

Ph.D. Qualifying Examination
Interactions

1. (15 min.) A 6 MeV neutron is captured by Li-6. Derive the relevant conservation relations and then find the excitation energy of the compound nucleus. Note that the binding energy of the last neutron in Li-7 is 7.25 MeV.
2. (20 min.) An infinite slab of thickness t has a uniform surface source of monoenergetic photons on one face emitting $6S_a\eta^{5/2}\pi$ photons/cm²-sec-sr into the slab, where η is the cosine of the angle between $\hat{\Omega}$ and the inward normal, and S_a is constant. The slab has a linear attenuation coefficient of μ cm⁻¹ and is surrounded by vacuum. Using the Transport Equation find the angular flux density and the scalar flux density at the opposite face of the slab. Express your result for the scalar flux in terms of the Exponential Integrals. Recall:

$$\eta \frac{\partial \Psi}{\partial z} + \mu \Psi(z, \hat{\Omega}) = S(z, \hat{\Omega}),$$

$$E_n(x) \equiv \int_0^1 w^{n-2} e^{-x/w} dw.$$

3. (10 min.) Calculate the binding energy per nucleon for the isotope of hydrogen called tritium. Please state all your assumptions.

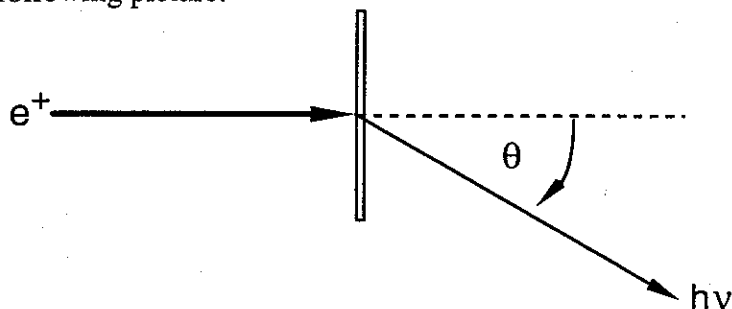
NOTE: The attached data table may be useful to you.

4. (10 min.) A thin tungsten foil with a mass of 0.1 grams is placed in an irradiation position in the TRIGA reactor at the Nuclear Science Center. The neutron fluence rate at this position is 2×10^{12} neutrons/cm²·s. What is the activity of ¹⁸⁷W
 - (a) after 24 hours of irradiation and
 - (b) at saturation? Please state all your assumptions.

NOTE: A portion of the Chart of Nuclides is attached.

5. (10 min.) Estimate the count rate in a 10 cm³ hydrogen proportional counter operating at 7600 torr (10 atmospheres) when exposed to a monoenergetic 100 keV neutron field that produces a dose rate of 10 J/kg hr in water.

6. (20 min.) A positron (e^+) of velocity $v_p = 2.5 \times 10^8$ m/s collides with a thin slab of ordinary matter at rest. A 0.600 MeV photon is observed to emerge from the block at an angle $\theta = 30^\circ$ relative to the path of the incident positron as in the following picture.



Assuming that in-flight annihilation with a “stationary” electron (e^-) occurred in the block, indicate what other radiation or particle(s) were emitted and give their energies and their directions. (Explain your reasoning.)

7. (10 min.) A parallel beam of 1 GeV protons can be used for radiographic imaging of objects like rats, radiation detectors, and electronic instruments. The resulting images look very much like conventional x-rays, with dense areas of the object appearing light on a photographic film. Explain how these images are formed, that is, what physical interactions in the object and film are responsible for this “negative” image. Can 1 MeV protons be used to image changes in the thickness of a thin plastic film in the same way? The range of the 1 MeV proton is about twice the thickness of the plastic film. Explain why this will, or will not, work.
8. (15 min.) A NaI(Tl) detector inside a lead shield is exposed to Cs-137 gamma rays (662 keV) through a hole in the shield.

Describe each part of the detector-electronics system (a labeled sketch will do), and the physical processes that take place in each part of the detector-electronics system to produce a count in a particular channel on the MCA.

Sketch the expected spectrum that would be seen on the MCA, identify any features of the spectrum and name the interaction that has taken place to produce each feature.

9. (10 min.) Name two types of detectors that can be used to measure thermal neutron fluence rate in real time. Describe the advantages and disadvantages of each detector type.

Speed of light	c	2.99792458×10^8 m/s	
Charge of electron	e	$1.60217733 \times 10^{-19}$ C	
Boltzmann constant	k	1.380658×10^{-23} J/K	
		8.617385×10^{-5} eV/K	
Faraday's constant		96485.309 C/mol	
Planck's constant	h	$6.6260755 \times 10^{-34}$ J·s	
		$4.1356692 \times 10^{-15}$ eV·s	
Gravitational constant	G	6.67259×10^{-11} m ³ /kg·s ²	
Avogadro's number	N_A	6.0221367×10^{23} mol ⁻¹	
Universal gas constant	R	8.314510 J/mol·K	
Stefan-Boltzmann constant	σ	5.6705×10^{-8} W/m ² ·K ⁴	
Rydberg constant	R	10973731.534 m ⁻¹	
Bohr radius	a_0	$0.529177249 \times 10^{-10}$ m	
Fine structure constant	α	1/137.0359895	
Electron volt	eV	$1.60217733 \times 10^{-19}$ J	
Joule	J	6.2415×10^{-18} eV	
		10 ⁷ ergs	
Erg		10 ⁻⁷ J	
Unified mass unit		1.66054×10^{-27} kg	1.00000 u
Electron	e	$9.1093897 \times 10^{-31}$ kg	5.4857990×10^{-4} u
Proton	p	$1.6726231 \times 10^{-27}$ kg	1.00727647 u
Neutron	n	$1.6749286 \times 10^{-27}$ kg	1.00866490 u
Deuteron	d	$3.3435856 \times 10^{-27}$ kg	2.01355320 u
Tritium (³ H)	T	$5.0073595 \times 10^{-27}$ kg	3.015500688 u
Alpha	α	$6.6446618 \times 10^{-27}$ kg	4.001506178 u
Helium	He	$6.6464828 \times 10^{-27}$ kg	4.002603250 u
			931.502 MeV
			0.5109990 MeV
			938.27231 MeV
			939.56563 MeV
			1875.62883 MeV
			2808.94492 MeV
			3727.38025 MeV
			3728.43293 MeV

Source: CODATA Recommended Values of the Fundamental Physical Constants, National Institute of Science and Technology, Gaithersburg, MD, 1986. Internet address: physics.nist.gov/PhysRefData/codata86/codata86.html.

81		80		79		78		77	
Tl 204.3833 Thallium σ_3 3.4, 13		Hg 200.59 Mercury σ_3 -374.8E1		Au 196.96655 Gold σ_3 98.7, 155E1		Pt 195.078 Platinum σ_3 10, 14E1		Ir 192.217 Iridium σ_3 42E1, 28E2	
Hg195 1.67 d IT 122.8 Y 17.1 e Y 261.40 W 0.1 E 1.51		Hg196 8.15 Y 120.31000, (394-410) 195.9658145 E 1.51		Hg197 23.8 h IT 143.0 Y 14.0 Y 279.1 E 6.00		Hg198 9.97 σ_3 (0.017+1.9), 70 197.9667515 E 6.00		Hg199 42.6 m IT 374.1 Y 158.4 Y 228.3 E 1.36	
Au194 1.58 d Y 338.5, 293.6 E 2.49		Au195 30.5 s IT 110.0 Y 11.0 Y 147.8 Y 155.4 Y 162.4 Y 168.4 Y 174.4 Y 180.4 Y 186.4 Y 192.4 Y 198.4 Y 204.4 Y 210.4 Y 216.4 Y 222.4 Y 228.4 Y 234.4 Y 240.4 Y 246.4 Y 252.4 Y 258.4 Y 264.4 Y 270.4 Y 276.4 Y 282.4 Y 288.4 Y 294.4 Y 300.4 Y 306.4 Y 312.4 Y 318.4 Y 324.4 Y 330.4 Y 336.4 Y 342.4 Y 348.4 Y 354.4 Y 360.4 Y 366.4 Y 372.4 Y 378.4 Y 384.4 Y 390.4 Y 396.4 Y 402.4 Y 408.4 Y 414.4 Y 420.4 Y 426.4 Y 432.4 Y 438.4 Y 444.4 Y 450.4 Y 456.4 Y 462.4 Y 468.4 Y 474.4 Y 480.4 Y 486.4 Y 492.4 Y 498.4 Y 504.4 Y 510.4 Y 516.4 Y 522.4 Y 528.4 Y 534.4 Y 540.4 Y 546.4 Y 552.4 Y 558.4 Y 564.4 Y 570.4 Y 576.4 Y 582.4 Y 588.4 Y 594.4 Y 600.4 Y 606.4 Y 612.4 Y 618.4 Y 624.4 Y 630.4 Y 636.4 Y 642.4 Y 648.4 Y 654.4 Y 660.4 Y 666.4 Y 672.4 Y 678.4 Y 684.4 Y 690.4 Y 696.4 Y 702.4 Y 708.4 Y 714.4 Y 720.4 Y 726.4 Y 732.4 Y 738.4 Y 744.4 Y 750.4 Y 756.4 Y 762.4 Y 768.4 Y 774.4 Y 780.4 Y 786.4 Y 792.4 Y 798.4 Y 804.4 Y 810.4 Y 816.4 Y 822.4 Y 828.4 Y 834.4 Y 840.4 Y 846.4 Y 852.4 Y 858.4 Y 864.4 Y 870.4 Y 876.4 Y 882.4 Y 888.4 Y 894.4 Y 900.4 Y 906.4 Y 912.4 Y 918.4 Y 924.4 Y 930.4 Y 936.4 Y 942.4 Y 948.4 Y 954.4 Y 960.4 Y 966.4 Y 972.4 Y 978.4 Y 984.4 Y 990.4 Y 996.4 Y 1002.4 Y 1008.4 Y 1014.4 Y 1020.4 Y 1026.4 Y 1032.4 Y 1038.4 Y 1044.4 Y 1050.4 Y 1056.4 Y 1062.4 Y 1068.4 Y 1074.4 Y 1080.4 Y 1086.4 Y 1092.4 Y 1098.4 Y 1104.4 Y 1110.4 Y 1116.4 Y 1122.4 Y 1128.4 Y 1134.4 Y 1140.4 Y 1146.4 Y 1152.4 Y 1158.4 Y 1164.4 Y 1170.4 Y 1176.4 Y 1182.4 Y 1188.4 Y 1194.4 Y 1200.4 Y 1206.4 Y 1212.4 Y 1218.4 Y 1224.4 Y 1230.4 Y 1236.4 Y 1242.4 Y 1248.4 Y 1254.4 Y 1260.4 Y 1266.4 Y 1272.4 Y 1278.4 Y 1284.4 Y 1290.4 Y 1296.4 Y 1302.4 Y 1308.4 Y 1314.4 Y 1320.4 Y 1326.4 Y 1332.4 Y 1338.4 Y 1344.4 Y 1350.4 Y 1356.4 Y 1362.4 Y 1368.4 Y 1374.4 Y 1380.4 Y 1386.4 Y 1392.4 Y 1398.4 Y 1404.4 Y 1410.4 Y 1416.4 Y 1422.4 Y 1428.4 Y 1434.4 Y 1440.4 Y 1446.4 Y 1452.4 Y 1458.4 Y 1464.4 Y 1470.4 Y 1476.4 Y 1482.4 Y 1488.4 Y 1494.4 Y 1500.4 Y 1506.4 Y 1512.4 Y 1518.4 Y 1524.4 Y 1530.4 Y 1536.4 Y 1542.4 Y 1548.4 Y 1554.4 Y 1560.4 Y 1566.4 Y 1572.4 Y 1578.4 Y 1584.4 Y 1590.4 Y 1596.4 Y 1602.4 Y 1608.4 Y 1614.4 Y 1620.4 Y 1626.4 Y 1632.4 Y 1638.4 Y 1644.4 Y 1650.4 Y 1656.4 Y 1662.4 Y 1668.4 Y 1674.4 Y 1680.4 Y 1686.4 Y 1692.4 Y 1698.4 Y 1704.4 Y 1710.4 Y 1716.4 Y 1722.4 Y 1728.4 Y 1734.4 Y 1740.4 Y 1746.4 Y 1752.4 Y 1758.4 Y 1764.4 Y 1770.4 Y 1776.4 Y 1782.4 Y 1788.4 Y 1794.4 Y 1800.4 Y 1806.4 Y 1812.4 Y 1818.4 Y 1824.4 Y 1830.4 Y 1836.4 Y 1842.4 Y 1848.4 Y 1854.4 Y 1860.4 Y 1866.4 Y 1872.4 Y 1878.4 Y 1884.4 Y 1890.4 Y 1896.4 Y 1902.4 Y 1908.4 Y 1914.4 Y 1920.4 Y 1926.4 Y 1932.4 Y 1938.4 Y 1944.4 Y 1950.4 Y 1956.4 Y 1962.4 Y 1968.4 Y 1974.4 Y 1980.4 Y 1986.4 Y 1992.4 Y 1998.4 Y 2004.4 Y 2010.4 Y 2016.4 Y 2022.4 Y 2028.4 Y 2034.4 Y 2040.4 Y 2046.4 Y 2052.4 Y 2058.4 Y 2064.4 Y 2070.4 Y 2076.4 Y 2082.4 Y 2088.4 Y 2094.4 Y 2100.4 Y 2106.4 Y 2112.4 Y 2118.4 Y 2124.4 Y 2130.4 Y 2136.4 Y 2142.4 Y 2148.4 Y 2154.4 Y 2160.4 Y 2166.4 Y 2172.4 Y 2178.4 Y 2184.4 Y 2190.4 Y 2196.4 Y 2202.4 Y 2208.4 Y 2214.4 Y 2220.4 Y 2226.4 Y 2232.4 Y 2238.4 Y 2244.4 Y 2250.4 Y 2256.4 Y 2262.4 Y 2268.4 Y 2274.4 Y 2280.4 Y 2286.4 Y 2292.4 Y 2298.4 Y 2304.4 Y 2310.4 Y 2316.4 Y 2322.4 Y 2328.4 Y 2334.4 Y 2340.4 Y 2346.4 Y 2352.4 Y 2358.4 Y 2364.4 Y 2370.4 Y 2376.4 Y 2382.4 Y 2388.4 Y 2394.4 Y 2400.4 Y 2406.4 Y 2412.4 Y 2418.4 Y 2424.4 Y 2430.4 Y 2436.4 Y 2442.4 Y 2448.4 Y 2454.4 Y 2460.4 Y 2466.4 Y 2472.4 Y 2478.4 Y 2484.4 Y 2490.4 Y 2496.4 Y 2502.4 Y 2508.4 Y 2514.4 Y 2520.4 Y 2526.4 Y 2532.4 Y 2538.4 Y 2544.4 Y 2550.4 Y 2556.4 Y 2562.4 Y 2568.4 Y 2574.4 Y 2580.4 Y 2586.4 Y 2592.4 Y 2598.4 Y 2604.4 Y 2610.4 Y 2616.4 Y 2622.4 Y 2628.4 Y 2634.4 Y 2640.4 Y 2646.4 Y 2652.4 Y 2658.4 Y 2664.4 Y 2670.4 Y 2676.4 Y 2682.4 Y 2688.4 Y 2694.4 Y 2700.4 Y 2706.4 Y 2712.4 Y 2718.4 Y 2724.4 Y 2730.4 Y 2736.4 Y 2742.4 Y 2748.4 Y 2754.4 Y 2760.4 Y 2766.4 Y 2772.4 Y 2778.4 Y 2784.4 Y 2790.4 Y 2796.4 Y 2802.4 Y 2808.4 Y 2814.4 Y 2820.4 Y 2826.4 Y 2832.4 Y 2838.4 Y 2844.4 Y 2850.4 Y 2856.4 Y 2862.4 Y 2868.4 Y 2874.4 Y 2880.4 Y 2886.4 Y 2892.4 Y 2898.4 Y 2904.4 Y 2910.4 Y 2916.4 Y 2922.4 Y 2928.4 Y 2934.4 Y 2940.4 Y 2946.4 Y 2952.4 Y 2958.4 Y 2964.4 Y 2970.4 Y 2976.4 Y 2982.4 Y 2988.4 Y 2994.4 Y 3000.4 Y 3006.4 Y 3012.4 Y 3018.4 Y 3024.4 Y 3030.4 Y 3036.4 Y 3042.4 Y 3048.4 Y 3054.4 Y 3060.4 Y 3066.4 Y 3072.4 Y 3078.4 Y 3084.4 Y 3090.4 Y 3096.4 Y 3102.4 Y 3108.4 Y 3114.4 Y 3120.4 Y 3126.4 Y 3132.4 Y 3138.4 Y 3144.4 Y 3150.4 Y 3156.4 Y 3162.4 Y 3168.4 Y 3174.4 Y 3180.4 Y 3186.4 Y 3192.4 Y 3198.4 Y 3204.4 Y 3210.4 Y 3216.4 Y 3222.4 Y 3228.4 Y 3234.4 Y 3240.4 Y 3246.4 Y 3252.4 Y 3258.4 Y 3264.4 Y 3270.4 Y 3276.4 Y 3282.4 Y 3288.4 Y 3294.4 Y 3300.4 Y 3306.4 Y 3312.4 Y 3318.4 Y 3324.4 Y 3330.4 Y 3336.4 Y 3342.4 Y 3348.4 Y 3354.4 Y 3360.4 Y 3366.4 Y 3372.4 Y 3378.4 Y 3384.4 Y 3390.4 Y 3396.4 Y 3402.4 Y 3408.4 Y 3414.4 Y 3420.4 Y 3426.4 Y 3432.4 Y 3438.4 Y 3444.4 Y 3450.4 Y 3456.4 Y 3462.4 Y 3468.4 Y 3474.4 Y 3480.4 Y 3486.4 Y 3492.4 Y 3498.4 Y 3504.4 Y 3510.4 Y 3516.4 Y 3522.4 Y 3528.4 Y 3534.4 Y 3540.4 Y 3546.4 Y 3552.4 Y 3558.4 Y 3564.4 Y 3570.4 Y 3576.4 Y 3582.4 Y 3588.4 Y 3594.4 Y 3600.4 Y 3606.4 Y 3612.4 Y 3618.4 Y 3624.4 Y 3630.4 Y 3636.4 Y 3642.4 Y 3648.4 Y 3654.4 Y 3660.4 Y 3666.4 Y 3672.4 Y 3678.4 Y 3684.4 Y 3690.4 Y 3696.4 Y 3702.4 Y 3708.4 Y 3714.4 Y 3720.4 Y 3726.4 Y 3732.4 Y 3738.4 Y 3744.4 Y 3750.4 Y 3756.4 Y 3762.4 Y 3768.4 Y 3774.4 Y 3780.4 Y 3786.4 Y 3792.4 Y 3798.4 Y 3804.4 Y 3810.4 Y 3816.4 Y 3822.4 Y 3828.4 Y 3834.4 Y 3840.4 Y 3846.4 Y 3852.4 Y 3858.4 Y 3864.4 Y 3870.4 Y 3876.4 Y 3882.4 Y 3888.4 Y 3894.4 Y 3900.4 Y 3906.4 Y 3912.4 Y 3918.4 Y 3924.4 Y 3930.4 Y 3936.4 Y 3942.4 Y 3948.4 Y 3954.4 Y 3960.4 Y 3966.4 Y 3972.4 Y 3978.4 Y 3984.4 Y 3990.4 Y 3996.4 Y 4002.4 Y 4008.4 Y 4014.4 Y 4020.4 Y 4026.4 Y 4032.4 Y 4038.4 Y 4044.4 Y 4050.4 Y 4056.4 Y 4062.4 Y 4068.4 Y 4074.4 Y 4080.4 Y 4086.4 Y 4092.4 Y 4098.4 Y 4104.4 Y 4110.4 Y 4116.4 Y 4122.4 Y 4128.4 Y 4134.4 Y 4140.4 Y 4146.4 Y 4152.4 Y 4158.4 Y 4164.4 Y 4170.4 Y 4176.4 Y 4182.4 Y 4188.4 Y 4194.4 Y 4200.4 Y 4206.4 Y 4212.4 Y 4218.4 Y 4224.4 Y 4230.4 Y 4236.4 Y 4242.4 Y 4248.4 Y 4254.4 Y 4260.4 Y 4266.4 Y 4272.4 Y 4278.4 Y 4284.4 Y 4290.4 Y 4296.4 Y 4302.4 Y 4308.4 Y 4314.4 Y 4320.4 Y 4326.4 Y 4332.4 Y 4338.4 Y 4344.4 Y 4350.4 Y 4356.4 Y 4362.4 Y 4368.4 Y 4374.4 Y 4380.4 Y 4386.4 Y 4392.4 Y 4398.4 Y 4404.4 Y 4410.4 Y 4416.4 Y 4422.4 Y 4428.4 Y 4434.4 Y 4440.4 Y 4446.4 Y 4452.4 Y 4458.4 Y 4464.4 Y 4470.4 Y 4476.4 Y 4482.4 Y 4488.4 Y 4494.4 Y 4500.4 Y 4506.4 Y 4512.4 Y 4518.4 Y 4524.4 Y 4530.4 Y 4536.4 Y 4542.4 Y 4548.4 Y 4554.4 Y 4560.4 Y 4566.4 Y 4572.4 Y 4578.4 Y 4584.4 Y 4590.4 Y 4596.4 Y 4602.4 Y 4608.4 Y 4614.4 Y 4620.4 Y 4626.4 Y 4632.4 Y 4638.4 Y 4644.4 Y 4650.4 Y 4656.4 Y 4662.4 Y 4668.4 Y 4674.4 Y 4680.4 Y 4686.4 Y 4692.4 Y 4698.4 Y 4704.4 Y 4710.4 Y 4716.4 Y 4722.4 Y 4728.4 Y 4734.4 Y 4740.4 Y 4746.4 Y 4752.4 Y 4758.4 Y 4764.4 Y 4770.4 Y 4776.4 Y 4782.4 Y 4788.4 Y 4794.4 Y 4800.4 Y 4806.4 Y 4812.4 Y 4818.4 Y 4824.4 Y 4830.4 Y 4836.4 Y 4842.4 Y 4848.4 Y 4854.4 Y 4860.4 Y 4866.4 Y 4872.4 Y 4878.4 Y 4884.4 Y 4890.4 Y 4896.4 Y 4902.4 Y 4908.4 Y 4914.4 Y 4920.4 Y 4926.4 Y 4932.4 Y 4938.4 Y 4944.4 Y 4950.4 Y 4956.4 Y 4962.4 Y 4968.4 Y 4974.4 Y 4980.4 Y 4986.4 Y 4992.4 Y 4998.4 Y 5004.4 Y 5010.4 Y 5016.4 Y 5022.4 Y 5028.4 Y 5034.4 Y 5040.4 Y 5046.4 Y 5052.4 Y 5058.4 Y 5064.4 Y 5070.4 Y 5076.4 Y 5082.4 Y 5088.4 Y 5094.4 Y 5100.4 Y 5106.4 Y 5112.4 Y 5118.4 Y 5124.4 Y 5130.4 Y 5136.4 Y 5142.4 Y 5148.4 Y 5154.4 Y 5160.4 Y 5166.4 Y 5172.4 Y 5178.4 Y 5184.4 Y 5190.4 Y 5196.4 Y 5202.4 Y 5208.4 Y 5214.4 Y 5220.4 Y 5226.4 Y 5232.4 Y 5238.4 Y 5244.4 Y 5250.4 Y 5256.4 Y 5262.4 Y 5268.4 Y 5274.4 Y 5280.4 Y 5286.4 Y 5292.4 Y 5298.4 Y 5304.4 Y 5310.4 Y 5316.4 Y 5322.4 Y 5328.4 Y 5334.4 Y 5340.4 Y 5346.4 Y 5352.4 Y 5358.4 Y 5364.4 Y 5370.4 Y 5376.4 Y 5382.4 Y 5388.4 Y 5394.4 Y 5400.4 Y 5406.4 Y 5412.4 Y 5418.4 Y 5424.4 Y 5430.4 Y 5436.4 Y 5442.4 Y 5448.4 Y 5454.4 Y 5460.4 Y 5466.4 Y 5472.4 Y 5478.4 Y 5484.4 Y 5490.4 Y 5496.4 Y 5502.4 Y 5508.4 Y 5514.4 Y 5520.4 Y 5526.4 Y 5532.4 Y 5538.4 Y 5544.4 Y 5550.4 Y 5556.4 Y 5562.4 Y 5568.4 Y 5574.4 Y 5580.4 Y 5586.4 Y 5592.4 Y 5598.4 Y 5604.4 Y 5610.4 Y 5616.4 Y 5622.4 Y 5628.4 Y 5634.4 Y 5640.4 Y 5646.4 Y 5652.4 Y 5658.4 Y 5664.4 Y 5670.4 Y 5676.4 Y 5682.4 Y 5688.4 Y 5694.4 Y 5700.4 Y 5706.4 Y 5712.4 Y 5718.4 Y 5724.4 Y 5730.4 Y 5736.4 Y 5742.4 Y 5748.4 Y 5754.4 Y 5760.4 Y 5766.4 Y 5772.4 Y 5778.4 Y 5784.4 Y 5790.4 Y 5796.4 Y 5802.4 Y 5808.4 Y 5814.4 Y 5820.4 Y 5826.4 Y 5832.4 Y 5838.4 Y 5844.4 Y 5850.4 Y 5856.4 Y 5862.4 Y 5868.4 Y 5874.4 Y 5880.4 Y 5886.4 Y 5892.4 Y 5898.4 Y 5904.4 Y 5910.4 Y 5916.4 Y 5922.4 Y 5928.4 Y 5934.4 Y 5940.4 Y 5946.4 Y 5952.4 Y 5958.4 Y 5964.4 Y 5970.4 Y 5976.4 Y 5982.4 Y 5988.4 Y 5994.4 Y 6000.4 Y 6006.4 Y 6012.4 Y 6018.4 Y 6024.4 Y 6030.4 Y 6036.4 Y 6042.4 Y 6048.4 Y 6054.4 Y 6060.4 Y 6066.4 Y 6072.4 Y 6078.4 Y 6084.4 Y 6090.4 Y 6096.4 Y 6102.4 Y 6108.4 Y 6114.4 Y 6120.4 Y 6126.4 Y 6132.4 Y 6138.4 Y 6144.4 Y 6150.4 Y 6156.4 Y 6162.4 Y 6168.4 Y 6174.4 Y 6180.4 Y 6186.4 Y 6192.4 Y 6198.4 Y 6204.4 Y 6210.4 Y 6216.4 Y 6222.4 Y 6228.4 Y 6234.4 Y 6240.4 Y 6246.4 Y 6252.4 Y 6258.4 Y 6264.4 Y 6270.4 Y 6276.4 Y 6282.4 Y 6288.4 Y 6294.4 Y 6300.4 Y 6306.4 Y 6312.4 Y 6318.4 Y 6324.4 Y 6330.4 Y 6336.4 Y 6342.4 Y 6348.4 Y 6354.4 Y 6360.4 Y 6366.4 Y 6372.4 Y 6378.4 Y 6384.4 Y 6390.4 Y 6396.4 Y 6402.4 Y 6408.4 Y 6414.4 Y 6420.4 Y 6426.4 Y 6432.4 Y 6438.4 Y 6444.4 Y 6450.4 Y 6456.4 Y 6462.4 Y 6468.4 Y 6474.4 Y 6480.4 Y 6486.4 Y 6492.4 Y 6498.4 Y 6504.4 Y 6510.4 Y 6516.4 Y 6522.4 Y 6528.4 Y 6534.4 Y 6540.4 Y 6546.4 Y 6552.4 Y 6558.4 Y 6564.4 Y 6570.4 Y 6576.4 Y 6582.4 Y 6588.4 Y 6594.4 Y 6600.4 Y 6606.4 Y 6612.4 Y 6618.4 Y 6624.4 Y 6630.4 Y 6636.4 Y 6642.4 Y 6648.4 Y 6654.4 Y 6660.4 Y 6666.4 Y 6672.4 Y 6678.4 Y 6684.4 Y 6690.4 Y 6696.4 Y 6702.4 Y 6708.4 Y 6714.4 Y 6720.4 Y 6726.4 Y 6732.4 Y 6738.4 Y 6744.4 Y 6750.4 Y 6756.4 Y 6762.4 Y 6768.4 Y 6774.4 Y 6780.4 Y 6786.4 Y 6792.4 Y 6798.4 Y 6804.4 Y 6810.4 Y 6816.4 Y 6822.4 Y 6828.4 Y 6834.4 Y 6840.4 Y 6846.4 Y 6852.4 Y 6858.4 Y 6864.4 Y 6870.4 Y 6876.4 Y 6882.4 Y 6888.4 Y 6894.4 Y 6900.4 Y 6906.4 Y 6912.4 Y 6918.4 Y 6924.4 Y 6930.4 Y 6936.4 Y 6942.4 Y 6948.4 Y 6954.4 Y 6960.4 Y 6966.4 Y 6972.4 Y 6978.4 Y 6984.4 Y 6990.4 Y 6996.4 Y 7002.4 Y 7008.4 Y 7014.4 Y 7020.4 Y 7026.4 Y 7032.4 Y 7038.4 Y 7044.4 							