

1 Tretia uloha

Priklad 1.1. Zistite, ci mnozina

$$M = \{(a, b) \mid a, b \in \mathbb{R}\}$$

s operaciami $+$ a \cdot definovanymi

$$(a, b), (c, d) \in M, \quad r \in \mathbb{R}$$

$$(a, b) + (c, d) = (a + c + d, b + c - d)$$

$$r \cdot (a, b) = (0, r \cdot b)$$

tvori vektorovy priestor nad polom \mathbb{R} .

Priklad 1.2. Dokazte, ze vo vektorovom priestore V nad polom F pre kazde vektory $\alpha, \beta, \gamma \in V$, $c \in F$ plati

$$(-c)(-\alpha) = c\alpha.$$

Priklad 1.3. Rozhodnite a dokazte, ci mnozina

$$M = \{(x_1, x_2, x_3) \in \mathbb{R}^3 \mid 2x_1 = -x_2 = x_3\}$$

tvori vektorovy podpriestor priestoru \mathbb{R}^3 .

Priklad 1.4. Zistite, ci su dane vektory linearne zavisle

$$(1, 3, 4), (2, 1, 3), (3, 1, 4)$$

v priestore \mathbb{Z}_7^3 .

Priklad 1.5. Vypocitajte $a + b$, $a \cdot b$, $\frac{a}{b}$ pre komplexne cisla

$$a = 1 + 3i$$

$$b = 3 + i$$

Urcte velkost a uhol komplexnych cisel a, b , najdite ich komplexne zdruzene cisla a vsetky 4 nakreslite do gaussovej roviny.

2 Mala komplexna vsuvka

Je mozne, ze na prednaske ste mali Eulerovu formulu

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x.$$

Eulerov dokaz vyuzival nekonecne sumy, ale formula sa do dokazat aj ovela jednoduchsie ... staci vediet trochu derivovat. Vopred vsak upozornujeme, ze dokaz je prudko umely a je v style "ked uz vieme, co nam ma vyjst, tak to vieme zahrat tak, aby nam to vyslo". iste sklamanie je preto uplne normalne ... Eulerov dokaz je ovela krajisi :)

no, ale k dokazu. definujme si funkciu f z \mathbb{R} do \mathbb{C}

$$f(x) = (\cos x - i \sin x)e^{ix}.$$

zderivujme teraz tuto funkciu podla x :

$$f'(x) = (-\sin x - i \cos x)e^{ix} + (\cos x - i \sin x)e^{ix}i$$

a upracme je trochu

$$\begin{aligned} f'(x) &= (-\sin x - i \cos x)e^{ix} + (i \cos x - i^2 \sin x)e^{ix} = \\ &= (-\sin x - i \cos x + i \cos x + \sin x)e^{ix} = \\ &= 0. \end{aligned}$$

Teda derivacia f podla x je 0, co znamena, ze f je konstantna funkcia ... $f(x) = c$ pre vsetky $x \in \mathbb{R}$ pricom c je nejake, vo vseobecnosti komplexne cislo. Cislo c najdeme dosadenim nejakej hodnoty x do f .. najjednoduchsie vyzera $x = 0$.

$$f(0) = 1$$

Takze sme dostali, ze $f(x) = 1$. Presnejšie

$$(\cos x - i \sin x)e^{ix} = 1.$$

Teraz uz staci iba obe strany vynasobit s $(\cos x + i \sin x)$ a dostaneme

$$(\cos^2 x - i^2 \sin^2 x)e^{ix} = \cos x + i \sin x$$

co je

$$(\cos^2 x + \sin^2 x)e^{ix} = \cos x + i \sin x.$$

Ale

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1$$

a teda

$$e^{ix} = \cos x + i \sin x.$$

Pozor, tento dokaz preskakuje mnoho detailov z analyzy komplexnych funkcii, ktoru najskor aj tak nikto z vas mat nebude ... kazdopadne je to aspon ako take zdovodnenie, preco by mala E. formula platit :)

Pisem to tu, lebo tato formula je velmi sikovna vec. Pozrime sa napr. na toto

$$e^{(a+b)i} = e^{ai+bi} = e^{ai}e^{bi}$$

Lava strana sa podle E. formuly rovna

$$\cos(a+b) + i \sin(a+b)$$

zatiaľčo prava je (opat podľa E. formuly)

$$(\cos a + i \sin a)(\cos b + i \sin b)$$

co mozeme roznasobit a upravit takto

$$\begin{aligned}(\cos a + i \sin a)(\cos b + i \sin b) &= \cos a \cos b + i^2 \sin a \sin b + i \sin a \cos b + i \sin b \cos a = \\ &= (\cos a \cos b - \sin a \sin b) + i(\sin a \cos b + \sin b \cos a)\end{aligned}$$

Teda, ked sa vratime spat k prvej rovnici, mozeme pisat

$$\cos(a+b) + i \sin(a+b) = (\cos a \cos b - \sin a \sin b) + i(\sin a \cos b + \sin b \cos a).$$

Ked porovname realne a komplexne casti lavej a pravej strany tejto rovnosti, dostavame

$$\cos(a+b) = \cos a \cos b - \sin a \sin b$$

$$\sin(a+b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a.$$

Zaujimave, ze? Podobnym sposobom vieme ukazat, preco

$$\cos(a-b) = \cos a \cos b + \sin a \sin b$$

$$\sin(a - b) = \sin a \cos b - \sin b \cos a.$$

To ale nie je vsetko. Vedeli by sme napisat, comu sa rovna $(\sin a + \sin b)$?
Skusme pouzít, co uz mame

$$\begin{aligned}\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta) &= \sin \alpha \cos \beta + \sin \beta \cos \alpha + \sin \alpha \cos \beta - \sin \beta \cos \alpha = \\ &= 2 \sin \alpha \cos \beta\end{aligned}$$

Ked si zvolíme α, β takto (aby sme na lavej strane mali $\sin a + \sin b \dots$ co sme povodne chceli)

$$\alpha + \beta = a$$

$$\alpha - \beta = b$$

potom

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{a + b}{2} \\ \beta &= \frac{a - b}{2}\end{aligned}$$

a nakoniec

$$\sin a + \sin b = 2 \sin \frac{a + b}{2} \cos \frac{a - b}{2}.$$

Podobnym sposobom vieme zdovodnit, preco

$$\sin a - \sin b = 2 \sin \frac{a - b}{2} \cos \frac{a + b}{2}.$$

$$\cos a + \cos b = 2 \cos \frac{a + b}{2} \cos \frac{a - b}{2}.$$

$$\cos a - \cos b = -2 \sin \frac{a + b}{2} \sin \frac{a - b}{2}.$$

Este by sme sa mohli pytat na kombinovane sučty typu $(\sin a + \cos b)$. S týmto nam už E. formula nepomože. Preto? V E. formule totiž kosinus stojí pri realnej časti a sinus pri imaginárnej časti. Ale komplexne číslo $a + bi$

nevieme "sklbit" do jedneho cisla, lebo i sa neda vyjadrit pomocou realnych cisel a rovnako realna cast sa neda napisat cez i ... realne a komplexne casti sa nemiesaju. Vsimnite si, ze sme vzdy scitavali sinusi so sinusmi a kosinusi s kosinusmi.

Sice sa E. formula uz pouzit neda, v jednom specialnom pripade si vsak vieme pomocť aj bez nej ... vieme zratat $(\sin a + \cos a)$

$$\sin(a + b) = \sin a \cos b + \sin b \cos a$$

ak najdeme take b , ze $\cos b = \sin b$, potom mozeme pisat

$$\frac{\sin(a + b)}{\sin b} = \sin a + \cos a.$$

Take b samozrejme existuje a najmensie je $\frac{\pi}{4}$. Potom $\sin \frac{\pi}{4} = \cos \frac{\pi}{4} = \frac{\sqrt{2}}{2}$. Preto

$$\sin a + \cos a = \sqrt{2} \sin\left(a + \frac{\pi}{4}\right).$$

Podobne sa da ukazat

$$\sin a - \cos a = \sqrt{2} \sin\left(a - \frac{\pi}{4}\right).$$

3 Mala kulturna vsuvka

Skuste prosim odpovedat samostatne na nasledujuce dve otazky najlepsie ako viete. Nehladajte nic na internete ani inde, pouzite len to co viete :) Ale nestratajte s tymto viac nez 10 minut ... moze sa stat ze poznate spravnu odpoved ale asi skor nie (ja napr vobec netusim) ... jednoducho si tipnite najlepsie ako viete.

Uloha 3.1. *Skuste odhadnut priamu vzdialenost (v metroch) medzi vchodovymi dverami do skoly (fotobunka) a copy centrom na konci dlhej chodby.*

Uloha 3.2. *Skuste odhadnut hmotnost Zeme v kilogramoch.*

Testujem davovu inteligenciu ... akurat potrebujem, aby jednotlivci v dave odpovedali nezavisle a neovplyvnovali sa.

Vdaka ;)