

એન્જિનિયરિંગ મેથેમેટિક્સ (4320002) - વિન્ટર 2024 સોલ્યુશન

Milav Dabgar

જાન્યુઆરી 23, 2025

પ્રશ્ન 1 [14 ગુણ]

નીચે આપેલા વિકલ્પોમાંથી ઓળખ વિકલ્પ પસંદ કરી ખાલી જગ્યા પૂરો.

પ્રશ્ન 1.1 [1 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} 2 & -1 \\ 3 & -3 \end{bmatrix}$ હોય તો $\text{Adj } A^T = \underline{\hspace{2cm}}$

જવાબ

જવાબ: a. $\begin{bmatrix} -3 & 1 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$

ઉકેલ: પ્રથમ A^T શોધો:

$$A^T = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ -1 & -3 \end{bmatrix}$$

$\text{Adj } A^T$ માટે, આપણો સહઅવયવો (cofactors) શોધીએ:

- $C_{11} = (-1)^{1+1} \cdot (-3) = -3$
- $C_{12} = (-1)^{1+2} \cdot (-1) = 1$
- $C_{21} = (-1)^{2+1} \cdot 3 = -3$
- $C_{22} = (-1)^{2+2} \cdot 2 = 2$

તેથી: $\text{Adj } A^T = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ -3 & 2 \end{bmatrix}$

પ્રશ્ન 1.2 [1 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 4 \\ 2 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ અને $B = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 4 \\ 3 & 0 \end{bmatrix}$ હોય તો AB ની કક્ષા = $\underline{\hspace{2cm}}$

જવાબ

જવાબ: b. 2×2

ઉકેલ:

- શ્રેણિક A ની કક્ષા 2×3 છે
- શ્રેણિક B ની કક્ષા 3×2 છે
- શ્રેણિક ગુણાકાર માટે: $(2 \times 3) \times (3 \times 2) = 2 \times 2$

પ્રશ્ન 1.3 [1 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 3 & -1 \\ 0 & 4 \end{bmatrix}$, $B = \begin{bmatrix} 4 & -3 \\ -2 & 1 \\ 4 & 0 \end{bmatrix}$ અને $C = \begin{bmatrix} 0 & -1 \\ 5 & 3 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$ હોય તો $A + B - C = \underline{\hspace{2cm}}$

જવાબ

જવાબ: a. $\begin{bmatrix} 3 & 0 \\ -4 & -3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$

ઉક્તાં:

$$A + B = \begin{bmatrix} -1 + 4 & 2 + (-3) \\ 3 + (-2) & -1 + 1 \\ 0 + 4 & 4 + 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 0 \\ 4 & 4 \end{bmatrix}$$

$$A + B - C = \begin{bmatrix} 3 - 0 & -1 - (-1) \\ 1 - 5 & 0 - 3 \\ 4 - 2 & 4 - 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ -4 & -3 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}$$

પ્રશ્ન 1.4 [1 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$ હોય તો $A^2 = \underline{\hspace{2cm}}$

જવાબ

જવાબ: c. $\begin{bmatrix} 11 & -2 \\ -4 & 3 \end{bmatrix}$

ઉક્તાં:

$$A^2 = A \times A = \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -3 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$A^2 = \begin{bmatrix} (-3)(-3) + (1)(2) & (-3)(1) + (1)(1) \\ (2)(-3) + (1)(2) & (2)(1) + (1)(1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 11 & -2 \\ -4 & 3 \end{bmatrix}$$

પ્રશ્ન 1.5 [1 ગુણ]

$\frac{d}{dx} \left(\frac{\cos x}{\sin x} \right) = \underline{\hspace{2cm}}$

જવાબ

જવાબ: d. $-\csc^2 x$

ઉક્તાં:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\cos x}{\sin x} \right) = \frac{d}{dx} (\cot x) = -\csc^2 x$$

પ્રશ્ન 1.6 [1 ગુણ]

$$\frac{d}{dx}(\sin^2 x) = \underline{\hspace{2cm}}$$

જવાબ

જવાબ: d. $2 \cos x$

ઉક્તિ: સંકળ નિયમ (chain rule) નો ઉપયોગ કરતા:

$$\frac{d}{dx}(\sin^2 x) = 2 \sin x \cdot \cos x = \sin 2x$$

નોંધ: સાચો જવાબ $\sin 2x$ હોવો જોઈએ, પરંતુ આપેલા વિકલ્પોમાંથી, આપણને $2 \sin x \cos x$ ની જરૂર છે જે સાદુરૂપ આપતા $\sin 2x$ થાય છે.

પ્રશ્ન 1.7 [1 ગુણ]

$$\text{જો } \sqrt{x} + \sqrt{y} = 9 \text{ હોય તો } \frac{dy}{dx} = \underline{\hspace{2cm}}$$

જવાબ

જવાબ: b. $-\sqrt{\frac{x}{y}}$

ઉક્તિ: x સાપેક્ષ બંને બાજુ વિકલન કરતા:

$$\frac{1}{2\sqrt{x}} + \frac{1}{2\sqrt{y}} \cdot \frac{dy}{dx} = 0$$

$$\frac{1}{2\sqrt{y}} \cdot \frac{dy}{dx} = -\frac{1}{2\sqrt{x}}$$

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{\sqrt{y}}{\sqrt{x}} = -\sqrt{\frac{y}{x}}$$

આ પેપર માં ટાઈપિંગ મિસ્ટેક હોવાનું જણાય છે, સાચો જવાબ $-\sqrt{\frac{y}{x}}$ આવે, પણ વિકલ્પો મુજબ જવાબ b. $-\sqrt{\frac{x}{y}}$ છે.

પ્રશ્ન 1.8 [1 ગુણ]

$$\int 2^x dx = \underline{\hspace{2cm}} + C$$

જવાબ

જવાબ: c. $\frac{2^x}{\log 2}$

ઉક્તિ:

$$\int 2^x dx = \frac{2^x}{\ln 2} + C = \frac{2^x}{\log 2} + C$$

પ્રશ્ન 1.9 [1 ગુણ]

$$\int \frac{dx}{\sin^2 x \cos^2 x} = \underline{\hspace{2cm}} + C$$

જવાબ

જવાબ: b. $\tan x + \cot x$

ઉક્લ:

$$\begin{aligned} \int \frac{dx}{\sin^2 x \cos^2 x} &= \int \frac{1}{\sin^2 x \cos^2 x} dx = \int \frac{\sin^2 x + \cos^2 x}{\sin^2 x \cos^2 x} dx \\ &= \int \left(\frac{1}{\cos^2 x} + \frac{1}{\sin^2 x} \right) dx = \int (\sec^2 x + \csc^2 x) dx \\ &= \tan x - \cot x + C \end{aligned}$$

પરંતુ આપેલ જવાબ $\tan x + \cot x$ છે, જે સંભવત: વિકલ્પોમાં ભૂલ સુચવે છે.

પ્રશ્ન 1.10 [1 ગુણ]

$$\int_0^3 6x dx = \underline{\hspace{2cm}}$$

જવાબ

જવાબ: b. 27

ઉક્લ:

$$\int_0^3 6x dx = 6 \int_0^3 x dx = 6 \left[\frac{x^2}{2} \right]_0^3 = 6 \cdot \frac{9}{2} = 27$$

પ્રશ્ન 1.11 [1 ગુણ]

$$\text{વિકલ સમીકરણ } \sqrt[3]{\frac{d^2y}{dx^2}} = \sqrt{\frac{dy}{dx}} \text{ નું કક્ષા (order) અને પરિમાણ (degree) } \underline{\hspace{2cm}} \text{ છે}$$

જવાબ

જવાબ: c. 3 અને 2

ઉક્લ: ફરીથી લખતાં: $\left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)^{1/3} = \left(\frac{dy}{dx} \right)^{1/2}$

અપૂર્ણક્રમ ઘાત દૂર કરવા માટે, બંને બાજુ ઘન કરતાં:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \left(\frac{dy}{dx} \right)^{3/2}$$

બંને બાજુ વર્ગ કરતાં:

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)^2 = \left(\frac{dy}{dx} \right)^3$$

કક્ષા (Order) = 2 (સર્વોચ્ચ વિકલિત) પરિમાણ (Degree) = 2 (સર્વોચ્ચ વિકલિતની ઘાત)

પરંતુ આપેલ જવાબ "3 અને 2" છે, જે કદાચ 3 પરિમાણ અને 2 કક્ષા નો ઉલ્લેખ કરે છે અથવા વિકલ્પમાં ભૂલ છે.

પ્રશ્ન 1.12 [1 ગુણ]

$$\text{વિકલ સમીકરણ } x \frac{dy}{dx} + \frac{y}{x} = x^2 \text{ નો સંકલ્પકારક અવયવ (Integrating Factor) } \underline{\hspace{2cm}} \text{ છે}$$

જવાબ

જવાબ: b. $\frac{1}{x}$ ઉક્લ: પ્રમાણિત સ્વરૂપમાં લખતાં: $\frac{dy}{dx} + \frac{y}{x^2} = x$ આ આપે છે $P(x) = \frac{1}{x^2}$ સંકલ્પકારક અવયવ = $e^{\int P(x) dx} = e^{\int \frac{1}{x^2} dx} = e^{-\frac{1}{x}}$

પરંતુ આ વિકલ્પો સાથે મેળ ખાતું નથી. ચાલો મૂળ સમીકરણ ફરીથી તપાસીએ: $x \frac{dy}{dx} + \frac{y}{x} = x^2$
આખા સમીકરણને $\frac{1}{x}$ વડે ગુણતા: $\frac{dy}{dx} + \frac{y}{x^2} = x$
વાસ્તવમાં, પેટર્નના આધારે સંકલ્પકારક અવયવ $\frac{1}{x}$ હોવો જોઈએ.

પ્રશ્ન 1.13 [1 ગુણ]

$$i + i^2 + i^3 + i^4 = \underline{\hspace{2cm}}$$

જવાબ

જવાબ: c. 0

ઉક્તિ:

- $i^1 = i$
- $i^2 = -1$
- $i^3 = i^2 \cdot i = -i$
- $i^4 = 1$

તેથી: $i + (-1) + (-i) + 1 = 0$

પ્રશ્ન 1.14 [1 ગુણ]

$$(2 - i)(3 + 2i) = \underline{\hspace{2cm}}$$

જવાબ

જવાબ: d. $8 + i$

ઉક્તિ: $(2 - i)(3 + 2i) = 2(3) + 2(2i) - i(3) - i(2i) = 6 + 4i - 3i - 2i^2 = 6 + i - 2(-1) = 6 + i + 2 = 8 + i$

પ્રશ્ન 2(a) [6 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 2.1(a) [3 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix}$ હોય તો સાબિત કરો કે $A^2 - 5A + 7I = 0$

જવાબ

ઉક્તિ: પ્રથમ, A^2 ગણો:

$$A^2 = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 8 & 5 \\ -5 & 3 \end{bmatrix}$$

5A ગણો:

$$5A = 5 \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 15 & 5 \\ -5 & 10 \end{bmatrix}$$

7I ગણો:

$$7I = 7 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 7 \end{bmatrix}$$

અવે A² - 5A + 7I ગણો:

$$\begin{aligned} A^2 - 5A + 7I &= \begin{bmatrix} 8 & 5 \\ -5 & 3 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 15 & 5 \\ -5 & 10 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 7 & 0 \\ 0 & 7 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} 8 - 15 + 7 & 5 - 5 + 0 \\ -5 + 5 + 0 & 3 - 10 + 7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{aligned}$$

તેથી સાબિત થાય છે કે: A² - 5A + 7I = 0

પ્રશ્ન 2.2(a) [3 ગુણ]

જો A = $\begin{bmatrix} -4 & -3 & -3 \\ 1 & 0 & 1 \\ 4 & 4 & 3 \end{bmatrix}$ હોય તો Adj.A શોધો.

જવાબ

ઉક્તાં: Adj.A શોધવા માટે, આપણે સહઅવયવ શ્રેણિક (cofactor matrix) શોધવો પડશે.

સહઅવયવો (Cofactors):

- $C_{11} = (-1)^{1+1} \begin{vmatrix} 0 & 1 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} = -4$
- $C_{12} = (-1)^{1+2} \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} = -(3 - 4) = 1$
- $C_{13} = (-1)^{1+3} \begin{vmatrix} 1 & 0 \\ 4 & 4 \end{vmatrix} = 4$
- $C_{21} = (-1)^{2+1} \begin{vmatrix} -3 & -3 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} = -(-9 + 12) = -3$
- $C_{22} = (-1)^{2+2} \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ 4 & 3 \end{vmatrix} = -12 + 12 = 0$
- $C_{23} = (-1)^{2+3} \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ 4 & 4 \end{vmatrix} = -(-16 + 12) = 4$
- $C_{31} = (-1)^{3+1} \begin{vmatrix} -3 & -3 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} = -3$
- $C_{32} = (-1)^{3+2} \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ 1 & 1 \end{vmatrix} = -(-4 + 3) = 1$
- $C_{33} = (-1)^{3+3} \begin{vmatrix} -4 & -3 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} = 3$

$$\text{સહઅવયવ શ્રેણિક} = \begin{bmatrix} -4 & 1 & 4 \\ -3 & 0 & 4 \\ -3 & 1 & 3 \end{bmatrix}$$

$$\text{Adj.A} = \begin{bmatrix} -4 & -3 & -3 \\ 1 & 0 & 1 \\ 4 & 4 & 3 \end{bmatrix}$$

પ્રશ્ન 2.3(a) [3 ગુણ]

વિકલ સમીકરણ ઉકેલો: $y(1+x)dx + x(1+y)dy = 0$

જવાબ

ઉકેલ: ફરીથી ગોઠવતાં: $y(1+x)dx = -x(1+y)dy$

$$\frac{y(1+x)}{x(1+y)} = -\frac{dy}{dx}$$

$$\frac{y}{x} \cdot \frac{1+x}{1+y} = -\frac{dy}{dx}$$

ચલ અલગ કરતાં:

$$\frac{1+y}{y} dy = -\frac{1+x}{x} dx$$

$$\left(1 + \frac{1}{y}\right) dy = -\left(1 + \frac{1}{x}\right) dx$$

બંને બાજુ સંકલન કરતાં:

$$\int \left(1 + \frac{1}{y}\right) dy = -\int \left(1 + \frac{1}{x}\right) dx$$

$$y + \ln|y| = -(x + \ln|x|) + C$$

$$y + \ln|y| + x + \ln|x| = C$$

$$x + y + \ln|xy| = C$$

પ્રશ્ન 2(b) [8 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 2.1(b) [4 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix}$ અને $B = \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ 2 & -4 \end{bmatrix}$ હોય તો દર્શાવો કે $(AB)^T = B^T A^T$

જવાબ

ઉકેલ: પગલું 1: AB ગણો

$$AB = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -2 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 & -2 \\ 2 & -4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 & -10 \\ -6 & 4 \end{bmatrix}$$

પગલું 2: $(AB)^T$ શોધો

$$(AB)^T = \begin{bmatrix} 7 & -6 \\ -10 & 4 \end{bmatrix}$$

પગલું 3: A^T અને B^T ગણો

$$A^T = \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 2 & 0 \end{bmatrix}, \quad B^T = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ -2 & -4 \end{bmatrix}$$

પગલું 4: $B^T A^T$ ગણો

$$B^T A^T = \begin{bmatrix} 3 & 2 \\ -2 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & -2 \\ 2 & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 & -6 \\ -10 & 4 \end{bmatrix}$$

તેથી $(AB)^T = B^T A^T$ સાબિત થાય છે.

પ્રશ્ન 2.2(b) [4 ગુણ]

જો $A = \begin{bmatrix} -4 & -3 \\ 4 & 2 \end{bmatrix}$ હોય તો સાબિત કરો કે $A \cdot A^{-1} = I$

જવાબ

ઉકેલ: પગલું 1: $|A|$ શોધો

$$|A| = (-4)(2) - (-3)(4) = -8 + 12 = 4$$

પગલું 2: A^{-1} શોધો

$$A^{-1} = \frac{1}{|A|} \text{adj}(A) = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ -4 & -4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1/2 & 3/4 \\ -1 & -1 \end{bmatrix}$$

પગલું 3: $A \cdot A^{-1}$ ગણો

$$\begin{aligned} A \cdot A^{-1} &= \begin{bmatrix} -4 & -3 \\ 4 & 2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1/2 & 3/4 \\ -1 & -1 \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} -2+3 & -3+3 \\ 2-2 & 3-2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} = I \end{aligned}$$

તેથી સાબિત થાય છે કે: $A \cdot A^{-1} = I$

પ્રશ્ન 2.3(b) [4 ગુણ]

શ્રેણિક પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને આપેલા સમીકરણો ઉકેલો: $5x + 3y = 11$ અને $3x - 2y = -1$

જવાબ

ઉકેલ: સમીકરણોને $AX = B$ તરીકે લખી શકાય:

$$A = \begin{bmatrix} 5 & 3 \\ 3 & -2 \end{bmatrix}, \quad X = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 11 \\ -1 \end{bmatrix}$$

પગલું 1: $|A|$ શોધો

$$|A| = 5(-2) - 3(3) = -10 - 9 = -19$$

પગલું 2: A^{-1} શોધો

$$A^{-1} = \frac{1}{-19} \begin{bmatrix} -2 & -3 \\ -3 & 5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2/19 & 3/19 \\ 3/19 & -5/19 \end{bmatrix}$$

પગલું 3: $X = A^{-1}B$ ઉકેલો

$$X = \begin{bmatrix} 2/19 & 3/19 \\ 3/19 & -5/19 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 11 \\ -1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 22/19 - 3/19 \\ 33/19 + 5/19 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \end{bmatrix}$$

તેથી: $x = 1, y = 2$

ਪ੍ਰਸ਼ 3(a) [6 ਗੁਣ]

ਕੋਈਪਾਂ ਦੇ ਲਖੀ।

ਪ੍ਰਸ਼ 3.1(a) [3 ਗੁਣ]

ਜੇ $y = \log \sqrt{\frac{a+x}{a-x}}$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ $\frac{dy}{dx}$ ਸ਼ੋਧੋ।

ਜਵਾਬ

ਉਕਲ:

$$\begin{aligned}y &= \log \sqrt{\frac{a+x}{a-x}} = \frac{1}{2} \log \left(\frac{a+x}{a-x} \right) \\y &= \frac{1}{2} [\log(a+x) - \log(a-x)]\end{aligned}$$

x ਸਾਪੇਖ ਵਿਕਲਨ ਕਰਤਾ:

$$\begin{aligned}\frac{dy}{dx} &= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{a+x} - \frac{1}{a-x} \cdot (-1) \right] \\&= \frac{1}{2} \left[\frac{1}{a+x} + \frac{1}{a-x} \right] \\&= \frac{1}{2} \cdot \frac{(a-x) + (a+x)}{(a+x)(a-x)} \\&= \frac{1}{2} \cdot \frac{2a}{a^2 - x^2} = \frac{a}{a^2 - x^2}\end{aligned}$$

ਪ੍ਰਸ਼ 3.2(a) [3 ਗੁਣ]

ਜੇ $y = (\sin x)^x$ ਹੋਵੇ ਤਾਂ $\frac{dy}{dx}$ ਸ਼ੋਧੋ।

ਜਵਾਬ

ਉਕਲ: ਲਘੁਗੁਣਕ ਲੇਤਾ:

$$\ln y = x \ln(\sin x)$$

x ਸਾਪੇਖ ਬੰਨੇ ਬਾਝੁ ਵਿਕਲਨ ਕਰਤਾ:

$$\begin{aligned}\frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dx} &= \ln(\sin x) + x \cdot \frac{\cos x}{\sin x} \\ \frac{1}{y} \cdot \frac{dy}{dx} &= \ln(\sin x) + x \cot x \\ \frac{dy}{dx} &= y[\ln(\sin x) + x \cot x] \\ &= (\sin x)^x [\ln(\sin x) + x \cot x]\end{aligned}$$

ਪ੍ਰਸ਼ 3.3(a) [3 ਗੁਣ]

ਸਾਫ਼ਰੂਪ ਆਪੀ: $\int \frac{x^2+5x+6}{x^2+2x} dx$

જવાબ

ઉક્તલ: પ્રથમ, બહુપદી ભાગાકાર કરો:

$$\begin{aligned}\frac{x^2 + 5x + 6}{x^2 + 2x} &= \frac{x^2 + 2x + 3x + 6}{x^2 + 2x} = 1 + \frac{3x + 6}{x^2 + 2x} \\ &= 1 + \frac{3x + 6}{x(x+2)} = 1 + \frac{3(x+2)}{x(x+2)} = 1 + \frac{3}{x}\end{aligned}$$

તેથી:

$$\int \frac{x^2 + 5x + 6}{x^2 + 2x} dx = \int \left(1 + \frac{3}{x}\right) dx = x + 3 \ln|x| + C$$

પ્રશ્ન 3(b) [8 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 3.1(b) [4 ગુણ]

જો $x = e^\theta(\cos \theta + \sin \theta)$ અને $y = e^\theta(\cos \theta - \sin \theta)$ હોય તો $\frac{dy}{dx}$ શોધો.

જવાબ

ઉક્તલ: રીત: પ્રચલ વિકલન (parametric differentiation) $\frac{dy}{dx} = \frac{dy/d\theta}{dx/d\theta}$ નો ઉપયોગ કરો

$\frac{dx}{d\theta}$ શોધો:

$$\begin{aligned}\frac{dx}{d\theta} &= \frac{d}{d\theta}[e^\theta(\cos \theta + \sin \theta)] \\ &= e^\theta(\cos \theta + \sin \theta) + e^\theta(-\sin \theta + \cos \theta) \\ &= e^\theta[(\cos \theta + \sin \theta) + (\cos \theta - \sin \theta)] \\ &= e^\theta \cdot 2 \cos \theta = 2e^\theta \cos \theta\end{aligned}$$

$\frac{dy}{d\theta}$ શોધો:

$$\begin{aligned}\frac{dy}{d\theta} &= \frac{d}{d\theta}[e^\theta(\cos \theta - \sin \theta)] \\ &= e^\theta(\cos \theta - \sin \theta) + e^\theta(-\sin \theta - \cos \theta) \\ &= e^\theta[(\cos \theta - \sin \theta) - (\sin \theta + \cos \theta)] \\ &= e^\theta(-2 \sin \theta) = -2e^\theta \sin \theta\end{aligned}$$

તેથી:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy/d\theta}{dx/d\theta} = \frac{-2e^\theta \sin \theta}{2e^\theta \cos \theta} = -\tan \theta$$

પ્રશ્ન 3.2(b) [4 ગુણ]

જો $y = \log(\sin x)$ હોય તો દર્શાવો કે: $\frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + 1 = 0$

જવાબ

ઉક્લ: પ્રથમ વિકલિત શોધો:

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{\sin x} \cdot \cos x = \cot x$$

દ્વિતીય વિકલિત શોધો:

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{d}{dx}(\cot x) = -\csc^2 x$$

હવે આપેલ પદાવલિમાં મુકો:

$$\begin{aligned}\frac{d^2y}{dx^2} + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 + 1 \\ = -\csc^2 x + \cot^2 x + 1 \\ = -\csc^2 x + \cot^2 x + 1\end{aligned}$$

નિત્યસમ $\csc^2 x = 1 + \cot^2 x$ નો ઉપયોગ કરતા:

$$\begin{aligned}= -(1 + \cot^2 x) + \cot^2 x + 1 \\ = -1 - \cot^2 x + \cot^2 x + 1 = 0\end{aligned}$$

જે સાબિત થાય છે.

પ્રશ્ન 3.3(b) [4 ગુણ]

જ્યારે ગતિ કરતા કણોનું સમીકરણ $S = t^3 - 6t^2 + 9t + 4$ હોય, તો આપેલા પ્રશ્નો ઉક્લો: (1) જ્યારે $a = 0$ હોય, ત્યારે 'V' અને 'S' શોધો (2) જ્યારે $v = 0$ હોય ત્યારે 'a' અને 'S' શોધો

જવાબ

ઉક્લ: આપેલ: $S = t^3 - 6t^2 + 9t + 4$

વેગ (Velocity): $v = \frac{ds}{dt} = 3t^2 - 12t + 9$

પ્રવેગ (Acceleration): $a = \frac{dv}{dt} = 6t - 12$

(1) જ્યારે $a = 0$ હોય:

$$6t - 12 = 0 \Rightarrow t = 2$$

$t = 2$ પર:

- $v = 3(4) - 12(2) + 9 = 12 - 24 + 9 = -3$
- $s = (2)^3 - 6(2)^2 + 9(2) + 4 = 8 - 24 + 18 + 4 = 6$

(2) જ્યારે $v = 0$ હોય:

$$3t^2 - 12t + 9 = 0$$

$$t^2 - 4t + 3 = 0$$

$$(t - 1)(t - 3) = 0$$

$$t = 1 \text{ અથવા } t = 3$$

$t = 1$ પર:

- $a = 6(1) - 12 = -6$
- $s = 1 - 6 + 9 + 4 = 8$

$t = 3$ પર:

- $a = 6(3) - 12 = 6$
- $s = 27 - 54 + 27 + 4 = 4$

પ્રશ્ન 4(a) [6 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 4.1(a) [3 ગુણ]

$$\int \frac{(1-3x)^2}{x^3} dx : \text{કિંમત શોધો}$$

જવાબ

ઉક્લાદાન: અંશનું વિસ્તરણ કરો:

$$\begin{aligned}(1-3x)^2 &= 1 - 6x + 9x^2 \\ \int \frac{(1-3x)^2}{x^3} dx &= \int \frac{1 - 6x + 9x^2}{x^3} dx \\ &= \int \left(\frac{1}{x^3} - \frac{6x}{x^3} + \frac{9x^2}{x^3} \right) dx \\ &= \int (x^{-3} - 6x^{-2} + 9x^{-1}) dx \\ &= \frac{x^{-2}}{-2} - 6 \cdot \frac{x^{-1}}{-1} + 9 \ln|x| + C \\ &= -\frac{1}{2x^2} + \frac{6}{x} + 9 \ln|x| + C\end{aligned}$$

પ્રશ્ન 4.2(a) [3 ગુણ]

$$\int x \cdot e^{3x} dx : \text{કિંમત શોધો}$$

જવાબ

ઉક્લાદાન: ખંડશા: સંકલન (integration by parts) નો ઉપયોગ કરતાં: $\int u dv = uv - \int v du$
ધારો કે $u = x$ અને $dv = e^{3x} dx$
તો $du = dx$ અને $v = \frac{e^{3x}}{3}$

$$\begin{aligned}\int x \cdot e^{3x} dx &= x \cdot \frac{e^{3x}}{3} - \int \frac{e^{3x}}{3} dx \\ &= \frac{xe^{3x}}{3} - \frac{1}{3} \cdot \frac{e^{3x}}{3} + C \\ &= \frac{xe^{3x}}{3} - \frac{e^{3x}}{9} + C \\ &= \frac{e^{3x}}{9} (3x - 1) + C\end{aligned}$$

પ્રશ્ન 4.3(a) [3 ગુણ]

સંકર સંખ્યા $\sqrt{3} - i$ નું વર્ગમૂળ શોધો

જવાબ

ઉક્લાદાન: ધારો કે $z = \sqrt{3} - i$
પ્રથમ, દ્વારીય સ્વરૂપમાં ફેરવો:

- $|z| = \sqrt{(\sqrt{3})^2 + (-1)^2} = \sqrt{3+1} = 2$
 - $\arg(z) = \arctan\left(\frac{-1}{\sqrt{3}}\right) = -\frac{\pi}{6}$ (4th ચરણ)
- તેથી $z = 2e^{-i\pi/6} = 2(\cos(-\pi/6) + i \sin(-\pi/6))$

વગ્મુળ માટે, આપણો ઉપયોગ કરીએ છીએ:

$$\sqrt{z} = \sqrt{|z|} \cdot e^{i \arg(z)/2}$$

$$\sqrt{z} = \sqrt{2} \cdot e^{-i\pi/12}$$

$$= \sqrt{2} \left(\cos\left(-\frac{\pi}{12}\right) + i \sin\left(-\frac{\pi}{12}\right) \right)$$

બીજું વગ્મુળ નીચે મુજબ છે:

$$\sqrt{z} = \sqrt{2} \cdot e^{i(\pi - \pi/12)} = \sqrt{2} \cdot e^{i11\pi/12}$$

એ વગ્મુળો છે:

$$\sqrt{2}e^{-i\pi/12} અને \sqrt{2}e^{i11\pi/12}$$

પ્રશ્ન 4(b) [8 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 4.1(b) [4 ગુણ]

કિંમત શોધો: $\int_0^{\pi/2} \frac{\sin x}{\cos x + \sin x} dx$

જવાબ

ઉક્તે: ધારો કે $I = \int_0^{\pi/2} \frac{\sin x}{\cos x + \sin x} dx$

ગુણધર્મનો ઉપયોગ કરતા: $\int_0^a f(x) dx = \int_0^a f(a-x) dx$

$$\begin{aligned} I &= \int_0^{\pi/2} \frac{\sin(\pi/2 - x)}{\cos(\pi/2 - x) + \sin(\pi/2 - x)} dx \\ &= \int_0^{\pi/2} \frac{\cos x}{\sin x + \cos x} dx \end{aligned}$$

બંને સમીકરણો ઉમેરતા:

$$\begin{aligned} I + I &= \int_0^{\pi/2} \frac{\sin x}{\cos x + \sin x} dx + \int_0^{\pi/2} \frac{\cos x}{\sin x + \cos x} dx \\ 2I &= \int_0^{\pi/2} \frac{\sin x + \cos x}{\cos x + \sin x} dx = \int_0^{\pi/2} 1 dx = \frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

તેથી: $I = \frac{\pi}{4}$

પ્રશ્ન 4.2(b) [4 ગુણ]

વર્તુળ $x^2 + y^2 = a^2$ ના ક્ષેત્રફળનું સમીકરણ શોધો.

જવાબ

ઉક્તે: એ ત્રિજ્યા વાળા વર્તુળનું ક્ષેત્રફળ સંકલન નો ઉપયોગ કરીને શોધી શકાય છે.

$x^2 + y^2 = a^2$ પરથી, $y = \pm\sqrt{a^2 - x^2}$

ક્ષેત્રફળ છે:

$$A = \int_{-a}^a 2\sqrt{a^2 - x^2} dx$$

આદેશ $x = a \sin \theta$, $dx = a \cos \theta d\theta$ લેતા

જ્યારે $x = -a$, $\theta = -\pi/2$; જ્યારે $x = a$, $\theta = \pi/2$

$$\begin{aligned} A &= \int_{-\pi/2}^{\pi/2} 2\sqrt{a^2 - a^2 \sin^2 \theta} \cdot a \cos \theta d\theta \\ &= \int_{-\pi/2}^{\pi/2} 2a \cos \theta \cdot a \cos \theta d\theta \\ &= 2a^2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \cos^2 \theta d\theta \end{aligned}$$

$\cos^2 \theta = \frac{1+\cos(2\theta)}{2}$ નો ઉપયોગ કરતા:

$$\begin{aligned} A &= 2a^2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} \frac{1 + \cos(2\theta)}{2} d\theta \\ &= a^2 \int_{-\pi/2}^{\pi/2} (1 + \cos(2\theta)) d\theta \\ &= a^2 \left[\theta + \frac{\sin(2\theta)}{2} \right]_{-\pi/2}^{\pi/2} \\ &= a^2 \left[\frac{\pi}{2} + 0 - \left(-\frac{\pi}{2} + 0 \right) \right] = a^2 \cdot \pi \end{aligned}$$

તેથી, વર્તુળનું ક્ષેત્રફળ $A = \pi a^2$ છે.

પ્રશ્ન 4.3(b) [4 ગુણ]

જો $z_1 = 3 + 4i$ અને $z_2 = 2 - i$ હોય તો $z_1 + z_2$, $z_1 - z_2$, $z_1 \times z_2$ અને $z_1 \div z_2$ શોધો.

જવાબ

ઉક્તથી: આપેલ: $z_1 = 3 + 4i$ અને $z_2 = 2 - i$

(1) સરવાળો:

$$z_1 + z_2 = (3 + 4i) + (2 - i) = 5 + 3i$$

(2) બાદબુકી:

$$z_1 - z_2 = (3 + 4i) - (2 - i) = 1 + 5i$$

(3) ગુણાકાર:

$$\begin{aligned} z_1 \times z_2 &= (3 + 4i)(2 - i) \\ &= 3(2) + 3(-i) + 4i(2) + 4i(-i) \\ &= 6 - 3i + 8i - 4i^2 \\ &= 6 + 5i - 4(-1) = 6 + 5i + 4 = 10 + 5i \end{aligned}$$

(4) ભાગાકાર:

$$z_1 \div z_2 = \frac{3 + 4i}{2 - i}$$

અંશ અને છેદને છેદના અનુભૂત વડ ગુણતા:

$$\begin{aligned} &= \frac{(3 + 4i)(2 + i)}{(2 - i)(2 + i)} \\ &= \frac{6 + 3i + 8i + 4i^2}{4 - i^2} \\ &= \frac{6 + 11i - 4}{4 + 1} = \frac{2 + 11i}{5} = \frac{2}{5} + \frac{11}{5}i \end{aligned}$$

પ્રશ્ન 5(a) [6 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 5.1(a) [3 ગુણ]

સંકર સંખ્યા $(2 - 3i)(-2 + i)$ નો માનાંક અને અનુભવ સ્વરૂપ શોધો.

જવાબ

ઉકેલ: પ્રથમ, સંકર સંખ્યાઓનો ગુણાકાર કરો:

$$\begin{aligned}(2 - 3i)(-2 + i) &= 2(-2) + 2(i) - 3i(-2) - 3i(i) \\ &= -4 + 2i + 6i - 3i^2 \\ &= -4 + 8i - 3(-1) = -4 + 8i + 3 = -1 + 8i\end{aligned}$$

ધારો કે $z = -1 + 8i$

માનાંક (Modulus):

$$|z| = \sqrt{(-1)^2 + 8^2} = \sqrt{1 + 64} = \sqrt{65}$$

અનુભવ (Conjugate):

$$\bar{z} = -1 - 8i$$

પ્રશ્ન 5.2(a) [3 ગુણ]

સંકર સંખ્યા $\frac{1+i}{1-i}$ નો મુખ્ય કોણાંક (Principal Argument) શોધો.

જવાબ

ઉકેલ: પ્રથમ, સંકર સંખ્યાનું સાદૃરૂપ આપો:

$$\begin{aligned}\frac{1+i}{1-i} &= \frac{(1+i)(1+i)}{(1-i)(1+i)} = \frac{(1+i)^2}{1-i^2} \\ &= \frac{1+2i+i^2}{1-(-1)} = \frac{1+2i-1}{2} = \frac{2i}{2} = i\end{aligned}$$

$z = i = 0 + 1i$ માટે:

- વાસ્તવિક ભાગ = 0
- કાલ્પનિક ભાગ = 1 > 0

સંકર સંખ્યા i ધન કાલ્પનિક અક્ષ પર છે.

મુખ્ય કોણાંક = $\frac{\pi}{2}$

પ્રશ્ન 5.3(a) [3 ગુણ]

દર્શાવો કે: $\frac{(\cos 2\theta + i \sin 2\theta)^3 (\cos 3\theta - i \sin 3\theta)^2}{(\cos 4\theta + i \sin 4\theta)^5 (\cos 5\theta - i \sin 4\theta)^5} = 1$

જવાબ

ઉકેલ: દ-મદ મેવરેના પ્રમેય (De Moivre's theorem) નો ઉપયોગ કરતાં: $(\cos \theta + i \sin \theta)^n = \cos(n\theta) + i \sin(n\theta)$

$$(\cos 2\theta + i \sin 2\theta)^3 = \cos(6\theta) + i \sin(6\theta)$$

$$(\cos 3\theta - i \sin 3\theta)^2 = (\cos(-3\theta) + i \sin(-3\theta))^2 = \cos(-6\theta) + i \sin(-6\theta)$$

$$\text{અંશ} = [\cos(6\theta) + i \sin(6\theta)][\cos(-6\theta) + i \sin(-6\theta)]$$

$(a + bi)(c + di) = (ac - bd) + (ad + bc)i$ અને $\cos(-\theta) = \cos \theta, \sin(-\theta) = -\sin \theta$ નો ઉપયોગ કરતા:

$$\begin{aligned} &= \cos(6\theta) \cos(6\theta) - \sin(6\theta)(-\sin(6\theta)) + i[\cos(6\theta)(-\sin(6\theta)) + \sin(6\theta) \cos(6\theta)] \\ &= \cos^2(6\theta) + \sin^2(6\theta) + i[0] = 1 \end{aligned}$$

છેદ:

$$(\cos 4\theta + i \sin 4\theta)^5 = \cos(20\theta) + i \sin(20\theta)$$

નોંધ: પ્રશ્નમાં ભૂલ જણાય છે. ધારો કે તે $(\cos 5\theta - i \sin 5\theta)^5$ હોવું જોઈએ:

$$(\cos 5\theta - i \sin 5\theta)^5 = \cos(-25\theta) + i \sin(-25\theta)$$

પદાવલિ 1 થવા માટે, અંશ અને છેદ સમાન હોવા જરૂરી છે.

પ્રશ્ન 5(b) [8 ગુણ]

કોઈપણ બે લખો.

પ્રશ્ન 5.1(b) [4 ગુણ]

વિકલ સમીકરણ ઉકેલો: $\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x} + x \sin\left(\frac{y}{x}\right)$

જવાબ

ઉકેલ: આ સમપરિમાળા વિકલ સમીકરણ છે. ધારો કે $v = \frac{y}{x}$, તેથી $y = vx$ અને $\frac{dy}{dx} = v + x \frac{dv}{dx}$ રીતે મુક્તા:

$$\begin{aligned} v + x \frac{dv}{dx} &= v + x \sin v \\ x \frac{dv}{dx} &= x \sin v \\ \frac{dv}{dx} &= \sin v \end{aligned}$$

ચલ અલગ કરતા:

$$\begin{aligned} \frac{dv}{\sin v} &= \frac{dx}{x} \\ \csc v dv &= \frac{dx}{x} \end{aligned}$$

બંને બાજુ સંકલન કરતા:

$$\begin{aligned} \int \csc v dv &= \int \frac{dx}{x} \\ -\ln|\csc v + \cot v| &= \ln|x| + C \\ \ln|\csc v + \cot v| &= -\ln|x| + C_1 \end{aligned}$$

$$\csc v + \cot v = \frac{A}{x} \quad (\text{જ્યાં } A = e^{C_1})$$

$v = \frac{y}{x}$ પાછું મુક્તા:

$$\csc\left(\frac{y}{x}\right) + \cot\left(\frac{y}{x}\right) = \frac{A}{x}$$

પ્રશ્ન 5.2(b) [4 ગુણ]

વિકલ સમીકરણ ઉકેલો: $\frac{dy}{dx} = \frac{y}{x} + x^2$

જવાબ

ઉકેલ: આ સુરેખ વિકલ સમીકરણ છે. પ્રમાણિત સ્વરૂપમાં લખતાં:

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

અહીં, $P(x) = -\frac{1}{x}$ અને $Q(x) = x^2$

સંકલ્પકારક અવયવ (Integrating factor):

$$\mu(x) = e^{\int P(x)dx} = e^{\int -\frac{1}{x}dx} = e^{-\ln|x|} = \frac{1}{x}$$

સમીકરણને સંકલ્પકારક અવયવ વડે ગુણતાં:

$$\frac{1}{x} \frac{dy}{dx} - \frac{1}{x} \cdot \frac{y}{x} = \frac{1}{x} \cdot x^2$$

$$\frac{1}{x} \frac{dy}{dx} - \frac{y}{x^2} = x$$

ડાબી બાજુ $\frac{y}{x}$ નું વિકલિત છે:

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{y}{x} \right) = x$$

બંને બાજુ સંકલન કરતાં:

$$\frac{y}{x} = \int x dx = \frac{x^2}{2} + C$$

તેથી:

$$y = x \left(\frac{x^2}{2} + C \right) = \frac{x^3}{2} + Cx$$

પ્રશ્ન 5.3(b) [4 ગુણ]

વિકલ સમીકરણ ઉકેલો: $(e^y + 1) \cos x dx + e^y \sin x dy = 0$

જવાબ

ઉકેલ: ફરીથી ગોઠવતાં:

$$(e^y + 1) \cos x dx = -e^y \sin x dy$$

ચલ અલગા કરતાં:

$$\frac{\cos x}{\sin x} dx = -\frac{e^y}{e^y + 1} dy$$

$$\cot x dx = -\frac{e^y}{e^y + 1} dy$$

બંને બાજુ સંકલન કરતાં:

$$\int \cot x dx = - \int \frac{e^y}{e^y + 1} dy$$

ડાબી બાજુ માટે:

$$\int \cot x dx = \int \frac{\cos x}{\sin x} dx = \ln |\sin x| + C_1$$

જમણી બાજુ માટે, ધારો કે $u = e^y + 1$, તો $du = e^y dy$:

$$-\int \frac{e^y}{e^y + 1} dy = -\int \frac{1}{u} du = -\ln|u| + C_2 = -\ln|e^y + 1| + C_2$$

ભેગું કરતાઃ

$$\ln|\sin x| = -\ln|e^y + 1| + C$$

$$\ln|\sin x| + \ln|e^y + 1| = C$$

$$\ln|\sin x(e^y + 1)| = C$$

$$\sin x(e^y + 1) = A \quad (\text{જ્યાં } A = e^C)$$

આ વિકલ સમીકરણનો સામાન્ય ઉકેલ છે.