

# MÉTROLOGIE NUCLÉAIRE

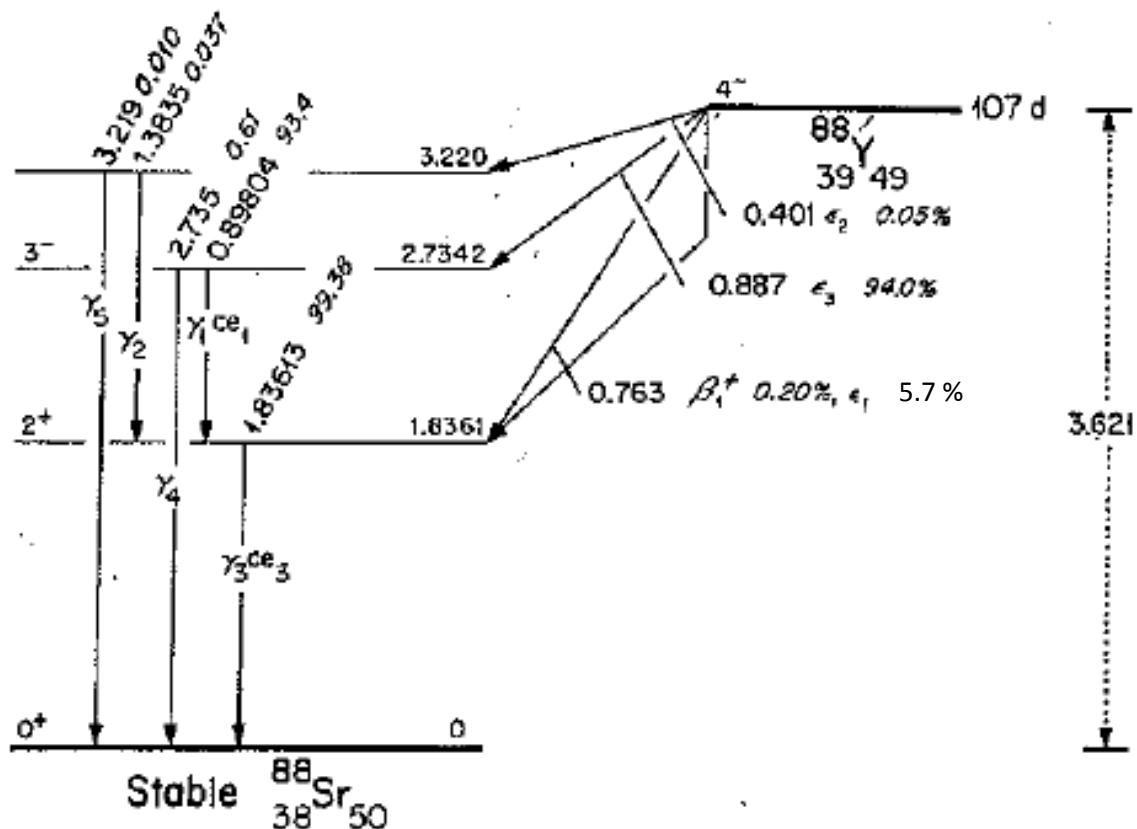
Examen écrit du 27 août 2013, seconde session

École Polytechnique de Bruxelles, 2012-2013

## Question 1

Considérez une source d' $^{88}\text{Y}$  (voir schéma de désintégration ci-dessous).

- Dressez la liste des processus de désexcitation nucléaire ou atomique au sein de la source en ne considérant que ceux qui ont une intensité supérieure à 2%. Justifiez et expliquez brièvement l'origine des différents processus. Indiquez l'énergie des rayonnements émis.
- Considérez une chaîne de spectrométrie gamma telle que vue au laboratoire (détecteur NaI(Tl) 3"x3", photomultiplicateur, préamplificateur, amplificateur, convertisseur analogique-numérique, PC) avec la source placée sur l'axe du détecteur. En vous aidant du graphique donné en annexe 1, représentez le spectre gamma obtenu (négligez les pics sommes). Justifiez toutes les composantes du spectre et indiquez toutes les énergies caractéristiques (utilisez aussi l'annexe 2).

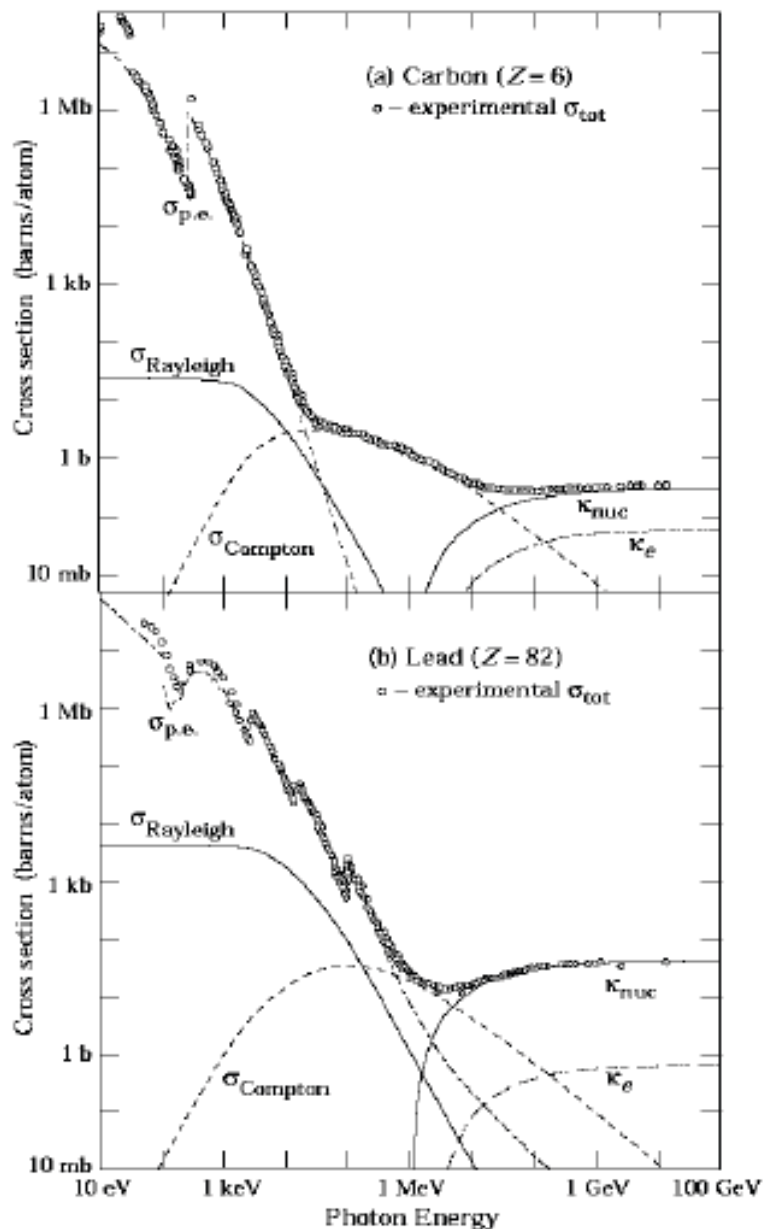


## Question 2

Décrivez les processus d'interaction d'un électron avec la matière (ne développez aucune équation) : principes de base, pouvoirs d'arrêt électronique et nucléaire, effet de densité, collisions radiatives, trajectoires électroniques et effet Cherenkov.

## Question 3

Expliquez le graphique suivant illustrant les sections efficaces d'interaction de photons dans la matière. Discutez l'évolution des sections efficaces en fonction de l'énergie et en fonction de Z.



#### **Question 4**

Expliquez les principes de fonctionnement d'une chambre d'ionisation:

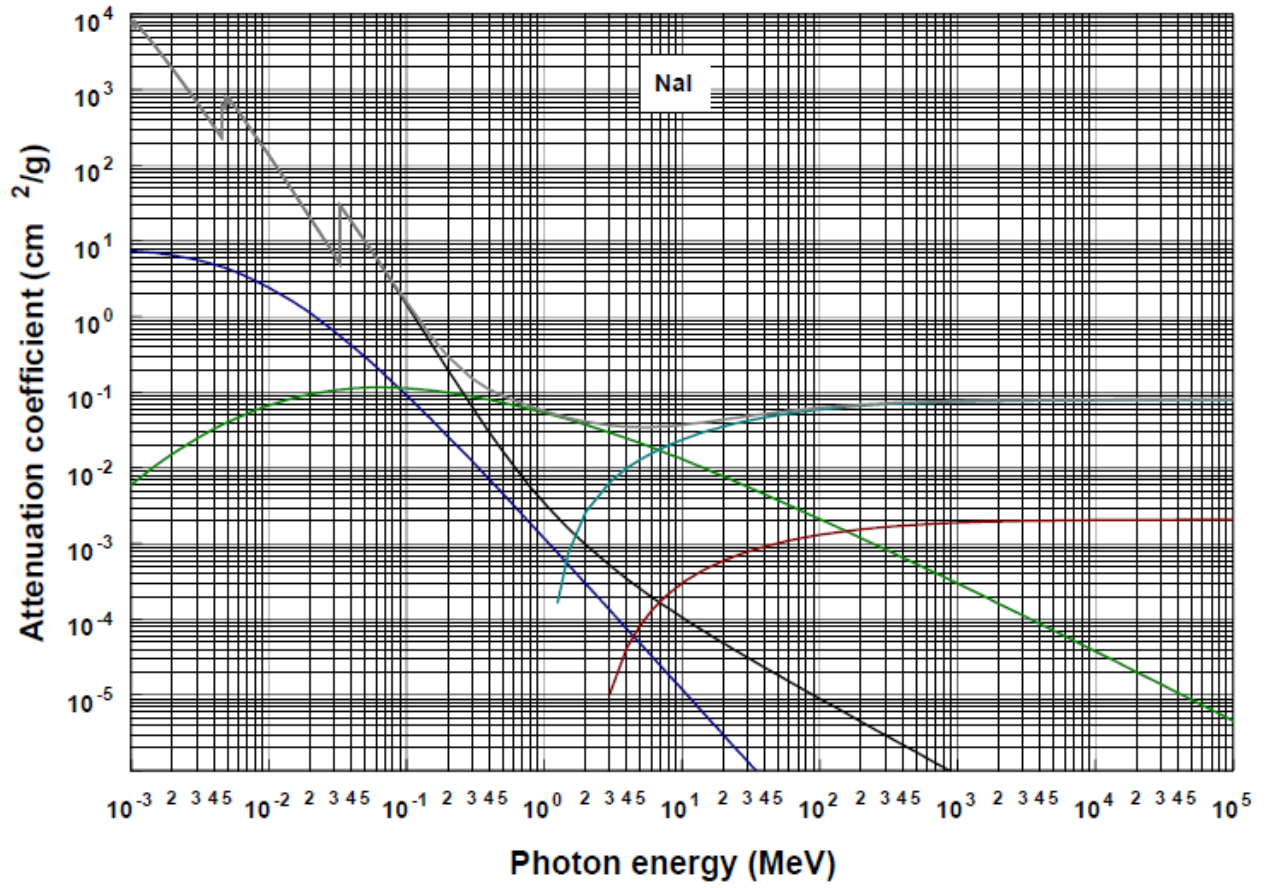
- a. Principes
- b. Types de collision avec les atomes du gaz qui remplit la chambre
- c. Collection des charges en mode courant
- d. Développement de l'impulsion en mode impulsion (ne développez aucune équation)
- e. Chambre de Frisch
- f. Applications

#### **Question 5**

Décrivez les principes de fonctionnement des détecteurs de neutrons lents :

- a. Principe de base
- b. Matériaux utilisés pour la détection des neutrons lents et réactions des neutrons avec ces matériaux (les valeurs des énergies libérées et des sections efficaces ne doivent pas être données)
- c. Compteurs proportionnels pour la détection des neutrons lents (incluant les effets de paroi)
- d. Scintillateurs neutrons
- e. Détecteur basé sur la réaction de fission
- f. Détecteur neutrons pour les réacteurs nucléaires

## Annexe 1: Coefficients d'atténuation pour le NaI



## Annexe 2: Énergies de liaison

Z	Élément	K	LI	LII	LIII	MI	MII	MIII	MIV	MV
34	Se	12.658	1.6539	1.4762	1.4358	0.23	0.168	0.161	0.0551	0.055
35	Br	13.474	1.782	1.596	1.5499	0.257	0.191	0.184	0.072	0.071
36	Kr	14.326	1.921	1.7272	1.6749	0.288	0.219	0.21	0.091	0.09
37	Rb	15.2	2.0651	1.8639	1.8044	0.322	0.248	0.239	0.112	0.11
38	Sr	16.105	2.2163	2.0068	1.9396	0.358	0.28	0.269	0.135	0.133
39	Y	17.038	2.3725	2.1555	2.08	0.394	0.312	0.299	0.158	0.156
40	Zr	17.998	2.5316	2.3067	2.2223	0.43	0.344	0.33	0.182	0.18
41	Nb	18.986	2.6977	2.4647	2.3705	0.467	0.377	0.361	0.206	0.204
42	Mo	20.0	2.8655	2.6251	2.5202	0.505	0.41	0.392	0.23	0.228
43	Tc	21.044	3.0425	2.7932	2.6769	0.545	0.445	0.426	0.256	0.253
44	Ru	22.117	3.224	2.9669	2.8379	0.585	0.483	0.461	0.284	0.28
45	Rh	23.22	3.4119	3.1461	3.0038	0.627	0.521	0.496	0.312	0.307
46	Pd	24.35	3.6043	3.3303	3.1733	0.67	0.559	0.532	0.34	0.335
47	Ag	25.514	3.8058	3.5237	3.3511	0.718	0.602	0.571	0.373	0.367
48	Cd	26.711	4.018	3.727	3.5375	0.77	0.651	0.616	0.41	0.404
49	In	27.94	4.2375	3.938	3.7301	0.826	0.702	0.664	0.451	0.443
50	Sn	29.2	4.4647	4.1561	3.9288	0.884	0.756	0.714	0.493	0.485
51	Sb	30.491	4.6983	4.3804	4.1322	0.944	0.812	0.766	0.537	0.528
52	Te	31.814	4.9392	4.612	4.3414	1.006	0.87	0.819	0.583	0.572
53	I	33.169	5.1881	4.8521	4.5571	1.0721	0.931	0.876	0.633	0.619
54	Xe	34.561	5.4528	5.1037	4.7822	1.149	0.997	0.936	0.686	0.672
55	Cs	35.985	5.7143	5.3594	5.0119	1.2171	1.065	0.998	0.74	0.726
56	Ba	37.441	5.9888	5.6236	5.247	1.2928	1.1367	1.0622	0.794	0.78
57	La	38.925	6.2663	5.8906	5.4827	1.3613	1.2044	1.1234	0.848	0.832
58	Ce	40.443	6.5488	6.1642	5.7234	1.4366	1.2728	1.1854	0.901	0.883
59	Pr	41.991	6.8348	6.4404	5.9643	1.511	1.3374	1.2422	0.951	0.931
60	Nd	43.569	7.126	6.7215	6.2079	1.5753	1.4028	1.2974	1.005	0.978
61	Pm	45.184	7.4279	7.0128	6.4593	1.653	1.4714	1.3569	1.0515	1.0269
62	Sm	46.834	7.7368	7.3118	6.7162	1.7228	1.5407	1.4198	1.106	1.0802
63	Eu	48.519	8.052	7.6171	6.9769	1.8	1.6139	1.4806	1.1606	1.1309
64	Gd	50.239	8.3756	7.9303	7.2428	1.8808	1.6883	1.544	1.2172	1.1852
65	Tb	51.996	8.708	8.2516	7.514	1.9675	1.7677	1.6113	1.275	1.2412
66	Dy	53.788	9.0458	8.5806	7.7901	2.0468	1.8418	1.6756	1.3325	1.2949
67	Ho	55.618	9.3942	8.9178	8.0711	2.1283	1.9228	1.7412	1.3915	1.3514
68	Er	57.485	9.7513	9.2643	8.3579	2.2065	2.0058	1.8118	1.4533	1.4093
69	Tm	59.39	10.116	9.6169	8.648	2.3068	2.0898	1.8845	1.5146	1.4677
70	Yb	61.332	10.486	9.9782	8.9436	2.3981	2.173	1.9498	1.5763	1.5278
71	Lu	63.314	10.87	10.349	9.2441	2.4912	2.2635	2.0236	1.6394	1.5885
72	Hf	65.351	11.271	10.739	9.5607	2.6009	2.3654	2.1076	1.7164	1.6617
73	Ta	67.416	11.681	11.136	9.8811	2.708	2.4687	2.194	1.7932	1.7351
74	W	69.525	12.1	11.544	10.207	2.8196	2.5749	2.281	1.8716	1.8092
75	Re	71.676	12.527	11.959	10.535	2.9317	2.6816	2.3673	1.9489	1.8224
76	Os	73.871	12.968	12.385	10.871	3.0485	2.7922	2.4572	2.0308	1.9601
77	Ir	76.111	13.419	12.824	11.215	3.1737	2.9087	2.5507	2.1161	2.0404
78	Pt	78.395	13.88	13.273	11.564	3.296	3.0265	2.6454	2.2019	2.1216
79	Au	80.725	14.353	13.734	11.919	3.4249	3.1478	2.743	2.2911	2.2057
80	Hg	83.102	14.839	14.209	12.284	3.5616	3.2785	2.8471	2.3849	2.2949
81	Tl	85.53	15.347	14.698	12.657	3.7041	3.4157	2.9566	2.4851	2.3893
82	Pb	88.004	15.861	15.2	13.035	3.8507	3.5542	3.0664	2.5856	2.484
83	Bi	90.526	16.387	15.711	13.419	3.9991	3.6963	3.1769	2.6876	2.5796
84	Po	93.105	16.939	16.244	13.814	4.1494	3.8541	3.3019	2.798	2.683
85	At	95.73	17.493	16.785	14.213	4.317	4.008	3.426	2.9087	2.7867
86	Rn	98.404	18.049	17.337	14.619	4.482	4.159	3.538	3.0215	2.8924
87	Fr	101.14	18.639	17.907	15.031	4.652	4.327	3.663	3.1362	2.9999
88	Ra	103.92	19.237	18.484	15.444	4.822	4.4895	3.7918	3.2484	3.1049
89	Ac	106.76	19.84	19.083	15.871	5.002	4.656	3.909	3.3702	3.219