

Fizyka z elementami fizyki radiacyjnej I

Lista 10. Elektrostatyka.

W zadaniach przyjmij $k = 9 \cdot 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$. Pomiń straty, chyba że podano inaczej.

Oddziaływanie elektrostatyczne.

- 1) Proton i elektron znajdują się w odległości 0.5 nm od siebie.
 - a) Gdzie znajduje się trzecia cząstka – elektron, jeżeli jego odległość od protonu wynosi 0.3 nm, a od elektronu 0.4 nm.
 - b) W którą stronę działają siły na ten elektron? Jaka jest wypadkowa siła – jaką ma wartość i kierunek?
 - c) Jakie jest natężenie pola elektrycznego w tym punkcie?
 - d) Jaki kierunek i wartość będzie miała siła, jeżeli cząstkę zamienić na jądro helu, złożone z dwóch protonów i dwóch neutronów. A co jeśli na atom helu (jądro+2 elektrony)?
 - e) Ile wynosi natężenie pola elektrycznego w tym przypadku?
- 2) Ile wynosi energia potencjalna elektronu z zadania 1a. Wynik wyraż w elektronowoltach ($1 \text{ eV} = \frac{1}{e} \text{ J}$) Co oznacza znak wartości?
 - a) Oblicz potencjał pola elektrycznego w tym punkcie.
 - b) Ile wynosi energia potencjalna jądra i atomu helu w tym punkcie?
- 3) Ile wynosi potencjał w punkcie leżącym w odległości 0.17 nm od protonu i 0.33 nm od elektronu. Gdzie leży ten punkt?
 - a) Między punktem, w którym znajduje się elektron, a powyższym punktem umieszczono pręt przewodzący. Ile wynosi napięcie na końcach tego pręta? Co stanie się z dodatnim ładunkiem zgromadzonym na takim pręcie? A co z ujemnym?
- 4) Defibrylator to urządzenie medyczne przeznaczone do wygaszania poważnych zaburzeń rytmu serca przez dostarczenie do niego impulsu wysokonapięciowego. Energia impulsu magazynowana jest w kondensatorze, a następnie rozładowywana przez elektrody umieszczone na klatce piersiowej pacjenta. Powszechnie stosowana energia impulsu to $E = 360 \text{ J}$.
 - a) Do jakiego napięcia U należy naładować okładki kondensatora, jeśli jego pojemność to $C = 200 \mu\text{F}$?
 - b) Do jakiego napięcia U należy naładować okładki kondensatora, jeśli jego pojemność zostanie zmniejszona dwukrotnie?
 - c) Jaki ładunek zostanie zgromadzony w kondensatorze w obu przypadkach?

Ruch w polu elektrycznym.

- 5) Filtr elektrostatyczny to urządzenie, które służy do oczyszczania powietrza z zawieszonych w nim cząstek stałych m.in. w salach operacyjnych. W pierwszym etapie, poruszająca się poziomo z prędkością $v = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ cząstka (np. pyłek kwiatowy) o masie $m = 1 \text{ mg}$ zostaje naładowana dodatnio do ładunku $q = +10 \text{ nC}$. Następnie wpada między okładki kondensatora płaskiego naładowanego do napięcia $U = 100 \text{ V}$ ustawionego dodatnio naładowaną okładką do dołu. (Natężenie pola w kondensatorze: $E = U/d$). Okładki kondensatora mają kształt kwadratu o boku $a = 0,4 \text{ cm}$, a odległość między nimi wynosi $d = 10 \text{ cm}$. Za g przyjmij $10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$.
 - a) Ile wynosi strumień pola elektrycznego wychodzącego z okładki?
 - b) Jakie siły działają na pyłek kwiatowy?
 - c) Ile wynosi siła wypadkowa?
 - d) Jak będzie poruszał się pyłek? Zapisz równania ruchu.
 - e) Między okładki wpadł pyłek o dwa razy mniejszej masie przy dolnej okładce kondensatora. Jak zmieni się równanie ruchu.
 - f) Czy uda mu się przelecieć i nie spaść na drugą okładkę?
- 6) Lampa rentgenowska składa się z katody (-) i anody (+) umieszczonych w bańce próżniowej. Katoda ogrzana jest do wysokiej temperatury, dzięki czemu z jej powierzchni emitowane są elektrony. Pomiędzy katodą i anodą, odległymi od siebie o $d = 1 \text{ cm}$, przyłożone jest napięcie o wartości $U = 20 \text{ kV}$, które przyspiesza elektrony w kierunku anody. W wyniku hamowania elektronów wpadających na anodę emitowane jest tzw. promieniowanie hamowania (niem. *Bremsstrahlung*), a energia wyemitowanych fotonów jest równa zmianie energii kinetycznej elektronów.

Przyjmij, że pomiędzy katodą i anodą panuje jednorodne pole elektryczne, masa elektronu jest równa $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ oraz, że początkowa prędkość wyemitowanego elektronu jest równa zero.

 - a) Jaka siła działa na elektron w przestrzeni pomiędzy elektrodami?
 - b) Z jakim przyspieszeniem porusza się elektron?
 - c) Jak prędkość elektronu zmienia się w czasie? Jaką prędkość osiągnie tuż przed zderzeniem z anodą?
 - d) Jak energia kinetyczna elektronu zmienia się w czasie? Jaką wartość osiągnie tuż przed zderzeniem z anodą?
 - e) Czy końcowa energia elektronu zależy od odległości między elektrodami, jeśli napięcie U jest stałe?