

Závěrečná fyzikální olympiáda - Starší

Úloha 1 - Kondenzátor (10 bodů)

Jaká je kapacita kondenzátoru složeného ze dvou soustředných koulí? Vnitřní koule má poloměr R_1 , vnější vnitřní poloměr R_2 a vnější poloměr R_3 .

Úloha 2 - Exkurze do kvantové mechaniky (10 bodů)

Princip neurčitosti v kvantové mechanice praví, že součin neurčitosti polohy na dané souřadné ose a součin neurčitosti hybnosti na téže ose je vždy větší než $5,273 \cdot 10^{-35} \text{ m}^2 \text{ kg} / \text{s}$. Z principu neurčitosti odhadněte velikost atomu vodíku. Elementární náboj je $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, hmotnost elektronu je $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.

Úloha 3 - Nabitý prostor (10 bodů)

Spočítejte rozložení náboje v prostoru, víte-li, že potenciál klesá se vzdáleností r od počátku jako

$$\varphi = U_0 e^{-|\mathbf{r}|/l}.$$

Úloha 4 - Terraformace Marsu (10 bodů)

Zemské magnetické pole má na povrchu hodnotu přibližně $3 \cdot 10^{-5} \text{ T}$. Předpokládejme, že pro terraformaci Marsu potřebujeme dipól stejné velikosti, který by odstínil životu nebezpečné nabitě částice ze Slunce. Jaký velký proud musí protékat supravodivou smyčkou omotanou kolem Marsova rovníku, abychom ho vytvořili? Poloměr Země je 6378 km, poloměr Marsu je 3389 km.

Úloha 5 - Elektrolyt (10 bodů)

Předpokládejme roztok iontů o poloměru $R = 1,6 \cdot 10^{-10} \text{ m}$ nacházející se mezi dvěma kovovými paralelními deskami o velikosti 1 m^2 ve vzdálenosti 1 m. Mezi deskami je napětí 100 V urychlující ionty. Ionty jsou brzděny hydrodynamickou odporovou silou $F = 6Rv\mu$, za viskozitu uvažujte $\mu = 8,9 \cdot 10^{-4} \text{ Pa} \cdot \text{s}$. Všechny ionty mají jednotkový elementární náboj a jejich koncentrace je $6,023 \cdot 10^{23}$ v litru. Uvažujte rovnoměrný pohyb a určete proud protékající mezi deskami (a volitelně i odpor roztoku).

Úloha 6 - Smlouva s ČEZem (10 bodů)

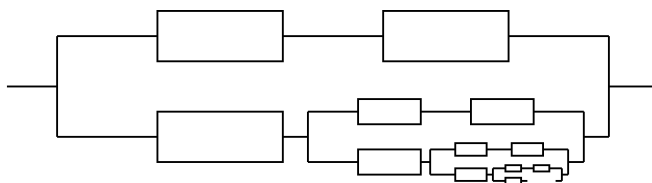
Jaký výkon bude mít Pirátská cívka o průměru 1 m, indukčnosti L vhodně posazená 8 m pod dráty vysokého napětí 220 kV?

Úloha 7 - Atomový dipól (10 bodů)

Jak velké je střední magnetické pole generované elektronem obíhajícím kolem jádra vodíku? Stačí nám řádový odhad, kvantové jevy ignorujte. Poloměr atomu je 10^{-10} m, elementární náboj je $1,6 \cdot 10^{-19}$ C, hmotnost elektronu je $9,1 \cdot 10^{-31}$ kg.

Úloha 8 - Odporný odpor (10 bodů)

Spočítejte odpor obvodu nakresleného níže.



Úloha 9 - Princip Šebestové (10 bodů)

Jaký je průhyb hladiny vědra vody otáčející se úhlovou rychlostí ω ?

Úloha 10 - CERN (10 bodů)

Mějme kruhový urychlovač o obvodu 27 km. Spočítejte indukci magnetického pole \mathbf{B} , která zakřivuje proton o hmotnosti $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg letící rychlostí $100\,000\,000\text{ ms}^{-1}$. Elementární náboj je $1,602 \cdot 10^{-19}$ J.