# LISTA 07 - FUV GRADMAT

*"ABSQUE REPROBATIO ET GLUTEN NULLUM GRADUATIO PERFECTUM EST"*

*RESOLUÇÃO PASSÍVEL DE ERROS, USE COM MODERAÇÃO*

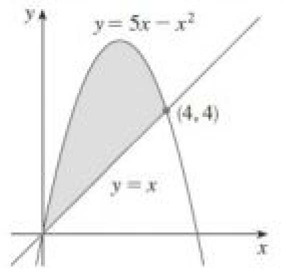
contatos p/ dúvidas ou sexo:
abreu.carlos@aluno.ufabc.edu.br | fb.com/carlos.ea.batista |(11)986421854

## Aplicações de Integração

(malz pela letra feia, qlqr coisa me pergunta)

**1 —** Determine a área da região em cinza:

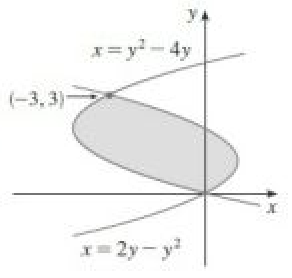
a)




$$A = \int_{x=0}^{x=4} (y_T - y_B)\, dx = \int_0^4 [(5x - x^2) - x]\, dx = \int_0^4 (4x - x^2)\, dx$$

$$= \left[2x^2 - \tfrac{1}{3}x^3\right]_0^4 = \left(32 - \tfrac{64}{3}\right) - (0) = \tfrac{32}{3}$$

b)



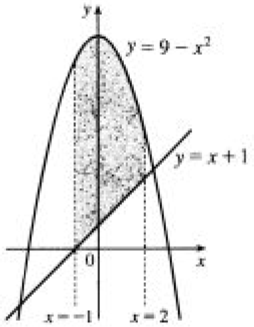

$$A = \int_0^3 [(2y - y^2) - (y^2 - 4y)]\, dy = \int_0^3 (-2y^2 + 6y)\, dy$$

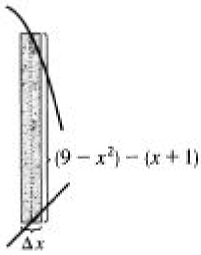
$$= \left[-\tfrac{2}{3}y^3 + 3y^2\right]_0^3 = (-18 + 27) - 0 = 9$$

**2 —** Esboce a região delimitada pelas curvas e decida se a integração deve ser feito com relação a variável x ou y. desenhe um retângulo típico com sua altura e largura. Finalmente ache a área da região.

a) $y = x + 1, \quad y = 9 - x^2, \quad x = -1, \quad x = 2$

$$\begin{aligned} A &= \int_{-1}^{2} \left[(9 - x^2) - (x + 1)\right] dx \\ &= \int_{-1}^{2} (8 - x - x^2)\, dx \\ &= \left[8x - \frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3}\right]_{-1}^{2} \\ &= \left(16 - 2 - \tfrac{8}{3}\right) - \left(-8 - \tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{3}\right) \\ &= 22 - 3 + \tfrac{1}{2} = \tfrac{39}{2} \end{aligned}$$



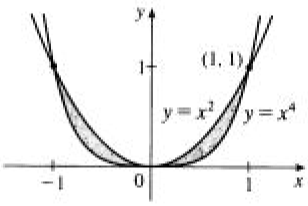



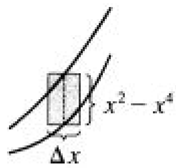

b) $y = \text{sen}(x), \quad y = x^2$

vish

c) $y = x^2, y = x^4$

$$\begin{aligned} A &= \int_{-1}^{1} (x^2 - x^4)\, dx \\ &= 2\int_{0}^{1} (x^2 - x^4)\, dx \\ &= 2\left[\tfrac{1}{3}x^3 - \tfrac{1}{5}x^5\right]_0^1 \\ &= 2\left(\tfrac{1}{3} - \tfrac{1}{5}\right) = \tfrac{4}{15} \end{aligned}$$



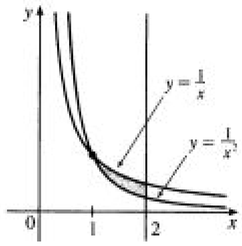



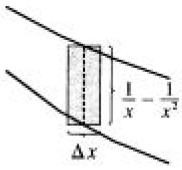

d) $\sqrt{x} + \sqrt{y} = 1 \quad x + y = 1$

vish(2)

e) $y = 1/x, \quad y = 1/x^2, \quad x = 2$

$$\begin{aligned} A &= \int_{1}^{2} \left(\frac{1}{x} - \frac{1}{x^2}\right) dx = \left[\ln x + \frac{1}{x}\right]_1^2 \\ &= \left(\ln 2 + \tfrac{1}{2}\right) - (\ln 1 + 1) \\ &= \ln 2 - \tfrac{1}{2} \approx 0.19 \end{aligned}$$



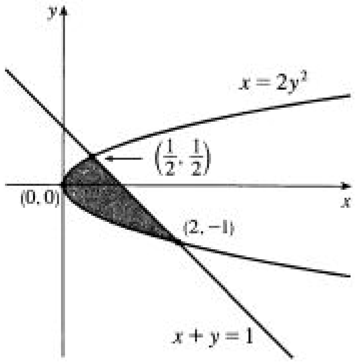



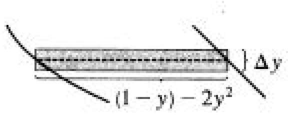

f) $x = 2y^2 \quad x + y = 1$

$2y^2 = 1 - y \quad \Leftrightarrow \quad 2y^2 + y - 1 = 0 \quad \Leftrightarrow \quad (2y-1)(y+1) = 0 \quad \Leftrightarrow \quad y = \frac{1}{2} \;\; y = -1 \;\; x = \frac{1}{2} \;\; x = 2$

$A = \int_{-1}^{1/2} \left[(1-y) - 2y^2\right] dy = \int_{-1}^{1/2} \left(1 - y - 2y^2\right) dy = \left[y - \frac{1}{2}y^2 - \frac{2}{3}y^3\right]_{-1}^{1/2}$

$= \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{8} - \frac{1}{12}\right) - \left(-1 - \frac{1}{2} + \frac{2}{3}\right) = \frac{7}{24} - \left(-\frac{5}{6}\right) = \frac{7}{24} + \frac{20}{24} = \frac{27}{24} = \frac{9}{8}$



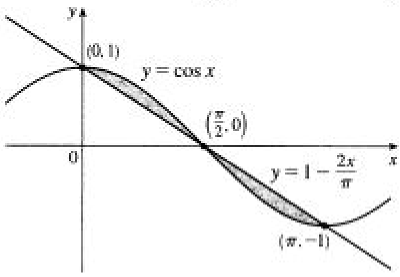



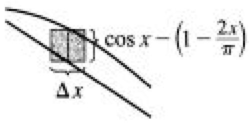

## g) $y = \cos(x) y = 1 - 2x/\pi$

Do gráfico vemos que as curvas se interceptam em $x = 0$, $x = \frac{\pi}{2}$, e $x = \pi$. Por simetria:

$$A = \int_0^{\pi} \left|\cos x - \left(1 - \frac{2x}{\pi}\right)\right| dx = 2\int_0^{\pi/2} \left[\cos x - \left(1 - \frac{2x}{\pi}\right)\right] dx = 2\int_0^{\pi/2} \left(\cos x - 1 + \frac{2x}{\pi}\right) dx$$

$$= 2\left[\sin x - x + \frac{1}{\pi}x^2\right]_0^{\pi/2} = 2\left[\left(1 - \frac{\pi}{2} + \frac{1}{\pi}\cdot\frac{\pi^2}{4}\right) - 0\right] = 2\left(1 - \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{4}\right) = 2 - \frac{\pi}{2}$$



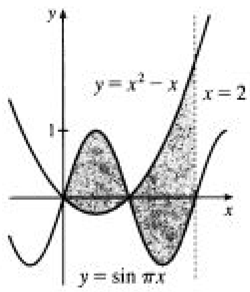

## h) $y = \text{sen}(\pi x) \quad y = x^2 - x \quad x = 2$

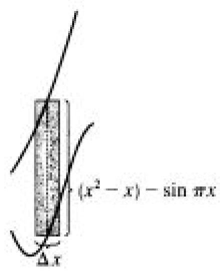
$A = \int_0^1 \left[\sin \pi x - (x^2 - x)\right] dx + \int_1^2 \left[(x^2 - x) - \sin \pi x\right] dx$

$= \left[-\frac{1}{\pi}\cos \pi x - \frac{1}{3}x^3 + \frac{1}{2}x^2\right]_0^1 + \left[\frac{1}{3}x^3 - \frac{1}{2}x^2 + \frac{1}{\pi}\cos \pi x\right]_1^2$

$= \left(\frac{1}{\pi} - \frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) - \left(-\frac{1}{\pi}\right) + \left(\frac{8}{3} - 2 + \frac{1}{\pi}\right) - \left(\frac{1}{3} - \frac{1}{2} - \frac{1}{\pi}\right)$

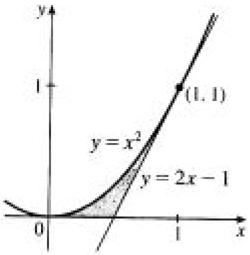
$= \frac{4}{\pi} + 1$




## i) $y = \sec^2(x) \quad y = \cos(x), \quad x = -\frac{-\pi}{3} \quad x = -\frac{\pi}{3}$

**3 —** Ache a área da região delimitada pela parábola $y = x^2$ a reta tangente a está parábola no ponto $(1,1)$ e o eixo x.




Começamos procurando a equação da reta tangente para $y = x^2$ no ponto $(1, 1)$:

$y' = 2x$ então a inclinação da tangente é $2(1) = 2$.

e sua equação é $y - 1 = 2(x - 1)$, ou $y = 2x - 1$.

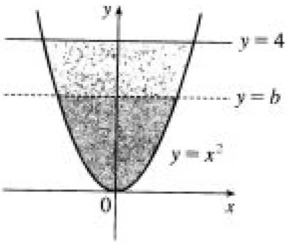
Precisamos de duas integrais para integrar em relação a x, mas de apenas uma para integrar em relação a y.

$$A = \int_0^1 \left[\tfrac{1}{2}(y+1) - \sqrt{y}\,\right] dy = \left[\tfrac{1}{4}y^2 + \tfrac{1}{2}y - \tfrac{2}{3}y^{3/2}\right]_0^1$$

$$= \tfrac{1}{4} + \tfrac{1}{2} - \tfrac{2}{3} = \tfrac{1}{12}$$

---

**4 —** Ache o número b tal que a reta $y = b$ divida a região limitada pelas curvas $y = x^2$ e $y = 4$ em duas regiões de áreas iguais.




Por simetria do problema, consideramos apenas o primeiro quadrante onde $y = x^2 \;\Rightarrow\; x = \sqrt{y}$. Procura-se um número b que satisfaz

$$\int_0^b \sqrt{y}\,dy = \int_b^4 \sqrt{y}\,dy \;\Rightarrow\; \tfrac{2}{3}\left[y^{3/2}\right]_0^b = \tfrac{2}{3}\left[y^{3/2}\right]_b^4 \;\Rightarrow$$

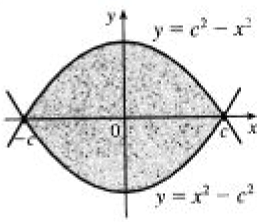
$b^{3/2} = 4^{3/2} - b^{3/2} \;\Rightarrow\; 2b^{3/2} = 8 \;\Rightarrow\; b^{3/2} = 4 \;\Rightarrow$

$b = 4^{2/3} \approx 2.52.$

---

**5 —** Determine c para que a área da região delimita pelas parábolas $y = x^2 - c^2$ e $y = c^2 - x^2$ seja 576.

Por simetria, a área cinza corresponde a 4 vezes a àrea do primeiro quadrante




$$A = 4\int_0^c (c^2 - x^2)\,dx = 4\left[c^2x - \tfrac{1}{3}x^3\right]_0^c$$

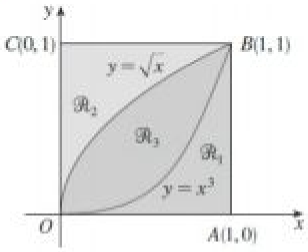
$$= 4\left(c^3 - \tfrac{1}{3}c^3\right) = 4\left(\tfrac{2}{3}c^3\right) = \tfrac{8}{3}c^3$$

$A = 576 \;\Leftrightarrow\; \tfrac{8}{3}c^3 = 576 \;\Leftrightarrow\; c^3 = 216 \;\Leftrightarrow\; c = \sqrt[3]{216} = 6.$

note que - 6 é outra solução factível, pq corresponde ao msm gráfico =)

---

**6 —** Dada a figura abaixo ache o volume do sólido gerado rotacionando a região indicada em torno da reta especificada:




a) $\mathcal{R}_1$ ao longo de OA

$$V = \int_0^1 A(x)\,dx = \int_0^1 \pi(x^3)^2\,dx = \pi\int_0^1 x^6\,dx = \pi\left[\tfrac{1}{7}x^7\right]_0^1 = \tfrac{\pi}{7}$$

b) $\mathcal{R}_1$ ao longo de OC

$$V = \int_0^1 A(y)\,dy = \int_0^1 \left[\pi(1)^2 - \pi\left(\sqrt[3]{y}\right)^2\right] dy = \pi\int_0^1 (1 - y^{2/3})\,dy = \pi\left[y - \tfrac{3}{5}y^{5/3}\right]_0^1 = \pi\left(1-\tfrac{3}{5}\right) = \tfrac{2\pi}{5}$$

c) $\mathcal{R}_1$ ao longo de AB

$$V = \int_0^1 A(y)\,dy = \int_0^1 \pi\left(1-\sqrt[3]{y}\right)^2 dy = \pi\int_0^1 (1 - 2y^{1/3} + y^{2/3})\,dy$$
$$= \pi\left[y - \tfrac{3}{2}y^{4/3} + \tfrac{3}{5}y^{5/3}\right]_0^1 = \pi\left(1 - \tfrac{3}{2} + \tfrac{3}{5}\right) = \tfrac{\pi}{10}$$

d) $\mathcal{R}_1$ ao longo de BC

$$V = \int_0^1 A(x)\,dx = \int_0^1 \left[\pi(1)^2 - \pi(1-x^3)^2\right] dx = \pi\int_0^1 \left[1 - (1 - 2x^3 + x^6)\right] dx$$
$$= \pi\int_0^1 (2x^3 - x^6)\,dx = \pi\left[\tfrac{1}{2}x^4 - \tfrac{1}{7}x^7\right]_0^1 = \pi\left(\tfrac{1}{2} - \tfrac{1}{7}\right) = \tfrac{5\pi}{14}$$

e) $\mathcal{R}_2$ ao longo de OA

$$V = \int_0^1 A(x)\,dx = \int_0^1 \left[\pi(1)^2 - \pi(\sqrt{x})^2\right] dx = \pi\int_0^1 (1-x)\,dx = \pi\left[x - \tfrac{1}{2}x^2\right]_0^1 = \pi\left(1-\tfrac{1}{2}\right) = \tfrac{\pi}{2}$$

f) $\mathcal{R}_2$ ao longo de OC

$$V = \int_0^1 A(y)\,dy = \int_0^1 \pi(y^2)^2\,dy = \pi\int_0^1 y^4\,dy = \pi\left[\tfrac{1}{5}y^5\right]_0^1 = \tfrac{\pi}{5}$$

g) $\mathcal{R}_2$ ao longo de AB

$$V = \int_0^1 A(y)\,dy = \int_0^1 \left[\pi(1)^2 - \pi(1-y^2)^2\right] dy = \pi\int_0^1 \left[1 - (1 - 2y^2 + y^4)\right] dy$$
$$= \pi\int_0^1 (2y^2 - y^4)\,dy = \pi\left[\tfrac{2}{3}y^3 - \tfrac{1}{5}y^5\right]_0^1 = \pi\left(\tfrac{2}{3} - \tfrac{1}{5}\right) = \tfrac{7\pi}{15}$$

h) $\mathcal{R}_3$ ao longo de OA

$V = \int_0^1 A(x)\,dx = \int_0^1 \left[\pi(\sqrt{x}\,)^2 - \pi(x^3)^2\right] dx = \pi \int_0^1 (x - x^6)\,dx = \pi\left[\frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{7}x^7\right]_0^1 = \pi\left(\frac{1}{2} - \frac{1}{7}\right) = \frac{5\pi}{14}.$

Obs.:

$V$ ( $\mathscr{R}_1 + \mathscr{R}_2 + \mathscr{R}_3$ , id est, cilindro de raio 1 rotacionado ) $= \pi r^2 h = \pi(1)^2 \cdot 1 = \pi$

pelos itens anteriores, $\frac{\pi}{7} + \frac{\pi}{2} + \frac{5\pi}{14} = \left(\frac{2+7+5}{14}\right)\pi = \pi.$

### i) $\mathcal{R}_3$ ao longo de OC

$$V = \int_0^1 A(y)\,dy = \int_0^1 \left[\pi(\sqrt[3]{y}\,)^2 - \pi(y^2)^2\right] dy = \pi \int_0^1 (y^{2/3} - y^4)\,dy$$

$$= \pi\left[\frac{3}{5}y^{5/3} - \frac{1}{5}y^5\right]_0^1 = \pi\left(\frac{3}{5} - \frac{1}{5}\right) = \frac{2\pi}{5}$$

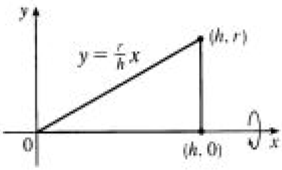
pelos itens anteriores, $\frac{2\pi}{5} + \frac{\pi}{5} + \frac{2\pi}{5} = \pi.$

---

### 7 — Determine o volume dos sólidos S, usando integração.

### a) Um cone circular reto de altura h e base r.

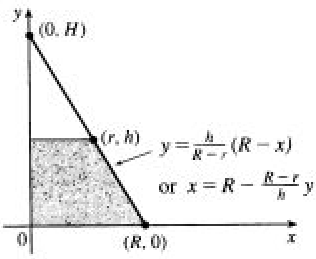
Revolução de $y = \frac{r}{h}x$ em OX




$$V = \pi \int_0^h \left(\frac{r}{h}x\right)^2 dx = \pi \int_0^h \frac{r^2}{h^2}x^2 dx = \pi\frac{r^2}{h^2}\left[\frac{1}{3}x^3\right]_0^h$$

$$= \pi\frac{r^2}{h^2}\left(\frac{1}{3}h^3\right) = \frac{1}{3}\pi r^2 h$$

### b) Um cone truncado de base circular


$$V = \pi \int_0^h \left(R - \frac{R-r}{h}y\right)^2 dy$$

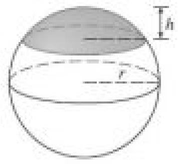
$$= \pi \int_0^h \left[R^2 - \frac{2R(R-r)}{h}y + \left(\frac{R-r}{h}\right)^2 y^2\right] dy$$

$$= \pi\left[R^2 y - \frac{R(R-r)}{h}y^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{R-r}{h}\right)^2 y^3\right]_0^h$$

$$= \pi\left[R^2 h - R(R-r)h + \tfrac{1}{3}(R-r)^2 h\right]$$

$$= \tfrac{1}{3}\pi h\left[3Rr + (R^2 - 2Rr + r^2)\right] = \tfrac{1}{3}\pi h(R^2 + Rr + r^2)$$

c) Uma calota esférica




$$x^2 + y^2 = r^2 \quad \Leftrightarrow \quad x^2 = r^2 - y^2$$

$$V = \pi \int_{r-h}^{r} (r^2 - y^2)\, dy = \pi \left[ r^2 y - \frac{y^3}{3} \right]_{r-h}^{r}$$

$$= \pi \left\{ \left[ r^3 - \frac{r^3}{3} \right] - \left[ r^2(r-h) - \frac{(r-h)^3}{3} \right] \right\}$$

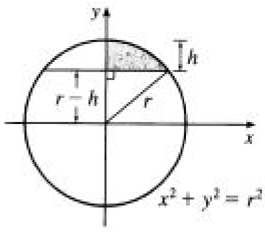
$$= \pi \left\{ \tfrac{2}{3} r^3 - \tfrac{1}{3}(r-h)\left[3r^2 - (r-h)^2\right] \right\}$$

$$= \tfrac{1}{3}\pi \left\{ 2r^3 - (r-h)\left[3r^2 - (r^2 - 2rh + h^2)\right] \right\}$$

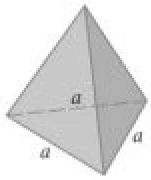
$$= \tfrac{1}{3}\pi \left\{ 2r^3 - (r-h)\left[2r^2 + 2rh - h^2\right] \right\}$$

$$= \tfrac{1}{3}\pi (2r^3 - 2r^3 - 2r^2 h + rh^2 + 2r^2 h + 2rh^2 - h^3)$$

$$= \tfrac{1}{3}\pi (3rh^2 - h^3) = \tfrac{1}{3}\pi h^2 (3r - h). \;\; = \pi h^2 \left( r - \frac{h}{3} \right)$$




d) Uma piramide de altura h e base um triângulo equilátero de lado a.




Semelhança de triângulos:

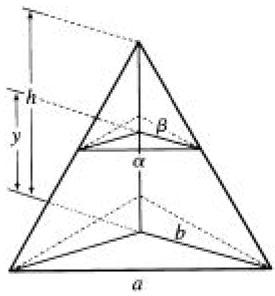
$a/b = \alpha/\beta \;\;\Rightarrow\;\; \alpha = a\beta/b.$ $\qquad b/h = \beta/(h-y) \;\;\Rightarrow\;\; \beta = b(h-y)/h.$

Resolvendo o sistema: $\alpha = a(1 - y/h).$

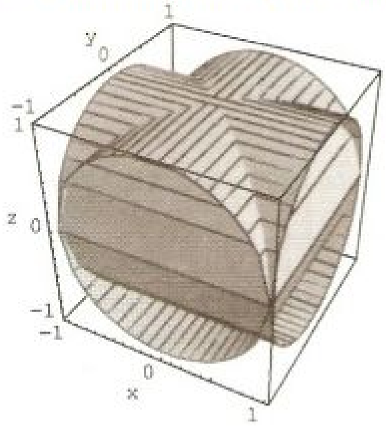
$$A(y) = \frac{1}{2} \cdot \alpha \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}\alpha = \frac{a^2(1-y/h)^2}{4}\sqrt{3}.$$

$$V = \int_0^h A(y)\, dy = \frac{a^2\sqrt{3}}{4} \int_0^h \left(1 - \frac{y}{h}\right)^2 dy$$

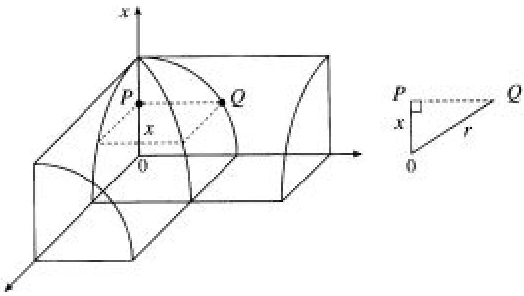
$$= \frac{a^2\sqrt{3}}{4} \left[ -\frac{h}{3}\left(1 - \frac{y}{h}\right)^3 \right]_0^h = -\frac{\sqrt{3}}{12} a^2 h(-1) = \frac{\sqrt{3}}{12} a^2 h$$



e) A região delimitada por dois cilindros circulares retos que se interceptam perpendicularmente.




Olhe o esboço aí do lado!
Por simetria, o volume em comum entre os dois "pedaços de cilindro" do esboço é 4 vezes o volume dos cilindros inteiros




Por Pitágoras, $|PQ|^2 = r^2 - x^2$

$A(x) = 4(r^2 - x^2)$

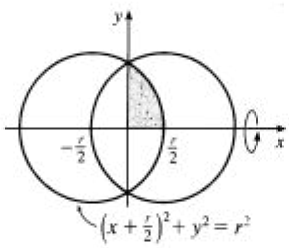
$$V = \int_{-r}^{r} A(x)\,dx = 4\int_{-r}^{r} (r^2 - x^2)\,dx$$

$$= 8\int_0^r (r^2 - x^2)\,dx = 8\left[r^2x - \tfrac{1}{3}x^3\right]_0^r = \tfrac{16}{3}r^3$$

f) Ache o volume comum a duas esferas de raio r se o centro de cada esfera está na superfície da outra.

$$V = \pi\int_0^{r/2} y^2\,dx = \pi\int_0^{r/2}\left[r^2 - \left(\tfrac{1}{2}r + x\right)^2\right]dx$$

$$= \pi\left[r^2x - \tfrac{1}{3}\left(\tfrac{1}{2}r + x\right)^3\right]_0^{r/2} = \pi\left[\left(\tfrac{1}{2}r^3 - \tfrac{1}{3}r^3\right) - \left(0 - \tfrac{1}{24}r^3\right)\right] = \tfrac{5}{24}\pi r^3$$



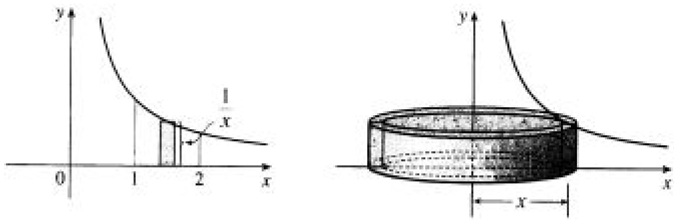

Por simetria, o volume pedido é duas vezes isso, logo $\frac{5}{12}\pi r^3$.

---

**8** — Use o método das cascas cilíndricas para encontrar o volume da região gerada pela rotação em torno do eixo y da região delimitada pelas curvas abaixo:

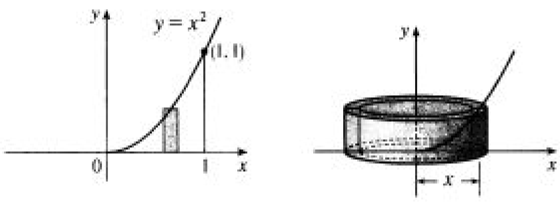
a) $y = 1/x, \quad y = 0, \quad x = 1, \quad x = 2$

$$V = \int_1^2 2\pi x \cdot \frac{1}{x}\,dx = 2\pi \int_1^2 1\,dx$$
$$= 2\pi\,[x]_1^2 = 2\pi(2-1) = 2\pi$$



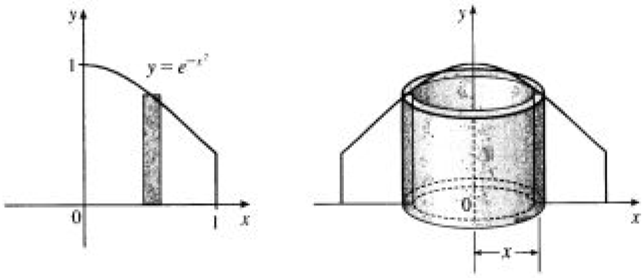
b) $y = x^2, \quad y = 0 \quad x = 1$

$$V = \int_0^1 2\pi x \cdot x^2\,dx = 2\pi \int_0^1 x^3\,dx$$
$$= 2\pi\left[\tfrac{1}{4}x^4\right]_0^1 = 2\pi \cdot \tfrac{1}{4} = \tfrac{\pi}{2}$$



c) $y = e^{-x^2}, \quad y = 0, \quad x = 0, \quad x = 1$

$$V = \int_0^1 2\pi x e^{-x^2}\,dx. \qquad u = x^2.$$
$$du = 2x\,dx.$$
$$V = \pi \int_0^1 e^{-u}\,du = \pi\left[-e^{-u}\right]_0^1$$
$$= \pi(1 - 1/e)$$

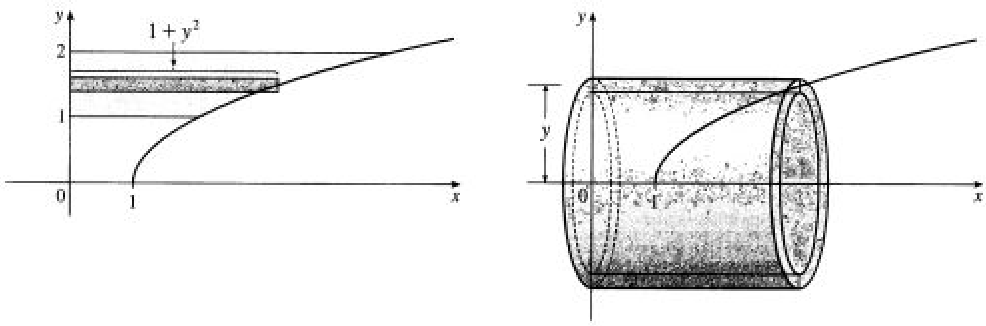


---

**9** — Use o método das cascas cilíndricas para encontrar o volume da região gerada pela rotação em torno do eixo x da região delimitada pelas curvas abaixo:

a) $x = 1 + y^2, \quad x = 0, \quad y = 1, \quad y = 2$

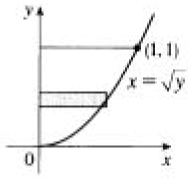
$$V = \int_1^2 2\pi y(1+y^2)\,dy = 2\pi \int_1^2 (y + y^3)\,dy = 2\pi\left[\tfrac{1}{2}y^2 + \tfrac{1}{4}y^4\right]_1^2$$
$$= 2\pi\left[(2+4) - \left(\tfrac{1}{2} + \tfrac{1}{4}\right)\right] = 2\pi\left(\tfrac{21}{4}\right) = \tfrac{21\pi}{2}$$

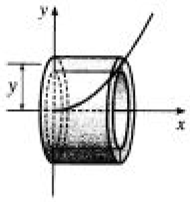


b) $x = \sqrt{x}, \quad x = 0, \quad y = 1$

$$V = \int_0^1 2\pi y \sqrt{y}\, dy = 2\pi \int_0^1 y^{3/2}\, dy$$

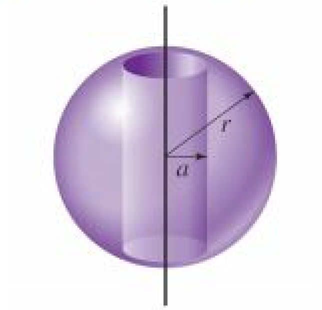
$$= 2\pi \left[ \tfrac{2}{5} y^{5/2} \right]_0^1 = \tfrac{4\pi}{5}$$



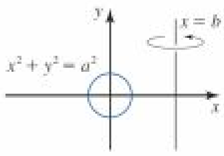

---

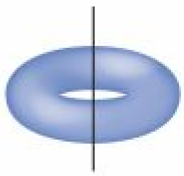
**10 —** Encontre o volume do sólido que permanece depois que um furo circular de um raio é perfurado através do centro de uma esfera sólida de raio $r > a$.




---

**11 —** Um toro (um objeto em forma de anel) é formado pela rotação do círculo $x^2 + y^2 = a^2$ em torno do eixo vertical $x = b$, onde $0 < a < b$. Encontre o seu volume.



---

**12 —** Encontre o comprimento de arco do gráfico da equação dada entre os pontos P e Q ou no intervalo especificado.

a) $y = -2x + 3 \quad P : (-1, 5), Q : (2, -1);$

b) $\frac{1}{2}\cosh(x) \quad [0, \ln(2)]$

c) $\ln \cos x \quad [0, \pi/4]$

d) $\sqrt{4 - x^2} \quad [0, 2]$

---

**13** — Calcule o trabalho realizado pela força $F(x)$ quando a partícula se desloca de $a$ até $b$:

a) $F(x) = 3$ de $a = 0$ até $b = 2$

b) $F(x) = x^2 + 3x$ de $a = -1$ até $b = 2$

c) $F(x) = \frac{-1}{x^2}$ de $a = 1$ até $b = 2$

d) $F(x) = \text{sen}(x)$ de $a = 0$ até $b = \pi$

e) $F(x) = x^5$ de $a = 1$ até $b = 3$

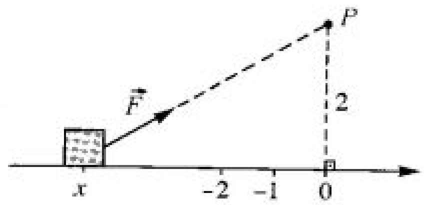
---

**14** — Sobre uma partícula que se desloca sobre o eixo x atua uma força $\vec{F}$ de intensidade $3x$ e que forma com o eixo x um ângulo de 30º


Calcule o trabalho realizado por $\vec{F}$ ao deslocar a partícula de $x = 0$ até $x = 3$.

---

**15 —** Sobre uma partícula que se desloca sobre o eixo x atua uma força $\vec{F}$ sempre dirigida para o ponto P e cuja intensidade é igual ao inverso do quadrado da distância da partícula a P



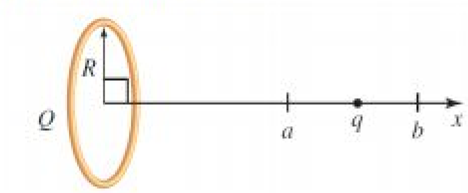

Calcule o trabalho realizado por $\vec{F}$ ao deslocar a partícula de $x = -2$ até $x = -1$.

---

**16 — Trabalho feito por uma Carga Repulsiva**. Uma carga elétrica Q uniformemente distribuída ao longo de um condutor em forma de anel de raio a repele uma carga q como ao longo da linha perpendicular à plano do anel, através do seu centro. A magnitude do força que atua sobre a carga q quando está no ponto x é dado por

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{qQx}{x^2 + R^2}^{\frac{3}{2}}$$

e a força atua na direção do eixo x positivo. Encontre o trabalho realizado pela força de repulsão em mover o carga q de $x = a$ a até $x = b$.




---

**17 —** Uma partícula se move ao longo do eixo x com uma função velocidade $v(t) = t^2 e^{-t}$
Qual a distância percorrida pela partícula entre $t = 0$ e $t = 5$?

---