Límite superior para la sección eficaz de materia oscura

Utilice los siguientes ingredientes para calcular un límite superior de materia oscura para un experimento hipotético que no ha registrado ningún evento. Produzca un gráfico del límite superior para σ_0 (coeficiente de la sección eficaz por nucleón) en función de la masa hipotética de la partícula de materia oscura (M_{DM}) para el rango 1 GeV - 100 GeV.

Características del detector:

1. El volumen sensible está hecho de 100g de silicio.
2. La eficiencia de detección en función de la energía medida por el detector (E_m) es:

$$(1+\exp(-100(E_m-0.1))^{-2}$$

3. El experimento tomó datos por un año.

Análisis:

1. Use el modelo de halo estándar. Puede encontrar una implementación en C en la página de la materia:

   $t = 0$ días desde el 1 de enero
   $v_0 = 220$ km s^{-1}
   $v_{esc} = 650$ km s^{-1}
   $v_E = 244 + 15\cos(2\pi(t-152.5)/365.25)$ km s^{-1}
   $\rho = 0.3/c^2$ GeV c^{-2} cm^{-3}
   $A = 28$ silicio
   $M_N = 26.0603162/c^2$ GeV c^{-2}
   $M_n = 0.938272/c^2$ GeV c^{-2}
   $C = 8640 \cdot 1000$ conversión de unidades: [km cm GeV^{-1} s^{-1} g^{-1}] a [kg^{-1} día^{-1} keV^{-1}]

   $m_N = M_{DM}M_N/(M_{DM}+M_N)$
   $m_n = M_{DM}M_n/(M_{DM}+M_n)$
   $\sigma_N = \sigma_0 \frac{m_N m_N}{m_n^2} A^2$
   $k_0 = (\pi v_0^2)^{3/2}$
   $k_1 = k_0(\mathrm{erf}(v_{esc}/v_0) - \frac{2}{\sqrt{\pi}}\frac{v_{esc}}{v_0}\exp(-(v_{esc}/v_0)^2)$
   $n_0 = \rho/M_{DM}$
   $R_0 = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\frac{N_0}{A} n_0 v_0 \sigma_N$
   $E_0 = M_{DM}v_0^2/2.$
   $r = 4M_{DM}M_N/(M_{DM}+M_N)^2$
   $v_{min} = v_0\sqrt{\frac{E_R}{E_0 r}}$

   Si $v_{min} < v_{esc} - v_E$:
   $dR/dE_R = C\frac{k_0}{k_1}\frac{R_0}{E_0 r}(\frac{\sqrt{\pi}}{4}\frac{v_0}{v_E}(\mathrm{erf}(\frac{v_{min}+v_E}{v_0}) - \mathrm{erf}(\frac{v_{min}-v_E}{v_0})) - \exp(-\frac{v_{esc}^2}{v_0^2}))$

   Si $v_{min} < v_{esc} + v_E$:
   $dR/dE_R = C\frac{k_0}{k_1}\frac{R_0}{E_0 r}(\frac{\sqrt{\pi}}{4}\frac{v_0}{v_E}(\mathrm{erf}(\frac{v_{esc}}{v_0}) - \mathrm{erf}(\frac{v_{min}-v_E}{v_0})) - \frac{v_E+v_{esc}-v_{min}}{v_E/2}\exp(-\frac{v_{esc}^2}{v_0^2}))$

2. Tome la siguiente aproximación para el factor de quenching:

$$Q(E_R) = 0.2E_R^{0.18} \longrightarrow E_m = Q(E_R)E_R = 0.2E_R^{1.18}$$