

2024

MATHEMATICS

Paper : MAT0300104

(Ordinary Differential Equation)

Full Marks : 60

Time : 2½ hours

*The figures in the margin indicate full marks
for the questions*

1. Answer the following questions : 1×8=8

তলত দিয়া প্রশ্নবোৰৰ উত্তৰ কৰা :

(a) Write the order of the following differential equation :

তলত দিয়া অৱকল সমীকৰণটোৰ মাত্ৰা লিখা :

$$\left(\frac{dr}{ds}\right)^2 = \sqrt{\frac{d^2r}{ds^2} + 1}$$

(b) State whether the following equation is linear or nonlinear :

তলৰ সমীকৰণটো বৈখিক নে অবৈখিক উল্লেখ কৰা :

$$\frac{d^6x}{dt^6} + \left(\frac{d^4x}{dt^4}\right)\left(\frac{d^3x}{dt^3}\right) + x = t$$

- (c) Define integral curves of a first-order differential equation.

এটা প্রথম-মাত্রাৰ অৱকল সমীকৰণৰ অখণ্ড বক্ৰ (integral curve)ৰ সংজ্ঞা দিয়া।

- (d) Write the general form of a Bernoulli differential equation.

এটা বাৰ্ণলী অৱকল সমীকৰণৰ সাধাৰণ ৰূপটো লিখা।

- (e) Find the integrating factor of the linear differential equation

$$\frac{dy}{dx} + \frac{3y}{x} = 6x^2$$

বৈখিক অৱকল সমীকৰণ $\frac{dy}{dx} + \frac{3y}{x} = 6x^2$ ৰ

অনুকলন গুণক উলিওৱা।

- (f) Evaluate :

নিৰ্ণয় কৰা :

$$W(e^x, e^{-x})$$

- (g) Write down the UC set of the UC function $x^n e^{ax}$.

$x^n e^{ax}$ UC ফলনটোৰ UC সংহতিটো লিখা।

- (h) Define an exact differential equation.

এটা যথার্থ অৱকল সমীকৰণৰ সংজ্ঞা দিয়া।

2. Answer any six of the following questions :

2×6=12

তলত দিয়া প্রশ্নবোৰৰ যি কোনো ছয়টাৰ উত্তৰ কৰা :

- (a) For certain values of the constant m the function f defined by $f(x) = e^{mx}$ is a solution of the differential equation

$$\frac{d^3y}{dx^3} - 4\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} + 6y = 0$$

Determine all such values of m .

ধ্ৰুৱক m ৰ কিছুমান মানৰ বাবে $f(x) = e^{mx}$ ফলনটো

$$\frac{d^3y}{dx^3} - 4\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{dy}{dx} + 6y = 0$$

অৱকল সমীকৰণটোৰ এটা সমাধান হয়। m ৰ তেনেকুৱা সকলো মান নিৰ্ণয় কৰা।

- (b) Examine whether or not, the differential equation $(3x^2y + 2)dx - (x^3 + y)dy = 0$ is exact.

$$(3x^2y + 2)dx - (x^3 + y)dy = 0$$

অৱকল

সমীকৰণটো যথার্থ হয় নে নহয় পৰীক্ষা কৰা।

- (c) Find the general solution of

সাধাৰণ সমাধান উলিওৱা

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 2\frac{dy}{dx} - 3y = 0$$

- (d) Transform the equation

$$(x^2 - 3y^2)dx + 2xydy = 0$$

to a separable equation by appropriate change of variables.

যথাযথ চলক পৰিৱৰ্তন কৰি

$$(x^2 - 3y^2)dx + 2xydy = 0$$

অৱকল সমীকৰণটোক এটা পৃথকীকৰণীয় সমীকৰণলৈ ৰূপান্তৰ কৰা।

- (e) Show that the functions
- e^{-x}
- ,
- e^{3x}
- and
- e^{4x}
- are linearly independent.

দেখুওৱা যে e^{-x} , e^{3x} আৰু e^{4x} ফলনকেইটা বৈধিকভাৱে স্বতন্ত্ৰ।

- (f) For the differential equation

$$(4x + 3y^2)dx + 2xydy = 0$$

find an integrating factor of the form x^n , where n is a positive integer, so that the equation becomes exact.

$(4x + 3y^2)dx + 2xydy = 0$ অৱকল সমীকৰণটোৰ বাবে x^n আকাৰৰ এটা অনুকলন গুণক উলিওৱা, য'ত n এটা ধনাত্মক অখণ্ড সংখ্যা, যাতে সমীকৰণটো যথার্থ হয়।

- (g) The roots of the auxiliary equation corresponding to a certain 8th order homogeneous linear differential equation with constant coefficients are

$$4, 4, 4, 4, 2+3i, 2-3i, 2+3i, 2-3i$$

Write the general solution.

ধ্ৰুৱক সহগবিশিষ্ট এটা ৪তম মাত্ৰাৰ সমঘাতিক বৈধিক অৱকল সমীকৰণৰ সহায়ক সমীকৰণটোৰ মূলবোৰ হ'ল

$$4, 4, 4, 4, 2+3i, 2-3i, 2+3i, 2-3i$$

সমীকৰণটোৰ সাধাৰণ সমাধান লিখা।

- (h) Given that a particular integral of

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 5\frac{dy}{dx} + 6y = 1$$

is $y = \frac{1}{6}$ and a particular integral of

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 5\frac{dy}{dx} + 6y = x \text{ is } y = \frac{x}{6} + \frac{5}{36}.$$
 Then

find the particular integral of

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 5\frac{dy}{dx} + 6y = 2 - 12x$$

(6)

দিয়া আছে যে অৱকল সমীকৰণ

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 5\frac{dy}{dx} + 6y = 1$$

বিশেষ অনুকল $y = \frac{1}{6}$ আৰু অৱকল সমীকৰণ

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 5\frac{dy}{dx} + 6y = x$$

$$y = \frac{x}{6} + \frac{5}{36}$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} - 5\frac{dy}{dx} + 6y = 2 - 12x$$

বিশেষ অনুকল উলিওৱা।

- (i) Show that every function f defined by $f(x) = 2 + ce^{-2x^2}$, where c is an arbitrary constant, is a solution of the differential equation

$$\frac{dy}{dx} + 4xy = 8x$$

দেখুওৱা যে $f(x) = 2 + ce^{-2x^2}$ ৰে সংজ্ঞাবদ্ধ সকলোবোৰ ফলন f , য'ত c এটা যি কোনো ধ্ৰুৱক হয়,

$$\frac{dy}{dx} + 4xy = 8x$$

অৱকল সমীকৰণটোৰ এটা সমাধান হয়।

(7)

- (i) The general solution of a second-order homogeneous differential equation with constant coefficients is

$$y = c_1 e^x + c_2 x e^x$$

Construct the equation.

এটা দ্বিঘাতৰ ধ্ৰুৱক সহগবিশিষ্ট সমমাত্ৰিক অৱকল সমীকৰণৰ সাধাৰণ সমাধান হ'ল

$$y = c_1 e^x + c_2 x e^x$$

সমীকৰণটো সাজি উলিওৱা।

3. Answer any four of the following questions :

$$5 \times 4 = 20$$

তলত দিয়া প্ৰশ্নবোৰৰ যি কোনো চাৰিটাৰ উত্তৰ কৰা :

- (a) Show that $5x^2y^2 - 2x^3y^2 = 1$ is an implicit solution of the differential equation

$$x \frac{dy}{dx} + y = x^3y^3$$

on the interval $0 < x < \frac{5}{2}$.

দেখুওৱা যে $0 < x < \frac{5}{2}$ অন্তৰালত

$$5x^2y^2 - 2x^3y^2 = 1$$

টো $x \frac{dy}{dx} + y = x^3y^3$ অৱকল সমীকৰণৰ এটা অন্তৰ্নিহিত সমাধান হয়।

- (b) Determine the constant A such that the equation

$$(x^2 + 3xy)dx + (Ax^2 + 4y)dy = 0$$

is exact. Then solve the exact equation.

$$1+4=5$$

$(x^2 + 3xy)dx + (Ax^2 + 4y)dy = 0$ অরকল
সমীকরণটো যথার্থ হোৱাকৈ A ৰ মান উলিওৱা। যথার্থ
সমীকরণটো সমাধান কৰা।

- (c) Solve the Bernoulli equation :
বাৰ্ণলী সমীকরণটো সমাধান কৰা :

$$x \frac{dy}{dx} + y = -2x^6 y^4$$

- (d) Solve the initial value problem :
প্রাৰম্ভিক মানযুক্ত সমস্যাটো সমাধান কৰা :

$$(x^2 + 1) \frac{dy}{dx} + 4xy = x, \quad y(2) = 1$$

- (e) Given that $y = x$ is a solution of

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - 4x \frac{dy}{dx} + 4y = 0$$

Find a linearly independent solution by reducing the order.

$$x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - 4x \frac{dy}{dx} + 4y = 0 \text{ অরকল সমীকরণটোৰ}$$

$y = x$ এটা সমাধান হয়। সমীকরণটোৰ মাত্ৰা হ্ৰাস কৰি
আনটো বৈখিকভাবে স্বতন্ত্ৰ সমাধান উলিওৱা।

- (f) Solve the Cauchy-Euler equation :

কচি-ইউলাৰ সমীকরণটো সমাধান কৰা :

$$3x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - 4x \frac{dy}{dx} + 2y = 0$$

- (g) Solve the following initial value problem using method of undetermined coefficients :

অনিৰ্ণেয় সহগ পদ্ধতিৰে তলত দিয়া প্রাৰম্ভিক মানযুক্ত
সমীকরণটো সমাধান কৰা :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} - 4 \frac{dy}{dx} + 3y = 9x^2 + 4, \quad y(0) = 6, \quad y'(0) = 8$$

- (h) Show that the function f defined by
 $f(x) = (2x^2 + 2e^{3x} + 3)e^{-2x}$ satisfies the
differential equation

$$\frac{dy}{dx} + 2y = 6e^x + 4xe^{-2x}$$

and also the condition $f(0) = 5$.

দেখুওৱা যে, $f(x) = (2x^2 + 2e^{3x} + 3)e^{-2x}$ ৰে
সংজ্ঞাবদ্ধ f ফলনটোৰে অরকল সমীকরণ

$$\frac{dy}{dx} + 2y = 6e^x + 4xe^{-2x} \text{ ক}$$

সিদ্ধ কৰে আৰু লগতে $f(0) = 5$ চৰ্তও সিদ্ধ কৰে।

4. Answer any two of the following questions :

$$10 \times 2 = 20$$

তলত দিয়া প্রশ্নবোৰৰ যি কোনো দুটাৰ উত্তৰ কৰা :

(a) Show that the linear differential equation

$$\frac{dy}{dx} + P(x)y = Q(x)$$

has an integrating factor of the form $e^{\int P(x)dx}$ and a one-parameter family of solution

$$ye^{\int P(x)dx} = \int e^{\int P(x)dx} Q(x) dx + C$$

দেখুওৱা যে বৈধিক অৱকল সমীকৰণ

$$\frac{dy}{dx} + P(x)y = Q(x)$$

এটা $e^{\int P(x)dx}$ আকৃতিৰ অনুকলন গুণক থাকে আৰু লগতে সমীকৰণটোৰ এটা একক প্ৰাচলযুক্ত সমাধানৰ পৰিয়াল হ'ল

$$ye^{\int P(x)dx} = \int e^{\int P(x)dx} Q(x) dx + C$$

(b) Solve by transforming to homogeneous equation :

সমমাত্ৰিক সমীকৰণলৈ ৰূপান্তৰ কৰি সমাধান কৰা :

$$(x - 2y + 1) dx + (4x - 3y - 6) dy = 0$$

(c) Consider the following differential equation :

$$x^2 \frac{d^2y}{dx^2} - 2x \frac{dy}{dx} + 2y = 0$$

(i) Show that x and x^2 are linearly independent solutions of this equation on the interval $0 < x < \infty$.

(ii) Write the general solution of the equation.

(iii) Find the solution that satisfies the conditions $y(1) = 3$, $y'(1) = 2$. Explain why this solution is unique. $4+1+5=10$

তলত দিয়া অৱকল সমীকৰণটো লোৱা :

$$x^2 \frac{d^2y}{dx^2} - 2x \frac{dy}{dx} + 2y = 0$$

(i) দেখুওৱা যে $0 < x < \infty$ অন্তৰালত x আৰু x^2 সমীকৰণটোৰ দুটা বৈধিকভাৱে স্বতন্ত্ৰ সমাধান।

(ii) সমীকৰণটোৰ সাধাৰণ সমাধান লিখা।

(iii) $y(1) = 3$, $y'(1) = 2$ চৰ্ত দুটা সিদ্ধ কৰা সমাধানটো উলিওৱা। এই সমাধানটো কিয় একক, ব্যাখ্যা কৰা।

- (d) Find the general solution using method of undetermined coefficients

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{d^2 y}{dx^2} = 3x^2 + 4 \sin x - 2 \cos x$$

অনিৰ্ণেয় সহগ পদ্ধতিৰে সাধাৰণ সমাধান উলিওৱা

$$\frac{d^4 y}{dx^4} + \frac{d^2 y}{dx^2} = 3x^2 + 4 \sin x - 2 \cos x$$

- (e) Solve by the method of variation of parameters

প্ৰাচলৰ তাবতম্য পদ্ধতিৰে সমাধান কৰা

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + y = \cot x$$

★ ★ ★