

# כלים מתמטיים לפיזיקה

פרק 19 - משפט הדיברגנץ (גאוס)

תוכן העניינים

1. משפט הדיברגנץ.....1

## משפט הדיברגנץ (גאוס)

## שאלות

בשאלות 1-3 אשר את משפט הדיברגנץ.

כלומר, חשב את האינטגרל  $\iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} ds$ , ואת האינטגרל  $\iiint_G \operatorname{div} \mathbf{F} dV$ ,

והראה שהם שווים זה לזה ( $\mathbf{n}$  הוא נורמל חיצוני של  $S$ ). (ראה הערת סימון בעמוד הבא)

$$(1) \quad \mathbf{F} = (2x - z)\mathbf{i} + x^2 y \mathbf{j} - xz^2 \mathbf{k} \quad ; \quad S \text{ הוא פני הקובייה } G, \\ \text{ הנקבעת ע"י המישורים: } x=0, x=1, y=0, y=1, z=0, z=1.$$

$$(2) \quad \mathbf{F} = x\mathbf{i} - 2y\mathbf{j} + 3z\mathbf{k} \quad ; \quad S \text{ הוא פני הכדור } G, \quad x^2 + y^2 + z^2 = 1.$$

$$(3) \quad \mathbf{F} = (2xy + z)\mathbf{i} + y^2 \mathbf{j} - (x + 3y)\mathbf{k} \quad ; \quad S \text{ הוא פני הפירמידה } G, \\ \text{ הנקבעת ע"י המישורים: } 2x + 2y + z = 6, x=0, y=0, z=0.$$

$$(4) \quad \text{יהי } S \text{ פני הגוף הכלוא בגליל } x^2 + y^2 = 9, \text{ בין המישורים } z=0 \text{ ו- } z=2. \\ \text{ חשב את השטף של השדה הווקטורי } \mathbf{F} = x^3 \mathbf{i} + y^3 \mathbf{j} + z^2 \mathbf{k} \text{ דרך } S. \\ \text{ כלומר, חשב את } \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} ds, \text{ כאשר } \mathbf{n} \text{ הוא נורמל חיצוני של } S.$$

$$(5) \quad \text{חשב את } \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} ds, \text{ כאשר } \mathbf{n} \text{ הוא נורמל חיצוני של } S.$$

$$\mathbf{F} = (z^2 - x)\mathbf{i} - xy\mathbf{j} + 3z\mathbf{k} \quad ; \quad S \text{ הוא פני הגוף החסום על ידי:} \\ x=0, x=3, z=4 - y^2, z=0.$$

$$(6) \quad \text{חשב את } \iint_S xz^2 dydz + (x^2 y - z^3) dzdx + (2xy + y^2 z) dx dy \\ \text{ כאשר } S \text{ הוא פני הגוף החסום על ידי } z = \sqrt{a^2 - x^2 - y^2}, z = 0.$$

$$(7) \quad \text{יהי } S \text{ משטח פתוח } x^2 + z^2 = 16, 0 \leq y \leq 4 \text{ (גליל ללא הבסיסים).} \\ \text{ חשב את השטף דרך } S \text{ של השדה הווקטורי } \mathbf{F} = z^2 \mathbf{i} + 5y\mathbf{j} + x^5 \mathbf{k}. \\ \text{ כלומר, חשב את } \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} ds, \text{ כאשר } \mathbf{n} \text{ הוא נורמל חיצוני של } S.$$

(8) חשב את  $\iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} ds$ , כאשר  $\mathbf{n}$  הוא נורמל חיצוני של  $S$ .

$$\mathbf{F} = \left( \frac{x^2 y}{1+y^2} + 6yz^2 \right) \mathbf{i} + 2x \arctan y \mathbf{j} - \frac{2xz(1+y) + 1 + y^2}{1+y^2} \mathbf{k}$$

$S$  הוא חלק הפרבולואיד  $z = 4 - x^2 - y^2$ , שבו  $z \geq 0$  (המשטח פתוח).

### הערת סימון

לפי משפט הדיברגנץ, בהינתן שדה וקטורי  $\mathbf{F} = f(x, y, z)\mathbf{i} + g(x, y, z)\mathbf{j} + h(x, y, z)\mathbf{k}$ ,

$$\text{מתקיים: } \iiint_G \text{div} \mathbf{F} dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS$$

ניסוחים נוספים של משפט הדיברגנץ:

$$\begin{aligned} \iiint_G \nabla \cdot \mathbf{F} dV &= \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \\ \iiint_G (f_x + g_y + h_z) dV &= \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS \\ \iiint_G (f_x + g_y + h_z) dV &= \iint_S f dydz + g dzdx + h dx dy \end{aligned}$$

### תשובות סופיות

(1) הערך המשותף הוא  $\frac{11}{6}$ .

(2) הערך המשותף הוא  $\frac{8}{3}\pi$ .

(3) הערך המשותף הוא 27.

(4)  $279\pi$

(5) 16

(6)  $\frac{2\pi a^5}{5}$

(7) 0

(8)  $-4\pi$