



Müönlär Grubu

Hızlandırıcı Teknolojileri Enstitüsü Uygulamalı Kış Okulu 2024

Mehmet İrfan Gedik – Kadir Korkmaz – Kubilay İnce – Merna Tanbkji



Mehmet İrfan GEDİK

Gazi Üniversitesi

İleri Teknolojiler Ana Bilim Dalı
(Doktora)

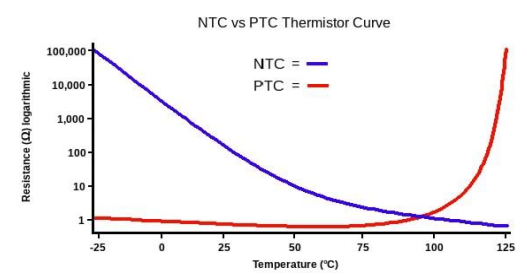
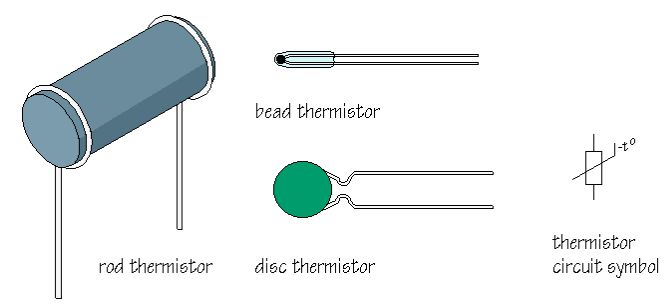
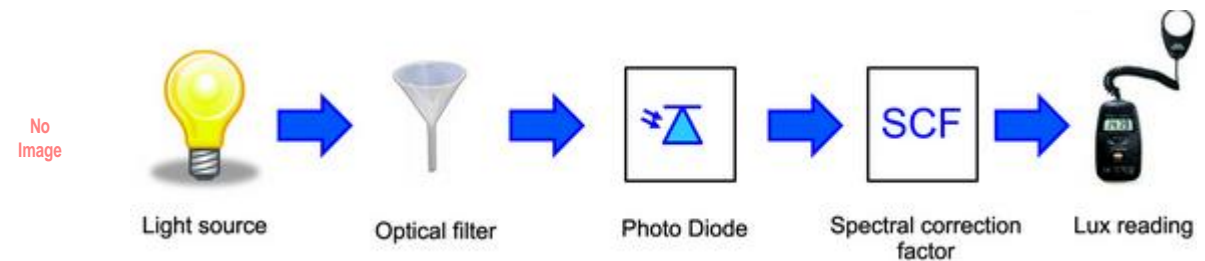
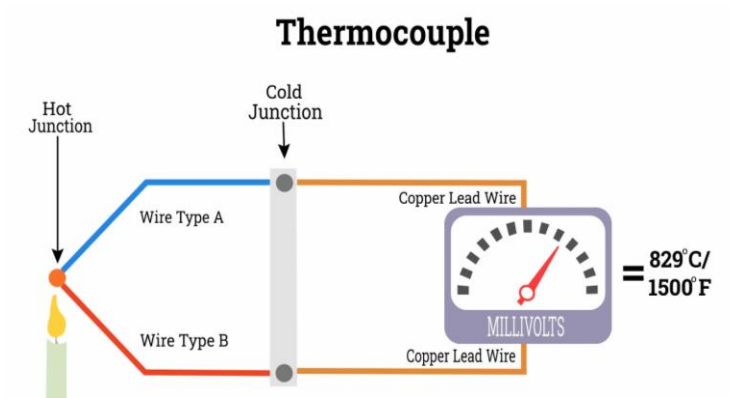
Sintilasyon Kristalleri ve Fotoçoğaltıcılar





PROBLEM

Ölçümlerimizi doğrudan yapamıyoruz (ısı, ışık, radyasyon vb.) ???



1. Sintilatörlerden yayılan fotonun şiddeti gelen radyasyonun sintilatörlere bıraktığı enerji ile orantılıdır.
2. Ancak fotonun şiddeti çok düşüktür
3. Bu fotonu algılamak ve elektrik pulsu haline dönüşmesi için PMT,SiPM, APD kullanılır.
4. Radyasyon ile etkileştiği zaman sintilasyon olayının gerçekleşmesine neden olan bir çok materyal (sintilatör) mevcuttur. Farklı tipteki materyaller, farklı tipteki radyasyonu detekte edebilecek uygunluktadır. Katı ve sıvı formdaki sintilatörler farklı uygulama alanı bulurlar.



Sintilasyon Kristalleri



Sıvı sintilasyon detektörü;

B sayacı ^3H , ^{14}C , ^{32}P , ^{35}S

Katı sintilasyon detektörleri;

Kuyu tipi gamma sayacı

Uptake cihazı

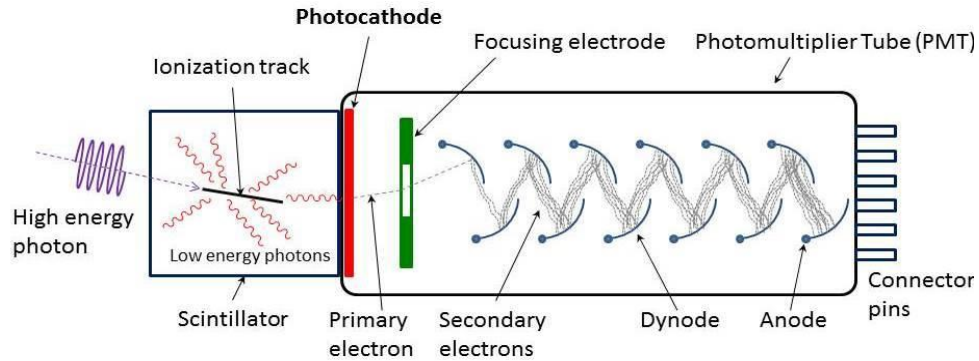
Gamma kamera

PET kamera

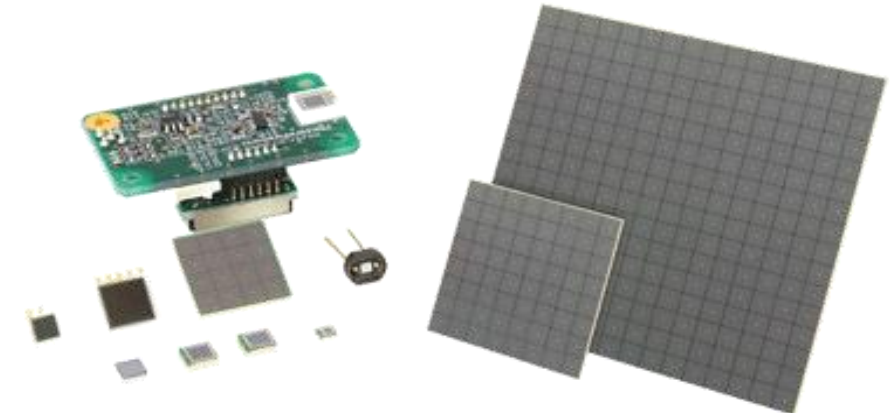


1. Gelen foton veya partikül ortamı iyonlaştırır.
2. İyonlaştırma sebebiyle uyarılan elektronlar yavaşlar.
3. Uyarılmış haldekiler hemen ışık yayarlar.
4. Yayılan fotonlar ışığa duyarlı yüzeye çarparlar.
5. Yüzeyden gelen elektronlar çoğalır.
6. Elektrik akım pulsları ölçülür

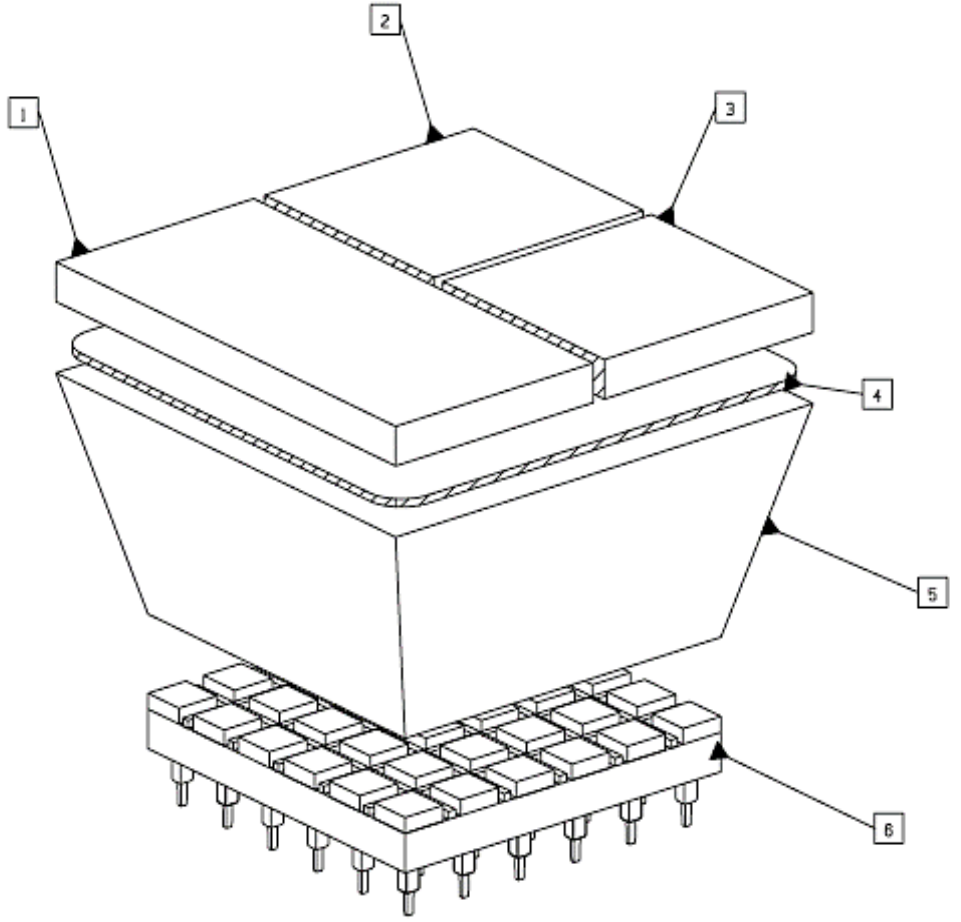
PMT ve SiPM



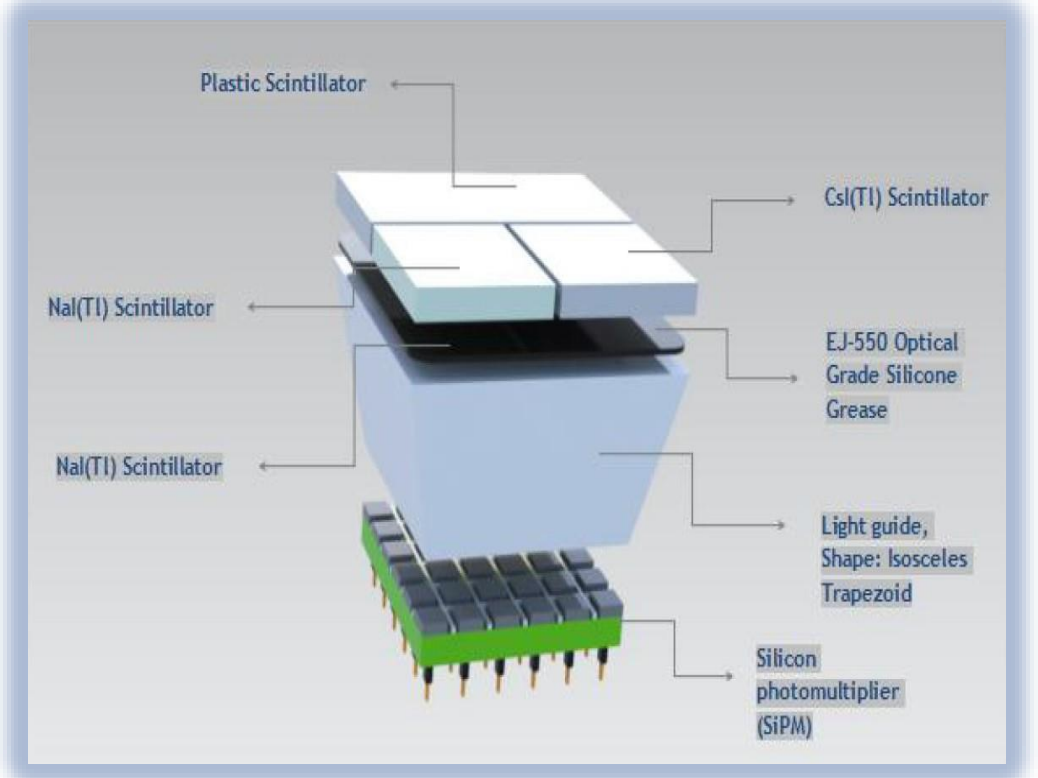
Özellikler	SiPM (Silikon Fotoçoğaltıcılar)	PMT Fotoçoğaltıcı Tüpler
Manyetik alanlara karşı tepki	Manyetik alana duyarlı değildir.	Manyetik alana duyarlıdır.
Kuantum Verimi ($Q = \frac{\text{Yayınlanan Fotoelektron Sayısı}}{\text{Kristalden Gelen Foton Sayısı}}$)	Yüksek verime sahiptirler.	SiPM sistemlerden daha düşük verimle çalışırlar.
İç kazanç	Sistem bir iç kazançla sahiptir.	İç kazançla çalışmazlar.
Güç tüketimi	Düşük voltajlarda çalıştırılabilir.	SiPM sistemlere oranla daha fazla voltaja ihtiyaç duyarlar.
Boyut	Küçük boyutlarda üretilebilirler.	Boyutları SiPM sistemlere oranla daha büyüktür.
Enerji çözünürlüğü (662 keV için) (Sakai, 1987)	Enerji çözünürlükleri düşüktür.	SiPM sistemlere oranla enerji çözünürlükleri daha yüksektir.

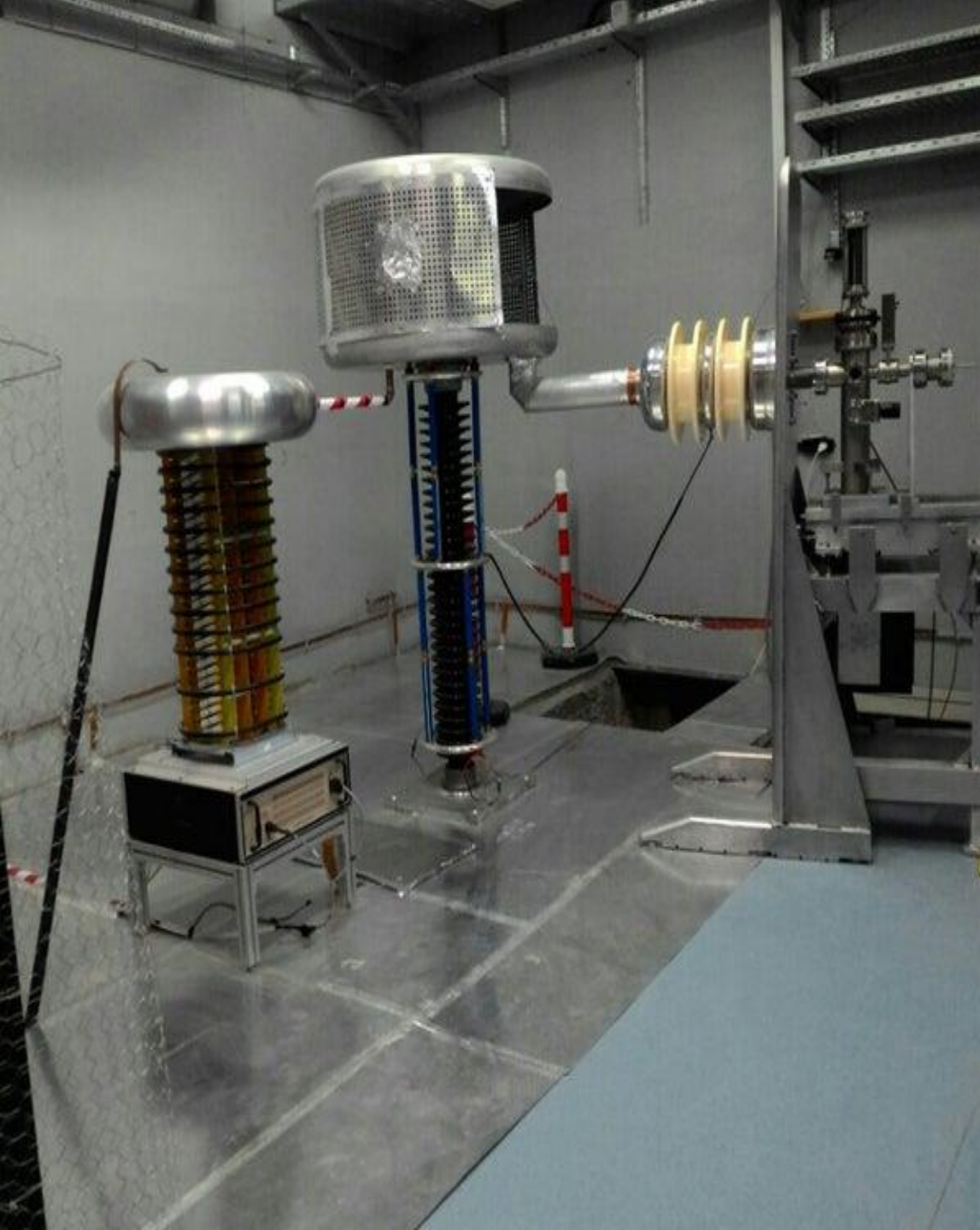


A SILICON-BASED RADIATION DETECTION DEVICE



- 1) Plastic scintillator
- 2) The first scintillator crystal (NaI(Tl))
- 3) The second scintillator crystal (CsI(Tl))
- 4) Silicone grease
- 5) Light guide
- 6) Silicon photo multiplier (SiPM)





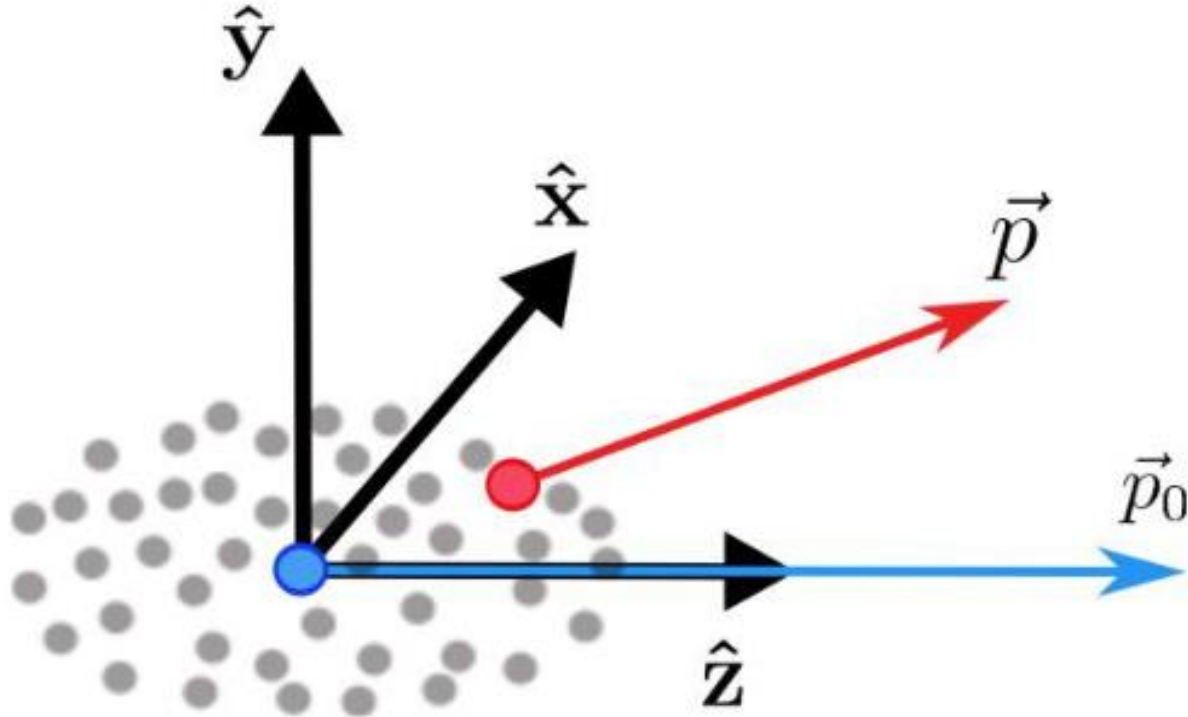
TEŐEKKÜLER

No
Image



Mehmet İrfan GEDİK

Demet Dinamiđi & ASTRA



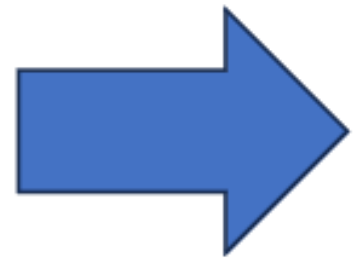
Demetteki her parçacık üç adet konum, üç adette momentum bilgisiyle ifade edilir.

$$x' = \frac{dx}{dz} = \frac{p_x}{p_z}$$

$$y' = \frac{dy}{dz} = \frac{p_y}{p_z}$$

$$\vec{X} = \begin{bmatrix} x \\ p_x \\ y \\ p_y \\ z \\ p_z \end{bmatrix}$$

Daha anlaşılır fiziksel parametreler



$$\vec{X}_1 = \begin{bmatrix} x \\ x' \\ y \\ y' \\ z \\ W \end{bmatrix}$$

Fakat momentum bilgisinden daha kullanışlı ve anlaşılır olan diverjans ve enerji bilgisi kullanılır.

```
&INPUT
FNAME = 'generated_beam.ini'
Add=FALSE, N_add=0,
IPart=5000, Species='electrons'
Probe=True, Noise_reduc=False, Cathode=F
Q_total=1.0 ! nC

Ref_zpos=0.0E0, Ref_Ekin=0.20E0

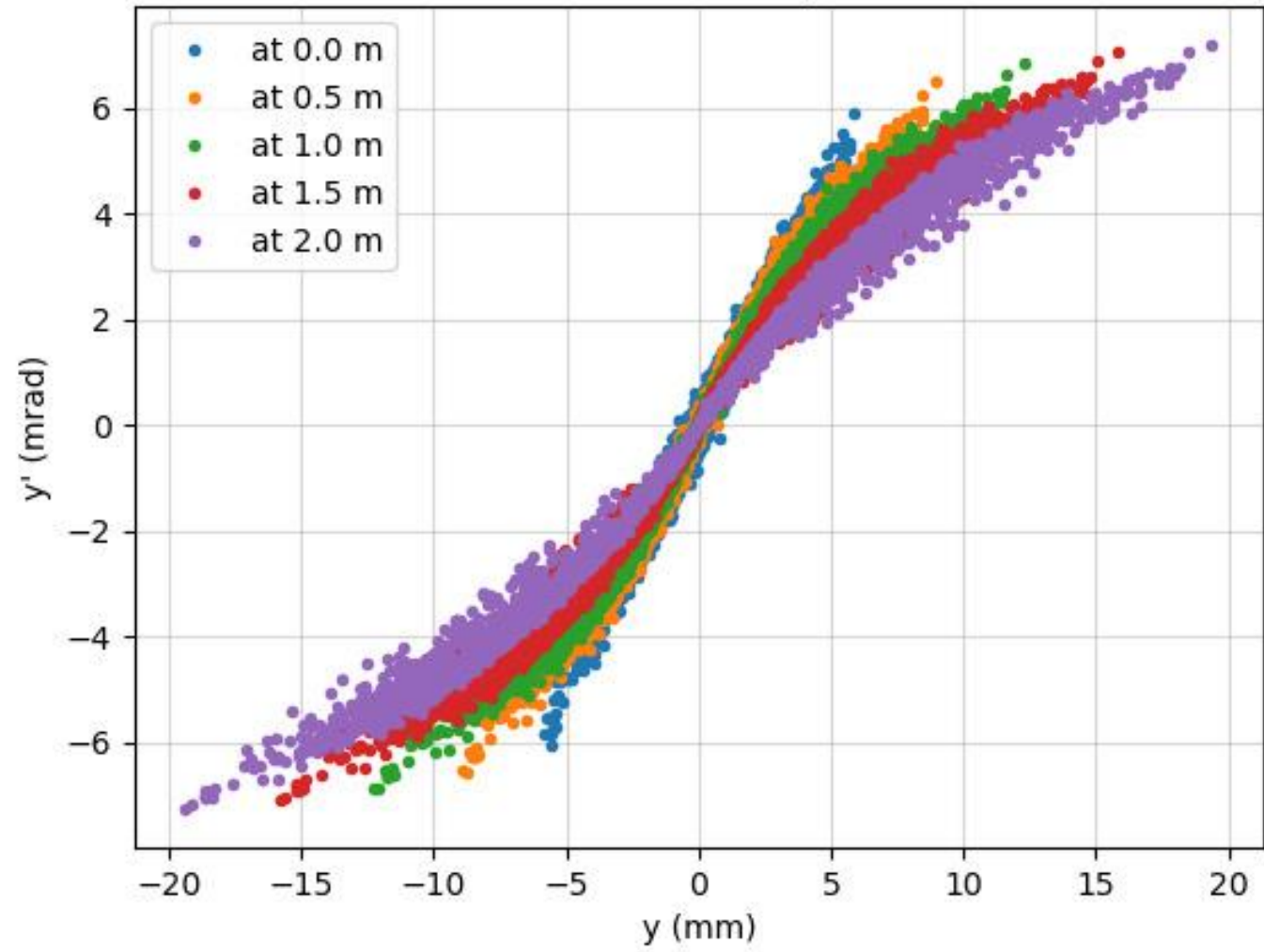
Dist_x='gauss', sig_x=2.2E0, C_sig_x=3.0,
Dist_px='gauss', Nemit_x=9.0E0, cor_px=4.0E0

Dist_y='gauss', sig_y=2.2E0, C_sig_y=3.0,
Dist_py='gauss', Nemit_y=9.0E0, cor_py=4.0E0

Dist_z='gauss', sig_z=35.0E0, C_sig_z=3.0
Dist_pz='gauss', sig_Ekin=0.04, cor_Ekin=0.0E0
```

ASTRA benzetim programının generator aracı kullanılarak bir demet oluşturulur. Ardından demet hattı üzerindeki cihazlardan geçişi benzetilerek demetin davranışı incelenmektedir.

Vertical Phase space



SİNTİLATÖRLER

17.02.2024

Kubilay İnce

HTE-UKO'24

İÇERİK

Giriş

Sintilasyon dedektörlerinin çalışma prensibi

Organik Sintilatörler

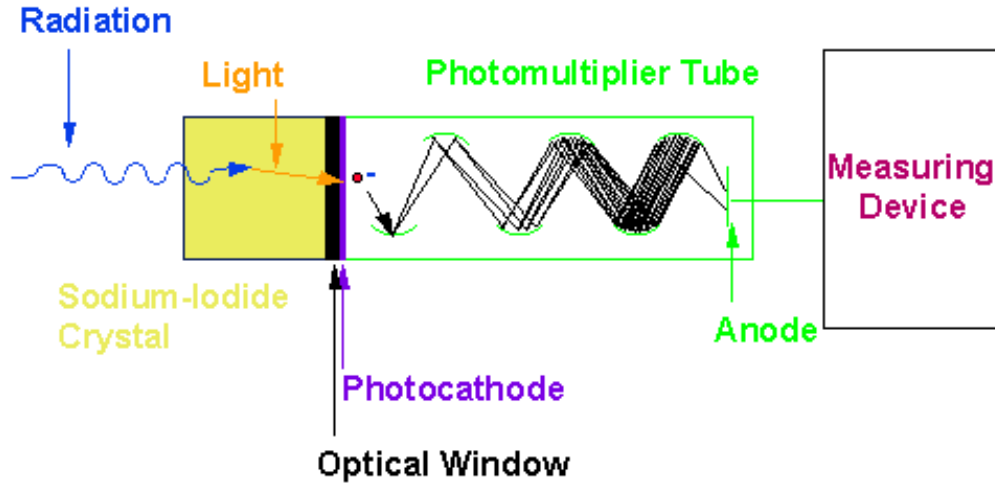
İnorganik Sintilatörler

Sonuç

- Sintilatörler, iyonlaştırıcı radyasyonun etkisi altında geçtiğinde ışık kıvılcımları veya parıltılar üreten katılar, sıvılar veya gazlar gibi malzemelerdir
- Sintilatörde üretilen ışık miktarı oldukça küçüktür. Bu nedenle, kaydedilebilmesi için bir darbe veya başka bir şekilde kaydedilmeden önce amplifikasyon yapılması gerekmektedir. Sintilatörün ışığının amplifikasyonu veya çoğaltılması, foton çoğaltıcı tüp olarak adlandırılan bir cihaz aracılığıyla gerçekleştirilir.



Radiation Detection Scintillation Detectors



Sintilasyon dedektörlerinin çalışma prensibi iki başlıkta incelenebilir:

1. Sintilatör tarafından, gelen radyasyon enerjisinin emilimi ve elektromanyetik spektrumun görünür bölümünde fotonların üretilmesi gerçekleşir.
1. Foton çoğaltıcı tüp tarafından ışığın amplifikasyonu gerçekleştirilir ve çıkış darbesi üretilir.

Farklı türdeki sintilatörler
2 önemli gruba ayrılır:

Organik sintilatörler

İnorganik sintilatörler

Organik Sintilatörler

- Organik sintilatörler, hidrokarbon bileşiklerinden oluşur. Organik sintilatörlerde, ışık emisyonu mekanizması moleküler bir etkiye dayanır. Bu mekanizma, birincil floresan malzemede moleküler seviyelerin uyarılması ve de-uyarılmada ultraviyole (UV) ışığı bantlarının yayılmasıyla gerçekleşir.
- Organik sintilatörler ayrıca sıvı halde de olabilir. Bir sıvı sintilatörde, organik bir kristal (çözelti), tipik olarak çözünen içinde çözünmüş durumdadır. Sintilasyon verimliliği, çözelti konsantrasyonu ile artar. Sıvı sintilatörler hızlı tepki verir ve birkaç ns'lik bir bozunma süresine sahiptir.
- Tüm organik sintilatörler, düşük yoğunluk ve düşük atom numarasına sahip olduğundan, yüklü parçacıklar ve X-ışınları için göreceli olarak düşük emilime sahiptir. Karbon (C) ve yüksek miktarda hidrojen (H) içeren organik sintilatörler, hızlı nötronlar için yüksek emilime sahiptir. Organik sintilatörlerde γ ve X-ışınlarının emilimi, düşük atom numaralı malzemelerde baskın olan Compton etkisiyle gerçekleşir.

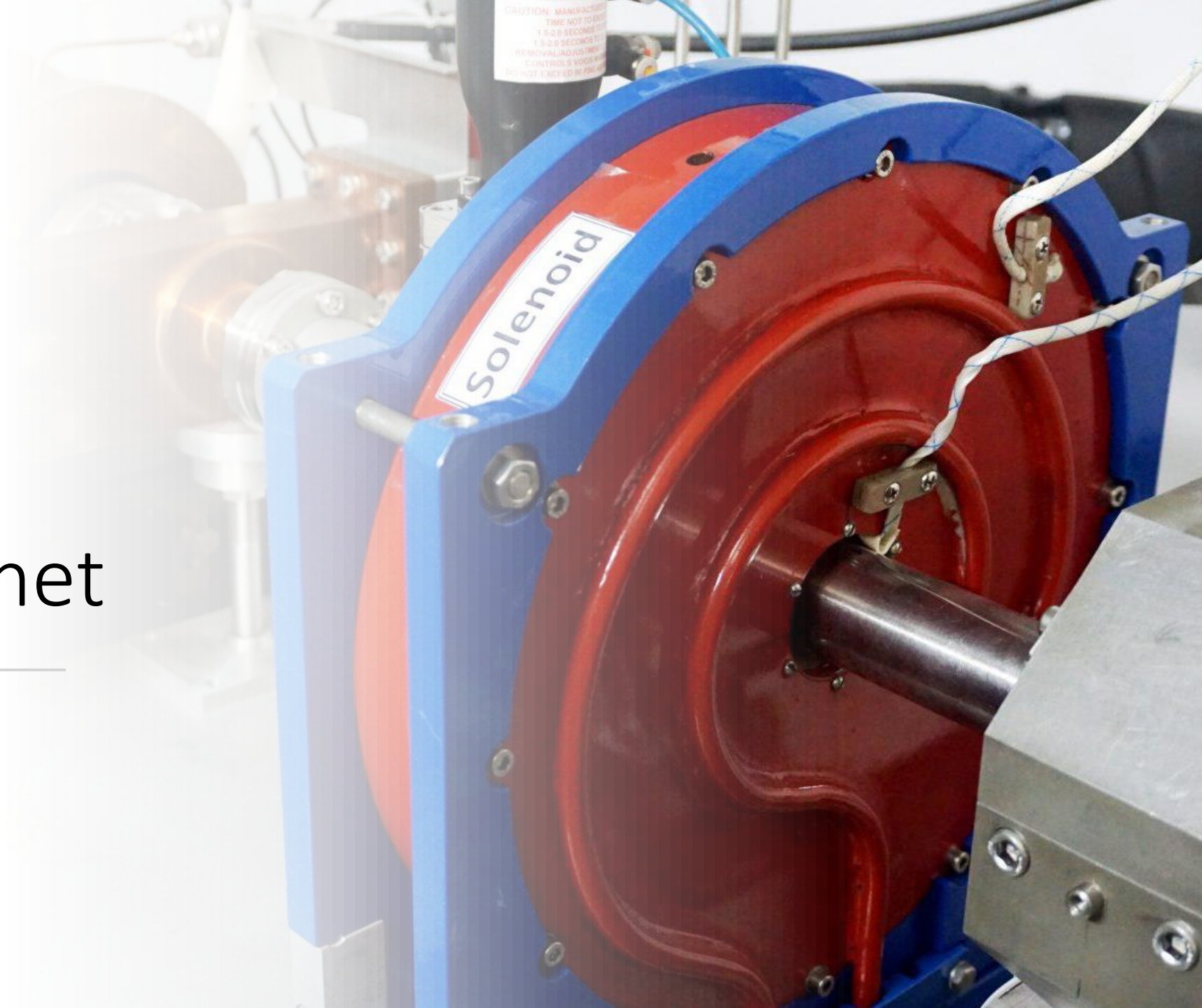
Crystal	Activator	Scintillation Color
NaI(Tl)	Tl	Blue
CsI(Tl)	Tl	Green
CsI(Na)	Na	Green
CsI(pure)	-	Green
CsF	-	Green
KI(Tl)	Tl	Violet
LiI(Eu)	Eu	Blue
BGO	-	Green
BaF2	-	Blue
CaF2(Eu)	Eu	Blue
ZnS(Ag)	Ag	Green
CaWO4	-	Yellow
CdWO4	-	Yellow
YAG(Ce)	Ce	Yellow
GSO	-	Green
LSO	-	Blue

İnorganik Sintilatörler

- İnorganik sintilatörler, parçacık algılama ve dedektör teknolojilerinde önemli bir rol oynayan malzemelerdir. Sintilasyon prensibine dayanan bu malzemeler, yüksek enerjili parçacıklarla etkileşime girdiklerinde ışık veya diğer elektromanyetik radyasyon türlerini yayarak enerjiyi algırlar.
- İnorganik sintilatörler genellikle katı kristal veya cam formunda bulunur ve içerdikleri aktif bileşenlere bağlı olarak farklı özelliklere sahip olabilirler. Bu aktif bileşenler genellikle bir veya daha fazla katkı maddesi veya iz element içerir ve parçacıklarla etkileşime girerek sintilasyon sürecini başlatırlar. Bu süreç, parçacığın enerjisinin bir kısmının ışık olarak emisyonuyla sonuçlanır ve bu ışık, dedektörler tarafından algılanarak analiz edilir.
- İnorganik sintilatörlerin avantajları arasında yüksek enerji çözünürlüğü, hızlı tepki süreleri, uzun ömürleri ve geniş sıcaklık aralıklarında çalışabilme kabiliyetleri bulunur. Bu özellikler, yüksek performanslı dedektör sistemlerinin geliştirilmesi için önemlidir.

SONUÇ

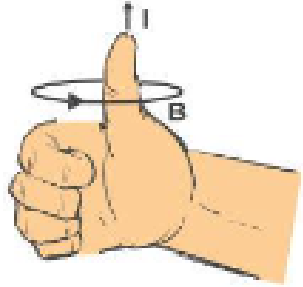
Sintilatör	Avantajları	Dezavantajları
İnorganik Sintilatörler	Yüksek ışık verimi, yüksek yoğunluk, yüksek etkin atom numarası, yüksek enerji çözünürlüğü	Karmaşık kristal büyütme, göreceli olarak yavaş yanıt süresi, büyük oranda sıcaklığa bağlılık, yüksek maliyet
Organik Sintilatörler	Çok hızlı yanıt süresi, istenilen boyutlarda üretilebilir olması, kolayca işlenebilir, biçimlendirilebilir olması, düşük maliyet, puls şekil ayırımının mümkün olması	Düşük ışık verimi, düşük yoğunluk, düşük etkin atom numarası, çok fazla radyasyon hasarına uğraması



Solenoid Magnet

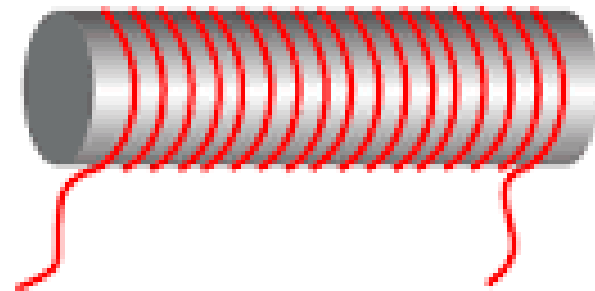
Merna Tanbkji

Right Hand Thumb Rule

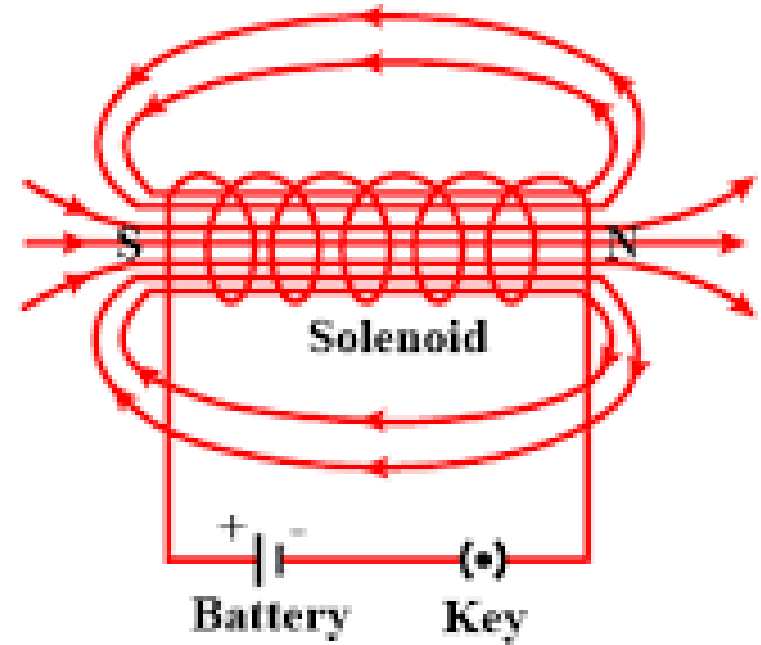


Ampere's Law

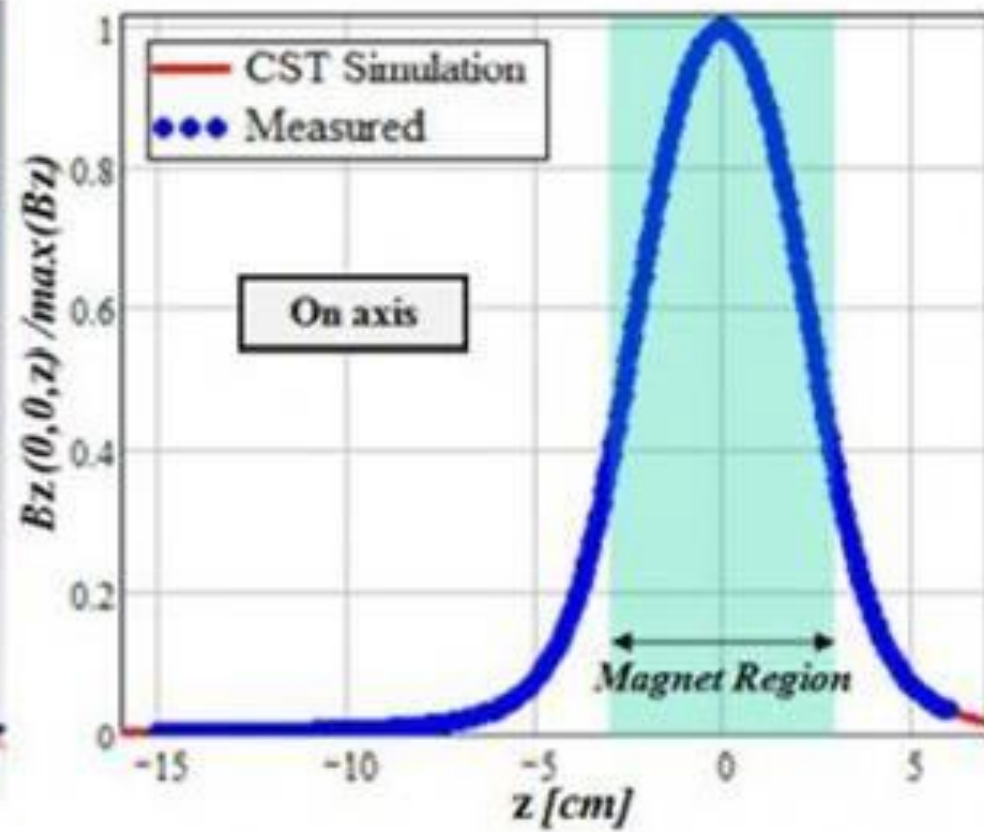
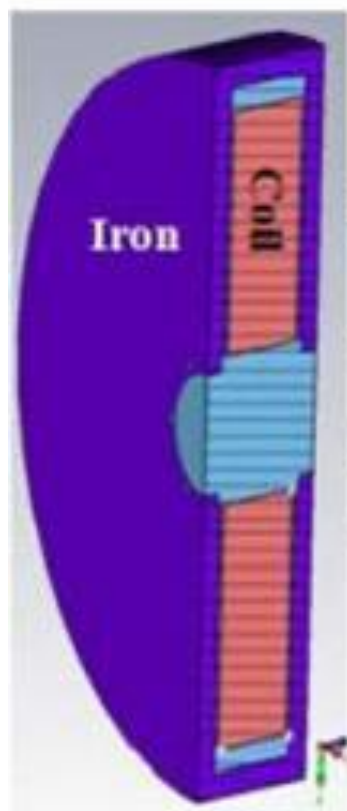
$$B = \mu_0 nI$$



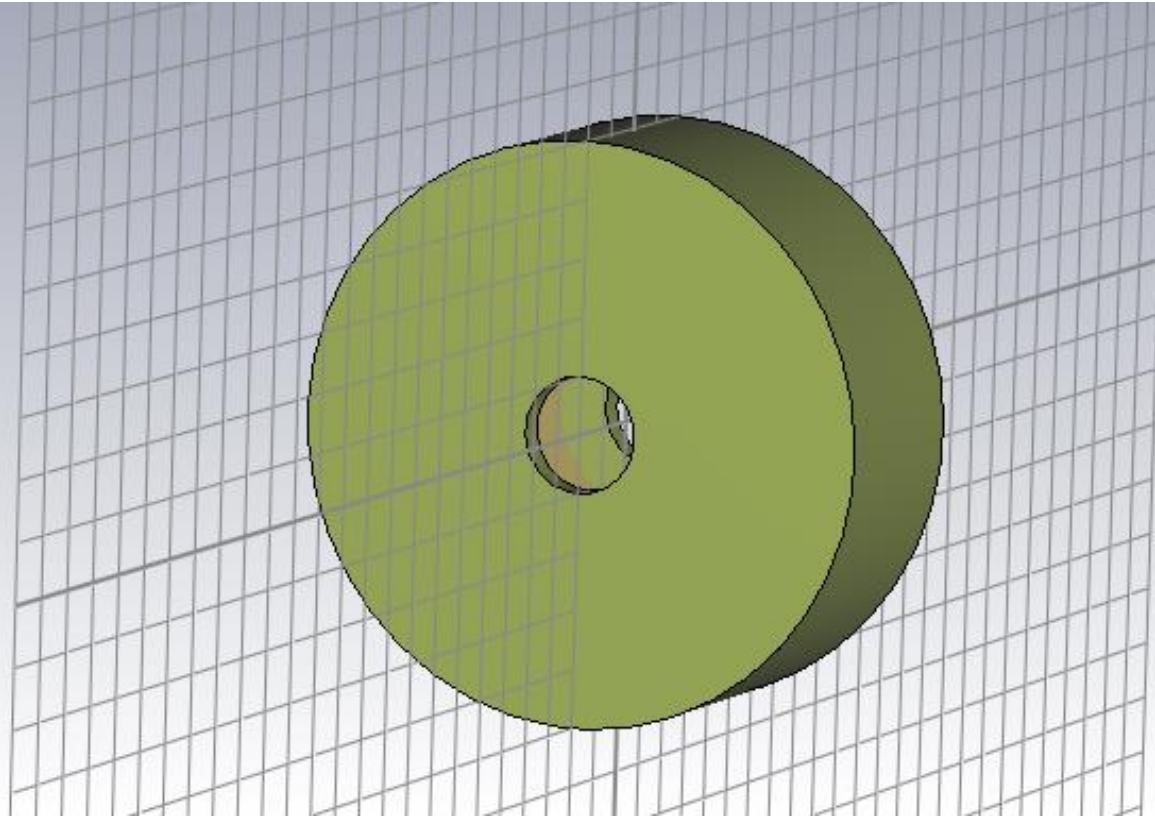
Solenoid

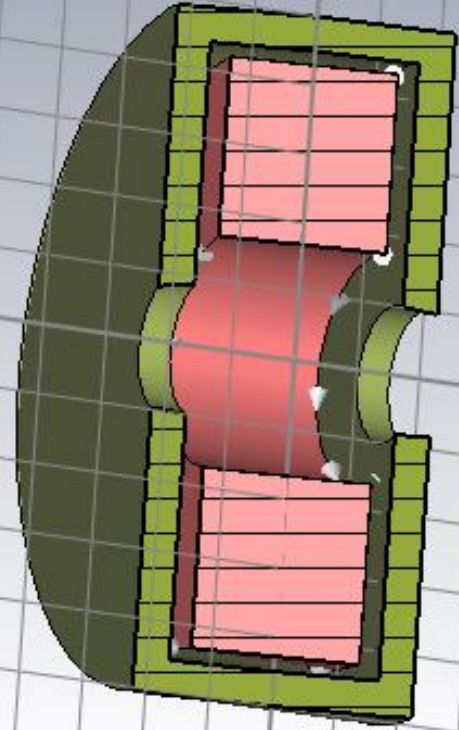


Magnetic field of solenoid



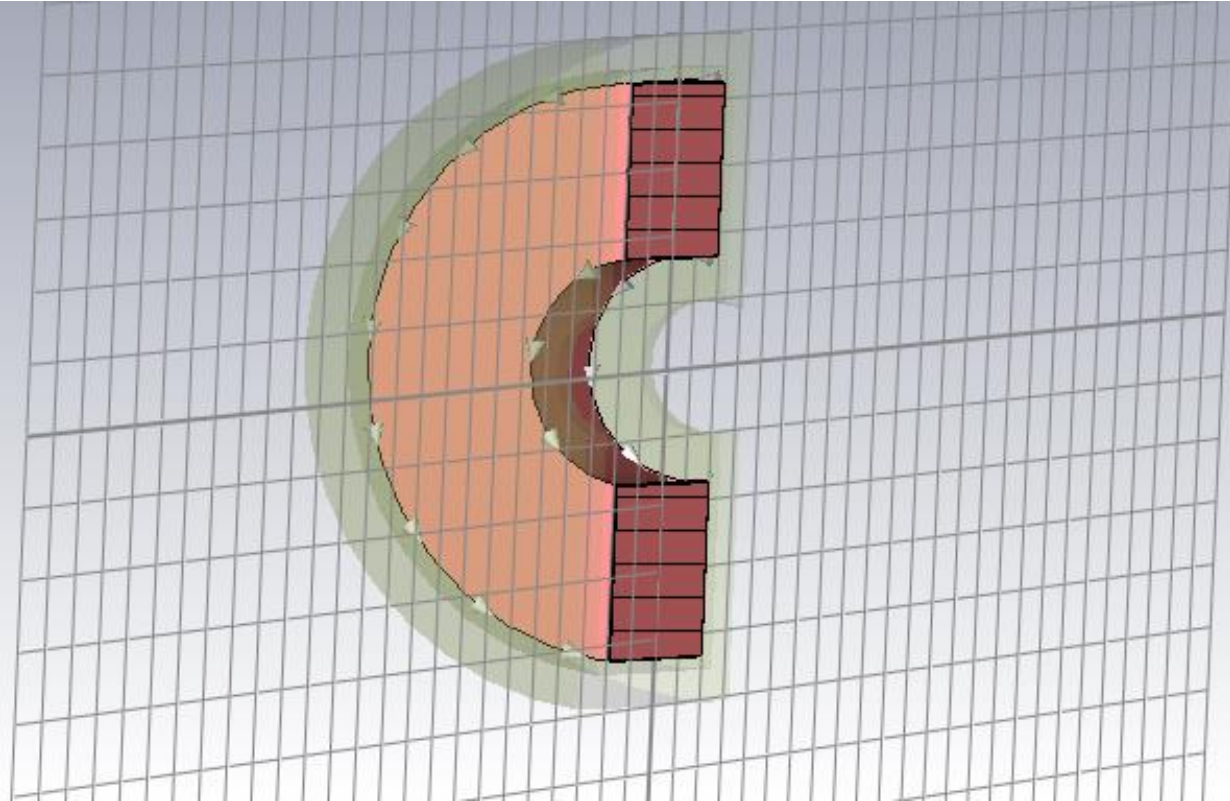
CST simulation

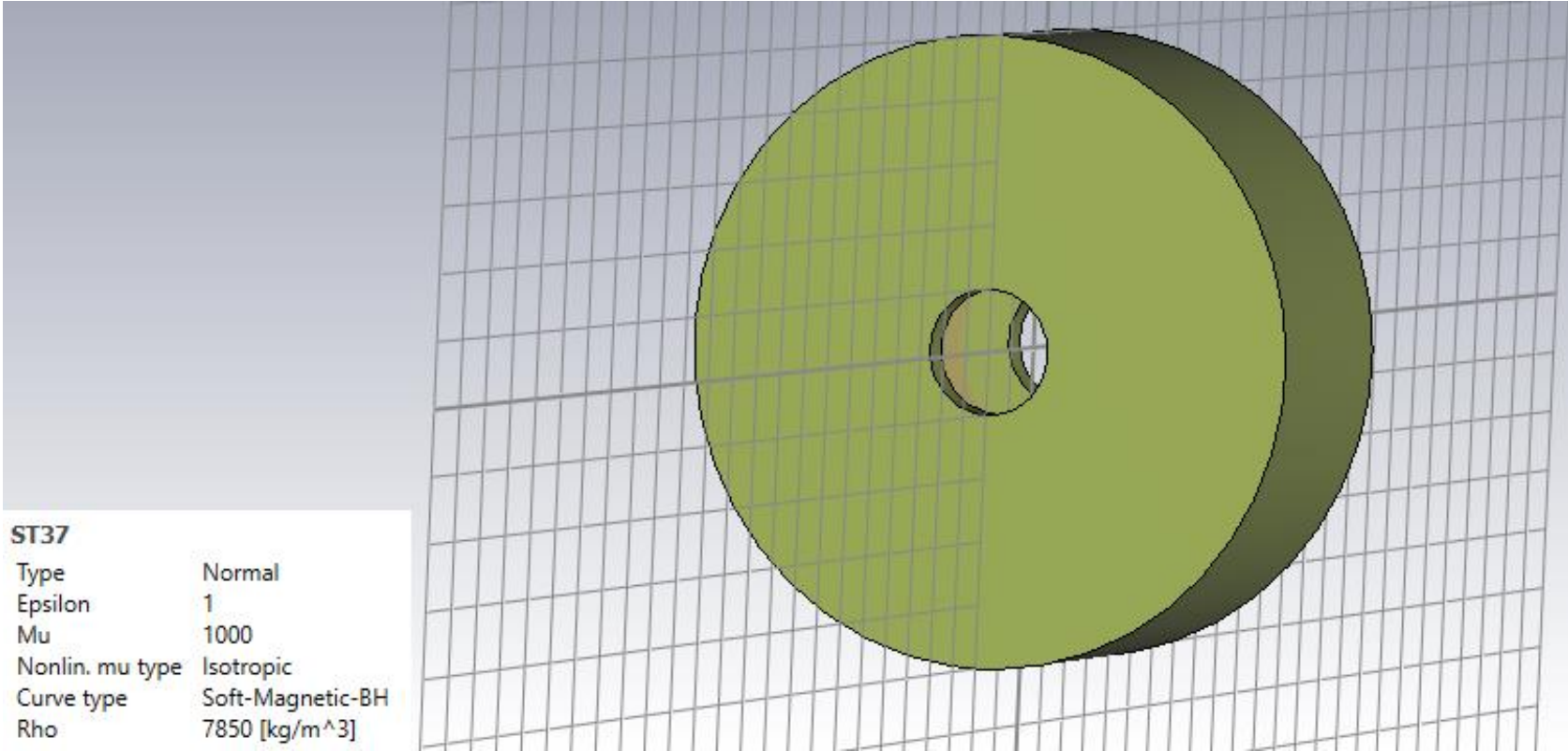




coil1

Conductor type Stranded
Current 2 A
Phase 0 deg
Resistance 0 Ohm
Number of turns 500

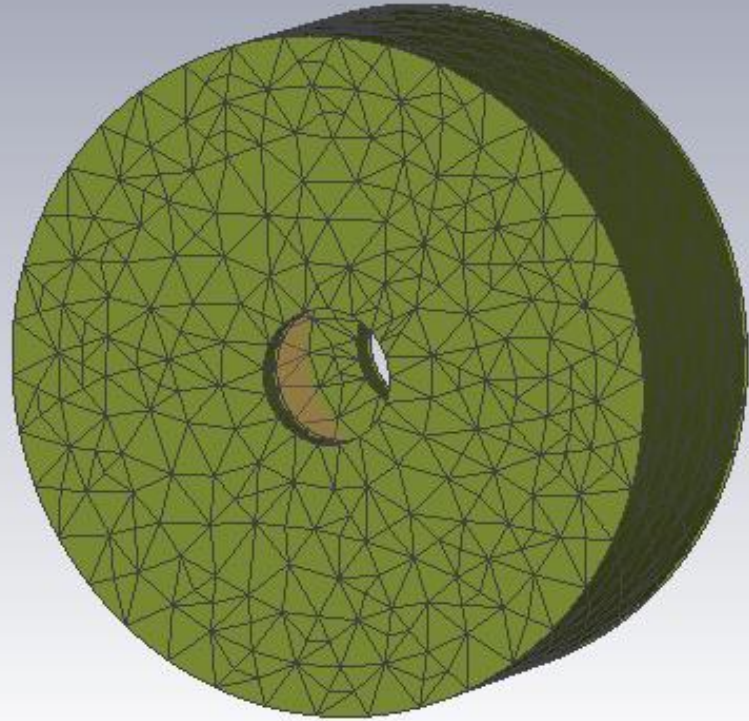





ST37

Type	Normal
Epsilon	1
Mu	1000
Nonlin. mu type	Isotropic
Curve type	Soft-Magnetic-BH
Rho	7850 [kg/m ³]

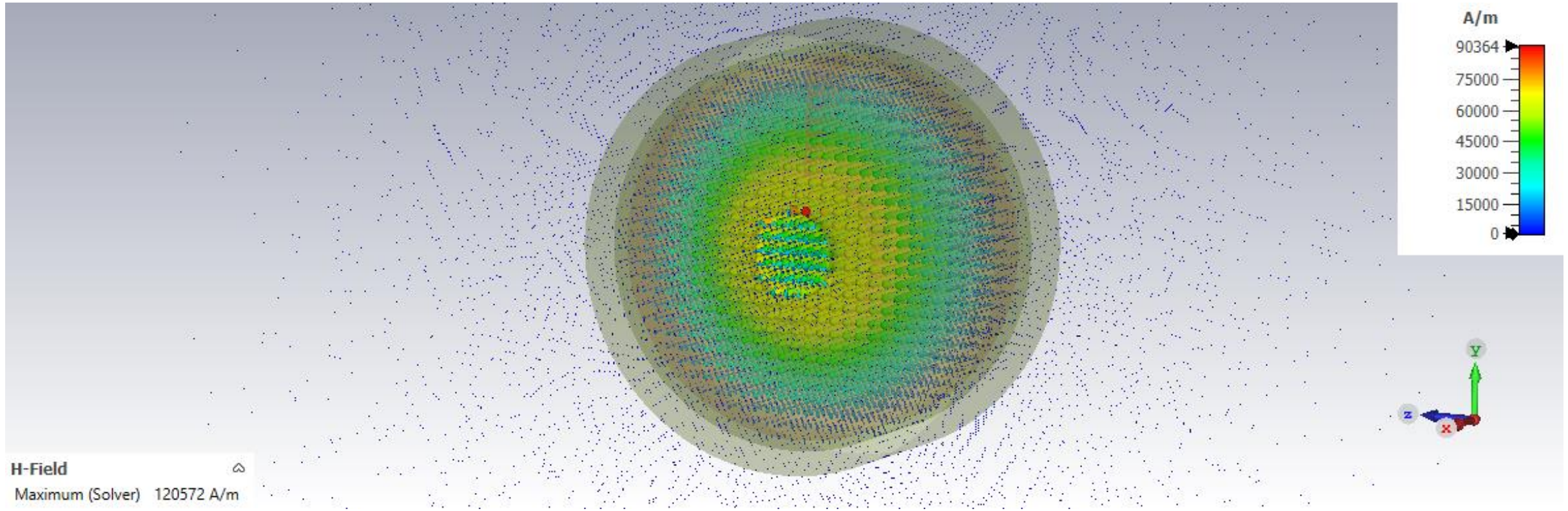


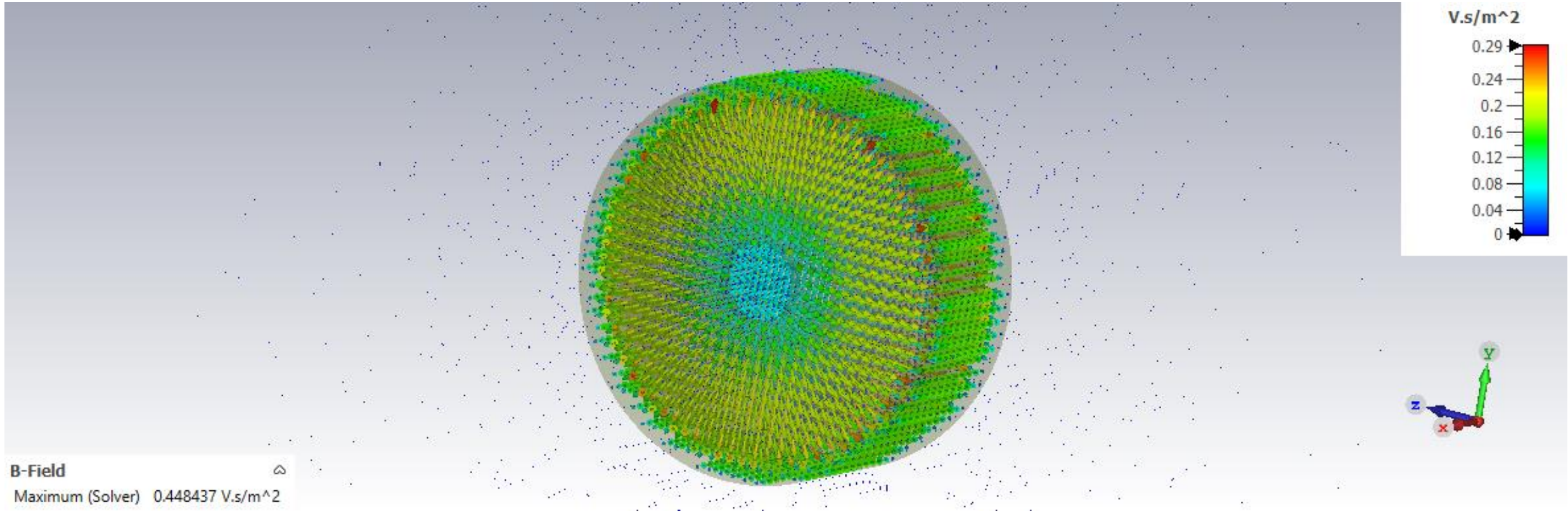


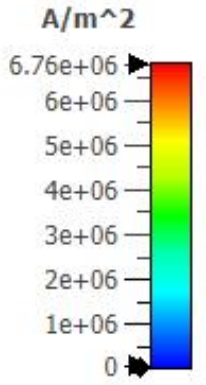
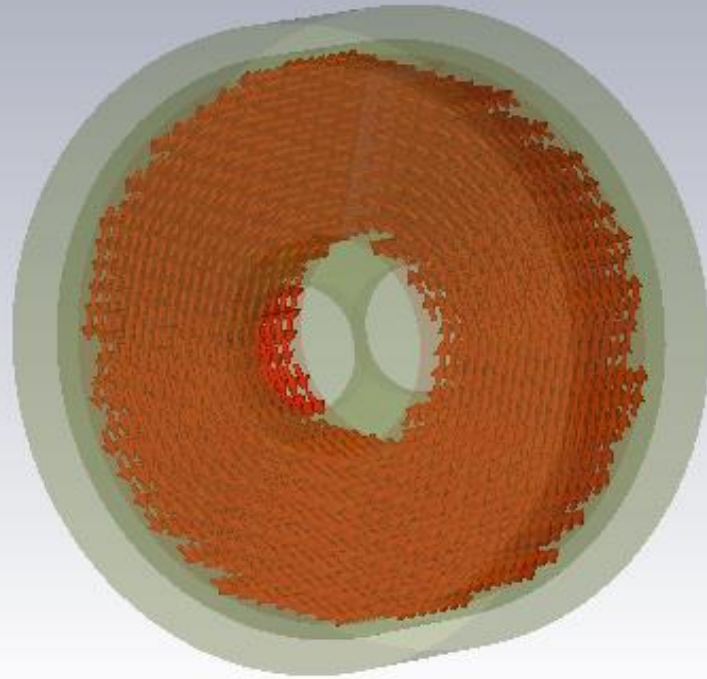
Low Frequency Mesh 

Tetrahedrons 146,532

Symmetry planes none

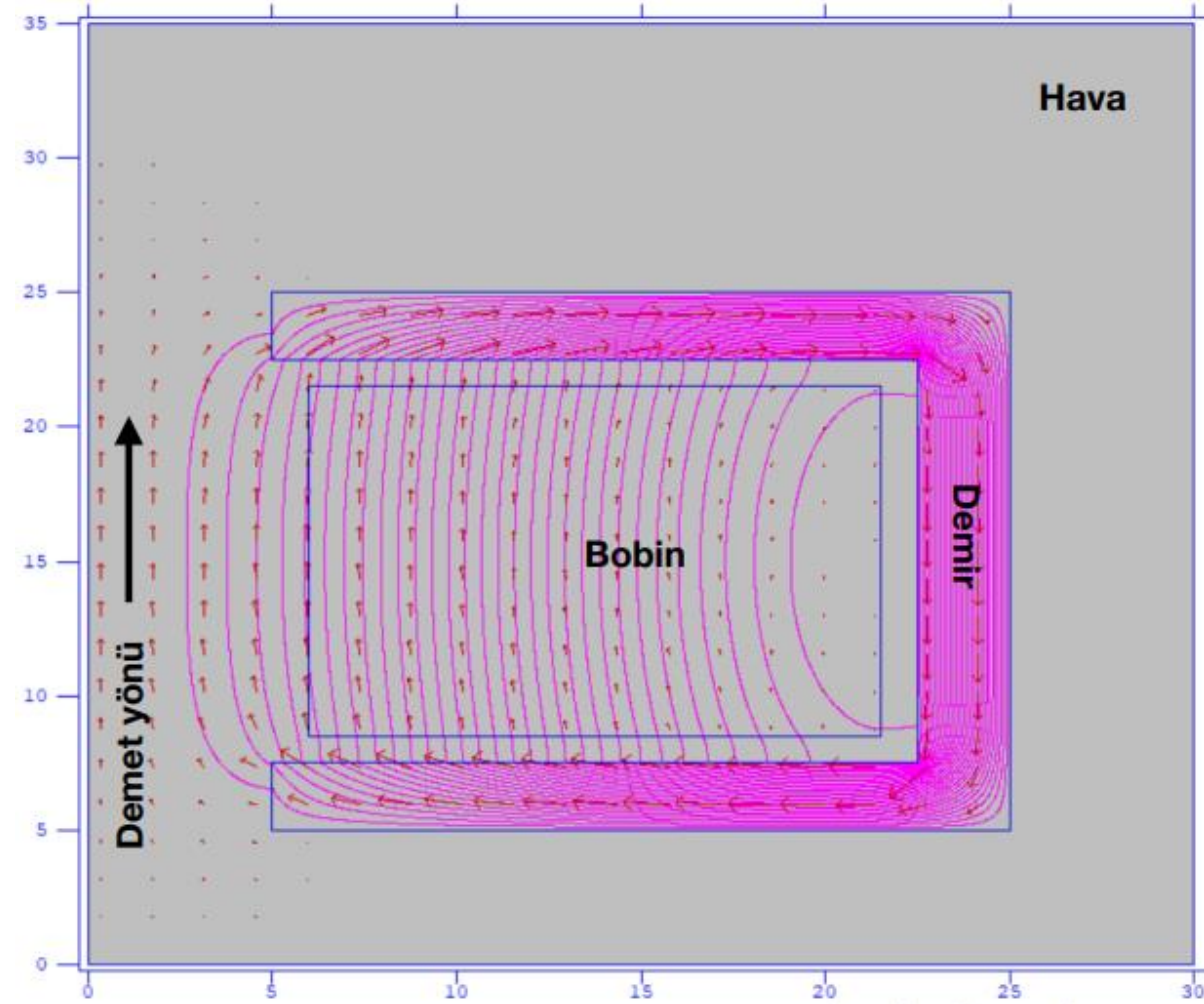
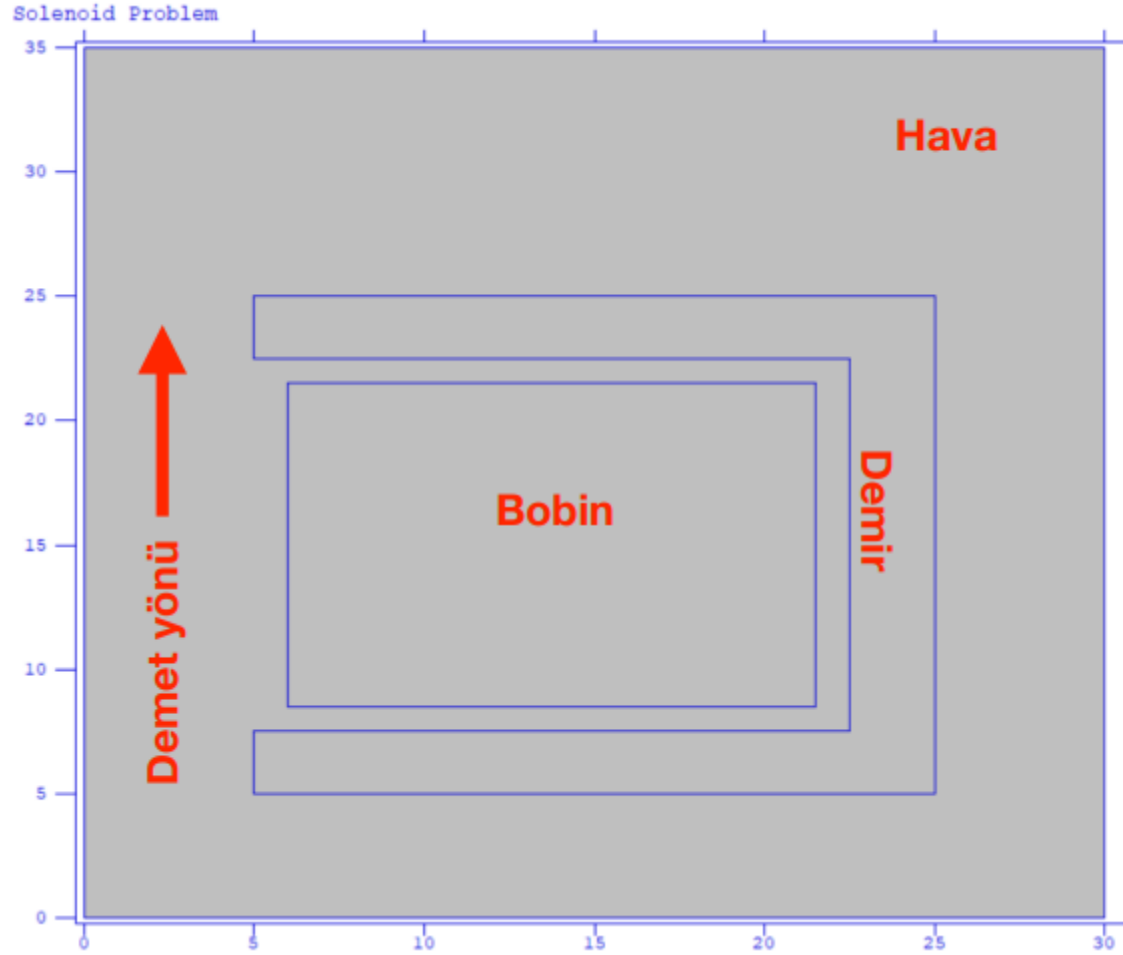






J-Field 
Maximum (Solver) 7.79061e+06 A/m²

Superfish Simulation



Manyetik Alan

