Zadanie 1.1. (0–2)

Wymagania egzaminacyjne 2021[1]	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu; 1.6) oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku […]; 1.15) analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

Zasady oceniania

2 pkt – poprawna metoda obliczenia ilorazu wartości prędkości oraz prawidłowy wynik podany w zaokrągleniu do dwóch cyfr znaczących: $\frac{v_{01}}{v_{02}} \approx 0{,}63$.

1 pkt – poprawne zapisanie lub wyprowadzenie wzoru na zasięg (z wyeliminowanym czasem) w rzucie poziomym oraz przyrównanie zasięgów obu rzutów (podobnie jak w sposobie 1.), np.: $v_{01}\sqrt{\frac{2h_1}{g}} = v_{02}\sqrt{\frac{2h_2}{g}}$

LUB

– wykorzystanie równości zasięgów, np. zapisanie równania $v_{01}t_1 = v_{02}t_2$ (lub zapisy równoważne, np. $z_1 = z_2$ oraz $z_i = v_{0i}t_i$) oraz poprawne zapisanie (lub wyprowadzenie) wzorów na czasy trwania rzutów obu kulek K1 oraz K2 (np. podobnie / równoważnie jak w sposobie 2.)

LUB

– zapisanie równania $v_{01}t_1 = v_{02}t_2$ (lub zapisy równoważne, np. $z_1 = z_2$ oraz $z_i = v_{0i}t_i$) oraz poprawne obliczenie czasu trwania ruchu jednej z kulek (np. podobnie jak w sposobie 2.)

LUB

– wykorzystanie wzoru na zasięg w rzucie poziomym z prędkościami: $z = \frac{v_{ox} \cdot v_{k\,y}}{g}$ oraz poprawna metoda obliczenia pionowych składowych prędkości końcowych obu kulek (np. podobnie jak w sposobie 3.)

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

---

[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.).

Uwagi dodatkowe

1. Gdy zdający przyjmie do obliczeń $g = 10\ \mathrm{m/s^2}$ (zamiast poleconej do obliczeń wartości $9{,}8\ \mathrm{m/s^2}$), zastosuje poprawną metodę i otrzyma wynik $\frac{v_{01}}{v_{02}} \approx 0{,}63$, to otrzymuje 2 pkt.
2. Gdy zdający zastosuje poprawną metodę obliczenia ilorazu wartości prędkości, ale zamiast ilorazu $\frac{v_{01}}{v_{02}}$ obliczy iloraz $\frac{v_{02}}{v_{01}}$, to otrzymuje 1 pkt (nie są spełnione warunki określone w zasadach oceniania za 2 pkt).
3. Gdy zdający stosuje poprawną metodę obliczenia ilorazu wartości prędkości, nie popełnia błędu rachunkowego, ale wynik podaje niezgodnie z poleceniem, czyli ze zbyt dużą liczbą cyfr znaczących – np. $0{,}632$ (trzy cyfry znaczące) – lub zbyt małą liczbą cyfr znaczących – np. $0{,}6$ (jedna cyfra znacząca) – to otrzymuje 1 pkt.

Przykładowe rozwiązanie

Rzut poziomy jest złożeniem ruchu jednostajnego prostoliniowego w poziomie i ruchu jednostajnie przyśpieszonego bez prędkości początkowej w pionie.

Sposób 1. (wykorzystanie wzoru na zasięg z wysokością)

Wyprowadzimy wzór na zasięg rzutu każdej z kulek:

$$z_1 = v_{01}t_1 \qquad h_1 = \frac{1}{2}gt_1^2 \qquad \rightarrow \qquad z_1 = v_{01}\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$$

$$z_2 = v_{02}t_2 \qquad h_2 = \frac{1}{2}gt_2^2 \qquad \rightarrow \qquad z_2 = v_{02}\sqrt{\frac{2h_2}{g}}$$

Przyrównamy zasięgi obu rzutów, następnie wyznaczymy i obliczymy iloraz $\frac{v_{01}}{v_{02}}$:

$$v_{01}\sqrt{\frac{2h_1}{g}} = v_{02}\sqrt{\frac{2h_2}{g}} \qquad \rightarrow \qquad \frac{v_{01}}{v_{02}} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}}$$

$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = \sqrt{\frac{2}{5}} = 0{,}63245\ldots \qquad \rightarrow \qquad \frac{v_{01}}{v_{02}} \approx 0{,}63$$

Sposób 2. (wykorzystanie wzoru na zasięg z czasem)

Przyrównamy zasięgi rzutu obu kulek, oraz wykorzystamy wzór z czasem na zasięg, zatem:

$$z_1 = z_2 \qquad \rightarrow \qquad v_{01}t_1 = v_{02}t_2$$

Obliczymy czasy trwania obu ruchów (czas trwania rzutu poziomego z wysokości h jest równy czasowi spadku swobodnego z tej wysokości):

$$t_1 = \sqrt{\frac{2h_1}{g}} \qquad \rightarrow \qquad t_1 = \sqrt{\frac{2 \cdot 5}{9{,}8}}\ \mathrm{s} \approx 1{,}01\ \mathrm{s}$$

$$t_2 = \sqrt{\frac{2h_2}{g}} \qquad \rightarrow \qquad t_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2}{9{,}8}}\ \mathrm{s} \approx 0{,}64\ \mathrm{s}$$

Obliczymy iloraz wartości prędkości:

$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{t_2}{t_1} \qquad \rightarrow \qquad \frac{v_{01}}{v_{02}} \approx \frac{0{,}64}{1{,}01} \approx 0{,}63$$

Sposób 3. (wykorzystanie wzoru na zasięg z prędkościami)

Wykorzystamy wzór na zasięg w rzucie poziomym – z poziomą składową prędkości v_x oraz z pionową składową prędkości końcowej v_{ky}:

$$z = v_x t \qquad v_{ky} = gt \qquad \rightarrow \qquad z = \frac{v_x \cdot v_{ky}}{g}$$

Przyrównamy zasięgi rzutów obu kulek:

$$z_1 = z_2 \quad \rightarrow \quad v_{01} \cdot v_{k1y} = v_{02} \cdot v_{k2y} \quad \rightarrow \quad \frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{v_{k2y}}{v_{k1y}}$$

Wyznaczymy pionowe składowe prędkości końcowych obu kulek. Zastosujemy zasadę zachowania energii ograniczoną do składowej pionowej ruchu kulki:

$$\frac{mv_{k1y}^2}{2} = mgh_1 \quad \rightarrow \quad v_{k1y} = \sqrt{2gh_1}$$

$$\frac{mv_{k2y}^2}{2} = mgh_2 \quad \rightarrow \quad v_{k2y} = \sqrt{2gh_2}$$

Zatem:

$$\frac{v_{01}}{v_{02}} = \frac{v_{k2y}}{v_{k1y}} = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \approx 0{,}63$$

Zadanie 1.2. (0–3)

Wymagania egzaminacyjne 2021	
Wymaganie ogólne	**Wymagania szczegółowe**
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	Zdający: 1.15) analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego; 3.3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.

Zasady oceniania

3 pkt – poprawna metoda obliczenia prędkości końcowej kulki K1 (z zasady zachowania energii lub z równań ruchu) oraz prawidłowy wynik liczbowy z jednostką.

2 pkt – poprawne zapisanie równania wynikającego z zasady zachowania energii mechanicznej kulki K1, z którego można bezpośrednio obliczyć prędkość końcową kulki K1 (np. podobnie jak w sposobie 1.)

LUB

– zapisanie wzoru na prędkość końcową kulki K1 w postaci: $v_{k1} = \sqrt{v_{01}^2 + v_{ky}^2}$ oraz uwzględnienie (zapisanie lub wyprowadzenie z równań ruchu albo zasady zachowania energii), że: $v_{ky} = \sqrt{2gh_1}$

LUB

– zapisanie równania $v_{k1} = \sqrt{v_{01}^2 + (gt_1)^2}$ (może być w formie z podstawionymi wartościami liczbowymi lub równanie podniesione obustronnie do kwadratu) oraz poprawne obliczenie czasu trwania ruchu: $t_1 \approx 1{,}0\ \text{s}$. (np. równoważnie jak w sposobie 2.).

1 pkt – wykorzystanie zasady zachowania energii mechanicznej: przyrównanie energii mechanicznej początkowej do energii mechanicznej końcowej łącznie z identyfikacją energii początkowej jako sumy energii kinetycznej i potencjalnej, a energii końcowej jako energii kinetycznej (np. podobnie jak w sposobie 1.) (gdy poziom zera energii potencjalnej jest dla $h = 0$)

LUB

– zapisanie wzoru na prędkość końcową kulki K1 w postaci: $v_{k1} = \sqrt{v_{01}^2 + v_{ky}^2}$ oraz skorzystanie ze związku: $v_{ky} = gt_1$, przy czym mogą to być oddzielne zapisy lub jedno równanie równoważne: $v_{k1} = \sqrt{v_{01}^2 + (gt_1)^2}$ (np. podobnie jak w sposobie 2.).

0 pkt – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Uwaga dodatkowa

Zdający może wykorzystać obliczony w zadaniu 1.1. czas t_1.

Przykładowe rozwiązanie

Sposób 1. (wykorzystanie zasady zachowania energii mechanicznej)

Zgodnie z założeniem o pominięciu oporów powietrza, wykorzystamy zasadę zachowania energii mechanicznej: energia mechaniczna w chwili początkowej rzutu jest równa energii mechanicznej w chwili końcowej trwania rzutu:

$$E_0 = E_k$$

$$E_{kin\,0} + E_{pot\,0} = E_{kin\,k} + 0$$

Zastosujemy wzory na energię kinetyczną i potencjalną, przekształcamy je, podstawimy dane i wykonamy obliczenia.

$$\frac{1}{2}mv_{01}^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_{k1}^2$$

$$\frac{1}{2}v_{01}^2 + gh_1 = \frac{1}{2}v_{k1}^2$$

$$v_{k1} = \sqrt{2gh_1 + v_{01}^2} \approx \sqrt{2 \cdot 9{,}8 \cdot 5 + 7{,}9^2}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 12{,}7\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 13\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Sposób 2. (wykorzystanie równań ruchu)

Rzut poziomy jest złożeniem ruchu jednostajnego prostoliniowego w poziomie i ruchu jednostajnie przyśpieszonego bez prędkości początkowej w pionie.

Prędkość końcową kulki K1 w kierunku pionowym oznaczymy jako v_{ky}.

Prędkość w kierunku poziomym się nie zmienia, zatem $v_{kx} = v_{01}$.

Prędkość końcowa kulki K1 wyraża się wzorem:

$$v_{k1} = \sqrt{v_{kx}^2 + v_{ky}^2} = \sqrt{v_{01}^2 + v_{ky}^2}$$

Wyznaczymy v_{ky} z równań ruchu (w kierunku poziomym i pionowym):

$$v_{ky} = gt_1 \qquad \text{oraz} \qquad h_1 = \frac{1}{2} g t_1^2 \qquad \rightarrow \qquad v_{ky} = g\sqrt{\frac{2h_1}{g}}$$

Z powyższych zależności otrzymujemy:

$$v_{k1} = \sqrt{v_{01}^2 + \left(g\sqrt{\frac{2h_1}{g}}\right)^2} = \sqrt{v_{01}^2 + 2gh_1}$$

$$v_{k1} \approx \sqrt{7{,}9^2 + 2 \cdot 9{,}8 \cdot 5}\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 12{,}7\ \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 13\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$$