

CHỦ ĐỀ 6: PHƯƠNG TRÌNH LÔGARIT

A – KIẾN THỨC CHUNG

1. Định nghĩa

- Phương trình lôgarit là phương trình có chứa ẩn số trong biểu thức dưới dấu lôgarit.

2. Phương trình và bất phương trình lôgarit cơ bản: cho $a, b > 0, a \neq 1$

- Phương trình lôgarit cơ bản có dạng: $\log_a f(x) = b$

3. Phương pháp giải phương trình và bất phương trình lôgarit

- Đưa về cùng cơ số

$$\log_a f(x) = \log_a g(x) \Leftrightarrow \begin{cases} f(x) > 0 \\ f(x) = g(x) \end{cases}, \text{ với mọi } 0 < a \neq 1$$

- Đặt ẩn phụ
- Mũ hóa
- Phương pháp hàm số và đánh giá

B – BÀI TẬP TRẮC NGHIỆM

PHƯƠNG TRÌNH CƠ BẢN

Câu 1: Cho hàm số $f(x) = \log_3(x^2 - 2x)$. Tập nghiệm S của phương trình $f'(x) = 0$ là:

- A. $S = \emptyset$. B. $S = \{1 + \sqrt{2}; 1 - \sqrt{2}\}$. C. $S = \{0; 2\}$. D. $S = \{1\}$.

Câu 2: Tìm tập nghiệm S của phương trình $\log_4(x-2) = 2$.

- A. $S = \{16\}$. B. $S = \{18\}$. C. $S = \{10\}$. D. $S = \{14\}$.

Câu 3: Tìm nghiệm của phương trình $\log_2(x-1) = 3$.

- A. $x = 9$. B. $x = 7$. C. $x = 8$. D. $x = 10$.

Câu 4: Tìm số nghiệm thực của phương trình $\log_{x+1}(2x^3 + 2x^2 - 3x + 1) = 3$.

- A. 0. B. 1. C. 2. D. 3.

Câu 5: Phương trình $\log_{\sqrt{2}}(x^2 - 2)^2 = 8$ có tất cả bao nhiêu nghiệm thực?

- A. 2. B. 3. C. 4. D. 8.

Câu 6: Số nghiệm của phương trình $\log(x-1)^2 = 2$.

- A. 2. B. 1. C. 0. D. một số khác.

Câu 7: Số nghiệm của phương trình $\log_2(2^x - 1) = -2$ bằng

- A. 0. B. 1. C. 2. D. 3.

Câu 8: Số nghiệm của phương trình $\log_2[x(x-1)] = 1$ là

- A. 1. B. 3. C. 2. D. 0.

Câu 9: Gọi x_1, x_2 là 2 nghiệm của phương trình $\log_2[x(x+3)] = 1$. Khi đó $x_1 + x_2$ bằng:

- A. -3. B. -2. C. $\sqrt{17}$. D. $\frac{-3 + \sqrt{17}}{2}$.

Câu 10: Gọi x_1, x_2 là nghiệm của phương trình $\log_2[x(x-1)] = 1$. Khi đó tích $x_1 \cdot x_2$ bằng:

A. -2.

B. 1.

C. -1.

D. 2.

Câu 11: Điều kiện xác định của phương trình $\log_9 \frac{2x}{x+1} = \frac{1}{2}$ là:

A. $x \in (-1; +\infty)$.B. $x \in \mathbb{R} \setminus [-1; 0]$.C. $x \in (-1; 0)$.D. $x \in (-\infty; 1)$.

Câu 12: Điều kiện xác định của phương trình $\log_{2x-3} 16 = 2$ là:

A. $x \in \mathbb{R} \setminus \left[\frac{3}{2}; 2\right]$.B. $x \neq 2$.C. $\frac{3}{2} < x \neq 2$.D. $x > \frac{3}{2}$.

Câu 13: Phương trình $\sqrt{1+\log_9 x} - \sqrt{3\log_9 x} = \log_3 x - 1$ có bao nhiêu nghiệm nguyên?

A. 0

B. 1

C. 2

D. 3

Câu 14: Cho hàm số $f(x) = \log_3(x^2 - 2x)$. Tập nghiệm S của phương trình $f''(x) = 0$ là:

A. $S = \emptyset$.B. $S = \{1 \pm \sqrt{2}\}$.C. $S = \{0; 2\}$.D. $S = \{1\}$.

Câu 15: Tích các nghiệm của phương trình $\log_2 x \cdot \log_4 x \cdot \log_8 x \cdot \log_{16} x = \frac{81}{24}$ là:

A. $\frac{1}{2}$.

B. 2.

C. 1.

D. 3.

Câu 16: Số nghiệm của phương trình $\log_2 x \cdot \log_3(2x-1) = 2\log_2 x$ là:

A. 2.

B. 0.

C. 1.

D. 3.

Câu 17: Điều kiện xác định của phương trình $\log_2(x - \sqrt{x^2 - 1}) \cdot \log_3(x + \sqrt{x^2 - 1}) = \log_6|x - \sqrt{x^2 - 1}|$ là:

A. $x \leq -1$.B. $x \geq 1$.C. $x > 0, x \neq 1$.D. $x \leq -1$ hoặc $x \geq 1$.

Câu 18: Điều kiện xác định của phương trình $\log_x(2x^2 - 7x - 12) = 2$ là:

A. $x \in (0; 1) \cup (1; +\infty)$.B. $x \in (-\infty; 0)$.C. $x \in (0; 1)$.D. $x \in (0; +\infty)$.

Câu 19: Cho a, b là các số nguyên dương thỏa mãn $\log_2(\log_{2^a}(\log_{2^b} 2^{1000})) = 0$. Giá trị lớn nhất của ab là:

A. 500.

B. 375.

C. 250.

D. 125.

Câu 20: Định điều kiện của m để: $\log_3 5; \log_m 2; \log_5 3$ tạo thành cấp số cộng (theo thứ tự).

A. $m = \frac{\log_3 5 + \log_5 3}{2}$ B. $m = 2 \cdot \frac{1}{\log_3 5 + \log_5 3}$ C. $m = 4^{\frac{1}{\log_3 5 + \log_5 3}}$ D. $m = 4^{\log_3 5 + \log_5 3}$

Câu 21: Tìm tập hợp tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $mx - \ln x = 0$ có hai nghiệm phân biệt thuộc khoảng $(2; 3)$.

A. $\left(\frac{\ln 2}{2}; \frac{\ln 3}{3}\right)$.B. $\left(-\infty; \frac{\ln 2}{2}\right) \cup \left(\frac{\ln 3}{3}; +\infty\right)$.C. $\left(\frac{\ln 2}{2}; \frac{1}{e}\right)$.D. $\left(\frac{\ln 3}{3}; \frac{1}{e}\right)$.

Câu 22: Tìm m để phương trình $|x^4 - 5x^2 + 4| = \log_2 m$ có 8 nghiệm phân biệt:

A. $0 < m < \sqrt[4]{2^9}$ B. Không có m C. $1 < m < \sqrt[4]{2^9}$ D. $-\sqrt[4]{2^9} < m < \sqrt[4]{2^9}$

Câu 23: Tìm m để phương trình $m \cdot \ln(1-x) - \ln x = m$ có nghiệm $x \in (0; 1)$.

A. $m \in (0; +\infty)$.B. $m \in (1; e)$.C. $m \in (-\infty; 0)$.D. $m \in (-\infty; -1)$.

Câu 24: Có bao nhiêu số nguyên m để phương trình $\ln(m+2\sin x + \ln(m+3\sin x)) = \sin x$ có nghiệm?

A. 3

B. 4

C. 5

D. 6

Câu 25: Gọi x, y là các số thực dương thỏa mãn điều kiện $\log_9 x = \log_6 y = \log_4 (x+y)$ và

$\frac{x}{y} = \frac{-a + \sqrt{b}}{2}$, với a, b là hai số nguyên dương. Tính ab .

A. $ab = 5$.

B. $ab = 1$.

C. $ab = 8$.

D. $ab = 4$

GV: ĐÀO PHƯƠNG THẢO

PHƯƠNG PHÁP ĐƯA VỀ CÙNG CƠ SỐ

Câu 26: Số nghiệm của phương trình $\log_2(x^2 - 3) - \log_2(6x - 10) + 1 = 0$ là:

- A. Vô nghiệm. B. 1. C. 2. D. 3.

Câu 27: Phương trình $\log_{\frac{1}{3}}(2^x + 1) + \log_3(4^x + 5) = 1$ có tập nghiệm là tập nào sau đây?

- A. $\{1; 2\}$. B. $\left\{3; \frac{1}{9}\right\}$. C. $\left\{\frac{1}{3}; 9\right\}$. D. $\{0; 1\}$.

Câu 28: Tập nghiệm của phương trình $\log_2(x^2 - 1) = \log_2(2x)$ là

- A. $\{1 + \sqrt{2}\}$. B. $\{2; 41\}$. C. $\{1 - \sqrt{2}; 1 + \sqrt{2}\}$. D. $\left\{\frac{1 + \sqrt{2}}{2}\right\}$.

Câu 29: Tìm tập nghiệm S của phương trình $\log_2(x^2 - 4x + 3) = \log_2(4x - 4)$

- A. $S = \{1; 7\}$. B. $S = \{7\}$.
C. $S = \{1\}$. D. $S = \{3; 7\}$.

Câu 30: Tập nghiệm của phương trình $\log(x^2 - x - 6) + x = \log(x + 2) + 4$ là

- A. $\{3\}$. B. $\{2\}$. C. $\{4\}$. D. $\{1\}$.

Câu 31: Giải phương trình $2\log_2(x^2 - x - 1) = \log_{\sqrt{2}}(x - 1)$.

- A. vô nghiệm. B. $x = 2$. C. $x = 0, x = 2$. D. $x = 3$.

Câu 32: Cho phương trình $\log_5(x^3 + 2) + \log_{\frac{1}{5}}(x^2 - 6) = 0$ (1). Mệnh đề nào dưới đây sai?

- A. $(1) \Leftrightarrow \begin{cases} x^3 + 2 > 0 \\ x^2 - 6 > 0 \\ x^3 - x^2 + 8 = 0 \end{cases}$. B. $(1) \Leftrightarrow \begin{cases} x^3 + 2 > 0 \\ x^3 - x^2 + 8 = 0 \end{cases}$.
C. $(1) \Leftrightarrow \begin{cases} x^2 - 6 > 0 \\ x^3 - x^2 + 8 = 0 \end{cases}$. D. $(1) \Leftrightarrow \begin{cases} (x^3 + 2)(x^2 - 6) > 0 \\ x^3 - x^2 + 8 = 0 \end{cases}$.

Câu 33: Số nghiệm của phương trình $\log_5(5x) - \log_{25}(5x) - 3 = 0$ là:

- A. 3. B. 4. C. 1. D. 2.

Câu 34: Số nghiệm của phương trình $\ln(x^2 - 6x + 7) = \ln(x - 3)$ là:

- A. 0. B. 2. C. 3. D. 1.

Câu 35: Gọi x_1, x_2 là 2 nghiệm của phương trình $\log_3(x^2 - x - 5) = \log_3(2x + 5)$.

• Khi đó $|x_1 - x_2|$ bằng:

- A. 5. B. 3. C. -2. D. 7.

Câu 36: Số nghiệm của phương trình $\log_4(x + 12) \cdot \log_x 2 = 1$ là:

- A. 0. B. 2. C. 3. D. 1.

Câu 37: Một bạn giải bất phương trình lôgarit $\log_5(x - 1)(x - 3)(x - 5) \leq \log_5(x - 3)(x - 5)$ (1) như sau:

Bước 1:

Điều kiện:

$$\begin{cases} (x - 1)(x - 3)(x - 5) > 0 \\ (x - 3)(x - 5) > 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \in (1; 3) \cup (5; +\infty) \\ x \in (-\infty; 3) \cup (5; +\infty) \end{cases} \Leftrightarrow x \in (1; 3) \cup (5; +\infty).$$

Bước 2:

Tập xác định: $D = (1; 3) \cup (5; +\infty)$.

Bước 3:

$$(1) \Leftrightarrow \log_5(x-1) + \log_5(x-3) + \log_5(x-5) \leq \log_5(x-3) + \log_5(x-5) \\ \Leftrightarrow \log_5(x-1) \leq 0 \Leftrightarrow x-1 \leq 1 \Leftrightarrow x \leq 2.$$

Bước 4:

Tập nghiệm của bất phương trình (1) là: $T = \emptyset$.

A. Bước 1.

B. Bước 2.

C. Bước 3.

D. Bước 4.

Câu 38: Số nghiệm của phương trình $\log_2(x+3) - 1 = \log_{\sqrt{2}} x$ là:

A. 1.

B. 3.

C. 0.

D. 2.

Câu 39: Trong giờ kiểm tra, một học sinh giải phương trình $2\log_2(x-1) + \log_2(x-2)^2 = 0$ bằng 3 bước như sau:

Bước 1: Điều kiện $\begin{cases} x-1 > 0 \\ (x-2)^2 > 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x > 1 \\ x \neq 2 \end{cases}$

Bước 2: Từ điều kiện trên phương trình trở thành

$$2\log_2(x-1) + 2\log_2(x-2) = 0 \Leftrightarrow 2\log_2[(x-1)(x-2)] = 0 \Leftrightarrow (x-1)(x-2) = 1$$

Bước 3: $\Leftrightarrow x^2 - 3x + 1 = 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x = \frac{3+\sqrt{5}}{2} \\ x = \frac{3-\sqrt{5}}{2} \end{cases}$. So với điều kiện nhận $x = \frac{3+\sqrt{5}}{2}$.

Hỏi học sinh trên làm sai ở bước nào?

A. Bước 1.

B. Bước 2.

C. Bước 3.

D. Không sai bước nào.

Câu 40: Giải phương trình $\log_4(x+1) + \log_4(x-3) = 3$.

A. $x = 1 \pm 2\sqrt{17}$.

B. $x = 1 + 2\sqrt{17}$.

C. $x = 33$.

D. $x = 5$.

Câu 41: Điều kiện xác định của phương trình $\log(x^2 - 6x + 7) + x - 5 = \log(x-3)$ là:

A. $x > 3 + \sqrt{2}$.

B. $x > 3$.

C. $\begin{cases} x > 3 + \sqrt{2} \\ x < 3 - \sqrt{2} \end{cases}$.

D. $x < 3 - \sqrt{2}$.

Câu 42: Điều kiện xác định của phương trình $\log_2(x-5) + \log_3(x+2) = 3$ là:

A. $x \geq 5$.

B. $x > -2$.

C. $-2 < x < 5$.

D. $x > 5$.

Câu 43: Điều kiện xác định của phương trình $\log_5(x-1) = \log_5 \frac{x}{x+1}$ là:

A. $x \in (1; +\infty)$.

B. $x \in (-1; 0)$.

C. $x \in \mathbb{R} \setminus [-1; 0]$.

D. $x \in (-\infty; 1)$.

Câu 44: Số nghiệm của phương trình $\log_4(\log_2 x) + \log_2(\log_4 x) = 2$ là:

A. 0.

B. 2.

C. 3.

D. 1.

Câu 45: Cho phương trình $\log_{\sqrt{3}}(x-2) = \log(\tan 1^\circ) + \log(\tan 2^\circ) + \log(\tan 3^\circ) + \dots + \log(\tan 89^\circ)$.

Giá trị x nào sau đây là nghiệm của phương trình trên?

A. $x > 2$

B. $x = 2 + \sqrt{3}$

C. $x = 5$

D. Đáp án khác.

Câu 46: Phương trình $\log_3(5x-3) + \log_{\frac{1}{3}}(x^2+1) = 0$ có 2 nghiệm x_1, x_2 trong đó $x_1 < x_2$. Giá trị của

$P = 2x_1 + 3x_2$ là

A. 5.

B. 14.

C. 3.

D. 13.

Câu 47: Số nghiệm của phương trình $\log_2(x^3+1) - \log_2(x^2-x+1) - 2\log_2 x = 0$ là:

- A. 0. B. 2. C. 3. D. 1.

Câu 48: Nghiệm nhỏ nhất của phương trình $-\log_{\sqrt{3}}(x-2) \cdot \log_5 x = 2\log_3(x-2)$ là:

- A. $\frac{1}{5}$. B. 3. C. 2. D. 1.

Câu 49: Phương trình sau có bao nhiêu nghiệm: $\log_4(x+1)^2 + 2 = \log_{\sqrt{2}}\sqrt{4-x} + \log_8(4+x)^3$

- A. 1 nghiệm B. 2 nghiệm C. 3 nghiệm D. Vô nghiệm

Câu 50: Tìm số nghiệm của phương trình $\log_3(x-1)^2 + \log_{\sqrt{3}}(2x-1) = 2$.

- A. 3. B. 2. C. 0. D. 1.

Câu 51: Với giá trị m bằng bao nhiêu thì phương trình $\log_{2+\sqrt{3}}(mx+3) + \log_{2-\sqrt{3}}(m^2+1) = 0$ có nghiệm bằng -1?

- A. $\begin{cases} m=1 \\ m=-1 \end{cases}$ B. $\begin{cases} m=1 \\ m=-2 \end{cases}$ C. $m < 3$ D. $m > 3$

Câu 52: Phương trình $\log_{a^3+2} 3 - \log_{4-a} 3 = 0$ có bao nhiêu nghiệm trên $\mathbb{R}$?

- A. 0 B. 1 C. 2 D. 3

Câu 53: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\log_3 x - \log_3(x-2) = \log_{\sqrt{3}} m$ có nghiệm?

- A. $m > 1$. B. $m \geq 1$. C. $m < 1$. D. $m \leq 1$.

Câu 54: Hai phương trình $2\log_5(3x-1)+1 = \log_{\frac{5}{3}}(2x+1)$ và $\log_2(x^2-2x-8) = 1 - \log_{\frac{1}{2}}(x+2)$ lần lượt có 2 nghiệm duy nhất là x_1, x_2 . Tổng $x_1 + x_2$ là?

- A. 8. B. 6. C. 4. D. 10.

Câu 55: Tổng các nghiệm của phương trình $1 + \log_2 \sqrt{(x+1)^3} = \log_2(-x^3 + 3x^2 + 3x)$ có dạng

$\frac{a+\sqrt{c}}{b} - b\sqrt{b} (a, b, c \in \mathbb{Q})$. Giá trị $a+b+c$ là:

- A. 9 B. 10 C. 11 D. 12

Câu 56: Tìm tất cả các giá trị của m để phương trình $\log_{\frac{3}{2}}|x-2| - \log_{\frac{2}{3}}(x+1) = m$ có ba nghiệm phân biệt.

- A. $m > 3$. B. $m < 2$. C. $m > 0$. D. $m = 2$.

Câu 57: Tìm tất cả các giá trị thực của m để phương trình $2\log_2|x| + \log_2|x+3| = m$ có ba nghiệm thực phân biệt.

- A. $m \in (0; 2)$. B. $m \in \{0; 2\}$. C. $m \in (-\infty; 2)$. D. $m \in \{2\}$.

Câu 58: Phương trình $\log_{\sqrt{2}}(mx-6x^3) + 2\log_{\frac{1}{2}}(-14x^2+29x-2) = 0$ có 3 nghiệm thực phân biệt khi:

- A. $m < 19$ B. $m > 39$ C. $19 < m < \frac{39}{2}$ D. $19 < m < 39$

Câu 59: Số các giá trị nguyên của tham số m để phương trình $\log_{\sqrt{2}}(x-1) = \log_2(mx-8)$ có hai nghiệm thực phân biệt là:

- A. 3. B. 4. C. 5. D. vô số.

Câu 60: Tìm m để phương trình $\log_2(mx-6x^3) + \log_{\frac{1}{2}}(-14x^2+29x-2) = 0$ có 3 nghiệm phân biệt:

- A. $19 < m < \frac{39}{2}$ B. $m < \frac{39}{2}$ C. $\frac{3}{38} < m < \frac{39}{2}$ D. Đáp án khác.

Câu 61: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình sau có hai nghiệm thực phân biệt:
 $\log_3(1-x^2) + \log_{\frac{1}{3}}(x+m-4) = 0$.

- A. $\frac{-1}{4} < m < 0$. B. $5 \leq m \leq \frac{21}{4}$. C. $5 < m < \frac{21}{4}$. D. $\frac{-1}{4} \leq m \leq 2$.

Câu 62: Cho các số thực dương x, y thay đổi thỏa mãn $\log(x+2y) = \log x + \log y$. Biết giá trị nhỏ nhất

của biểu thức $P = \sqrt[4]{e^{\frac{x^2}{1+2y}}} \cdot e^{\frac{y^2}{1+x}}$ là $e^{\frac{a}{b}}$ với a, b là các số nguyên dương và $\frac{a}{b}$ tối giản. Tính

$$S = a + b.$$

- A. $S = 3$. B. $S = 9$. C. $S = 13$. D. $S = 2$

Câu 63: Cho các số thực dương x, y thỏa mãn $\log_2 x + \log_2 y = \log_4(x+y)$. Tìm giá trị nhỏ nhất của biểu thức $S = x^2 + y^2$.

- A. $2\sqrt[3]{4}$. B. $2\sqrt{2}$. C. 4. D. $4\sqrt[3]{2}$.

Câu 64: Cho hai số thực x, y thỏa mãn $\log(x+3y) + \log(x-3y) = 1$. Tìm giá trị nhỏ nhất của biểu thức $S = x - |y|$.

- A. $\frac{4\sqrt{5}}{3}$. B. $\frac{2\sqrt{2}}{3}$. C. $\sqrt{10}$. D. 1.

PHƯƠNG PHÁP ĐẶT ẨN PHỤ

Câu 65: Phương trình $\log_x 2 + \log_2 x = \frac{5}{2}$.

- A. Có một nghiệm âm và một nghiệm dương. B. Vô nghiệm.
C. Có một nghiệm âm. D. Có hai nghiệm dương.

Câu 66: Nghiệm bé nhất của phương trình $\log_2^3 x - 2\log_2^2 x = \log_2 x - 2$ là:

- A. $x = 4$. B. $x = \frac{1}{4}$. C. $x = 2$. D. $x = \frac{1}{2}$.

Câu 67: Nếu đặt $t = \log_2 x$ thì phương trình $\frac{1}{5 - \log_2 x} + \frac{2}{1 + \log_2 x} = 1$ trở thành phương trình nào?

- A. $t^2 - 5t + 6 = 0$. B. $t^2 + 5t + 6 = 0$. C. $t^2 - 6t + 5 = 0$. D. $t^2 + 6t + 5 = 0$.

Câu 68: Nếu đặt $t = \log x$ thì phương trình $\log^2 x^3 - 20\log \sqrt{x} + 1 = 0$ trở thành phương trình nào?

- A. $9t^2 - 20\sqrt{t} + 1 = 0$. B. $3t^2 - 20t + 1 = 0$.
C. $9t^2 - 10t + 1 = 0$. D. $3t^2 - 10t + 1 = 0$.

Câu 69: Nếu đặt $t = \log_2 x$ thì phương trình $\log_2(4x) - \log_x 2 = 3$ trở thành phương trình nào?

- A. $t^2 - t - 1 = 0$. B. $4t^2 - 3t - 1 = 0$. C. $t + \frac{1}{t} = 1$. D. $2t - \frac{1}{t} = 3$.

Câu 70: Gọi x_1, x_2 là 2 nghiệm của phương trình $\frac{1}{4 + \log_2 x} + \frac{2}{2 - \log_2 x} = 1$. Khi đó $x_1 x_2$ bằng:

- A. $\frac{1}{2}$. B. $\frac{1}{8}$. C. $\frac{1}{4}$. D. $\frac{3}{4}$.

Câu 71: Phương trình $\frac{1}{4 - \ln x} + \frac{2}{2 + \ln x} = 1$ có tích các nghiệm là:

- A. e^3 . B. $\frac{1}{e}$. C. e . D. 2 .

Câu 72: Phương trình $\log_5^2(2x-1) - 8\log_5 \sqrt{2x-1} + 3 = 0$ có tập nghiệm là:

- A. $\{-1; -3\}$. B. $\{1; 3\}$. C. $\{3; 63\}$. D. $\{1; 2\}$.

Câu 73: Gọi x_1, x_2 là các nghiệm của phương trình $\log_2^2 x - 3\log_2 x + 2 = 0$. Giá trị của biểu thức $P = x_1^2 + x_2^2$ bằng bao nhiêu?

- A. 20. B. 5. C. 36. D. 25.

Câu 74: Tích các nghiệm của phương trình $\log_x(125x)\log_{25}^2 x = 1$ là

- A. $\frac{1}{125}$. B. 630. C. $\frac{7}{25}$. D. $\frac{630}{625}$.

Câu 75: Giả sử phương trình: $\log_5^2 x - 2\log_{25} x^2 - 3 = 0$ có hai nghiệm x_1, x_2 ($x_1 < x_2$). Khi đó giá trị biểu thức $P = 15x_1 + \frac{1}{5}x_2$ bằng:

- A. $\frac{1876}{625}$. B. 100. C. $\frac{28}{25}$. D. 28.

Câu 76: Gọi x_1, x_2 là các nghiệm của phương trình $(\log_{\frac{1}{3}} x)^2 - (\sqrt{3} + 1)\log_3 x - \sqrt{3} = 0$. Khi đó tích $x_1 x_2$ bằng

- A. $3^{\sqrt{3}+1}$. B. $3^{-\sqrt{3}}$. C. 3. D. $3^{\sqrt{3}}$.

- Câu 77:** Phương trình $\log_2^2(x+1) - 6\log_2 \sqrt{x+1} + 2 = 0$ có tổng các nghiệm là:
A. 18. **B.** 4. **C.** 3. **D.** 6.
- Câu 78:** Gọi x_1, x_2 là nghiệm của phương trình $\log_x 2 - \log_{16} x = 0$. Khi đó tích $x_1 \cdot x_2$ bằng:
A. -1. **B.** 1. **C.** 2. **D.** -2.
- Câu 79:** Nghiệm lớn nhất của phương trình $-\log^3 x + 2\log^2 x = 2 - \log x$ là:
A. 100. **B.** 2. **C.** 10. **D.** 1000.
- Câu 80:** Nếu đặt $t = \log_2(5^x - 1)$ thì phương trình $\log_2(5^x - 1) \cdot \log_4(2.5^x - 2) = 1$ trở thành phương trình nào?
A. $t^2 + t - 2 = 0$. **B.** $2t^2 = 1$. **C.** $t^2 - t - 2 = 0$. **D.** $t^2 = 1$.
- Câu 81:** Biết phương trình $4^{\log_9 x} - 6.2^{\log_9 x} + 2^{\log_3 27} = 0$ có hai nghiệm x_1, x_2 . Khi đó $x_1^2 + x_2^2$ bằng:
A. 6642. **B.** $\frac{82}{6561}$. **C.** 20. **D.** 90.
- Câu 82:** Biết phương trình $\frac{1}{\log_2 x} - \frac{1}{2}\log_2 x + \frac{7}{6} = 0$ có hai nghiệm x_1, x_2 . Khẳng định nào sau đây là đúng?
A. $x_1^3 + x_2^3 = \frac{2049}{4}$. **B.** $x_1^3 + x_2^3 = -\frac{2047}{4}$. **C.** $x_1^3 + x_2^3 = -\frac{2049}{4}$. **D.** $x_1^3 + x_2^3 = \frac{2047}{4}$.
- Câu 83:** Nghiệm nguyên của phương trình $\log_2(x - \sqrt{x^2 - 1}) \cdot \log_3(x + \sqrt{x^2 - 1}) = \log_6|x - \sqrt{x^2 - 1}|$ là:
A. $x = 1$. **B.** $x = -1$. **C.** $x = 2$. **D.** $x = 3$.
- Câu 84:** Nghiệm của phương trình $4^{\log_2 2x} - x^{\log_2 6} = 2.3^{\log_2 4x^2}$ có dạng $\frac{a}{b}$ tối giản, tính $a + b$
A. -1. **B.** 1. **C.** 5. **D.** 4.
- Câu 85:** Phương trình $9x^{\log_9 x} = x^2$ có bao nhiêu nghiệm?
A. 1. **B.** 0. **C.** 2. **D.** 3.
- Câu 86:** Tìm tất cả các giá trị của tham số m để phương trình $\log_2^2 x + 2\log_2 x - m = 0$ có nghiệm $x > 2$.
A. $m < -1$. **B.** $m \geq 3$. **C.** $m < 3$. **D.** $m > 3$.
- Câu 87:** Điều kiện cần và đủ của tham số m để phương trình $\log_2^2 x - (m-1)\log_2 x + 4 - m = 0$ có hai nghiệm phân biệt thuộc $[1; 4]$ là
A. $3 < m \leq 4$. **B.** $3 \leq m \leq \frac{10}{3}$. **C.** $\frac{10}{3} < m \leq 4$. **D.** $3 < m \leq \frac{10}{3}$.
- Câu 88:** Tìm tất cả các giá trị của tham số m để phương trình $\log_3^2 x - \log_3 x^2 + 2 - m = 0$ có nghiệm $x \in [1; 9]$.
A. $0 \leq m \leq 1$. **B.** $1 \leq m \leq 2$. **C.** $m \leq 1$. **D.** $m \geq 2$.
- Câu 89:** Tìm m để phương trình $\log_2^2 x - \log_2 x^2 + 3 = m$ có nghiệm $x \in [1; 8]$.
A. $3 \leq m \leq 6$. **B.** $6 \leq m \leq 9$. **C.** $2 \leq m \leq 6$. **D.** $2 \leq m \leq 3$.
- Câu 90:** Định m để phương trình: $\log_2^2 x + \log_2 x + 3 + m = 0$ có nghiệm $x \in (0; 1)$:
A. $m \leq \frac{1}{4}$ **B.** $m \leq -\frac{1}{2}$ **C.** $0 \leq m \leq \frac{1}{4}$ **D.** $m \leq -\frac{1}{2}$
- Câu 91:** Với giá trị nào của m thì: $\log_3^2 x + \sqrt{\log_3^2 x + 1} = 3m$ có nghiệm trên $[1; 3]$.

$$\begin{array}{ll} \text{A. } m \in (1 + \sqrt{2}; 1) & \text{B. } m \in \left[\frac{1 + \sqrt{2}}{3}; \frac{1}{3} \right] \\ \text{C. } m \in \left(-\infty; \frac{1}{3} \right] & \text{D. } m \in \left(\frac{1 + \sqrt{2}}{3}; 1 \right] \end{array}$$

Câu 92: Định điều kiện cho tham số m để: $\log_x m + \log_{mx} m + \log_{m^2x} m = 0$ có nghiệm.

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m > 0 & \text{B. } \begin{cases} m > 0 \\ m \neq 1 \end{cases} & \text{C. } m \neq 1 & \text{D. } m > 1 \end{array}$$

Câu 93: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\log_3^2 x - (m+2)\log_3 x + 3m-1=0$ có hai nghiệm x_1, x_2 thỏa mãn $x_1 \cdot x_2 = 27$?

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m = -2. & \text{B. } m = -1. & \text{C. } m = 1. & \text{D. } m = 2. \end{array}$$

Câu 94: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\log_3^2 x + 2\log_3 x + m - 1 = 0$ có nghiệm?

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m < 2. & \text{B. } m \leq 2. & \text{C. } m \geq 2. & \text{D. } m > 2. \end{array}$$

Câu 95: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\log_4^2 x + 3\log_4 x + 2m - 1 = 0$ có 2 nghiệm phân biệt?

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m < \frac{13}{8}. & \text{B. } m > \frac{13}{8}. & \text{C. } m \leq \frac{13}{8}. & \text{D. } 0 < m < \frac{13}{8}. \end{array}$$

Câu 96: Giả sử m là số thực sao cho phương trình $\log_3^2 x - (m+2)\log_3 x + 3m - 2 = 0$ có hai nghiệm x_1, x_2 thỏa mãn $x_1 \cdot x_2 = 9$. Khi đó m thỏa mãn tính chất nào sau đây?

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m \in (4; 6). & \text{B. } m \in (-1; 1). & \text{C. } m \in (3; 4). & \text{D. } m \in (1; 3). \end{array}$$

Câu 97: Số nghiệm của phương trình $\log_3 |x^2 - \sqrt{2}x| = \log_5 (x^2 - \sqrt{2}x + 2)$ là

$$\begin{array}{llll} \text{A. } 3. & \text{B. } 2. & \text{C. } 1. & \text{D. } 4. \end{array}$$

Câu 98: Tìm m để phương trình $\log_3^2 x - (m+2)\log_3 x + 3m - 1 = 0$ có hai nghiệm x_1, x_2 thỏa mãn $x_1 \cdot x_2 = 27$.

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m > 4 + 2\sqrt{2} & \text{B. } m = 1 & \text{C. } m = 3 & \text{D. } m = \frac{28}{3} \end{array}$$

Câu 99: Phương trình $\log_2 x \cdot \log_4 x \cdot \log_6 x = \log_2 x \cdot \log_4 x + \log_4 x \cdot \log_6 x + \log_2 x \cdot \log_6 x$ có tổng các nghiệm là

$$\begin{array}{llll} \text{A. } 1. & \text{B. } 12. & \text{C. } 13. & \text{D. } 49. \end{array}$$

Câu 100: Giá trị nào của m để phương trình $\log_3^2 x + \sqrt{\log_3^2 x + 1} - 2m - 1 = 0$ có ít nhất một nghiệm thuộc đoạn $[1, 3^{\sqrt{3}}]$.

$$\begin{array}{llll} \text{A. } 1 \leq m \leq 16. & \text{B. } 4 \leq m \leq 8. & \text{C. } 0 \leq m \leq 2. & \text{D. } 3 \leq m \leq 8. \end{array}$$

Câu 101: Phương trình $\log_3 (3^x - 1) \cdot \log_3 (3^{x+1} - 3) = 6$ có:

$$\begin{array}{ll} \text{A. } 2 \text{ nghiệm dương.} & \text{B. } 1 \text{ nghiệm dương.} \\ \text{C. } \text{Phương trình vô nghiệm} & \text{D. } 1 \text{ nghiệm kép.} \end{array}$$

Câu 102: Tìm tất cả giá trị của m để phương trình $\log_3^2 x - (m+2)\log_3 x + 3m - 1 = 0$ có hai nghiệm x_1, x_2 sao cho $x_1 \cdot x_2 = 27$.

$$\begin{array}{llll} \text{A. } m = 1. & \text{B. } m = \frac{4}{3}. & \text{C. } m = 25. & \text{D. } m = \frac{28}{3}. \end{array}$$

Câu 103: Biết rằng phương trình $(x-2)^{\log_2[4(x-2)]} = 4.(x-2)^3$ có hai nghiệm x_1, x_2 ($x_1 < x_2$). Tính $2x_1 - x_2$.

- A. 1. B. 3. C. -5. D. -1.

Câu 104: Tìm số nghiệm của phương trình: $\log_{2x-1}(2x^2+x-1) + \log_{x+1}(2x-1)^2 = 4$ (1).

- A. 0. B. 1. C. 2. D. 3.

Câu 105: Cho các số thực $a, b > 1$ và phương trình $\log_a(ax)\log_b(bx) = 2018$ có hai nghiệm phân biệt m

- A. $1 < a_0 < 2$. B. $e < a_0 < e^2$. C. $2 < a_0 < 3$. D. $e^2 < a_0 < e^3$.

Câu 106: Biết rằng khi m, n là các số dương khác 1, thay đổi thỏa mãn $m+n=2017$ thì phương trình $8\log_m x \cdot \log_n x - 7\log_m x - 6\log_n x - 2017 = 0$ luôn có hai nghiệm phân biệt a, b . Biết giá trị lớn nhất của $\ln(ab)$ là $\frac{3}{4}\ln\left(\frac{c}{13}\right) + \frac{7}{8}\ln\left(\frac{d}{13}\right)$ với c, d là các số nguyên dương. Tính $S = 2c + 3d$.

- A. $S = 2017$ B. $S = 66561$ C. $S = 64544$ D. $S = 26221$

Câu 107: Cho các số thực $a, b > 1$ và phương trình $\log_a(ax)\log_b(bx) = 2018$ có hai nghiệm phân biệt m và n . Tìm giá trị nhỏ nhất của biểu thức $P = (4a^2 + 9b^2)(36m^2n^2 + 1)$.

- A. 144 B. 72 C. 36 D. 288

Câu 108: Biết rằng khi m, n là các số nguyên dương thay đổi và lớn hơn 1 thì phương trình $8\log_m x \cdot \log_n x - 7\log_m x - 6\log_n x - 2017 = 0$ luôn có hai nghiệm phân biệt a, b . Tính $S = m + n$ để ab là một số nguyên dương nhỏ nhất.

- A. $S = \frac{500}{3}$. B. $S = \frac{700}{3}$. C. $S = \frac{650}{3}$. D. $S = 200$.

Câu 109: Cho hai số thực a, b lớn hơn 1 thay đổi thỏa mãn $a+b=10$. Gọi m, n là hai nghiệm của phương trình $(\log_a x)(\log_b x) - 2\log_a x - 3\log_b x - 1 = 0$. Tìm giá trị lớn nhất của biểu thức $S = mn$

- A. $\frac{16875}{16}$ B. $\frac{4000}{27}$ C. 15625 D. 3456

Câu 110: Cho hai số thực a, b lớn hơn 1 thay đổi thỏa mãn $a+b=10$. Gọi m, n là hai nghiệm của phương trình $(\log_a x)(\log_b x) - 2\log_a x - 3 = 0$. Tìm giá trị nhỏ nhất của biểu thức $S = mn$.

- A. $\frac{279}{4}$ B. 90 C. $\frac{81}{4}$ D. $\frac{45}{2}$

Câu 111: Cho ba số thực a, b, c thay đổi lớn hơn 1 thỏa mãn $a+b+c=100$. Gọi m, n là hai nghiệm của phương trình $(\log_a x)^2 - (1+2\log_a b + 3\log_a c)\log_a x - 1 = 0$. Tính $S = a + 2b + 3c$ khi mn đạt giá trị lớn nhất.

- A. $S = \frac{500}{3}$ B. $S = \frac{700}{3}$ C. $S = \frac{650}{3}$ D. $S = 200$

Câu 112: Xét các số thực dương a, b thỏa mãn $\log_2^2 a - 2\log_2 a + 2 + 2(\log_2 a - 1)\sin(\log_2 a + b) = 0$. Tìm giá trị nhỏ nhất của biểu thức $S = 2a + 3b$.

- A. $\frac{3\pi}{2} - 1$ B. $\frac{3\pi}{2} - 2$ C. $\pi - 1$ D. $\frac{9\pi}{2} + 2$

Câu 113: Cho a, b nguyên dương lớn hơn 1. Biết $11\log_a x \log_b x - 8\log_a x - 20\log_b x - 11 = 0$ có tích hai nghiệm là số tự nhiên nhỏ nhất. Tính $S = 2a + 3b$.

- A. $S = 28$ B. $S = 10$ C. $S = 22$ D. $S = 15$

Câu 114: Cho m và n là các số nguyên dương khác 1. Gọi P là tích các nghiệm của phương trình $8(\log_m x)(\log_n x) - 7\log_m x - 6\log_n x - 2017 = 0$. Khi P là một số nguyên, tìm tổng $m + n$ để P nhận giá trị nhỏ nhất?

- A. $m + n = 20$. B. $m + n = 48$. C. $m + n = 12$. D. $m + n = 24$.

Câu 115: Xét các số nguyên dương a, b sao cho phương trình $a\ln^2 x + b\ln x + 5 = 0$ có hai nghiệm phân biệt x_1, x_2 và phương trình $5\log^2 x + b\log x + a = 0$ có hai nghiệm phân biệt x_3, x_4 thỏa mãn $x_1 x_2 > x_3 x_4$. Tính giá trị nhỏ nhất $S_{\min}$ của $S = 2a + 3b$.

- A. $S_{\min} = 30$. B. $S_{\min} = 25$. C. $S_{\min} = 33$. D. $S_{\min} = 17$.

Câu 116: Tìm tập hợp tất cả các giá trị của tham số thực m để phương trình $(m-1)\log_{\frac{1}{2}}(x-2)^2 + 4(m-5)\log_{\frac{1}{2}}\frac{1}{x-2} + 4m - 4 = 0$ có nghiệm thực trong đoạn $\left[\frac{5}{4}; 4\right]$:

- A. $m < -3$. B. $-3 \leq m \leq \frac{7}{3}$.
C. $m > \frac{7}{3}$. D. $-3 < m < \frac{7}{3}$.

Câu 117: Tìm tập hợp tất cả các giá trị của tham số thực m để phương trình $\log_2(5^x - 1) \cdot \log_4(2 \cdot 5^x - 2) = m$ có nghiệm $x \geq 1$.

- A. $\left[\frac{1}{2}; +\infty\right)$. B. $\left[-\frac{1}{4}; +\infty\right)$. C. $[1; +\infty)$. D. $[3; +\infty)$.

Câu 118: Tìm giá trị của tham số m để phương trình $\log_2^2 x + \sqrt{\log_2^2 x + 1} - 2m - 5 = 0$ có nghiệm trên đoạn $[1; 2^{\sqrt{3}}]$.

- A. $m \in (-\infty; -2] \cup [0; +\infty)$. B. $[-2; +\infty)$.
C. $m \in (-\infty; 0)$. D. $m \in [-2; 0]$.

Câu 119: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\sqrt{\log_2^2 x + \log_{\frac{1}{2}} x^2 - 3} = m(\log_4 x^2 - 3)$ có nghiệm thuộc $[32; +\infty)$?

- A. $m \in (1; \sqrt{3}]$. B. $m \in [1; \sqrt{3})$. C. $m \in [-1; \sqrt{3})$. D. $m \in (-\sqrt{3}; 1]$.

Câu 120: Tìm m để phương trình: $(m-1)\log_{\frac{1}{2}}(x-2)^2 + 4(m-5)\log_{\frac{1}{2}}\frac{1}{x-2} + 4m - 4 = 0$ có nghiệm trên $\left[\frac{5}{2}, 4\right]$

- A. $-3 \leq m \leq \frac{7}{3}$. B. $m \in \emptyset$. C. $m \in \emptyset$. D. $-3 < m \leq \frac{7}{3}$.

Câu 121: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\sqrt{\log_2^2 x + \log_{\frac{1}{2}} x^2 - 3} = m(\log_4 x^2 - 3)$ có nghiệm thuộc $[32; +\infty)$?

- A. $m \in (1; \sqrt{3}]$. B. $m \in [1; \sqrt{3})$. C. $m \in [-1; \sqrt{3})$. D. $m \in (-\sqrt{3}; 1]$.

Câu 122: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\log_2(5^x - 1) \cdot \log_4(2 \cdot 5^x - 2) = m$ có nghiệm $x \geq 1$?

- A. $m \in [2; +\infty)$. B. $m \in [3; +\infty)$. C. $m \in (-\infty; 2]$. D. $m \in (-\infty; 3]$.

Câu 123: Tìm tất cả các giá trị thực của tham số m để phương trình $\log_3^2 x + \sqrt{\log_3^2 x + 1} - 2m - 1 = 0$ có ít nhất một nghiệm thuộc đoạn $[1; 3^{\sqrt{3}}]$?

- A. $m \in [0; 2]$. B. $m \in (0; 2)$. C. $m \in (0; 2]$. D. $m \in [0; 2)$.

Câu 124: Cho phương trình $4\log_9^2 x + m\log_{\frac{1}{3}} x + \frac{1}{6}\log_{\frac{1}{\sqrt{3}}} x + m - \frac{2}{9} = 0$ (m là tham số). Tìm m để phương trình có hai nghiệm x_1, x_2 thỏa mãn $x_1 \cdot x_2 = 3$. Mệnh đề nào sau đây đúng?

- A. $1 < m < 2$. B. $3 < m < 4$. C. $0 < m < \frac{3}{2}$. D. $2 < m < 3$.

PHƯƠNG PHÁP MŨ HÓA

Câu 125: Phương trình $\log_2(4 - 2^x) = 2 - x$ tương đương với phương trình nào sau đây?

- A. $4 - 2^x = 2 - x$ B. $4 - 2^x = 2^{2-x}$ C. $(2^x)^2 - 4 \cdot 2^x + 4 = 0$ D. Cả 3 đáp án trên đều sai.

Câu 126: Tìm tất cả các giá trị của m để phương trình $\log_5(25^x - \log_5 m) = x$ có nghiệm duy nhất.

- A. $m = \frac{1}{\sqrt[4]{5}}$. B. $m = 1$. C. $\begin{cases} m \geq 1 \\ m = \frac{1}{\sqrt[4]{5}} \end{cases}$. D. $m \geq 1$.

Câu 127: Cho x thỏa mãn phương trình $\log_2\left(\frac{5 \cdot 2^x - 8}{2^x + 2}\right) = 3 - x$. Giá trị của biểu thức $P = x^{\log_2 4^x}$ là

- A. $P = 4$ B. $P = 1$ C. $P = 8$ D. $P = 2$

Câu 128: Phương trình $\log_2(3 \cdot 2^x - 1) = 2x + 1$ có bao nhiêu nghiệm?

- A. 1. B. 2. C. 3. D. 0.

Câu 129: Số nghiệm nguyên dương của phương trình $\log_2(4^x + 4) = x - \log_2(2^{x+1} - 3)$ là:

- A. 2. B. 1. C. 3. D. 0.

Câu 130: Cho phương trình $4 \cdot 5^{\log(100x^2)} + 25 \cdot 4^{\log(10x)} = 29 \cdot 10^{1+\log x}$. Gọi a và b lần lượt là 2 nghiệm của phương trình. Khi đó tích ab bằng:

- A. 0. B. 1. C. $\frac{1}{100}$. D. $\frac{1}{10}$.

Câu 131: Với giá trị nào của m thì phương trình $\log_2(4^x + 2m^3) = x$ có 2 nghiệm phân biệt?

- A. $m < \frac{1}{2}$ B. $m > -\sqrt[3]{\frac{4^x}{2}}$ C. $0 < m < \frac{1}{2}$ D. $m > 0$

PHƯƠNG PHÁP HÀM SỐ, ĐÁNH GIÁ

Câu 132: Số nghiệm của phương trình $\log_3 |x^2 - \sqrt{2}x| = \log_5 (x^2 - \sqrt{2}x + 2)$ là

- A. 3. B. 2. C. 1. D. 4.

Câu 133: Cho phương trình $2\log_3(\cot x) = \log_2(\cos x)$. Phương trình này có bao nhiêu nghiệm trên khoảng $\left(\frac{\pi}{6}; \frac{9\pi}{2}\right)$

- A. 4 B. 3 C. 2 D. 1

Câu 134: Phương trình $\log_3(x^2 + x + 1) = x(2 - x) + \log_3 x$ có bao nhiêu nghiệm

- A. 1 nghiệm B. 2 nghiệm C. 3 nghiệm D. Vô nghiệm

Câu 135: Cho phương trình $\log_3 \frac{x^2 - 2x + 1}{x} + x^2 + 1 = 3x$ có tổng tất cả các nghiệm bằng

- A. 5. B. 3. C. $\sqrt{5}$. D. 2.

Câu 136: Phương trình: $\ln(x^2 + x + 1) - \ln(2x^2 + 1) = x^2 - x$ có tổng bình phương các nghiệm bằng:

- A. 5. B. 1. C. 9. D. 25.

Câu 137: Tổng tất cả các giá trị của m để phương trình $2^{(x-1)^2} \cdot \log_2(x^2 - 2x + 3) = 4^{|x-m|} \cdot \log_2(2|x-m| + 2)$ có đúng ba nghiệm phân biệt là:

- A. 4 B. 2 C. 0 D. 3

Câu 138: Tập hợp các giá trị của m để phương trình $m \cdot \ln(1 - 2^x) - x = m$ có nghiệm thuộc $(-\infty; 0)$ là

- A. $(\ln 2; +\infty)$. B. $(0; +\infty)$. C. $(1; e)$. D. $(-\infty; 0)$.

Câu 139: Tìm tất cả các giá trị của tham số m để phương trình $x - \frac{2}{\log_3(x+1)} = m$ có hai nghiệm phân biệt.

- A. $-1 < m \neq 0$. B. $m > -1$. C. Không tồn tại m . D. $-1 < m < 0$.

Câu 140: Biết phương trình $\log_5 \frac{2\sqrt{x} + 1}{x} = 2\log_3 \left(\frac{\sqrt{x}}{2} - \frac{1}{2\sqrt{x}} \right)$ có nghiệm duy nhất $x = a + b\sqrt{2}$ trong đó a, b là các số nguyên. Tính $a + b$?

- A. 5 B. -1 C. 1 D. 2

GV: ĐÀO PHƯƠNG THẢO