

Αλληλεπίδραση αυτινοβοδίας με ύλη

Τα σωματίδια που παράγονται υαυι τις πυρηνικές δαπιαστίς ή ατμόσφαιρα αλληλεπιδρούν με την ύλη με τρόπο που εξαρτάται από την φύση τους :

① Φορτισμένα πυρήνις υαυι σωματίδια : χάνουν ενέργεια με ιονισμό των ατόμων του μέσου

$$m \gg m_e : \text{Bethe-Bloch formula} \quad -\frac{dE}{dx} \propto \frac{Z^2}{v^2}$$

για e ιδιαίτερη έκφραση (απώλεια ενέργειας λόγω αλληλεπιδράσεων υαυι λόγω αλληλεπιδράσεων)

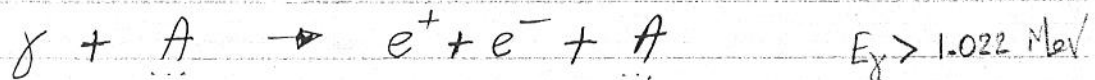
② Φωτόνια : ② Συνέδραση Compton : αλληλεπιδράση φωτόνιου με σωματίδιο σε ατομικό κέντρο (quasi-free)



(υαυις μηχανισμός για $E_\gamma > \sim 0.5 \text{ MeV}$)

① Φωτοαυτινιό φαινόμειρο : $\gamma + \underline{A} \rightarrow \underline{A}^+ + e^-$

(Δίδυμο γέννηση) ③ Παράγυρη γέννηση e^+e^- : (pair production)



(διόδοις),
③ Νετρονις : χάνουν ενέργεια με (ελαστικές συρράξεις σε πυρήνις μέχρι ότου γίνουν "θερμια" (thermal) δηλ. η υινητική τους ενέργεια γίυει $\langle E_m \rangle \sim k \cdot T$ ($T \sim 300 \text{ K}$)
 $\sim 0.025 \text{ eV}$

$$k = 8.6 \cdot 10^{-5} \frac{\text{eV}}{\text{K}}$$

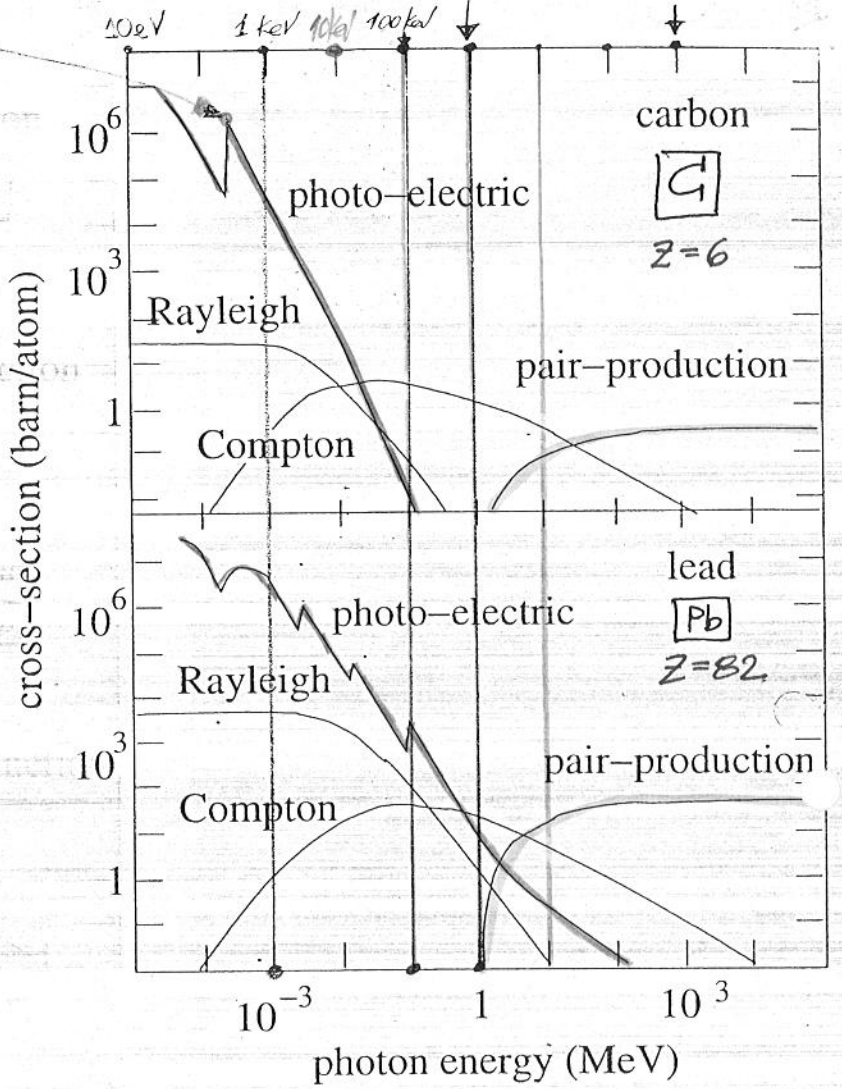
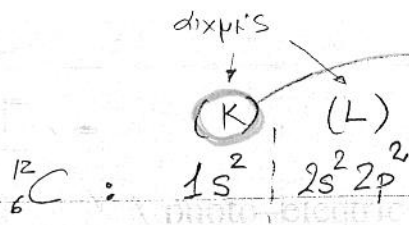


Fig. 5.12. Photon cross-sections on carbon and lead [1] as explained in the text. At low energy, $1\text{ keV} < E < 100\text{ keV}$, photo-electric absorption dominates while electron-positron pair production dominates for $E \gg 2m_e c^2$. Compton scattering dominates at intermediate energies. Photo-nuclear absorption (Fig. 3.8) is of minor importance.

Range Comparisons

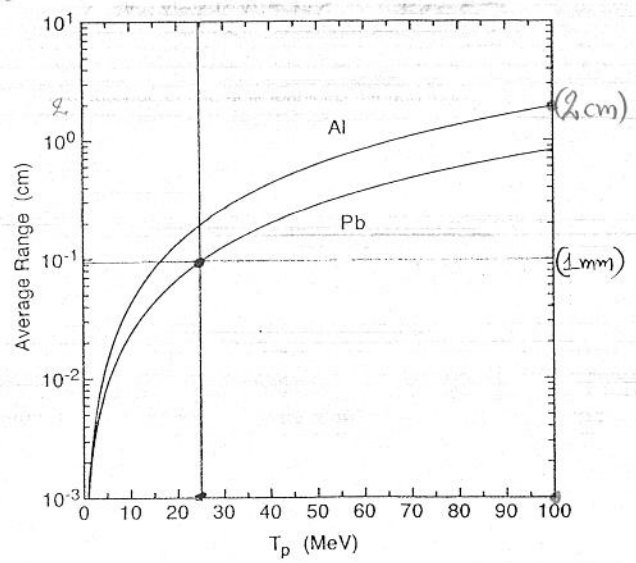


Fig. 14.25 The ranges of protons in aluminum and lead at normal densities.

Characteristic Ranges

212 The passage of energetic particles through matter

Table 14.1. Ionising path lengths for 1 MeV electrons and 1 MeV α -particles, and 1 MeV photon attenuation lengths, in air and in soft tissue

	$\bar{x} = \frac{1}{\mu}$	
	Air (cm)	Soft tissue (cm)
Electron	380	0.43
Alpha particle	0.52	7×10^{-4}
Photon	1.1×10^4 (1.1 km)	14

(Data from American Institute of Physics Handbook, 3rd ed. 1972, New York: McGraw-Hill.)

GAS DETECTORS

Κεβ. 18 (Loveland)
ΟΕΛ. 537-566

ΓΣ

- Τυπικό ιονίζον αεριοβελόνη
- Τι μπορεί να σφύρει;
 - Φορτισμένο σωματίδιο
 - Φωτόνιο

Ionization Chamber

Τύπος θ -δευαί ιονίζ
($\approx 30 \text{ eV} / \text{σφύρη}$)

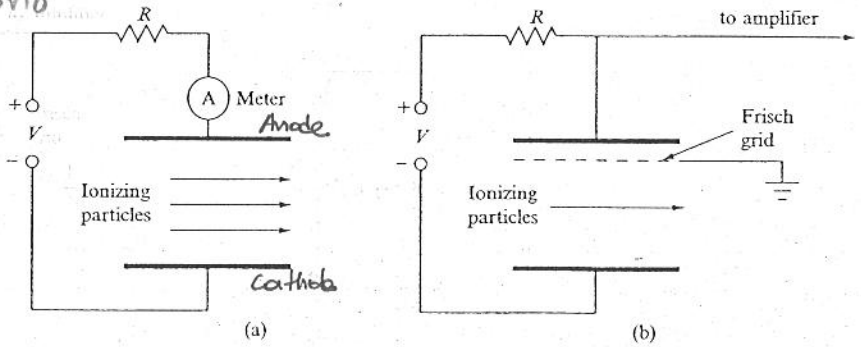


Figure 6.1 Gas ionization chamber using (a) simple parallel-plate geometry, and (b) with the addition of a Frisch grid for pulse counting.

Αέριο: (P10): 90% Ar
10% CH₄

Proportional Counter

$$E_{Cr} = \frac{V}{r \ln \frac{b}{a}}$$

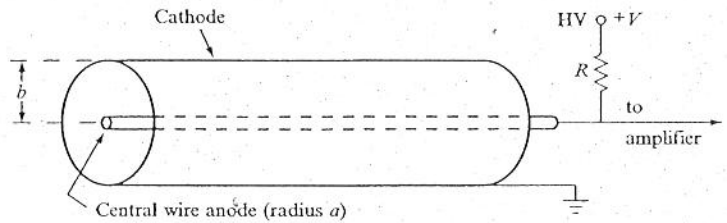


Figure 6.2 Schematic representation of a gas-filled ionization chamber with cylindrical geometry for use as a proportional counter.

V: απόσταση από το κεντρικό ηλεκτρόδιο

και το ηλεκτρόδιο
επιτείνει αύξηση των ιονισμών
(avalanche multiplication)
Μεγάλο σήμα



6.2 Gas detectors 155

Περιοχές λειτουργίας:

① σταθεροποίηση φορτίων ιόντων - e
(ή σταθεροποίηση μετατόπισης με V ↑)

④' Ορισμένο τμήμα: Ορίσματος ιονισμού
Υπο παλμού ανεξ. του V
Υπο παλμού $\propto E$

② "Αναλογικός σταθμιστής"

Υπο παλμού $\propto V$ (γιατί έχω αύξηση e, ions)

③ Απαιτητής Geiger-Müller : έχει πολύ υψηλό V και επιτελεί avalanche
Υπο παλμού ανεξάρτητος της E (!)

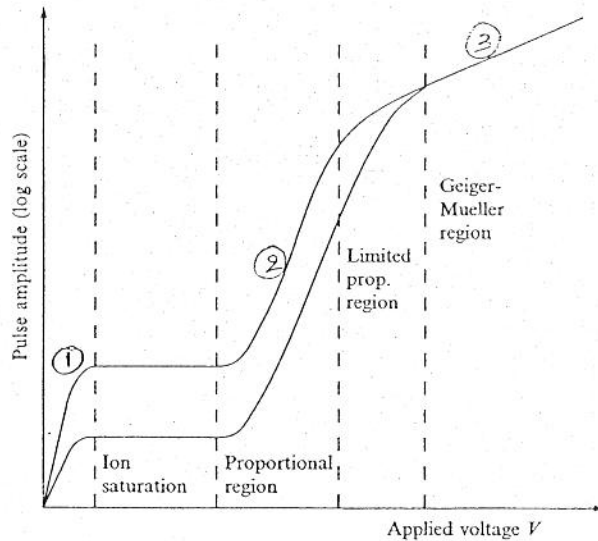


Figure 6.3 Variation of the output signal (on a log scale) from a gas-filled ionization chamber as a function of applied voltage. The two curves correspond to different amounts of energy deposited in the chamber gas.

SCINTILLATOR DETECTORS

Μετατρέπουν την ενέργεια μίας προσπίπτουσας ιονίζουσας ακτινοβολίας τελευτώς σε φως (N φωτόνια)

Είδη σκινδνεριστών:

- α) Οργανικοί (πλάστικα)
 - π.χ. στυρένιο 3-4 eV
 - αερί υδρογονάνθρακα π.χ. αιθανόλη, οτυλβένιο
- β) Ανεργάνιοι
 - π.χ. NaI, BaF₂

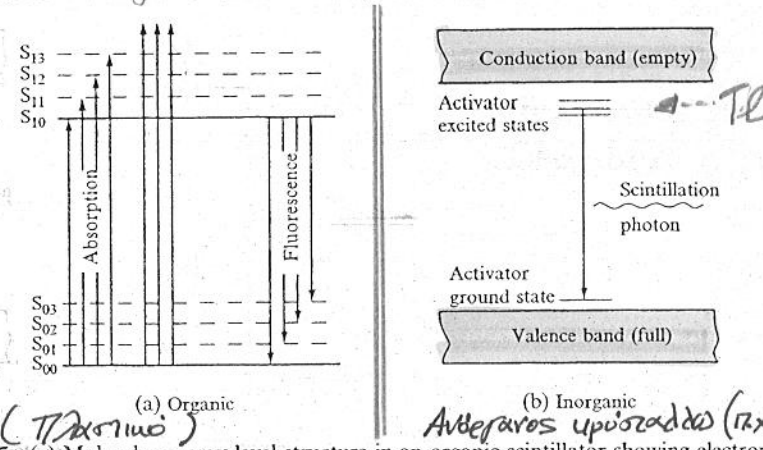


Figure 6.5 (a) Molecular energy-level structure in an organic scintillator showing electronic excitation states (S_0 and S_1) and more closely spaced molecular vibrational states (dashed lines) superimposed on each. (b) Electronic band structure in inorganic scintillator material illustrating the presence of activator states at energies within the band gap between the valence and conduction bands of the pure crystal.

π.χ. NaI, BaF₂
 αλγόριθμοι άδυνατά αλληλεπιδρών
 (αλληλεπιδρών) ΜΟΝΟΚΡΥΣΤΑΛΛΟΙ

(σφάλμα φωτοαίσθησης υλικοί)
 π.χ. Cs/Sr

Μετατρέφει
 σκινδνεριστή
 φωτοαίσθητή (PMT)

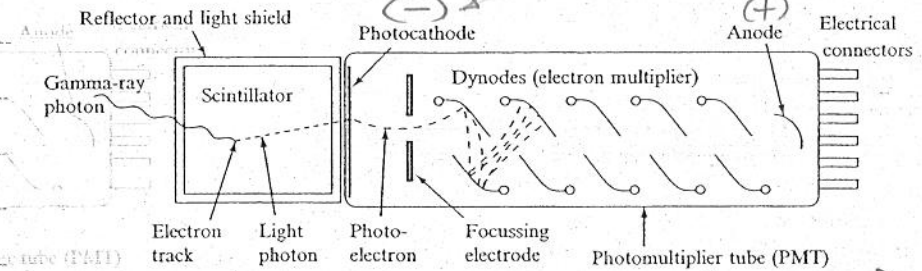


Figure 6.4 Schematic diagram of a scintillation detector.

SEMICONDUCTOR DETECTORS

ε συμπιεζόμενα ως στερεός διαφανής ιονίζων

εφαρμ. εφαρμογή: e-h

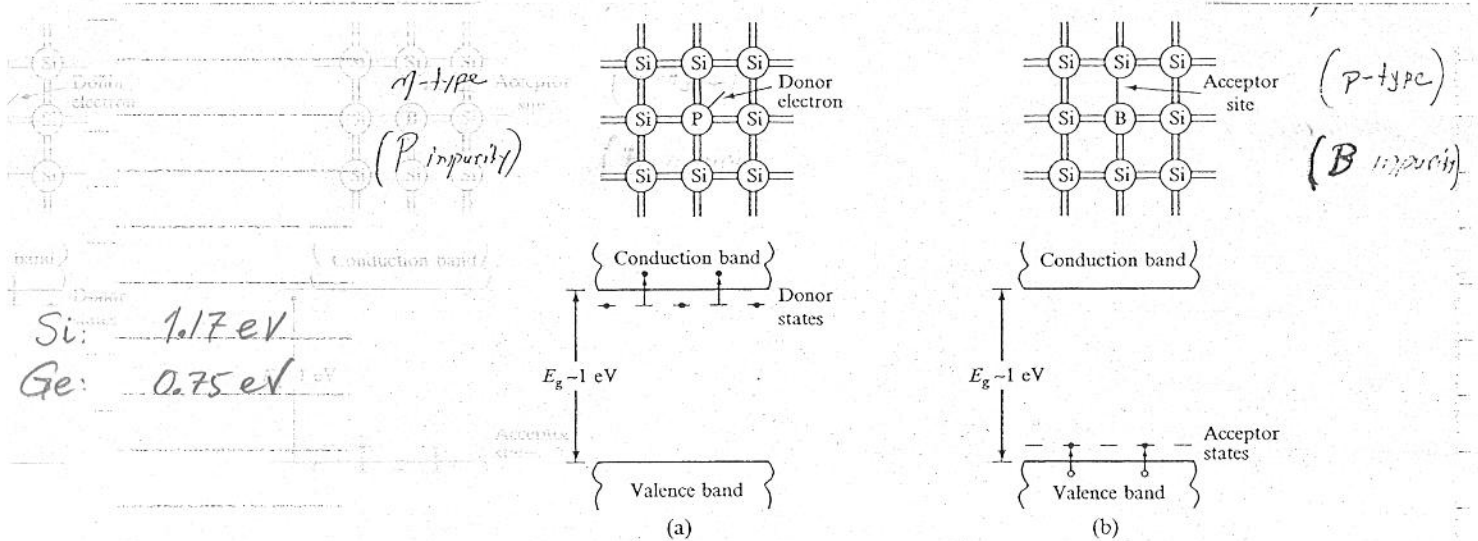


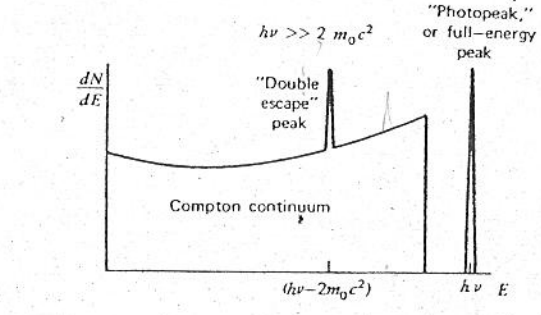
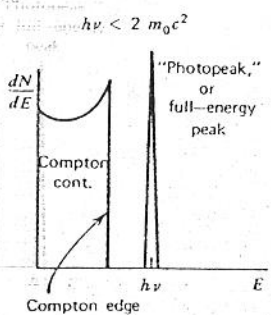
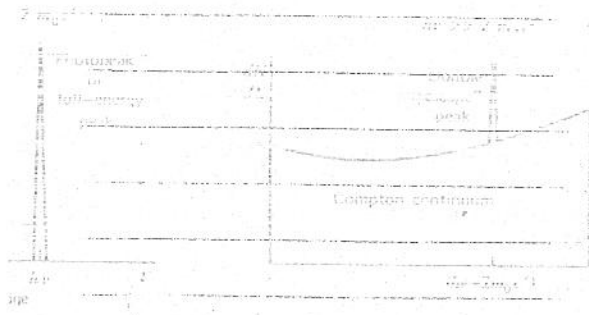
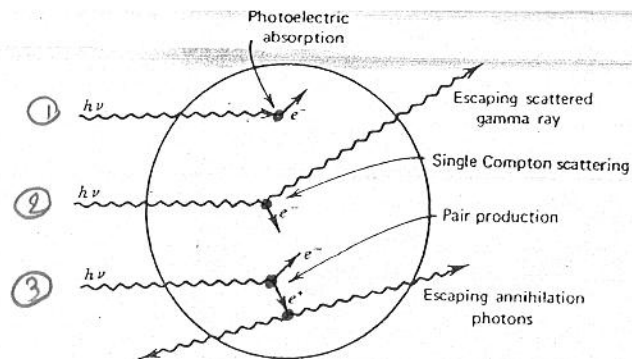
Figure 6.6 Electronic band structure in (a) an n-type semiconductor containing valence-5 atoms within the lattice, which provide donor states containing weakly bound electrons close to the conduction band, and (b) a p-type semiconductor in which valence-3 atoms provide acceptor states close to the valence band.

Αντικαθιστά Si για φασματομετρία ακτινοβόλωσης.
 Αντικαθιστά Ge (HPGe) για ακτίνες γ (φασματομετρία γ ακτίνων υψηλής ανάλυσης) high-resolution

ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΑΝΙΧΝΕΥΤΩΝ

αυτίων γ :

"ΜΙΚΡΟΣ" ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ :



The "small detector" extreme in gamma-ray spectroscopy of photoelectric absorption and single Compton scattering give rise to the low-energy spectrum at the left. At higher energies, the pair production process adds a double escape peak shown in the spectrum at the right.

Figure 10.2 The "small detector" extreme in gamma-ray spectroscopy. The processes of photoelectric absorption and single Compton scattering give rise to the low-energy spectrum at the left. At higher energies, the pair production process adds a double escape peak shown in the spectrum at the right. (χωρητικότητα 2.e's)

ΑΝΙΧΝΕΥΤΗΣ "ΕΝΔΙΑΜΕΣΟΥ" ΜΕΤΕΘΟΥΣ

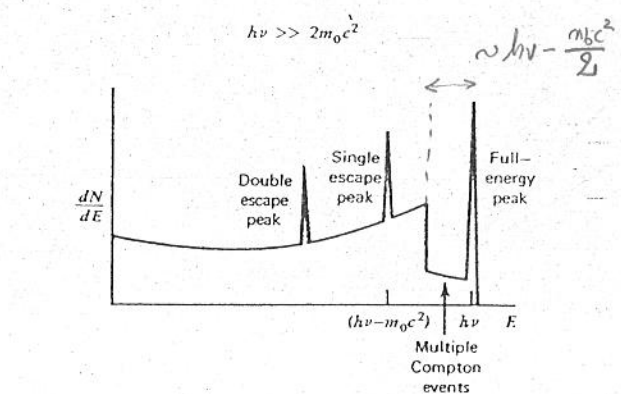
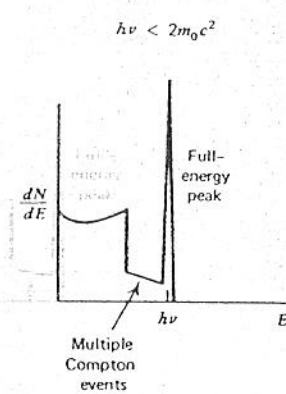
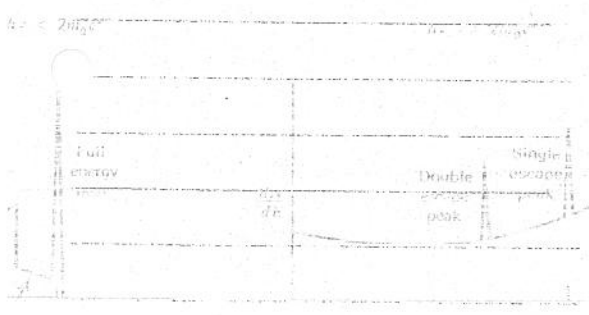
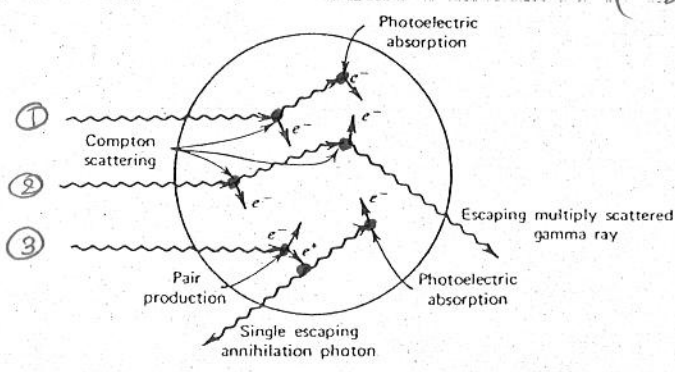
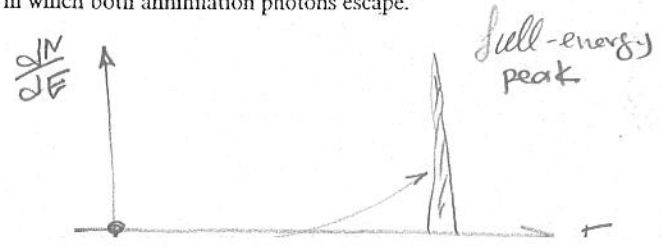


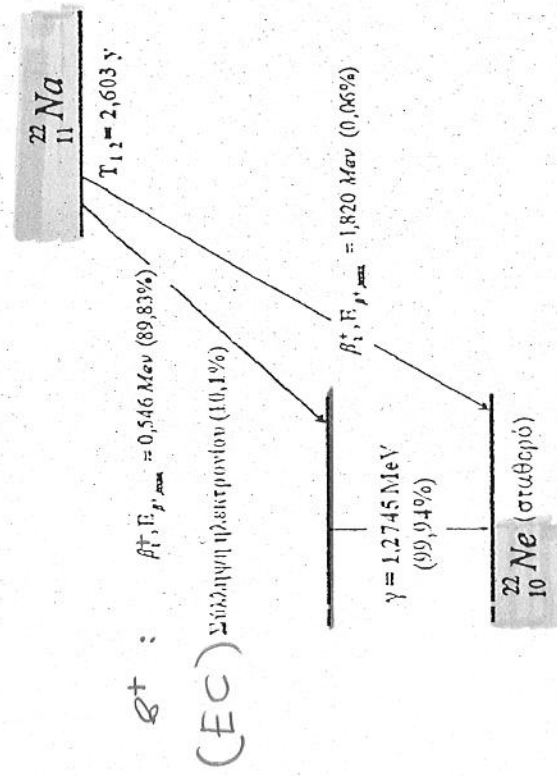
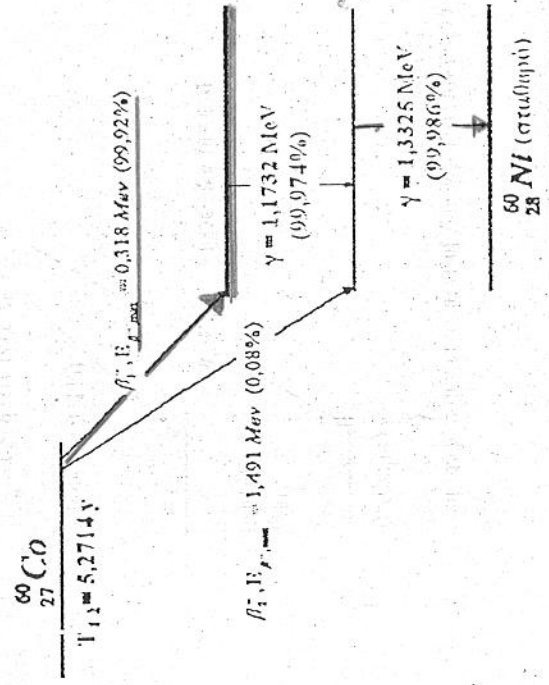
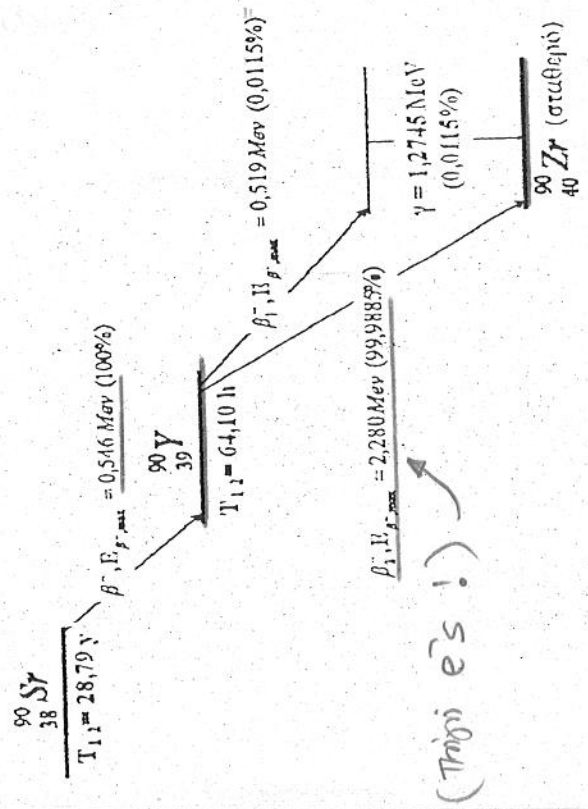
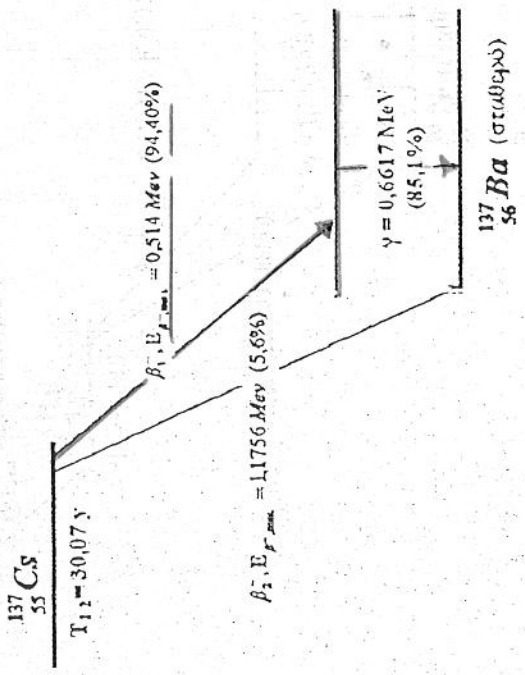
Figure 10.4 The case of intermediate detector size in gamma-ray spectroscopy. In addition to the continuum from single Compton scattering and the full-energy peak, the spectrum at the left shows the influence of multiple Compton events followed by photon escape. The full-energy peak also contains some histories that began with Compton scattering. At the right, the single escape peak corresponds to initial pair production interactions in which only one annihilation photon leaves the detector without further interaction. A double escape peak as illustrated in Fig. 10.2 will also be present due to those pair production events in which both annihilation photons escape.

Ανίχνευσης μετρίων ψηφιδών :

(Καθώς αυτίων γ δέν διαφύγει : με διαδοχικά κρούση...



Ραδιενεργές Πηγές :



[Από την εξάλυση του β^+ παράγεται ακτινοβολία: $\gamma_{\text{EC}} = 0.511 \text{ MeV (179.8\%)}$]