

PRÓBNA NOWA MATURA z WSiP

Fizyka dla klasy 3
Poziom rozszerzony

Zasady oceniania zadań



Kartoteka testu

| Numer zadania | Wymagania ogólne | Wymagania szczegółowe Uczeń: | Maksymalna liczba punktów |
|---------------|---|---|---------------------------|
| 1 | III. Wykorzystanie wielkości fizycznych do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć i praw fizyki do wyjaśniania procesów i zjawisk w przyrodzie | odróżnia wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (1.1 ZR) wykorzystuje zasadę zachowania pędu do obliczania prędkości ciał podczas zderzeń (1.10 ZR) | 5 |
| 2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | posługuje się pojęciem siły tarcia [...] (1.12 ZR) analizuje ruch pod wpływem sił sprężystych [...] (6.1 ZR) opisuje podstawowe zasady niepewności pomiarów [...] (12.6 ZR) | 2 |
| 3.1 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | wykorzystuje prawo powszechnego ciążenia do obliczania siły oddziaływań grawitacyjnych między masami punktowymi i sferycznie symetrycznymi (4.1 ZR) opisuje ruch sztucznych satelitów wokół Ziemi (1.6 ZP) stosuje zasadę zachowania momentu pędu do obliczania parametrów ruchu (2.8 ZR) | 2 |
| 3.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | rozdziela wielkości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe) (1.1 ZR) wyjaśnia ruch ciał na podstawie drugiej zasady dynamiki (1.8 ZR) | 2 |
| 3.3 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | oblicza zmiany energii potencjalnej grawitacji i wiąże je ze zmianą energii kinetycznej (4.5 ZR) | 2 |
| 3.4 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | wyjaśnia pojęcie drugiej prędkości kosmicznej (4.6 ZR) | 1 |
| 4 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystywania pojęć [...] III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu i tabel | potrafi rozpoznawać fazy Księżyca (1.8 ZP) | 3 |
| 5 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | wyjaśnia związek między energią kinetyczną cząsteczek i temperaturą (2.7 ZP) wyodrębnia zjawiska z kontekstu, wskazuje czynniki istotne i nieistotne dla wyniku doświadczenia (8.2 G) | 3 |
| 6.1 | III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji zapisanych w postaci tekstu, tabel, wykresów, schematów i rysunków | opisuje przemianę izochoryczną i izobaryczną (5.2 ZR) | 2 |
| 6.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] III. Wykorzystanie wielkości fizycznych [...] | interpretuje wykresy ilustrujące przemiany gazu doskonałego (5.3 ZR) | 1 |

| Numer zadania | Wymagania ogólne | Wymagania szczegółowe Uczeń: | Maksymalna liczba punktów |
|---------------|---|---|---------------------------|
| 6.3 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | analizuje przedstawione cykle termodynamiczne (5.10 ZR) stosuje równanie stanu gazu doskonałego (równanie Clapeyrona) do wyznaczania parametrów gazu (5.1 ZR) posługuje się pojęciem ciepła molowego w przemianach gazowych (5.7 ZR) | 3 |
| 7.1 | I. Wykorzystanie wielkości fizycznych do rozwiązywania prostych zadań obliczeniowych III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji [...] | wykorzystuje prawo Coulomba do obliczania siły oddziaływania elektrostatycznego między ładunkami punktowymi (7.1 ZR) | 2 |
| 7.2 | III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji [...] | odróżnia wartości wektorowe od skalarnych; wykonuje działania na wektorach (dodawanie, odejmowanie, rozkładanie na składowe) (1.1 ZR) | 3 |
| 8.1 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów (8.1 G) wyjaśnia pojęcie siły elektromotorycznej i oporu wewnętrznego (8.1 ZR) | 2 |
| 8.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji [...] | posługuje się pojęciem oporu elektrycznego, stosuje prawo Ohma w prostych obwodach elektrycznych (4.9 G) stosuje prawa Kirchhoffa do analizy obwodów elektrycznych (8.4 ZR) | 3 |
| 9 | IV. Budowa prostych modeli fizycznych i matematycznych do opisu zjawiska | posługuje się pojęciem ciśnienia (3.6 G) posługuje się pojęciem napięcia elektrycznego (4.8 G) wyjaśnia przepływ ciepła w zjawisku przewodnictwa cieplnego (2.8 G) | 2 |
| 10 | II. Przeprowadzanie doświadczeń i wyciąganie wniosków z otrzymanych wyników V. Planowanie i wykonywanie prostych doświadczeń i analiza ich wyników | opisuje przebieg i wynik przeprowadzonego doświadczenia, wyjaśnia rolę użytych przyrządów, wykonuje schematyczny rysunek obrazujący układ doświadczalny (8.1 G) planuje doświadczenie lub pomiar, wybiera właściwe narzędzia pomiaru [...] (8.12 G) szkicuje przebieg linii pola magnetycznego w pobliżu magnesów trwałych i przewodników z prądem (9.1 ZR) | 4 |
| 11.1 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | opisuje budowę i zasadę działania transformatora (9.12 ZR) | 1 |
| 11.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | opisuje budowę i zasadę działania transformatora (9.12 ZR) | 1 |
| 11.3 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | opisuje prąd przemienny (natężenie, napięcie, częstotliwość, wartości skuteczne) (9.13 ZR) opisuje budowę i zasadę działania transformatora (9.12 ZR) | 2 |
| 12.1 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | stosuje równanie soczewki (10.9 ZR) | 2 |

| Numer zadania | Wymagania ogólne | Wymagania szczegółowe | Maksymalna liczba punktów |
|---------------|--|--|---------------------------|
| 12.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] III. Wykorzystanie i przetwarzanie informacji [...] | Uczeń: szacuje rząd wielkości i ocenia na tej podstawie wartości obliczanych wielkości (8.3 G) stosuje prawo załamania fal do wyznaczenia biegu promieni w pobliżu granicy dwóch ośrodków (10.6 ZR) opisuje zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia i wyznacza kąt graniczny (10.7 ZR) rysuje i wyjaśnia konstrukcje tworzenia obrazów rzeczywistych za pomocą soczewek skupiających (10.9 ZR) | 4 |
| 13.1 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego (11.4 ZR) | 2 |
| 13.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego (11.4 ZR) | 2 |
| 13.3 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] IV. Posługiwanie się informacjami pochodzącymi z analizy przeczytanych tekstów | opisuje mechanizmy powstawania promieniowania rentgenowskiego (11.4 ZR) | 1 |
| 14.1 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek (11.5 ZR) | 2 |
| 14.2 | I. Znajomość i umiejętność wykorzystania pojęć [...] | określa długość fali de Broglie'a poruszających się cząstek (11.5 ZR) | 1 |

Zadanie 1. Zderzenie kul (0–5)**Poprawne rozwiązanie**

1. Wartość pędu układu przed zderzeniem:

$$1,6 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} - 1,0 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 0,6 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \quad (\text{C})$$

Pęd układu przed zderzeniem jest zwrócony w lewo. (I)

2. Pęd układu po zderzeniu nie uległ zmianie, więc

$$p_A - 0,3 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 0,6 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

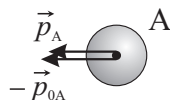
$$p_A = (0,3 + 0,6) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 0,9 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

Pęd kulki A po zderzeniu ma wartość $0,9 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$ (D) i jest zwrócony w lewo. (I)

3. Zmiana pędu układu jest równa zero. (A)

4. Zmiana pędu kulki A:

$$\Delta \vec{p}_A = \vec{p}_A - \vec{p}_{0A} = \vec{p}_A + (-\vec{p}_{0A})$$

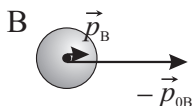


Suma wektorów \vec{p}_A i $(-\vec{p}_{0A})$ jest zwrócona w lewo (I), a jej wartość:

$$|\Delta \vec{p}_A| = p_A + p_{0A} = (0,9 + 1,0) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1,9 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \quad (\text{F})$$

5. Zmiana pędu kulki B:

$$\Delta \vec{p}_B = \vec{p}_B - \vec{p}_{0B} = \vec{p}_B + (-\vec{p}_{0B})$$



Suma wektorów \vec{p}_B i $(-\vec{p}_{0B})$ jest zwrócona w prawo (H), a jej wartość:

$$|\Delta \vec{p}_B| = p_B + p_{0B} = (0,3 + 1,6) \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} = 1,9 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}} \quad (\text{F})$$

Schemat oceniania

5 pkt – **Rozwiązanie całkowicie poprawne**

– wszystkie (dziewięć) odpowiedzi prawidłowe.

1CI, 2DI, 3A, 4FI, 5FH

4 pkt – **Pokonanie zasadniczych trudności zadania**

– tylko osiem lub siedem odpowiedzi poprawnych,

– dwie lub jedna odpowiedź błędna lub jej brak.

3 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest dość istotny postęp**

– tylko sześć lub pięć odpowiedzi poprawnych,

– trzy lub cztery odpowiedzi błędne lub ich brak.

2 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp**

– tylko cztery lub trzy odpowiedzi poprawne,

– pięć lub sześć odpowiedzi błędnych lub ich brak.

1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest nikły postęp**

- tylko dwie lub jedna odpowiedź poprawna,
- siedem lub osiem odpowiedzi błędnych lub ich brak.

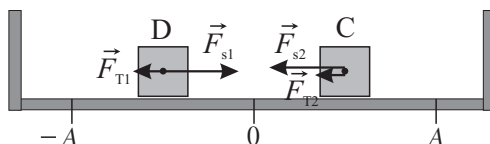
0 pkt – **Brak postępu**

- wszystkie odpowiedzi błędne lub ich brak.

Zadanie 2. Klocek na sprężynach (0–2)

Poprawne rozwiązanie

1.



2.

$$F_{s1} = F_{s2} = 2 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N} \quad F_{T1} = F_{T2} = 0,5 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N}$$

$$F_{\text{wyp. C}} = (2 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N}) + (0,5 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N}) = 2,5 \text{ N} \pm 0,2 \text{ N}$$

$$F_{\text{wyp. D}} = (2 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N}) - (0,5 \text{ N} \pm 0,1 \text{ N}) = 1,5 \text{ N} \pm 0,2 \text{ N}$$

Schemat oceniania

2 pkt – **Rozwiązanie całkowicie poprawne**

- poprawnie zaznaczone wartości sił w punktach C i D ($F_{s1} = F_{s2}$ oraz $F_{T1} = F_{T2}$),
- właściwe zwroty sił,
- poprawnie zapisane wartości sił,
- poprawnie zapisane wartości sił wypadkowych wraz z niepewnościami pomiarowymi.

1 pkt – **Pokonanie zasadniczej trudności**

- poprawne zaznaczenie sił (właściwe zwroty, odpowiednio w przybliżeniu dobrane długości),
- błędnie zapisane wartości sił

lub

- błędne zapisanie niepewności pomiarowych wartości sił wypadkowych.

0 pkt – **Brak postępu**

- zadanie rozwiązane błędnie

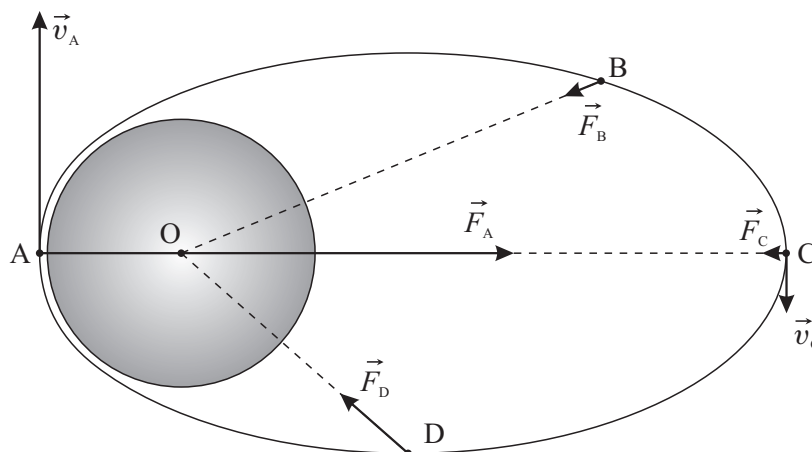
lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 3. Ruch ciał w polu grawitacyjnym (0–7)

Zadanie 3.1. (0–2)

Poprawne rozwiązanie



Schemat oceniania**2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- poprawne narysowanie **wszystkich** wektorów:
 - sił działających na satelitę w punktach B, C i D, z zachowaniem przybliżonych proporcji długości wektorów $\left(F_B \approx \frac{1}{9}F_A, F_C \approx \frac{1}{16}F_A, F_D \approx \frac{1}{4}F_A\right)$,
 - prędkości satelity w punkcie C $\left(v_C \approx \frac{1}{4}v_A\right)$.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest postęp

- poprawne narysowanie wektora prędkości satelity w punkcie C, z zachowaniem proporcji długości wektora $\left(v_C \approx \frac{1}{4}v_A\right)$,
- poprawne narysowanie kierunków wszystkich wektorów sił działających na satelitę, ale niezachowanie przybliżonych proporcji długości **nie więcej** niż jednego wektora.

0 pkt – Rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu

- błędne narysowanie wektora prędkości i niezachowanie przybliżonych proporcji długości dwóch lub trzech wektorów sił
lub
- błędne narysowanie wektora prędkości i błędne narysowanie kierunku jednego (lub więcej) wektorów sił oraz niezachowanie przybliżonych proporcji długości dwóch lub trzech wektorów sił
lub
- błędne narysowanie wektora prędkości i niezachowanie przybliżonych proporcji długości dwóch (lub trzech) wektorów sił
lub
- brak rozwiązania.

Zadanie 3.2. (0–2)**Poprawne rozwiązanie**

1. Od punktu A do punktu C satelita porusza się ruchem *opóźnionym*, ponieważ styczna do toru składowa siły grawitacji *ma zwrot przeciwny do zwrotu prędkości satelity*.
2. Od punktu C do punktu A satelita porusza się ruchem *przyspieszonym*, ponieważ styczna do toru składowa siły grawitacji *ma zwrot zgodny ze zwrotem prędkości satelity*.

Schemat oceniania**2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- poprawne uzupełnienie zdań 1 i 2 – podanie nazw ruchów i ich przyczyn.

Uwaga: Podając nazwy ruchów, uczeń może napisać: „niejednostajnie opóźnionym” i „niejednostajnie przyspieszonym”.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest postęp

- poprawne uzupełnienie tylko jednego zdania (podanie nazwy ruchu i jego przyczyny)
lub
- poprawne podanie nazw ruchów w zdaniach 1 i 2, ale niepełne lub błędne podanie przyczyn ruchów w zdaniach 1 i 2
lub
- poprawne podanie nazw ruchów w zdaniach 1 i 2, ale brak podania przyczyn ruchów.

0 pkt – Rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu

- poprawne podanie nazwy ruchu tylko w jednym zdaniu

lub

– poprawne podanie przyczyny ruchu tylko w jednym zdaniu

lub

– błędne podanie nazw i przyczyn ruchu w zadaniach 1 i 2

lub

– brak rozwiązania.

Zadanie 3.3. (0–2)

Poprawne rozwiązanie

Z zasady zachowania energii mechanicznej

$$(E_p + E_k)_{\text{w miejscu wyrzelenia}} = (E_p + E_k)_{\text{w miejscu, do którego dotrze ciało}}$$

W miejscu wyrzelenia ciało o masie m ma potencjalną energię grawitacyjną $E_p = \frac{-GMm}{R}$, gdzie M – masa

Ziemi, m – masa ciała, R – promień Ziemi, oraz energię kinetyczną $E_k = \frac{mv^2}{2}$.

Z warunków zadania $v = \frac{1}{2}v_{II} = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2GM}{R}}$, więc:

$$E_k = \frac{1}{2}m\left(\frac{1}{2}\sqrt{\frac{2GM}{R}}\right)^2 = \frac{GMm}{4R}$$

W miejscu, do którego dotrze ciało, jego energia kinetyczna jest równa zero, a potencjalna energia grawitacyjna

$E_p = \frac{-GMm}{R+x}$ (gdzie x jest odległością od powierzchni Ziemi).

Zatem:

$$\frac{-GMm}{R} + \frac{GMm}{4R} = \frac{-GMm}{R+x}$$

Po przekształceniu równania otrzymujemy:

$$\frac{1}{R} - \frac{1}{4R} = \frac{1}{R+x} \Rightarrow \frac{3}{4R} = \frac{1}{R+x} \Rightarrow x = \frac{R}{3}$$

Schemat oceniania

2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

– skorzystanie z zasady zachowania energii zapisanej w postaci

$$\frac{-GMm}{R} + \frac{GMm}{4R} = \frac{-GMm}{R+x}$$

gdzie x oznacza odległość punktu, do którego dotrze ciało od miejsca wyrzelenia na powierzchni Ziemi

– rozwiązanie równania i otrzymanie poprawnego wyniku $x = \frac{1}{3}R$

lub

- skorzystanie z zasady zachowania energii zapisanej w postaci

$$\frac{-GMm}{R} + \frac{GMm}{4R} = \frac{-GMm}{x}$$

gdzie x oznacza odległość punktu, do którego dotrze ciało od środka Ziemi,

- rozwiązanie równania i otrzymanie poprawnego wyniku:

$$x = \frac{4}{3}R \quad \Rightarrow \quad d = \frac{4}{3}R - R = \frac{1}{3}R$$

1 pkt – Pokonanie zasadniczych trudności zadania

- poprawne zapisanie wzorów na potencjalną energię grawitacyjną i energię kinetyczną w miejscu wystrzelenia i w miejscu, do którego dotrze ciało, skorzystanie z zasady zachowania energii, ale nieotrzymanie poprawnego wyniku z powodu błędów rachunkowych popełnionych podczas rozwiązywania równania

lub

- zapisanie poprawnych wzorów na potencjalną energię grawitacyjną i energię kinetyczną w miejscu wystrzelenia i w miejscu, do którego dotrze ciało,
- zapisanie zasady zachowania energii tylko w ogólnej postaci (np. $E_{p0} + E_{k0} = E_p + E_k$)

lub

- zapisanie równania wynikającego z zasady zachowania energii mechanicznej, ale popełnienie (co najwyżej jednego) błędu w zapisywaniu wzorów na energie ciała (np. błędne obliczenie energii kinetycznej w miejscu wystrzelenia).

0 pkt – Rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu

- skorzystanie z zasady zachowania energii, ale błędne zapisanie wzorów na energie ciała (potencjalną i/lub kinetyczną)

lub

- tylko zapisanie wzorów na potencjalną energię grawitacyjną i energię kinetyczną w miejscu wystrzelenia i w miejscu, do którego dotrze ciało

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 3.4. (0–1)

Poprawne rozwiązanie

W każdym punkcie toru ruchu ciała wystrzelonego z Ziemi z drugą prędkością kosmiczną energia kinetyczna ciała jest *większa od/ równa/ mniejsza od* bezwzględnej wartości jego grawitacyjnej energii potencjalnej, ponieważ całkowita energia mechaniczna ciała jest *dodatnia/ równa zero/ ujemna*.

Schemat oceniania

1 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- podkreślenie właściwych wyrazów w obu częściach zdania.

0 pkt – Brak postępu

- podkreślenie tylko jednej właściwej informacji

lub

- podkreślenie niewłaściwych wyrazów w obu częściach zdania

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 4. Data Wielkanocy (0–3)

Poprawne rozwiązanie

1D, 2J, 3C

Wielkanoc w Kościele rzymskokatolickim jest obchodzona w pierwszą niedzielę po pierwszej wiosennej (przypadającej po 21 marca) pełni Księżyca.

Schemat oceniania

3 pkt – **Rozwiązanie całkowicie poprawne**

– bezbłędne wypełnienie tabeli.

2 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp**

– dwie odpowiedzi poprawne

– jedna odpowiedź błędna lub jej brak.

1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp**

– jedna odpowiedź poprawna

– dwie odpowiedzi błędne lub ich brak.

0 pkt – **Brak postępu**

– wszystkie trzy odpowiedzi błędne lub ich brak.

Zadanie 5. Parowanie cieczy (0–3)

Poprawne rozwiązanie

Ciecz (podobnie jak każda substancja) składa się z cząsteczek o różnych energiach kinetycznych. Parowanie cieczy polega na odrywaniu się cząsteczek od jej powierzchni. Cząsteczkom o największej energii kinetycznej najłatwiej pokonać siły międzycząsteczkowe (wzajemnego przyciągania), dlatego w parującej cieczy takich cząsteczek jest coraz mniej. Średnia energia kinetyczna cząsteczek cieczy maleje, co jest równoznaczne z obniżaniem się jej temperatury.

Schemat oceniania

3 pkt – **Całkowicie poprawne rozwiązanie**

– podanie trzech istotnych informacji:

- najłatwiej odrywają się od powierzchni (przechodzą w stan pary) cząsteczki o największej energii kinetycznej,
- średnia energia kinetyczna cząsteczek cieczy maleje,
- zmniejszanie się średniej energii kinetycznej cząsteczek cieczy jest równoznaczne z obniżaniem się jej temperatury.

2 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp**

– podanie tylko dwóch spośród trzech wymienionych informacji,

– trzecia informacja błędna lub jej brak.

1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp**

– podanie tylko jednej spośród wymienionych informacji,

– pozostałe informacje błędne lub ich brak.

0 pkt – **Brak postępu**

– niepoprawne wyjaśnienie zjawiska

lub

– brak wyjaśnienia.

Uwaga: Jeśli uczeń napisze, że temperatura cieczy obniża się wskutek utraty ciepła potrzebnego na parowanie, nie otrzymuje punktów, bo nie jest to wyjaśnienie zjawiska z punktu widzenia teorii kinetyczno-molekularnej.

Zadanie 6. Silnik cieplny (0–6)**Zadanie 6.1. (0–2)****Poprawne rozwiązanie**

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2p_1}{p_1} = 2 \Rightarrow T_2 = 2T_1$$

$$\frac{T_4}{T_1} = \frac{3V_1}{V_1} = 3 \Rightarrow T_4 = 3T_1$$

$$\frac{T_3}{T_4} = \frac{2p_1}{p_1} = 2 \Rightarrow T_3 = 2T_4 = 6T_1$$

Schemat oceniania**2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- skorzystanie z praw dla przemiany izochorycznej i izobarycznej i otrzymanie na tej podstawie trzech poprawnych relacji.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp

- skorzystanie z praw dla przemiany izochorycznej i izobarycznej, otrzymanie poprawnych relacji tylko między temperaturami T_2 i T_1 oraz T_4 i T_1 ,
- otrzymanie błędnej relacji między temperaturami T_3 i T_1 lub jej brak.

0 pkt – Brak postępu

- otrzymanie tylko jednej poprawnej relacji,
- pozostałe relacje błędne lub ich brak

lub

- wszystkie relacje błędne

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 6.2. (0–1)**Poprawne rozwiązanie**

Gaz pobiera ciepło w przemianach $1 \rightarrow 2$ i $2 \rightarrow 3$ (bo są to przemiany izochoryczna i izobaryczna, w których temperatura gazu wzrasta).

Schemat oceniania**1 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- stwierdzenie, że gaz pobiera ciepło w przemianach $1 \rightarrow 2$ i $2 \rightarrow 3$ (uzasadnienie nie jest wymagane).

0 pkt – Brak postępu

- błędne rozstrzygnięcie, w których przemianach gaz pobiera ciepło z otoczenia

lub

- brak rozstrzygnięcia.

Zadanie 6.3. (0–3)**Poprawne rozwiązanie**

$$Q_{1 \rightarrow 2} = C_V n(T_2 - T_1) = C_V n(2T_1 - T_1)$$

$$Q_{1 \rightarrow 2} = C_V n T_1$$

$$Q_{2 \rightarrow 3} = C_p n(T_3 - T_2) = C_p n(6T_1 - 2T_1)$$

$$Q_{2 \rightarrow 3} = 4C_p n T_1$$

$$\text{Suma ciepła pobranych: } Q = C_V n T_1 + 4C_p n T_1 = n T_1 (C_V + 4C_p)$$

$$Q = nT_1 \left(\frac{3}{2}R + 4 \cdot \frac{5}{2}R \right) = \frac{23}{2} RnT_1$$

$$T_1 = \frac{p_1 V_1}{nR} \quad \text{zatem} \quad Q = \frac{23}{2} p_1 V_1$$

$$Q = \frac{23}{2} \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 10^{-3} \text{m}^3 = 1150 \text{ J}$$

Schemat oceniania

3 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- zastosowanie właściwych wzorów na ciepła pobrane w przemianie izochorycznej i izobarycznej, skorzystanie z uprzednio znalezionych relacji między temperaturami gazu w poszczególnych stanach,
- podstawienie właściwych wyrażeń na ciepło molowe gazu w stałej objętości i w stałym ciśnieniu oraz wyrażenie temperatury T_1 przez ciśnienie i objętość gazu w stanie 1,
- podstawienie wartości liczbowych do otrzymanego wzoru i otrzymanie prawidłowego wyniku.

Uwaga: Uczeń może do otrzymanych wzorów $Q_{1 \rightarrow 2} = C_V n T_1$ i $Q_{2 \rightarrow 3} = 4 C_p n T_1$ podstawić $C_V = \frac{3}{2} R$, $C_p = \frac{5}{2} R$ i $T_1 = \frac{p_1 V_1}{nR}$:

$$Q_{1 \rightarrow 2} = \frac{3}{2} Rn \cdot \frac{p_1 V_1}{nR} = \frac{3}{2} p_1 V_1 = 150 \text{ J}$$

$$Q_{2 \rightarrow 3} = 4 \cdot \frac{5}{2} Rn \cdot \frac{p_1 V_1}{nR} = 10 p_1 V_1 = 1000 \text{ J}$$

2 pkt – Pokonanie zasadniczych trudności zadania

- zastosowanie właściwych wzorów na ciepła pobrane przez gaz w przemianie izochorycznej i izobarycznej, skorzystanie z uprzednio znalezionych relacji między temperaturami gazu w poszczególnych stanach,
- otrzymanie wzorów:

$$Q_{1 \rightarrow 2} = C_V n T_1 \quad \text{i} \quad Q_{2 \rightarrow 3} = 4 C_p n T_1$$

lub

$$Q_{1 \rightarrow 2} = \frac{3}{2} Rn T_1 \quad \text{i} \quad Q_{2 \rightarrow 3} = \frac{20}{2} Rn T_1$$

- dalsze obliczenia błędne lub ich brak.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp

- zastosowanie właściwych wzorów na ciepła pobrane przez gaz w przemianie izochorycznej i izobarycznej,
- niewykorzystanie relacji między temperaturami gazu w poszczególnych stanach,
- brak dalszego rozwiązania.

0 pkt – Brak postępu

- wypisanie błędnych wzorów na ciepła pobrane przez gaz

lub

- brak rozwiązania.

Uwaga: Jeśli uczeń podstawia do wzorów na $Q_{1 \rightarrow 2}$ i $Q_{2 \rightarrow 3}$ błędne relacje między temperaturami gazu, ale takie, które otrzymał w punkcie 6.1 rozwiązania i w dalszych obliczeniach nie ma błędów – otrzymuje odpowiednią liczbę punktów mimo uzyskania nieprawidłowych wyników liczbowych pod warunkiem, że obliczone ilości ciepła są dodatnie.

Zadanie 7. Trzy ładunki (0–5)**Zadanie 7.1. (0–2)****Poprawne rozwiązanie**

Wartość siły, którą ładunek q_1 działa na ładunek q_3 :

$$F_{1,3} = \frac{k \cdot 2q \cdot 2\sqrt{2}q}{(a\sqrt{2})^2} = 2\sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2}$$

Wartość siły, którą ładunek q_2 działa na ładunek q_3 :

$$F_{2,3} = \frac{k \cdot 2q^2}{a^2} = 2 \frac{kq^2}{a^2}$$

Schemat oceniania**2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

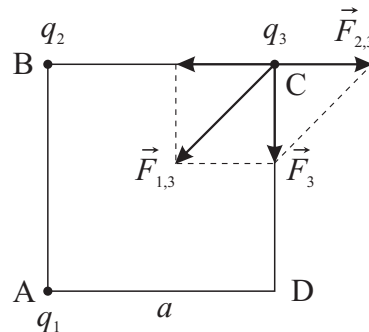
- poprawne wyrażenie wartości sił $\vec{F}_{1,3}$ i $\vec{F}_{2,3}$ przez symbole: k, q, a .

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp

- otrzymanie poprawnego wyrażenia na wartość tylko jednej z sił,
- błędne wyrażenie drugiej siły lub jego brak.

0 pkt – Brak postępu

- błędne wyrażenie wartości obu sił przez symbole: k, q, a
lub
- brak rozwiązania.

Zadanie 7.2. (0–3)**Poprawne rozwiązanie**

Z otrzymanych wyrażeń na $F_{1,3}$ i $F_{2,3}$ wynika, że $F_{1,3} = \sqrt{2}F_{2,3}$. Siła $\vec{F}_{1,3}$ ma kierunek przekątnej kwadratu o boku a . Można ją rozłożyć na dwie składowe o takich samych wartościach, zwrócone w stronę wierzchołków B i D. Składowa pozioma o wartości $\frac{F_{1,3}}{\sqrt{2}}$ równoważy siłę $\vec{F}_{2,3}$. Wypadkową \vec{F}_3 stanowi zatem pionowa

składowa siły $\vec{F}_{1,3}$ o wartości także równej $\frac{F_{1,3}}{\sqrt{2}} = F_{2,3}$.

Siła wypadkowa działająca na ładunek q_3 ma wartość $F_3 = 2 \frac{kq^2}{a^2}$, ma kierunek pionowy i jest zwrócona w dół (w stronę wierzchołka D kwadratu).

Schemat oceniania**3 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- zauważenie, że $F_{1,3} = \sqrt{2}F_{2,3}$ i poprawne wykonanie konstrukcji równoległoboku sił,
- poprawne obliczenie wartości siły \vec{F}_3 ,

- poprawne wpisanie: wartość $F_3 = 2 \frac{kq^2}{a^2}$, kierunek pionowy (lub boku CD), zwrot w dół (lub do wierzchołka D kwadratu).

2 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp**

- zauważenie, że $F_{1,3} = \sqrt{2}F_{2,3}$, i poprawne wykonanie konstrukcji równoległoboku sił,
- narysowanie siły \vec{F}_3 jako przekątnej równoległoboku i poprawne wskazanie jej zwrotu,
- błędne obliczenie wartości siły \vec{F}_3 lub brak obliczenia.

1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp**

- narysowanie tylko wektorów sił $\vec{F}_{1,3}$ i $\vec{F}_{2,3}$ bez zachowania właściwych proporcji między ich wartościami,
- pozostała część rozwiązania błędna lub jej brak.

0 pkt – **Brak postępu**

- błędne wykonanie wszystkich poleceń

lub

- brak rozwiązania.

Uwaga: Po wykonaniu konstrukcji równoległoboku sił i narysowaniu wypadkowej uczeń może obliczyć wartość wypadkowej, stosując twierdzenie cosinusów:

$$F_3 = \sqrt{(F_{2,3})^2 + (F_{1,3})^2 - 2 \cdot F_{2,3} F_{1,3} \cdot \cos 45^\circ} = \sqrt{4 \frac{k^2 q^4}{a^4} + 8 \frac{k^2 q^4}{a^4} - 4 \frac{kq^2}{a^2} \cdot 2\sqrt{2} \frac{kq^2}{a^2} \cdot \frac{\sqrt{2}}{2}}$$

$$F_3 = \sqrt{\frac{4k^2 q^4}{a^4}} = 2 \frac{kq^2}{a^2}$$

Zadanie 8. Obwód elektryczny (0–5)

Zadanie 8.1. (0–2)

Poprawne rozwiązanie

Wskazanie woltomierza podczas zmiany oporu R_2 nie ulega zmianie.

Uzasadnienie: Woltomierz jest dołączony równolegle do źródła siły elektromotorycznej, którego opór wewnętrzny jest pomijalnie mały.

Schemat oceniania

2 pkt – **Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- stwierdzenie, że wskazanie woltomierza nie zmienia się,
- w uzasadnieniu podanie dwóch faktów:
 - woltomierz jest dołączony równolegle do źródła siły elektromotorycznej,
 - opór wewnętrzny źródła jest pomijalnie mały (uczeń może napisać: jest równy zero).

1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp**

- stwierdzenie, że wskazanie woltomierza nie zmienia się,
- podanie w uzasadnieniu tylko jednego faktu: że woltomierz jest dołączony równolegle do źródła siły elektromotorycznej (pominięcie faktu, że opór wewnętrzny źródła jest znikomo mały)

lub

- podanie w uzasadnieniu tylko jednego faktu: że opór wewnętrzny źródła jest znikomo mały (pominięcie faktu, że woltomierz jest dołączony do źródła równolegle).

0 pkt – **Brak postępu**

- stwierdzenie, że wskazanie woltomierza zmienia się

lub

- tylko stwierdzenie, że wskazanie woltomierza nie zmienia się, ale podanie niewłaściwego uzasadnienia lub jego brak

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 8.2. (0–3)

Poprawne rozwiązanie

$$1. I_2 = \frac{4 \text{ V}}{8 \Omega} = 0,5 \text{ A}$$

$$2. I_2 = \frac{4 \text{ V}}{10 \Omega} = 0,4 \text{ A}$$

$$3. I_2 = \frac{4 \text{ V}}{16 \Omega} = 0,25 \text{ A}$$

| Lp. | Opór R_2 (Ω) | Wskazanie amperomierza 1 (A) | Wskazanie amperomierza 2 (A) | Natężenie prądu płynącego przez baterię (A) |
|-----|----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| 1 | 8 | E | E | H |
| 2 | 10 | E | D | G |
| 3 | 16 | E | C | F |

Schemat oceniania

3 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- poprawne obliczenie natężeń prądu wskazywanych przez amperomierz 2 we wszystkich trzech przypadkach,
- poprawne wypełnienie tabeli.

2 pkt – Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp

- poprawne obliczenie natężeń prądu wskazywanych przez amperomierz 2 we wszystkich trzech przypadkach,
- poprawne wypełnienie tylko trzeciej i czwartej kolumny tabeli,
- wpisanie błędnych odpowiedzi w kolumnie piątej lub brak wypełnienia.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp

- poprawne obliczenie natężeń prądu wskazywanych przez amperomierz 2 we wszystkich trzech przypadkach,
- poprawne wypełnienie tylko czwartej kolumny tabeli,
- wpisanie błędnych odpowiedzi w kolumnach trzeciej i piątej lub brak wypełnienia.

0 pkt – Brak postępu

- błędne obliczenie natężeń prądu wskazywanych przez amperomierz 2,
- błędne wypełnienie tabeli

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 9. Analogia (0–2)

Poprawne rozwiązanie

Wielkością analogiczną do różnicy ciśnień w zjawisku przedstawionym na rysunku 1 jest

- w zjawisku przedstawionym na rysunku 2 różnica potencjałów (napięcie),
- w zjawisku przedstawionym na rysunku 3 różnica temperatur.

Schemat oceniania**2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- wpisanie dwóch poprawnych odpowiedzi: różnica potencjałów(napięcie), różnica temperatur.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest pewien postęp

- wpisanie tylko jednej poprawnej odpowiedzi,
- wpisanie drugiej odpowiedzi błędnej lub jej brak.

0 pkt – Brak postępu

- wpisanie odpowiedzi błędnych
lub
- brak odpowiedzi.

Zadanie 10. Doświadczalne badanie zjawiska indukcji elektromagnetycznej (0–4)**Poprawne rozwiązanie**

- W pierwszej należy powiązać kierunek prądu płynącego w zwojnicy z kierunkiem wychylenia wskazówki galwanometru. W tym celu należy zbudować obwód składający się ze zwojnicy, źródła prądu i galwanometru. Na podstawie znajomości kierunku prądu w zwojnicy należy wyznaczyć bieguny magnetyczne na jej końcach i zanotować, w którą stronę wychyla się wskazówka galwanometru przy określonym kierunku prądu (położeniu biegunów).
- W drugiej części doświadczenia należy usunąć z obwodu źródło prądu i powiązać ruch magnesu (zbliżanie lub oddalanie, N lub S) z kierunkiem wychylenia wskazówki galwanometru.

1. Wzorcowa kolejność czynności

- (1) Buduję obwód składający się ze zwojnicy, źródła prądu i szeregowo włączonego galwanometru.
- (2) Na podstawie znajomości kierunku prądu płynącego w zwojach wyznaczam bieguny magnetyczne na końcach zwojnicy.
- (3) Notuję, w którą stronę wychyla się wskazówka galwanometru.
- (4) Zapisuję położenie biegunów magnetycznych zwojnicy i odpowiadający im kierunek wychylenia wskazówki.
- (5) Odłączam źródło prądu, zamykam obwód.
- (6) Zbliżam do zwojnicy określony biegun magnesu.
- (7) Obserwuję, w którą stronę wychyla się wskazówka galwanometru.
- (8) Powtarzam czynności 6 i 7, zbliżając do zwojnicy drugi biegun magnesu, a następnie oddalając bieguny od zwojnicy.

2. Wynik doświadczenia

Z kierunku wychylenia wskazówki galwanometru wiemy, jaki biegun magnetyczny zwojnicy powstaje od strony zbliżanego lub oddalanego bieguna magnesu. Stwierdzamy więc, że w każdym przypadku, wykonując ruch magnesem, musimy pokonywać siłę wzajemnego odpychania lub przyciągania biegunów zwojnicy i magnesu.

3. Wniosek

W każdym przypadku muszę wykonywać pracę. Hipoteza jest prawdziwa.

Schemat oceniania**4 pkt – Rozwiązanie całkowicie poprawne**

- wymieniono dwie części doświadczenia,
- logicznie ułożono kolejne czynności,
- poprawnie zapisano wynik doświadczenia i wniosek.

3 pkt – Pokonanie zasadniczych trudności

- zaproponowano:
 - zbudowanie obwodu składającego się ze zwojnicy, źródła prądu i galwanometru,
 - wyznaczenie biegunów magnetycznych zwojnicy,

- powiązanie kierunku prądu w zwojnicy (położenia biegunów) z kierunkiem wychylenia wskazówki galwanometru,
- następnie zaproponowano:
 - usunięcie źródła prądu z obwodu i obserwację kierunku wychylenia wskazówki galwanometru przy zbliżaniu i oddalaniu biegunów magnesu,
- zostały popełnione błędy w kolejności wykonywanych czynności lub w zapisie wyniku doświadczenia i wniosku.

2 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp**

- z zapisu wynika, że uczeń uchwycił ideę doświadczenia, ale zarówno opis kolejnych czynności, jak i zapis wyniku i wniosku wykazują braki logiczne.

1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest nikły postęp**

- poprawnie określono położenie biegunów magnetycznych zwojnicy na podstawie kierunku płynącego w niej prądu

lub

- poprawnie określono położenie biegunów magnetycznych zwojnicy i kierunek płynącego w niej prądu przy zbliżaniu i oddalaniu bieguna magnesu zwróconego w stronę zwojnicy,
- nie została uchwycona idea doświadczenia,
- brak wyniku doświadczenia i wniosku.

0 pkt – **Brak postępu**

- brak pomysłu na wykonanie doświadczenia,
- brak wiedzy o zjawiskach, które należało wykorzystać

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 11. Transformator (0–4)

Zadanie 11.1. (0–1)

Poprawne rozwiązanie

W transformatorze idealnym

$$\frac{U_{2s}}{U_{1s}} = \frac{n_2}{n_1} \Rightarrow n_2 = n_1 \frac{U_{2s}}{U_{1s}}$$

$$n_2 = 120 \cdot \frac{11,5 \text{ V}}{230 \text{ V}} = 6$$

Schemat oceniania

1 pkt – **Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- zapisanie wzoru na przekładnię transformatora,
- obliczenie liczby zwojów w uzwojeniu wtórnym transformatora.

0 pkt – **Brak postępu**

- zapisanie poprawnego wzoru na przekładnię transformatora, ale błędne obliczenie liczby zwojów w uzwojeniu wtórnym transformatora albo brak obliczenia n_2

lub

- zapisanie błędnego wzoru na przekładnię transformatora i otrzymanie błędnego wyniku

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 11.2. (0–1)**Poprawne rozwiązanie**

2. Transformator podwyższający napięcie

*lub*transformator o przekładni $p > 1$

3. Linia wysokiego napięcia

lub

przewody doprowadzające

lub

przewody wysokiego napięcia

4. Transformator obniżający napięcie

*lub*transformator o przekładni $p < 1$.**Schemat oceniania**1 pkt – **Całkowicie poprawne rozwiązanie**

– poprawne wpisanie wszystkich brakujących elementów.

0 pkt – **Brak postępu**

– błędne wpisanie jednego, dwóch lub trzech brakujących elementów

lub

– brak rozwiązania.

Zadanie 11.3. (0–2)**Poprawne rozwiązanie**Moc wysyłana z elektrowni $P_{\text{wysyłana}} = U_s I_s$, a moc wydzielona na przewodach $P_{\text{wydzielona}} = I_s^2 R_p$.

Z warunku podanego w zadaniu:

$$P_{\text{wydzielona}} \leq 20\% \cdot P_{\text{wysyłana}}$$

$$I_s^2 R_p \leq 0,2 U_s I_s$$

Największe **skuteczne** natężenie $I_{s \text{ max}}$ prądu w przewodach obliczamy z równania:

$$I_{s \text{ max}}^2 R_p = 0,2 U_s I_{s \text{ max}} \quad \Rightarrow \quad I_{s \text{ max}} = \frac{0,2 U_s}{R_p}$$

Po podstawieniu danych liczbowych otrzymujemy

$$I_{s \text{ max}} = 0,2 \cdot \frac{23 \text{ kV}}{46 \Omega} = 100 \text{ A}$$

Schemat oceniania2 pkt – **Całkowicie poprawne rozwiązanie**

– poprawne zapisanie wzorów na moc wysyłaną z elektrowni i moc wydzieloną na przewodach i (wynikającego z warunków zadania) związku między tymi wielkościami,

– rozwiązanie równania i poprawne obliczenie największego skutecznego natężenia prądu płynącego w przewodach.

1 pkt – **Pokonanie zasadniczych trudności zadania**

– poprawne zapisanie wzorów na moc wysyłaną z elektrowni i moc wydzieloną na przewodach i (wynikającego z warunków zadania) związku między tymi wielkościami,

– popełnienie błędu w rozwiązaniu równania i otrzymanie niepoprawnego wyniku lub brak rozwiązania równania.

0 pkt – Brak postępu

- rozwiązanie zawierające tylko tylko wzory na moc wysyłąną z elektrowni i moc wydzieloną na przewodach

lub

- błędne zapisanie związku między mocą wysyłąną z elektrowni i mocą wydzieloną na przewodach (np. nieuwzględnienie warunku $P_{\text{wydzielona}} \leq 20\% \cdot P_{\text{wysyłąna}}$)

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 12. Soczewka (0–6)**Zadanie 12.1. (0–2)****Poprawne rozwiązanie**

Związek między ogniskową soczewki a jej promieniami krzywizny oraz współczynnikami załamania materiału, z którego wykonano soczewkę i otoczenia soczewki ma postać:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{soczewki}}}{n_{\text{otoczenia}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

Dla soczewki w powietrzu:

$$\frac{1}{f_p} = \left(\frac{n_{sz}}{n_p} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (1)$$

Dla soczewki w wodzie:

$$\frac{1}{f_w} = \left(\frac{n_{sz}}{n_w} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right) \quad (2)$$

Po przekształceniu układu równań (np. po podzieleniu stronami pierwszego równania przez drugie) otrzymujemy:

$$\frac{f_w}{f_p} = \left(\frac{n_{sz} - n_p}{n_{sz} - n_w} \right) \cdot \frac{n_w}{n_p}$$

Po podstawieniu danych liczbowych uzyskujemy:

$$\frac{f_w}{f_p} = \left(\frac{1,5 - 1}{1,5 - 1,33} \right) \cdot \frac{1,33}{1} \approx 3,9$$

Schemat oceniania

2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- poprawne zapisanie wzorów 1 i 2 na podstawie **podanego w karcie wzorów** równania:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{soczewki}}}{n_{\text{otoczenia}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

- poprawne zapisanie ilorazu $\frac{f_w}{f_p}$ i poprawne obliczenie jego wartości liczbowej.

Uwaga: Ze związku między ogniskowymi f_w i f_p należy skorzystać w zadaniu 12.2. Uczeń, który poprawnie zapisze iloraz $\frac{f_w}{f_p}$, ale mimo popełnienia błędu rachunkowego otrzyma sensowny wynik (tzn. $f_w > f_p$), **uzyska**

1 punkt w zadaniu 12.2 (część druga podpunktu b), jeśli narysuje całkowite wewnętrzne odbicie promienia 2, pomimo zaznaczenia ogniska F_w w odległości od soczewki nieco innej niż $f_w \approx 3,9f_p$.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest postęp

- poprawne zapisanie wzorów 1 i 2 na podstawie **podanego w karcie wzorów** równania:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_{\text{soczewki}}}{n_{\text{otoczenia}}} - 1 \right) \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

- poprawne zapisanie ilorazu $\frac{f_w}{f_p}$, ale błędne obliczenie jego wartości liczbowej.

0 pkt – Brak postępu

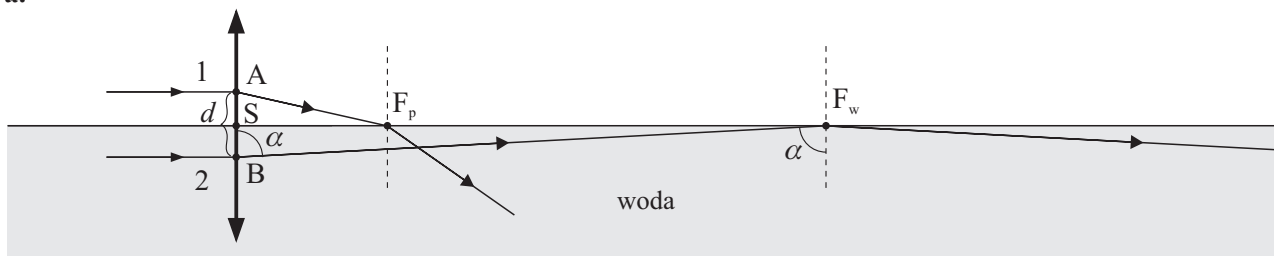
- błędne zapisanie ilorazu $\frac{f_w}{f_p}$ i otrzymanie błędnego wyniku

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 12.2. (0–4)**Poprawne rozwiązanie**

a.



Kąt α jest równy kątowi przy wierzchołku B trójkąta SBF_w . Zatem

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{f_w}{\frac{d}{2}} = \frac{2f_w}{d} \approx \frac{2 \cdot 3,9f_p}{d} \approx \frac{7,8 \cdot 3d}{d} \approx 23,4 \Rightarrow \text{kąt } \alpha \text{ jest bliski kątowi } 90^\circ.$$

(Kąt $\alpha \approx 87,55^\circ$, ale od ucznia wymagamy jedynie wyżej przedstawionego oszacowania).

Promień 2 ulegnie całkowitemu wewnętrznemu odbiciu, ponieważ $\alpha > \alpha_{\text{gr}}$.

b. Całkowite wewnętrzne odbicie

Schemat oceniania

Uczeń otrzymuje po **1 punkcie** za każdą z wymienionych poniżej czynności:

1. wykonanie rysunku przedstawiającego bieg promienia 1,
2. oszacowanie kąta padania promienia 2 na granicę ośrodków i porównanie z kątem granicznym dla wody i powietrza,
3. wykonanie rysunku przedstawiającego bieg promienia 2,
4. zapisanie nazwy zjawiska, które zaobserwowano dla promienia 2 na granicy wody i powietrza.

Uwaga: Uczeń otrzymuje **1 punkt** za wykonanie rysunku, na którym promień 2 ulega całkowitemu wewnętrznemu odbiciu, pomimo zaznaczenia ogniska F_w w odległości od soczewki nieco innej, niż $f_w \approx 3,9f_p$, jeśli

w zadaniu 12.1 poprawnie zapisał wzór na iloraz ogniskowych $\frac{f_w}{f_p}$, ale otrzymał niepoprawny wynik liczbowy

(pod warunkiem, że obliczone $f_w > f_p$).

4 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- poprawne wykonanie wszystkich czynności.

3 pkt – Pokonanie zasadniczych trudności zadania

- poprawne wykonanie tylko trzech czynności.

- 2 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest pewien postęp**
 – poprawne wykonanie tylko dwóch czynności.
- 1 pkt – **Rozwiązanie, w którym jest niewielki postęp**
 – poprawne wykonanie tylko jednej czynności.
- 0 pkt – **Rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu**
 – niepoprawne wykonanie wszystkich czynności
lub
 – brak rozwiązania.

Zadanie 13. Promieniowanie rentgenowskie (0–5)

Zadanie 13.1. (0–2)

Poprawne rozwiązanie

Stwierdzenie nie jest sprzeczne z przedstawionymi faktami doświadczalnymi.

Długości fal promieniowania rentgenowskiego, odpowiadające liniom widma charakterystycznego (inaczej mówiąc: **położenie linii w widmie charakterystycznym**) **nie zmieniają się wraz ze zmianą napięcia** między katodą i anodą lampy, ale **warunkiem** pojawienia się w widmie charakterystycznym linii danej serii jest **przyłożenie odpowiedniego napięcia** między elektrody. Napięcie to musi przyspieszyć elektrony tak, by ich energia kinetyczna wystarczyła do wybicia elektronów z leżących blisko jądra powłok atomowych atomów anody.

Schemat oceniania

Poprawne uzasadnienie odpowiedzi na pytanie postawione w temacie zadania powinno zawierać dwie istotne informacje:

- **Warunkiem** pojawienia się w widmie charakterystycznym linii danej serii jest **przyłożenie tak dużego napięcia** między elektrody lampy, aby elektrony przyspieszone tym napięciem uzyskały energię kinetyczną wystarczającą do wybicia elektronów z leżących blisko jądra powłok atomów anody.
- Długości fal promieniowania rentgenowskiego, odpowiadające liniom widma charakterystycznego **nie zmieniają się wraz ze zmianą napięcia** między katodą i anodą lampy (lub np. długości fal odpowiadających liniom serii M będą takie same przy napięciu mniejszym od 3 kV, jak i przy napięciu większym od 23 kV).

Uwaga: Uczeń może podać uzasadnienie, w którym powoła się na wyszczególnione w zadaniu dane doświadczalne, np. „linie serii L i K widma charakterystycznego dla anody z rodu pojawiły się, gdy napięcie między elektrodami lampy wzrosło tak, że elektrony przyspieszone tym napięciem mogły wybić elektrony z wewnętrznych powłok atomów anody, ale w kolejno otrzymywanych widmach długości fal odpowiadających liniom (lub położenie linii) serii M, a następnie L nie zmieniły się”.

2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- udzielenie poprawnej odpowiedzi na pytanie postawione w zadaniu,
- podanie uzasadnienia zawierającego obie istotne informacje.

1 pkt – Rozwiązanie, w którym jest istotny postęp

- udzielenie poprawnej odpowiedzi na pytanie postawione w zadaniu,
- niepełne uzasadnienie
 np. uczeń zauważy, że przy zbyt niskim napięciu w widmie charakterystycznym nie wystąpią linie, do których pojawienia się konieczne są zderzenia z anodą elektronów przyspieszonych do większych energii, ale nie napisze, że długości fal odpowiadających liniom różnych serii w widmie charakterystycznym (lub położenie linii w widmie) nie zmieniają się ze zmianą napięcia między elektrodami lampy.

0 pkt – Rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu

- udzielenie poprawnej odpowiedzi na pytanie postawione w zadaniu, ale błędne uzasadnienie albo brak uzasadnienia
lub
 – brak rozwiązania.

Zadanie 13.2. (0–2)**Poprawne rozwiązanie**

Promieniowanie o najmniejszej długości fali to promieniowanie złożone z kwantów o maksymalnej energii, wyemitowanych w wyniku takich zderzeń elektronów z atomami anody (takich procesów rozpraszania elektronów), w których elektrony tracą jednorazowo całą energię kinetyczną:

$$h\nu_{\max} = \Delta E_k = E_k \quad (\text{bo } E_{k0} \ll E_k)$$

Związek między częstotliwością promieniowania i długością fali ma postać:

$$\nu_{\max} = \frac{c}{\lambda_{\min}} \quad \text{więc:} \quad \frac{hc}{\lambda_{\min}} = E_k$$

Energia kinetyczna elektronu jest równa pracy wykonanej nad elektronem przez siły pola elektrycznego:

$$E_k = eU$$

Zatem:

$$\frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU \quad \Rightarrow \quad \lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$$

Po podstawieniu danych liczbowych otrzymujemy:

$$\lambda_{\min} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 25 \cdot 10^3 \text{ V}} = \frac{19,89 \cdot 10^{-26} \text{ J} \cdot \text{m}}{40 \cdot 10^{-16} \text{ J}} \approx 0,5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

$$\lambda_{\min} \approx 5 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

Schemat oceniania**2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- zapisanie związku między energią kwantu promieniowania rentgenowskiego a pracą wykonaną nad elektronem przez siły pola elektrycznego $\left(h\nu_{\max} = eU \text{ lub } \frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU \right)$ i przekształcenie go do postaci $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$
- podstawienie danych liczbowych i otrzymanie poprawnego wyniku.

1 pkt – Pokonanie zasadniczych trudności zadania

- zapisanie związku między energią kwantu promieniowania rentgenowskiego a pracą wykonaną nad elektronem przez siły pola elektrycznego $\left(h\nu_{\max} = eU \text{ lub } \frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU \right)$ i przekształcenie go do postaci $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$, ale niezyskanie poprawnego wyniku np. z powodu błędów rachunkowych

lub

- zapisanie związku między energią kwantu promieniowania rentgenowskiego a pracą wykonaną nad elektronem przez siły pola elektrycznego $\left(h\nu_{\max} = eU \text{ lub } \frac{hc}{\lambda_{\min}} = eU \right)$ i przekształcenie go do postaci $\lambda_{\min} = \frac{hc}{eU}$, ale pozostawienie rozwiązania tylko w postaci literowej.

0 pkt – Rozwiązanie, w którym nie ma istotnego postępu

- tylko zapisanie związku między energią kwantu promieniowania rentgenowskiego a pracą wykonaną nad elektronem przez siły pola elektrycznego (np. $h\nu_{\max} = eU$)

lub

- zapisanie błędnego związku między energią kwantu promieniowania rentgenowskiego a pracą wykonaną nad elektronem przez siły pola elektrycznego i uzyskanie niepoprawnego wzoru na λ_{\min}

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 13.3. (0–1)

Poprawne rozwiązanie

Opisane zjawiska świadczą o *dualnej* naturze promieniowania rentgenowskiego: w zjawiskach dyfrakcji i interferencji na kryształach promieniowanie to przejawia naturę *falową*, a w zjawisku Comptona – naturę *korpuskularną*.

Uwaga: Zamiast „korpuskularną” uczeń może napisać „kwantową”.

Schemat oceniania

1 pkt – **Całkowicie poprawne rozwiązanie**

- poprawne uzupełnienie zdania – wpisanie w pustych miejscach wszystkich wymaganych słów: *dualnej*, *falową*, *korpuskularną* (lub *kwantową*).

0 pkt – **Rozwiązanie, w którym nie ma postępu**

- niepoprawne uzupełnienie zdania

lub

- brak rozwiązania.

Zadanie 14. Fale materii (0–3)

Zadanie 14.1. (0–2)

Poprawne rozwiązanie

Długość fali de Broglie’a $\lambda = \frac{h}{p}$.

a. Pęd elektronu obliczymy, korzystając ze związku między energią kinetyczną i pędem:

$$E_k = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p = \sqrt{2mE_k}$$

$$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE_k}}$$

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymujemy:

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{\sqrt{2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}}} \approx 4 \cdot 10^{-10} \text{ m}$$

b. Pęd kulki ma wartość $p = mv$, więc $\lambda = \frac{h}{mv}$.

Po podstawieniu wartości liczbowych otrzymujemy:

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ Js}}{0,1 \text{ g} \cdot 3,3 \frac{\text{cm}}{\text{s}}} \approx 2 \cdot 10^{-28} \text{ m}$$

Schemat oceniania

2 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- zapisanie poprawnych wzorów na długości fal de Broglie’a
 - a) dla elektronu
 - b) dla kulki
- poprawne obliczenie długości fal de Broglie’a w części a) i b) zadania.

1 pkt – Pokonanie zasadniczych trudności zadania

- całkowicie poprawnie rozwiązanie tylko części a) lub tylko części b) zadania

lub

- zapisanie poprawnych wzorów na długości fal de Broglie’a w części a) i części b) zadania, ale nieobliczenie lub błędne obliczenie wartości liczbowych długości fal.

0 pkt – Rozwiązanie, w którym nie ma postępu

- zapisanie błędnych wzorów na długości fal de Broglie’a w części a) i części b) zadania,
 - otrzymanie niepoprawnych wyników liczbowych lub niedokonanie podstawienia wartości liczbowych
- lub*
- brak rozwiązania.

Zadanie 14.2. (0–1)

Poprawne rozwiązanie

A2

Schemat oceniania

1 pkt – Całkowicie poprawne rozwiązanie

- zaznaczenie A w pierwszej kolumnie i 2 w czwartej kolumnie tabeli.

0 pkt – Brak postępu

- zaznaczenie A w pierwszej kolumnie i 1 lub 3 w czwartej kolumnie tabeli

lub

- zaznaczenie B w pierwszej kolumnie i 1, 2 lub 3 w czwartej kolumnie tabeli

lub

- brak rozwiązania.