Pioneer-10

5 BINAS: afstand aarde - Aldebaran: $650 \cdot 10^{15}$ m
BINAS: 1 AE = $0{,}1496 \cdot 10^{12}$ m

Afstand aarde Aldebaran = $\dfrac{640 \cdot 10^{15}}{0{,}1496 \cdot 10^{12}} = 4{,}35 \cdot 10^{6}$ AE

Benodigde tijd: = $\dfrac{4{,}35 \cdot 10^{6}}{2{,}6} = 1{,}7 \cdot 10^{6}$ jaar

6 Het antwoord op deze vraag is zo niet te geven.
Omdat Pioneer-10 over een 5 keer zo lang traject wordt versneld als dat hij wordt vertraagd, (eenvoudig met de gravitatieformules uit te rekenen) suggereert dit gegeven dat de gemiddelde snelheid groter zou zijn dan 2,6 AE per jaar.

Maar door de aantrekking van de zon is het geheel niet zeker of Pioneer-10 überhaupt het omslagpunt (waar de aantrekking van Aldebaran groter wordt dan aantrekking van de zon) bereikt, of wellicht pas na zéér, zéér lange tijd, zo lang, dat de gemiddelde snelheid kleiner dan 2,6 AE per jaar wordt.
(In vraag 7 zal blijken dat het omslagpunt gemakkelijk gepasseerd wordt!)

7 Er moet gelden: $\frac{1}{2}mv^2 > G\dfrac{mM}{r}$ ofwel $v^2 > \dfrac{2GM}{r}$

$$2{,}6 \text{ AE/jaar} = \frac{2{,}6 \cdot 149{,}6 \cdot 10^{9}}{365{,}25 \cdot 24 \cdot 3600} = 1{,}23 \cdot 10^{4} \text{ m/s}$$

$$v^2 = (1{,}23 \cdot 10^4)^2 = 1{,}5 \cdot 10^8 \ (\text{m/s})^2$$

$$\frac{2GM}{r} = \frac{2 \cdot 6{,}67 \cdot 10^{-11} \cdot 1{,}989 \cdot 10^{30}}{6{,}2 \cdot 10^{12}} = 4{,}3 \cdot 10^{7} \ (\text{m/s})^2$$

Inderdaad geldt ruimschoots dat $v^2 > \dfrac{2GM}{r}$, dus is ook ruimschoots aan de voorwaarde voldaan.

8 $\dfrac{\Delta m}{\Delta t}$ = toename massa per sec
Als alle stof die Pioneer-10 tegenkomt wordt opgeveegd geldt

$$\frac{\Delta m}{\Delta t} = \rho \cdot V = \rho \cdot A \cdot v$$

met V = A · v = Volume waartegen Pioneer-10 in 1 sec 'botst' .

Invullen levert: $F = \rho \cdot A \cdot v \cdot v = \rho \cdot A \cdot v^2$

9 $A = \frac{1}{4}\pi D^2 = 5{,}897 \text{ m}^2$
$F = A\rho v^2 = ma$ $\quad 5{,}897 \cdot \rho \cdot (1{,}23 \cdot 10^4)^2 = 241 \cdot 8{,}74 \cdot 10^{-10}$

$$\rho = 2{,}4 \cdot 10^{-16} \text{ kg/m}^3$$