

Projekt **ŠABLONY NA GVM**

registrační číslo projektu: CZ.1.07/1.5.00/34.0948

III-2 Inovace a zkvalitnění výuky prostřednictvím ICT

**3. Elektromagnetismus**

**3. 11. Elektromagnetická indukce 2**

**Autor:**  Aleš Trojánek

**Jazyk:** čeština

**Datum vyhotovení:** červen 2013

**Cílová skupina:**  žáci gymnázia: 3. ročník čtyřletého studia a 7. ročník

osmiletého studia + maturitní ročník, věk 16-19 let

**Druh učebního materiálu:** podpora a doplnění výuky fyziky, materiál je určen i pro samostatnou práci žáků

**Očekávaný výstup:** žáci si osvojí řešení typických fyzikálních úloh z elektromagnetismu

**Anotace:** Učební materiál obsahuje vzorový příklad z části – elektromagnetická indukce. Může sloužit při výkladu, procvičování i pro samostatnou práci žáků. Velmi vhodný je pro přípravu k maturitní zkoušce z fyziky.

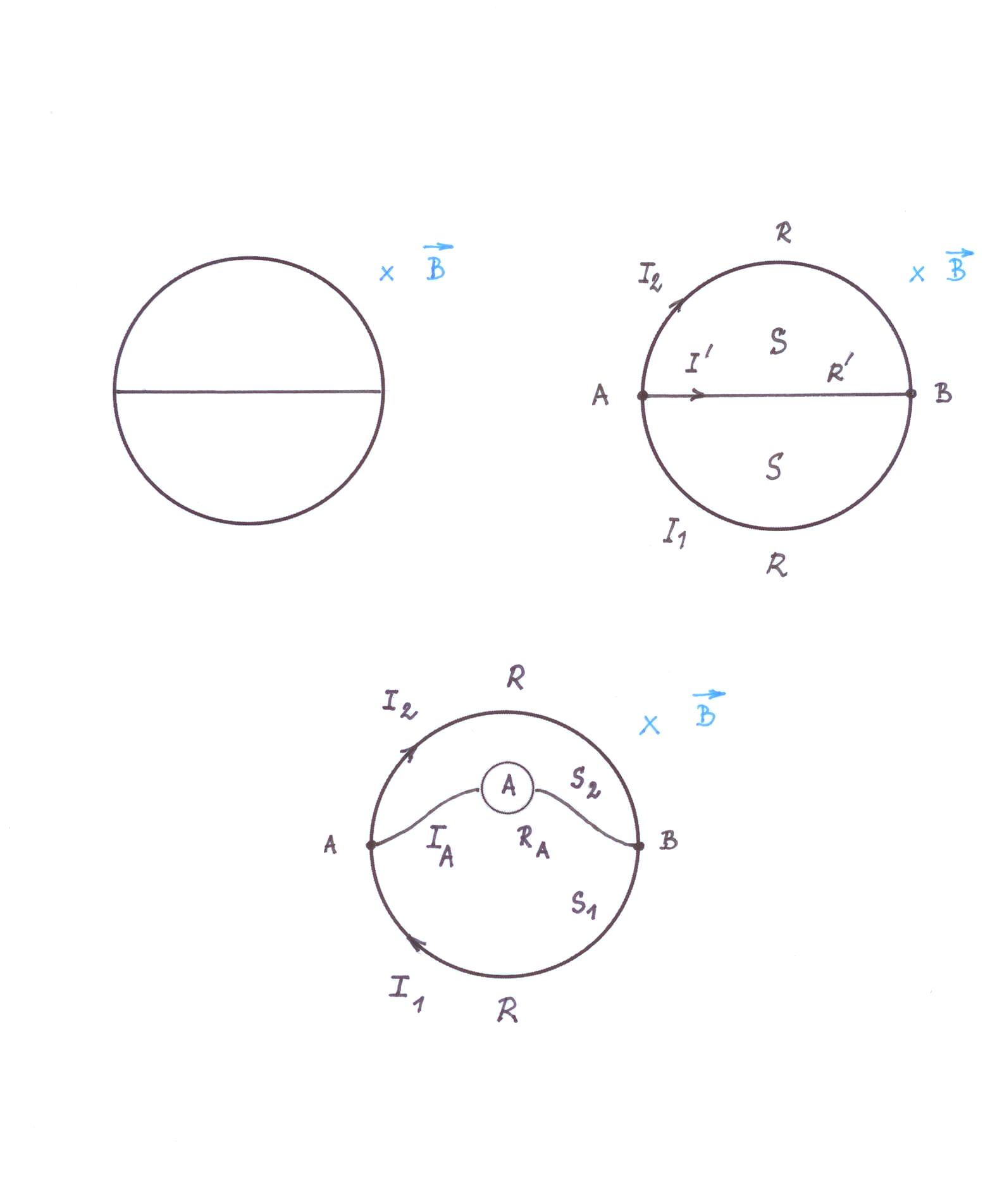
**3. 11. Elektromagnetická indukce 2**

V následujícím textu je ukázáno, že ne všechny pojmy a postupy z elektrostatiky lze zavést pro elektrické pole vzniklé elektromagnetickou indukcí.

**Příklad**

(Příklad vychází z článku [1]. V něm je možno nalézt odkazy na doplňující literaturu.)

Na obr. 1 znázorněná rovinná smyčka vyrobená z tenkého vodiče je umístěna v homogenním magnetickém poli, jehož magnetická indukce má směr kolmý za nákresnu. Určete směry proudů indukovaných ve vodičích při zmenšování magnetické indukce.



Obr. 1

***Řešení:***

Uvažujme směry proudů a odpory jednotlivých částí smyčky podle obr. 2. Podle 2. Kirchhoffova zákona platí:

, (1a)

, (1b)

kde elektromotorická napětí jsou dána Faradayovým zákonem elektromagnetické indukce:

jsou stejné indukční toky plochami o stejném obsahu . Tedy i elektromotorická napětí jsou stejná:

(2)

1. Kirchhofův zákon pro uzel :

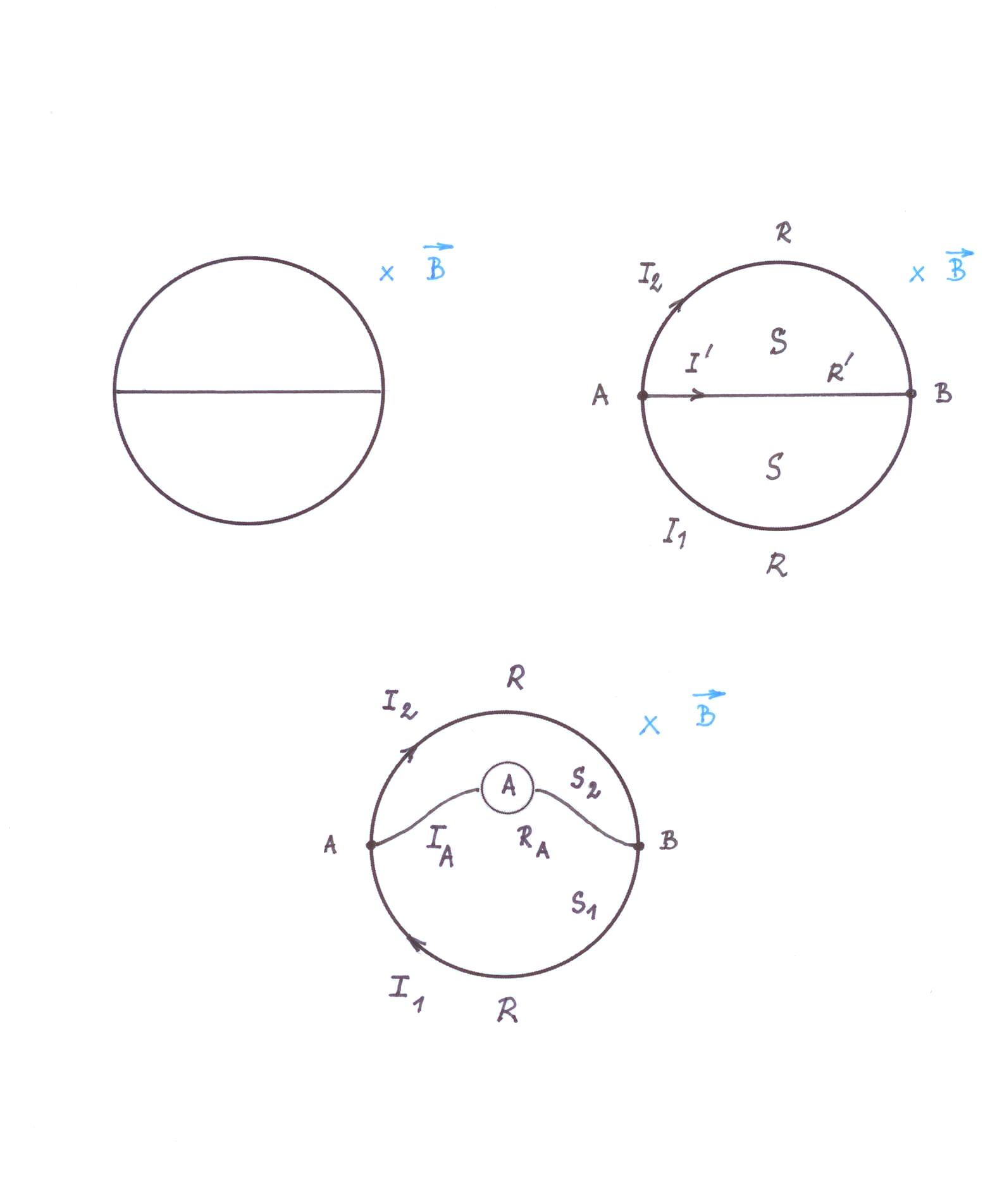
. (3)

Z rovnic (1a, b), (2) a (3) dostaneme:

Z (3) plyne, že

Indukovaný proud prochází tedy jen částí smyčky tvaru kružnice a platí pro něj:

Směr proudu je na obr. 2 znázorněn tak, aby splňoval Lenzův zákon.



Obr. 2

Výše uvedená úloha se týká proměnného magnetického pole (, kdy indukované elektrické pole nelze vyjádřit pomocí skalárního potenciálu . Nelze tedy hovořit o napětí mezi dvěma body (jako o rozdílu potenciálů), ale o elektrickém napětí mezi dvěma body po dané křivce z bodu do bodu (viz obr. 3).

Problém elektrických obvodů v proměnném magnetickém poli budeme ilustrovat na řešení úlohy podle obr. 3, která je zobecněním výše uvedené úlohy, neboť na ní se dá lépe ukázat, **že indukované elektromotorické napětí nelze vyjádřit jako rozdíl potenciálů. Ukážeme též, že údaj ampérmetru závisí na daném konkrétním geometrickém tvaru části obvodu s ampérmetrem.**

Uvažujme směry proudů a odpory jednotlivých větví složeného obvodu podle obr. 3. Pro situaci z obr. 3 podle 2. Kirchhoffova zákona platí:

(4a)

(4b)

kde elektromotorická napětí jsou dána Faradayovým zákonem elektromagnetické indukce:

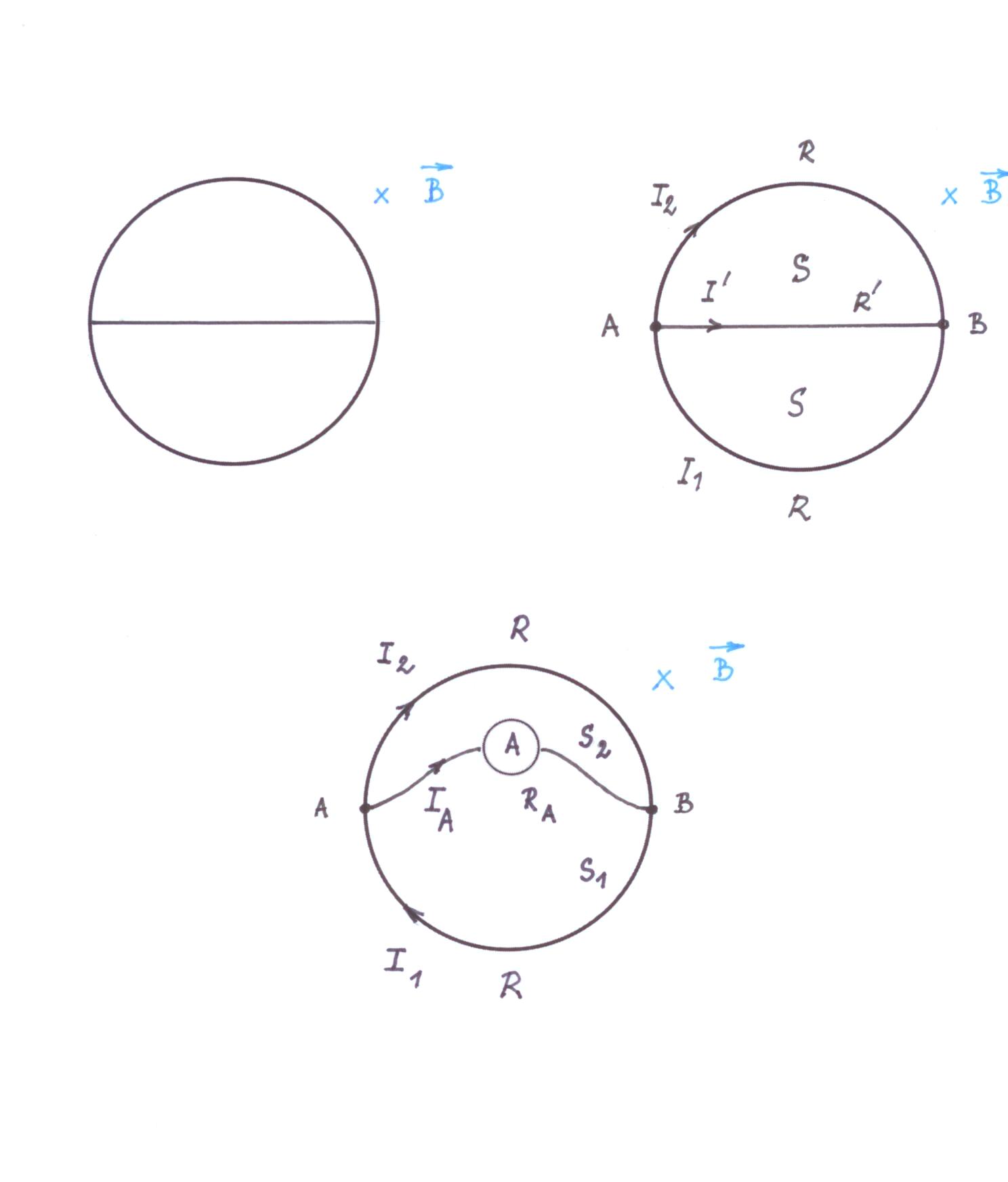
jsou indukční toky plochou resp.

1. Kirchhoffův zákon pro uzel

(5)

Z rovnic (4a, b) a (5) určíme proud ampérmetrem:

Z (6) a z definice indukčního toku je patrné, že *proud naměřený ampérmetrem (a tedy i napětí mezi body ) závisí jak na rychlosti změn indukčních toků , tak na geometrii obvodu.*



Obr. 3

**Literatura:**

[1] DUB, P., TROJÁNEK, A.: *Řešení jedné úlohy z učebnice Fyzika pro III. ročník gymnázií*.

Matematika a fyzika ve škole, **19** (1988/89), s. 685.

**Zdroje obrázků:**

Obr. 1- 3 kreslil Aleš Trojánek a jsou určeny pro bezplatné používání pro potřeby výuky a vzdělávání na všech typech škol a školských zařízení.