

MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
INSPECTORATUL ȘCOLAR AL JUDEȚULUI BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național de Matematică și Fizică
„Vrânceanu - Procopiu”
Ediția a XVI-a 2014

Baraj

Problema a III-a (10 puncte)

În unele aplicații practice pământul este folosit drept conductor de întoarcere (închide un circuit electric), astfel încât determinarea rezistenței solului între doi conductori îngropați este de extremă importanță.

- a) O sferă perfect conductoare cu raza r_1 este îngropată adânc într-un sol omogen, cu conductivitatea σ , la care ajunge un curent I printr-un fir izolat.

Să se determine potențialul V dintr-un punct M din sol, aflat la distanța $r \geq r_1$ de centrul sferei, în raport cu punctul de la infinit, precum și în raport cu suprafața sferei.

- b) Două sfere perfect conductoare, cu razele r_1 , respectiv r_2 , sunt îngropate în sol, la distanță mare una de alta (mult mai mare decât oricare dintre razele lor).

Care este expresia diferenței de potențial dintre sfere, dacă între ele trece un curent electric cu intensitatea I ?

- c) Doi electrozi semisferici identici, cu raza r_0 , perfect conductori, sunt îngropați în sol, astfel încât suprafețele lor ecuatoriale să rămână la suprafața solului presupusă orizontală. Distanța dintre ei este mult mai mare decât r_0 .

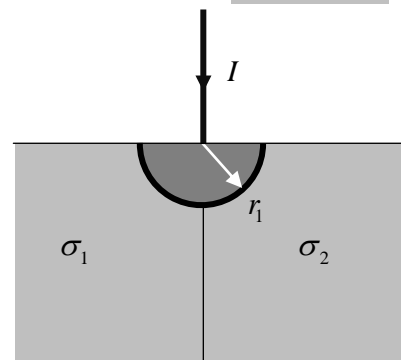
Care este rezistența electrică a solului dintre electrozi?

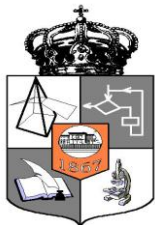
- d) La suprafața solului, presupus impermeabil, se sapă o groapă semisferică cu raza $r_1 = 1,0$ m, care apoi se umple cu un lichid cu rezistivitatea mare ($\rho = 5,0 \cdot 10^{10} \Omega \cdot \text{m}$). În lichid se imersează, concentric cu groapa, o emisferă perfect conductoare cu raza $r_2 = 0,50$ m, astfel încât planele ecuatoriale ale gropii (suprafața orizontală a solului) și emisferei coincid.

Ce curent trece prin lichid, dacă între electrod și sol se aplică o tensiune $U = 1,0$ kV?

- e) În groapa semisferică de mai sus se așază o priză de pământ (un electrod semisferic perfect conductor, cu raza egală cu a gropii). Priza separă două soluri omogene cu conductivități diferite, $\sigma_1 = 1,00 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, respectiv $\sigma_2 = 2,00 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ (v. fig.). Curentul electric care trece prin priză are valoarea $I = 2,00 \cdot 10^3$ A.

Să se determine intensitatea câmpului electric în sol, la suprafața semisferică îngropată a prizei de pământ, precum și rezistența ei față de punctul de la infinit.





MINISTERUL EDUCAȚIEI NAȚIONALE
INSPECTORATUL ȘCOLAR AL JUDEȚULUI BACĂU
COLEGIUL NAȚIONAL „FERDINAND I” BACĂU
Concursul Național de Matematică și Fizică
„Vrănceanu - Procopiu”
Ediția a XVI-a 2014

Baraj

- f) O tijă conductoare verticală este înfiptă în sol, astfel încât doar capătul ei, rotunjit sub forma unei emisfere, este sub nivelul solului. La un moment dat, în timpul unei furtuni, prin tijă trece înspre sol o sarcină electrică mare, curentul electric mediu fiind $I = 157 \text{ A}$. În acest timp, o persoană desculță, care se plimba prin iarbă, se depărtează de tijă. Conductivitatea electrică a solului, presupus omogen, este $\sigma = 1,00 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, iar rezistența electrică a corpului uman, măsurată între tălpile persoanei, pe un traseu care trece prin abdomen, torace și inimă, este $R_p = 2,10 \text{ k}\Omega$. Curentul maxim care poate trece prin inimă fără a produce fibrilații ventriculare cu efecte fatale este $I_m = 50,0 \text{ mA}$.

Care trebuie să fie lungimea maximă a pasului p al persoanei, dacă la descărcarea sarcinii electrice în sol ea se afla la distanța $r = 2,00 \text{ m}$ de tijă, astfel încât descărcarea electrică să nu-i fie fatală?

problemă propusă de

Conf. Univ. dr. Sebastian POPESCU, Facultatea de Fizică, Universitatea „Alexandru Ioan Cuza” din Iași