PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z NOWĄ ERĄ 2015/1016

FIZYKA
POZIOM ROZSZERZONY

ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ

Copyright by Nowa Era Sp. z o.o.

Uwaga: Akceptowane są wszystkie odpowiedzi merytorycznie poprawne i spełniające warunki zadania. Końcowe wyniki mogą się różnić od podanych o ok. 1% ze względu na zaokrąglenia.

Zadanie 1.1. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 4) wykorzystuje związki pomiędzy położeniem, prędkością i przyspieszeniem w ruchu jednostajnym i jednostajnie zmiennym do obliczania parametrów ruchu; 5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.

Przykładowe rozwiązanie

Dzielimy wykres $v_x(t)$ na przedziały.

Przyspieszenie w przedziale czasu (0 s; 1 s):

$$\frac{\Delta v_x}{\Delta t} = 0\,.$$

Przyspieszenie w przedziale czasu (1 s; 2 s):

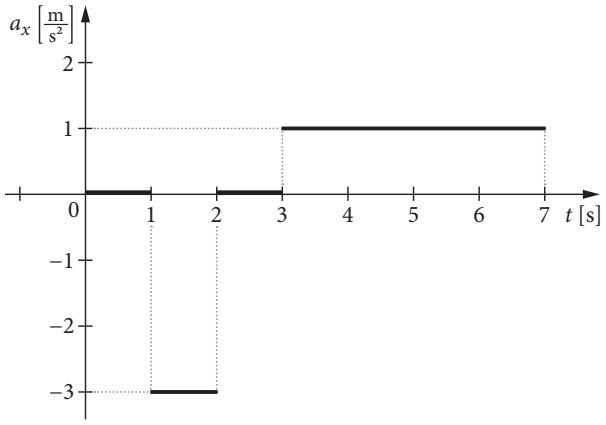
$$\frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{(0-3)}{(2-1)}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = -3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$

Przyspieszenie w przedziale czasu (2 s; 3 s):

$$\frac{\Delta v_x}{\Delta t} = 0\,.$$

Przyspieszenie w przedziale (3 s; 7 s):

$$\frac{\Delta v_x}{\Delta t} = \frac{(4-0)}{(7-3)}\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} = 1\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}\,.$$



Schemat punktowania

3 p. – całkowicie poprawny wykres.

2 p. – poprawny wykres dla przedziałów (0 s; 1 s) i (2 s; 7 s), ale błędne a_x dla przedziału (1 s; 2 s) lub poprawny przebieg $a_x(t)$, ale brak oznaczenia jednej z osi lub nieokreślona skala na jednej z osi.

1 p. – poprawne odcinki zerowe lub poprawne jakościowo pozostałe odcinki.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 1.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
GIMNAZJUM I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 1) posługuje się pojęciem prędkości do opisu ruchu; przelicza jednostki prędkości; 2) odczytuje prędkość i przebytą odległość z wykresów zależności drogi i prędkości od czasu oraz rysuje te wykresy na podstawie opisu słownego.

Przykładowe rozwiązanie

Droga s jest równa polu między wykresem $v_x(t)$ a osią t:

$$s = (3 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 1 + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 4)\,\mathrm{m} = 12{,}5\,\mathrm{m}\,.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość s.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i niepoprawna wartość s.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania 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. 3. Energia mechaniczna. Zdający: 1) oblicza pracę siły na danej drodze. GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 6) posługuje się pojęciem przyspieszenia do opisu ruchu prostoliniowego jednostajnie przyspieszonego; 9) posługuje się pojęciem siły ciężkości; 12) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Poprawne odpowiedzi

F, P, F

Schemat punktowania

1 p. – trzy poprawne odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
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.

Przykładowe rozwiązanie

Oznaczenia: v – wartość prędkości, a – wartość przyspieszenia, t – czas, s – droga.

$$v = at$$

$$s = \frac{1}{2}at^2$$

A zatem:

$$\sqrt{2sa} = v$$

Ten wzór może być uzyskany na wiele sposobów, np.:

– z zasady zachowania energii w polu stałej siły ($mas = \frac{1}{2}mv^2$),

– z obliczenia pola pod wykresem $v(t)$, czyli pola trójkąta o przyprostokątnych v oraz $\frac{v}{a}$.

Wobec tego:

$$\frac{v'}{v} = \sqrt{\frac{s'}{s}}.$$

gdzie v' jest wartością prędkości po przebyciu drogi s'.

Wynik:

$$v' = v\sqrt{\frac{s'}{s}} = 9{,}90\,\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość prędkości.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości, ale niepoprawny końcowy wynik (popełnienie błędu rachunkowego, niemniej wynik powinien być mniejszy od $14\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$ i większy od $7\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 4. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe); 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona.

Poprawna odpowiedź

B

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 5. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	7. Pole elektryczne. Zdający: 1) wykorzystuje prawo Coulomba do obliczenia siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi. GIMNAZJUM 4. Elektryczność. Zdający: 4) stosuje zasadę zachowania ładunku elektrycznego.

Poprawna odpowiedź
A

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 6. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	5. Termodynamika. Zdający: 12) wykorzystuje pojęcie ciepła właściwego oraz ciepła przemiany fazowej w analizie bilansu cieplnego.

Przykładowe rozwiązania
Rozwiązanie 1.

T – temperatura układu po stopieniu się całego lodu

$m_L = 10\ \text{kg}$

$m_w = 50\ \text{kg}$

$Q = 5800\ \text{kJ}$

$c_L = 2100\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$L_t = 330 \cdot 10^3\ \frac{\text{J}}{\text{kg}}$

$c_w = 4200\ \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

$T_w = 50°\text{C}$

$T_L = -5°\text{C}$

Bilans energetyczny (T w °C):

$$m_w c_w (T_w - T) = Q + m_L[L_t + c_L(0°C - T_L) + c_w(T - 0°C)]$$

$$T = \frac{m_w c_w T_w - Q - m_L L_t + m_L c_L T_L}{c_w (m_L + m_w)}$$

$$T = 5{,}14°C$$

$$T \approx 5°C$$

Rozwiązanie 2.

T – temperatura układu po stopieniu się całego lodu

$m_L = 10$ kg

$m_w = 50$ kg

$Q = 5800$ kJ

$c_L = 2100 \ \frac{J}{kg \cdot K}$

$L_t = 330 \cdot 10^3 \ \frac{J}{kg}$

$c_w = 4200 \ \frac{J}{kg \cdot K}$

$T_w = 323$ K

$T_L = 268$ K

Bilans energetyczny (T w K):

$$m_w c_w (T_w - T) = Q + m_L[L_t + c_L(273\ K - T_L) + c_w(T - 273\ K)]$$

$$T = \frac{m_w c_w T_w - Q - m_L L_t - m_L c_L (273\ K - T_L) - m_L c_w 273\ K}{c_w (m_L + m_w)}$$

$$T \approx 278\ K$$

Schemat punktowania

3 p. – obliczenia prowadzące do poprawnego wyniku i poprawna wartość T.

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnego wyniku i uzyskanie niepoprawnej wartości T na skutek błędu czysto rachunkowego, pod warunkiem, że $T < 50°C$. Jeśli uzyskano $T < 0°C$, 2 p. są przyznawane pod warunkiem umieszczenia przez rozwiązującego odpowiedniego komentarza lub wypisania bilansu dla przypadku, gdy nie cały lód się stopił.

1 p. – obliczenia nieuwzględniające ciepła oddanego otoczeniu lub ciepła potrzebnego na ogrzanie lodu (poza tym poprawne).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów, w szczególności rozwiązania, w których ciepło właściwe wyrażone jest w jednostkach $\frac{J}{kg \cdot °C}$, a jego wartość liczbowa jest różna od wartości wyrażonej w $\frac{J}{kg \cdot K}$.

Zadanie 7. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 4) wyznacza długość fali świetlnej przy użyciu siatki dyfrakcyjnej.

Przykładowe rozwiązanie

Korzystamy z równania siatki dyfrakcyjnej. Skoro 2. rząd widma nie jest rejestrowany (mimo intensywnej wiązki), to podwojona długość fali λ jest równa lub większa od odległości między rysami na siatce, czyli:

$$2\lambda \geq \frac{1\,\text{mm}}{1000}.$$

Zatem:

$$\lambda \geq 0{,}5\ \mu\text{m}.$$

A skoro 1. rząd widma jest rejestrowany, to długość fali jest mniejsza niż odległości między rysami na siatce, czyli:

$$\lambda < 1\ \mu\text{m}.$$

Ostatecznie:

$$0{,}5\ \mu\text{m} \leq \lambda < 1\ \mu\text{m}.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia i argumenty prowadzące do poprawnych ograniczeń na λ i uzyskanie poprawnych ograniczeń (obie równości mogą być ostre).

1 p. – obliczenia i argumenty prowadzące do jednego poprawnego ograniczenia na λ i uzyskanie poprawnego ograniczenia lub obliczenia i argumenty prowadzące do dwóch poprawnych ograniczeń na λ i uzyskanie niepoprawnych ograniczeń na skutek błędów rachunkowych.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 8. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	5. Termodynamika. Zdający: 2) opisuje przemianę izotermiczną, izobaryczną i izochoryczną; 6) oblicza zmianę energii wewnętrznej w przemianach izobarycznej i izochorycznej oraz pracę wykonaną w przemianie izobarycznej.

Poprawna odpowiedź

C2

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu.

Przykładowe rozwiązanie

$m = 1$ kg

$l_0 = 21$ cm

$l_s = 25$ cm

Wydłużenie sprężyny obciążonej paczką soli:

$$x_s = l_s - l_0 = 0{,}04 \text{ m}.$$

Siła działająca na sprężynę jest równa ciężarowi paczki soli. Z prawa Hooke'a:

$$k = \frac{mg}{x_s} = 245 \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

Schemat punktowania

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnego wyniku i poprawny wynik w wymaganych jednostkach.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu.

Przykładowe rozwiązanie

M – masa dyni

$l_d = 31$ cm

$x_d = l_d - l_0 = 0{,}1$ m

Z prawa Hooke'a:

$$M_g = k\, x_d$$

$$M = \frac{m \cdot x_d}{x_s} = 2{,}5 \text{ kg}$$

Schemat punktowania

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnego wyniku i poprawny wynik w wymaganych jednostkach; obliczenia mogą rozpoczynać się od poprawnej równości $\frac{M}{x_d} = \frac{m}{x_s}$ bez uzasadnienia.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.3. (0–3)

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.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczanej wielkości fizycznej).

Przykładowe rozwiązanie

Stałą sprężystości sprężyny obliczamy ze wzoru:

$$k' = \frac{m(2\pi)^2}{T^2}.$$

Dla kolejnych pomiarów otrzymujemy wartości: $245\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$; $235\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$; $257\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$; $239\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}$. Do obliczeń przyjęto $\pi = 3{,}14$.

Średnia wartość stałej sprężystości sprężyny:

$$k' = 244\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.$$

Bezwzględną niepewność pomiarową obliczamy na podstawie wzoru:

$$\Delta k' = \frac{k'_{\max} - k'_{\min}}{2}$$

$$\Delta k' = 11\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.$$

Wynik zapisujemy w postaci:

$$k' = (244 \pm 11)\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{m}}.$$

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie wartości stałej sprężystości i oszacowanie jej niepewności.

2 p. – obliczenie wartości stałej sprężystości bez oszacowania jej niepewności.

1 p. – zapisanie wzoru na współczynnik sprężystości wykorzystującego masę ciężarka i okres drgań sprężyny.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 9.4. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczanej wielkości fizycznej).

Przykładowe rozwiązanie

Wybrane czynniki wpływające na wielkość niepewności wyznaczenia stałej sprężystości w opisanych pomiarach (dowolne 3 z poniższych):

– niepewność pomiaru długości sprężyny,

– niepewność przyjętej masy paczki soli,

– odstępstwa od prawa Hooke'a,

– niepewność pomiaru czasu,

– niepewność obliczonej wartości wynikająca z nieuwzględnienia masy sprężyny we wzorze na okres drgań.

Schemat punktowania

2 p. – podanie 3 lub większej liczby istotnych czynników, brak nieistotnych czynników.

1 p. – podanie 2 istotnych czynników, bez względu na liczbę wymienionych nieistotnych czynników.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 10. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. GIMNAZJUM I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona. GIMNAZJUM 3. Właściwości materii. Zdający: 6) posługuje się pojęciem ciśnienia (w tym ciśnienia hydrostatycznego i atmosferycznego); 7) formułuje prawo Pascala i podaje przykłady jego zastosowania.

Przykładowe rozwiązanie

Zgodnie z prawem Pascala ciśnienie wywierane przez olej na tłoki, jeśli tłoki są na tym samym poziomie, jest takie samo. Ciśnienie jest równe ciężarowi tłoka Q podzielonemu przez powierzchnię jego podstawy S:

$$p_1 = p_2$$
$$\frac{Q_1}{S_1} = \frac{Q_2}{S_2}.$$

Po dodaniu odważników o ciężarze Q' i utrzymaniu pozycji tłoków:

$$\frac{(Q_1' + Q_1)}{S_1} = \frac{(Q_2' + Q_2)}{S_2}.$$

Widać, że ciężary tłoków nie wpłyną na wynik. Ponieważ ciężary odważników są proporcjonalne do ich mas m', a pola powierzchni podstaw do kwadratów średnic tłoków d, otrzymujemy:

$$\frac{m_1'}{d_1^2} = \frac{m_2'}{d_2^2}.$$

Masa odważnika, który należy umieścić na małym tłoku:

$$m_1' = \frac{m_2' d_1^2}{d_2^2} = 2{,}5 \text{ kg}.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość masy odważnika; brak wpływu mas tłoków nie musi być dowiedziony.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości, ale niepoprawny końcowy wynik (popełnienie błędu rachunkowego, niemniej wynik nie powinien różnić się więcej niż o czynnik 10 od wyniku poprawnego).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 11.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. GIMNAZJUM I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	5. Termodynamika. Zdający: 1) wyjaśnia założenia gazu doskonałego i stosuje równanie gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczenia parametrów gazu. GIMNAZJUM 3. Właściwości materii. Zdający: 8) analizuje i porównuje wartości sił wyporu dla ciał zanurzonych w cieczy lub gazie.

Przykładowe rozwiązanie

Objętość helu w balonie obliczamy z równania Clapeyrona $pV = nRT$:

$$V = \frac{nRT}{p} = 0{,}0623 \text{ m}^3.$$

Wartość siły wyporu działającej na balon:

$$F_w = \rho V_g = 0{,}734 \text{ N}.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość siły wyporu.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości, ale niepoprawny końcowy wynik (popełnienie błędu rachunkowego, niemniej wynik nie powinien różnić się więcej niż o czynnik 10 od wyniku poprawnego).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 11.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie. GIMNAZJUM I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona. GIMNAZJUM 3. Właściwości materii. Zdający: 9) wyjaśnia pływanie ciał na podstawie prawa Archimedesa.

Przykładowe rozwiązanie

Ciężar balonu z helem ($m_{He} = 3 \cdot 4$ g – masa helu) i wiszącym fragmentem sznurka Q musi być równy wartości siły wyporu:

$$Q = F_w$$

$$Q = (m_p + m_{He} + \lambda h)g$$

$$h = \frac{\frac{F_w}{g} - m_p - m_{He}}{\lambda} = 2{,}48\ \text{m}$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość h.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości, ale niepoprawny końcowy wynik (popełnienie błędu rachunkowego, w tym błędna wartość siły wyporu F_w z poprzednich obliczeń, niemniej wynik nie powinien różnić się więcej niż o czynnik 10 od poprawnego wyniku).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 11.3. (0–2)

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.

Przykładowe rozwiązanie

Siły oporu pojawiają się dopiero podczas ruchu. Z drugiej zasady dynamiki obliczamy początkowe przyspieszenie balonu:

$$a\,(m_p + m_{He}) = F_w - (m_p + m_{He})\,g$$

$$a = \frac{F_w}{(m_p - m_{He})} - g = 4{,}86\ \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Balon nie będzie poruszać się cały czas z takim przyspieszeniem, gdyż zacznie działać na niego siła oporu powietrza.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość *a* oraz poprawny wniosek z uzasadnieniem.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości, ale niepoprawny końcowy wynik (popełnienie błędu rachunkowego, w tym błędna wartość siły F_w z poprzednich obliczeń, niemniej wynik nie powinien różnić się więcej niż o czynnik 10 od wyniku poprawnego) oraz poprawny wniosek z uzasadnieniem.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

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.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona; 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.

Przykładowe rozwiązanie

Zgodnie z drugą zasadą dynamiki suma składowych poziomych sił działających na nieruchomą szafę jest równa 0. Wartość siły tarcia statycznego jest więc równa wartości siły, z jaką Marek napiera na szafę, czyli 1110 N.

Schemat punktowania

1 p. – podanie poprawnej wartości siły tarcia, czyli 1110 N (uzasadnienie nie jest konieczne).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 12.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
GIMNAZJUM III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.	GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 7) opisuje zachowanie się ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona; 12) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Poprawna odpowiedź

C

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 13.1. (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: 8) stosuje w obliczeniach związek między parametrami fali: długością, częstotliwością, okresem, prędkością. 10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 5) opisuje i wyjaśnia zjawisko polaryzacji światła przy odbiciu i przy przejściu przez polaryzator; 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków.

Poprawna odpowiedź
C

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

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.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków.

Przykładowe rozwiązanie
Z prawa załamania: $n_p > n_s$, gdzie n_p to współczynnik załamania plastiku, a n_s współczynnik załamania szkła.

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 14. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 9) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów.

Przykładowe rozwiązanie

Odległość kolczyka od obiektywu – x. Równanie soczewki (y = 66,00 mm):

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{y}$$

$$x = 2{,}11 \text{ m}$$

Stosunek średnic jest równy:

$$\frac{x}{y} = 32\,.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnych wartości oraz poprawne wartości odległości i stosunku średnic.

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnych wartości oraz poprawna wartość tylko odległości lub tylko stosunku średnic.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 15.1. (0–2)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników. POZIOM PODSTAWOWY I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	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; 4) opisuje rozpad izotopu promieniotwórczego, posługując się pojęciem czasu połowicznego rozpadu; rysuje wykres zależności liczby jąder, które uległy rozpadowi od czasu; wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C.

Przykładowe rozwiązanie

1. Należy wyznaczyć początkową masę jąder potasu ^{40}K. Do obliczenia potrzebne są: obecna masa potasu ^{40}K , obecna masa argonu ^{40}Ar i informacja, że 11% potasu ^{40}K rozpada się do argonu ^{40}Ar.

2. Zgodnie z prawem rozpadu promieniotwórczego można oszacować wiek próbki. Potrzebne dane to: masa początkowa potasu ^{40}K, obecna masa potasu ^{40}K, czas połowicznego rozpadu potasu ^{40}K.

Schemat punktowania

2 p. – wymienienie niezbędnych etapów postępowania 1 i 2 (lub równoważnych) wraz z danymi potrzebnymi do realizacji każdego etapu, dopuszczalne jest pominięcie danej „obecna masa potasu ^{40}K" na etapie 2; wymienienie wszystkiego jako jednego etapu, ale z poprawnym opisem, jakie wielkości potrzebne są do obliczenia początkowej masy potasu.

1 p. – wymienienie niezbędnych etapów postępowania 1 i 2 (lub równoważnych) bez wymienienia niezbędnych danych lub niepoprawne wymienienie danych (np. bez przypisania ich do danego etapu postępowania).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 15.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. POZIOM PODSTAWOWY I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 4) interpoluje, ocenia orientacyjnie wartość pośrednią (interpolowaną) między danymi w tabeli, także za pomocą wykresu. 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 od czasu; wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C.

Poprawna odpowiedź

C

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 16.1. (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: 4) opisuje związek pomiędzy temperaturą w skali Kelwina a średnią energią kinetyczną cząsteczek.

Przykładowe rozwiązanie

$$E_{\text{k śr}} = \frac{3}{2}kT$$

$$\frac{E_{\text{k1 śr}}}{E_{\text{k2 śr}}} = \frac{T_1}{T_2} = 1{,}79$$

Schemat punktowania

1 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość ilorazu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 16.2. (0–1)

Wymagania ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści. III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków. IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. POZIOM PODSTAWOWY III. Wskazywanie w otaczającej rzeczywistości przykładów zjawisk opisywanych za pomocą poznanych praw i zależności fizycznych.	11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Zdający: 1) opisuje założenia kwantowego modelu światła. POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 5) interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu.

Poprawna odpowiedź

B2

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 16.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii.

Przykładowe rozwiązanie

Aparatura próżniowa utrzymywana w temperaturze pokojowej może przekazać ciepło próbce gazu poprzez promieniowanie elektromagnetyczne, które aparatura wysyła.

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź (wystarczy „promieniowanie”).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 17.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	7. Pole elektryczne. Zdający: 10) oblicza pracę potrzebną do naładowania kondensatora.

Przykładowe rozwiązanie

Jeśli prąd przestał płynąć, to napięcie na kondensatorze jest równe 5 V. Ładunek zgromadzony na okładce jest równy iloczynowi średniego natężenia i czasu. Energia zmagazynowana w naładowanym kondensatorze:

$$W = Q\,U = \frac{1}{2} \cdot 0{,}5 \cdot 10^{-3}\ \text{A} \cdot 10\ \text{s} \cdot 5\ \text{V} = 12{,}5\ \text{mJ}.$$

Schemat punktowania

1 p. – obliczenia (przedstawione lub równoważne) prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość energii.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 17.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	8. Prąd stały. Zdający: 1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego; 6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze.

Przykładowe rozwiązanie

Część energii została rozproszona na oporze wewnętrznym.

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 17.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	7. Pole elektryczne. Zdający: 8) posługuje się pojęciem pojemności elektrycznej kondensatora; 9) oblicza pojemność kondensatora płaskiego, znając jego cechy geometryczne.

Przykładowe rozwiązanie

Pojemność kondensatora:

$$C = \frac{I \cdot t}{U} = \frac{0{,}5 \cdot 10^{-3}\,\text{A} \cdot 10\,\text{s}}{5\,\text{V}}\ .$$

Pole powierzchni okładki (d – odległość między okładkami):

$$S = \frac{C \cdot d}{\varepsilon_0} = \frac{10^{-3}\,\mathrm{F} \cdot 10^{-4}\,\mathrm{m}}{8{,}85 \cdot 10^{-12}\,\frac{\mathrm{C}^2}{\mathrm{N \cdot m}^2}} = 1{,}13 \cdot 10^4\,\mathrm{m}^2.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenia prowadzące do poprawnej wartości i poprawna wartość S.

1 p. – poprawne obliczenie pojemności kondensatora.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 18.1. (0–1)

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.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 1) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (przewodnik liniowy, pętla, zwojnica); 6) analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym.

Poprawna odpowiedź

D

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 18.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymaganie szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 6) analizuje siłę elektrodynamiczną działającą na przewodnik z prądem w polu magnetycznym.

Przykładowe rozwiązanie

Wartość siły elektrodynamicznej F:

$$F = IlB = 1{,}2\ \mathrm{A} \cdot 0{,}06\ \mathrm{m} \cdot 0{,}1\,\frac{\mathrm{N}}{\mathrm{Am}} = 7{,}2\ \mathrm{mN}.$$

Schemat punktowania

1 p. – poprawne wyznaczenie wartości siły elektrodynamicznej.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 18.3. (0–1)

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. GIMNAZJUM I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	8. Prąd stały. Zdający: 1) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej ogniwa i oporu wewnętrznego; 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych. GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 2) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia.

Przykładowe rozwiązanie

Niezgodność można wyjaśnić, uwzględniając następujące czynniki:

– napięcie między biegunami baterii jest znacznie mniejsze niż 1,6 V ze względu na opór wewnętrzny baterii, który jest najwyraźniej większy niż opór ramki;

– opór wewnętrzny baterii, ze względu na jej konstrukcję, gwałtownie wzrasta przy zwarciu;

– oprócz oporu samej ramki należy uwzględnić opór na stykach ramka – bateria, ramka – magnes oraz opór magnesu;

– podczas obracania się wirnika w polu magnetycznym w wirniku powstaje siła elektromotoryczna indukcji zwrócona przeciwnie do siły elektromotorycznej baterii.

Schemat punktowania

1 p. – podanie co najmniej 1 poprawnego czynnika pomocnego przy wyjaśnieniu pozornej niezgodności.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 18.4. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
GIMNAZJUM IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularnonaukowych).	GIMNAZJUM 5. Magnetyzm. Zdający: 3) opisuje oddziaływanie magnesów na żelazo i podaje przykłady wykorzystania tego oddziaływania. 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 2) wyodrębnia zjawisko z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia.

Przykładowe rozwiązanie

Nieferromagnetyczna ramka może się w miarę swobodnie obracać, mimo że dotyka magnesu. Ferromagnetyczna ramka przylgnęłaby do magnesu i jej obrót byłby albo niemożliwy, albo znacznie wolniejszy.

Schemat punktowania

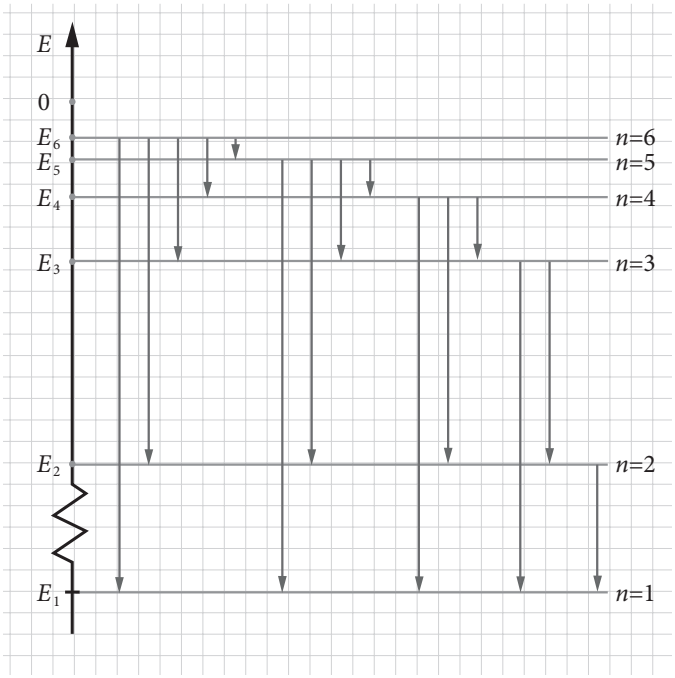
1 p. – wskazanie na oddziaływanie ramka – magnes i wpływ tego oddziaływania na funkcjonowanie układu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 19.1. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
POZIOM PODSTAWOWY I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 3) opisuje budowę atomu wodoru, stan podstawowy i stany wzbudzone; 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii; 5) interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu.

Przykładowe rozwiązanie



Schemat punktowania

3 p. – wykonanie rysunku, na którym widoczne są poziomy, oznaczone od 1 do 6, oraz dokładnie 15 różnych przejść.

2 p. – wykonanie rysunku, na którym są widoczne poziomy od 1 do 6 oraz od 13 do 14 różnych przejść lub 15 przejść, w tym co najwyżej 2 przejścia dublujące przejścia już zaznaczone.

1 p. – wykonanie rysunku, na którym są widoczne poziomy od 1 do 6 oraz niepoprawny poziom oznaczony liczbą 0 oraz dokładnie 21 różnych przejść.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 19.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
POZIOM PODSTAWOWY I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do opisu poznanych zjawisk lub rozwiązania prostych zadań obliczeniowych.	POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 2) interpretuje linie widmowe jako przejścia między poziomami energetycznymi atomów; 5) interpretuje zasadę zachowania energii przy przejściach elektronu między poziomami energetycznymi w atomie z udziałem fotonu.

Poprawna odpowiedź

15

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź (wystarczy sama liczba).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 19.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Zdający: 3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem.

Przykładowe rozwiązanie

Energia fotonu E jest proporcjonalna do jego częstotliwości f. Emitowane fotony mają największą częstotliwość dla przejścia z $n = 6$ na $n = 1$:

$$E = E_6 - E_1 = -13{,}6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \left(\frac{1}{6^2} - \frac{1}{1^2}\right)\text{J} = 2{,}12 \cdot 10^{-18}\ \text{J}$$

$$f = \frac{E}{h} = \frac{2{,}12 \cdot 10^{-18}}{6{,}63 \cdot 10^{-34}}\ \text{Hz} = 3{,}19 \cdot 10^{15}\ \text{Hz}$$

Schemat punktowania

2 p. – poprawne wskazanie przejścia, zapisanie obliczeń prowadzących do poprawnej wartości częstotliwości oraz uzyskanie poprawnego wyniku.

1 p. – poprawne wskazanie przejścia i zastosowanie poprawnego wzoru na E_n, ale uzyskanie niepoprawnej wartości częstotliwości lub brak obliczeń.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 19.4. (0–3)

Wymaganie 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.	11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Zdający: 3) stosuje zasadę zachowania energii do wyznaczenia częstotliwości promieniowania emitowanego i absorbowanego przez atomy. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem; 6) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiaru (szacowanie niepewności pomiaru, obliczanie niepewności względnej, wskazywanie wielkości, której pomiar ma decydujący wkład na niepewność otrzymanego wyniku wyznaczanej wielkości fizycznej).

Przykładowe rozwiązanie

Długości fal dla wymienionych przejść:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{ch}{E}$$

$$ch = 3 \cdot 10^{8} \cdot 6{,}63 \cdot 10^{-34}\ \text{Jm} = 1{,}99 \cdot 10^{-25}\ \text{Jm}$$

$$E_A = E_5 - E_4 = -13{,}6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{4^2}\right)\text{J} = 4{,}90 \cdot 10^{-20}\ \text{J}$$

$$\lambda_A = 4{,}06\ \mu\text{m}$$

$$E_B = E_5 - E_3 = -13{,}6 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{-19} \cdot \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{3^2}\right)\text{J} = 1{,}55 \cdot 10^{-19}\ \text{J}$$

$$\lambda_B = 1{,}29\ \mu\text{m}$$

Laborant może stwierdzić występowanie tych dwóch przejść, gdyż niepewność pomiaru długości fali r jest kilkukrotnie mniejsza niż różnica $\lambda_A - \lambda_B$:

$$\frac{\lambda_A - \lambda_B}{r} = 6{,}93$$

Spełniona jest nierówność: $\lambda_A - \lambda_B > r$

Schemat punktowania

3 p. – zapisanie obliczeń prowadzących do poprawnych wartości długości fal dla przejść A i B, uzyskanie poprawnych wartości długości fal, zauważenie, że różnica długości fal jest większa niż niepewność pomiaru, poprawny wniosek dotyczący możliwości obserwacji dwóch przejść; należy uznać również alternatywne rozwiązania, które są równoważne z zaprezentowanym (np. rozpatrywanie odwrotności długości fal, z poprawnym obliczeniem niepewności pomiarowej dla takiej wielkości).

2 p. – zapisanie obliczeń prowadzących do poprawnych wartości długości fal dla przejść A i B, uzyskanie poprawnych wartości długości fal, poprawny wniosek na temat możliwości obserwacji dwóch przejść bez względu na poprawność uzasadnienia.

1 p. – zapisanie obliczeń prowadzących do poprawnych wartości długości fal dla przejść A i B, ale uzyskanie co najmniej jednej niepoprawnej wartości długości fali, wniosek na temat możliwości obserwacji dwóch przejść z poprawnym uzasadnieniem (w związku z błędem rachunkowym dotyczącym długości fali wniosek może być niepoprawny, ale wnioskowanie powinno być poprawne).

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.