



# XLI OLIMPIADA FIZYCZNA

## ZADANIA ZAWODÓW I STOPNIA

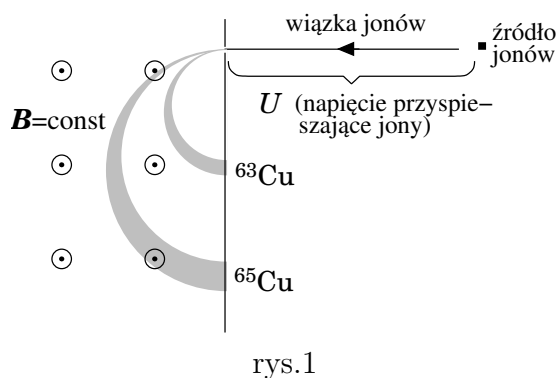
### CZĘŚĆ TEORETYCZNA

<b>Nazwa zadania</b>	Dioda luminescencyjna
<b>Rok</b>	1991/1992
<b>Źródło</b>	50 lat olimpiad fizycznych. Wybrane zadania z rozwiązaniami pod red. Janiszewski P. Mostowski J. PWN, Warszawa 2002 T.M. Molenda, IF US, www.OF.szc.pl.

#### Zadanie T4 - XLI OF, stopień pierwszy.

W spektrografie masowym (urządzenie do wyznaczania składu izotopowego) jony o różnych masach atomowych są najpierw przyspieszane w polu elektrycznym, a następnie wpadają w jednorodne pole magnetyczne, prostopadłe do kierunku ruchu jonów (rys.1). Z jaką względną dokładnością powinno być stabilizowane napięcie elektryczne urządzenia, aby w stałym, jednorodnym polu magnetycznym można było otrzymywać oddzielne ślady jednododatnich jonów izotopów miedzi o masach atomowych  $A_1 = 63$  i  $A_2 = 65$ ?

**Uwaga!** Można założyć, że początkowa prędkość jak również szerokość wiązki przyspieszanych jonów są zaniedbywalnie małe.



**Rozwiązanie zadania T4 - XLI OF, I stopień.**

Cząstka o ładunku  $q$  i masie  $m$ , poruszająca się z prędkością  $v$  w jednorodnym polu magnetycznym o indukcji magnetycznej  $\vec{B}$ , zatacza w płaszczyźnie prostopadłej do wektora  $\vec{B}$  okrąg o promieniu  $R = \frac{mv}{qB}$ . Ponieważ początkowo spoczywająca cząstka jest przyspieszana w polu elektrycznym o różnicy potencjałów  $U$ , z zasady zachowania energii otrzymujemy równanie

$$\frac{mv^2}{2} = qU . \quad (1)$$

Zatem promień zataczanego przez cząstkę okręgu wynosi

$$R = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2Um}{q}} . \quad (2)$$

Założmy, że napięcie  $U$  jest stabilizowane z dokładnością do  $\pm\Delta U$  oraz, że  $\frac{\Delta U}{U} > 0$ . Wtedy cięższe jony o masie  $m_2$  poruszają się po okręgach o promieniach, których wartości zawarte są w przedziale  $R_2^- < R < R_2^+$ , gdzie

$$R_2^- = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2(U - \Delta U)m_2}{q}} , \quad (3)$$

zaś lżejsze jony o masie  $m_1$  poruszają się po okręgach o promieniach zawartych w przedziale  $R_1^- < R < R_1^+$ , gdzie

$$R_1^+ = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{2(U + \Delta U)m_1}{q}} . \quad (4)$$

Warunkiem na to, by wiązki izotopów Cu mogły być rozdzielone, jest nierówność  $R_2^- > R_1^+$ , czyli  $(U - \Delta U)m_2 > (U + \Delta U)m_1$ . Względna dokładność, z jaką powinno być stabilizowane napięcie, musi więc spełniać nierówność

$$\frac{\Delta U}{U} < \frac{m_2 - m_1}{m_2 + m_1} = \frac{A_2 - A_1}{A_2 + A_1} = \frac{2}{128} \simeq 0,016 , \quad (5)$$

gdzie skorzystaliśmy z proporcjonalności mas izotopów do ich mas atomowych.