

## Klasa III

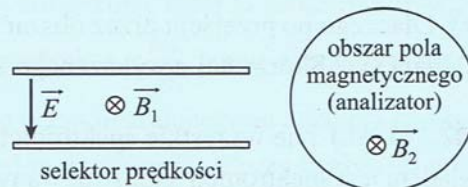
### Zadania wstępne

#### Zadanie 1. (12 pkt)

##### Spektrometry masowe

Większość pierwiastków występuje w przyrodzie w postaci mieszaniny izotopów. Do badania izotopów okazały się użyteczne urządzenia, zwane **spektrometrami masowymi**.

Rysunek przedstawia schemat zasady działania spektrometru Bainbridge'a, złożonego z dwóch części: selektora prędkości i analizatora.



Pierwszą część spektrometru Bainbridge'a stanowi selektor prędkości, czyli obszar, który wypełniają jednorodne pola: elektryczne o natężeniu  $\vec{E}$  i magnetyczne o indukcji  $\vec{B}_1$ , o liniach wzajemnie prostopadłych.

a) Jakie siły działają na jon wstrzelony do selektora prędkości z prędkością  $\vec{v}$ ? Napisz wzory określające ich wartość. Zapisz objaśnienia.

b) Jon można wstrzelić do selektora prędkości:

- równoległe do linii pola magnetycznego
- równoległe do linii pola elektrycznego.

W obu przypadkach narysuj wektory sił działających na jon dodatni ze strony pola elektrycznego i ze strony pola magnetycznego oraz napisz wzór na wartość siły wypadkowej w momencie wstrzelenia jonu.

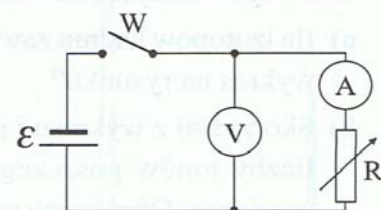
c) Jony wpadające prostopadle do linii pola elektrycznego i pola magnetycznego, pomimo istnienia obu pól, w selektorze prędkości poruszają się nadal po linii prostej. Narysuj wektory sił działających na każdy jon (zaznacz kierunek i zwrot prędkości) oraz wyprowadź wzór na szybkość  $v$  jonów spełniającą ten warunek. Co stanie się z jonami o innej szybkości?

d) Do selektora prędkości, w którym indukcja magnetyczna ma wartość  $B_1 = 0,01$  T wpadają jony helu  ${}^4\text{He}^{2+}$  przyspieszone napięciem  $U = 500$  V. Oblicz wartość natężenia pola elektrycznego  $E$ , przy której jony opuszczą obszar selektora prędkości bez zmiany kierunku, wiedząc, że ich szybkość  $v = \frac{E}{B_1}$ .

#### Zadanie 2. (14 pkt)

Dla zbadania ogniwa („paluszka”) uczniowie zbudowali obwód według schematu obok. Najmniejsze działki elementarne skal pomiarowych mierników: woltomierza 0,01 V, amperomierza 0,02 A. W doświadczeniu pominięto opór amperomierza.

Wyniki pomiarów uczniowie przedstawili w tabeli.



$U$ (V)	1,19	0,93	0,67	0,42	0,17
$I$ (A)	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9

- a) W jaki sposób uczniowie uzyskali różne wskazania mierników?
- b) Narysuj wykres zależności napięcia  $U$  między biegunami ogniwa od natężenia  $I$  prądu płynącego w obwodzie. Zaznacz prostokąty niepewności pomiarowych i narysuj prostą najlepszego dopasowania.
- c) Opisz wzorem zależność  $U(I)$ , której wykres naszkicowałeś (w rozwiązaniu punktu b) i wykaż, że ten wzór wynika z prawa Ohma dla całego obwodu.
- d) Z wykresu (rozwiązanie punktu b) odczytaj przybliżone wartości: siły elektromotorycznej  $\mathcal{E}$  ogniwa i prądu zwarcia, czyli natężenia prądu płynącego przez źródło po zwarcu jego biegunów przewodem o oporze  $R = 0$ .
- e) Uzupełnij rysunek wykresu (rozwiązanie punktu b) dwoma prostymi: jedną o najmniejszym i drugą o największym kącie nachylenia tak, by przechodziły przez wszystkie prostokąty niepewności pomiarowych. Oszacuj średnie wartości siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego ogniwa.
- f) Oszacuj (metodą najmniej korzystnego przypadku) bezwzględne niepewności pomiarowe (rozwiązanie punktu e) wartości siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego ogniwa.

### Zadanie 3. (7 pkt)

Elektrownia jądrowa o mocy  $P = 10$  MW wykorzystuje jako paliwo izotop uranu  ${}^{235}_{92}\text{U}$ . Podczas rozszczepienia jednego jądra tego izotopu wydziela się energia  $\Delta E = 200$  MeV.

- a) Oblicz, na jak długo wystarczy elektrowni jądrowej 10 g izotopu uranu  ${}^{235}_{92}\text{U}$  do ciągłej pracy, jeżeli pominąć straty energii.
- b) Ile węgla należałoby spalić w ciągu jednej doby w elektrowni cieplnej o takiej samej mocy, jak ta elektrownia jądrowa? Pomiń straty energii i przyjmij ciepło spalania węgla  $c_s = 25 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}}$ .
- c) Jednym z produktów reakcji rozszczepienia jądra  ${}^{235}_{92}\text{U}$  jest jądro baru  ${}^{141}_{56}\text{Ba}$ . Zapisz równanie przebiegu tej reakcji, wiedząc, że nastąpiła emisja trzech neutronów. Jakie jądro jest drugim fragmentem rozszczepienia?