Turnaj mladých fyziků

# Úloha 8:
# **Magnetický urychlovač**

**Zdeněk Kašpar**

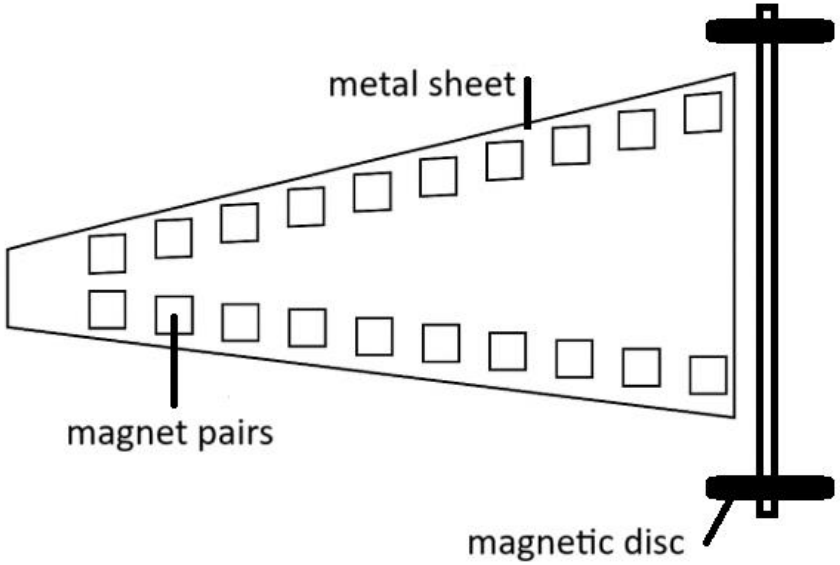
THz group FZU

THz spintronics group MFF CUNI

# Zadání úlohy:

- Připevněte dvojice magnetů na kovový plech podle obrázku. Když připevníte dva magnetické disky na hřídel, bude toto „vozítko“ za určitých podmínek přes řady magnetů zrychlovat. Prozkoumejte tento jev.

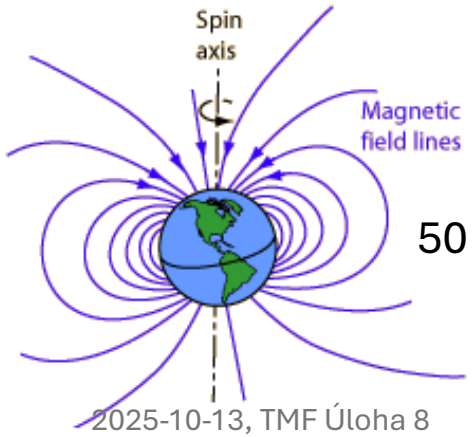
- Fix magnets in pairs onto a metal sheet as shown. If you attach two magnetic discs onto an axle this “vehicle” will accelerate over the rows of magnets under certain conditions. Investigate the phenomenon.



# Magnetický dipól

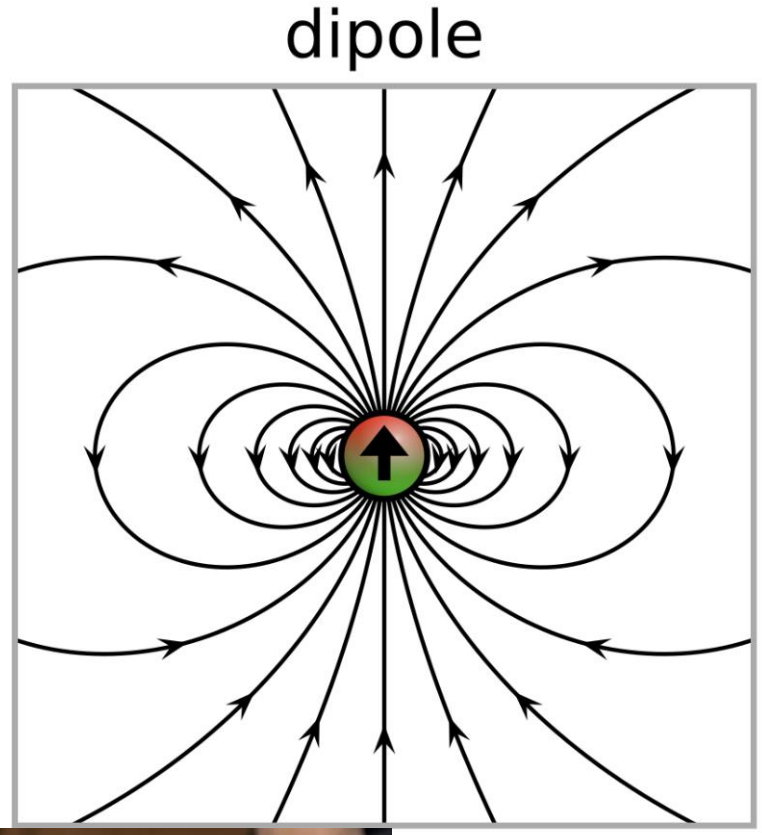
- dipólový moment $\vec{m}$
- magneticé pole $\vec{B}(\vec{r})$
- v ose ($\vec{m} \parallel \vec{r}$) klesá jako $1/r^3$
- pole $\vec{B}$ meřeno v Tesla, nebo Gauss

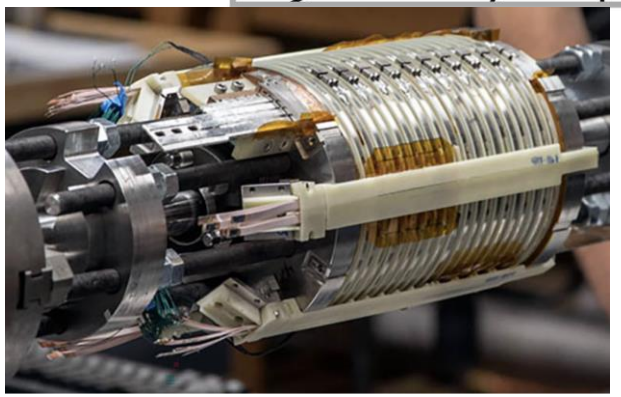
$$10^4 \text{ Gauss} = 1 \text{ Tesla}$$




50 μT

~ 1 T



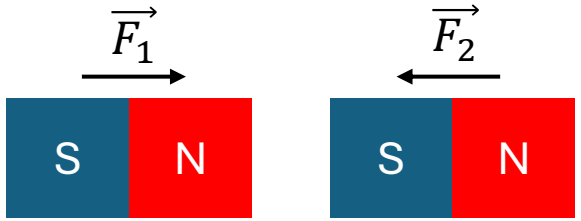
až 35 T

# Dva magentické dipóly (a více)

- síla mezi dvěma magnety:

$$\vec{F}(\vec{r}) = -\nabla U(\vec{r}) = \nabla\left(\vec{m}_2 \cdot \vec{B}_1\right)$$

magnety se přitahují / odpuzují



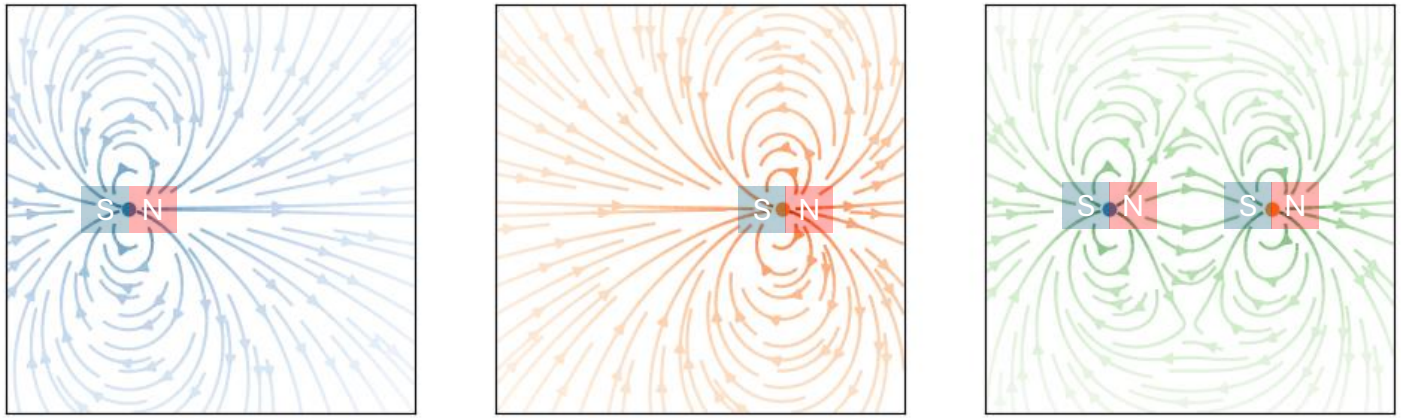

- vzniká také moment síly:

$$\vec{T} = \vec{m}_2 \times \vec{B}_1$$

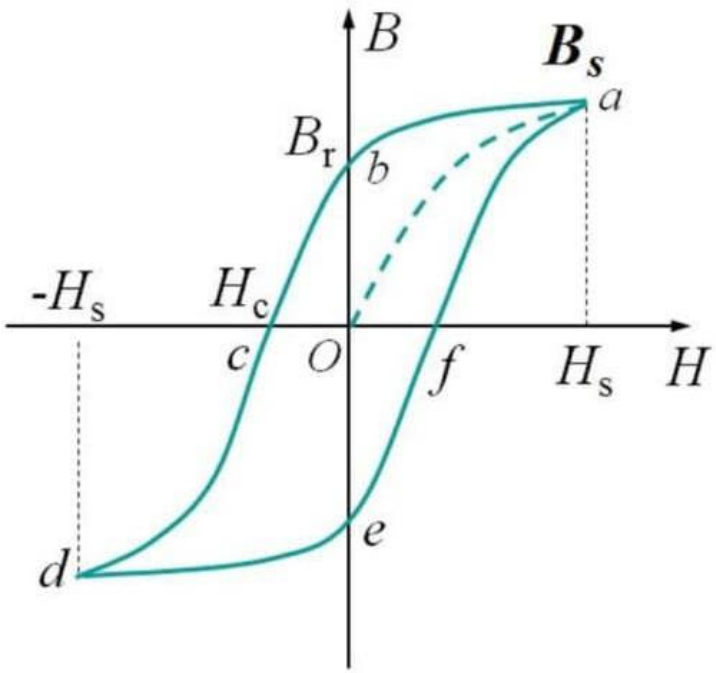
magnety se stáčí

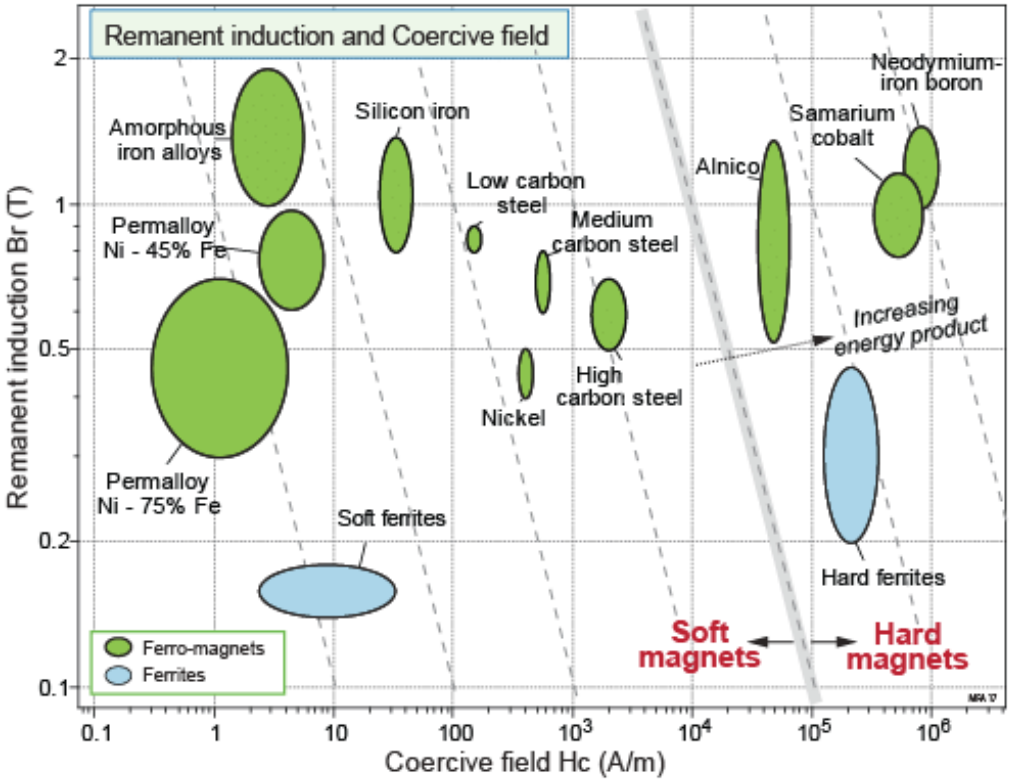
- pole je aditivní:

$$\vec{B}_{\text{tot}} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \ldots + \vec{B}_n$$



# Permanentní magnety




## $Nd_2Fe_{14}Br$ magnety

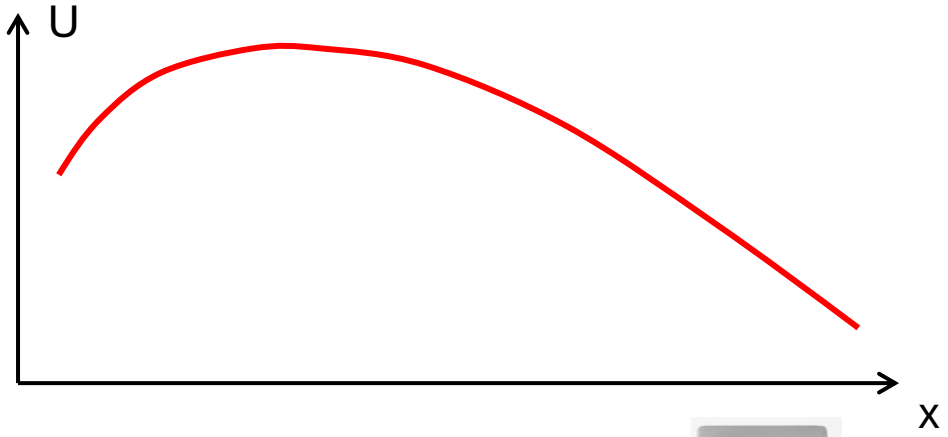
| class | Br (T) | Hc (MA/m) |
|---|---|---|
| N35 | 1.17 | 0.90 |
| N42 | 1.32 | 0.95 |
| N52 | 1.48 | 1.00 |

# Potenciální vs. kinetická energie

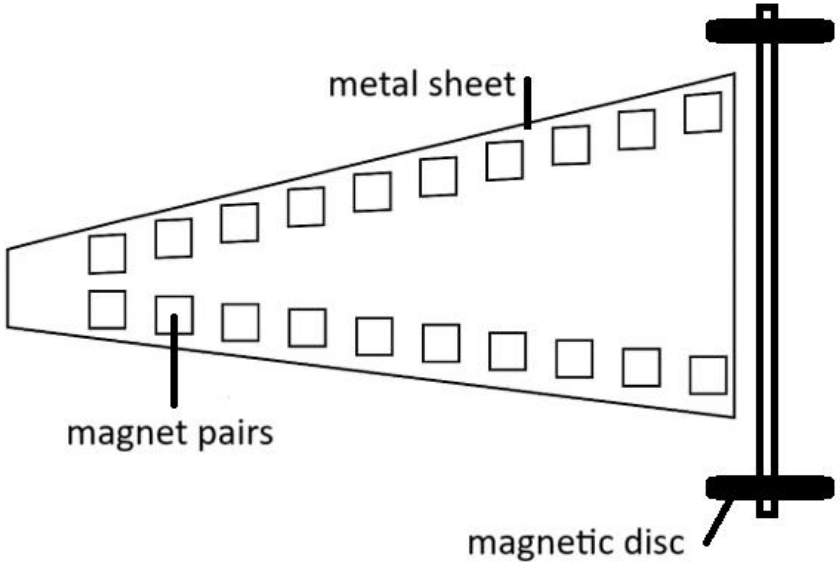
- Potenciální energie: $U = -\vec{m} \cdot \vec{B}_{\text{tot}}$
- Kineticka energie: $T = \frac{1}{2}mv^2$

- Uspořádáním magnetů vzniká bariera potenciální energie

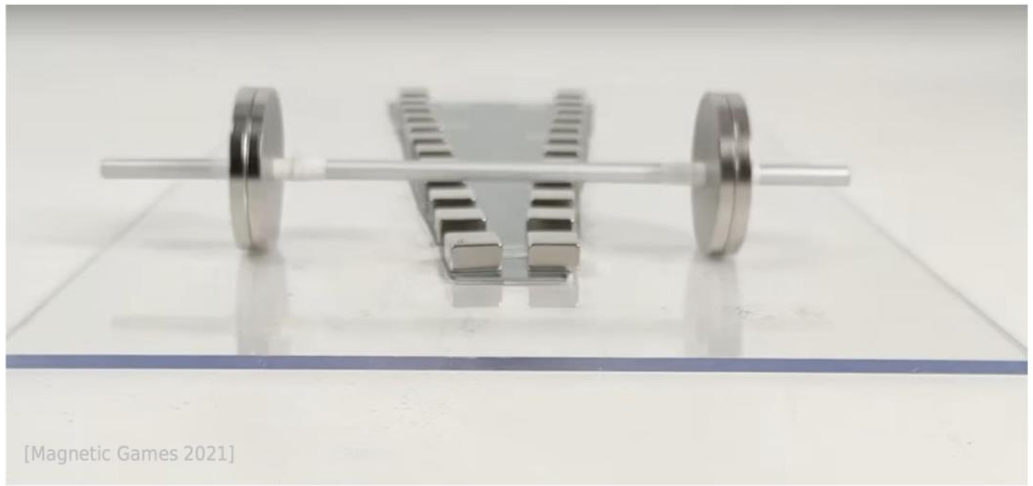
- *Proč používáme tvar V?*
- *Je přenos energie efektivní?*
- *Jaký je zdroj energie? Bude to fungovat stale?*



# Experimentální uspořádání

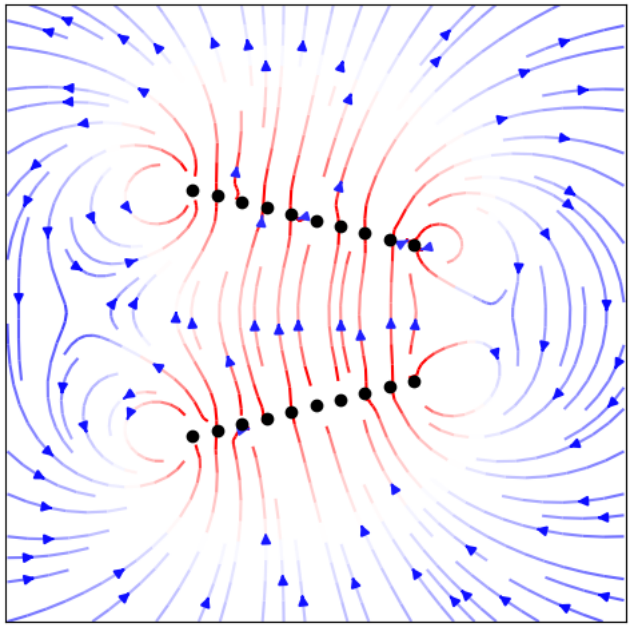



- zvolit vhodnou orientaci magnetu
- vliv kovového plátu:
  přitahování magnetického plechu
  vířivé proudy v nemagnetickém plechu
- pozorování:
  terminální rychlost vozíku (slow-motion video, optická závora, indukce na cívce)
- parametry:
  síla magnetu, hmotnost vozíku, uspořádání magentů



# Dostupné materiály

- Magnetostatika, L. Dvořák, MFF UK
  - https://www.mff.cuni.cz/data//nodes/53168/ElMag_05_Magnetostatika_ver0b.pdf
- Videa:
  - https://www.youtube.com/shorts/ZVgzM_ou1sk
  - https://www.youtube.com/watch?v=iyv9GhaITNE
- Wikipedie:
  - https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_dipole
  - https://en.wikipedia.org/wiki/Force_between_magnets



**Děkuji za pozornost!**