# חדוא 2 ב

## פרק 9 - כלל השרשרת בפונקציות של מספר משתנים

### תוכן העניינים

1. כלל השרשרת בפונקציות של מספר משתנים ..... 1

# כלל השרשרת בפונקציות של מספר משתנים

בתרגילים בפרק זה, הניחו שכל הנגזרות הרשומות קיימות.

## שאלות

**1)** נתון: $z=\ln(x^2-y^2)\ ,\ y=u^2+v^2\ ,\ x=2u-v$.
חשבו: $z_u\ ,\ z_v$.

**2)** נתון: $z=e^{u-v}\ ,\ u=t^2+4m\ ,\ v=4t+k$.
חשבו: $z_t,\ z_m,\ z_k$.

**3)** נתון: $z=f(x^2-y^2)$.
הוכיחו: $y\cdot z_x+x\cdot z_y=0$.

**4)** נתון: $z=f(xy)$.
הוכיחו: $x\cdot z_x-y\cdot z_y=0$.

**5)** נתון: $z=f\left(\frac{x}{y}\right)$.
הוכיחו: $x\cdot z_x+y\cdot z_y=0$.

**6)** נתון: $z=f(x-y,y-x)$.
הוכיחו: $z_x+z_y=0$.

**7)** נתון: $w=f(x-y,y-z,z-x)$.
הוכיחו: $w_x+w_y+w_z=0$.

**8)** נתון: $u=\sin x+f(\sin y-\sin x)$.
הוכיחו: $u_x\cos y+u_y\cos x=\cos x\cos y$.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**9)** נתון: $z = y \cdot f(x^2 - y^2)$.

הוכיחו: $\frac{1}{x} z_x + \frac{1}{y} z_y = \frac{z}{y^2}$.

**10)** נתון: $z = xy + xf\left(\frac{y}{x}\right)$.

הוכיחו: $x \cdot z_x + y \cdot z_y = xy + z$.

**11)** נתון: $u(x,y,z) = x^2 \cdot f\left(\frac{y}{x}, \frac{z}{x}\right)$.

הוכיחו: $xu_x + yu_y + zu_z = 2u$.

**12)** נתון: $h(x,y) = f(y+ax) + g(y-ax)$.

הוכיחו: $h_{xx} = a^2 \cdot h_{yy}$.

**13)** נתון: $u(x,y) = f(e^x \sin y) - g(e^x \sin y)$.

הוכיחו:

א. $u_{xx} + u_{yy} = \frac{u_{xx} - u_x}{\sin^2 y}$

ב. $u_{xy} = u_{yx}$

ג. חשבו את $u_{xy}(1,\pi)$, אם ידוע ש- $f'(0) = 2, \quad g'(0) = 1$.

**14)** נתון: $u = f(x,y)$ , $x = r\cos\theta$ , $y = r\sin\theta$.

א. הוכיחו: $(u_x)^2 + (u_y)^2 = (u_r)^2 + \frac{1}{r^2}(u_\theta)^2$.

ב. הוכיחו: $u_{rr} = f_{xx}\cos^2\theta + 2f_{xy}\cos\theta\sin\theta + f_{yy}\sin^2\theta$.

ג. הוכיחו: $f_{xx} + f_{yy} = u_{rr} + \frac{1}{r^2}u_{\theta\theta} + \frac{1}{r}u_r$.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

**15)** נתון $z=h(u,v)$, ונתון כי $v=g(x,y)$ , $u=f(x,y)$ מקיימות את משוואת קושי-רימן, כלומר מקיימות $u_y=-v_x$ , $u_x=v_y$.

הוכיחו כי:

א. $u,v$ מקיימות את משוואת לפלס.

כלומר, $u_{xx}+u_{yy}=0$ וכן $v_{xx}+v_{yy}=0$.

ב. $h_{xx}+h_{yy}=\left((u_x)^2+(v_x)^2\right)\left(h_{uu}+h_{vv}\right)$

**16)** נתון: $u=f(x,y)$, $x=r\cosh s$, $y=r\sinh s$.

הוכיחו כי: $(u_x)^2-(u_y)^2=(u_r)^2-\frac{1}{r^2}(u_s)^2$.

**17)** פונקציה $f(x,y)$ תיקרא הומוגנית מסדר $n$, אם $f(tx,ty)=t^n\cdot f(x,y)$.

הוכיחו כי אם $f$ הומוגנית, אז:

א. $x\cdot f_x+y\cdot f_y=n\cdot f(x,y)$

ב. $x^2f_{xx}+y^2f_{yy}+2xyf_{xy}=n(n-1)\cdot f(x,y)$

**18)** נתונה הפונקציה $z=f(x,y)=\begin{cases}\frac{x^2y}{x^2+y^2} & (x,y)\neq(0,0)\\ 0 & (x,y)=(0,0)\end{cases}$.

א. חשבו את הנגזרות החלקיות של הפונקציה בנקודה $(0,0)$.

ב. נתון $x=2t, y=t$.

חשבו את $z'(0)$ באופן ישיר.

ג. נתון $x=2t, y=t$.

חשבו את $z'(0)$ לפי כלל השרשרת.

ד. בעזרת תוצאת סעיף ג' בלבד, קבעו האם הפונקציה דיפרנציאבילית.


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©

## תשובות סופיות

**1)** $z_u = \frac{1}{x^2-y^2}\cdot 2x\cdot 2 + \frac{1}{x^2-y^2}(-2y)\cdot 2u$

**2)** $z_t = e^{u-v}(1)\cdot 2t + e^{u-v}(-1)\cdot 4, \quad z_m = e^{u-1}(1)\cdot 4, \quad z_k = e^{u-v}(-1)\cdot 1$

**13)** ג. $-e$

**18)** א. $f_x(0,0) = f_y(0,0) = 0$ ב. $\frac{4}{5}$ ג. $0$ ד. לא דיפרנציאבילית.

שאר השאלות הן שאלות הוכחה, לפתרונות מלאים היכנסו לאתר GooL.co.il


לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – גיא סלומון ©