## Zadanie 1.1. (0–1)

| Wymagania egzaminacyjne 2022[1] | |
|---|---|
| **Wymagania ogólne** | **Wymagania szczegółowe** |
| III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, […] wykresów […].<br><br>I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. | Zdający:<br>1.3) oblicza prędkości względne dla ruchów wzdłuż prostej;<br>1.5) […] interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu. |

**Zasady oceniania**

1 pkt – wpisanie prawidłowej wartości prędkości względnej ciał $\mathrm{A}$ i $\mathrm{B}$.
0 pkt – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Poprawna odpowiedź**

Prędkość względna ciał $\mathrm{A}$ i $\mathrm{B}$ w chwili $t = 25\ \mathrm{s}$ ma wartość ..... 10 ..... $\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

## Zadanie 1.2. (0–2)

| Wymagania egzaminacyjne 2022 | |
|---|---|
| **Wymagania ogólne** | **Wymagania szczegółowe** |
| III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, […] wykresów […].<br><br>I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. | Zdający:<br>1.5) […] interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu;<br>1.8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona. |

[1] Załącznik nr 2 do rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 20 marca 2020 r. w sprawie szczególnych rozwiązań w okresie czasowego ograniczenia funkcjonowania jednostek systemu oświaty w związku z zapobieganiem, przeciwdziałaniem i zwalczaniem COVID-19 (Dz.U. poz. 493, z późn. zm.).

**Zasady oceniania**

2 pkt – poprawna metoda obliczenia wartości siły wypadkowej **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką (akceptuje się podanie rozwiązania w postaci ujemnej współrzędnej przyśpieszenia oraz siły).

1 pkt – zapisanie równania drugiej zasady dynamiki **oraz** zapisanie związku między przyśpieszeniem a zmianą prędkości i czasem, w którym ta zmiana nastąpiła
*LUB*
– poprawna metoda obliczenia wartości przyśpieszenia (zastosowanie związku miedzy przyśpieszeniem a zmianą prędkości i czasem, w którym ta zmiana nastąpiła, **oraz** poprawne odczytanie z wykresu zmiany prędkości w zadanym czasie) **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką
*LUB*
– skorzystanie z drugiej zasady dynamiki **oraz** niepoprawne obliczenie przyśpieszenia **oraz** konsekwentne doprowadzenie rozwiązania do końca i podanie wyniku z jednostką.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązanie**

Do obliczenia siły wypadkowej skorzystamy z drugiej zasady dynamiki. Wartość siły wypadkowej działającej na ciało A w chwili $t = 35\ s$ wyraża się wzorem:

$$F_A = m_A a_A$$

gdzie $a_A$ jest wartością przyśpieszenia (opóźnienia) ciała A w ruchu jednostajnie opóźnionym od $30\ s$ do $45\ s$ ruchu. Wartość przyśpieszenia obliczymy na podstawie danych odczytanych z wykresu:

$$a_A = \frac{|\Delta v_A|}{\Delta t}$$

$$a_A = \frac{\left|5\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 20\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}\right|}{45\ \mathrm{s} - 30\ \mathrm{s}} = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}$$

Obliczymy wartość siły wypadkowej:

$$F_A = 12\ \mathrm{kg} \cdot 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 12\ \mathrm{N}$$

**Zadanie 1.3. (0–3)**

| **Wymagania egzaminacyjne 2022** | |
|---|---|
| **Wymagania ogólne** | **Wymagania szczegółowe** |
| I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.<br><br>IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. | Zdający:<br>1.4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu;<br>1.5) […] interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu. |

**Zasady oceniania** (dla rozwiązań sposobami 1. lub 2.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia różnicy dróg przebytych przez oba ciała **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

2 pkt – poprawne zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45\ \mathrm{s}$ **oraz** zapisanie prawidłowych wzorów na drogi całkowite przebyte przez oba ciała, tzn.: (1) prawidłowe zastosowanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnym prostoliniowym **oraz** (2) prawidłowe zastosowanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym z wyeliminowanym przyśpieszeniem (np. bezpośrednie zastosowanie metody pola pod wykresem lub metody prędkości średniej), np. zapisy:

$d = s_A - s_B$ oraz $s_A = v_A t_{A1} + \frac{1}{2}(v_A + v_{Ak}) t_{A2}$

oraz $s_B = \frac{1}{2}(v_{Bp} + v_B) t_{B1} + v_B t_{B2} + \frac{1}{2} v_B t_{B3}$

*LUB*

– poprawne zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45\ \mathrm{s}$ **oraz** zapisanie prawidłowych wzorów na drogi całkowite przebyte przez oba ciała, tzn.: (1) prawidłowe zastosowanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnym prostoliniowym **oraz** (2) prawidłowe zastosowanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym zawierającego przyśpieszenie **oraz** (3) poprawne obliczenie wartości przyśpieszenia w ruchu jednego z ciał, np. zapisy:

$d = s_A - s_B$ oraz $s_A = v_A t_{A1} + \left(v_A t_{A2} - \frac{1}{2} a_A t_{A2}^2\right)$

oraz $a_A = \frac{|5\ -20\ |\ \mathrm{m}}{45\ -30\ \mathrm{s^2}} = 1\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s^2}}$

oraz $s_B = \left(v_{Bp} t_{B1} - \frac{1}{2} a_{B1} t_{B1}^2\right) + v_B t_{B2} + \frac{1}{2} a_{B3} t_{B3}^2$

*LUB*

– poprawne zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45\ \mathrm{s}$ **oraz** poprawne obliczenie dróg przebytych w czterech (z pięciu) etapach ruchu ciał $\mathrm{A}$ i $\mathrm{B}$.

*LUB*

– poprawnie obliczone obie drogi (bez zapisania wzoru na różnicę dróg), wyniki podane z jednostkami.

1 pkt – zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45\ \mathrm{s}$ **oraz** zapisanie prawidłowego wzoru na drogę całkowitą przebytą przez jedno z ciał, tzn.: (1) prawidłowe zastosowanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnym prostoliniowym **oraz** (2) prawidłowe zastosowanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym mogącego zawierać przyśpieszenie lub z wyeliminowanym przyśpieszeniem (np. bezpośrednie zastosowanie metody pola pod wykresem lub metody prędkości średniej), np. zapisy:

$d = s_A - s_B$ oraz $s_A = v_A t_1 + \left(v_A t_2 - \frac{1}{2} a_A t_2^2\right)$ (wzór z przyśpieszeniem)

*LUB*

$d = s_A - s_B$ oraz

$s_A = \left(20 \cdot 30 + \frac{1}{2} \cdot (20 + 5) \cdot 15\right)$ m (wzór z wyeliminowanym przyśpieszeniem)

*LUB*

– zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45$ s **oraz** poprawne obliczenie dwóch dróg, jakie przebyły ciała podczas etapów ruchu jednostajnego **oraz** poprawne obliczenie co najmniej jednego przyśpieszenia (w ruchu przyśpieszonym ciała A albo B)

*LUB*

– poprawna metoda obliczania obydwu całych dróg **oraz** brak wzoru na różnicę dróg

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Uwagi dodatkowe**

1. Akceptowalne są zapisy na symbolach lub z wartościami liczbowymi, równoważne wyszczególnionym w zasadach oceniania.
2. Wzory na drogę całkowitą przebytą przez dane ciało muszą uwzględniać rozróżnienie czasów dla etapu ruchu jednostajnego i etapu ruchu opóźnionego.

**Zasady oceniania** (dla rozwiązań sposobem 3.)

3 pkt – poprawna metoda obliczenia różnicy dróg przebytych przez oba ciała **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego z jednostką.

2 pkt – zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45$ s **oraz** zapisanie poprawnego wyrażenia pozwalającego obliczyć pole pomiędzy wykresami prędkości od czasu.

1 pkt – zapisanie odległości pomiędzy ciałami jako różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie $45$ s **oraz** zastosowanie metody polegającej na obliczeniu pola pomiędzy wykresami prędkości od czasu.

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

**Przykładowe rozwiązania**[2]

Sposób 1. (zastosowanie „metody pola” lub metody „prędkości średniej”)

Odległość pomiędzy ciałami A i B w chwili $t = 45$ s jest w tym przypadku równa różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie od chwili $t = 0$ do chwili $t = 45$ s:

$$d = \Delta s = s_A - s_B$$

Każdą z dróg obliczymy metodą pola – pole pod wykresem prędkości od czasu, nad danym odcinkiem czasu, jest równe drodze, jaką przebyło ciało w tym czasie (przy uwzględnieniu jednostek):

$$s_A = 20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 30\ \text{s} + \frac{1}{2} \cdot \left(20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} + 5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 15\ \text{s} = 787{,}5\ \text{m}$$

$$s_B = \frac{1}{2} \cdot \left(20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} + 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 15\ \text{s} + 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15\ \text{s} + \frac{1}{2} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15\ \text{s} = 450\ \text{m}$$

[2] W przykładowych rozwiązaniach zadań otwartych zamieszczono dodatkowe komentarze, które nie podlegają ocenie. Podlegające ocenie zapisy w pracy zdającego są wyszczególnione w zasadach oceniania.

Zatem:

$$d = 787{,}5\ \text{m} - 450\ \text{m} = 337{,}5\ \text{m}$$

Sposób 2. (zastosowanie wzorów na drogę z obliczeniem przyśpieszenia)

Odległość pomiędzy ciałami A i B w chwili $t = 45\ \text{s}$ jest w tym przypadku równa różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie od chwili $t = 0$ do chwili $t = 45\ \text{s}$:

$$d = \Delta s = s_A - s_B$$

Do obliczenia każdej z dróg zastosujemy wzór na drogę w ruchu jednostajnym oraz wzór na drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym, oraz wzór na przyśpieszenie. Obliczymy drogę przebytą przez ciało A:

$$s_A = v_A t_{A1} + \left(v_A t_{A2} - \frac{1}{2} a_A t_{A2}^2\right)$$

$$a_A = \frac{|5\ -20\ |}{45\ -30\ }\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Zatem:

$$s_A = 20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 30\ \text{s} + \left(20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15\ \text{s} - \frac{1}{2} \cdot 1\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15^2\ \text{s}^2\right) = 787{,}5\ \text{m}$$

Podobnie obliczymy drogę przebytą przez ciało B:

$$s_B = \left(v_{Bp} t_{B1} - \frac{1}{2} a_{B1} t_{B1}^2\right) + v_B t_{B2} + \frac{1}{2} a_{B3} t_{B3}^2$$

$$a_{B1} = \frac{|10\ -20\ |}{15\ -0}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{2}{3}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \qquad a_{B3} = \frac{|0\ -10\ |}{45\ -30}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \frac{2}{3}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = a_{B1}$$

$$s_B = \left(20\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15\ \text{s} - \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15^2\ \text{s}^2\right) + 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 15\ \text{s} + \frac{1}{2} \cdot \frac{2}{3}\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15^2\ \text{s}^2$$

$$s_B = 450\ \text{m}$$

Zatem:

$$d = 787{,}5\ \text{m} - 450\ \text{m} = 337{,}5\ \text{m}$$

Sposób 3. (obliczenie pola pomiędzy wykresami)

Odległość pomiędzy ciałami A i B w chwili $t = 45\ \text{s}$ jest w tym przypadku równa różnicy dróg, jakie przebyły oba ciała w czasie od chwili $t = 0$ do chwili $t = 45\ \text{s}$:

$$d = \Delta s = s_A - s_B$$

Pole pod wykresem prędkości od czasu, nad danym odcinkiem czasu, jest równe drodze, jaką przebyło ciało w tym czasie. Zatem różnica dróg będzie równa polu pomiędzy wykresami (przy uwzględnieniu jednostek):

$$d = \Delta s = \frac{1}{2} \cdot 15\ \text{s} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}} + 15\ \text{s} \cdot 10\ \frac{\text{m}}{\text{s}} + \frac{1}{2} \cdot \left(10\ \frac{\text{m}}{\text{s}} + 5\ \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \cdot 15\ \text{s}$$

$$d = 337{,}5\ \text{m}$$