon_y} x;$$

$$0 = \frac{2F}{16a^2} - \frac{25Fa12}{4a^4 445} y + \frac{2Fa3}{64a^4} x;$$

$$y = \frac{89}{128} x + \frac{89}{96} a;$$

$$\sigma_{\max} = \frac{2F}{16a^2} - \frac{25Fa12}{4a^4 445} \left(-\frac{25}{8} a\right) + \frac{2Fa3}{64a^4} (a) = 0.75F;$$