

Hoofdstuk V: exponentiële en logaritmische functies

www.karelappeltans.be

January 10, 2024

Contents

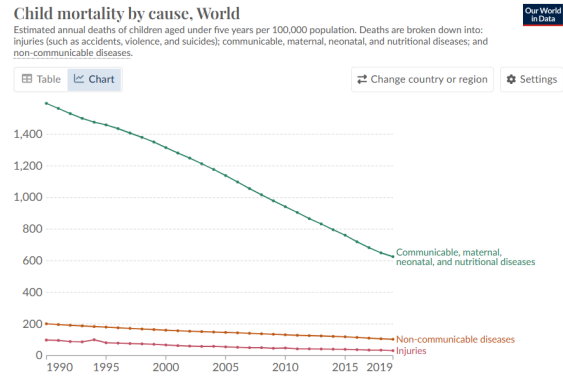
1	Lineaire versus exponentiële groei	2
1.1	inleiding	2
1.2	begripsvorming	3
2	Bespreking exponentiële functies	4
2.1	Basisgrafieken	4
2.2	Transformaties	5
3	Logaritmen	6
4	Logaritmische functies	7
5	Verband grafieken exponentiële functies en logaritmische functies met hetzelfde grondtal	8
6	Toepassingen op logaritmen	8
6.1	tijd bepalen bij exponentiële groei	8
6.2	geluid	8
6.3	aardbevingen	8
6.4	wetenschappelijke notatie grote getallen	8
6.5	Logaritmisch papier	9
7	Exponentiële vergelijkingen	10
7.1	tweeterm	10
7.1.1	zelfde grondtal	10
7.1.2	verschillend grondtal	10
7.2	drieterm	10
8	Logaritmische vergelijkingen	11
9	Exponentiële en logaritmische ongelijkheden	11
10	Oefeningen	11
10.1	lineaire versus exponentiële groei	11
10.2	logaritmen	15
10.3	toepassingen op logaritmen	16
10.4	grafieken exponentiële en logaritmische functies	19
10.5	exponentiële vergelijkingen	19
10.6	logaritmische vergelijkingen	20
10.7	Exponentiële en logaritmische ongelijkheden	20

1 Lineaire versus exponentiële groei

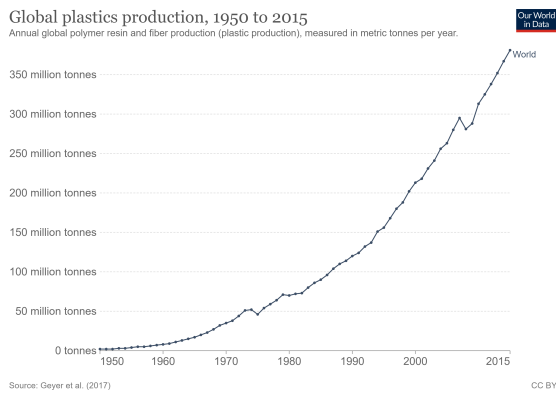
1.1 inleiding



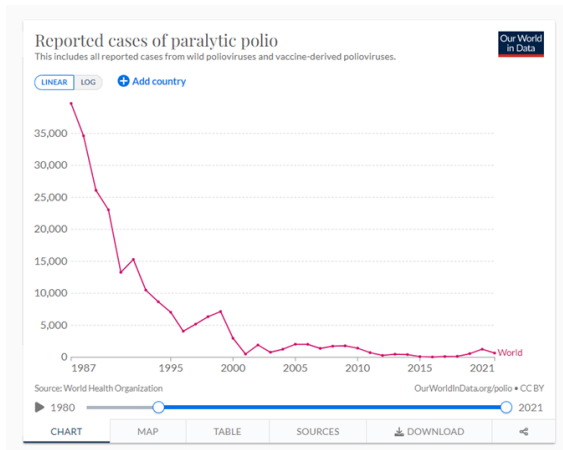
(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 1: voorbeelden lineaire en exponentiële groei

1.2 begripsvorming

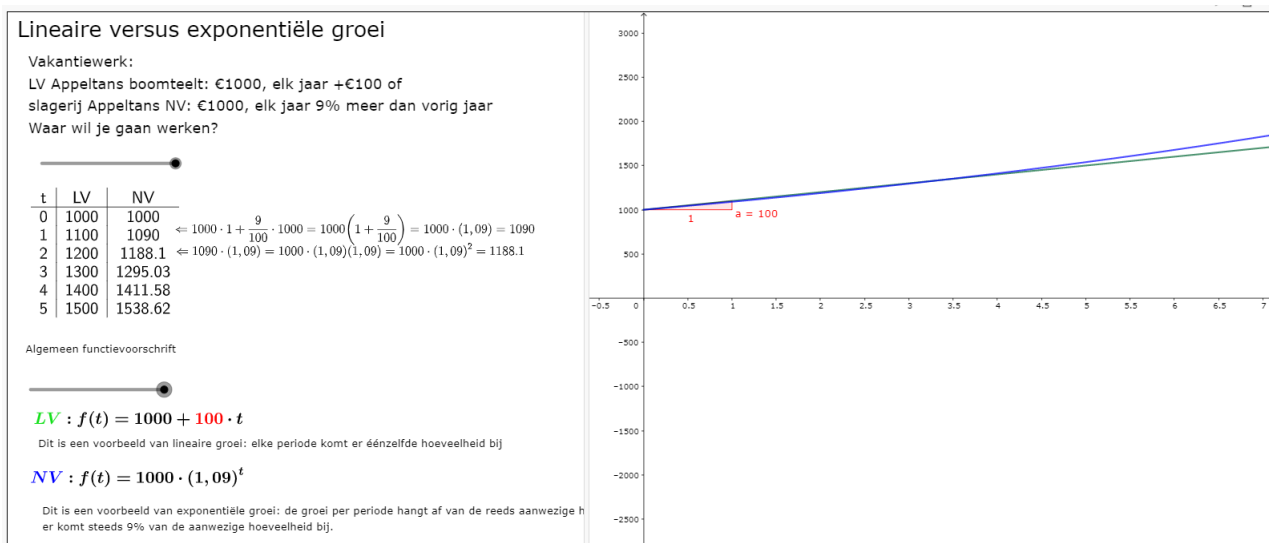


Figure 2: <https://www.geogebra.org/m/m3zxeue6>

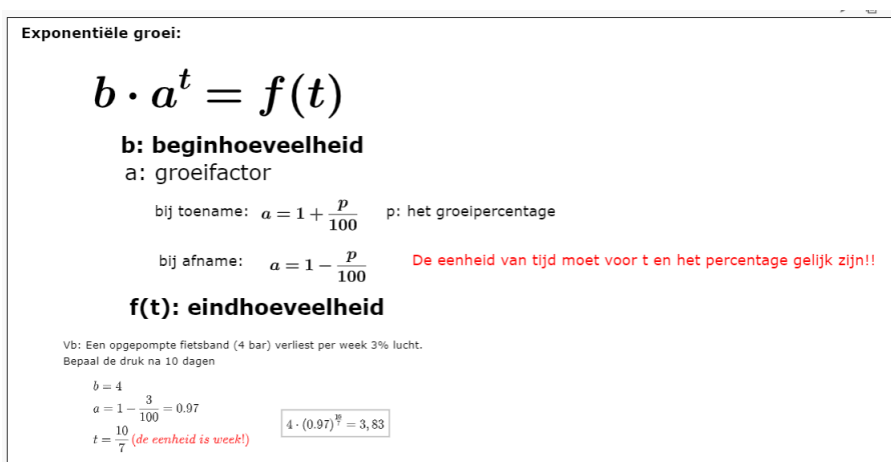
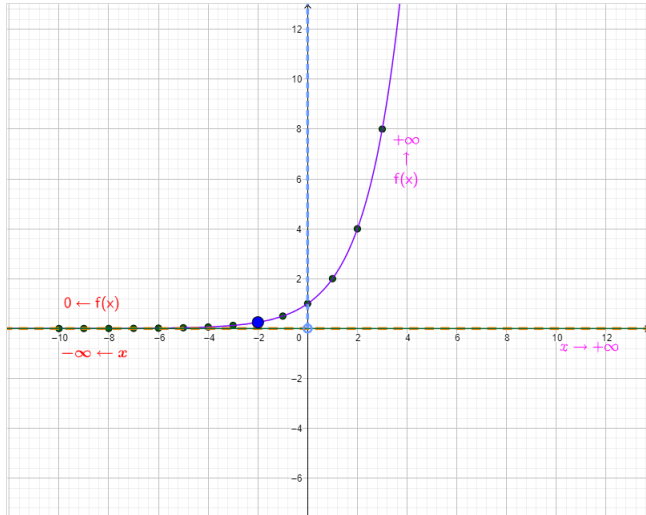


Figure 3: <https://www.geogebra.org/m/m3zxeue6>

2 Bespreking exponentiële functies

2.1 Basisgrafieken



Exponentiële functie : $f(x) = b \cdot a^x$

b=1 a=2 $f(x) = 2^x$

x	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
f(x)	0.0313	0.0625	0.125	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32

Toon punten

Toon grafiek

$$f(-2) = 1 \cdot 2^{-2} = \frac{1}{4} = 0.25$$

domein

$dom f = \mathbb{R} =]-\infty, +\infty[$

toon domein

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = 0 \Rightarrow HA : y = 0$$

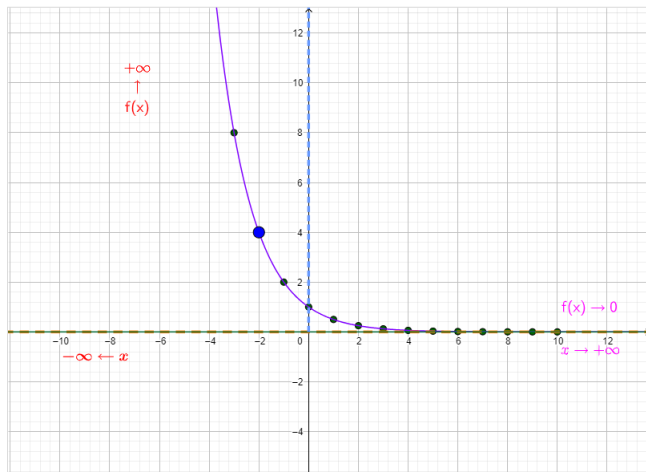
$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = \infty$$

Toon HA

beeld

$blaf =]0, +\infty[$

Figure 4: <https://www.geogebra.org/m/Rb6qHp3z>



Exponentiële functie : $f(x) = b \cdot a^x$

b=1 a=0.5 $f(x) = 0.5^x$

x	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5
f(x)	32	16	8	4	2	1	0.5	0.25	0.125	0.0625	0.0313

Toon punten

Toon grafiek

$$f(-2) = 1 \cdot 0.5^{-2} = 4 = 4$$

domein

$dom f = \mathbb{R} =]-\infty, +\infty[$

toon domein

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} f(x) = \infty$$

$$\lim_{x \rightarrow +\infty} f(x) = 0 \Rightarrow HA : y = 0$$

Toon HA

beeld

$blaf =]0, +\infty[$

Figure 5: <https://www.geogebra.org/m/Rb6qHp3z>

2.2 Transformaties

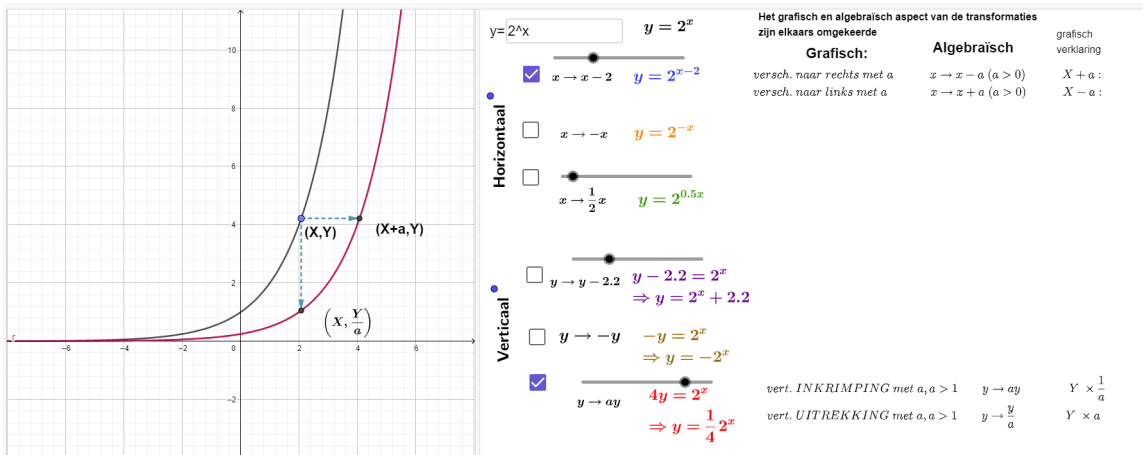


Figure 6: <https://www.geogebra.org/m/Rb6qHp3z>

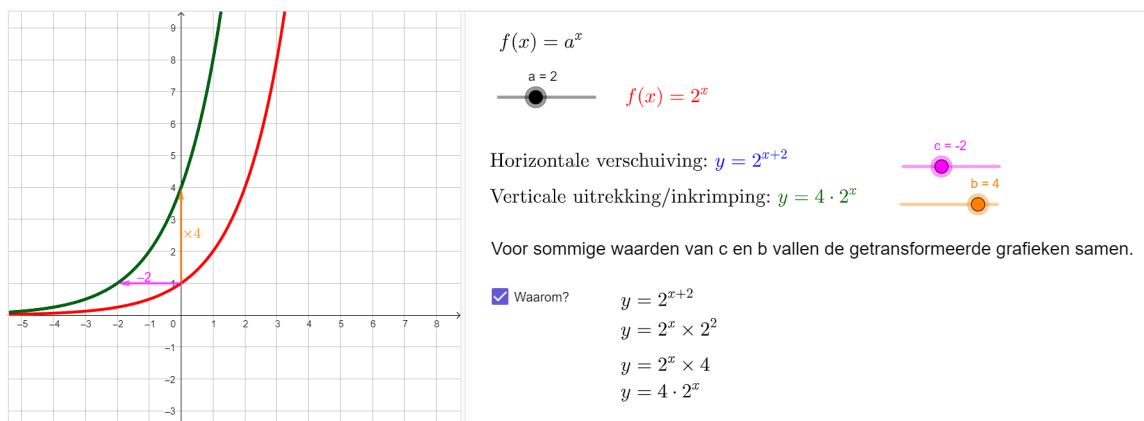


Figure 7: <https://www.geogebra.org/m/Rb6qHp3z>

3 Logaritmen

Definitie

$$3 : \text{exponent}$$

$$\downarrow$$

$$2^3 = 8$$

$$\swarrow \quad \searrow$$

$$2 : \text{grondtal} \quad 8 : \text{uitkomst}$$

Gegeven : grondtal en uitkomst
Gevraagd : exponent

Voorbeeld :
 grondtal : 4 uitkomst : 64 $4^y = 64 \xrightarrow{\text{nieuwe notatie}} y = \log_4 64 \Rightarrow \log_4 64 = 3 \Leftrightarrow 4^3 = 64$
 gevraagd : exponent

$\log_a x = y \Leftrightarrow a^y = x \quad a > 0, a \neq 1, x > 0$

$\log_2 8 = 3$ want $2^3 = 8$

$\log_4 1 = 0$ want $4^0 = 1$

$\log_{\sqrt{2}} 8 = 6$ want $(\sqrt{2})^6 = (2^{\frac{1}{2}})^6 = 2^3 = 8$

$\log_3(-9) = /$ want $3^x > 0$

Speciale notaties:

$\log_{10} 100 \xrightarrow[\text{wordt niet genoteerd}]{\text{grondtal 10}} \log 100 = 2$ want $10^2 = 100$

$\log_e \sqrt{e} \xrightarrow[\text{notatie}]{\text{nieuwe}} \ln \sqrt{e} = \frac{1}{2}$ want $e^{\frac{1}{2}} = \sqrt{e}$

Figure 8: <https://www.geogebra.org/m/GbHdUfsF>

Rekenregels

Logaritme van een product :

$$\log_2 32 = \log_2(4 \cdot 8) \quad \log_2 4 \quad \log_2 8 \quad \Rightarrow \log_2(4 \cdot 8) = \log_2(4) + \log_2(8) \quad \log_a(x_1 \cdot x_2) = \log_a x_1 + \log_a x_2$$

$$\begin{matrix} \parallel & & \parallel & & \parallel \\ 5 & = & 2 & + & 3 \end{matrix}$$

Logaritme van een quotiënt :

$$\log_3 27 = \log_3\left(\frac{81}{3}\right) \quad \log_3 81 \quad \log_3 3 \quad \Rightarrow \log_3\left(\frac{81}{3}\right) = \log_3 81 - \log_3 3 \quad \log_a\left(\frac{x_1}{x_2}\right) = \log_a x_1 - \log_a x_2$$

$$\begin{matrix} \parallel & & \parallel & & \parallel \\ 3 & = & 4 & - & 1 \end{matrix}$$

Logaritme van een macht :

$$\log_4 64 = \log_4(4^3) \quad \log_4 4 \quad \Rightarrow \log_4(4^3) = 3 \cdot \log_4 4 \quad \log_a(x^r) = r \cdot \log_a x$$

$$\begin{matrix} \parallel & & \parallel \\ 3 & = & 3 \cdot 1 \end{matrix}$$

Verandering van grondtal :

$$3^x = 7$$

$$\swarrow \text{def} \quad \searrow (\text{los vgl op})$$

$$x = \log_3 7 \quad \log(3^x) = \log 7$$

$$\Leftrightarrow x \cdot \log 3 = \log 7 \quad \Rightarrow \log_3 7 = \frac{\log 7}{\log 3} \quad \log_a x = \frac{\log_b x}{\log_b a}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{\log 7}{\log 3}$$

Figure 9: <https://www.geogebra.org/m/GbHdUfsF>

Bewijs rekenregels logaritmen

vooraf: $\log_2 8 = 3 \Leftrightarrow 2^3 = 8 \Leftrightarrow 2^{\log_2 8} = 8$ $a^{\log_a x} = x$ met $a \in \mathbb{R}_0^+ \setminus \{1\}$ en $x > 0$
 $\log_2 8 = 3 \Leftrightarrow 2^3 = 8 \Leftrightarrow \log_2 2^3 = 3$ $\log_a a^y = y$

TB: $\log_a(x_1 \cdot x_2) = \log_a x_1 + \log_a x_2$ **TB**: $\log_a(x^n) = n \cdot \log_a(x)$

Bewijs: $\log_a(x_1 \cdot x_2) = \log_a(a^{\log_a x_1} \cdot a^{\log_a x_2})$ def logaritme
 $= \log_a(a^{\log_a x_1 + \log_a x_2})$ rekenregels exponenten
 $= \log_a(x_1) + \log_a(x_2)$ definitie logaritme

TB: $\log_a\left(\frac{x_1}{x_2}\right) = \log_a(x_1) - \log_a(x_2)$

Bewijs: $\log_a\left(\frac{x_1}{x_2}\right) = \log_a\left(\frac{a^{\log_a x_1}}{a^{\log_a x_2}}\right)$ def logaritme
 $= \log_a(a^{\log_a x_1 - \log_a x_2})$ rekenregels exponenten
 $= \log_a(x_1) - \log_a(x_2)$ def logaritme

Figure 10: <https://www.geogebra.org/m/GbHdUfsF>

4 Logaritmische functies

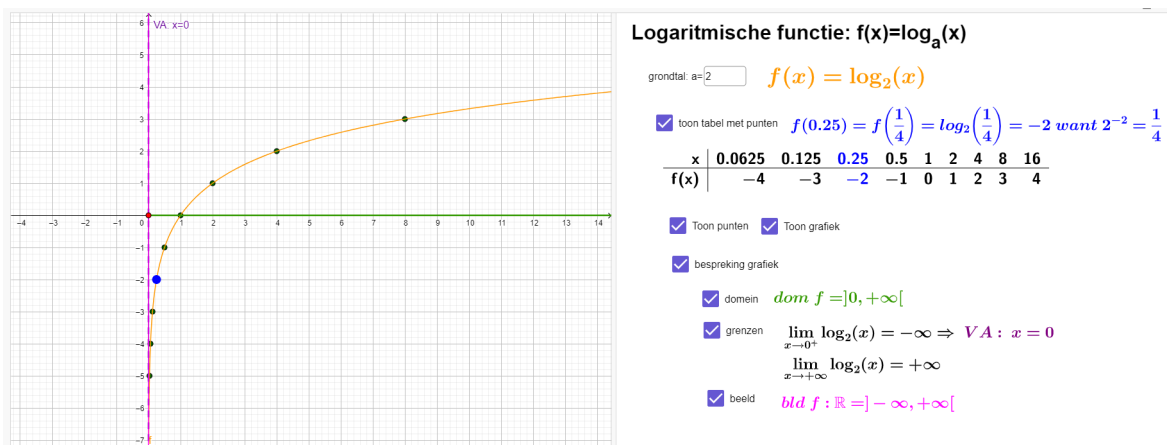


Figure 11: <https://www.geogebra.org/m/ReNNrmt>

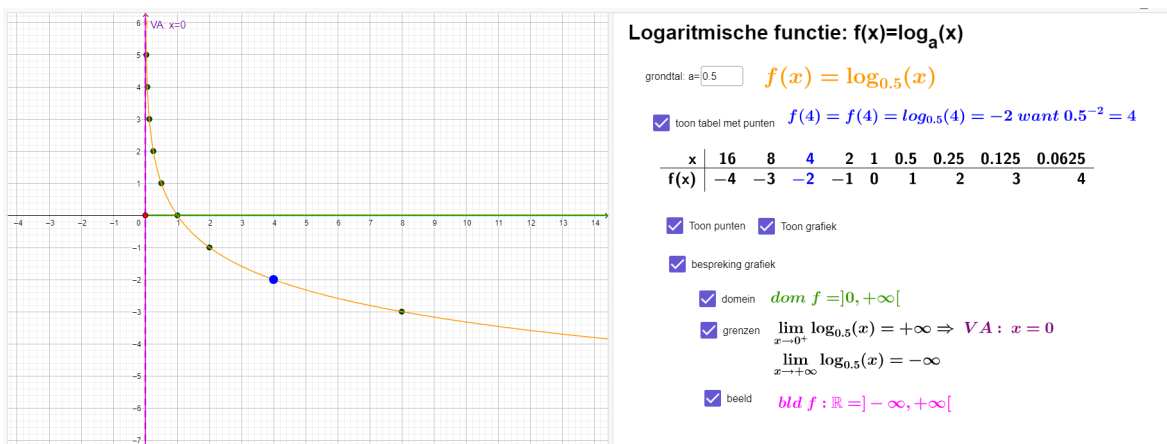


Figure 12: <https://www.geogebra.org/m/ReNNrmt>

5 Verband grafieken exponentiële functies en logaritmische functies met hetzelfde grondtal

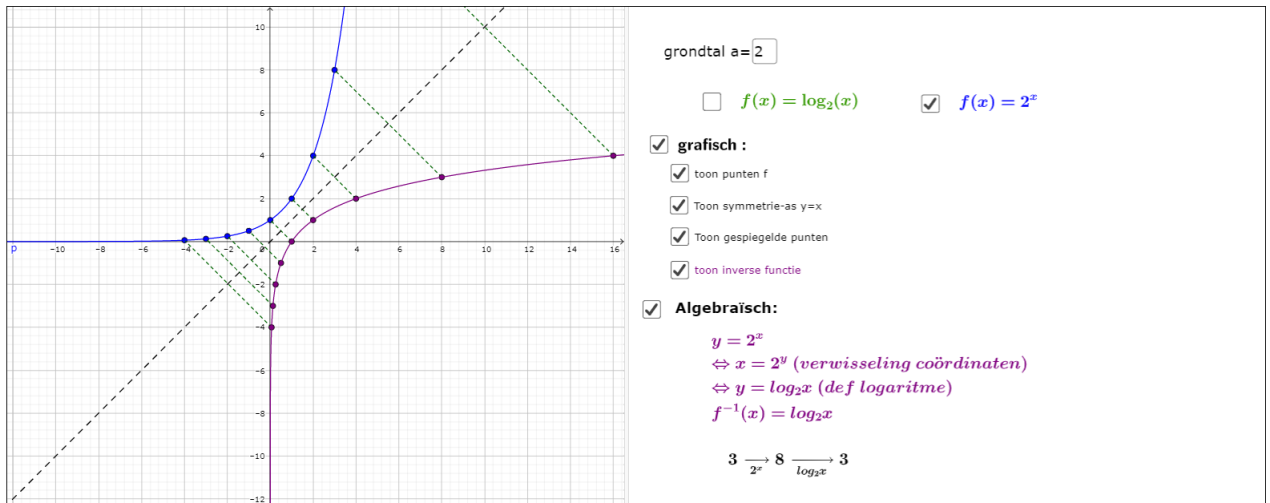


Figure 13: <https://www.geogebra.org/m/YYevVAPy>

6 Toepassingen op logaritmen

6.1 tijd bepalen bij exponentiële groei

Na hoeveel jaar zal de 1000 euro, verdiend bij jouw eerste vakantiewerk bij LV Appeltans Boomteelt verdubbeld zijn? En dit op een spaarboekje met 2,5% rentevoet?

6.2 geluid

$$\Delta L = 10 \cdot \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

6.3 aardbevingen

$$\Delta M = \cdot \log\left(\frac{I_2}{I_1}\right)$$

6.4 wetenschappelijke notatie grote getallen

$$35^{216} = 10^{\log 35^{216}} = 10^{216 \cdot \log 35} = 10^{333.51869} = 10^{0.51869} \cdot 10^{333} = 3.3 \cdot 10^{333}$$

6.5 Logaritmisch papier

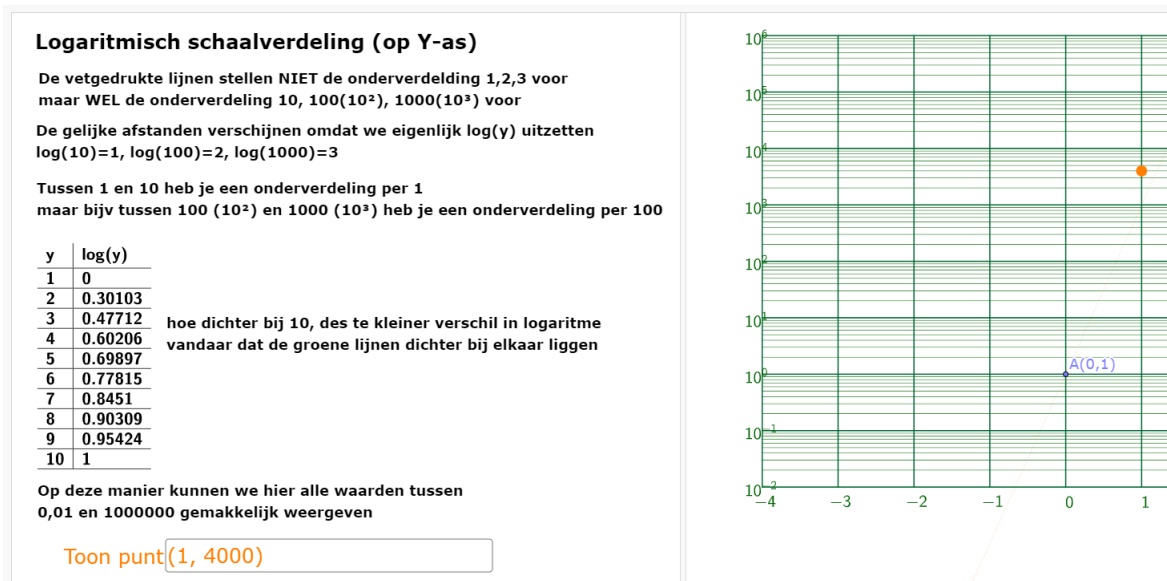


Figure 14: <https://www.geogebra.org/m/gzggfr7h>

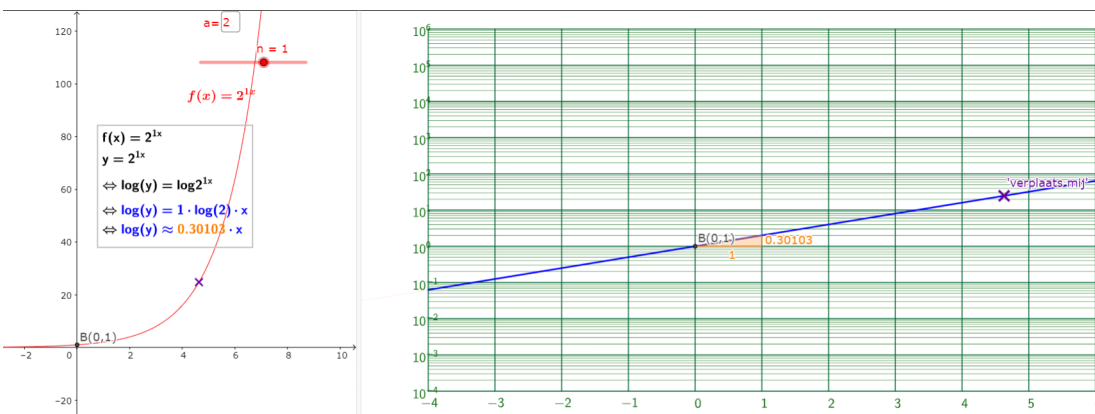


Figure 15: <https://www.geogebra.org/m/gzggfr7h>

7 Exponentiële vergelijkingen

7.1 tweeterm

7.1.1 zelfde grondtal

Voorbeeld 1 :

$$27^x = \left(\frac{1}{3}\right)^{5x-4}$$
$$\Leftrightarrow (3^3)^x = (3^{-1})^{5x-4}$$
$$\Leftrightarrow 3^{3x} = 3^{-5x+4}$$
$$\Leftrightarrow 3x = -5x + 4$$
$$\Leftrightarrow 8x = 4$$
$$\Leftrightarrow x = \frac{1}{2}$$

Figure 16: <https://www.geogebra.org/m/NRMRHcaf>

7.1.2 verschillend grondtal

Voorbeeld 1 : $3^{4x+5} = 5^{x-1}$

$$\Leftrightarrow \log 3^{4x+5} = \log 5^{x-1}$$
$$\Leftrightarrow (4x + 5) \log 3 = (x - 1) \log 5$$
$$\Leftrightarrow (4 \log 3)x + 5 \log 3 = (\log 5)x - \log 5$$
$$\Leftrightarrow (4 \log 3 - \log 5)x = -\log 5 - 5 \log 3$$
$$\Leftrightarrow x = \frac{-\log 5 - 5 \log 3}{4 \log 3 - \log 5}$$

Figure 17: <https://www.geogebra.org/m/NRMRHcaf>

7.2 drieterm

Los op:

$$3^{2x-3} - 10 \cdot 3^{x-2} + 3 = 0$$

$$\Leftrightarrow 3^{2x} \cdot 3^{-3} - 10 \cdot 3^x \cdot 3^{-2} + 3 = 0$$

$$\Leftrightarrow \frac{1}{27} \cdot (3^x)^2 - \frac{10}{9} \cdot 3^x + 3 = 0$$

Stel $t = 3^x$ en $\times 27$ geeft

$$\Leftrightarrow t^2 - 30t + 81 = 0$$

$$\left. \begin{array}{l} s = 30 \\ p = 81 \end{array} \right\} t_1 = 3 \text{ en } t = 27$$

$$3^x = 3 \Leftrightarrow x = 1 \quad 3^x = 27 = 3^3 \Leftrightarrow x = 3$$

Figure 18: <https://www.geogebra.org/m/NRMRHcaf>

8 Logaritmische vergelijkingen

Voorbeeld 1 : $2 \log_4 x = 5$

$$\Leftrightarrow \log_4 x = \frac{5}{2}$$

$$\Leftrightarrow x = 4^{\frac{5}{2}}$$

$$\Leftrightarrow x = (2^2)^{\frac{5}{2}} = 2^5 = 32$$

Voorbeeld 3 : $\log_3(2x) - \log_3(x-3) = 1$

$$\Leftrightarrow \log_3\left(\frac{2x}{x-3}\right) = 1$$

$$\Leftrightarrow \frac{2x}{x-3} = 3^1$$

$$\Leftrightarrow 2x = 3(x-3)$$

$$\Leftrightarrow x = 9$$

Voorbeeld 2 : $20 \cdot \ln(0,2x) = 30$

$$\Leftrightarrow \ln(0,2x) = \frac{30}{20} = \frac{3}{2}$$

$$\Leftrightarrow 0,2x = e^{\frac{3}{2}}$$

$$\Leftrightarrow x = \frac{e^{\frac{3}{2}}}{0,2}$$

Bij logaritmische vergelijkingen, moet je nog altijd controleren of de oplossing wel kan. Je kan immers een logaritme alleen nemen van een positief getal

Figure 19: <https://www.geogebra.org/m/NRMRHcaf>

9 Exponentiële en logaritmische ongelijkheden

Logaritmische ongelijkheden

$\log_3(x-2) \leq -1$ *BV* : $x - 2 > 0 \Leftrightarrow x > 2$

$\Leftrightarrow \log_3(x-2) \leq \log_3 3^{-1}$

$\Leftrightarrow x - 2 \leq \frac{1}{3}$ \log_3 is een stijgende functie, dus de orde blijft bewaard

$\Leftrightarrow x \leq \frac{7}{3}$

oplossing : $x \in]2, \frac{7}{3}]$

Figure 20: <https://www.geogebra.org/m/hwwv5ynd>

10 Oefeningen

10.1 lineaire versus exponentiële groei

1. Zijn onderstaande voorbeelden lineaire, exponentiële groei of geen van beiden?

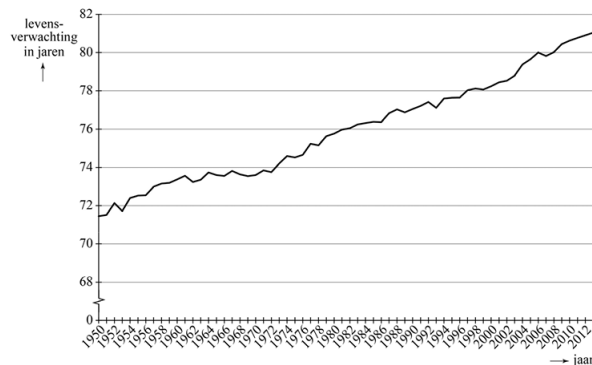
(a) Toename van diabetespatiënten in België (gelezen op vrtnws)

Op dit moment lijdt 1 op de 10 volwassen Vlamingen aan diabetes. Elke 17 minuten wordt er een nieuwe diagnose gesteld. Diabetes type 1 komt het minst voor en is een auto-immuunziekte die vooral voorkomt bij mensen jonger dan 40 jaar. De oorzaak ervan is nog niet gekend. Diabetes type 2 kan ontstaan bij mensen die aan overgewicht lijden of die een slechte eetgewoonte hebben. Te weinig lichaamsbeweging kan ook tot diabetes type 2 leiden.

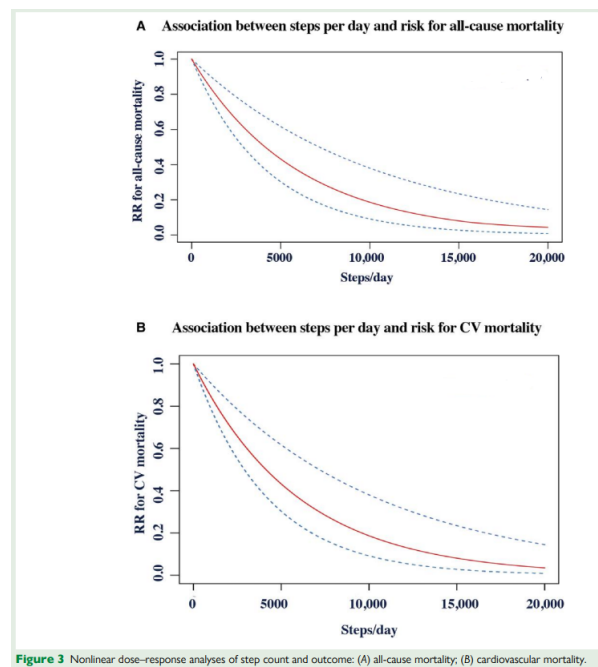
(b) Levensverwachting in Nederland

In Nederland stijgt de levensverwachting al geruime tijd. In figuur 1 is de ontwikkeling van de levensverwachting in Nederland sinds 1950 weergegeven. Deze figuur staat ook vergroot op de uitwerkbijlage.

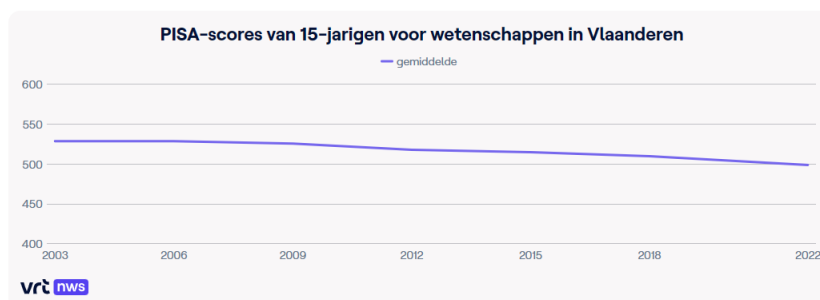
figuur 1



(c) kans op overlijden



(d) pisa-resultaten



2. Stel dat je vanaf je twaalfde verjaardag volgende afspraak met je ouders gemaakt hebt over het krijgen van zakgeld: de eerste week 1 eurocent, de tweede week 2 eurocent en elke volgende week het dubbele van de week ervoor. Hoeveel zakgeld zou je dan deze week ontvangen?
3. Hoeveel brengt 1000 euro vakantiegeld op als ik dit geld 7 jaar laat staan op onderstaande rekeningen?

Aanbieder	Basrenterente	Getrouwheid	Totale rente	Meer info
 Santander Consumer Bank Vision Max. »	1,00%	1,85%	2,85%	+
 me direct MeDirect Essential Sparen. »	2,00%	0,80%	2,80%	+
 Santander Consumer Bank Vision+ plus. »	0,85%	1,80%	2,65%	+
 KEYTRADE Keytrade Bank High Fidelity. »	0,90%	1,65%	2,55%	+
 me direct MeDirect Fidelity Sparen. »	0,75%	1,80%	2,55%	+
 ARGENTIA Argenta Groeirekening	0,75%	1,80%	2,55%	+
 ING ING Tempo Sparen	0,75%	1,50%	2,25%	+

4. Hoe kunnen we de wereld voeden: lees volgend stukje uit een artikel van juli 2022 uit www.demorgen.be

“Ja. Als het gaat om de vraag hoe we onszelf duurzaam kunnen voeden, denken veel mensen dat de groeiende wereldbevolking de grootste uitdaging is. Dat is niet zo. Het aantal mensen groeit met ongeveer 1 procent per jaar en zal naar alle verwachting ergens in de tweede helft van deze eeuw plafonneren. Wat wél een groot probleem is, is de groeiende veestapel die wereldwijd met 2,4 procent per jaar toeneemt. Op basis van de huidige trends zullen er tegen 2050 100 miljoen ton mensen bijkomen en 400 miljoen ton vee.”

- (a) Bereken de 'massa' mensen en vee bij het schrijven van dit artikel
 (b) Bereken de 'massa' mensen en vee vandaag
5. gelijkwaardige rentevoeten.
- (a) Bij welke (fictieve) bank wil jij jouw spaargeld zetten: Bank A geeft 12% per jaar en Bank B geeft 6% per half jaar.
 (b) Bepaal de gelijkwaardige rentevoet voor bank B
6. Is dit een correct reclame-aanbod?

Menu Specsavers 🔍 🛒



**Eten is duurder geworden.
Onze brillen 21% goedkoper**

0% BTW op alle brillen vanaf €89

[Lees meer >](#)

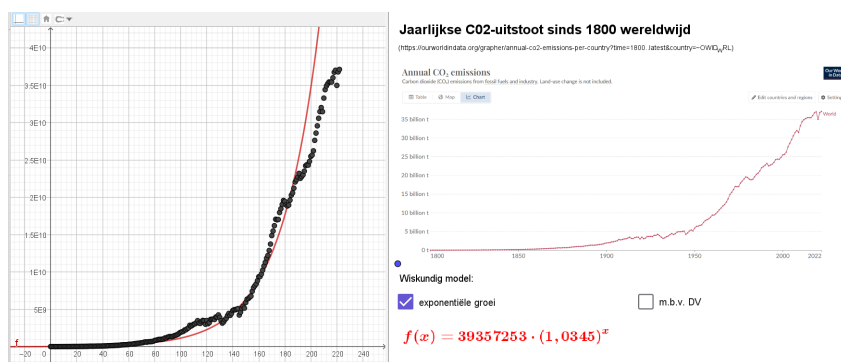
7. In helder water vermindert de lichtintensiteit per meter met 60%. We nemen de lichtintensiteit aan de oppervlakte als eenheid.

- (a) Bereken de lichtintensiteit op 5 m diepte
 (b) Schrijf de lichtintensiteit als functie van de diepte
8. De bevolking van een land groeit exponentieel aan met 12% op 20 jaar
- (a) Wat is de groeifactor op 20 jaar, 10 jaar en op 1 jaar?
 (b) In 1990 is de bevolking 125000. Wat is de bevolking volgens dit model dit jaar?
 (c) Zoek het voorschrift van de functie die met de tijd (in jaren gerekend vanaf 1990) de bevolking laat overeenstemmen
 (d) Na hoeveel jaren zal de bevolking verdubbeld zijn?
9. In ideale laboratoriumomstandigheden verdubbelt de bacterie *E. Colli* zich elke 5 uur. Bij het begin van het kweekprogramma zijn er 160
- (a) Bepaal groeifactor en groeipercentage per uur
 (b) Bepaal het aantal na 11 uur
 (c) Bepaal he aantal na 2 dagen
 (d) Wanneer zal het aantal vertienvoudigd zijn?
10. Lees eerst onderstaand artikel (vrt.nu, gelezen op 28 oktober 2020)

In heel België liggen nu 5.554 patiënten met een coronabesmetting in het ziekenhuis, van wie 911 patiënten op de afdeling intensieve verzorging. "De ziekenhuiscijfers verdubbelen nu om de 8 dagen", zei viroloog Steven Van Gucht vanmorgen. "Als de cijfers aan dit tempo blijven toenemen, dan kunnen we tegen 6 november de kaap van de 2.000 patiënten op intensieve zorg bereiken. Dat is de maximumcapaciteit die we momenteel hebben." Dat zou dus betekenen dat tegen volgende week vrijdag alle bedden op intensieve zorg vol liggen.

We kijken alleen naar de cijfers van de intensieve zorg

- (a) Bepaal de groeifactor en groeipercentage per dag
 (b) Reken de voorspellingen na
11. Op het ogenblik $t=0$ s bestaat een radio-actieve bron uit $64 \mu\text{g } ^{234}\text{Th}$. De halveringstijd van dit isotoop is 24 dagen. Na 120 dagen bevat de bron een hoeveelheid ^{234}Th gelijk aan?
12. Is exponentiële groei een goed model?



<https://www.geogebra.org/m/f6tcwvzw>

10.2 logaritmen

1. Bereken zonder ZRM

- (a) $\log_2 32$
- (b) $\log 0,01$
- (c) $\log_3 3^{-2}$
- (d) $\log_5 1$
- (e) $\log_4 -4$
- (f) $\log_7 7$
- (g) $\log_3 729$
- (h) $\log_{-2} 8$
- (i) $3^{\log_3 17}$

2. Bereken zonder GZRM

- (a) $\log_{\frac{1}{3}} \left(\frac{\sqrt[5]{27 \cdot 9}}{3^{-5}} \right)$
- (b) $\log_4 \left(\frac{2^{-3} \sqrt[5]{64}}{\sqrt[3]{128}} \right)$
- (c) $\log_{10} \left(\frac{(2^3)^4}{125^{-4}} \right)$ (A. 12)
- (d) $\log_4 \left(\frac{2^{\frac{1}{3}} 4^{-2}}{64^{-\frac{2}{3}} 8^{-3}} \right)$ (A. $\frac{14}{3}$)

3. Bereken $\log \left(\sqrt[3]{\frac{ab^2}{cd^4}} \right)$ als $\log a = 2$, $\log b = 3$, $\log c = 4$ en $\log d = 5$

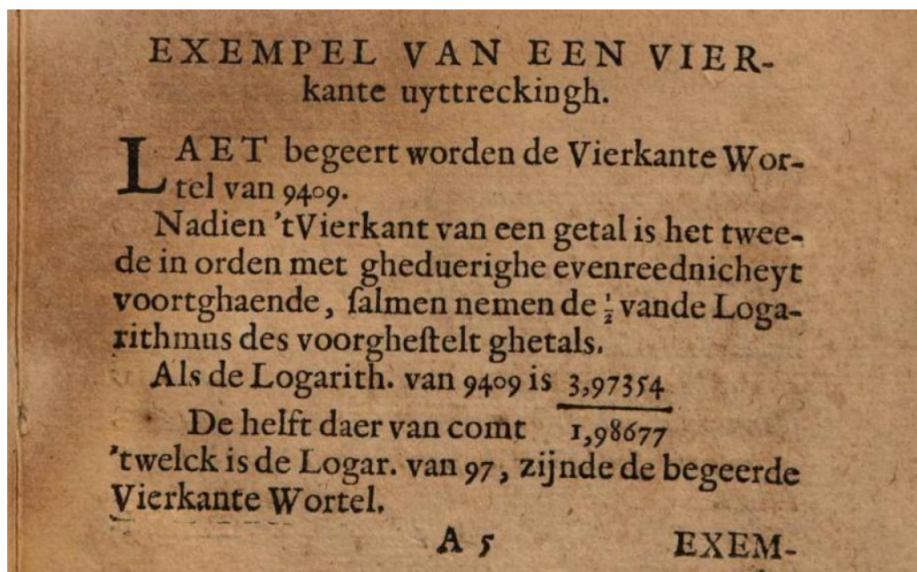
4. Als $\log 2 \approx 0.3$ en $\log 3 \approx 0.48$ bereken dan zonder ICT:

- (a) $\log 6$
- (b) $\log 30$
- (c) $\log 1,5$
- (d) $\log 0,75$
- (e) $\log 8,1$

5. Bewijs de volgende logaritmische identiteiten:

- (a) $\log_a \left(\frac{1}{x} \right) = -\log_a(x)$
- (b) $\frac{1}{\log_x a} - \frac{1}{\log_y a} = \log_a \left(\frac{x}{y} \right)$
- (c) $\log_{xy} a = \frac{\log_x a \cdot \log_y a}{\log_x a + \log_y a}$
- (d) $\frac{1}{\log_{\frac{1}{a}} pq} + \log_{pq} 10a = \frac{1}{\log p + \log q}$
- (e) $\log_a x = (1 + \log_a y) \cdot \log_{ay} x$

6. Uit een handboek wiskunde van 1642: Schrijf deze wiskunde bewerking op in onze hedendaagse notaties



10.3 toepassingen op logaritmen

1. Lees eerst onderstaande kop uit een artikel van De Morgen

Ons land moet per jaar 2 tot 4 procent minder fossiele brandstoffen verbruiken. Groen legt vrijdag een ‘fossiel afbouwplan’ op de federale regeringstafel. Is dat voldoende voor de achterban om te verteren dat de kerncentrales (mogelijk) langer openblijven?

ROEL WAUTERS 16 maart 2022, 07:00

- (a) Waarom is hier sprake van exponentiële groei?
 - (b) Als elk jaar dezelfde afname kan gerealiseerd worden, hoelang zal het dan duren vooraleer onze energieconsumptie gehalveerd is?
2. Lees eerst onderstaande paragraaf uit een artikel van De Morgen (gelezen april 2022)

Uit berekeningen van Wenseleers blijkt alvast dat infecties met BA.4 en BA.5 per dag zo'n 12 procent sneller aangroeien dan besmettingen door de vorige variant, BA.2. Dat zou betekenen dat de variant binnen de vijf dagen bijna dubbel zoveel mensen zou besmetten. “Dat is een aanzienlijk groeivoordeel en vergelijkbaar met het voordeel dat de Indiase deltavariant had ten opzichte van de Britse alfavariant”, zegt Wenseleers.

- (a) Waarom is hier sprake van exponentiële groei?
 - (b) Controleer via een berekening deze bewering
3. Lees eerst onderstaand artikel (vrt.nu, gelezen november 2020)

Het is evenzeer wensdenken dat de cijfers tot het einde van het jaar even snel bergaf blijven gaan”, zegt Van Ranst. “We telden begin deze week nog zo’n 10.000 besmettingen per dag. Als je rekent dat de curve wekelijks gestaag met 25 procent zal dalen, wat al best veel is, tellen we tegen Kerstmis nog steeds 1.334 nieuwe positieve testen per dag. Ter vergelijking: eind juni waren dat er minder dan 100. De curve zou al wekelijks met 50 procent moeten dalen om daar over zes weken weer in de buurt te komen. Dat wil zeggen dat de daling veel sneller zou gaan dan de stijging die aan de piek voorafging. Dat zou wel héél straf zijn.”

- (a) Bereken de groeifactor en het groeipercentage per dag
 - (b) Als er op kerstdag 1334 positieve gevallen waren, wanneer waren er dan 10000 gevallen?
4. In 2014 bedroeg de wereldbevolking 7,14 miljard mensen. Volgend voorschrift modelleert het aantal mensen na 2014: $P(t) = 7,14(1,011)^{t-2014}$
- (a) Geef het jaarlijks groeipercentage
 - (b) In welk jaar zal de wereldbevolking 9 miljard bedragen?
5. Lize heeft spinnen en vliegen in haar huis. Gisteren telde ze 5 spinnen. Vandaag zijn er 8 spinnen en 10 vliegen. De vliegpopulatie verdrievoudigt elke 3 dagen en de spinnenpopulatie groeit ook exponentieel aan. Bepaal na hoeveel dagen er 20 keer meer vliegen dan spinnen in Lize haar huis zullen zijn. (A. ≈ 35 dagen)
6. De halfwaardetijd van cafeïne in het bloed (na het drinken van een tas koffie) is 6 uur. Na hoeveel uur is er nog maar 10% cafeïne aanwezig in het bloed?
7. de luchtdruk neemt met 12% af per 1000 m. Op zeeniveau bedraagt de luchtdruk 1013 hPa. Op welke hoogte zal de luchtdruk nog maar de helft van deze op zeeniveau bedragen?
8. Bereken de verhouding in intensiteit tussen de zwaarste en lichtste aardbeving geregistreerd op 8/11/20

The biggest earthquakes:

today: 5.3 in Lata, Temotu, Solomon Islands

this week: 6.1 in Hihifo, Niuaus, Tonga

this month: 7.6 in Sand Point, Alaska, United States

this year: 7.8 in Sand Point, Alaska, United States

9. Jeugdhuizen vallen onder de milieuwetgeving wanneer zij muziek willen afspelen. Bereken de verhouding in intensiteit tussen categorie 3 en categorie 1

Afhankelijk van hoeveel geluid je wil produceren, kies je voor een bepaalde categorie binnen de VLAREM.

- > een geluidsniveau van maximum 85 dB(A)LAeq,15min. = CAT. 1
- > een geluidsniveau van maximum 95 dB(A)LAeq,15min. = CAT. 2 = VLAREM KLASSE III
- > een geluidsniveau van maximum 100 dB(A)LAeq,60min. = CAT. 3 = VLAREM KLASSE II

10. Om de hoogte van nieuw te bouwen windmolens te bepalen, is het belangrijk om te weten wat de windsnelheid (W) op een bepaalde hoogte (h) is. Het verband tussen W en h wordt gegeven door

$$W = 5,76m \log\left(\frac{h}{r}\right)$$

De parameter m is de windsnelheid op een hoogte van 10 m en de parameter r wordt bepaald door de ruwheid van het terrein

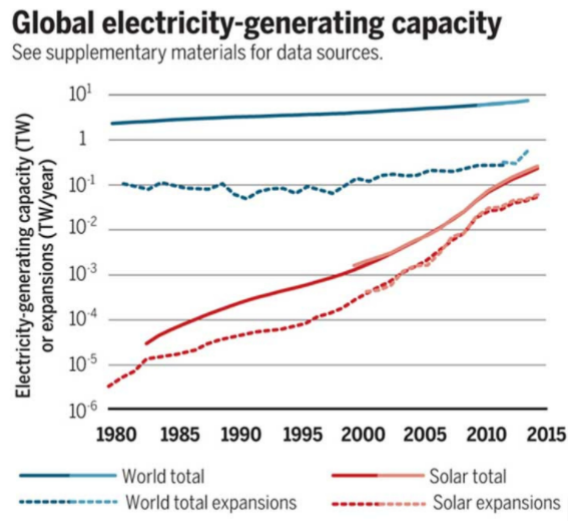
- (a) vergelijk de windsnelheid op een hoogte van 100 m op zee en op het land als je weet dat $r_{land} = 0.02$ en $r_{zee} = 0.0005$ en dat $m = 0.48$
 - (b) Bepaal de toename in windsnelheid als men op het land een windturbine met een willekeurige hoogte in hoogte zou verdubbelen. (zelfde waarden voor m en r uit vorige deelvraag).
 - (c) Op een bepaalde plaats op het land ($m = 0.55$ en $r = 0.015$, staat een windmolen met een hoogte van 90m. Op welke hoogte op zee heeft men dezelfde windsnelheid? ($m = 0.42$ en $r = 0.0006$)
 - (d) Bepaal het verband tussen h_l en h_z (zelfde waarden voor m en r uit vorige deelvraag) (A. $h_l = 4,33h_z^{0,76}$)
11. Om de ouderdom van gesteenten te dateren wordt de verhouding tussen de isotopen Argon-40 (A) en Potassium-40 (P) gemeten. Volgende formule geldt dan:

$$t = 1,26 \times 10^9 \log_2\left(1 + 8,33\left(\frac{A}{P}\right)\right)$$

Als in een monster gesteente deze verhouding 0,212 bedraagt, bepaal dan de ouderdom.

12. Bespreek onderstaande grafiek. Hoe zie je dat er sprake is van exponentiële groei?

∴ Wel, weet dat de groei van zonne-energie reeds meer dan 40 jaar exponentieel is, zoals aangetoond in Figuur 1.



Figuur 1: Wereldwijde elektriciteitsproductiecapaciteit © .

Figure 21: <https://www.knack.be/nieuws/belgie/zonne-energie-is-begonnen-aan-een-opmars-om-onze-bela-article-opinion-1587707.html>

10.4 grafieken exponentiële en logaritmische functies

- Op de grafiek van $f(x) = 2^x$ - worden achtereenvolgens volgende transformaties toegepast: spiegeling om de x-as, horizontale verschuiving met 5 eenheden naar rechts, verticale uitrekking met factor 3 en tenslotte 2 eenheden naar boven. Bepaal het nieuwe functievoorschrift.
- Bepaal het nieuwe functievoorschrift als de transformaties van vorige oef van achter naar voren gedaan worden.
- Bepaal of $f^{-1}(x)$ stijgend of dalend is als $f(x) = 3 \cdot 2^{x-1} + 4$
- Geef de transformaties om de grafiek van $f(x) = \left(\frac{1}{2}\right)^x$ te transformeren naar de grafiek van $g(x) = \log_2(x - 3) + 4$
- Bepaal op twee verschillende de transformaties die men moet uitvoeren op de basisgrafieken om de grafieken van volgende functies te bekomen:

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

(b) $f(x) = \log_2(4x + 3) + 1$

10.5 exponentiële vergelijkingen

Los de volgende vergelijkingen op:

- $6^x = 1$
- $9^{2x} = 5$
- $3^{2x} = \frac{1}{3\sqrt{3}}$
- $2^{x+3} = 16^{x-3}$
- $4^x - 5 \cdot 2^x - 24 = 0$
- $3 \cdot 9^x - 26 \cdot 3^x = 3$
- $6^x + 216 \cdot 6^{-x} = 42$

8. $3^{5x^2} - 9^{x+2} = 0$

9. $9^{x^2+1} - 3^{5x} = 0$

10. Wat is het product van de oplossingen van de volgende vergelijking?

$$3^{2x^2+2x-8} = \frac{9^{2x^2+2x-8}}{81}$$

(A. -6)

10.6 Logaritmische vergelijkingen

1. Los op:

(a) $\log(2x + 3) + \log(x - 1) = \log(x^2 + 9)$

(b) $2 \cdot \log(x) + 1 = \log(19x + 2)$

(c) $\log_2 x = \log_4(6 - x)$

(d) $\log_5(5^x - 7) - \log_{25} 324 = 2 - x$

(e) $\log_x(2x + 8) = 2$

(f) $\log_3(x + 1) + \log_3(2x - 1) = \log_9[3(x - 1)]^4$

(g) $2 \cdot \log_2 x + \log_{\sqrt{2}} x + \log_{\frac{1}{2}} x = 9$

(h) $\log_{x^2} 16 + \log_{2x} 64 = 3$

2. Let op het aantal en/of juiste oplossing(en)

(a) $\log(x - 1)^2 = 2 \log 3$ (A. $x = -4$ en $x = -2$)

(b) $\log[(x + 3)(x - 8)] + \log\left(\frac{x+3}{x-8}\right) = 2$ (A. $x = -13$)

3. Gegeven een willekeurige $a \in \mathbb{R}_0^+ \setminus \{1\}$, vind alle $x \in \mathbb{R}$ waarvoor $\log_{a^2} x = 2 + \log_a(x^2)$

10.7 Exponentiële en logaritmische ongelijkheden

1. Los op:

(a) $10 + 7 \cdot \log_3(x + 1) \leq 45$

(b) $1 + 4 \cdot \log_{\frac{1}{2}}(x + 5) \geq -3$

(c) $2^{3x-1} \leq 32$

(d) $\left(\frac{1}{3}\right)^{4-2x} > 9$

(e) $\log_3(x^2 - 1) \leq 1$

(f) $\log_2(x + 8) \geq \log_2\left(8 - \frac{1}{4}x^2\right)$

2. Voor hoeveel gehele waarden van x geldt $|\log_2(2x + 1) - 2| \leq 2$? (A. $0 \leq x \leq 7.5$, dus 8)