

# **PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z NOWĄ ERA 2017/2018**

## **FIZYKA POZIOM ROZSZERZONY**

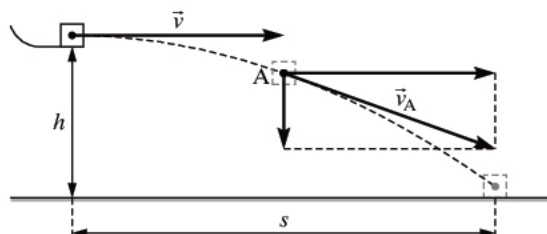
### **ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ**

**Zadanie 1.1. (0–4)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe). 3. Energia mechaniczna. Zdający: 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

**Poprawne odpowiedzi**

- a) Poprawny rysunek wektora prędkości i jego składowych. Wektor prędkości powinien być styczny do toru ruchu, a składowa pozioma powinna mieć taką samą długość jak początkowa prędkość kostki.



- b) Wartość składowej poziomej prędkości obliczamy, stosując zasadę zachowania energii dla kostki, która zsunęła się bez tarcia z wysokości  $(H - h) = 0,4$  m.

$$v_x = \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,4 \text{ m}} \approx 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Wartość prędkości kostki w punkcie A obliczamy z zasady zachowania energii dla kostki, która przebyła w pionie odległość  $(H - h_A) = 0,45$  m.

$$v_A = \sqrt{2 \cdot g \cdot (H - h_A)} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,45 \text{ m}} \approx 2,97 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Wartość składowej pionowej prędkości w punkcie A można obliczyć na dwa sposoby.

I. Stosujemy twierdzenie Pitagorasa  $v_y = \sqrt{v^2 - v_x^2} \approx 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

II. Obliczamy prędkość po spadku swobodnym z wysokości 5 cm.

$$v_y = \sqrt{2 \cdot g \cdot h} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 0,05 \text{ m}} \approx 0,99 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

**Schemat punktowania**

a)

1 p. – poprawne narysowanie wektora prędkości i jego składowych.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

b)

3 p. – poprawne obliczenie wartości prędkości  $v_A$  i wartości jej dwóch składowych  $v_x$  i  $v_y$ ,

2 p. – obliczenie wartości dwóch prędkości.

1 p. – obliczenie wartości jednej prędkości.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 1.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu; 6) oblicza parametry ruchu podczas swobodnego spadku i rzutu pionowego.

### Poprawna odpowiedź

Obliczamy czas spadania z wysokości  $h = 20$  cm.

$$t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,2 \text{ m}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}} \approx 0,2 \text{ s}$$

Obliczamy zasięg  $s = v_x \cdot t = 2,8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 0,2 \text{ s} = 0,56 \text{ m}$ .

### Schemat punktowania

2 p. – obliczenie zasięgu rzutu  $s = 0,6$  m.

1 p. – obliczenie czasu trwania rzutu  $t = 0,2$  s lub podanie poprawnej metody obliczenia zasięgu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 1.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 15) analizuje ruch ciał w dwóch wymiarach na przykładzie rzutu poziomego.

### Poprawna odpowiedź

1 – P, 2 – P, 3 – F

Komentarz (nie jest wymagany):

1. Prawda. Czas spadania zależy od wysokości zgodnie ze wzorem  $t = \sqrt{\frac{2 \cdot h}{g}}$ .

2. Prawda. Zwiększenie wysokości  $h$  spowoduje zmniejszenie wysokości, z jakiej kostka zsuwa się po równi, dlatego osiągnięta prędkość będzie mniejsza.

3. Fałsz. Wartość końcowej prędkości kostki zależy tylko od wysokości  $H$ , która jest stała.

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Zadanie 1.4. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.

#### Poprawna odpowiedź

C-2

Komentarz (nie jest wymagany):

Przyspieszenie ciała zsuwającego się bez tarcia po równi pochyłej jest równe  $a = g \cdot \sin\alpha$ , czyli nie zależy od masy ciała.

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie C-2.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Zadanie 2. (0–1)

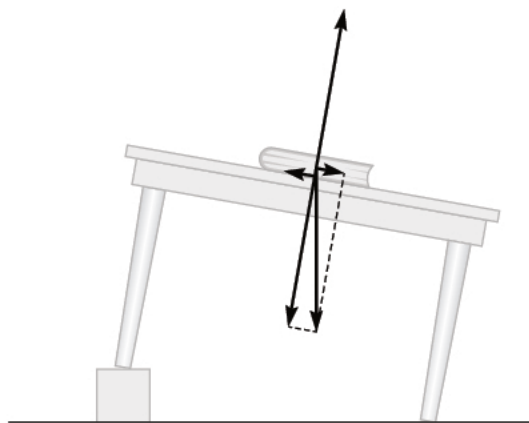
Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 13) składa i rozkłada siły działające wzdłuż prostych nierównoległych. GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 3) podaje przykłady sił i rozpoznaje je w różnych sytuacjach praktycznych; 4) opisuje zachowanie się ciał na podstawie pierwszej zasady dynamiki Newtona.

#### Poprawna odpowiedź

D

Komentarz (nie jest wymagany):

Z rozkładu sił na równi pochyłej (rysunek) wynika, że siły uszeregowane według rosnącej wartości to: siła tarcia, siła sprężystości, siła ciężkości.



### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie D.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 3. (0–2)

Wymagania 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.	3. Energia mechaniczna. Zdający: 5) stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznane artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

### Poprawna odpowiedź

Zderzenie jest doskonale sprężyste, więc powinny być spełnione zasady zachowania pędu i zachowania energii.

Sprawdzamy, czy po przyjęciu hipotezy ucznia te zasady są spełnione.

Zasada zachowania pędu:  $3m \cdot v = m \cdot 3v$  jest spełniona.

Zasada zachowania energii:  $\frac{3m \cdot v^2}{2} \neq \frac{m \cdot (3v)^2}{2}$  nie jest spełniona.

Hipoteza ucznia jest fałszywa, ponieważ nie jest spełniona zasada zachowania energii.

### Schemat punktowania

2 p. – sprawdzenie, że zasada zachowania energii nie jest spełniona i stwierdzenie, że hipoteza ucznia jest fałszywa.

1 p. – stwierdzenie, że muszą być spełnione zasady zachowania pędu i zachowania energii.

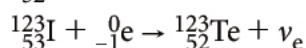
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 4.1. (0–2)**

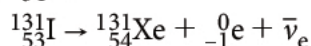
Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	POZIOM PODSTAWOWY 3. Fizyka jądrowa. Zdający: 1) posługuje się pojęciami pierwiastek, jądro atomowe, izotop, proton, neutron, elektron; podaje skład jądra atomowego na podstawie liczby masowej i atomowej; 3) wymienia właściwości promieniowania jądrowego $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ ; opisuje rozpady alfa, beta (wiadomości o neutrinach nie są wymagane), sposób powstawania promieniowania gamma; posługuje się pojęciem jądra stabilnego i niestabilnego.

**Poprawna odpowiedź**

a)  ${}_{52}^{123}\text{Te}$



b)  ${}_{54}^{131}\text{Xe}$



**Schemat punktowania**

2 p. – poprawne uzupełnienie dwóch reakcji.

1 p. – poprawne uzupełnienie jednej reakcji.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 4.2 (0–3)**

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku. POZIOM PODSTAWOWY 3. Fizyka jądrowa. Zdający: 4) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi; wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ${}^{14}\text{C}$ .

**Poprawna odpowiedź**

Izotopy mają różne czasy połowicznego rozpadu.

Po 16 dniach izotopu  ${}^{123}\text{I}$  praktycznie już nie będzie, gdyż upłynie ok. 29 czasów połowicznego rozpadu.

Dla izotopu  ${}^{131}\text{I}$  czas 16 dni to 2 czasy połowicznego rozpadu. Po tym czasie pozostanie 25% początkowej liczby jąder tego izotopu.

Biorąc pod uwagę, że jądra izotopu  ${}^{131}\text{I}$  stanowiły 50% początkowej liczby jąder jodu, obliczamy, że po 16 dniach w preparacie będzie 12,5% początkowej liczby jąder.

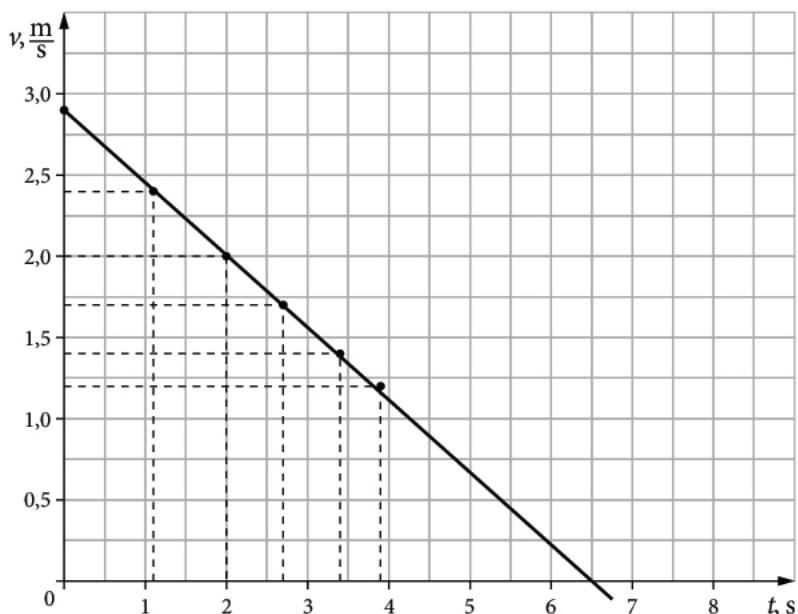
### Schemat punktowania

- 3 p. – obliczenie, że pozostanie 12,5% początkowej liczby jąder jodu.  
 2 p. – zauważenie, że liczba jąder izotopu  $^{123}\text{I}$  będzie już bardzo mała (ewentualnie podanie wyniku  $2^{-29}$  lub  $1,86 \cdot 10^{-9}$ , czyli 0,00000000186) i obliczenie, że pozostanie 25% jąder izotopu  $^{131}\text{I}$ .  
 1 p. – zauważenie, że liczba jąder izotopu  $^{123}\text{I}$  będzie już bardzo mała lub obliczenie, że pozostanie 25% jąder izotopu  $^{131}\text{I}$ .  
 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 5.1 (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych); 5) dopasowuje prostą $y = ax + b$ do wykresu i ocenia trafność tego postępowania; oblicza wartości współczynników $a$ i $b$ (ocena ich niepewności nie jest wymagana).

### Poprawna odpowiedź



### Schemat punktowania

- 3 p. – narysowanie wykresu i prostej oraz odczytanie czasu  $t \approx 6,5$  s (dopuszczalne od 6,3 s do 6,7 s).  
 2 p. – zaznaczenie punktów pomiarowych i narysowanie najlepiej dopasowanej prostej.  
 1 p. – wyskalowanie i opisanie osi.  
 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 5.2 (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	3. Energia mechaniczna. Zdający: 5) stosuje zasadę zachowania energii oraz zasadę zachowania pędu do opisu zderzeń sprężystych i niesprężystych.

**Poprawna odpowiedź**

Względna strata energii jest równa  $\frac{E_1 - E_2}{E_1} \cdot 100\%$ , gdzie  $E_1$  jest energią kinetyczną klocka w chwili zderzenia nr 1, a  $E_2$  – energią kinetyczną klocka w chwili zderzenia nr 2.

$$\frac{E_1 - E_2}{E_1} \cdot 100\% = \frac{\frac{m \cdot v_1^2}{2} - \frac{m \cdot v_2^2}{2}}{\frac{m \cdot v_1^2}{2}} \cdot 100\% = \frac{v_1^2 - v_2^2}{v_1^2} \cdot 100\% = \frac{2,9^2 - 2,4^2}{2,9^2} \cdot 100\% \approx 31,5\%$$

**Schemat punktowania**

1 p. – obliczenie względnej straty energii 31,5%.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 6. (0–2)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	GIMNAZJUM 3. Właściwości materii. Zdający: 4) stosuje do obliczeń związek między masą, gęstością i objętością ciał stałych i cieczy [...]. 4. Elektryczność. Zdający: 10) posługuje się pojęciem pracy i mocy prądu elektrycznego. 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 4) przelicza wielokrotności i podwielokrotności (przedrostki mikro-, mili-, centy-, hekto-, kilo-, mega); przelicza jednostki czasu (sekunda, minuta, godzina, doba).

**Poprawna odpowiedź**

Obliczamy energię zużytą przez silnik spalinowy

$$E_s = 8 \text{ dm}^3 \cdot 0,75 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot 42 \frac{\text{MJ}}{\text{kg}} = 252 \text{ MJ}.$$

Obliczamy energię zużytą przez silnik elektryczny

$$E_e = \frac{100 \text{ km}}{150 \text{ km}} \cdot 22 \cdot 1000 \text{ W} \cdot 3600 \text{ s} = 52,8 \text{ MJ}.$$

Obliczamy iloraz  $\frac{E_s}{E_e} \approx 4,8$ .



### Schemat punktowania

2 p. – obliczenie ilorazu  $\frac{E_s}{E_e} \approx 4,8$ .

1 p. – obliczenie energii zużytej przez silnik spalinowy lub silnik elektryczny albo poprawna metoda obliczenia obu wielkości.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 7.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	5. Termodynamika. Zdający: 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu.

### Poprawna odpowiedź

Korzystając z równania Clapeyrona, wyznaczamy  $T = \frac{p \cdot V}{n \cdot R}$ . Ciśnienie i objętość (w jednostkach umownych) w kolejnych stanach odczytujemy z wykresu. Obliczając iloczyny  $p \cdot V$  w kolejnych stanach, otrzymujemy  $T_1 < T_2 = T_5 < T_3 = T_4$ .

### Schemat punktowania

1 p. – zapisanie poprawnej odpowiedzi  $T_1 < T_2 = T_5 < T_3 = T_4$ .

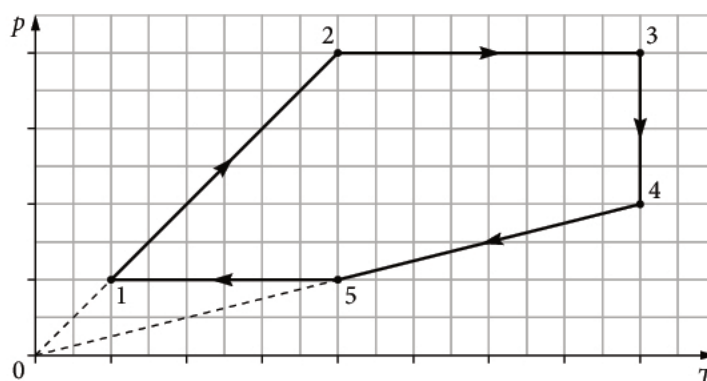
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 7.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	5. Termodynamika. Zdający: 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną. 3) interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego.

### Poprawna odpowiedź

Narysowanie wykresu zależności  $p(T)$  w cyklu przemian.



### Schemat punktowania

2 p. – poprawne narysowanie wykresów dla wszystkich przemian cyklu.

1 p. – poprawne narysowanie przemian izobarycznych i izotermicznej, ale niedokładne narysowanie wykresów przemiany izochorycznej – odcinki nie leżą na prostej przechodzącej przez początek układu współrzędnych.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 7.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	5. Termodynamika. Zdający: 8) analizuje pierwszą zasadę termodynamiki jako zasadę zachowania energii.

### Poprawna odpowiedź

Gaz oddawał ciepło w przemianach  $4 \rightarrow 5$  i  $5 \rightarrow 1$ .

Korzystamy z I zasady termodynamiki  $\Delta U = Q + W$ .

W przemianie  $4 \rightarrow 5$  energia wewnętrzna gazu maleje  $\Delta U < 0$ , a praca nie jest wykonywana  $W = 0$ . Oznacza to, że  $Q < 0$ , czyli gaz oddaje ciepło.

W przemianie  $5 \rightarrow 1$  energia wewnętrzna gazu maleje  $\Delta U < 0$  pomimo wykonywania pracy nad gazem  $W > 0$ . Oznacza to, że  $Q < 0$ , czyli gaz oddaje ciepło.

### Schemat punktowania

1 p. – poprawne wskazanie przemian  $4 \rightarrow 5$  i  $5 \rightarrow 1$  oraz brak wskazania innych przemian.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 8. (0–4)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	5. Termodynamika. Zdający: 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu; 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną; 6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej; 7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

### Poprawna odpowiedź

W opisanej sytuacji gaz podlega przemianie izobarycznej.

Obliczamy zmianę objętości gazu na skutek podgrzania  $\Delta V = 2 \text{ cm} \cdot 4 \text{ dm}^2 = 0,8 \text{ dm}^3$ .

Stosujemy równanie Clapeyrona i obliczamy przyrost temperatury gazu  $\Delta T = \frac{p \cdot \Delta V}{n \cdot R}$  (wartość liczbową  $\Delta T \approx 9,6 \text{ K}$ ).

Obliczamy ciepło molowe przy stałym ciśnieniu  $C_p = C_V + R = \frac{5}{2} R$ .

Obliczamy ciepło  $Q = n \cdot C_p \cdot \Delta T = n \cdot \frac{5}{2} R \cdot \frac{p \cdot \Delta V}{n \cdot R} = \frac{5}{2} p \cdot \Delta V = 200 \text{ J}$

(lub  $Q = n \cdot C_p \cdot \Delta T = 1 \text{ mol} \cdot \frac{5}{2} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 9,6 \text{ K} \approx 200 \text{ J}$ ).

### Schemat punktowania

4 p. – obliczenie dostarczonego ciepła 200 J.

3 p. – doprowadzenie do końcowego wzoru  $Q = \frac{5}{2} p \cdot \Delta V$ , błędy w obliczeniu ciepła Q

lub

poprawna metoda obliczeń kolejno  $\Delta V$ ,  $\Delta T$ , Q, ale z błędami rachunkowymi lub błędami podczas przeliczania jednostek.

2 p. – obliczenie zmiany objętości gazu oraz wyznaczenie (za pomocą wzoru lub obliczenie wartości) przyrostu temperatury z równania Clapeyrona oraz obliczenie / zapisanie ciepła molowego przy stałym ciśnieniu.

1 p. – obliczenie zmiany objętości gazu lub wyznaczenie (za pomocą wzoru) przyrostu temperatury z równania Clapeyrona lub obliczenie / zapisanie ciepła molowego przy stałym ciśnieniu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 9.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	4. Grawitacja. Zdający: 8) oblicza okresy obiegu planet i ich średnie odległości od gwiazdy, wykorzystując III prawo Keplera dla orbit kołowych. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

### Poprawna odpowiedź

Korzystamy z III prawa Keplera i obliczamy wyrażenie  $\frac{T^2}{R^3}$  dla księżyców.

$$\text{Leda: } \frac{T^2}{R^3} = \frac{240,9^2}{11,165^3} \approx 41,7$$

$$\text{Febe: } \frac{T^2}{R^3} = \frac{550,5^2}{12,952^3} \approx 139,5$$

$$\text{Ananke: } \frac{T^2}{R^3} = \frac{629,8^2}{21,276^3} \approx 41,2$$

Wokół tej samej planety krążą księżyce: Leda i Ananke, ponieważ wartość wyrażenia  $\frac{T^2}{R^3}$  jest dla nich w przybliżeniu równa.

### Schemat punktowania

- 2 p. – wykonanie obliczeń i ustalenie, że tymi księżycami są: Leda i Ananke, podkreślenie ich nazw w tabeli.
- 1 p. – zastosowanie III prawa Keplera i poprawne obliczenie wyrażenia przynajmniej dla jednego z księżyców.
- 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 9.2. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	4. Grawitacja. Zdający: 9) oblicza masę ciała niebieskiego na podstawie obserwacji ruchu jego satelity. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

### Poprawna odpowiedź

Siłą dośrodkową, która działa na księżyc jest siła grawitacji.

$$\frac{m \cdot v^2}{r} = \frac{G \cdot M \cdot m}{r^2}, \text{ gdzie } v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$$

(lub korzystamy ze wzorów:  $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$  i  $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$ ).

Po przekształceniach otrzymujemy wzór:  $M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2}$ ,

z którego obliczamy masę:  $M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot (12,952 \cdot 10^9 \text{ m})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{N} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}^2} \cdot (550,5 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ s})^2} \approx 5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ .

### Schemat punktowania

- 3 p. – obliczenie masy planety: około  $5,7 \cdot 10^{26} \text{ kg}$ .
- 2 p. – wyprowadzenie wzoru na masę planety.
- 1 p. – zastosowanie odpowiednich wzorów na siłę lub prędkość.
- 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 10. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków; 7) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem; 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu.

### Poprawna odpowiedź

Przez ścianę boczną światło przechodzi bez zmiany kierunku, ponieważ kąt padania światła jest równy  $0^\circ$ .

Przekrój pryzmatu jest trójkątem równobocznym, można obliczyć kąt padania promienia na podstawie pryzmatu. Kąt ten jest równy  $60^\circ$ .

#### Sposób I.

Sprawdzamy, czy na podstawie pryzmatu wystąpi całkowite wewnętrzne odbicie.

Obliczamy sinus kąta granicznego  $\sin \alpha_{\text{gr}} = \frac{1}{n} = \frac{1}{1,5} \approx 0,667$  i kąt graniczny  $\alpha_{\text{gr}} \approx 42^\circ$

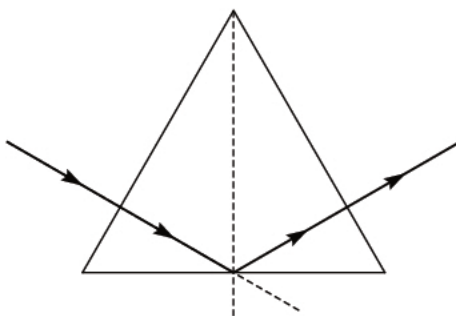
(można też porównać sinus kąta granicznego z sinusem kąta  $60^\circ$ ).

Ponieważ kąt padania  $60^\circ$  jest większy od kąta granicznego  $42^\circ$ , to od podstawy pryzmatu promień się odbije, nie ulegając załamaniu.

#### Sposób II.

Stosujemy prawo załamania  $1,5 \cdot \sin 60^\circ = 1 \cdot \sin \beta$  i obliczamy kąt załamania  $\beta$ . Otrzymujemy  $\sin \beta \approx 1,3$ , co oznacza, że kąt załamania nie istnieje i występuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.

Poprawny bieg promienia przedstawiono na rysunku.



### Schemat punktowania

3 p. – poprawne narysowanie wszystkich promieni, obliczenie kąta padania  $60^\circ$  oraz kąta granicznego  $42^\circ$  (lub wykazanie, że kąt załamania nie istnieje).

2 p. – poprawne narysowanie promieni:

- przechodzącego przez pierwszą ścianę boczną pryzmatu
- odbitego od podstawy pryzmatu
- przechodzącego bez zmiany kierunku przez drugą ścianę boczną pryzmatu

oraz

obliczenie kąta padania promienia na podstawę pryzmatu  $60^\circ$  i zapisanie, że jest on większy od kąta granicznego (bez obliczeń).

1 p. – poprawne narysowanie promienia przechodzącego przez pierwszą ścianę boczną.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 11. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	GIMNAZJUM 3. Właściwości materii. Zdający: 9) wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesesa.

**Poprawna odpowiedź**

D

Komentarz (nie jest wymagany):

Ciało pływa całkowicie zanurzone w cieczy, jeżeli jego gęstość jest równa gęstości cieczy. Gęstość cieczy po dosypaniu soli o masie  $m$  będzie równa  $d = \frac{(500 \text{ g} + m)}{500 \text{ cm}^3} = 1,05 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ .

W wyniku rozwiązywania równania otrzymujemy  $m = 25 \text{ g}$ .

**Schemat punktowania**

1 p. – zaznaczenie D.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 12.1. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 1. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 8) wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca.

**Poprawna odpowiedź**

*faz (ewentualnie: pełni, kwadry, nowiu)*

**Schemat punktowania**

1 p. – poprawny wpis w luce.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 12.2. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 1. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 8) wyjaśnia przyczynę występowania faz i zaćmień Księżyca.

**Poprawna odpowiedź**

Do zaćmienia Księżyca może dojść tylko podczas nowiu / pełni. Może być ono obserwowane w danej chwili tylko z niewielkiego obszaru powierzchni Ziemi / z prawie całej półkuli, na której jest noc.

### Schemat punktowania

1 p. – poprawne podkreślenia w obydwu zdaniach.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Zadanie 13.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 1. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 9) opisuje zasadę pomiaru odległości z Ziemi do Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

#### Poprawna odpowiedź

*paralaksą* lub *paralaksą geocentryczną*

### Schemat punktowania

1 p. – poprawny wpis.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Zadanie 13.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 1. Grawitacja i elementy astronomii. Zdający: 9) opisuje zasadę pomiaru odległości z Ziemi do Księżyca i planet opartą na paralaksie i zasadę pomiaru odległości od najbliższych gwiazd opartą na paralaksie rocznej, posługuje się pojęciem jednostki astronomicznej i roku świetlnego.

#### Poprawna odpowiedź

A

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie A.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

#### Zadanie 14. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	8. Prąd stały. Zdający: 5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle.

### Poprawna odpowiedź

Obliczenie oporów zastępczych.

1.  $R_{DB}$  – obliczamy  $\frac{1}{R_{DB}} = \frac{1}{2\ \Omega} + \frac{1}{1\ \Omega} + \frac{1}{2\ \Omega} = 2\frac{1}{\Omega}$ , skąd  $R_{DB} = 0,50\ \Omega$ .

2.  $R_{AC}$  – obliczamy  $\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{2\ \Omega} + \frac{1}{2\ \Omega} = \frac{1}{\Omega}$ , skąd  $R_{AC} = 1\ \Omega$ , bo w takim połączeniu prąd przez gałąź BD nie popłynie.

3.  $R_{AB}$  – obliczamy najpierw opór między BD:  $\frac{1}{R_{BD}} = \frac{1}{1\ \Omega} + \frac{1}{2\ \Omega} = \frac{3}{2}\frac{1}{\Omega}$ , skąd  $R_{BD} = \frac{2}{3}\ \Omega$

Następnie  $\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{1\ \Omega} + \frac{1}{\left(1 + \frac{2}{3}\right)\Omega} = \frac{8}{5}\frac{1}{\Omega}$ , skąd  $R_{AB} = \frac{5}{8}\ \Omega = 0,625\ \Omega$ .

### Schemat punktowania

- 3 p. – poprawne obliczenie trzech oporów.
- 2 p. – poprawne obliczenie dwóch oporów.
- 1 p. – poprawne obliczenie jednego oporu.
- 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 15.1. (0–3)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	GIMNAZJUM 6. Ruch drgający i fale. Zdający: 2) posługuje się pojęciami amplitudy drgań, okresu, częstotliwości do opisu drgań, wskazuje położenie równowagi oraz odczytuje amplitudę i okres z wykresu $x(t)$ dla drgającego ciała. 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu.

### Poprawna odpowiedź

Można obliczyć, że w czasie 1 sekundy pomiarów jest 5, więc miernik wykonywał pomiary z częstotliwością 5 Hz.

Częstotliwość dźwięku kamertonu można odczytać z wykresu, np. w chwili  $t = 0$  s, ponieważ wtedy kamerton był w spoczynku i miernik rejestrował niezmienną częstotliwość dźwięku: 512 Hz.

Okres drgań wahadła można odczytać z wykresu jako czas między kolejnymi maksimami rejestrowanej częstotliwości. Wynosi on około 2,8 s, czyli częstotliwość drgań wahadła to około 0,36 Hz.

### Schemat punktowania

- 3 p. – poprawne zapisanie trzech częstotliwości: 5 Hz, 512 Hz, 0,36 Hz.
- 2 p. – poprawne zapisanie dwóch częstotliwości.
- 1 p. – poprawne zapisanie jednej częstotliwości.
- 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.



**Zadanie 15.2. (0–2)**

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 13) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) sporządza wykres na podstawie danych z tabeli (oznaczenie wielkości i skali na osiach), a także odczytuje dane z wykresu.

**Poprawna odpowiedź**

Wahadło (kamerton) ma największą prędkość  $v_{\max}$  wtedy, gdy przechodzi przez położenie równowagi, zbliżając się do miernika częstotliwości lub oddalając się od niego.

Sposób I. Wahadło zbliża się do miernika.

Odczytujemy z wykresu maksymalną częstotliwość dźwięku  $f_{\max} = 512,65 \text{ Hz}$  i korzystamy ze wzoru

$$\text{na efekt Dopplera } f_{\max} = f_0 \frac{v_d}{v_d - v_{\max}}.$$

$$\text{Po przekształceniach otrzymujemy } v_{\max} = v_d \cdot \left(1 - \frac{f_0}{f_{\max}}\right) = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \left(1 - \frac{512 \text{ Hz}}{512,65 \text{ Hz}}\right) \approx 0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Sposób II. Wahadło oddala się od miernika.

Odczytujemy z wykresu minimalną częstotliwość dźwięku  $f_{\min} = 511,35 \text{ Hz}$  i korzystamy ze wzoru

$$\text{na efekt Dopplera } f_{\min} = f_0 \frac{v_d}{v_d + v_{\max}}.$$

$$\text{Po przekształceniach otrzymujemy } v_{\max} = v_d \cdot \left(\frac{f_0}{f_{\min}} - 1\right) = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \left(\frac{512 \text{ Hz}}{511,35 \text{ Hz}} - 1\right) \approx 0,43 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Uwaga. Różnica  $|f_{\max} - f_0|$  jest nieco inna niż różnica  $|f_0 - f_{\min}|$ , ale nie można jej dostrzec na wykresie. Z wykresu wystarczy odczytać częstotliwości z dokładnością do  $\pm 0,10 \text{ Hz}$ , a obliczona wartość prędkości powinna należeć do przedziału  $\left(0,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}; 0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ .

**Schemat punktowania**

2 p. – obliczenie wartości prędkości:  $v_{\max} \in \left(0,36 \frac{\text{m}}{\text{s}}; 0,50 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ .

1 p. – zastosowanie odpowiedniej do wybranej częstotliwości ( $f_{\max}$  lub  $f_{\min}$ ) wersji wzoru na efekt Dopplera i podjęcie próby przekształcenia wzoru w celu obliczenia  $v_{\max}$ .

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**Zadanie 15.3. (0–1)**

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
POZIOM PODSTAWOWY I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu.

### Poprawna odpowiedź

Korzystając ze wzoru na prędkość w ruchu drgającym  $v(t) = A \cdot \omega \cdot \cos(\omega \cdot t)$  (karta wzorów), można ustalić, że  $v_{\max} = A \cdot \omega = A \cdot 2 \cdot \pi \cdot f$ . Stąd otrzymujemy  $A = \frac{v_{\max}}{2 \cdot \pi \cdot f}$ .

### Schemat punktowania

1 p. – wyprowadzenie wzoru  $A = \frac{v_{\max}}{2 \cdot \pi \cdot f}$ .

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 15.4. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 13) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. GIMNAZJUM 6. Ruch drgający i fale. Zdający: 1) opisuje ruch wahadła matematycznego i ciężarka na sprężynie oraz analizuje przemiany energii w tych ruchach.

### Poprawna odpowiedź

1 – F, 2 – P, 3 – P

Komentarz (nie jest wymagany):

1. Fałsz. Okres drgań wahadła nie zależy od amplitudy (dla małych kątów).
2. Prawda. Długość fali wyraża się wzorem  $\lambda = \frac{v_d}{f}$ .
3. Prawda. Jeśli energia potencjalna wahadła jest maksymalna, to wahadło jest w spoczynku i efekt Dopplera nie występuje.

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 16. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	7. Pole elektryczne. Zdający: 12) opisuje wpływ pola elektrycznego na rozmieszczenie ładunków w przewodniku, wyjaśnia działanie piorunochronu i klatki Faradaya. GIMNAZJUM 4. Elektryczność. Zdający: 2) opisuje jakościowo oddziaływanie ładunków jednoimiennych i różnoimiennych.

### Poprawna odpowiedź

C-1

Pomiędzy pałeczką ebonitową i stalową igielką nie występuje oddziaływanie magnetyczne. Igielka jest przewodnikiem – pod wpływem ładunku na pałeczce elektryzuje się przez indukcję. Koniec igielki,

który jest bliżej pałeczki (biegun północny) elektryzuje się dodatnio i przyciągany przez pałeczkę obraca się w jej stronę.

### Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie C-1.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 17.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
POZIOM PODSTAWOWY I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	2. Fizyka atomowa. Zdający: 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii.

### Poprawna odpowiedź

Obliczamy pęd fotonu  $p = \frac{h}{\lambda} \approx 1,33 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

### Schemat punktowania

1 p. – obliczenie pędu fotonu  $p \approx 1,33 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 17.2. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.

### Poprawna odpowiedź

Siłę oddziaływania fotonu na łopatkę można przedstawić zgodnie z II zasadą dynamiki Newtona za pomocą wzoru  $\vec{F} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$ , gdzie  $\Delta \vec{p}$  jest zmianą pędu fotonu oddziałującego na łopatkę.

Czarna powierzchnia pochłania fotony i wartość zmiany pędu jest równa  $|\Delta \vec{p}| = p$ .

Powierzchnia srebrna odbija fotony i dlatego  $|\Delta \vec{p}| = 2 \cdot p$ , co oznacza większą siłę oddziaływania fotonów na srebrną stronę łopatki.

### Schemat punktowania

2 p. – zauważenie, że czarna powierzchnia pochłania, a srebrna odbija światło oraz powołanie się na II zasadę dynamiki Newtona i fakt, że wartość zmiany pędu fotonu jest większa przy odbiciu.

1 p. – zauważenie, że czarna powierzchnia pochłania, a srebrna odbija światło.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 17.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	2. Mechanika bryły sztywnej. Zdający: 7) analizuje ruch obrotowy bryły sztywnej pod wpływem momentu sił.

#### Poprawna odpowiedź

Gdy usuniemy z bańki powietrze i skierujemy na nią światło ze źródła światła umieszczonego jak na rysunku, to wiatraczek będzie obracał się zgodnie z ruchem wskazówek zegara / przeciwnie do ruchu wskazówek zegara, ponieważ moment siły działającej na posrebrzoną stronę wiatraczka jest mniejszy / większy niż moment siły działającej na jego czarną stronę.

#### Schemat punktowania

- 1 p. – prawidłowe obydwie podkreślenia.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### Zadanie 17.4. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	2. Fizyka atomowa. Zdający: 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii. GIMNAZJUM 7. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 11) podaje przybliżoną wartość prędkości światła w próżni; wskazuje prędkość światła jako maksymalną prędkość przepływu informacji.

#### Poprawna odpowiedź

1 – P, 2 – P, 3 – F, 4 – P

Komentarz (nie jest wymagany):

- Prawda. W próżni wszystkie fotony (fale elektromagnetyczne) mają prędkość  $c$ .
- Prawda. Energia fotonu wyraża się wzorem np.  $E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ . Barwa światła jest związana z długością fali (w próżni od 350 nm – fioletowa do 750 nm – czerwona), dlatego energia fotonu też zależy od barwy światła.
- Falsz. Odpowiedź wynika z treści artykułu. Gdy wypompowano z bańki radiometru powietrze, to wiatraczek obracał się w przeciwną stronę.
- Prawda. Światło, odbijając się od żagla–lustra, wywiera na żagiel siłę i może stanowić napęd dla statku kosmicznego.

#### Schemat punktowania

- 2 p. – zaznaczenie czterech poprawnych odpowiedzi.  
1 p. – zaznaczenie trzech poprawnych odpowiedzi.  
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.