



# «ЦЕНТР ТЯЖЕСТИ»

# Повторение пройденного материала

<i>№ n/n</i>	<i>Задание</i>	<i>Ответ (опора)</i>
1.	<u>Тест – опознание</u> Находится ли центр тяжести прямоугольника на пересечении его диагоналей?	а) да б) нет
2.	Находится ли центр тяжести треугольника на пересечении его медиан?	а) нет б) да
3.	<u>Тест – различие</u> Какую силу называют весом тела?	а) сила с которой Земля притягивает к себе тела; б) сила, возникающая при деформации растяжения или сжатия; в) сила, с которой тело вследствие притяжения к Земле действует на опору или подвес.
4	Вес тела определяется формулой:	а) $F_{упр} = k \cdot \Delta l$ ; б) $P = m \cdot g$ ; в) $m = \rho \cdot v$

# Повторение пройденного материала


<i>№ n/n</i>	<i>Задание</i>	<i>Ответ (опора)</i>
5	Какую примерно массу имеет тело весом 120Н? а) $\approx 120\text{Н}$ ; б) $\approx 12\text{ кг}$ ; в) $\approx 60\text{кг}$ .	а) $\approx 120\text{Н}$ ; б) $\approx 12\text{ кг}$ ; в) $\approx 60\text{кг}$ .
6	<u>Тест – соотнесение (классификация)</u> Найдите соответствие между обозначениями и их наименованиями I) m; II) P; III) F тяж; IV) g	а) ускорение свободного падения; б) сила тяжести; в) масса тела; г) вес тела
7.	Найдите соответствие между фигурами и местоположением их центра тяжести I) прямоугольник; II) треугольник; III) круг.	а) на пересечении медиан; б) на пересечении центровых линий; в) на пересечении диагоналей.



# Изучение нового материала

## Перечень вопросов , подлежащих изучению

- 1.Сила тяжести как равнодействующая вертикальных сил.*
- 2.Центр тяжести. Методы нахождения.*
- 3. Центр тяжести простых геометрических фигур*



***1. Сила тяжести как  
равнодействующая  
вертикальных сил.***





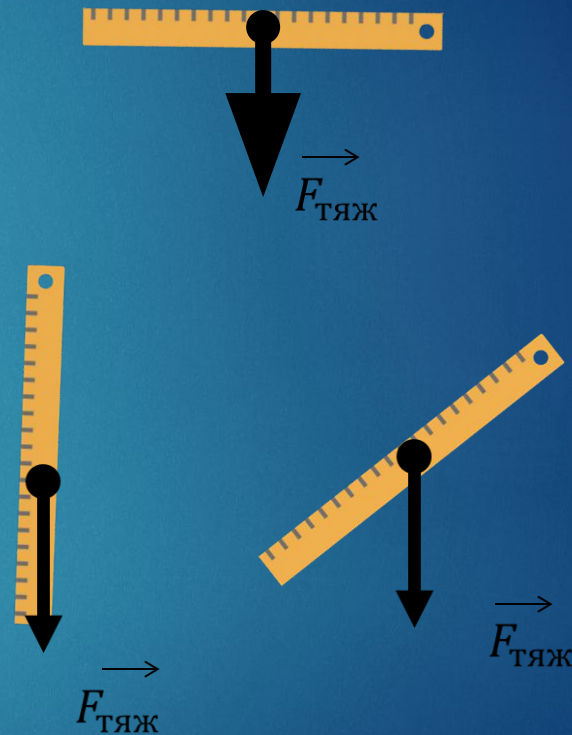




# Центр тяжести

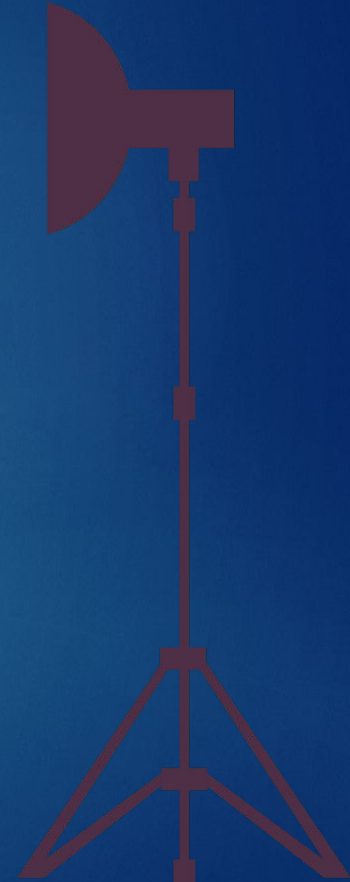
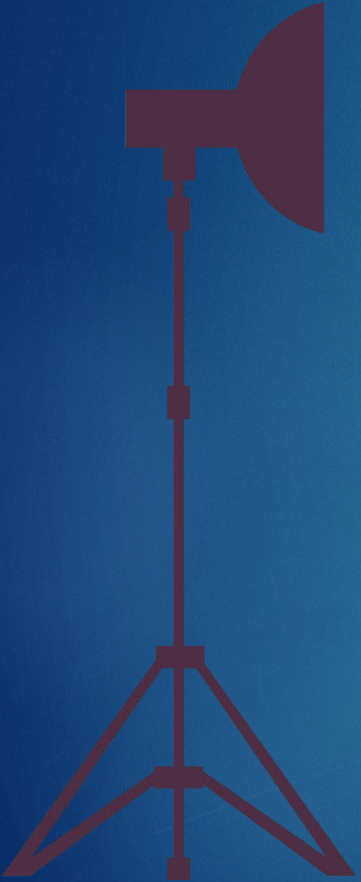
Если мысленно разделить тело на части, то центр тяжести будет точкой приложения равнодействующей силы тяжести, действующей на каждую часть по отдельности.

Сила тяжести направлена вертикально вниз, к центру Земли.



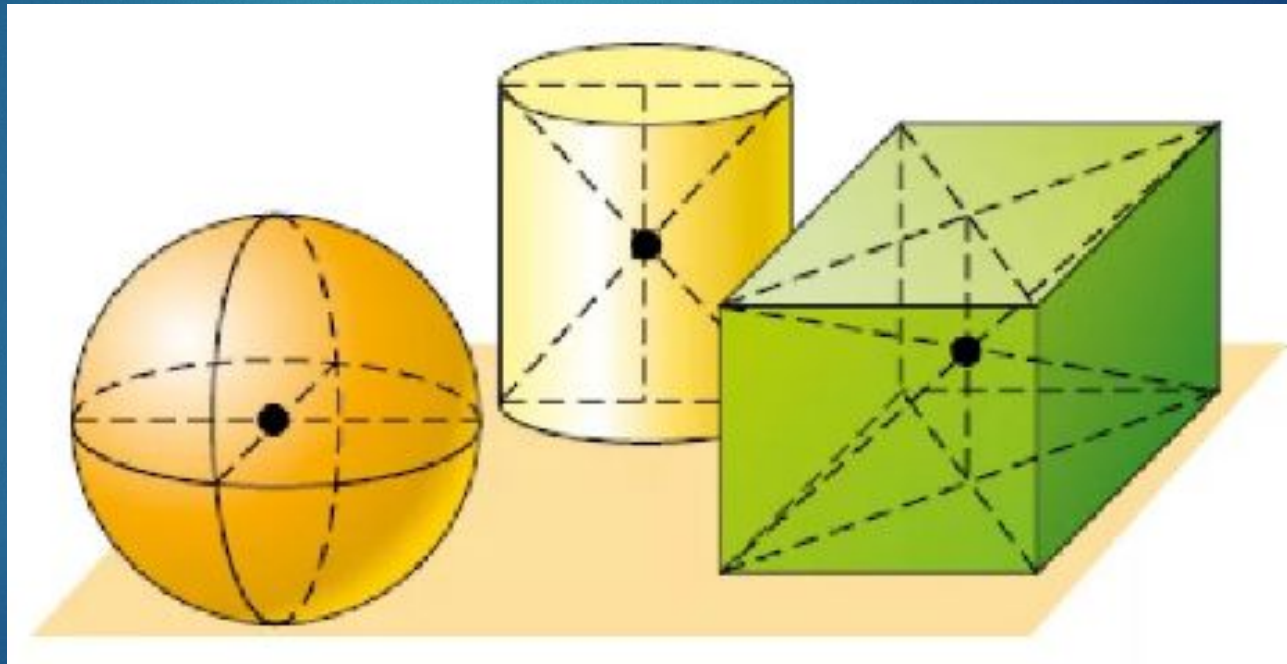


**Устойчивость  
конструкций,  
механизмов – это  
необходимое условие  
при их эксплуатации.  
Таким образом, создавая  
машины и различные  
механизмы, необходимо  
знать, при каких  
условиях они будут  
устойчивыми, т.е. будут  
находиться в  
равновесии.**



# Устойчивость

Устойчивость тела зависит от положения центра тяжести и от величины площади опоры: чем ниже центр тяжести и больше площадь опоры, тем тело устойчивее.



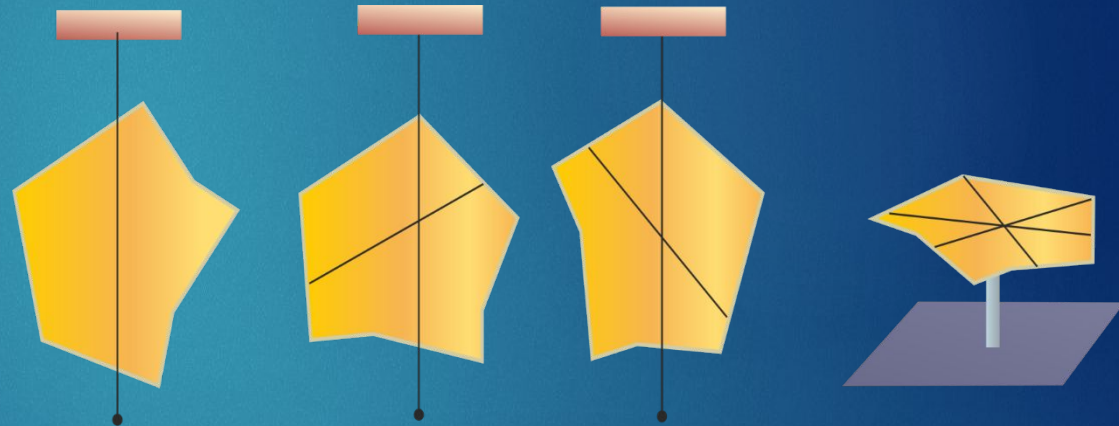


# На примере опыта можно найти центр тяжести у плоского тела неправильной формы.

Фигуру неправильной формы из картона подвесим на гвоздь с отвесом. Точка приложения силы тяжести будет лежать на прямой, которая проходит вдоль линии нити отвеса.

Отметим несколько линий на картоне, подвешивая фигуру за разные части. Все линии пересекутся в одной точке, которая и будет центром тяжести тела.

Как бы мы не изменяли положение фигуры – центр тяжести при этом не изменился.



В каком равновесии находятся колёса машины?

**Колеса машины находятся в безразличном положении, так как ось вращения и центр тяжести совпадают.**





В каком равновесии находится висящая под потолком люстра?

Люстра находится в устойчивом равновесии, так как центр тяжести находится ниже оси вращения.



В этом легко убедиться, если слегка отклонить люстру в сторону. Она снова займет прежнее положение.

Цирковые артисты в своих номерах для того, чтобы сохранять равновесие, смещают положение своего центра тяжести. Не устойчивое равновесие.

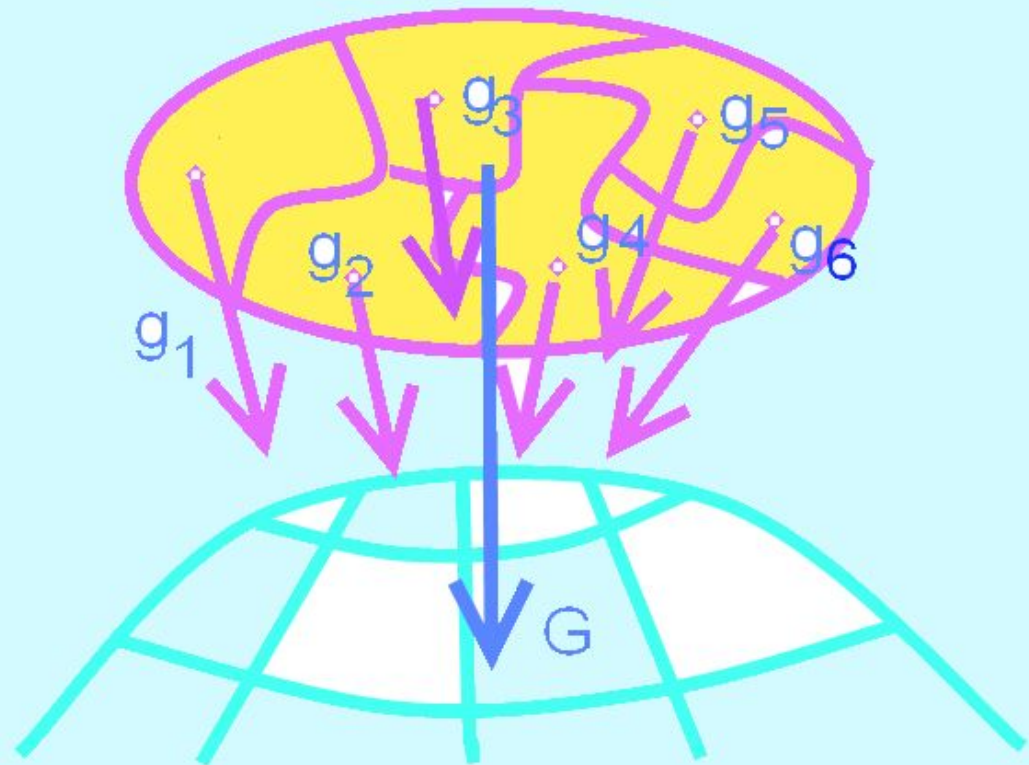




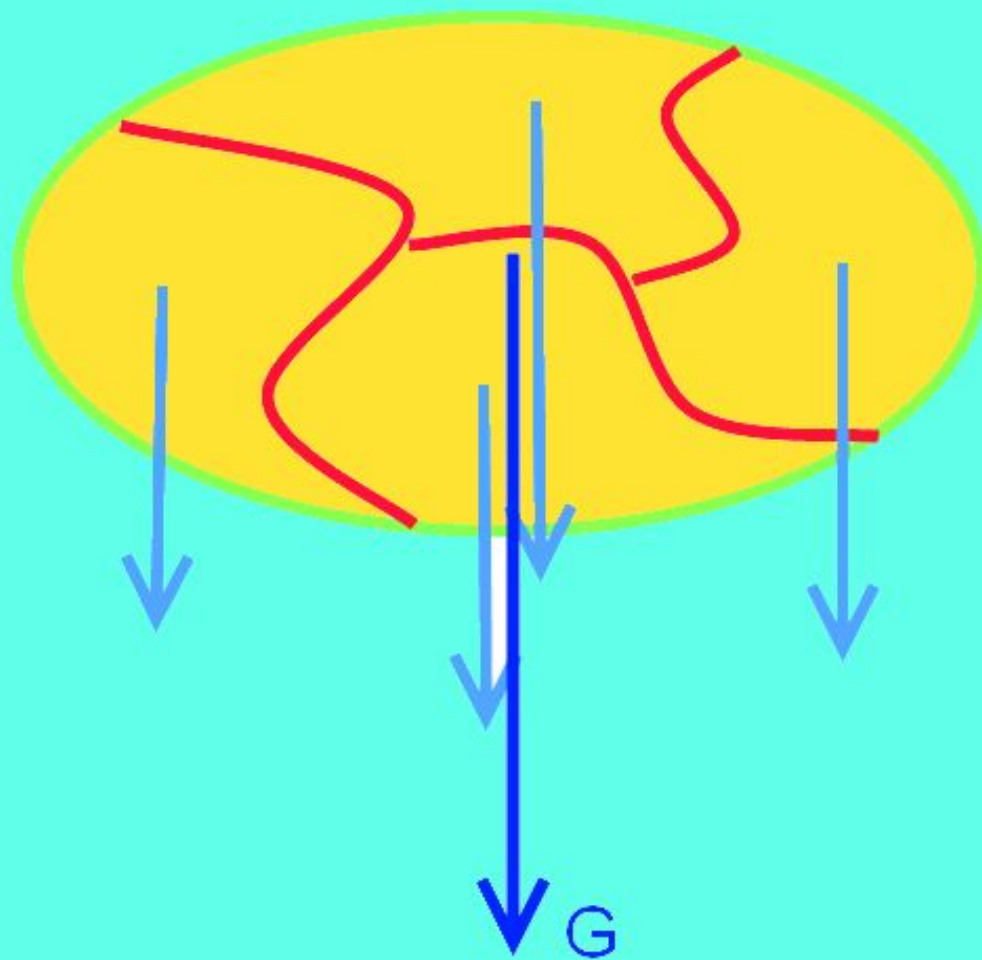
**Сила тяжести – это сила, с которой тела притягиваются к земле**

**Сила тяжести тела – это равнодействующая сил тяжести отдельных частиц тела; модуль этой силы – вес тела.**

# Сила тяжести









# **2. Центр тяжести. Методы нахождения**





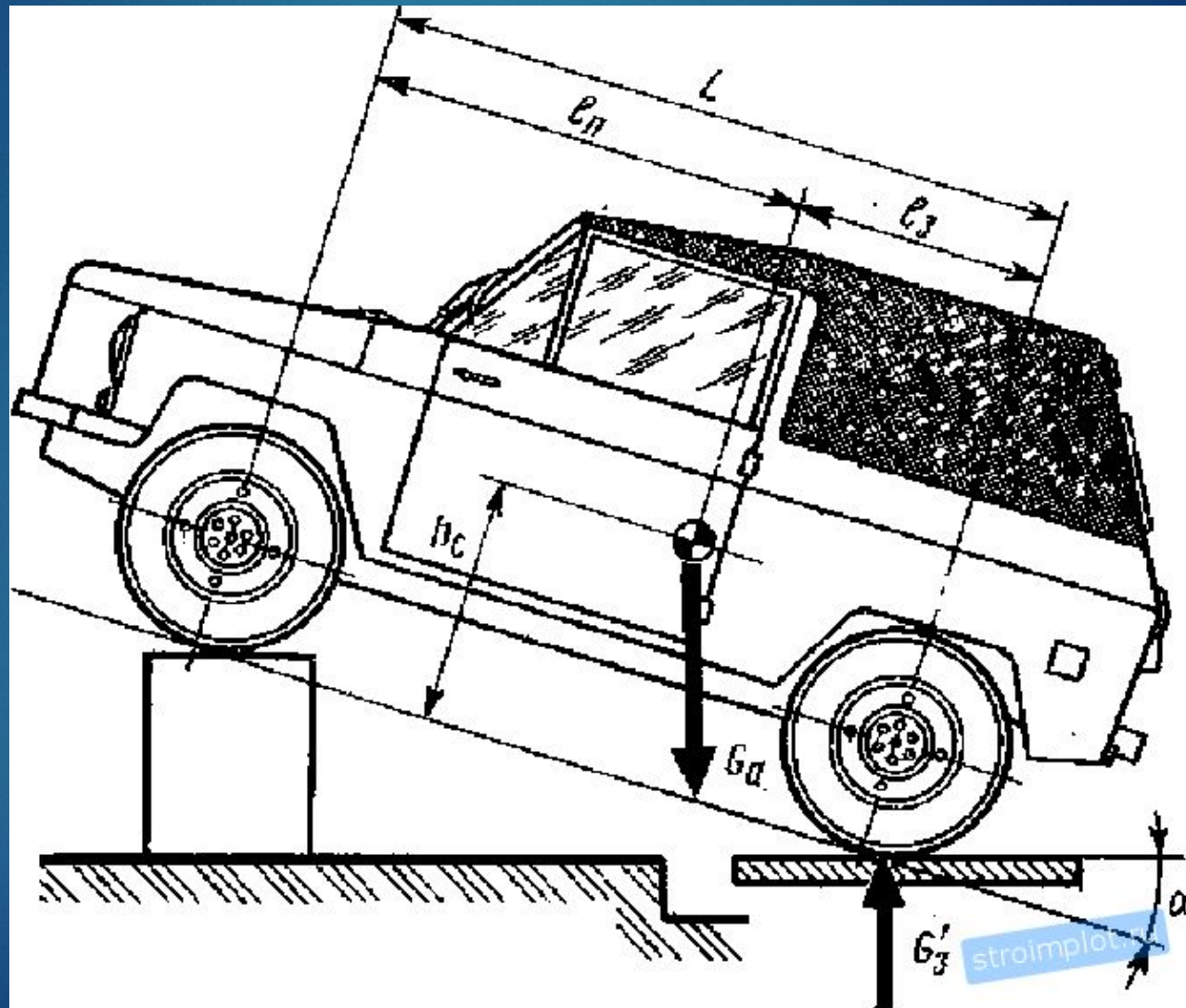
**Центр тяжести тела** – это такая неизменно связанная с этим телом точка, через которую проходит линия действия силы тяжести данного тела при любом положении тела в пространстве.

# Методы определения центра тяжести тела

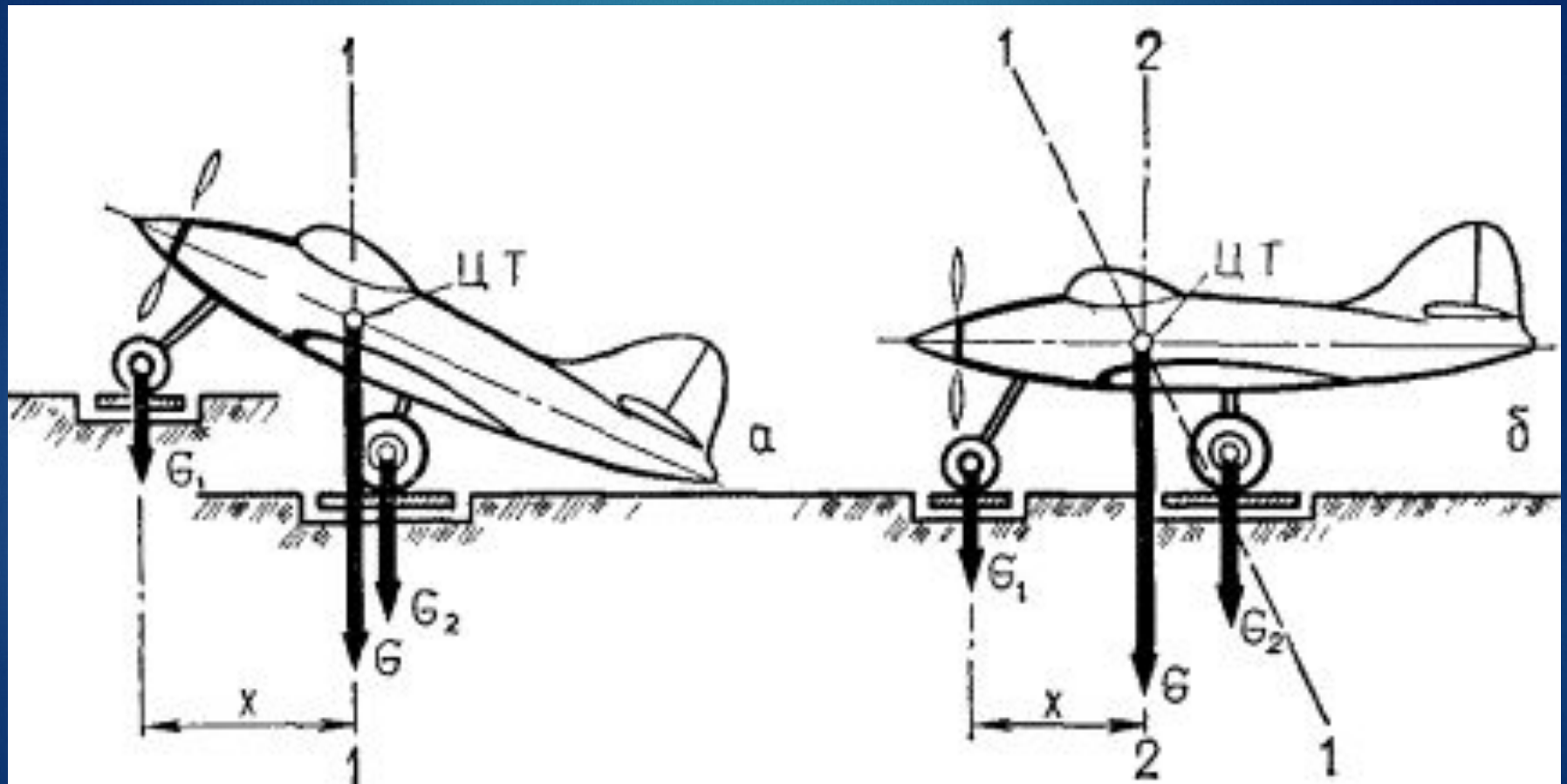
- Способ подвешивания;
- Способ взвешивания;
- Аналитический способ.



# Способ взвешивания



# Способ взвешивания



# Аналитический способ

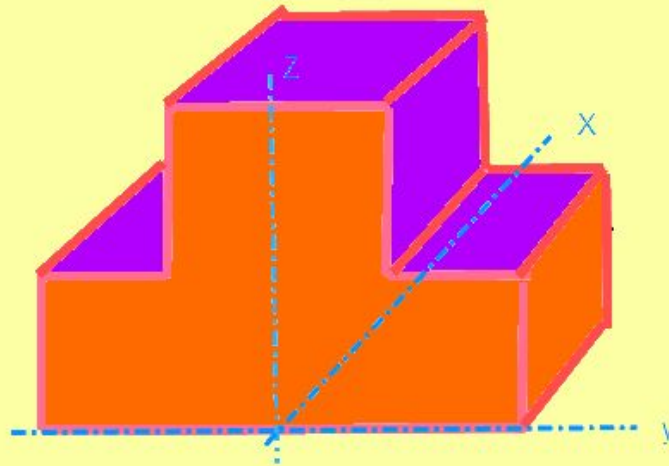
1 Метод симметрии

2 Метод разделения  
(разбиения)

3 Метод отрицательных масс



# 1 Метод симметрии



**1.1 Если однородное тело имеет плоскость симметрии, то центр тяжести лежит в этой плоскости**



**1.2 Если однородное тело имеет ось симметрии, то центр тяжести лежит на этой оси.**

**Центр тяжести однородного тела вращения лежит на оси вращения.**

**1.3 Если однородное тело имеет две оси симметрии, то центр тяжести находится в точке их пересечения.**

## 2 Метод разделения (разбиения)

**Тело разбивается на  
наименьшее число частей, силы  
тяжести и положение центров  
тяжести которых известны**



### 3 Метод отрицательных масс

**При определении центра тяжести тела, имеющего свободные полости, следует применять метод разбиения, но массу свободных полостей считать отрицательной.**

# Координаты центра тяжести тела

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n G_i X_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$


$$Z_c = \frac{\sum_{i=1}^n G_i Z_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n G_i Y_i}{\sum_{i=1}^n G_i}$$

**$X_c, Y_c, Z_c$  – координаты центра тяжести тела;**

**$X_i, Y_i, Z_i$  – координаты  $i$ -ой частицы;**

**$G_i$  - сила тяжести  $i$ -ой частицы тела**



# **3. Центр тяжести простых геометрических фигур**

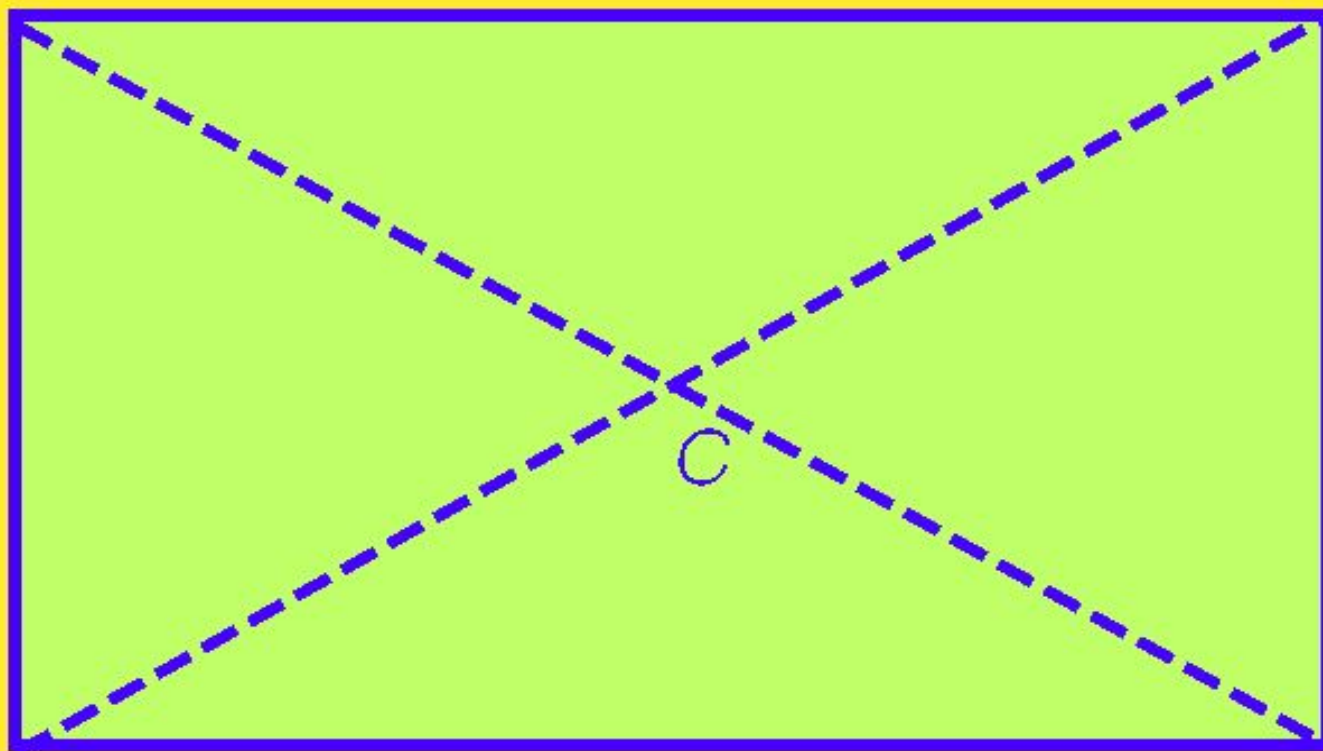


# Координаты центра тяжести плоской фигуры

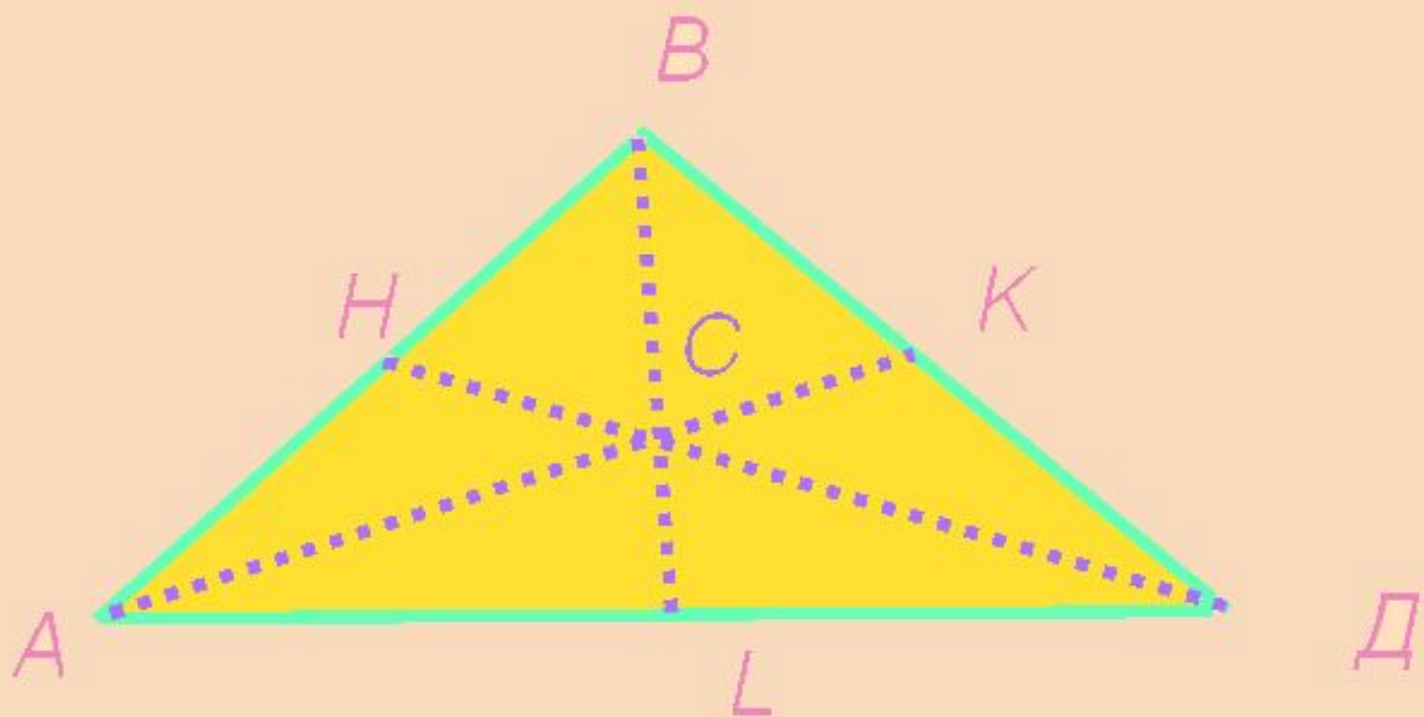
$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i X_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i Y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

## Центр тяжести прямоугольника

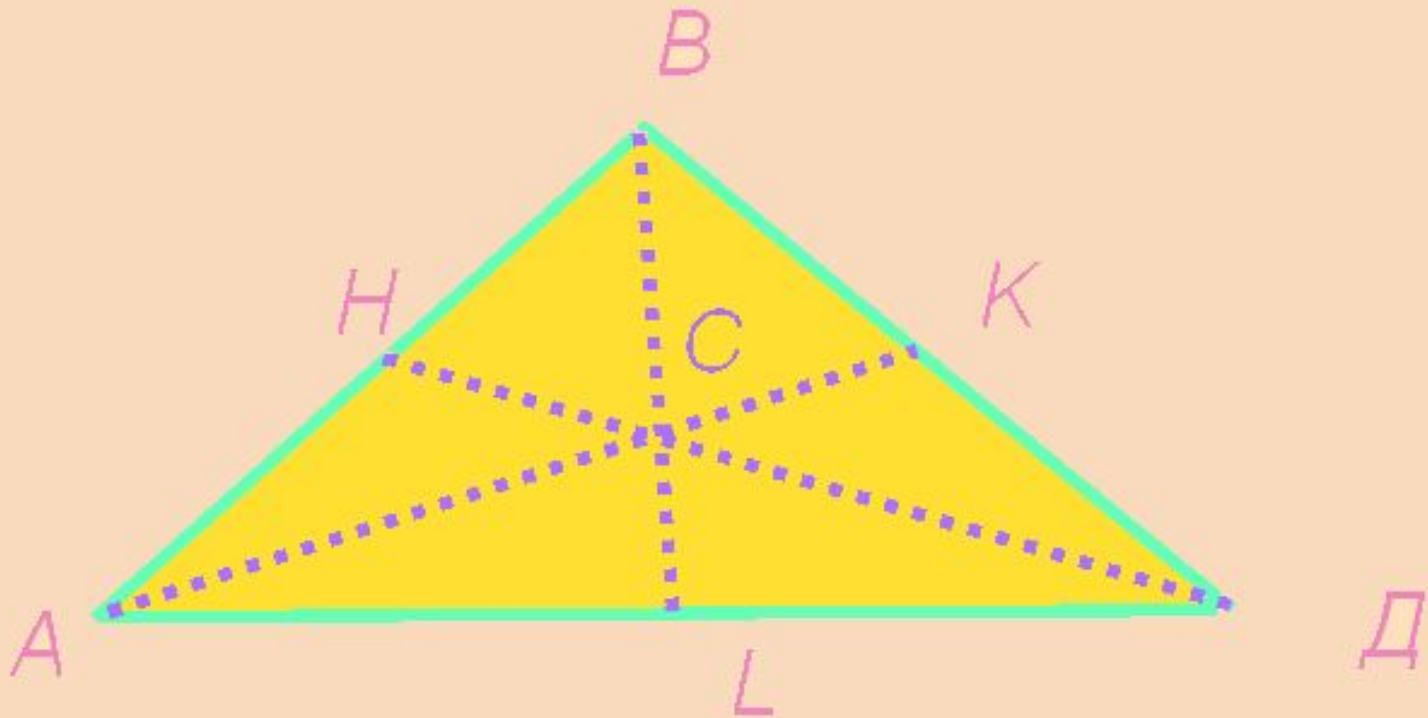


# Центр тяжести треугольника



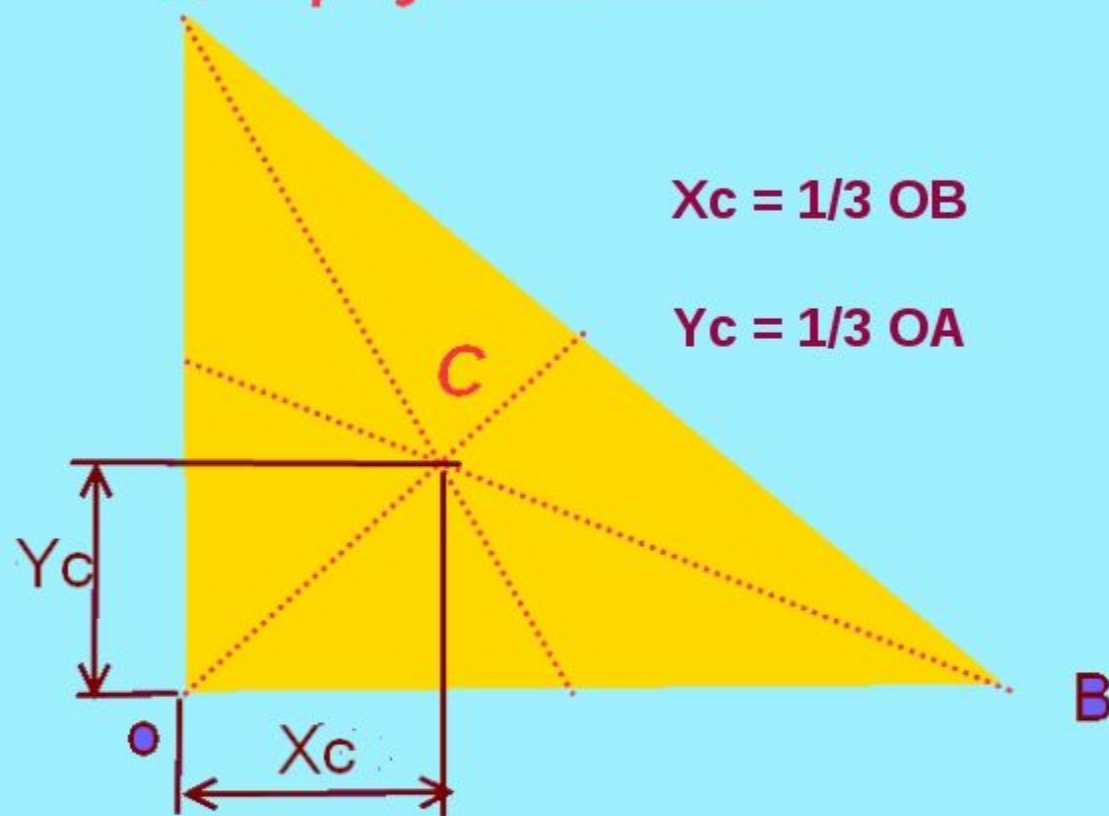


## Центр тяжести треугольника



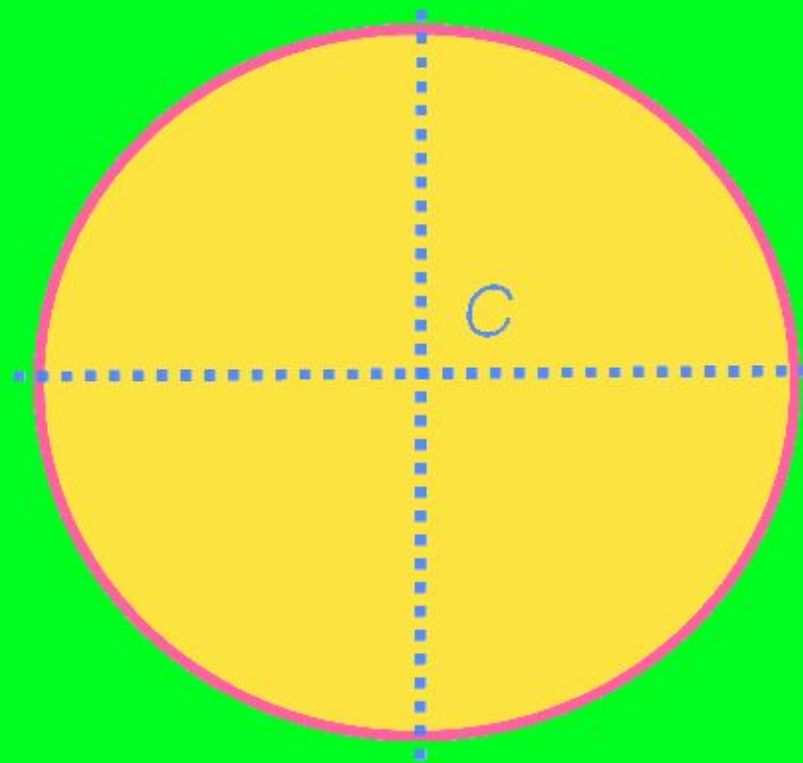
**Медиана делится точкой пересечения в отношении 2:1, начиная с вершины**

## Центр тяжести прямоугольного A треугольника



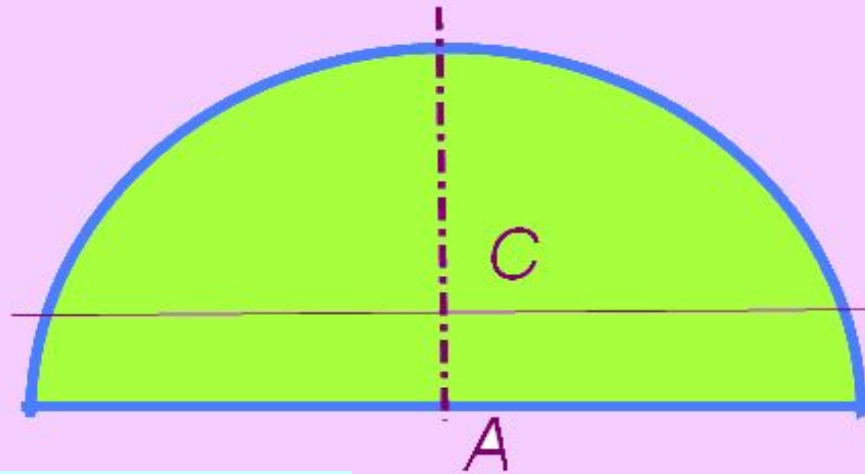
Медиана делится точкой пересечения в  
отношении 2:1, считая с вершины

## Центр тяжести круга





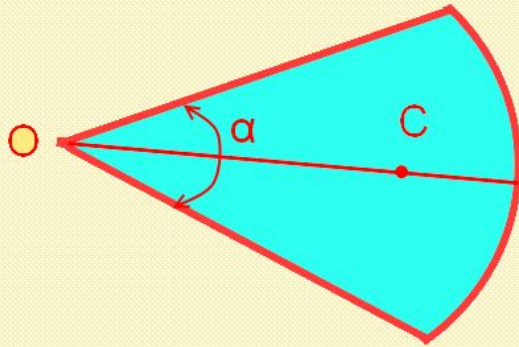
## Центр тяжести полукруга



$$AC = \frac{2R}{3\pi}$$

R – радиус полукруга

# Центр тяжести кругового сектора



$R$  – радиус  
сектора;  
 $\alpha$  – угол сектора.

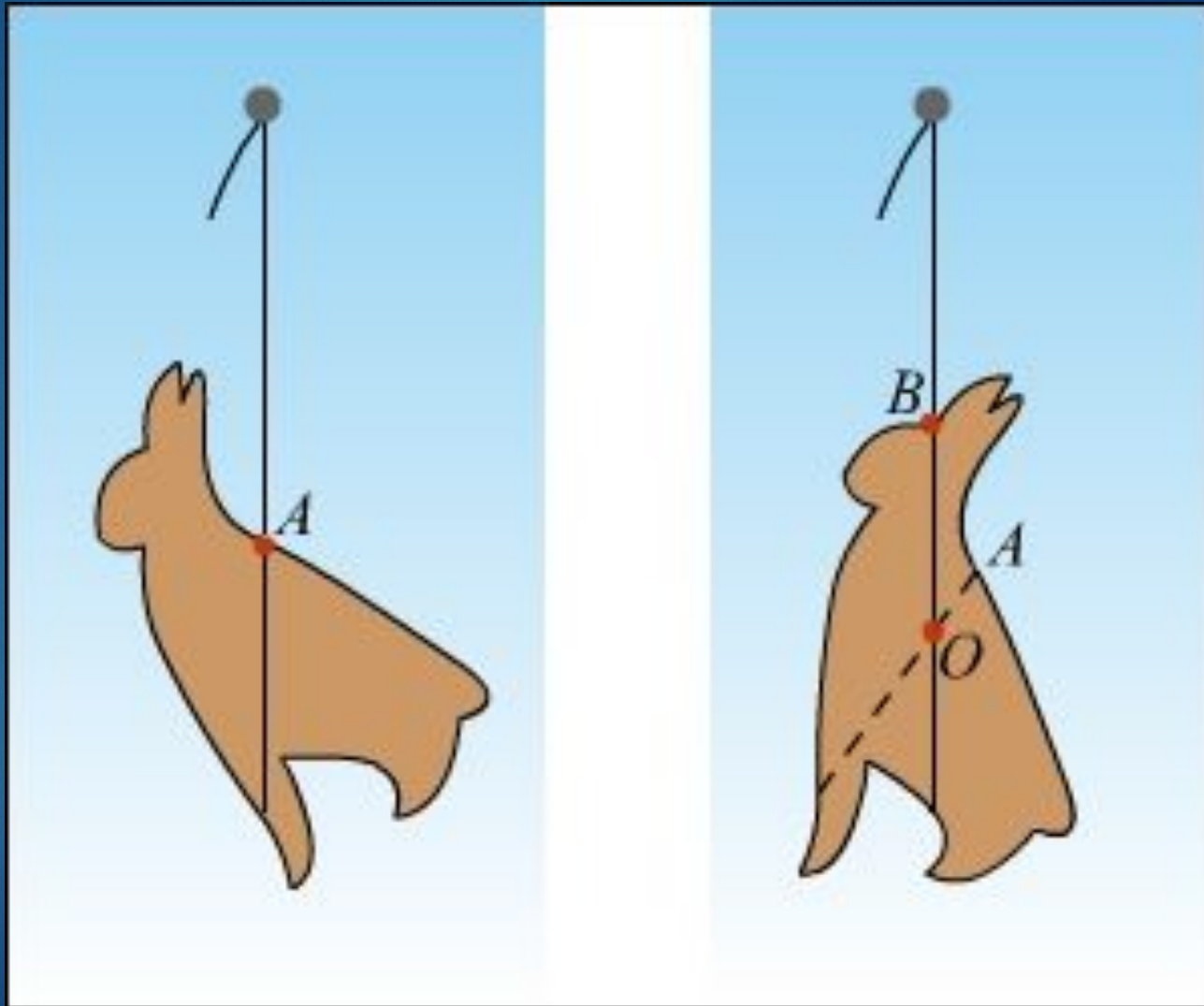
$$OC = \frac{2R}{3} \cdot \sin \alpha$$

# Определение центра тяжести фигуры неправильной формы.

- 1) Метод подвешивания на  
острие;
- 2) Теоретический метод



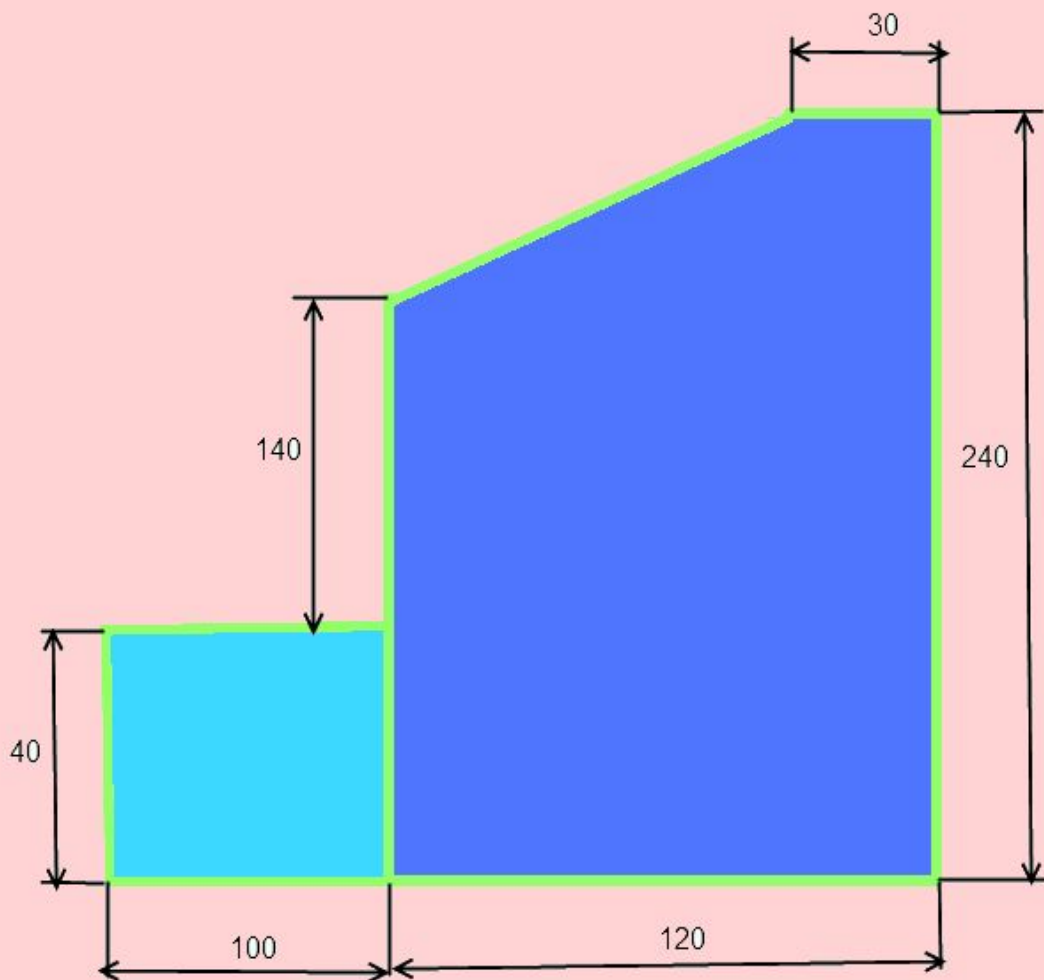
# 1.Способ подвешивания



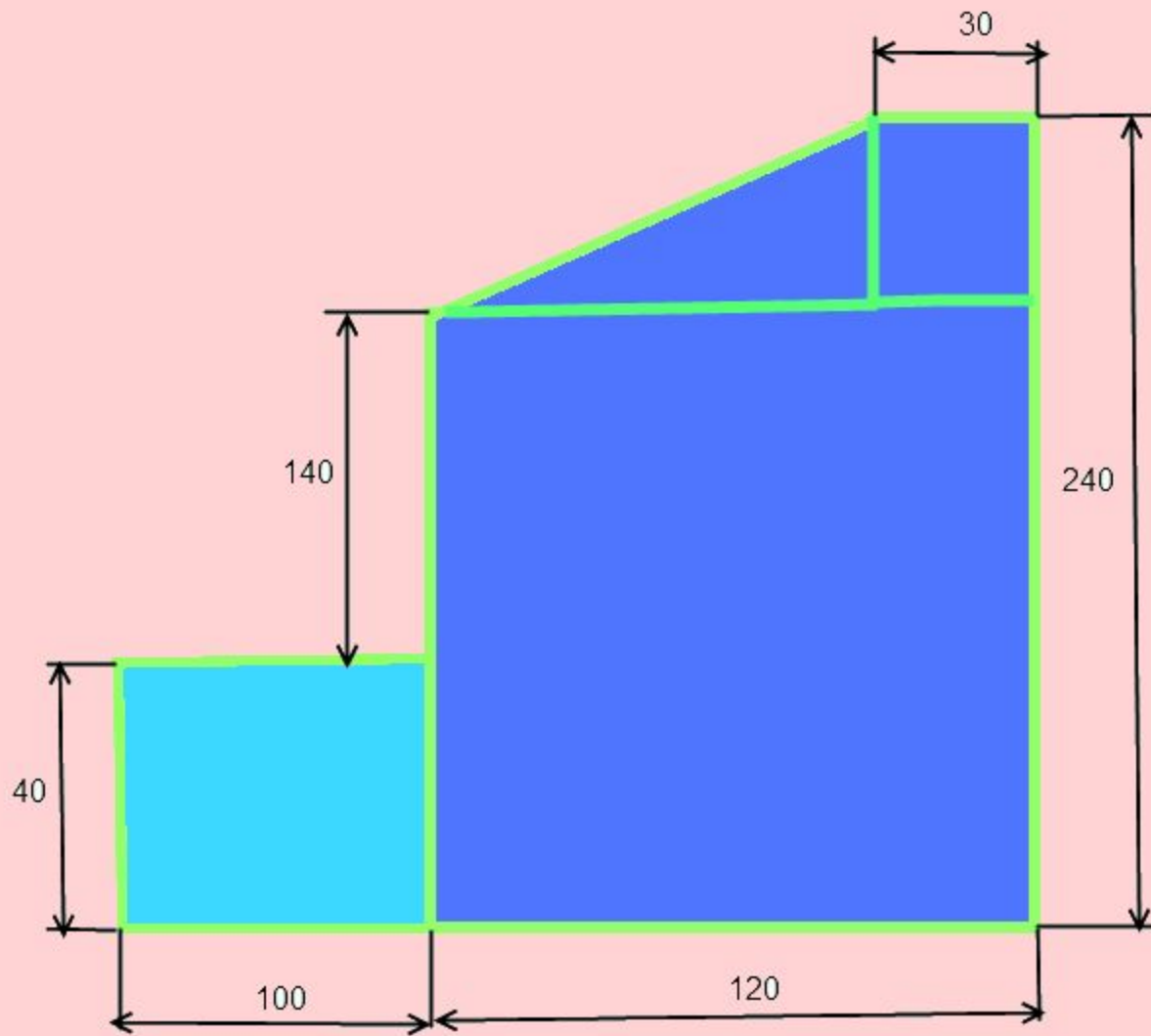
## 2. Теоретический метод

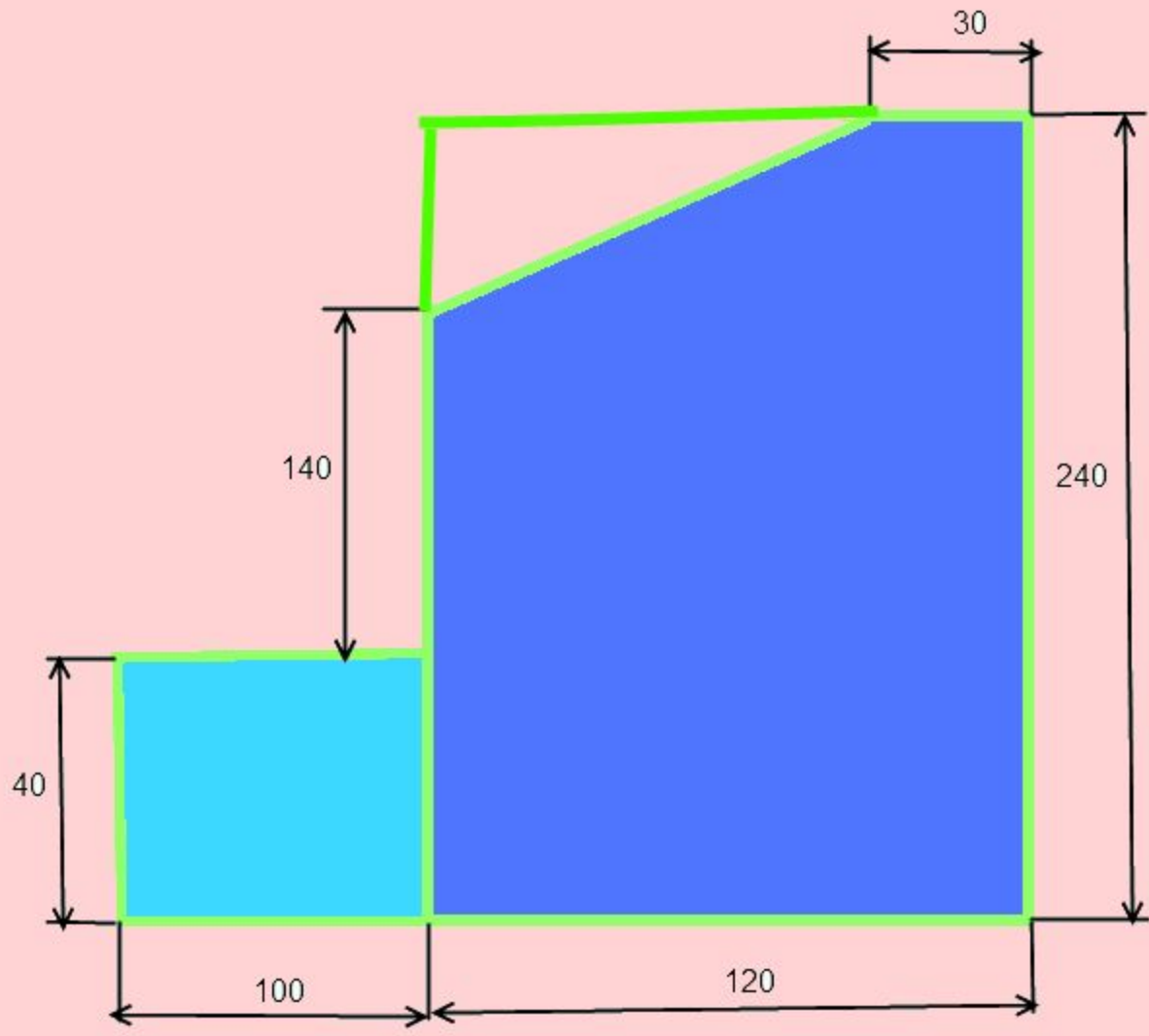
**В этом случае сложная фигура разбивается на определенное количество элементарных фигур, имеющих правильную геометрическую форму. Затем определяется положение центра тяжести и площади каждой элементарной фигуры.**

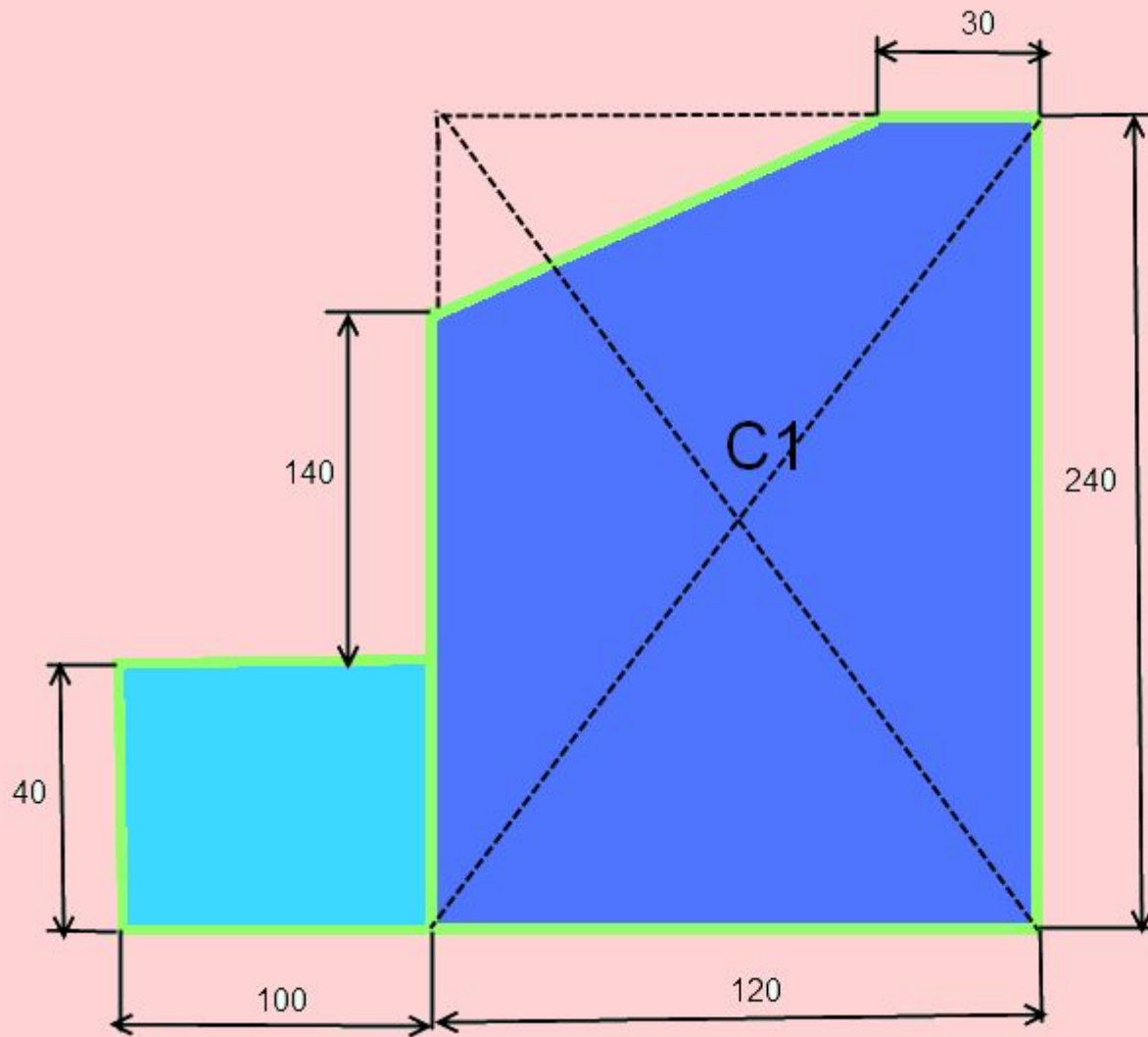
*Задача: Найти положение центра тяжести плоской пластины*



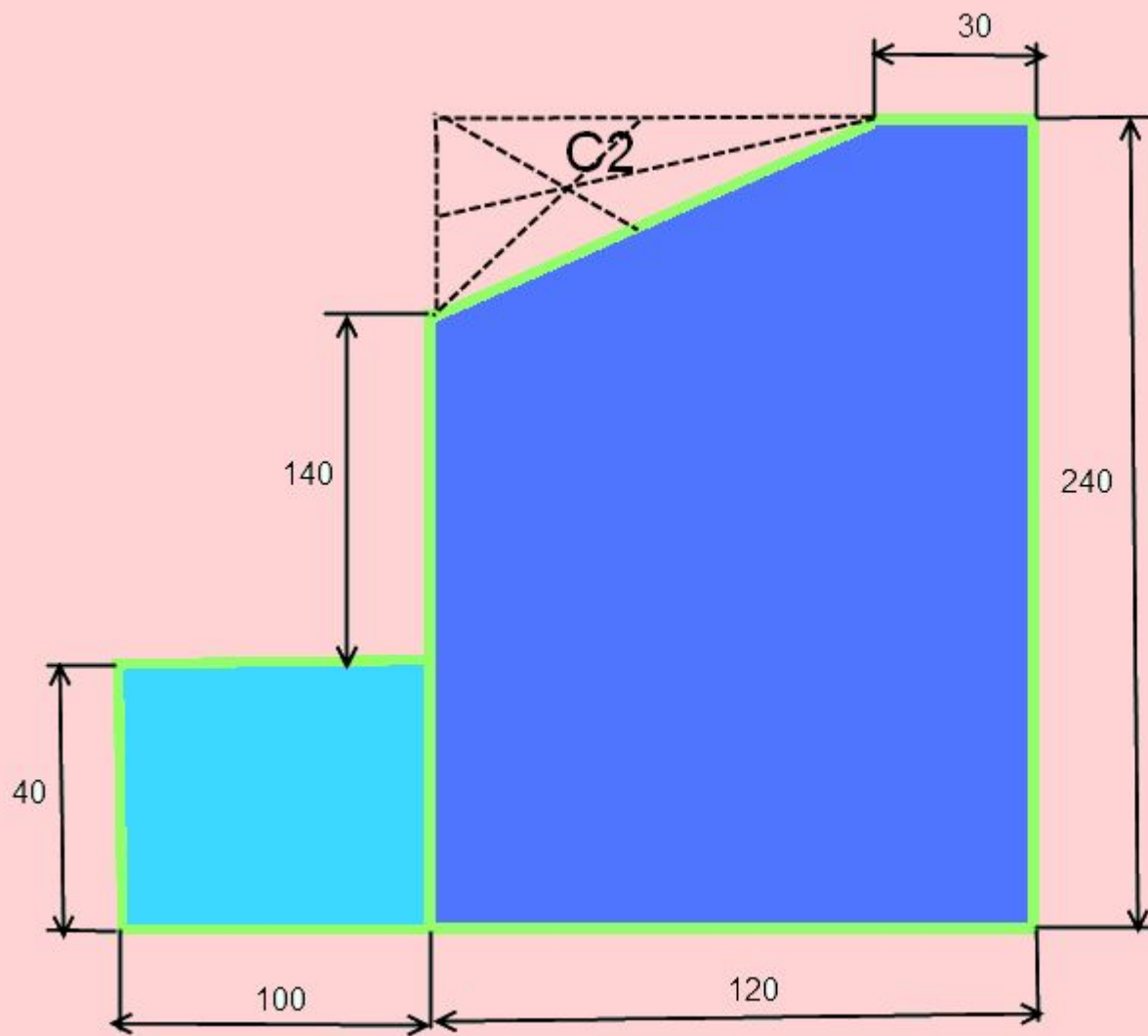


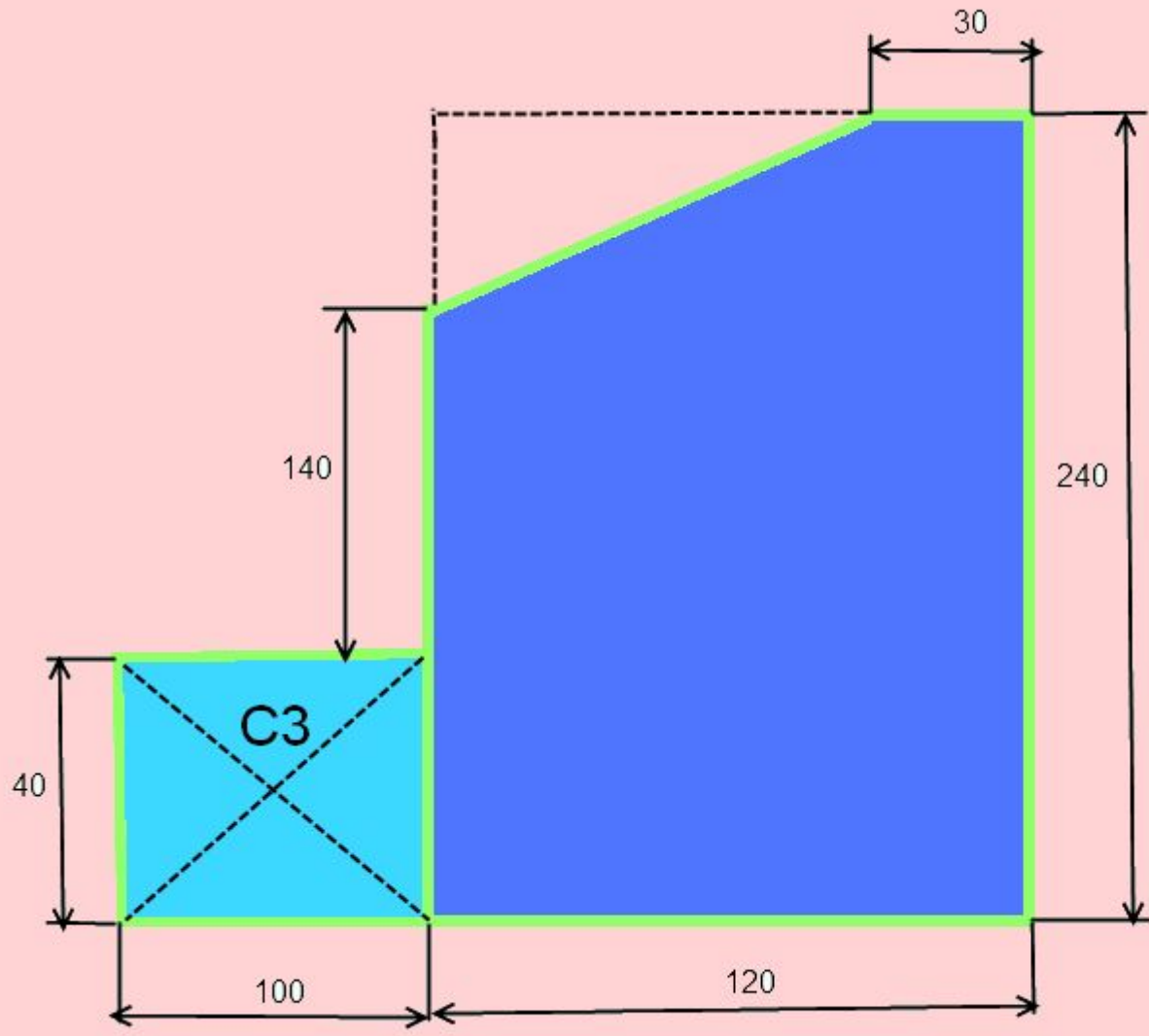


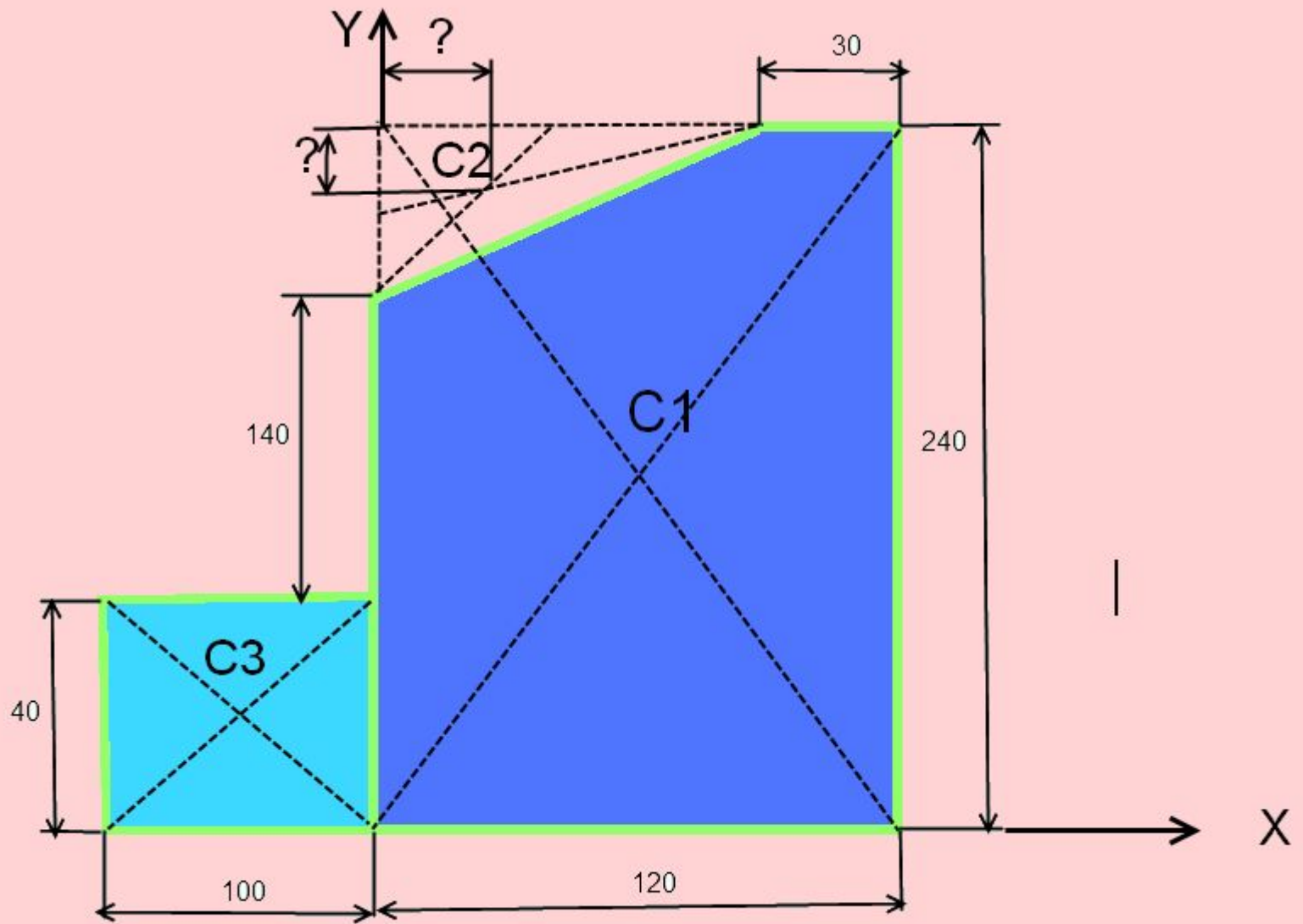




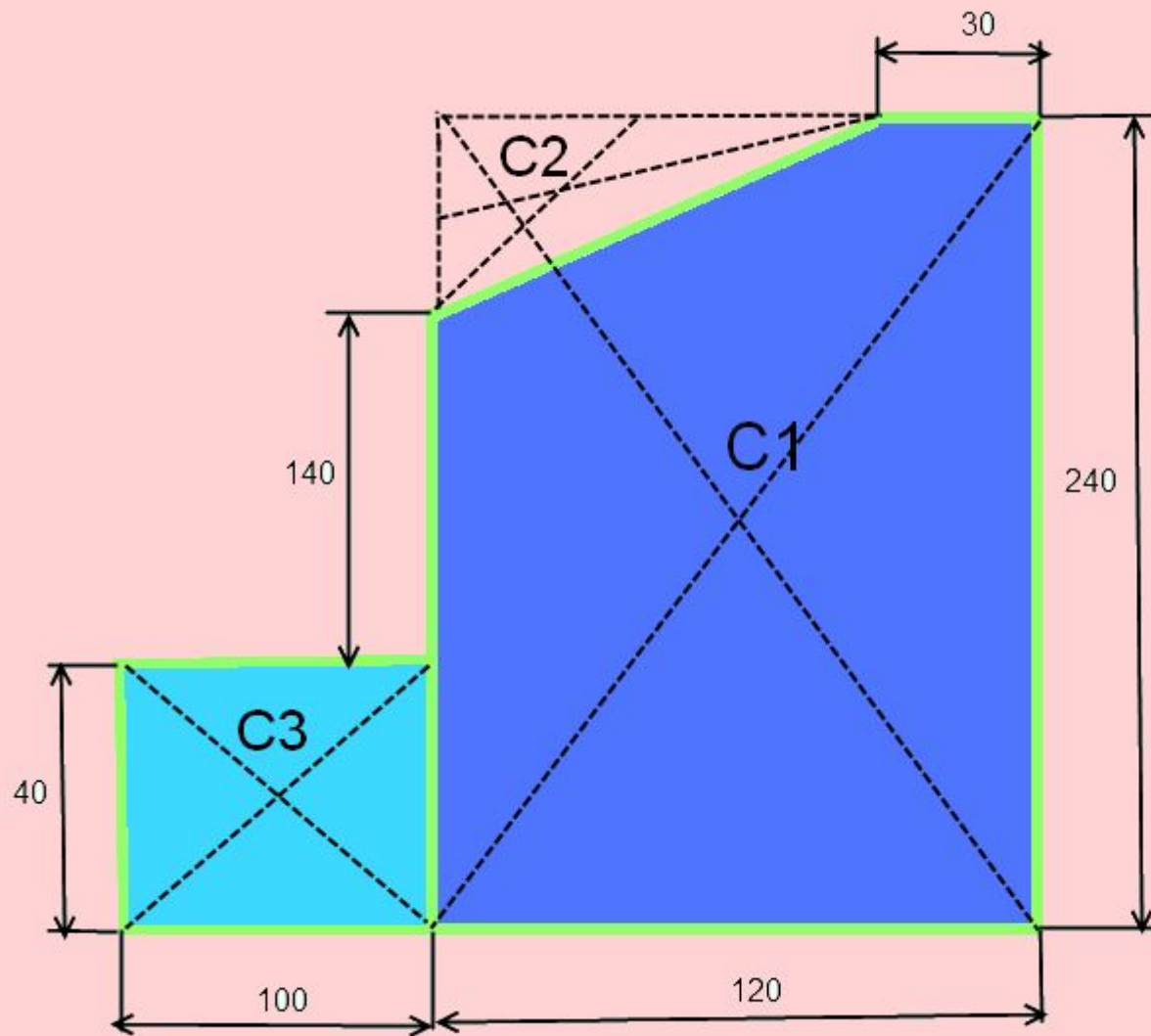


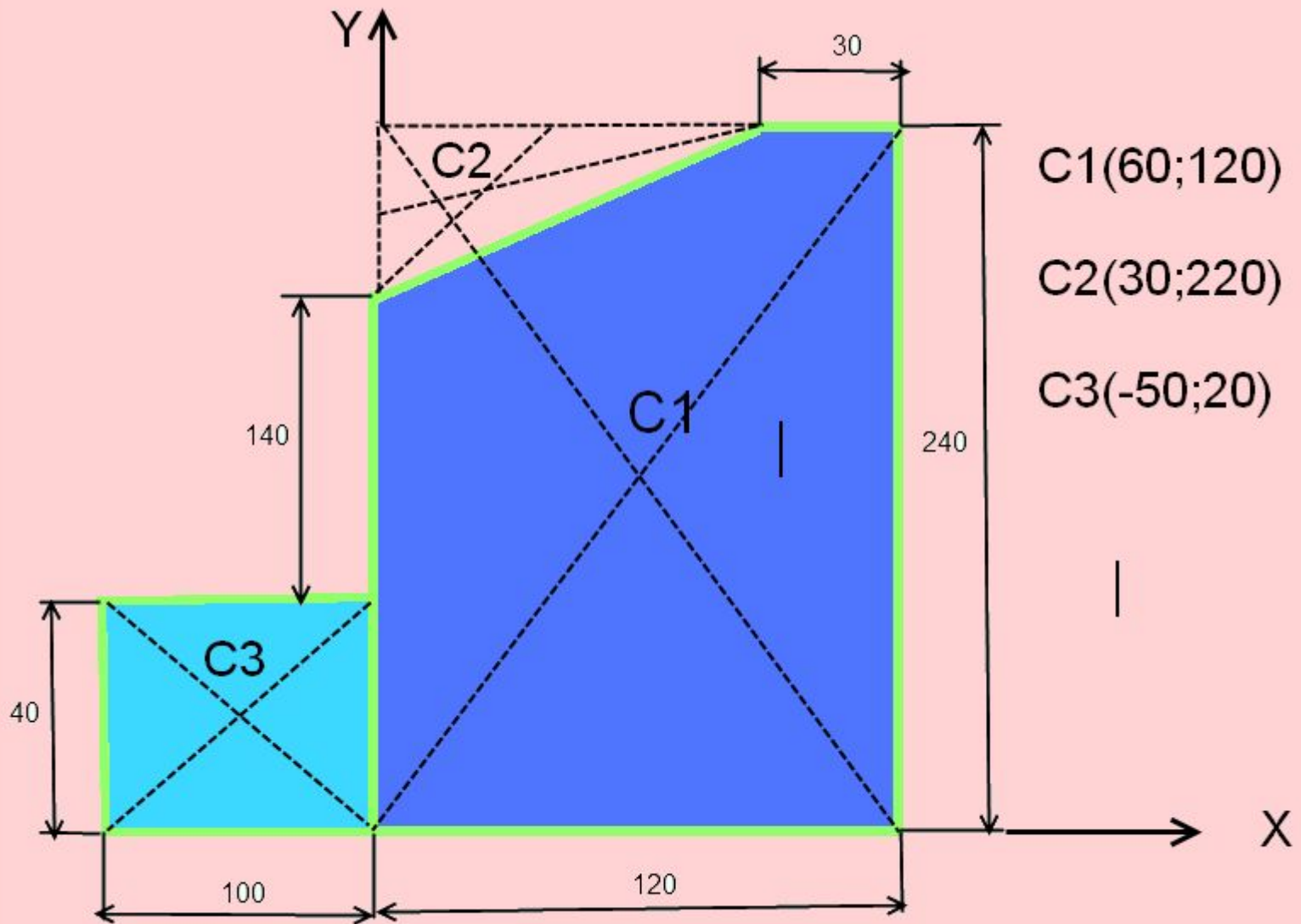












1) Прямоугольник

$$A1 = 10 * 4 = 40 \text{ см}^2$$

C1(6;12)

2) Прямоугольник

$$A2 = 12 * 24 = 288 \text{ см}^2$$

C2(-5;2)

3) Треугольник

$$A3 = 0,5 * 6 * 9 = 27 \text{ см}^2$$

C3(3;22)

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i X_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$

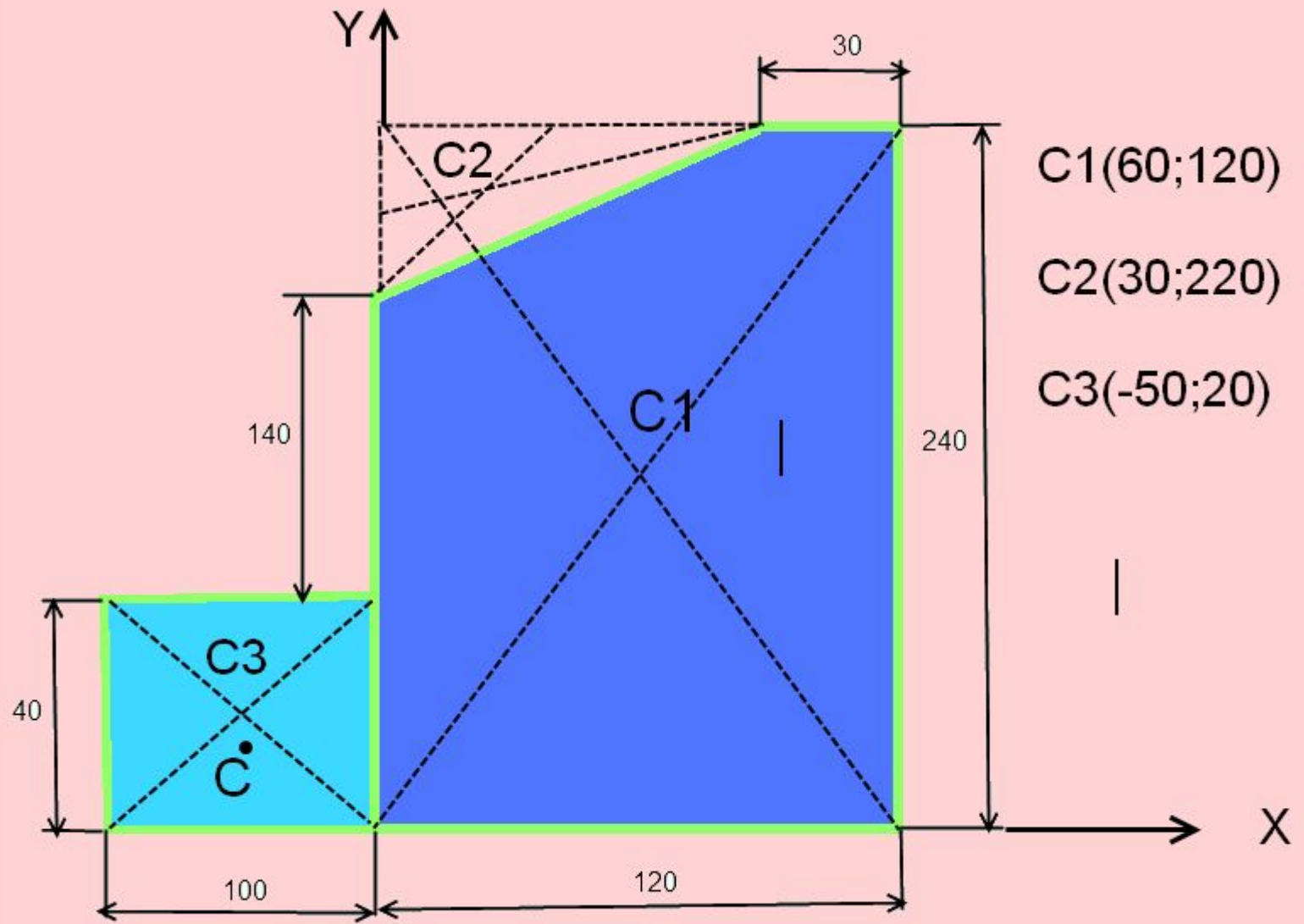
$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i Y_i}{\sum_{i=1}^n A_i}$$



- ▶ 1) Прямоугольник
- ▶  $A1 = 10 \cdot 4 = 40 \text{ см}^2$
- ▶  $C1(6;12)$
  
- ▶ 2) Прямоугольник
- ▶  $A2 = 12 \cdot 24 = 288 \text{ см}^2$
- ▶  $C2(-5;2)$
  
- ▶ 3) Треугольник
- ▶  $A3 = 0,5 \cdot 6 \cdot 9 = 27 \text{ см}^2$
- ▶  $C3(3;22)$

$$X_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i X_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{40 \cdot 6 + 288 \cdot (-5) - 27 \cdot 3}{40 + 288 - 27} = -4,2 \text{ см}$$

$$Y_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i Y_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{40 \cdot 12 + 288 \cdot 2 - 27 \cdot 22}{40 + 288 - 27} = 1,5 \text{ см}$$



# Закрепление изученного материала

<i>№ n/n</i>	<i>Задание</i>	<i>Ответ (опора)</i>
1.	<u>Тест – подстановка</u> Сила, с которой Земля притягивает к себе тела, называется .....	сила тяжести
2.	<u>Тест – конструктивный</u> (технологическая последовательность) Опишите последовательность определения положения центра тяжести плоской пластины.	<ol style="list-style-type: none"><li>1. С помощью иголки, которая вкалывается в пробку, подвесить пластину и отвес.</li><li>2. Отточенным карандашом отметить линию отвеса на нижнем и верхнем краях пластины.</li><li>3. Сняв пластину, провести на ней линию, соединяющую отмеченные точки.</li><li>4. Повторить опыт, подвесив пластину в другой точке.</li><li>5. Убедиться в том, что точка пересечения проведенных прямых является центром тяжести пластины.</li></ol>



# Закрепление изученного материала

<i>№ n/n</i>	<i>Задание</i>	<i>Ответ (опора)</i>
3.	<u>Тест – типовая задача</u> Дано: $F_{\text{тяж}} = 120 \text{ Н}$ $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ $m - ?$ $m$ – масса тела, кг; $F_{\text{тяж}}$ – сила тяжести, Н; $g$ – ускорение свободного падения, $\text{м/с}^2$ .	1) $F_{\text{тяж}} = m \cdot g$ 2) $m = F_{\text{тяж}} / g$ 3) $m = 120 / 9,8 = 12 \text{ кН}$
4.	<u>Тест – подстановка</u> Точку приложения равнодействующей сил тяжести, действующих на отдельные части тела называют.....	центр тяжести тела

# Закрепление изученного материала

№ n/n	Задание	Ответ (опора)
5.	<u>Тест – подстановка</u> Вес тела направлен .....	вертикально вверх
6.	Определить координату $Y_c$ центра тяжести сложной фигуры, состоящей из простых фигур: $A_1=100 \text{ см}^2$ , $A_2= 200 \text{ см}^2$ , $A_3=300 \text{ см}^2$ , $y_1=10 \text{ см}$ , $y_2 = 20 \text{ см}$ , $y_3= 30 \text{ см}$	1) $Y_c = \frac{\sum A_i \cdot y_i}{\sum A_i}$ 2) $Y_c = \frac{A_1 \cdot y_1 + A_2 \cdot y_2 + A_3 \cdot y_3}{A_1 + A_2 + A_3}$ 3) $Y_c = \frac{100 \cdot 10 + 200 \cdot 20 + 300 \cdot 30}{100 + 200 + 300} = 23,3 \text{ см}$

# Закрепление изученного материала

7.	<p><u>Тест – конструктивный</u> (технологическая последовательность) Опишите последовательность определения положения центра тяжести плоской фигуры сложной формы.</p>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Разбить сложную фигуру на простые , координаты центра тяжести которых мы можем определить.</li><li>2. Провести оси координат.</li><li>3. Определить координаты центров тяжести простых фигур.</li><li>4. Определить площади простых фигур.</li><li>5. По формулам определить координаты центра тяжести сложной фигуры.</li></ol> $X_c = \frac{\sum A_i * X_i}{\sum A_i} \quad Y_c = \frac{\sum A_i * Y_i}{\sum A_i}$
----	--	---



Самостоятельная работа студента  
Определить координаты центра  
тяжести плоской фигуры сложной  
формы  
(задания по

