

Rodzaj dokumentu:	<b>Zasady oceniania rozwiązań zadań</b>
Egzamin:	<b>Egzamin maturalny</b>
Przedmiot:	<b>Fizyka</b>
Poziom:	<b>Poziom rozszerzony</b>

**Uwagi:**

Akceptowane są wszystkie rozwiązania merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania.

**Wymagania egzaminacyjne 2023 i 2024:**

<https://www.gov.pl/web/edukacja-i-nauka/wymagania-egzaminacyjne-obowiazujace-na-egzaminie-maturalnym-w-roku-2023-i-2024> (dostęp: 27.09.2022).

**Zadanie 1.1. (0–1)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	I.7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; II.14. posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły; II.16. rozróżnia i analizuje zderzenia sprężyste i niesprężyste.

**Zasady oceniania**

1 pkt – podanie poprawnych odpowiedzi

0 pkt – odpowiedzi niepoprawne lub brak odpowiedzi

**Poprawne rozwiązanie**

1. F, 2. P, 3. F

**Zadanie 1.2. (0–2)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	I.7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; II.5. sporządza i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu; II.6. wyznacza położenie, wartość prędkości, wartość przyspieszenia i drogę w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym na podstawie danych zawartych w postaci tabel i wykresów.

**Zasady oceniania**

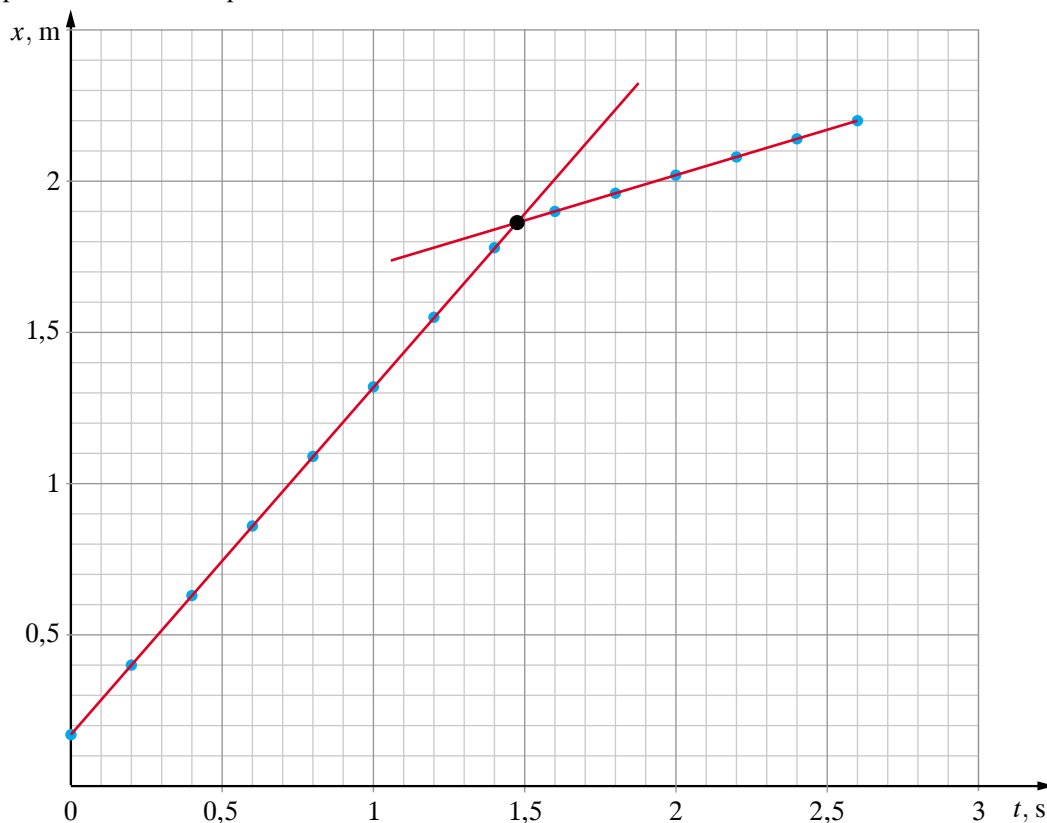
2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

1 pkt – podanie poprawnego sposobu rozwiązania zadania, ale niepoprawne odczytanie współrzędnych

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Poszukiwany punkt znajduje się na przecięciu prostych przechodzących przez punkty opisujące sytuację przed zderzeniem i po zderzeniu.



Z wykresu odczytujemy  $t = 1,46$  s,  $x = 1,86$  m.

Uznajemy też wyniki różniące się o nie więcej niż 0,05 jednostki od podanych.

### Zadanie 1.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	II.14. posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły; II.16. rozróżnia i analizuje zderzenia sprężyste i niesprężyste.

### Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – poprawne odczytanie prędkości oraz wyprowadzenie poprawnego wzoru

1 pkt – poprawne odczytanie prędkości albo wyprowadzenie poprawnego wzoru

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Wszystkie punkty pomiarowe leżą na wykreślonych prostych, więc odpowiednie prędkości możemy wyliczyć jako ilorazy różnicowe współrzędnych wybranych par punktów. Najwygodniej wziąć pod uwagę punkty odpowiadające chwilom różniącym się o sekundę.

Odczytujemy  $x(0) = 0,17$ ,  $x(1) = 1,32$ .

$$v_1 = \frac{x(1) - x(0)}{1}, \quad v_1 = \frac{1,32 - 0,17}{1} = 1,15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Odczytujemy  $x(1,6) = 1,9$ ,  $x(2,6) = 2,2$ .

$$v_2 = \frac{x(2,6) - x(1,6)}{1}, \quad v_2 = \frac{2,2 - 1,9}{1} = 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Zderzenie jest niesprężyste. Z zasady zachowania pędu wynika:  $m_1 v_1 = (m_1 + m_2) v_2$

$$m_1 v_1 = m_1 v_2 + m_2 v_2 \Rightarrow m_2 = \frac{m_1 (v_1 - v_2)}{v_2}, \quad m_2 = 496 \text{ g}$$

Uwaga: Należy uznać też odpowiedzi wynikające z niedokładnego odczytania współrzędnych punktów z tolerancją 0,05 jednostki.

#### Zadanie 1.4. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	II.14. posługuje się pojęciem pędu i jego jednostką; interpretuje II zasadę dynamiki jako związek między zmianą pędu i popędem siły; II.16. rozróżnia i analizuje zderzenia sprężyste i niesprężyste.

#### Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – odpowiedź niepoprawna lub brak odpowiedzi

#### Poprawne rozwiązanie

B3

#### Zadanie 2.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	I.5. rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe); I.7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; II.12. wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.

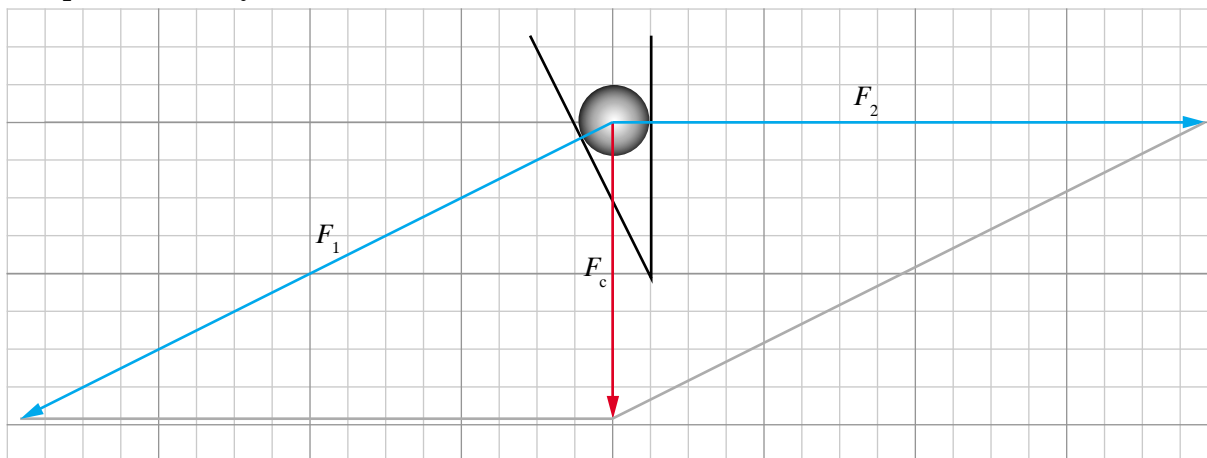
#### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

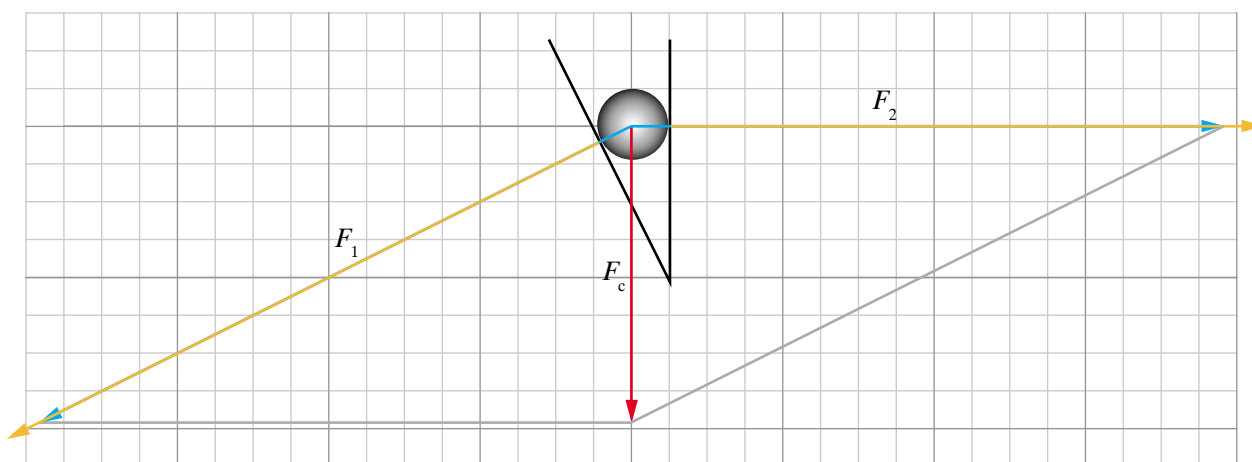
1 pkt – narysowanie składowych o właściwych kierunkach, ale niewłaściwej długości

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

**Poprawne rozwiązanie**



LUB



Siły nacisku są zawsze prostopadłe do naciskanej powierzchni.

Zauważmy, że siły składowe są znacznie dłuższe od siły wypadkowej. Na tej zasadzie działa klin.

Oznaczenia na rysunku wprowadzono na potrzeby następnego zadania.

**Zadanie 2.2. (0–3)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	I.5. rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe); II.12. wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.

**Zasady oceniania**

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – ustalenie prawidłowych związków trygonometrycznych i podanie poprawnej odpowiedzi dla jednej składowej

1 pkt – ustalenie prawidłowych związków trygonometrycznych

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

$$F_c = mg = 39,24 \text{ N}$$

$$\frac{F_c}{F_1} = \cos 60^\circ \Rightarrow F_1 = \frac{F_c}{\cos 60^\circ} = 78,48 \text{ N}$$

$$\frac{F_2}{F_c} = \operatorname{tg} 60^\circ \Rightarrow F_2 = F_c \operatorname{tg} 60^\circ = 67,97 \text{ N}$$

Akceptujemy też poprawne wyniki uzyskane dla przybliżenia  $g \approx 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ , tj.  $F_1 = 80 \text{ N}$ ,  $F_2 = 69,28 \text{ N}$ .

### Zadanie 2.3. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	I.5. rozróżnia wielkości wektorowe i skalarne, wykonuje graficznie działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe); II.12. wyznacza graficznie siłę wypadkową dla sił działających w dowolnych kierunkach na płaszczyźnie.

### Zasady oceniania

2 pkt – podkreślenie właściwej odpowiedzi i podanie poprawnego uzasadnienia

1 pkt – podkreślenie właściwej odpowiedzi

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Uwaga: nie należy przyznać punktów za uzasadnienie, jeśli odpowiedź jest niepoprawna.

### Poprawne rozwiązanie

W miarę wzrostu kąta nachylenia do poziomu lewej ścianki rowka siła nacisku kuli na tę ściankę będzie coraz większa / mniejsza, ponieważ składowa będzie nachylona pod coraz mniejszym kątem, a i tak musi opaść o długość wektora  $F_c$ .

Uwaga: powyższe uzasadnienie jest przykładowe, należy uznać każde inne poprawne.

### Zadanie 3. (0–4)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	III.1. wyznacza położenie środka masy układu ciał; III.4. stosuje zasady dynamiki dla ruchu obrotowego; posługuje się pojęciami przyspieszenia kąтового oraz momentu bezwładności jako wielkości zależnej od rozkładu mas, wraz z ich jednostkami; III.5. oblicza energię ruchu bryły sztywnej jako sumę energii kinetycznej ruchu postępowego środka masy i ruchu obrotowego wokół osi przechodzącej przez środek masy.

### Zasady oceniania

4 pkt – poprawne wyprowadzenie wzoru końcowego

3 pkt – sformułowanie zasady zachowania energii z konkretną postacią momentu bezwładności

2 pkt – obliczenie momentu bezwładności rury

1 pkt – sformułowanie zasady zachowania energii w postaci ogólnej, z uwzględnieniem zmiany wysokości środka ciężkości bryły

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Zadanie rozwiązujemy z wykorzystaniem zasady zachowania energii.

Środek masy obniża się o  $H - R$ . Zasada zachowania energii mechanicznej przyjmuje postać:

$$Mg(H - R) = E_{kpost} + E_{kobr}$$

Największą trudność przedstawia obliczenie momentu bezwładności rury. Traktujemy ją formalnie jako wydrążony walec, więc od momentu bezwładności pełnego walca musimy odjąć moment bezwładności części wydrążonej.

Oznaczmy przez  $m$  masę pełnego walca. Część wydrążona będzie miała masę 4 razy mniejszą. W takim razie:

$$I = \frac{1}{2}mR^2 - \frac{1}{2} \frac{m}{4} \left(\frac{R}{2}\right)^2 = \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{32}\right)mR^2 = \frac{15}{32}mR^2$$

Wydrążona rura ma masę  $\frac{3}{4}$  masy pełnego walca:

$$M = \frac{3}{4}m \Rightarrow m = \frac{4}{3}M$$

Wobec tego:

$$I = \frac{15}{32} \cdot \frac{4}{3}MR^2 = \frac{5}{8}MR^2$$

Ostatecznie, po uwzględnieniu, że  $\omega R = v$ , zasada zachowania energii przyjmuje postać:

$$Mg(H - R) = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2 = \frac{1}{2}Mv^2 + \frac{5}{16}Mv^2 = \frac{13}{16}Mv^2$$

Po przekształceniu:

$$v^2 = \frac{16}{13}g(H - R) \Rightarrow v = 4\sqrt{\frac{g(H - R)}{13}}$$

### Zadanie 4. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	IV.2. stosuje do obliczeń związek między przyspieszeniem grawitacyjnym na powierzchni planety a jej masą i promieniem; IV.7. oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i stosuje zasadę zachowania energii do ruchu orbitalnego; posługuje się pojęciem drugiej prędkości kosmicznej (prędkości ucieczki).

### Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – napisanie kompletnego wzoru opisującego fakt, że energie wyrażone obydwooma wzorami różnią się o 1%

1 pkt – wyodrębnienie we wzorze dla pola centralnego czynnika  $mgh$  lub spowodowanie w dowolny inny sposób, że oba wzory stają się porównywalne

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Praca w polu jednorodnym podczas podnoszenia ciała o masie  $m$  na wysokość  $h$  wyraża się wzorem  $W_j = mgh$ . O tyle też wzrasta energia potencjalna.

Aby porównać pole centralne z polem jednorodnym, we wzorze na pracę w polu centralnym również musimy wyodrębnić czynnik  $mgh$ . Oznaczmy przez  $M$  masę Ziemi, a przez  $R$  – jej promień.

$$W_c = \Delta E_p = GMm \left( \frac{1}{R} - \frac{1}{R+h} \right) = GMm \frac{R+h-R}{R(R+h)} = GMm \frac{h}{R(R+h)} = \frac{GM}{R^2} mh \frac{R}{R+h}$$

Ponieważ  $\frac{GM}{R^2} = g$ , ostatecznie:

$$W_c = mgh \frac{R}{R+h}$$

Praca w polu centralnym jest mniejsza od pracy w polu jednorodnym, gdyż w miarę wzrostu wysokości maleje siła, jakiej trzeba użyć do podnoszenia. Dla małych wysokości składnik  $h$  jest nieistotny wobec promienia Ziemi  $R$  i wzór dla pola centralnego przechodzi we wzór dla pola jednorodnego. Przy dużych wysokościach składnik  $h$  staje się istotny.

Mamy ustalić, dla jakiej wysokości  $h$  wartość  $W_c = 0,99W_j$ :

$$mgh \frac{R}{R+h} = 0,99mgh$$

$$R = 0,99(R+h) = 0,99R + 0,99h \Rightarrow 0,01R = 0,99h \Rightarrow h = \frac{1}{99}R = 64,4 \text{ km}$$

### Zadanie 5.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	I.7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; II.8. opisuje ruch jednostajny po okręgu, posługując się pojęciami: okresu, częstotliwości, prędkości liniowej oraz przemieszczenia kąтового, prędkości kątovej i przyspieszenia dośrodkowego wraz z ich jednostkami.

#### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

1 pkt – poprawna interpretacja danych oraz zastosowanie właściwego wzoru

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

#### Poprawne rozwiązanie

Orbita jest niemal kołowa, co oznacza, że pólka wielka orbity może być traktowana jako jej promień.

Dane:

$$r = 48694 \text{ km}$$

$$T = 24,8548 \text{ d} = 2\,147\,455 \text{ s}$$

$$v = \frac{2\pi r}{T} = 142 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ lub } v = 8,55 \frac{\text{km}}{\text{min}} \text{ lub } v = 513 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

### Zadanie 5.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	I.7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; IV.5. interpretuje III prawo Keplera jako konsekwencję prawa powszechnego ciężenia; stosuje do obliczeń III prawo Keplera dla orbit kołowych.

### Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 1 pkt – wyznaczenie wzoru na okres obiegu dla Hydry
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

III prawo Keplera ułożone dla Nixa i Hydry ma postać:

$$\frac{T_N^2}{a_N^3} = \frac{T_H^2}{a_H^3} \Rightarrow T_H = T_N \cdot \left( \frac{a_H^3}{a_N^3} \right)^{\frac{1}{2}} = 38,1 \text{ dni}$$

### Zadanie 5.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy materiałów źródłowych, w tym tekstów popularnonaukowych.	I.7. wyodrębnia z tekstów, tabel, diagramów lub wykresów, rysunków schematycznych lub blokowych informacje kluczowe dla opisywanego zjawiska bądź problemu; przedstawia te informacje w różnych postaciach; IV.4. wskazuje siłę grawitacji jako siłę dośrodkową w ruchu po orbicie kołowej, oblicza wartość prędkości na orbicie kołowej o dowolnym promieniu; omawia ruch satelitów wokół Ziemi.

### Zasady oceniania

- 3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 2 pkt – wyprowadzenie wzoru końcowego
- 1 pkt – napisanie wzoru, w którym występuje zarówno masa Plutona, jak i okres obiegu jego satelity
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Porównujemy siłę dośrodkową z siłą grawitacji:

$$\frac{mv^2}{r} = \frac{GMm}{r^2} \Rightarrow v^2 = \frac{GM}{r}$$

Korzystamy z definicji prędkości liniowej w ruchu po okręgu:

$$v = \frac{2\pi r}{T} \Rightarrow \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = \frac{GM}{r} \Rightarrow M = \frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$$

Do wzoru możemy podstawić dane dotyczące dowolnego księżycy, np. Nix:

$$r = 4,8694 \cdot 10^7 \text{ m}, T = 2,147455 \cdot 10^6 \text{ s}$$

Podstawienie tych danych prowadzi do wyniku  $M = 1,482 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

Uwaga: rzeczywista masa Plutona jest mniejsza. Uzyskany wynik uwzględnia również masę Charona, z którym Pluton tworzy układ podwójny. Pozostałe księżyce krążą wokół środka masy tego układu.

### Zadanie 6.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	V.3. opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami wychylenia, amplitudy, częstości kołowej i przesunięcia fazowego; rozróżnia drgania o fazach zgodnych lub przeciwnych.



### Zasady oceniania

- 1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi
- 0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

### Poprawne rozwiązanie

D

#### Zadanie 6.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	V.3. opisuje ruch harmoniczny, posługując się pojęciami wychylenia, amplitudy, częstości kołowej i przesunięcia fazowego; rozróżnia drgania o fazach zgodnych lub przeciwnych; V.4. analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym oraz interpretuje wykresy tych zależności.

### Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 1 pkt – zauważenie, że  $6\pi = \omega$
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Porównujemy argument funkcji kosinus z wyrażeniem we wzorze ogólnym na wychylenie w ruchu harmonicznym. Użycie funkcji kosinus zamiast sinus powoduje tylko przesunięcie fazy, natomiast nie ma wpływu na okres ani częstotliwość.

$$6\pi t = \omega t = \frac{2\pi t}{T} = 2\pi ft$$

Z tego wynika  $f = 3 \text{ Hz}$ ,  $T = \frac{1}{3} \text{ s}$ .

#### Zadanie 6.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	V.4. analizuje zależności położenia, prędkości i przyspieszenia od czasu dla ciała w ruchu drgającym harmonicznym oraz interpretuje wykresy tych zależności.

### Zasady oceniania

- 3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 2 pkt – ustalenie wzoru na prędkość oraz narysowanie wykresu z usterkami (niewłaściwa skala, brak oznaczeń osi itd.)
- 1 pkt – ustalenie prawidłowego wzoru na prędkość
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Wyraz stały we wzorze na położenie  $(-0,5)$  nie zależy od czasu, więc nie będzie mieć wpływu na prędkość. Aby móc skorzystać ze wzorów w takiej postaci, jak są wypisane w tablicach dopuszczonych do użytku na maturze, należy funkcję kosinus zastąpić funkcją sinus:

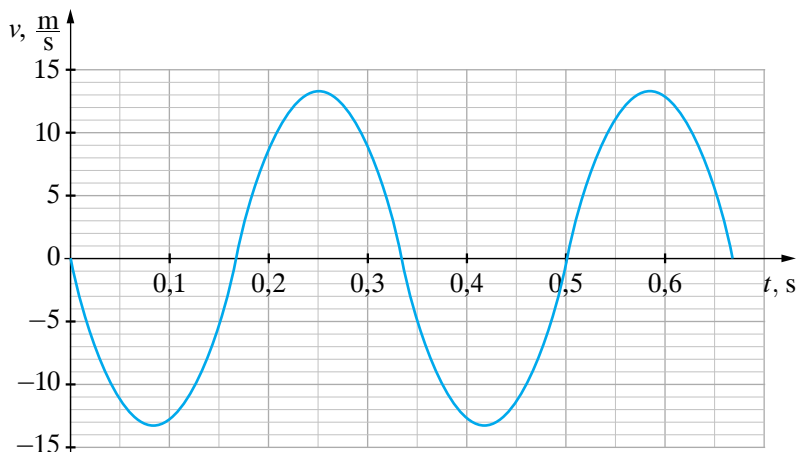
$$\cos \omega t = \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

W tablicach podano wzory:  $x(t) = A \sin(\omega t + \phi_0)$  oraz  $v(t) = A\omega \cos(\omega t + \phi_0)$

W naszym przypadku  $A = 0,7$  m oraz  $\omega = 6\pi$ , więc:

$$v(t) = 0,7 \cdot 6\pi \cos\left(6\pi t + \frac{\pi}{2}\right) = -4,2\pi \sin 6\pi t$$

Prawidłowy wykres wygląda następująco:



### Zadanie 7. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	V.7. doświadczalnie: a) demonstruje niezależność okresu drgań wahadła od amplitudy.

#### Zasady oceniania

- 1 pkt – podanie poprawnego rozwiązania
- 0 pkt – niespełnienie powyższego warunku

#### Poprawne rozwiązanie

B1

### Zadanie 8. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	VII.2. oblicza wartość siły wzajemnego oddziaływania ładunków, stosując prawo Coulomba.

#### Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 1 pkt – podkreślenie poprawnej odpowiedzi i napisanie błędnego uzasadnienia (lub brak uzasadnienia)
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

#### Poprawne rozwiązanie

Dwa nieruchome ładunki jednoimienne, umieszczone w pewnej odległości od siebie, oddziałują wzajemnie. Jeśli potroimy wartości tych ładunków i jednocześnie potroimy odległość między nimi, to siła oddziaływania między tymi ładunkami (zwiększy się trzykrotnie / pozostanie bez zmian / zmaleje trzykrotnie), ponieważ wynika to z prawa Coulomba / wartość licznika wzrośnie dziewięciokrotnie, a mianownika – też dziewięciokrotnie itd.

Uwaga: jeśli podkreślono błędną odpowiedź, nie przyznaje się punktu za uzasadnienie, nawet jeśli jest sensowne; jeśli podkreślono poprawną odpowiedź, należy uznać każde poprawne uzasadnienie.

### Zadanie 9.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników.	I.11. opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość; VIII.10. interpretuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku.

#### Zasady oceniania

2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania – zaznaczenie wyłącznie ośmiu właściwych przyrządów

1 pkt – zaznaczenie wyłącznie przyrządów właściwych – co najmniej czterech

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

#### Poprawne rozwiązanie

D, E, F, K, L, M, N, O

### Zadanie 9.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników.	I.6. tworzy teksty, tabele, diagramy lub wykresy, rysunki schematyczne lub blokowe dla zilustrowania zjawisk bądź problemu; właściwie skaluje, oznacza i dobiera zakresy osi; I.11. opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość; VIII.10. interpretuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku.

#### Zasady oceniania

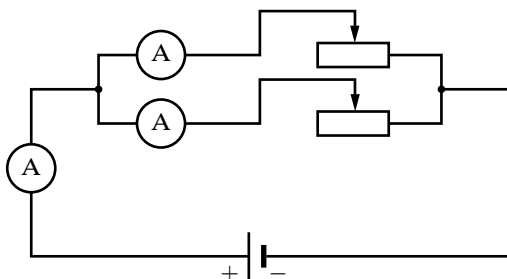
2 pkt – narysowanie poprawnego i kompletnego schematu

1 pkt – narysowanie schematu z drobnymi usterkami, np. pominięto jeden element albo zaznaczono zwykle oporniki

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

Uwaga: nie należy zwracać uwagi na liczbę ogniw na schemacie.

#### Poprawne rozwiązanie



### Zadanie 9.3. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Planowanie i przeprowadzanie obserwacji oraz doświadczeń i wnioskowanie na podstawie ich wyników.	I.11. opisuje przebieg doświadczenia lub pokazu; wyróżnia kluczowe kroki i sposób postępowania oraz wskazuje rolę użytych przyrządów i uwzględnia ich rozdzielczość; VIII.10. interpretuje I prawo Kirchhoffa jako przykład zasady zachowania ładunku.

#### Zasady oceniania

3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania

2 pkt – podanie punktów 1–5

1 pkt – podanie punktów 1–3

0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

#### Poprawne rozwiązanie

1. Zmontowanie układu zgodnie ze schematem.
2. Odczytanie wartości natężeń prądów na wszystkich amperomierzach.
3. Sprawdzenie, czy suma natężeń prądów w rozgałęzieniach jest równa natężeniu prądu przed rozgałęzieniem.
4. Zmiany ustawień oporów na opornikach suwakowych.
5. Ponowne wykonanie punktów 2 i 3.
6. Wykonanie punktów 2–5 wielokrotnie.

### Zadanie 10.1. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Wykorzystanie pojęć i wielkości fizycznych do opisu zjawisk oraz wskazywanie ich przykładów w otaczającej rzeczywistości.	IX.3. analizuje tor cząstki naładowanej w jednorodnym polu magnetycznym.

#### Zasady oceniania

1 pkt – podanie poprawnej odpowiedzi

0 pkt – brak poprawnej odpowiedzi

#### Poprawne rozwiązanie

D

### Zadanie 10.2. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	II.20. posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń; IX.2. posługuje się pojęciem wektora indukcji magnetycznej wraz z jego jednostką, analizuje oddziaływanie pola magnetycznego na przewodnik z prądem oraz na poruszającą się cząstkę naładowaną (siła elektrodynamiczna, siła Lorentza).

### Zasady oceniania

- 3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 2 pkt – wyprowadzenie poprawnego wzoru końcowego
- 1 pkt – poprawne wyrażenie prędkości elektronu przez energię kinetyczną
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Prędkość elektronu obliczamy ze wzoru na energię kinetyczną:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2E_k}{m}}$$

Dla ruchu po okręgu istotna jest składowa prędkości prostopadła do linii pola:

$$v_{\perp} = \frac{v}{\sqrt{2}} = \sqrt{\frac{E_k}{m}}$$

Zatem:

$$F = qv_{\perp}B = e\sqrt{\frac{E_k}{m}}B$$

Dane:

$$E_k = 125 \text{ eV} = 2 \cdot 10^{-17} \text{ J}$$

$$B = 6,7 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$

$$m = 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$$

$$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

Po podstawieniu danych otrzymujemy wartość  $F = 5,03 \cdot 10^{-14} \text{ N}$ .

### Zadanie 11. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	VI.7. stosuje pierwszą zasadę termodynamiki do analizy przemian gazowych; rozróżnia przemiany: izotermiczną, izobaryczną, izochoryczną i adiabatyczną gazów; VI.11. stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu.

### Zasady oceniania

- 3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 2 pkt – sformułowanie poprawnego równania przemiany, zawierającego siłę i powierzchnię tłoka
- 1 pkt – sformułowanie poprawnych wzorów na  $p_1$  i  $V_1$
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Równanie stanu gazu dla przemiany izotermicznej:  $p_0V_0 = p_1V_1$

Zgodnie z warunkami zadania:

$$p_1 = p_0 + \Delta p = p_0 + \frac{F}{S}, \quad V_1 = V_0 - \Delta V$$
$$p_0V_0 = \left(p_0 + \frac{F}{S}\right)(V_0 - \Delta V) = p_0V_0 - p_0\Delta V + \frac{F}{S}(V_0 - \Delta V)$$
$$p_0\Delta V = \frac{F}{S}(V_0 - \Delta V) \Rightarrow F = \frac{p_0S\Delta V}{V_0 - \Delta V}$$

### Zadanie 12.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	VI.9. opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego.

#### Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania  
1 pkt – wyprowadzenie poprawnego wzoru końcowego  
0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

#### Poprawne rozwiązanie

Dla gazu jednoatomowego, jakim jest neon,  $\bar{E}_k = \frac{3}{2}kT$ .

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{3}{2}kT \Rightarrow T = \frac{mv^2}{3k}$$

W tablicach odnajdujemy średnią masę atomu neonu:  $m = 20,18 \text{ u} = 3,35 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$ .

Stała Boltzmann  $k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}}$

Po podstawieniu:  $T = 311 \text{ K}$

### Zadanie 12.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	II.20. posługuje się pojęciami pracy mechanicznej, mocy, energii kinetycznej, energii potencjalnej wraz z ich jednostkami; stosuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczeń; VI.9. opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelvina a średnią energią ruchu cząsteczek i energią wewnętrzną gazu doskonałego.

#### Zasady oceniania

- 2 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania  
1 pkt – wyprowadzenie poprawnego wzoru końcowego  
0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

#### Poprawne rozwiązanie

Masa atomu argonu:  $m_{Ar} = 39,95 \text{ u} = 6,634 \cdot 10^{-26} \text{ kg}$

Równość temperatur oznacza równość średnich energii kinetycznych atomów gazu:

$$\frac{1}{2}m_{Ar}v_{Ar}^2 = \frac{1}{2}m_{Ne}v_{Ne}^2 \Rightarrow v_{Ar} = v_{Ne}\sqrt{\frac{m_{Ne}}{m_{Ar}}} = 441 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### Zadanie 13. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Rozwiązywanie problemów z wykorzystaniem praw i zależności fizycznych.	XI.4. posługuje się pojęciem pędu fotonu; stosuje zasadę zachowania energii i zasadę zachowania pędu do opisu emisji i absorpcji przez swobodne atomy; opisuje odrzut atomu emitującego kwant światła.

### Zasady oceniania

- 3 pkt – poprawne rozwiązanie całego zadania
- 2 pkt – poprawne obliczenie energii i pędu kwantu (i atomu)
- 1 pkt – poprawne obliczenie energii kwantu lub długości fali lub częstotliwości
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

Dane:

masa atomu wodoru  $m_H = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg

$$A = 13,6 \text{ eV}$$

Energia wyemitowanego kwantu:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = A \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{21}{100} A = 2,856 \text{ eV} = 4,576 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

Pęd fotonu:

$$p = \frac{h}{\lambda} = \frac{E}{c} = 1,526 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

### Zadanie 14. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Budowanie modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk oraz ilustracji praw i zależności fizycznych.	XI.1. opisuje dualizm korpuskularno-falowy światła; stosuje pojęcie fotonu oraz jego energii; XI.5. opisuje zjawiska jonizacji i fotoelektryczne jako wywołane tylko przez promieniowanie o częstotliwości większej od granicznej.

### Zasady oceniania

- 2 pkt – podanie wszystkich poprawnych odpowiedzi
- 1 pkt – podanie poprawnych odpowiedzi do zdań 1 i 2 albo podanie poprawnych odpowiedzi do zdań 3 i 4
- 0 pkt – niespełnienie powyższych warunków

### Poprawne rozwiązanie

- F, 2. P, 3. F, 4. F

# Matura 2023

Zadania do nowej matury  
dostępne w **Multitece**

Chcę zobaczyć

