

Miejsce  
na naklejkę  
z kodem szkoły

dysleksja

MFA-P1\_1P-072

# EGZAMIN MATURALNY Z FIZYKI I ASTRONOMII

## POZIOM PODSTAWOWY

MAJ  
ROK 2007

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.

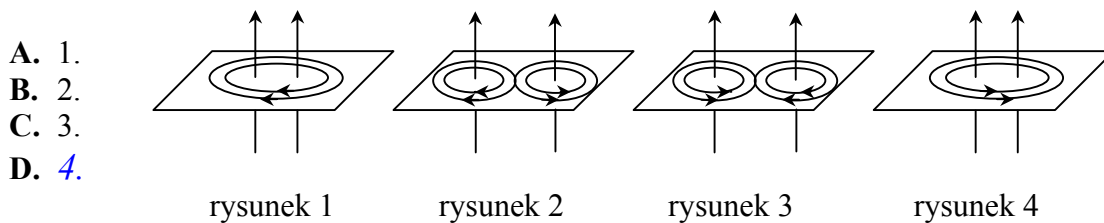
**Zadanie 2. (1 pkt)**

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

**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)**

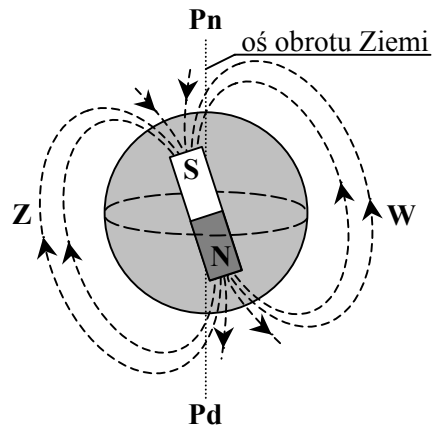
Zasada nieoznaczoności Heisenberga stwierdza, że

- 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.*

**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  $3 \text{ m/s}^2$  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.

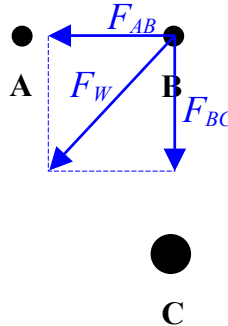
$$E_{k_0} + E_{p_0} = E_k \Rightarrow \frac{mv_0^2}{2} + mgh = \frac{mv^2}{2}$$

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

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

### 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 $\text{kg/m}^3$
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.

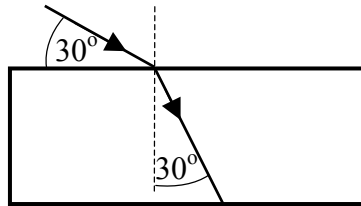
$$\frac{T^2}{R_{sr}^3} = \text{const}, \quad \text{zatem} \quad \frac{T_F^2}{R_F^3} = \frac{T_D^2}{R_D^3}$$

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

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

### 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  $\alpha$  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  $10 \text{ m/s}^2$ .

#### 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)**

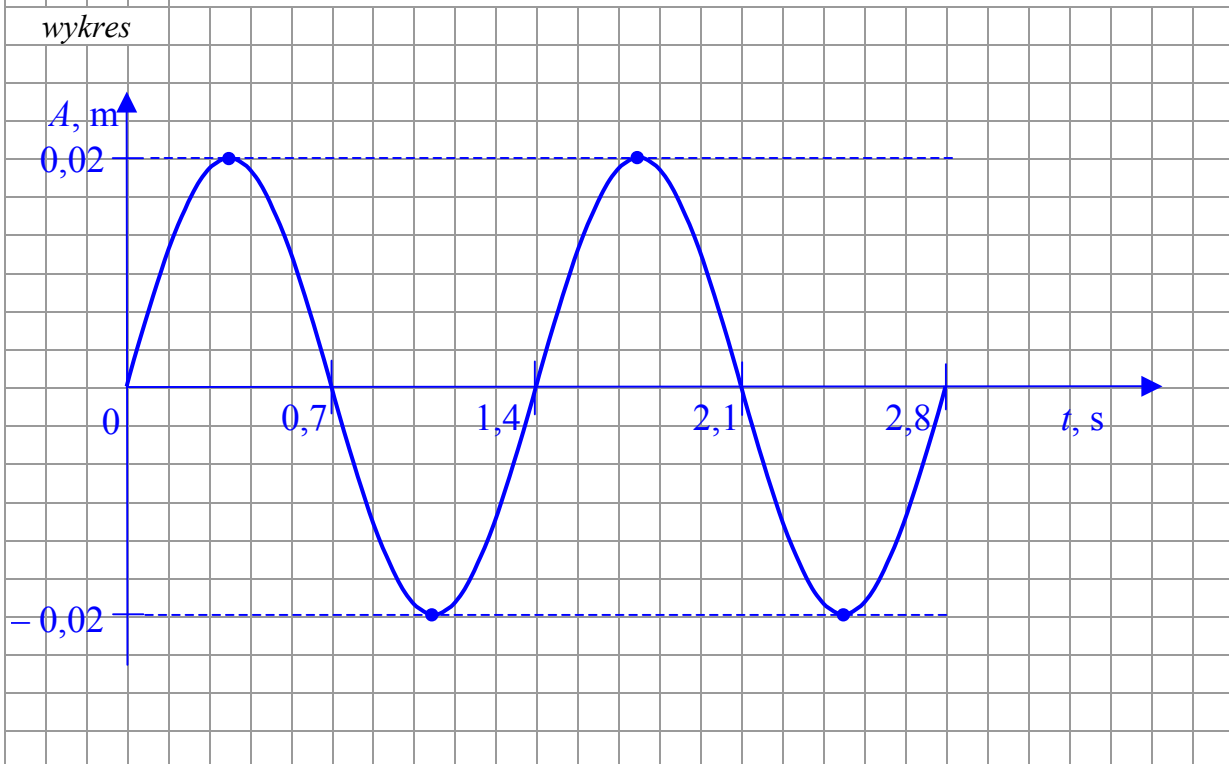
Przedstaw na wykresie zależność wychylenia tego wahadła od czasu. Na wykresie zaznacz wartości liczbowe amplitudy oraz okresu drgań.

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

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  $\alpha$  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 pomini.

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

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

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

**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**