PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY Z NOWĄ ERĄ 2016/2017

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.

Zadanie 1.1. (0–1)

Wymaganie 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.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 1) rozróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe); 5) rysuje i interpretuje wykresy zależności parametrów ruchu od czasu.

Poprawne odpowiedzi

1 – F, 2 – P, 3 – P.

Schemat punktowania

1 p. – trzy poprawne odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 1.2. (0–2)

Wymaganie 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.	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

Drogę samochodu obliczamy jako pole figur „pod wykresem” $v_x(t)$.

Średnia wartość prędkości $v_{śr} = \frac{s}{t} = \frac{200\,\text{m}}{30\,\text{s}} \approx 6{,}67\,\frac{\text{m}}{\text{s}}$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie $v_{śr} \approx 6{,}67 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ (uznajemy też inne przybliżenia)

1 p. – poprawne obliczenie drogi $s = 200$ m

lub

– błędy w obliczeniach, ale poprawny sposób obliczania $v_{śr}$.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 1.3. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania 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

Zapisujemy równanie $x(t) = x_0 + v_{x_0} \cdot t + \frac{a_x \cdot t^2}{2}$, w którym $x_0 = 100$ m, współrzędna prędkości początkowej $v_{x_0} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, współrzędna przyspieszenia $a_x = \frac{-20 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{10\,\text{s}} = -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

Otrzymujemy równanie: $x(t) = 100 + 20 \cdot t - t^2$.

Korzystając z równania, obliczamy $x(t) = 100 + 20 \cdot 10 - 10^2 = 200$ m.

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie położenia $x = 200$ m.

2 p. – zapisanie poprawnego równania.

1 p. – obliczenie współrzędnej przyspieszenia lub wartości przyspieszenia.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 2.1. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	3. Energia mechaniczna. Zdający: 1) oblicza pracę siły na danej drodze; 2) oblicza wartość energii kinetycznej i potencjalnej ciał w jednorodnym polu grawitacyjnym; 3) wykorzystuje zasadę zachowania energii mechanicznej do obliczania parametrów ruchu.

Przykładowe rozwiązanie

Praca sił tarcia i oporu powietrza powoduje zmniejszenie energii mechanicznej saneczkarza.

$W_T = \Delta E = E_2 - E_1 = E_{\text{kin}} - E_{\text{pot}}$

$W_T = \frac{m \cdot v^2}{2} - m \cdot g \cdot h = 649{,}8\,\text{J} - 784{,}8\,\text{J} = -135\,\text{J}$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie $W_T = -135$ J.

1 p. – obliczenie energii potencjalnej (początkowej) i energii kinetycznej (końcowej).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 2.2. (0–2)

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: 12) posługuje się pojęciem siły tarcia do wyjaśniania ruchu ciał.

Poprawna odpowiedź

Podkreślenie w zdaniu pierwszym: „rośnie” i „rośnie”, a w zdaniu drugim „maleje” i „rośnie”.

Schemat punktowania

2 p. – wszystkie podkreślenia poprawne.

1 p. – oba poprawne podkreślenia w pierwszym zdaniu

lub

– oba poprawne podkreślenia w drugim zdaniu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 5) odróżnia prędkość średnią od chwilowej w ruchu niejednostajnym.

Poprawne odpowiedzi

1 – F, 2 – F, 3 – P.

Schemat punktowania

1 p. – trzy poprawne odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 4.1. (0–1)

Wymaganie 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.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona. GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 12) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Przykładowe rozwiązanie

Początkowo ciało przyspiesza, co powoduje wzrost siły oporu powietrza, tak że wartość siły wypadkowej zbliża się do zera. Dalszy ruch jest w przybliżeniu jednostajny, co wynika z I zasady dynamiki Newtona.

Schemat punktowania

1 p. – poprawne wyjaśnienie (siły oporu i ciężkości równoważą się).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 4.2. (0–1)

Wymaganie 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.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 8) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki Newtona. GIMNAZJUM 1. Ruch prostoliniowy i siły. Zdający: 12) opisuje wpływ oporów ruchu na poruszające się ciała.

Poprawna odpowiedź

B

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie B.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 5. (0–2)

Wymaganie 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.	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.

Przykładowe rozwiązanie

Gdy nalewamy wodę, ciśnienie powietrza w rurce rośnie, a jego objętość maleje w stałej temperaturze. Stosujemy równanie Clapeyrona lub prawo przemiany izotermicznej:

$p \cdot H \cdot S = (p + \rho \cdot g \cdot x) \cdot (H - x) \cdot S$, gdzie x jest odległością, o którą przesunęła się piłka w głąb rurki.

Rozwiązujemy równanie i otrzymujemy:

$$x = \frac{\rho \cdot g \cdot H - p}{\rho \cdot g} = \frac{1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot 13\,\mathrm{m} - 100\,000\,\mathrm{Pa}}{(1000\,\frac{\mathrm{kg}}{\mathrm{m}^3} \cdot 9{,}81\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2})} \approx 2{,}8\,\mathrm{m}.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie $x = 2{,}8$ m (lub $x = H - 2{,}8$ m $= 10{,}2$ m).

1 p. – zastosowanie równania Clapeyrona lub prawa przemiany izotermicznej z poprawnie określonym ciśnieniem i objętością końcową.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 6. (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: 7) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych.

Poprawna odpowiedź

C

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie C.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 7.1. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	GIMNAZJUM 2. Energia. Zdający: 8) wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej; 11) opisuje ruch cieczy i gazów w zjawisku konwekcji.

Przykładowe rozwiązanie

Grzałka powinna znajdować się przy dnie naczynia, ponieważ skuteczne ogrzewanie będzie wtedy możliwe dzięki zjawisku konwekcji. Cieplejsza woda będzie unosić się od grzałki do powierzchni cieczy w naczyniu. W całym garnku temperatura wody będzie rosnąć.

Schemat punktowania

2 p. – zaznaczenie położenia grzałki przy dnie oraz powołanie się na zjawisko konwekcji.

1 p. – zaznaczenie położenia grzałki przy dnie

lub

– powołanie się na zjawisko konwekcji.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 7.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 1) przedstawia jednostki wielkości fizycznych wymienionych w podstawie programowej, opisuje ich związki z jednostkami podstawowymi.

Przykładowe rozwiązanie

Przekształcamy wzór $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot (T - T_0)$ i otrzymujemy $k = \frac{\Delta Q}{\Delta t \cdot (T - T_0)}$.

Jednostka stałej k wyrażona przez jednostki podstawowe SI: $\frac{\mathrm{J}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{K}} = \frac{\mathrm{N} \cdot \mathrm{m}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{K}} = \frac{\mathrm{kg} \cdot \frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2} \cdot \mathrm{m}}{\mathrm{s} \cdot \mathrm{K}} = \frac{\mathrm{kg} \cdot \mathrm{m}^2}{\mathrm{s}^3 \cdot \mathrm{K}}$.

Schemat punktowania

1 p. – poprawne zapisanie jednostek.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 7.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk. GIMNAZJUM IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów (w tym popularno-naukowych).	GIMNAZJUM 2. Energia. Zdający: 2) posługuje się pojęciem pracy i mocy; 8) wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego oraz rolę izolacji cieplnej.

Przykładowe rozwiązanie

Podczas ogrzewania temperatura wody w garnku jest wyższa niż temperatura otoczenia i dlatego ciepło przepływa z wody do otoczenia. Szybkość tego przepływu rośnie wraz z różnicą temperatur wody i otoczenia. Gdy ciepło oddawane przez wodę do otoczenia w jednostce czasu będzie równe ciepłu dostarczanemu przez grzałkę do wody w jednostce czasu, to temperatura wody przestanie rosnąć. Woda osiągnie wtedy maksymalną temperaturę.

Zapisujemy równanie $P = k \cdot (T - T_0)$, skąd otrzymujemy $T = T_0 + \frac{P}{k} = 32°\text{C}$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie temperatury maksymalnej $T = 32°\text{C}$.

1 p. – zapisanie warunku, który pozwala obliczyć maksymalną temperaturę.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 8. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
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.

Przykładowe rozwiązanie

Satelita krążący po orbicie o promieniu $3R$ porusza się wolniej. Jego okres obiegu obliczamy, stosując III prawo Keplera: $\frac{T_2^2}{(3R)^3} = \frac{(7\,\text{h})^2}{R^3}$, skąd $T_2 \approx 36{,}4\,\text{h}$.

Satelity będą znowu najbliżej siebie, gdy promień wodzący satelity wolniejszego zakreśli kąt $\alpha_2 = \alpha$, a satelity szybszego kąt $\alpha_1 = \alpha_2 + 2\pi$ (satelita szybszy wykona o 1 obieg więcej niż satelita wolniejszy).

Kąt α można wyrazić wzorem $\alpha = \omega \cdot t = \frac{2\pi}{T} \cdot t$.

Otrzymujemy równanie $\frac{2\pi}{T_1} \cdot t = \frac{2\pi}{T_2} \cdot t + 2\pi$, skąd $t = \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} = \frac{7\,\text{h} \cdot 36{,}4\,\text{h}}{36{,}4\,\text{h} - 7\,\text{h}} \approx 8{,}67\,\text{h}$.

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie czasu $t \approx 8{,}67$ h.

2 p. – obliczenie okresu i zapisanie równań prowadzących do obliczenia czasu.

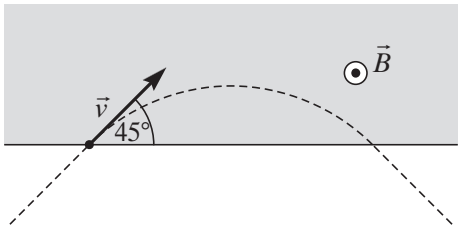
1 p. – zastosowanie III prawa Keplera i obliczenie okresu $T_2 \approx 36{,}4$ h.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 9.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym.

Przykładowe rozwiązanie



Zwrot siły Lorentza można ustalić na podstawie kształtu toru, ponieważ siła ta pełni rolę siły dośrodkowej. Korzystamy z reguły lewej dłoni dla cząstki o ładunku dodatnim i ustalamy, że linie pola magnetycznego zwrócone są od rysunku ⊙. Możemy też skorzystać z reguły śruby prawoskrętnej lub reguły prawej dłoni.

Schemat punktowania

1 p. – poprawne zaznaczenie ⊙ i podanie nazwy reguły (lewej dłoni, reguły śruby prawoskrętnej lub reguły prawej dłoni).

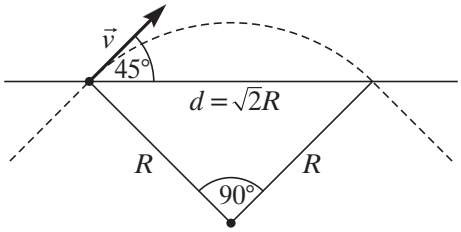
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.2. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	1. Ruch punktu materialnego. Zdający: 14) oblicza parametry ruchu jednostajnego po okręgu; opisuje wektory prędkości i przyspieszenia dośrodkowego. 9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym. GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 11) zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących).

Przykładowe rozwiązanie

W polu magnetycznym proton porusza się po okręgu, ponieważ siła Lorentza pełni funkcję siły dośrodkowej. Obliczamy promień okręgu $R = \frac{m \cdot v}{q \cdot B} \approx 15{,}7$ cm.



Odległość między punktami wejścia i wyjścia jest równa $d = \sqrt{2}\,R \approx 22$ cm (jest przekątną kwadratu o boku długości R).

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie odległości $d \approx 22$ cm i zapisanie jej z dokładnością do 1 cm.

2 p. – obliczenie promienia okręgu oraz zauważenie, że $d = \sqrt{2}\,R$.

1 p. – wyprowadzenie lub zastosowanie wzoru na promień okręgu R, po którym porusza się proton, lub zauważenie, że szukana odległość jest równa $\sqrt{2}\,R$.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 9.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 3) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu magnetycznym.

Poprawne odpowiedzi

1 – F, 2 – P, 3 – P.

Schemat punktowania

1 p. – trzy poprawne odpowiedzi.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 9.4. (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: 7) opisuje swobodny ruch ciał, wykorzystując pierwszą zasadę dynamiki Newtona. 7. Pole elektryczne. Zdający: 11) analizuje ruch cząstki naładowanej w stałym jednorodnym polu elektrycznym.

Poprawna odpowiedź

D

Schemat punktowania

1 p. – poprawna odpowiedź.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 10. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 13) opisuje efekt Dopplera w przypadku poruszającego się źródła i nieruchomego obserwatora. 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

Odbiornik rejestruje dźwięk o większej częstotliwości $f = f_0 \frac{v_\mathrm{d}}{v_\mathrm{d} - v_{\dot{z}r}}$.

Po przekształceniu wzoru otrzymujemy

$$v_{\dot{z}r} = v_\mathrm{d} \cdot \left(1 - \frac{f_0}{f}\right) = 340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \left(1 - \frac{470\,\mathrm{Hz}}{490\,\mathrm{Hz}}\right) \approx 13{,}9\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \approx 14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Częstotliwość f_0 znana jest z dokładnością do 5 Hz.

Można obliczyć maksymalną i minimalną prędkość źródła dźwięku:

$$v_\mathrm{max} = v_\mathrm{d} \cdot \left(1 - \frac{f_0}{f}\right) = 340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \left(1 - \frac{465\,\mathrm{Hz}}{490\,\mathrm{Hz}}\right) \approx 17{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

$$v_\mathrm{min} = v_\mathrm{d} \cdot \left(1 - \frac{f_0}{f}\right) = 340\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \cdot \left(1 - \frac{475\,\mathrm{Hz}}{490\,\mathrm{Hz}}\right) \approx 10{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Niepewność wyznaczenia prędkości źródła można oszacować jako

$$\Delta v = \frac{v_\mathrm{max} - v_\mathrm{min}}{2} = \frac{17{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} - 10{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}}{2} = 3{,}45\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}} \approx 3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}.$$

Prędkość źródła dźwięku jest więc równa $v_{\dot{z}r} = (14 \pm 3)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

Schemat punktowania

3 p. – obliczenie prędkości źródła wraz z niepewnością $v_{\dot{z}r} = (14 \pm 3)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

2 p. – obliczenie prędkości źródła dźwięku oraz prędkości maksymalnej $v_\mathrm{max} \approx 17{,}3\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$ i minimalnej $v_\mathrm{max} \approx 10{,}4\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

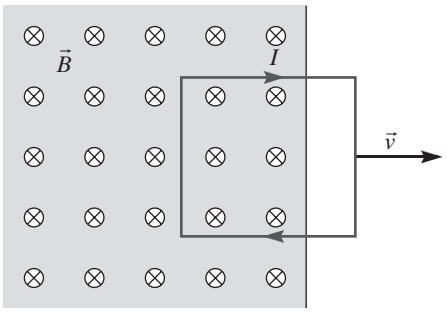
1 p. – zastosowanie poprawnego wzoru opisującego efekt Dopplera i obliczenie prędkości źródła dźwięku $v_{\dot{z}r} = 14\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 11.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 11) stosuje regułę Lenza w celu wskazania kierunku przepływu prądu indukcyjnego.

Przykładowe rozwiązanie



Prąd płynie w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, co można ustalić, stosując regułę Lenza.

Schemat punktowania

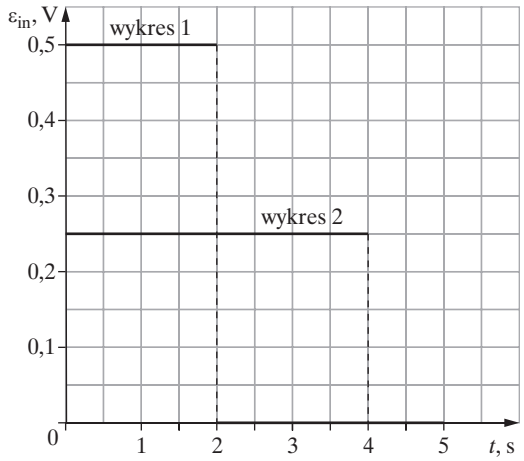
1 p. – poprawne zaznaczenie kierunku prądu i podanie reguły (reguła Lenza).
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 11.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	9. Magnetyzm, indukcja magnetyczna. Zdający: 9) analizuje napięcie uzyskiwane na końcach przewodnika podczas jego ruchu w polu magnetycznym; 10) oblicza siłę elektromotoryczną powstającą w wyniku zjawiska indukcji elektromagnetycznej.

Przykładowe rozwiązanie

Gdy prędkość ramki będzie dwa razy mniejsza, to czas wyciągania ramki z pola magnetycznego będzie dwa razy dłuższy, a wyindukowana SEM będzie dwa razy mniejsza, co wynika z prawa Faradaya. Wykres SEM – wykres 2.



Schemat punktowania

1 p. – narysowanie poprawnego wykresu.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

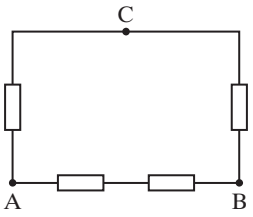
Zadanie 12.1. (0–3)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.	8. Prąd stały. Zdający: 4) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych; 5) oblicza opór zastępczy oporników połączonych szeregowo i równolegle.

Przykładowe rozwiązanie

Z analizy oporów zastępczych wynika, że dwa oporniki muszą być włączone szeregowo pomiędzy punktami A i B, a po jednym oporniku pomiędzy punktami B i C oraz między punktami A i C.

Schemat obwodu



Obliczamy opór obwodu np. między punktami A i B:

$\frac{1}{R_{AB}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{2R} = \frac{1}{R}$, czyli $R = R_{\mathrm{AB}} = 40\,\Omega$

lub pomiędzy punktami A i C:

$\frac{1}{R_{AC}} = \frac{1}{R} + \frac{1}{3R} = \frac{4}{3R}$, czyli $R = \frac{4}{3}R_{AC} = 40\,\Omega$.

Schemat punktowania

3 p. – narysowanie poprawnego schematu i obliczenia oporu opornika 40 Ω.

2 p. – narysowanie poprawnego schematu obwodu oraz zastosowanie poprawnego sposobu obliczania oporu zastępczego.

1 p. – narysowanie poprawnego schematu obwodu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 12.2. (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: 6) oblicza pracę wykonaną podczas przepływu prądu przez różne elementy obwodu oraz moc rozproszoną na oporze.

Przykładowe rozwiązanie

Przy ustalonym napięciu moc zależy od oporu zastępczego obwodu według wzoru $P = \frac{U^2}{R}$, co oznacza, że należy wybrać taką parę punktów, aby opór pomiędzy nimi był najmniejszy. Napięcie należałoby więc przyłożyć do punktów A i C lub do punktów B i C.

Schemat punktowania

1 p. – wybór jednej pary punktów B, C lub A, C.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 13.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 1) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych (harmonicznych), podaje przykłady takiego ruchu.

Przykładowe rozwiązanie

Długość sprężyny jest proporcjonalna do liczby zwojów i maleje od 25 cm do 5 cm (różnica kolejnych długości wynosi 5 cm).

Wydłużenie sprężyny jest różnicą długości sprężyny obciążonej i swobodnej.

Wypełnienie tabeli: 50, 40, 30, 20, 10.

Schemat punktowania

1 p. – poprawne wypełnienie tabeli.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 13.2. (0–3)

Wymaganie 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.	GIMNAZJUM 8. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) rozpoznaje proporcjonalność prostą na podstawie danych liczbowych lub na pod stawie wykresu oraz posługuje się proporcjonalnością prostą.

Przykładowe rozwiązanie

Obliczamy stosunek wydłużeń sprężyny oraz liczby zwojów dla sprężyn i sprawdzamy, czy są równe, np. $\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{n_1}{n_2}$, czyli $\frac{50\text{ cm}}{10\text{ cm}} = \frac{100\text{ zwojów}}{20\text{ zwojów}}$. Wystarczy sprawdzenie dla dwóch sprężyn.
W pierwszym zdaniu podkreślamy wprost proporcjonalne.

Obliczamy stosunek współczynników sprężystości:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{\frac{F}{\Delta l_1}}{\frac{F}{\Delta l_2}} = \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1}$$

oraz liczby zwojów dla sprężyn i stwierdzamy, że $\frac{k_1}{k_2} = \frac{\Delta l_2}{\Delta l_1} = \frac{n_2}{n_1}$ (należy pamiętać, że każda ze sprężyn rozciągana jest taką samą siłą).

W drugim zdaniu podkreślamy odwrotnie proporcjonalny.

Schemat punktowania

3 p. – dwa poprawne podkreślenia i dwa uzasadnienia.
2 p. – dwa poprawne podkreślenia i jedno poprawne uzasadnienie.
1 p. – dwa poprawne podkreślenia lub jedno poprawne wraz z uzasadnieniem.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 13.3. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 3) oblicza okres drgań ciężarka na sprężynie i wahadła matematycznego.

Przykładowe rozwiązanie

Obliczamy stosunek okresów drgań wahadeł

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}}{2\pi\sqrt{\frac{m}{4 \cdot k}}} = 2.$$

Dla tego samego czasu drgań ciężarków mamy $N_1 \cdot T_1 = N_2 \cdot T_2$, skąd otrzymujemy $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$.

Schemat punktowania

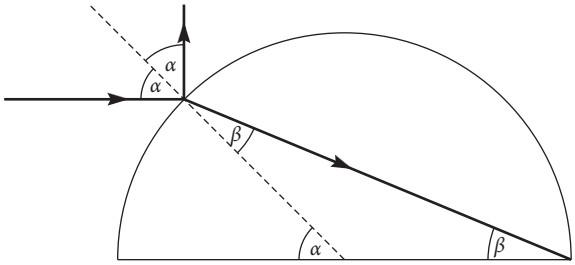
2 p. – wyznaczenie związku między liczbą drgań w tym samym czasie $\frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{2}$.
1 p. – wyznaczenie związku między okresami drgań $\frac{T_1}{T_2} = 2$.
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 14. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 6) stosuje prawa odbicia i załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków.

Przykładowe rozwiązanie

Rysujemy prostą prostopadłą do powierzchni kuli w punkcie padania promienia. Prosta ta przechodzi przez środek kuli. Na rysunku zaznaczono kąty α równe kątowi padania i kąty β równe kątowi załamania. Z prawa odbicia wynika, że kąt $\alpha = 45°$.



Kąt β obliczamy z sumy kątów w trójkącie równoramiennym:

$180° - \alpha + \beta + \beta = 180°$, skąd $\beta = \frac{\alpha}{2} = 22,5°$.

Z prawa załamania światła $\sin\alpha = n \cdot \sin\beta$ otrzymujemy $n = \frac{\sin 45°}{\sin 22,5°}$.

Wartość sin 22,5° obliczamy ze wzoru:

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \pm\sqrt{\frac{1-\cos\alpha}{2}}$$

$$\sin 22,5° = \sqrt{\frac{1-\cos 45°}{2}}$$

Po podstawieniu wartości cos 45°, odczytanej z karty wzorów, otrzymujemy:

$$\sin 22,5° = \sqrt{\frac{1-0,7071}{2}} = 0,38$$

Czyli:

$$n = \frac{\sin 45°}{\sin 22,5°} \approx \frac{0,7071}{0,38} \approx 1,86.$$

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie współczynnika załamania $n \approx 1,86$ (dopuszcza się przybliżenie od 1,84 do 1,87).

1 p. – wyznaczenie kątów α i β.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 15.1. (0–1)

Wymaganie 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: 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego.

Przykładowe rozwiązanie

Fale wzmacniają się, jeżeli interferują (nakładają się) w zgodnej fazie:

$\Delta\varphi = 2\pi \cdot n, \quad n = 0, 1, 2, ...$ (różnica faz jest całkowitą wielokrotnością 2π)

W opisanym przypadku jest to spełnione, gdy

$\Delta r = n \cdot \lambda, \quad n = 0, 1, 2, ...$ (różnica dróg pokonanych przez falę jest całkowitą wielokrotnością długości fali).

Schemat punktowania

1 p. – podanie wzoru lub poprawnego opisu słownego.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 15.2. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

Poprawna odpowiedź

B2

Schemat punktowania

1 p. – zaznaczenie B2.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 15.3. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
II. Analiza tekstów popularnonaukowych i ocena ich treści.	6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii. POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 1) opisuje promieniowanie ciał, rozróżnia widma ciągłe i liniowe [...] GIMNAZJUM 7. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 9) opisuje zjawisko rozszczepienia światła [...]; 10) opisuje światło białe jako mieszaninę barw [...]. 12) nazywa rodzaje fal elektromagnetycznych (radiowe, mikrofale, promieniowanie podczerwone, światło widzialne, promieniowanie nadfioletowe i rentgenowskie) i podaje przykłady ich zastosowania.

Poprawne odpowiedzi

1 – P, 2 – F, 3 – F.

Schemat punktowania

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

Zadanie 16.1. (0–1)

Wymaganie 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.	11. Fizyka atomowa i kwanty promieniowania elektromagnetycznego. Zdający: 4) opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego. POZIOM PODSTAWOWY 2. Fizyka atomowa. Zdający: 4) wyjaśnia pojęcie fotonu i jego energii.

Przykładowe rozwiązanie

Krótkofalowa granica ciągłego widma rentgenowskiego odpowiada sytuacji, w której hamujący elektron zamienia całą swoją energię kinetyczną, uzyskaną dzięki rozpędzeniu napięciem U, $E_{\text{kin}} = e \cdot U$, w energię kwantu promieniowania X:

$e \cdot U = \frac{h \cdot c}{\lambda_{\text{g}}}$, skąd $\lambda_{\text{g}} \cdot U = \frac{h \cdot c}{e}$, czyli $const = \frac{h \cdot c}{e}$

Możliwe jest też ustalenie stałej (z dokładnością do współczynnika liczbowego) z wykorzystaniem analizy wymiarowej. Wymiarem szukanej stałej jest V · m.

Wymiar ten otrzymamy z kombinacji stałych $\frac{h \cdot c}{e}$, czyli $\left[\frac{h \cdot c}{e}\right] = \frac{\text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{C}} = \frac{\text{J} \cdot \text{m}}{\text{C}} = \frac{\text{J}}{\text{C}} \cdot \text{m} = \text{V} \cdot \text{m}$.

Schemat punktowania

1 p. – wyznaczenie stałej w równaniu $const = \frac{h \cdot c}{e}$ z porównania energii elektronu z energią kwantu lub z analizy wymiarowej.

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 16.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 3) przeprowadza złożone obliczenia liczbowe, posługując się kalkulatorem. 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; 11) zapisuje wynik pomiaru lub obliczenia fizycznego jako przybliżony (z dokładnością do 2–3 cyfr znaczących).

Przykładowe rozwiązania

Sposób I

Wartość wyrażenia $\frac{h \cdot c}{e} = \frac{6{,}63 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^{8}}{1{,}6 \cdot 10^{-19}} = 1{,}243 \cdot 10^{-6} \left[\frac{\text{J} \cdot \text{s} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}}{\text{C}} = \text{V} \cdot \text{m}\right]$ (jednostkę można też ustalić wprost z równania $\lambda_g \cdot U = const$).

Zapisujemy wynik z dokładnością do dwóch cyfr znaczących $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ V · m.

Sposób II

Odczytujemy z wykresu wartość λ_g dla określonego napięcia,

np. $\lambda_g = 0{,}4$ Å $= 0{,}4 \cdot 10^{-10}$ m dla napięcia $U = 30$ kV i obliczamy

$\lambda_g \cdot U = 0{,}4 \cdot 10^{-10}$ m · 30000 V $= 1{,}2 \cdot 10^{-6}$ V · m

Schemat punktowania

2 p. – zapisanie stałej z dokładnością do dwóch cyfr znaczących wraz z jednostką $1{,}2 \cdot 10^{-6}$ V · m.

1 p. – obliczenie wartości stałej ze wzoru lub z wykresu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 17.1. (0–2)

Wymaganie 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.	10. Fale elektromagnetyczne i optyka. Zdający: 9) stosuje równanie soczewki, wyznacza położenie i powiększenie otrzymanych obrazów. 12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 7) szacuje wartość spodziewanego wyniku obliczeń, krytycznie analizuje realność otrzymanego wyniku; 8) przedstawia własnymi słowami główne tezy poznanego artykułu popularnonaukowego z dziedziny fizyki lub astronomii.

Przykładowe rozwiązanie

Z tabeli odczytujemy, że ogniskowa oka patrzącego na odległy przedmiot jest równa 1,80 cm. Zdolność skupiająca oka jest w tej sytuacji równa $Z = \frac{1}{f} = \frac{1}{0{,}018\,\text{m}} \approx 56\,\text{D}$.

Z tekstu wynika, że układ optyczny oka składa się z rogówki o zdolności skupiającej 43 D oraz z soczewki.

Zdolność skupiająca układu optycznego oka jest równa $Z_{oko} = Z_{rogówka} + Z_{soczewka}$.

Skąd obliczamy $Z_{soczewka} = Z_{oko} - Z_{rogówka} = 56\,\text{D} - 43\,\text{D} = 13\,\text{D}$.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie zdolności skupiającej soczewki oka 13 D.

1 p. – obliczenie zdolności skupiającej oka 56 D.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 17.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania 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 y od soczewki oka do siatkówki (gdzie powstaje obraz) jest stała. Zapisujemy równanie soczewki dla oka w sytuacji, gdy przedmiot znajduje się w odległości 25 cm (ogniskowa z tabeli) oraz dla nieznanej odległości x, gdy ogniskowa oka jest równa 1,52 cm.

$$\frac{1}{25\,\text{cm}} + \frac{1}{y} = \frac{1}{1{,}68\,\text{cm}}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{y} = \frac{1}{1{,}52\,\text{cm}}$$

Rozwiązujemy układ równań i otrzymujemy $x \approx 9{,}7$ cm.

Schemat punktowania

2 p. – obliczenie odległości $x \approx 9{,}7$ cm.

1 p. – zapisanie równań prowadzących do poprawnego rozwiązania.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

Zadanie 18.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	POZIOM PODSTAWOWY 3. Fizyka jądrowa. Zdający: 5) opisuje reakcje jądrowe stosując zasadę zachowania liczby nukleonów i zasadę zachowania ładunku, zasadę zachowania energii.

Poprawna odpowiedź

Równanie reakcji: ${}^{14}_{7}\text{N} + {}^{1}_{0}\text{n} \rightarrow {}^{14}_{6}\text{C} + {}^{1}_{1}\text{p}$

Schemat punktowania

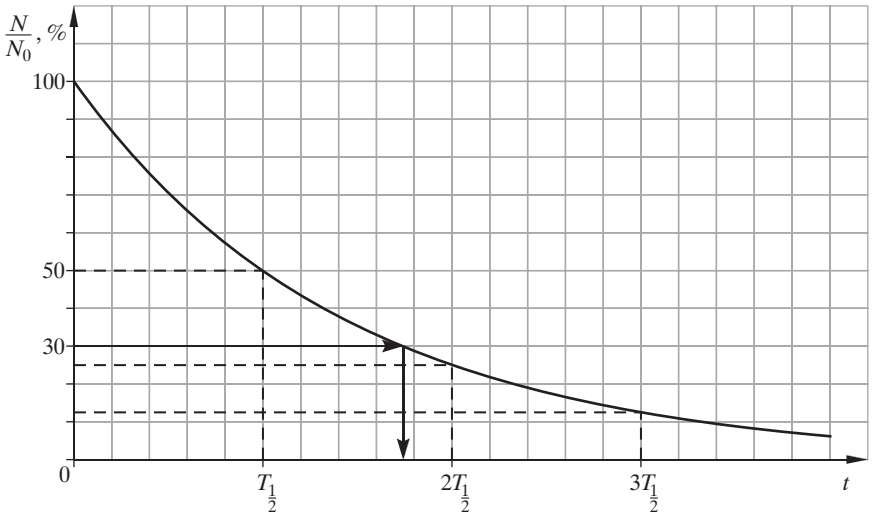
1 p. – zapisanie poprawnego schematu reakcji (uwzględniamy inny zapis tej samej reakcji, np. ${}^{14}_{7}\text{N} + \text{n} \rightarrow {}^{14}_{6}\text{C} + \text{p}$).

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

Zadanie 18.2. (0–2)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.	12. Wymagania przekrojowe. Zdający: 2) samodzielnie wykonuje poprawne wykresy (właściwe oznaczenie i opis osi, wybór skali, oznaczenie niepewności punktów pomiarowych). 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; wyjaśnia zasadę datowania substancji na podstawie składu izotopowego, np. datowanie węglem ^{14}C.

Przykładowe rozwiązanie



Z wykresu można odczytać, że czas, po którym pozostanie 30% izotopu, to około 10 000 lat.

Schemat punktowania

2 p. – narysowanie wykresu i oszacowanie wieku próbki na około 10 000 lat.

1 p. – narysowanie poprawnego wykresu.

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.