Zadanie 9.1. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.6) tworzy […] rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu […]; I.7) wyodrębnia z tekstów, […] rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach. II.14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu, siłą wypadkową i czasem działania tej siły wypadkowej. VII.3) posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką; ilustruje graficznie pole elektryczne za pomocą linii pola; […]; rozróżnia pole […] jednorodne; VII.7) analizuje ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna konstrukcja i prawidłowe narysowanie wektora $\vec{p}_B$ w punkcie B, tzn. narysowanie w punkcie B wektora zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ o kierunku i zwrocie zgodnym z $\vec{E}$ i długości równej 6 ujp **oraz** poprawne graficzne skonstruowanie sumy wektorów $\vec{p}_B = \vec{p}_A + \Delta\vec{p}_{AB}$ (o długości równej 8 ujp).

1 pkt – narysowanie w punkcie B wektora zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ o kierunku i zwrocie zgodnym z $\vec{E}$ i długości równej 6 ujp

LUB

– narysowanie w punkcie B wektora zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ o kierunku i zwrocie zgodnym z $\vec{E}$ i długości różnej od 6 ujp **oraz** konsekwentne z tym skonstruowanie sumy wektorów $\vec{p}_B = \vec{p}_A + \Delta\vec{p}_{AB}$.

Uwaga! Wektor zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$ może być alternatywnie narysowany na końcu wektora $\vec{p}_A$ przeniesionego równolegle do punktu B.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne albo brak rozwiązania.

Pełne rozwiązanie

Komentarz do rozwiązania – konstrukcji na diagramie

Zgodnie z II zasadą dynamiki, wektor zmiany pędu ciała ma taki sam kierunek i zwrot jak siła wypadkowa działająca na ciało. Siła działająca na proton w polu elektrycznym ma kierunek i zwrot zgodny z kierunkiem i zwrotem pola elektrycznego. Zatem wektor zmiany pędu protonu ma kierunek i zwrot jak pole elektryczne:

$$\Delta\vec{p}_{AB} \propto \vec{E}$$

Długość tego wektora to 6 umownych jednostek pędu. Ponieważ

$$\Delta\vec{p}_{AB} = \vec{p}_B - \vec{p}_A \qquad \text{to} \qquad \vec{p}_B = \vec{p}_A + \Delta\vec{p}_{AB}$$

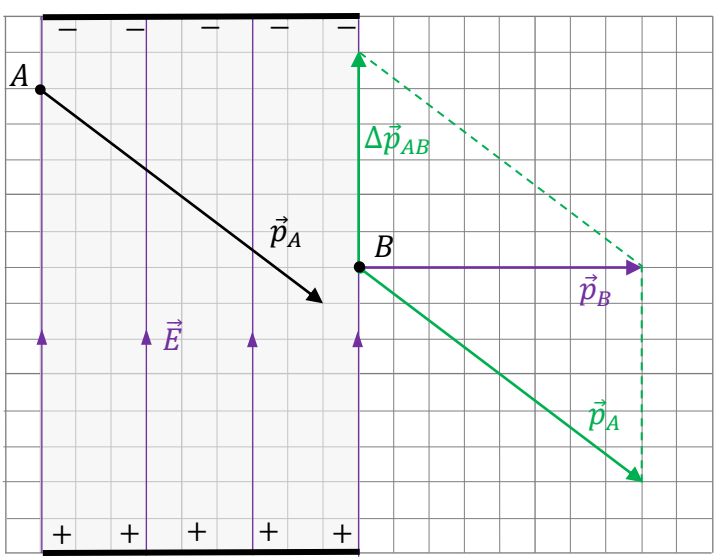
Zatem konstrukcję wektora $\vec{p}_B$ wykonujemy następująco:

Krok 1.

Rysujemy w punkcie B wektor zmiany pędu $\Delta\vec{p}_{AB}$, o kierunku i zwrocie zgodnym z $\vec{E}$ i długości 6 ujp.

Krok 2

Przenosimy równolegle wektor $\vec{p}_A$ do punktu B. Wektor $\vec{p}_B$ jest sumą wektorów: $\vec{p}_A + \Delta\vec{p}_{AB}$. Konstrukcję tej sumy wektorów wykonujemy metodą równoległoboku.



Zadanie 9.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych. II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: II.13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał; II.14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu, siłą wypadkową i czasem działania tej siły wypadkowej. VII.3) posługuje się wektorem natężenia pola elektrycznego wraz z jego jednostką; […]; rozróżnia pole […] jednorodne; VII.7) analizuje ruch cząstek naładowanych w polu elektrycznym.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia wartości natężenia pola elektrycznego **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką: $E \approx 63\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{C}}$

2 pkt – zapisanie II zasady dynamiki jako związku między zmianą pędu a siłą wypadkową i czasem działania tej siły **oraz** wykorzystanie związku między siłą elektryczną a ładunkiem i natężeniem pola elektrycznego, **oraz** wykorzystanie warunku zadania wiążącego zmianę pędu protonu z jego pędem w punkcie A, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{0{,}6p_A}{\Delta t} = eE \quad \text{albo} \quad \left(\frac{\Delta p_{AB}}{\Delta t} = F \quad \text{oraz} \quad F = eE \quad \text{oraz} \quad \Delta p_{AB} = 0{,}6p_A\right)$$

LUB

– zapisanie II zasady dynamiki jako związku między zmianą pędu a siłą wypadkową i czasem działania tej siły **oraz** wykorzystanie warunku zadania wiążącego zmianę pędu protonu z jego pędem w punkcie A, **oraz** wykorzystanie wzoru na pęd w punkcie A, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{0{,}6mv_A}{\Delta t} = F \quad \text{albo} \quad \left(\frac{\Delta p_{AB}}{\Delta t} = F \quad \text{oraz} \quad \Delta p_{AB} = 0{,}6p_A \quad \text{oraz} \quad p_A = mv_A\right)$$

1 pkt – zapisanie II zasady dynamiki jako związku między zmianą pędu a siłą wypadkową i czasem działania tej siły, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{\Delta p_{AB}}{\Delta t} = F$$

LUB

– zapisanie II zasady dynamiki jako związku między przyśpieszeniem a siłą wypadkową i masą **oraz** wykorzystanie związku między siłą elektryczną a ładunkiem i natężeniem pola elektrycznego, np. zapisy równoważne poniższym:

$$ma = eE$$

0 pkt – rozwiązanie, w którym zastosowano niepoprawną metodę, albo brak rozwiązania.

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zapiszemy II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu a siłą wypadkową i czasem działania tej siły:

$$\frac{\Delta p_{AB}}{\Delta t} = F$$

Siła wypadkowa działająca na proton to siła elektryczna. Wykorzystamy związek między tą siłą a natężeniem pola elektrycznego:

$$\frac{\Delta p_{AB}}{\Delta t} = eE$$

gdzie e jest wartością ładunku elementarnego. Wykorzystamy warunek zadania wiążący zmianę pędu protonu z jego pędem w punkcie A:

$$\frac{0{,}6 p_A}{\Delta t} = eE$$

Wykorzystamy wzór na pęd, podstawimy dane liczbowe i obliczymy wartość natężenia pola elektrycznego:

$$\frac{0{,}6 m v_A}{\Delta t} = eE \qquad \rightarrow \qquad E = \frac{0{,}6 m v_A}{e \Delta t}$$

$$E = \frac{0{,}6 \cdot 1{,}673 \cdot 10^{-27}\ \text{kg} \cdot 10^{4}\ \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1{,}602 \cdot 10^{-19}\ \text{C} \cdot 10^{-6}\ \text{s}} \approx 0{,}627 \cdot 10^{2}\ \frac{\text{N}}{\text{C}} = 62{,}7\ \frac{\text{N}}{\text{C}}$$