

# Формула Кардано.

Выполнила ученица 7 "б" класса МОУ "СОШ п.Эркин - Шахар"

**Амельченко Ивета**



Итальянский математик Никколо  
Тарталья (1499-1557)

# Итальянский математик Джероламо Кардано (1501-1576)



$$X^3 + pX = q \quad (1)$$

Будем искать корень уравнения в виде:

$$X = \sqrt[3]{t} - \sqrt[3]{u},$$

где  $t$  и  $u$  - неизвестные, которые надо определить по данным  $p$  и  $q$ . Далее новое оригинальное предположение:

$$p = 3 \sqrt[3]{t u}, \quad (2)$$

Подставим выражения для  $X$  и  $p$  в левую часть данного уравнения:

$$(\sqrt[3]{t} - \sqrt[3]{u})^3 + 3 \sqrt[3]{t u} (\sqrt[3]{t} - \sqrt[3]{u}) = q;$$

$$t - 3 \sqrt[3]{t^2 u} + 3 \sqrt[3]{t u^2} - u + 3 \sqrt[3]{t^2 u} - 3 \sqrt[3]{t u^2} = q;$$

$$t - u = q. \quad (3)$$

равенства (2) и (3) дадут систему:

$$\begin{cases} t - u = q, \\ 3 \sqrt[3]{tu} = p. \end{cases}$$

решив которую, получим выражения  $t$  и  $u$  через  $p$  и  $q$ :

$$u = 1/t(p/3)^3,$$

$$t - 1/t (p/3)^3 = q, \quad \text{или}$$

$$t^2 - qt - (p/3)^3 = 0; \quad \text{отсюда}$$

$$t = q/2 + \sqrt{(q/2)^2 + (p/3)^3} \quad \text{и}$$

$$u = -q/2 + \sqrt{(q/2)^2 + (p/3)^3}.$$

Подставляя значения  $t$  и  $u$  в равенство  $x = \sqrt[3]{t} - \sqrt[3]{u}$ , мы получим формулу Тарталья:

$$X = \sqrt[3]{\sqrt{(q/2)^2 + (p/3)^3} + q/2} - \sqrt[3]{\sqrt{(q/2)^2 + (p/3)^3} - q/2}.$$

Огромная заслуга Кардано заключается в том, что овладев решением уравнения

$$x^3 + px = q ,$$

он пошёл дальше и нашёл способ решать полное кубическое уравнение:

$$x^3 + ax^2 + bx = c .$$

Оказалось, что стоит только положить:

$$x = z - a/3 ,$$

в полном уравнении уничтожается член со 2-ой степенью неизвестного и уравнение принимает вид уравнения Тартальи:

$$z^3 + pz = q .$$

Пытаясь решить кубическое уравнение  $x^3 + px + q = 0$  ,

потребуем, что бы выражение  $(q/2)^2 + (p/3)^3$  , стоящее под квадратным корнем в формуле Тартальи - Кардано , было больше нуля или равнялось нулю.

При  $(q/2)^2 + (p/3)^3 > 0$  формула позволит

определить действительный корень уравнения; два других будут мнимыми.

Решим уравнение  $x^3 + 6x = 2$ .

В этом случае  $(q/2)^2 + (p/3)^3 = 1 + 8 = 9$ ;

И формула Тартальи-Кардано даст :

$$x = \sqrt[3]{4} - \sqrt[3]{2} \approx 1,588 - 1,26 \approx 0,328$$

Найдите этим способом действительные корни уравнений

$$x^3 + 6x + 20 = 0, \quad x^3 - 3x + 5 = 0.$$

Если  $(q/2)^2 + (p/3)^3 = 0$ , то все 3 корня будут действительные и 2 из них равные. Корень, неравный двум другим, можно определить при помощи формулы Тартальи-Кардано.

Сделайте это для уравнения

$$x^3 - 12x - 16 = 0$$

Остальные 2 корня определите, разделив левую часть уравнения на разность между  $x$  и найденным корнем, частное приравняйте к нулю решите полученное уравнение.

Если  $(q/2)^2 + (p/3)^3 < 0$ , то все 3 корня действительные, Но сам процесс их нахождения связан с теорией комплексных чисел и пока нам не доступен.

*Попробуйте решить две задачи практического характера при помощи составления уравнений.*

**Задача 1** . В одном сосуде находится  $a$  л  $p$ -процентного раствора кислоты, в другом  $b$  л  $q$ -процентного раствора той же кислоты. Из каждого сосуда отлили одно и то же количество литров, и взятое из первого перелили во второй, а взятое из второго – в первый. Какое количество литров нужно отлить, чтобы в обоих сосудах оказался раствор кислоты одной и той же крепости?

**Задача 2** . Два куска различных металлов одинакового веса сплавляли вместе. Найти удельные веса этих металлов, если один из них на  $3$  г/см<sup>3</sup> больше другого, а удельный вес получившегося сплава равен  $8,75$  г/см<sup>3</sup>.