

Wie können wir zu Centauri fliegen? (zur Excel-Datei Centauri.xls)

Mit den bisherigen Raketen würde es zu lange dauern.

(mit 210km/s dauert es 6024 Jahre)

Die Entfernungen dieser drei sonnennächsten Sterne sind 4,22 Lichtjahre zu Proxima Centauri und 4,34 Lichtjahre zu Alpha Centauri A bzw. B. Also muss man schneller fliegen. Wenn man ausreichend schnell fliegt, kommt man in den relativistischen Bereich. Dort gibt es durch den Lorentzfaktor noch einen zusätzlichen Zeitgewinn, denn im schnell fliegenden Raumschiff vergeht die Zeit um den Lorentzfaktor langsamer. (-> Zeitdilatation). Bei der Geschwindigkeit von 298.289.730m/s erhält man einen Lorentzfaktor von 10, das heisst, für die Raumschiff-Mannschaft vergeht nur ein Jahr, während auf der Erde 10 Jahre vergehen. Allerdings nimmt auch die Masse des Raumschiffs um den Faktor 10 zu, was einen 10 mal stärkeren Antrieb benötigt, wenn man die gleiche Beschleunigung erhalten will. Falls man diese Werte noch nicht erreicht, kann man damit immerhin etwa eine Reise zum Mars erheblich verkürzen. (Centauri hat zwei rote Zwerge und einen sonnenähnlichen Stern. Es gibt mindestens einen Planeten. Siehe http://de.wikipedia.org/wiki/Alpha_Centauri und http://de.wikipedia.org/wiki/Proxima_Centauri).

Wie kann man das erreichen?

Mit folgenden Zutaten: (leider gibts sie nicht zu kaufen)

1. siehe „Neuer Ionenantrieb mit 210km/s“

<http://www.raumfahrer.net/news/raumfahrt/14012006122247.shtml>

Den müsste man um den Faktor 1400 weiterentwickeln, dann braucht er aber viel mehr Leistung.

Beispiel: Beschleunigung von Elektronen mit Beschleunigungsspannung U (Linearbeschleuniger): siehe Excel-Tabelle Ionen

Energie der Elektronen nach Beschleunigen: $E = e \cdot U$ [eV].

Nach Prof. Demtröder Experimentalphysik 4 Kapitel 4.1 S.61,62

mit relativistischem Term: Dazu brauchen wir zunächst die Hilfsvariable α .

$$\alpha = Q \cdot U / (m_0 \cdot c^2)$$

$$v = c / (1 + \alpha) \cdot \text{SQRT}(\alpha^2 + 2 \alpha) \quad \text{Das ist dann die Geschwindigkeit.}$$

($Q = 1,6 \text{ E-19 AS=C}$, $m_0 = 2,18\text{E-25 kg}$ für einfach ionisiertes Xenon)

Da sieht man dann leider, dass ein Linearbeschleuniger nicht ausreicht.

Schon beim Beschleunigen von Protonen würde man bei einer Spannung von 100 Megavolt gerade mal auf einen Lorentzfaktor von 1,107 kommen.

Aber schliesslich gibt es ja noch was stärkeres als Linearbeschleuniger.

Und wie wäre es mit CO₂ statt Xenon? Dann könnte man das Treibhausgas nutzbringend verwenden.

2. Fusionsreaktor zum Erzeugen der Leistung für den Ionenantrieb, z.B.

Tokamak oder Stellarator. Der break-even ist noch nicht erreicht aber viele Länder arbeiten daran. Bei diesen Reaktoren laufen Ionen um. Man müsste prüfen, ob man durch Anbringung einer geeigneten Spule direkt elektrische Leistung aus dem Reaktor für den Ionenantrieb auskoppeln kann. <http://de.wikipedia.org/wiki/Kernfusionsreaktor>

Auch könnte man überlegen, ob der Divertor-Output in den Ionenantrieb eingekoppelt werden kann. Zu klären: wie reagiert der Reaktor auf die Erhöhung des Lorentzfaktors?

3. Dilatationsflug.

<http://de.wikipedia.org/wiki/Zeitdilatation>

Hierzu eine Zeittabelle, die Zeit nimmt von oben nach unten zu:

Zeit	Zeit	Weg	Weg	Geschw.		Lorentz-	Zeit
Erde	Tag	m	Lichtjahre	m/s		faktor	Tage
	Erde	$a/2*t^2$		$a*t$	v/c	γ	Raumschiff
0		0		0			0
1s		5		10			1s
2s		20		20		Das ist auch der	
3s		45		30		erforderliche	3s
4s		80		40		Schub in	4s
5s		125		50		kg (DaN) pro	5s
6s		180		60		kg Ruhemasse	
7s		245		70			7s
1 Minute		18000		600	2,001E-06		1 Minute
1 Stunde		64800000		36000	0,0001201		0,04
1 Tag		3,73E+10		864.000	0,002882		1,00
1 Woche	7,00	1,83E+12		6,05E+06	0,020174		7,00
1 Monat	28,00	2,93E+13	0,003	2,42E+07	0,0806958	1,00	27,97
1/2 Jahr	182,50	1,24E+15	0,131	1,58E+08	0,5259639	1,18	174,99
3/4 Jahr	273,75	2,80E+15	0,294	2,37E+08	0,7889458	1,63	251,22
11 Monate	334,58	4,18E+15	0,440	2,89E+08	0,9642671	3,77	296,97
11,2 Monate	340,67	4,33E+15	0,456	2,94E+08	0,9817992	5,27	301,33
11,3 Monate	345,24	4,45E+15	0,468	2,98E+08	0,9949921	10,00	304,59
Ab jetzt langsam Schub wegnehmen und dann mit gleichbleibender Geschwindigkeit weiterfliegen.1)							
30 Monate	909,85	1,90E+16	2	2,98E+08	0,9949921	10,00	361,02
51 Monate	1548,17	3,55E+16	3,732	2,98E+08	0,9949921	10,00	424,83
Ab jetzt Rakete wenden und abbremesen, damit wir sanft landen können.2)							
57 Monate	1721,78	3,66E+16	3,850	1,48E+08	0,494646	1,15	533,90
65 Monate	1953,26	3,75E+16	3,942	9,83E+07	0,327864	1,06	564,88
77 Monate	2298,40	3,99E+16	4,200	0	0	1,00	619,55

Jetzt sind wir bei Centauri angekommen. Jetzt können wir sehen, ob es Planeten gibt.

Das Beschleunigen und Verzögern machen wir mit 1g, damit wir Erdschwere im Raumschiff haben.

Ein Lichtjahr sind $9,5*10^{12}$ km = $9,5E+15$ m

1)Achtung! Da wir jetzt einen Lorentzfaktor von 10 haben, müssen wir sehr vorsichtig beim Beschleunigen bzw. Abbremsen sein, da die Astronauten 10mal so schwer sind wie auf der Erde!

2)Nun machen wir den umgekehrten Vorgang von Zeile 6 bis 23.

Wenn man die Formel von Wikipedia (s.o.) für die Zeit im Raumschiff verwendet, kommen da grössere Zahlen heraus als für die Zeit auf der Erde.

Hier ist die Formel (Tau ist die Zeit im Raumschiff und t auf der Erde)

$$\tau = \frac{c}{a} \ln \left(\left(\sqrt{c^2 + v_0^2} - v_0 \gamma \right) \cdot \frac{\sqrt{c^2 + (at + v_0 \gamma)^2} + at + v_0 \gamma}{c^2} \right)$$

Das kann nicht sein, denn der Lorentzfaktor ist grösser als Eins.

Also hat die Formel einen Fehler.

Da muss der Lorentzfaktor Gamma bei den Termen mit der Anfangsgeschwindigkeit v_0 raus. Dann kommt man zu den Ergebnissen der Tabelle.

In der Excel-Datei lorentzfaktor3.xls gibt es 10 Seiten:

Lorentz	Hier ist eine Geschwindigkeitstabelle bis Lorentzfaktor 10000
A_10ms_2	konstante Beschleunigung 10m/s ²
A var	konstante Beschleunigung, variabel
Centauri	Flug zu Proxima Centauri
Verzög	Verzögerung, Originalformel von Wikipedia
Beschl	Beschleunigung, Originalformel von Wikipedia
Verzögl2	Verzögerung, geänderte Formel
Beschl2	Beschleunigung, geänderte Formel
CentauriK	mod. Centauri für Tabelle auf voriger Seite
Ionen	Tabellen für verschiedene Ionenantriebe

Wenn man z.B. in der Tabelle A var die Beschleunigung (D1) ändert und Return drückt, kann man die Auswirkung auf die Tabelle gleich sehen.

Kommunikation und Doppler-Effekt

Wenn man zwischen Erde-Raumschiff und Raumschiff-Centauri kommunizieren möchte, gibt es zwei Probleme.

1. Übertragungszeit zwischen Erde und Centauri

Die Entfernung ist 4,2 Lichtjahre. Also dauert es 4,2 Jahre, bis die Daten ankommen. Das macht einen Dialog recht langwierig.

2. Doppler-Effekt beim Flug zu Centauri

Durch die hohe Geschwindigkeit der Rakete wird sich die Frequenz, auf der man sendet, von der Frequenz, die empfangen wird, unterscheiden.

Wir müssen hier zwei Fälle unterscheiden, die in zwei Spalten der Doppler-Tabelle auftauchen. Hier ein Beispiel aus der zweiten Spalte bei Lorentz-Faktor 10:

Wenn wir im Raumschiff bei 298 291 140 km/s einen Sender hören wollen, der auf der Erde mit 100 MHz sendet, müssen wir den Empfänger auf 5 MHz einstellen.

Geschw. m/s a*t	c m/s 299.792.458 v/c	Lorentz- faktor γ	Doppler-Effekt beim Nachrichten senden/empfangen	
			Bewegung aufeinander zu	voneinander weg
			Frequenzverschiebungs- Faktor f'/f ₀	Frequenzverschiebungs- Faktor f'/f ₀
0				
10				
20				
30				
40				
50				
60				
70				
600				
36000				
864.000				
6.048.000	0,020	1,0002035564	1,020	0,980
24.192.000	0,081	1,003	1,084	0,922
157.680.000	0,526	1,176	1,794	0,557
236.520.000	0,789	1,627	2,911	0,343
289.080.000	0,964	3,775	7,414	0,135
294.336.000	0,982	5,265	10,435	0,096
298.291.140	0,995	10,005	19,959	0,050
299.777.468	0,999949998742	100,000	199,995	0,005