Zadanie 2.1. (0–1)

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, […] 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.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 2.2. (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.8) opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: […] częstotliwości, prędkości liniowej oraz […] prędkości kątowej i przyspieszenia dośrodkowego […]; II.10) identyfikuje siłę wypadkową działającą na ciało w ruchu jednostajnym po okręgu jako siłę dośrodkową; II.13) stosuje zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał.

Zasady oceniania

4 pkt – poprawna metoda wyznaczenia częstotliwości f_{max} w ruchu kulki K po okręgu **oraz** zapisanie prawidłowej postaci wzoru na f_{max}:

$$f_{max} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2g}{l}}$$

3 pkt – zapisanie/wyprowadzenie związku między wartościami siły dośrodkowej i siły napięcia linki a promieniem okręgu i długością linki **oraz** poprawne zapisanie/wykorzystanie wzoru na siłę dośrodkową z częstością/częstotliwością **oraz** zapisanie/wykorzystanie warunku zadania na maksymalną wartość siły napięcia linki, np. zapisy równoważne poniższym

$\frac{F_{do}}{F_n} = \frac{r}{l}$ oraz $F_{do} = m\omega^2 r$ oraz $F_{n\,max} = 2mg$

albo w jednym równaniu

$m\omega_{max}^2 r = \frac{r}{l} \cdot 2mg$

2 pkt – poprawne powiązanie wartości siły dośrodkowej z wartością siły napięcia linki i sinusem kąta odchylenia linki od pionu **oraz** poprawne zapisanie wzoru na sinus tego kąta, np. zapisy równoważne poniższym:

$\frac{F_{do}}{F_n} = \sin\alpha$ oraz $\sin\alpha = \frac{r}{l}$

LUB

– zapisanie proporcji wynikającej z podobieństwa trójkąta sił i trójkąta KOP, np. zapisy równoważne poniższym:

$\frac{F_{do}}{F_n} = \frac{r}{l}$

LUB

– poprawne narysowanie na rysunku (albo zapisanie) siły dośrodkowej $\vec{F}_{do}$ jako wektorowej sumy siły grawitacji $\vec{F}_g$ i siły napięcia linki $\vec{F}_n$ **oraz** poprawne zapisanie wzoru na siłę dośrodkową z częstością/częstotliwością, np. zapisy równoważne poniższym:

rysunek równoległoboku sił oraz $(F_{do} = m\omega^2 r$ lub $F_{do} = m(2\pi f)^2 r)$

albo

$\vec{F}_{do} = \vec{F}_n + \vec{F}_g$ oraz $(F_{do} = m\omega^2 r$ lub $F_{do} = m(2\pi f)^2 r)$

1 pkt – poprawne powiązanie wartości siły dośrodkowej z wartością siły napięcia linki i sinusem kąta odchylenia linki od pionu, np. zapisy równoważne poniższym:

$\frac{F_{do}}{F_n} = \sin\alpha$

LUB

– poprawne narysowanie na rysunku siły dośrodkowej $\vec{F}_{do}$ jako wektorowej sumy siły grawitacji $\vec{F}_g$ i siły napięcia linki $\vec{F}_n$ (albo zapisanie wektorowo: $\vec{F}_{do} = \vec{F}_n + \vec{F}_g$)

LUB

– poprawne zapisanie wzoru na siłę dośrodkową z częstością lub częstotliwością, np. zapisy równoważne poniższym:

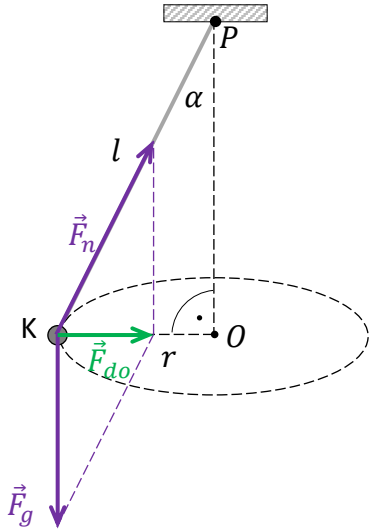
$F_{do} = m\omega^2 r$ lub $F_{do} = m(2\pi f)^2 r$ lub $\left(F_{do} = \frac{mv^2}{r}\right.$ oraz $\left.v = 2\pi f r\right)$

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

Przykładowe pełne rozwiązanie

Siła dośrodkowa jest wypadkową siły napięcia linki oraz siły grawitacji (zobacz rysunek obok). Z dynamiki układu wynika geometria – trójkąt sił (tzn. połowa równoległoboku sił) jest podobny do trójkąta KOP, a zatem:

$$\frac{F_{do}}{F_n} = \frac{r}{l} \qquad \text{(lub analogicznie: } F_{do} = \sin\alpha \cdot F_n)$$



Z drugiej strony kulka K porusza się po okręgu z częstotliwością graniczną (maksymalną), przy której wartość siły napięcia linki jest maksymalna. Wykorzystamy dodatkowo warunek zadania oraz wzór na siłę dośrodkową:

$$\frac{F_{do}}{F_{n\,max}} = \frac{r}{l} \quad \text{oraz} \quad F_{n\,max} = 2mg \quad \text{oraz} \quad F_{do} = m\omega_{max}^2 r$$

Zatem:

$$F_{do} = \frac{r}{l} \cdot F_{n\,max} \quad \rightarrow \quad m\omega_{max}^2 r = \frac{r}{l} \cdot 2mg$$

$$\omega_{max}^2 = \frac{2g}{l} \quad \rightarrow \quad (2\pi f_{max})^2 = \frac{2g}{l} \quad \rightarrow \quad f_{max} = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{2g}{l}}$$