



DIE PIONEER-PLAKETTEN

1. DER START

In den frühen 70er Jahren startete die NASA mit Pioneer 10 und Pioneer 11 erstmals Raumsonden zu den Gasriesen Jupiter und Saturn. Berechnungen ergaben, dass die kinetische Energie dieser Sonden ausreichen würde, um das Sonnensystem zu verlassen.

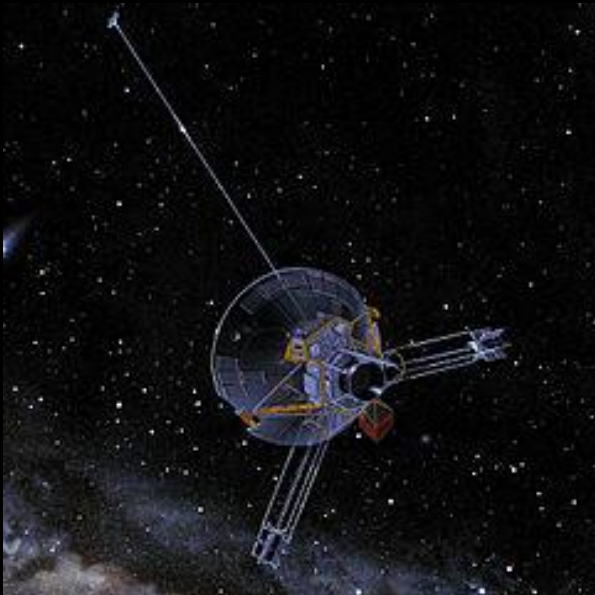
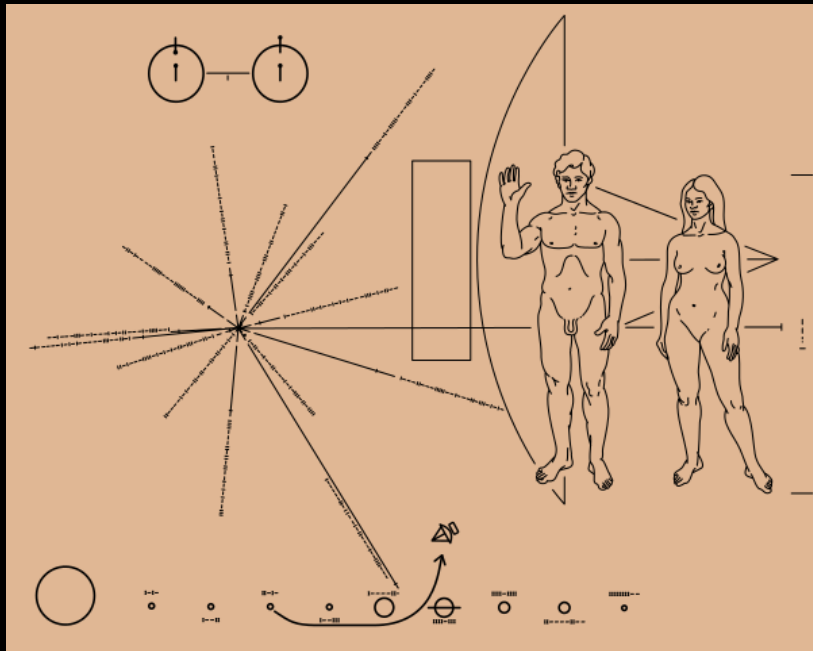


Bild links: „Pioneer 10-11 spacecraft“ von Don Davis für die NASA [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_10-11_spacecraft.jpg?uselang=de

Bild rechts: „Launch of Pioneer 10-2“ von der NASA [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Launch_of_Pioneer_10-2.jpg ; Quelle: <https://www.nasa.gov/centers/ames/news/releases/2001/01images/Pioneer10/pioneer10.html>

2. DIE PLAKETTE

Schnell wurde klar, dass man einer Raumsonde, die unser Sonnensystem verlässt, eine Botschaft mitgeben würde. Diese Botschaft richtet sich an eventuelle Außerirdische, die diese an der Raumsonde angebrachte Plakette eventuell finden und eventuell auch verstehen.



Mögliche Diskussionen:

- 1.) Wie wahrscheinlich ist es, dass die Sonde gefunden wird?
- 2.) Wie wahrscheinlich ist es, dass die Botschaft richtig interpretiert wird?

Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Im oberen linken Rand der Plakette wird eine Längeneinheit definiert. Diese ist die berühmte 21cm-Linie, also die Wellenlänge der elektromagnetischen Strahlung, die ausgesandt wird, wenn bei einem Wasserstoffatom der Spin des Elektrons umklappt.

Links: H-Atom (Spin down)

Rechts: H-Atom (Spin up)

Mitte: Hinweis, dass es sich hier um die Längeneinheit „1“ handelt

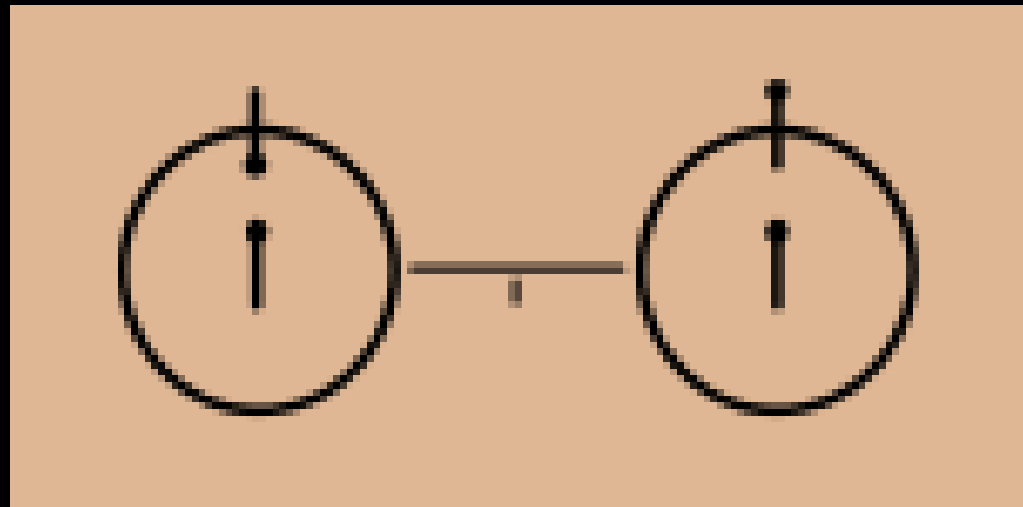
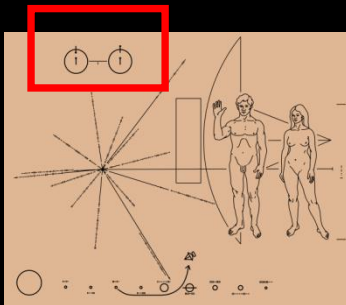


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Neben einer Längeneinheit liefert dieses Element aber auch eine Zeiteinheit durch die Zeit, die Licht im Vakuum benötigt, um diese 21cm zurückzulegen.

$$c = \frac{s}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{s}{c} = \frac{0,21m}{3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}} = 0,07 \cdot 10^{-8} s = 0,7ns$$

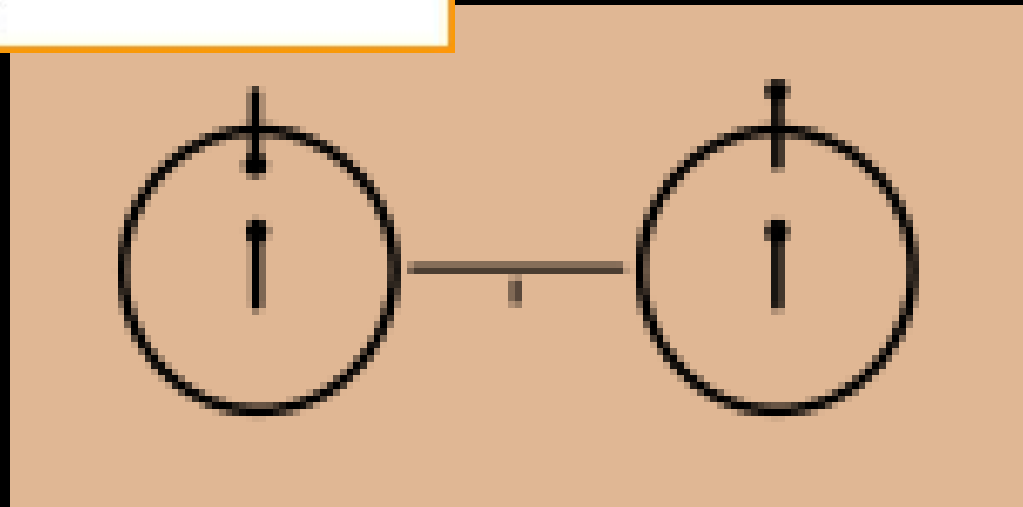
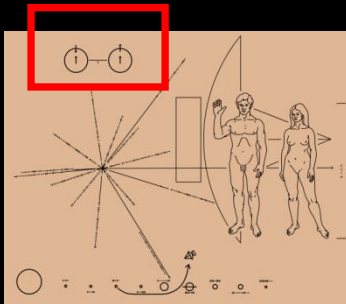


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Im rechten Bildabschnitt sind eine Frau und ein Mann vor dem Hintergrund der Pioneer-Sonde abgebildet.

Ein Empfänger der Botschaft hat somit direkt eine Vorstellung von der Größe der Menschen. Die Darstellung von unbedeckten Menschen war in den 70er Jahren in den USA äußerst umstritten.

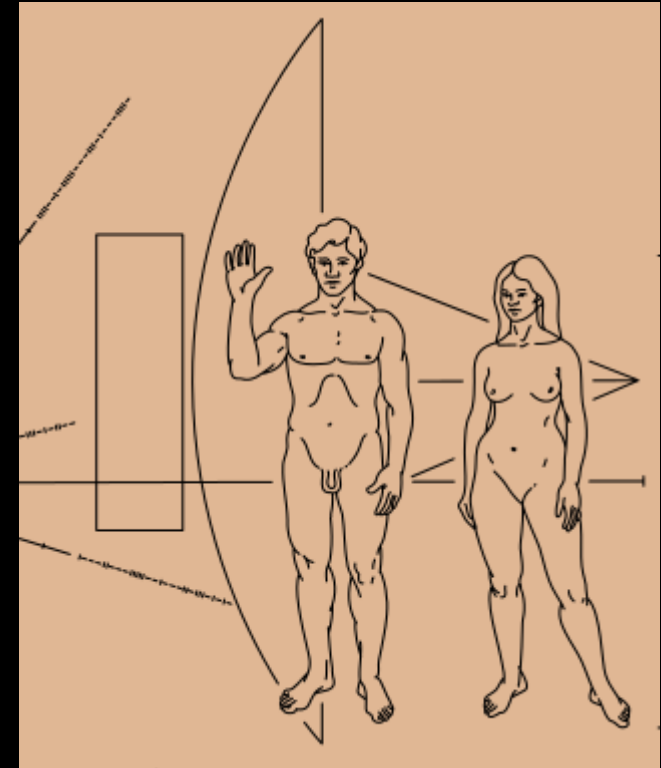
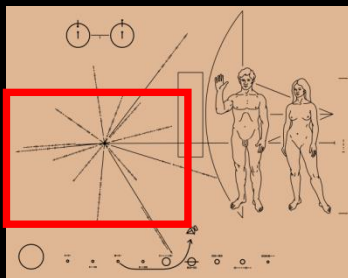


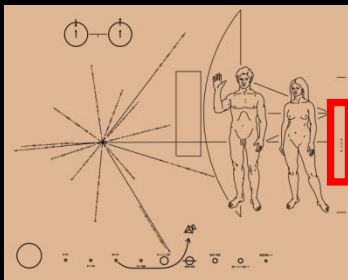
Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Rechts neben der Frau befinden sich (von unten nach oben gelesen) ein senkrechter Balken gefolgt von drei waagerechten Balken. Hiermit wird die Zahl 1000 dargestellt. Diese Zahl ist im Binärsystem zu lesen und ergibt im Dezimalsystem folglich die Zahl 8:

$$0 \cdot 2^0 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^3 = 8$$

Für die durchschnittliche Größe einer Frau ergibt sich also eine Größe von einem Meter und 68 Zentimetern.



$$8 \cdot 21cm = 1,68m$$

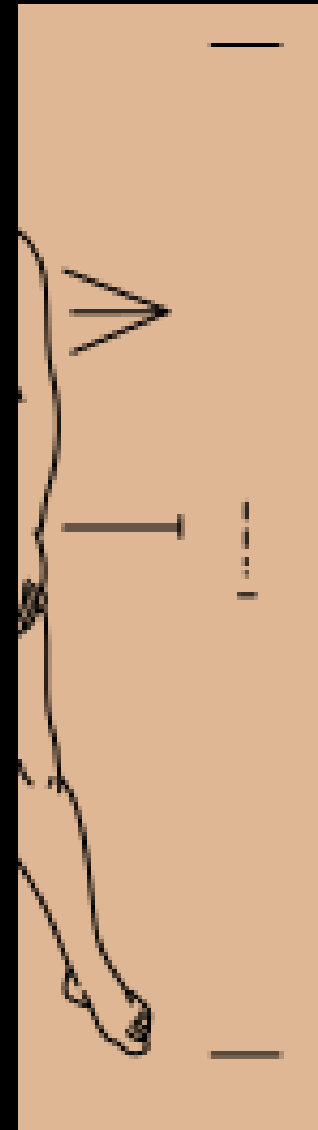
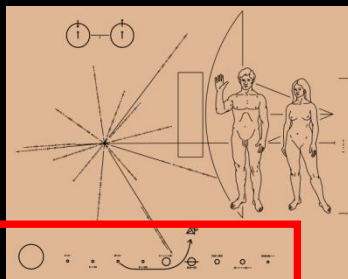
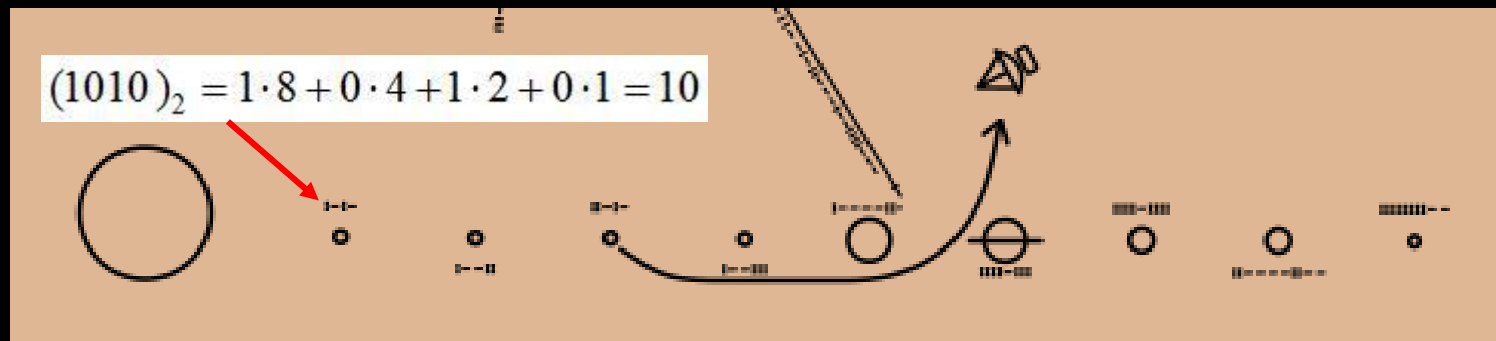


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Im unteren Teil des Bildes ist unser Sonnensystem abgebildet. Es ist deutlich zu sehen, dass die Sonde vom dritten Planeten von der Sonne aus gesehen (also von der Erde aus!) startet und dann die Ebene des Sonnensystems verlässt.



Oberhalb von den jeweiligen Planeten sind jeweils im Binärsystem die relativen Abstände der Planeten von der Sonne angegeben. Zur Vermeidung von Dezimalzahlen gilt hierbei der sonnennächste Planet Merkur als Referenz mit dem Abstand „10“.

Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Ebenfalls mit der Herkunft der Sonde beschäftigt sich der Abschnitt links im Bild. Hier wird die Herkunft der Sonde in der Mitte in Bezug gesetzt zur Position von 14 Pulsaren.

Zusätzlich zu der Richtung, die von unserer Sonne aus zu dem jeweiligen Pulsar führt, ist entlang des jeweiligen Strahls die Periodendauer des Pulsars in der eingangs erwähnten Zeiteinheit angegeben. Als Zeiteinheit dienen dabei die eingangs erwähnten 0,7ns.

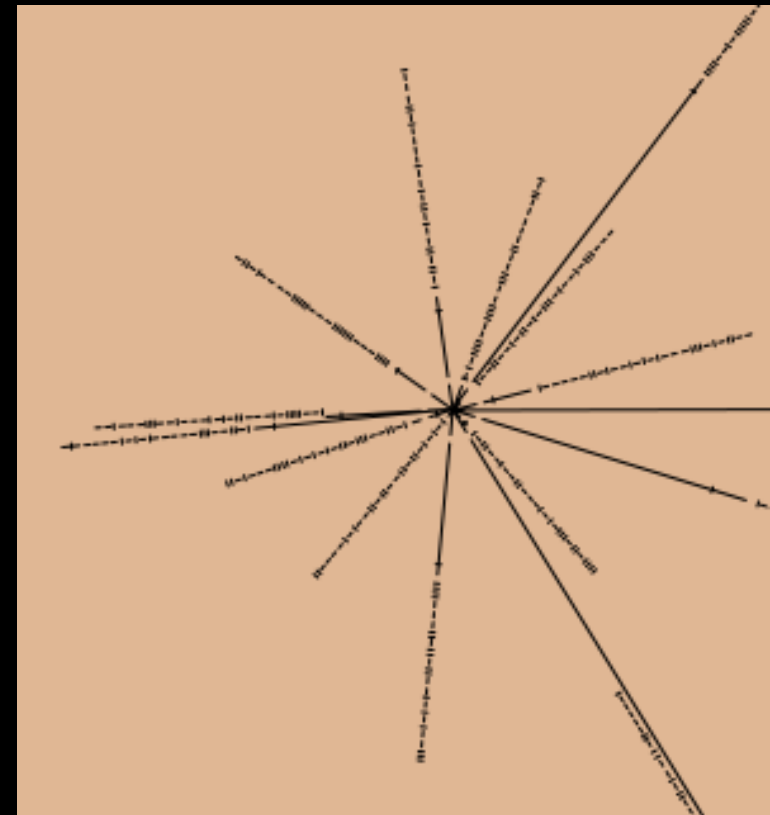
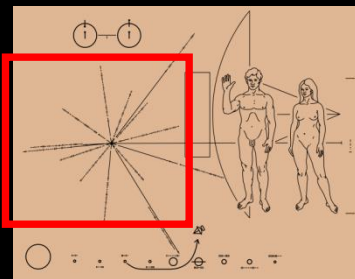


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Diese Periodendauer ist hier für einen Pulsar beispielhaft durchgerechnet. Der vergrößert dargestellte Strahl stellt im Zweiersystem die folgende Zahl dar:

100000110100101010001110101100

Dies entspricht im Zehnersystem der folgenden Zahl:

550.675.372

Multipliziert mit der Zeiteinheit von 0,7ns ergibt dies für die Periodendauer des Pulsars:

0,3876887790s

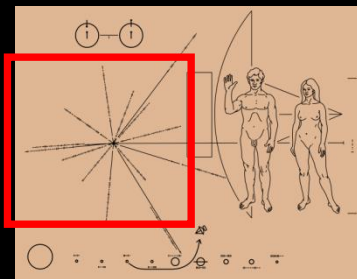
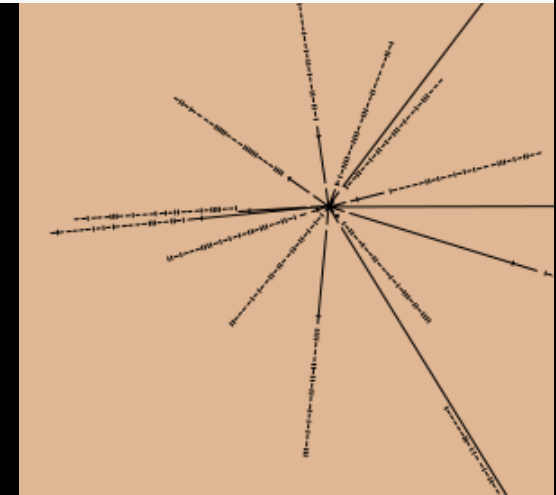
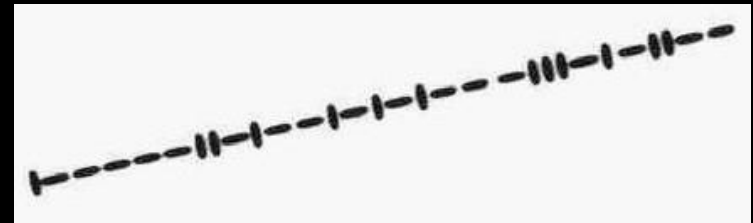


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

3. DER INHALT DER BOTSCHAFT

Exponent	Zweierpotenz
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256
9	512
10	1024
11	2048
12	4096
13	8192
14	16384
15	32768
16	65536
17	131072
18	262144
19	524288
20	1048576
21	2097152
22	4194304
23	8388608
24	16777216
25	33554432
26	67108864
27	134217728
28	268435456
29	536870912
30	1073741824
31	2147483648
32	4294967296
33	8589934592

Diese Abbildung zeigt die hierbei verwendeten Zweierpotenzen, die allesamt mit einem normalen Taschenrechner noch zu berechnen sind.

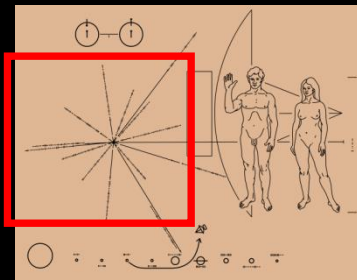
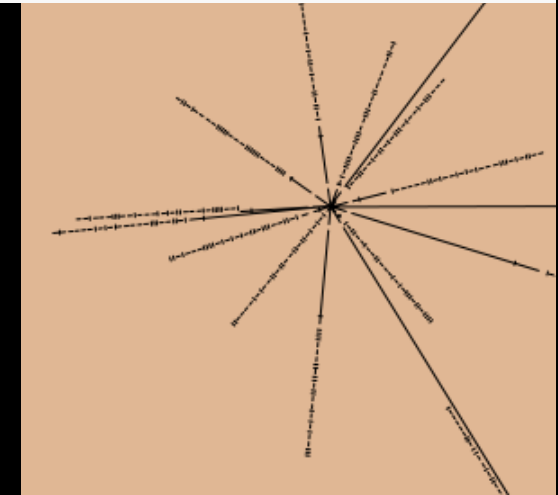
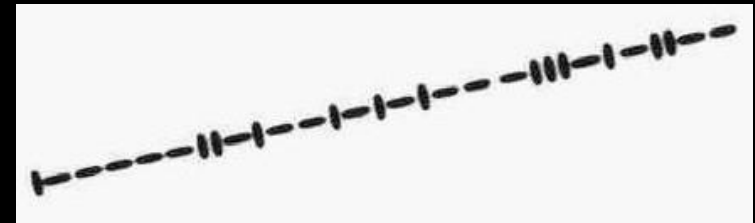


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg

4. WO SIND DIE PIONEER-SONDEN HEUTE?

Diese Tabelle gibt einen Überblick darüber, wie weit die Pioneer-Sonden und die ebenfalls bekannten Voyager-Sonden mittlerweile von der Erde entfernt sind und ob noch Funkkontakt zu diesen Sonden besteht.

Sonde	Abstand zur Sonne	Status
Pioneer 10	ca. 104 AE (2012)	Letztes Funksignal am 23.01.2003
Pioneer 11	ca. 99 AE (2018)	Letztes Funksignal am 24.11.1995
Voyager 1	ca. 150 AE (2020)	Noch aktiv
Voyager 2	ca. 125 AE (2020)	Noch aktiv

5. MÖGLICHE AUFGABEN

- Diskutieren Sie, wie wahrscheinlich es ist, dass diese Plakette von einer intelligenten Zivilisation gefunden wird.
- Diskutieren Sie, wie wahrscheinlich es ist, dass diese Plakette (sollte sie gefunden werden) richtig interpretiert wird.
- Entwerfen Sie eine eigene Plakette, die eine Botschaft der Erde darstellen soll.

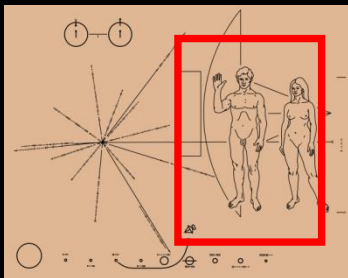


Bild: „Pioneer plaque“ - Vectors by Oona Räisänen (Mysid); designed by Carl Sagan & Frank Drake; artwork by Linda Salzman Sagan, Photograph by NASA Ames Research Center (NASA-ARC) [Public Domain (PD-USGov)] via https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pioneer_plaque.svg