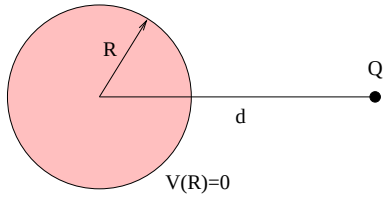
• Elektrostatyka, cd

1. Obliczyć a) potencjał elektryczny, wytworzony przez jądro atomu wodoru w średniej odległości krążącego elektronu ($r = 5.3 \cdot 10^{-11}$ m), b) elektryczną energię potencjalną atomu, gdy elektron znajduje się w tej odległości, c) energię kinetyczną elektronu, zakładając, że porusza sie on po orbicie kołowej, d) ile trzeba energii, aby zjonizować atom wodoru? Wszystkie energie wyrazić w elektronowoltach (1 eV = $1.62 \cdot 10^{-19}$ J).

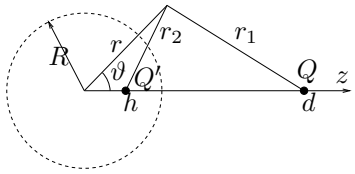
2. Naprzeciw środka dużej naładowanej izolowanej metalowej płaszczyzny znajduje się punktowy ładunek $5 \cdot 10^{-8}$ C. Obliczyć gęstość ładunku płaszczyzny, jeśli działająca na punktowy ładunek siła wynosi $3 \cdot 10^{-2}$ N.

3. W pewnej odległości od dużej, metalowej płyty umieszczony jest ładunek punktowy q. Płyta jest uziemiona. Naszkicuj linie sił pola elektrostatycznego dla takiego układu. Wskaz.: uzasadnij, że pole będzie takie samo jakie byłoby, gdyby zamiast płyty pojawił się po przeciwnej stronie ładunek $-q$ (metoda obrazów).

4. Metoda obrazów - nadobowiązkowe: W odległości d od środka uziemionej przewodzącej kuli o promieniu R znajduje się ładunek punktowy Q. Obliczyć potencjał na zewnątrz kuli, siłę przyciągania między ładunkiem Q i kulą, rozkład gęstości powierzchniowej ładunku na powierzchni kuli. Naszkicuj linie sił pola oraz sporządź wykres gęstości ładunku na powierzchni kuli w funkcji kąta mierzonego względem odcinka d (środek kuli – ładunek Q) w zakresie $0 - \pi$.



Wskaz.: Zamień podany układ układem dwóch ładunków punktowych Q, Q' dających zerowy potencjał w punktach na sferze o promieniu R. Uzasadnij, że ładunek Q' musi leżeć na prostej łączącej Q ze środkiem sfery. Zagadnienie ma symetrię osiową, pracuj w układzie sferycznym (kąt φ dowolny z uwagi na symetrię):

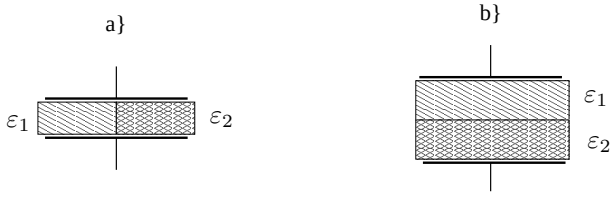


5. a) Uzasadnić wzory na pojemność kondensatorów: płaskiego, cylindrycznego i sferycznego.
   b) Uzasadnić wzory: (1) energia zmagazynowana w naładowanym kondensatorze wynosi $W = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$;
   (2) w polu elektrostatycznym zmagazynowana jest energia, której gęstość (w próżni) wynosi $u = \frac{1}{2}\varepsilon_o E^2$.

6. Kondensator ma kwadratowe okładki o boku a, oddalone o d, tworzące ze sobą mały kąt φ. Pokazać, że jego pojemność wynosi w przybliżeniu $C = \frac{\varepsilon_o a^2}{d}(1 - \frac{a\varphi}{2d})$. (wskaz.:potraktować ten kondensator jako połączenie równoległe kondensatorów w postaci pasków o długości a i szerokości dx).

7. Kula z dielektryka (przyjmij $\varepsilon = 1$), o promieniu R, naładowana jednorodnie ładunkiem Q wytwarza pole elektrostatyczne. W polu tym zawarta jest energia. Obliczyć, jaka część tej energii zawiera się w obszarze wewnątrz kuli, a jaka na zewnątrz. Ile wynosi suma tych energii?

8. Płaski kondensator jest wypełniony dwoma dielektrykami o stałych dielektrycznych $\varepsilon_1, \varepsilon_2$, jak na rysunku. Powierzchnia okładek wynosi S, ich odległość wzajemna d. Jakimi wzorami wyrażają sie pojemności w przypadkach a) i b)?



9. Układ RC. a) Rozpatrzyc obwód elektryczny złożony z kondensatora C, opornika R i i baterii o sile elektromotorycznej ε, połączonych szeregowo. Przyjąć, że kondensator jest początkowo nienaładowany. W chwili $t = 0$ rozpoczyna się ładowanie. Rozpatrując bilans energii i pracy dla danego obwodu (przyrost energii w kondensatorze w czasie dt = praca siły elektromotorycznej – strata na ciepło Joule'a-Lenza) ułożyć odpowiednie równanie różniczkowe dla funkcji $q(t)$ (ładunek na okładkach kondensatora) i rozwiązać go metodą separacji zmiennych. Znaleźć natężenie prądu $i(t)$. Obie funkcje przedstawić na wykresach.
   W rozwiązaniach dla układu RC pojawia się tzw. stała czasowa $\tau = RC$. Jaki ma ona wymiar i o czym decyduje?
   b) Ułożyć i rozwiązać równanie dla funkcji $q(t)$ w przypadku gdy kondensator jest naładowany początkowo ładunkiem q_o, a w chwili $t = 0$ zwieramy okładki oporem R (rozładowanie kondensatora).