

## Ćwiczenie 34

### Badanie absorpcji promieniowania $\beta$

#### 34.1. Zasada ćwiczenia

Oslabienie wiązki elektronów przechodzącej przez warstwę materiału absorbującego zależy zarówno od grubości tego materiału jak i jego rodzaju, w szczególności od masowego współczynnika osłabiania wiązki. W ćwiczeniu badana jest zależność natężenia wiązki elektronów emitowanych przez izotop Sr-90 w funkcji grubości wybranych absorbentów (szkło, plexi, aluminium, tektura) umożliwiającą wyznaczenie liniowego i masowego współczynnika osłabiania dla badanych materiałów.

#### 34.2. Wiadomości teoretyczne

Wiązka promieniowania przechodząc przez ośrodek doznaje osłabienia na skutek oddziaływania z atomami ośrodka. Dla wiązki cząstek  $\beta$  najważniejszymi procesami prowadzącymi do ich absorpcji są: jonizacja atomów lub cząsteczek ośrodka (dominujące dla energii elektronów  $E < 1 \text{ MeV}$ ), rozproszenie sprężyste na jądrach i elektronach oraz emisja promieniowania hamowania (dominujące dla wyższych energii).

Zmiana natężenia  $dI$  jakiej doznaje wiązka elektronów w materiale jest tym większe im grubszą warstwę  $dx$  materiału wiązka pokonuje, zatem:

$$dI = -\mu I dx \quad (34.1)$$

co prowadzi do zależności:

$$I(x) = I_0 e^{-\mu x} \quad (34.2)$$

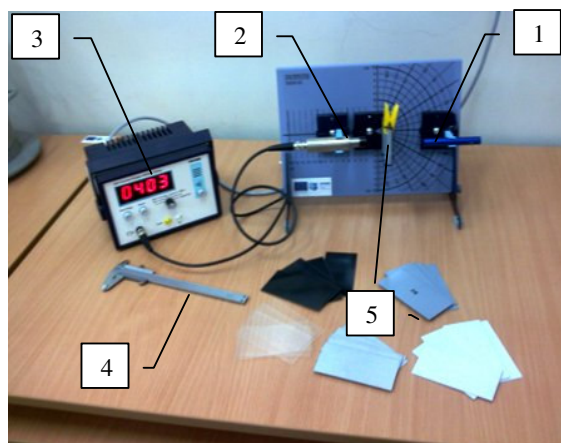
gdzie  $I_0$  jest natężeniem wiązki padającej na powierzchnię materiału, a  $\mu$  - liniowym współczynnikiem pochłaniania (osłabienia) wiązki.

Masowy współczynnik pochłaniania  $\mu_m$  jest niezależny od liczby atomowej i masowej ośrodka, umożliwia natomiast wyznaczenie energii maksymalnej  $E_0$  elektronów emitowanych przez źródło promieniotwórcze:

$$\mu_m = \frac{\mu}{\rho} = 17 E_0^{-1.14} \quad (34.3)$$

gdzie  $\rho$  oznacza gęstość absorbentu, a  $E_0$  jest maksymalną energią elektronów wyrażoną w MeV.

### 34.3. Aparatura pomiarowa



1. Izotop promieniotwórczy Sr-90 (74kBq),
2. Detektor promieniowania (licznik Geigera-Mueller),
3. Licznik impulsów,
4. Suwmiarka,
5. Płytki absorbujące:  
 aluminiowe ( $\rho=2.69\text{g/cm}^3$ ),  
 ołowiane ( $\rho=11.34\text{g/cm}^3$ ),  
 szklane ( $\rho=1.37\text{g/cm}^3$ ),  
 tekturowe ( $\rho=1.39\text{g/cm}^3$ ),  
 papierowe ( $\rho=0.852\text{g/cm}^3$ ).

Rys. 34.1. Widok aparatury pomiarowej.

### 34.4. Zadania

1. Zmierzyć poziom tła promieniotwórczego w nieobecności źródła promieniotwórczego w czasie min. 600 sekund.
2. Wykonać serie pomiarów aktywności promieniotwórczej w funkcji grubości absorbentu dla badanych materiałów i wyznaczyć współczynniki liniowe osłabiania wiązki w poszczególnych materiałach oraz ich błędy.
3. Wyznaczyć średni masowy współczynnik osłabiania promieniowania oraz jego błąd. Obliczyć energię maksymalną elektronów dla użytego źródła promieniotwórczego Sr-90.

### 34.5. Przebieg pomiarów i opracowanie wyników

Ad 2.

Izotop promieniotwórczy Sr-90 (pobrany uprzednio z szafy pancernej przez nauczyciela) należy umieścić w statywie w odległości ok. 25mm od okienka wlotowego licznika Geigera-Mueller. Pomiary aktywności źródła promieniotwórczego przeprowadzać w czasie min. 60 sekund (prowadzący podaje wartość z przedziału 60 - 900 sekund) w tych samych przedziałach czasu zwiększając grubość absorbentu jednego rodzaju. Płytki absorbentu umieszczać kolejno na statywie między licznikiem a źródłem promieniotwórczym, mierząc każdorazowo ich łączną grubość. Serię pomiarów wykonać dla minimum 4 różnych materiałów. Po wykonaniu ćwiczenia prowadzący umieszcza izotop promieniotwórczy w szafie pancernej.

Dla każdej serii pomiarów absorpcji w danym materiale wykonać wykresy zależności logarytmu aktywności (skorygowanej o wartość tła) w funkcji grubości materiału (zgodnie z zależnością (34.2)). Na wykresie zaznaczyć błędy standardowe dla otrzymanych punktów pomiarowych. Następnie korzystając z metody regresji liniowej wyznaczyć współczynniki liniowe osłabiania wiązki w poszczególnych materiałach oraz ich błędy.

Ad 3.

Korzystając z podanych w części 34.3 Aparatura pomiarowa wartości gęstości badanych materiałów wykonać wykres zależności liniowego współczynnika osłabiania w funkcji gęstości materiału. Na wykresie zaznaczyć błędy standardowe dla otrzymanych punktów pomiarowych. Korzystając z metody regresji liniowej wyznaczyć masowy współczynnik osłabiania oraz jego błąd. W oparciu o wzór (34.3) obliczyć energię maksymalną elektronów dla użytego źródła promieniotwórczego Sr-90.

### **34.6. Wymagane wiadomości**

- rozpad promieniotwórczy  $\beta$ , schematy rozpadów, widmo energetyczne emitowanych cząstek,
- osłabianie wiązki promieniowania w ośrodku,
- zasada działania licznika Geigera-Mueller'a,
- błędy pomiarów w zjawiskach statystycznych.

### **34.7. Literatura**

- Zubek M., Kuczkowski A.: II Pracownia Fizyczna. Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej.
- Bobrowski Cz., Fizyka – krótki kurs. WNT 2003.
- Halliday D, Resnick R., Walker J.: Podstawy fizyki, t.5. PWN 2003.