Zadanie 1.1. (0–4)

Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024[1]	
Wymaganie 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, rysunków schematycznych […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu […]. II.3) opisuje ruchy postępowe, posługując się wielkościami wektorowymi: przemieszczeniem, prędkością i przyspieszeniem wraz z ich jednostkami; II.4) opisuje ruchy prostoliniowe […] jednostajnie zmienne, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i przyspieszenia oraz drogi od czasu; II.10) wskazuje siłę dośrodkową jako przyczynę ruchu jednostajnego po okręgu; II.13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.

Zasady oceniania[2]

4 pkt – poprawne narysowanie wektorów sił wypadkowych w punktach Y i Z (tzn. z prawidłowymi zwrotami oraz długościami) **oraz** poprawna metoda obliczenia wartości siły wypadkowej w punkcie Y (lub stosunku wartości obu sił), **oraz** podanie prawidłowego wyniku (8 umownych jednostek siły albo $\frac{F_Y}{F_Z} = 2$).

3 pkt – narysowanie wektora siły w punkcie Z skierowanego poziomo w prawo o długości 4 kratek **oraz** narysowanie wektora siły w punkcie Y skierowanego poziomo w lewo (o dowolnej długości) **oraz** skorzystanie z drugiej zasady dynamiki do wyrażenia wartości obu sił (lub stosunku tych sił), **oraz** skorzystanie ze wzoru na przyśpieszenie dośrodkowe (lub siłę dośrodkową), **oraz** skorzystanie ze związku między drogą, prędkością i przyśpieszeniem w ruchu jednostajnie zmiennym (lub skorzystanie z równań ruchu prowadzących do tego związku), np. zapisy (lub równoważne)

[1] Rozporządzenie Ministra Edukacji i Nauki z dnia 10 czerwca 2022 r. w sprawie wymagań egzaminacyjnych dla egzaminu maturalnego przeprowadzanego w roku szkolnym 2022/2023 i 2023/2024 (Dz.U. poz. 1246).
[2] Pod opisem warunków za przyznanie punktów, w niektórych przypadkach podano przykładowe zapisy, które spełniają te warunki w minimalnym stopniu (tzw. minimalne akceptowalne rozwiązanie).

1. warunek za 2 pkt oraz $\left(F_Z = ma_Z\,,\quad F_Y = \frac{mv^2}{r},\quad v = a_Z t\,,\ s = \frac{1}{2}a_Z t^2\right)$

albo

1. warunek za 2 pkt oraz $\frac{F_Y}{F_Z} = \frac{a_Y}{a_Z} = \frac{\left(\frac{v^2}{\frac{1}{2}|BC|}\right)}{\left(\frac{v^2}{2|CD|}\right)}$

2 pkt – narysowanie wektora siły w punkcie Z skierowanego poziomo w prawo o długości 4 kratek **oraz** narysowanie wektora siły w punkcie Y skierowanego poziomo w lewo (o dowolnej długości) bez wykonania obliczeń uzasadniających wartość wektora

LUB

– spełnienie warunku za 1 pkt **oraz** skorzystanie z drugiej zasady dynamiki do wyrażenia wartości obu sił (lub stosunku tych sił), np. zapisy (lub równoważne)

warunek za 1 pkt oraz $(F_Z = ma_Z \ \ i \ \ F_Y = ma_Y)$

albo

warunek za 1 pkt oraz $\frac{F_Y}{F_Z} = \frac{a_Y}{a_Z}$

LUB

– poprawna metoda obliczenia wartości siły wypadkowej w punkcie Y (lub stosunku wartości obu sił) **oraz** podanie prawidłowego wyniku (8 umownych jednostek siły albo $\frac{F_Y}{F_Z} = 2$), **oraz** brak spełnienia warunku za 1 pkt, np. zapisy (lub równoważne):

$$\frac{F_Y}{F_Z} = \frac{a_Y}{a_Z} = \frac{\left(\frac{v^2}{4\ \mathrm{m}}\right)}{\left(\frac{v^2}{2 \cdot 4\ \mathrm{m}}\right)} = 2$$

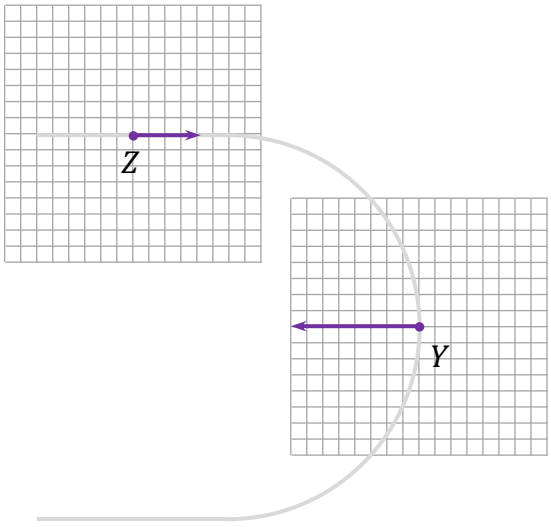
1 pkt – narysowanie wektora siły w punkcie Z skierowanego poziomo w prawo o długości 4 kratek

LUB

– narysowanie wektora siły w punkcie Y skierowanego poziomo w lewo (o dowolnej długości) bez wykonania obliczeń uzasadniających wartość wektora.

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

Przykładowe pełne rozwiązanie[3]



Krok 1. Od punktu C do punktu D ciało porusza się ruchem jednostajnie opóźnionym prostoliniowym, a zatem siła wypadkowa działająca na ciało skierowana jest przeciwnie do zwrotu prędkości. Ponadto, zgodnie z informacją w zadaniu, wartość siły odpowiada 4 umownym jednostkom siły, zatem wektor ma długość 4 kratek i jest skierowany poziomo w prawo.

Krok 2. Od punktu B do punktu C ciało porusza się po fragmencie okręgu z prędkością o stałej wartości, a zatem siła wypadkowa pełni rolę dośrodkowej. To oznacza, że siła wypadkowa w punkcie Y jest skierowana do środka okręgu.

Krok 3. Obliczymy wartość siły wypadkowej w punkcie Y wyrażoną w umownych jednostkach. W tym celu wyznaczymy stosunek wartości sił wypadkowych działających na ciało w punktach Y i Z. Skorzystamy z drugiej zasady dynamiki:

$$1) \quad \frac{F_Y}{F_Z} = \frac{ma_Y}{ma_Z} = \frac{a_Y}{a_Z}$$

Przyśpieszenie w punkcie Z jest przyśpieszeniem ruchu jednostajnie opóźnionego prostoliniowego, od prędkości $v_C = v$ do prędkości $v_D = 0$ na drodze $s = |CD|$. Z równań ruchu jednostajnie opóźnionego, po wyeliminowaniu czasu, wynika że (albo z twierdzenia o pracy siły wypadkowej i zmianie energii kinetycznej):

$$2) \quad as = \frac{v^2}{2} \qquad \rightarrow \qquad a_Z = \frac{v^2}{2|CD|}$$

Przyśpieszenie w punkcie Y jest przyśpieszeniem dośrodkowym a_{do} w ruchu po półokręgu BC o promieniu $r = \frac{1}{2}|BC|$ z prędkością v. Ze wzoru na przyśpieszenie dośrodkowe wynika:

$$3) \quad a_{do} = \frac{v^2}{r} \qquad \rightarrow \qquad a_Y = \frac{v^2}{\frac{1}{2}|BC|} = \frac{2v^2}{|BC|}$$

Przyśpieszenia wyrażone w punktach 2) i 3) podstawimy do równania z punktu 1)

$$4) \quad \frac{F_Y}{F_Z} = \frac{\frac{2v^2}{|BC|}}{\frac{v^2}{2|CD|}} = \frac{4|CD|}{|BC|} \qquad \rightarrow \qquad \frac{F_Y}{F_Z} = \frac{4 \cdot 4\ \mathrm{m}}{8\ \mathrm{m}} = 2$$

$$5) \quad F_Y = 2F_Z \qquad \rightarrow \qquad F_Y = 2 \cdot 4\ \text{jednostki siły} = 8\ \text{jednostek siły}$$

Zgodnie z krokiem 2. oraz punktem 5) w kroku 3., wektor siły wypadkowej w punkcie Y jest skierowany poziomo w lewo i ma długość 8 kratek.

---

[3] Podlegające ocenie zapisy w pracy zdającego są wyszczególnione i opisane w zasadach oceniania.

Zadanie 1.2. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] wykresów, rysunków schematycznych […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu […]. II.4) opisuje ruchy prostoliniowe jednostajne i jednostajnie zmienne, posługując się zależnościami położenia, wartości prędkości i przyspieszenia oraz drogi od czasu; II.9) stosuje do obliczeń związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia czasu ruchu wzdłuż trzech fragmentów toru **oraz** podanie prawidłowego wyniku z jednostką.

2 pkt – poprawna metoda obliczenia czasu ruchu wzdłuż trzech fragmentów toru, tzn. dla AB – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie przyśpieszonym z prędkością początkową równą zero, dla BC – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnym po półokręgu, dla CD – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym z prędkością końcową równą zero **oraz** poprawne określenie długości wszystkich fragmentów toru.

1 pkt – poprawna metoda obliczenia czasu ruchu wzdłuż dwóch fragmentów toru, tzn. dla AB – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie przyśpieszonym z prędkością początkową równą zero, dla BC – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnym po półokręgu, dla CD – wykorzystanie wzoru na drogę w ruchu jednostajnie opóźnionym z prędkością końcową równą zero
LUB
– poprawna metoda obliczenia czasu ruchu wzdłuż jednego fragmentu toru oraz podanie prawidłowego wyniku z jednostką.

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Czas ruchu ciała od punktu A do punktu D jest równy sumie czasów wzdłuż odcinka AB, wzdłuż półokręgu BC oraz wzdłuż odcinka CD:

$$t = t_{AB} + t_{BC} + t_{CD}$$

Wartość przyśpieszenia w ruchu jednostajnie przyśpieszonym wzdłuż AB jest równa wartości przyśpieszenia w ruchu opóźnionym wzdłuż CD. Ponieważ $|AB| = |CD|$ oraz prędkości skrajne mają te same wartości, to $t_{AB} = t_{CD}$. Zastosujemy wzór na drogę w ruchu jednostajnie przyśpieszonym od prędkości początkowej równej zero do prędkości końcowej o wartości v:

$$s_1 = \frac{1}{2} v t_1 \qquad \rightarrow \qquad |AB| = \frac{1}{2} v t_{AB} \qquad \rightarrow \qquad t_{AB} = \frac{2|AB|}{v}$$

$$t_{AB} = \frac{2 \cdot 4\ \mathrm{m}}{2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 4\ \mathrm{s} \qquad \text{oraz} \qquad t_{CD} = 4\ \mathrm{s}$$

Do obliczenia czasu t_{BC} zastosujemy wzór na drogę w ruchu jednostajnym po dowolnym torze. W tym przypadku torem jest półokrąg, a drogą jego długość:

$$s_2 = v t_2 \quad \rightarrow \quad \pi r = v t_{BC} \quad \rightarrow \quad \pi \cdot \frac{|BC|}{2} = v t_{BC} \quad \rightarrow \quad t_{BC} = \frac{\pi \frac{|BC|}{2}}{v}$$

$$t_{BC} \approx \frac{3{,}14 \cdot \frac{8}{2}\ \mathrm{m}}{2\ \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}} = 6{,}28\ s$$

Obliczymy czas ruchu ciała od punktu A do punktu D wykorzystując obliczone powyżej czasy ruchu wzdłuż odcinka AB, wzdłuż półokręgu BC oraz wzdłuż odcinka CD:

$$t = t_{AB} + t_{BC} + t_{CD} \approx 4\ \mathrm{s} + 6{,}28\ \mathrm{s} + 4\ \mathrm{s} \qquad \rightarrow \qquad t \approx 14{,}28\ \mathrm{s} \approx 14{,}3\ \mathrm{s}$$