Zadanie 1.1. (0–1)

Wymagania określone w podstawie programowej[1]	
Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] wykresów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu […]. II.6) wyznacza […] wartość przyśpieszenia […] w ruchu jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w postaci […] wykresów; II.14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką […].

Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.

0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

A

Zadanie 1.2. (0–1)

Wymagania ogólne	**Wymagania szczegółowe**
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] wykresów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu […]. II.5) sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu; 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.

[1] Rozporządzenie Ministra Edukacji z dnia 28 czerwca 2024 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia (Dz.U. z 2024 r. poz. 1019).

Zasady oceniania
1 pkt – odpowiedź poprawna.
0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub niepełna albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie
B1

Zadanie 1.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	I.7) wyodrębnia z tekstów, […] wykresów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu […]. II.5) sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu; II.12) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; 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.

Zasady oceniania[2]

3 pkt – poprawna metoda obliczenia wartości siły $\vec{F}_4$ **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką: $F_4 = 35\ \mathrm{N}$

2 pkt – poprawne uwzględnienie zwrotu siły wypadkowej **oraz** zapisanie poprawnego wyrażenia na wartość siły wypadkowej (albo na współrzędną siły wypadkowej), **oraz** zapisanie poprawnego równania wyrażającego II zasadę dynamiki dla ruchu ciała $\mathcal{C}$ od chwili $t = 8\ s$ do chwili $t = 12\ s$, wiążącego siłę wypadkową ze zmianą pędu w czasie, **oraz** poprawne określenie zmiany pędu i interwału czasu tej zmiany pędu, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{|\Delta p_x|}{\Delta t} = F_4 - F_3 \quad \text{oraz} \quad \frac{|\Delta p_x|}{\Delta t} = \frac{|10 - 70|}{12 - 8}\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s \cdot s}}$$

albo (na współrzędnych)

$$\frac{\Delta p_x}{\Delta t} = F_3 - F_4 \quad \text{oraz} \quad \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{-60}{4}\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s \cdot s}}$$

1 pkt – poprawne uwzględnienie zwrotu siły wypadkowej **oraz** zapisanie poprawnego wyrażenia na wartość siły wypadkowej (albo na współrzędną siły wypadkowej), np. zapisy równoważne poniższym:

$F_{w2} = F_4 - F_3$ albo $F_{x\,w2} = F_3 - F_4$ albo $F_{x\,w2} = -|F_4 - F_3|$

LUB

[2] Pod opisem warunków za przyznanie punktów w niektórych przypadkach podano przykładowe zapisy (lub przykładowe zapisy równoważne), które spełniają te warunki w minimalnym stopniu.

– zapisanie poprawnego równania wyrażającego II zasadę dynamiki dla ruchu ciała $\mathcal{C}$ od chwili $t = 8\ \mathrm{s}$ do chwili $t = 12\ \mathrm{s}$, wiążącego siłę wypadkową ze zmianą pędu w czasie **oraz** poprawne określenie zmiany pędu i interwału czasu tej zmiany pędu, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{|\Delta p_x|}{\Delta t} = F_{w2} \quad \text{oraz} \quad \frac{|\Delta p_x|}{\Delta t} = \frac{|10-70|}{12-8}\ \frac{\mathrm{kg\cdot m}}{\mathrm{s\cdot s}}$$

albo (na współrzędnych)

$$\frac{\Delta p_x}{\Delta t} = F_{x\,w2} \quad \text{oraz} \quad \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{-60}{4}\ \frac{\mathrm{kg\cdot m}}{\mathrm{s\cdot s}}$$

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

Przykładowe pełne rozwiązania[3]

Sposób 1. (z równania II zasady dynamiki na wartościach wielkości wektorowych)

Określimy zwrot siły wypadkowej $\vec{F}_{w2}$. Od chwili $t = 8\ \mathrm{s}$ do $t = 12\ \mathrm{s}$ ciało $\mathcal{C}$ hamuje, a zatem zwrot siły wypadkowej $\vec{F}_{w2}$ jest przeciwny do zwrotu osi x. Wartość tej siły wypadkowej wyraża się przez wartości sił $\vec{F}_3$ i $\vec{F}_4$ następująco:

$$1) \quad F_{w2} = F_4 - F_3$$

Zapiszemy równanie wyrażające II zasadę dynamiki dla ruchu ciała $\mathcal{C}$ od chwili $t = 8\ \mathrm{s}$ do chwili $t = 12\ \mathrm{s}$, wiążące siłę wypadkową ze zmianą pędu w czasie. Równanie wektorowe zapiszemy na wartościach wektorów:

$$2) \quad \frac{|\Delta p_x|}{\Delta t} = F_{w2}$$

gdzie:

$$3) \quad \frac{|\Delta p_x|}{\Delta t} = \frac{|10-70|\ \mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{(12-8)\ \mathrm{s}} = \frac{60}{4}\ \mathrm{kg}\cdot\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 15\ \mathrm{N}$$

Z równań 1), 2) i 3) oraz z danych zadania wynika, że:

$$4a) \quad 15\ \mathrm{N} = F_4 - F_3 \qquad \text{zatem} \qquad 4b) \quad 15\ \mathrm{N} = F_4 - 20\ \mathrm{N} \quad \rightarrow$$

$$4c) \quad F_4 = 35\ \mathrm{N}$$

Sposób 2. (z równania II zasady dynamiki na współrzędnych wielkości wektorowych)

Współrzędna siły wypadkowej wyraża się poprzez wartości sił $\vec{F}_3$ i $\vec{F}_4$ następująco:

$$1) \quad F_{x\,w2} = F_{x\,3} + F_{x\,4} = F_3 + (-F_4) = F_3 - F_4$$

Zapiszemy równanie wyrażające II zasadę dynamiki dla ruchu ciała $\mathcal{C}$ od chwili $t = 8\ \mathrm{s}$ do chwili $t = 12\ \mathrm{s}$, wiążące siłę wypadkową ze zmianą pędu w czasie. Równanie wektorowe zapiszemy na współrzędnych wektorów i ich zmian:

$$2) \quad \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = F_{x\,w2}$$

[3] Przykładowe rozwiązania mogą zawierać dodatkowe wyjaśnienia/komentarze, które nie podlegają ocenie. Wymagane elementy rozwiązania zdającego podlegające ocenie są wyszczególnione i opisane w kryteriach punktacji zasad oceniania. Dodatkowe komentarze w rozwiązaniu zamieszczono w celach dydaktycznych.

gdzie:

$$3)\quad \frac{\Delta p_x}{\Delta t} = \frac{(10-70)\ \text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}}}{(12-8)\ \text{s}} = \frac{-60}{4}\ \text{kg}\cdot\frac{\text{m}}{\text{s}^2} = -15\ \text{N}$$

Z równań 1), 2) i 3) oraz z danych zadania wynika, że:

$$4a)\ -15\ \text{N} = F_3 - F_4 \qquad \text{zatem} \qquad 4b)\ -15\ \text{N} = 20\ \text{N} - F_4 \qquad \rightarrow$$

$$4c)\ F_4 = 35\ \text{N}$$

Zadanie 1.4. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych. V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] wykresów, […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu […]. II.5) sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu; II.6) wyznacza […] drogę w ruchu […] jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w postaci tabel i wykresów; II.14) posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką […].

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia drogi, jaką ciało przebyło od chwili $t_0 = 0$ do chwili $t = 12$ s, **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką:

$s = 140\ \text{m}$

1 pkt – poprawna metoda obliczenia drogi całkowitej, tzn. zastosowanie poprawnych równań na drogę w ruchu jednostajnie przyśpieszonym i drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym (z uwzględnieniem prędkości początkowych i z odróżnieniem wartości przyśpieszeń w obu ruchach), **oraz** dodanie obu dróg, np. zapisy równoważne poniższym:

$$s_1 = v_{p1}t_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2 \qquad s_2 = v_{p2}t_2 + \frac{1}{2}a_2t_2^2 \qquad s = s_1 + s_2$$

albo

$$s_1 = \frac{1}{2}(v_{p1} + v_{k1})t_t \qquad s_2 = \frac{1}{2}(v_{p2} + v_{k2})t_2 \qquad s = s_1 + s_2$$

LUB

– zastosowanie metody pola pod wykresem zależności prędkości od czasu (droga jako pole pod wykresem pędu od czasu podzielone przez masę ciała) **oraz** poprawny sposób obliczenia pola, np. zapisy równoważne poniższym:

$$s = \textbf{\textit{pole pod}}\ v_x(t) = \frac{1}{m}\cdot\textbf{\textit{pole pod}}\ p_x(t)$$

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

Przykładowe pełne rozwiązania

Sposób 1a.
Wykorzystamy wzory na drogę w ruchu jednostajnie przyśpieszonym oraz w ruchu jednostajnie opóźnionym:

$$s_1 = v_{p1}t_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2 \qquad s_2 = v_{p2}t_2 - \frac{1}{2}a_2t_2^2$$

Wykorzystamy wzory na wartości przyśpieszeń w ruchu jednostajnie przyśpieszonym i w ruchu jednostajnie opóźnionym:

$$a_1 = \frac{v_{k1} - v_{p1}}{t_1} \qquad a_2 = \frac{v_{p2} - v_{k2}}{t_2}$$

Podstawimy powyższe zależności do wzorów na drogi:

$$s_1 = v_{p1}t_1 + \frac{1}{2}\frac{v_{k1} - v_{p1}}{t_1}t_1^2 = v_{p1}t_1 + \frac{1}{2}(v_{k1} - v_{p1})t_1 = \frac{1}{2}(v_{p1} + v_{k1})t_1$$

$$s_2 = v_{p2}t_2 - \frac{1}{2}\frac{v_{p2} - v_{k2}}{t_2}t_2^2 = v_{p2}t_2 - \frac{1}{2}(v_{p2} - v_{k2})t_2 = \frac{1}{2}(v_{p2} + v_{k2})t_2$$

Wykorzystamy dane odczytane z wykresu i wykonamy obliczenia. Wykorzystamy też związek między pędem a prędkością:

$$s_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{p_{x\,p1}}{m} + \frac{p_{x\,k1}}{m}\right)t_1 = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{30}{4} + \frac{70}{4}\right)\cdot 8\ \mathrm{m} = 100\ \mathrm{m}$$

$$s_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{p_{x\,p2}}{m} + \frac{p_{x\,k2}}{m}\right)t_2 = \frac{1}{2}\cdot\left(\frac{70}{4} + \frac{10}{4}\right)\cdot 4\ \mathrm{m} = 40\ \mathrm{m}$$

Zatem droga całkowita wynosi:

$$s = s_1 + s_2 = 140\ \mathrm{m}$$

Sposób 1b.
Wykorzystamy równania na drogę w ruchu jednostajnie przyśpieszonym oraz w ruchu jednostajnie opóźnionym:

$$s_1 = v_{p1}t_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2 \qquad s_2 = v_{p2}t_2 - \frac{1}{2}a_2t_2^2$$

Obliczymy wartości przyśpieszeń w ruchu jednostajnie przyśpieszonym i w ruchu jednostajnie opóźnionym. Wykorzystamy też związek między pędem a prędkością :

$$a_1 = \frac{v_{k1} - v_{p1}}{t_1} = \frac{1}{m}\frac{p_{x\,k1} - p_{x\,p1}}{t_1} = \frac{1}{4}\cdot\frac{70 - 30}{8}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 1{,}25\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

$$a_2 = \frac{v_{p2} - v_{k2}}{t_2} = \frac{1}{m}\frac{p_{x\,p2} - p_{x\,k2}}{t_2} = \frac{1}{4}\cdot\frac{70 - 10}{4}\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 3{,}75\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Podstawimy powyższe wartości do wzorów na drogi:

$$s_1 = \left(\left(\frac{30}{4}\right)\cdot 8 + \frac{1}{2}\cdot 1{,}25\cdot 8^2\right)\ \mathrm{m} = 100\ \mathrm{m}$$

$$s_2 = \left(\left(\frac{70}{4}\right)\cdot 4 - \frac{1}{2}\cdot 3{,}75\cdot 4^2\right)\ \mathrm{m} = 40\ \mathrm{m}$$

Zatem droga całkowita wynosi:

$$s = s_1 + s_2 = 140\ \mathrm{m}$$

Sposób 2.

Zastosujemy metodę pola. Droga całkowita jest równa polu pod wykresem zależności prędkości v_x ciała od czasu t. W związku z tym całkowita droga będzie równa polu pod wykresem zależności pędu p_x tego ciała od czasu t, podzielonemu przez masę ciała. Wykorzystamy dane odczytane z wykresu i wykonamy obliczenia:

$$s = \textbf{\textit{pole pod}}\, v_x(t) = \textbf{\textit{pole pod}}\, \left(\frac{p_x(t)}{m}\right) = \frac{1}{m} \cdot \textbf{\textit{pole pod}}\, p_x(t)$$

$$s = \frac{\left(\frac{1}{2} \cdot \left(30\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}} + 70\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}\right) \cdot 8\ \mathrm{s} + \frac{1}{2} \cdot \left(70\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}} + 10\ \frac{\mathrm{kg \cdot m}}{\mathrm{s}}\right) \cdot 4\ \mathrm{s}\right)}{4\ \mathrm{kg}} = 140\ \mathrm{m}$$