

§1: HÀM SỐ

Dạng toán 1: Tìm tập xác định của hàm số.

⇒ Phương pháp

❶ Cho $f(x), g(x), h(x)$ là đa thức.

$$\clubsuit y = \frac{f(x)}{g(x)} \quad \text{Điều kiện: } g(x) \neq 0$$

$$\clubsuit y = \sqrt{f(x)} \quad \text{Điều kiện: } f(x) \geq 0$$

$$\clubsuit y = \frac{f(x)}{\sqrt{g(x)}} \quad \text{Điều kiện: } g(x) > 0$$

$$\clubsuit y = \frac{f(x)}{g(x)\sqrt{h(x)}} \quad \text{Điều kiện: } \begin{cases} g(x) \neq 0 \\ h(x) > 0 \end{cases}$$

❷ Lưu ý:

$$\text{📖 } |f(x)| + |g(x)| \neq 0 \Leftrightarrow \begin{cases} f(x) \neq 0 \\ g(x) \neq 0 \end{cases}$$

$$\text{📖 } |f(x)| - |g(x)| \neq 0 \Leftrightarrow \begin{cases} f(x) \neq g(x) \\ f(x) \neq -g(x) \end{cases}$$

$$\text{📖 } f(x) \cdot g(x) \neq 0 \Leftrightarrow \begin{cases} f(x) \neq 0 \\ g(x) \neq 0 \end{cases}$$



Ví dụ minh họa

Ví dụ 1

Tìm tập xác định của hàm số.

a) $y = 2x + 2021$

b) $y = \frac{x-1}{5-2x}$

c) $y = \frac{x}{x^2 - 3x + 2}$

d) $y = \frac{1+x}{(x-2) \cdot (x^2 - 4x + 3)}$

Lời giải

a) TXĐ: $D = R$

b) Điều kiện: $5 - 2x \neq 0 \Leftrightarrow x \neq \frac{5}{2}$. Vậy TXĐ: $D = R \setminus \left\{ \frac{5}{2} \right\}$.

c) Điều kiện: $x^2 - 3x + 2 \neq 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x \neq 1 \\ x \neq 2 \end{cases}$. Vậy TXĐ: $D = \mathbb{R} \setminus \{1; 2\}$.

d) Điều kiện: $(x-2) \cdot (x^2 - 4x + 3) \neq 0 \Leftrightarrow \begin{cases} x-2 \neq 0 \\ x^2 - 4x + 3 \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \neq 2 \\ x \neq 1 \\ x \neq 3 \end{cases}$.

Vậy TXĐ: $D = \mathbb{R} \setminus \{1; 2; 3\}$.

Ví dụ 2

Tìm tập xác định của hàm số.

a) $y = \sqrt{2x+3}$

b) $y = \sqrt{4-x} + \sqrt{x+1}$

c) $y = \frac{x-3}{\sqrt{x-1}}$

Lời giải

a) Điều kiện: $2x+3 \geq 0 \Leftrightarrow x \geq -\frac{3}{2}$. Vậy TXĐ: $D = \left[-\frac{3}{2}; +\infty\right)$.

b) Điều kiện: $\begin{cases} 4-x \geq 0 \\ x+1 \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \leq 4 \\ x \geq -1 \end{cases} \Leftrightarrow -1 \leq x \leq 4$.

Vậy TXĐ: $D = [-1; 4]$.

c) Điều kiện: $x-1 > 0 \Leftrightarrow x > 1$.

Vậy TXĐ: $D = (1; +\infty)$

Ví dụ 3

Tìm tập xác định của các hàm số sau.

a) $y = \sqrt{x-1} + \frac{2021}{x-3}$

b) $y = \frac{x+4}{\sqrt{2-x}} + \frac{7}{3x-9}$

c) $y = \frac{1}{(x-5) \cdot \sqrt{x+2}}$

d) $y = \sqrt{x+3} - 2\sqrt{x+2}$

Lời giải

a) Điều kiện: $\begin{cases} x-1 \geq 0 \\ x-3 \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \geq 1 \\ x \neq 3 \end{cases}$. Vậy TXĐ: $D = [1; +\infty) \setminus \{3\}$.

b) Điều kiện: $\begin{cases} 2-x > 0 \\ 3x-9 \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x < 2 \\ x \neq 3 \end{cases} \Leftrightarrow x < 2. \text{ Vậy TXĐ: } D = (-\infty; 2).$

c) Điều kiện: $\begin{cases} x+2 > 0 \\ x-5 \neq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x > -2 \\ x \neq 5 \end{cases}. \text{ Vậy TXĐ: } D = (-2; +\infty) \setminus \{5\}.$

d) Điều kiện: $\begin{cases} x+3-2\sqrt{x+2} \geq 0 \\ x+2 \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x+2-2\sqrt{x+2}.1+1 \geq 0 \\ x \geq -2 \end{cases}$

(lưu ý: $(a-b)^2 = a^2 - 2.a.b + b^2; a = \sqrt{x+2}, b = 1$)

$\Leftrightarrow \begin{cases} (\sqrt{x+2}-1)^2 \geq 0 \text{ (đúng } \forall x \geq -2) \\ x \geq -2 \end{cases} \Leftrightarrow x \geq -2. \text{ Vậy TXĐ: } D = [-2; +\infty).$

Ví dụ 4

Định m để hàm số $y = \frac{2x+1}{x^2-6x+m-2}$ có tập xác định là R.

Lời giải

Cách 1: đưa ycbt về dạng: $f^2(x) + h(m) \neq 0, \forall x \in R \Leftrightarrow h(m) > 0.$

Điều kiện: $x^2 - 6x + m - 2 \neq 0 \Leftrightarrow x^2 - 2.x.3 + 3^2 - 3^2 + m - 2 \neq 0$
 $\Leftrightarrow (x-3)^2 + m - 11 \neq 0$

ycbt $\Leftrightarrow (x-3)^2 + m - 11 \neq 0, \forall x \in R \Leftrightarrow m - 11 > 0 \Leftrightarrow m > 11$

Vậy: $m > 11$ thỏa ycbt.

Cách 2: ycbt $\Leftrightarrow g(x) \neq 0, \forall x \in R \Leftrightarrow g(x) = 0$, vô nghiệm $\Leftrightarrow \begin{cases} a \neq 0 \\ \Delta < 0 \end{cases}.$

Ycbt $\Leftrightarrow x^2 - 6x + m - 2 \neq 0, \forall x \in R \Leftrightarrow x^2 - 6x + m - 2 = 0$, vô nghiệm.

$\Leftrightarrow \begin{cases} a \neq 0 \\ \Delta < 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1 \neq 0 \text{ (đ)} \\ 11 - m < 0 \end{cases} \Leftrightarrow m > 11.$

Vậy: $m > 11$ thỏa ycbt.



Bài tập tự luyện

Bài 1) Tìm tập xác định của các hàm số sau:

a) $y = -x^2 + 2x - 3$

b) $y = x - 5$

c) $y = |x|$

d) $y = |x^2 - 1| - x + 2$

Bài 2) Tìm tập xác định của các hàm số sau:

a) $y = \frac{x^2 - 2}{-2x + 3}$

b) $y = \frac{|4x - 2|}{x^2 - 3x + 2}$

c) $y = \frac{5x - 1}{9x^4 - 6x^3 + x^2}$

d) $y = \frac{x}{3x - 1} - \frac{4x + 1}{x^2 + 3x}$

Bài 3) Tìm tập xác định của các hàm số sau:

a) $y = \sqrt{2x + 1}$

b) $y = \sqrt{-3 + x} + x^2$

c) $y = \sqrt{2 - x} + \sqrt{x + 2}$

d) $y = \sqrt{x - 3} - \sqrt{2x - 3}$

Bài 4) Tìm tập xác định của các hàm số sau:

a) $y = \frac{x + 1}{\sqrt{1 - x}}$

b) $y = \frac{2x - 5}{\sqrt{-x - 3}}$

c) $y = \frac{1}{\sqrt{x + 3}} + \frac{2}{\sqrt{6 - x}}$

d) $y = \frac{x^2 - 3}{\sqrt{x + 3}} + \frac{|x|}{\sqrt{x}}$

e) $y = \sqrt{x + 6} + \frac{x^2 - 1}{\sqrt{4x - 1}}$

f) $y = \frac{3 - 2x}{\sqrt{9 - 3x}} - \sqrt{20 - 5x}$

Bài 5) Tìm tập xác định của các hàm số sau:

a) $y = \frac{x + \sqrt{-x + 2}}{x + 1}$

b) $y = \frac{\sqrt{x - 2}}{x^2 + 5x + 6}$

c) $y = \frac{2x + 9}{(x^2 - 4)\sqrt{x + 3}}$

d) $y = \frac{2020x}{(x - 1)(\sqrt{2x + 4})}$

e) $y = \frac{-9}{\sqrt{x - 3}} + \frac{1}{x^2 - 5x}$

f) $y = \frac{\sqrt{x - 2} + \sqrt{3 - x}}{x^2 - 5x + 4}$

g) $y = \frac{\sqrt{2x^2 - 5x + 7}}{\sqrt{x^2 + x + 1} - \sqrt{3}}$

h) $y = \frac{\sqrt{9 - x^2} - \sqrt{5 - x + 4\sqrt{1 - x}}}{\sqrt{x^4 - 2x^2 + 3}}$

Bài 6) Tìm tập xác định của các hàm số sau:

a) $y = \sqrt{x + 4 + 2\sqrt{x + 3}}$

b) $y = \frac{\sqrt{2x - 3}}{(x^2 - 3x + 2)\sqrt{7 - x}}$

c) $y = \frac{\sqrt{5 - x} + \sqrt{x + 3}}{1 - \sqrt{x + 2}}$

d) $y = \frac{\sqrt{4x^2 + 4x + 1}}{\sqrt{-x} - x}$

e) $y = \frac{\sqrt{-4 - 3x}}{|5x + 7| - 4} + \frac{4x^2 - x}{|x - 1| + |1 - x|}$

f) $y = \frac{x + 2020}{\sqrt{x - 1} + |x^2 - 1|}$

$$g) y = \frac{2020}{\sqrt{9-x|x|}} + \sqrt{\frac{2021}{(x+1)^2(x+2)}}$$

$$h) y = \frac{\sqrt{x^2-1}}{|2x+1|+|2x-1|}$$

Bài 7) Định m để hàm số xác định trên tập chỉ ra.

a) $y = \frac{3x+1}{x^2-2mx+4}$, trên $D = \mathbb{R}$.

b) $y = \sqrt{x^2+4x+3m}$, trên $D = \mathbb{R}$.

c) $y = \frac{\sqrt[3]{x^4+x^3+x^2+2020}}{\sqrt{x^2-10x+m^2}}$, trên $D = \mathbb{R}$.

d) $y = \frac{\sqrt{3x^2-2x+1}-\sqrt{4x^2+4mx+25}}{\sqrt{x^2-8mx+17m^2-5m-14}}$, trên $D = \mathbb{R}$.

e) $y = \sqrt{2x-3m+4} + \frac{x-m}{x+m-1}$, trên $D = (0; +\infty)$.

f) $y = \frac{x+2m}{x-m+1}$, trên $D = (-1; 0)$.

g) $y = \frac{1}{\sqrt{x-m}} + \sqrt{-x+2m+6}$, trên $D = (-1; 0)$.

h) $y = \sqrt{2x+m+1} + \frac{1}{x-m}$, trên $D = (1; +\infty)$.

i) $y = \sqrt{x-m} + \sqrt{2x-m-1}$, trên $D = (0; +\infty)$.

Bài 8) Tìm m để hàm số $y = \sqrt{x-m} + \sqrt{2m+1-m}$ xác định trên khoảng có độ dài bằng 2.

Dạng toán 2: Sự biến thiên của hàm số.



Phương pháp

☐ **Đồng biến:** x tăng thì y tăng (đồ thị đi lên).

☐ **Nghịch biến:** x tăng thì y giảm (đồ thị đi xuống).

Các bước xét sự biến thiên của hàm số xác định trên khoảng K:

Bước 1: $\forall x_1, x_2 \in K$ và $x_1 \neq x_2$

Bước 2: Lập tỉ số $A = \frac{f(x_1) - f(x_2)}{x_1 - x_2} = g(x)$.

Nếu $A = g(x) > 0 \Rightarrow$ hàm số đồng biến.

Nếu $A = g(x) < 0 \Rightarrow$ hàm số nghịch biến

Xét sự biến thiên của các hàm số sau.

a) $y = f(x) = 7x - 5$ trên TXĐ.

b) $y = f(x) = 4 - 3x$ trên $\mathbb{R}$.

Dạng toán 3: Xét tính chẵn lẻ của hàm số.**Phương pháp****❶ Phương pháp xét tính chẵn, lẻ của hàm số $y = f(x)$:**

- ☐ Tìm tập xác định D .
- ☐ TXĐ D là tập đối xứng ($\forall x \in D \Rightarrow -x \in D$).
- ☐ Tính $f(-x)$.
 - ✓ $f(-x) = f(x), \forall x \in D$: Vậy hàm số chẵn trên D .
 - ✓ $f(-x) = -f(x), \forall x \in D$: Vậy hàm số lẻ trên D .
 - ✓ $f(-x) \neq \pm f(x), \forall x \in D$. Ta chỉ ra $x_0 \in D$ sao cho $f(-x_0) \neq \pm f(x_0)$: Suy ra hàm số không chẵn, không lẻ.

❷ Chú ý:♣ Nếu D không là tập đối xứng: ta chỉ ra $x_0 \in D$ mà $-x_0 \notin D$.

Vậy: hàm số không chẵn, không lẻ.

♣ Một số tập đối xứng: $\mathbb{R}, \mathbb{R} \setminus \{0\}, \mathbb{R} \setminus \{\pm a\}, \mathbb{R} \setminus \{0; \pm a\}, [-a; a], [-a; a] \setminus \{0\}, [-a; a] \setminus \{\pm b\}, [-a; a] \setminus \{0, \pm b\}, (-a; a), (-a; a) \setminus \{0\}, (-a; a) \setminus \{\pm b\}, \dots$ **Ví dụ minh họa****Ví dụ 1**

Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

a) $f(x) = 2x^4 - x^2 + 1$

b) $f(x) = -x^3 + 5x$

♦ **Lưu ý:** $(-x)^n = x^n$ nếu n chẵn; $(-x)^n = -x^n$ nếu n lẻ với $n \in \mathbb{N}^*$.**Lời giải**

a) $f(x) = 2x^4 - x^2 + 1$

- TXĐ: $D = \mathbb{R}$ là tập đối xứng.
- $\forall x \in D, f(-x) = 2(-x)^4 - (-x)^2 + 1 = 2x^4 - x^2 + 1 = f(x)$
- Vậy: hàm số $f(x)$ là hàm số chẵn trên D .

$$\text{b)} f(x) = -x^3 + 5x$$

- TXĐ: $D = R$ là tập đối xứng.
- $\forall x \in D, f(-x) = -(-x)^3 + 5(-x) = x^3 - 5x = -(-x^3 + 5x) = -f(x)$
- Vậy: hàm số $f(x)$ là hàm số lẻ trên D .

Ví dụ 2

Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

$$\text{a)} f(x) = |x - 9| - |x + 9|$$

$$\text{b)} f(x) = \frac{|x - 8| + |x + 8|}{|x| - 3}$$

◆ Lưu ý: $|B - A| = |-(A - B)| = |A - B|$; $|-A| = |A|$; $B - A = -(A - B)$.

$|A| = B$ nếu $B \geq 0$; $|A| = -B$ nếu $B < 0$

Lời giải

$$\text{a)} f(x) = |x - 9| - |x + 9|$$

- TXĐ: $D = R$ là tập đối xứng.
- $\forall x \in D, f(-x) = |-x - 9| - |-x + 9| = |-(x + 9)| - |-(x - 9)|$
 $= |x + 9| - |x - 9|$
 $= -(|x - 9| - |x + 9|)$
 $= -f(x)$
- Vậy: hàm số $f(x)$ là hàm số lẻ trên D .

$$\text{b)} f(x) = \frac{|x - 8| + |x + 8|}{|x| - 3}$$

- Điều kiện: $|x| - 3 \neq 0 \Leftrightarrow |x| \neq 3 \Leftrightarrow x \neq \pm 3$.
- Txđ $D = R \setminus \{\pm 3\}$ là tập đối xứng.
- $\forall x \in D, f(-x) = \frac{|-x - 8| + |-x + 8|}{|-x| - 3} = \frac{|-(x + 8)| + |-(x - 8)|}{|x| - 3}$
 $= \frac{|x + 8| + |x - 8|}{|x| - 3} = f(x)$

- Vậy: hàm số $f(x)$ là hàm số chẵn trên D.

Ví dụ 3

Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

a) $f(x) = \sqrt{1-2x} - \sqrt{1+2x}$

b) $f(x) = \frac{\sqrt{3-x} + \sqrt{3+x}}{|x|+1}$

◆ **Lưu ý:** điều kiện của căn bậc hai và mẫu.

Lời giải

a) $f(x) = \sqrt{1-2x} - \sqrt{1+2x}$

– Điều kiện: $\begin{cases} 1-2x \geq 0 \\ 1+2x \geq 0 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \leq \frac{1}{2} \\ x \geq -\frac{1}{2} \end{cases} \Leftrightarrow -\frac{1}{2} \leq x \leq \frac{1}{2}.$

– Txđ $D = \left[-\frac{1}{2}; \frac{1}{2}\right]$ là tập đối xứng.

– $\forall x \in D, f(-x) = \sqrt{1-2(-x)} - \sqrt{1+2(-x)} = \sqrt{1+2x} - \sqrt{1-2x}$
 $= -(\sqrt{1-2x} - \sqrt{1+2x}) = -f(x)$

- Vậy: hàm số $f(x)$ là hàm số lẻ trên D.

b) $f(x) = \frac{\sqrt{3-x} + \sqrt{3+x}}{|x|+1}$

– Điều kiện: $\begin{cases} 3-x \geq 0 \\ 3+x \geq 0 \\ |x|+1 \neq 0(\text{đ}) \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x \leq 3 \\ x \geq -3 \end{cases} \Leftrightarrow -3 \leq x \leq 3.$

– Txđ $D = [-3; 3]$ là tập đối xứng.

– $\forall x \in D, f(-x) = \frac{\sqrt{3-(-x)} + \sqrt{3+(-x)}}{|-x|+1}$
 $= \frac{\sqrt{3+x} + \sqrt{3-x}}{|x|+1} = f(x)$

- Vậy: hàm số $f(x)$ là hàm số chẵn trên D.

Ví dụ 4

Tìm m để hàm số $f(x) = 5x^3 + (m^2 - 2\sqrt{m^2 + 1} - 2)x^2 - (m + 4)x$ là hàm số lẻ.

Lời giải

– TXĐ: $D = R$ là tập đối xứng.

– ycbt $\Leftrightarrow f(-x) = -f(x), \forall x \in R$.

$$\begin{aligned} &\Leftrightarrow -5x^3 + (m^2 - 2\sqrt{m^2 + 1} - 2)x^2 + (m + 4)x \\ &= -5x^3 - (m^2 - 2\sqrt{m^2 + 1} - 2)x^2 + (m + 4)x, \forall x \in R. \end{aligned}$$

$$\Leftrightarrow 2(m^2 - 2\sqrt{m^2 + 1} - 2)x^2 = 0, \forall x \in R.$$

$$\Leftrightarrow m^2 - 2\sqrt{m^2 + 1} - 2 = 0 \Leftrightarrow (m^2 + 1 - 2\sqrt{m^2 + 1} \cdot 1 + 1) - 4 = 0 \Leftrightarrow (\sqrt{m^2 + 1} - 1)^2 = 4$$

$$\Leftrightarrow \sqrt{m^2 + 1} - 1 = \pm 2 \Leftrightarrow \begin{cases} \sqrt{m^2 + 1} = 3 \\ \sqrt{m^2 + 1} = -1 \text{ (ptvn)} \end{cases} \Leftrightarrow m^2 + 1 = 9 \Leftrightarrow m = \pm 2\sqrt{2}$$



Bài tập tự luyện

Bài 1) Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

a) $f(x) = 3x^4 - x^2 + 1$

b) $f(x) = -x^6 + 4x^4 + x^2 - 1$

c) $f(x) = x^5 + 4x^3 - x$

d) $f(x) = -9x^7 - x^5 + 3x$

Bài 2) Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

a) $f(x) = \frac{3x^4 - x^2 + 2}{4 - x^2}$

b) $f(x) = \frac{-x^4 + 5x^2 + 2021}{x}$

c) $f(x) = \frac{2x^3 + 5}{x^2 - 1}$

d) $f(x) = \frac{x - 5x^3}{-x}$

Bài 3) Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

a) $f(x) = |x + 1| - |x - 1|$

b) $f(x) = |2 - x| - |2 + x|$

c) $f(x) = |2x - 1| + |2x + 1|$

d) $f(x) = |1 - 4x| + |1 + 4x|$

e) $f(x) = (x - 3)^4 + (x + 3)^4$

f) $f(x) = (3x + 1)^6 - (3x - 1)^6$

g) $f(x) = (x - 5)^3 - (x + 5)^3$

h) $f(x) = (6x + 1)^5 + (6x - 1)^5$

Bài 4) Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

$$\text{a) } f(x) = \frac{5x^2 + |x| + 2021}{|x| - 1}$$

$$\text{c) } f(x) = \frac{|x^2 + 1|}{x^2 - 2|x| - 3}$$

$$\text{e) } f(x) = \frac{|4x+2| + |4x-2|}{|3x| - 27}$$

$$\text{g) } f(x) = \frac{|x+6| - |x-6|}{|x-1| + |x+1|}$$

$$\text{b) } f(x) = \frac{|x| - 2021}{x^2 - 9}$$

$$\text{d) } f(x) = \frac{|6-x| - |6+x|}{|2x| + 2020}$$

$$\text{f) } f(x) = \frac{|8-x| - |8+x|}{|x|}$$

$$\text{h) } f(x) = \frac{|4-x| - |4+x|}{|x-2| - |x+2|}$$

Bài 5) Xét tính chẵn lẻ của các hàm số sau:

$$\text{a) } f(x) = \sqrt{4-x} + \sqrt{4+x}$$

$$\text{c) } f(x) = \frac{\sqrt{2-x} - \sqrt{2+x}}{-x}$$

$$\text{e) } f(x) = \frac{\sqrt{1-x} - \sqrt{1+x}}{|2x| - 16}$$

$$\text{g) } f(x) = \frac{\sqrt{9-3x} + \sqrt{9+3x}}{x}$$

$$\text{i) } f(x) = \frac{\sqrt{4x+8} - \sqrt{8-4x}}{-x^2}$$

$$\text{k) } f(x) = \frac{\sqrt{16+4x} - \sqrt{16-4x}}{\sqrt{1-x^2}}$$

$$\text{b) } f(x) = \sqrt{1-2x} - \sqrt{1+2x}$$

$$\text{d) } f(x) = \frac{\sqrt{1-x} + \sqrt{1+x}}{-x^2 + 4}$$

$$\text{f) } f(x) = \frac{\sqrt{5-x} + \sqrt{5+x}}{-x^3 + x}$$

$$\text{h) } f(x) = \frac{\sqrt{3-x} - \sqrt{3+x}}{\sqrt{x^2 + 16}}$$

$$\text{j) } f(x) = \frac{\sqrt{x^4 + 8x^2 + 16}}{|x+2| - |x-2|}$$

$$\text{l) } f(x) = \frac{2021}{\sqrt{5-2x}} - \frac{2021}{\sqrt{5+2x}}$$

Bài 6) Tìm m để hàm số :

$$\text{a) } f(x) = mx^3 - (m^2 + 2m - 3)x^2 + 2019x \text{ có đồ thị nhận tâm O làm tâm đối xứng.}$$

$$\text{b) } f(x) = x^4 - m(m-1)x^3 + x^2 + mx + m^2 \text{ có đồ thị nhận trục tung làm trục đối xứng.}$$

$$\text{c) } f(x) = |3x+2m| + |3x-2m| + 2x^2 + (|m^2-3m| + |m^2-9|)x \text{ là hàm số chẵn.}$$

$$\text{d) } f(x) = (m^2 - 5|m| + 6)x^4 + 3x^3 - (m-1)x^2 + 2019m \text{ là hàm số lẻ.}$$

$$\text{e) } f(x) = (m^2 - 3m)x^4 - 2019x^3 - (m^2 + 2m - 15)x^2 + mx \text{ nhận gốc tọa độ làm tâm đối xứng.}$$