

# Física de Radiaciones 2

## Primer Parcial

28/09/2017

Prueba de 2 horas de duración, sin consulta de material.

1) Se tiene una lamina de 3mm de plomo, y pegada a ésta un bloque de 8,0cm de aluminio. Un haz paralelo y colimado con  $10^6$  fotones monoenergéticos de 6MeV incide sobre la lámina de plomo.

a) Halla la energía absorbida y la energía transferida en una capa de 1mm de espesor, del bloque de aluminio, ubicada a 6,3cm de la entrada del haz.

b) ¿Cuánta energía se difundió como “pérdidas” radiativas?

2) En el diagrama de la figura se muestra una historia simple de simulación Monte Carlo para un fotón de 20MeV de energía, el cual incide sobre la superficie de un maniquí de agua dividido en cinco elementos de volumen (voxels), titulados A, B, C, D y E. En la figura están referenciados con los números 1 a 8, los puntos (•) en los que tienen lugar las interacciones, así como también las energías de los fotones y las energías cinéticas de los electrones en los límites de los voxels referenciados con un asterisco (\*).

a) Indica, y describe brevemente, los diferentes mecanismos de interacción que tienen lugar desde los puntos 1 a 8. Para las interacciones 1 y 3 halla las energías de las partículas involucradas.

b) Halla la energía transferida,  $\epsilon_{tr}$ , a partículas cargadas en los voxels A, B, C, D y E.

c) Halla la energía transferida neta,  $\epsilon_{tr}^n$ , a partículas cargadas en los voxels A, B, C, D y E

d) Halla la energía absorbida  $E_{ab}$  en los voxels A, B, C, D y E.

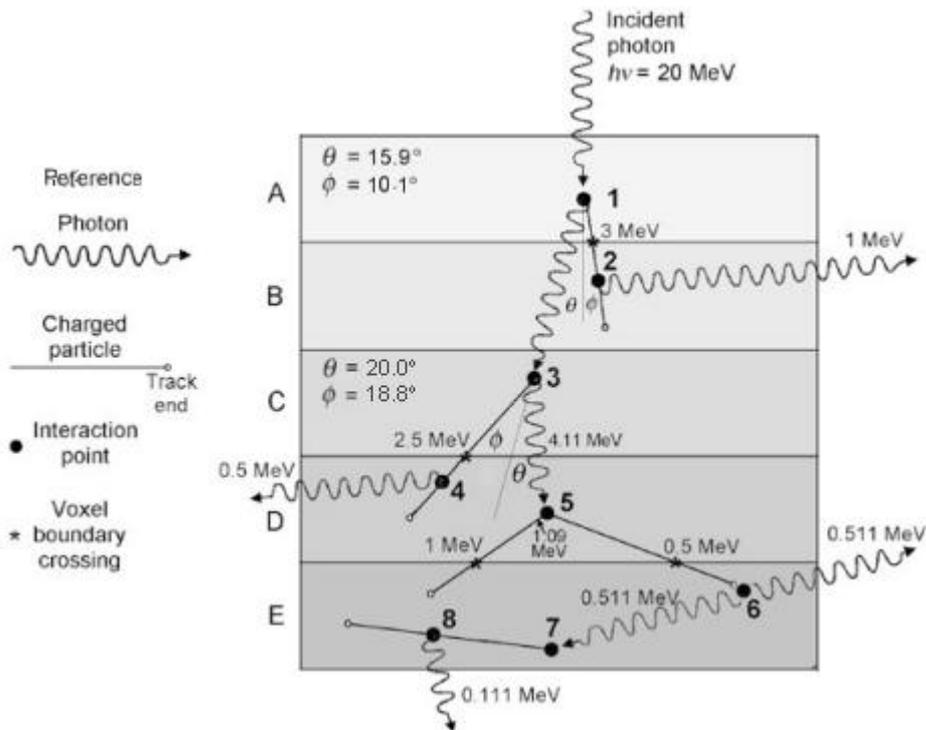
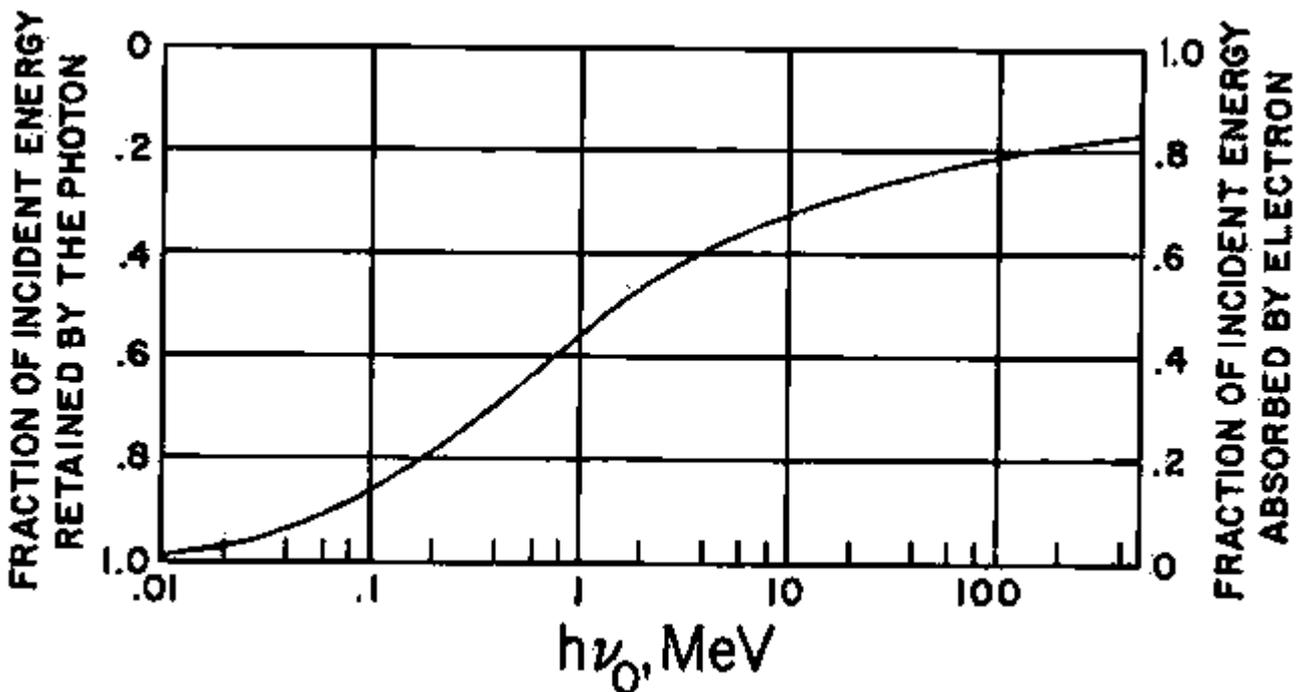


Figura: Historia simple, simulada con Monte Carlo, de un fotón de 20MeV incidiendo en un maniquí de agua dividido en 5 elementos de volumen.

3) La sección eficaz de Compton para la interacción de un fotón de 4MeV con un electrón es  $9,62 \times 10^{-30} m^2$ . Si dichos fotones interactúan con agua ( $H_2O$ ), encuentra para el scattering Compton:

- La sección eficaz por molécula.
- El coeficiente de atenuación lineal.
- El coeficiente de atenuación lineal para transferencia de energía.
- El coeficiente de atenuación lineal para difusión de energía.
- Haz una interpretación conceptual de los coeficientes pedidos en las partes c) y d).



Gráfica: Fracción media ( $\bar{T}/h\nu$ ) de la energía del fotón incidente que es entregada al electrón en una interacción Compton, promediada en todos los ángulos (ordenada a la derecha). Ordenada izquierda, ídem, pero la fracción que es retenida por el fotón dispersado ( $\overline{h\nu'}/h\nu$ ).

TABLE A-4e RADIOLOGICAL PROPERTIES OF ALUMINUM

Z=13		$\rho = 2699 \text{ kg/m}^3$		$2.902 \times 10^{26} \text{ elect./kg}$			A=26.981			
				$2.232 \times 10^{23} \text{ atoms/kg}$						
Photon energy  hp	Basic Coefficients in  $(10^{-24} \frac{\text{cm}^2}{\text{atom}})$ or $(10^{-24} \frac{\text{m}^2}{\text{atom}})$				Interaction coef. in  $[\text{cm}^2/\text{kg}]$ (To get  $[\text{m}^2/\text{kg}]$ divide by 10)			Av. energy transferred or absorbed		Stopping power $\bar{S}$ in $\frac{\text{MeV cm}^2}{\text{g}}$  $\frac{\text{MeV}}{\text{g}}$
	$\sigma_{\text{coh}}$ coh.	$\sigma_{\text{inc}}$ incoh.	$\tau$ photo	$\kappa$ pair	$(\frac{\mu}{\rho})$	$(\frac{\mu_{\text{tr}}}{\rho})$	$(\frac{\mu_{\text{ab}}}{\rho})$	$\bar{E}_{\text{tr}}$	$\bar{E}_{\text{ab}}$	
[keV]								[keV]		
1.35	90.07	1.163	15870.	356.2		354.1		1.55	65.4	
1.56	90.05	1.164	187900.	4241.		4105.		1.51	65.4	
2	82.30	1.515	103200.	2305.		2247.		1.95	59.9	
3	68.17	2.125	36080.	806.9		792.1		2.95	50.8	
4	57.97	2.611	16490.	369.4		363.6		3.94	44.2	
5	49.93	3.054	8814.	197.9		194.8		4.92	39.3	
6	43.13	3.465	5224.	117.6		115.6		5.90	35.5	
8	32.33	4.186	2246.	50.95		49.83		7.82	29.9	
10	24.65	4.767	1151.	26.35		25.57		9.70	26.0	
15	14.02	5.695	333.0	7.873		7.411		14.1	20.1	
20	9.145	6.169	135.9	3.375		3.031		18.0	16.5	
30	4.894	6.588	37.84	1.101	.8514	.8510		23.2	12.5	
40	3.067	6.721	15.17	.5571	.3489	.3487		25.1	10.3	
50	2.094	6.725	7.453	.3632	.1790	.1789		24.6	9.00	
60	1.517	6.643	4.171	.2737	.1076	.1073		23.4	8.27	
80	.8974	6.458	1.673	.2015	.0547	.0547		21.7	7.82	
100	.5929	6.225	.8266	.1706	.0381	.0381		22.3	8.02	
150	.2744	5.680	.2327	.1381	.0285	.0285		31.0	8.13	
200	.1571	5.234	.0961	.1225	.0277	.0276		45.2	6.95	
300	.0708	4.573	.0284	.1043	.0283	.0283		81.4	4.93	
400	.0401	4.105	.0122	.0928	.0287	.0287		124.	3.88	
500	.0257	3.752	.0065	.0845	.0288	.0287		171.	3.26	
550	.0213	3.604	.0050	.0810	.0287	.0287		195.	3.05	
662	.0147	3.324	.0030	.0746	.0284	.0283		252.	2.70	
800	.0101	3.053	.0018	.0684	.0279	.0278		327. 325.	2.42	
[MeV]								[MeV]		
1	.0064	2.746	.0010	.0615	.0270	.0269	.440	.437	2.18	
1.25	.0041	2.456	.0007	.0549	.0258	.0257	.588	.584	1.99	
1.5	.0029	2.232	.0005	.0501	.0247	.0245	.741	.735	1.88	
2	.0016	1.905	.0003	.0433	.0229	.0227	1.06	1.05	1.75	
3	.0007	1.499	.0002	.0354	.0206	.0203	1.75	1.72	1.64	
4	.0004	1.250	.0001	.0311	.0193	.0189	2.48	2.43	1.60	
5	.0003	1.080	.0001	.0284	.0185	.0180	3.27	3.17	1.58	
6	.0002	.9545	.0001	.0264	.0179	.0173	4.08	3.93	1.57	
8	.0001	.7808	.0010	.0242	.0175	.0166	5.79	5.51	1.56	
10	.0001	.6650	.0010	.0232	.0176	.0166	7.61	7.14	1.56	
15		.4922	.0011	.0217	.0178	.0162	12.3	11.2	1.57	
20		.3950	.0011	.0217	.0186	.0163	17.2	15.2	1.59	
30		.2876	.0011	.0220	.0198	.0167	27.1	22.8	1.61	
40		.2285	.0011	.0224	.0207	.0166	37.0	29.7	1.62	
50		.1908	.0011	.0231	.0217	.0167	47.0	36.1	1.64	
60		.1644	.0011	.0234	.0223	.0164	57.0	42.0	1.65	
80		.1296	.0011	.0243	.0234	.0160	77.1	52.8	1.67	
100		.1076	.0011	.0251	.0244	.0156	97.1	62.3	1.69	

Tabla 1: Propiedades radiológicas del aluminio.

TABLE A-41 RADIOLOGICAL PROPERTIES OF LEAD										
Z=82		$\rho = 11560 \text{ kg/m}^3$		$2.585 \times 10^{26} \text{ elect./kg}$			$A=207.20$			
				$2.907 \times 10^{24} \text{ atom/kg}$						
Photon energy hp	Basic Coefficients in $(10^{26} \frac{\text{cm}^2}{\text{atom}})$ or $(10^{28} \frac{\text{m}^2}{\text{atom}})$				Interaction coef. in $[\text{cm}^2/\text{g}]$ (To get $[\text{m}^2/\text{kg}]$ divide by 10)			Av. energy transferred or absorbed		Stopping power $\bar{S}$ in $\frac{\text{MeV cm}^2}{\text{g}}$ $\bar{S}^0$
	$\mu_{\text{coh}}$ coh.	$\mu_{\text{inc}}$ incoh.	$\tau$ photo	$\kappa$ pair	$(\frac{\mu}{\rho})$	$(\frac{\mu_{\text{en}}}{\rho})$	$(\frac{\mu_{\text{tr}}}{\rho})$	$\bar{E}_{\text{tr}}$	$\bar{E}_{\text{ab}}$	
[keV]									[keV]	
2.49	3686.	4.278	276000.		812.9		802.1		2.45	14.9
2.48	3686.	4.280	736200.		2151.		2073.		2.39	14.9
2.58	3647.	4.477	663300.		1939.		1870.		2.49	15.0
2.59	3646.	4.479	921300.		2688.		2597.		2.50	15.0
3.04	3475.	5.385	590700.		1727.		1673.		2.97	15.0
3.06	3475.	5.396	793400.		2316.		2247.		2.98	15.0
3.55	3280.	6.262	539600.		1578.		1534.		3.45	15.0
3.55	3280.	6.263	609000.		1780.		1731.		3.46	15.0
3.84	3179.	6.780	494399.		1446.		1408.		3.75	14.9
3.85	3179.	6.782	533600.		1560.		1519.		3.75	14.9
6	2504.	10.28	187200.		493.3		479.7		5.83	13.7
8	2035.	13.20	78790.		235.0		226.8		7.72	12.6
10	1686.	15.75	43960.		132.7		126.8		9.55	11.5
13	1285.	18.87	21980.		67.68	63.32	63.48		12.2	10.3
15.2	1095.	20.72	36270.		108.7	80.52	80.43		11.3	9.60
15.2	1095.	20.72	51139.		151.9	113.5	113.4		11.4	9.60
15.8	1040.	21.23	45730.		136.0	102.8	102.7		12.0	9.39
15.8	1039.	21.23	53030.		157.2	119.2	119.1		12.0	9.39
20	781.5	24.00	28750.		85.91	68.56	68.43		16.0	8.33
30	453.7	28.69	9745.		29.73	24.93	24.85		25.2	6.64
50	213.3	33.03	2441.		7.811	6.594	6.554	42.2	42.0	4.87
60	159.2	33.90	1480.		4.863	4.054	4.026	50.0	49.7	4.35
88	83.99	34.49	512.7		1.835	1.444	1.429	69.2	68.5	3.44
88	83.99	34.49	2456.		7.483	2.118	2.096	24.9	24.7	3.42
100	67.57	34.41	1777.		5.461	1.974	1.952	36.2	35.7	3.17
150	32.81	32.90	620.3		1.994	1.075	1.058	80.9	79.4	2.92
200	19.51	31.03	290.5		.9913	.6027	.5902	122.	119.	2.17
300	9.230	27.77	100.3		.3996	.2540	.2469	191.	185.	1.81
400	5.366	25.22	48.33		.2294	.1419	.1371	247.	239.	1.64
500	3.502	23.21	27.93		.1588	.0945	.0909	298.	286.	1.54
662	2.038	20.68	14.59		.1084	.0616	.0589	376.	360.	1.44
800	1.410	19.06	9.549		.0872	.0483	.0461	444.	423.	1.38
[MeV]									[MeV]	
1	.9111	17.19	6.028		.0701	.0386	.0364	.550	.520	1.32
1.25	.5875	15.40	3.987	.0055	.0581	.0322	.0302	.693	.649	1.26
2	.2317	11.98	1.669	1.701	.0453	.0257	.0235	1.13	1.04	1.18
3	.1034	9.437	.8630	3.944	.0417	.0259	.0231	1.86	1.66	1.14
4	.0583	7.878	.5672	5.782	.0415	.0281	.0244	2.70	2.35	1.12
5	.0373	6.805	.4094	7.288	.0423	.0305	.0258	3.60	3.06	1.11
6	.0259	6.016	.3241	8.380	.0429	.0324	.0268	4.54	3.76	1.11
8	.0146	4.922	.2239	10.45	.0434	.0367	.0291	6.47	5.12	1.11
10	.0093	4.193	.1681	12.40	.0468	.0412	.0313	8.45	6.42	1.12
15	.0042	3.103	.1075	15.66	.0549	.0491	.0342	13.4	9.37	1.13
20	.0023	2.491	.0783	18.48	.0612	.0564	.0366	18.5	12.0	1.15
30	.0010	1.814	.0501	22.23	.0700	.0665	.0378	28.5	16.2	1.17
40	.0006	1.441	.0365	24.56	.0757	.0728	.0371	38.5	19.6	1.19
50	.0004	1.203	.0283	26.54	.0807	.0783	.0363	48.5	22.5	1.20
60	.0003	1.037	.0233	27.77	.0838	.0817	.0348	58.5	24.9	1.21
80	.0001	.8176	.0170	29.83	.0891	.0875	.0324	78.6	29.1	1.23
100	.0001	.6786	.0133	31.53	.0937	.0923	.0304	98.6	32.4	1.24

Tabla 2: Propiedades radiológicas del plomo.