

## II. 17–18. ZJAWISKO FOTOELEKTRYCZNE ZEWNĘTRZNE

1. Co to jest elektron?
2. Co to jest proton?
3. Co to jest foton?
4. Podaj rząd wielkości oraz wymiar (jednostkę z układu SI) stałej Plancka.
5. Podaj równanie Einsteina opisujące zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. Uzasadnij twierdzenie, że odzwierciedla ono prawidłowość zjawisk przyrody nazywaną zasadą zachowania energii.

### Grupa A

1. Podstawą wyjaśnienia zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego podanego przez Einsteina jest:
  - A. – promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o energiach  $E = h\nu$  każdy, – całkowita energia fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
  - B. – promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o energiach  $E = h\nu$  każdy, – część energii fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
  - C. – promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o różnych energiach, – energia fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
  - D. – promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o różnych energiach, – część energii fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
2. Oblicz energię fotonu promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości  $10^{10}$  Hz. Wartość stałej Plancka wynosi  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J · s.
3. Oblicz energię fotonu światła fioletowego, czyli fali elektromagnetycznej o długości w próżni równej ok.  $4 \cdot 10^{-7}$  m = 400 nm.
4. Uszereguj promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwościach  $10^{19}$  Hz,  $10^{16}$  Hz,  $10^{14}$  Hz,  $10^{12}$  Hz według energii ich fotonów. Zacznij od fotonów o najmniejszej energii.
5. Praca wyjścia elektronu dla potasu wynosi ok  $3,5 \cdot 10^{-19}$  J, dla uranu –  $5,9 \cdot 10^{-19}$  J. Powierzchnie płytek wykonanych z tych metali oświetlono promieniowaniem elektromagnetycznym o takiej samej częstotliwości i w każdym przypadku zaobserwowano zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. Z której płytki wydostają się fotoelektrony o większej energii kinetycznej?
6. Praca wyjścia elektronu dla potasu wynosi ok.  $3,5 \cdot 10^{-19}$  J, dla uranu –  $5,9 \cdot 10^{-19}$  J. Na który z tych metali należy skierować promieniowanie elektromagnetyczne o mniejszej częstotliwości, aby spowodować zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne?
7. Praca wyjścia elektronu dla potasu wynosi ok.  $3,5 \cdot 10^{-19}$  J. Oblicz wartość progowej częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego wywołującego w tym metalu zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.
8. Praca wyjścia elektronu dla potasu wynosi  $3,5 \cdot 10^{-19}$  J. Jaką maksymalnie długość może mieć promieniowanie elektromagnetyczne, aby mogło wywołać w tym metalu zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne?

9. Poniższe wykresy przedstawiają zależność energii kinetycznej elektronów emitowanych z powierzchni czterech metalowych płytek w zjawisku fotoelektrycznym zewnętrznym od częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego padającego na te płytki.



- Płytki oświetlono promieniowaniem o częstotliwości progowej do wywołania zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego w tych metalach. Porównaj energie kinetyczne wyemitowanych fotoelektronów.
- Płytki oświetlono promieniowaniem o częstotliwości  $2 \cdot 10^{15}$  Hz. Z której płytki zostały wyemitowane fotoelektrony o największej energii kinetycznej?
- Uzereguj metale dla których wykonano wykresy według pracy wyjścia elektronów z tych metali – od najmniejszej do największej.

10. Płytkę wykonaną ze srebra oświetlono promieniowaniem elektromagnetycznym, co wywołało zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. W pewnej chwili zaobserwowano, że liczba elektronów uwalnianych z płytki w jednostkowym czasie wzrosła. Przyczyną musiało być

- zwiększenie długości fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.
- zmniejszenie długości fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.
- zwiększenie natężenia fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.
- zmniejszenie natężenia fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.

### Grupa B

1. Podstawą wyjaśnienia zjawiska fotoelektrycznego zewnętrznego podanego przez Einsteina jest:

- promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o różnych energiach, – część energii fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
- promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o energiach  $E = h\nu$  każdy, – całkowita energia fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
- promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o energiach  $E = h\nu$  każdy, – część energii fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.
- promieniowanie elektromagnetyczne o częstotliwości  $\nu$  to zbiór fotonów o różnych energiach, – energia fotonu wywołującego emisję elektronu z powierzchni metalu jest przejmowana przez ten elektron.

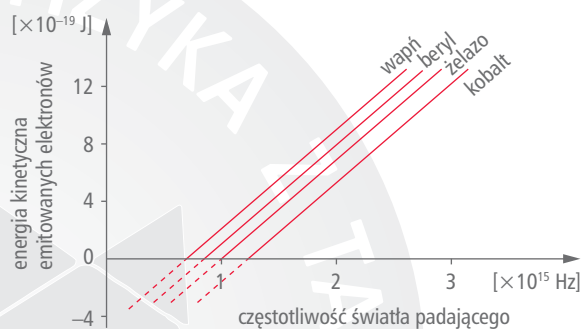
2. Oblicz energię fotonu promieniowania elektromagnetycznego o częstotliwości  $10^{20}$  Hz. Wartość stałej Plancka wynosi  $6,63 \cdot 10^{-34}$  J  $\cdot$  s.

3. Oblicz energię fotonu światła czerwonego, czyli fali elektromagnetycznej o długości w próżni równej ok.  $7 \cdot 10^{-7}$  m = 700 nm.

4. Uzereguj promieniowanie elektromagnetyczne o długościach 1  $\mu$ m, 1 mm, 1 m, 1 km według energii ich fotonów. Zaczynaj od fotonów o najmniejszej energii.

5. Praca wyjścia elektronu dla wapnia wynosi ok.  $4,9 \cdot 10^{-19}$  J, dla berylu –  $5,4 \cdot 10^{-19}$  J. Powierzchnie płytek wykonanych z tych metali oświetlono promieniowaniem elektromagnetycznym o takiej samej częstotliwości i w każdym przypadku zaobserwowano zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. Z której płytki wydostają się fotoelektrony o mniejszej energii kinetycznej?
6. Praca wyjścia elektronu dla wapnia wynosi ok.  $4,9 \cdot 10^{-19}$  J, dla berylu –  $5,4 \cdot 10^{-19}$  J. Na który z tych metali należy skierować promieniowanie elektromagnetyczne o większej częstotliwości, aby spowodować zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne?
7. Praca wyjścia elektronu dla wapnia wynosi ok.  $4,9 \cdot 10^{-19}$  J. Oblicz wartość progowej częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego wywołującego w tym metalu zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne.
8. Praca wyjścia elektronu dla wapnia wynosi  $49 \cdot 10^{-19}$  J. Jaka maksymalnie długość może mieć promieniowanie elektromagnetyczne, aby mogło wywołać zjawisko fotoelektryczne w tym metalu? Zaklasyfikuj promieniowanie elektromagnetyczne o takiej długości.

9. Poniższe wykresy przedstawiają zależność energii kinetycznej elektronów emitowanych z powierzchni czterech metalowych płytek w zjawisku fotoelektrycznym zewnętrznym od częstotliwości promieniowania elektromagnetycznego padającego na te płytki.



- a) Porównaj energie kinetyczne fotoelektronów wyemitowanych z płytek, gdy płytki te oświetlono promieniowaniem o częstotliwości progowej do wywołania zjawiska fotoelektrycznego w metalach z których je wykonano
- b) Płytki oświetlono promieniowaniem o częstotliwości  $2 \cdot 10^{15}$  Hz. Z której płytki zostały wyemitowane fotoelektrony o najmniejszej energii kinetycznej?
- c) U szereguj metale, dla których wykonano wykresy, według pracy wyjścia elektronów z tych metali – od największej do najmniejszej.

10. Płytkę wykonaną z glinu oświetlono promieniowaniem elektromagnetycznym, co wywołało zjawisko fotoelektryczne zewnętrzne. W pewnej chwili zaobserwowano, że liczba elektronów uwalnianych z płytki w jednostkowym czasie zmalała. Przyczyną musiało być

- A. zmniejszenie długości fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.
- B. zmniejszenie długości fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.
- C. zwiększenie natężenia fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.
- D. zmniejszenie natężenia fali promieniowania elektromagnetycznego padającego na płytkę.