

Dünyanın Manyetik Alanı

Amaç

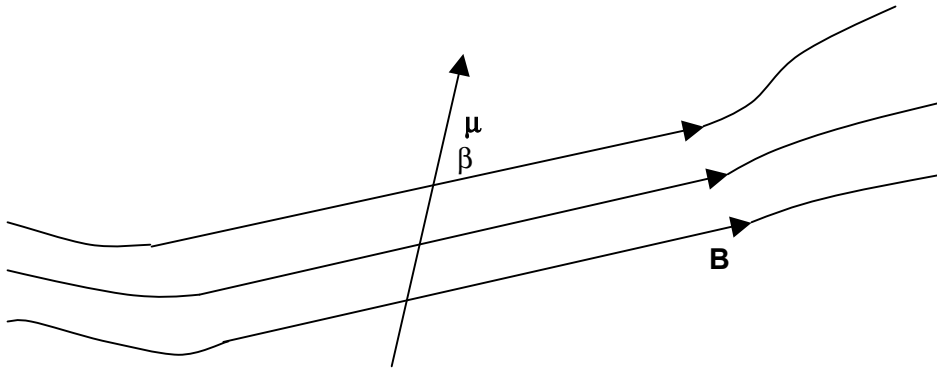
Bu deneyde Dünya'nın manyetik alanının yatay ve düşey bileşenleri belirlenecektir.

Deneye Hazırlık Bilgileri

Bilindiği gibi, pusula yön tayininde çok eski zamanlardan beri kullanılan bir araçtır. Pusulanın iğnesi (manyetik iğne) Dünya'nın her yerinde Kuzey-Güney doğrultusunda hizalanır. Bu durumun sebebi bir manyetik dipol olan pusula iğnesi ile Dünya'nın manyetik alanı arasındaki etkileşimdir.

Bir manyetik dipolün, bulunduğu konum civarındaki manyetik akı yoğunluğundan, yani manyetik alan şiddetinden veya kısaca manyetik alandan, etkilenimi manyetik moment denen bir (vektörel) nicelik kullanılarak ifade edilebilir. Her manyetik dipolün bir manyetik momenti vardır ve genelde μ ile gösterilir. Böylece bir \mathbf{B} manyetik alanının içinde bulunan bir manyetik dipole alan tarafından uygulanan tork (kuvvet momenti) τ ve dipolün sahip olduğu potansiyel enerji U sırasıyla $\tau = \mu \times \mathbf{B}$ ve $U = -\mu \cdot \mathbf{B}$ formülleri ile ifade edilir. Dolayısıyla alan içerisine konan bir manyetik dipol belli bir denge açısı etrafında, eğer sürtünme varsa ki bu deneyde mevcuttur, sönümlü salınım yapar ve sonunda denge açısında hizalanır. Dikkat edilirse denge halinin $\mu // \mathbf{B}$ durumunda gerçekleştiği vektörel ve skaler çarpımların özelliklerinden görülebilir (bkz. Şekil 1).

Dünya'nın çekirdeğindeki akımlardan kaynaklandığı düşünülen Güney-Kuzey doğrultusundaki bir manyetik alan etrafımızı sarmaktadır. Bu nedenle Dünya'nın her hangi bir yerine konan bir manyetik iğne yukarıda açıklanan olgulardan dolayı Dünya'nın manyetik alanı doğrultusunda hizalanacaktır. Böylece Dünya'nın manyetik alanının yönü saptanabilecektir. Bu tespitle beraber pusulanın çalışması da açıklanmış olur.



Şekil 1. Manyetik alanın içerisinde bir manyetik dipol. β , dipolü kesen alan vektörüyle dipolün momenti arasındaki açıdır.

Dünya'nın manyetik alanının bileşenleri, büyüklüğü ve yönü bilinen sabit (düzgün) bir manyetik alanın kullanımıyla belirlenebilir. Bilinen manyetik alan için bir çift Helmholtz bobini kullanılır.

Helmholtz bobinlerinden akım geçmediği sürece manyetik iğne bulunduğu konumdaki Dünya'nın manyetik alanının yatay bileşeni \mathbf{B}_y ile kuzey-güney doğrultusu boyunca hizalanır. Sabit Helmholtz alanı \mathbf{B}_k eklenirse, manyetik iğne α açısı kadar dönecektir. O zaman manyetik iğne toplam manyetik alan $\mathbf{B}_T(=\mathbf{B}_y+\mathbf{B}_k)$ boyunca hizalanır. Şekil 2(sol)'deki geometri

dikkate alınır, φ dar açı olsa dahi, sinüs teoremi kullanılarak, B_y ve B_K vektörlerinin büyüklükleri arasında aşağıdaki bağıntı elde edilebilir:

$$B_K / B_y = \sin(\alpha) / \sin(\varphi - \alpha) \quad (I)$$

Helmholtz alanının şiddeti B_K , akımla doğru orantılıdır:

$$B_K = k I_K \quad (II)$$

Burada k , deneyde belirlenecek olan kalibrasyon faktörüdür. $\varphi = 90^\circ$ özel durumunda, yani Dünya'nın manyetik alanının doğrultusu Helmholtz bobinlerinin eksenine dik olduğunda, yatay bileşen B_y , B_K 'ye karşı sapma açısı α 'nın tanjantı grafiğinin eğimi olarak elde edilebilir:

$$B_y \tan(\alpha) = B_K \quad (III)$$

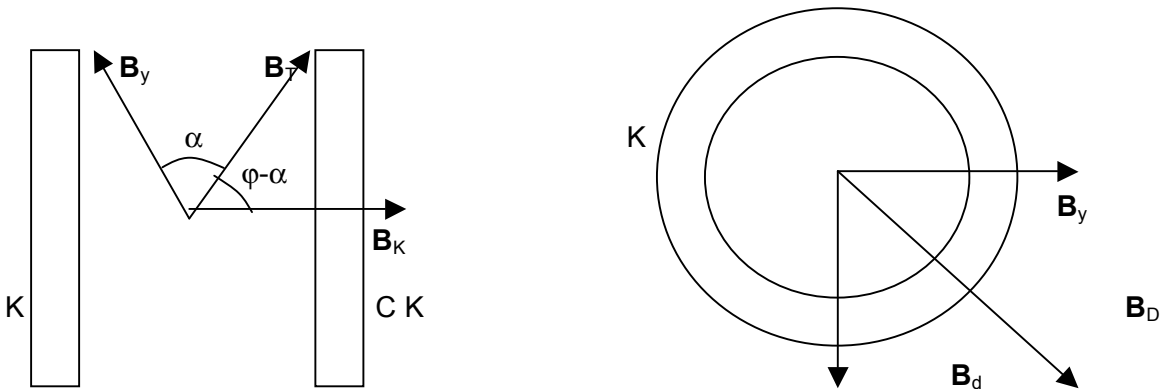
B_y bulunduğundan sonra, θ B_y ile B_D arasındaki açı olmak üzere, Dünya'nın manyetik alanının düşey bileşeni B_d Şekil 2 (sağ)'den türetilebilecek olan aşağıdaki bağıntı kullanılarak elde edilebilir.

$$B_d = B_y \tan(\theta) \quad (IV)$$

Buradan da, Dünya'nın manyetik alanının büyüklüğü B_D

$$B_D = (B_y^2 + B_d^2)^{1/2} \quad (V)$$

olarak bulunur.



Şekil 2 Bobinlere göre yatay (sol) ve düşey (sağ) düzlemlerdeki manyetik alanların vektör diyagramları

Deney Öncesi Sorular

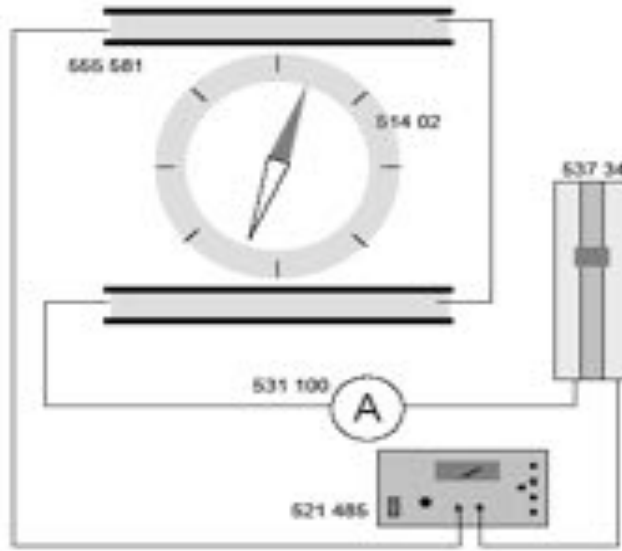
- 1-) φ dar açı olduğunda Denk.(I)'in elde edilebileceğini gösteriniz.
- 2-) Pusula açısının ölçümündeki %5 hata hesaplanan manyetik alanda ne kadar hataya sebep olabilir?
- 3-) Bir çubuk mıknatısın kuzey kutbu Dünya'nın coğrafi kuzey kutbuna doğru çekilir. Fakat, benzer kutuplar birbirini iter. Bu ikilemden nasıl çıkılabilir?

Deney Malzemeleri

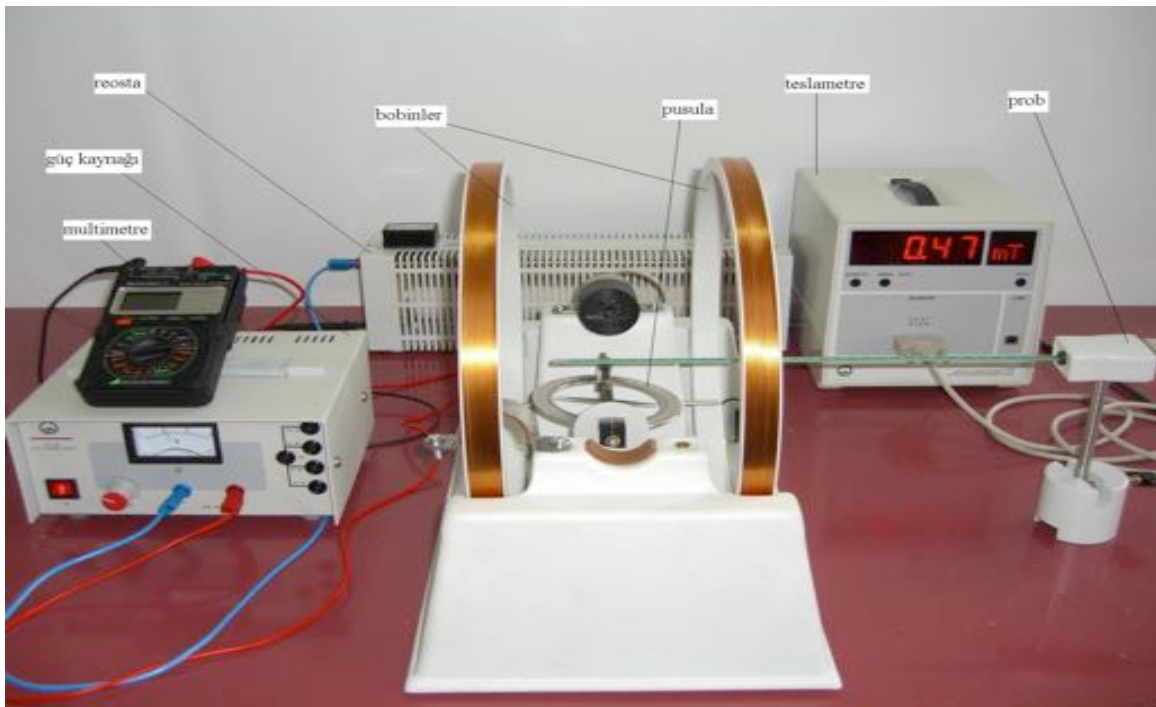
Bu deneyde, bir çift Helmholtz bobini (555 581), DA güç kaynağı (521 485), 100 ohm'luk reosta (537 34), teslametre, Hall probu, multimetre (531 100), pusula (514 02) ve bağlantı kabloları kullanılacaktır (bkz. Şekil 4).

Deneyin Yapılışı

1-) Şekil 3'de devre şeması verilmiş olan ve Şekil 4'de kurulmuş hali görülen deney düzeneğini kurunuz.



Şekil 3 Deney düzeneğinin devre şeması



Şekil 4 Deney düzeneği

2-) Helmholtz alanının kalibrasyonu ve k 'nin bulunması

- Manyetik alanı ölçmeden önce teslametreyi kalibre ediniz.
- Helmholtz alanını (B_K), Hall probunu kullanarak, I_K akımının fonksiyonu olarak ölçünüz. Ölçümlerinizi Çizelge 1'e kaydediniz.
- B_K - I_K grafiğinden kalibrasyon faktörü k 'yi hesaplayınız.

3-) Sapma açısının I_K 'nin fonksiyonu olarak ölçülmesi ve B_y 'nin bulunması

- Manyetik alanı ölçmeden önce teslametreyi kalibre ediniz.
- Pusulayı Helmholtz bobinlerinin arasına yerleştiriniz ve ölçek düzleminin yatay olmasını sağlayınız. Pusula ve bobin sistemini, manyetik iğnenin kuzey-güney doğrultusu Helmholtz bobinlerinin eksenine dik olacak biçimde çeviriniz.
- Çizelge 2'de verilen α değerlerini sağlayan I_K akımlarını ölçünüz. Açının belirlenmesinde iğnenin iki ucu da dikkate alınmalıdır. Ölçüm sonuçlarını Çizelge 2'ye kaydediniz.
- B_K - $\tan(\alpha)$ grafiğinden B_y 'yi hesaplayınız.

4-) Eğiklik açısı θ 'nin ölçümü ve B_d 'nin bulunması

- Akım sıfırken pusulayı 90° döndürünüz, düşey düzleme paralel hale getiriniz ve eğiklik açısı θ_1 'i ölçünüz.
- Pusulayı 180° döndürünüz ve θ_2 eğiklik açısını ölçünüz.
- B_d 'yi eğiklik açısı θ 'yi θ_1 ve θ_2 'nin aritmetik ortalaması olarak alıp hesaplayınız.

5-) Bileşenlerini bulmuş olduğunuz manyetik alanın büyüklüğünü hesaplayınız.

Notlar:

- Deney sırasında reostayı kullanmayı unutmayınız. Bildiğiniz gibi bir devreye uygulanan gerilimin devrede yaratacağı akım devrenin eşdeğer direnciyle ters orantılıdır. Dolayısıyla gerilimi yükseltmezseniz akımı arttırmak için reostanın direncini düşürebilirsiniz. Ayrıca deneyin yapılış aşamalarının üçüncüsünde gerekli açı değerlerinin yüksek duyarlılıkla elde edilmesinde reosta direncinin büyük olması gerekmektedir.
- Pusula Helmholtz bobinlerinin arasına yerleştirildikten sonra hareket ettirilmezse daha iyi sonuç alınır. Bu nedenle yukarıdaki yapılış sırasının takip edilmesi tavsiye edilir. Ayrıca pusulanın döndürülme işlemleri ayağı hareket ettirilmeden sadece ayağı ile arasındaki bağlantıyı sağlayan mil eksenini etrafında yapılmalıdır.

B_K (mT)	I_K (A)
	0.5
	1.0
	1.5
	2.0
	2.5

Çizelge 1

I_k (mA)	α ($^\circ$)
	0
	10
	20
	30
	40
	50
	60
	70
	80

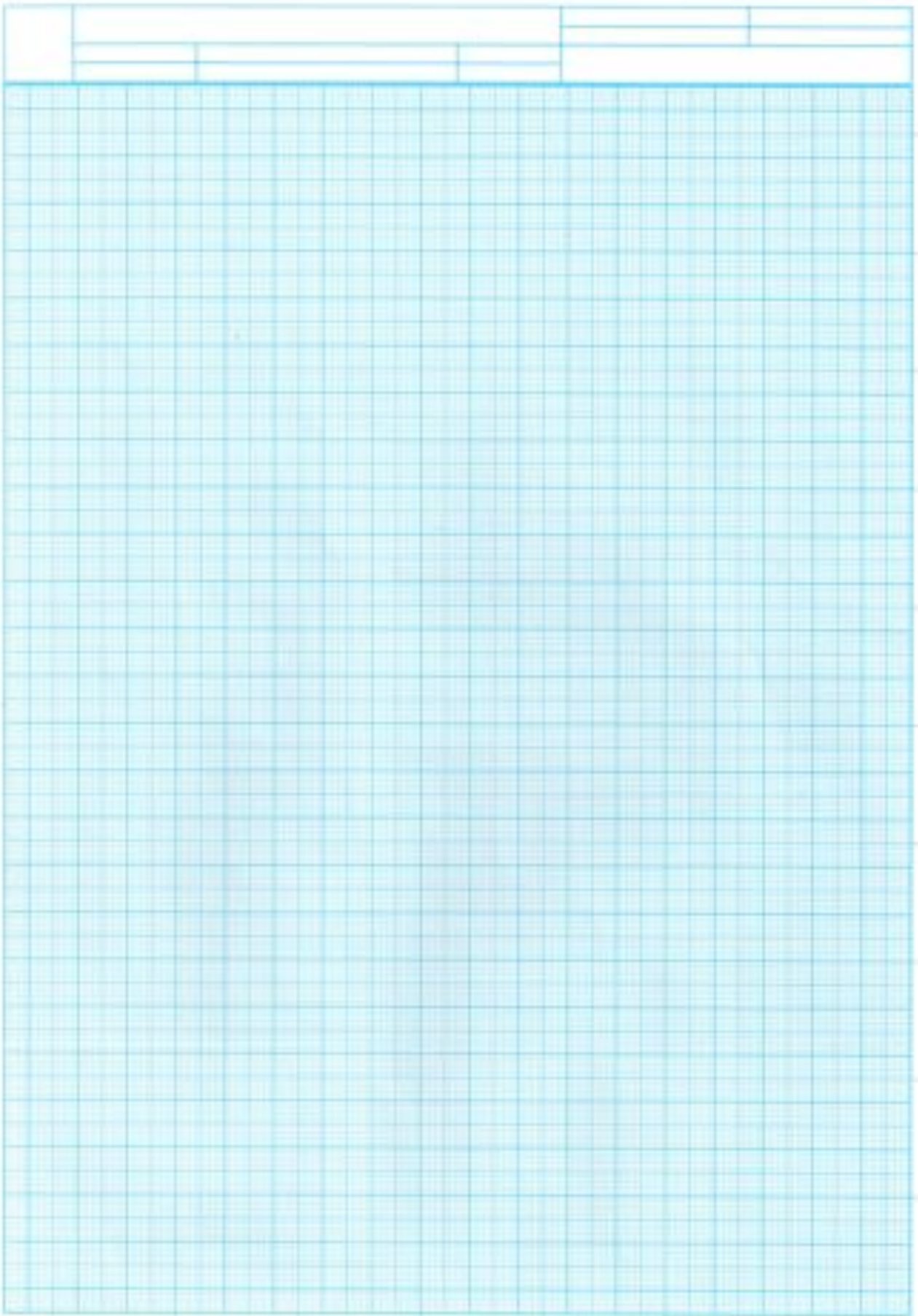
Çizelge 2

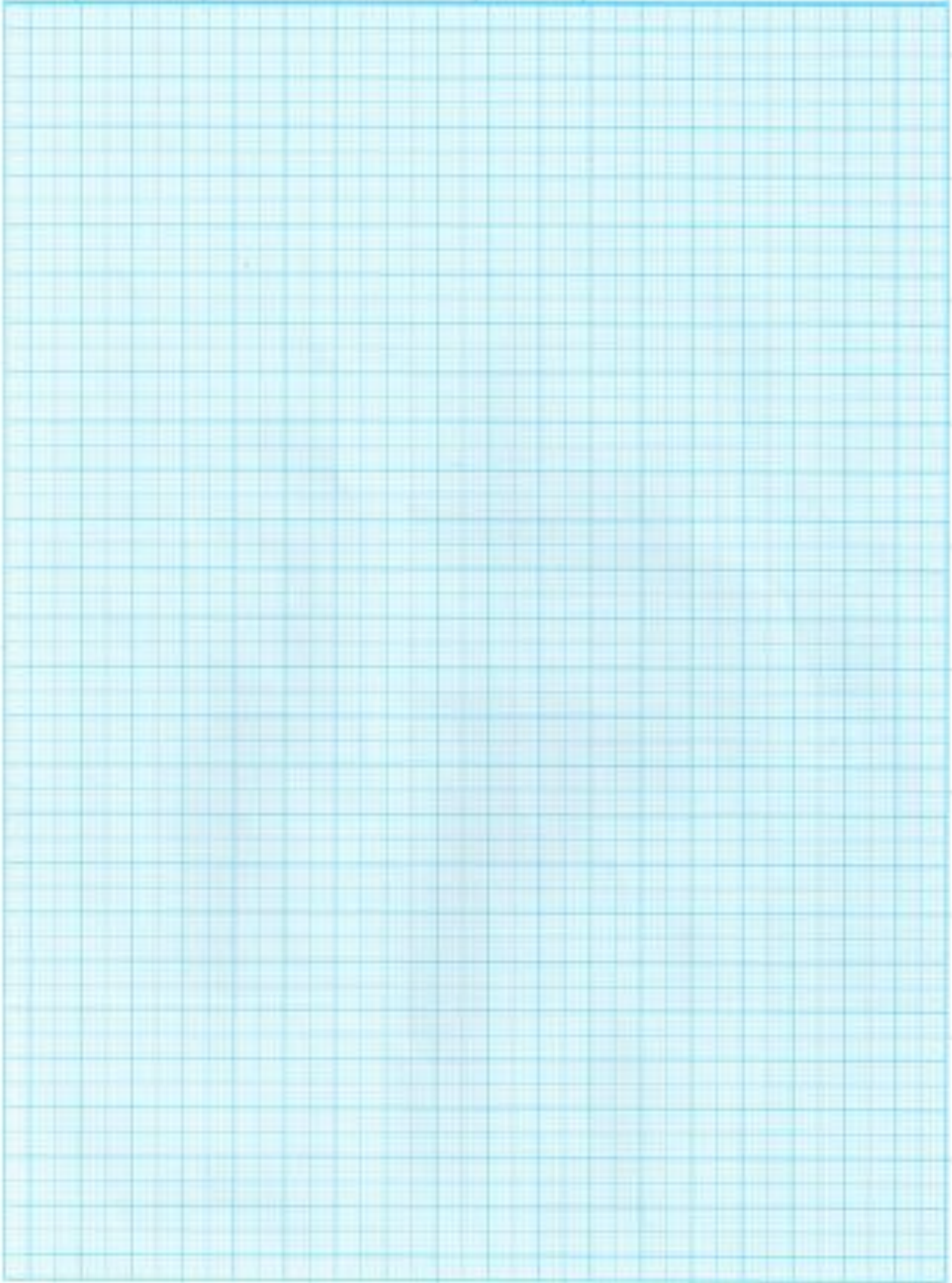
Sorular

1-) Sizce bu deneydeki hata kaynakları nelerdir?

2-) Pusula düzleminin hizalanmasının manyetik iğnenin açısı üzerinde nasıl bir etkisi vardır? Planlanan dönme yönünü ve sonuçtaki torkları düşünün

3-) Galvanometrenin (bobinlerin) bağlantıları tersine çevrildiği zaman açısal sapma neden tersine döner?





Yorum
