

Miejsce
na naklejkę
z kodem szkoły

dysleksja



MFA-P1_1P-072

EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

POZIOM PODSTAWOWY

Czas pracy 120 minut

Instrukcja dla zdającego

1. Sprawdź, czy arkusz egzaminacyjny zawiera 11 stron (zadania 1 – 23). 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, błędne zapisy wyraźnie przekreśl.
6. Pamiętaj, że zapisy w brudnopisie nie podlegają ocenie.
7. Podczas egzaminu możesz korzystać z karty wybranych wzorów i stałych fizycznych, linijki oraz kalkulatora.
8. Wypełnij tę część karty odpowiedzi, którą koduje zdający. Nie wpisuj żadnych znaków w części przeznaczonej dla egzaminatora.
9. Na karcie odpowiedzi wpisz swoją datę urodzenia i PESEL. Zamaluj pola odpowiadające cyfrom numeru PESEL. Błędne zaznaczenie otocz kółkiem i zaznacz właściwe.



Za rozwiązanie
wszystkich zadań
można otrzymać
łącznie
50 punktów

Życzymy powodzenia!

Wypełnia zdający przed
rozpoczęciem pracy

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

PESEL ZDAJĄCEGO

--	--	--

KOD
ZDAJĄCEGO

ZADANIA ZAMKNIĘTE

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

Zadanie 1. (1 pkt)

Dwaj rowerzyści poruszając się w kierunkach wzajemnie prostopadłych oddalają się od siebie z prędkością względną o wartości 5 m/s. Wartość prędkości jednego z nich jest równa 4 m/s, natomiast wartość prędkości drugiego rowerzysty wynosi

- A. 1 m/s.
- B. **3 m/s.**
- C. 4,5 m/s.
- D. 9 m/s.

Zadanie 2. (1 pkt)

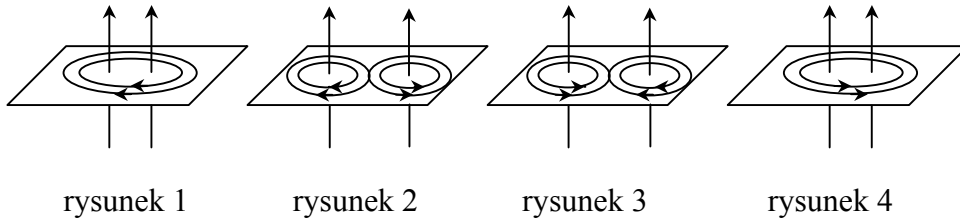
Spadochroniarz o masie 75 kg opada na spadochronie pionowo w dół z prędkością o stałej wartości 5 m/s. Siła oporów ruchu ma wartość około

- A. 25 N.
- B. 75 N.
- C. 250 N.
- D. **750 N.**

Zadanie 3. (1 pkt)

Linie pola magnetycznego wokół dwóch równoległych umieszczonych blisko siebie przewodników, przez które płyną prądy elektryczne o jednakowych natężeniach, tak jak pokazano poniżej, prawidłowo ilustruje rysunek

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



rysunek 1

rysunek 2

rysunek 3

rysunek 4

Zadanie 4. (1 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła wysłana przez laser pada prostopadle na siatkę dyfrakcyjną. Na ekranie położonym za siatką dyfrakcyjną możemy zaobserwować

- A. **jednobarwne prążki dyfrakcyjne.**
- B. pojedyncze widmo światła białego.
- C. pojedynczy jednobarwny pas światła.
- D. widma światła białego ułożone symetrycznie względem prążka zerowego.

Zadanie 5. (1 pkt)

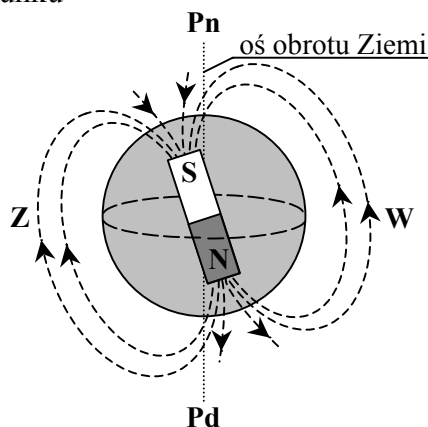
Zasada nieoznaczoności Heisenberga stwierdza, że

- A. im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym dokładniej znamy jej położenie.
- B. **im dokładniej ustalimy wartość pędu cząstki, tym mniej dokładnie znamy jej położenie.**
- C. nie ma związku pomiędzy dokładnościami ustalenia wartości pędu i położenia cząstki.
- D. im mniej dokładnie znamy wartość pędu cząstki, tym mniej dokładnie możemy ustalić jej położenie.

Zadanie 6. (1 pkt)

Wiązka dodatnio naładowanych cząstek pochodzenia kosmicznego dociera do Ziemi prostopadłe do jej powierzchni w okolicach równika (rys.). W wyniku działania ziemskiego pola magnetycznego zostanie ona odchylona w kierunku

- A. północnym.
- B. południowym.
- C. *wschodnim.*
- D. zachodnim.



Zadanie 7. (1 pkt)

Rozciągnięcie sprężyny o 1 cm z położenia równowagi wymaga wykonania pracy 2 J. Rozciągnięcie tej samej sprężyny o 3 cm, również z położenia równowagi, wymaga wykonania pracy

- A. 6 J.
- B. 12 J.
- C. *18 J.*
- D. 24 J.

Zadanie 8. (1 pkt)

Podczas przejścia wiązki światła z ośrodka o większym współczynniku załamania do ośrodka o mniejszym współczynniku załamania

	długość fali	prędkość fali
A.	<i>rośnie,</i>	<i>rośnie,</i>
B.	rośnie,	maleje,
C.	maleje,	rośnie,
D.	maleje,	maleje,

Zadanie 9. (1 pkt)

Sprawność silnika cieplnego wynosi 20%. W ciągu 1 godziny silnik oddaje do chłodnicy 20 kJ energii. W tym czasie pobiera on z grzejnika energię cieplną o wartości

- A. *25 kJ.*
- B. 40 kJ.
- C. 50 kJ.
- D. 100 kJ.

Zadanie 10. (1 pkt)

Trzy czwarte początkowej liczby jąder pewnego izotopu promieniotwórczego ulega rozpadowi w czasie 24 godzin. Okres połowicznego rozpadu tego izotopu jest równy

- A. 2 godziny.
- B. 4 godziny.
- C. 8 godzin.
- D. *12 godzin.*

Wszystkie arkusze maturalne znajdziesz na stronie: arkuszematuralne.pl

ZADANIA OTWARTE

Rozwiązania zadań o numerach od 11 do 23 należy zapisać w wyznaczonych miejscach pod treścią zadania.

11. Samochód (2 pkt)

Samochód rusza z miejsca ruchem jednostajnie przyspieszonym z przyspieszeniem o wartości 3 m/s^2 i porusza się po prostoliniowym, poziomym odcinku autostrady. Oblicz wartość prędkości średniej samochodu po pierwszych czterech sekundach ruchu.

$$v_{sr} = \frac{s}{t} \quad \Rightarrow \quad v_{sr} = \frac{at^2}{2t} = \frac{at}{2}$$

$$s = \frac{at^2}{2}$$

$$v_{sr} = \frac{3 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 4 \text{s}}{2}; \quad v_{sr} = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

12. Wagon (2 pkt)

Lokomotywa manewrowa pchnęła wagon o masie 40 ton nadając mu początkową prędkość o wartości 5 m/s. Wagon poruszając się ruchem jednostajnie opóźnionym zatrzymał się po upływie 20 s. Oblicz wartość siły hamującej wagon.

$$\left. \begin{array}{l} a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \\ a = \frac{F}{m} \end{array} \right\} \Rightarrow F = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

$$F = 40 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \frac{5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{20 \text{ s}}$$

$$F = 10^4 \text{ N}$$

13. Piłka (3 pkt)

Gimnastyczka wyrzuciła pionowo w górę piłkę z prędkością o wartości 4 m/s. Piłka w momencie wyrzucenia znajdowała się na wysokości 1 m licząc od podłogi. Oblicz wartość prędkości, z jaką piłka uderzy o podłogę. Załóż, że na piłkę nie działa siła oporu.

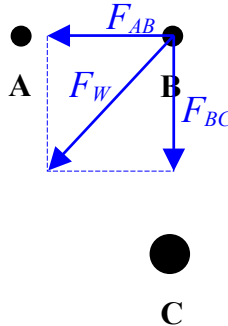
$$E_{k_0} + E_{p_0} = E_k \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2}$$

$$v^2 = v_0^2 + 2gh \Rightarrow v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}$$

$$v = \sqrt{16 \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2} + 2 \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}}; \quad v = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

14. Kule (3 pkt)

Dwie małe jednorodne kule **A** i **B** o jednakowych masach umieszczono w odległości 10 cm od siebie. Kule te oddziaływały wówczas siłą grawitacji o wartości $6,67 \cdot 10^{-9}$ N. Obok tych kul umieszczono małą jednorodną kulę **C** tak, jak pokazano na rysunku (widok z góry). Masa kuli **C** jest czterokrotnie większa od masy kuli **B**, a odległość pomiędzy kulą **B** i **C** wynosi 20 cm.



Oblicz wartość wypadkowej siły grawitacji działającej na kulę **B**.

$$\left. \begin{aligned} F_{AB} &= G \frac{mm}{r^2} \\ F_{BC} &= G \frac{m \cdot 4m}{(2r)^2} = G \frac{mm}{r^2} \end{aligned} \right\} \Rightarrow F_{AB} = F_{BC}$$

$$F_w = \sqrt{(F_{AB})^2 + (F_{BC})^2} = \sqrt{2} \cdot F_{AB}$$

$$F_w = \sqrt{2} \cdot 6,67 \cdot 10^{-9} \text{ N} \quad ; \quad F_w \approx 9,43 \cdot 10^{-9} \text{ N}$$

15. Pierwsza prędkość kosmiczna (2 pkt)

Wykaż (nie obliczając wartości liczbowych), że wartość pierwszej prędkości kosmicznej dla Ziemi można obliczyć z zależności $v = \sqrt{g R_Z}$ gdzie: g – wartość przyspieszenia ziemskiego na powierzchni Ziemi, a R_Z – promień Ziemi.

$$v_i = \sqrt{G \frac{M_Z}{R_Z}}$$

oraz

$$g = G \frac{M_Z}{R_Z^2} \Rightarrow GM_Z = gR_Z^2$$

$$v_i = \sqrt{g \frac{R_Z^2}{R_Z}} = \sqrt{g R_Z}$$

Wypełnia egzaminator!	Nr zadania	11	12	13	14	15
	Maks. liczba pkt	2	2	3	3	2
	Uzyskana liczba pkt					

16. Mars (4 pkt)

Planuje się, że do 2020 roku zostanie założona na powierzchni Marsa baza dla kosmonautów. Większość czasu podczas lotu na Marsa statek kosmiczny będzie podróżował z wyłączonymi silnikami napędowymi.

16.1. (2 pkt)

Ustal, czy podczas lotu na Marsa (z wyłączonymi silnikami) kosmonauci będą przebywali w stanie nieważkości. Odpowiedź krótko uzasadnij, odwołując się do praw fizyki.

Tak, kosmonauci podczas lotu na Marsa (z wyłączonymi silnikami) będą przebywali w stanie nieważkości.

Oba ciała (kosmonauta i statek kosmiczny) poruszają się pod wpływem sił, które nadają im jednakowe przyspieszenia, zatem kosmonauci nie będą odczuwali działania sił ciężkości.

Wokół Marsa krążą dwa księżycy Fobos (Groza) i Dejmos (Strach). Obiegają one planetę po prawie kołowych orbitach położonych w płaszczyźnie jej równika. W tabeli poniżej podano podstawowe informacje dotyczące księżyców Marsa.

Księżyc	Średnia odległość od Marsa w tys. km	Okres obiegu w dniach	Średnica w km	Masa w 10^{20} kg	Gęstość w kg/m^3
Fobos	9,4	0,32	27	0,0001	2200
Dejmos	23,5	1,26	13	0,00002	1700

Na podstawie: "Atlas Układu Słonecznego NASA", Prószyński i S-ka, Warszawa 1999 r.

16.2. (2 pkt)

Wykaż, korzystając z danych w tabeli i wykonując niezbędne obliczenia, że dla księżyców Marsa spełnione jest III prawo Keplera.

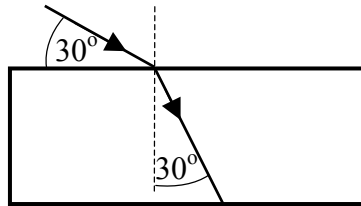
$$\frac{T^2}{R_{sr}^3} = const, \quad \text{zatem} \quad \frac{T_F^2}{R_F^3} = \frac{T_D^2}{R_D^3}$$

$$\frac{(0,32 \text{ dnia})^2}{(9,4 \cdot 10^6 \text{ m})^3} = \frac{(1,26 \text{ dnia})^2}{(23,5 \cdot 10^6 \text{ m})^3}$$

$$1,23 \cdot 10^{-4} \approx 1,22 \cdot 10^{-4}$$

17. Załamanie światła (4 pkt)

Monochromatyczna wiązka światła biegnąca w powietrzu pada na przezroczystą płytkę płasko-równoległą tak jak pokazano na rysunku.



	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 45^\circ$	$\alpha = 60^\circ$
$\sin \alpha$	0,5000	0,7071	0,8660
$\cos \alpha$	0,8660	0,7071	0,5000
$\operatorname{tg} \alpha$	0,5774	1,0000	1,7321
$\operatorname{ctg} \alpha$	1,7321	1,0000	0,5774

17.1. (2 pkt)

Oblicz współczynnik załamania materiału, z którego wykonano płytkę. Wykorzystaj informacje zawarte na rysunku oraz tabelę.

Kąt padania $\alpha = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$, a kąt załamania $\beta = 30^\circ$

$$n = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

$$n = \frac{\sin 60^\circ}{\sin 30^\circ}; \quad n = \frac{0,8660}{0,5000}; \quad n \approx 1,73$$

17.2. (2 pkt)

Zapisz dwa warunki, jakie muszą być spełnione, aby na granicy dwóch ośrodków wystąpiło zjawisko całkowitego wewnętrznego odbicia.

- Światło musi padać na granicę dwóch ośrodków przy warunku $n_2 < n_1$.*
- Kąt padania promienia światła α musi spełniać warunek $\alpha > \alpha_{gr}$.*

18. Wahadło matematyczne (6 pkt)

Równanie opisujące zależność wychylenia od czasu, dla małej kulki zawieszony na cienkiej nici i poruszającej się ruchem harmonicznym, ma w układzie SI postać: $x = 0,02 \sin \sqrt{20} t$. Do obliczeń przyjmij, że układ ten można traktować jako wahadło matematyczne oraz, że wartość przyspieszenia ziemskiego jest równa 10 m/s^2 .

18.1. (2 pkt)

Oblicz długość tego wahadła.

$$\left. \begin{array}{l} x = A \sin \omega t \\ x = 0,02 \sin \sqrt{20} t \end{array} \right\} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{\sqrt{20}} \text{ s}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow l = \frac{gT^2}{4\pi^2}; \quad l = \frac{10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \frac{4\pi^2}{20} \text{ s}^2}{4\pi^2}; \quad l = 0,5 \text{ m}$$

Wypełnia egzaminator!	Nr zadania	16.1	16.2	17.1	17.2	18.1
	Maks. liczba pkt	2	2	2	2	2
	Uzyskana liczba pkt					

18.2. (4 pkt)

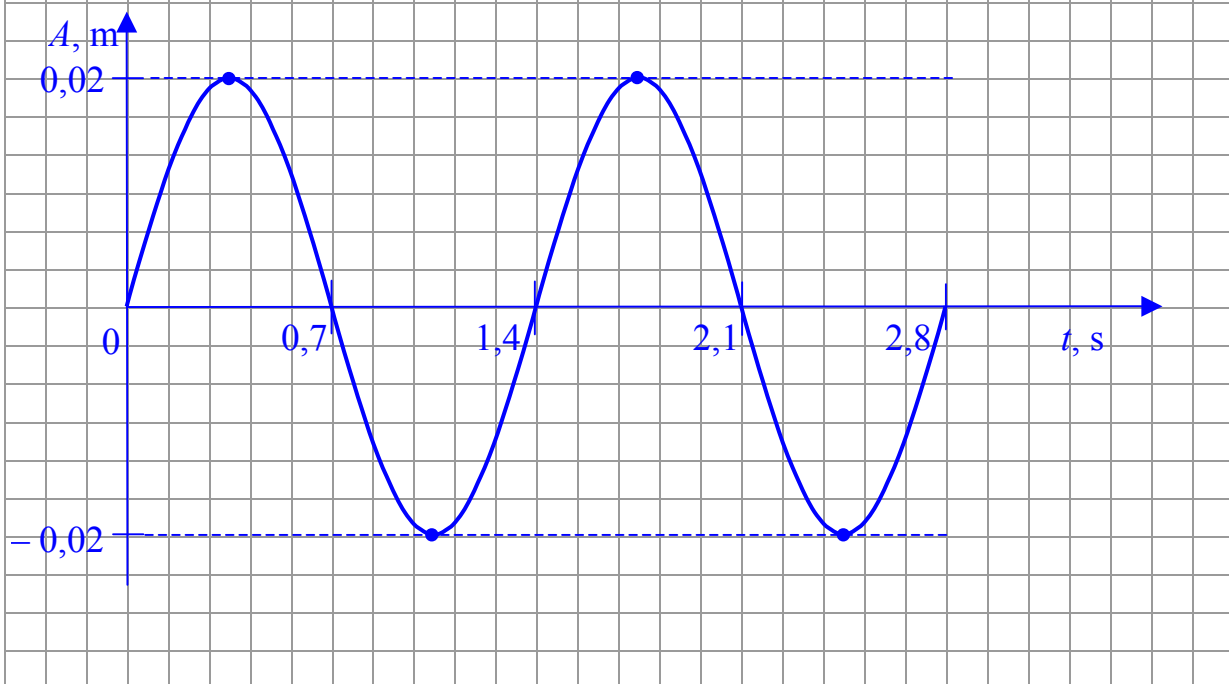
Przedstaw na wykresie zależność wychyleń wahadła od czasu. Na wykresie zaznacz wartości liczbowe amplitudy oraz okresu drgań.

obliczenia

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{20}} \text{ s}; \quad T \approx 1,40 \text{ s}$$

wykres

**19. Gaz (2 pkt)**

W cylindrze o objętości 15 dm^3 znajduje się wodór. Ciśnienie wodoru jest równe $1013,82 \text{ hPa}$, a jego temperatura wynosi 27°C .

Oblicz liczbę moli wodoru znajdujących się w cylindrze.

$$pV = nRT \Rightarrow n = \frac{pV}{RT}$$

$$n = \frac{101382 \text{ Pa} \cdot 15 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3}{8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} \cdot 300 \text{ K}}$$

$$n \approx 0,61 \text{ mola}$$

20. Atom wodoru (3 pkt)

Elektron w atomie wodoru przechodzi z orbity drugiej na pierwszą. Atom emituje wówczas światło, którego długość fali w próżni wynosi $1,22 \cdot 10^{-7}$ m.

20.1. (1 pkt)

Oblicz częstotliwość fali wysyłanej podczas tego przejścia.

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{c}{\lambda}$$

$$f = \frac{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$f \approx 2,46 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$$

20.2. (2 pkt)

Oblicz energię emitowanego fotonu. Wynik podaj w eV.

$$\left. \begin{array}{l} E = hf \\ \lambda = \frac{c}{f} \end{array} \right\} \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$

$$E = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \cdot 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1,22 \cdot 10^{-7} \text{ m}}$$

$$E \approx 16,30 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = \frac{16,30 \cdot 10^{-19} \text{ J}}{1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}}}$$

$$E \approx 10,18 \text{ eV}$$

Wypełnia egzaminator!	Nr zadania	18.2	19	20.1	20.2
	Maks. liczba pkt	4	2	1	2
	Uzyskana liczba pkt				

21. Reakcje jądrowe (3 pkt)

Bombardowanie jąder glinu ${}_{13}^{27}\text{Al}$ neutronami wywołuje różne skutki w zależności od ich prędkości. Powolne neutrony zostają pochłonięte przez jądra glinu. Neutrony o większych prędkościach powodują powstanie jąder magnezu (Mg) i emisję protonów. Jeszcze szybsze neutrony wyzwalają emisję cząstek α i powstanie jąder sodu (Na). Zapisz opisane powyżej reakcje.

1. ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{13}^{28}\text{Al}$
2. ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{12}^{27}\text{Mg} + {}_1^1\text{p}$
3. ${}_{13}^{27}\text{Al} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{11}^{24}\text{Na} + {}_2^4\text{He}$

22. Elektron (3 pkt)

Elektrony w kineskopie telewizyjnym są przyspieszane napięciem 14 kV.

Oblicz długość fali de Broglie'a dla padającego na ekran elektronu. Efekty relatywistyczne pomiń.

$$\left. \begin{array}{l} \lambda = \frac{h}{p} \\ p = m_e v \end{array} \right\} \Rightarrow \lambda = \frac{h}{m_e v} \quad \left. \begin{array}{l} \frac{m_e v^2}{2} = eU \\ \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2eU}{m_e}} \end{array} \right\}$$

$$\lambda = \frac{h}{m_e \sqrt{\frac{2eU}{m_e}}}; \quad \lambda = \frac{h}{\sqrt{2eUm_e}}$$

$$\lambda = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}}{\sqrt{2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 14 \cdot 10^3 \text{ V} \cdot 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}}; \quad \lambda \approx 1,04 \cdot 10^{-11} \text{ m}$$

23. Fotokomórka (3 pkt)

Oblicz minimalną wartość pędu fotonu, który padając na wykonaną z cezu katodę fotokomórki spowoduje przepływ prądu. Praca wyjścia elektronów z cezu wynosi 2,14 eV.

$$\left. \begin{array}{l} hf = W + E_k \\ E_k = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow hf_{gr} = W$$

$$\left. \begin{array}{l} p = \frac{h}{\lambda} \\ \lambda = \frac{c}{f} \end{array} \right\} \Rightarrow p = \frac{hf_{gr}}{c}; \quad p = \frac{W}{c}$$

$$p = \frac{W}{c} = \frac{2,14 \text{ eV} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \frac{\text{J}}{\text{eV}}}{3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}}; \quad p \approx 1,14 \cdot 10^{-27} \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}}$$

Wypełnia egzaminator!	Nr zadania	21	22	23
	Maks. liczba pkt	3	3	3
	Uzyskana liczba pkt			

BRUDNOPIS