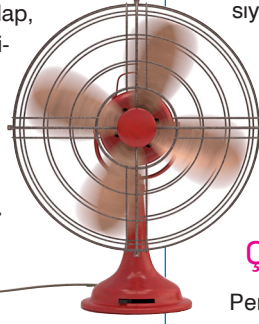


DÜZGÜN ÇEMBERSEL HAREKET

Hareket çeşitlerinden biri de dönme hareketidir. Dönme hareketi yapan dönme dolap, sabit bir eksen etrafında döner. Vantilatör, sabit bir eksen etrafında dönerek havayı dağıtır.

Bir cismin sabit süratle bir eksen etrafında çembersel yörüngede yaptığı dönme hareketine **düzgün çembersel hareket** denir.

Bilgisayarlarda bulunan CD sürücüler, düzgün çembersel hareket yaparak CD'nin dönmesini sağlar. Bu sayede CD üzerindeki veriler okunur. Çamaşır makinelerinin kazanları da çembersel hareket yapar. Çamaşır kazanının sabit bir eksen etrafında dönmesiyle çamaşır üzerindeki su tanecikleri çamaşırdan ayrılır.



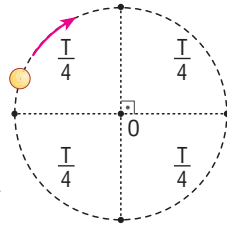
dönmesiyle çamaşır üzerindeki su tanecikleri çamaşırdan ayrılır.

Düzgün Çembersel Hareket İle İlgili Kavramlar

Periyot

Düzgün çembersel hareket yapan cismin bir tam devir yapması için geçen zamana **periyot** denir. "T" ile gösterilir. SI birim sisteminde birimi saniyedir.

O merkezli çember üzerinde sabit süratle dolanan cisim, her bir çeyrek çemberi, periyodun dörtte biri sürede geçer.



Frekans

Düzgün çembersel hareket yapan cismin birim zamanda yaptığı devir sayısına **frekans** denir. Frekans "f" ile gösterilir. SI'da birimi $\frac{1}{\text{saniye}}$ (s^{-1}) ya da hertz (Hz)'dir.

Periyot ve frekans, çarpmaya göre bir birinin tersidir.

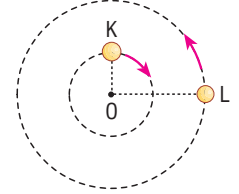
Periyot ile frekans arasında, $T = \frac{1}{f}$ ya da $f = \frac{1}{T}$ eşitliği vardır.

Örneğin, periyodu 3 s olan bir cismin frekansı $\frac{1}{3} \text{ s}^{-1}$ 'dir.

Örnek .. 1

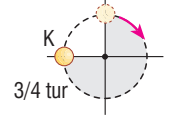
Aynı düzlemde O noktası etrafında sırasıyla 4 s ve 3 s periyotlarla düzgün çembersel hareket yapan K ve L cisimleri ok yönlerinde dönmektedir.

Buna göre, cisimlerin şekildedeki konumlarından itibaren 15 s sonraki konumları nasıl olur?



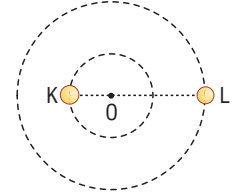
Çözüm

Periyodun tam katı değerlerde cisim ilk konumunda olur. K'nin periyodu 4 s olduğu için K cisimi 12 saniye sonra aynı konumunda olur. Geriye kalan 3 s'de ise K cisimi 3/4 tur döner. Dolayısıyla 15 s sonraki konumu şekildedeki gibi olur.



L'nin periyodu 3 s verilmiş, bu değer 15 in tam katıdır. L cisimi 5 tur dönerek 15 s sonra aynı konumunda bulunur.

Buna göre, K ve L'nin 15 s sonraki konumları şekildedeki gibi olur.



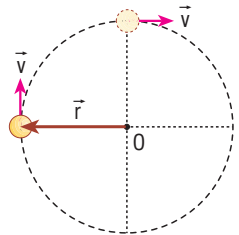
Çizgisel Hız

Düzgün çembersel hareket yapan cismin, çembersel yolu almasını sağlayan, büyüklüğü sabit ve çembere sürekli teğet olan anlık hız, cismin **çizgisel hızıdır**.

Çizgisel hızın büyüklüğü, cismin aldığı yolun süreye oranı ile bulunur. Çizgisel hız "v" ile gösterilir. Birimi m/s'dir. Cisim bir tur attığında çemberin uzunluğu ($2\pi r$) kadar yol alır. Bir tur için geçen süre bir periyottur.

Buna göre, çizgisel hızın büyüklüğü aşağıdaki formül ile bulunur.

$$v = \frac{2\pi \cdot r}{T} \quad \text{ya da} \quad v = 2\pi \cdot f \cdot r$$



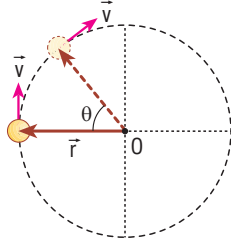
📖 Düzgün çembersel harekette hız vektörü, yarıçap vektörüne daima diktir. Hızın büyüklüğü değişmez, yönü değişir.

Çembersel harekette, çember merkezini cisme birleştiren vektöre, **yarıçap vektörü** ya da **konum vektörü** denir.

Açısal Hız

Düzgün çembersel hareket yapan cismin yarıçap vektörünün birim zamanda daire üzerinde taradığı açının radyan cinsinden değerine **açısal hız** denir. Açısal hız " ω " ile gösterilir.

Bir tam tur dönen cismin yarıçap vektörünün taradığı açı radyan cinsinden 2π 'dir. Bu sırada geçen süre ise hareketin periyoduna eşittir. Açısal hızın büyüklüğü,



$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{ya da} \quad \omega = 2\pi \cdot f$$

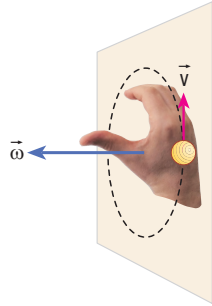
formülü ile bulunur.

Açısal hızın birimi $\frac{\text{radyan}}{\text{saniye}}$ (rad/s)'dir.

📖 Açısal hız vektörel bir büyüklüktür. Açısal hız vektörünün yönü sağ el kuralı ile bulunur. Dört parmak dönüş yönünde tutulursa yana açılan baş parmak, açısal hız vektörünün yönünü gösterir.

📖 Açısal hız vektörü, cismin döndüğü düzleme diktir.

📖 Düzgün çembersel hareket yapan cismin açısal hızının yönü ve büyüklüğü değişmez.



Açısal Hız İle Çizgisel Hız Arasındaki İlişki

$v = 2\pi \cdot f \cdot r$ ve $\omega = 2\pi \cdot f$ formüllerinden, çizgisel hız ve açısal hız arasındaki ilişki aşağıda verilen formülle ifade edilir.

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

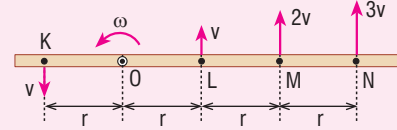
Büyüklikleri arasındaki ilişki ise; $v = \omega \cdot r$ şeklinde yazılır.

📖 Düzgün çembersel hareket yapan bir cismin bütün noktalarının açısal hızı aynıdır.

📖 Düzgün çembersel hareket yapan bir cisim üzerindeki bir noktasının çizgisel hızının büyüklüğü o noktanın dönme eksenine uzaklığı ile doğru orantılıdır.

BEST
BİLGİ

★★★



Çubuk O noktası etrafında düzgün çembersel hareket yapıyor; K, L, M, N noktalarının açısal hızları (ω) eşittir.

K, L, M, N noktalarının çizgisel hızları, O'ya olan uzaklıkları ile orantılı olarak, şekildeki gibi gösterilebilir.

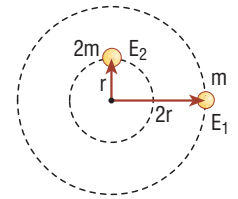
Örnek .. 2

2m ve m kütleli cisimler, şekildeki r ve 2r yarıçaplı çembersel yörüngelerde eşit periyotla dolmaktadır.

m kütleli cismin kinetik enerjisi E_1 , 2m kütlelininki de E_2 olduğuna göre, $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 8

ÖSYM sorusu



Çözüm

Cisimlerin periyotları eşit olduğuna göre, açısal hızları da eşittir.

Çizgisel hız, $v = \omega \cdot r$ olduğundan, cisimlerin çizgisel hızları yarıçaplarla orantılıdır.

2m kütleli cismin hızı v ise,

m kütleli cismin hızı 2v'dir.

Cisimlerin kinetik enerjileri yazılıp oranlanırsa;

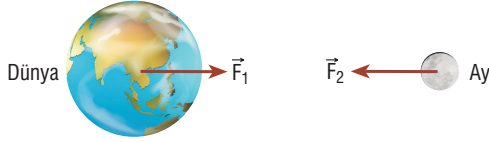
$$E_1 = \frac{1}{2} m(2v)^2 \quad E_2 = \frac{1}{2} 2m \cdot v^2$$

$$\frac{E_1}{E_2} = 2 \quad \text{bulunur.}$$

Cevap B

KÜTLE ÇEKİMİ

Evrendeki bütün maddeler birbirlerini çeker. Maddelerin kütlelerinden dolayı birbirlerine uyguladıkları bu kuvvete **kütle çekim kuvveti** denir.



Kütlelerin birbirlerine uyguladıkları \vec{F}_1 ve \vec{F}_2 kuvvetleri değerce birbirine eşit, aynı doğrultulu ve zıt yönlü kuvvetlerdir.

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$$

Kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü,

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

bağıntısından bulunur. Bağlıtıda,

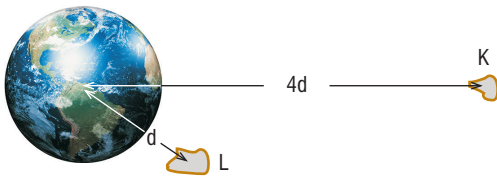
m_1 ve m_2 : cisimlerin kütlesi (kg)

d : cisimlerin kütle merkezleri arasındaki uzaklık (metre)

F : çekim kuvveti (newton) dir.

G : evrensel çekim sabiti olup değeri, $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Örnek .. 1



Dünya'nın, merkezinden d ve $4d$ uzaklıkta bulunan m_K ve m_L kütleli K ve L meteorlarına uyguladığı çekim kuvvetleri eşit büyüklüktedir. K ve L meteorları yer değiştirdiğinde, Dünya , K ve L meteorlarına sırasıyla F_K ve F_L çekim kuvveti uyguluyor.

Buna göre, $\frac{F_K}{F_L}$ oranı kaçtır?

- A) 4 B) 16 C) 64 D) 125 E) 256

Çözüm

Dünyanın kütlesi M olsun. Çekim kuvvetlerinin eşitliğinden,

$$G \frac{M \cdot m_K}{(4d)^2} = G \frac{M \cdot m_L}{d^2}$$

$$m_K = 16m_L$$

bulunur. Meteorlar yer değiştirdiğinde;

$$F_K = G \frac{M \cdot m_K}{d^2} = G \frac{M \cdot 16m_L}{d^2} = 16G \frac{M \cdot m_L}{d^2}$$

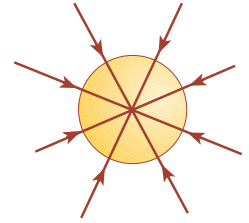
$$F_L = G \frac{M \cdot m_L}{(4d)^2} = \frac{1}{16} G \frac{M \cdot m_L}{d^2}$$

$$\frac{F_K}{F_L} = 256 \text{ bulunur.}$$

Cevap E

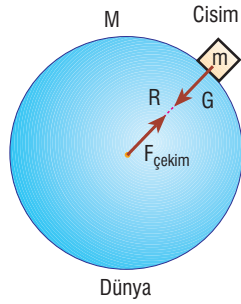
Kütle Çekim Alanı

Evrendeki her cismin, kütlesinden dolayı çevresinde oluşturduğu bir etki alanı vardır. Bu alana **kütle çekim alanı** denir. Kütle çekim alanı şekildedeki gibi cismin merkezine doğrudur.



Yer çekim ivmesi Dünya merkezine doğrudur.

Kütle çekim alanında bulunan cisimlere kütle çekim kuvveti (ağırlık) etki eder. Dünya üzerindeki bulunan m kütleli cisme etki eden kütle çekim kuvveti o cismin yer yüzündeki ağırlığına eşittir. Bu eşitlik kullanılarak,



$$G = F_{\text{çekim}}$$

$$m \cdot g = G \frac{M \cdot m}{R^2}$$

$$g = G \frac{M}{R^2} \text{ bağıntısı elde edilir.}$$

Bağıntıda g, çekim alanı şiddeti veya çekim ivmesidir. Buna göre Dünya'nın yüzeyinden uzaklaştıkça çekim ivmesi yerküre merkezine olan uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak azalır.

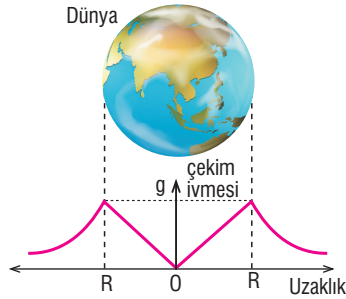
$$g = G \frac{M}{R^2} \text{ bağıntısında,}$$

$$M = dV; \text{ ve } V = \frac{4}{3} \pi R^3$$

değerleri yerlerine yazılınca,

$$g = \frac{4}{3} \pi GRd \text{ bağıntısı bulunur.}$$

Bu bağıntı, Dünya'nın yüzeyi Dünya'nın merkezi arasında geçerlidir. Buna göre, Dünya'nın yüzeyinden merkeze doğru gidilirken yer çekim ivmesi merkeze olan uzaklıkla doğru orantılı olarak değişir.



Dünya yüzeyinden merkeze doğru gidilirken de Dünya yüzeyinden uzaklaşırken de yerçekim ivmesi azalır.

Dünya yüzeyinde, deniz seviyesindeki cisimlerin ağırlığı iki nedene bağlı olarak değişebilir.

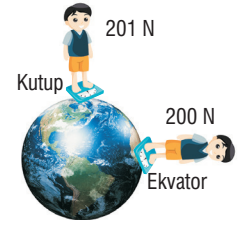
Birincisi, enlemdir. Çembersel hareket yapan bir sistemde bulunan bütün noktaların açısal hızı eşit büyüklükte ve çizgisel hızları ($v = \omega \cdot R$) bağıntısına göre, yarıçapla doğru orantılıdır. Cismin ekvatorda olması durumunda çizgisel hız maksimum olup kutuplara doğru gidildikçe azalmaktadır.

Merkezkaç kuvvetinin merkez doğrultusundaki bileşeni ağırlığı azaltıcı yönde etki yapar. Bu azaltıcı etki kutuplara doğru gidildikçe azalır. Sonuç olarak enlemin değişmesi cisimlerin ağırlığını değiştirir.

İkincisi, kutupların ekvatora göre basık olmasıdır. Kutuplardaki bir cisim ekvatordaki bir cisme göre Dünya merkezine daha yakındır.

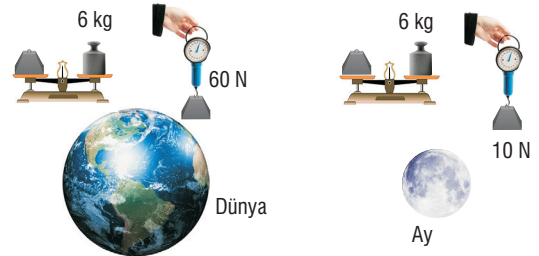
$$F = G \frac{M \cdot m}{R^2} \text{ bağıntısına göre kutup-}$$

lara doğru gidildikçe kütle çekim kuvveti artar. Dolayısıyla cismin ağırlığı da artar.



Cisimlerin Dünya yüzeyindeki ağırlığı, deniz seviyesine olan uzaklığına göre de değişir. Ağırlık deniz seviyesinden yukarılara çıkıldıkça azalır. Bir cismin ağırlığı en büyük değerini deniz seviyesinde alır.

Bir cismin ağırlığı Dünya'dan farklı gezegenlerde ve ortamlarda değişir. Ay'ın kütlesi Dünya'nın kütlesinden küçük olduğu için, Ay'da çekim kuvveti ve ağırlık Dünya'dakinin yaklaşık altıda biri olur.



Kütle ve ağırlığın Dünyada ve ayda kıyaslanması

Örnek .. 2

ÖSYM sorusu

m_K kütleli K cismi dinamometreyle Yer'de tartıldığında 24 N geliyor. m_L kütleli L cismi de aynı dinamometreyle Ay'da tartıldığında 2 N geliyor.

Ay'ın çekim ivmesi Yer'in çekim ivmesinin $\frac{1}{6}$ sı olduğuna göre, $\frac{m_K}{m_L}$ oranı kaçtır?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 6

Çözüm

Çekim ivmesi Dünya'da g ise, Ay'da $\frac{g}{6}$ dir.

K ve L cismi için $G = m \cdot g$ bağıntısı yazılır.

$$K \text{ için; } 24 = m_K \cdot g$$

$$L \text{ için; } 2 = m_L \cdot \frac{g}{6} \Rightarrow 12 = m_L \cdot g \text{ bulunur.}$$

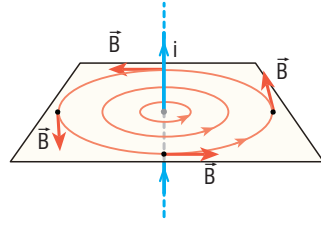
Bağıntılar taraf tarafa oranlandırıldığında,

$$\frac{m_K}{m_L} = 2 \text{ bulunur.}$$

Cevap B

Düz Telden Geçen Akımın Oluşturduğu Manyetik Alan

► Akım geçen doğrusal telin etrafında oluşan manyetik alan çizgileri, merkezleri tel üzerinde olacak biçimde iç içe halkalar şeklindedir.



► Üzerinden sabit i akımı geçen sonsuz uzunluktaki doğrusal telden d kadar uzaklıkta bir noktada oluşan manyetik alan şiddeti, aşağıdaki formül ile bulunur.

$$B = K \cdot \frac{2i}{d}$$

SI'da, iletkenen geçen akım (i)'nin birimi; "amper", seçilen noktanın iletkene dik uzaklığı (d)'nin birimi; "metre", manyetik alan sabiti; $K = 10^{-7}$ Newton / Amper² alındığında, manyetik alan birimi Tesla (T) ya da Weber/metre² (W/m²) olarak ifade edilir.

► Manyetik alan vektörel bir büyüklüktür. Manyetik alan \vec{B} ile gösterilir.

► Bir halka üzerinde herhangi bir noktadaki manyetik alan vektörü, o halkaya teğettir ve yönü sağ el kuralı ile bulunur.

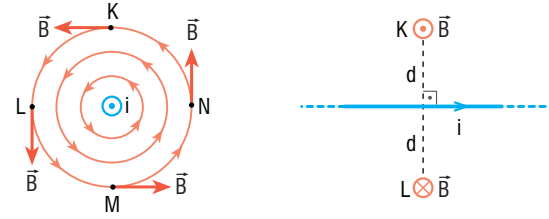
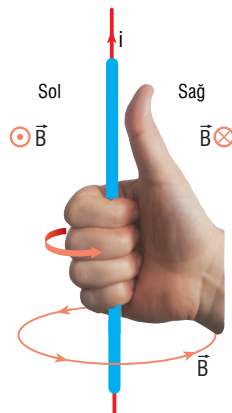
Sağ El Kuralı

Manyetik alanın yönü sağ el kuralı ile bulunur.

Baş parmak telden geçen akımın yönünü gösterecek biçimde, tel sağ elin avuç içine alındığında tel etrafında kıvrılan dört parmak manyetik alanın yönünü gösterir.

Şekilde de gösterildiği gibi, üzerinden yukarı yönde akım geçen sayfa düzlemindeki bir telin, "sayfa düzleminde" oluşturduğu manyetik alanlar sayfa düzlemine diktir.

Manyetik alan vektörleri; telin sol tarafında sayfa düzleminden dışa doğru (⊙), sağ tarafında sayfa düzleminde içe doğru (⊗)'dur.



Manyetik alan vektörü, manyetik kuvvet çizgilerine daima teğettir. K, L, M, N noktalarında manyetik alan vektörleri gösterilmiştir.

Sayfa düzlemine dik herhangi bir vektörün yönü:

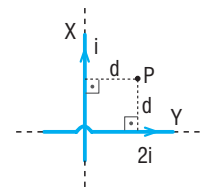
- Sayfa düzleminden dışa (bize) doğru ise "⊙" sembolü (okun ucu) ile gösterilir.
- Sayfa düzleminden içe (sayfanın arkasına) doğru ise "⊗" sembolü (okun arkası) ile gösterilir.

BEST
BİLGİ

Örnek .. 1

Birbirine dik, sonsuz uzunluktaki doğrusal X, Y tellerinden şekilde belirtilen yönlerde sırasıyla i, 2i şiddetinde elektrik akımı geçiyor. Tellerin oluşturduğu düzlemde ve tellerden d uzaklığında bulunan P noktasında \vec{B} manyetik alanı oluşuyor.

ÖSYM sorusu



X telinden geçen akımın yönü ters çevrilirse \vec{B} 'nin yönü ve büyüklüğü için ne söylenebilir?

- | \vec{B} 'nin yönü | \vec{B} 'nin büyüklüğü |
|---------------------|--------------------------|
| A) Değişmez | Değişmez |
| B) Değişir | Değişmez |
| C) Değişmez | Artar |
| D) Değişmez | Azalar |
| E) Değişir | Azalar |

Çözüm

Düz telden geçen akımın telden d kadar uzaktaki bir noktada oluşturduğu manyetik alan,

$$B = K \frac{2i}{d} \quad \text{bağıntısı ile hesaplanır.}$$

İlk durumda i akımının P'de oluşturduğu manyetik alan sağ el

X'in akımı $2i$, yarıçapı r olduğu için O'daki manyetik alanının büyüklüğü $4B$ olur. $4B \sim \frac{2i}{r}$

X ve Y'den geçen akımlar O'da zıt yönlü manyetik alanlar oluşturur. Y sayfa düzleminden dışa, X ise sayfa düzleminden içe doğru manyetik alan oluşturur. Y'inki \vec{B} verildiğine göre, X'inki $-4\vec{B}$ olur. Bu ikisinin bileşkesi ise $-3\vec{B}$ olur

Cevap A

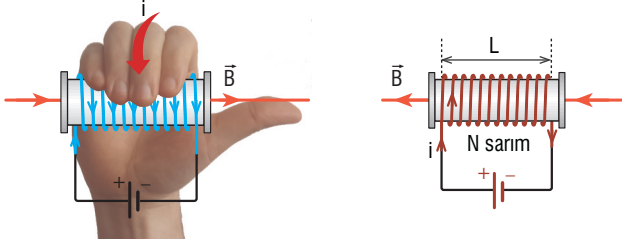
Akım Makarasının (Bobin) Manyetik Alanı

Üzerinden akım geçen L boyundaki N sarımlı bobinin (solenoidin) içindeki manyetik alan, her yerde düzgün ve makara eksenine paraleldir. Bu düzgün manyetik alanın büyüklüğü aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$B = K \cdot \frac{4\pi \cdot N \cdot i}{L}$$

SI'da akım şiddeti; "amper", uzunluk; "metre", manyetik alan şiddeti $\frac{\text{newton}}{\text{amper} \cdot \text{metre}}$ olur. Bu birim " $\frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$ " ve "tesla" birimi ile eş değerdir.

Sağ elin dört parmağı akım yönünü gösterecek şekilde makara avuç içine alınırsa, açılan baş parmak bobinin içindeki manyetik alanın yönünü gösterir

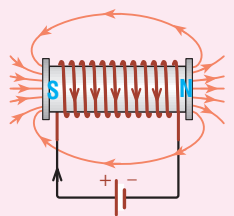


BEST BİLGİ

Bobinlerde ardışık iki sarım arasındaki uzaklık L/N oranına eşittir. Bu oran değişmeyecek şekilde sarım sayısı artırılan bobinin, aynı akım değeri için eksen boyunca oluşan düzgün manyetik alan şiddeti değişmez

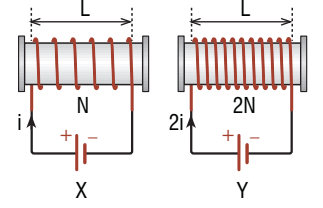
BEST BİLGİ

Üzerinden akım geçen bobin, mıknatıs özelliği gösterir. Yani bir elektromıknatıs oluşturur. Kutupları sağ el kuralına göre belirlenir.



Örnek .. 4

X ve Y bobinlerinin sarım sayıları, bobin uzunlukları ve akımları şekildeki gibi verilmiştir.



Buna göre,

- I. Y'nin merkezinde oluşan manyetik alan şiddeti X'inin dört katına eşittir.
- II. Yalnız sarımlarının sıklığı değiştirilerek X'in merkezindeki manyetik alan Y'ninkine eşitlenebilir.
- III. Şekildeki konumlarında X ve Y birbirini çeker.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

Çözüm

$B = K \cdot \frac{4\pi \cdot N \cdot i}{L}$ bağıntısına göre, Y'nin akım değeri ve sarım sayısı X'inkilerin iki katı olduğu için Y'nin merkezinde oluşan manyetik alan şiddeti X'inkinin dört katına eşittir. (I doğru)

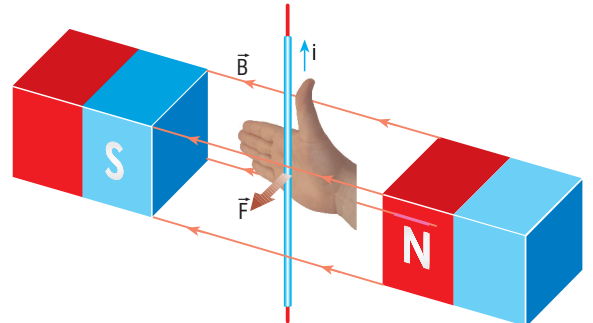
X'in sarımlarının uzunluğu L verilmiş. Bu değer L/4 olursa manyetik alan şiddeti dört katına eşit olur. Bu durumda X ve Y'nin manyetik alan şiddetleri eşitlenmiş olur. (II doğru)

Akım makaraları elektromıknatıstır. Şekildeki gibi geçen akımlar X ve Y'nin birbirine bakan uçlarının farklı kutup olmasını sağlar. Sağ el kuralına göre, X'in Y'ye yakın ucu N kutbu, Y'nin X'e yakın ucu S kutbu olur ve birbirlerini çeker. (III doğru)

Cevap E

Manyetik Alan İçerisindeki Akım Geçen Tele Etki Eden Kuvvet

Akım geçen iletken tele manyetik alanda kuvvet etki eder. Bu kuvvet tele diktir.

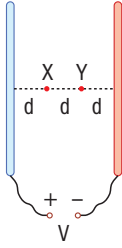




BASAMAK KONTROL TESTİ

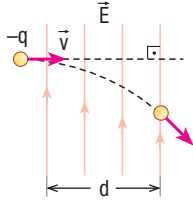
1. Birbirine paralel iletken levhalar V potansiyel farkı ile yüklenmiştir. Levhalar arasındaki X ve Y noktalarındaki elektrik potansiyeli sırasıyla V_X , V_Y dir.

Buna göre, $\frac{V_X}{V_Y}$ oranı kaçtır?



- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

2. Sayfa düzlemine paralel düzgün \vec{E} elektrik alan içinde \vec{v} hızıyla atılan $-q$ yüklü cisim şeklindeki yörüngeyi izliyor. Cismin d uzaklığını geçme süresi t, cisme etki eden elektriksel kuvvet F oluyor.



Yalnız \vec{v} hızı artırılırsa t ve F için ne söylenebilir?

	t	F
A)	Artar	Artar
B)	Azalır	Azalır
C)	Artar	Değişmez
D)	Azalır	Değişmez
E)	Değişmez	Artar

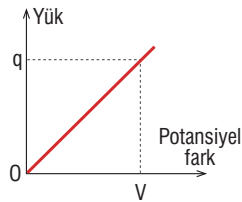
3. Bir sığacın yük - potansiyel farkı grafiği şeklindeki gibidir.

Grafikteki, q ve V bilinenleriyle sığacın;

- I. Sığası
II. Enerjisi
III. Levhaları arasındaki uzaklık

niceliklerinden hangileri hesaplanabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

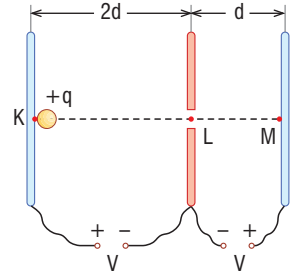


4. Bir sığacın sığası C'dir.

Sığacın levhalarının alanı yarıya indirilip, levhalar arası uzaklık 3 katına çıkartılırsa sığacın sığası kaç C olur?

- A) 6 B) 3 C) 1 D) $\frac{1}{3}$ E) $\frac{1}{6}$

5. Sürtünmesiz ve yer çekiminin önemsenmediği ortamda birbirine paralel levhalar V potansiyel farkı ile yüklenmiştir. +q yüklü cisim K noktasından serbest bırakılıyor.



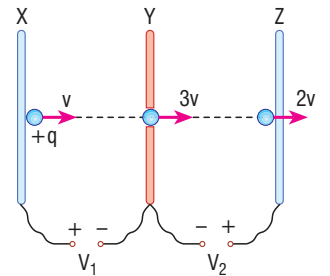
Buna göre, cisim;

- I. KL arasında hızlanır.
II. LM arasında yavaşlar.
III. KL arasını LM arasından daha uzun sürede alır.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

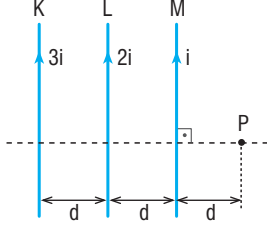
6. Sürtünmelerin ve yer çekiminin önemsenmediği ortamda birbirine paralel X, Y, Z iletken levhaları V_1 ve V_2 potansiyel farkı ile yüklenmiştir. X levhasının önünden v hızıyla atılan +q yüklü cisim, Y levhasından $3v$ hızıyla geçerek, Z levhasına $2v$ hızıyla çıkarıyor.



Buna göre, $\frac{V_1}{V_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{8}{5}$ B) 2 C) $\frac{16}{7}$ D) $\frac{8}{3}$ E) 3

7. Aynı düzlemde bulunan son-suz uzunluktaki paralel K, L ve M iletken tellerinden sırasıyla $3i$, $2i$, i akımları geçmektedir. Tellerle aynı düzlemde bulunan P noktasında bu tellerin ayrı ayrı oluşturduğu manyetik alan şiddetleri sırasıyla B_K , B_L , B_M 'dir.

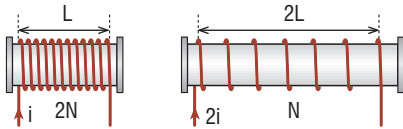


Buna göre B_K , B_L , B_M arasındaki ilişki nedir?

- A) $B_K = B_L < B_M$ B) $B_K = B_L = B_M$
 C) $B_K < B_L < B_M$ D) $B_K < B_M < B_L$
 E) $B_M < B_L < B_K$
8. Düzgün bir \vec{B} manyetik alana, alan çizgilerine dik olarak $+q$ yüklü parçacık v hızı ile atıldığında r yarıçaplı yörüngede çembersel hareket yapmaktadır. Aynı parçacığın elektrik yükü $+\frac{q}{2}$, alana atılma hızı $2v$ olsaydı yörünge yarıçapı kaç r olurdu?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

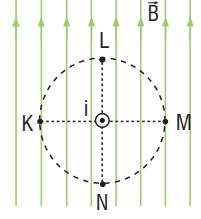
9. Şekildeki, sarım sayıları $2N$ ve N olan L ve $2L$ uzunluğundaki bobinlerden i ve $2i$ akımları geçiyor.



Bobinlerin içinde oluşan manyetik alanların şiddetleri sırasıyla B_1 ve B_2 olduğuna göre, $\frac{B_1}{B_2}$ oranı kaçtır?

- A) $\frac{1}{4}$ B) $\frac{1}{2}$ C) 1 D) 2 E) 4

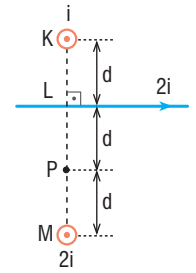
10. Sayfa düzlemindeki düzgün manyetik alan içine, sayfa düzlemine dik ve dışa doğru i akımı geçen sonsuz uzunluktaki tel yerleştirilmiştir.



Buna göre, manyetik alanın büyüklüğünün maksimum ve minimum olduğu noktalar hangisidir?

	Maksimum	Minimum
A)	L	K
B)	K	M
C)	M	K
D)	N	L
E)	M	N

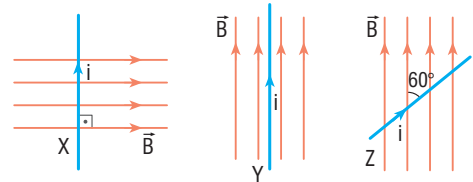
11. Sonsuz uzunluktaki K, L ve M iletken tellerinden L sayfa düzleminde, K ve M de sayfa düzlemine diktir. K'den i , L ve M'den $2i$ şiddetinde elektrik akımları geçiyor.



K'den geçen akımın şekildeki P noktasında oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü B olduğuna göre, aynı noktadaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü kaç B 'dir?

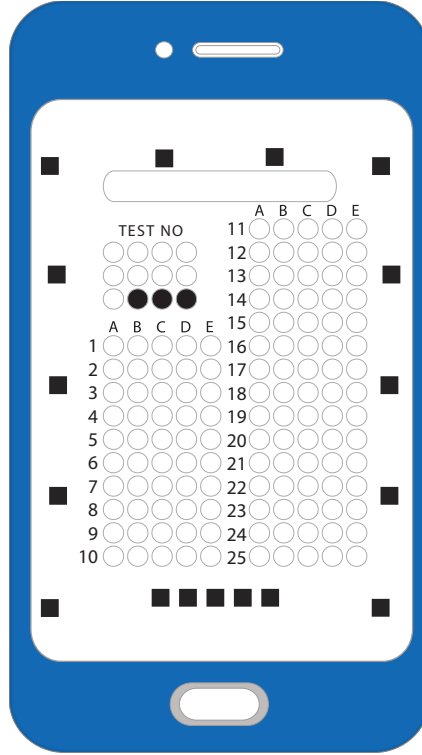
- A) 5 B) 4 C) 3 D) 2 E) 1

12. Şekildeki düzgün \vec{B} manyetik alan içinde bulunan X, Y, Z tellerinden i akımları geçmektedir.



Buna göre, hangi tellere manyetik kuvvet etki eder?

- A) Yalnız X B) Yalnız Y C) Yalnız Z
 D) X ve Z E) Y ve Z



7. Basamak Kontrol Testi Optiği

7. BASAMAK CEVAP ANAHTARI

Test 1	1-D	2-C	3-E	4-D	5-D	6-E	7-B	8-A	9-E	10-A
	11-C	12-C	13-B	14-C	15-A	16-C	17-E	18-C	19-B	

Test 2	1-D	2-B	3-A	4-D	5-C	6-D	7-B	8-B	9-E	10-D
	11-A	12-A								

Test 3	1-E	2-A	3-A	4-E	5-A	6-D	7-E	8-B	9-B	10-A
	11-D	12-D								

Test 4	1-E	2-E	3-C	4-E	5-C	6-B	7-A	8-A	9-A	10-B
	11-C	12-B								

Test 5	1-D	2-A	3-C	4-A	5-D	6-E	7-C	8-A	9-B	10-A
	11-D	12-A								

Test 6	1-C	2-C	3-B	4-A	5-B	6-C	7-E	8-E	9-A	10-B
	11-A	12-D								

BKT	1-D	2-D	3-C	4-E	5-E	6-A	7-B	8-D	9-D	10-C
	11-A	12-D								

ELEKTROMANYETİK DALGALAR

Bu ana kadar bahsedilen dalgalar, mekanik dalgalardır. Bu tür dalgaların yayılması için maddesel bir ortama ihtiyaç vardır. Bu bölümde ise boş uzayda dahi yayılabilen elektromanyetik dalgalar ve bu dalgaların oluşum yolları üzerinde durulacaktır. Bunun için Maxwell Denklemleri basitçe ele alınacak, Elektromanyetik Teori'nin ortaya çıkışı açıklanacaktır.

Maxwell'in elde ettiği ve elektromanyetik Teori'nin temeli olan denklemler, değişen bir manyetik alanın bir elektrik alan, değişen bir elektrik alanın da bir manyetik alan oluşturduğunu söyler.

Maxwell'in bu teorisi, elektrik alanlar ile manyetik alanlar arasında çok önemli bir ilişkiyi ortaya koymuş oldu. Hertz, Maxwell'in bu teorisini bir indüksiyon bobini kullanarak, bu düzenekteki üretici ve alıcı yapılarla kanıtlamıştır.

Hertz, bir dizi deney sonucunda, bu düzeneğe ürettiği dalgaların, ışık dalgalarının gösterdiği girişim, kırınım, yansıma, kırılma ve polarizasyon (kutuplanma veya tek boyutta titreşim yapabilme) özelliklerinin hepsine sahip olduğunu göstermiştir.

Hertz, ürettiği bu dalgaların hızının, ışığın bilinen hızı olan $3 \cdot 10^8$ m/s civarında olduğunu matematiksel denklemlerle hesaplamıştır.

Maxwell Denklemleri

1. Durgun Yüklerle İlgili Gauss Yasası

Gauss yasası olarak da bilinen ilk denklemin anlamı elektrik alanının skaler kaynağının elektrik yükleri olmasıdır. Elektrik alan noktasal yüklerde sonlanır. Herhangi bir kapalı yüzeydeki elektrik alanın akısı o yüzeyin içindeki toplam yük ile doğru orantılıdır.

2. Hareketli Yüklerle İlgili Gauss Yasası

Bu denklem ise kapalı bir yüzeyden geçen net manyetik akının sıfır olacağını söyler yani kapalı bir yüzeye giren manyetik alan çizgileri sayısının bu yüzeyden çıkan manyetik alan çizgileri sayısına eşit olduğunu anlatır. Bu durum, manyetik alan çizgilerinin, elektrik alan çizgilerinin aksine bir noktada başlayıp diğer noktada bitmeyeceğini gösterir. Manyetik alan çizgileri kapalı eğriler hâlinindedir.

3. Değişken Manyetik Alanlarla İlgili Faraday Yasası

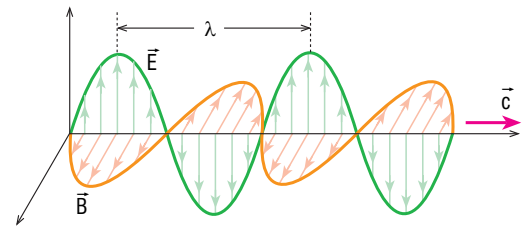
Bu denklem, manyetik akı değişiminin oluşturduğu indüksiyon emk'sini ifade eden, Faraday Kanunu'dur. Bu denklem, kapalı bir yol boyunca elektrik alan çizgilerinin sayısının, bu kapalı yol boyunca sınırlanan yüzey alanından birim zamanda geçen manyetik akı değişimine eşit olacağını anlatır. Faraday Kanunu'nun sonucu olarak zamanla değişen manyetik alan içindeki iletken bir halkada indüksiyon akımı oluşur.

4. Manyetik Dolanım İlgili Ampere Yasası

Bu denklem, manyetik alan, elektrik alan ve elektrik akımları arasındaki ilişkiyi tanımlayan Amper Kanunu'nun genelleştirilmiş biçimidir. Yani bu denklem bize, herhangi bir kapalı yol boyunca manyetik alanın çizgi sayısının, bu kapalı yol içinden geçen net elektrik akımları ile kapalı olan bu yol boyunca sınırlanmış herhangi bir yüzeyden geçen elektrik akısının değişim hızının toplamı olduğunu anlatır.

Bu Dört Denklem Ortak Çıkarımları

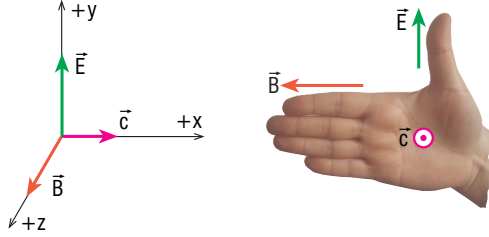
- 3. ve 4. Maxwell Denklemleri'nin çözümleri dalga şeklindedir. Burada elektrik alan ve manyetik alanın her ikisi de aynı dalga denklemini sağlar.
- Elektromanyetik dalgalar, boş uzayda **ışık hızı ile yayılır**.
- Düzlem elektromanyetik dalgaların elektrik ve manyetik alan bileşenleri, birbirlerine ve dalganın yayılma doğrultusuna diktir. Bu özellik, elektromanyetik dalgaların **enine dalgalar** olduğu sonucunu verir.



- Elektrik alan vektörü (\vec{E}) ile manyetik alan vektörü (\vec{B}) sinüzoidal olarak değişir. \vec{E} ve \vec{B} aynı fazdadır. Yani aynı anda maksimum ve minimum değerlerine ulaşırlar.

- Elektromanyetik dalgalar, dalgalara ait; kırınım, girişim, yansıma, kırılma... vb özelliklerin hepsine sahiptir.
- Elektrik alanın herhangi bir andaki değerinin, manyetik alanın o andaki değerine oranı, sabittir ve ışık hızına (c) eşittir.

$$\frac{E}{B} = c$$



Elektromanyetik dalgaların; hız, manyetik alan ve elektrik alan bileşenlerinin xyz koordinat sisteminde gösterimi

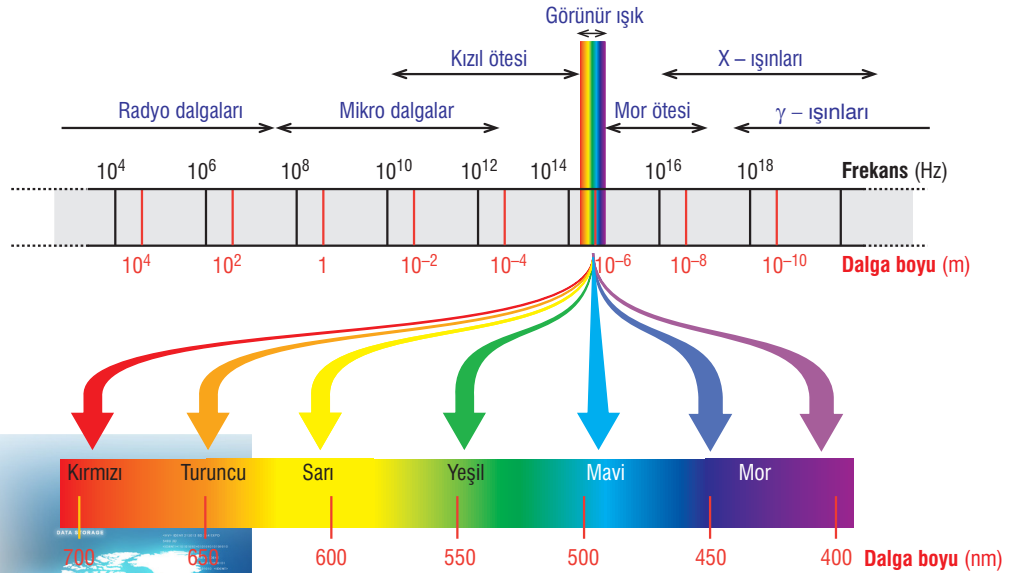
Manyetik alanın; hız, manyetik alan ve elektrik alan vektörlerinin yönü sağ el kuralı ile bulunur.

- Elektromanyetik dalgalar, elektrik yükü bakımından nötrdür.
- Elektromanyetik dalgalar elektrik ve manyetik alanda sapmaya uğramaz.

Elektromanyetik Dalgaların Tayfı ve Oluşum Yolları

Elektromanyetik dalgaların Hertz tarafından incelenen frekansları, görünür ışığı oluşturan dalgaların frekanslarından oldukça farklı olmasına rağmen, elektromanyetik dalgalar için türetilen dalga denklemi, her tür frekans için çözüm verir ve bütün frekanslar topluluğuna **elektromanyetik tayf** denir. Hertz'in çalışmalarından bu yana, elektromanyetik tayfdaki bütün frekans aralıkları incelenmiştir. "Elektromanyetik ışınma"; görünür ışık, morötesi ışınma, kızılötesi ışınma, mikrodalgalar, radyo dalgaları, X-ışınları ve gama ışınlarından meydana gelen bütün elektromanyetik tayfı ifade eder.

Elektromanyetik dalgalar yüklerin ivmeli hareketi sonucu oluşur.



Görünür ışığın dalga boyları; 400 nm - 700 nm (0,4 μm - 0,7 μm veya 4000 Å - 7000 Å) aralığındadır.

Sık kullanılan dalga boyları arasındaki geçişler:

$$1 \text{ mikrometre } (\mu\text{m}) = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nanometre } (\text{nm}) = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \text{ angstrom } (\text{Å}) = 10^{-10} \text{ m}$$



Işık, 1 saniyede yaklaşık 300.000 km yol alır.

Dünya'nın ekvator üzerinden çevresinin uzunluğu yaklaşık 40.000 km'dir. Buna göre, ışık 1 saniyede Dünya'nın çevresini 7,5 defa dolabilir. Bu nedenle, elektromanyetik dalgaların kullanıldığı cep telefonu ile Dünya'nın bir ucundan diğer ucundaki birine sesimizi ulaştırmamız anlık zaman diliminde gerçekleşir.