

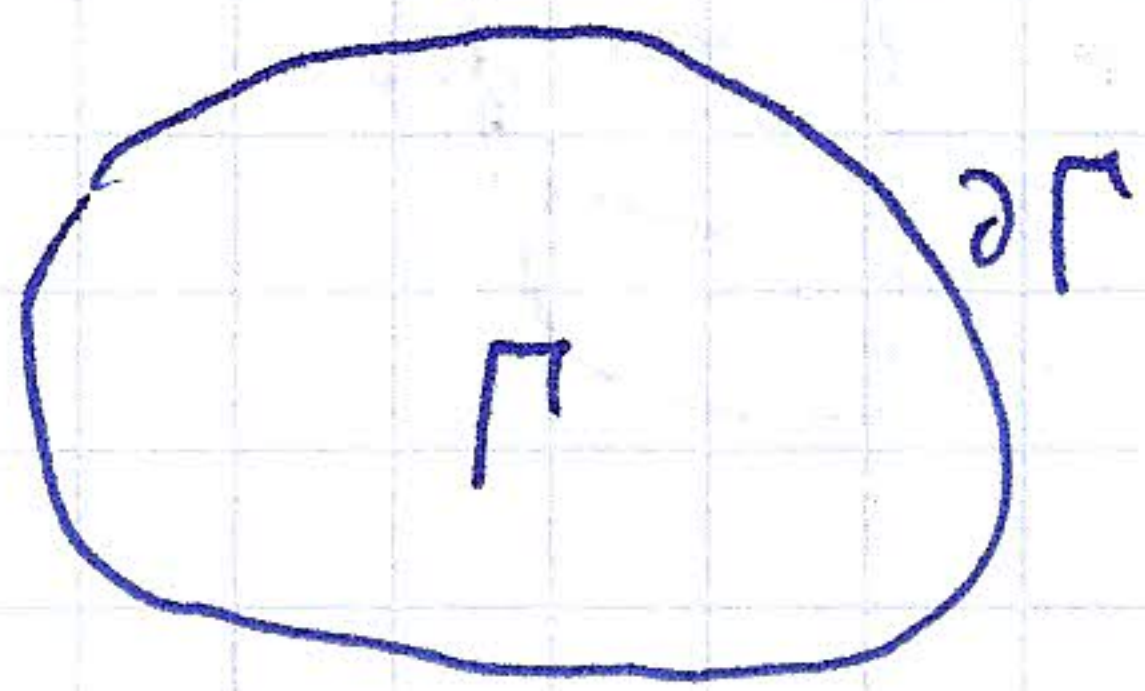
המשפט 4

המשפט 4

$h=2$

המשפט 4

המשפט 4



$$\int_{\Gamma} \text{curl}(E) = \int_{\partial\Omega} E$$

המשפט 4

$$\int_{\partial\Omega} E = \int_{\partial\Omega} \omega = \int_{\partial\Omega} H$$

המשפט 4

המשפט 4

$$H = \begin{pmatrix} H_1 \\ H_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_2 \\ -E_1 \end{pmatrix}$$

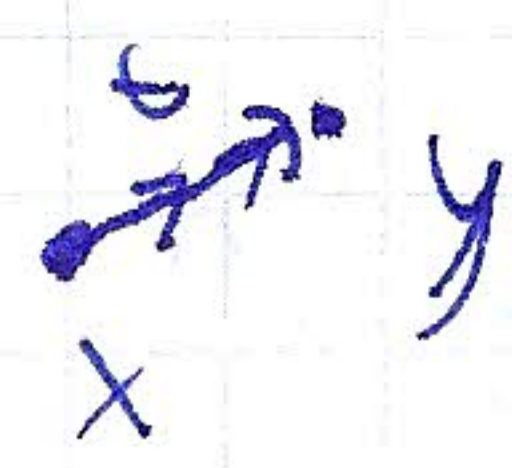
$$\text{rot } E = \text{curl } E = D_1 E_2 - D_2 E_1 = D_1 H_1 + D_2 H_2 = \text{div } H$$

$$\int_{\partial\Omega} H = \int_{\Omega} \text{div } H$$

divergent

המשפט 4

המשפט 4



$$y = x + tH(x) + o(t)$$

$$\frac{\partial y}{\partial x} = I + t(DH)_x + o(t)$$

המשפט 4

$$\det\left(\frac{\partial y}{\partial x}\right) = \begin{vmatrix} 1 + t D_1 H_1 + o(t) & t D_2 H_1 + o(t) \\ t D_1 H_2 + o(t) & 1 + t D_2 H_2 + o(t) \end{vmatrix}$$

$$= 1 + \text{div } H + o(t)$$

המשפט 4

המשפט 4

המשפט 4

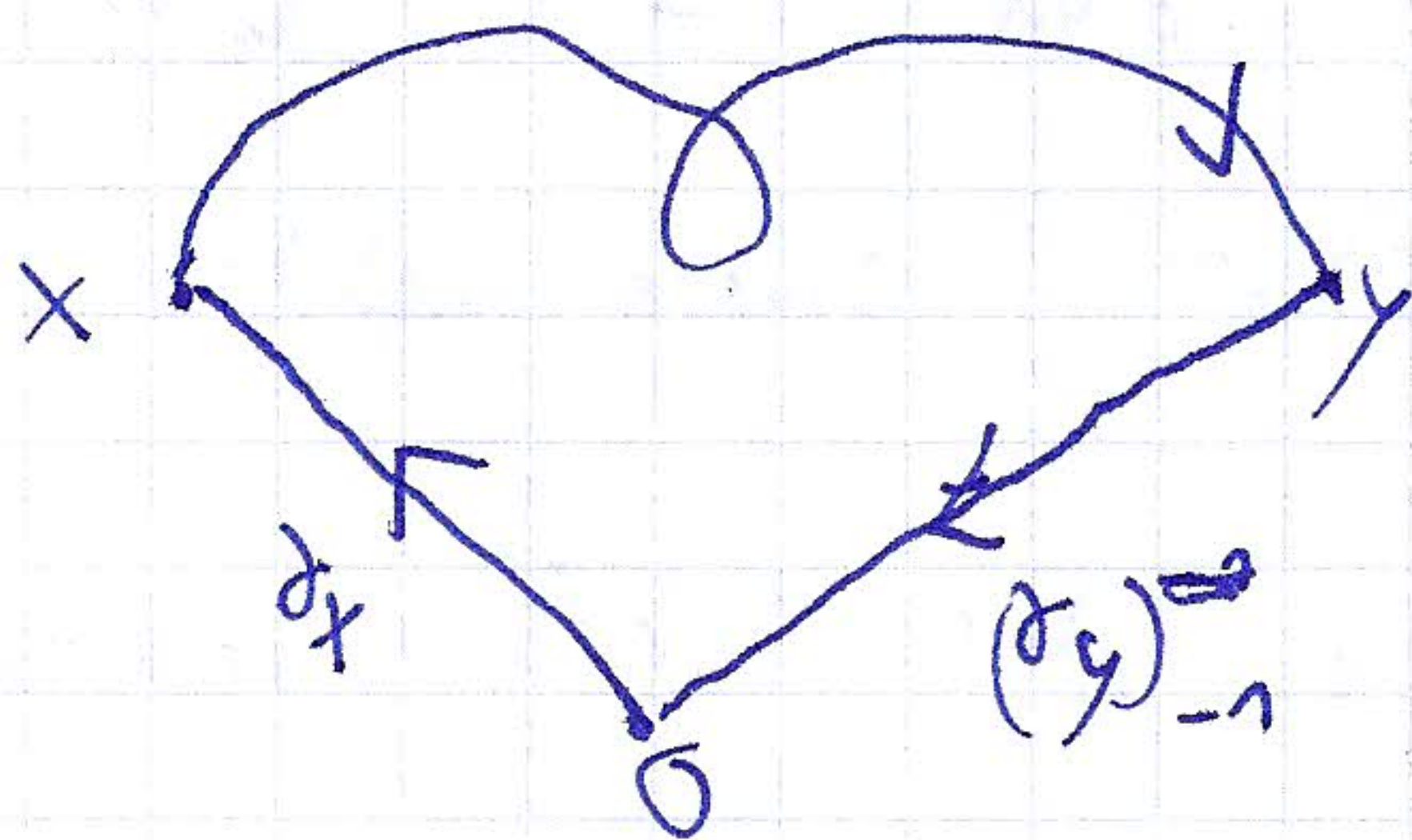
kernel δ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$

kernel δ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$

$$\int_{\gamma} f(x) dx$$

$$f(x) = \int_{\gamma} f(x) dx$$

$$\gamma_x(t) = t \cdot x$$



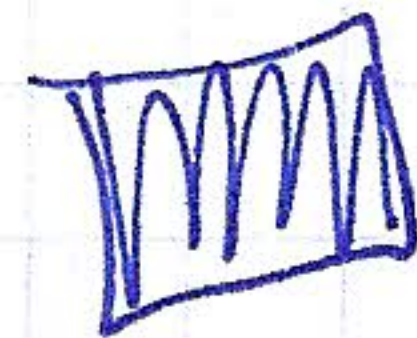
$$\gamma_x(t) = t \cdot x$$

$$\gamma_x(t) + \gamma_y(t) = \gamma_x(t) + \gamma_y(t) = 0$$

kernel δ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$

$$\gamma_x(t) = \gamma_y(t) - \gamma_x(t) = f(y) - f(x)$$

$$\gamma_x(t) = -\gamma_y(t)$$



kernel δ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$

$$\gamma_x(t) = f(\gamma_x(t)) - f(\gamma_x(t)) = g(\gamma_x(t)) - g(\gamma_x(t))$$

$$f(y) - f(x) = f(y) - f(x) \rightarrow \boxed{f(y) - f(x) = \text{const}}$$

$$\int_{\gamma} w = 0$$

$$w = df$$

$$\int_{\gamma} w = \int_{\gamma} df = \int_{\gamma} f = 0$$

$$w = df$$

kernel δ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$ $\rightarrow$ $\delta(x) = \delta(x - x_0)$

$\omega = \int_{\gamma} \omega$ $\omega = \int_{\gamma} \omega$

$\int_{\gamma} \omega = f(r(t_1)) - f(r(t_0))$

$\gamma(t) = x + t h$ $x, h \in \mathbb{R}^n$

$f(x+eh) - f(x) = \int_0^1 \omega(x+th, h) dt =$

$\omega(x, h) \cdot \epsilon + o(\epsilon)$

$\left| \int_0^{\epsilon} \omega(x+th, h) dt - \int_0^{\epsilon} \omega(x, h) dt \right| = \left| \int_0^{\epsilon} (\omega(x+th, h) - \omega(x, h)) dt \right| \leq$

$\leq \epsilon \cdot \max_{t \in [0, \epsilon]} |\omega(x+th) - \omega(x, h)|$

$\epsilon \rightarrow 0 \Rightarrow \max_{t \in [0, \epsilon]} |\omega(x+th) - \omega(x, h)| \rightarrow 0$

$\frac{f(x+\epsilon) - f(x)}{\epsilon} = \omega(x, h) + o(\epsilon)$

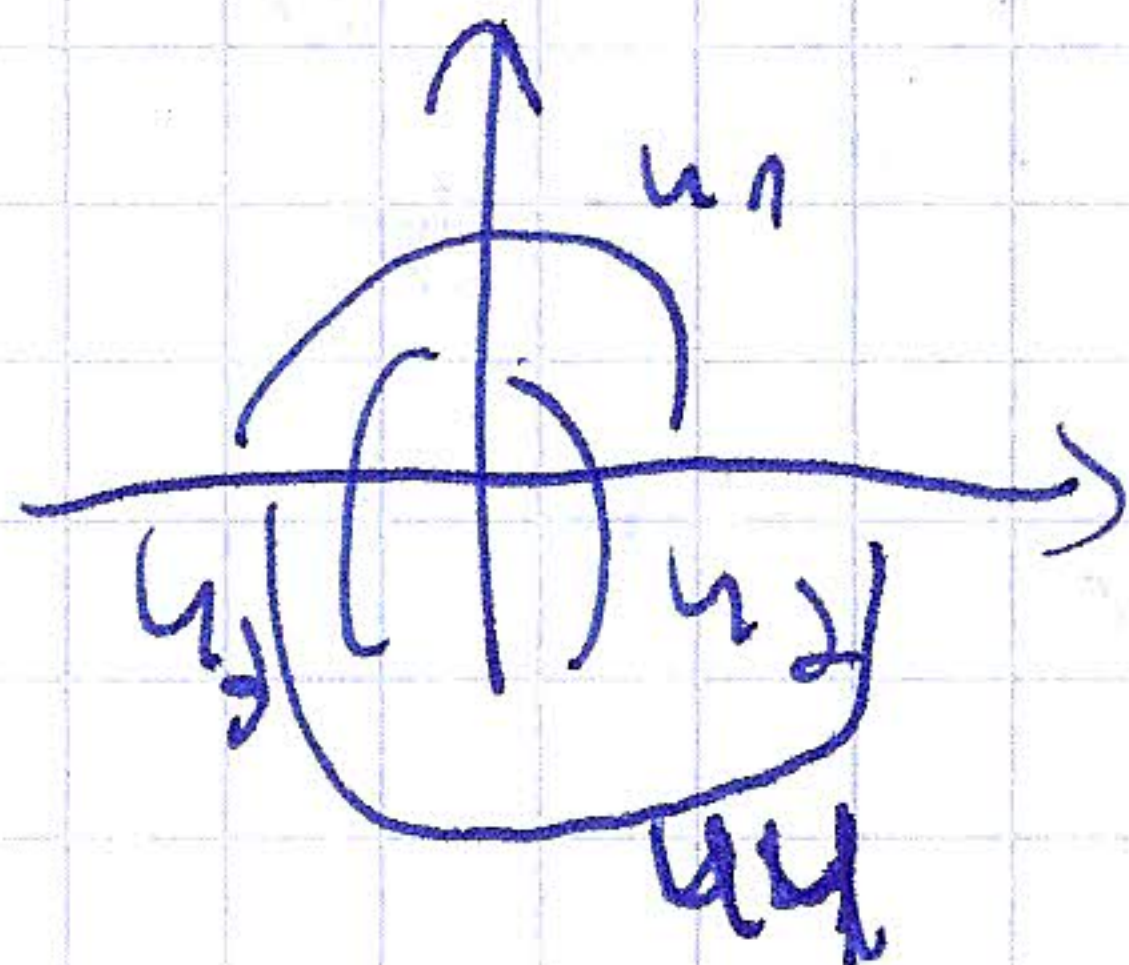
$\omega(x, h) = D_h f(x)$

$\omega = \delta f$ $f \in C^1$

$\delta \omega = 0$ (C^1)

$\omega = \delta f$ $\delta \omega = \delta(\delta f) = 0$

$i = 1, 2, 3, 4$



$\omega = \frac{-y dx + x dy}{x^2 + y^2}$

Handwritten notes at the bottom of the page, including mathematical expressions and diagrams.

$\int_{\partial M} \omega = 0$ $\int_M d\omega = 0$ $\int_M d\omega = 0$ $\int_M d\omega = 0$

$\int_M \omega = \int_{\partial M} \omega = 0$ $\int_M \omega = 0$ $\int_M \omega = 0$

$\int_M \omega = 0$ $\int_M \omega = 0$ $\int_M \omega = 0$

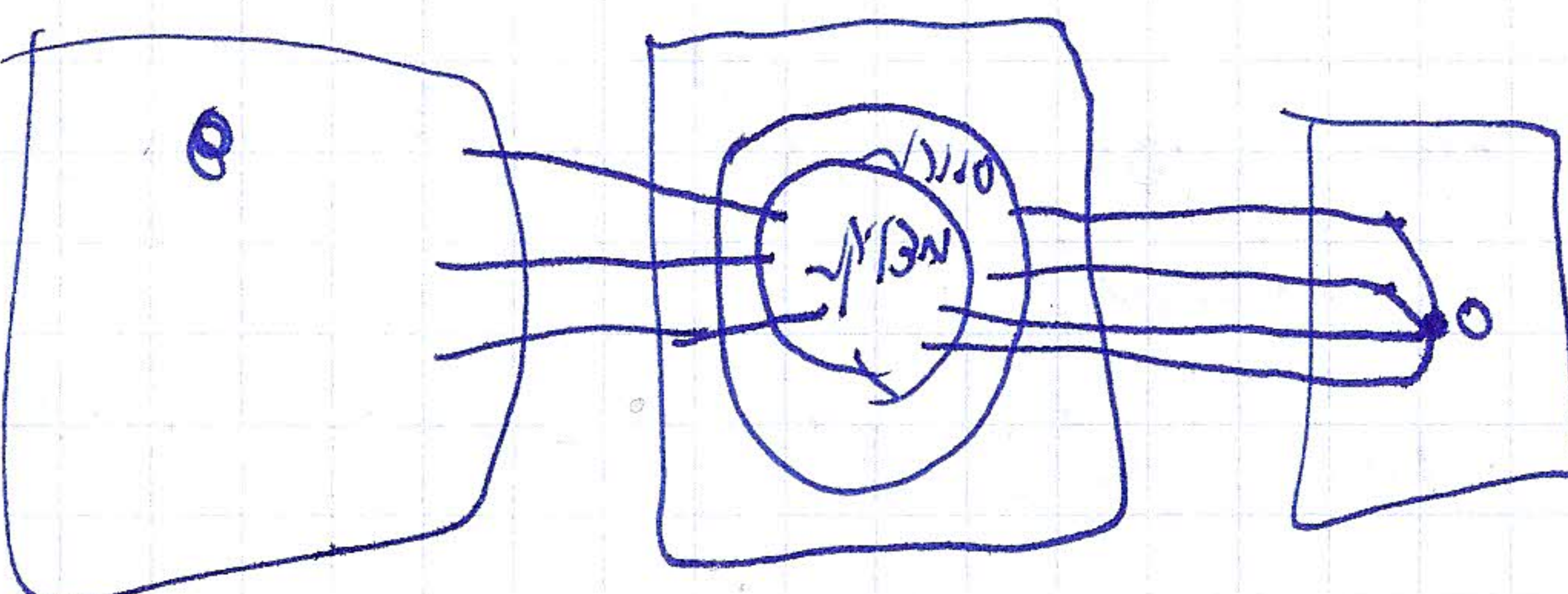
$\Gamma_\epsilon(u_1, u_2) = x + \epsilon u_1 h + \epsilon u_2 k$ $x, h, k \in \mathbb{R}^n$

$\lim_{\epsilon \rightarrow 0} \frac{1}{\epsilon} \int_{\Gamma_\epsilon} \omega = \int_{\Gamma} \omega$

$\int_M \omega = 0$

$\int_M \omega = 0$

$\delta(\delta f) = 0$



$\int_M \omega = 0$

$\int_M \omega = 0$

$\Gamma: [t_0, t_1] \times [0, 1] \rightarrow G$

$\Gamma(t, 0) = \gamma(t)$

$\Gamma(t, 1) = \gamma(t)$

2. σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

היה נ"ל σ_1 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^m$

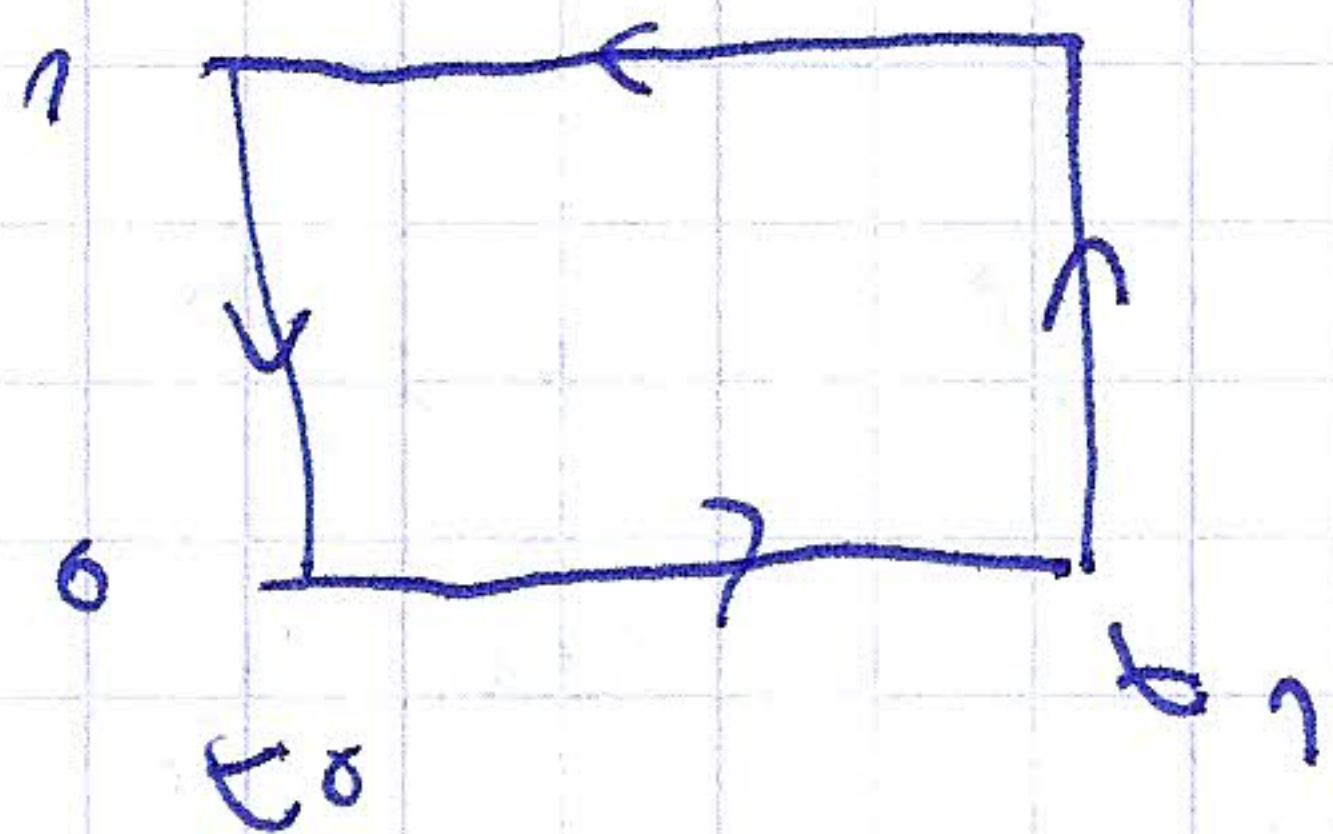
$$\sigma_2(t) = \text{const}$$

ה"ג"ל גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי
 פונקציות σ_1, σ_2 של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי.

לדוגמה

$$\int_{\sigma_1} \omega = \int_{\sigma_2} \omega$$

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי



ה"ג"ל גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

$$\int_{\sigma_1} \omega = \int_{\sigma_2} \omega = \int_{\sigma_1} \omega = \int_{\sigma_2} \omega = 0 = 0$$

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

ה"ג"ל גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

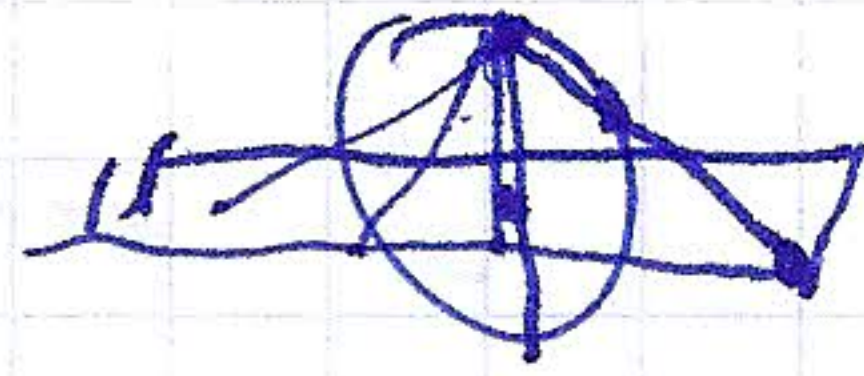
$$\sigma(t, u) = u \sigma(t)$$

כאשר σ_1, σ_2 גאומטריה של $\mathbb{R}^n$ ו- $\mathbb{R}^m$ כפי

שאלה: האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.



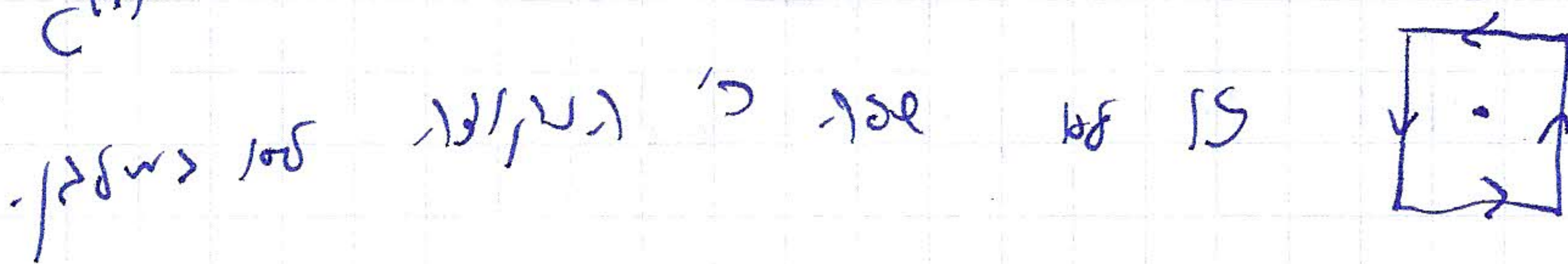
האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

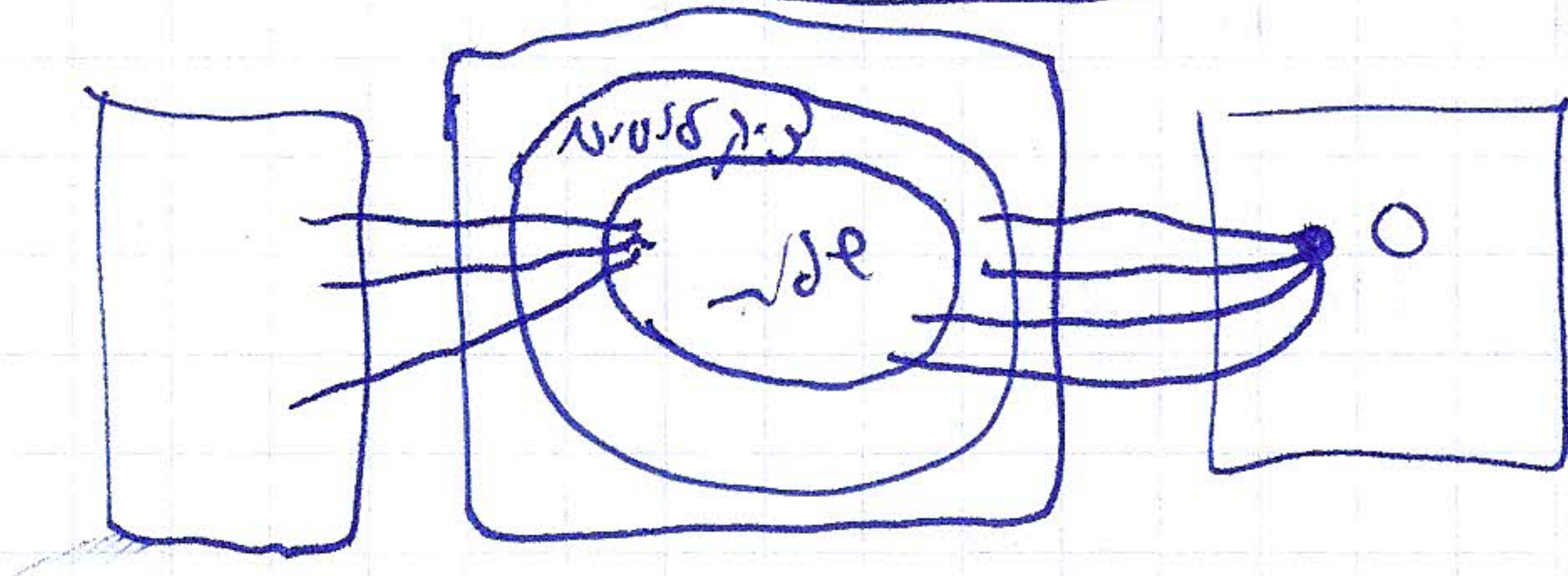
האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.



האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.



האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

האם $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי? $\mathbb{R}^n$ הוא שדה וקטורי.

$\int_{C^{(1)} + 2C^{(2)}} (w_1 + df) = \int_{C^{(1)}} w_1 + \int_{2C^{(2)}} w_1 + \int_{C^{(1)}} df + \int_{2C^{(2)}} df$
 $= \int_{C^{(1)}} w_1$

Annotations: $\delta w_1 = 0$, $\delta C^{(1)} = 0$, $\delta C^{(2)} = 0$, $\delta df = 0$.

$\int [w] = 0 \iff \forall [c] \quad [w] = 0$
 $\iff \int_\gamma w = 0$

Annotations: $[w] = 0 \iff w$ is exact, $\int_\gamma w = 0$ for all γ .

The integral of w over any cycle is zero.

$\int [w] = 0 \iff [w] = [0]$
 $\iff [w] = 0$

Annotations: $[w] = 0$ means w is exact.

De Rham cohomology

$c \in \mathbb{R} \implies c[w] = [cw]$
 $G = \mathbb{R}^2 - \{0\}$
 $w = \frac{-ydx + xdy}{x^2 + y^2}$

Annotations: w is a 1-form on G .

The integral of w over a closed curve is 2π .

$\int_\gamma w = 2\pi$ for γ a counter-clockwise circle around the origin.

$w^{(1)} = 0$, $w^{(2)} = 2\pi$.