

MÉTROLOGIE NUCLÉAIRE

Examen écrit du 24 juin 2013, première session

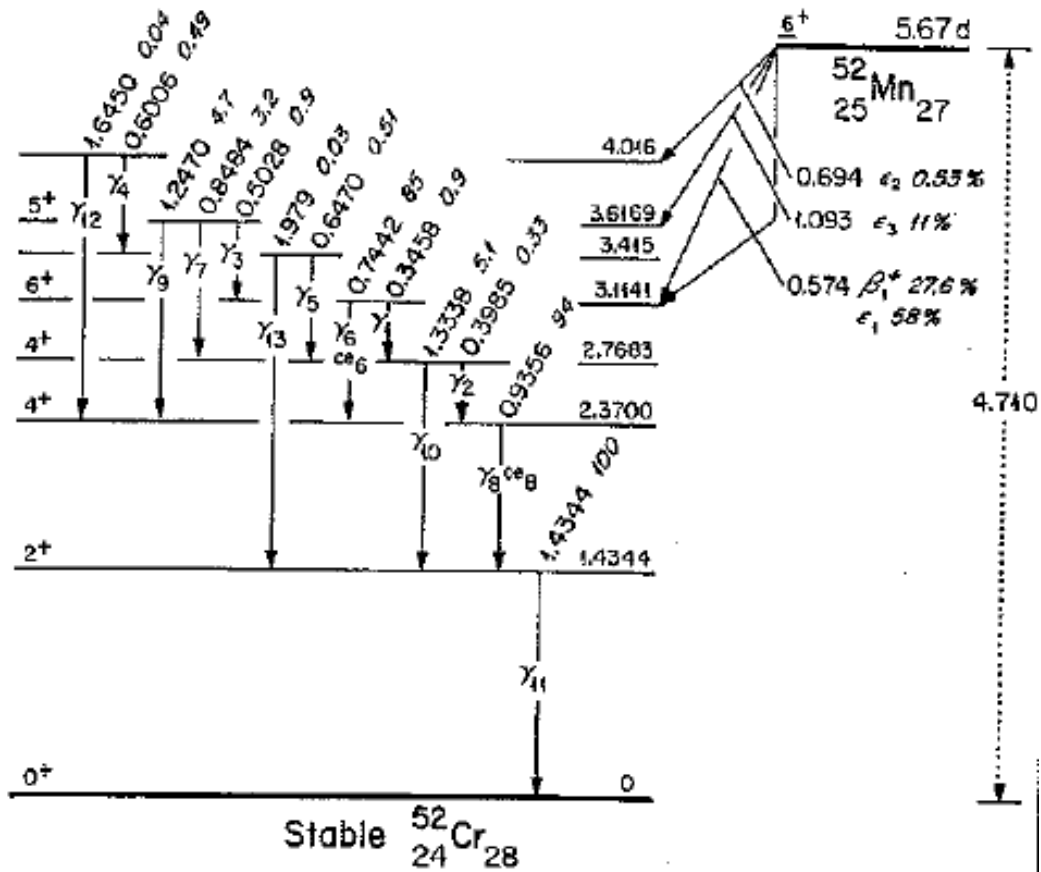
École Polytechnique de Bruxelles, 2012-2013

Question 1

Considérez une source de Mn-52 (voir schéma de désintégration ci-dessous).

- a) 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.

- b) 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).



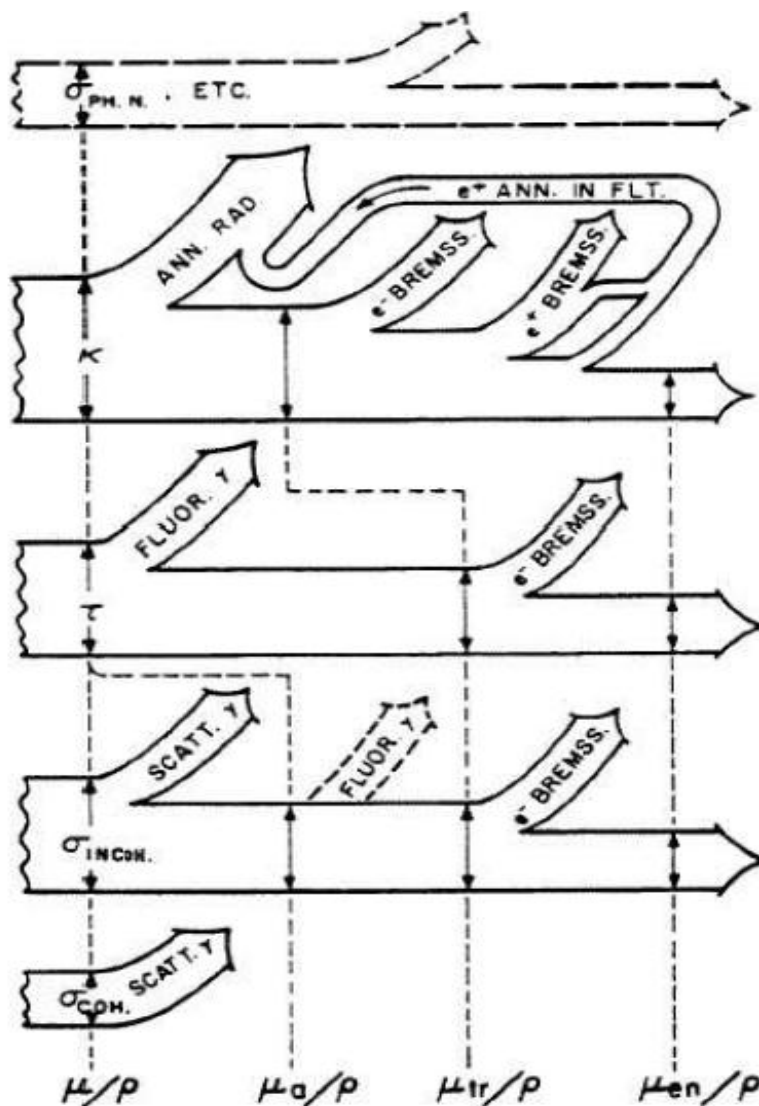
Question 2

Expliquer l'origine et les conséquences des corrections suivantes à l'équation de Bethe exprimant le pouvoir d'arrêt pour des ions dans la matière :

- Correction relativiste
- Correction de densité $-\delta/2$
- Correction shell $-C/Z$
- Correction de Barkas-Andersen $zL_1(\beta)$.

Question 3

Expliquez le graphique suivant illustrant les différents coefficients d'interaction pour les photons dans la matière. Définissez toutes les grandeurs utilisées.



Question 4

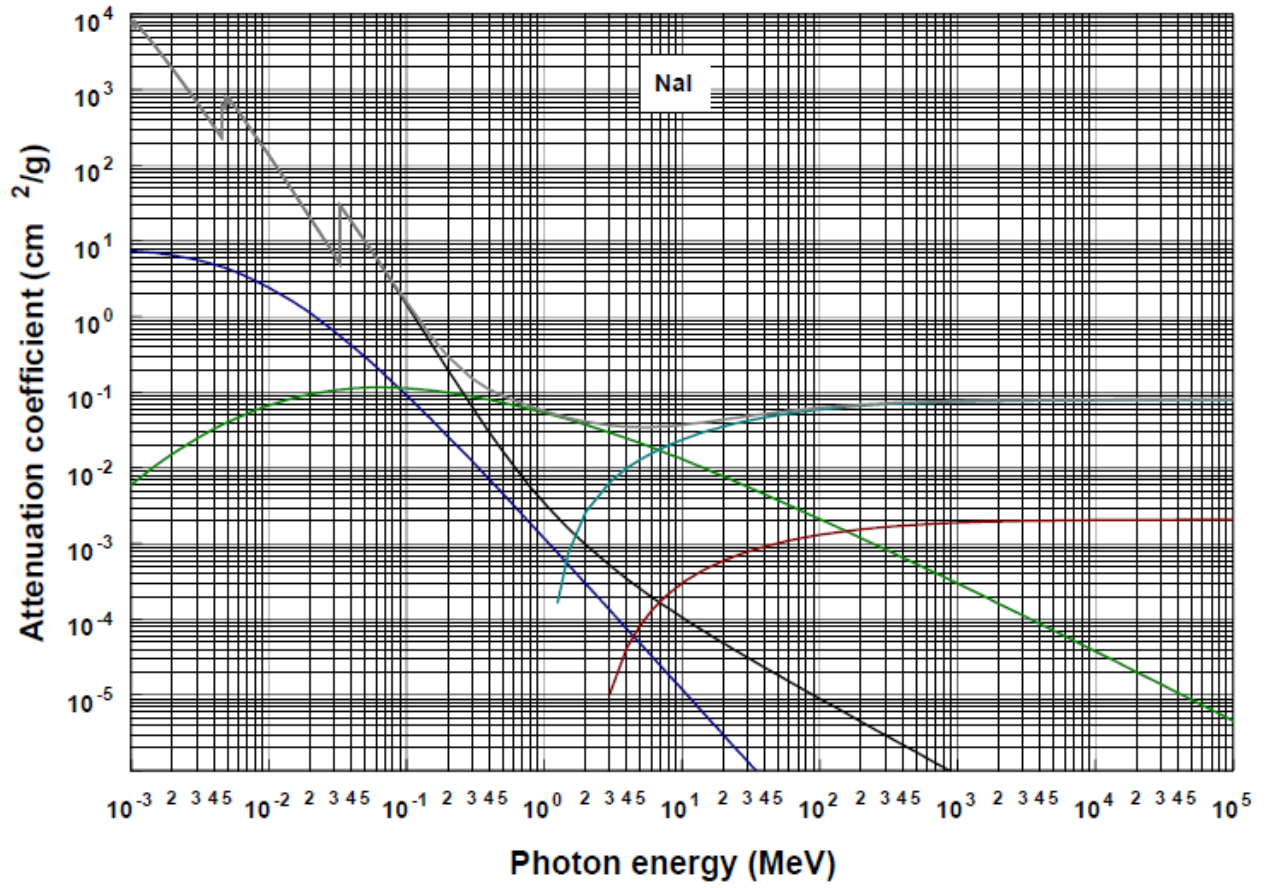
Expliquez les principes de fonctionnement d'un compteur Geiger-Müller : processus physiques, choix de la géométrie, arrêt de la décharge, choix du gaz, collection des charges, temps caractéristiques et applications.

Remarque : Ne développez aucune équation.

Question 5

Expliquez les principes de la luminescence : définition, différents types de luminescence et mécanismes de scintillation pour les scintillateurs organiques et organiques.

Annexe 1: Coefficients d'atténuation pour le NaI



Annexe 2: Énergies de liaison

Z	Élément	<i>K</i>	<i>LI</i>	<i>LII</i>	<i>LIII</i>	<i>MI</i>	<i>MII</i>	<i>MIII</i>	<i>MIV</i>	<i>MV</i>
1	H	0.014								
2	He	0.025	0.001							
3	Li	0.055	0.003	0.001	0.001					
4	Be	0.111	0.006	0.002	0.002					
5	B	0.188	0.009	0.004	0.004					
6	C	0.284	0.013	0.005	0.005					
7	N	0.4	0.018	0.007	0.007					
8	O	0.533	0.024	0.009	0.009					
9	F	0.687	0.032	0.012	0.012					
10	Ne	0.867	0.045	0.018	0.018	0.001				
11	Na	1.0721	0.063	0.032	0.032	0.002				
12	Mg	1.305	0.088	0.05	0.05	0.003				
13	Al	1.5596	0.118	0.073	0.073	0.005				
14	Si	1.8389	0.151	0.099	0.1	0.007	0.0011	0.001		
15	P	2.1455	0.188	0.1301	0.13	0.01	0.0021	0.002		
16	S	2.472	0.227	0.1651	0.165	0.014	0.0041	0.004		
17	Cl	2.8224	0.27	0.203	0.202	0.018	0.0071	0.007		
18	Ar	3.2029	0.32	0.247	0.245	0.025	0.0121	0.012		
19	K	3.6074	0.377	0.296	0.294	0.034	0.0181	0.018		
20	Ca	4.0381	0.438	0.35	0.346	0.044	0.0251	0.025		
21	Sc	4.4928	0.5	0.406	0.401	0.053	0.0321	0.032		
22	Ti	4.9664	0.563	0.462	0.456	0.06	0.0351	0.035		
23	V	5.4651	0.628	0.521	0.513	0.066	0.0381	0.038		
24	Cr	5.9892	0.696	0.584	0.575	0.074	0.0421	0.042	0.0011	0.001
25	Mn	6.539	0.769	0.651	0.64	0.084	0.0471	0.047	0.0021	0.002
26	Fe	7.112	0.846	0.721	0.708	0.093	0.0531	0.053	0.0031	0.003
27	Co	7.7089	0.926	0.794	0.779	0.101	0.0601	0.06	0.0041	0.004
28	Ni	8.3328	1.0081	0.871	0.845	0.111	0.0671	0.067	0.0051	0.005
29	Cu	8.9789	1.0961	0.953	0.933	0.122	0.0741	0.074	0.0071	0.007
30	Zn	9.6586	1.1936	1.0428	1.0197	0.138	0.0881	0.087	0.0101	0.01
31	Ga	10.367	1.2977	1.1423	1.1154	0.158	0.106	0.103	0.0171	0.017
32	Ge	11.103	1.4143	1.2478	1.2167	0.18	0.126	0.121	0.0281	0.028
33	As	11.867	1.5265	1.3586	1.3231	0.204	0.146	0.14	0.0411	0.041