

Zadania z fizyki kwantowej

208** W doświadczeniu wyznaczono wartość maksymalnej energii kinetycznej elektronów wyemitowanych z pewnego metalu pod wpływem naświetlania promieniowaniem o różnych długościach fali¹. Wyniki podane są w tabeli.

Uwaga: $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$.

| | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|
| Długość fali λ (nm) | 546 | 492 | 436 | 405 | 369 | 313 |
| Maksymalna energia kinetyczna elektronów (eV) | 0,40 | 0,60 | 0,95 | 1,15 | 1,45 | 2,05 |

a Dla każdej długości fali oblicz częstotliwość promieniowania padającego na metal. Sporządź nową tabelę, w której zamiast długości fal będą występowały częstotliwości promieniowania, wyrażone w hercach (Hz).

b Na podstawie danych w tabeli sporządź wykres zależności energii kinetycznej elektronów od częstotliwości promieniowania: $E_k(\nu)$. Uwzględnij tylko niepewności pomiaru E_k ($\pm 0,05 \text{ eV}$), bowiem długości fal (jak widać z tabeli) zostały wyznaczone z bardzo dużą dokładnością.

c Z wykresu wyznacz pracę wyjścia dla metalu użytego w doświadczeniu.

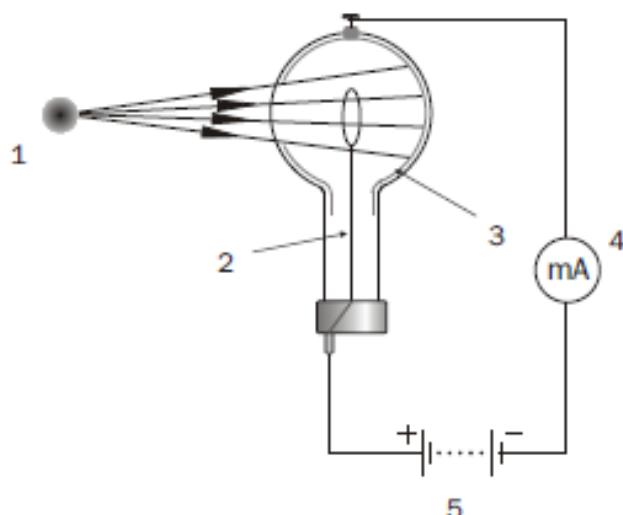
d Wyznacz wartość stałej Plancka w $\text{eV} \cdot \text{s}$, a następnie wyraż ją w $\text{J} \cdot \text{s}$.

e Oszacuj niepewności pomiarowe bezwzględne i względne, z którymi w tym doświadczeniu zostały wyznaczone: praca wyjścia W i stała Plancka h (nie uwzględniaj niepewności pomiarowych $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ i $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, tzn. załóż, że wartości te zostały wyznaczone z bardzo dużą dokładnością).

20. Fotokomórkę włączono do obwodu tak, jak pokazano na rysunku.

a) Nazwij ponumerowane elementy rysunku. Wyjaśnij, dlaczego w obwodzie płynie prąd, gdy na fotokomórkę pada światło o odpowiedniej długości fali.

b) Fotokomórkę oświetlano światłem o różnych długościach fal i stwierdzono, że dla fal dłuższych od 630 nm prąd w obwodzie nie płynie. Wykorzystując ten fakt oraz zamieszczoną poniżej tabelkę, zidentyfikuj metal, z którego wykonano fotokatodę. Do obliczeń przyjmij, że $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$



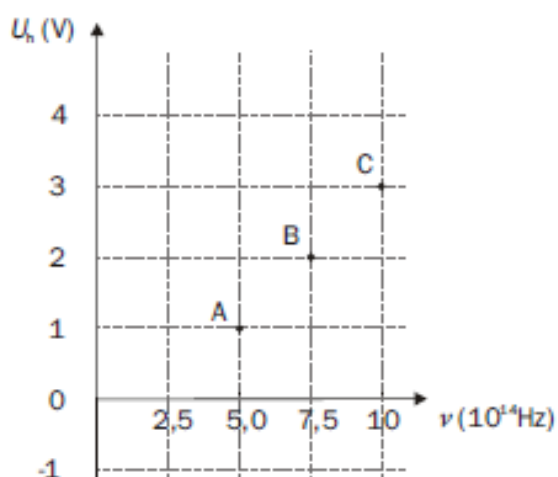
| Metal | Praca wyjścia (eV) | Metal | Praca wyjścia (eV) |
|-------|--------------------|---------|--------------------|
| sód | 2,28 | srebro | 4,73 |
| cynk | 4,31 | cez | 1,89 |
| glin | 4,08 | platyna | 6,35 |

c) Gdy fotokomórkę oświetlono promieniowaniem o długości fali mniejszej od 630 nm i zwarto źródło napięcia (bieguny źródła napięcia połączono przewodem) okazało się, że w obwodzie nadal płynie prąd. Jak można wyjaśnić takie zjawisko?

d) Po odłączeniu fotokomórki z obwodu elektrycznego i przyłożeniu pewnego napięcia w taki sposób, że fotokatoda miała wyższy potencjał elektryczny od anody (czyli przyłożeniu tzw. napięcia hamującego), mimo oświetlania fotokatody promieniowaniem o długości fali mniejszej od 630 nm prąd w obwodzie nie płynął. Wyjaśnij to zjawisko.

e) Zaprojektuj obwód elektryczny, zawierający fotokomórkę (niekoniecznie z cewą fotokatodą), źródło napięcia, potencjometr, woltomierz i miliamperomierz tak, by wyznaczyć napięcie hamujące fotokomórki dla ustalonej długości fali światła padającego na fotokatodę.

f) Posługując się zaprojektowanym obwodem elektrycznym, dokonano trzech pomiarów napięcia hamującego dla trzech różnych częstotliwości promieniowania padającego na fotokatodę pewnej fotokomórki. Wyniki pomiarów przedstawio-



no na wykresie (punkty A, B i C). Narysuj prostą przechodzącą przez punkty A, B i C. Napisz równanie prostej $U_h(\nu)$. Co można powiedzieć o punktach przecięcia prostej z osiami układu współrzędnych? Ile wynosi częstotliwość graniczna (tzn. częstotliwość minimalna, poniżej której zjawisko fotoelektryczne nie zachodzi) dla użytej w tym doświadczeniu fotokatody?

21. Długość fali światła emitowanego przez laser helowo–neonowy wynosi w próżni $\lambda = 623,4\text{nm}$. W glicerynie ($n = 1,473$) długość fali i częstotliwość tego światła wynoszą w przybliżeniu

- a) $623,4 \cdot 10^{-9}\text{m}$; $5 \cdot 10^{14}\text{Hz}$.
b) $423,2 \cdot 10^{-9}\text{m}$; $5 \cdot 10^{14}\text{Hz}$.
c) $423,2 \cdot 10^{-9}\text{m}$; $4 \cdot 10^{14}\text{Hz}$.
d) $623,4 \cdot 10^{-9}\text{m}$; $3 \cdot 10^{14}\text{Hz}$.

29. Wiązka światła zielonego padająca na metalową płytkę wybija z niej elektrony. Emisję elektronów z tej samej płytki spowoduje również wiązka światła

- a) monochromatycznego o dowolnej długości fali.
b) o barwie fioletowej.
c) o barwie czerwonej.
d) o długości fali większej od długości granicznej dla danego materiału, z którego wykonano płytkę.

30. Linia serii Balmera o długości fali $\lambda = 658,3\text{nm}$ powstaje w wyniku przeskoku elektronu z orbity

- a) trzeciej. b) czwartej. c) piątej d) szóstej.

31. Poniżej podano kilka zdań na temat światła laserowego. Wskaż zdanie (zдания) prawdziwe.

- 1) Uzyskiwany w laserach impuls świetlny ma bardzo krótki czas trwania i dlatego niesie bardzo małą energię.
- 2) Wiązka światła laserowego może być niemal dokładnie równoległa nawet przy bardzo małym przekroju poprzecznym.
- 3) Za pomocą układu lusterek możemy spowodować wielokrotne przejście fotonów przez substancję lasera, co wywoła emisję spontaniczną, czyli tzw. akcję laserową.
- 4) Światło laserowe jest spójne.

- a) Prawdziwe jest tylko zdanie 4.
b) Prawdziwe są zdania 1, 2 i 3.
c) Prawdziwe są zdania 2 i 4
d) wszystkie zdania są prawdziwe.

32. Atomy wodoru zostały wzbudzone (przez pochłonięcie promieniowania o odpowiedniej długości fali) do poziomu energetycznego $n = 4$. Ile różnych linii widmowych będzie zawierało widmo promieniowania wysyłanego przez ten wodór podczas powrotu do stanu podstawowego?

a) 4

b) 5

c) 6

d) 7