



**Centralna Komisja Egzaminacyjna**

# **EGZAMIN MATURALNY 2013**

## **FIZYKA I ASTRONOMIA**

### **POZIOM ROZSZERZONY**

#### **Kryteria oceniania odpowiedzi**

**MAJ 2013**

**Zadanie 1. (0–9)****1.1. (0–2)**

| Obszar standardów       | Opis wymagań (dla obszaru „Wiadomości i rozumienie” PP oznacza wymagania szczegółowe z poziomu podstawowego, PR – z poziomu rozszerzonego) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Obliczanie drogi w ruchu jednostajnym (PPI.1.1.a.3)                                                                                        |

Poprawna odpowiedź:

Mnożąc prędkość 5 m/s przez czas 10 minut = 600 s, otrzymujemy drogę 3000 m, a mnożąc 3 m/s przez 20 minut, otrzymujemy 3600 m. Całkowita droga wynosi 6600 m.

**2 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

**1 p.** – poprawna metoda obliczenia całkowitej drogi

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**1.2. (0–2)**

|                         |                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Obliczanie wartości prędkości względnej (PPI.1.1.a.4) |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Prędkość motorówki płynącej z prądem jest równa sumie prędkości motorówki względem wody  $v$  i prędkości nurtu rzeki  $u$ :  $5 \text{ m/s} = v + u$ . Prędkość motorówki płynącej pod prąd jest równa różnicy tych prędkości:  $3 \text{ m/s} = v - u$ . Po wyeliminowaniu  $u$  znajdujemy  $v = 4 \text{ m/s}$ .

**2 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

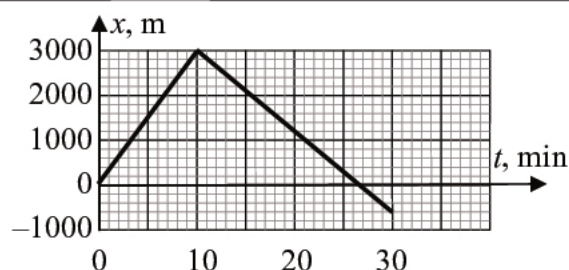
**1 p.** – zapisanie związków między prędkościami

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**1.3. (0–3)**

|                          |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Korzystanie z informacji | Rysowanie wykresu (II.4.b) |
|--------------------------|----------------------------|

Poprawna odpowiedź:



**3 p.** – poprawne opisanie i wyskalowanie osi oraz narysowanie całego wykresu

**2 p.** – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, poprawna część wykresu z przedziału 0–10 min oraz liniowo malejąca część wykresu z przedziału 10–30 min

– poprawne opisanie i wyskalowanie osi, liniowo rosnąca część wykresu z przedziału 0–10 min oraz poprawna część wykresu z przedziału 10–30 min (poprawne przemieszczenie –3600 m)

**1 p.** – poprawne opisanie i wyskalowanie osi, liniowo rosnąca część wykresu z przedziału 0–10 min

– liniowo rosnąca część I wykresu oraz liniowo malejąca część II

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**1.4. (0–2)**

|                      |                                                                                    |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Stosowanie pojęć i praw fizycznych do rozwiązywania problemów praktycznych (III.2) |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Czas ruchu motorówki po jeziorze jest opisany wzorem  $t_j = \frac{2s}{v}$ , gdzie  $s$  jest długością odcinka AB. Czas ruchu motorówki po rzece jest opisany wzorem  $t_{rz} = \frac{s}{v+u} + \frac{s}{v-u} = \frac{2vs}{v^2-u^2}$ . Widzimy, że  $t_{rz} > t_j$ , czyli wcześniej powróci motorówka płynąca po jeziorze.

**2 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawna odpowiedź

**1 p.** – zapisanie równań ruchu motorówki po rzece ( $s = (v + u)t_1$ ,  $s = (v - u)t_2$ ,  $t_{rz} = t_1 + t_2$ )

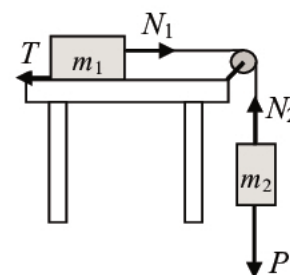
**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**Zadanie 2. (0–9)****2.1. (0–2)**

|                          |                                                   |
|--------------------------|---------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Uzupełnianie brakujących elementów rysunku (II.2) |
|--------------------------|---------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Na rysunku  $T$  jest siłą tarcia,  $N_1$  i  $N_2$  – siłami naciągu linki (dopuszcza się brak rozróżnienia sił  $N_1$  i  $N_2$ ), a  $P$  – siłą ciężkości.



**2 p.** – poprawne narysowanie i opisanie wszystkich sił

**1 p.** – poprawne narysowanie wszystkich sił, brak lub błąd opisu

– poprawne narysowanie i opisanie dwóch sił działających na jedną ze skrzynek

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**2.2. (0–3)**

|                      |                                                                                |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3) |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Dla pierwszej skrzynki II zasada dynamiki wyraża się wzorem  $m_1 a = N_1 - T$ , dla drugiej skrzynki – wzorem  $m_2 a = m_2 g - N_2$ , a dla bloku –  $I \varepsilon = (N_2 - N_1) R$ . Należy tu podstawić  $T = \mu m_1 g$ ,  $I = \frac{1}{2} m_3 R^2$ ,  $\varepsilon = a/R$ , a następnie wyeliminować  $N_1$  i  $N_2$ . Po przekształceniach dochodzimy do wyrażenia

$$a = \frac{m_2 - \mu m_1}{m_1 + m_2 + \frac{1}{2} m_3} \cdot g$$

**3 p.** – poprawne równania opisujące II zasadę dynamiki dla skrzynek i bloku, poprawne przekształcenia doprowadzające do podanego wyrażenia

**2 p.** – poprawne równania opisujące II zasadę dynamiki dla skrzynek i bloku

**1 p.** – poprawne równania opisujące II zasadę dynamiki dla obu skrzynek

– poprawne równanie opisujące II zasadę dynamiki dla bloku

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**2.3. (0–1)**

|                      |                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5) |
|----------------------|-------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Przyspieszenie układu zmalało, co wynika ze wzrostu momentu bezwładności bloku.

**1 p.** – poprawny opis zmiany przyspieszenia układu oraz poprawne uzasadnienie

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**2.4. (0–2)**

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
| Tworzenie informacji     | Interpretowanie informacji (III.1)                                           |

Poprawna odpowiedź:

Z podstawienia danych otrzymujemy  $a = -0,74 \text{ m/s}^2$ , co oznacza, że w rzeczywistości układ nie zaczyna się poruszać ( $a = 0$ ).

**2 p.** – poprawne obliczenie przyspieszenia i poprawna interpretacja wyniku  
– poprawna analiza wzoru prowadząca do wniosku  $a < 0$  i poprawna interpretacja wyniku

**1 p.** – poprawne obliczenie przyspieszenia, brak lub błąd interpretacji  
– otrzymanie ujemnego przyspieszenia o wartości innej niż podana wyżej i poprawna interpretacja wyniku

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**2.5. (0–1)**

|                          |                                               |
|--------------------------|-----------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Selekcjonowanie i ocenianie informacji (II.3) |
|--------------------------|-----------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Podkreślenie w pierwszym zdaniu *równa sile*  $N_2$ , a w drugim *mniej od siły*  $N_2$ .

**1 p.** – poprawne oba podkreślenia

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

**Zadanie 3. (0–9)****3.1. (0–1)**

|                         |                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Wykorzystanie założeń teorii kinetyczno-molekularnej do opisu gazu doskonałego (PRI.1.6.1) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Podkreślenia *pomijamy*, *tylko podczas zderzeń*, *sprężyste*.

**1 p.** – poprawne trzy podkreślenia

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

**3.2. (0–1)**

|                         |                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Wykorzystanie założeń teorii kinetyczno-molekularnej do opisu gazu doskonałego (PRI.1.6.1) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Wpisanie dwóch symboli  $<$ :  $v_{\text{argonu}} < v_{\text{tlenu}} < v_{\text{azotu}}$ .

**1 p.** – poprawne oba wpisy

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium



**3.3. (0–1)**

|                      |                                                                 |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Interpretowanie informacji zapisanej w postaci wykresów (III.1) |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Temperatura  $T_2$  jest wyższa, ponieważ w tej temperaturze cząsteczki mają większą średnią prędkość (co można odczytać z wykresu).

**1 p.** – poprawne wskazanie wyższej temperatury i poprawne uzasadnienie

**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

**3.4. (0–2)**

|                         |                                                                |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Opisywanie przemian izobarycznej i izochorycznej (PPI.1.4.a.2) |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Wartości temperatur w skali Kelvina wynoszą  $T_1 = 300$  K,  $T_2 = 600$  K i  $T_3 = 900$  K. Stosując do przemiany 2-3 prawo przemiany izochorycznej, otrzymujemy  $p_3 = \frac{T_3}{T_2} p_1 = 1,5 p_1 = 1500$  hPa.

**2 p.** – poprawne zastosowanie prawa przemiany izochorycznej i poprawny wynik

**1 p.** – poprawne zapisanie równania przemiany izochorycznej  $p_3/T_3 = p_1/T_2$

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**3.5. (0–2)**

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Z równania van der Waalsa obliczamy

$$p = \frac{nRT}{V-bn} - \frac{an^2}{V^2} = \frac{1 \text{ mol} \cdot 8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}{2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 - 4,3 \cdot 10^{-5} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}} \cdot 1 \text{ mol}} - \frac{0,36 \frac{\text{Nm}^4}{\text{mol}^2} \cdot 1 \text{ mol}^2}{(2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)^2} = 1,18 \text{ MPa}.$$

**2 p.** – poprawne zastosowanie równania van der Waalsa i poprawny wynik

**1 p.** – przekształcenie równania van der Waalsa do postaci  $p = \frac{nRT}{V-bn} - \frac{an^2}{V^2}$   
– podstawienie poprawnych danych do podanego wzoru

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**3.6. (0–2)**

|                      |                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5) |
|----------------------|-------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Z równania gazu doskonałego obliczamy  $p_1 = \frac{nRT}{V} = 1,25$  MPa. Ponieważ  $\frac{p_1 - p}{p} = \frac{1,25 - 1,15}{1,15} = 8,7\%$ , więc zgodnie z podanym kryterium gaz może być uznany za doskonały.

**2 p.** – poprawne obliczenie ciśnienia gazu doskonałego, zastosowanie podanego kryterium i poprawna odpowiedź

**1 p.** – poprawne obliczenie ciśnienia gazu doskonałego  
– błąd rachunkowy w obliczeniu ciśnienia gazu doskonałego, poprawna interpretacja wyniku

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**Zadanie 4. (0–11)****4.1. (0–2)**

|                         |                                                                                     |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Opisywanie zjawisk konwekcji, przewodnictwa i promieniowania cieplnego (PPI.1.6.13) |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Wpisanie trzech nazw procesów cieplnych: 1. konwekcja (lub konwekcja i promieniowanie), 2. przewodnictwo, 3. promieniowanie.

**2 p.** – poprawne trzy nazwy procesów cieplnych

**1 p.** – poprawne dwie nazwy procesów cieplnych

**0 p.** – brak poprawnych dwóch nazw procesów cieplnych

**4.2. (0–2)**

|                          |                                                                           |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Odczytywanie i analizowanie informacji podanej w formie schematu (II.1.b) |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Przekształcamy wzór do postaci  $k = \frac{\Delta Q \cdot d}{S \cdot \Delta t \cdot \Delta T}$ , podstawiamy jednostki wszystkich wielkości i otrzymujemy wynik:  $[k] = \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^3 \cdot \text{K}}$ .

**2 p.** – podstawienie poprawnych jednostek wszystkich wielkości i poprawny wynik

**1 p.** – podstawienie do wzoru poprawnych jednostek wszystkich wielkości

– przekształcenie wzoru do postaci  $k = \frac{\Delta Q \cdot d}{S \cdot \Delta t \cdot \Delta T}$

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**4.3. (0–1)**

|                         |                                                                                     |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Opisywanie zjawisk konwekcji, przewodnictwa i promieniowania cieplnego (PPI.1.6.13) |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Przyczyną złego przewodnictwa cieplnego materiałów porowatych jest obecność powietrza w porach i złe przewodnictwo powietrza.

**1 p.** – poprawne wyjaśnienie przyczyny

**0 p.** – brak poprawnego wyjaśnienia

**4.4. (0–3)**

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Przekształcamy dany wzór do postaci  $\frac{\Delta Q}{\Delta t} = k \cdot \frac{S}{d} \cdot \Delta T$  i obliczamy

$$\frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{0,77 \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 3 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} \cdot (20 + 10) \text{ K}}{0,3 \text{ m}} = 1155 \text{ W} \approx 1200 \text{ W}.$$

**3 p.** – poprawne przekształcenie wzoru, podstawienie danych i poprawny wynik

**2 p.** – poprawne przekształcenie wzoru i poprawne podstawienie danych

**1 p.** – poprawne przekształcenie wzoru

– poprawne podstawienie danych do wzoru

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**4.5. (0–3)**

|                      |                                                                                |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Budowanie prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawisk (III.3) |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Zapisujemy dany wzór dla każdej warstwy:

$$\Delta Q = k_1 \cdot \frac{S}{d_1} \cdot \Delta t \cdot (T_2 - T_1) \qquad \Delta Q = k_2 \cdot \frac{S}{d_2} \cdot \Delta t \cdot (T_3 - T_2)$$

Przenosimy  $d_1$  i  $k_1$  oraz  $d_2$  i  $k_2$  na lewą stronę, dodajemy oba równania stronami i dochodzimy do szukanej postaci wzoru.

- 3 p.** – zastosowanie danego wzoru dwukrotnie do poszczególnych warstw, uwzględnienie, że  $\Delta T = \Delta T_1 + \Delta T_2$  i wyprowadzenie danego wzoru
- 2 p.** – zastosowanie danego wzoru dwukrotnie do poszczególnych warstw i uwzględnienie, że  $\Delta T = \Delta T_1 + \Delta T_2$
- zastosowanie danego wzoru dwukrotnie do poszczególnych warstw i przyjęcie, że  $\Delta Q$  jest jednakowe
- 1 p.** – zastosowanie danego wzoru dwukrotnie do poszczególnych warstw
- zapisanie, że  $\Delta T = \Delta T_1 + \Delta T_2$
- przyjęcie, że  $\Delta Q$  jest jednakowe dla obu warstw
- 0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**Zadanie 5. (0–12)****5.1. (0–1)**

|                         |                                                                                      |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Opisywanie warunków występowania zjawiska indukcji elektromagnetycznej (PRI.1.4.a.5) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Zjawiskiem będącym podstawą działania prądnicy jest indukcja elektromagnetyczna.

- 1 p.** – podanie poprawnej nazwy zjawiska
- 0 p.** – brak poprawnej nazwy zjawiska

**5.2. (0–1)**

|                          |                                                    |
|--------------------------|----------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Uzupełnianie brakujących elementów schematu (II.2) |
|--------------------------|----------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Wpisanie do diagramu kolejno: 4 – 2 – 1 – 3

- 1 p.** – wpisanie cyfr we właściwej kolejności
- 0 p.** – brak kompletnego i poprawnego wpisu

**5.3. (0–2)**

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Na podstawie danych we wprowadzeniu do zadania obliczamy  $1 \text{ KM} = \frac{9,5}{12,9} \text{ kW}$ . Tę moc

podstawiamy do wzoru  $P = \frac{mgh}{t}$  i obliczamy  $m = \frac{Pt}{gh} = \frac{\frac{9,5}{12,9} \text{ kW} \cdot 1 \text{ s}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}} = 75 \text{ kg}$ .



**2 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik (dopuszczalne jest przyjęcie  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$ )

**1 p.** – poprawne wykorzystanie danych technicznych agregatu i definicji KM

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

#### 5.4. (0–2)

|                          |                                                              |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Selekcjonowanie i ocena informacji (II.3)                    |
| Wiadomości i rozumienie  | Obliczanie skutecznej wartości natężenia prądu (PRI.1.4.b.9) |

Poprawna odpowiedź:

Więszą wartość natężenia prądu agregat dostarczy przy niższej wartości napięcia (230 V). Z podzielenia mocy 5,0 kW przez napięcie 230 V otrzymujemy  $I = 21,7 \text{ A} \approx 22 \text{ A}$ .

**2 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

**1 p.** – wybór właściwego napięcia (230 V) i mocy 5,0 kW

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

#### 5.5. (0–1)

|                          |                                                                         |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Odczytywanie i analizowanie informacji podanej w formie tekstu (II.1.a) |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Korzystamy z informacji o wahaniach częstotliwości ( $50 \text{ Hz} \pm 1 \text{ Hz}$ ) i obrotach nominalnych agregatu (3000 obr/min). Ponieważ częstotliwość wytwarzanego prądu jest proporcjonalna do szybkości obrotów agregatu, więc z tych danych wynika maksymalna liczba obrotów 3060 obr/min i minimalna 2940 obr/min.

**1 p.** – skorzystanie z właściwych informacji w tekście i uzyskanie podanych wartości

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

#### 5.6. (0–2)

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Całkowita sprawność  $\eta$  jest stosunkiem mocy elektrycznej równej  $\frac{2}{3} \cdot 5,0 \text{ kW}$  do ciepła uzyskanego ze spalania benzyny. Obliczamy

$$\eta = \frac{\frac{2}{3} \cdot 5,0 \text{ kW}}{2,5 \frac{1}{\text{h}} \cdot 30 \frac{\text{MJ}}{1}} = 0,16.$$

**2 p.** – poprawne skorzystanie z definicji sprawności, poprawne podstawienie danych i potwierdzenie podanej wartości sprawności

**1 p.** – poprawne skorzystanie z definicji sprawności i uwzględnienie, że  $P = \frac{2}{3} P_{st}$

– poprawne skorzystanie z definicji sprawności i podstawienie właściwych danych w mianowniku ułamka

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów



**5.7. (0–1)**

|                         |                                                           |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Obliczanie sprawności przetwarzania energii (PRI.1.3.a.6) |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Całkowita sprawność agregatu (0,16) jest iloczynem sprawności silnika (0,32) i sprawności prądnicy, stąd sprawność prądnicy jest równa 0,50.

**1 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**5.8. (0–2)**

|                          |                                                                              |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c) |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Gdy odległość od źródła dźwięku zmalała 10-krotnie, natężenie fali dźwiękowej (wyrażone w  $\text{W/m}^2$ ) wzrosło 100 razy. Logarytm natężenia wzrósł zatem o 2 (2 bele), co oznacza wzrost poziomu natężenia w decybelach o 20 dB. Wyniesie on zatem 90 dB (lub 9 B).

**2 p.** – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

**1 p.** – zauważenie, że natężenie fali dźwiękowej maleje z kwadratem odległości  
– wykazanie, że natężenie fali dźwiękowej wzrosło 100 razy

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**Zadanie 6. (0–10)****6.1. (0–2)**

|                         |                                                                                            |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Wykorzystanie diagramu Hertzsprunga-Russella do opisu etapów ewolucji gwiazd (PPI.1.7.c.4) |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

Wpisanie kolejno: 1. gwiazda ciągu głównego, 2. czerwony olbrzym, 3. biały karzeł, 4. brązowy karzeł, 5. czarny karzeł.

**2 p.** – poprawne trzy pierwsze wpisy

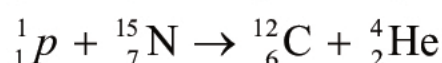
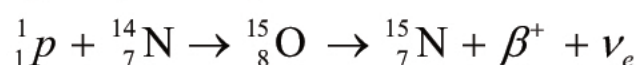
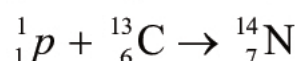
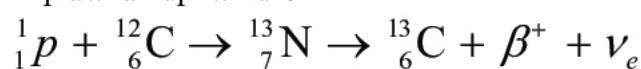
**1 p.** – poprawne dwa wpisy z 1–5 (w poprawnej kolejności)

**0 p.** – brak spełnienia powyższych kryteriów

**6.2. (0–2)**

|                         |                                                                                                   |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych (PPI.1.6.10) |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:



- 2 p.** – poprawne wszystkie uzupełnienia  
**1 p.** – poprawne uzupełnienie dwóch reakcji  
**0 p.** – brak spełnienia powyższego kryterium

**6.3. (0–2)**

|                         |                                                                                 |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Wiadomości i rozumienie | Zastosowanie zasady zachowania ładunku do zapisu reakcji jądrowych (PPI.1.6.10) |
|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

- a) Przemiana czterech protonów tylko w jądro helu jest niemożliwa z powodu zasady zachowania ładunku.  
b) W opisanej reakcji powstaną także pozytony (antyelektrony) i neutrino.

- 2 p.** – poprawne obie odpowiedzi  
**1 p.** – poprawna jedna odpowiedź  
**0 p.** – brak poprawnej odpowiedzi

**6.4. (0–2)**

|                      |                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------|
| Tworzenie informacji | Formułowanie i uzasadnianie opinii i wniosków (III.5) |
|----------------------|-------------------------------------------------------|

Poprawna odpowiedź:

- a) W wysokiej temperaturze energia kinetyczna jąder jest duża, co pozwala im na pokonanie sił odpychania elektrostatycznego i połączenie się (lub zadziaływanie sił jądrowych).  
b) Odpychanie jąder o większym ładunku jest silniejsze, a jego pokonanie wymaga wyższych energii.

- 2 p.** – poprawne obie odpowiedzi  
**1 p.** – poprawna jedna odpowiedź  
**0 p.** – brak poprawnej odpowiedzi

**6.5. (0–2)**

|                          |                                                                                  |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Korzystanie z informacji | Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionych w formie wykresu (II.1.b) |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|

Przykłady poprawnej odpowiedzi:

- Wybór wykresu b.  
Energję jądrową uzyskujemy z przekształcenia jąder słabiej związanych w jądra silniej związane.
- Wybór wykresu b.  
Energję jądrową uzyskujemy z przekształcenia jąder o mniejszym deficycie masy w jądra o większym deficycie masy.

- 2 p.** – poprawny wybór wykresu i poprawne objaśnienie  
**1 p.** – poprawny wybór wykresu  
– poprawne objaśnienie  
**0 p.** – brak poprawnej odpowiedzi