

Závěrečná fyzikální paralympiáda starších, LMFT 2020

1 CERN (7 bodů)

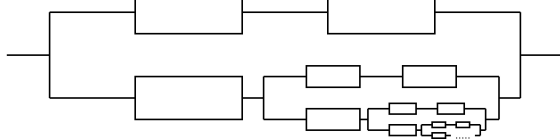
Protony obíhají okruh o délce 27 km a na správné trase jsou udržovány homogenním magnetickým polem. Jak velký musí být vektor magnetické indukce a kam musí mířit, abychom dosáhli srážek o energii 125 GeV? Srážejí se vždy dva protony obíhající v opačném směru.

2 Atraktivní ovce (9 bodů)

Stokilová ovce se dotkla ohradníku a nabila se, a protože měla na nohách holinky, nevybila se. Jaký náboj musí mít, aby mezi ní a metr vzdáleným bačou, nabitým sto Coulomby, bylo dosaženo průrazného napětí a zajiskřilo to? Dielektrická pevnost vzduchu je $3 \text{ MV} \cdot \text{m}^{-1}$.

3 Odporný odpor (10 bodů)

Spočítejte odpor soustavy stejných rezistorů o odporech R na obrázku.



4 Otáčení (9 bodů)

Mějme vektorové pole v prostoru dané rovnicí

$$\vec{E}(x, y, z) = \left(\frac{4xy}{z}, \frac{2x^2}{z}, -\frac{2x^2y}{z^2} - z^3 \right).$$

Rozhodněte, zda má potenciál, a pokud má, určete jej. (Pokud nemá, nemusíte jej určovat.)

5 Koule v neviskózní kapalině (12 bodů)

Dvě stejné kuličky ve vzduchu jsou nabitě stejným elektrickým nábojem a jsou zavěšeny ve stejném bodě na dvou stejně dlouhých nitích, které spolu svírají úhel 2α (náboj je dostatečně velký, aby se kuličky nedotýkaly). Nyní je ponoříme do benzenu o hustotě $\rho_b = 879 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ a relativní permitivitu $\epsilon_r = 2.3$ a po ponoření se úhel mezi nimi nezmění. Jaká je hustota kuliček?

6 Koule ve viskózní kapalině (14 bodů)

V nádobě s ricinovým olejem o dynamické viskozitě η , která je ve stavu beztlíže, urychlujeme kuličku o náboji Q a poloměru r homogenním a konstantním elektrickým polem \vec{E} , které míří ve směru osy x . Naopak ji brzdí Stokesův odpor $\vec{F} = -6\pi\eta r\vec{v}$, jedná se tedy o jednorozměrnou úlohu. Určete rychlost v ustáleném stavu (když se pohybuje rovnoměrně). Určete závislost polohy kuličky na čase, pokud se na počátku pohybuje ustálenou rychlostí a pole vypneme. Jak daleko se dostane? Vyhodnoťte pro $\eta = 987 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$, $r = 5 \text{ mm}$, $E = 20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a $Q = 0.1 \text{ C}$.

7 Nabitý prostor (10 bodů)

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

$$\varphi = U_0 e^{-r/l},$$

kde U_0 a l jsou konstanty.

8 Na teplotě nezáleží (10 bodů)

Na jednom konci válcového měděného vodiče o odporu 10Ω (při teplotě 0°C) je udržována teplota 20°C , na druhém konci teplota 400°C . Určete odpor vodiče, jestliže teplota podél něj klesá rovnoměrně.

9 Tripólis (10 bodů)

Spočítejte intenzitu lineárního trojpólu, kde náboj $2Q$ je v počátku souřadné soustavy a dva náboje $-Q$ jsou symetricky na ose x v malé vzdálenosti od počátku. Přibližte do podobného tvaru jako u dipólu.

10 Suchá úloha (9 bodů)

Nekonečná rovinná deska o tloušťce a je rovnoměrně nabitá nábojem s objemovou hustotou ρ . Najděte intenzitu a potenciál elektrického pole ve vzdálenosti z od středu desky jak uvnitř, tak vně.