a) v. 2015 — " — : $6,13\cdot10^9\cdot x^{15} = 7,35\cdot10^9 \quad |:(6,13\cdot10^9)$

$$\Leftrightarrow x^{15} = \frac{7,35}{6,13} \quad |\sqrt[15]{\ }$$

$$\Leftrightarrow x = \sqrt[15]{\frac{7,35}{6,13}} \approx 1,01217$$

$\Rightarrow$ kasvu vuodessa: $x - 1 \approx 0,01217 \approx \underline{1,22\,\%}$

b) v. 2022 alussa: $6,13\cdot10^9\cdot x^{22} = 6,13\cdot10^9\cdot\left(\sqrt[15]{\frac{7,35}{6,13}}\right)^{22}$

$$\approx 7,9997\cdot10^9 \approx \underline{8,00\cdot10^9}$$

c) v. 2000 + t alussa: $6,13\cdot10^9\cdot x^t > 10\cdot10^9 \quad |:(6,13\cdot10^9) > 0$

$$\Leftrightarrow x^t > \frac{10}{6,13} \quad |\lg$$ (*) lg x aidosti kasvava → järjestys säilyy

$$\Leftrightarrow \lg x^t > \lg\frac{10}{6,13}$$

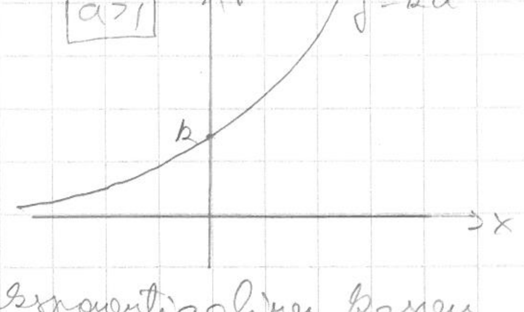
$$\Leftrightarrow t\lg x > \lg\frac{10}{6,13} \quad |:\lg x > 0$$

$$\Leftrightarrow t > \frac{\lg\frac{10}{6,13}}{\lg\sqrt[15]{\frac{7,35}{6,13}}} \approx 40,444$$

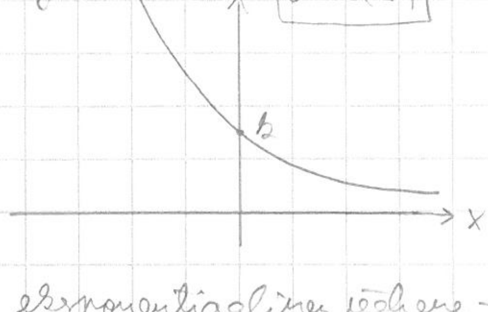
$\Rightarrow$ väkiluku ylittänyt $10\cdot10^9$ v. 2041 alussa

$\Rightarrow$ ylittää v. 2040 aikana

Yleisesti: Suure tulee yhtä suurissa ajanjaksoissa aina yhtä moninkertaiseksi → suure muuttuu eksponentiaalisesti:
$y = k\cdot a^x$



eksponentiaalinen kasvu (kasvuräjähdys)



eksponentiaalinen vähene-minen

15.2 $\quad a \xrightarrow{15\text{ min}} 2a \xrightarrow{15\text{ min}} 2^2a \xrightarrow{15\text{ min}} 2^3a \xrightarrow{15\text{ min}} 2^4a = 16a$

alussa: 250
1 h:n kuluttua: $16\cdot250$
2 — " — : $16^2\cdot250$
⋮

a) x — " — : $\underline{16^x\cdot250}$