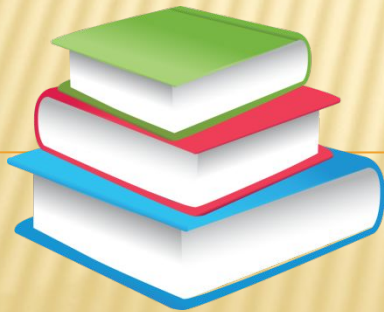


# ТЕМА «ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ»



ЦЕЛЬ:

---

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ  
РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «ПОСТРОЕНИЕ ЭПЮР  
ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ  
МОМЕНТОВ».

- 
- Рассмотрим тело произвольной формы в “спокойном”, ненагруженном состоянии. Между его частицами всегда существуют силы взаимодействия, которые стремятся сохранить его как единое целое, то есть препятствуют изменению взаимного расположения частиц. При нагружении тела произвольной внешней нагрузкой силы взаимодействия между частицами изменяются, появляются дополнительные силы взаимодействия, которые приводят к изменению взаимного расположения частиц тела, то есть к его деформации. Эти дополнительные силы взаимодействия называются внутренними силами упругости (ВСУ) и являются предметом изучения сопротивления материалов. Анализ характера распределения внутренних сил упругости осуществляется при помощи метода сечений.



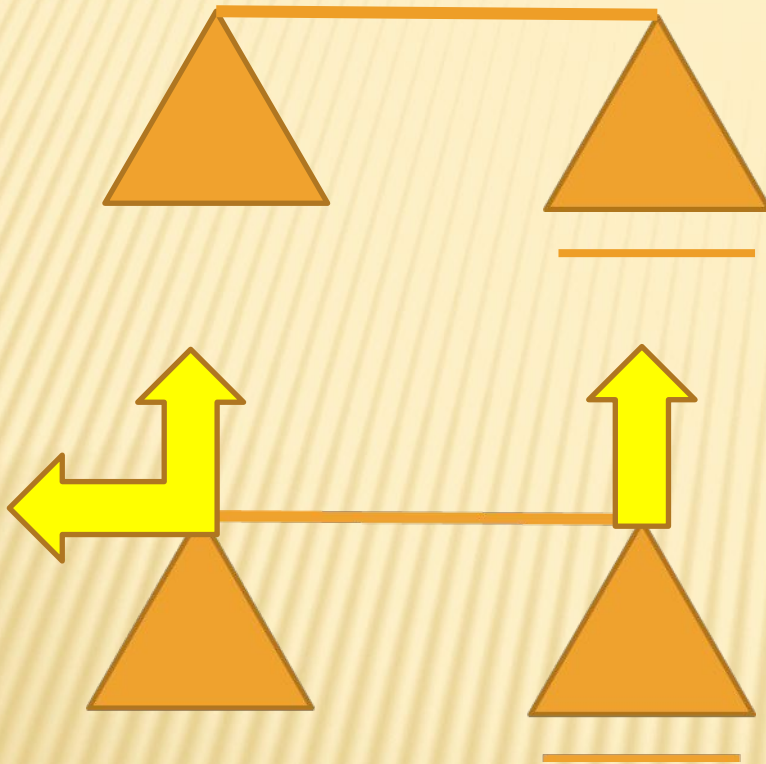
- 
- **Эпюра** (фр. *epure* — чертёж) — особый вид графика, показывающий распределение величины нагрузки на объект.
  - **Эпюру** можно построить на основании следующих параметров: внутренних сил (продольных и поперечных), крутящих и изгибающих моментов, напряжений (нормальных и касательных) и перемещений.

# АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

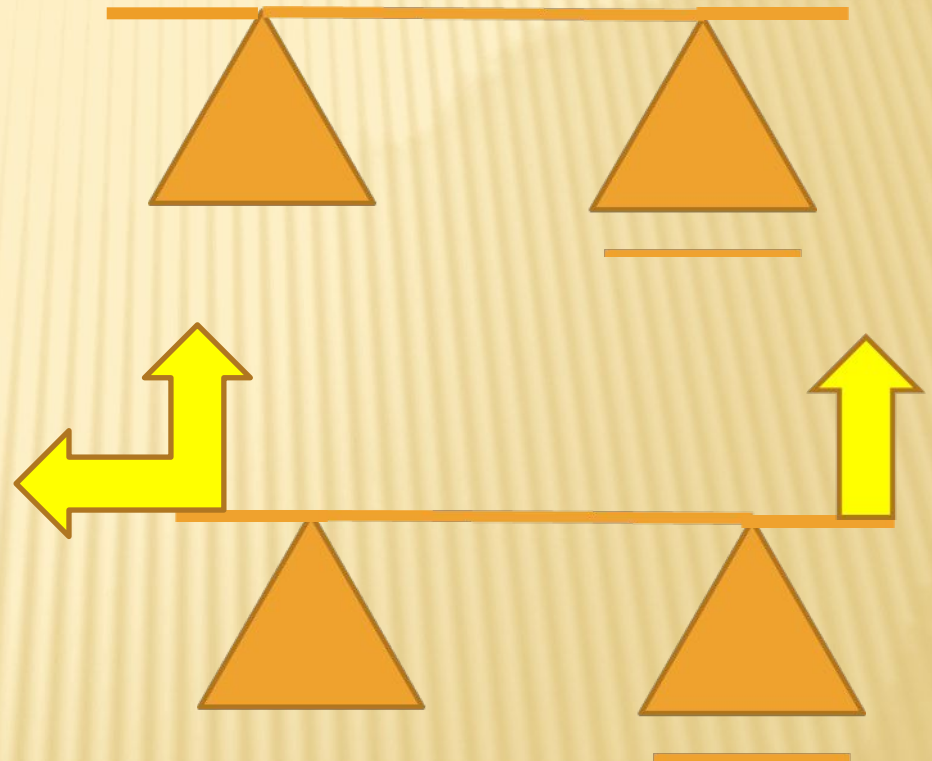
---

1. Определение реакций опор балки и выполнение проверки;
2. Определение поперечных сил ( $Q$ ) и построение эпюры;
3. Определение изгибающих моментов ( $M_{изг}$ ) и построение эпюры;
4. Проверка правильности построения эпюр.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕАКЦИЙ ОПОР БАЛКИ



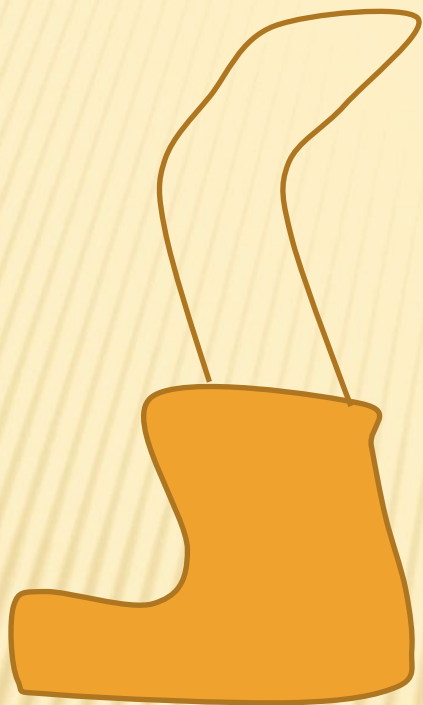
## ОСНОВНАЯ ОШИБКА



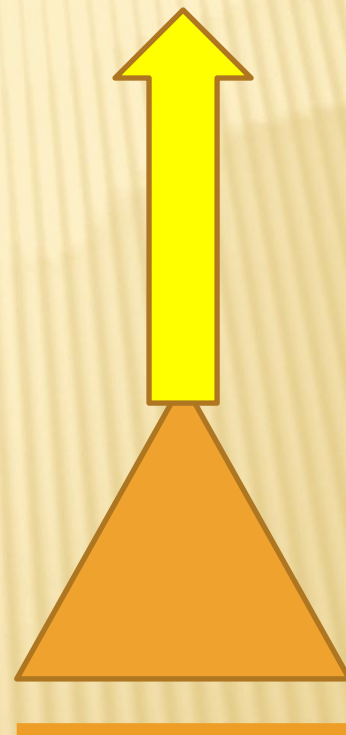
АССОЦИАЦИИ ПО СХОДСТВУ, ПО КОНТРАСТУ, ПО СМЕЖНОСТИ В  
ПРОСТРАНСТВЕ И ВРЕМЕНИ, ПО ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫМ  
СВЯЗЯМ.



НОГА + БОТИНОК



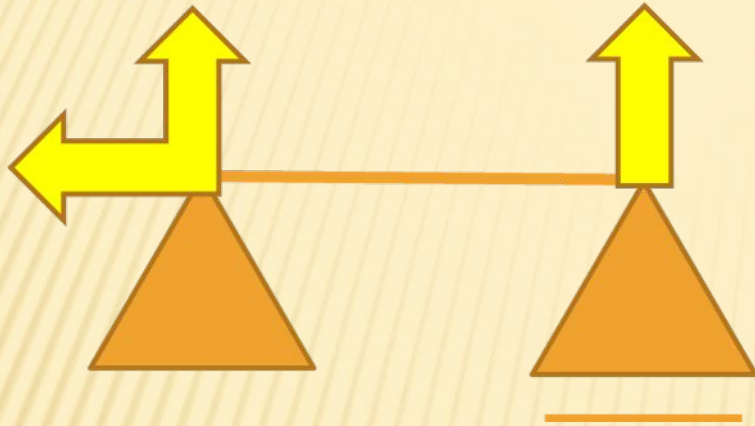
ОПОРА + РЕАКЦИЯ



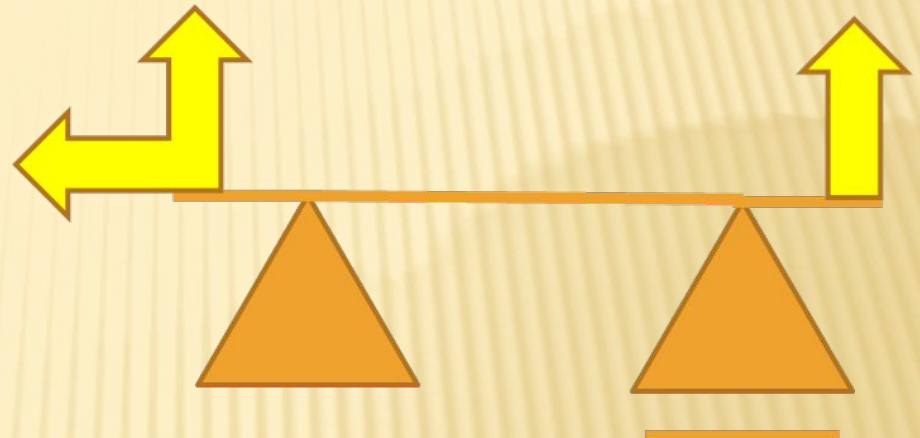
АССОЦИАЦИЯ ПО СХОДСТВУ

---

ВЕРНО



НЕВЕРНО



УРАВНЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ

$$\sum F_{ix} = 0$$

$$\sum M_A = 0$$

$$\sum M_B = 0$$

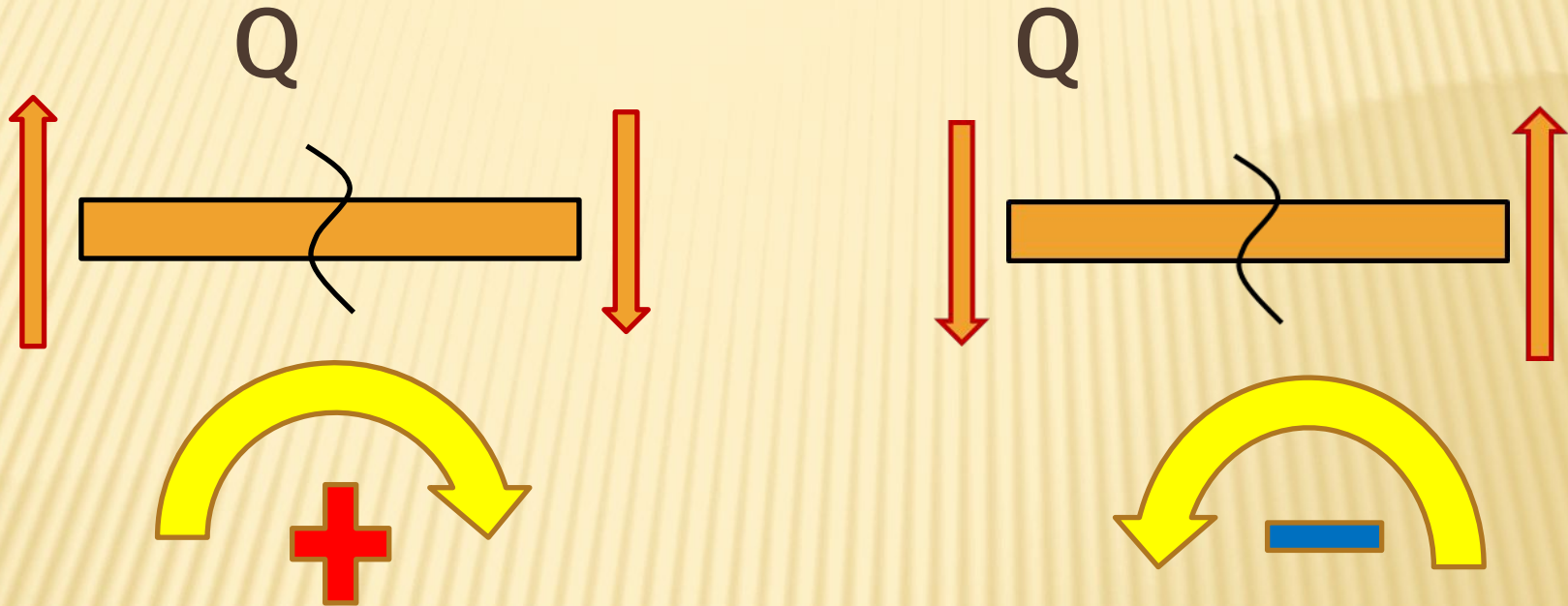
ПРОВЕРКА

$$\sum F_{iy} = 0$$

---



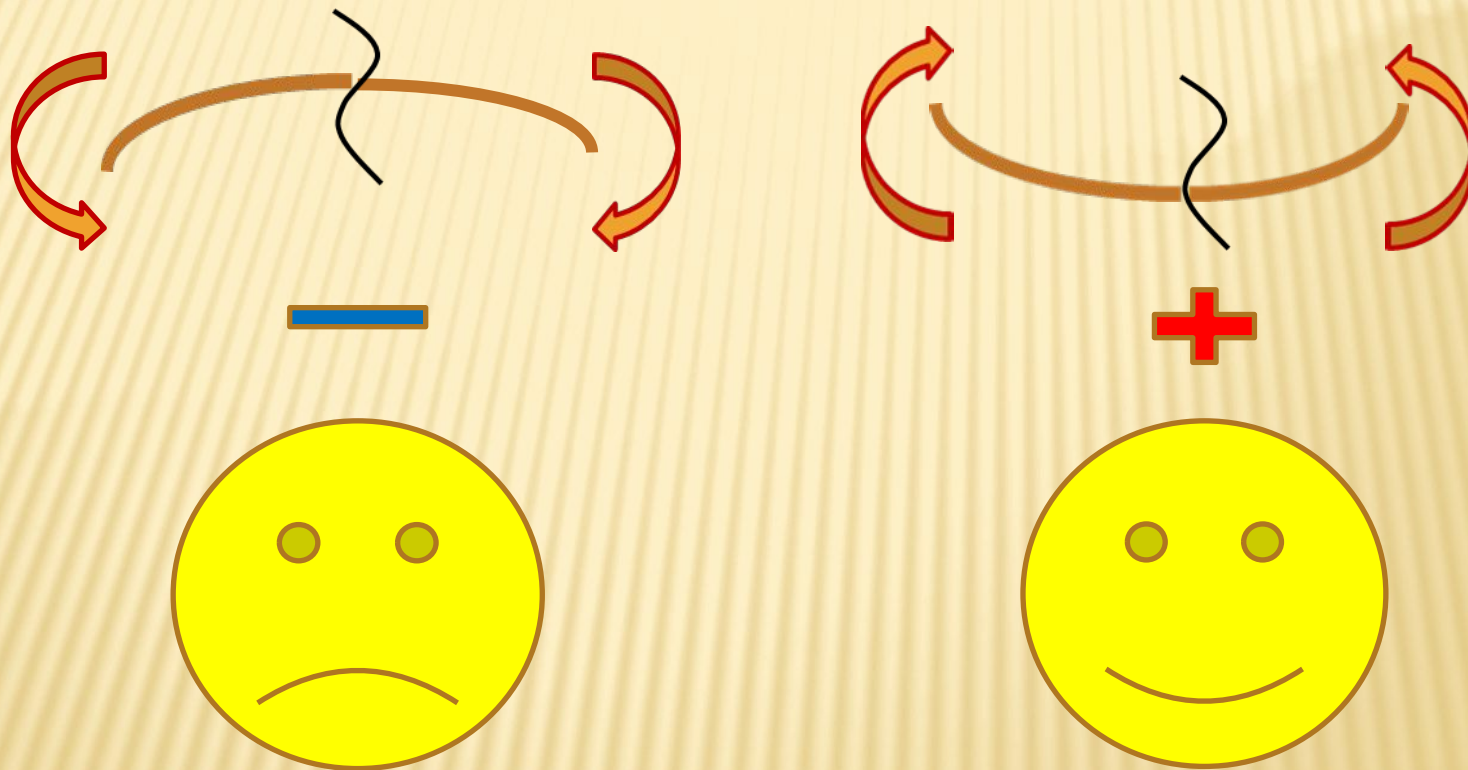
# ПОПЕРЕЧНАЯ СИЛА (Q, кН)



ПРАВИЛЬНОСТЬ ПОСТРОЕНИЯ ЭПЮРЫ МОЖНО ПРОВЕРИТЬ ПО  
СКАЧКАМ, КОТОРЫЕ ВОЗНИКАЮТ ТАМ, ГДЕ ПРИЛОЖЕНЫ  
СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ СИЛЫ.  
СКАЧОК = ЗНАЧЕНИЮ F

# ИЗГИБАЮЩИЙ МОМЕНТ ( $M_{\text{изг}}$ , кН\*М)

---



На эпюре изгибающих моментов скачок возникает там, где приложена пара сил

# ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ЭПЮР

## Сопоставление эпюр поперечных сил и изгибающих моментов

$$Q > 0$$

$M_{\text{изг}}$  возрастает

$$Q < 0$$

$M_{\text{изг}}$  убывает

$$Q = 0$$

$M_{\text{изг}}$  постоянен

Переход  
от  $Q > 0$  к  $Q < 0$

$$M_{\text{изг}} = \max$$

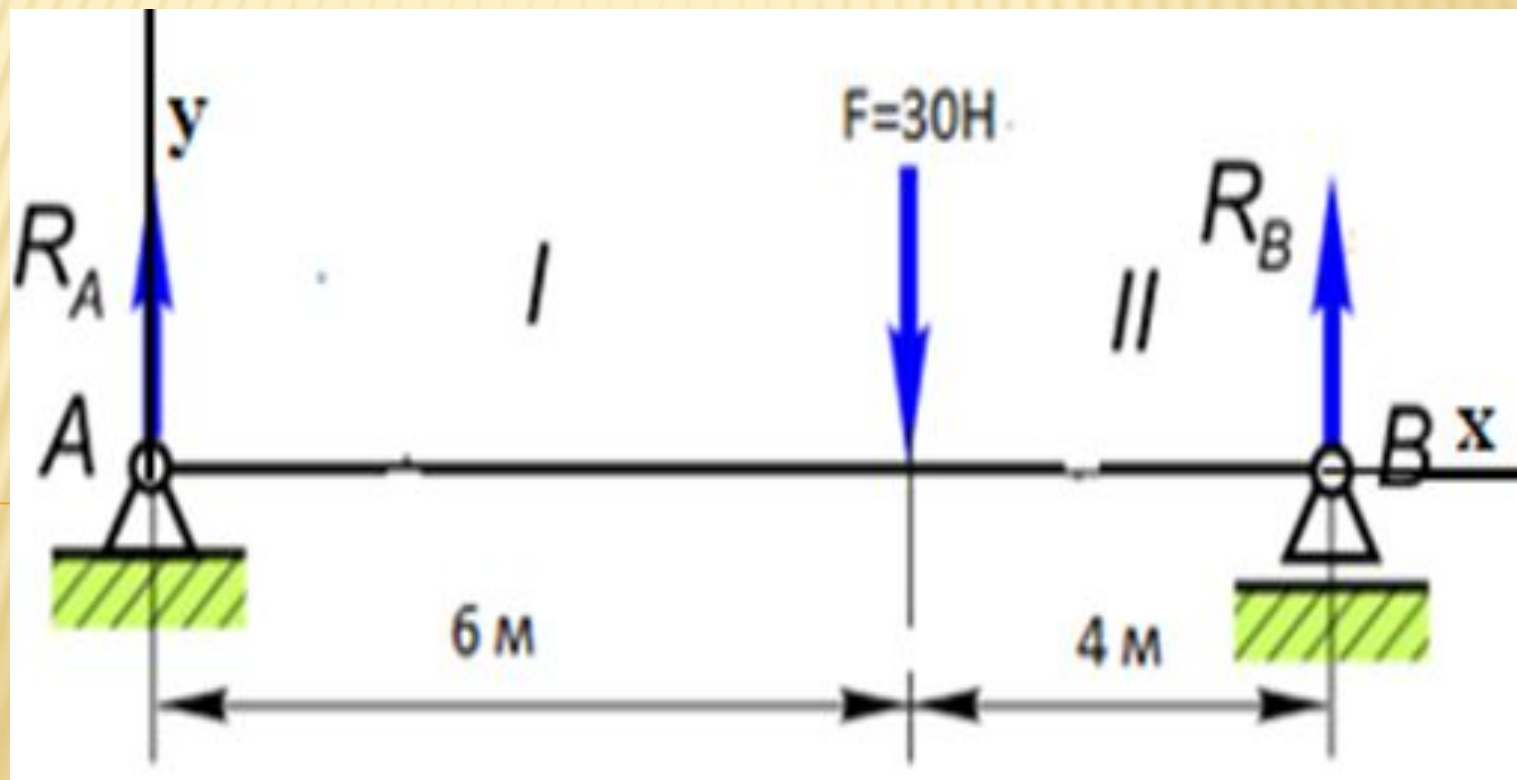
Переход  
от  $Q < 0$  к  $Q > 0$

$$M_{\text{изг}} = \min$$



# ЗАДАЧА

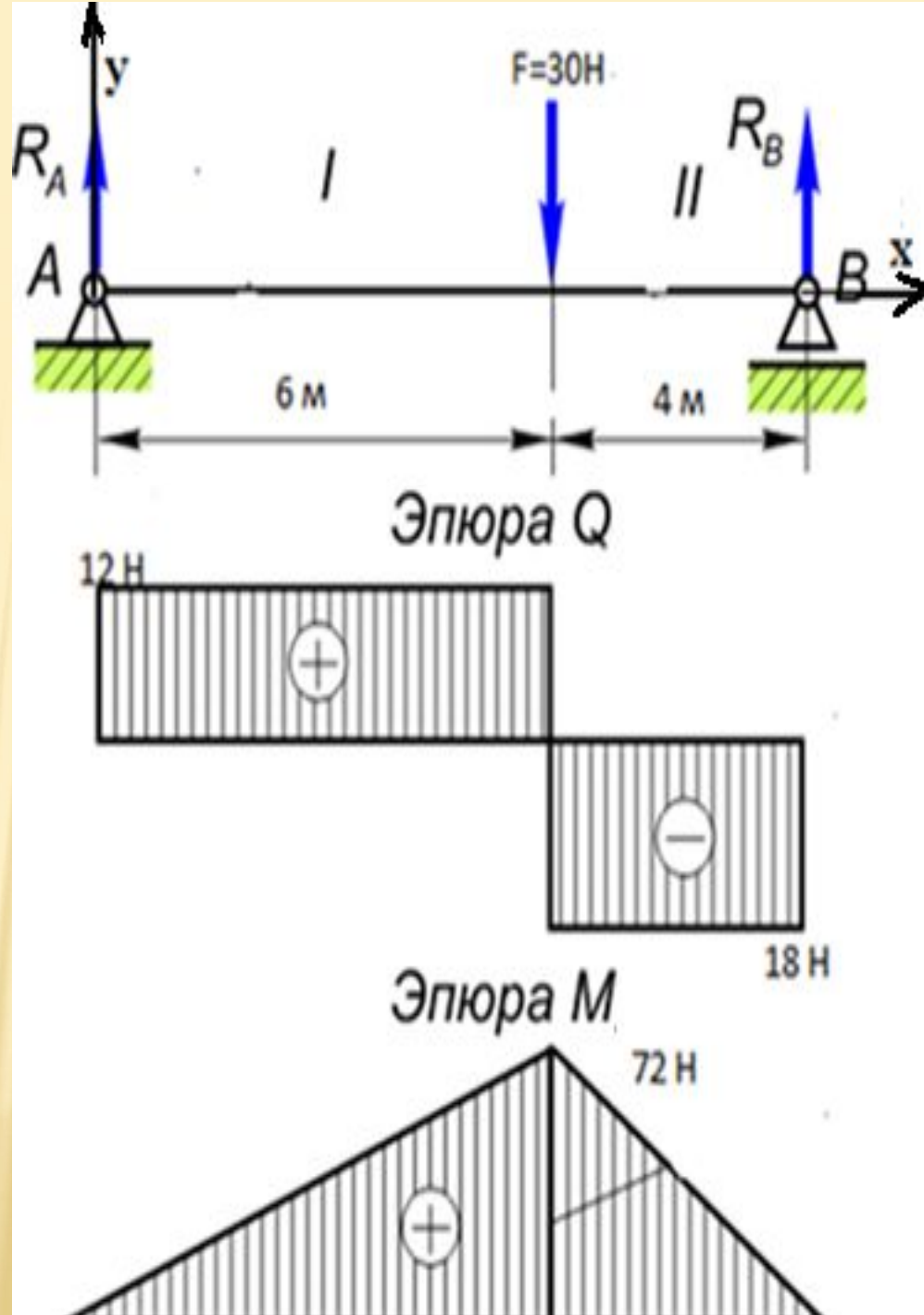
НА ДВУХ ОПОРНУЮ БАЛКУ ДЕЙСТВУЕТ СОСРЕДОТОЧЕННАЯ СИЛА  $F=30$  Н. ПОСТРОИТЬ ЭПЮРЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ ДЛЯ БАЛКИ, ИЗОБРАЖЕННОЙ НА РИСУНКЕ. ДОПУСКАЕМОЕ НОРМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ  $[\sigma]=160$  МПА.



# Решение

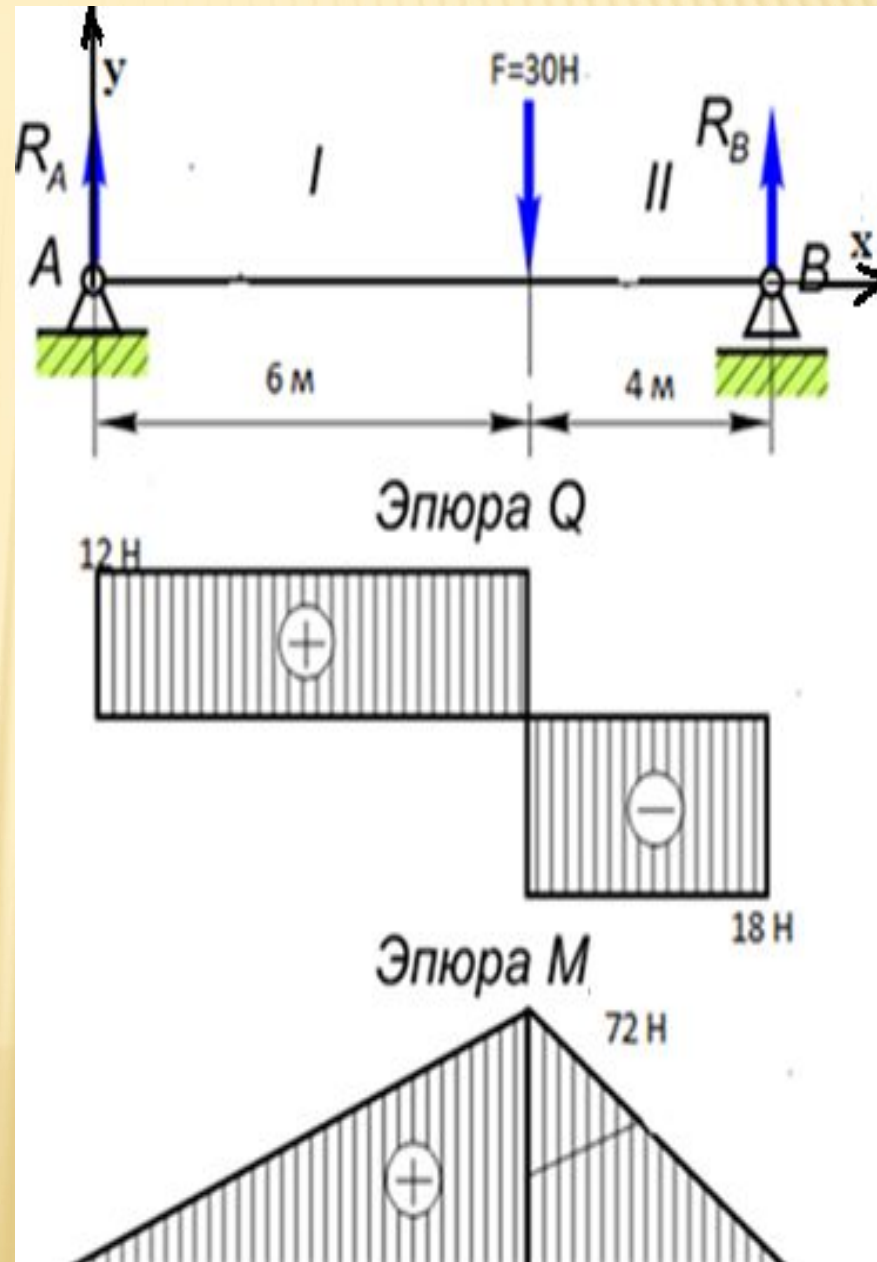
- 1) Наносим оси координат;
- 2) Наносим реакции в опорах;
- 3) Определяем реакции в опорах из условия равновесия плоских сил;
- 4) Проверка;
- 5) Строим эпюру поперечных сил  $Q_y$ ;
- 6) Строим эпюру изгибающих моментов  $M_x$ ;
- 7) Определяем размер двутавровой балки;
- 8) В соответствии с сортаментом принимаем размер двутавра.

Положительные значения откладываются (в выбранном масштабе) над осью эпюры, отрицательные - под осью.



## 2. Правила построения эпюр:

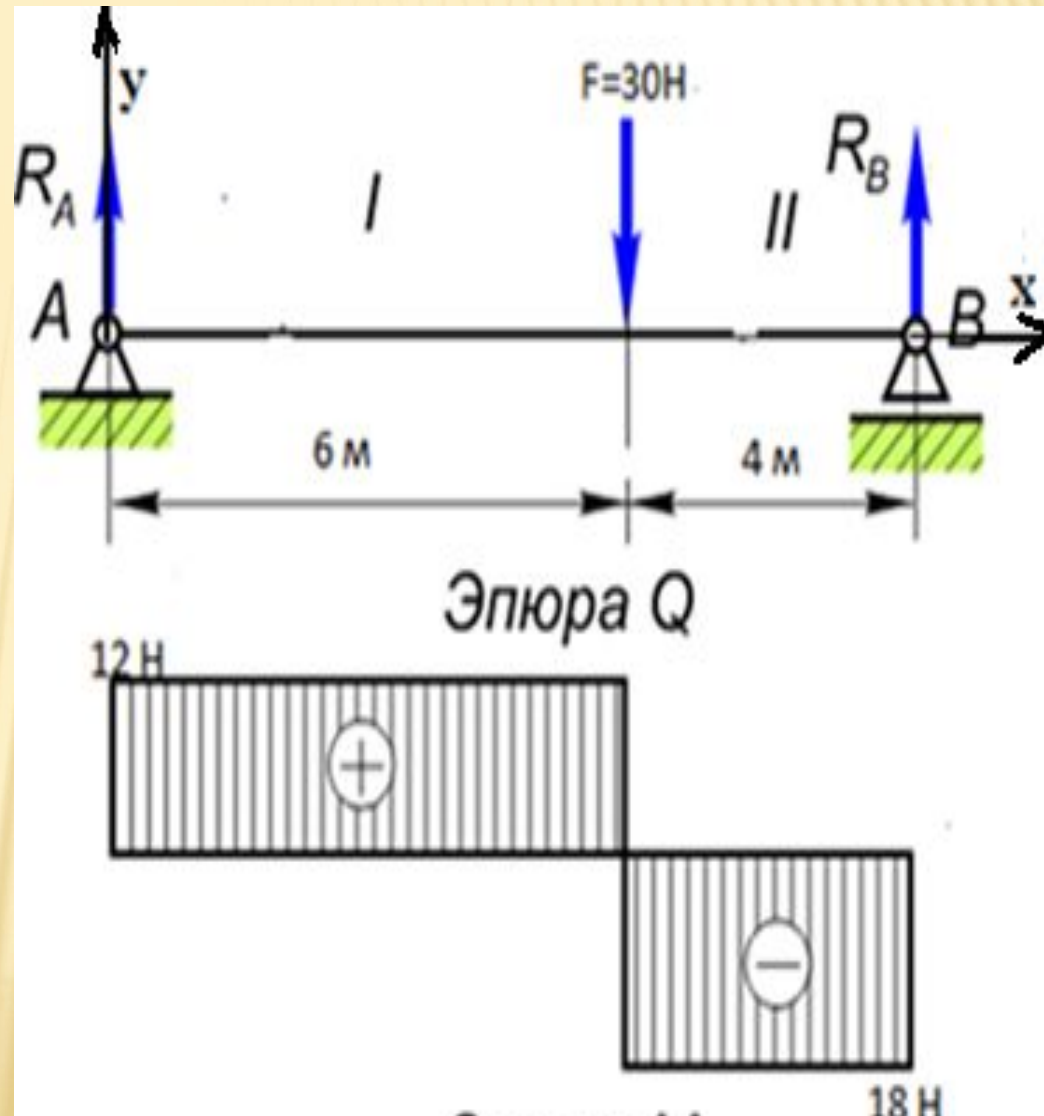
При сосредоточенной нагрузке ↓ эпюра поперечных сил  $Q_y$  изображается прямой, параллельно оси балки, а эпюра изгибающих моментов  $M_{\text{и}}$  — наклонной прямой





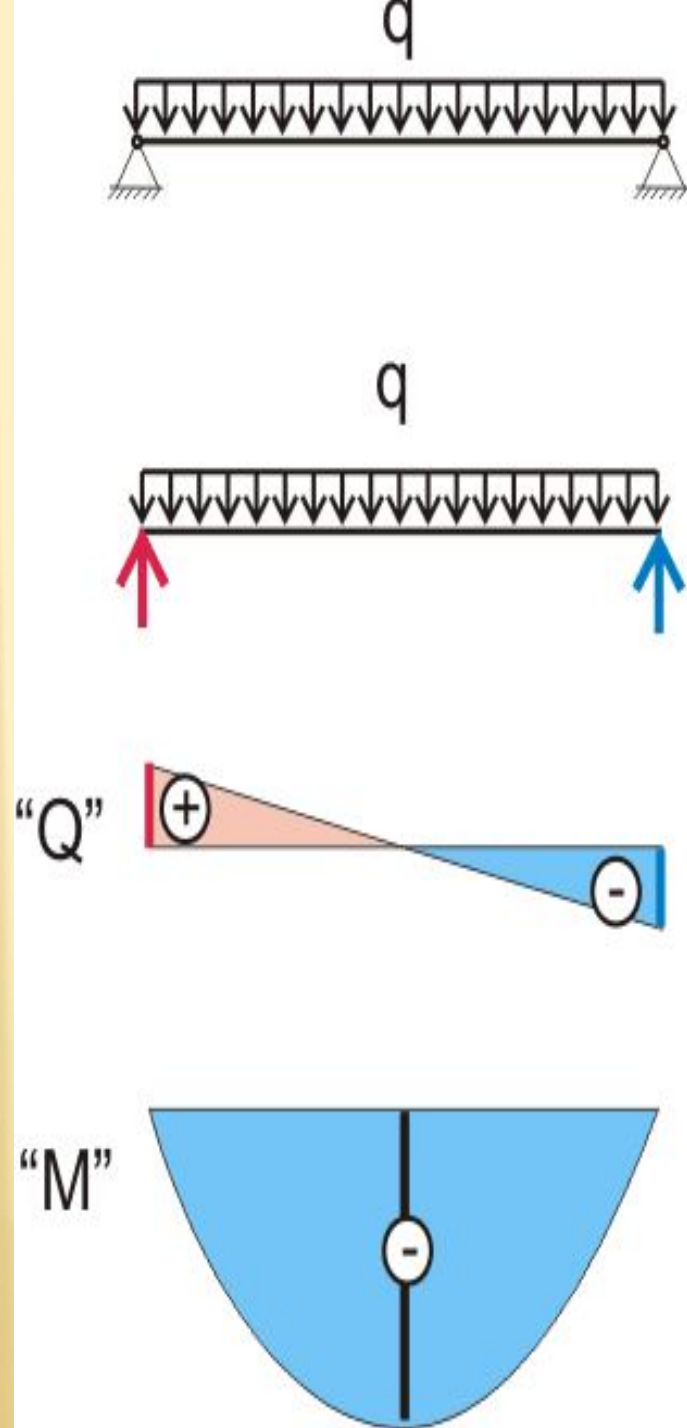
# Правила построения эюр:

При  
сосредоточенной  
нагрузке  $\downarrow$  эюра  
поперечных сил  $Q$   
образует скачок,  
численно равный  
значению самой  
силы



# Правила построения эпюр:

При равномерно-  
распределенной  
нагрузке эпюра  
поперечных сил  $Q$   
изображается  
наклонной прямой, а  
эпюра изгибающих  
моментов  $M$  параболой



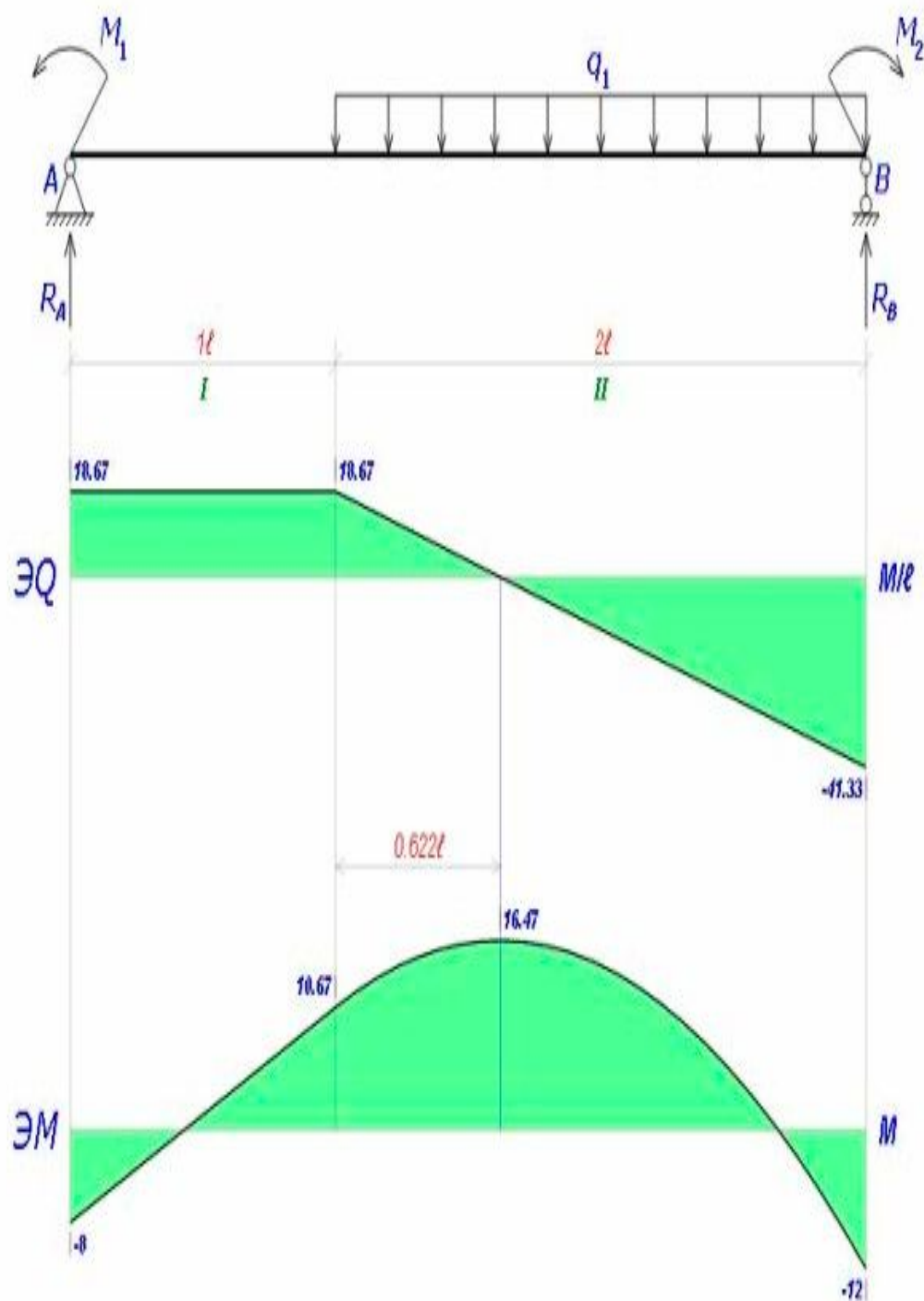
# Правила построения

эпюр:

Если на участках  $Q_y < 0$ ,  
то изгибающий момент  
убывает;

если на участках  $Q_y > 0$ ,  
то изгибающий момент  
возрастает;

если на участках  $Q_y = 0$ ,  
то изгибающий момент  
постоянен.

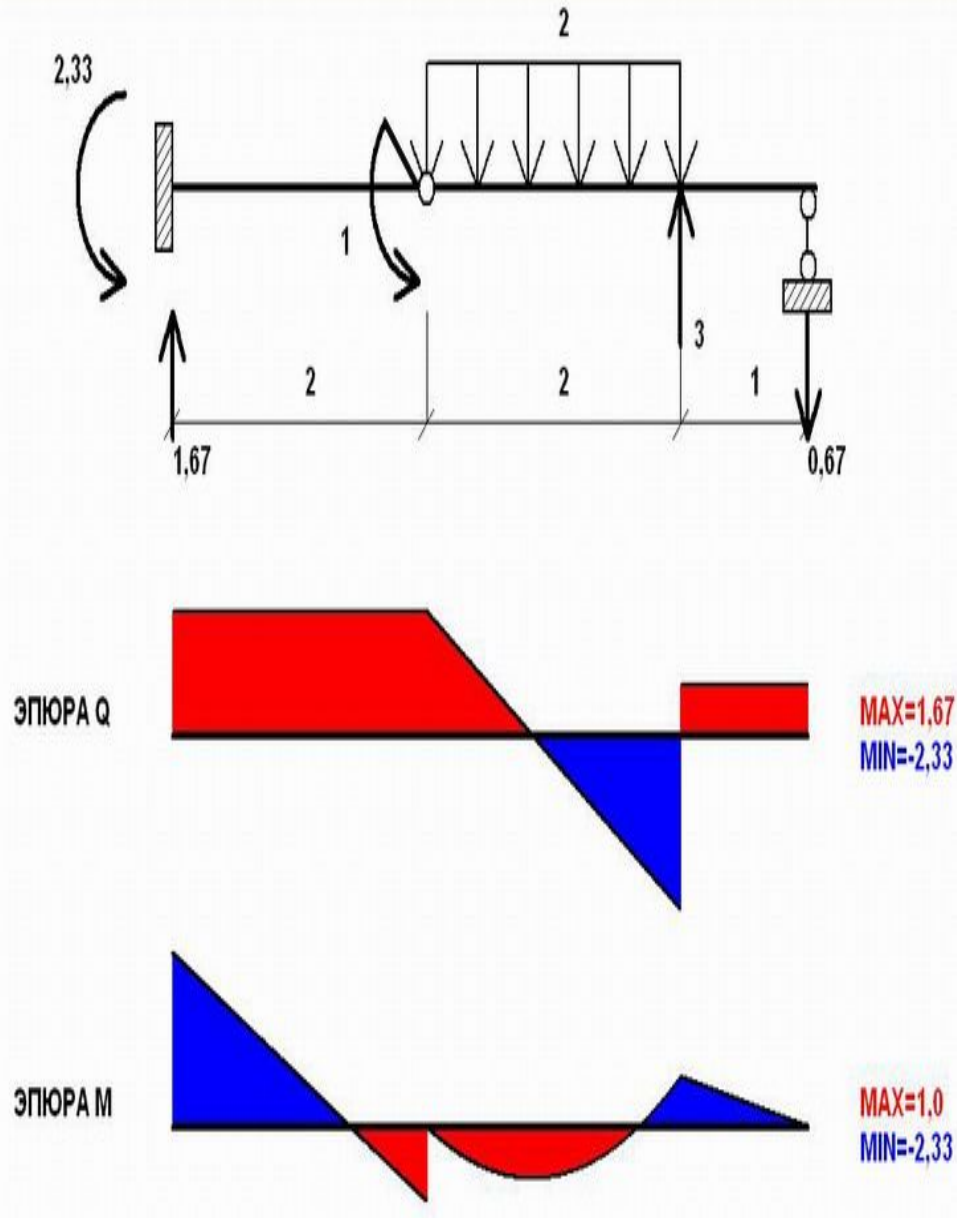




# Правила построения эпюр:

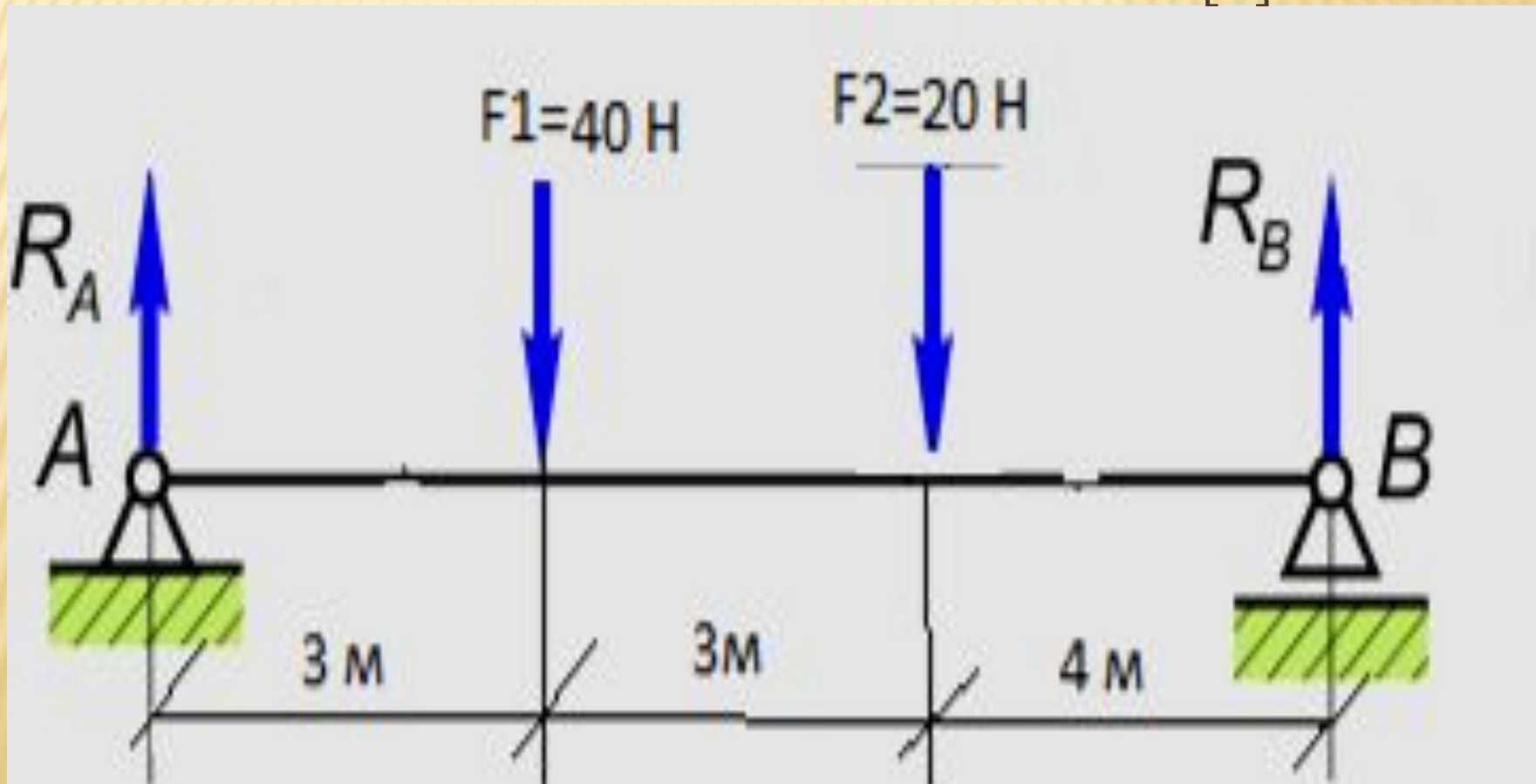
Сосредоточенный  
внешний момент  $M$   
никак не отражается на  
эпюре поперечных сил  
 $Q$ .

На эпюре изгибающих  
моментов  $M$ , в месте  
приложения этого  
момента, образуется  
скачок, равный его  
величине.



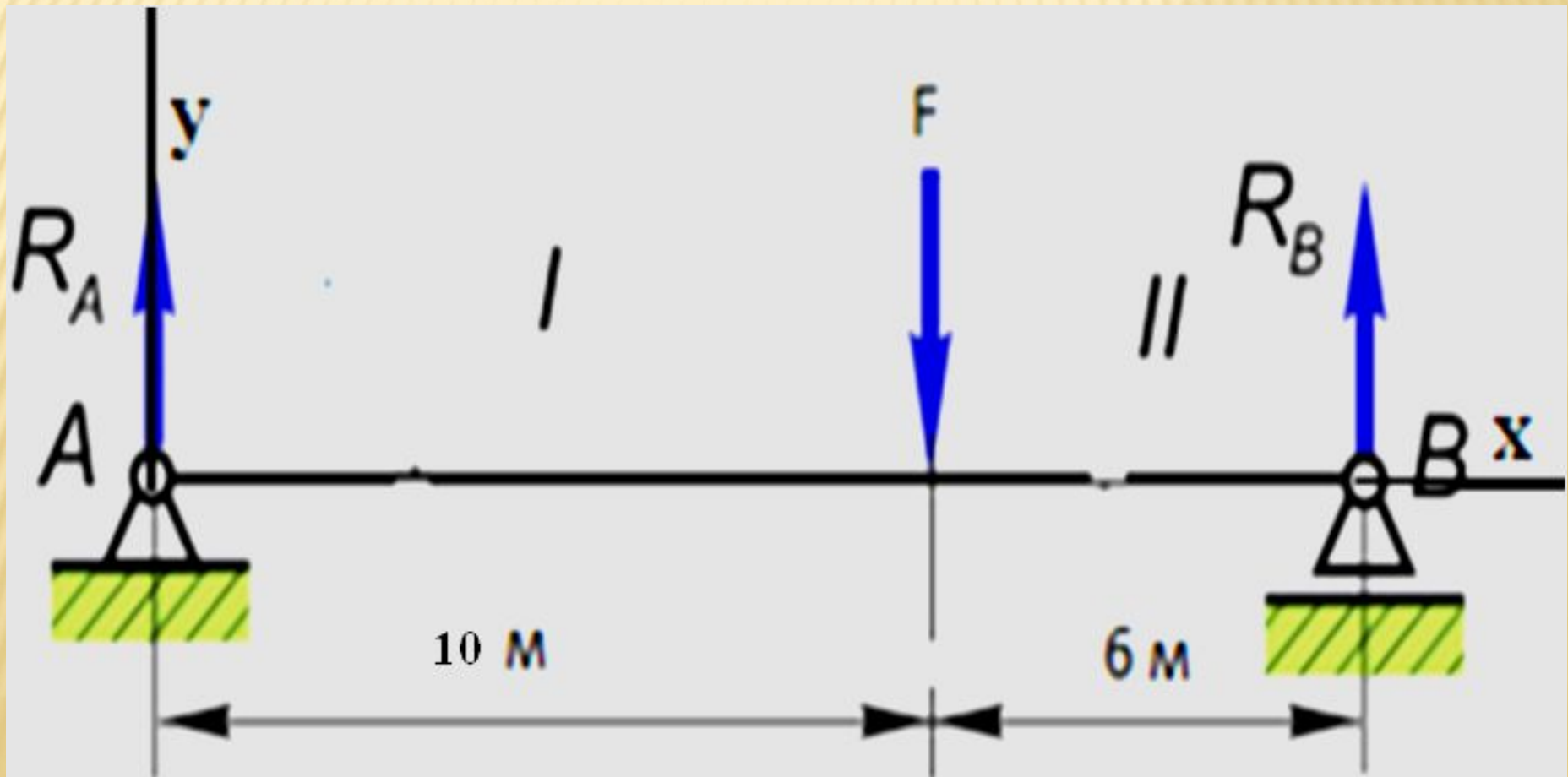
# Решите задачу

НА ДВУХ ОПОРНУЮ БАЛКУ ДЕЙСТВУЮТ СОСРЕДОТОЧЕННЫЕ СИЛЫ  $F_1=40$  Н И  $F_2=20$  Н . ПОСТРОИТЬ ЭПЮРЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ ДЛЯ БАЛКИ, ИЗОБРАЖЕННОЙ НА РИСУНКЕ. ДОПУСКАЕМОЕ НОРМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ  $[\sigma]=160$  МПА.



# Решите задачу

НА ДВУХ ОПОРНУЮ БАЛКУ ДЕЙСТВУЕТ СОСРЕДОТОЧЕННАЯ СИЛА  $F=22 \text{ Н}$ . ПОСТРОИТЬ ЭПЮРЫ ПОПЕРЕЧНЫХ СИЛ И ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ ДЛЯ БАЛКИ, ИЗОБРАЖЕННОЙ НА РИСУНКЕ. ДОПУСКАЕМОЕ НОРМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ  $[\sigma]=160 \text{ МПа}$ .





# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

---

«Ассоциация – это вообще мощная штукавина.... Ты можешь увидеть банан и вспомнить как подбил когда-то одному парню глаз. Где связь? А связь есть....у каждого человека своя...»

Дэвид Лазба  
проза

# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

---

- ❖ А.И. Аркуша, М.И. Фролов «Техническая механика»\*
- ❖ В.П. Олофинская «Сборник задач по Технической механике»\*

-----  
\* Наличие литературы в КГБПОУ КМК