

# 1 Формулы

$$l_1 \cdot \cos(\phi) + l_2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{e_1 - l_1 \cdot \sin(\phi)}{l_2}\right)\right) = x(\phi) \quad (1)$$

TODO: разобраться, как называется этот график в питоне и техе

$$l_1 \cdot \cos(\phi_n) + l_2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{e_1 - l_1 \cdot \sin(\phi_n)}{l_2}\right)\right) = x_{c_1} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} 0.02 \cdot \cos(\pi) + 0.035 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{0.25 \cdot 0.02 - 0.02 \cdot \sin(\pi)}{0.035}\right)\right) = \\ = -0.02 + 0.035 \cdot 0.0285714 = 0.014641 = x_{c_1} \end{aligned} \quad (3)$$

$$y_{c_1} = 0 \quad (4)$$

$$l_1 \cdot \cos(\phi_k) + l_2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{e_1 - l_1 \cdot \sin(\phi_k)}{l_2}\right)\right) = x_{c_2} \quad (5)$$

$$y_{c_2} = 0 \quad (6)$$

Координаты  $A$ :

$$x_A = l_1 \cdot \cos(\phi) \quad (7)$$

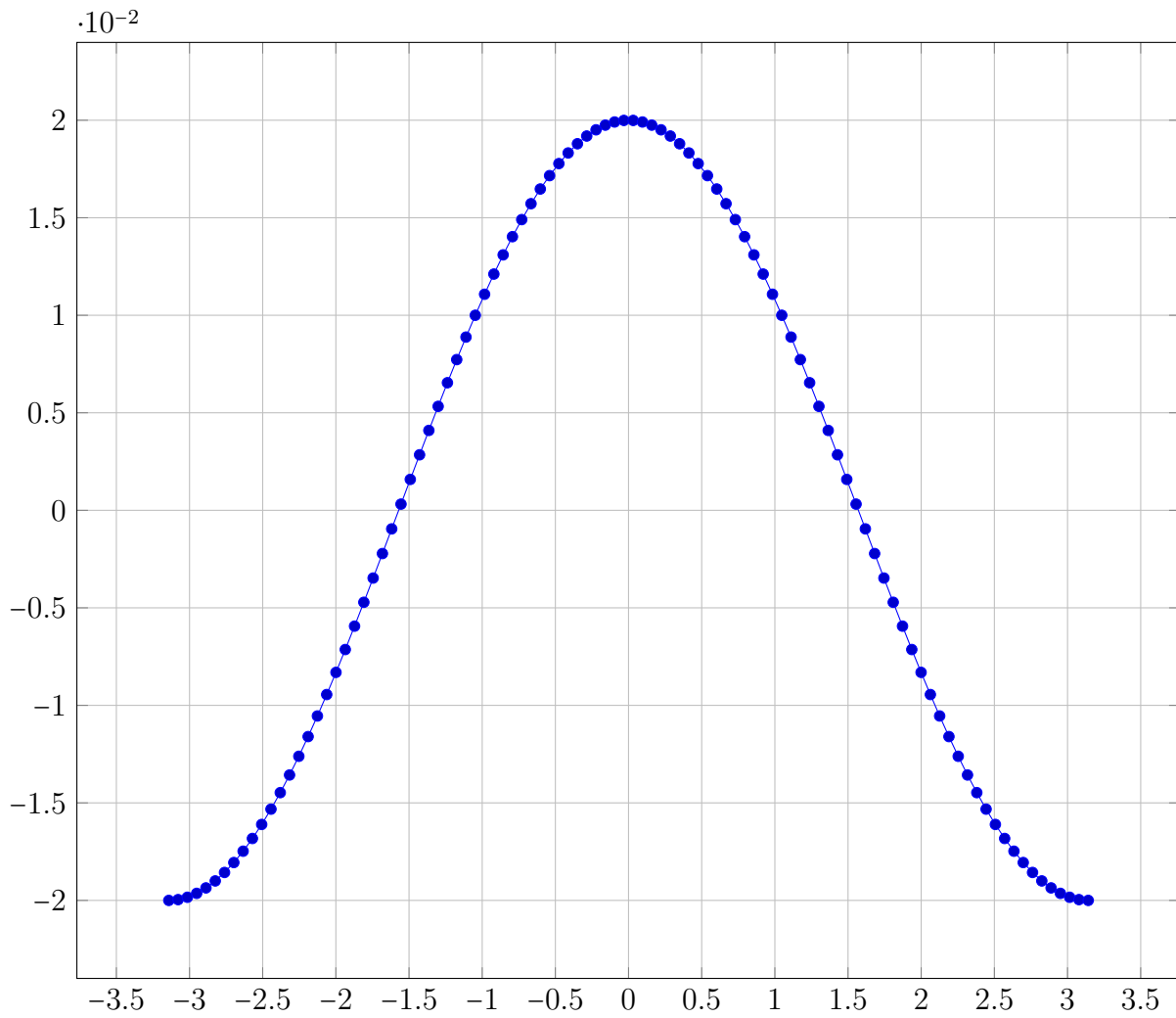


Рисунок 1.  $x_A$

$$y_A = l_1 \cdot \sin(\phi) \quad (8)$$

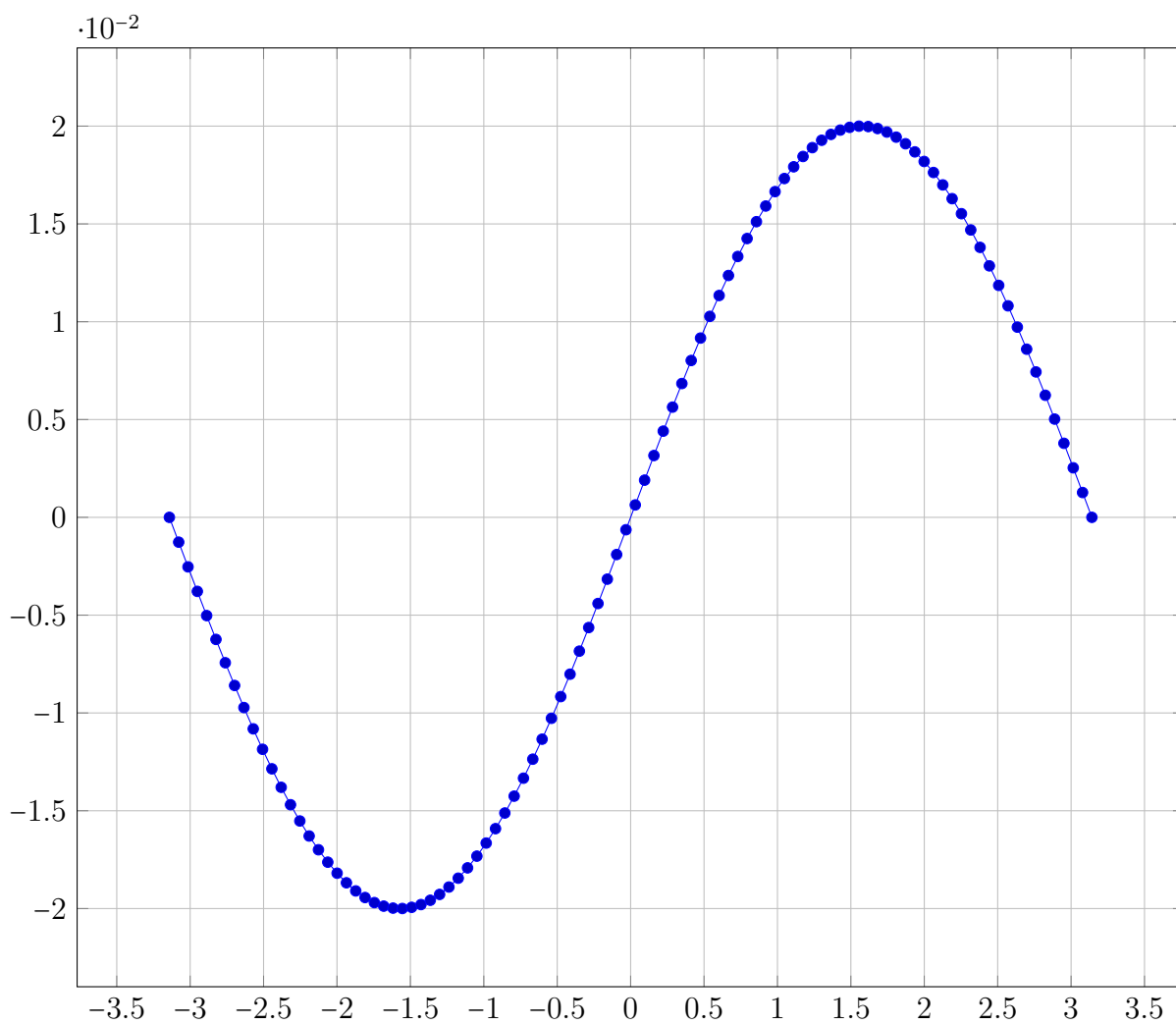


Рисунок 2.  $y_A$

Changed

$$x_B = l_1 \cdot \cos(\phi_n) + \sqrt{l_2^2 - (l_1 \cdot \sin(\phi_n) - e_1)^2} = \frac{-1 + \sqrt{3}}{50} \approx 0.014641 \quad (9)$$

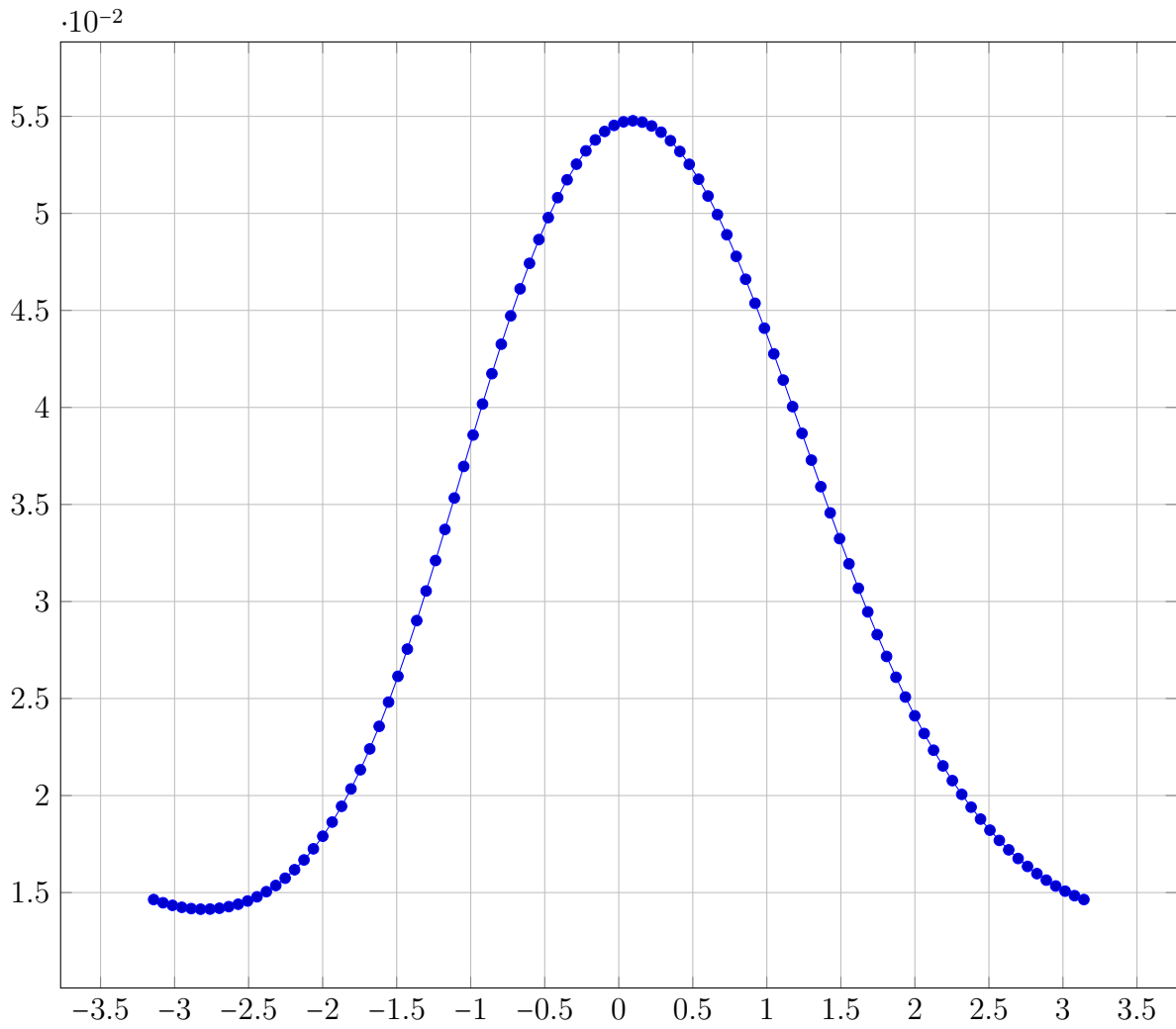


Рисунок 3.  $x_B$

Changed

$$y_B = e_1 = 0.005 \quad (10)$$

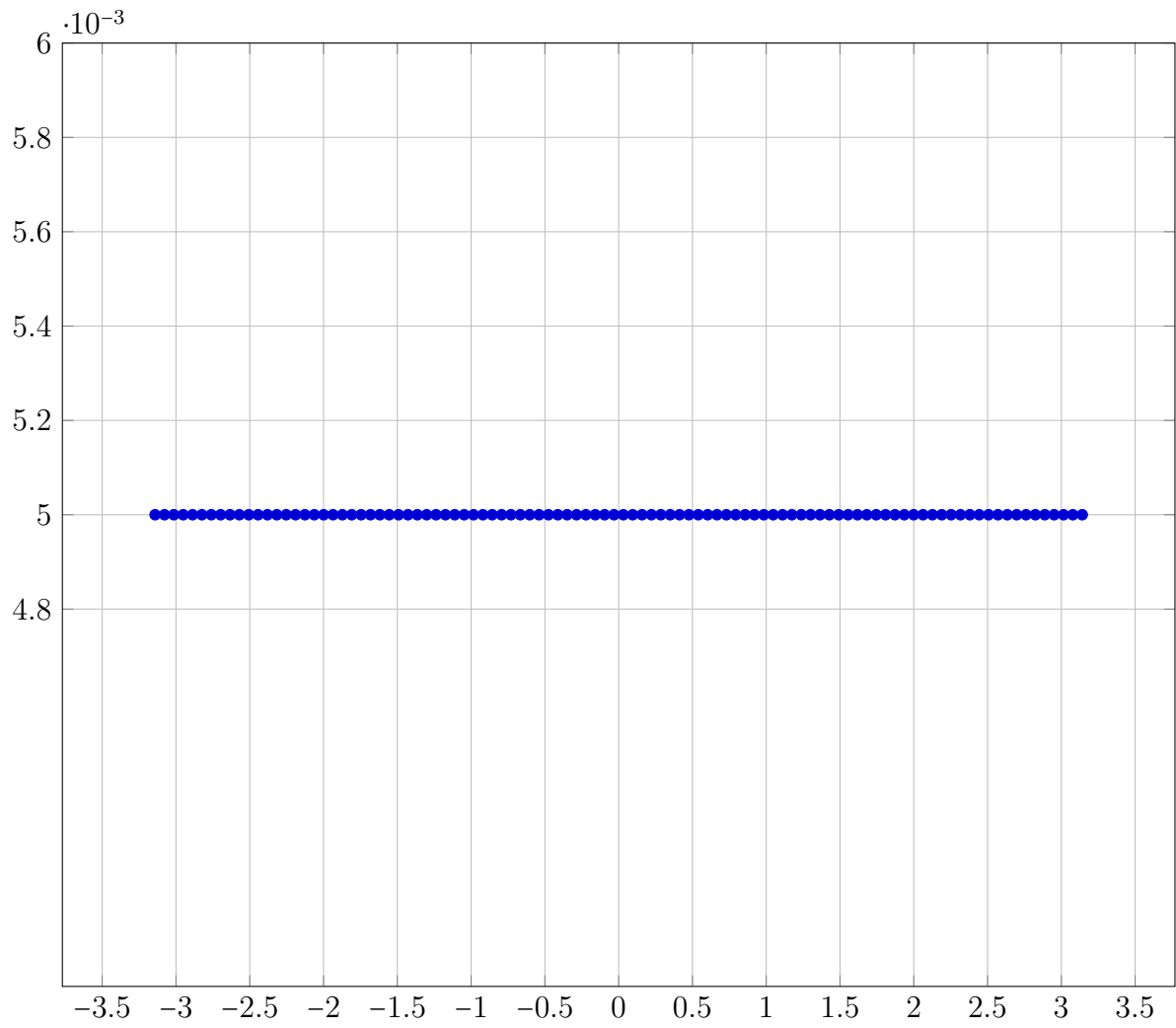


Рисунок 4.  $y_B$

Середина первого звена  $OA$ : TODO

$$x_{OA} = \frac{x_O + x_A}{2} = \frac{0 + l_1 \cdot \cos(\phi)}{2} = \frac{l_1 \cdot \cos(\phi)}{2} \quad (11)$$

TODO

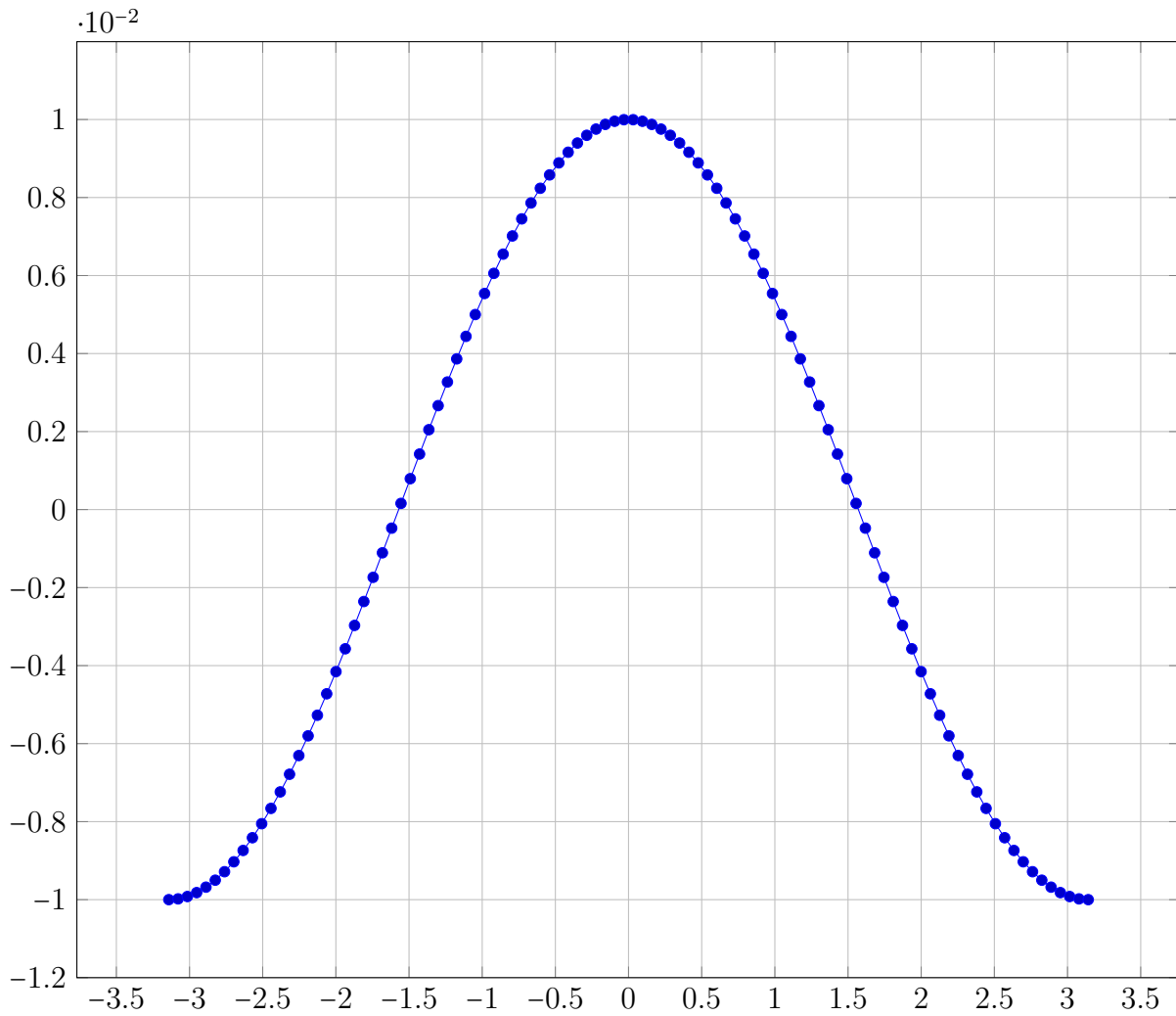


Рисунок 5.  $x_{OA}$

$$y_{OA} = \frac{y_O + y_A}{2} = \frac{0 + l_1 \cdot \sin(\phi)}{2} = \frac{l_1 \cdot \sin(\phi)}{2} \quad (12)$$

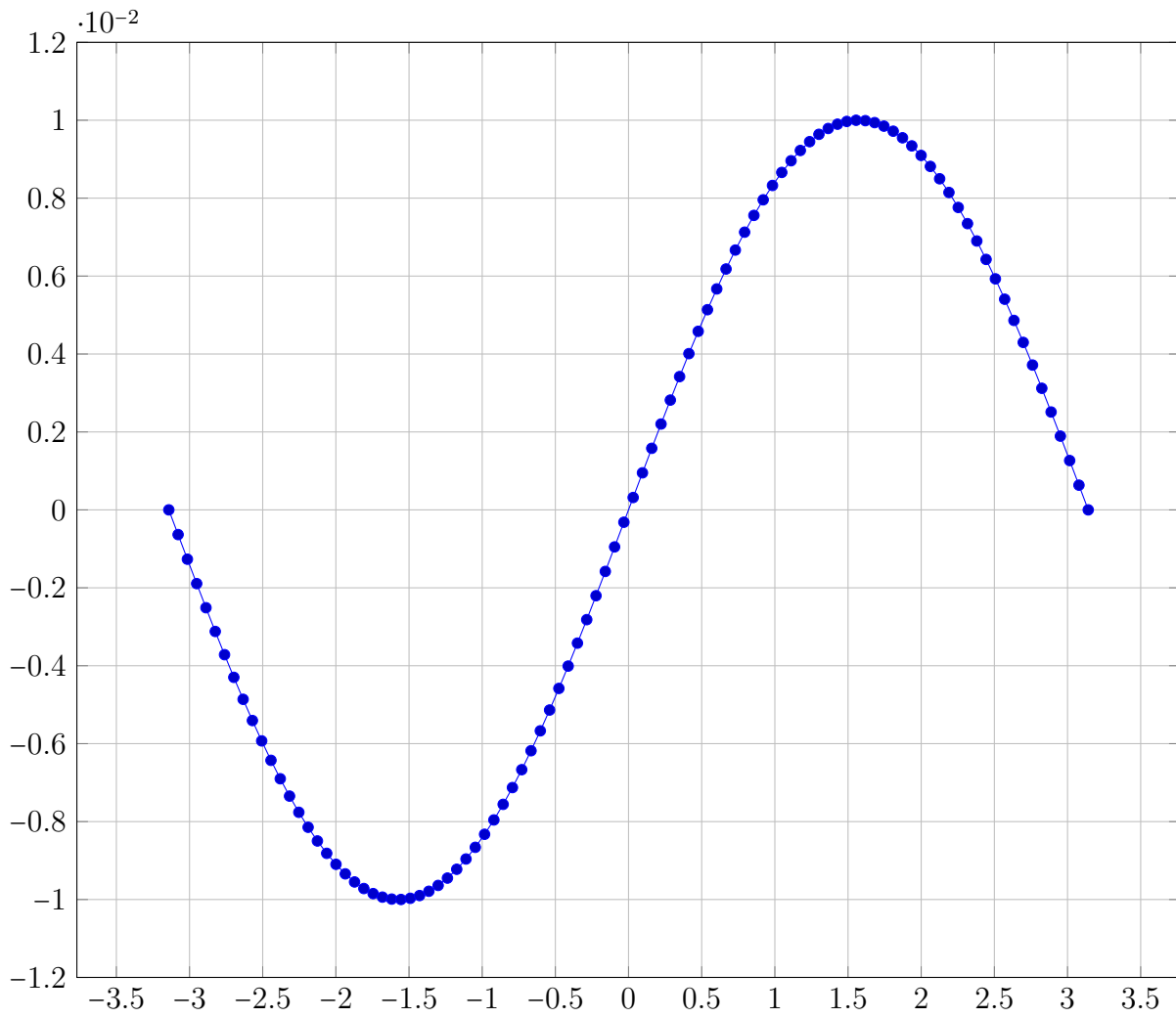


Рисунок 6.  $y_{OA}$



Середина второго звена  $AB$ : OLD

$$x_{AB} = \frac{l_1 \cdot \cos(\phi) + l_1 \cdot \cos(\phi) + l_2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{e_1 - l_1 \cdot \sin(\phi)}{l_2}\right)\right)}{2} =$$

$$= \frac{2 \cdot l_1 \cdot \cos(\phi) + l_2 \cdot \cos\left(\arcsin\left(\frac{e_1 - l_1 \cdot \sin(\phi)}{l_2}\right)\right)}{2} \quad (13)$$

NEW

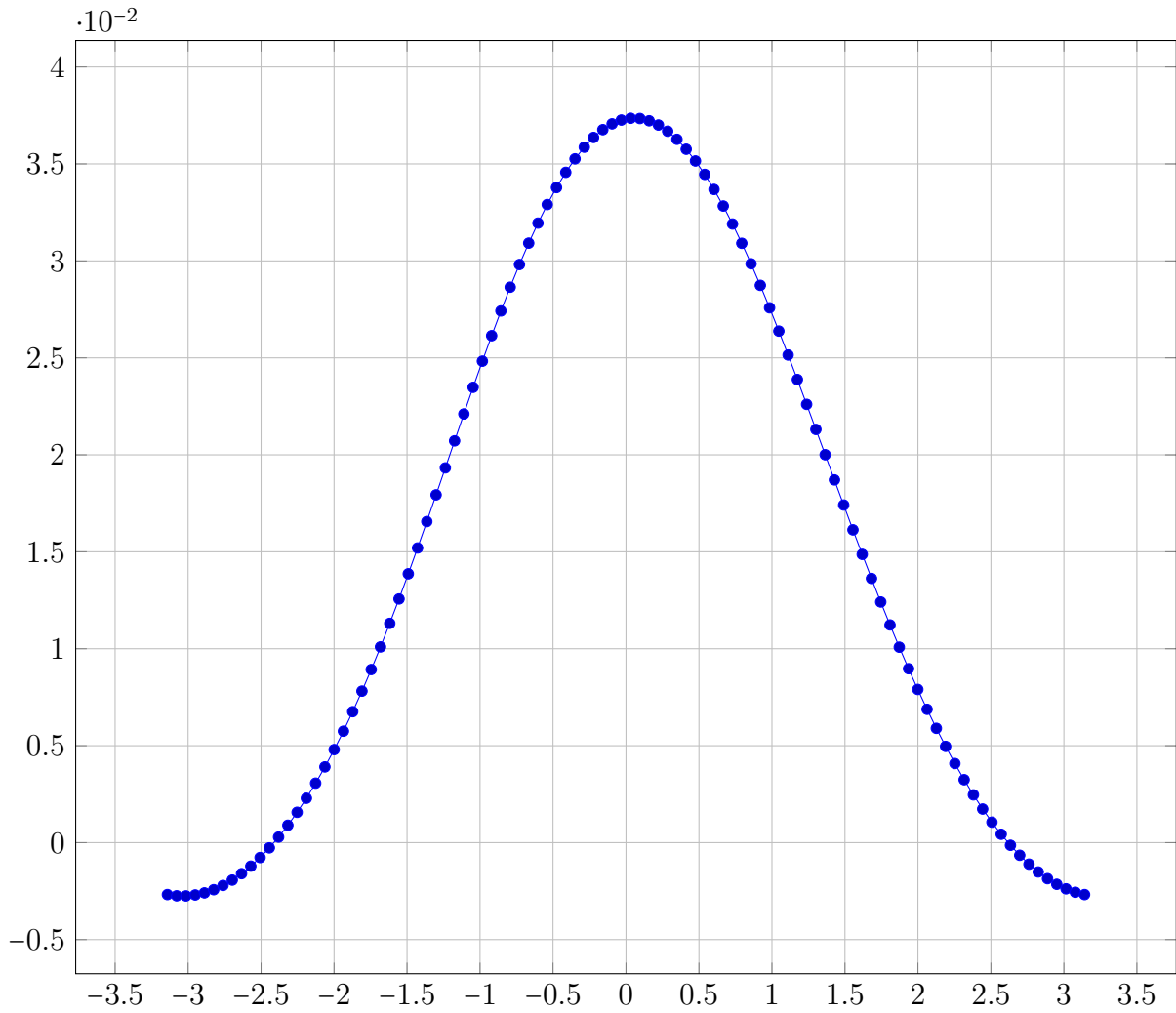


Рисунок 7.  $x_{AB}$

$$y_{AB} = \frac{y_A + y_{c1}}{2} = \frac{l_1 \cdot \sin(\phi) + 0}{2} = \frac{l_1 \cdot \sin(\phi)}{2} \quad (14)$$

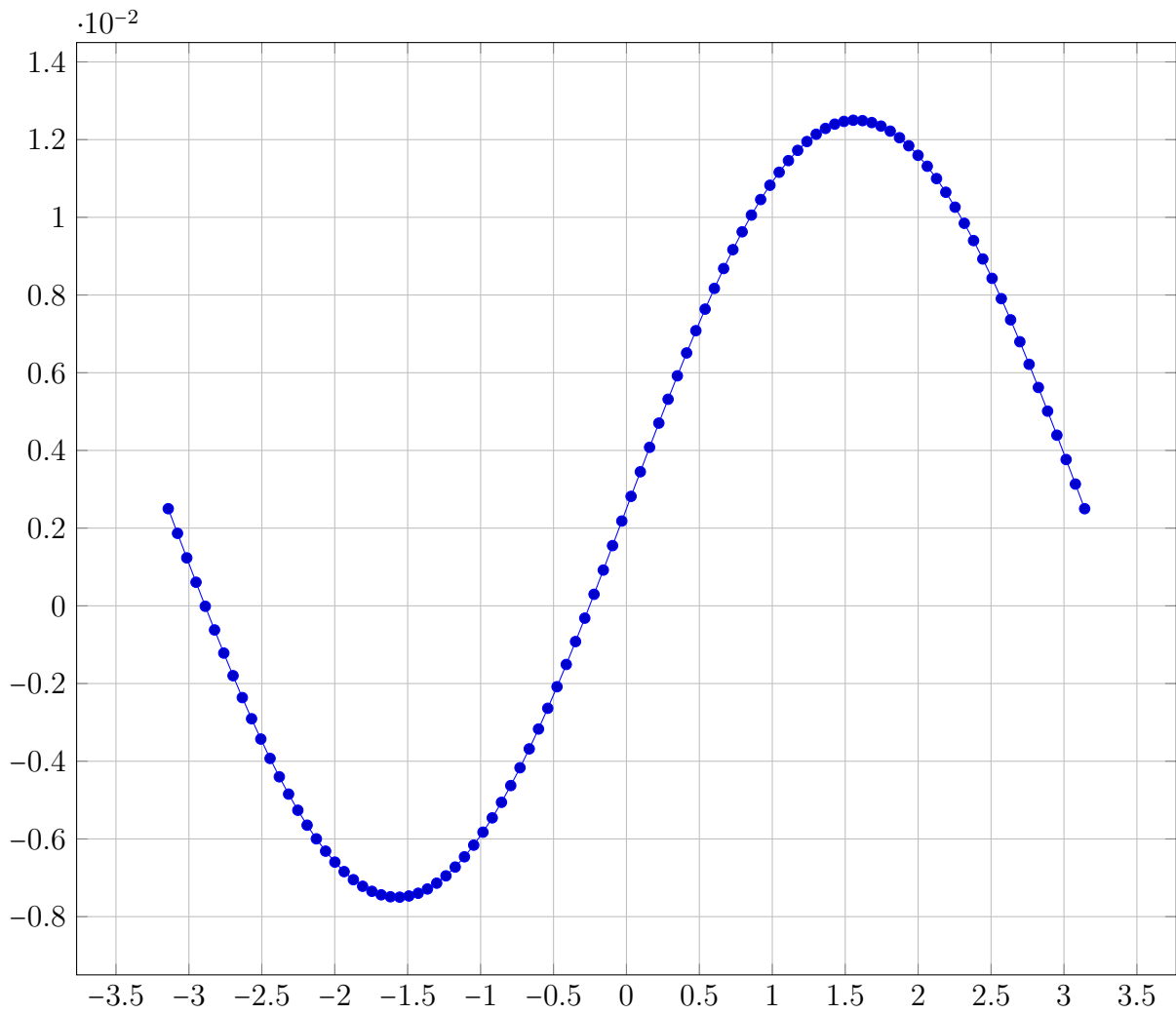


Рисунок 8.  $y_{AB}$

Найдём производные  $A$ ,  $OA$ ,  $AB$  по  $\phi$ :

$$x'_A = -l_1 \cdot \sin(\phi) \quad (15)$$

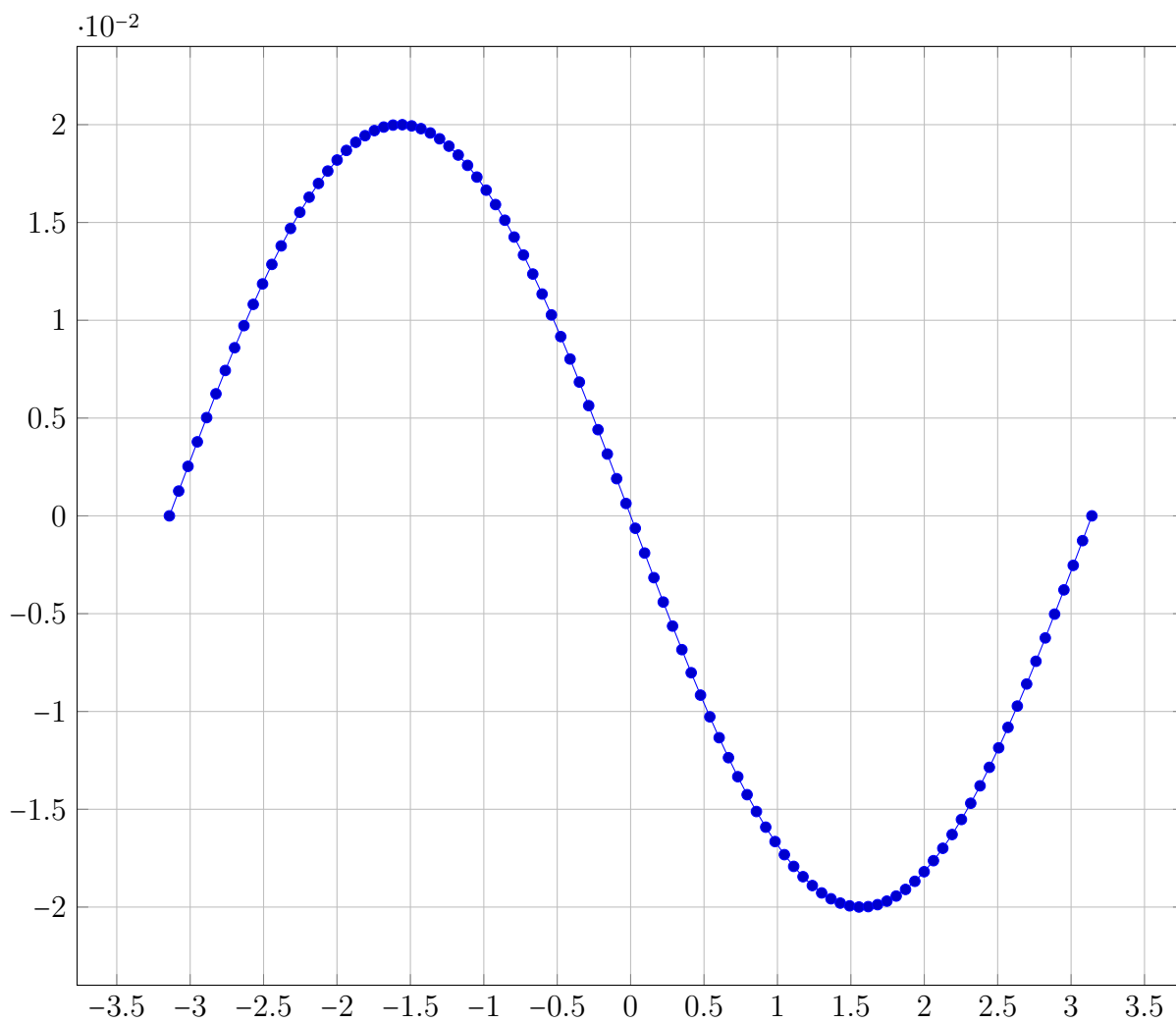


Рисунок 9.  $x'_A$

$$y'_A = l1 \cdot \cos(\phi) \quad (16)$$

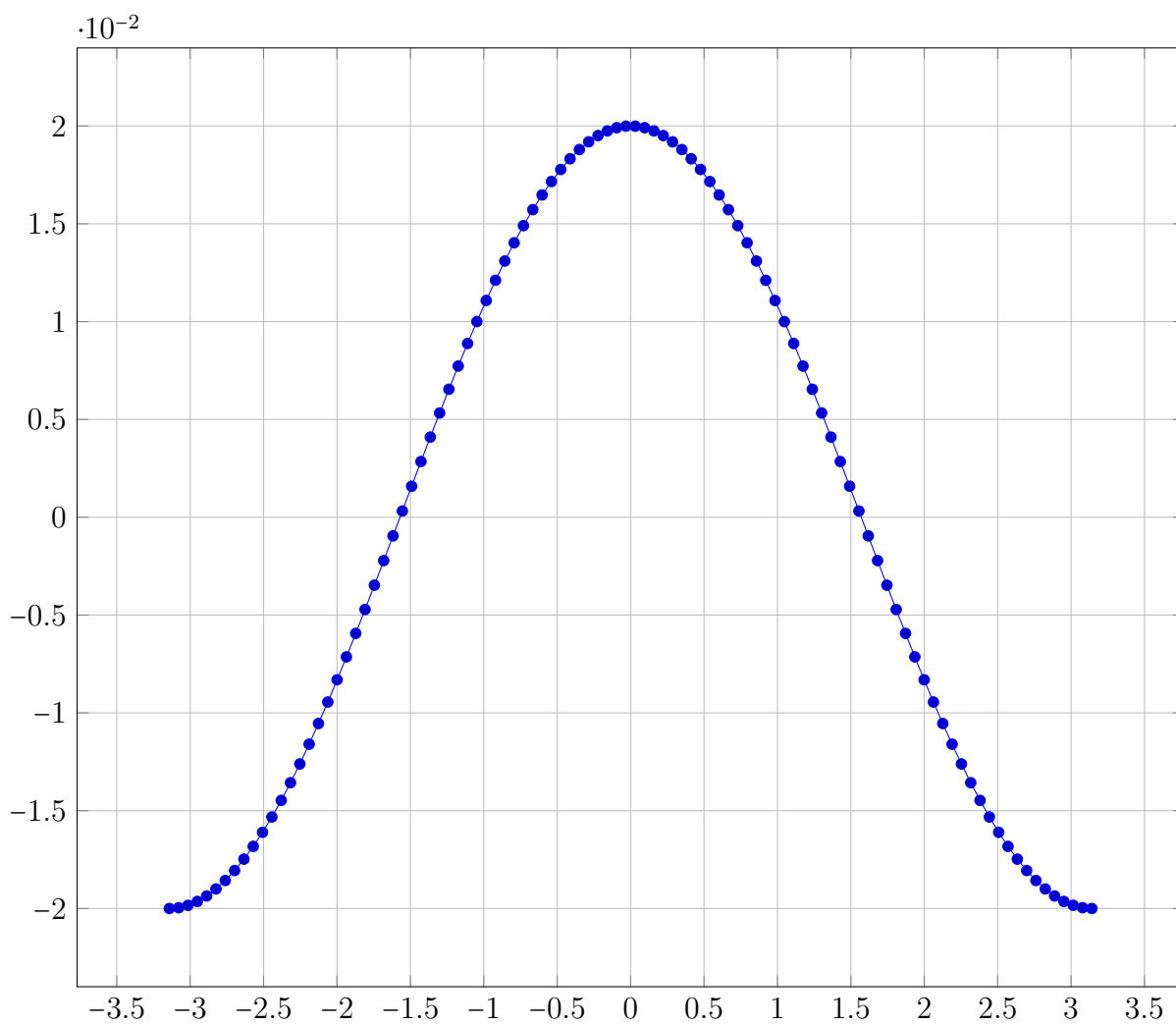


Рисунок 10.  $y'_A$

$$x'_{OA} = \frac{-l1 \cdot \sin(\phi)}{2} \quad (17)$$

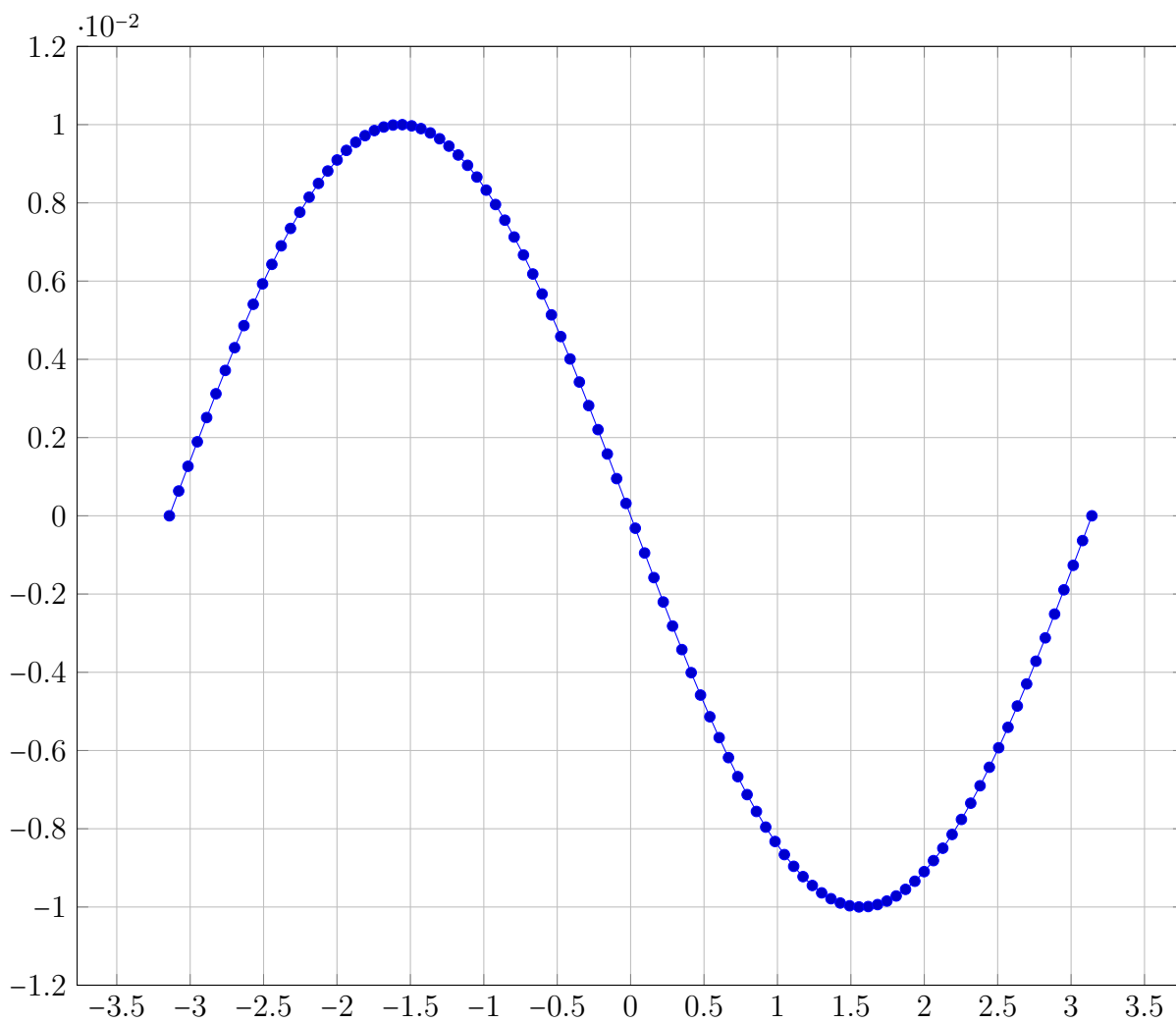


Рисунок 11.  $x'_{OA}$

$$y'_{OA} = \frac{l1 \cdot \cos(\phi)}{2} \quad (18)$$

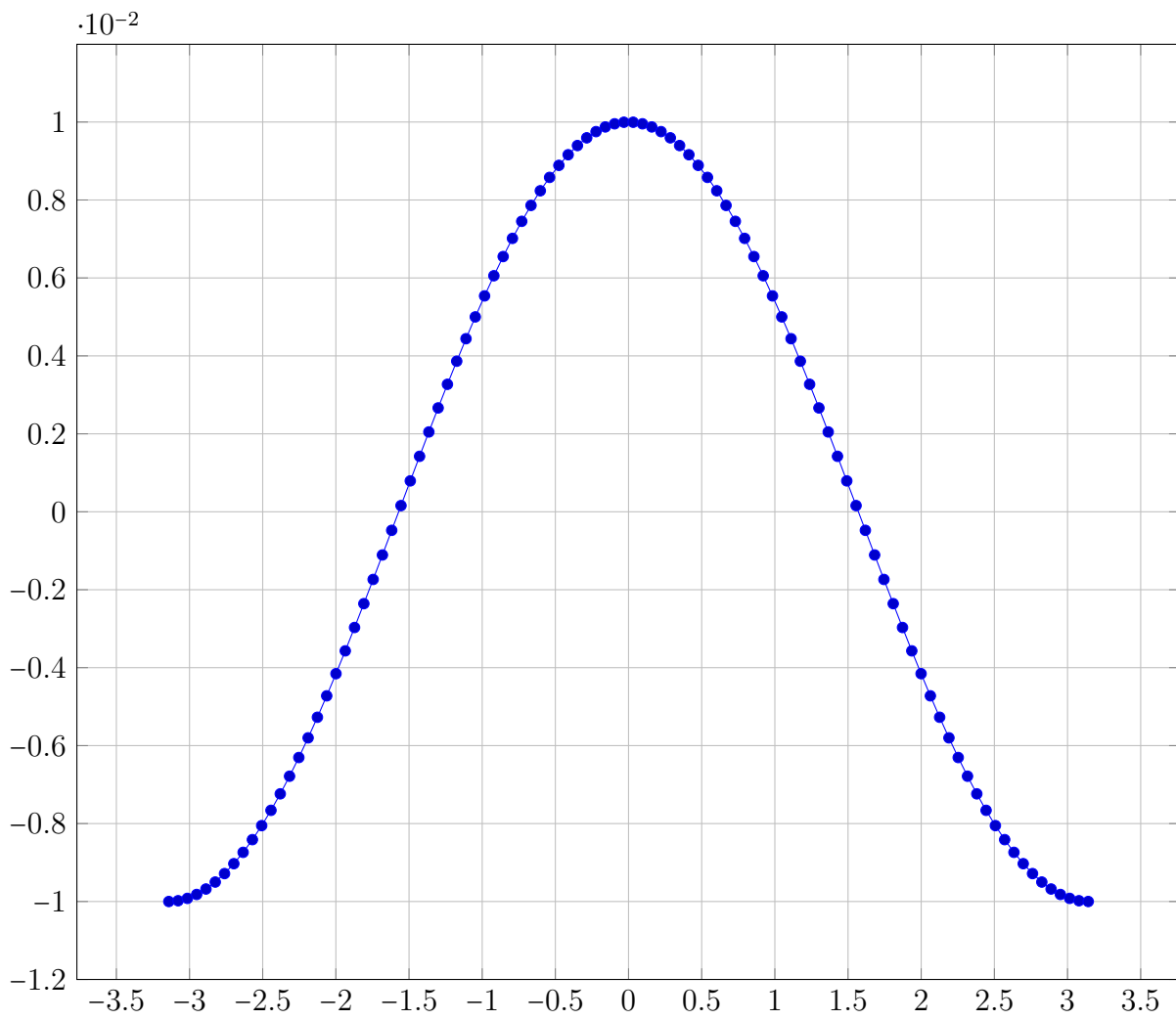


Рисунок 12.  $y'_{OA}$

OLD

$$x'_{AB} = -l_1 \cdot \sin(\phi) + \frac{l_2^2 \cdot \left( \frac{e_1}{2} - \frac{1}{2} \cdot l_2 \cdot \sin(\phi) \right) \cdot \cos(\phi)}{4 \cdot \sqrt{1 - \left( \frac{e_1}{2} - \frac{1}{2} \cdot l_2 \cdot \sin(\phi) \right)^2}} \quad (19)$$

NEW

$$\begin{aligned} x_{AB} \left( \frac{1}{2} \sqrt{l_2^2 - (l_1 \sin(x) - e_1)^2} + l_1 \cos(x) \right) = \\ \frac{1}{2} (-l_1^2 \cos^2(x)) / \sqrt{l_2^2 - (l_1 \sin(x) - e_1)^2} - \frac{l_1^2 \cos^2(x) (l_1 \sin(x) - e_1)^2}{(l_2^2 - (l_1 \sin(x) - e_1)^2)^{\frac{3}{2}}} + \\ \frac{l_1 \sin(x) (l_1 \sin(x) - e_1)}{\sqrt{l_2^2 - (l_1 \sin(x) - e_1)^2} - l_1 \cos(x)} \end{aligned} \quad (20)$$

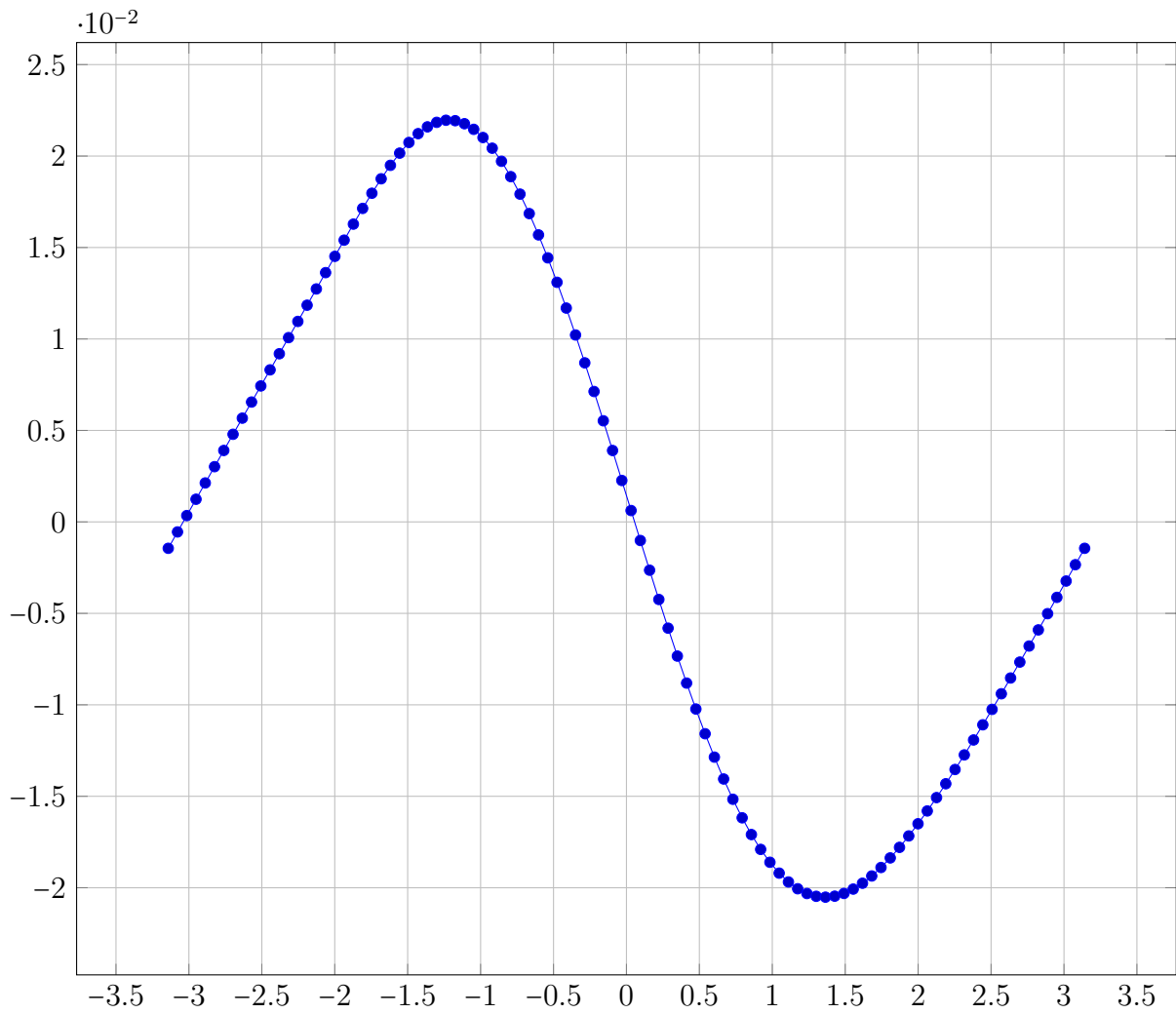


Рисунок 13.  $x_{AB}$



$$y'_{AB} = \frac{l_1 \cdot \cos(\phi)}{2} \quad (21)$$

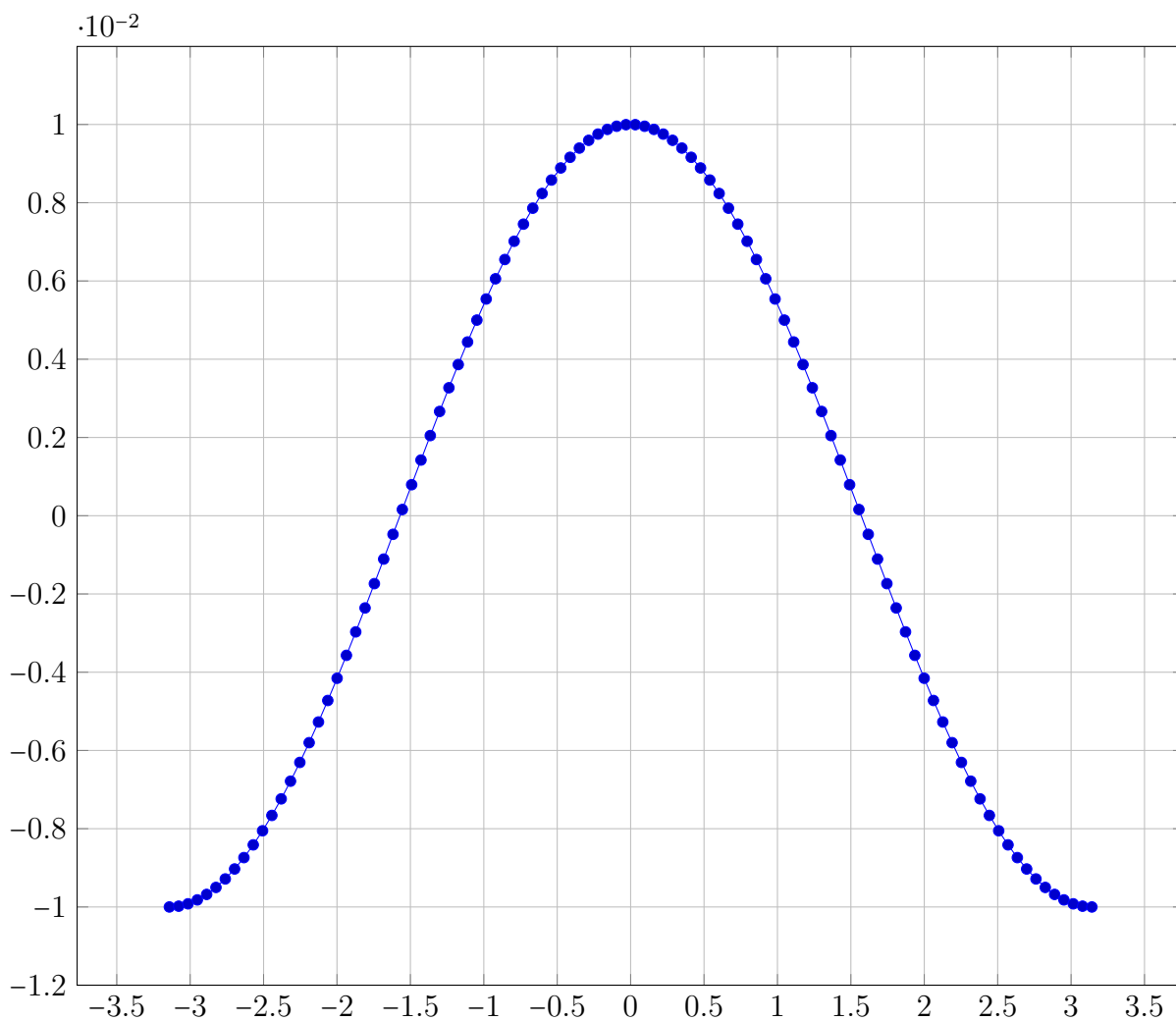


Рисунок 14.  $y'_{AB}$

Найдём вторые производные:

$$x''_A = -l_1 \cdot \cos(\phi) \quad (22)$$

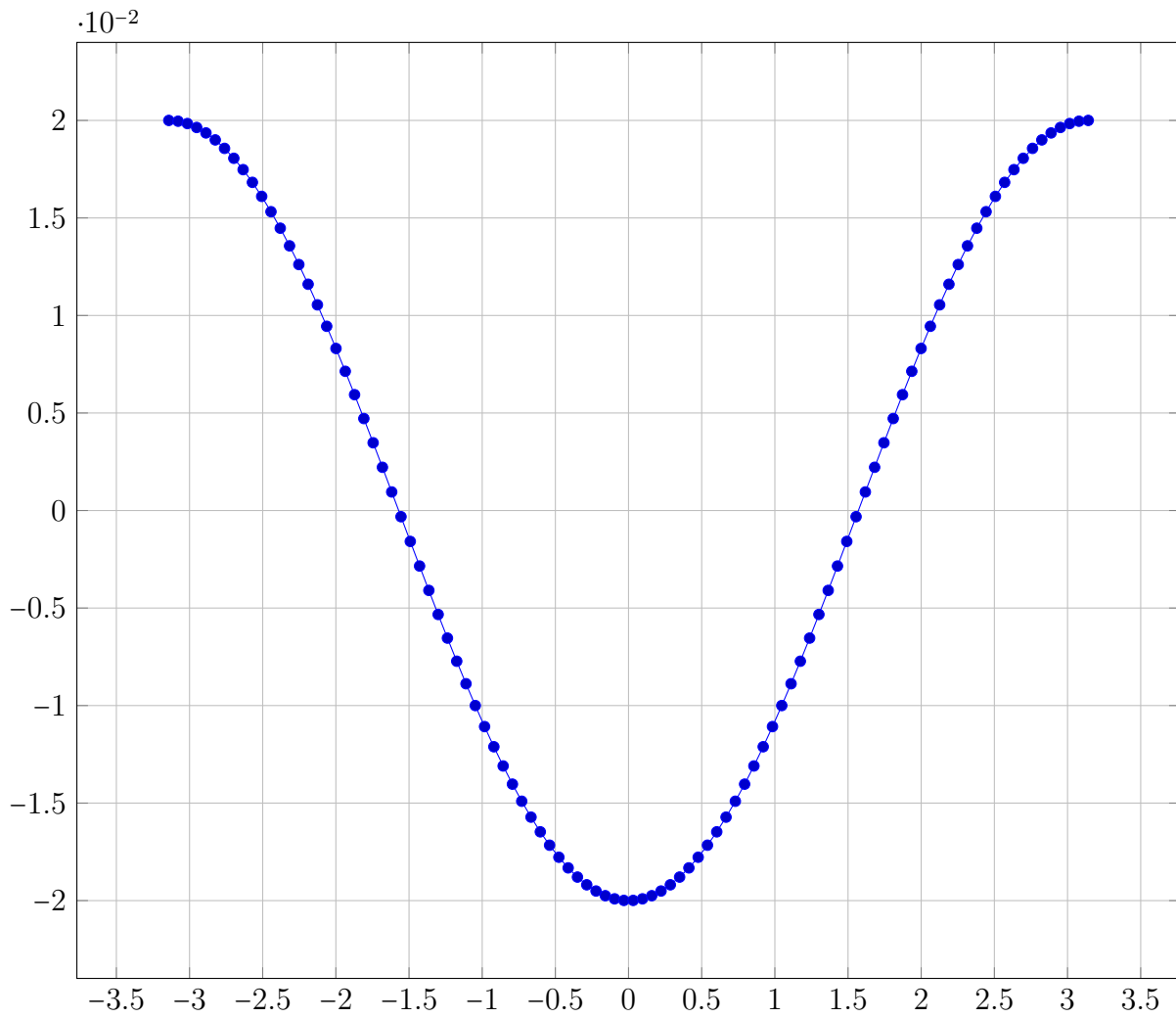


Рисунок 15.  $x''_A$

$$y_A'' = -l_1 \cdot \sin(\phi) \quad (23)$$

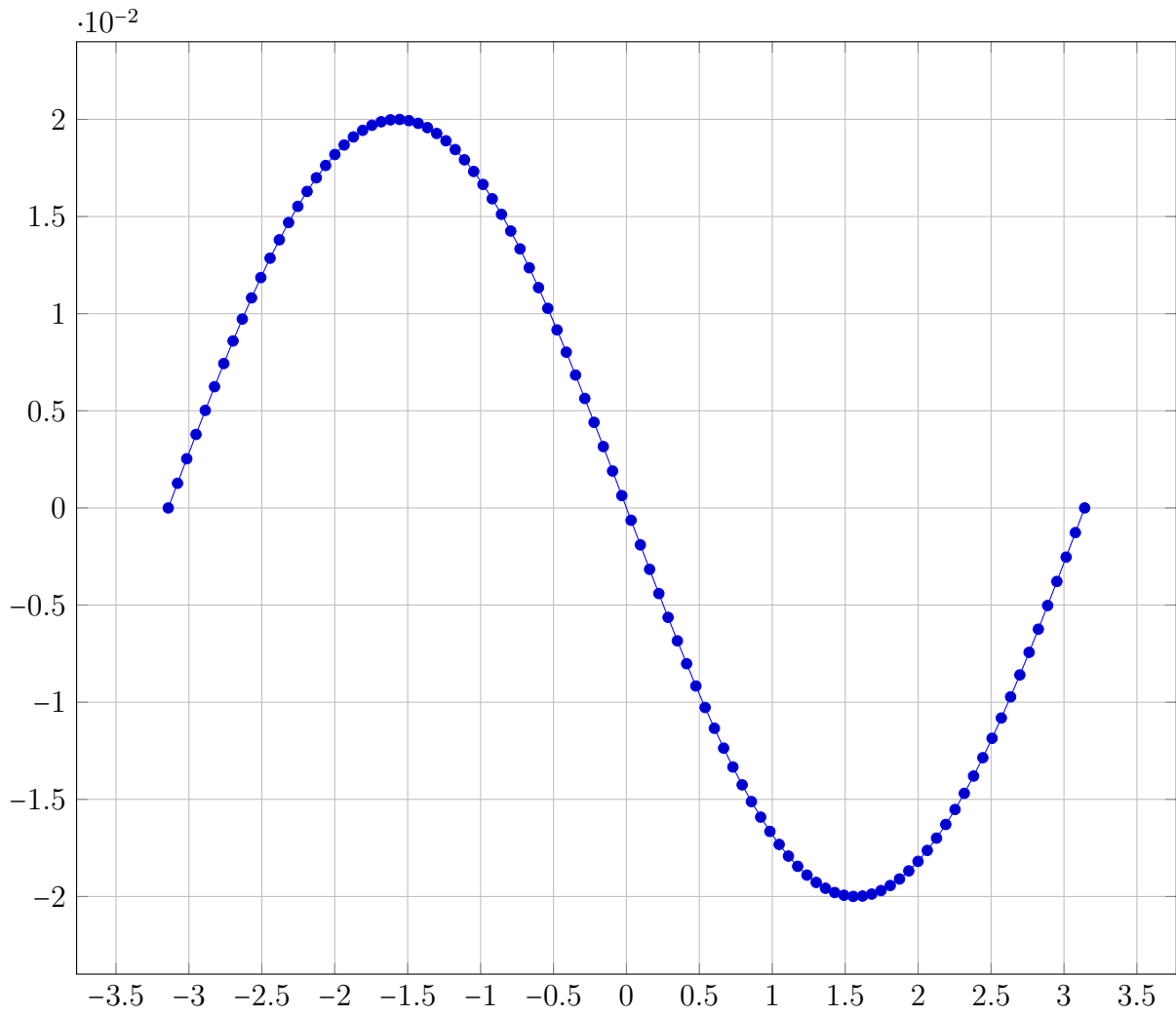


Рисунок 16.  $y_A''$

$$x''_{OA} = \frac{-l_1 \cdot \cos(\phi)}{2} \quad (24)$$

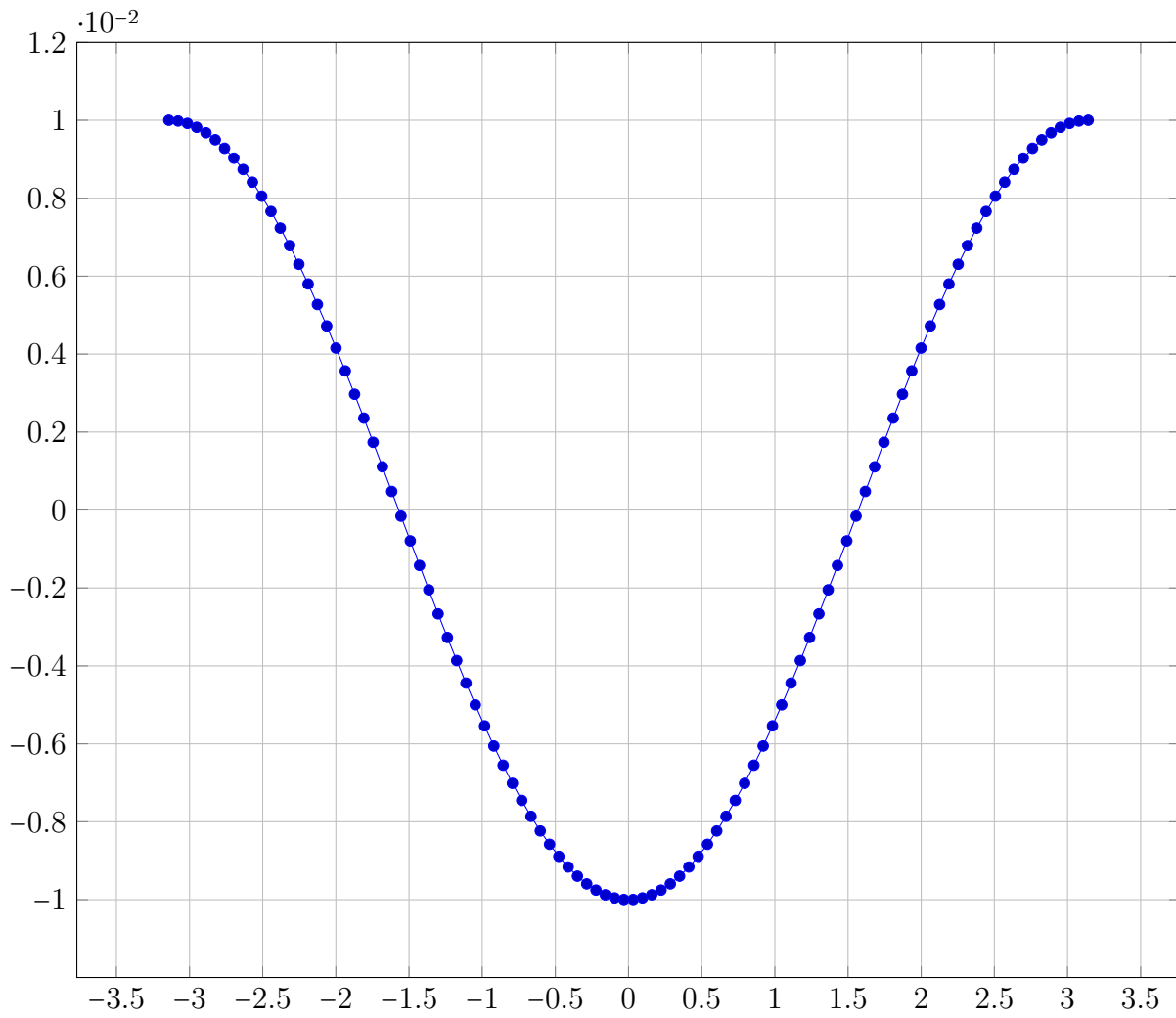


Рисунок 17.  $x''_{OA}$

$$y''_{OA} = \frac{-l_1 \cdot \sin(\phi)}{2} \quad (25)$$

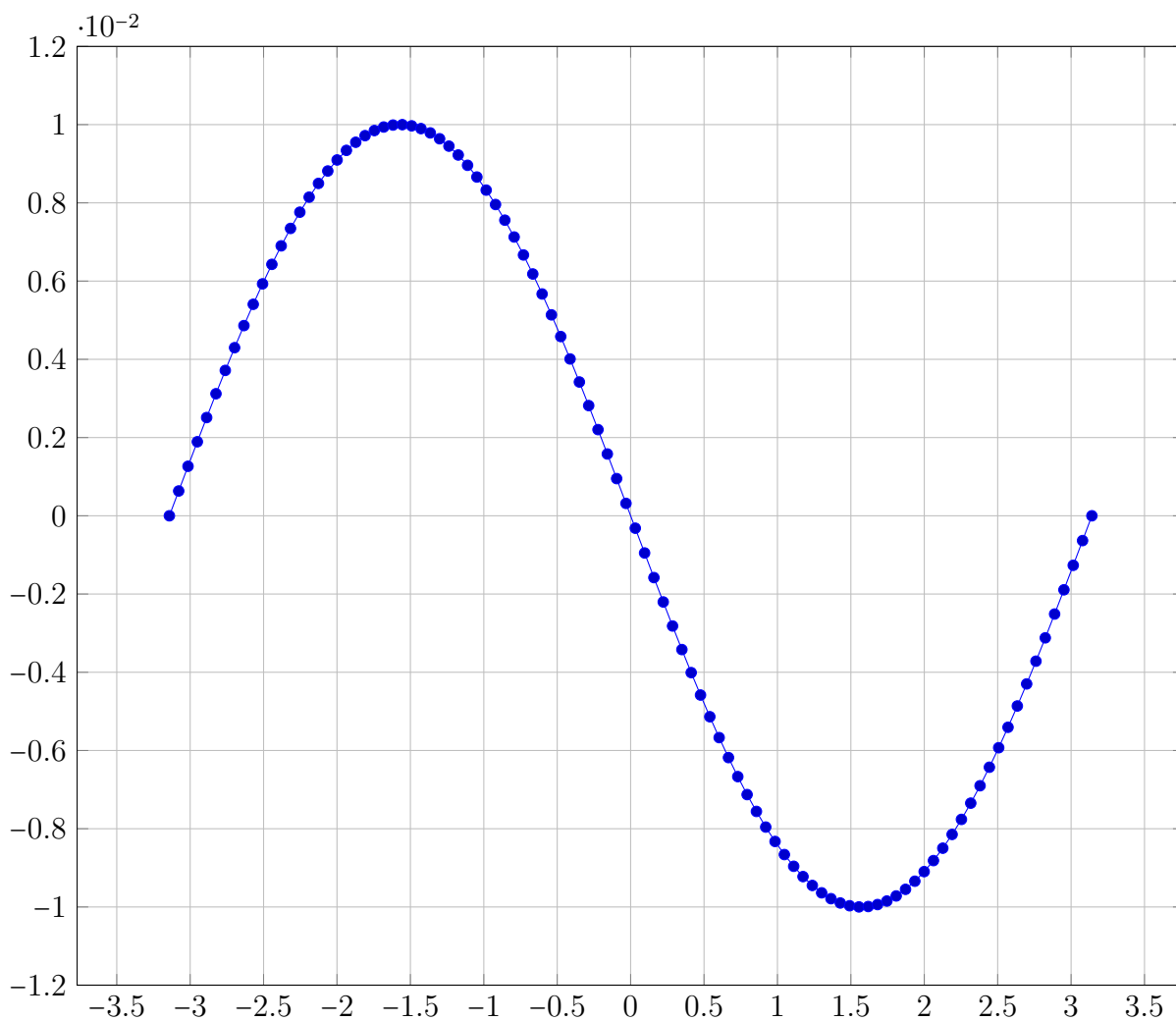


Рисунок 18.  $y''_{OA}$

$$x''_{AB} = \frac{1}{2} \cdot \left( - \frac{l_2^3 \cdot \cos^2(x)}{4 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4} \cdot (e_1 - l_2 \cdot \sin(x))^2}} - \right. \quad (26)$$

$$\left. - \frac{l_2^3 \cdot \cos^2(x) \cdot (e_1 - l_2 \cdot \sin(x))^2}{16 \cdot \left(1 - \frac{1}{4} \cdot (e_1 - l_2 \cdot \sin(x))^2\right)^{\frac{3}{2}}} - \right. \quad (27)$$

$$\left. - \frac{l_2^2 \cdot \sin(x) \cdot (e_1 - l_2 \cdot \sin(x))}{4 \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{4} \cdot (e_1 - l_2 \cdot \sin(x))^2}} - 2 \cdot l_1 \cdot \cos(x) \right) \quad (28)$$

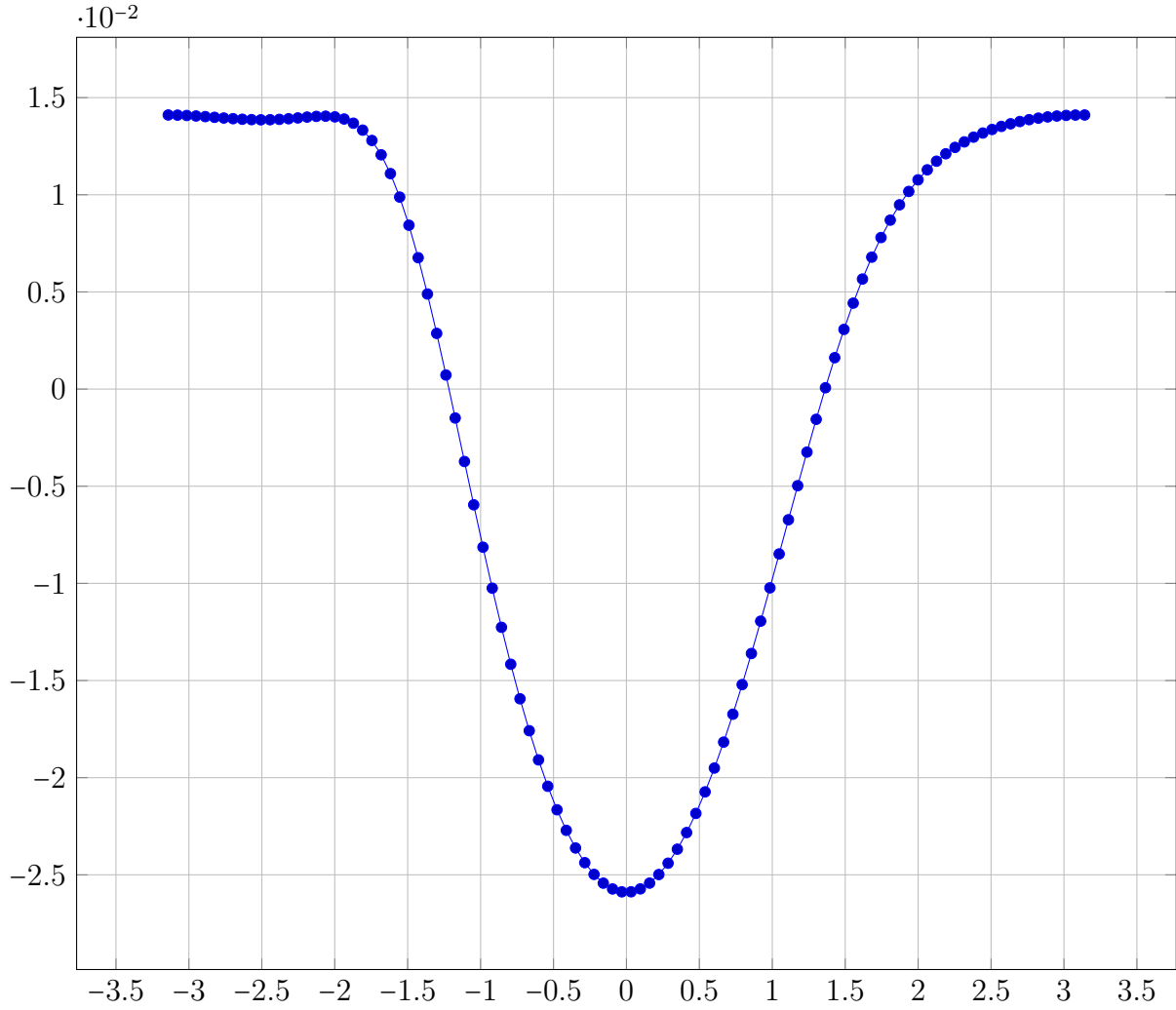


Рисунок 19.  $x''_{AB}$

$$y''_{AB} = \frac{-l_1 \cdot \sin(\phi)}{2} \quad (29)$$

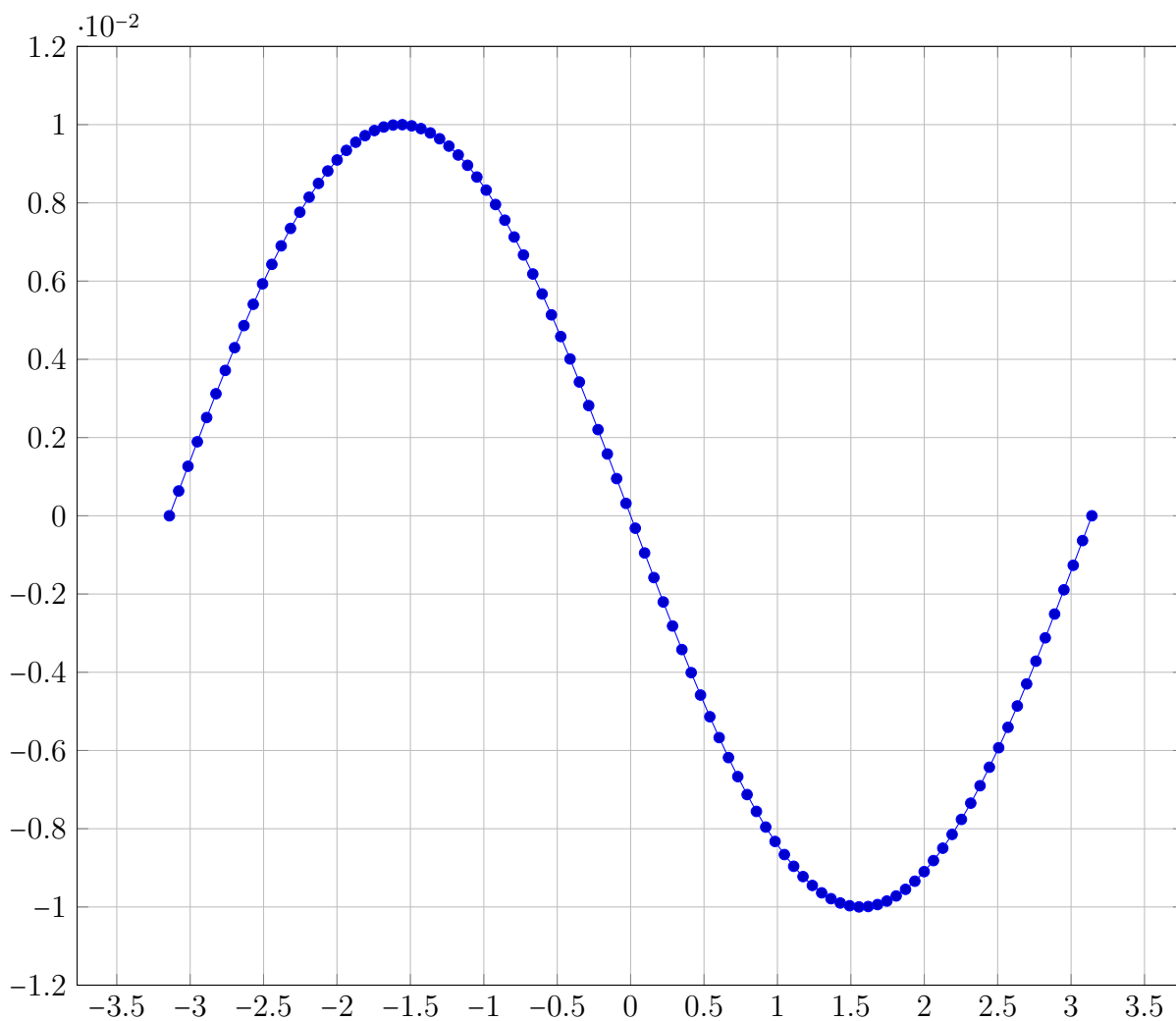


Рисунок 20.  $y''_{AB}$