

**16. ročník, úloha VI. P ... elektromagnetický paradox** (4 body; průměr 2,71; řešilo 7 studentů)

Na dielektrický disk volně se otáčející kolem své osy přilepíme závit supravodivého drátu v němž teče proud  $I_0$ . Dále kolem tohoto závitu symetricky přilepíme elektricky nabitě kuličky o náboji  $q$ . Celý disk poté začneme pomalu zahřívat. V jistém okamžiku přestane být drát supravodivý, takže v něm přestane téct proud a změní se magnetický tok přes závit. V důsledku toho vznikne podle Faradayova zákona okolo tohoto závitu elektrické pole, které bude působit na přilepené náboje, takže se celý disk začne otáčet. Na druhou stranu musí zůstat podle zákona zachování hybnosti v klidu. Tak kde je v předcházejících úvahách chyba?

Na záchranu zákona zachování momentu hybnosti můžeme zkusit použít nenulovou hmotu elektronů. Tím získáme počáteční moment hybnosti. Tento moment hybnosti ale nebude záviset na náboji připevněném na disku (na rozdíl od elektrické síly). Takže tímto paradox nevysvětlíme.

Další pokus na záchranu momentu hybnosti můžeme provést přes vlastní indukci. Když si uvědomíme, že náhlé zmizení magnetického pole by vyvolalo elektrické pole působící nejen na krajní náboje, ale také na náš obvod a naindukovalo by proud opačného směru. To nás ale taky nezachrání, protože tento proud závisí na odporu, na kterém elektrická síla uvádějící kotouč do pohybu opět nezávisí. Ve skutečnosti vlastní indukce způsobí exponenciální pokles magnetické indukce, místo okamžitého.

Tím vidíme, že problém nezachovávajícího se momentu hybnosti zůstává. Řešení je mnohem fundamentálnější, chceme-li, aby v elektromagnetickém poli platily zákony zachování, nezbývá nám než zavést (hustotu) moment hybnosti elektromagnetického pole, který je úměrný  $\mathbf{E} \times \mathbf{B}$ . Kroužek se pak vlastně odrazí od elektromagnetického pole kolem něj.

*Miro Kladiwa*  
fykos@mff.cuni.cz