

## מבוא מתמטי לפיסיקאים 2

פרק 8 - משפט הדיברגנץ (גאוס)

תוכן העניינים

1. משפט הדיברגנץ.....1

## משפט הדיברגנץ (גאוס)

### שאלות

בשאלות 1-3 אשרו את משפט הדיברגנץ.

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

והראו שהם שווים זה לזה ( $\mathbf{n}$  הוא נורמל חיצוני של  $S$ ).

(ראו הערת סימון בעמוד הבא)

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

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

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

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

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

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

$$x=0, x=3, z=4-y^2, z=0$$

(6) חשבו את  $\iint_S xz^2 dydz + (x^2y - z^3) dzdx + (2xy + y^2z) dxdy$ ,

כאשר  $S$  הוא פני הגוף החסום על ידי  $z = \sqrt{a^2 - x^2 - y^2}$ ,  $z=0$ .

(7) יהי  $S$  משטח פתוח  $x^2 + z^2 = 16$ ,  $0 \leq y \leq 4$  (גליל ללא הבסיסים).

חשבו את השטף דרך  $S$  של השדה הווקטורי  $\mathbf{F} = z^2\mathbf{i} + 5y\mathbf{j} + x^5\mathbf{k}$ .

כלומר, חשבו את  $\iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} ds$ , כאשר  $\mathbf{n}$  הוא נורמל חיצוני של  $S$ .

(8) חשבו 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:

$$\iiint_G \nabla \cdot \mathbf{F} dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS$$

$$\iiint_G (f_x + g_y + h_z) dV = \iint_S \mathbf{F} \cdot \mathbf{n} dS$$

$$\iiint_G (f_x + g_y + h_z) dV = \iint_S f dydz + g dzdx + h dx dy$$

### תשובות סופיות

$$(1) \text{ הערך המשותף הוא } \frac{11}{6}$$

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

$$(3) \text{ הערך המשותף הוא } 27$$

$$(4) 279\pi$$

$$(5) 16$$

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

$$(7) 0$$

$$(8) -4\pi$$