



Centralna Komisja Egzaminacyjna

Arkusz zawiera informacje prawnie chronione do momentu rozpoczęcia egzaminu.

Układ graficzny © CKE 2010

WPISUJE ZDAJĄCY

KOD

--	--	--

PESEL

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

*Miejsce
na naklejkę
z kodem*

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM PODSTAWOWY

MAJ 2013

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 12 stron (zadania 1 – 20). Ewentualny brak zgłoś przewodniczącemu zespołu nadzorującego egzamin.
2. Rozwiązania i odpowiedzi zapisz w miejscu na to przeznaczonym przy każdym zadaniu.
3. W rozwiązaniach zadań rachunkowych przedstaw tok rozumowania prowadzący do ostatecznego wyniku oraz pamiętaj o jednostkach.
4. Pisz czytelnie. Używaj długopisu/pióra tylko z czarnym tuszem/atramentem.
5. Nie używaj korektora, a błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie będą oceniane.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.
8. Zaznaczając odpowiedzi w części karty przeznaczonej dla zdającego, zamaluj pola do tego przeznaczone. Błędne zaznaczenie otocz kółkiem i zaznacz właściwe.
9. Na tej stronie oraz na karcie odpowiedzi wpisz swój numer PESEL i przyklej naklejkę z kodem.
10. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.

**Czas pracy:
120 minut**

**Liczba punktów
do uzyskania: 50**



MFA-P1_1P-132

Zadania zamknięte

W zadaniach od 1. do 10. wybierz jedną poprawną odpowiedź i zaznacz ją na karcie odpowiedzi.

Zadanie 1. (1 pkt)

W windzie znajduje się waga łazienkowa (naciskowa), na której stoi człowiek. Zanotowano wskazania wagi podczas ruchu windy. W tabeli wybierz kolumnę, w której dane są zgodne z prawami mechaniki.

Winda	Wskazanie wagi, kg			
	A.	B.	C.	D.
rusza w górę	75	81	81	75
jedzie w górę, $v = \text{const}$	78	78	78	78
zatrzymuje się, jadąc do góry	75	81	75	81

Zadanie 2. (1 pkt)

Kamień rzucono pionowo w górę z prędkością 5 m/s. Jeśli pominiemy opór powietrza, a wartość przyspieszenia ziemskiego przyjmiemy równą 10 m/s^2 , to prawdą jest, że

- A. kamień wznosi się o 5 m w ciągu każdej sekundy.
- B. kamień osiągnie maksymalną wysokość 5 m.
- C. prędkość kamienia zmaleje o 5 m/s w ciągu pierwszej sekundy.
- D. czas lotu kamienia w górę będzie równy 0,5 s.

Zadanie 3. (1 pkt)

Księżyc, naturalny satelita Ziemi, obiega Ziemię po orbicie o promieniu 9 razy większym od promienia orbity sztucznego satelity Ziemi. Zakładając kołowy kształt torów obu satelitów, można stwierdzić, że prędkość orbitalna Księżyca jest, w porównaniu do prędkości orbitalnej sztucznego satelity,

- A. 3 razy mniejsza. B. 3 razy większa. C. 9 razy mniejsza. D. 9 razy większa.

Zadanie 4. (1 pkt)

Zbadano widma światła w trzech doświadczeniach:

- I – światło wysłane przez żarówkę z włóknem wolframowym wpada bezpośrednio do spektroskopu,
- II – światło wysłane przez rozrzedzony gorący gaz wpada bezpośrednio do spektroskopu,
- III – światło wysłane przez żarówkę z włóknem wolframowym przechodzi przez naczynie z zimnym gazem i wpada do spektroskopu.

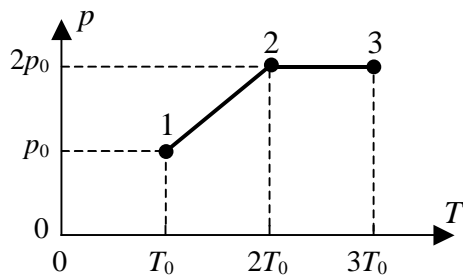
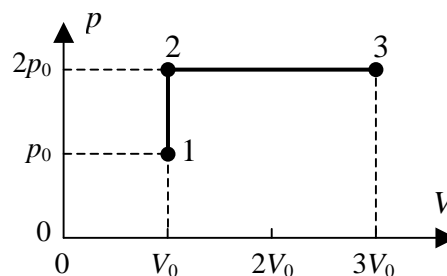
Wybierz kolumnę w tabeli zawierającą poprawne charakterystyki widm.

	A.	B.	C.	D.
doświadczenie I	ciągłe, absorpcyjne	liniowe, absorpcyjne	ciągłe, emisyjne	liniowe, emisyjne
doświadczenie II	liniowe, absorpcyjne	liniowe, absorpcyjne	liniowe, emisyjne	ciągłe, emisyjne
doświadczenie III	liniowe, emisyjne	ciągłe, emisyjne	liniowe, absorpcyjne	liniowe, absorpcyjne

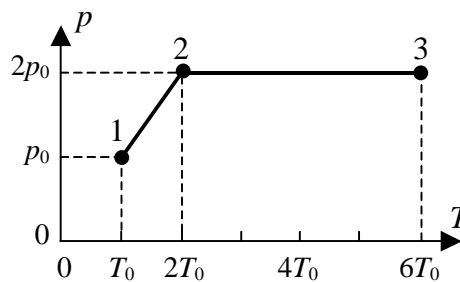
Zadanie 5. (1 pkt)

Stałą ilość gazu doskonałego poddano przemianie 1-2-3. Zmiany ciśnienia i objętości przedstawia wykres zamieszczony obok.

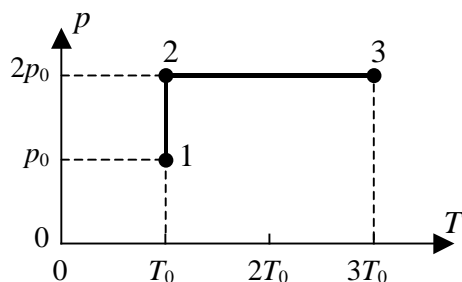
Przemianę 1-2-3 w układzie współrzędnych p - T przedstawia wykres



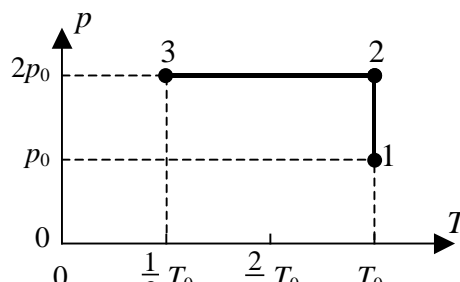
A.



B.



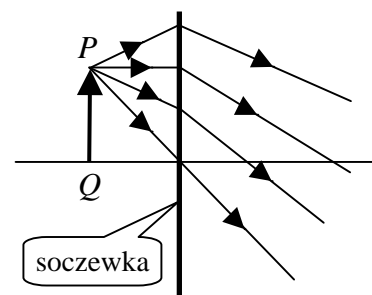
C.



D.

Informacja do zadań 6 i 7.

Na rysunku przedstawiono bieg promieni rozchodzących się z punktu P i przechodzących przez soczewkę, o której nie wiemy, czy jest to soczewka skupiająca, czy rozpraszająca.



Zadanie 6. (1 pkt)

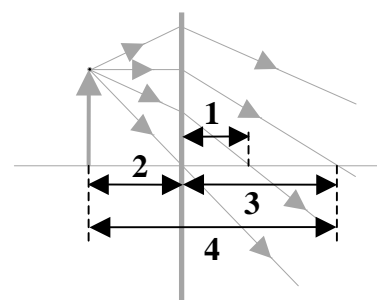
Soczewka przedstawiona na rysunku jest

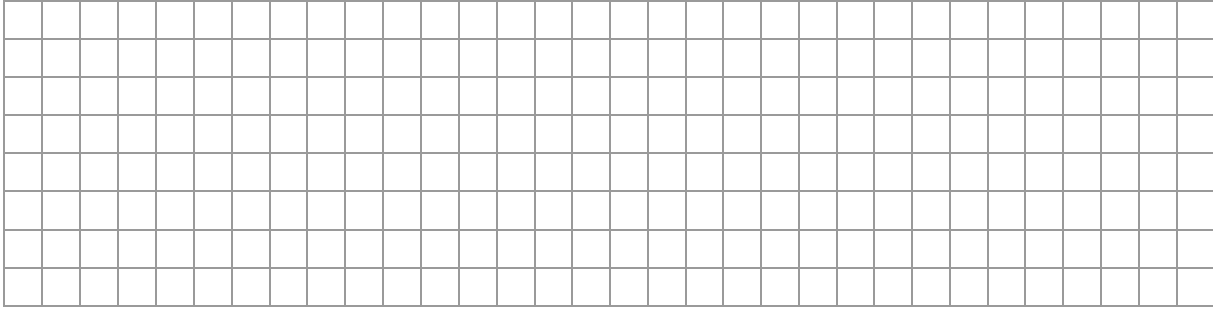
- A. skupiająca, a obraz strzałki PQ jest powiększony.
- B. skupiająca, a obraz strzałki PQ jest pomniejszony.
- C. rozpraszająca, a obraz strzałki PQ jest powiększony.
- D. rozpraszająca, a obraz strzałki PQ jest pomniejszony.

Zadanie 7. (1 pkt)

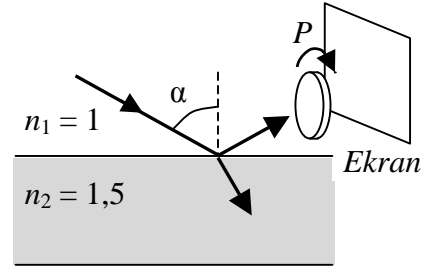
Odcinek o długości równej ogniskowej soczewki jest obok oznaczony cyfrą

- A. 1.
- B. 2.
- C. 3.
- D. 4.



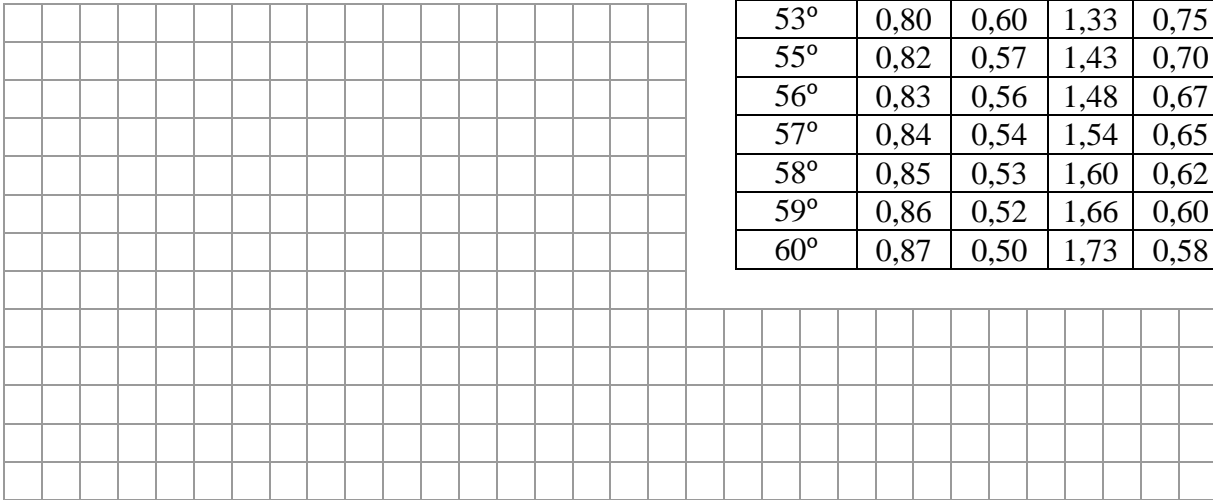
**Zadanie 17. Polaryzacja światła (3 pkt)**

Na płytę szklaną pada promień światła, a światło odbite obserwuje się przez polaryzator P . Przy obrocie polaryzatora wokół osi biegnącej wzdłuż promienia odbitego następuje w pewnych momentach całkowite wygaszenie światła (nie dociera ono do ekranu).

**Zadanie 17.1 (2 pkt)**

Wykonując niezbędne obliczenia i korzystając z podanej tabeli funkcji trygonometrycznych, napisz przybliżoną wartość kąta padania światła α , dla którego zaobserwowano opisane wyżej zjawisko.

α	$\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$
45°	0,71	0,71	1,00	1,00
49°	0,75	0,66	1,15	0,87
51°	0,78	0,63	1,23	0,81
53°	0,80	0,60	1,33	0,75
55°	0,82	0,57	1,43	0,70
56°	0,83	0,56	1,48	0,67
57°	0,84	0,54	1,54	0,65
58°	0,85	0,53	1,60	0,62
59°	0,86	0,52	1,66	0,60
60°	0,87	0,50	1,73	0,58

**Zadanie 17.2 (1 pkt)**

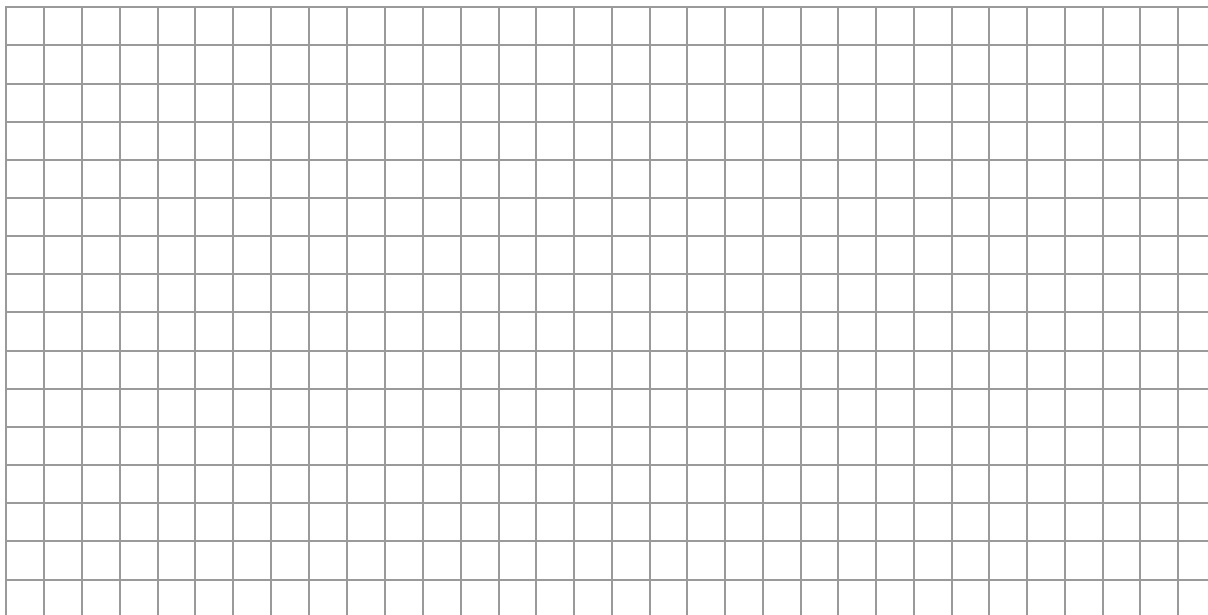
Podkreśl poprawne zakończenie poniższego zdania.

Gdy zmienimy kąt padania promienia i powtórzmy obserwację promienia odbitego przez polaryzator, to podczas obrotu polaryzatora

- nie zaobserwujemy żadnych zmian jasności obrazu.
- zaobserwujemy rozjaśnianie i przygaszanie obrazu, ale bez całkowitego wygaszenia.
- zaobserwujemy rozjaśnianie i całkowite wygaszanie obrazu, ale tylko wtedy, gdy polaryzator będziemy obracać wokół przechylonej osi.
- zaobserwujemy rozjaśnianie i całkowite wygaszanie obrazu, ale między kolejnymi wygaszeniami należy obrócić polaryzator o większy kąt.

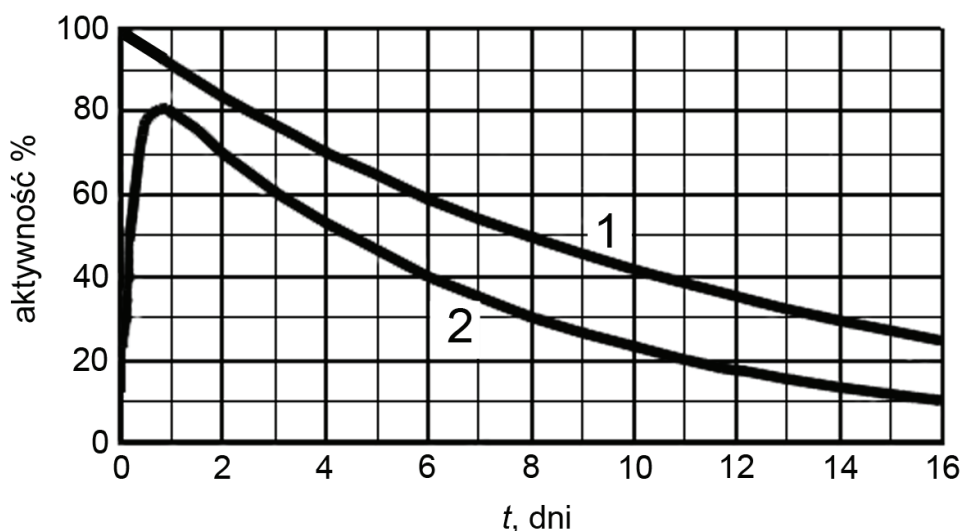
Zadanie 18. Lampa (3 pkt)

Do sprawdzania banknotów stosuje się lampę wysyłającą promieniowanie ultrafioletowe o mocy 4 W i długości fali 312 nm. Oblicz, ile fotonów wytwarza ta lampa w czasie 1 sekundy.



Zadanie 19. Medycyna nuklearna (4 pkt)

Medycyna nuklearna zajmuje się bezpiecznym zastosowaniem izotopów promieniotwórczych w terapii oraz diagnostyce medycznej. Ważnym parametrem, który decyduje o zastosowaniu izotopu jest jego efektywny czas połowicznego zaniku – czas, w którym aktywność promieniotwórczej substancji w żywym organizmie zmniejsza się do połowy. Na ten efektywny czas połowicznego zaniku wpływa m.in. wydalanie jodu z organizmu. W diagnostyce i leczeniu schorzeń tarczycy stosuje się izotop jodu ^{131}I .



Na wykresie przedstawiono zależność aktywności jodu ^{131}I od czasu:

- 1 – zmierzonej w próbce kontrolnej, pozostającej cały czas w próbówce.
- 2 – zmierzonej w tarczycy pacjenta.

Wypełnia egzaminator	Nr zadania	17.1	17.2	18.
	Maks. liczba pkt	2	1	3
	Uzyskana liczba pkt			

BRUDNOPIS



Centralna Komisja Egzaminacyjna

EGZAMIN MATURALNY 2013

FIZYKA I ASTRONOMIA

POZIOM PODSTAWOWY

Kryteria oceniania odpowiedzi

MAJ 2013

Zadanie 1. (0–1)

Obszar standardów	Opis wymagań
Korzystanie z informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji podanej w formie tabeli (II.1.b)

Poprawna odpowiedź: **C.**

Zadanie 2. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Analiza kinematyczna rzutu pionowego (I.1.1.a.5)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź: **D.**

Zadanie 3. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie III prawa Keplera (I.1.7.3)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź: **A.**

Zadanie 4. (0–1)

Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji podanej w formie tabeli (III.1)
----------------------	--

Poprawna odpowiedź: **C.**

Zadanie 5. (0–1)

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

Poprawna odpowiedź: **B.**

Zadanie 6. (0–1)

Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji podanej w formie schematu (III.1)
----------------------	--

Poprawna odpowiedź: **A.**

Zadanie 7. (0–1)

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

Poprawna odpowiedź: **C.**

Zadanie 8. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie wpływu pola magnetycznego na ruch ciał (I.1.2.b.7)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź: **A.**

Zadanie 9. (0–1)

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

Poprawna odpowiedź: **B.**

Zadanie 10. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami pozwalającymi na zrozumienie narzędzi pracy współczesnego fizyka (I.1.9.a)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź: **D**.

Zadanie 11. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie wartości prędkości względnej (I.1.1.a.4)
Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji przedstawionej w formie tekstu (III.1)

Poprawna odpowiedź:

Droga jednego pociągu względem drugiego jest sumą ich długości, czyli jest równa 440 m.

Prędkość względna wynosi więc $\frac{440 \text{ m}}{8,3 \text{ s}} = 53 \text{ m/s}$. Prędkość drugiego pociągu jest równa $v_2 =$

$$v_{wzgl} - v_1 = 23 \text{ m/s}.$$

3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

2 p. – poprawna metoda rozwiązania

– zapisanie wyrażenia na prędkość względną $v_{wzgl} = \frac{l_1 + l_2}{t}$

1 p. – obliczenie drogi względnej jako sumy długości pociągów

– zapisanie równania $v_{wzgl} = v_1 + v_2$ lub $v_2 = v_{wzgl} - v_1$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 12. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie ruchu jednostajnego po okręgu (I.1.1.a.6)
-------------------------	--

Przykłady poprawnych odpowiedzi:

- Ze wzoru $v = \frac{2\pi(R_z + h)}{T}$ obliczamy $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot (6370 \text{ km} + 240 \text{ km})}{89 \cdot 60 \text{ s}} = 7,78 \text{ km/s}$. Droga statku kosmicznego wynosi $s = vt = 7,78 \text{ km/s} \cdot 68 \cdot 60 \text{ s} = 31\,700 \text{ km}$.

- Ze wzoru $v = \sqrt{\frac{GM}{R_z + h}}$ obliczamy $v = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2 \cdot 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}}{6370 \text{ km} + 240 \text{ km}}} = 7,77 \text{ km/s}$.

Droga statku kosmicznego wynosi $s = vt = 7,77 \text{ km/s} \cdot 68 \cdot 60 \text{ s} = 31\,700 \text{ km}$.

3 p. – poprawna metoda obliczenia prędkości i drogi statku kosmicznego, poprawne wyniki

2 p. – poprawna metoda obliczenia prędkości statku kosmicznego i poprawny wynik

– poprawna metoda obliczenia prędkości i drogi statku kosmicznego z podstawieniem poprawnego promienia orbity

1 p. – poprawna metoda obliczenia prędkości statku kosmicznego z podstawieniem poprawnego promienia orbity

– poprawna metoda obliczenia drogi statku kosmicznego (podstawienie poprawnego czasu 68 min do wzoru $s = vt$)

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 13. (0–4)**13.1. (0–2)**

Wiadomości i rozumienie	Posługiwanie się pojęciami energii kinetycznej i potencjalnej (I.1.6.2)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

W środkowym polu wpisujemy *energia potencjalna sprężystości* (lub *energia sprężystości*).

W prawym polu wpisujemy *energia kinetyczna*.

2 p. – oba wpisy poprawne

1 p. – jeden wpis poprawny

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

13.2. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasady zachowania energii mechanicznej (I.1.6.3)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Z przyrównania danej pracy W do $mv^2/2$ obliczamy $v = \sqrt{\frac{2 \cdot 150 \text{ J}}{0,04 \text{ kg}}} = 87 \text{ m/s}$.

2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

1 p. – poprawna metoda rozwiązania

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

Zadanie 14. (0–4)**14.1. (0–1)**

Wiadomości i rozumienie	Opisywanie zjawiska rezonansu mechanicznego (I.1.3.a.4)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Zjawiskiem tym jest rezonans.

1 p. – zapisanie poprawnej nazwy zjawiska

0 p. – brak poprawnej nazwy zjawiska

14.2. (0–1)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie okresu drgań wahadła matematycznego (I.1.3.a.3)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Ze wzoru na okres drgań wahadła matematycznego obliczamy $T = 2\pi \sqrt{\frac{0,7 \text{ m}}{9,8 \text{ m/s}^2}} = 1,68 \text{ s}$.

1 p. – poprawna metoda obliczenia i wynik

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

14.3. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Obliczanie prędkości w ruchu jednostajnym (I.1.1.a.3)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Z podzielenia drogi 25 m przez czas 1,68 s, po przeliczeniu jednostek, obliczamy prędkość równą 53,6 km/h.

2 p. – poprawna metoda, wynik 53,6 km/h lub 54 km/h

1 p. – poprawna metoda z wykorzystaniem wartości danych

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

Zadanie 15. (0–5)

15.1. (0–3)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie równania Clapeyrona (I.1.4.a.1)
-------------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Obliczamy zmianę objętości naczynia $\Delta V = 50 \text{ cm}^2 \cdot 5 \text{ cm} = 250 \text{ cm}^3$. Z prawa przemiany izotermicznej $pV = p'(V + \Delta V)$ obliczamy $p' = \frac{2 \cdot 10^5 \text{ Pa} \cdot 1000 \text{ cm}^3}{1000 \text{ cm}^3 + 250 \text{ cm}^3} = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

2 p. – poprawna metoda rozwiązania

1 p. – poprawna metoda obliczenia ΔV
– zastosowanie wzoru $pV = p'(V + \Delta V)$

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

15.2. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie I zasady termodynamiki (I.1.4.a.4)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Podkreślenie zdań **c** (Energia wewnętrzna gazu się nie zmieniła) i **d** (Gaz pobrał z otoczenia energię w postaci ciepła).

2 p. – poprawne dwa podkreślenia (tylko dwa)

1 p. – poprawne jedno podkreślenie z grupy a-c (tylko jedno)
– poprawne jedno podkreślenie z grupy d-f (tylko jedno)

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 16. (0–6)

16.1. (0–2)

Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji podanej w formie tekstu (III.1)
----------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Uzupełnienie *siatką dyfrakcyjną* w pierwszej luce, a *dyfrakcji i interferencji* (lub tylko *dyfrakcji*, lub *ugięcia*, lub *interferencji*) – w drugiej.

2 p. – poprawne wpisy w obu lukach

1 p. – poprawny wpis w jednej luce

0 p. – brak poprawnego wpisu

16.2. (0–1)

Tworzenie informacji	Analizowanie opisanych wyników doświadczeń (III.4)
----------------------	--

Poprawna odpowiedź:

Przyczyną jest większa długość fali światła czerwonego, co na podstawie wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$ pociąga za sobą większą odległość między plamkami.

1 p. – poprawne wyjaśnienie oparte na wzorze $n\lambda = d \sin \alpha$

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

16.3. (0–3)

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

Poprawna odpowiedź:

Do wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$ podstawiamy $\sin \alpha = 1$ lub $\sin \alpha \leq 1$. Obliczamy $\frac{d}{\lambda} = \frac{2 \mu\text{m}}{0,53 \mu\text{m}} = 3,8$, stąd $n_{\text{max}} = 3$. Zatem liczba plamek jest równa $2n_{\text{max}} + 1 = 7$.

3 p. – poprawna metoda rozwiązania (zamiast obliczenia wartości d/λ wystarczy stwierdzenie, że $3 < d/\lambda < 4$) i poprawny wynik

2 p. – podstawienie $\sin \alpha = 1$ lub $\sin \alpha \leq 1$ do wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$, obliczenie $d/\lambda = 3,8$ (lub stwierdzenie, że $3 < d/\lambda < 4$) i podanie wartości $n_{\text{max}} = 3$

– podstawienie $\sin \alpha = 1$ lub $\sin \alpha \leq 1$ do wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$, przyjęcie $n_{\text{max}} = 4$ i obliczenie liczby plamek jako $2n_{\text{max}} + 1 = 9$

1 p. – podstawienie $\sin \alpha = 1$ lub $\sin \alpha \leq 1$ do wzoru $n\lambda = d \sin \alpha$

– zauważenie, że całkowita liczba plamek jest równa $2n_{\text{max}} + 1$

– podanie wyrażenia na stałą siatki d lub metody jej wyznaczenia

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 17. (0–3)**17.1. (0–2)**

Korzystanie z informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionej w formie schematu (II.1b)
Wiadomości i rozumienie	Obliczanie kąta Brewstera (I.1.5.d.16)

Poprawna odpowiedź:

Całkowita polaryzacja występuje dla kąta Brewstera, opisanego wzorem $\text{tg } \alpha = n$. Na podstawie tabeli ustalamy, że $\alpha \approx 56^\circ$.

2 p. – wykorzystanie wzoru $\text{tg } \alpha = n$ i poprawny wynik

1 p. – wykorzystanie wzoru $\text{tg } \alpha = n$

0 p. – brak wykorzystania wzoru $\text{tg } \alpha = n$

17.2. (0–1)

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

Poprawna odpowiedź:

Podkreślenie zakończenia B (zaobserwujemy rozjaśnianie i przygaszanie obrazu, ale bez całkowitego wygaszenia).

1 p. – podkreślenie zakończenia B (tylko jego)

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

Zadanie 18. (0–3)

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

Poprawna odpowiedź:

Energia fotonu opisana jest wzorem $E = \frac{hc}{\lambda}$, zatem moc lampy równa się $P = \frac{n}{t} \cdot \frac{hc}{\lambda}$, gdzie n jest liczbą fotonów emitowanych w ciągu czasu t . Z przyrównania tego wyrażenia do danej wartości P otrzymujemy dla $t = 1$ s

$$n = \frac{4 \text{ W} \cdot 1 \text{ s} \cdot 312 \cdot 10^{-9} \text{ m}}{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = 6,3 \cdot 10^{18}$$

3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

2 p. – poprawna metoda rozwiązania

1 p. – zastosowanie wzoru $E = \frac{hc}{\lambda}$

– zapisanie n jako ilorazu Pt przez energię jednego fotonu

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

Zadanie 19. (0–4)

19.1. (0–2)

Tworzenie informacji	Interpretowanie informacji podanej w formie wykresu (III.1)
----------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Wartość czasu połowicznego zaniku dla ^{131}I (krzywa 1) wynosi 8 dni. Wartość efektywnego czasu połowicznego zaniku (krzywa 2) wynosi ok. 5 dni (od 5 do 5,5 dni).

2 p. – wpisanie poprawnej wartości obu czasów

1 p. – wpisanie poprawnej wartości jednego z czasów

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów

19.2. (0–2)

Wiadomości i rozumienie	Zastosowanie zasad zachowania ładunku i liczby nukleonów do zapisu reakcji jądrowych (I.1.6.c.10)
-------------------------	---

Poprawna odpowiedź:

Uzupełnienia $^{131}_{54}\text{Xe}$ i $^0_{-1}\text{e}$.

2 p. – poprawne oba uzupełnienia

1 p. – poprawne uzupełnienie dla jednej cząstki

0 p. – brak spełnienia powyższego kryterium

Zadanie 20. (0–5)**20.1. (0–2)**

Korzystanie z informacji	Odczytywanie i analizowanie informacji przedstawionej w formie tekstu (II.1.a)
Wiadomości i rozumienie	Wykorzystanie zależności $E = mc^2$ (I.1.6.a.4)

Poprawna odpowiedź:

Łączna energia kwantów jest równa $2mc^2$, gdzie m – masa elektronu lub pozytonu. Obliczamy $E = 2 \cdot 9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (3 \cdot 10^8 \text{ m/s})^2 = 1,64 \cdot 10^{-13} \text{ J}$ (lub 1,02 MeV).

2 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

1 p. – poprawna metoda rozwiązania

0 p. – brak poprawnej metody rozwiązania

20.2. (0–3)

Korzystanie z informacji	Obliczanie wielkości fizycznych z wykorzystaniem znanych zależności (II.4.c)
Wiadomości i rozumienie	Wyznaczanie siły działającej na ciało w wyniku oddziaływania elektrostatycznego (I.1.2.b.1) Zastosowanie II zasady dynamiki do opisu zachowania się ciał (I.1.2.b.2)

Poprawna odpowiedź:

Z przyrównania siły Coulomba do iloczynu masy przez przyspieszenie otrzymujemy

$$a = \frac{F}{m} = \frac{ke^2}{mr^2} = \frac{8,99 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2 \cdot (1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C})^2}{9,11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot (0,01 \text{ m})^2} = 2,53 \cdot 10^6 \text{ m/s}^2.$$

3 p. – poprawna metoda rozwiązania i poprawny wynik

2 p. – poprawna metoda rozwiązania z podstawieniem poprawnych danych

1 p. – przyrównanie siły Coulomba do iloczynu masy i przyspieszenia

0 p. – brak spełnienia powyższych kryteriów