

**PRÓBNY EGZAMIN MATURALNY  
Z NOWĄ ERA 2016/2017**

**FIZYKA  
POZIOM ROZSZERZONY**

**ZASADY OCENIANIA ROZWIĄZAŃ ZADAŃ**

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”  $v_x(t)$ .

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

### Schemat punktowania

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

1 p. – poprawne obliczenie drogi  $s = 200 \text{ m}$

lub

– błędy w obliczeniach, ale poprawny sposób obliczania  $v_{\text{sr}}$ .

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  $x_0 = 100 \text{ m}$ , 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  $x(t) = 100 + 20 \cdot 10 - 10^2 = 200 \text{ m}$ .

### Schemat punktowania

3 p. – obliczenie położenia  $x = 200 \text{ m}$ .

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  $W_T = -135 \text{ J}$ .

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:

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

**Schemat punktowania**

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

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. Ciepłsza woda będzie unosić się od grzałki do powierzchni cieczy w naczyniu. W całym garnku temperatura wody będzie rosła.

**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:  $\frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{K}} = \frac{\text{N} \cdot \text{m}}{\text{s} \cdot \text{K}} = \frac{\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \text{m}}{\text{s} \cdot \text{K}} = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$ .

**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 rosnać. Woda osiągnie wtedy maksymalną temperaturę.

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

**Schemat punktowania**

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

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 znówu 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  $\alpha$  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.

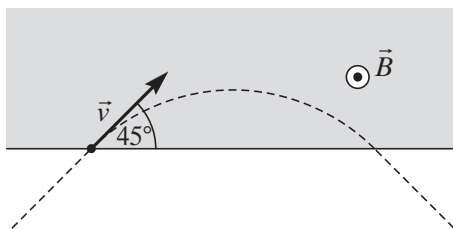
1 p. – zastosowanie III prawa Keplera i obliczenie okresu  $T_2 \approx 36,4$  h.

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  $\odot$ . Możemy też skorzystać z reguły śruby prawoskrętnej lub reguły prawej dłoni.

### Schemat punktowania

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

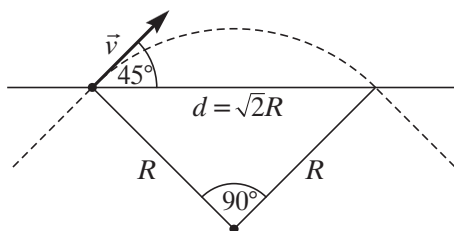
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### 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 ciała, 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 wyznaczonej wielkości fizycznej).

### Przykładowe rozwiązanie

Odbiornik rejestruje dźwięk o większej częstotliwości  $f = f_0 \frac{v_d}{v_d - v_{zr}}$ .

Po przekształceniu wzoru otrzymujemy

$$v_{zr} = v_d \cdot \left(1 - \frac{f_0}{f}\right) = 340 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \left(1 - \frac{470 \text{ Hz}}{490 \text{ Hz}}\right) \approx 13,9 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Częstotliwość  $f_0$  znana jest z dokładnością do 5 Hz.

Można obliczyć maksymalną i minimalną prędkość źródła dźwięku:

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

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

Niepewność wyznaczenia prędkości źródła można oszacować jako

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

Prędkość źródła dźwięku jest więc równa  $v_{zr} = (14 \pm 3) \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

### Schemat punktowania

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

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

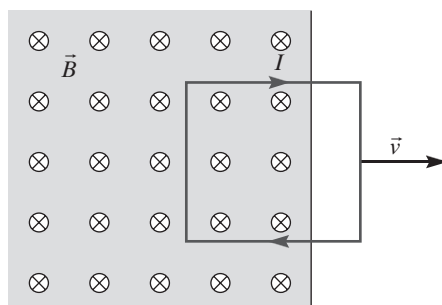
1 p. – zastosowanie poprawnego wzoru opisującego efekt Dopplera i obliczenie prędkości źródła dźwięku  $v_{zr} = 14 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

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**

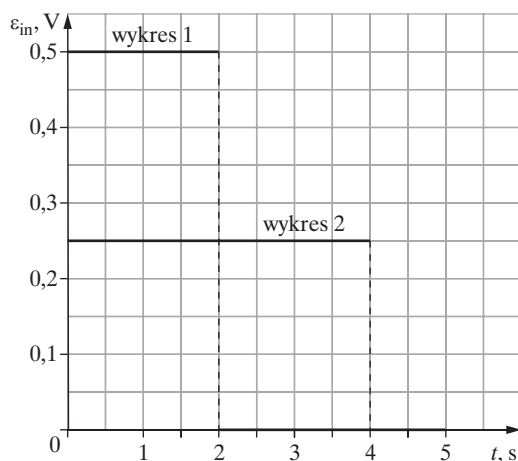
- 1 p. – poprawne zaznaczenie kierunku prądu i podanie reguły (reguła Lenza).
- 0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

**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.

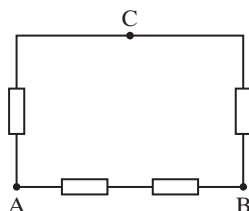
#### Zadanie 12.1. (0–3)

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 równoległe.

#### 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:

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

lub pomiędzy punktami A i C:

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

### Schemat punktowania

- 3 p. – narysowanie poprawnego schematu i obliczenia oporu opornika  $40 \Omega$ .  
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 (harmonicznym), 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 podstawie 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 rozciągnięta 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  $\frac{T_1}{T_2} = 2$ .

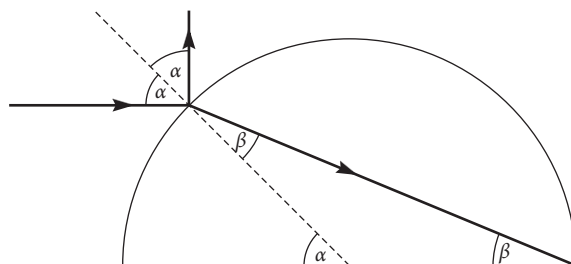
0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium.

### 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  $\alpha$  równe kątowi padania i kąty  $\beta$  równe kątowi załamania. Z prawa odbicia wynika, że kąt  $\alpha = 45^\circ$ .



Kąt  $\beta$  obliczamy z sumy kątów w trójkącie równoramiennym:

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

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

Wartość  $\sin 22,5^\circ$  obliczamy ze wzoru:

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

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

Po podstawieniu wartości  $\cos 45^\circ$ , odczytanej z karty wzorów, otrzymujemy:

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

Czyli:

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

### Schemat punktowania

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

1 p. – wyznaczenie kątów  $\alpha$  i  $\beta$ .

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów.

### Zadanie 15.1. (0–1)

Wymaganie ogólne	Wymagania szczegółowe
<p>III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków.</p> <p>IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk.</p>	<p>6. Ruch harmoniczny i fale mechaniczne. Zdający: 10) opisuje zjawisko interferencji, wyznacza długość fali na podstawie obrazu interferencyjnego.</p>



### Przykładowe rozwiązanie

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

$$\Delta\varphi = 2\pi \cdot n, \quad n = 0, 1, 2, \dots \text{ (różnica faz jest całkowitą wielokrotnością } 2\pi\text{)}$$

W opisanym przypadku jest to spełnione, gdy

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

### 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, mikrofałe, 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:

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

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

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

### 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  $\lambda_g \cdot U = \text{const}$ ).

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

#### Sposób II

Odczytujemy z wykresu wartość  $\lambda_g$  dla określonego napięcia,

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

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

### Schemat punktowania

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

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  $Z_{\text{oko}} = Z_{\text{rogówka}} + Z_{\text{soczewka}}$ .

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

### 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 nieznannej 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:  ${}^1_7\text{N} + {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^1_6\text{C} + {}^1_1\text{p}$

**Schemat punktowania**

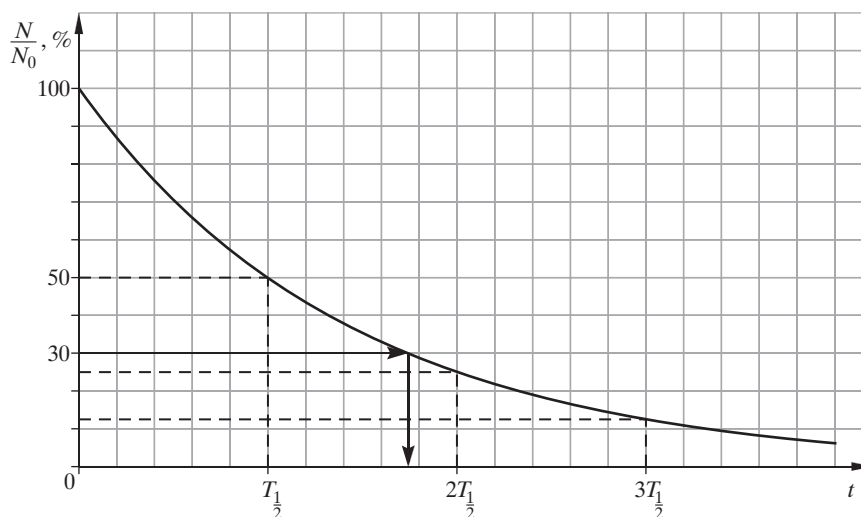
1 p. – zapisanie poprawnego schematu reakcji (uwzględniamy inny zapis tej samej reakcji, np.  ${}^1_7\text{N} + \text{n} \rightarrow {}^1_6\text{C} + \text{p}$ ).

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. <b>POZIOM PODSTAWOWY</b> 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 $^{14}\text{C}$ .

**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.