اگرچه نیت خوبی است زیستن ...
اما خوشا که دست به تصمیم بهتری بزنیم !

ریاضی ۲

پایه ی یازدهم «رشته ی علوم تجربی»

فصل۵ : توابع نمایی و لگاریتمی

درس اوّل : تعمیم توان رسانی

آشنایی با مفهوم تابع نمایی به عنوان یکی از انواع توابع در ریاضیات ، برای درک و فهم بسیاری مفاهیم دیگر در ریاضیات و فیزیک و از جمله شدت زلزله، شدت صدا، قدمت یک شیء و ... لازم و ضروری است. در اینجا ضمن یادآوری آن موضوعات تکمیلی دیگری را معرفی می کنیم.

قسمت اوّل : یادآوری قوانین توان رسانی و ریشه گیری

در سال های قبل ، با توان های طبیعی، صحیح و گویای اعداد حقیقی و قوانین آنها آشنا شده ایـد. در اینجـا چند رابطه در مورد توان و ریشه گیری را جهت یادآوری معرفی می کنیم.

۱ : توان صفر

$$\begin{cases} a^{\circ} = ۱ \\ a \neq ۰ \end{cases}$$

مثال: $۵^{\circ} = ۱$

***

۲ : توان یک

$$a^{۱} = a$$

مثال: $۵^{۱} = ۵$

***

۳ : توان منفی

$$\begin{cases} a^{-n} = \frac{۱}{a^{n}} \\ a \neq ۰ \end{cases}$$

مثال: $۵^{-۳} = \frac{۱}{۵^{۳}}$

***

۴ : توان کسری

$$\sqrt[n]{a^{m}} = a^{\frac{m}{n}}$$

اگر n زوج باشد، باید $a \geq ۰$ باشد.

مثال: $۵^{\frac{۲}{۳}} = \sqrt[۳]{۵^{۲}}$

***

۵ : توان توان

$$(a^m)^n = a^{m.n}$$

مثال: $(۵^۳)^۲ = ۵^{۳\times۲} = ۵^۶$

***

۶ : ضرب اعداد تواندار با پایه های مساوی

$$a^m \times a^n = a^{m+n}$$

مثال: $۵^۷ \times ۵^۲ = ۵^{۷+۲} = ۵^۹$

***

۷ : ضرب اعداد تواندار با توان های مساوی

$$a^m \times b^m = (ab)^m$$

مثال: $۵^۷ \times ۶^۷ = ۳۰^۷$

***

۸ : تقسیم اعداد تواندار با پایه های مساوی

$$a^m \div a^n = a^{m-n}$$

مثال: $۵^۷ \div ۵^۳ = ۵^{۷-۳} = ۵^۴$

***

۹ : تقسیم اعداد تواندار با توان های مساوی

$$a^m \div b^m = (\frac{a}{b})^m$$

مثال: $۱۵^۷ \div ۵^۷ = ۳^۷$

***

۱۰ : هرگاه دو عدد تواندار مساوی،پایه های مساوی داشته باشند، توان های آنها نیز مساویند.

$$\begin{cases} a^m = a^n \rightarrow m = n \\ a \neq ۰,۱,-۱ \end{cases}$$

مثال: $۵^x = ۵^۳ \rightarrow x = ۳$

***

تمرین ۱ : در تساوی های مقابل مقدار x را حساب کنید.

الف) $2^x = 32$

ب) $3^x \times 3^4 = 243$

ج) $9^x = 27$

د) $3^{x-1} = \frac{1}{81}$

حل:

الف) $2^x = 32 \to 2^x = 2^5 \to x = 5$

ب) $3^x \times 3^4 = 243 \to 3^{x+4} = 3^5 \to x + 4 = 5 \to x = 1$

ج) $9^x = 27 \to (3^2)^x = 3^3 \to 3^{2x} = 3^3 \to 2x = 3 \to x = \frac{3}{2}$

د) $3^{x-1} = \frac{1}{81} \to 3^{x-1} = \frac{1}{3^4} \to 3^{x-1} = 3^{-4} \to x - 1 = -4 \to x = -4 + 1 = -3$

تمرین برای حل :

۲ : معادله های زیر را حل کنید.

الف) $3^{2x-3} = 81$

ب) $4^{2x-1} = 8^{x+1}$

پ) $5^{3n-1} = 125^{2n+1}$

ت) $2^{3n-2} = \frac{1}{32}$

ث) $9^x = 3^{x^2-4x}$

ج) $9^{3y-3} = 27^{y+1}$

ح) $(\frac{3}{5})^{x+1} = \frac{25}{9}$

خ) $4^{3x+2} = \frac{1}{64^3}$

❋❋❋

قسمت دوّم : تعمیم قوانین توان رسانی

قوانین توان رسانی برای توان های حقیقی نیز برقرارند. اگر b و a دو عدد حقیقی مثبت و مخالف یـک و y و x دو عدد حقیقی باشند، آنگاه داریم.

۱) $a^{\circ}=۱$

۲) $a^{۱}=a$

۳) $a^{-x}=\frac{۱}{a^{x}}$

۴) $(a^{x})^{y}=a^{xy}$

۵) $a^{x}\times a^{y}=a^{x+y}$

۶) $\frac{a^{x}}{a^{y}}=a^{x-y}$

۷) $a^{x}\times b^{x}=(ab)^{x}$

۸) $\frac{a^{x}}{b^{x}}=(\frac{a}{b})^{x}$

۹) $a^{x}=a^{y}\rightarrow x=y$

تمرین۳ : حاصل عبارت $\frac{۴^{\sqrt{۳}}\times ۲^{\sqrt{۷۵}}}{۲^{\sqrt{۱۲}}\times ۸^{\sqrt{۳}}}$ را به ساده ترین شکل بنویسید.

حل :

$$\frac{۴^{\sqrt{۳}}\times ۲^{\sqrt{۷۵}}}{۲^{\sqrt{۱۲}}\times ۸^{\sqrt{۳}}}=\frac{۲^{۲\sqrt{۳}}\times ۲^{۵\sqrt{۳}}}{۲^{۲\sqrt{۳}}\times ۲^{۳\sqrt{۳}}}=\frac{۲^{۷\sqrt{۳}}}{۲^{۵\sqrt{۳}}}=۲^{۲\sqrt{۳}}$$

تمرین۴ : حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

۱) $((\sqrt{۲})^{\sqrt{۳}})^{\sqrt{۱۲}}=$

۲) $((\sqrt{۱۰})^{۲-\sqrt{۳}})^{۲+\sqrt{۳}}=$

۳) $((\sqrt[۳]{۵})^{۳-\sqrt{۳}})^{۳+\sqrt{۳}}=$

۴)$(\sqrt{۳}-\sqrt{۲})^{\sqrt{۲}+۱}(\sqrt{۳}+\sqrt{۲})^{\frac{۱}{\sqrt{۲}-۱}}=$

۵) $(۲-\sqrt[۳]{۷})^{\pi+۱}(۴+۲\sqrt[۳]{۷}+\sqrt[۳]{۴۹})^{\pi+۱}=$

تمرین۵ : مقدار x را از معادله‌ی زیر به دست آورید.

$$x^{\sqrt{۲}}+۱=۵$$

حل :

$$x^{\sqrt{۲}}+۱=۵ \to x^{\sqrt{۲}}=۴ \to (x^{\sqrt{۲}})^{\sqrt{۲}}=(۴)^{\sqrt{۲}} \to x^{۲}=۲^{۲\sqrt{۲}} \to x=۲^{\sqrt{۲}}$$

***

درس دوّم : لگاریتم و معادلات لگاریتمی

جان نپر ریاضیدان اسکاتلندی(تولد۱۵۵۰ و وفات ۱۶۱۷) مفهوم لگاریتم را پایه گذاری کرد. لگاریتم برای ساده کردن محاسبات ابداع شد و به عنوان بزرگترین پیشرفت علم حساب در قرن های ۱۶ و ۱۷ محسوب می شود. در این درس مفهوم لگاریتم را معرفی می کنیم و با خواص آن آشنا می شویم.

قسمت اوّل : مفهوم لگاریتم

لگاریتم عدد مثبت b در مبنای عدد مثبت و مخالف یک a ، عددی مانند x است که اگر a به توان x برسد، حاصل برابر b می شود.

$$\log_a^b = x \leftrightarrow a^x = b$$
$$\begin{cases} a,b > ۰ \\ a \neq ۱ \end{cases}$$

برای مثال: $۲^۳ = ۸ \to \log_۲^۸ = ۳$

((نماد $\log_b^a$ را بخوانید، لگاریتم a در مبنای b))

تمرین ۱ : تساوی های زیر را به صورت لگاریتم بنویسید.

الف) $۷^۳ = ۳۴۳$ ب) $۲^{-۳} = \frac{۱}{۸}$ ج) $\sqrt[۳]{۶۴} = ۴$

حل:

الف) $۷^۳ = ۳۴۳ \to \log_۷^{۳۴۳} = ۳$

ب) $۲^{-۳} = \frac{۱}{۸} \to \log_۲^{\frac{۱}{۸}} = -۳$

ج) $\sqrt[۳]{۶۴} = ۴ \to ۶۴^{\frac{۱}{۳}} = ۴ \to \log_{۶۴}^۴ = \frac{۱}{۳}$

تمرین ۲ : تساوی های زیر را به صورت توانی بنویسید.

الف) $\log_۲^{۶۴} = ۶$ ب) $\log_۲^{\sqrt{۸}} = \frac{۳}{۲}$ ج) $\log_{۱۰}^{۰/۰۰۱} = -۳$

حل:

الف) $\log_{۲}^{۶۴} = ۶ \rightarrow ۲^{۶} = ۶۴$

ب) $\log_{۲}^{\sqrt{۸}} = \frac{۳}{۲} \rightarrow ۲^{\frac{۳}{۲}} = \sqrt{۸}$

ج) $\log_{۱۰}^{۰/۰۰۱} = -۳ \rightarrow ۱۰^{-۳} = ۰/۰۰۱$

تمرین۳ : در هر مورد مقدار x را پیدا کنید.

الف) $\log_{۳}^{۸۱} = x$ ب) $\log_{۲}^{x} = ۳$ ج) $\log_{x}^{۶۴} = ۲$

حل:

الف) $\log_{۳}^{۸۱} = x \rightarrow ۳^{x} = ۸۱ \rightarrow ۳^{x} = ۳^{۴} \rightarrow x = ۴$

ب) $\log_{۲}^{x} = ۳ \rightarrow ۲^{۳} = x \rightarrow x = ۸$

ج) $\log_{x}^{۶۴} = ۲ \rightarrow x^{۲} = ۶۴ \rightarrow x = \sqrt{۶۴} \rightarrow x = ۸$

تمرین۴ : مقدار x را از تساوی زیر محاسبه کنید.

$$\log_{۷}^{۴۹} = ۲x - ۱$$

حل:

$$\log_{۷}^{۴۹} = ۲x - ۱ \rightarrow ۷^{۲x-۱} = ۴۹ \rightarrow ۷^{۲x-۱} = ۷^{۲} \rightarrow ۲x - ۱ = ۲ \rightarrow ۲x = ۳ \rightarrow x = \frac{۳}{۲}$$

تمرین۵ : لگاریتم های زیر را محاسبه کنید.

الف) $\log_{۲}^{۲۵۶}$ ج) $\log_{۷}^{۷}$

ب) $\log_{۴}^{۲۵۶}$ د) $\log_{۳}^{۱}$

حل:

الف) $\log_{۲}^{۲۵۶} = x \rightarrow ۲^{x} = ۲۵۶ \rightarrow ۲^{x} = ۲^{۸} \rightarrow x = ۸$

ب) $\log_{۴}^{۲۵۶} = y \rightarrow ۴^{y} = ۲۵۶ \rightarrow ۴^{y} = ۴^{۴} \rightarrow y = ۴$

ج) $\log_{۷}^{۷} = z \rightarrow ۷^{z} = ۷ \rightarrow ۷^{z} = ۷^{۱} \rightarrow z = ۱$

د) $\log_{۳}^{۱} = t \rightarrow ۳^{t} = ۱ \rightarrow ۳^{t} = ۳^{\circ} \rightarrow t = \circ$

نتیجه:

۱ : لگاریتم هر عدد مثبت و مخالف یک در مبنای خودش برابر یک است.

$$\begin{cases} \log_{a}^{a} = ۱ \\ a > ۰ , a \neq ۱ \end{cases}$$

۲ : لگاریتم یک در هر مبنای مثبت و مخالف یک صفر است.

$$\begin{cases} \log_{a}^{۱} = ۰ \\ a > ۰ , a \neq ۱ \end{cases}$$

تمرین۶ : نشان دهید که تساوی زیر درست است.

$$\log_{۶}^{۴} + \log_{۶}^{۹} = ۲$$

حل: قرار می دهیم $\log_{۶}^{۴} = x$ و $\log_{۶}^{۹} = y$ و نشان می دهیم که $x + y = ۲$

$$\left.\begin{aligned} \log_{۶}^{۴} = x \rightarrow ۶^{x} = ۴ \\ \log_{۶}^{۹} = y \rightarrow ۶^{y} = ۹ \end{aligned}\right\} \rightarrow ۶^{x} \times ۶^{y} = ۴ \times ۹ \rightarrow ۶^{x+y} = ۳۶$$

$$\rightarrow ۶^{x+y} = ۶^{۲} \rightarrow x + y = ۲$$

***

تذکر ۱ : لگاریتم صفر نامعین است.

$$\log_{a}^{\circ} = \text{نامعین}$$

تذکر ۲ : لگاریتم، روی اعداد منفی ، تعریف نمی شود.

تذکر ۳ : اگر مبنای لگاریتم عدد ۱۰ باشد، لگاریتم را **لگاریتم اعشاری** می نامند. معمولاً در لگاریتم اعشاری مبنای ۱۰ نوشته نمی شود.

$$\log_{۱۰}^{a} = \log a$$

تذکر ۴ : یکی از اعداد گنگ که کاربرد های زیادی در صنعت و اقتصاد و بازرگانی دارد، عددی معروف به عدد نپرین می باشد. این عدد به افتخار لئونارد اویلر را با e نمایش می دهند و مقدار تقریبی آن تا دو رقم اعشار ۲/۷۱ می باشد.

اگر مبنای لگاریتم عدد نپرین باشد، لگاریتم را **لگاریتم طبیعی** می نامند. معمولاً مبنای e نوشته نمی شود. حال به دلیل اینکه این لگاریتم با لگاریتم اعشاری اشتباه نشود، $\log$ را به صورت L_n می نویسند.

$$\log_e^a = L_n\, a$$

واضح است که :

$$L_n\, e = \log_e^e = ۱$$
$$L_n\, ۱ = \log_e^۱ = ۰$$

تذکر ۵ : ماشین های حساب ، فقط لگاریتم اعشاری و لگاریتم طبیعی را محاسبه می کنند. برای محاسبه‌ی لگاریتم در مبناهای دیگر به کمک ماشین حساب می توان از فرمولی به نام فرمول تغییر مبنا استفاده نمود. این فرمول در ادامه، گفته می شود.

***

قسمت دوّم : روابط لگاریتمی

با توجه به تعریف لگاریتم ، روابط زیر را به راحتی می توان بیان کرد.

۱: جمع لگاریتم ها در یک مبنا

$$\log_x^a + \log_x^b = \log_x^{ab}$$

برای مثال :

$$\log_۷^۳ + \log_۷^۵ = \log_۷^{۳\times۵} = \log_۷^{۱۵}$$

این رابطه برای مجموع چند لگاریتم در یک مبنا نیز برقرار است.

$$\log_x^a + \log_x^b + \log_x^c = \log_x^{abc}$$

برای مثال:

$$\log_{۱۰۰}^۲ + \log_{۱۰۰}^۵ + \log_{۱۰۰}^{۱۰} = \log_{۱۰۰}^{۲\times۵\times۱۰} = \log_{۱۰۰}^{۱۰۰} = ۱$$

۲: تفریق لگاریتم ها در یک مبنا

$$\log_x^a - \log_x^b = \log_x^{\frac{a}{b}}$$

مثال :

$$\log_۷^{۲۰} - \log_۷^۵ = \log_۷^{۲۰ \div ۵} = \log_۷^۴$$

۳: لگاریتم عدد توان‌دار

$$\log_x^{a^n} = n\log_x^a$$

مثال :

$$\log_۲^{۳۲} = \log_۲^{۲^۵} = ۵\log_۲^۲ = ۵ \times ۱ = ۵$$

۴: لگاریتم مبنای توان‌دار

$$\log_{x^m}^a = \frac{۱}{m}\log_x^a$$

مثال :

$$\log_{۸۱}^۳ = \log_{۳^۴}^۳ = \frac{۱}{۴}\log_۳^۳ = \frac{۱}{۴}$$

نتیجه : $\log_{x^n}^{a^n} = \log_x^a$

۵: تغییر مبنای لگاریتم

$$\log_b^a = \frac{\log_x^a}{\log_x^b}$$

مثال : فرض کنید که می خواهیم مبنای لگاریتم $\log_۳^۴$ را به ۵ تبدیل کنیم. در این صورت

$$\log_۳^۴ = \frac{\log_۵^۴}{\log_۵^۳}$$

۶ : دو لگاریتم مساوی با مبنای برابر

$$\log_x^a = \log_x^b \rightarrow a = b$$

مثال :

$$\log_۳^a = \log_۳^۸ \rightarrow a = ۸$$

***

تمرین۷ : حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

$۱)\log ۵ + \log ۲۰$

$۲)\ \log_۷^{۷۰} - \log_۷^{۱۰}$

$۳)\ \log_۶^۴ + \log_۶^۹$

$۴)\ ۲\log ۵ + \log ۴$

$۵)۶\log_۴^۲ - \frac{۱}{۲}\log_۲^{۶۴}$

$۶)\log_۲^۸ + \log_۲^۵ - \log_۲^{۱۰}$

حل:

$$۱)\log ۵ + \log ۲۰ = \log ۵ \times ۲۰ = \log ۱۰۰ = \log ۱۰^۲ = ۲\log ۱۰ = ۲ \times ۱ = ۲$$

$$۲)\ \log_۷^{۷۰} - \log_۷^{۱۰} = \log_۷^{۷۰ \div ۱۰} = \log_۷^۷ = ۱$$

$$۳)\ \log_۶^۴ + \log_۶^۹ = \log_۶^{۴ \times ۹} = \log_۶^{۳۶} = \log_۶^{۶^۲} = ۲\log_۶^۶ = ۲ \times ۱ = ۲$$

$$۴)\ ۲\log ۵ + \log ۴ = \log ۵^۲ + \log ۴ = \log ۲۵ + \log ۴ = \log ۲۵ \times ۴ = \log ۱۰۰$$

$$= \log ۱۰^۲ = ۲\log ۱۰ = ۲ \times ۱ = ۲$$

$$۵)\ ۶\log_۴^۲ - \frac{۱}{۲}\log_۲^{۶۴} = \log_۴^{۲^۶} - \log_{۲^۲}^{۶۴} = \log_۴^{۶۴} - \log_۴^{۶۴} = \log_۴^{۶۴ \div ۶۴} = \log_۴^۱ = ۰$$

$$۶)\ \log_۲^۸ + \log_۲^۵ - \log_۲^{۱۰} = \log_۲^{(۸ \times ۵) \div ۱۰} = \log_۲^۴ = \log_۲^{۲^۲} = ۲\log_۲^۲ = ۲ \times ۱ = ۲$$

تمرین۸ : لگاریتم های زیر را به صورت یک لگاریتم بنویسید.

۱) $\log_{۷}^{۱۵} - \log_{۷}^{۳}$

۲) $\dfrac{\log ۵}{\log ۲}$

۳) $۵\log a - ۲\log b + ۳\log c$

۴) $\log a - \log b - \log c + \log d$

۵) $۲\log x - ۳\log y - ۴\log c$

۶) $۲L_n a + ۳L_n b$

حل:

۱) $\log_{۷}^{۱۵} - \log_{۷}^{۳} = \log_{۷}^{۱۵ \div ۳} = \log_{۷}^{۵}$

۲) $\dfrac{\log ۵}{\log ۲} = \log_{۲}^{۵}$

۳) $۵\log a - ۲\log b + ۳\log c = \log a^{۵} - \log b^{۲} + \log c^{۳} = \log \dfrac{a^{۵}c^{۳}}{b^{۲}}$

۴) $\log a - \log b - \log c + \log d = \log \dfrac{ad}{bc}$

۵) $۲\log x - ۳\log y - ۴\log c = \log x^{۲} - \log y^{۳} - \log c^{۴} = \log \dfrac{x^{۲}}{y^{۳}c^{۴}}$

۶) $۲L_n a + ۳L_n b = L_n a^{۲} + L_n b^{۳} = L_n a^{۲} b^{۳}$

تمرین۹ : حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

۱) $\log_{۵}^{۱۲۵}$

۲) $\log_{۴}^{۳۲}$

۳) $\log_{۳}^{\sqrt{۲۷}}$

۴) $\log_{\sqrt[۳]{۴}}^{۸}$

۵) $\log ۱۰۰$

۶) $\log \sqrt{۱۰۰۰}$

حل:

۱) $\log_{۵}^{۱۲۵} = \log_{۵}^{۵^{۳}} = ۳\log_{۵}^{۵} = ۳ \times ۱ = ۳$

۲) $\log_{۴}^{۳۲} = \log_{۲^{۲}}^{۲^{۵}} = ۵ \times \dfrac{۱}{۲}\log_{۲}^{۲} = \dfrac{۵}{۲} \times ۱ = \dfrac{۵}{۲}$

$$۳)\ \log_{۳}^{\sqrt{۲۷}}=\log_{۳}^{\sqrt{۳^{۳}}}=\log_{۳}^{۳^{\frac{۳}{۲}}}=\frac{۳}{۲}\log_{۳}^{۳}=\frac{۳}{۲}\times ۱=\frac{۳}{۲}$$

$$۴)\ \log_{\sqrt[۳]{۴}}^{۸}=\log_{\sqrt[۳]{۲^{۲}}}^{۲^{۳}}=\log_{۲^{\frac{۲}{۳}}}^{۲^{۳}}=۳\times\frac{۳}{۲}\log_{۲}^{۲}=\frac{۹}{۲}\times ۱=\frac{۹}{۲}$$

$$۵)\ \log ۱۰۰=\log ۱۰^{۲}=۲\log ۱۰=۲\times ۱=۲$$

$$۶)\ \log\sqrt{۱۰۰۰}=\log\sqrt{۱۰^{۳}}=\log ۱۰^{\frac{۳}{۲}}=\frac{۳}{۲}\log ۱۰=\frac{۳}{۲}\times ۱=\frac{۳}{۲}$$

تمرین ۱۰: اگر $\log ۲=a$ و $\log ۳=b$ لگاریتم های زیر را بر حسب a و b به دست آورید.

$۱)\ \log ۸۱$

$۲)\ \log ۳۲$

$۳)\ \log ۶$

$۴)\log ۱۲$

$۵)\log ۷۲$

$۶)\log ۵$

$۷)\log ۷۵$

$۸)\log_{۲}^{۳}$

$۹)\log_{۳}^{۲}$

$۱۰)\log_{۸۱}^{۳۲}$

حل:

$$۱)\ \log ۸۱=\log ۳^{۴}=۴\log ۳=۴b$$

$$۲)\ \log ۳۲=\log ۲^{۵}=۵\log ۲=۵a$$

$$۳)\ \log ۶=\log ۲\times ۳=\log ۲+\log ۳=a+b$$

$$۴)\log ۱۲=\log ۲^{۲}\times ۳=\log ۲^{۲}+\log ۳=۲\log ۲+\log ۳=۲a+b$$

$$۵)\log ۷۲=\log ۲^{۳}\times ۳^{۲}=\log ۲^{۳}+\log ۳^{۲}=۳\log ۲+۲\log ۳=۳a+۲b$$

$$۶)\log ۵=\log\frac{۱۰}{۲}=\log ۱۰-\log ۲=۱-a$$

$$۷)\ \log ۷۵=\log ۳\times ۵^{۲}=\log ۳+\log ۵^{۲}=\log ۳+۲\log ۵=b+۲(۱-a)$$

$$=b+۲-۲a$$

$$۸)\log_{۲}^{۳}=\frac{\log ۳}{\log ۲}=\frac{b}{a}$$

$$۹)\log_{۳}^{۲}=\frac{\log ۲}{\log ۳}=\frac{a}{b}$$

$$۱۰)\log_{۸۱}^{۳۲}=\log_{۳^{۴}}^{۲^{۵}}=۵\times\frac{۱}{۴}\log_{۳}^{۲}=\frac{۵}{۴}\times\frac{a}{b}=\frac{۵a}{۴b}$$

تمرین ۱۱: اگر $\log ۲=۰/۳۰۱۰$ و $\log ۷=۰/۸۴۵۰$ حاصل لگاریتم های زیر را به دست آورید.

$۱)\ \log ۸$ $۶)\ \log ۵۶$

$۲)\log ۴۹$ $۷)\log ۵$

$۳)\ \log ۱۴$ $۸)\log ۲۵$

حل :

$$۱)\ \log ۸=\log ۲^{۳}=۳\log ۲=۳(۰/۳۰۱۰)=۰/۹۰۳۰$$

$$۲)\log ۴۹=\log ۷^{۲}=۲\log ۷=۲(۰/۸۴۵۰)=۱/۶۹$$

$$۳)\ \log ۱۴=\log ۲\times ۷=\log ۲+\log ۷=۰/۳۰۱۰+۰/۸۴۵۰=۱/۱۴۶$$

$$۶)\ \log ۵۶=\log ۲^{۳}\times ۷=\log ۲^{۳}+\log ۷=۳\log ۲+\log ۷=۳(۰/۳۰۱۰)+(۰/۸۴۵۰)$$

$$=۰/۹۰۳۰+۰/۸۴۵۰=۱/۷۴۸$$

$$۷)\log ۵=\log\frac{۱۰}{۲}=\log ۱۰-\log ۲=۱-(۰/۳۰۱۰)=۰/۶۹۹$$

$$۸)\log ۲۵=\log ۵^{۲}=۲\log ۵=۲(۰/۶۹۹)=۱/۳۹۸$$

تمرین ۱۲ : معادله[۱] های زیر را حل کنید.

$۱)\ \log_{۵}^{x}+\log_{۵}^{۳}=\log_{۵}^{۱۲}$ $۴)\ \log^{x+۳}+\log^{x}=۱$

[1] . توجه کنید که بنابر تعریف لگاریتم، جوابی از یک معادله ی لگاریتمی، قابل قبول است که به ازای آن لگاریتم صفر یا لگاریتم عدد منفی، پیش نیاید.

۲) $\text{۳}\log x=\log\text{۸}$ ‏ ۵) $\log_{\text{۲}}^{\text{۴}x}-\log_{\text{۲}}^{x-\text{۳}}=\text{۳}$

۳) $\text{۲}\log x+\log\text{۳}=\log\text{۲۷}$ ‏ ۶) $\log^{\text{۱}-x}-\log^{\text{۲}}=\log^{\text{۵}}$

حل:

۱) $\log_{\text{۵}}^{x}+\log_{\text{۵}}^{\text{۳}}=\log_{\text{۵}}^{\text{۱۲}}\rightarrow\log_{\text{۵}}^{\text{۳}x}=\log_{\text{۵}}^{\text{۱۲}}\rightarrow\text{۳}x=\text{۱۲}\rightarrow x=\text{۴}$

۲) $\text{۳}\log x=\log\text{۸}\rightarrow\log x^{\text{۳}}=\log\text{۸}\rightarrow x^{\text{۳}}=\text{۸}\rightarrow x=\sqrt[\text{۳}]{\text{۸}}=\text{۲}$

۳) $\text{۲}\log x+\log\text{۳}=\log\text{۲۷}\rightarrow\log x^{\text{۲}}+\log\text{۳}=\log\text{۲۷}\rightarrow\log\text{۳}x^{\text{۲}}=\log\text{۲۷}$

$\rightarrow\text{۳}x^{\text{۲}}=\text{۲۷}\rightarrow x^{\text{۲}}=\text{۹}\rightarrow x=\sqrt{\text{۹}}=\pm\text{۳}$

که ریشه‌ی $x=-\text{۳}$ غیر قابل قبول است.

۴) $\log^{x+\text{۳}}+\log^{x}=\text{۱}\rightarrow\log^{x(x+\text{۳})}=\log^{\text{۱۰}}\rightarrow x^{\text{۲}}+\text{۳}x=\text{۱۰}\rightarrow x^{\text{۲}}+\text{۳}x-\text{۱۰}=\text{۰}$

$$\rightarrow(x+\text{۵})(x-\text{۲})=\text{۰}\rightarrow\begin{cases}x+\text{۵}=\text{۰}\rightarrow x=-\text{۵}\\ x-\text{۲}=\text{۰}\rightarrow x=\text{۲}\end{cases}$$

که ریشه‌ی $x=-\text{۵}$ غیر قابل قبول است.

۵) $\log_{\text{۲}}^{\text{۴}x}-\log_{\text{۲}}^{x-\text{۳}}=\text{۳}\rightarrow\log_{\text{۲}}^{\frac{\text{۴}x}{x-\text{۳}}}=\text{۳}\log_{\text{۲}}^{\text{۲}}\rightarrow\log_{\text{۲}}^{\frac{\text{۴}x}{x-\text{۳}}}=\log_{\text{۲}}^{\text{۲}^{\text{۳}}}\rightarrow\log_{\text{۲}}^{\frac{\text{۴}x}{x-\text{۳}}}=\log_{\text{۲}}^{\text{۸}}$

$\rightarrow\dfrac{\text{۴}x}{x-\text{۳}}=\text{۸}\rightarrow\text{۴}x=\text{۸}(x-\text{۳})\rightarrow\text{۴}x=\text{۸}x-\text{۲۴}\rightarrow\text{۴}x-\text{۸}x=-\text{۲۴}$

$\rightarrow-\text{۴}x=-\text{۲۴}\rightarrow x=\dfrac{-\text{۲۴}}{-\text{۴}}=\text{۶}$

۶) $\log^{\text{۱}-x}-\log^{\text{۲}}=\log^{\text{۵}}\rightarrow\log^{\frac{\text{۱}-x}{\text{۲}}}=\log^{\text{۵}}\rightarrow\dfrac{\text{۱}-x}{\text{۲}}=\text{۵}\rightarrow\text{۱}-x=\text{۱۰}\rightarrow x=-\text{۹}$

تمرین۱۳ : معادله‌ی زیر را حل کنید.

$$L_n(x-\text{۳})=\text{۲}$$

حل :

$L_n(x-\text{۳})=\text{۲}\rightarrow x-\text{۳}=e^{\text{۲}}\rightarrow x=\text{۳}+e^{\text{۲}}$

تمرین برای حل :

۱۴: درستی یا نادرستی عبارت های زیر را تعیین کنید.

الف: لگاریتم اعداد مثبت کمتر از ۱ همواره عددی منفی است.

ب: لگاریتم اعداد منفی تعریف نمی شود.

پ: $a > b > 0$ آنگاه $\log_{10}^{a} < \log_{10}^{b}$

۱۵: حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

1) $\log 25 + \log 4$

2) $\log_{8}^{40} - \log_{8}^{5}$

3) $\log_{12}^{16} + \log_{12}^{9}$

4) $3\log 5 + \log 8$

5) $\log_{9}^{3} - \frac{1}{2}\log_{3}^{81}$

6) $\log_{2}^{8} - \log_{2}^{5} + \log_{2}^{20}$

۱۶ : لگاریتم های زیر را به صورت یک لگاریتم بنویسید.

1) $\log_{5}^{18} - \log_{5}^{3}$

2) $\dfrac{\log_{2}^{7}}{\log_{2}^{5}}$

3) $5\log p + 2\log q + 3\log r$

4) $\log a + \log b - \log c - \log d$

5) $2\log x - 5\log y - 3\log c$

۱۷: حاصل عبارت های زیر را به دست آورید.

1) $\log_{125}^{25}$

2) $\log_{8}^{32}$

3) $\log_{5}^{\sqrt{125}}$

4) $\log_{81}^{27}$

5) $\log_{\sqrt{5}}^{25}$

6) $\log_{\sqrt{3}}^{729}$

7) $\log_{\frac{1}{20}}^{400}$

۱۸: اگر $\log 2 = a$ و $\log 3 = b$ و $\log 7 = c$ لگاریتم های زیر را بر حسب a و b و c به دست آورید.

1) $\log 49$

2) $\log 128$

3) $\log 21$

4) $\log 28$

5) $\log 42$

6) $\log 5$

7) $\log 576$

8) $\log_{2}^{7}$

9) $\log_{7}^{2}$

10) $\log_{81}^{49}$

۱۹ : اگر $\log ۳ = ۰/۴۷۷۱$ و $\log ۷ = ۰/۸۴۵۰$ حاصل لگاریتم های زیر را به دست آورید.

۱) $\log ۹$ ‏ ۳) $\log ۲۱$ ‏ ۵) $\log ۶۳$

۲) $\log ۴۹$ ‏ ۴) $\log ۲۱۰$ ‏ ۶) $\log_{۳}^{۷}$

۲۰ : اگر $\log^{۲} = ۰/۳$ باشد، مقدار $\log^{\frac{۲۵}{۴}}$ را محاسبه کنید.

۲۱ : مقدار x را از تساوی مقابل به دست آورید. $\log_{x+۱}^{۶۴} = ۲$

۲۲ : اگر $\log_{x}^{۸۱} = -۴$ مقدار x را بیابید.

۲۳ : معادله‌ی $\log_{x}^{۲x+۱۵} = ۲$ را حل کنید.

۲۴ : معادله های زیر را حل کنید.

۱) $\log^{۲x+۱} = ۲\log^{۳}$

۲) $\log^{۲x+۵} - \log^{۳} = ۲\log^{۵}$

۳) $\log x^{۴} = ۴\log^{۳}$

۴) $\log^{۳x+۱} = \log^{۵} + ۳\log^{۲}$

۵) $\log_{۲}^{x} + \log_{۲}^{۵} = \log_{۲}^{۱۵۰} - \log_{۲}^{۳}$

۶) $\log^{x} + \log^{x+۲} = \log^{۳}$

۷) $L_n(x-۳) = ۲$

۸) $L_n(۴x-۵) = L_n(۲-x)$

۹) $L_n(۲x-۱) + L_n(x-۷) = L_n ۷$

۱۰) $\log_{۲}^{x+۱} + \log_{۲}^{x+۴} = ۲$

۲۵ : معادله‌ی زیر را حل کنید.

$$\log^{x+۱} + \log^{x-۱} = \log^{۳}$$

۲۶ : معادله‌ی زیر را حل کنید.

$$\log^{۲-x} + \log^{۱-x} = \log^{۵} + ۲\log^{۲}$$

۲۷ : معادله های زیر را حل کنید.

۱) $(e^{x} - ۵)(۲e^{x} - ۷) = ۰$

۲) $(e^{x} + ۳)^{۲} - ۲۵ = ۰$

۳) $(۲^{x} - ۱)(۲^{x} - ۳) = ۰$

۴) $۳^{۲x} - ۴ \times ۳^{x} - ۴۵ = ۰$

۵) $۹^{x} = ۲ \times ۳^{x+۲} - ۴۵$

۶) $۲e^{۲x} + e^{x} - ۳ = ۰$

۷) $|e^{x} - ۱| = |۳ - ۲e^{x}|$

۸) $۱۰^{\log(x+۱)} = ۳$

***

قسمت سوّم : اثبات روابط لگاریتمی

در اینجا روابط لگاریتمی را که پیش از این بیان کرده ایم، اثبات می کنیم.

۱: جمع لگاریتم ها در یک مبنا

$$\log_x^a + \log_x^b = \log_x^{ab}$$

اثبات : فرض می کنیم که $\log_x^a = \alpha$ و $\log_x^b = \beta$ پس :

$$\log_x^a = \alpha \to a = x^\alpha$$

$$\log_x^b = \beta \to b = x^\beta$$

$$\Rightarrow a.b = x^\alpha . x^\beta \to a.b = x^{\alpha+\beta} \to \log_x^{a.b} = \alpha + \beta \to \log_x^{a.b} = \log_x^a + \log_x^b$$

توجه : اثبات تعمیم این رابطه ی به مجموع چند لگاریتم در یک مبنا نیز به همین صورت انجام می گیرد.

$$\log_x^a + \log_x^b + \log_x^c = \log_x^{abc}$$

دانش آموزان عزیز می توانند، این تساوی را خود اثبات کنند.

***

۲: تفریق لگاریتم ها در یک مبنا

$$\log_x^a - \log_x^b = \log_x^{\frac{a}{b}}$$

اثبات : فرض می کنیم که $\log_x^a = \alpha$ و $\log_x^b = \beta$ پس :

$$\log_x^a = \alpha \to a = x^\alpha$$

$$\log_x^b = \beta \to b = x^\beta$$

$$\Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{x^\alpha}{x^\beta} \to \frac{a}{b} = x^{\alpha-\beta} \to \log_x^{\frac{a}{b}} = \alpha - \beta \to \log_x^{\frac{a}{b}} = \log_x^a - \log_x^b$$

***

تمرین۲۸ : به کمک رابطه ی فوق ثابت کنید که $\log_x^{\frac{1}{a}} = -\log_x^a$

۳ : لگاریتم عدد تواندار

$$\log_x^{a^n} = n\log_x^a$$

اثبات : فرض می کنیم که $\log_x^a = \alpha$ پس :

$$\log_x^a = \alpha \to a = x^\alpha$$

$$\Rightarrow (a)^n = (x^\alpha)^n \to a^n = x^{n\alpha} \to \log_x^{a^n} = n\alpha \to \log_x^{a^n} = n\log_x^a$$

***

۴ : لگاریتم مبنای تواندار

$$\log_{x^m}^a = \frac{۱}{m}\log_x^a$$

اثبات : فرض می کنیم که $\log_x^a = \alpha$ پس :

$$\log_x^a = \alpha \to a = x^\alpha$$

$$\Rightarrow a = (x^{m\alpha})^{\frac{۱}{m}} \to a = (x^m)^{\frac{\alpha}{m}} \to \log_{x^m}^a = \frac{\alpha}{m}$$

$$\to \log_{x^m}^a = \frac{۱}{m}(\alpha) \to \log_{x^m}^a = \frac{۱}{m}(\log_x^a)$$

***

۵ : توان لگاریتمی

$$x^{\log_x^a} = a$$

فرض کنیم که $\log_x^a = \alpha$ پس $x^\alpha = a$ و این یعنی $x^{\log_x^a} = a$

۶ : تغییر مبنای لگاریتم

$$\log_b^a \times \log_x^b = \log_x^a$$

فرض می کنیم که

$$\log_b^a = \alpha \to b^\alpha = a \qquad (۱)$$

$$\log_x^b = \beta \to x^\beta = b \qquad (۲)$$

از روابط(۱) و(۲) می توان نتیجه گرفت :

$$(x^\beta)^\alpha = a \to x^{\alpha\beta} = a \to \alpha\beta = \log_x^a$$

پس :

$$\log_b^a \times \log_x^b = \log_x^a$$

نتیجه :

$$\log_b^a = \frac{\log_x^a}{\log_x^b}$$

***

تمرین برای حل :

۲۹ : تساوی های زیر را ثابت کنید.

۱) $\log_b^a = \dfrac{۱}{\log_a^b}$ ۲) $a^{\log^b} = b^{\log^a}$ ۳) $\log_{b^n}^{a^n} = \log_b^a$

۳۰ : حاصل عبارت های زیر را بیابید.

۱) $\log_۳^{۱۸} \times \log_{۱۸}^{۸۱}$ ۲) $\dfrac{۱}{\log_{۱۸}^{۳}} - \dfrac{۱}{\log_۲^۳}$

۳۱ : حاصل عبارت زیر را تعیین کنید.

الف) $۲\log_{۱۰}^{۲} + \log_{۱۰}^{۲۵۰} =$ ب) $\log_۴^۳ \times \log_۳^{۱۶} =$ ج) $۳\log_{۱۰}^{\sqrt[۳]{۴}} + \log_{۱۰}^{۲۵} =$

د) $\log_۸^{\frac{۱}{۳۲}} =$ هـ) $۲^{\log_۲^۵ - \log_۲^۳} =$

۳۲ : اگر $\log_{۳}^{۵}=b$ و $\log_{۳}^{۲}=a$ باشد، مقدار $\log_{۴}^{۱۰}$ را بیابید.

۳۳ : مقدار x از معادله‌ی $۲\log_{۳}^{x}-\log_{\sqrt{۳}}^{x}-\log_{\frac{۱}{۳}}^{x}=\frac{۱}{۳}$ به دست آورید.

۳۴ : جواب معادله‌ی $\log_{۴}^{\log_{۳}^{\log_{۲}^{x}}}=۰$ را تعیین کنید.

۳۵ : اگر $a^{۲}+b^{۲}=۶ab$ ، آنگاه ثابت کنید که $\log^{\frac{a-b}{۲}}=\frac{\log^{a}+\log^{b}}{۲}$

***

درس سوّم : تابع نمایی و تابع لگاریتمی

در این درس با توابع نمایی و لگاریتمی آشنا می شویم. شناخت این توابع جهت مدل سازی بسیاری از پدیـده های طبیعی می تواند مفید باشد.

قسمت اوّل : تابع نمایی

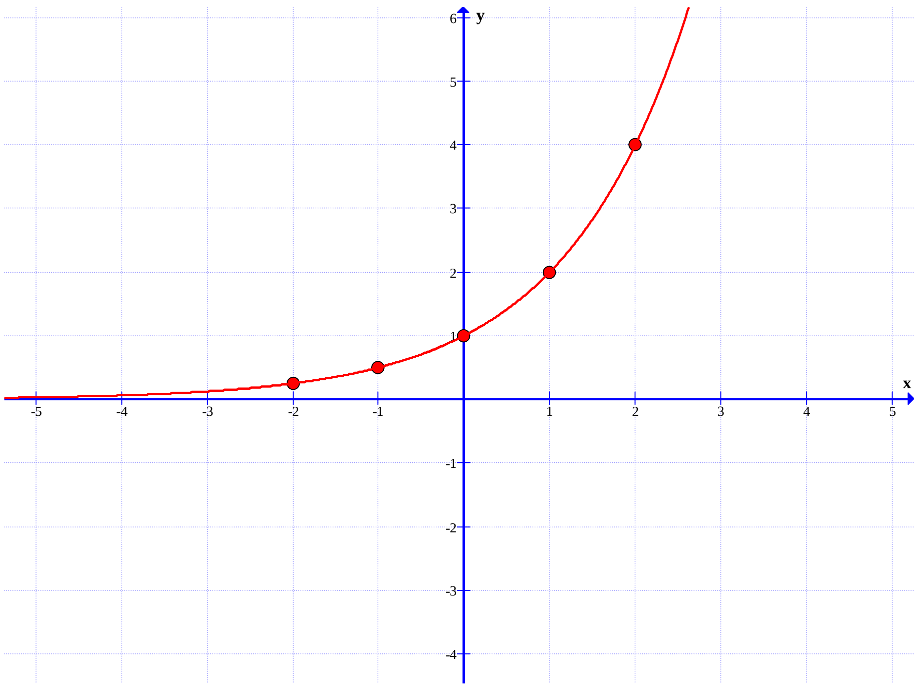
هر تابع به صورت $f(x)=a^x$ به شرط اینکه $a>۰$ و $a\neq ۱$ را تابع نمایی می نامند.

مانند تابع $f(x)=۳^x$

تمرین ۱ : نمودار تابع $f(x)=۲^x$ را رسم کنید.

حل : ابتدا چند نقطه‌ی دلخواه از نمودار تابع را مشخص و سپس آنها را روی دسـتگاه مختـصات تعیـین مـی کنیم.

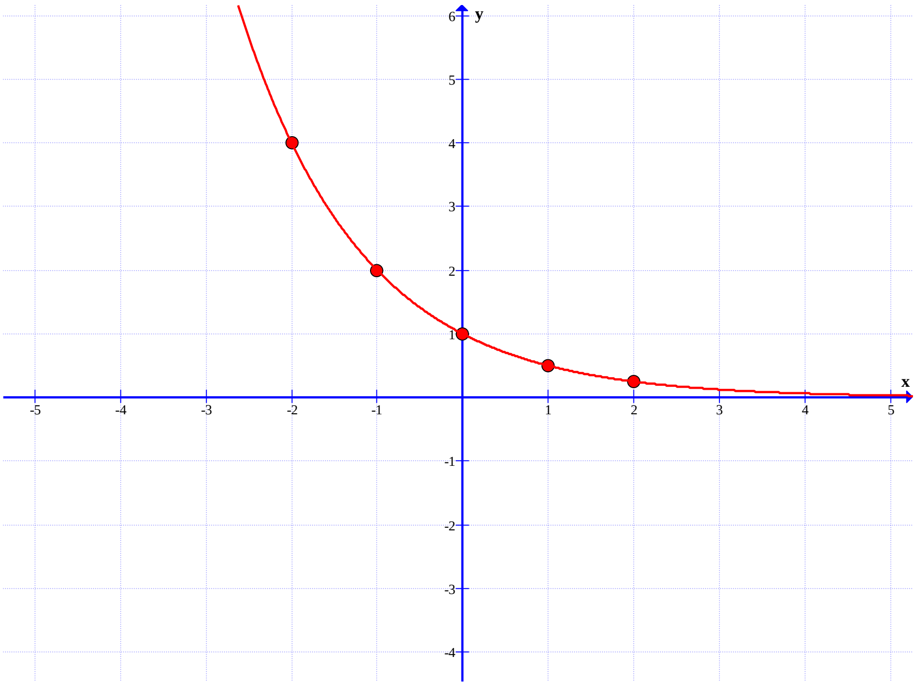
x	-۲	-۱	۰	۱	۲
y	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	۲	۴



تمرین ۲ : نمودار تابع $f(x)=(\frac{۱}{۲})^{x}$ را رسم کنید.

حل: ابتدا چند نقطه‌ی دلخواه از نمودار تابع را مشخص و سپس آنها را روی دستگاه مختصات تعیین می کنیم.

x	-۲	-۱	۰	۱	۲
y	۴	۲	۱	$\frac{۱}{۲}$	$\frac{۱}{۴}$



توجه : هر تابع با ضابطه‌ی $f(x)=ka^{x}$ که در آن $(k\neq ۰\ ,a>۰,a\neq ۱)$ با تابع نمایی رفتاری مشابه دارند و به همین دلیل می گویند ، این توابع **رفتار نمایی** دارند. برای مثال، توابع $f(x)=۳\times ۲^{x}$ و $g(x)=(\frac{۲}{۵})^{x-۱}$ رفتار نمایی دارند.

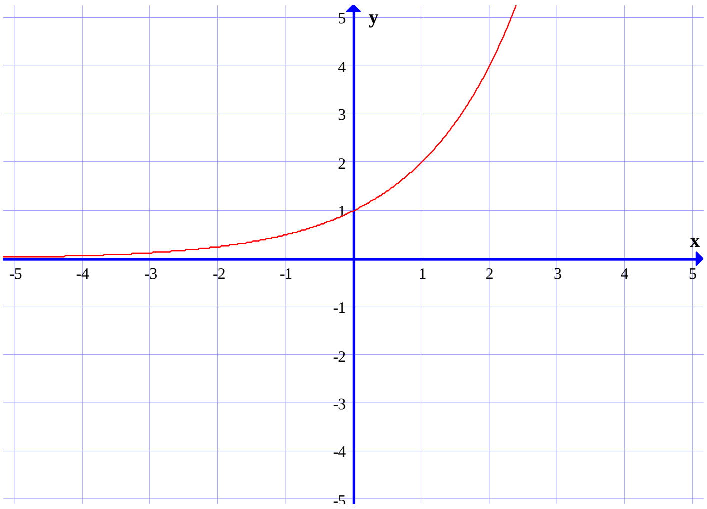
***

خواص تابع نمایی

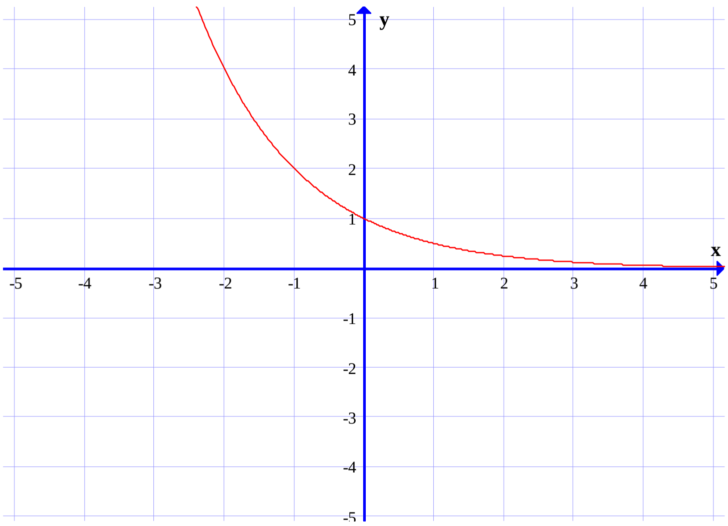
هر تابع نمایی به صورت $y = a^x$ دارای ویژگی های زیر است.

ویژگی اوّل :

اگر $a > ۱$ باشد. تابع دارای نموداری به شکل زیر خواهد بود، که همواره صعودی (افزایشی) است. یعنی با افزایش مقدار x ، مقادیر f افزایش می یابند.



همچنین اگر $۰ < a < ۱$ باشد. تابع دارای نموداری به شکل زیر خواهد بود، که همواره نزولی (کاهشی) می باشد. یعنی با افزایش مقدار x ، مقادیر f کاهش می یابند.



اگر پایه‌ی تابع نمایی عدد نپرین $(e = ۲/۷۱)$ باشد. تابع ، را تابع نمایی طبیعی می نامند.

ویژگی دوّم : هر تابع نمایی $y = a^x$ محور عرض ها را در نقطه‌ی (۰,۱) قطع می کند.

ویژگی سوّم : دامنه‌ی تابع نمایی $y = a^x$ مجموعه‌ی اعداد حقیقی و برد آن مجموعه‌ی اعداد حقیقی مثبت است.

تمرین برای حل :

۳ : تابع $y = (\sqrt{۳})^x$ محور عرض ها را در چه نقطه ای قطع می کند؟

۴ : تابع $y = -۲ + (\frac{۱}{۳})^x$ محور عرض ها را در چه نقطه ای قطع می کند؟

۵: نمودار تابع $y = x^۲$ در چند نقطه نمودار تابع $y = ۲^x$ را قطع می کند؟

۶ : کدام یک از توابع زیر، یک تابع نمایی است؟

الف) $f(x) = x^۳$ ب) $f(x) = (۲x)^x$

ج) $f(x) = (\sqrt{۲})^x$ د) $f(x) = (\sqrt{x})^۳$

۷ : در تابع $f(x) = a^x$

الف : اگر $a > ۱$، با افزایش مقدار x ، مقادیر f .... می یابند.

ب : اگر $۰ < a < ۱$، با افزایش مقدار x ، مقادیر f .... می یابند.

ج : به ازای هر مقدار مثبت و مخالف یک a تابعی .... است.

۸ : محل برخورد نمودار تابع $f(x) = ۳^{۲x+۱}$ با محور عرض ها را به دست آورید.

۹ : نمودار تابع های زیر را رسم کنید.

الف) $f(x) = ۱ + ۲^x$ ب) $f(x) = ۲^{x+۱}$ ج) $f(x) = ۲^{x-۲}$

***

قسمت دوّم : تابع لگاریتمی

هر تابع به صورت $y=\log_a^x$ (به شرط اینکه $a \neq ۱$ و $a>۰$ و $x>۰$) را یک تابع لگاریتمی می نامند.

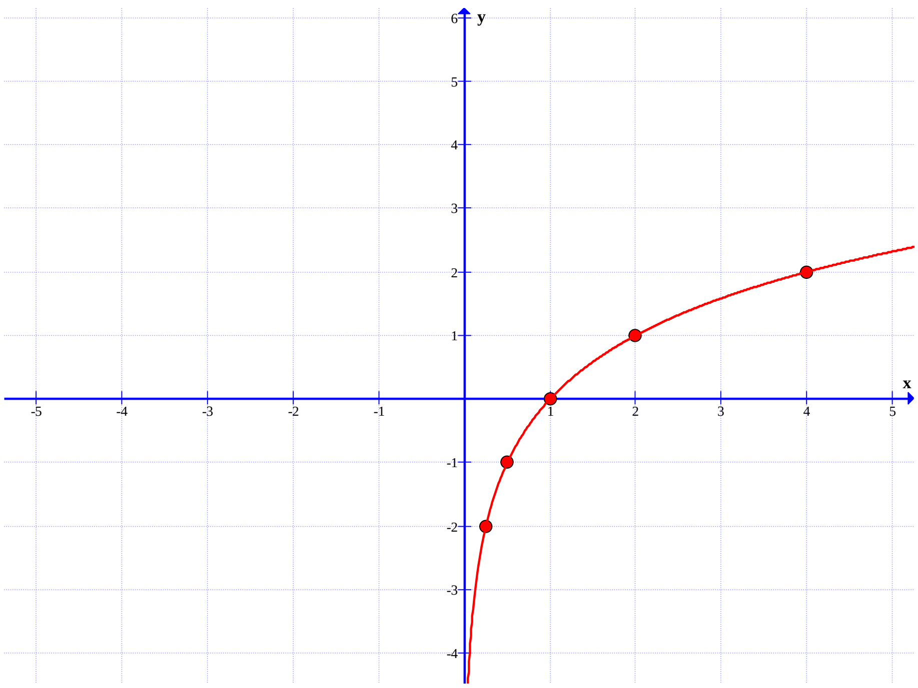
مثال :

$$y=\log_۲^x$$

تمرین ۱۰ : نمودار تابع $f(x)=\log_۲^x$ را رسم کنید.

حل : ابتدا چند نقطه‌ی دلخواه از نمودار تابع را مشخص و سپس آنها را روی دستگاه مختصات تعیین می کنیم.

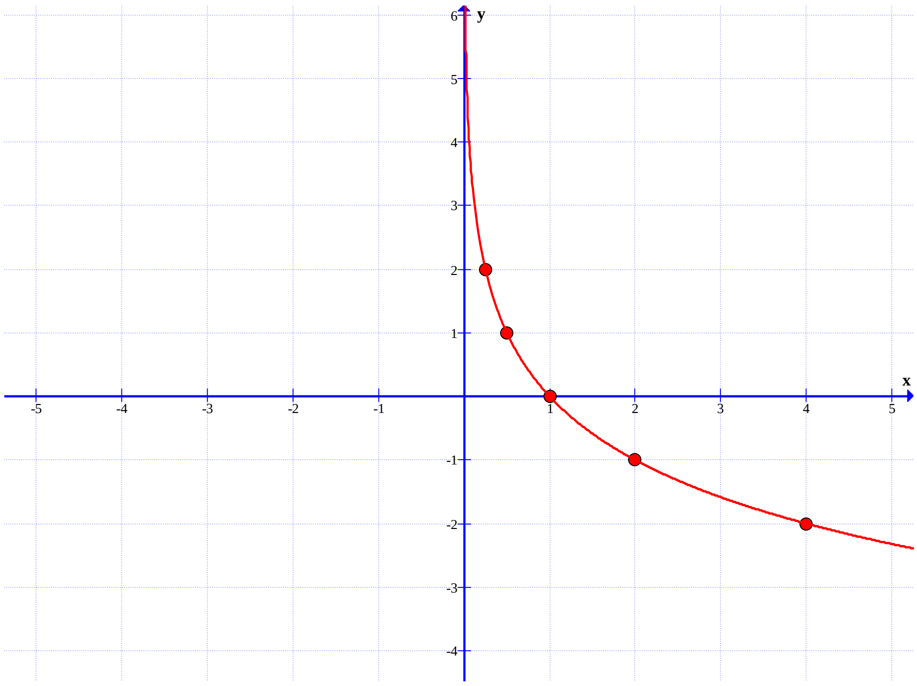
x	$\frac{۱}{۴}$	$\frac{۱}{۲}$	۱	۲	۴
y	-۲	-۱	۰	۱	۲



تمرین ۱۱ : نمودار تابع $f(x)=\log_{\frac{۱}{۲}}^x$ را رسم کنید.

حل : ابتدا چند نقطه‌ی دلخواه از نمودار تابع را مشخص و سپس آنها را روی دستگاه مختصات تعیین می کنیم.

x	۱/۴	۱/۲	۱	۲	۴
y	۲	۱	۰	−۱	−۲

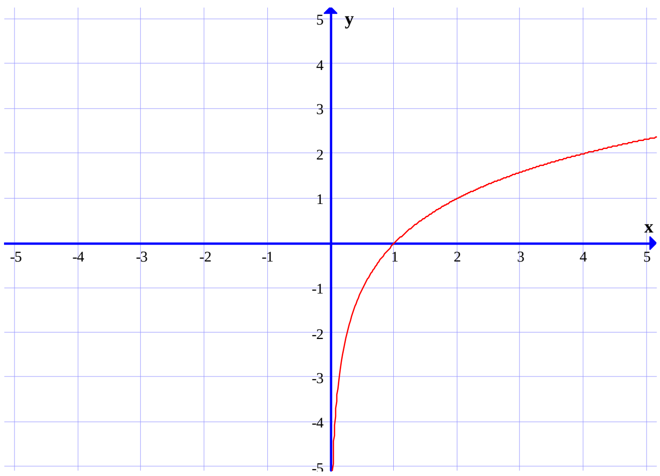


خواص تابع لگاریتمی

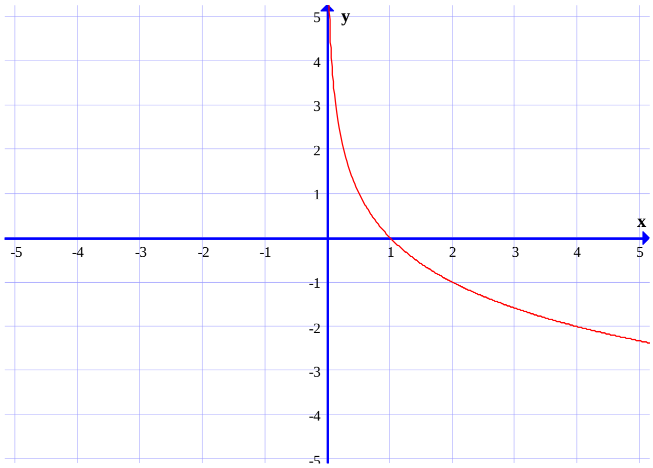
هر تابع لگاریتمی به صورت $y=\log_a^x$ دارای ویژگی های زیر است.

ویژگی اوّل :

اگر $a>۱$ باشد. تابع دارای نموداری به شکل زیر خواهد بود، که همواره صعودی (افزایشی) است. یعنی با افزایش مقدار x ، مقادیر f افزایش می یابند.



همچنین اگر $۰ < a < ۱$ باشد. تابع دارای نموداری به شکل زیر خواهد بود، که همواره نزولی (کاهشی) می باشد. . یعنی با افزایش مقدار x ، مقادیر f کاهش می یابند.



اگر پایه‌ی تابع لگاریتمی عدد نپرین $(e = ۲/۷۱)$ باشد. تابع ، را تابع لگاریتمی طبیعی می نامند.

ویژگی دوّم : هر تابع لگاریتمی به صورت $y = \log_a^x$ محور طول ها را در نقطه‌ی (۱,۰) قطع می کند.

ویژگی سوّم : دامنه‌ی تابع لگاریتمی به صورت $y = \log_a^x$ مجموعه‌ی اعداد حقیقی مثبت و برد آن مجموعه‌ی اعداد حقیقی است.

تمرین برای حل:

۱۲ : نمودار تابع های زیر را رسم کنید.

الف) $y = (\sqrt{۲})^x$ ب) $y = (\frac{\sqrt{۲}}{۲})^x$

۱۳ : دامنه‌ی تابع $f(x) = \log_۲^{x+۱}$ را به دست آورید.

۱۴ : نمودار تابع $y = \log_{\sqrt{۲}}^x$ را رسم کنید.

۱۵ : ابتدا دامنه‌ی تابع $y = \log_۲^{x-۱}$ را به دست آورده و سپس نمودار آن را رسم کنید.

۱۶ : درستی یا نادرستی عبارت های زیر را برای تابع لگاریتم به صورت $f(x) = \log_a^x$ تعیین کنید.

الف: تابع لگاریتم محور y ها را قطع می کند.

ب : دامنه‌ی تابع لگاریتمی مجموعه‌ی اعداد حقیقی است.

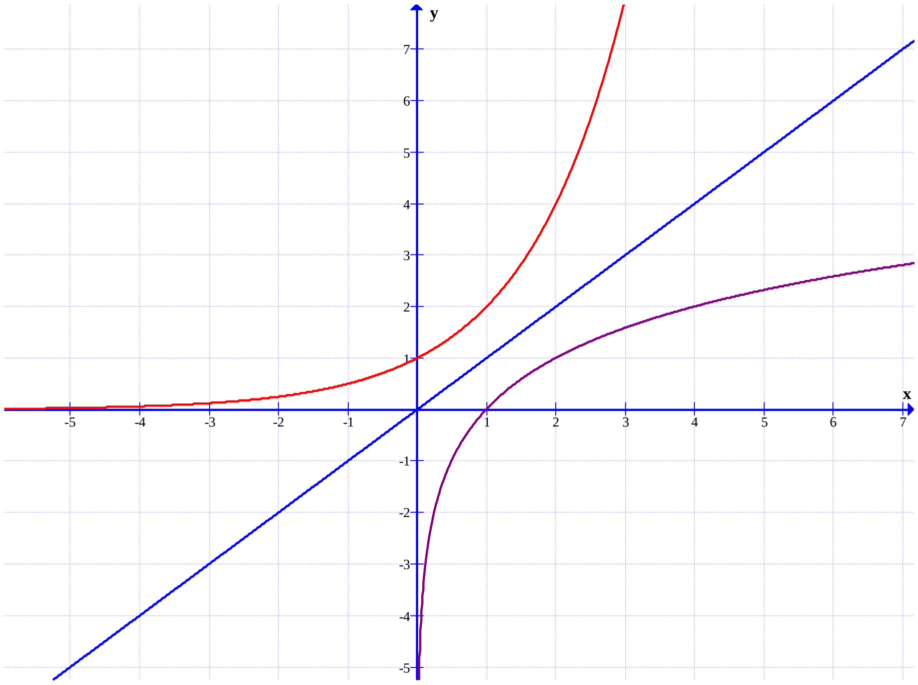
ج : برد تابع لگاریتمی، اعداد حقیقی مثبت است.

توجه : تابع نمایی $y=a^x$ یک به یک است و لذا معکوس پذیر می باشد. معکوس آن یک تابع لگاریتمی به صورت زیر است.

$$y=\log_a^x$$

لذا نمودار تابع نمایی $y=a^x$ و معکوس آن یعنی $y=\log_a^x$ نسبت به نیمساز ربع اوّل و سوّم قرینه اند.

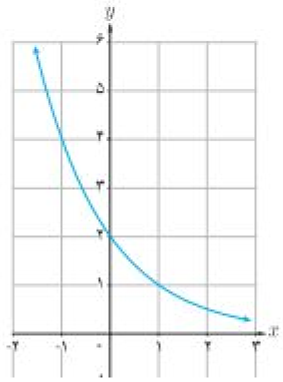
در زیر نمودار تابع $f(x)=۲^x$ و معکوس آن یعنی $g(x)=\log_۲^x$ را مشاهده می کنید.

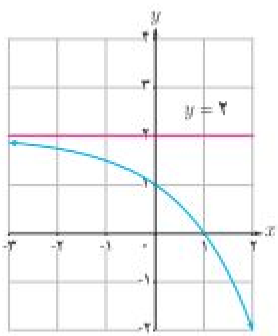


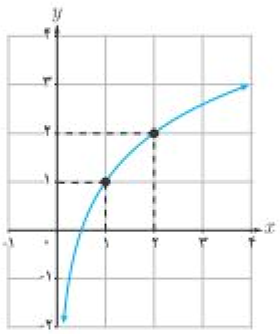
بنابراین اگر نقطه‌ی (b,c) روی تابع $y=a^x$ قرار داشته باشد، آنگاه نقطه‌ی (c,b) روی نمودار $y=\log_a^x$ قرار دارد.

تمرین ۱۷ : مشخص کنید، هر یک از نمودار های زیر به کدام یک از ضابطه های زیر تعلق دارد؟

الف) $y=-۲^x+۲$ ب) $y=\log_۲(x+۱)$ پ) $y=(\frac{۱}{۲})^{x-۱}$







تمرین۱۸ : خط $y=۲۷$ نمودار تابع $y=۳^x$ را در چه نقطه ای قطع می کند؟

تمرین۱۹ : خط $y=۱۰$ نمودار تابع $y=(۰/۰۱)^x$ را در چه نقطه ای قطع می کند؟

تمرین ۲۰ : تعیین کنید که خط $y=\sqrt{۷}$، نمودار تابع $y=۲^x$ را بین کدام دو عدد صحیح قطع می کند؟

تمرین ۲۱ : درستی یا نادرستی جملات زیر را تعیین کنید.

الف : دامنه‌ی توابع $y=۲^x$ و $y=x^۲$ مساوی اند.

ب : محل تقاطع نمودار تابع $y=۶^x$ با محور طولها نقطه‌ی $(۶,۰)$ است.

پ : نقطه‌ی $(\frac{۱}{۲},\sqrt{۵})$ روی نمودار تابع با ضابطه‌ی $y=۵^x$ قرار دارد.

تمرین ۲۲ : اگر $f(x)=۳-۲\log_۴ ۲^{(\frac{x}{۲}-۵)}$ ، مقدار $f(۴۲)$ را به دست آورید.

تمرین ۲۳ : فرض کنیم که $f(x)=۴^x+۲$

الف : مقدار $f(-۱)$ را به دست آورید.

ب : اگر $f(x)=۶۶$ مقدار x چقدر است؟

ج : معکوس این تابع را بنویسید.

***

قسمت سوّم : حل چند مسئله‌ی کاربردی توابع نمایی و لگاریتمی

در این به دو مسئله‌ی کاربردی توابع نمایی و لگاریتمی اشاره می کنیم.

الف : مسائل مربوط به رشد باکتری

هر تابع به صورت $f(x)=ka^{x}$ (برای مقادیر مثبت و مخالف یک a) رفتار نمایی دارد. این تابع در بسیاری از مسائل اقتصاد و مهندسی کاربرد دارد.

تمرین ۲۴ : یک نوع باکتری در دستگاه گوارش انسان زندگی می کند و تکثیر آن به صورت نمایی است. عوامل مختلفی مانند زیاد شدن آن باعث بیماری می شود. نوع خاصی از این بیماری با ۱۰۰ باکتری شروع می شود و هر باکتری در مدت نیم ساعت به دو قسمت تقسیم می شود. اندازه‌ی هر توده باکتری از t ساعت از رابطه‌ی زیر به دست می آید.

$$p(t)=100\times 2^{2t} \qquad (0\leq t\leq 16)$$

با فرض اینکه هیچ کدام از باکتری ها از بین نروند، تعداد باکتری ها در یک توده، پس از ۳ ساعت را به دست آورید.

حل :

$$p(3)=100\times 2^{2(3)}=100\times 64=6400$$

ب : مسائل مربوط به قدرت زلزله

زمانی زلزله به وقوع می پیوندد که انرژی از زمین آزاد شود. بین شدت نسبی زلزله (قدرت آن) بر حسب ریشتر و میزان انرژی آزاد شده از آن بر حسب ارگ (Erg) رابطه‌ی زیر وجود دارد.

$$\log E=11/8+1/5M$$

که در آن M قدرت زلزله بر حسب ریشتر و E انرژی آزاد شده بر حسب ارگ می باشد.[1]

تمرین ۲۵ : مقدار انرژی آزاد شده توسط زلزله ای به قدرت ۶/۶ ریشتر را به دست آورید.

---

[1]. اِرگ یکای انرژی در دستگاه واحدهای سانتیمتر– گرم– ثانیه (cgs) است. اِرگ برابر با کار انجام‌گرفته در بالا بردن جرمی برابر با یک هزارم گرم تا ارتفاع یک سانتیمتر است .

۱ ارگ $=10^{-7}$ ژول   ۱ ژول $=10^{7}$ ارگ

حل :

$$\log E = ۱۱/۸ + ۱/۵M = ۱۱/۸ + ۱/۵(۶/۶) = ۲۱/۷$$

$$\rightarrow E = ۱۰^{۲۱/۷} \ Erg$$

تمرین۲۶ : شدت زلزله‌ی ۱۳۶۹ رودبار ۷/۲ ریشتر گزارش شده است. مقدار تقریبی انرژی آزاد شـده ی آن را بر حسب ارگ پیدا کنید.

حل:

$$\log E = ۱۱/۸ + ۱/۵M = ۱۱/۸ + ۱/۵(۷/۲) = ۲۲/۶$$

$$\rightarrow E = ۱۰^{۲۲/۶} \ Erg$$

***

تمرین برای حل :

۲۷ : در دی ماه ۱۳۸۲ در شهرستان بم زلزله ای با قدرت ۶/۳ ریشتر به وقوع پیوست، محاسبه کنید که این زلزله چند ارگ انرژی آزاد کرده است؟

۲۸ : در آبان ماه ۱۳۹۶در شهرستان کرمانشاه زلزله ای با قدرت ۷/۱ ریشتر به وقوع پیوست، محاسـبه کنیـد که این زلزله چند ارگ انرژی آزاد کرده است؟

***