Cilindros e Superfícies Quádricas

Luis Alberto D'Afonseca

Cálculo de Funções de Várias Variáveis – I

https://material-didatico.github.io/pages/cfvv1

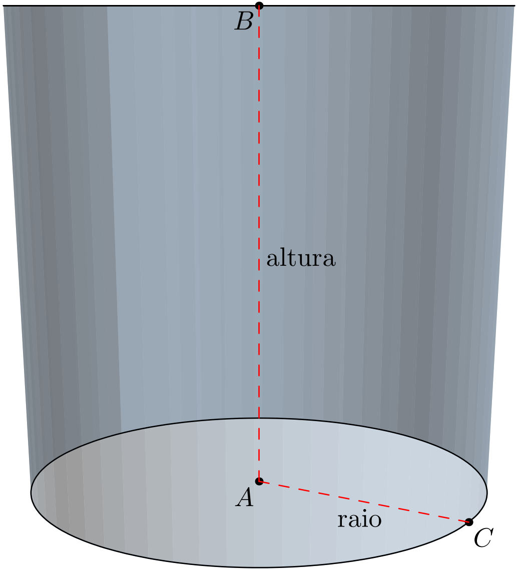
11 de março de 2026

Conteúdo

Cilindro Sólido

O cilindro sólido é um corpo geométrico tridimensional com duas bases circulares paralelas e congruentes conectadas por uma superfície lateral curva

Cilindro Sólido

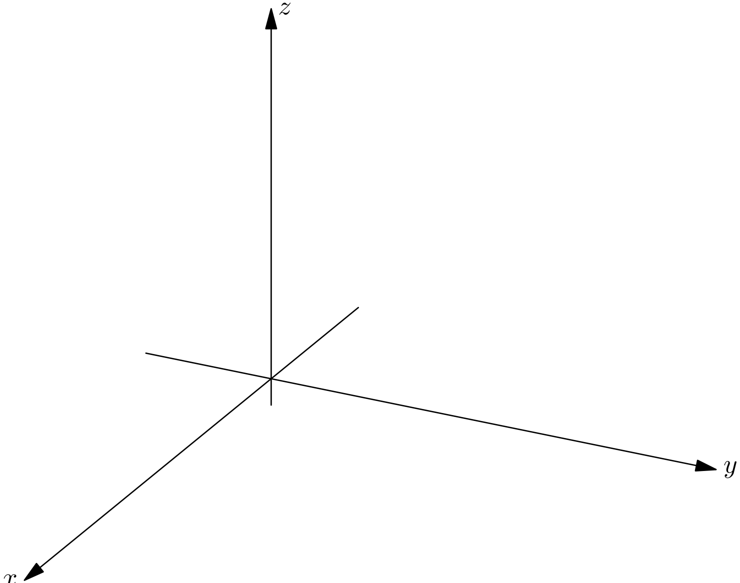


Superfície Cilindrica

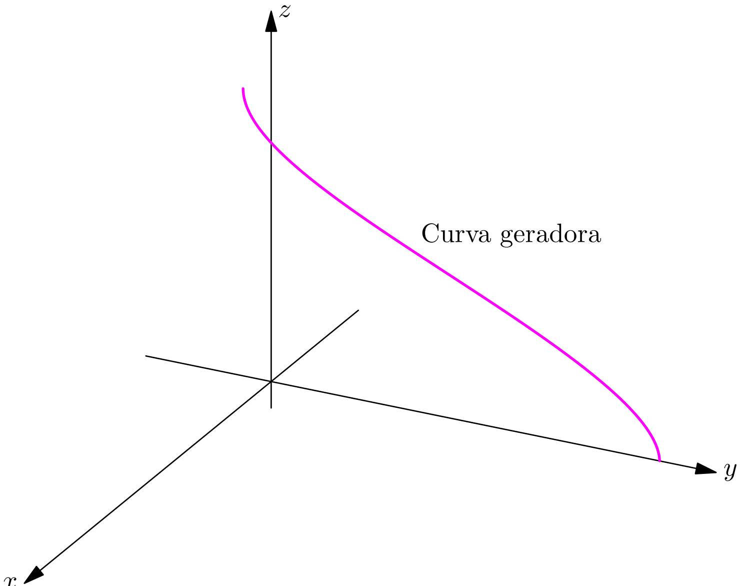
O cilindro é uma superfície gerada por meio de o movimento de uma linha reta ao longo de uma curva plana dada enquanto mantida paralela a uma reta fixada

A curva é chamada de curva geradora

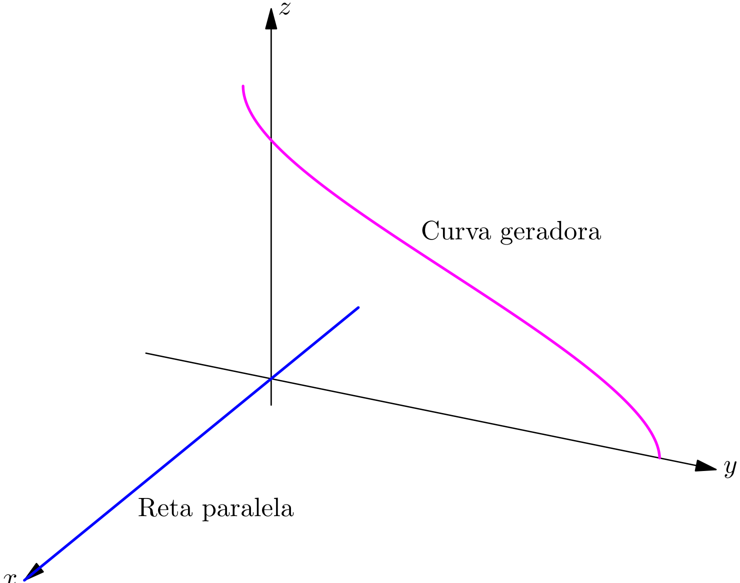
Cilindros



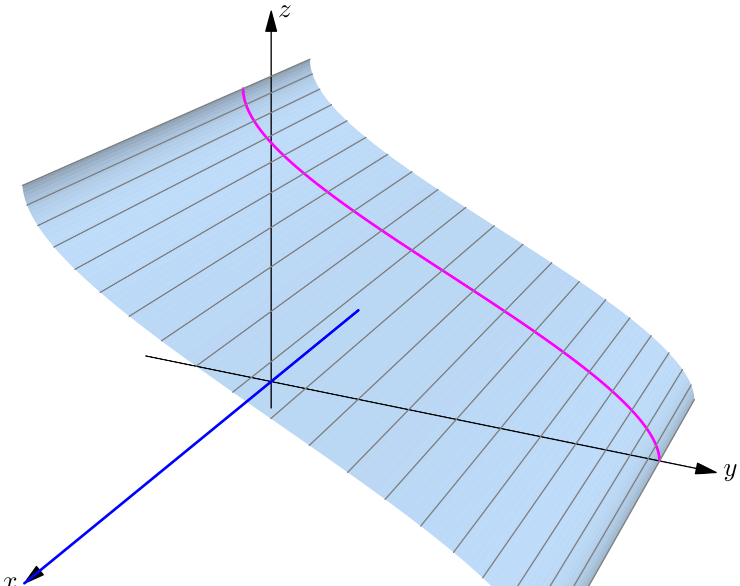
Cilindros



Cilindros



Cilindros



Conteúdo

Cônicas e Quádricas

Cônica: pontos no plano, $\mathbb{R}^2$, que são solução de uma equação de segundo grau

$$Ax^2 + By^2 + Cxy + Dx + Ey + F = 0$$

Quádrica: pontos no espaço, $\mathbb{R}^3$, que são solução de uma equação de segundo grau

$$Ax^2 + By^2 + Cz^2 + Dxy + Exz + Fyz + Gx + Hy + Iz + G = 0$$

Quádricas

- Elipsoides
- Paraboloides
- Hiperboloides
- Cones elípticos
- Cilindro elípticos

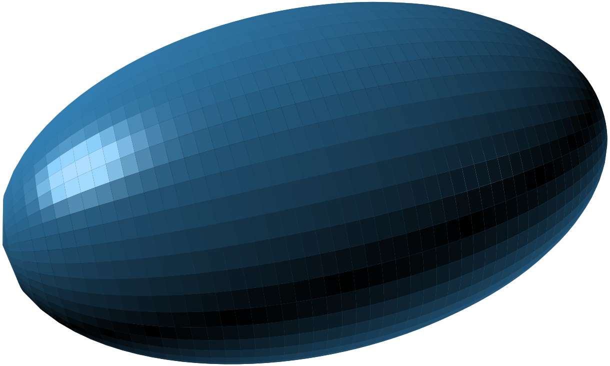
Elipsoide

Elipsoide canônico

Centrado na origem e alinhado com os eixos

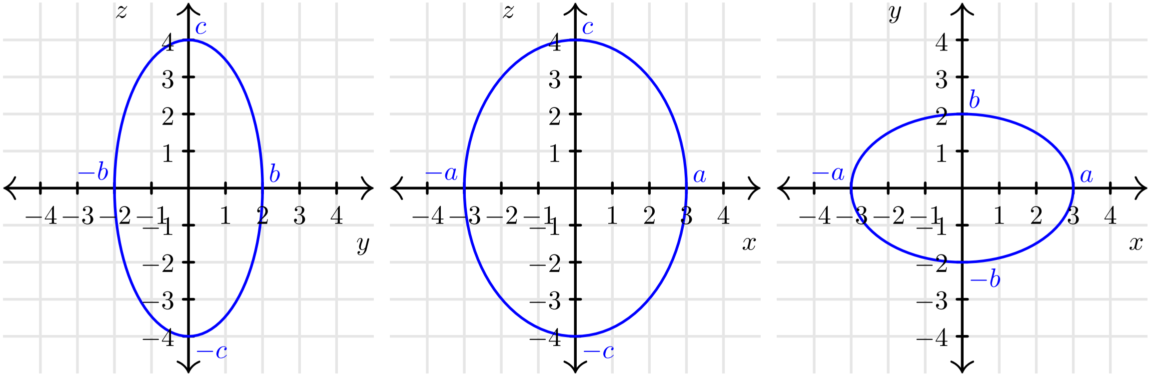
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

$$a > 0\,,\ b > 0 \ \text{e} \ c > 0$$



Elipsoide

$x = 0$ $\qquad \dfrac{y^2}{b^2} + \dfrac{z^2}{c^2} = 1$ $\qquad y = 0$ $\qquad \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{z^2}{c^2} = 1$ $\qquad z = 0$ $\qquad \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} = 1$



Paraboloide Elíptico

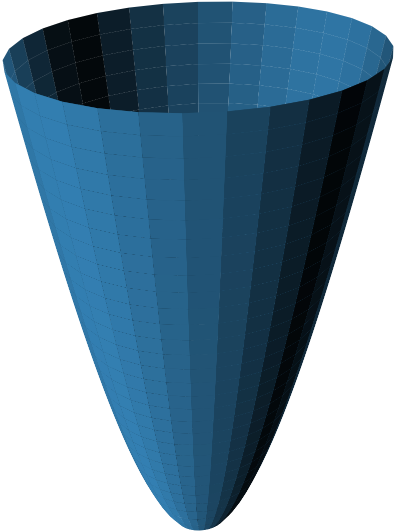
Paraboloide elíptico canônico

"Centrado" na origem e

alinhado com os eixos

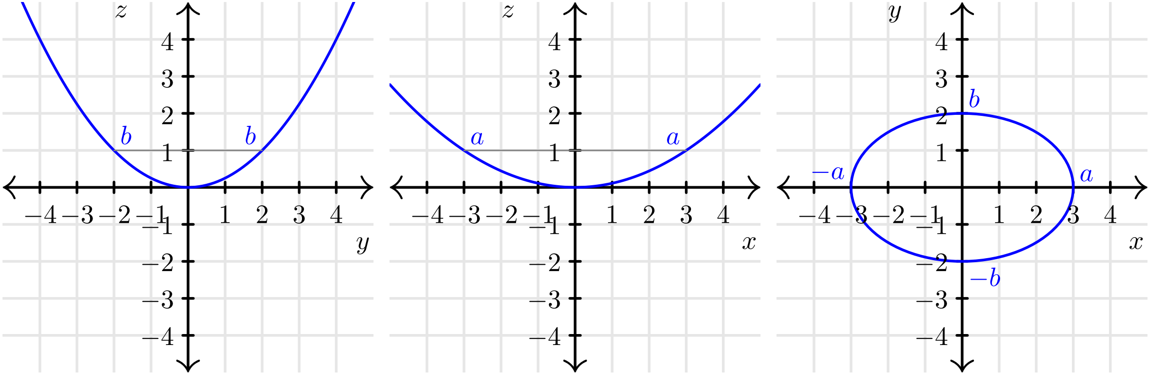
$$z = \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2}$$

$a > 0$ e $b > 0$



Paraboloide Elíptico

$x = 0 \qquad z = \dfrac{y^2}{b^2}$ $\qquad y = 0 \qquad z = \dfrac{x^2}{a^2}$ $\qquad z = 1 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} = 1$



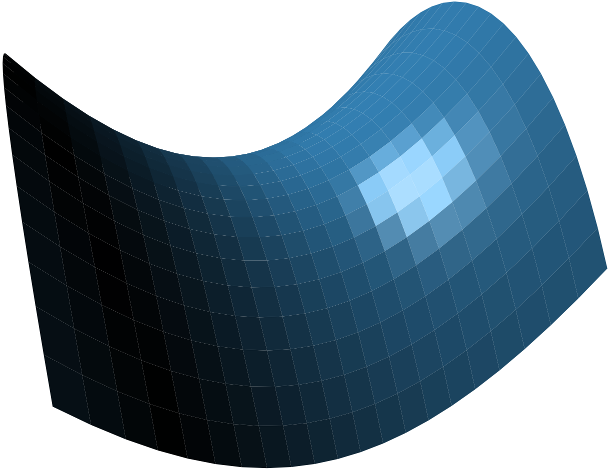
Paraboloide Hiperbólico

Paraboloide hiperbólico canônico

"Centrado" na origem e alinhado com os eixos

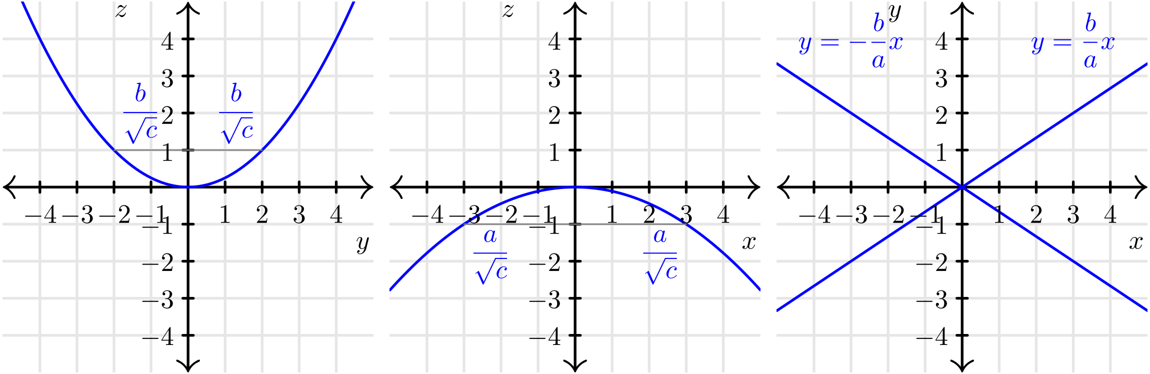
$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{x^2}{a^2} = \frac{z}{c}$$

$$a > 0\,,\ b > 0 \text{ e } c > 0$$



Paraboloide Hiperbólico

$x = 0 \qquad \dfrac{y^2}{b^2} = \dfrac{z}{c}$ $\qquad$ $y = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} = -\dfrac{z}{c}$ $\qquad$ $z = 0 \qquad \dfrac{y^2}{b^2} = \dfrac{x^2}{a^2}$



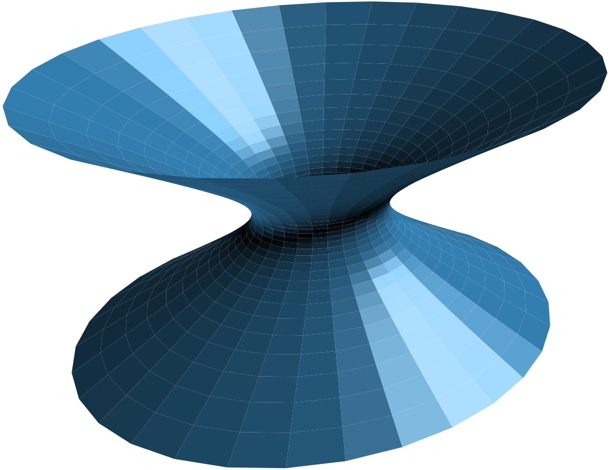
Hiperboloide de Uma Folha

Hiperboloide de uma folha canônico

"Centrado" na origem e alinhado com os eixos

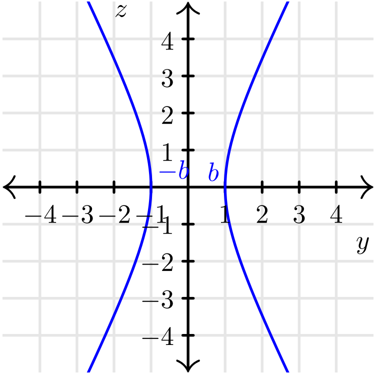
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

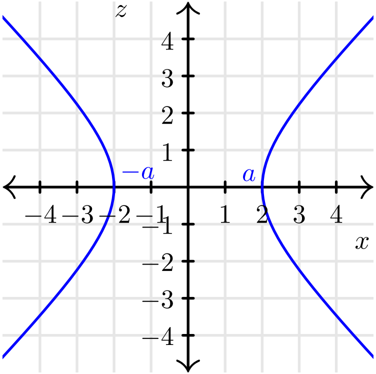
$a > 0\,,\ b > 0$ e $c > 0$

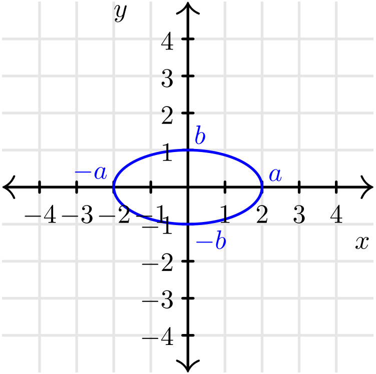


Hiperboloide de Uma Folha

$x = 0 \qquad \dfrac{y^2}{b^2} - \dfrac{z^2}{c^2} = 1 \qquad y = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} - \dfrac{z^2}{c^2} = 1 \qquad z = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} = 1$







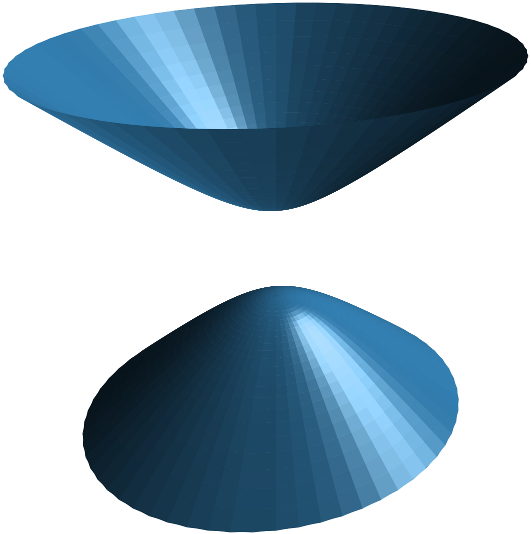
Hiperbolóide de Duas Folhas

Hiperboloide de duas folhas canônico

"Centrado" na origem e alinhado com os eixos

$$-\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{c^2} = 1$$

$a > 0\,,\; b > 0 \text{ e } c > 0$

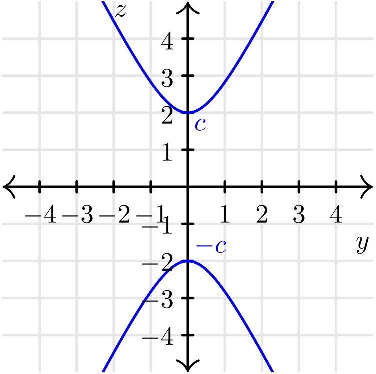


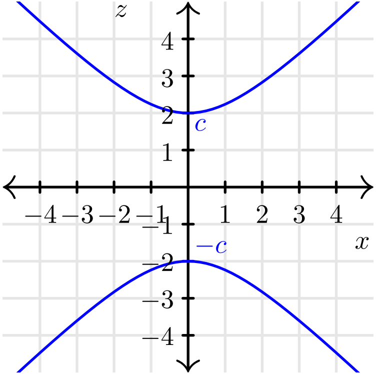
Hiperboloide de Duas Folhas

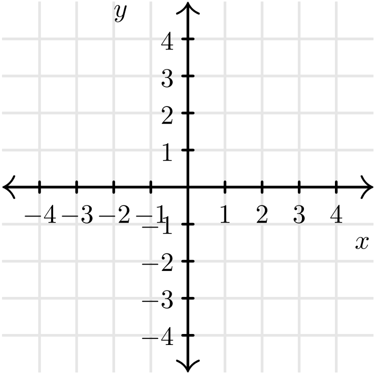
$x = 0 \qquad \dfrac{z^2}{c^2} - \dfrac{y^2}{b^2} = 1$

$y = 0 \qquad \dfrac{z^2}{c^2} - \dfrac{x^2}{a^2} = 1$

$z = 0 \qquad -\dfrac{x^2}{a^2} - \dfrac{y^2}{b^2} = 1$







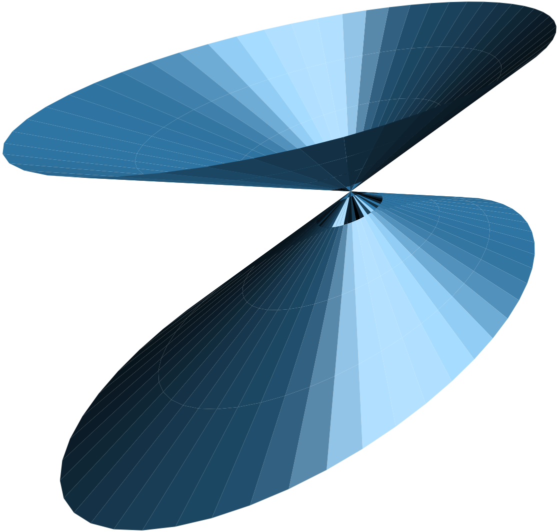
Cone Elíptico

Cone elíptico canônico

Centrado na origem e alinhado com os eixos

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = \frac{z^2}{c^2}$$

$a > 0\,,\ b > 0$ e $c > 0$

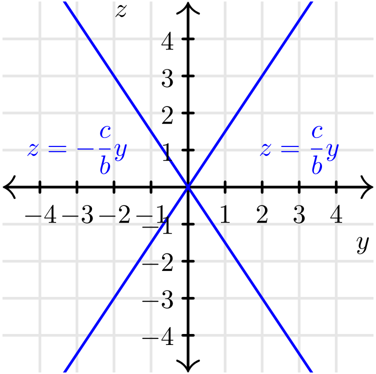


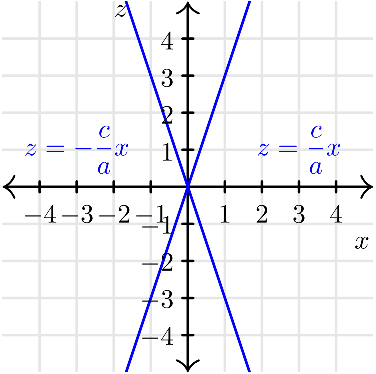
Cone Elíptico

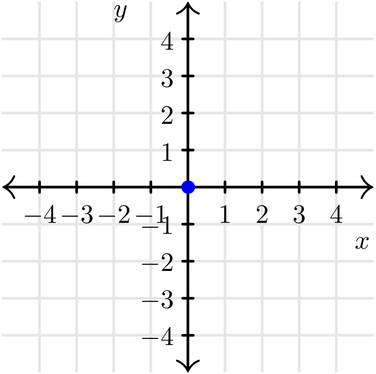
$x = 0 \qquad \dfrac{y^2}{b^2} = \dfrac{z^2}{c^2}$

$y = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} = \dfrac{z^2}{c^2}$

$z = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} = 0$







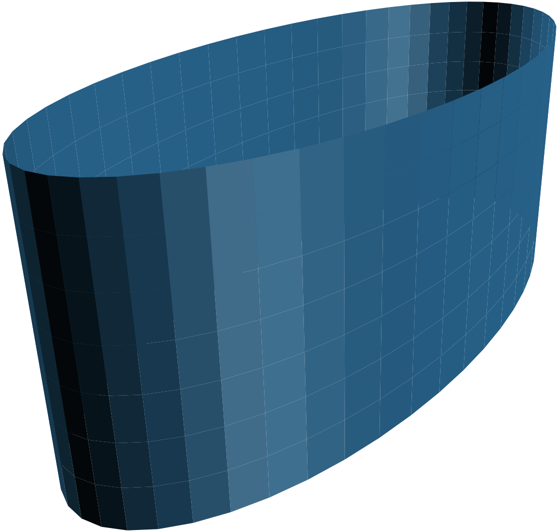
Cilindro Elíptico

Cilindro elíptico canônico

Centrado na origem e alinhado com os eixos

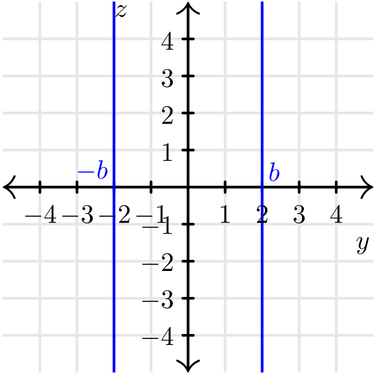
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

$a > 0$ e $b > 0$

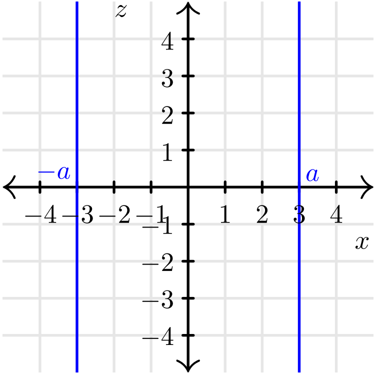


Cilindro Elíptico

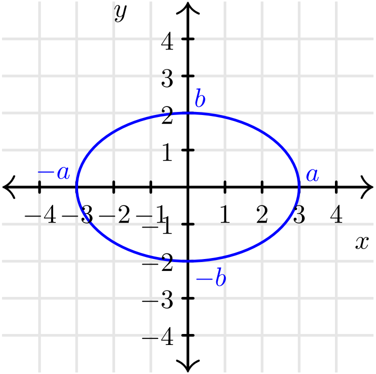
$x = 0 \qquad \dfrac{y^2}{b^2} = 1$



$y = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} = 1$



$z = 0 \qquad \dfrac{x^2}{a^2} + \dfrac{y^2}{b^2} = 1$



Conteúdo

Exemplo 1

Encontre e esboce as curvas que representam o corte da superfície

$$4x^2 + y^2 = 16$$

pelos planos $z = 0$ e $y = 0$

Exemplo 1 – Solução

No plano $z = 0$ a equação

$$4x^2 + y^2 = 16$$

permanece inalterada, porém, agora representa a elipse

$$\frac{x^2}{2^2} + \frac{y^2}{4^2} = 1$$

que intercepta o eixo x nos pontos $(2, 0)$ e $(-2, 0)$

e o eixo y nos pontos $(4, 0)$ e $(-4, 0)$

Exemplo 1 – Solução

No plano $y = 0$ a equação

$$4x^2 + y^2 = 16$$

se reduz a

$$4x^2 + 0 = 16$$

$$x^2 = 4$$

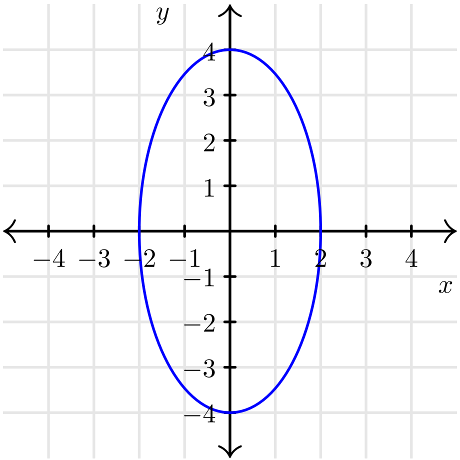
$$|x| = 2$$

$$x = \pm 2$$

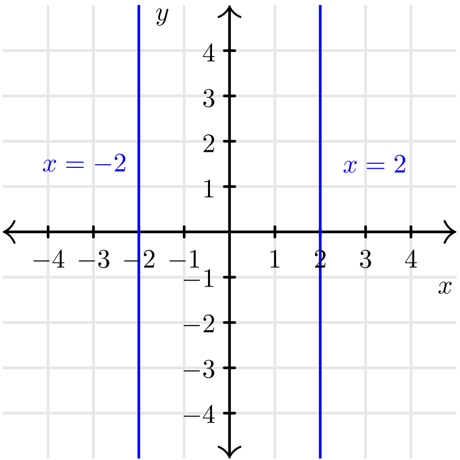
que representa as retas verticais $x = 2$ e $x = -2$

Exemplo 1 – Solução

$z = 0$



$y = 0$



Exemplo 2

Encontre e esboce as curvas que representam o corte da superfície

$$x^2 + y^2 = 4 - z^2$$

pelos planos $z = 0$ e $y = 0$

Exemplo 2 – Solução

No plano $z = 0$ a equação

$$x^2 + y^2 = 4 - z^2$$

se reduz a

$$x^2 + y^2 = 4 - 0$$

$$x^2 + y^2 = 2^2$$

que corresponde circunferência de raio 2 centrada na origem

Exemplo 2 – Solução

No plano $y = 0$ a equação

$$x^2 + y^2 = 4 - z^2$$

se reduz a

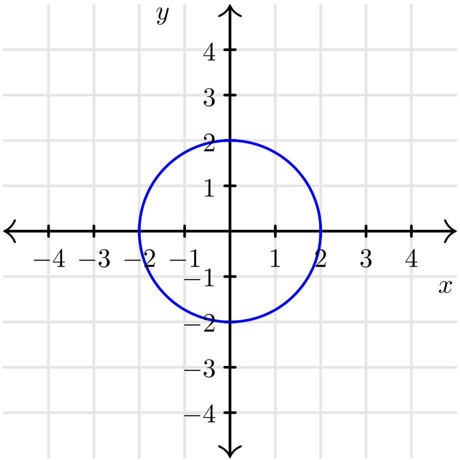
$$x^2 + 0 = 4 - z^2$$

$$x^2 + z^2 = 2^2$$

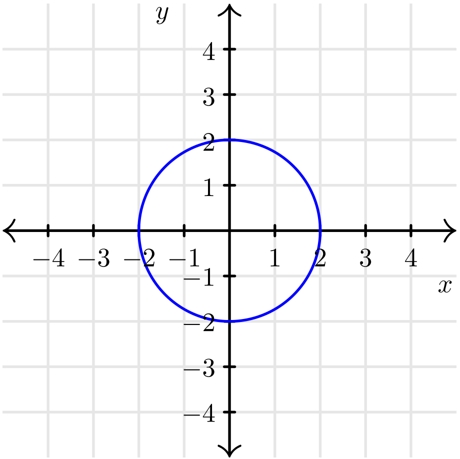
que corresponde circunferência de raio 2 centrada na origem

Exemplo 2 – Solução

$z = 0$



$y = 0$



Exemplo 3

Encontre e esboce as curvas que representam os cortes da superfície

$$y^2 - x^2 = z$$

pelos planos $z = 0$ e $y = 0$

Exemplo 3 – Solução

No plano $z = 0$ a equação

$$y^2 - x^2 = z$$

se reduz a

$$\begin{aligned} y^2 - x^2 &= 0 \\ y^2 &= x^2 \\ |y| &= |x| \\ y &= \pm x \end{aligned}$$

que corresponde as retas $y = x$ e $y = -x$

Exemplo 3 – Solução

No plano $y = 0$ a equação

$$y^2 - x^2 = z$$

se reduz a

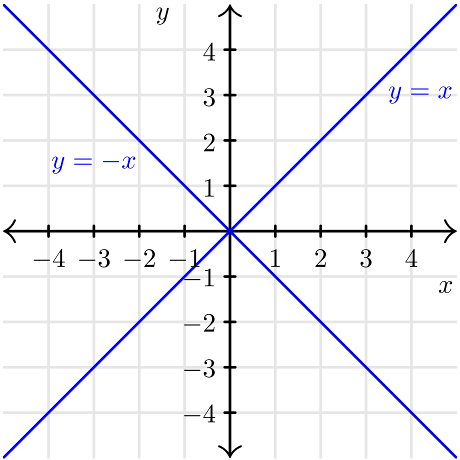
$$0 - x^2 = z$$

$$z = -x^2$$

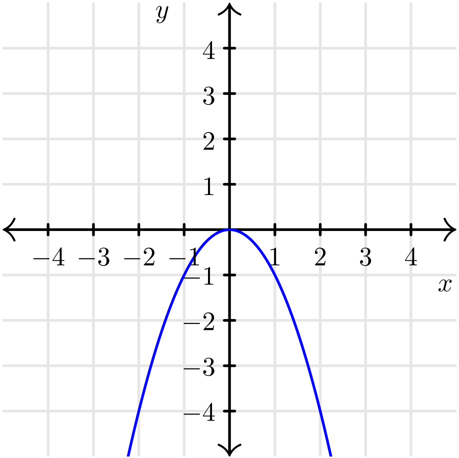
que corresponde uma parábola com vértice na origem
e apontando para baixo

Exemplo 3 – Solução

$z = 0$



$y = 0$



Exemplo 4

Considerando a esfera de raio 3 centrada na origem

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9$$

e o plano horizontal

$$z = 2$$

Determine a curva de interseção das duas superfícies no espaço

Exemplo 4 – Solução

A equação

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9$$

restrita ao plano $z = 2$, se reduz a

$$x^2 + y^2 + 2^2 = 9$$

$$x^2 + y^2 = 5$$

que corresponde a uma circunferência de raio $\sqrt{5}$
contida no plano $z = 2$
e centrada no ponto $(0, 0, 2)$

Exemplo 5

Considerando a esfera

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9$$

e o plano

$$x + y + z = 0$$

Determine a projeção da interseção das superfícies no plano xy

Exemplo 5 – Solução

Isolamos z na equação do plano

$$x + y + z = 0$$

$$z = -x - y$$

Substituímos na equação da esfera

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9$$

$$x^2 + y^2 + (-x - y)^2 = 9$$

$$x^2 + y^2 + x^2 + 2xy + y^2 = 9$$

$$2x^2 + 2y^2 + 2xy = 9$$

$$x^2 + y^2 + xy = \frac{9}{2}$$

que é uma cônica rotacionada

Exemplo 6

Considere as quádricas

$$x^2 + y^2 + z^2 = 9 \qquad \text{(esfera)}$$

$$z = x^2 + y^2 \qquad \text{(paraboloide circular)}$$

Encontre a equação da curva de interseção

Dica: use $u = x^2 + y^2$

Exemplo 6 – Solução

Substituímos a equação do paraboloide

$$z = x^2 + y^2$$

na da esfera

$$\begin{aligned} x^2 + y^2 + z^2 &= 9 \\ x^2 + y^2 + \left(x^2 + y^2\right)^2 &= 9 \\ u + u^2 &= 9 \\ u^2 + u - 9 &= 0 \end{aligned}$$

Exemplo 6 – Solução

Resolvendo $u^2 + u - 9 = 0$

$$\Delta \;=\; b^2 - 4ac \;=\; 1^2 - 4 \times 1 \times (-9) \;=\; 37$$

$$u \;=\; \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2a} \;=\; \frac{-1 \pm \sqrt{37}}{2}$$

Como $u \geq 0$

$$u = \frac{-1 + \sqrt{37}}{2}$$

Exemplo 6 – Solução

Então

$$x^2 + y^2 = \frac{-1 + \sqrt{37}}{2}$$

Uma circunferência de raio $\sqrt{\dfrac{-1+\sqrt{37}}{2}}$ centrada em $(0, 0, 0)$

Conteúdo

Lista Mínima

Cálculo Vol. 2 do Thomas 12ª ed. – Seção 12.6

1. Estudar o texto da seção
2. Encontre a equação e esboce os gráficos dos cortes, nos planos $x = 0$, $y = 0$ e $z = 0$, das quádricas dos exercícios: 1-12

Atenção: A prova é baseada no livro, não nas apresentações