

# AZ MR MŰKÖDÉSI ELVE, FEJLŐDÉSÉNEK RÖVID BEMUTATÁSA ÉS A MOST HASZNÁLT KÉSZÜLÉKEK JELLEMZŐI

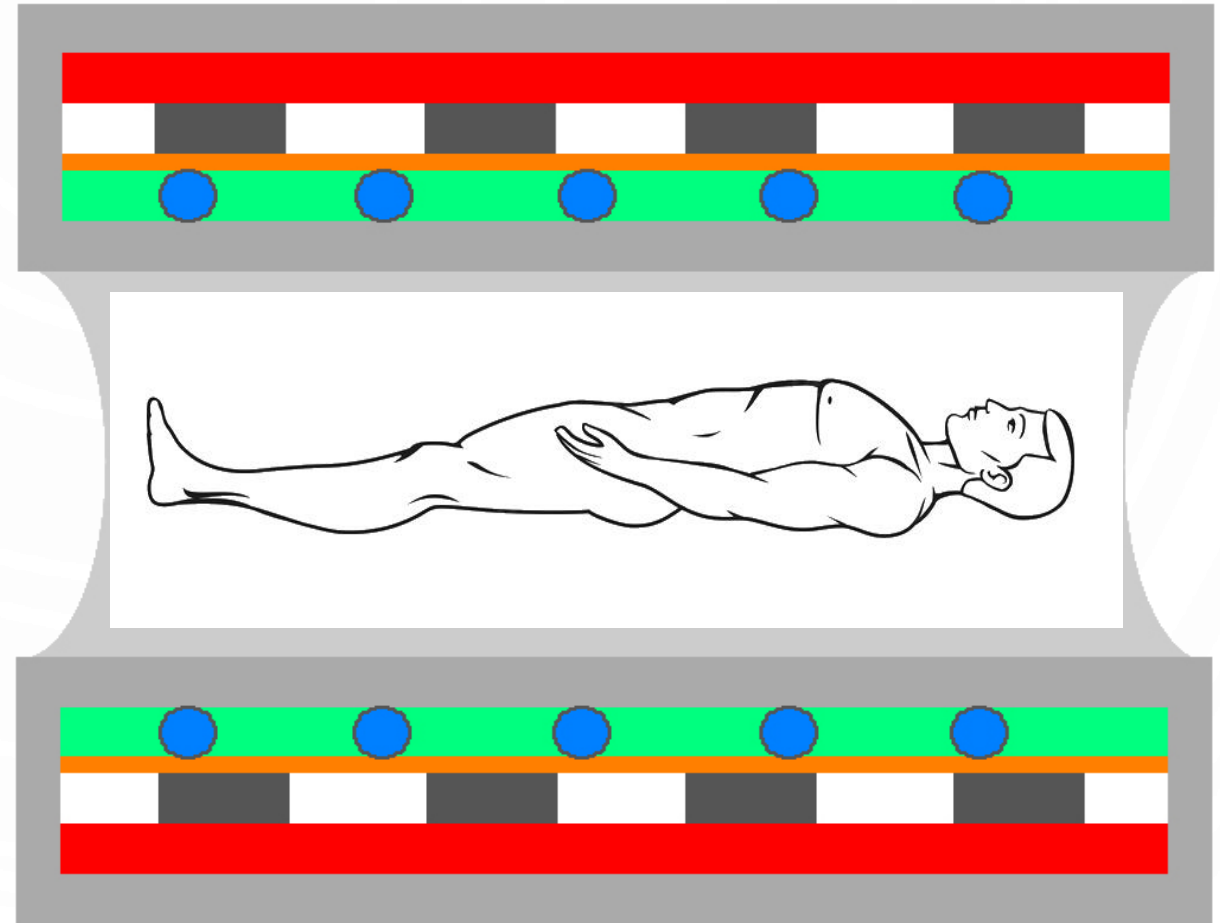
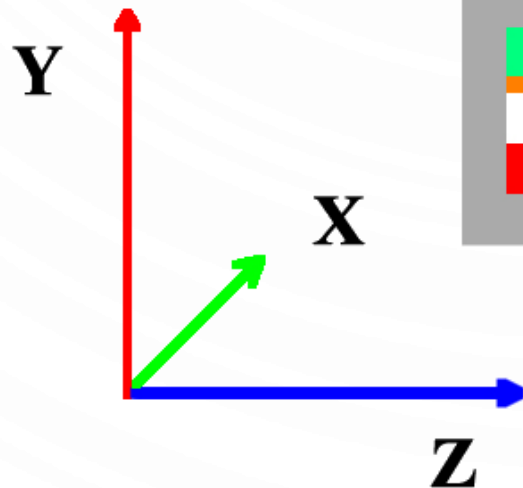
DR. KERTMEGI ISTVÁN

# AZ MR FEJLŐDÉSÉNEK RÖVID BEMUTATÁSA

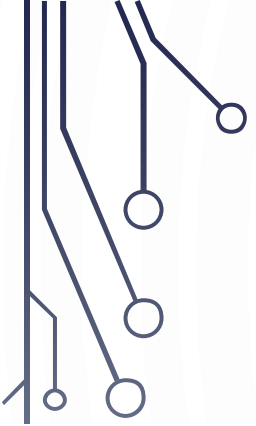
- Többen szerepet játszottak a technológia kifejlesztésében
- Ennek kapcsán több felfedezést Nobel díjjal jutalmaztak
  - 1938, Mágneses rezonancia jelenség
  - 1952, Nukleáris Mágneses Rezonancia (NMR) módszer
  - '70-es évek, emberi felhasználás, számítógépes képrekonstrukció
  - 1986, Első hazai MR
  - 2003, MR alapú képalkotás

# AZ MR MŰKÖDÉSI ELVE

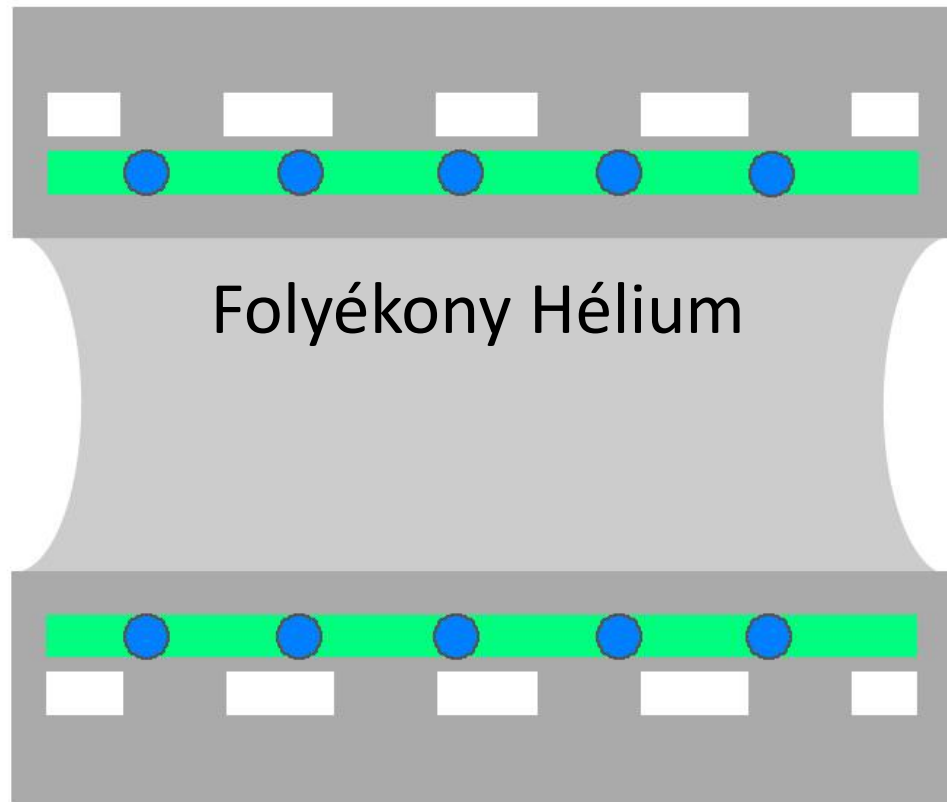
- A képalkotásra használt jel a „betegből” származik, nem külső forrásból, mint pl.: UH, RTG, CT esetén
- Honnan származik a mért jel?



# Főterekcs



Niobium titanium ötvözet



Folyékony Hélium

Ha feszültség halad át egy tekercsen, az egy összefüggő mágneses teret fog létrehozni

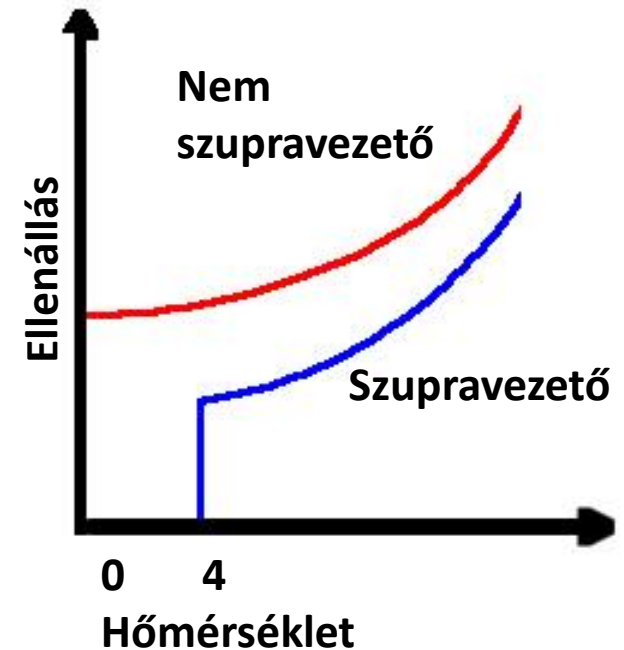
Erőssége függ a tekercs hosszától

A feszültség erősségétől

Az ellenállás is nő

Superconductivity

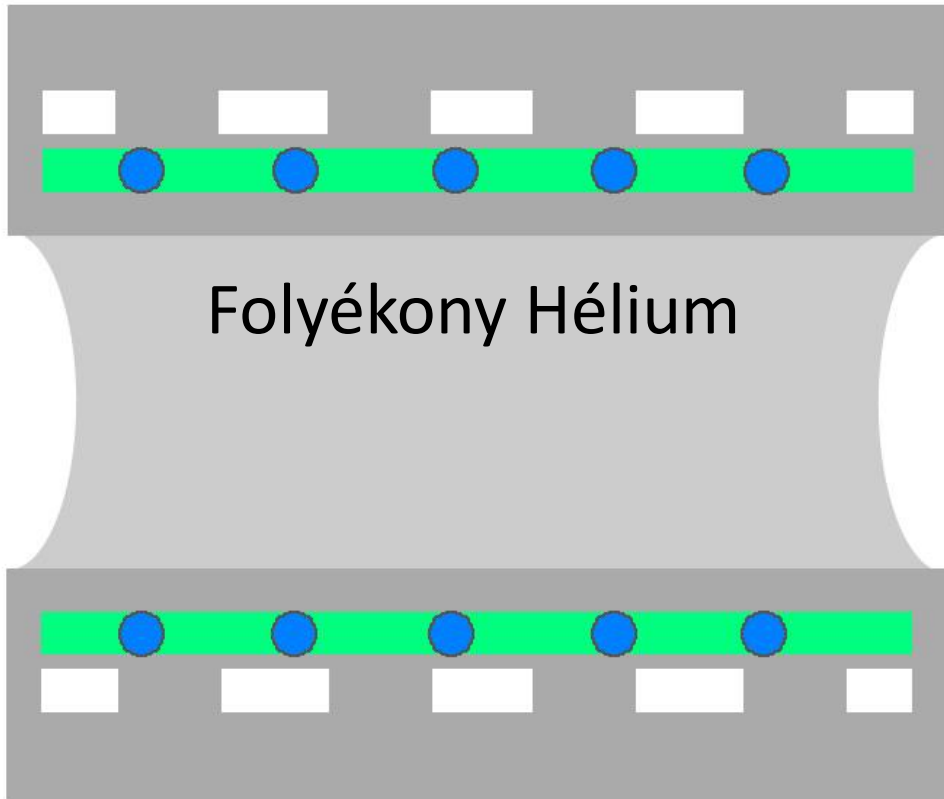
Nincs ellenállás



**B0**

# Főterekcs

Niobium titanium ötvözet



Ha nem megfelelő a hűtés, a tekercsben nő az ellenállás

Az ellenállás hő termel

A folyékony hélium gáz halmazállapotúvá válik (quenching)

Biztonsági elem, a gáz kivezetődik a rendszerből

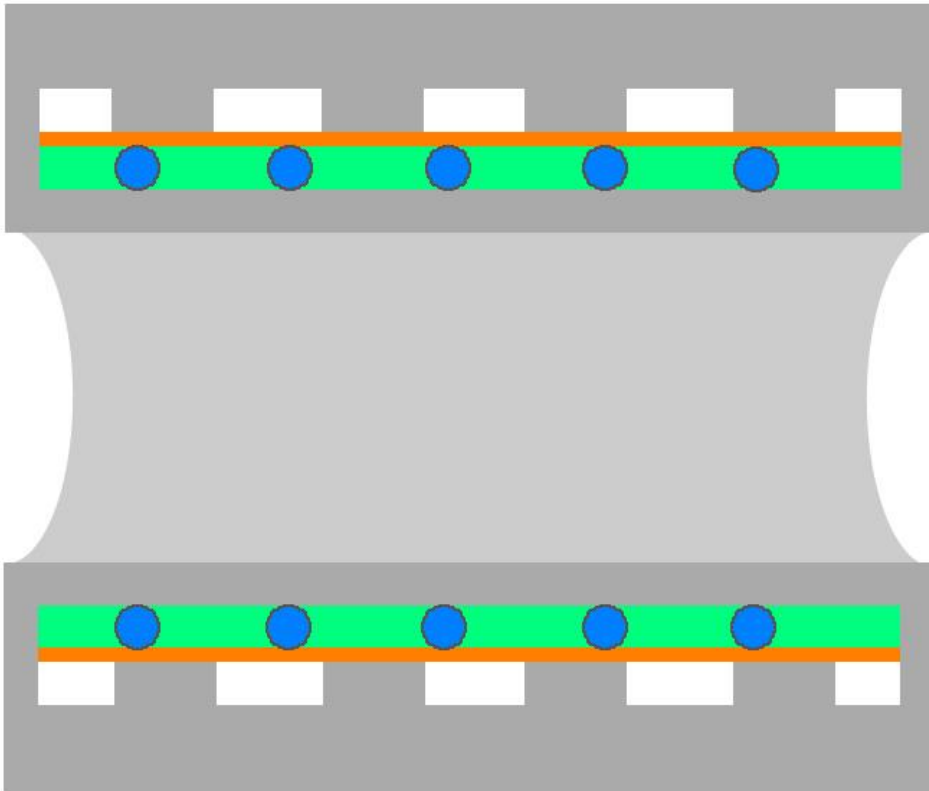
A rendszer újratöltése leállítás miatt igen költséges

## Shims (ék, támasz)

2 típus:

Passzív: ferromágneses anyag, passzívan befolyásolja a mágneses tér eloszlását.

Aktív: Saját áramellátása van, aktívan lehet befolyásolni és beállítani a mágneses tér eloszlását



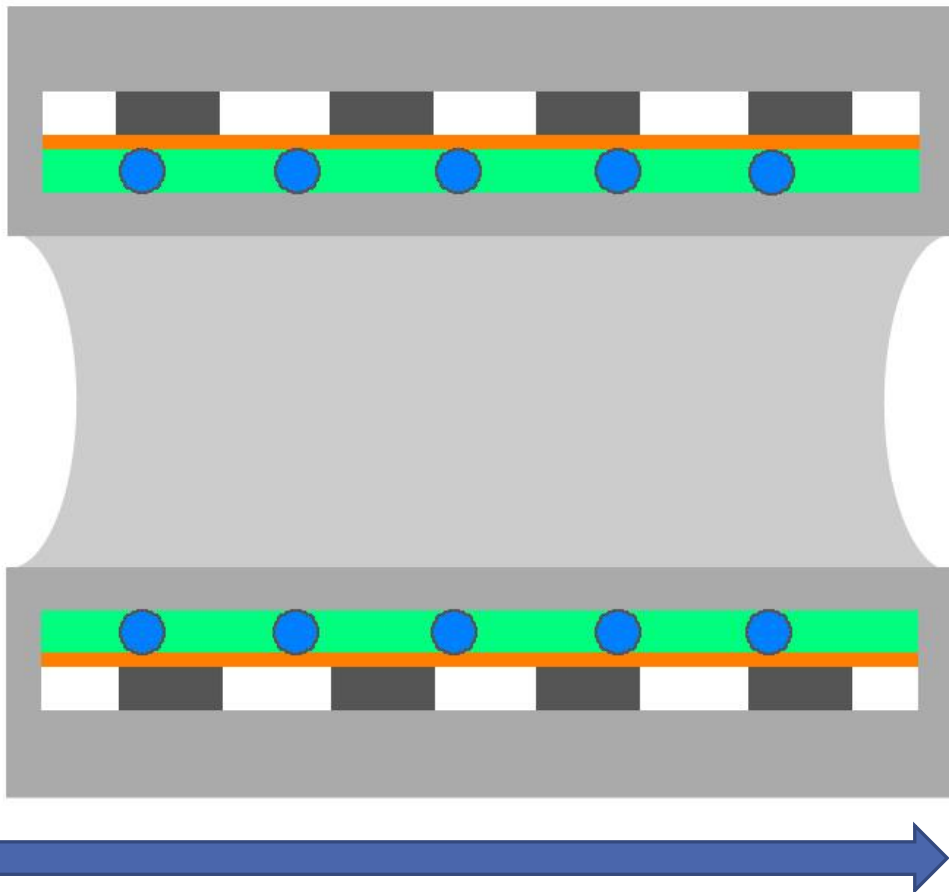
## Grádiens tekercsek

Egymásra merőlegesen helyezkednek el

Saját mágneses teret hoznak létre, ezzel befolyásolják a főtekercs mágneses terét

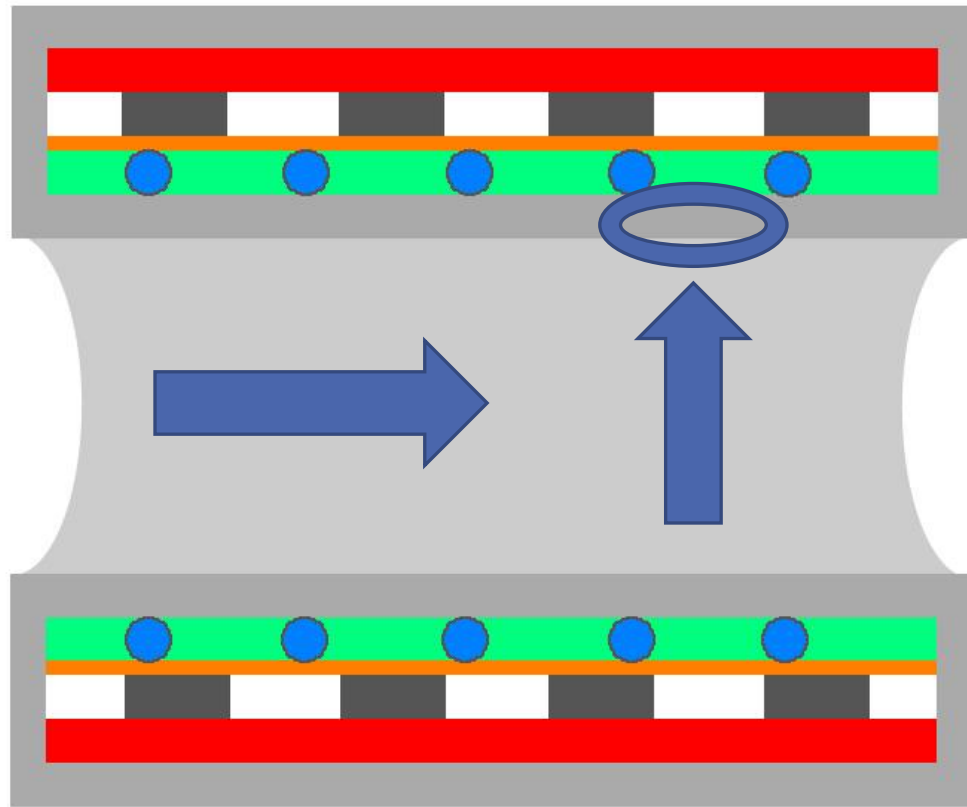
A grádiens tekercsek beállítás szerint gyengíteni, vagy erősíteni tudják a főtekercs mágneses terét

A  $B_0$  mentén változtatható a mágneses tér erőssége, és a hidrogén atomok forgási frekvenciája



# Rádiófrekvenciás tekercs

Keresztirányú mágneses teret hoz létre



Lehetővé teszi a  
longitudinális irányú jelek  
átalakítását, mérését



# AZ MR MŰKÖDÉSI ELVE

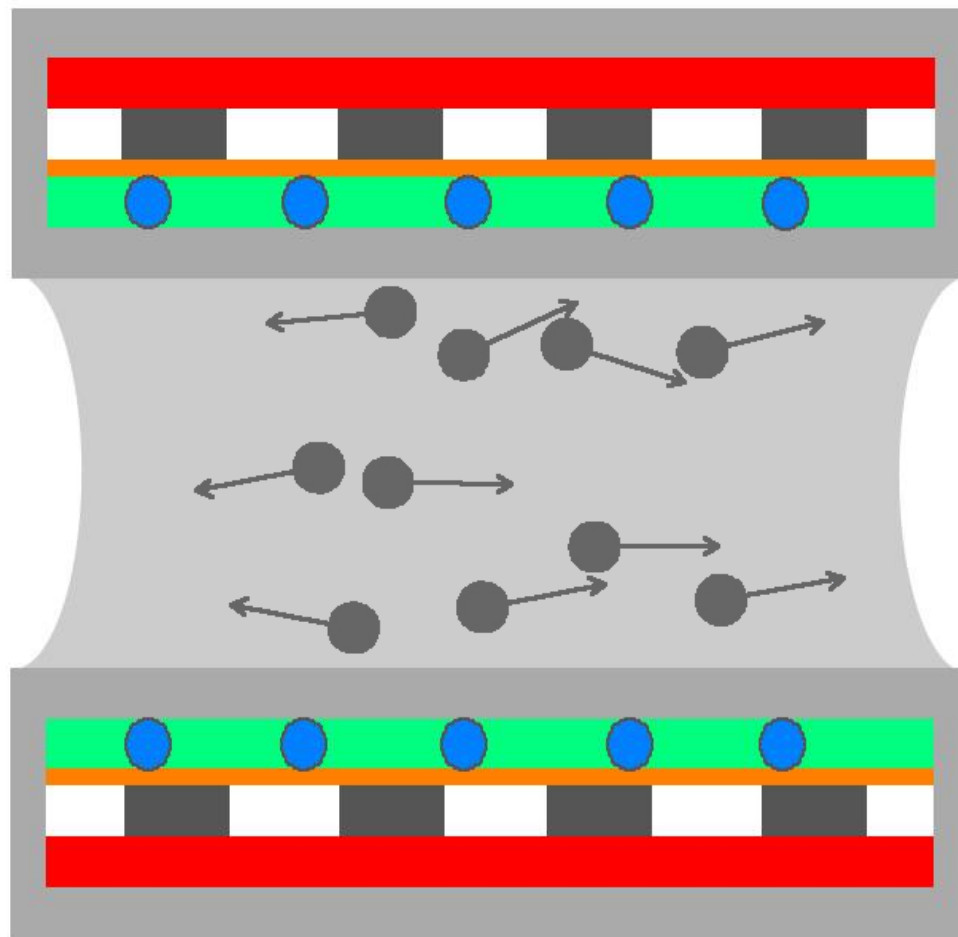
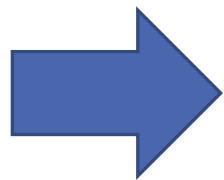
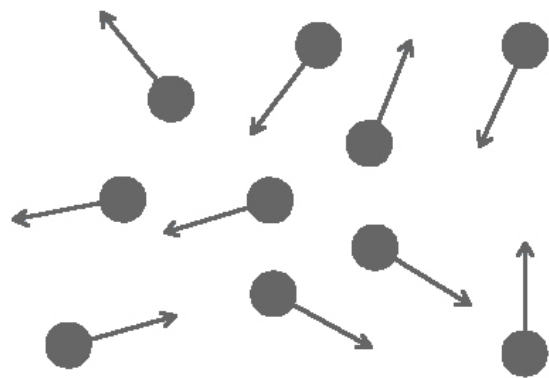
- Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
- Hidrogén atom az alapja (nagy számú atom a testben, nem zero spin)
- Mágnesként viselkedik, hatnak rá a külső mágneses mezők



Mágneses momentum

- Nagysága
- iránya

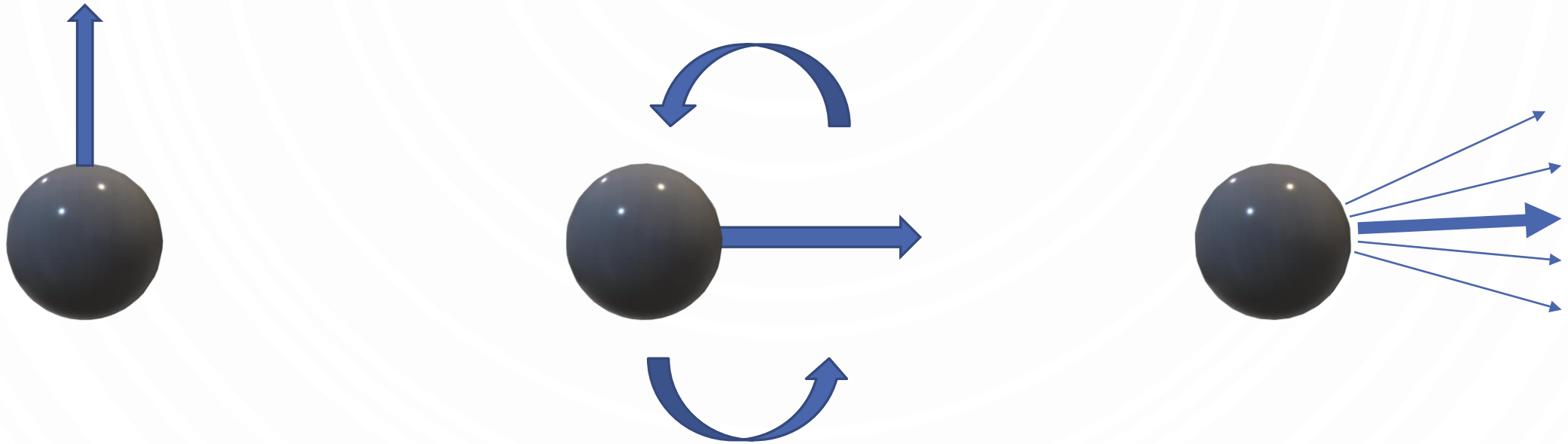
Vektor



**B0**



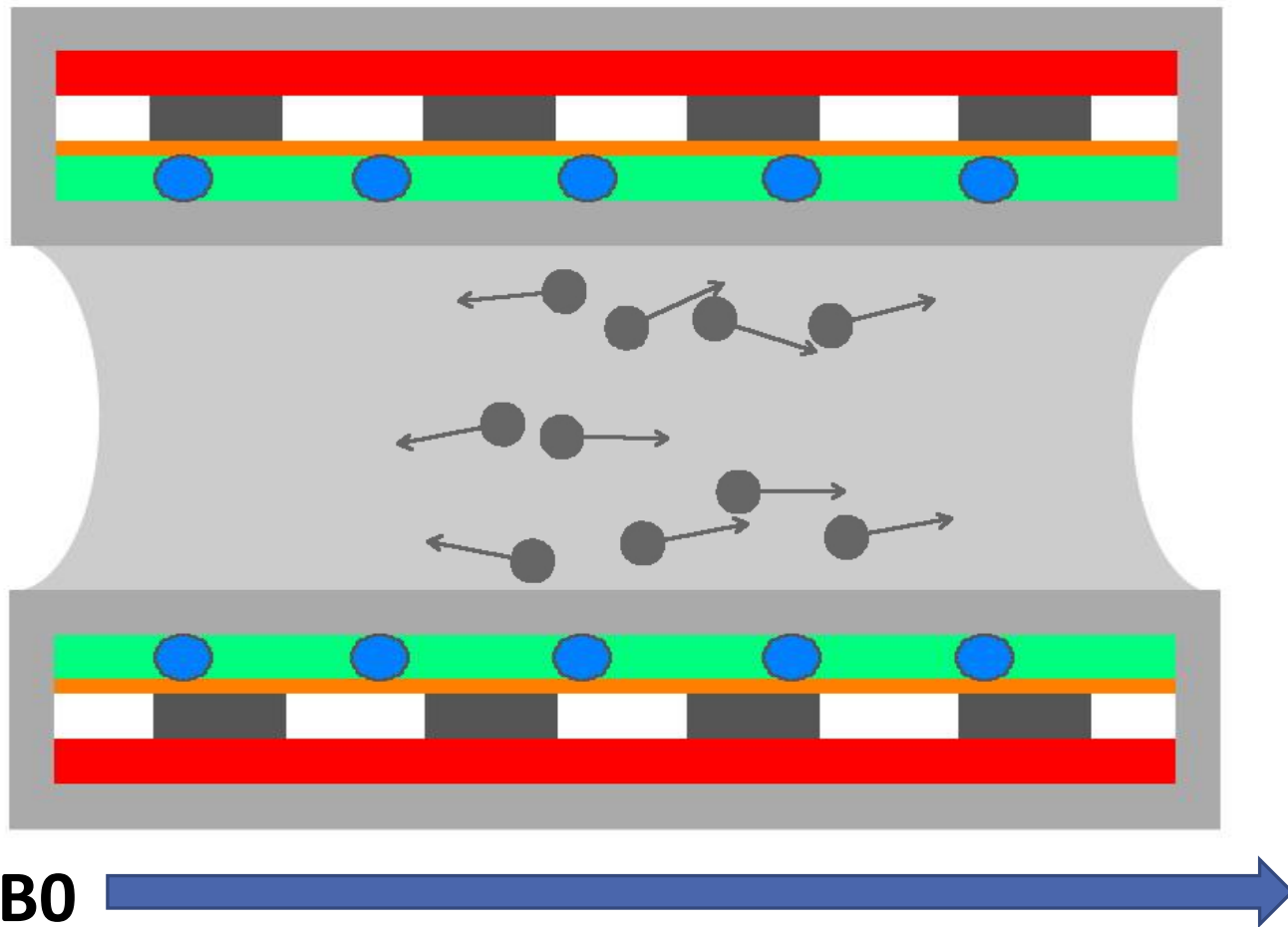
A hidrogén atomok mágneses térben saját tengelyük körül forognak



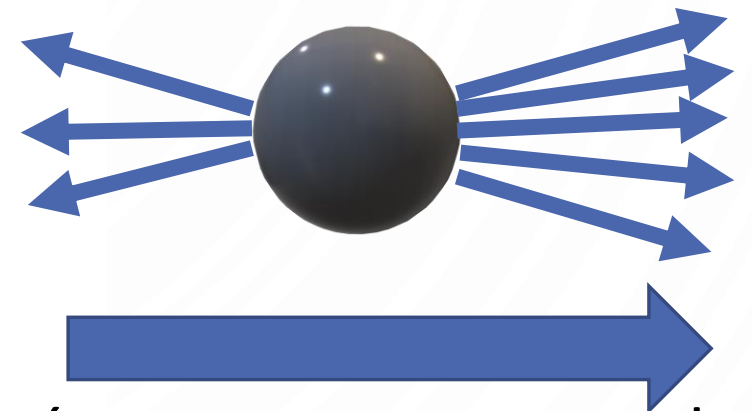
A forgási frekvenciát meghatározza:

- Az atom típusa – Hidrogén
- A mágneses tér erőssége

Több mágneses momentum az azonos, mint az ellentétes irányban.



A hidrogén atomok ugyanazon frekvenciával forognak, de nem szinkronban



A mágneses momentumok kioltják egymást

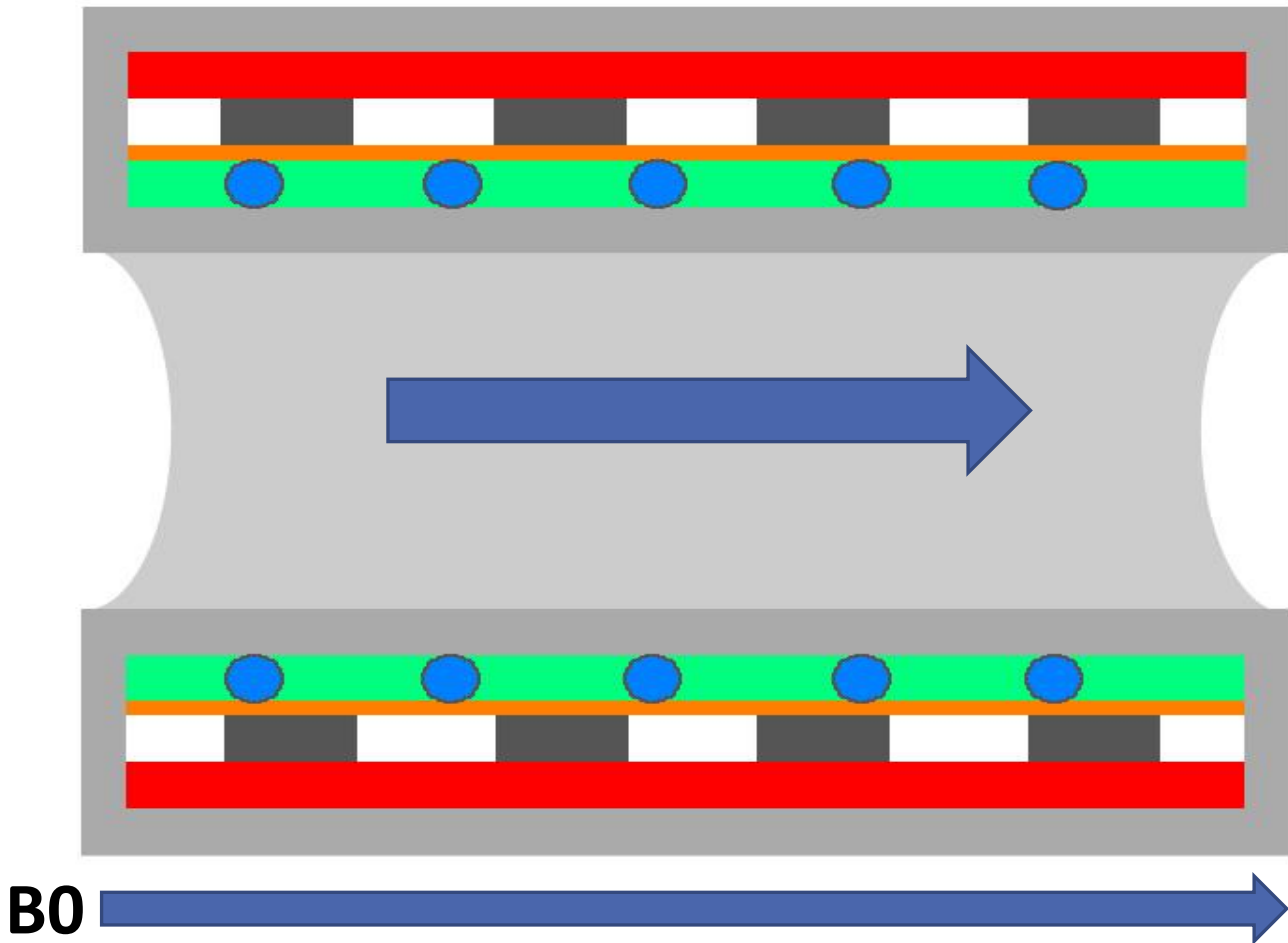
**Össz mágneses vektor**

A fűtekerccs mágneses hatása miatt a longitudinális jeleket nem lehet értelmezni

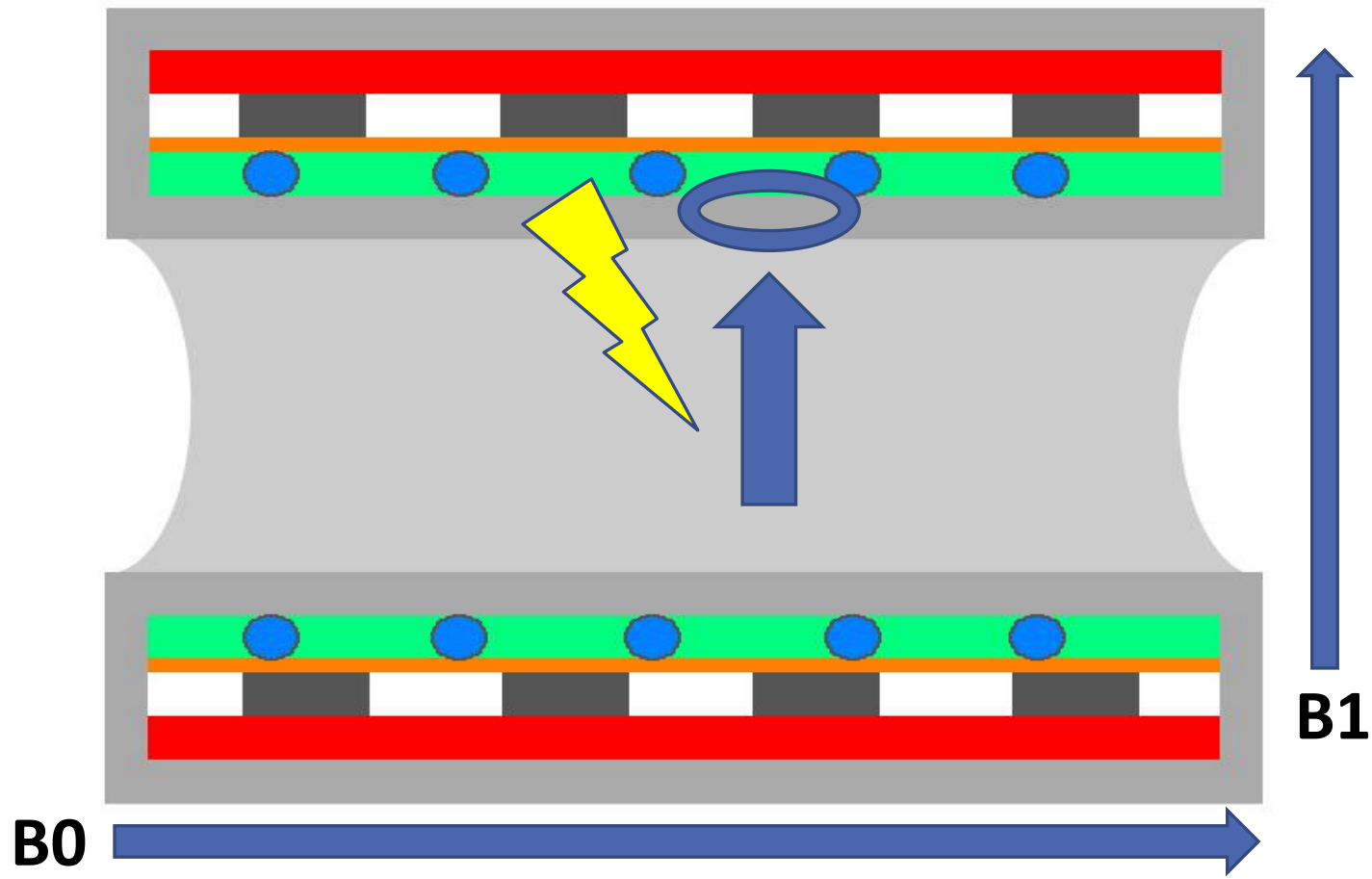


Rádófrekvenciás hullám

Ha a frekvenciája megegyezik a hidrogén atomok forgási frekvenciájával



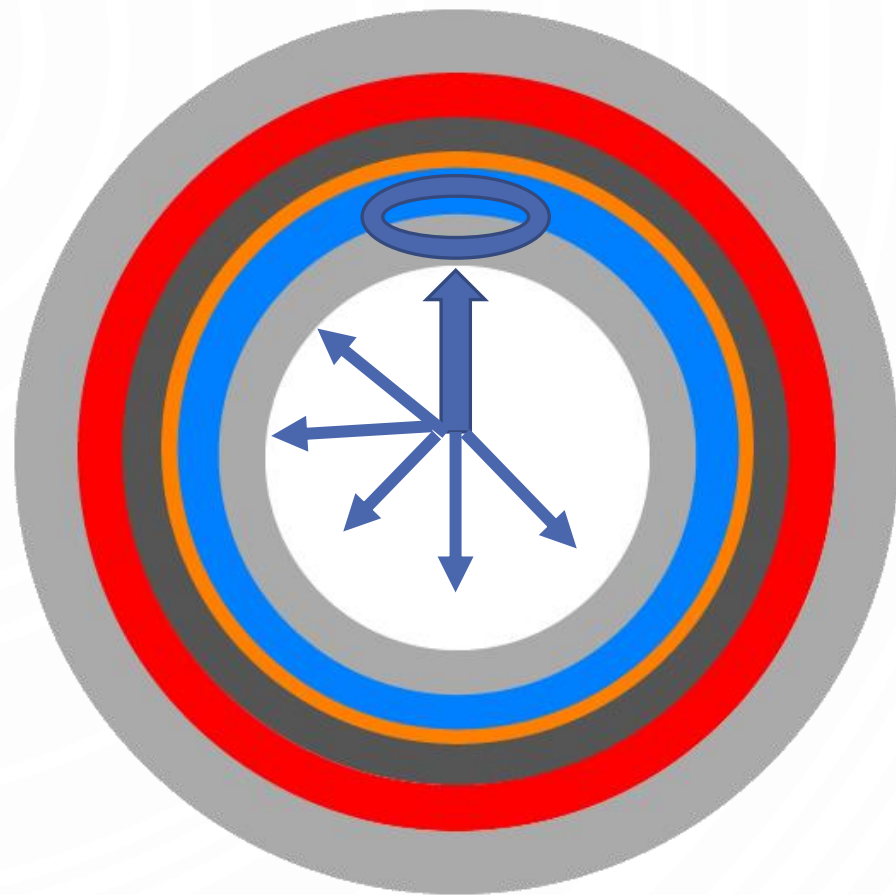
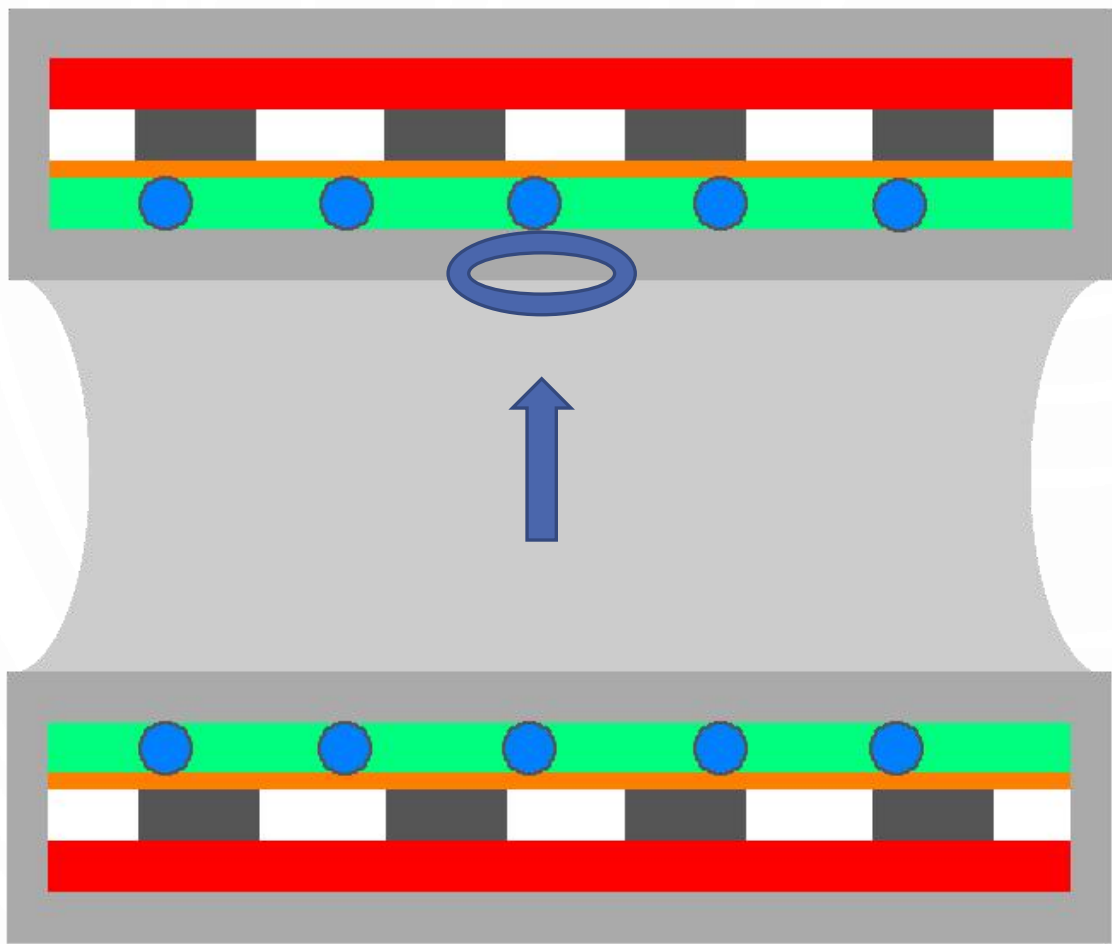
# Faraday indukciós törvénye



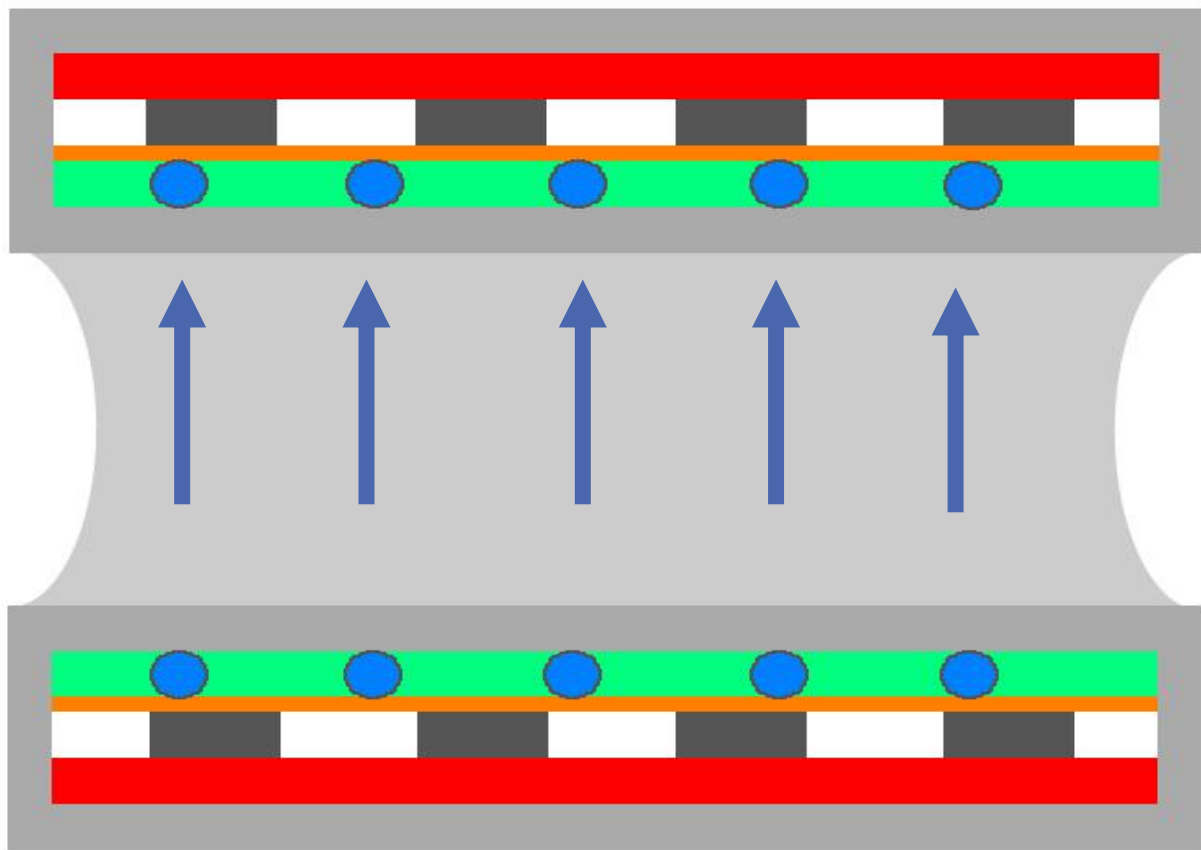
A hidrogén atomok mágneses tengelye keresztirányúvá válik  
Flip angle

A hidrogén atomok forgási frekvenciája összhangba kerül

A mágnes mozgása a tekercsben feszültséget okoz, melyet jelként mérhetünk

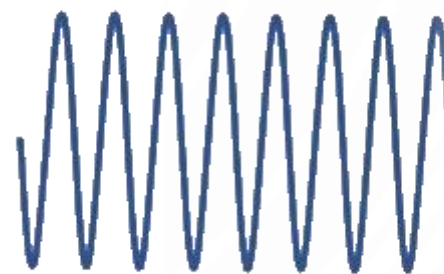


# Free Induction Decay



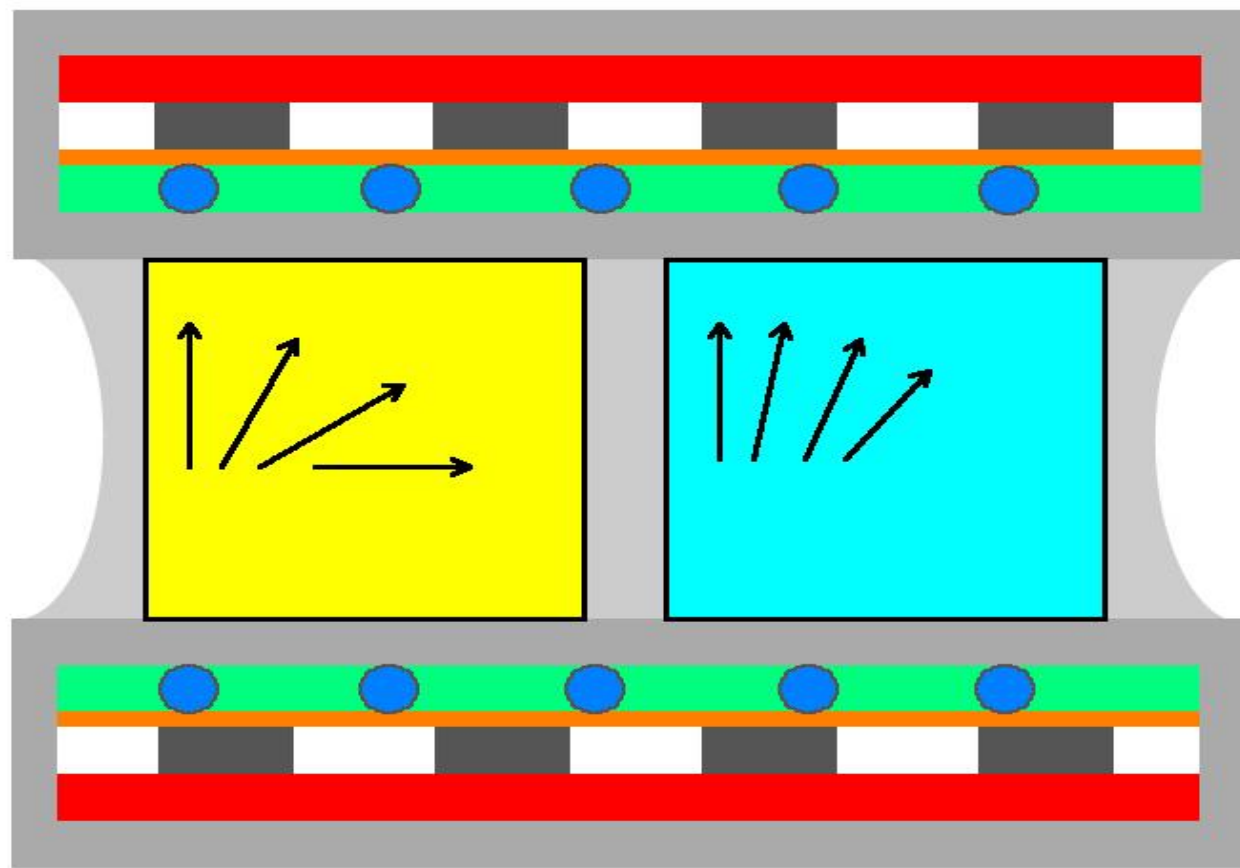
Szövetenként eltérő érték

Gyorsan végbemegy





# Longitudinal relaxation



Lassan bemegy végbe

**B1**



Free Induction Decay

Longitudinal Relaxation



Egyszerre történik

Egymástól teljesen függetlenül

Egyik alapján nem tudunk következtetni a másikra

Ezen értékek szövet típusonként eltérnek, ez alapján tudunk kontrasztot létrehozni

Két paraméter használható



## Time of Echo (TE)

A rádiófrekvenciás pulzus és a mérés között eltelt idő hossza

Hosszabb idő, nagyobb lesz a szövetekben a hidrogén atomok forgási frekvenciájának eltérése

A jel kisebb lesz

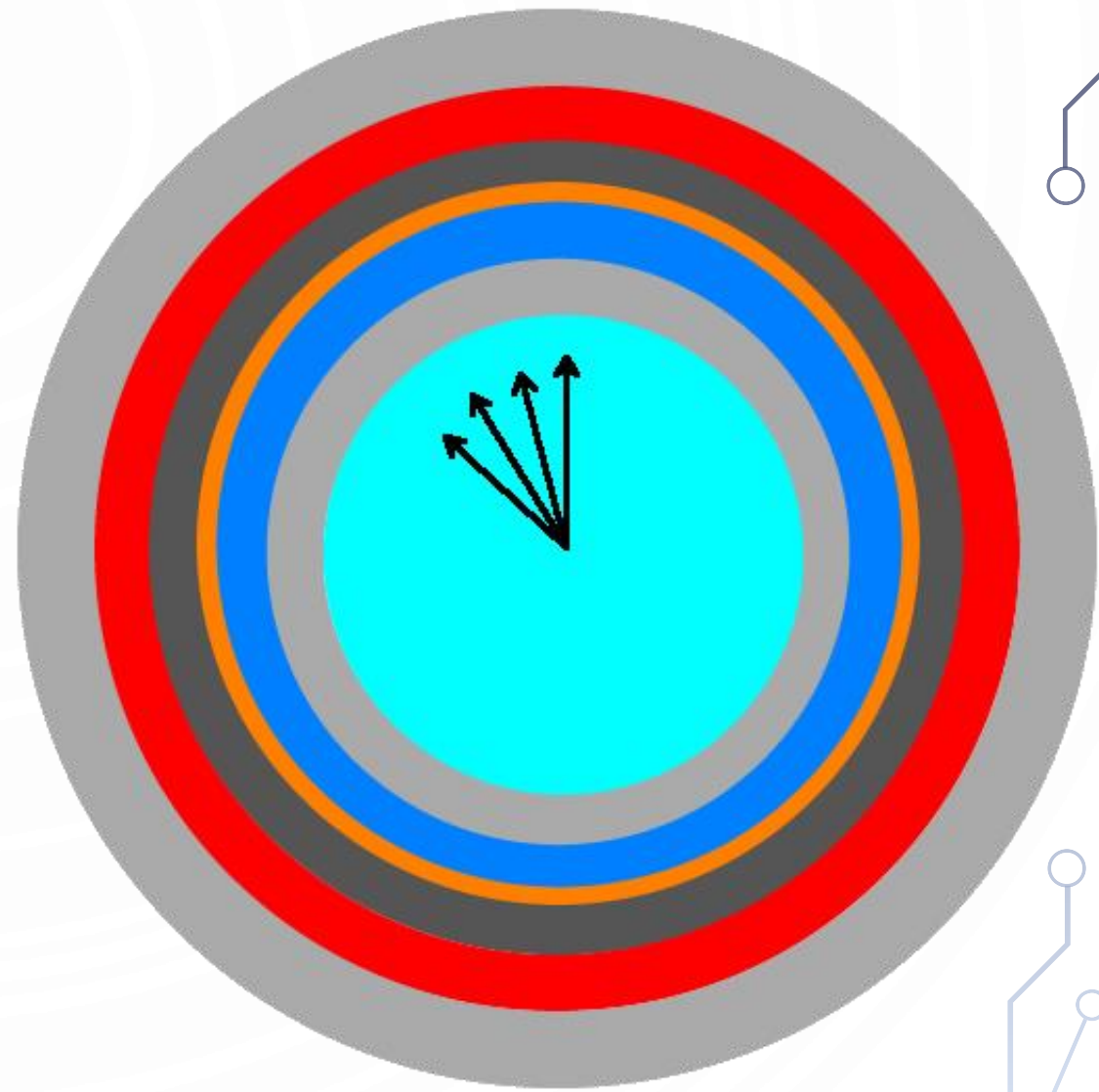
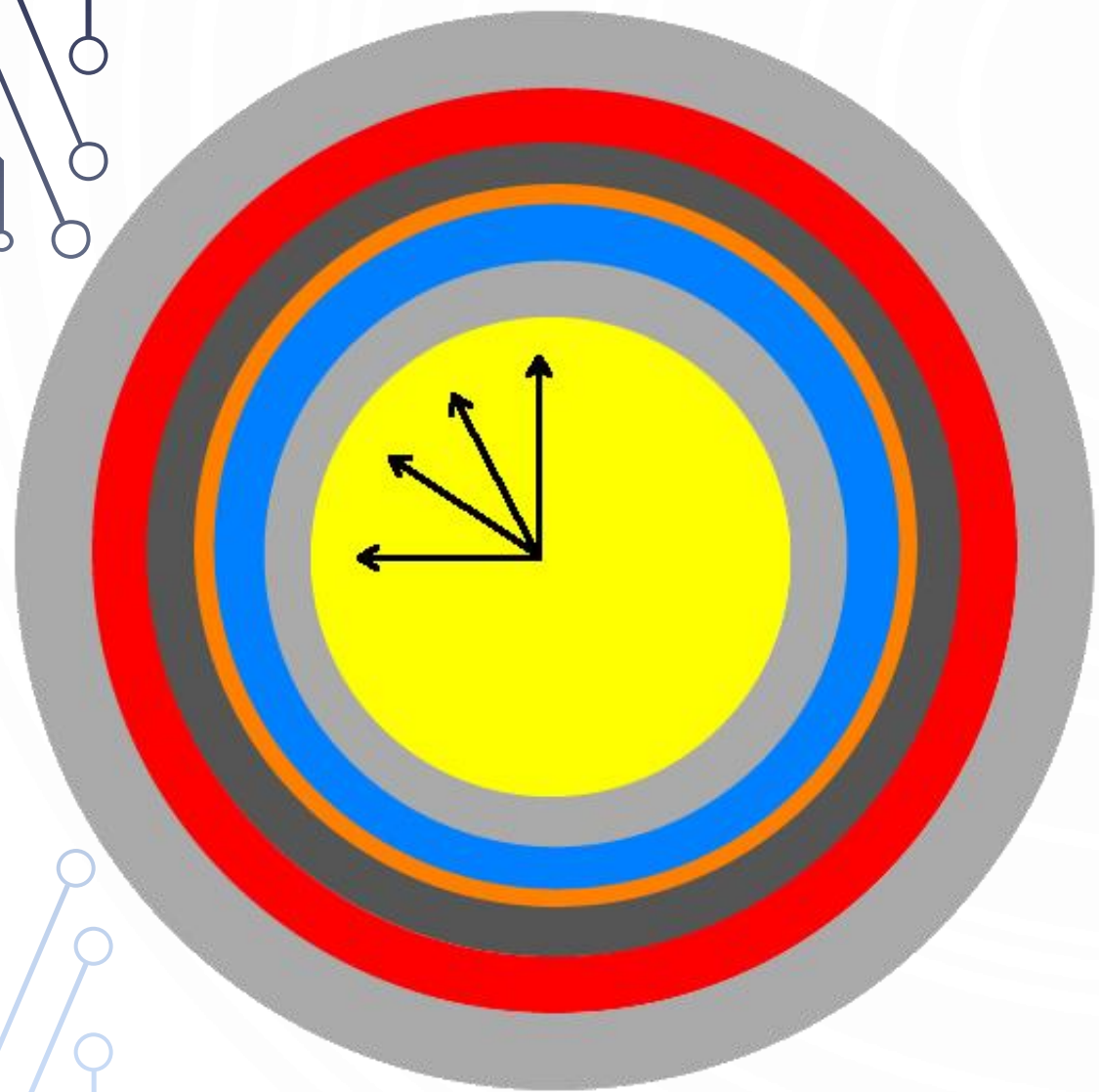
## Time of Repetition (TR)

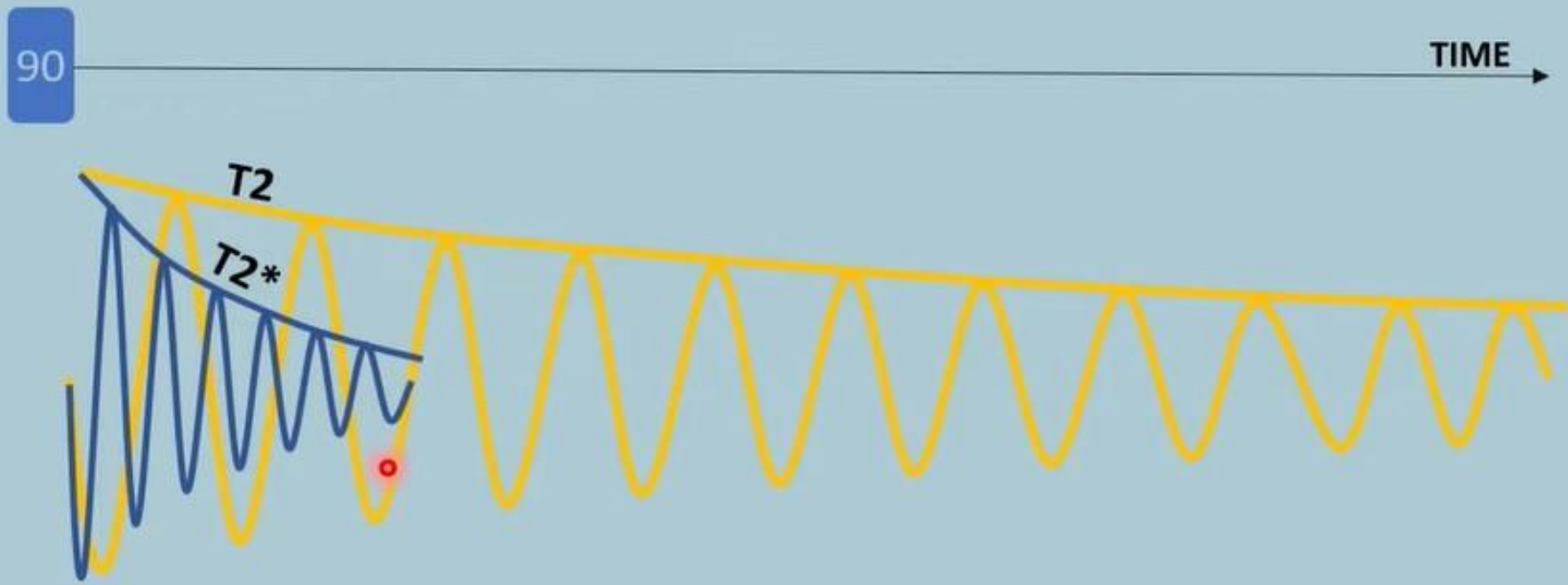
A rádiófrekvenciás pulzust követően a hidrogén atomok mágneses tengelye idővel ismét longitudinális irányú lesz

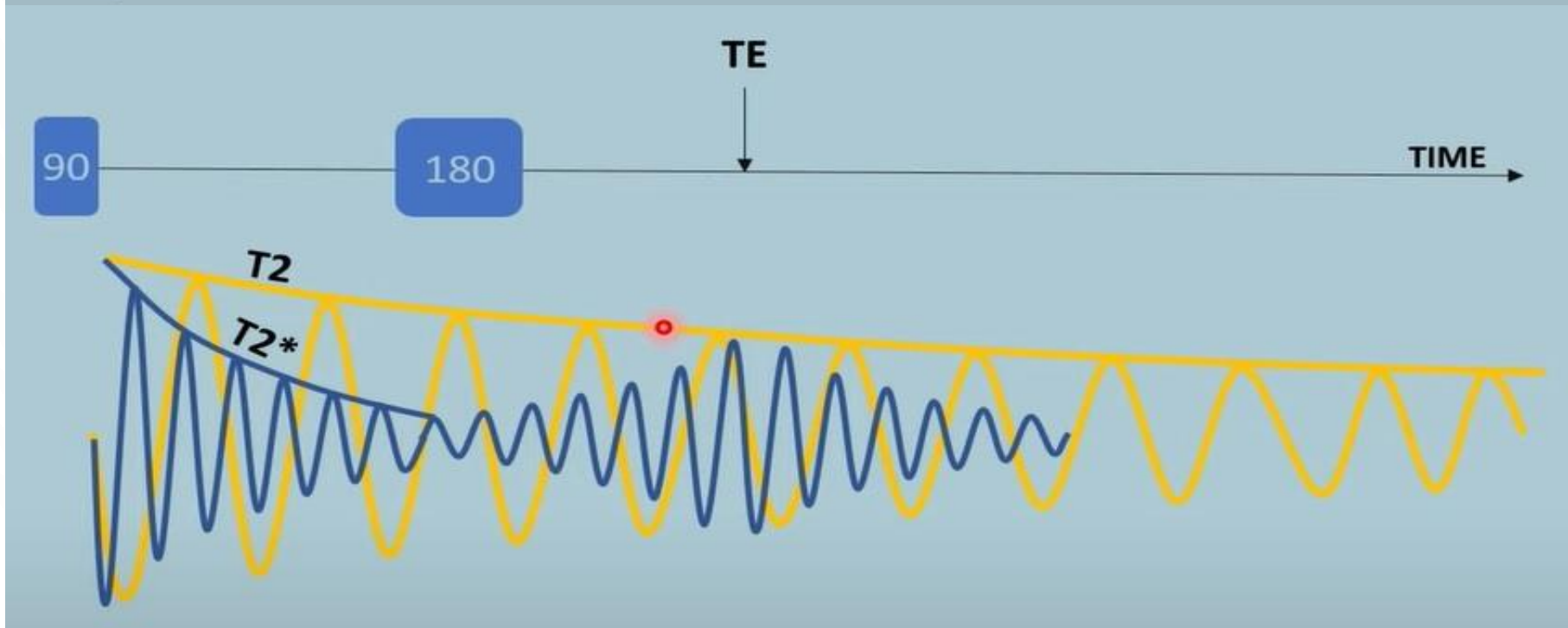
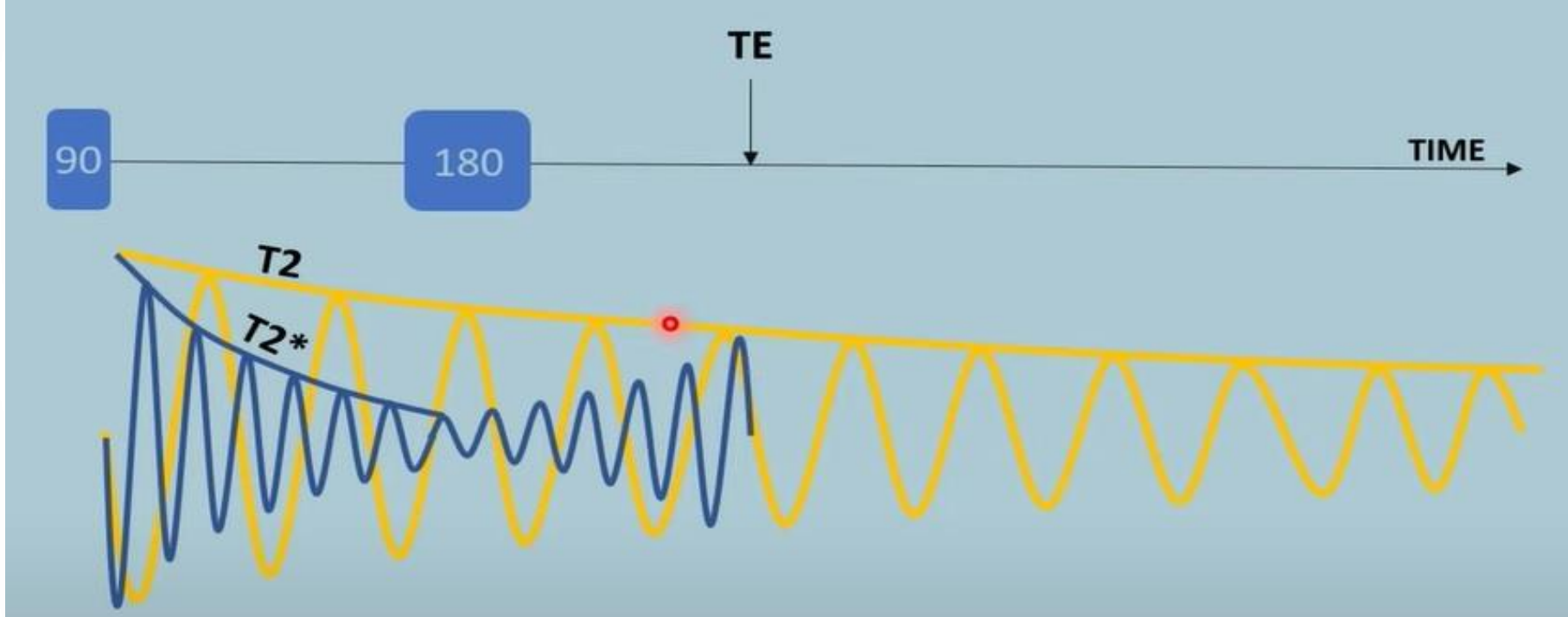
Hosszanti irányban nem lehet mérni!

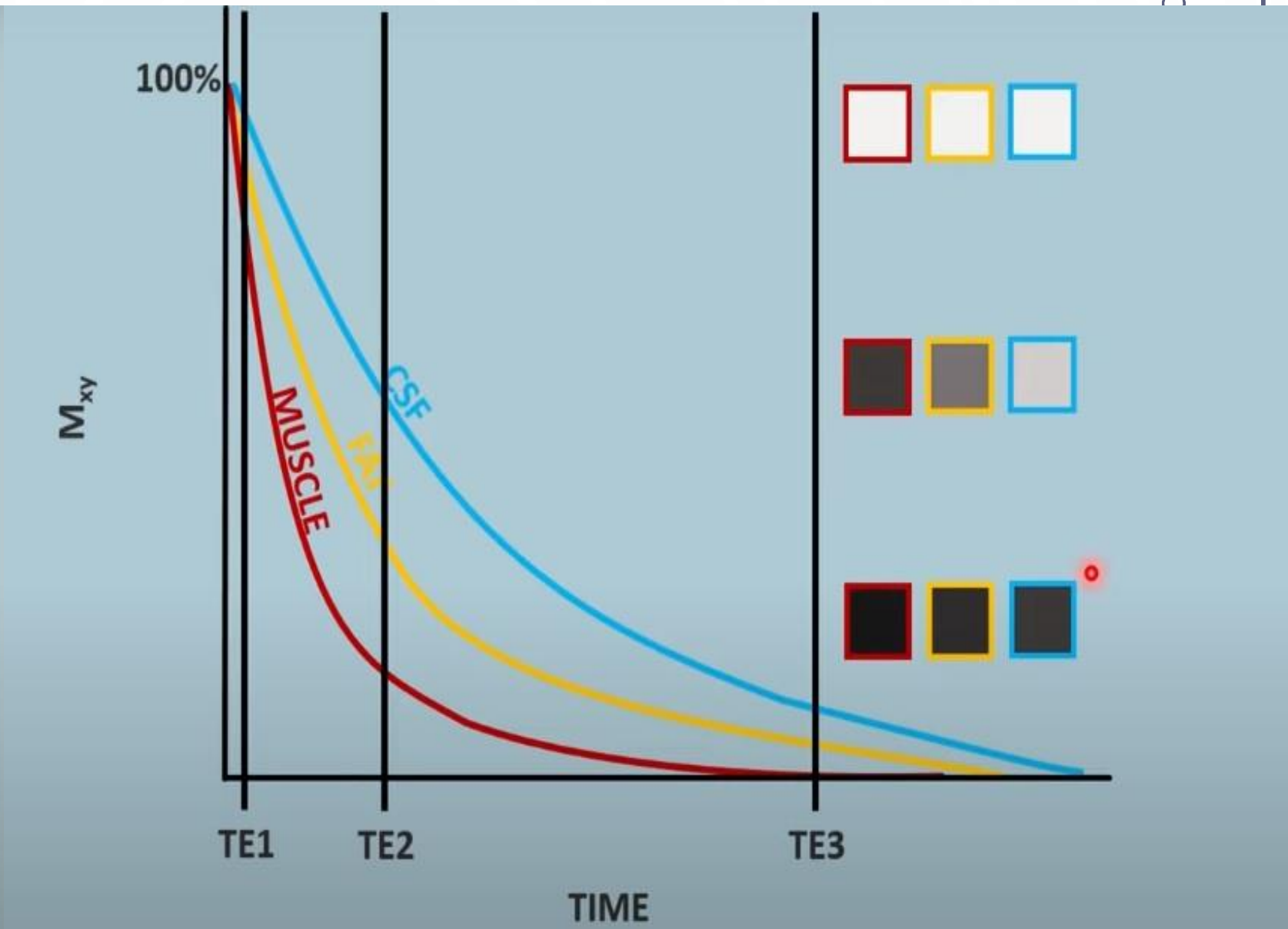
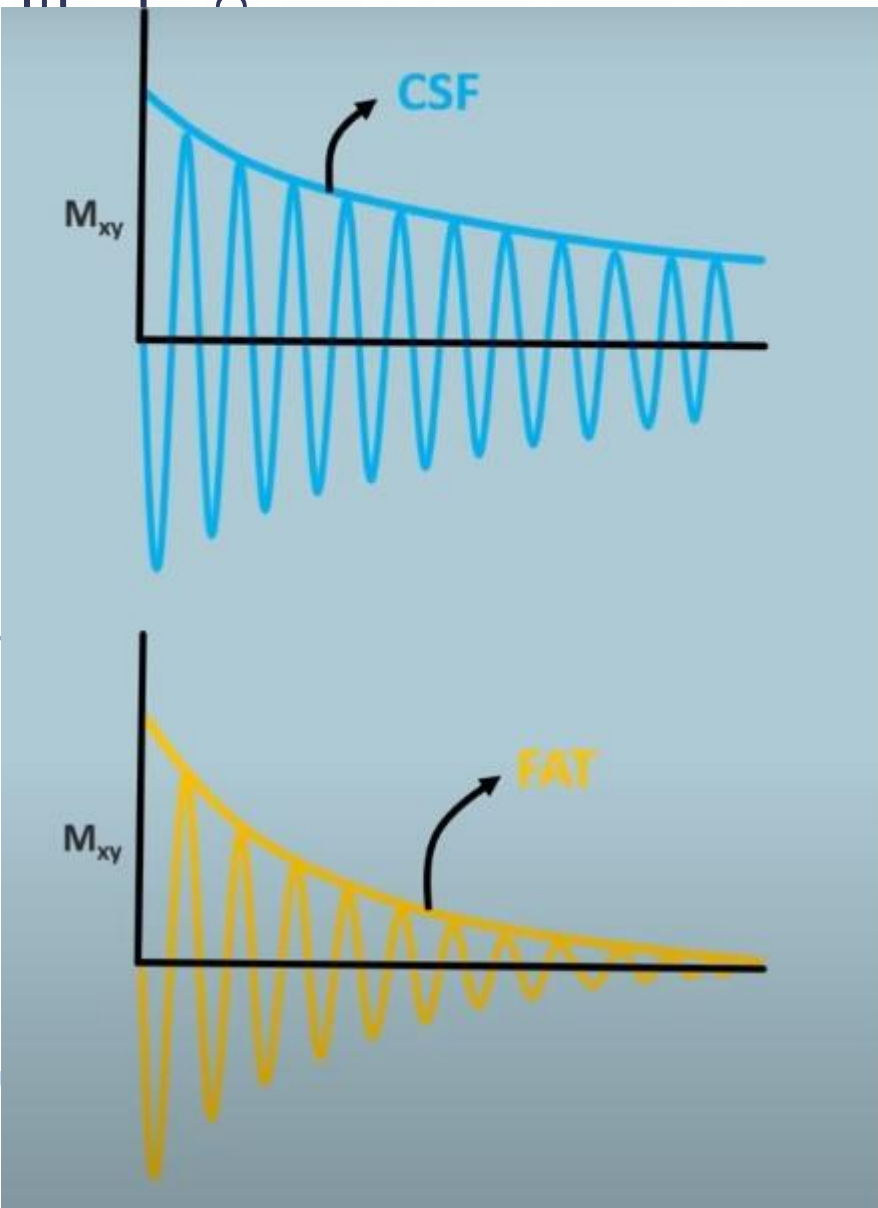
Második RF pulzus szükséges

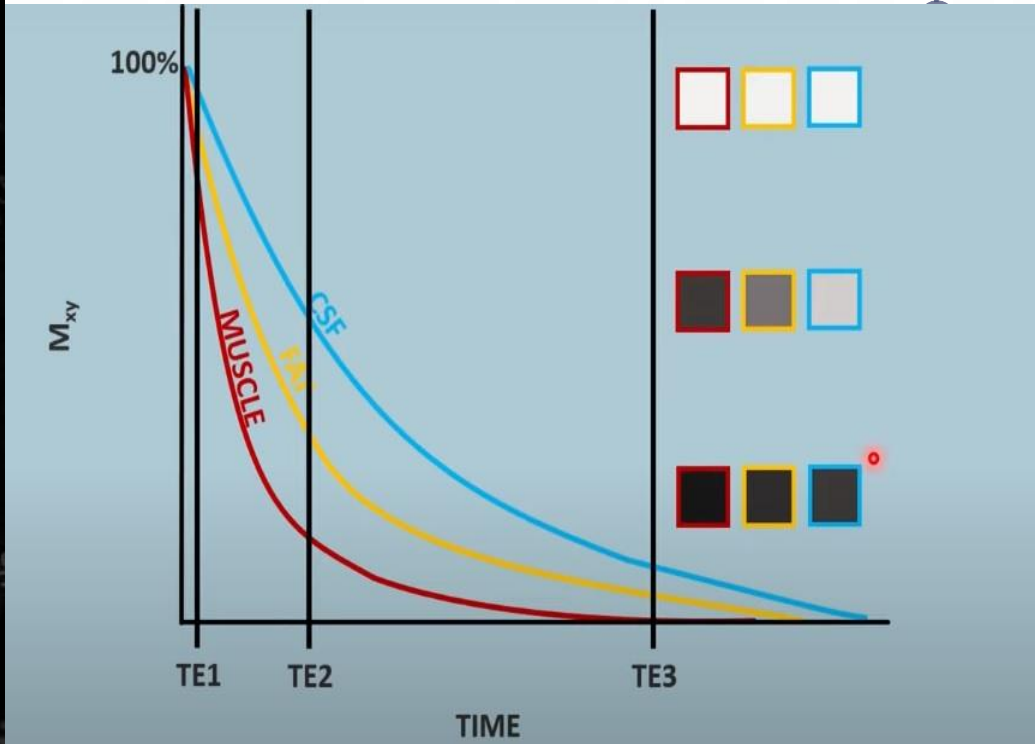
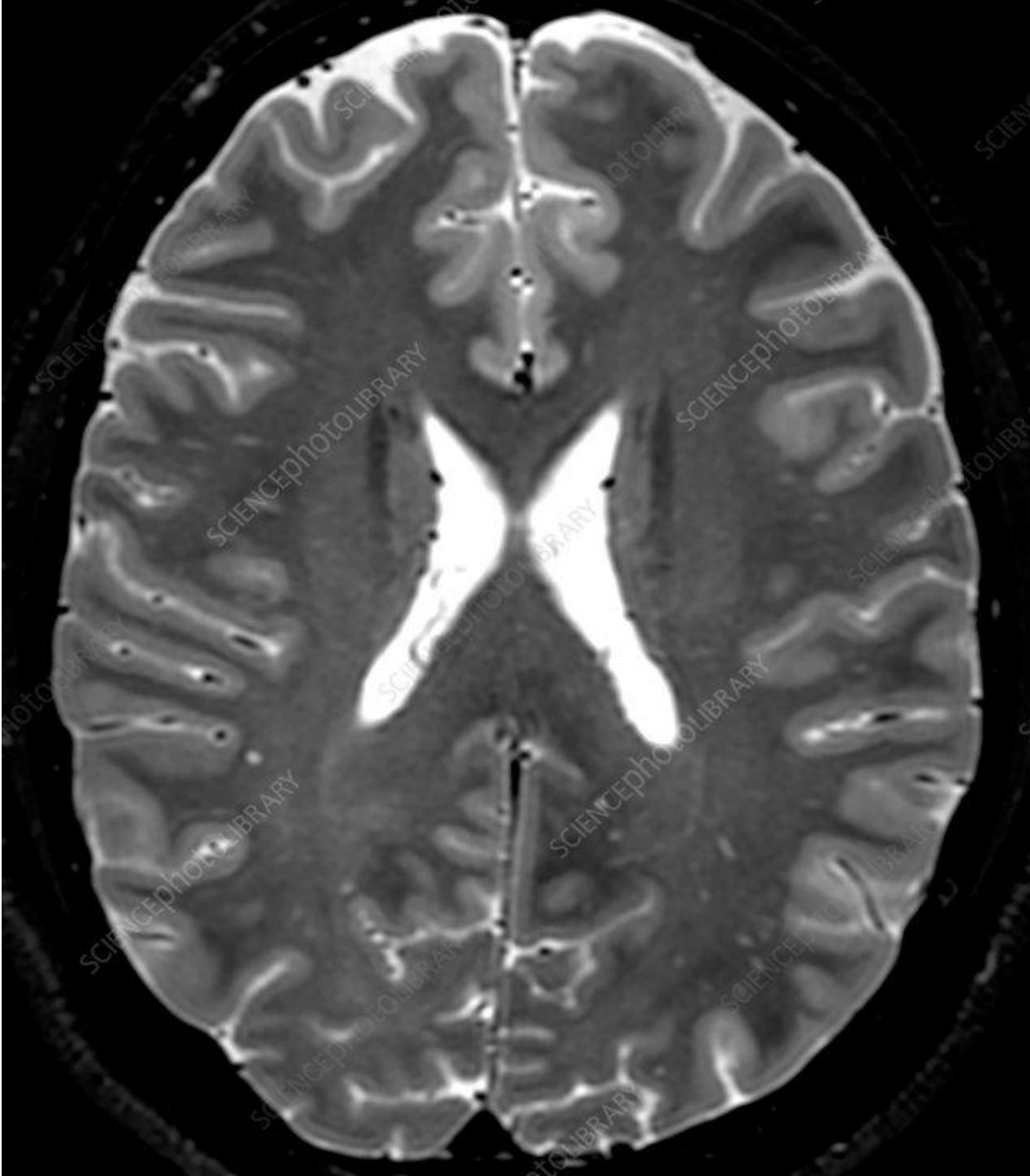
A két RF pulzus között eltelt idő



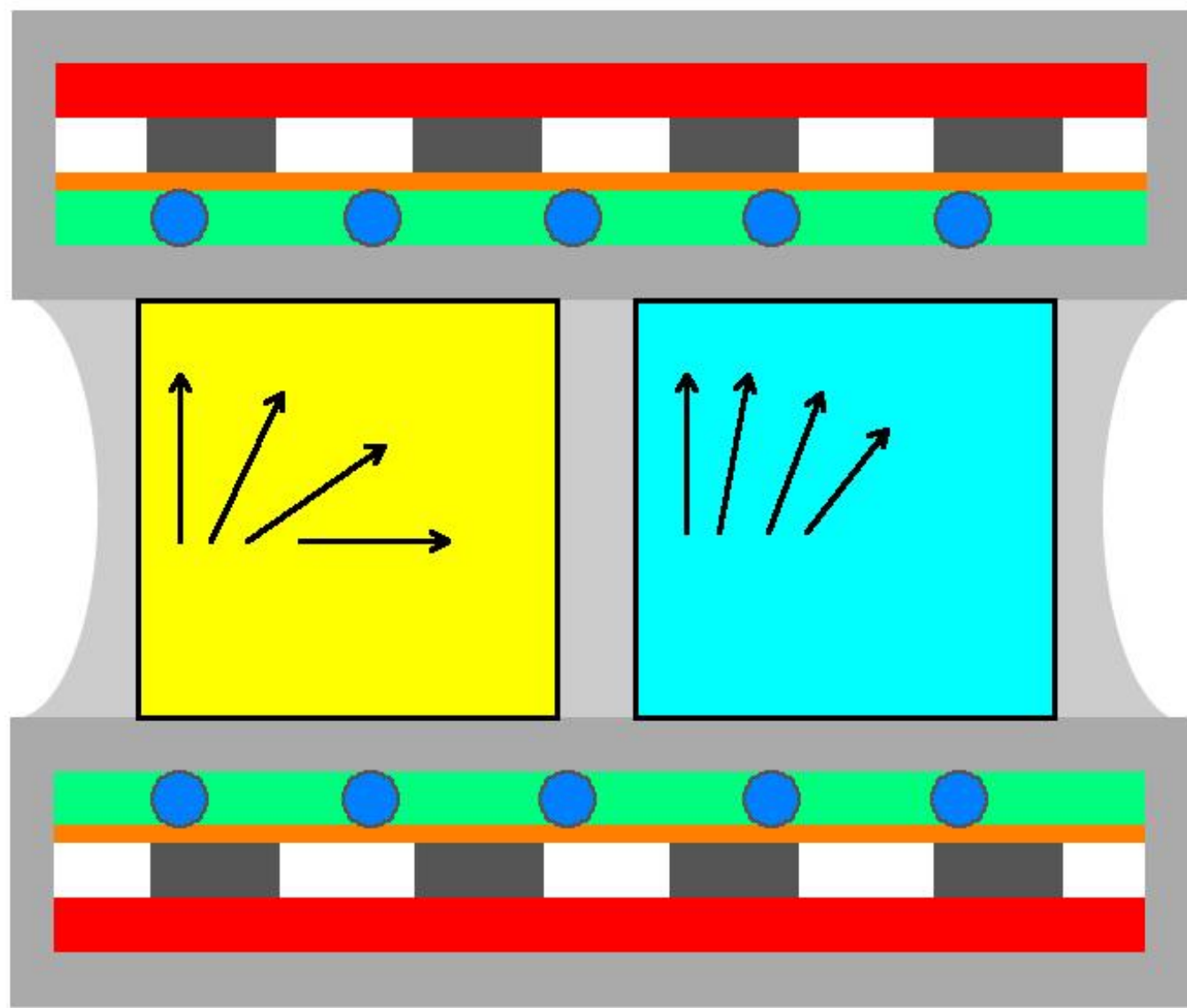


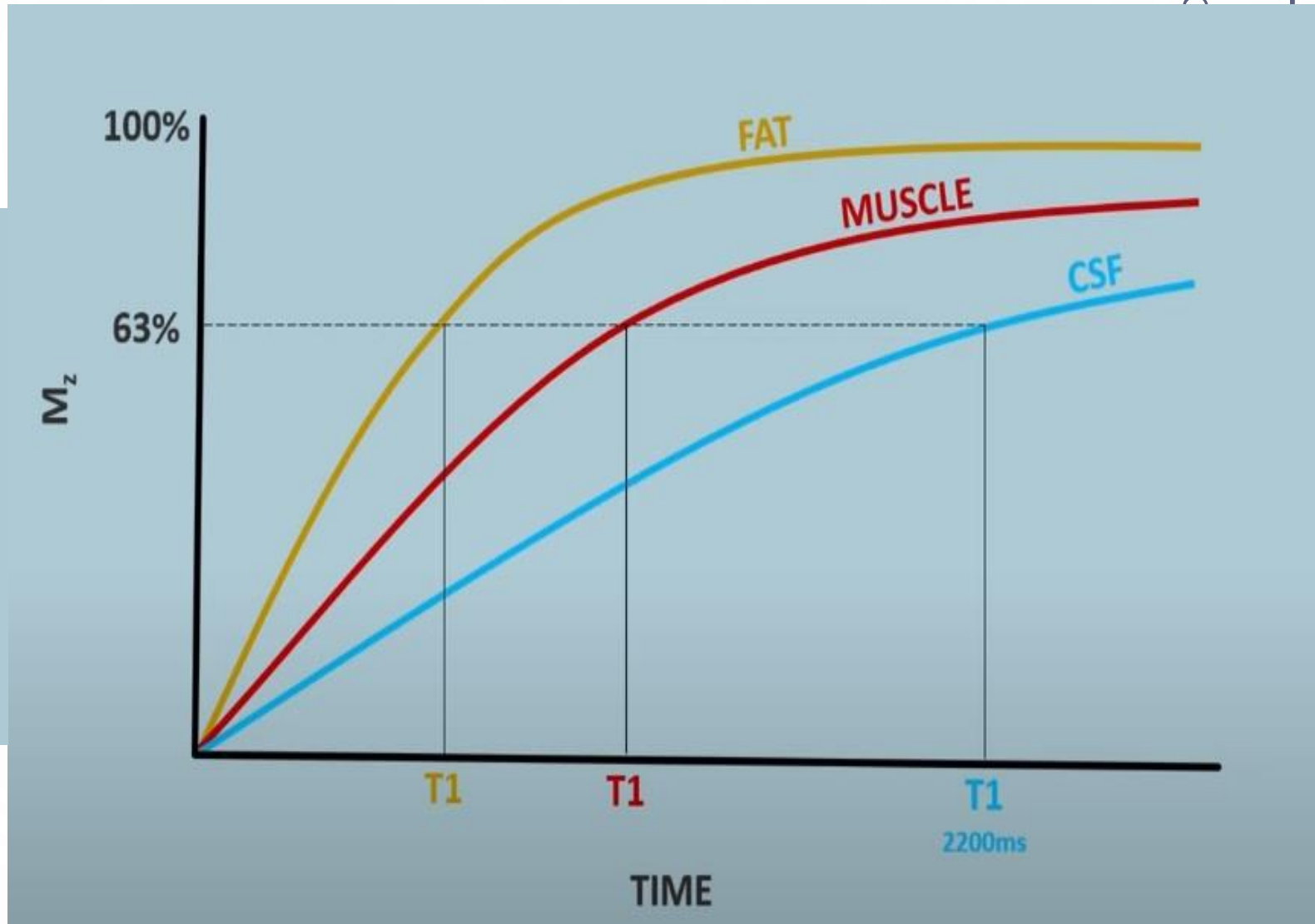
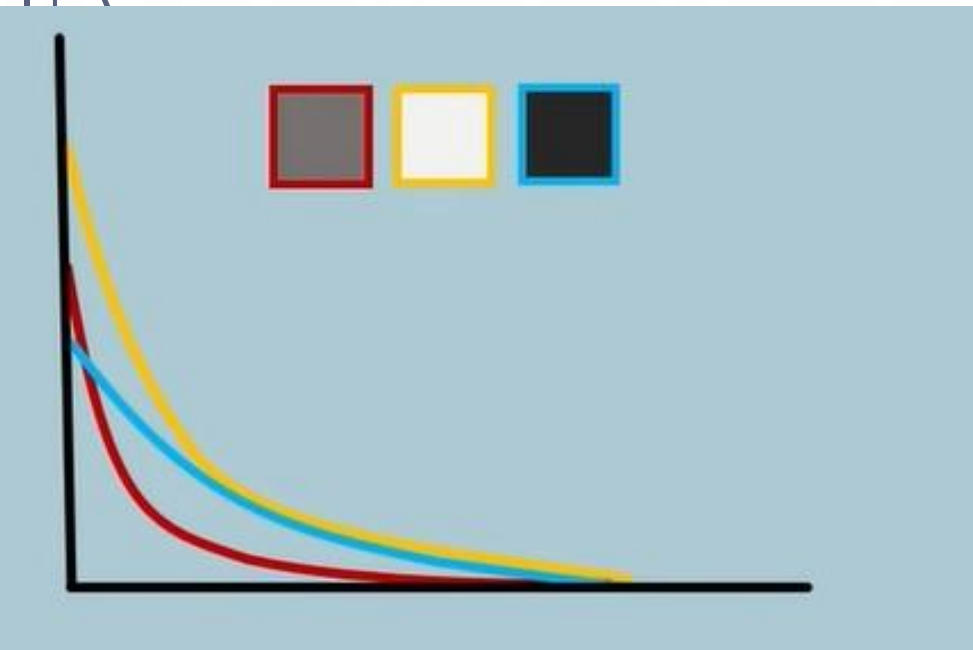


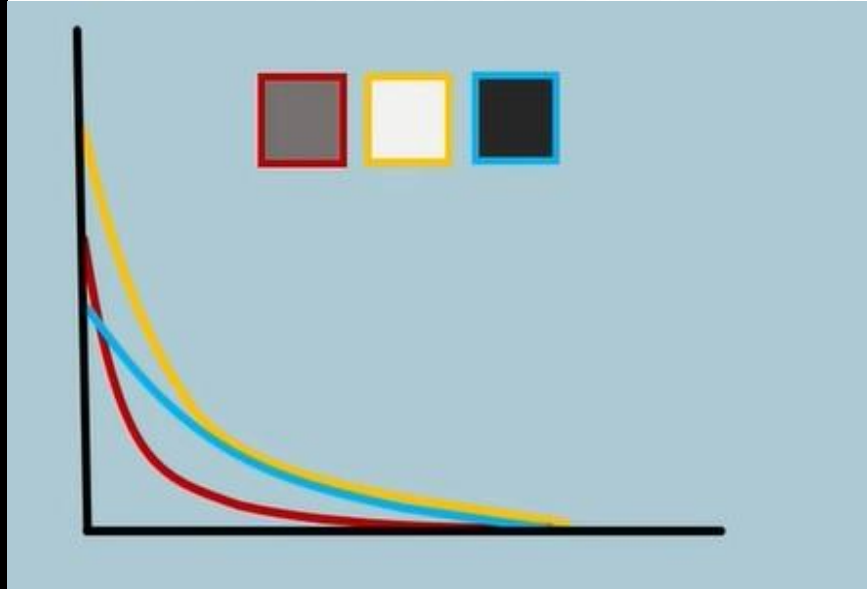
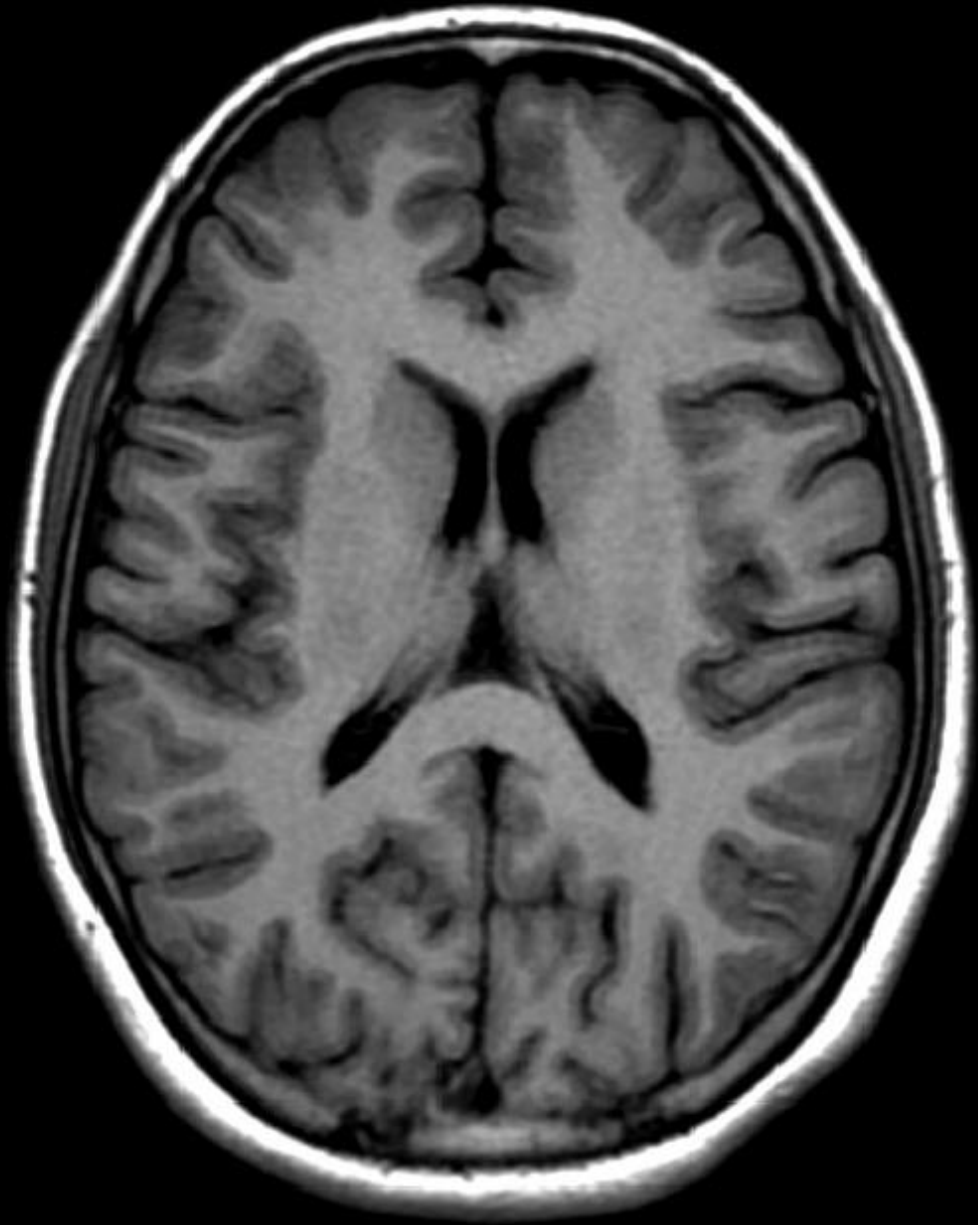












## MR biztonság, mérlegelendő tényezők

Voxelek mérete,  
felbontás nagysága

Vizsgálat ideje, ára

Mozgási műtermék

Mágneses mező  
egyenetlenségei

Jel-zaj arány

Rádiófrekvenciás energia –  
szövetek melegedése  
(obes betegek)

Perifériás idegstimuláció

Akusztikus zajártalom

Klausztofóbia

Lövedékhatás, Nem MR  
kompatibilis implantátumok,  
idegen testek

Nem ionizáló

Terhesség

„Vesebarát”  
kontrasztanyagok

Quenching

# A most használt készülékek jellemzői

1,5 – 3 T, de 7 T készülékek engedélyezése is folyamatban, vagy használható.  
Korábban 3 T-nál erősebb gépek állatgyógyászatban.

Szenzorok és főleg szoftveres fejlődés, jobb képminőség a mágneses tér megtartása mellett

Tágasabb, vagy nyitott MR, állandó mágnes – rosszabb képminőség

Különböző modalitások kombinálása

Fenntarthatóság, hatékonyság fokozása

	Bone	CSF	White Matter	Grey Matter	Fat	Acute Blood 1h	Chronic Blood 1d-28d	Infarct	Infection
T1	White	Black	White	Gray	White	Gray	White	Dark Gray	Dark Gray
T2	Bright Gray	White	Dark Gray	Bright Gray	Bright Gray	Gray	White	Bright Gray	White
Flair	Bright Gray	Black	Dark Gray	Bright Gray	Bright Gray	Gray	White	Bright Gray	White
DWI		Dark Gray	Gray	Bright Gray		White	White	White	White
SWI		Dark Gray	Gray	Bright Gray		Black	Black	Black	Black



**KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!**

# FELHASZNÁLT IRODALOM, TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:

[Ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9199974/](https://Ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9199974/)

[Hu.wikipedia.org/wiki/Mágnesesrezonancia-képkotás](https://Hu.wikipedia.org/wiki/Mágnesesrezonancia-képkotás)

**[Youtube.com/watch?v=gtnOlotFgUY&list=PLWfaNqiSdtzVkfJW2gO-unAYjcDji7-9i](https://Youtube.com/watch?v=gtnOlotFgUY&list=PLWfaNqiSdtzVkfJW2gO-unAYjcDji7-9i)**

**<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=gutCGhbYxyk>**