

Príklady č. 1 a 2 slúžia na lepšie pochopenie konštrukcie bijektívneho zobrazenia z dôkazu Cantor–Bernsteinovej vety. Bolo by vhodné aby sa každý zo študentov pokúsil o ich vyriešenie.

1. Majme intervaly $A = (0, 1)$ a $B = (0, 1)$. Potom zobrazenia $f : A \rightarrow B$ (dané predpisom $x \mapsto x$) a $g : B \rightarrow A$ (dané predpisom $g : x \mapsto x/2$) sú injektívne. Tým pádom sa na ne vzťahuje tvrdenie Cantor–Bernsteinovej vety a medzi množinami A a B existuje bijekcia h . Pozorne si preštudujte konštrukciu z dôkazu Cantor–Bernsteinovej vety, zistite čo budú v tomto prípade množiny A_1, A_2, B_1 a B_2 a ako vyzerá výsledná bijekcia h .

2. Spravte to isté, čo v príklade č. 1 pre intervaly $A = (0, 1)$ a $B = \langle 0, 1 \rangle$, injekciu $f : A \rightarrow B$ (danú predpisom $x \mapsto x$) a injekciu $g : B \rightarrow A$ (vhodnú funkciu nájdite sami).

3. Označme $0 = |\emptyset|$ a $1 = |\{\emptyset\}|$. Ukážte, že pre každé kardinálne číslo p platí:

a) $p + 0 = p \cdot 1 = p$,

b) $p^0 = 0^0 = 1$,

c) $p^1 = p$.

(nezabudnite, že rovnosť kardinálnych čísel zodpovedá nejakej bijekcii, sčítanie disjunktnému zjednoteniu, súčin kartézskemu súčinu a umocňovanie súvisí so zobrazeniami)

4. Dokážte, že pre ľubovoľné kardinálne čísla p, q a r platí:

a) $p \leq q \Rightarrow pr \leq qr$,

b) $p \leq q \Rightarrow p^r \leq q^r$,

c) ak $r \neq 0$, potom $p \leq q \Rightarrow r^p \leq r^q$. Čo sa stane ak $r = 0$?

5. Zachová sa platnosť tvrdení v príklade č. 2, ak zameníme neostré nerovnosti za ostré?

Pre nekonečné kardinálne čísla platia trochu iné vzťahy, ako by sme čakali:

Napríklad $\aleph_0 + \aleph_0 = \aleph_0$, lebo $\mathbb{N}_0 \cup -\mathbb{N} = \mathbb{Z}$. Podobne $\aleph_0 \cdot \aleph_0 = \aleph_0$, lebo $|\mathbb{N}||\mathbb{Z}| = |\mathbb{Q}|$.

6. Označme $\aleph_0 = |\mathbb{N}|$ a $c = |\mathbb{R}| = 2^{\aleph_0}$. Použitím nerovností z príkladu 5 a vzťahov spomenutých na prednáške ukážte, že pre každé prirodzené číslo $n \in \mathbb{N}$, $n \geq 2$ platí:

a) $c \leq nc \leq \aleph_0 c \leq cc \leq c^n \leq c^{\aleph_0} = (2^{\aleph_0})^{\aleph_0} = c$,

b) $2^{\aleph_0} = n^{\aleph_0} = \aleph_0^{\aleph_0} = c^{\aleph_0} = c$,

c) $2^c = n^c = \aleph_0^c = c^c$.

7. Dokážte, že existuje injekcia z \mathbb{R}^2 do \mathbb{R} . Existuje injekcia z množiny všetkých postupností s reálnymi hodnotami do \mathbb{R} ? Vedeli by ste ju skonštruovať?

Bonusové príklady

8. Nech \mathcal{S} je taká trieda podmnožín \mathbb{N} , že pre každé $A, B \in \mathcal{S}$ máme $A \subset B$ alebo $B \subset A$. Môže byť \mathcal{S} nespočítateľná?

9. Hovoríme, že postupnosť $f : \mathbb{N} \rightarrow \mathbb{N}$ je *neklesajúca* ak $f(n+1) \geq f(n)$ pre všetky n a *nerastúca* ak $f(n+1) \leq f(n)$ pre všetky n . Je množina všetkých neklesajúcich funkcií spočítateľná alebo nespočítateľná? Ako je to s množinou nerastúcich funkcií?