

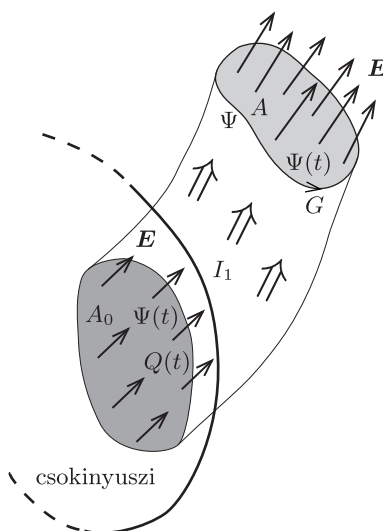
Megoldás. A csokinyuszt borító alufólián lévő elektromos töltés *nem egyenletesen* oszlik el, emiatt az időben lassan változó (majdnem sztatikus) elektromos tér általában igen bonyolult térbeli szerkezetű lesz. Annyit azonban állíthatunk, hogy csak a nyuszin kívüli térrészben alakul ki elektromos mező, és hogy az elektromos erővonalak merőlegesen lépnek ki az alufólia (ekvipotenciális) felületéből.

Sejthetjük, hogy az igen bonyolult alakú nyuszi körül egyáltalán *nem* alakul ki mágneses mező (ellenkező esetben a kérdés nem szerepelne a középiskolai feladatok között!), jöllehet a környező levegőben elektromos áram folyik. Ezt a sejtést az alábbiakban be is bizonyítjuk!

Tételezzük fel, hogy kialakulhatna valamilyen (nullától különböző) mágneses mező. Ennek erővonalai zárt görbéknek alkotnának, egy ilyen például az *ábrán* látható G görbe lehetne. Erre a görbére az

$$\vec{O}_B = \sum_G \mathbf{B}(\mathbf{r}) \Delta \mathbf{r}$$

mennyiség (mágneses örvényerősség, más néven mágneses körfeszültség) nullától különböző lenne, hiszen az erővonal mentén haladva a $\mathbf{B}$ és $\Delta \mathbf{r}$ vektorok párhuzamosak, skalárszorzatuk tehát a szumma minden tagjában pozitív (vagy ellentétes körüljárási esetén negatív).



Maxwell IV. törvénye szerint az örvényerősség a G görbe által körülölelt A nagyságú felületen átfolyó *teljes* árammal arányos:

$$\vec{O}_B = \mu_0 \cdot I = \mu_0 (I_1 + I_2),$$

ahol I_1 az elektromos töltések mozgásából származó szokásos áram, I_2 pedig a Maxwell-féle eltolási áram, amely az elektromos fluxus időbeli változási sebességéből számítható ki:

$$I_2 = \varepsilon_0 \frac{\Delta \Psi}{\Delta t}.$$

Kövessük nyomon (visszafelé) azon elektromos erővonalakat, amelyek az A felületen haladnak keresztül. Ezek az erővonalak a csokinyuszi felületének valamely A_0 nagyságú darabjáról, az ott lévő Q nagyságú töltésből indultak ki, fluxusuk tehát egy adott t időpontban:

$$\Psi(t) = \frac{1}{\varepsilon_0} Q(t).$$

(Felhasználtuk, hogy a nyuszi belsejében nulla az elektromos tér, tehát az összes erővonal „kifelé” indul.) Ugyanekkora az A felületen áthaladó elektromos fluxus is, az eltolási áram nagysága tehát

$$I_2 = \varepsilon_0 \frac{\Delta \Psi}{\Delta t} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = -I_1.$$

Az utolsó lépésnél kihasználtuk, hogy az A felületen áthaladó (a töltéshordozók mozgásából származó) áram megegyezik az A_0 felületen lévő töltésmennyiség csökkenési sebességével.

Látható, hogy *tetszőleges* G görbe által határolt felületre $I_1 + I_2 \equiv 0$, emiatt a mágneses örvényerősség sehol nem lehet nullától különböző, vagyis a csokinyuszi körül (és még annak belsejében is) a mágneses tér mindenhol *nulla*.