Zadanie 2.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości. V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	Zdający: I.5) rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne […]; I.6) tworzy […] rysunki schematyczne […] dla zilustrowania zjawisk […]. II.11) opisuje ruch niejednostajny po okręgu.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawne wyznaczenie konstrukcyjne położenia środka S okręgu **oraz** wpisanie prawidłowej wartości liczbowej dla długości promienia okręgu.

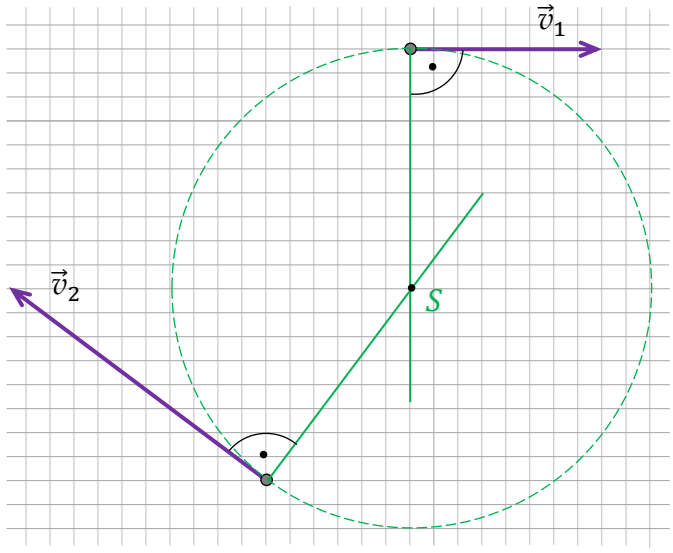
1 pkt – poprawna (co do zasady) metoda przeprowadzenia konstrukcji położenia środka S okręgu za pomocą prostych prostopadłych do wektorów prędkości (albo symetralnej odcinka łączącego początki wektorów prędkości i prostej prostopadłej do jednego z wektorów prędkości)

LUB

– poprawne oznaczenie położenia środka S okręgu bez konstrukcji **oraz** wpisanie prawidłowej wartości liczbowej dla długości promienia okręgu.

0 pkt – rozwiązanie niepoprawne albo brak rozwiązania.

Pełne rozwiązanie



$l =$ ..... 10 ..... długości kratek

Zadanie 2.2. (0–1)

Wymaganie 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, […] rysunków schematycznych […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska […]. II.11) (SP) rozpoznaje i nazywa siły, podaje ich przykłady w różnych sytuacjach praktycznych (siły: ciężkości, […] sprężystości […]). II.11) opisuje ruch niejednostajny po okręgu; II.12) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; II.13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.

Zasady oceniania

1 pkt – odpowiedź poprawna.
0 pkt – odpowiedź niepoprawna albo brak odpowiedzi.

Rozwiązanie

B

Zadanie 2.3. (0–4)

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: I.7) wyodrębnia z tekstów, […] rysunków schematycznych […] informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska […]. II.9) stosuje do obliczeń związki między promieniem okręgu, prędkością kątową, prędkością liniową oraz przyspieszeniem dośrodkowym; II.11) opisuje ruch niejednostajny po okręgu; II.12) wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie; II.13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał; II.20) […] wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń.

Zasady oceniania

Rozwiązanie będzie podlegało ocenie, gdy zdający spełni co najmniej jeden z poniższych warunków lub ich kombinację, określoną dalej w schemacie punktowania.

Warunek SIŁY_MAX

Zapisanie związku między wartością siły wypadkowej (dośrodkowej) działającej na ciało $\mathcal{B}$ w najniższym położeniu a maksymalną wartością siły reakcji nici i wartością siły grawitacji, np. zapisy równoważne poniższym:

$$F_{do\ max} = F_{n\ max} - F_g$$

Warunek SIŁY_MIN

Zapisanie związku między wartością siły wypadkowej (dośrodkowej) działającej na ciało $\mathcal{B}$ w najwyższym położeniu a minimalną wartością siły reakcji nici i wartością siły grawitacji, np. zapisy równoważne poniższym:

$$F_{do\ min} = F_{n\ min} + F_g$$

Uwaga! W przypadku rozwiązania zadania w układzie nieinercjalnym wszystkie warunki i wzory pozostają analogiczne z tą różnicą, że zamiast siły wypadkowej pełniącej rolę dośrodkowej rozważa się „siłę” odśrodkową (bezwładności) i zamiast II zasady dynamiki rozważa się równowagę sił (łącznie z „siłą” odśrodkową).

Warunek SIŁY_MAX+WZORY

Spełnienie warunku **SIŁY_MAX oraz** zastosowanie wzoru na wartość siły dośrodkowej (zastosowanie II zasady dynamiki) z uwzględnieniem prędkości maksymalnej v_{max} i zastosowanie wzoru na wartość siły grawitacji: np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{mv_{max}^2}{l} = F_{n\ max} - mg$$

Warunek SIŁY_MIN+WZORY

Spełnienie warunku **SIŁY_MIN** **oraz** zastosowanie wzoru na wartość siły dośrodkowej (zastosowanie II zasady dynamiki) z uwzględnieniem prędkości minimalnej v_{min} i zastosowanie wzoru na wartość siły grawitacji: np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{mv_{min}^2}{l} = F_{n\,min} + mg$$

Warunek ZZE

Zapisanie równania wynikającego z zasady zachowania energii mechanicznej w najniższym i najwyższym położeniu ciała $\mathcal{B}$ **oraz** uwzględnienie w tym równaniu prędkości v_{min}, v_{max} we wzorach na energie kinetyczne i uwzględnienie różnicy wysokości $2l$ we wzorze na energię potencjalną, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{mv_{min}^2}{2} + mg2l$$

Warunek ZZE+ZALEŻNOŚĆ

Spełnienie warunku **ZZE** **oraz** wykorzystanie związku $\frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{3}$, **oraz** wyprowadzenie zależności między v_{max} albo v_{min} a iloczynem gl, np. zapisy równoważne poniższym:

$$\left(\frac{mv_{max}^2}{2} = \frac{mv_{min}^2}{2} + mg2l \quad \text{oraz} \quad \frac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{3}\right) \rightarrow \quad (v_{min} = \sqrt{2gl} \quad \text{albo} \quad v_{max} = \sqrt{6gl})$$

Schemat punktowania

4 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu sił reakcji nici **oraz** podanie prawidłowego wyniku liczbowego: $\frac{F_{n\,max}}{F_{n\,min}} = 7$

3 pkt – spełnienie warunków:
SIŁY_MAX+WZORY **oraz** **SIŁY_MIN+WZORY** **oraz** **ZZE+ZALEŻNOŚĆ**

2 pkt – spełnienie warunków: **SIŁY_MAX+WZORY** **oraz** **SIŁY_MIN+WZORY**
LUB
– spełnienie warunku **ZZE+ZALEŻNOŚĆ**
LUB
– spełnienie warunków: **SIŁY_MAX** **oraz** **SIŁY_MIN** **oraz** **ZZE**
LUB
– spełnienie warunków: **(SIŁY_MAX+WZORY** **albo** **SIŁY_MIN+WZORY)** **oraz** **ZZE**

1 pkt – spełnienie warunku **SIŁY_MAX**
LUB
– spełnienie warunku **SIŁY_MIN**
LUB
– spełnienie warunku **ZZE**

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Zagadnienie rozwiążemy w inercjalnym układzie odniesienia. Siła reakcji nici działająca na ciało $\mathcal{B}$ podczas ruchu po okręgu ma największą wartość, gdy przechodzi ono przez najniższe położenie (gdzie ma największą prędkość), a najmniejszą wartość – gdy przechodzi ono przez najwyższe położenie (gdzie ma najmniejszą prędkość).

Siła reakcji nici ma kierunek wzdłuż nici i zwrot do środka okręgu. Zatem siła wypadkowa działająca na ciało $\mathcal{B}$ w górnym i dolnym położeniu ma charakter siły dośrodkowej i wiąże się z siłą reakcji nici i siłą grawitacji działającą na $\mathcal{B}$ następująco:

$$1)\ \begin{cases} F_{do\ max} = F_{n\ max} - F_g \\ F_{do\ min} = F_{n\ min} + F_g \end{cases}$$

Zastosujemy wzór na siłę dośrodkową (równoważnie: II zasadę dynamiki i wzór na przyśpieszenie dośrodkowe):

$$2)\ \begin{cases} m\dfrac{v_{max}^2}{l} = F_{n\ max} - mg \\ m\dfrac{v_{min}^2}{l} = F_{n\ min} + mg \end{cases} \quad \rightarrow \quad 2a)\ \begin{cases} F_{n\ max} = \dfrac{mv_{max}^2}{l} + mg \\ F_{n\ min} = \dfrac{mv_{min}^2}{l} - mg \end{cases}$$

Określimy związek między maksymalną a minimalną wartością prędkości na podstawie zasady zachowania energii mechanicznej. Energia mechaniczna w najwyższym położeniu jest równa energii mechanicznej w najniższym położeniu. Ponadto wykorzystamy związek między tymi prędkościami podany w treści zadania. Z tych zależności wyznaczymy prędkości maksymalną i minimalną w funkcji g oraz l:

$$3)\ \begin{cases} \dfrac{mv_{max}^2}{2} = \dfrac{mv_{min}^2}{2} + mg2l \\ \dfrac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{3} \end{cases} \quad \rightarrow$$

$$3a)\ \begin{cases} \dfrac{m(3v_{min}^2)}{2} = \dfrac{mv_{min}^2}{2} + mg2l \\ \dfrac{v_{max}}{v_{min}} = \sqrt{3} \end{cases} \quad \rightarrow \quad 3b)\ \begin{cases} v_{min} = \sqrt{2gl} \\ v_{max} = \sqrt{6gl} \end{cases}$$

Wartości prędkości otrzymane w pkt 3b) podstawimy do pkt 2a):

$$4)\ \begin{cases} F_{n\ max} = \dfrac{m(6gl)}{l} + mg \\ F_{n\ min} = \dfrac{m(2gl)}{l} - mg \end{cases} \quad \rightarrow \quad 4a)\ \begin{cases} F_{n\ max} = 7mg \\ F_{n\ min} = mg \end{cases}$$

Zapiszemy rozwiązanie:

$$5)\ \frac{F_{n\ max}}{F_{n\ min}} = 7$$