

Techniques for particle detection with active targets – Study session

Problem 1

We want to measure a resonant elastic scattering in an active target, which requires to stop the incoming ^{10}C beam in the C_4H_{10} gas volume. If the beam energy is 35 MeV, which pressure is necessary to stop the beam in 30 cm of gas?

Problem 2

Using the beam of problem 1 we want to study the unbound nucleus ^{11}N , using the resonant scattering $^{10}\text{C}+p$. The ground state resonance is situated about 2.3 MeV above the $^{10}\text{C}+p$ threshold. If the resolution on the position of the scattering vertex is $\delta x = 1$ mm, what is the energy resolution with which we can measure the resonance?

$$[E_{\text{c.m.}} = E_{\text{lab}} \times m_{\text{target}} / (m_{\text{beam}} + m_{\text{target}})]$$

Problem 3

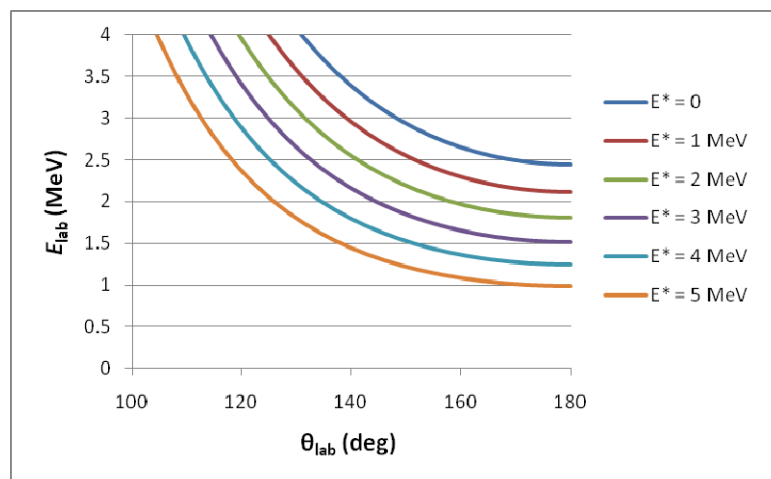
We want to measure the $^8\text{He}(^{12}\text{C}, ^{12}\text{N})^7\text{H}$ reaction using an active target filled with isobutane at 100 mbar (see PRL 99 (2007) 062502). Which spatial resolution is necessary in order to separate low energy (≈ 5 MeV) ^{12}C nuclei recoiling from elastic scattering from ^{12}N nuclei produced in the reaction?

[Assume that the total deposited energy is measured from the collected charge with a good accuracy.]

Problem 4

Consider the kinematic plot in the figure. It shows energy (lab) vs. scattering angle (lab) for protons emitted in the $^{68}\text{Ni}(d,p)^{69}\text{Ni}$ reaction, in inverse kinematics with a ^{68}Ni beam at $E_{\text{lab}} = 10$ MeV/nucleon. The different lines correspond to different excitation energies E^* of the product nucleus ^{69}Ni .

We perform the measurement using an active target filled with deuterium at 1 bar. If the resolution on the measurement of the range of the backscattered protons is 2 mm, which is the corresponding resolution in E^* ?



=====
 Calculation using SRIM-2006
 SRIM version ---> SRIM-2008.04
 =====

Disk File Name = SRIM Outputs\Carbon in No. 340 (Iso)Butane (gas)

Ion = Carbon [6] , Mass = 10 amu

Target Density = 2.3796E-03 g/cm3 = 3.4517E+20 atoms/cm3

Target is a GAS - pressure 1000 mbar

=====
 Target Composition =====

Atom Name	Atom Numb	Atomic Percent	Mass Percent
H	1	071.43	017.34
C	6	028.57	082.66

=====
 Bragg Correction = 3.72%

Stopping Units = MeV / (mg/cm2)

Ion Energy	dE/dx Elec.	dE/dx Nuclear	Projected Range	Longitudinal Stragglng	Lateral Stragglng
100.00 keV	3.155E+00	3.108E-01	139.36 um	18.91 um	19.50 um
110.00 keV	3.267E+00	2.915E-01	150.94 um	19.66 um	20.56 um
120.00 keV	3.371E+00	2.749E-01	162.26 um	20.36 um	21.56 um
130.00 keV	3.469E+00	2.602E-01	173.33 um	20.99 um	22.50 um
140.00 keV	3.563E+00	2.472E-01	184.19 um	21.59 um	23.38 um
150.00 keV	3.653E+00	2.356E-01	194.84 um	22.14 um	24.22 um
160.00 keV	3.740E+00	2.251E-01	205.29 um	22.65 um	25.02 um
170.00 keV	3.826E+00	2.157E-01	215.55 um	23.13 um	25.78 um
180.00 keV	3.910E+00	2.071E-01	225.64 um	23.58 um	26.51 um
200.00 keV	4.073E+00	1.920E-01	245.30 um	24.49 um	27.87 um
225.00 keV	4.271E+00	1.763E-01	268.98 um	25.53 um	29.41 um
250.00 keV	4.462E+00	1.632E-01	291.77 um	26.45 um	30.80 um
275.00 keV	4.647E+00	1.520E-01	313.74 um	27.26 um	32.08 um
300.00 keV	4.824E+00	1.425E-01	334.97 um	27.99 um	33.25 um
325.00 keV	4.996E+00	1.342E-01	355.52 um	28.65 um	34.33 um
350.00 keV	5.162E+00	1.269E-01	375.45 um	29.25 um	35.33 um
375.00 keV	5.323E+00	1.204E-01	394.82 um	29.80 um	36.26 um
400.00 keV	5.479E+00	1.146E-01	413.67 um	30.30 um	37.13 um
450.00 keV	5.778E+00	1.047E-01	449.95 um	31.41 um	38.71 um
500.00 keV	6.063E+00	9.654E-02	484.56 um	32.37 um	40.12 um
550.00 keV	6.337E+00	8.964E-02	517.70 um	33.21 um	41.38 um
600.00 keV	6.602E+00	8.374E-02	549.54 um	33.96 um	42.52 um
650.00 keV	6.858E+00	7.863E-02	580.20 um	34.63 um	43.56 um
700.00 keV	7.106E+00	7.417E-02	609.80 um	35.23 um	44.52 um
800.00 keV	7.583E+00	6.671E-02	666.18 um	36.72 um	46.21 um
900.00 keV	8.035E+00	6.071E-02	719.32 um	37.97 um	47.66 um
1.00 MeV	8.462E+00	5.579E-02	769.70 um	39.05 um	48.94 um
1.10 MeV	8.862E+00	5.166E-02	817.75 um	40.00 um	50.07 um
1.20 MeV	9.236E+00	4.814E-02	863.78 um	40.83 um	51.08 um
1.30 MeV	9.582E+00	4.510E-02	908.09 um	41.59 um	52.00 um
1.40 MeV	9.901E+00	4.246E-02	950.92 um	42.27 um	52.84 um
1.50 MeV	1.019E+01	4.012E-02	992.48 um	42.90 um	53.60 um
1.60 MeV	1.046E+01	3.805E-02	1.03 mm	43.48 um	54.32 um
1.70 MeV	1.069E+01	3.620E-02	1.07 mm	44.03 um	54.98 um
1.80 MeV	1.091E+01	3.454E-02	1.11 mm	44.54 um	55.60 um
2.00 MeV	1.127E+01	3.165E-02	1.19 mm	46.10 um	56.73 um
2.25 MeV	1.160E+01	2.870E-02	1.28 mm	48.21 um	58.00 um
2.50 MeV	1.183E+01	2.629E-02	1.37 mm	50.12 um	59.14 um
2.75 MeV	1.198E+01	2.428E-02	1.46 mm	51.89 um	60.18 um
3.00 MeV	1.206E+01	2.257E-02	1.54 mm	53.57 um	61.15 um
3.25 MeV	1.209E+01	2.110E-02	1.63 mm	55.17 um	62.06 um
3.50 MeV	1.208E+01	1.982E-02	1.72 mm	56.71 um	62.93 um

3.75 MeV	1.204E+01	1.870E-02	1.80 mm	58.22 um	63.76 um
4.00 MeV	1.198E+01	1.770E-02	1.89 mm	59.70 um	64.56 um
4.50 MeV	1.180E+01	1.602E-02	2.07 mm	65.02 um	66.09 um
5.00 MeV	1.159E+01	1.465E-02	2.25 mm	70.09 um	67.56 um
5.50 MeV	1.135E+01	1.350E-02	2.43 mm	74.99 um	68.99 um
6.00 MeV	1.111E+01	1.253E-02	2.62 mm	79.77 um	70.40 um
6.50 MeV	1.086E+01	1.170E-02	2.81 mm	84.48 um	71.78 um
7.00 MeV	1.062E+01	1.098E-02	3.00 mm	89.13 um	73.17 um
8.00 MeV	1.014E+01	9.788E-03	3.41 mm	106.34 um	75.94 um
9.00 MeV	9.691E+00	8.842E-03	3.83 mm	122.44 um	78.75 um
10.00 MeV	9.264E+00	8.071E-03	4.27 mm	137.94 um	81.63 um
11.00 MeV	8.863E+00	7.431E-03	4.74 mm	153.09 um	84.61 um
12.00 MeV	8.488E+00	6.890E-03	5.22 mm	168.08 um	87.68 um
13.00 MeV	8.138E+00	6.426E-03	5.73 mm	183.01 um	90.88 um
14.00 MeV	7.811E+00	6.024E-03	6.25 mm	197.97 um	94.20 um
15.00 MeV	7.506E+00	5.672E-03	6.80 mm	213.01 um	97.66 um
16.00 MeV	7.222E+00	5.361E-03	7.37 mm	228.16 um	101.26 um
17.00 MeV	6.957E+00	5.084E-03	7.96 mm	243.46 um	105.00 um
18.00 MeV	6.709E+00	4.836E-03	8.58 mm	258.93 um	108.90 um
20.00 MeV	6.261E+00	4.409E-03	9.88 mm	318.02 um	117.17 um
22.50 MeV	5.794E+00	3.975E-03	11.62 mm	403.34 um	128.38 um
25.00 MeV	5.350E+00	3.623E-03	13.51 mm	484.51 um	140.62 um
27.50 MeV	5.012E+00	3.331E-03	15.53 mm	563.97 um	153.88 um
30.00 MeV	4.718E+00	3.085E-03	17.69 mm	642.33 um	168.11 um
32.50 MeV	4.458E+00	2.874E-03	19.98 mm	720.35 um	183.29 um
35.00 MeV	4.228E+00	2.691E-03	22.40 mm	798.51 um	199.40 um
37.50 MeV	4.022E+00	2.532E-03	24.95 mm	877.08 um	216.41 um
40.00 MeV	3.836E+00	2.391E-03	27.62 mm	956.25 um	234.31 um
45.00 MeV	3.517E+00	2.153E-03	33.34 mm	1.25 mm	272.71 um
50.00 MeV	3.250E+00	1.960E-03	39.56 mm	1.53 mm	314.46 um
55.00 MeV	3.023E+00	1.801E-03	46.26 mm	1.81 mm	359.46 um
60.00 MeV	2.828E+00	1.666E-03	53.44 mm	2.07 mm	407.64 um
65.00 MeV	2.658E+00	1.551E-03	61.10 mm	2.34 mm	458.91 um
70.00 MeV	2.508E+00	1.452E-03	69.24 mm	2.61 mm	513.25 um
80.00 MeV	2.255E+00	1.288E-03	86.91 mm	3.62 mm	631.00 um
90.00 MeV	2.050E+00	1.159E-03	106.45 mm	4.56 mm	760.68 um
100.00 MeV	1.879E+00	1.055E-03	127.86 mm	5.48 mm	902.19 um
110.00 MeV	1.734E+00	9.679E-04	151.14 mm	6.40 mm	1.06 mm
120.00 MeV	1.610E+00	8.950E-04	176.28 mm	7.33 mm	1.22 mm
130.00 MeV	1.503E+00	8.328E-04	203.29 mm	8.27 mm	1.40 mm
140.00 MeV	1.409E+00	7.790E-04	232.16 mm	9.23 mm	1.59 mm
150.00 MeV	1.326E+00	7.319E-04	262.89 mm	10.21 mm	1.79 mm
160.00 MeV	1.253E+00	6.905E-04	295.48 mm	11.21 mm	2.00 mm
170.00 MeV	1.188E+00	6.537E-04	329.91 mm	12.24 mm	2.22 mm
180.00 MeV	1.130E+00	6.208E-04	366.18 mm	13.28 mm	2.46 mm
200.00 MeV	1.030E+00	5.643E-04	444.09 mm	17.28 mm	2.97 mm
225.00 MeV	9.307E-01	5.072E-04	551.39 mm	23.02 mm	3.66 mm
250.00 MeV	8.525E-01	4.610E-04	669.33 mm	28.46 mm	4.43 mm
275.00 MeV	7.902E-01	4.228E-04	797.31 mm	33.76 mm	5.26 mm
300.00 MeV	7.402E-01	3.907E-04	934.65 mm	38.98 mm	6.15 mm

Multiply Stopping by

for Stopping Units

2.3795E-02	eV / Angstrom
2.3795E-01	keV / micron
2.3795E-01	MeV / mm
1.0000E+00	keV / (ug/cm2)
1.0000E+00	MeV / (mg/cm2)
1.0000E+03	keV / (mg/cm2)
6.8938E+00	eV / (1E15 atoms/cm2)
1.7884E-01	L.S.S. reduced units

=====
(C) 1984,1989,1992,1998,2008 by J.P. Biersack and J.F. Ziegler

=====
 Calculation using SRIM-2006
 SRIM version ---> SRIM-2008.04
 =====

Disk File Name = SRIM Outputs\Carbon in No. 340 (Iso)Butane (gas)

Ion = Carbon [6] , Mass = 12 amu

Target Density = 2.3796E-03 g/cm3 = 3.4517E+20 atoms/cm3

Target is a GAS - pressure 1000 mbar

=====
 Target Composition =====

Atom Name	Atom Numb	Atomic Percent	Mass Percent
H	1	071.43	017.34
C	6	028.57	082.66

=====
 Bragg Correction = 3.72%

Stopping Units = MeV / (mg/cm2)

Ion Energy	dE/dx Elec.	dE/dx Nuclear	Projected Range	Longitudinal Stragglng	Lateral Stragglng
100.00 keV	2.951E+00	3.576E-01	143.54 um	19.35 um	19.65 um
110.00 keV	3.056E+00	3.358E-01	155.68 um	20.17 um	20.77 um
120.00 keV	3.155E+00	3.169E-01	167.56 um	20.92 um	21.82 um
130.00 keV	3.249E+00	3.003E-01	179.20 um	21.61 um	22.82 um
140.00 keV	3.337E+00	2.855E-01	190.61 um	22.25 um	23.76 um
150.00 keV	3.420E+00	2.723E-01	201.81 um	22.85 um	24.66 um
160.00 keV	3.501E+00	2.604E-01	212.82 um	23.41 um	25.51 um
170.00 keV	3.578E+00	2.496E-01	223.65 um	23.94 um	26.33 um
180.00 keV	3.653E+00	2.397E-01	234.31 um	24.44 um	27.10 um
200.00 keV	3.798E+00	2.225E-01	255.13 um	25.43 um	28.56 um
225.00 keV	3.972E+00	2.045E-01	280.31 um	26.58 um	30.23 um
250.00 keV	4.140E+00	1.894E-01	304.61 um	27.60 um	31.75 um
275.00 keV	4.303E+00	1.767E-01	328.11 um	28.51 um	33.14 um
300.00 keV	4.462E+00	1.657E-01	350.86 um	29.33 um	34.43 um
325.00 keV	4.616E+00	1.561E-01	372.93 um	30.07 um	35.62 um
350.00 keV	4.766E+00	1.477E-01	394.37 um	30.75 um	36.72 um
375.00 keV	4.911E+00	1.402E-01	415.23 um	31.37 um	37.75 um
400.00 keV	5.052E+00	1.336E-01	435.54 um	31.94 um	38.72 um
450.00 keV	5.323E+00	1.221E-01	474.70 um	33.19 um	40.48 um
500.00 keV	5.580E+00	1.126E-01	512.11 um	34.27 um	42.05 um
550.00 keV	5.826E+00	1.047E-01	547.99 um	35.23 um	43.47 um
600.00 keV	6.063E+00	9.782E-02	582.50 um	36.08 um	44.76 um
650.00 keV	6.292E+00	9.190E-02	615.78 um	36.84 um	45.93 um
700.00 keV	6.514E+00	8.671E-02	647.95 um	37.53 um	47.01 um
800.00 keV	6.941E+00	7.804E-02	709.33 um	39.22 um	48.92 um
900.00 keV	7.348E+00	7.108E-02	767.27 um	40.64 um	50.59 um
1.00 MeV	7.737E+00	6.534E-02	822.26 um	41.87 um	52.04 um
1.10 MeV	8.108E+00	6.053E-02	874.69 um	42.94 um	53.34 um
1.20 MeV	8.462E+00	5.643E-02	924.89 um	43.88 um	54.50 um
1.30 MeV	8.797E+00	5.289E-02	973.13 um	44.73 um	55.55 um
1.40 MeV	9.114E+00	4.980E-02	1.02 mm	45.50 um	56.51 um
1.50 MeV	9.413E+00	4.708E-02	1.06 mm	46.20 um	57.38 um
1.60 MeV	9.692E+00	4.466E-02	1.11 mm	46.85 um	58.19 um
1.70 MeV	9.952E+00	4.250E-02	1.15 mm	47.45 um	58.94 um
1.80 MeV	1.019E+01	4.055E-02	1.19 mm	48.00 um	59.64 um
2.00 MeV	1.062E+01	3.718E-02	1.27 mm	49.67 um	60.92 um
2.25 MeV	1.105E+01	3.373E-02	1.37 mm	51.88 um	62.32 um
2.50 MeV	1.139E+01	3.091E-02	1.46 mm	53.83 um	63.57 um
2.75 MeV	1.164E+01	2.855E-02	1.55 mm	55.62 um	64.70 um
3.00 MeV	1.183E+01	2.655E-02	1.64 mm	57.28 um	65.74 um
3.25 MeV	1.196E+01	2.483E-02	1.73 mm	58.84 um	66.70 um
3.50 MeV	1.204E+01	2.333E-02	1.82 mm	60.33 um	67.60 um

3.75 MeV	1.208E+01	2.201E-02	1.90 mm	61.76 um	68.46 um
4.00 MeV	1.209E+01	2.084E-02	1.99 mm	63.15 um	69.27 um
4.50 MeV	1.204E+01	1.887E-02	2.17 mm	68.09 um	70.82 um
5.00 MeV	1.193E+01	1.726E-02	2.34 mm	72.74 um	72.27 um
5.50 MeV	1.177E+01	1.591E-02	2.52 mm	77.20 um	73.65 um
6.00 MeV	1.159E+01	1.477E-02	2.70 mm	81.53 um	75.00 um
6.50 MeV	1.139E+01	1.380E-02	2.88 mm	85.76 um	76.31 um
7.00 MeV	1.119E+01	1.295E-02	3.07 mm	89.93 um	77.60 um
8.00 MeV	1.078E+01	1.155E-02	3.45 mm	105.33 um	80.14 um
9.00 MeV	1.038E+01	1.043E-02	3.84 mm	119.72 um	82.67 um
10.00 MeV	9.990E+00	9.526E-03	4.26 mm	133.52 um	85.22 um
11.00 MeV	9.618E+00	8.772E-03	4.68 mm	146.96 um	87.81 um
12.00 MeV	9.264E+00	8.135E-03	5.13 mm	160.19 um	90.45 um
13.00 MeV	8.928E+00	7.589E-03	5.59 mm	173.32 um	93.17 um
14.00 MeV	8.611E+00	7.115E-03	6.07 mm	186.42 um	95.96 um
15.00 MeV	8.310E+00	6.700E-03	6.57 mm	199.53 um	98.84 um
16.00 MeV	8.027E+00	6.334E-03	7.08 mm	212.70 um	101.81 um
17.00 MeV	7.759E+00	6.007E-03	7.61 mm	225.97 um	104.88 um
18.00 MeV	7.506E+00	5.715E-03	8.16 mm	239.34 um	108.06 um
20.00 MeV	7.043E+00	5.211E-03	9.32 mm	290.44 um	114.75 um
22.50 MeV	6.534E+00	4.700E-03	10.87 mm	364.47 um	123.75 um
25.00 MeV	6.109E+00	4.284E-03	12.53 mm	434.45 um	133.49 um
27.50 MeV	5.713E+00	3.939E-03	14.31 mm	502.71 um	143.99 um
30.00 MeV	5.350E+00	3.649E-03	16.21 mm	570.79 um	155.29 um
32.50 MeV	5.065E+00	3.400E-03	18.22 mm	638.93 um	167.37 um
35.00 MeV	4.812E+00	3.184E-03	20.35 mm	707.04 um	180.20 um
37.50 MeV	4.584E+00	2.996E-03	22.59 mm	775.41 um	193.76 um
40.00 MeV	4.378E+00	2.829E-03	24.93 mm	844.22 um	208.04 um
45.00 MeV	4.022E+00	2.548E-03	29.94 mm	1.10 mm	238.70 um
50.00 MeV	3.723E+00	2.321E-03	35.37 mm	1.35 mm	272.08 um
55.00 MeV	3.469E+00	2.132E-03	41.21 mm	1.58 mm	308.08 um
60.00 MeV	3.250E+00	1.973E-03	47.47 mm	1.81 mm	346.64 um
65.00 MeV	3.059E+00	1.837E-03	54.13 mm	2.05 mm	387.67 um
70.00 MeV	2.890E+00	1.720E-03	61.20 mm	2.28 mm	431.14 um
80.00 MeV	2.606E+00	1.526E-03	76.51 mm	3.15 mm	525.25 um
90.00 MeV	2.375E+00	1.373E-03	93.40 mm	3.96 mm	628.69 um
100.00 MeV	2.182E+00	1.250E-03	111.85 mm	4.74 mm	741.29 um
110.00 MeV	2.019E+00	1.147E-03	131.87 mm	5.53 mm	862.96 um
120.00 MeV	1.879E+00	1.061E-03	153.44 mm	6.32 mm	993.67 um
130.00 MeV	1.757E+00	9.871E-04	176.57 mm	7.12 mm	1.13 mm
140.00 MeV	1.650E+00	9.234E-04	201.25 mm	7.94 mm	1.28 mm
150.00 MeV	1.555E+00	8.678E-04	227.48 mm	8.77 mm	1.44 mm
160.00 MeV	1.470E+00	8.187E-04	255.27 mm	9.62 mm	1.61 mm
170.00 MeV	1.395E+00	7.751E-04	284.61 mm	10.48 mm	1.78 mm
180.00 MeV	1.326E+00	7.362E-04	315.50 mm	11.36 mm	1.97 mm
200.00 MeV	1.209E+00	6.693E-04	381.87 mm	14.75 mm	2.36 mm
225.00 MeV	1.090E+00	6.017E-04	473.40 mm	19.65 mm	2.91 mm
250.00 MeV	9.941E-01	5.469E-04	574.32 mm	24.31 mm	3.51 mm
275.00 MeV	9.163E-01	5.016E-04	684.39 mm	28.89 mm	4.17 mm
300.00 MeV	8.525E-01	4.636E-04	803.24 mm	33.45 mm	4.88 mm

Multiply Stopping by

for Stopping Units

2.3795E-02	eV / Angstrom
2.3795E-01	keV / micron
2.3795E-01	MeV / mm
1.0000E+00	keV / (ug/cm2)
1.0000E+00	MeV / (mg/cm2)
1.0000E+03	keV / (mg/cm2)
6.8938E+00	eV / (1E15 atoms/cm2)
1.7009E-01	L.S.S. reduced units

=====
(C) 1984,1989,1992,1998,2008 by J.P. Biersack and J.F. Ziegler

=====
 Calculation using SRIM-2006
 SRIM version ---> SRIM-2008.04
 =====

Disk File Name = SRIM Outputs\Nitrogen in No. 340 (Iso)Butane (gas)
Ion = Nitrogen [7] , Mass = 12 amu
 Target Density = 2.3796E-03 g/cm3 = 3.4517E+20 atoms/cm3
Target is a GAS - pressure 1000 mbar

=====
 Target Composition =====

Atom Name	Atom Numb	Atomic Percent	Mass Percent
H	1	071.43	017.34
C	6	028.57	082.66

=====

Bragg Correction = 3.72%
 Stopping Units = MeV / (mg/cm2)

Ion Energy	dE/dx Elec.	dE/dx Nuclear	Projected Range	Longitudinal Stragglng	Lateral Stragglng
100.00 keV	3.301E+00	4.576E-01	122.05 um	17.23 um	17.07 um
110.00 keV	3.394E+00	4.305E-01	132.75 um	18.02 um	18.09 um
120.00 keV	3.483E+00	4.068E-01	143.29 um	18.75 um	19.07 um
130.00 keV	3.569E+00	3.859E-01	153.68 um	19.44 um	20.00 um
140.00 keV	3.653E+00	3.674E-01	163.91 um	20.08 um	20.89 um
150.00 keV	3.735E+00	3.507E-01	174.00 um	20.68 um	21.74 um
160.00 keV	3.817E+00	3.357E-01	183.93 um	21.25 um	22.55 um
170.00 keV	3.898E+00	3.221E-01	193.73 um	21.78 um	23.34 um
180.00 keV	3.978E+00	3.096E-01	203.37 um	22.29 um	24.09 um
200.00 keV	4.140E+00	2.878E-01	222.23 um	23.30 um	25.50 um
225.00 keV	4.343E+00	2.649E-01	245.02 um	24.45 um	27.13 um
250.00 keV	4.547E+00	2.457E-01	266.96 um	25.47 um	28.62 um
275.00 keV	4.750E+00	2.294E-01	288.10 um	26.37 um	29.99 um
300.00 keV	4.951E+00	2.154E-01	308.49 um	27.18 um	31.24 um
325.00 keV	5.148E+00	2.031E-01	328.18 um	27.91 um	32.40 um
350.00 keV	5.341E+00	1.923E-01	347.23 um	28.57 um	33.48 um
375.00 keV	5.530E+00	1.827E-01	365.68 um	29.17 um	34.48 um
400.00 keV	5.713E+00	1.742E-01	383.58 um	29.72 um	35.42 um
450.00 keV	6.065E+00	1.594E-01	417.90 um	30.88 um	37.11 um
500.00 keV	6.399E+00	1.472E-01	450.49 um	31.87 um	38.61 um
550.00 keV	6.716E+00	1.369E-01	481.58 um	32.74 um	39.96 um
600.00 keV	7.019E+00	1.280E-01	511.35 um	33.51 um	41.17 um
650.00 keV	7.308E+00	1.204E-01	539.97 um	34.19 um	42.27 um
700.00 keV	7.586E+00	1.136E-01	567.57 um	34.81 um	43.28 um
800.00 keV	8.112E+00	1.024E-01	620.06 um	36.25 um	45.07 um
900.00 keV	8.605E+00	9.332E-02	669.49 um	37.47 um	46.60 um
1.00 MeV	9.069E+00	8.586E-02	716.34 um	38.51 um	47.95 um
1.10 MeV	9.508E+00	7.959E-02	760.99 um	39.43 um	49.14 um
1.20 MeV	9.923E+00	7.424E-02	803.74 um	40.23 um	50.20 um
1.30 MeV	1.031E+01	6.962E-02	844.84 um	40.96 um	51.16 um
1.40 MeV	1.068E+01	6.559E-02	884.49 um	41.61 um	52.04 um
1.50 MeV	1.103E+01	6.203E-02	922.86 um	42.21 um	52.84 um
1.60 MeV	1.135E+01	5.887E-02	960.11 um	42.76 um	53.58 um
1.70 MeV	1.165E+01	5.604E-02	996.38 um	43.27 um	54.27 um
1.80 MeV	1.193E+01	5.349E-02	1.03 mm	43.74 um	54.91 um
2.00 MeV	1.243E+01	4.907E-02	1.10 mm	45.13 um	56.07 um
2.25 MeV	1.294E+01	4.455E-02	1.18 mm	46.96 um	57.36 um
2.50 MeV	1.335E+01	4.084E-02	1.26 mm	48.58 um	58.49 um
2.75 MeV	1.367E+01	3.774E-02	1.34 mm	50.06 um	59.52 um
3.00 MeV	1.391E+01	3.511E-02	1.42 mm	51.44 um	60.46 um
3.25 MeV	1.409E+01	3.284E-02	1.49 mm	52.73 um	61.33 um
3.50 MeV	1.422E+01	3.087E-02	1.56 mm	53.95 um	62.14 um

3.75 MeV	1.430E+01	2.914E-02	1.64 mm	55.13 um	62.91 um
4.00 MeV	1.435E+01	2.760E-02	1.71 mm	56.26 um	63.65 um
4.50 MeV	1.437E+01	2.500E-02	1.86 mm	60.23 um	65.02 um
5.00 MeV	1.430E+01	2.287E-02	2.00 mm	63.96 um	66.31 um
5.50 MeV	1.419E+01	2.110E-02	2.15 mm	67.52 um	67.53 um
6.00 MeV	1.404E+01	1.960E-02	2.30 mm	70.95 um	68.70 um
6.50 MeV	1.387E+01	1.831E-02	2.45 mm	74.29 um	69.83 um
7.00 MeV	1.368E+01	1.719E-02	2.60 mm	77.56 um	70.94 um
8.00 MeV	1.329E+01	1.533E-02	2.91 mm	89.55 um	73.10 um
9.00 MeV	1.289E+01	1.386E-02	3.23 mm	100.72 um	75.23 um
10.00 MeV	1.248E+01	1.266E-02	3.56 mm	111.39 um	77.34 um
11.00 MeV	1.208E+01	1.166E-02	3.91 mm	121.73 um	79.46 um
12.00 MeV	1.170E+01	1.082E-02	4.26 mm	131.88 um	81.61 um
13.00 MeV	1.132E+01	1.009E-02	4.62 mm	141.91 um	83.79 um
14.00 MeV	1.096E+01	9.466E-03	5.00 mm	151.88 um	86.02 um
15.00 MeV	1.062E+01	8.916E-03	5.39 mm	161.83 um	88.30 um
16.00 MeV	1.029E+01	8.430E-03	5.79 mm	171.81 um	90.64 um
17.00 MeV	9.971E+00	7.997E-03	6.21 mm	181.83 um	93.04 um
18.00 MeV	9.671E+00	7.609E-03	6.63 mm	191.92 um	95.51 um
20.00 MeV	9.116E+00	6.940E-03	7.53 mm	230.41 um	100.67 um
22.50 MeV	8.497E+00	6.261E-03	8.72 mm	286.22 um	107.56 um
25.00 MeV	7.977E+00	5.709E-03	10.00 mm	338.94 um	114.96 um
27.50 MeV	7.485E+00	5.251E-03	11.36 mm	390.27 um	122.89 um
30.00 MeV	7.030E+00	4.864E-03	12.80 mm	441.36 um	131.39 um
32.50 MeV	6.674E+00	4.533E-03	14.34 mm	492.40 um	140.45 um
35.00 MeV	6.355E+00	4.247E-03	15.95 mm	543.32 um	150.04 um
37.50 MeV	6.067E+00	3.996E-03	17.64 mm	594.34 um	160.16 um
40.00 MeV	5.806E+00	3.775E-03	19.41 mm	645.59 um	170.80 um
45.00 MeV	5.352E+00	3.401E-03	23.18 mm	838.53 um	193.60 um
50.00 MeV	4.970E+00	3.098E-03	27.25 mm	1.02 mm	218.36 um
55.00 MeV	4.644E+00	2.847E-03	31.63 mm	1.19 mm	245.01 um
60.00 MeV	4.363E+00	2.635E-03	36.29 mm	1.36 mm	273.49 um
65.00 MeV	4.116E+00	2.454E-03	41.25 mm	1.54 mm	303.74 um
70.00 MeV	3.899E+00	2.297E-03	46.49 mm	1.71 mm	335.72 um
80.00 MeV	3.531E+00	2.039E-03	57.82 mm	2.34 mm	404.72 um
90.00 MeV	3.230E+00	1.836E-03	70.26 mm	2.93 mm	480.23 um
100.00 MeV	2.979E+00	1.670E-03	83.80 mm	3.51 mm	562.10 um
110.00 MeV	2.765E+00	1.534E-03	98.45 mm	4.08 mm	650.22 um
120.00 MeV	2.580E+00	1.419E-03	114.18 mm	4.65 mm	744.53 um
130.00 MeV	2.418E+00	1.320E-03	131.00 mm	5.23 mm	845.00 um
140.00 MeV	2.275E+00	1.235E-03	148.92 mm	5.81 mm	951.61 um
150.00 MeV	2.148E+00	1.161E-03	167.92 mm	6.41 mm	1.06 mm
160.00 MeV	2.035E+00	1.095E-03	188.01 mm	7.01 mm	1.18 mm
170.00 MeV	1.932E+00	1.037E-03	209.20 mm	7.63 mm	1.31 mm
180.00 MeV	1.840E+00	9.851E-04	231.49 mm	8.26 mm	1.44 mm
200.00 MeV	1.679E+00	8.958E-04	279.31 mm	10.69 mm	1.72 mm
225.00 MeV	1.515E+00	8.054E-04	345.19 mm	14.20 mm	2.11 mm
250.00 MeV	1.381E+00	7.323E-04	417.82 mm	17.54 mm	2.53 mm
275.00 MeV	1.273E+00	6.717E-04	497.04 mm	20.83 mm	3.00 mm
300.00 MeV	1.183E+00	6.208E-04	582.66 mm	24.11 mm	3.50 mm

Multiply Stopping by

for Stopping Units

2.3795E-02	eV / Angstrom
2.3795E-01	keV / micron
2.3795E-01	MeV / mm
1.0000E+00	keV / (ug/cm2)
1.0000E+00	MeV / (mg/cm2)
1.0000E+03	keV / (mg/cm2)
6.8938E+00	eV / (1E15 atoms/cm2)
1.5081E-01	L.S.S. reduced units

=====
(C) 1984,1989,1992,1998,2008 by J.P. Biersack and J.F. Ziegler

=====
 Calculation using SRIM-2006
 SRIM version ---> SRIM-2008.04
 =====

Disk File Name = SRIM Outputs\Hydrogen in Hydrogen (Deuterium)(gas)

Ion = Hydrogen [1] , Mass = 1.008 amu

Target Density = 1.6400E-04 g/cm3 = 4.9380E+19 atoms/cm3

Target is a GAS - pressure 1000 mbar

=====
 Target Composition =====

Atom Name	Atom Numb	Atomic Percent	Mass Percent
H	1	100.00	100.00

=====
 Bragg Correction = 0.00%

Stopping Units = MeV / (mg/cm2)

Ion Energy	dE/dx Elec.	dE/dx Nuclear	Projected Range	Longitudinal Stragglng	Lateral Stragglng
100.00 keV	1.715E+00	1.399E-03	3.93 mm	142.88 um	149.39 um
110.00 keV	1.651E+00	1.289E-03	4.29 mm	152.57 um	153.07 um
120.00 keV	1.587E+00	1.196E-03	4.67 mm	162.38 um	156.80 um
130.00 keV	1.525E+00	1.117E-03	5.06 mm	172.35 um	160.60 um
140.00 keV	1.465E+00	1.047E-03	5.46 mm	182.54 um	164.51 um
150.00 keV	1.408E+00	9.868E-04	5.89 mm	192.95 um	168.55 um
160.00 keV	1.354E+00	9.332E-04	6.33 mm	203.62 um	172.73 um
170.00 keV	1.304E+00	8.854E-04	6.79 mm	214.54 um	177.06 um
180.00 keV	1.256E+00	8.426E-04	7.26 mm	225.74 um	181.55 um
200.00 keV	1.169E+00	7.689E-04	8.27 mm	268.45 um	191.09 um
225.00 keV	1.076E+00	6.939E-04	9.63 mm	332.09 um	204.09 um
250.00 keV	9.956E-01	6.329E-04	11.10 mm	393.94 um	218.38 um
275.00 keV	9.272E-01	5.823E-04	12.69 mm	455.34 um	234.01 um
300.00 keV	8.680E-01	5.396E-04	14.38 mm	516.91 um	251.01 um
325.00 keV	8.165E-01	5.030E-04	16.19 mm	579.01 um	269.39 um
350.00 keV	7.713E-01	4.713E-04	18.11 mm	641.82 um	289.14 um
375.00 keV	7.314E-01	4.436E-04	20.14 mm	705.44 um	310.24 um
400.00 keV	6.958E-01	4.191E-04	22.28 mm	769.93 um	332.68 um
450.00 keV	6.352E-01	3.777E-04	26.86 mm	1.01 mm	381.49 um
500.00 keV	5.854E-01	3.442E-04	31.86 mm	1.24 mm	435.35 um
550.00 keV	5.438E-01	3.163E-04	37.26 mm	1.46 mm	494.05 um
600.00 keV	5.083E-01	2.929E-04	43.06 mm	1.68 mm	557.39 um
650.00 keV	4.777E-01	2.728E-04	49.24 mm	1.90 mm	625.21 um
700.00 keV	4.509E-01	2.554E-04	55.81 mm	2.12 mm	697.35 um
800.00 keV	4.064E-01	2.268E-04	70.05 mm	2.94 mm	854.21 um
900.00 keV	3.707E-01	2.042E-04	85.75 mm	3.69 mm	1.03 mm
1.00 MeV	3.413E-01	1.859E-04	102.89 mm	4.43 mm	1.22 mm
1.10 MeV	3.186E-01	1.707E-04	121.37 mm	5.16 mm	1.42 mm
1.20 MeV	2.963E-01	1.579E-04	141.21 mm	5.89 mm	1.63 mm
1.30 MeV	2.778E-01	1.470E-04	162.45 mm	6.62 mm	1.87 mm
1.40 MeV	2.619E-01	1.376E-04	185.05 mm	7.37 mm	2.11 mm
1.50 MeV	2.479E-01	1.293E-04	208.97 mm	8.13 mm	2.37 mm
1.60 MeV	2.354E-01	1.220E-04	234.20 mm	8.90 mm	2.64 mm
1.70 MeV	2.242E-01	1.156E-04	260.74 mm	9.68 mm	2.93 mm
1.80 MeV	2.140E-01	1.098E-04	288.56 mm	10.47 mm	3.23 mm
2.00 MeV	1.965E-01	9.984E-05	348.01 mm	13.47 mm	3.86 mm
2.25 MeV	1.785E-01	8.979E-05	429.38 mm	17.77 mm	4.73 mm
2.50 MeV	1.638E-01	8.165E-05	518.51 mm	21.84 mm	5.68 mm
2.75 MeV	1.514E-01	7.491E-05	615.28 mm	25.83 mm	6.70 mm
3.00 MeV	1.410E-01	6.925E-05	719.58 mm	29.81 mm	7.80 mm
3.25 MeV	1.319E-01	6.441E-05	831.33 mm	33.81 mm	8.98 mm
3.50 MeV	1.241E-01	6.023E-05	950.44 mm	37.85 mm	10.23 mm

3.75 MeV	1.172E-01	5.658E-05	1.08 m	41.94 mm	11.55 mm
4.00 MeV	1.110E-01	5.336E-05	1.21 m	46.08 mm	12.94 mm
4.50 MeV	1.007E-01	4.795E-05	1.50 m	61.70 mm	15.94 mm
5.00 MeV	9.218E-02	4.358E-05	1.82 m	76.39 mm	19.22 mm
5.50 MeV	8.511E-02	3.996E-05	2.16 m	90.77 mm	22.78 mm
6.00 MeV	7.911E-02	3.692E-05	2.53 m	105.08 mm	26.60 mm
6.50 MeV	7.397E-02	3.432E-05	2.93 m	119.45 mm	30.69 mm
7.00 MeV	6.950E-02	3.208E-05	3.35 m	133.96 mm	35.04 mm
8.00 MeV	6.210E-02	2.840E-05	4.28 m	188.01 mm	44.53 mm
9.00 MeV	5.623E-02	2.551E-05	5.31 m	238.48 mm	55.03 mm
10.00 MeV	5.144E-02	2.316E-05	6.45 m	287.89 mm	66.52 mm
11.00 MeV	4.746E-02	2.123E-05	7.68 m	337.23 mm	78.99 mm
12.00 MeV	4.409E-02	1.960E-05	9.01 m	386.96 mm	92.41 mm
13.00 MeV	4.120E-02	1.822E-05	10.45 m	437.32 mm	106.79 mm
14.00 MeV	3.870E-02	1.702E-05	11.97 m	488.45 mm	122.09 mm
15.00 MeV	3.651E-02	1.598E-05	13.59 m	540.43 mm	138.31 mm
16.00 MeV	3.457E-02	1.506E-05	15.31 m	593.28 mm	155.43 mm
17.00 MeV	3.284E-02	1.424E-05	17.12 m	647.03 mm	173.45 mm
18.00 MeV	3.129E-02	1.352E-05	19.02 m	701.69 mm	192.35 mm
20.00 MeV	2.863E-02	1.227E-05	23.09 m	909.86 mm	232.78 mm
22.50 MeV	2.592E-02	1.101E-05	28.69 m	1.21 m	288.13 mm
25.00 MeV	2.373E-02	9.992E-06	34.84 m	1.49 m	348.69 mm
27.50 MeV	2.190E-02	9.152E-06	41.52 m	1.77 m	414.34 mm
30.00 MeV	2.036E-02	8.447E-06	48.74 m	2.04 m	484.97 mm
32.50 MeV	1.905E-02	7.846E-06	56.48 m	2.32 m	560.48 mm
35.00 MeV	1.791E-02	7.328E-06	64.73 m	2.60 m	640.76 mm
37.50 MeV	1.691E-02	6.876E-06	73.49 m	2.89 m	725.73 mm
40.00 MeV	1.603E-02	6.478E-06	82.75 m	3.17 m	815.30 mm
45.00 MeV	1.455E-02	5.810E-06	102.71 m	4.26 m	1.01 m
50.00 MeV	1.334E-02	5.271E-06	124.60 m	5.27 m	1.22 m
55.00 MeV	1.235E-02	4.826E-06	148.34 m	6.26 m	1.45 m
60.00 MeV	1.151E-02	4.452E-06	173.92 m	7.24 m	1.69 m
65.00 MeV	1.079E-02	4.134E-06	201.27 m	8.22 m	1.95 m
70.00 MeV	1.017E-02	3.860E-06	230.36 m	9.20 m	2.22 m
80.00 MeV	9.156E-03	3.411E-06	293.54 m	12.85 m	2.82 m
90.00 MeV	8.354E-03	3.057E-06	363.25 m	16.22 m	3.47 m
100.00 MeV	7.706E-03	2.773E-06	439.25 m	19.48 m	4.17 m
110.00 MeV	7.170E-03	2.538E-06	521.27 m	22.70 m	4.93 m
120.00 MeV	6.720E-03	2.341E-06	609.11 m	25.90 m	5.73 m
130.00 MeV	6.336E-03	2.173E-06	702.55 m	29.11 m	6.58 m
140.00 MeV	6.005E-03	2.028E-06	801.38 m	32.32 m	7.47 m
150.00 MeV	5.717E-03	1.902E-06	905.43 m	35.55 m	8.41 m
160.00 MeV	5.464E-03	1.791E-06	1.01 km	38.78 m	9.38 m
170.00 MeV	5.239E-03	1.693E-06	1.13 km	42.04 m	10.39 m
180.00 MeV	5.039E-03	1.605E-06	1.25 km	45.30 m	11.44 m
200.00 MeV	4.696E-03	1.455E-06	1.50 km	57.60 m	13.63 m
225.00 MeV	4.352E-03	1.304E-06	1.84 km	74.87 m	16.55 m
250.00 MeV	4.075E-03	1.182E-06	2.20 km	90.79 m	19.64 m
275.00 MeV	3.849E-03	1.081E-06	2.58 km	105.96 m	22.89 m
300.00 MeV	3.659E-03	9.967E-07	2.99 km	120.63 m	26.27 m

Multiply Stopping by

for Stopping Units

1.6399E-03	eV / Angstrom
1.6399E-02	keV / micron
1.6399E-02	MeV / mm
1.0000E+00	keV / (ug/cm2)
1.0000E+00	MeV / (mg/cm2)
1.0000E+03	keV / (mg/cm2)
3.3210E+00	eV / (1E15 atoms/cm2)
1.6563E+00	L.S.S. reduced units

=====
(C) 1984,1989,1992,1998,2008 by J.P. Biersack and J.F. Ziegler