

Ortaöğretim
Fizik 11. Sınıf Ders Kitabı
Cevap Anahtarı



1. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

1. Alıştırma

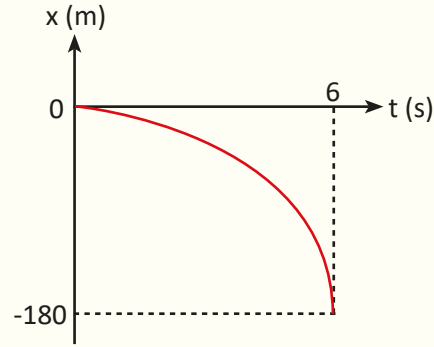
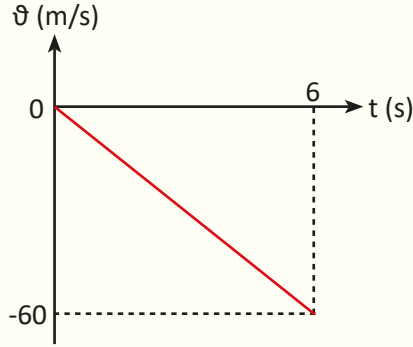
- Her iki cisim de sadece yer çekimi kuvvetinin etkisinde hareket etmektedir. Bu nedenle kozalağa etki eden net kuvvet yeme etki eden net kuvvetten daha büyüktür.
- Kozalak ve yem arasındaki düşey mesafe sürekli artar. Bunun sebebi kozalağın yemin yanından geçerken belli bir hız büyüklüğüne ulaşmış olmasıdır.
- Yer çekimi ivmesinin daha büyük olduğu senaryoda kozalağın yere çarpma hızı daha büyük, süresi ise daha küçük olacaktır.

2. Alıştırma

Bardak ve suyun ivmesi yer çekimi ivmesine eşit olduğundan iki cisim de aynı zaman aralığında eşit yollar alır. Bundan dolayı bardaktan su akmaz.

3. Alıştırma

- Kaya parçasının kopma anından 2 s sonraki yerden yüksekliği 120 m'dir.
- Yere ulaştığı anda kaya parçasının hız büyüklüğü 60 m/s'dir.
-



4. Alıştırma

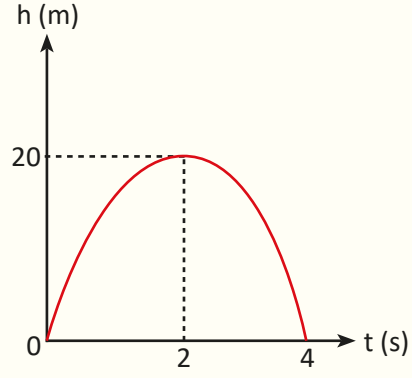
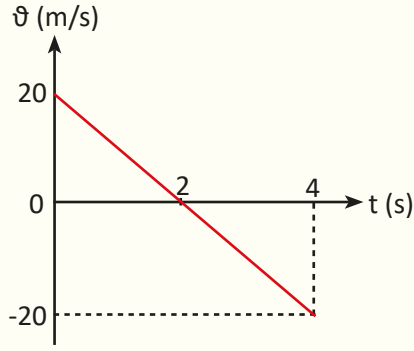
Su yüzeyinin kuyunun ağzına olan düşey uzaklığı 45 m'dir.

5. Alıştırma

- Top 2 saniye yükselirken 2 saniye de düşecektir. Topun havada kalma süresi 4 saniyedir.

Zaman (s)	Konum (m)	Hız (m/s)
0	0	20
1	15	10
2	20	0
3	15	-10
4	0	-20

b)



c) Top, hareket süresince yer çekimi ivmesi ile hareket edeceğinden Nurcan'ın görüşü hatalıdır.

ç) Top Nurcan'ın elinden 5 m yukarıdaki bir noktadan $10\sqrt{3}$ m/s hızla geçer.

6. Alıştırma

a) Topun maksimum yüksekliğe ulaşma süresi 3 s'dir.

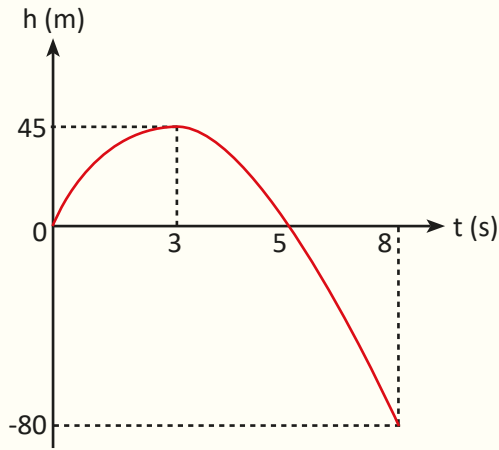
b) Topun yerden maksimum yüksekliği 125 m'dir.

c) Topun atıldığı noktaya geri dönme süresi 6 s'dir.

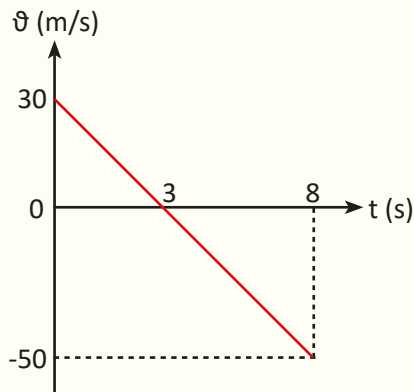
ç) Topun atıldıktan 7 s sonraki hız büyüklüğü 40 m/s, yerden yüksekliği ise 45 m'dir.

d) 8 s

e)



f)

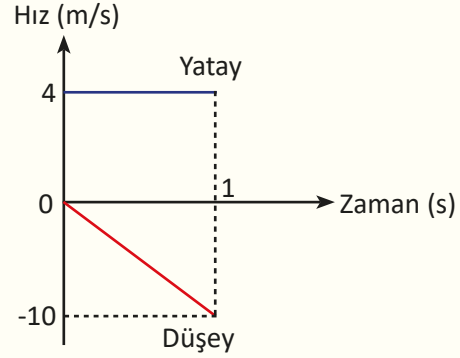
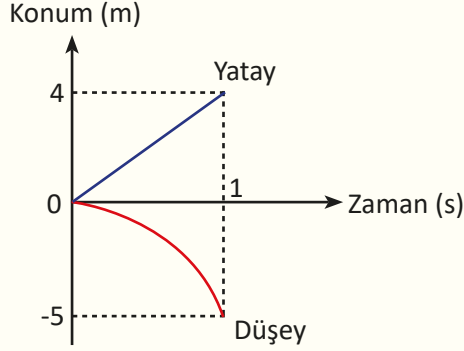


7. Alıştırma

- a) Topun yere çarpma anındaki hızı 6 m/s'dir.
- b) Topun yukarı çıkarken yerden ayrıldıktan hemen sonraki hız büyüklüğü 5 m/s'dir.
- c) Topun zeminle temas sırasındaki ivmesi 1000 m/s'dir.
- ç) Topun zeminle teması sırasındaki sıkışma miktarı $5,5 \cdot 10^{-3}$ m'dir.

Yazılı Çalışması Cevap Anahtarı

1. Kaplan kaya tabanından 4 m uzağa düşecektir.



2. Atlet pistten 10 m/s büyüklüğünde bir ilk hızla ayrılacaktır. Bu hızını %10 artırabilirse 11,616 m'lik bir atlayış gerçekleştirecektir.
3. Topun havada kalma süresi 6 s, atıldıktan 3 s sonraki hızı 20 m/s ve yere düştüğü noktanın fırlatılma noktasına uzaklığı 120 m olacaktır.
4. Yardım paketi atıldığı noktadan yatay olarak 250 m uzağa düşecek ve paketin yere çarpma hızı $50\sqrt{2}$ m/s olacaktır.
5. Gezegenin çekim ivmesi 5 m/s^2 büyüklüğündedir.

8. Alıştırma

- a) Kayanın fırlaması ile yanardağın eteğine çarpması arasında geçen süre 6 s'dir.
- b) Kaya yanardağın eteğine 40 m/s'lik düşey hız ile çarpar.

9. Alıştırma

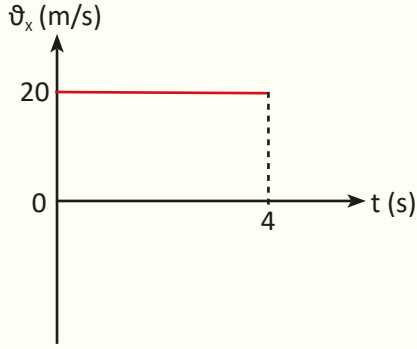
K ve L toplarının havada kalma süreleri eşittir.

10. Alıştırma

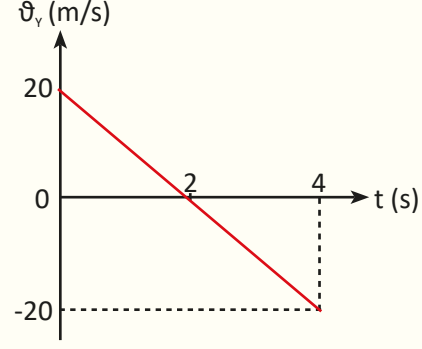
- a) Roketin havada kalma süresi 4 s'dir.
- b) Roketin maksimum yüksekliği 20 m'dir.
- c) Roketin yatay doğrultuda yer değiştirme miktarı 80 m'dir.
- ç) Roketin maksimum yükseklikteki hızı 20 m/s, ivmesi ise 10 m/s^2 'dir.

d)

Yatay Hız-Zaman Grafiği

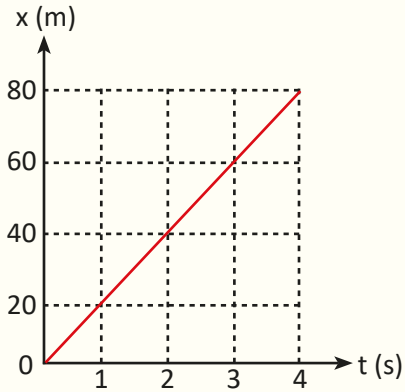


Düşey Hız-Zaman Grafiği

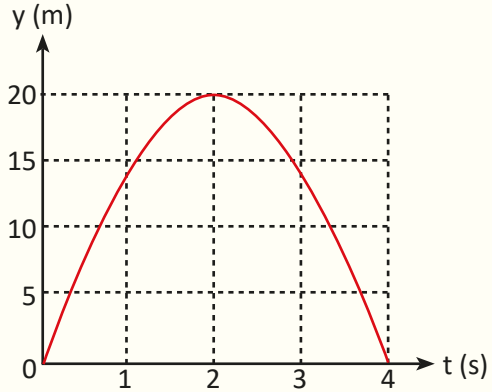


e)

Yatay Konum-Zaman Grafiği



Düşey Konum-Zaman Grafiği



- f) Roketin yatay eksenindeki yer değiştirme büyüklüğünün maksimum olması için yatay eksenle 45° açı yapacak şekilde fırlatılması gerekir. Açının 30° 'ye indirilmesi ya da 60° 'ye çıkarılması menzil uzaklığını artırmaz, tam tersine azaltır.

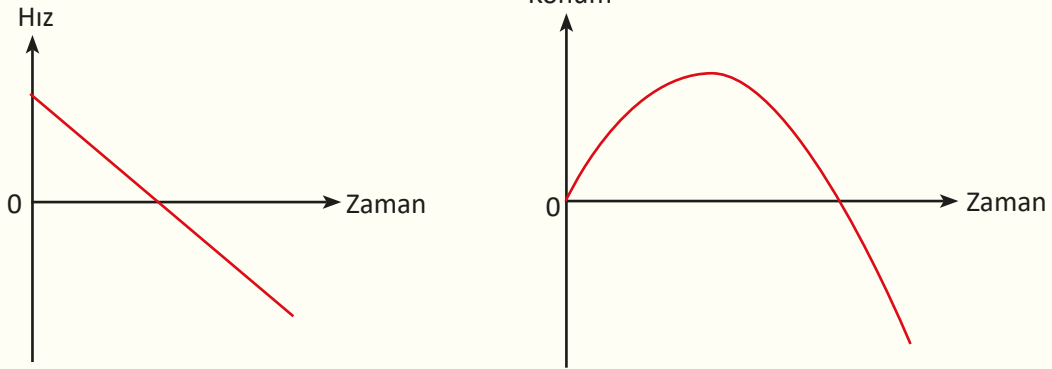
11. Alıştırma

Aracın nehre düşmeden inişini tamamlaması için uçurumdan ayrılma hızı en az 20 m/s olmalıdır.

12. Alıştırma

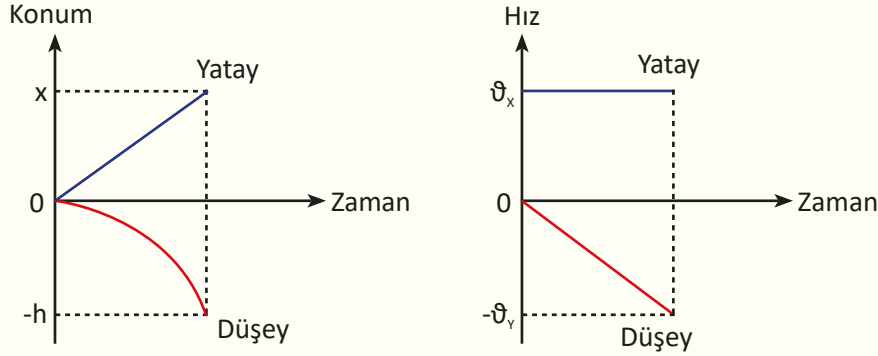
- a) Taş K ve N noktalarından geçerken ipin ucu bırakılacak olursa taş, tek boyutta sabit ivmeli hareket yapar.
- b) Taş L, M ve P noktalarından geçerken ipin ucu bırakılacak olursa taş, iki boyutta sabit ivmeli hareket yapar.

c)

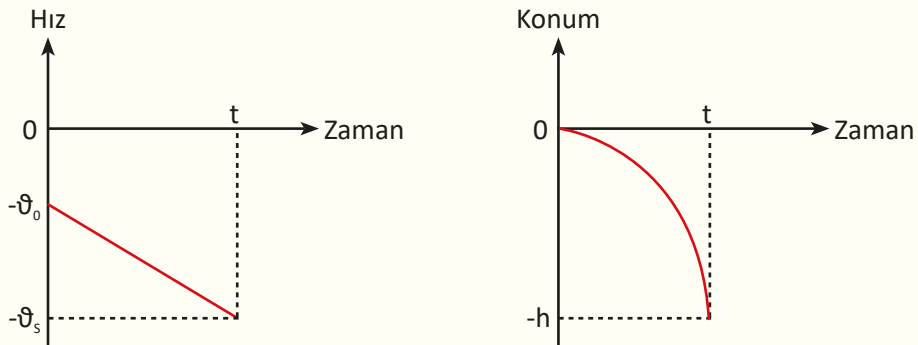


- ç) İpin ucu taş L noktasından geçerken bırakılırsa taş yere çarpana kadar geçen sürede taşın hız vektörü ile ivme vektörü arasındaki açı sürekli azalacaktır.

d)



e)



13. Alıştırma

Burada gerçekleşen olaylar, Newton'ın I. Hareket Yasası olarak da bilinen eylemsizlik ilkesiyle açıklanabilir. Newton kendi kitabında bu durumu "Tüm cisimler, bir kuvvet etkisi tarafından durumunu değiştirmeye zorlanmadıkça düzgün doğrusal hareketini veya durağanlığını korur." şeklinde ifade etmiştir. Çocuklar duran madenî paraların altındaki kâğıdı aniden çektiklerinde paralara yeterince kuvvet uygulanmadığından paralar devrilmeden durmaktadır. Aynı şekilde alttaki paraya başka bir para fırlattıklarında sadece alttaki paraya kuvvet uygulandığından para fırlayıp gitmekte, diğerleri ise yerinde kalmaktadır. Üçüncü olayda Aras kartonu hızlıca çektiğinde madenî para eylemsizlik ilkesi gereği durağanlığını korumaya çalışır. Kartonun hareket etmesinden bir süre sonra madenî para suyun içine düşer.

14. Alıştırma

$$a_0 = \frac{4F}{2m}, a_1 = \frac{F}{m}, a_2 = \frac{F}{2m}, a_3 = \frac{F}{5m}, a_4 = 0$$

$$a_0 > a_1 > a_2 > a_3 > a_4$$

15. Alıştırma

- a) 100 s
- b) 1000 m

16. Alıştırma

10 N/kg büyüklüğünde bir ivme ile kuzey ile doğu yönleri arasında harekete geçecektir.

17. Alıştırma



Anne ve kız birbirine eşit büyüklükte kuvvet uygulamaktadır. Kızın kütlesi annesinden daha küçük olduğundan $F = m \cdot a$ matematiksel modeline göre kızın ivme büyüklüğü annesine göre daha fazla olacaktır. Bu sebeple t süre sonunda kız, annesine göre ayrıldıkları noktadan daha uzakta olacaktır.

18. Alıştırma

"Etki ve tepki kuvvetleri aynı büyüklüktedir." ifadesi doğru olmasına rağmen Ahmet bu kuvvetlerin farklı cisimler üzerine etki ettiğini unutmuştur. Bundan dolayı "Bu iki kuvvetin toplamı sıfırdır." şeklindeki bir ifade hatalıdır. Ahmet'in sandığa uyguladığı kuvvet zeminin sandığa uyguladığı sürtünme kuvvetinden büyük olduğu anda sandık ivmelenerek harekete geçecektir.

19. Alıştırma

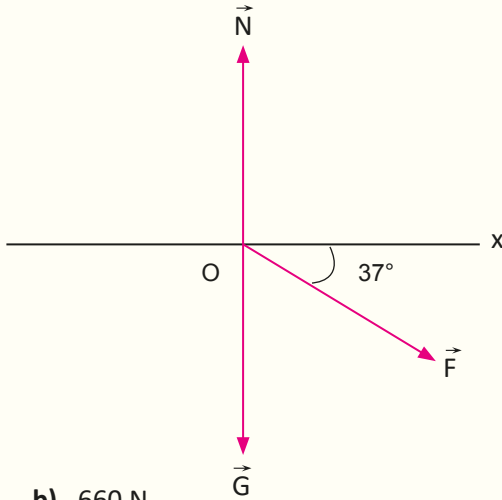
Etki kuvveti daima tepki kuvvetine eşit büyüklüktedir. Birinin diğerinden daha büyük olması söz konusu değildir. Bu yüzden Yunus ve Özgü'nün ifadeleri hatalıdır ve düzeltilmelidir. Tek doğru ifade Emre'ye aittir.

20. Alıştırma

- Havuz içinde dönüş gerçekleştirirken yüzücü havuz duvarına bir kuvvet uygularken havuz duvarı da yüzücüye eşit büyüklükte bir kuvvet uygular. Bu kuvvet sayesinde yüzücü ivmelenir ve yarışmaya devam eder. Bu iki kuvvet etki-tepki kuvvet çiftidir.
- Vazonun ağırlığı ile masanın vazoya uyguladığı kuvvet etki-tepki kuvvet çifti değildir. Bunun sebebi her iki kuvvetin de vazoya etki etmesidir.
- Roket motoru gazları aşağı doğru iterken gazlar da roketi eşit büyüklükte ve zıt yönde bir kuvvet uygulayarak roketi ivmelendirir. Burada iki cisim üzerine de eşit büyüklükte ve zıt yönde kuvvetler etki eder. Dolayısı ile bu iki kuvvet etki-tepki kuvvet çiftidir.
- Yürüme sırasında ayakkabı ile zemin arasında etki-tepki kuvvet çifti oluşur. Ayakkabının tabanı zemini iterken zemin de ayakkabının tabanını iter.
- Dünya ile Ay arasındaki kütle çekim etkileşimi eşit büyüklükte ve zıt yönde kuvvet çifti etkileşimi ile gerçekleşir. O yüzden bu kuvvet çifti de etki-tepki kuvvet çiftidir.

21. Alıştırma

a)



Elif, Emre'nin uyguladığı kuvvetin etkisiyle durgun hâlden harekete geçiyor. Sürtünmelerin ihmal edildiği de göz önüne alındığında Emre kuvvet uygulamaya devam ettiği sürece Elif belirli bir ivme ile hızlanacaktır.

b) 660 N

c) 4/3 N/kg

ç) Normal kuvvetin büyüklüğü artarken kızığın ivme büyüklüğü azalır.

22. Alıştırma

Her ikisinin de ivmesi 6 N/kg büyüklüğündedir. Bundan dolayı çocuk ve yetişkin aynı anda kaydırağın uç noktasına varırlar.

23. Alıştırma

$$a = \frac{m_2 \cdot g}{m_1 + m_2} \quad T = m_1 \cdot a = m_1 \cdot \frac{m_2 \cdot g}{m_1 + m_2}$$

24. Alıştırma

10 N/kg

25. Alıştırma

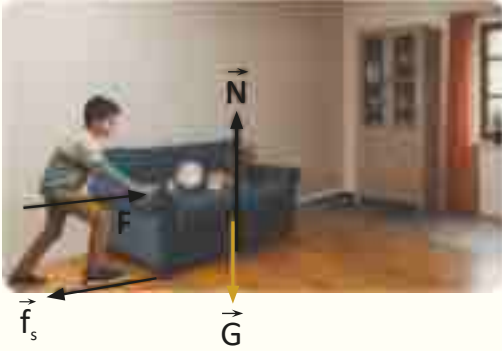
0,9 N/kg

26. Alıştırma

Uygulanan Kuvvet (N)	0	15	30	40	45	35	15	5
Sürtünme kuvveti (N)	0	15	30	40	35	35	35	35
Sürtünme kuvvetinin türü (statik ve kinetik)	-	Statik	Statik	Statik	Kinetik	Kinetik	Kinetik	Kinetik

27. Alıştırma

a)



Kanepeye etki eden statik sürtünme kuvveti ($\vec{f}_s$) ile Ali'nin koltuğa uyguladığı itme kuvveti ($\vec{F}$) zıt yönlüdür. Kanepeler harekete geçene kadarki süreç için kanepenin serbest cisim diyagramı şekildeki gibi çizilir.

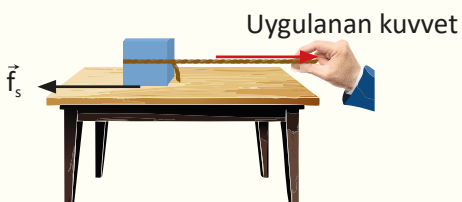
- b) Kanepeler harekete başladıktan sonra kanepelere kinetik sürtünme kuvveti etki eder.
- c) Kanepeler, fayans zemine geçtiğinde kanepeler ile zemin arasındaki sürtünme katsayısı azalır. Sürtünme kuvvetinin değeri düşeceğinden Ahmet kanepeleri daha rahat ittirir.
- ç) Kanepenin üzerindeki eşyaların alınması; normal kuvveti, dolayısıyla kinetik sürtünme kuvvetini azaltacaktır.

28. Alıştırma

a)

Uygulanan kuvvet (N)	0	30	45	65
Sürtünme kuvveti (N)	0	30	45	40
Sürtünme kuvvetinin türü (Statik/Kinetik)	-	Statik	Statik	Kinetik

b)



c) 60 N

ç) 45°

29. Alıştırma

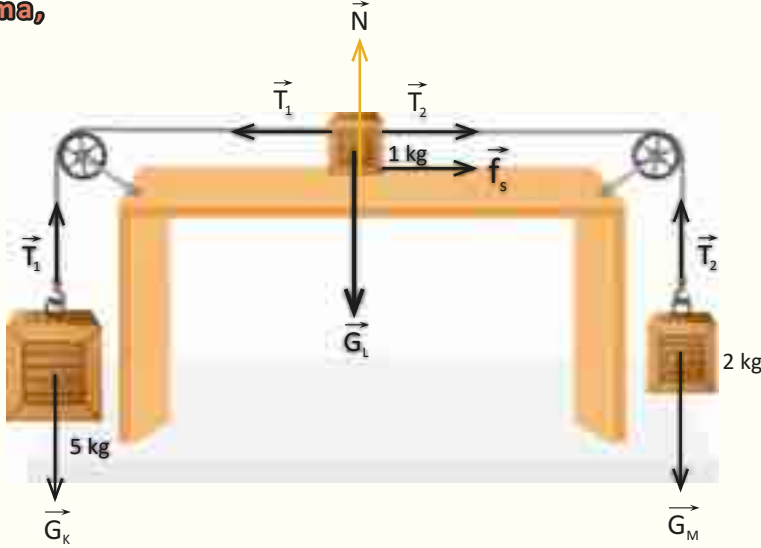
0,75

30. Alıştırma

15 N

31. Alıştırma,

a)



b) 3 N/kg

c) $T_1 = 35 \text{ N}$ $T_2 = 26 \text{ N}$

ç) Sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün azalması sistemin ivme büyüklüğünü artırır. Bu durumda iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri azalır.

32. Alıştırma

880 m

33. Alıştırma

a) 2,2 kg ile 5,8 kg arasındaki değerleri alabilir.

b) 5/11 N/kg

c) 5/11 N/kg

34. Alıştırma

50 N

35. Alıştırma

- I. Paraşütçünün hızındaki artış miktarı zamanla azalmaktadır. Bunun sebebi paraşütçüye etki eden sürtünme kuvvetinin büyüklüğünün kuvvetinin artmasıdır. Bu ifade doğrudur.
- II. Paraşütün hızı t_1 ve t_3 anlarında sabit bir büyüklüğe ulaşmıştır. Bu sebeple bu ifade hatalıdır.
- III. $t_1 - t_2$ zaman aralığında paraşütçü sabit bir hız büyüklüğü ile hareket etmektedir. Belli bir hızı olduğu sürece paraşütçü sürtünme kuvvetinin etkisinde kalacaktır. Bu ifade hatalıdır.
- IV. Paraşüt açıldığı an sürtünme kuvveti değeri artacak ve paraşütçünün hızı azalacaktır. Bu ifade doğrudur.
- V. Bu aralıkta paraşütçünün hızı azaldığından net kuvvet harekete zıt yönde olacaktır. Bu ifade doğrudur.
- VI. Her iki aralıkta da hava direnç kuvveti paraşüt ve paraşütçünün ağırlığının toplamı ile eşit büyüklükte olacaktır. Bu ifade doğrudur.

36. Alıştırma

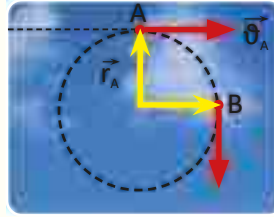
- a) Aynı ortamda bırakılan A ve B paketlerinin kütle/yüzey alanı oranına bakıldığında A paketinin limit hızı B paketinin limit hızından büyük olacaktır.
- b) $\dot{\theta}_A = 6 \text{ m/s}$ $\dot{\theta}_B = 2 \text{ m/s}$
- c) A paketi güvenli çarpma hızından daha büyük bir hız değerine ulaşmıştır. Bu nedenle kullanılan paraşütün yüzey alanı artırılabilir veya kütle azaltılabilir.

37. Alıştırma

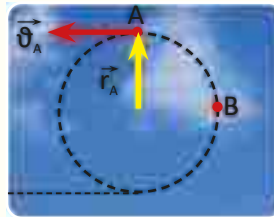
- a) 5 mm çap için $m_{\text{yağmur}} = 0,0625 \text{ g}$; $m_{\text{dolu}} = 0,05625 \text{ g}$
- b) Yağmur damlasından daha hafif olan 5 mm'lik dolu tanesinin limit hızı yağmur damlasının limit hızından biraz daha düşük olur. Dolunun çapı zamanla 50 mm'ye kadar ulaşabileceğinden limit hızı yağmur damlasının limit hızından daha yüksek bir değere ulaşabilir.

38. Alıştırma

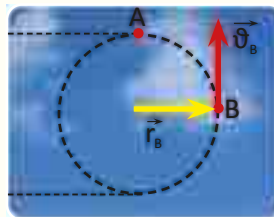
- a) K doğrultusundan gelindiğinde A noktasından geçişte yarıçap vektörü +y, hız vektörü +x yönünde olur. B noktasından geçişte yarıçap vektörü +x, hız vektörü -y yönündedir.



- b) L doğrultusundan gelindiğinde A noktasından geçişte yarıçap vektörü +y, hız vektörü -x yönünde olur.



- c) L doğrultusundan gelindiğinde B noktasından geçişte yarıçap vektörü +x, hız vektörü +y yönünde olur.

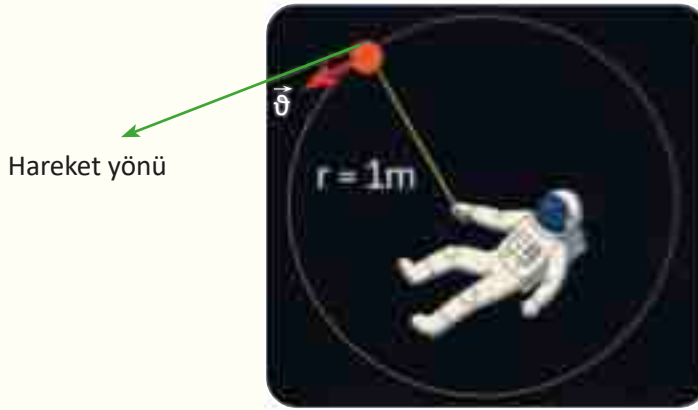


39. Alıştırma

- a) $T_b = 0,25 \text{ s}$ $T_k = 0,05 \text{ s}$ ve $f_b = 4 \text{ s}^{-1}$ $f_k = 0,20 \text{ s}^{-1}$
- b) $\vartheta_b = \vartheta_k = 800/111 \text{ m/s}$
- c) $\omega_b = 0,24 \text{ rad/s}$ $\omega_k = 1,44 \text{ rad/s}$

40. Alıştırma

- a) Yer çekimi etkisinin olmadığı bir ortamda çembersel hareket yapan cisme etki eden tek kuvvet ipteki gerilme kuvvetidir.
- b) $a = 144 \text{ m/s}^2$
- c) $F = 432 \text{ N}$
- ç) İp koptuktan sonra cisme etki eden kuvvet olamayacağından cisim aynı doğrultuda yoluna devam eder.



41. Alıştırma

$$\omega = 5\sqrt{2} \text{ rad/s}$$

42. Alıştırma

- a) $T = 10 \text{ N}$
- b) $\vartheta = 2\sqrt{10} \text{ m/s}$
- c) $t = 0,5 \text{ s}$, $x = \sqrt{10} \text{ m}$

43. Alıştırma

- a) $\vartheta = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$
- b) $N = 0$
- c) $N = 60000 \text{ N}$
- ç) $\vartheta = 10\sqrt{5} \text{ m/s}$

44. Alıştırma

a)

ARAÇ	YOL TİPİ	SÜRTÜNME KATSAYISI	GÜVENLİ SÜRAT (m/s)
Araba	Asfalt	0,8	20
Araba	Çakıl	0.4	$10\sqrt{2}$
Araba	Buz	0.1	$5\sqrt{2}$
Kamyon	Asfalt	0,8	20
Kamyon	Çakıl	0.4	$10\sqrt{2}$
Kamyon	Buz	0.1	$5\sqrt{2}$
Tır	Asfalt	0,8	20
Tır	Çakıl	0.4	$10\sqrt{2}$
Tır	Buz	0.1	$5\sqrt{2}$

- b) Yatay virajda güvenli hız hesabında kütlenin bir etkisi yoktur. Bu nedenle tabelalarda tek bir hız değeri bulunur.

45. Alıştırma

- a) $\vartheta = 28,57$ m/s
- b) Islak yol koşullarında aracın yol tutuşu azalır. Bu nedenle hızın azaltılması kazaların önlenmesine yardımcı olur.
- c) $\vartheta = 48,99$ m/s
- ç) Eğimli viraj, sürtünmeye bağlı olmaksızın merkezci kuvvet sağlayabildiğinden daha yüksek hızlarda güvenli dönüş imkânı sunar. Bu, özellikle yağışlı veya kaygan yol koşullarında sürtünmenin düştüğü durumlar için önemli bir avantajdır.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1. A

2. C

3.

a) $\frac{3}{\sqrt{8}}$

b) Eşittir.

c) Artar.

ç) Sporcuların hareket süresince tüm noktadaki ivmeleri eşit ve g büyüklüğündedir.

d)

Sporcuların Hızı	I. Atış	II. Atış	III. Atış
$\vartheta_{\text{Önder}}$	ϑ	2ϑ	3ϑ
$\vartheta_{\text{Şeref}}$	0	$\sqrt{3}\vartheta$	$\sqrt{8}\vartheta$

e)

	Hız-Zaman Grafiği	İvme-Zaman Grafiği	Konum-Zaman Grafiği
Önder			
Şeref			

4. C

5.

- a) Topun havada kalma süresi 0,6 s'dir.
- b) Topun masa yüzeyinden çıkabileceği maksimum yükseklik 45 cm'dir.
- c) Burcu'nun topu karşıladığı noktanın masanın kenarına uzaklığı 34 cm'dir.
- ç) Tuğçe topu yatayla 53° açı yapacak şekilde atacak olsaydı Burcu topu yine masanın kenarına 34 cm uzakta karşılayacaktı.

6.

- a) Yayaların ıslanmaması için şelalenin altından geçmesi planlanan yaya yolunun genişliği en fazla 2 m olmalıdır.
- b) 1/10 ölçekli bir modelde suyun akış hızı $\sqrt{10}/5$ m/s olmalıdır.

7.

- Hasan: K ile P cisimleri aynı anda yere ulaşır (D)
 Filiz: L cisminin yere çarpma hızı M cisminin yere çarpma hızından büyük olur (Y)
 Fatih: Kütleli en büyük olan cisim yere en önce ulaşır (Y)
 Ayşe: N ile R cisimlerinin yere çarpma hızlarının büyüklükleri eşit olur (D)
 Nisa: M cismi en uzun hareket süresine sahiptir (D)
 Emir: L cismi en kısa hareket süresine sahiptir (D)
 Esat: Tüm cisimlerin birim zamandaki hız değişimleri eşittir (D)

8.

a)

Hız vektörü bileşenleri	I. Atış	II. Atış	III. Atış
θ_x (m/s)	80	$50\sqrt{2}$	60
θ_y (m/s)	60	$50\sqrt{2}$	80

b)

	I. Atış	II. Atış	III. Atış
$t_{uçuş}$ (s)	12	$10\sqrt{2}$	16

c)

	I. Atış	II. Atış	III. Atış
x_{menzil} (m)	960	1000	960

ç)

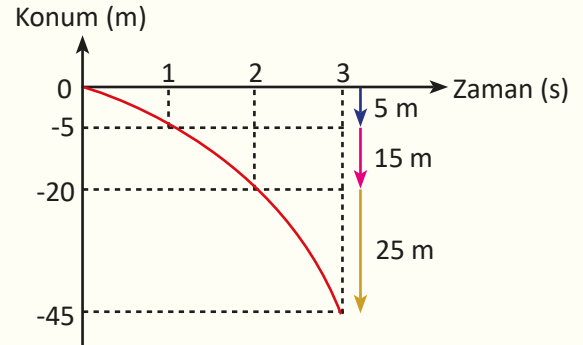
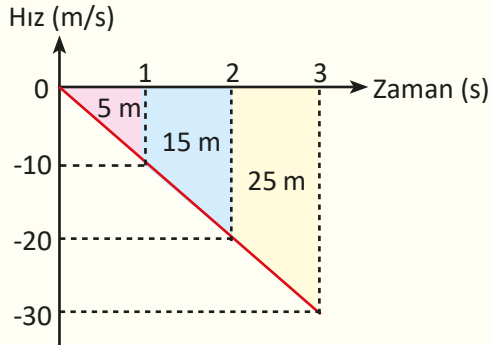
	I. Atış	II. Atış	III. Atış
h_{max} (m)	180	250	320

- d) Hava direncinin etkisinin ihmal edildiği ve hareket süresince yer çekimi ivmesinin sabit kabul edildiği durumlarda hızın yatay bileşeni ile düşey bileşeninin tamamen bağımsızdır. Yatay hız sabit ve yer çekimi ivmesinden tamamen bağımsızdır. Düşey bileşen ise yer çekimi ivmesinden etkilenir ve güllerin eşit zaman aralıklarında düşey ekseninde katettiği mesafe değişkendir.

9.

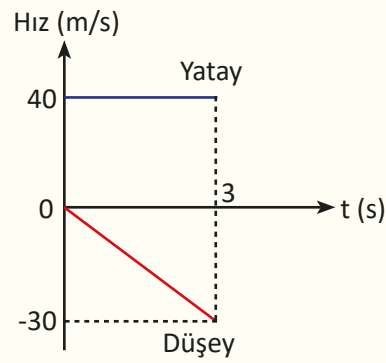
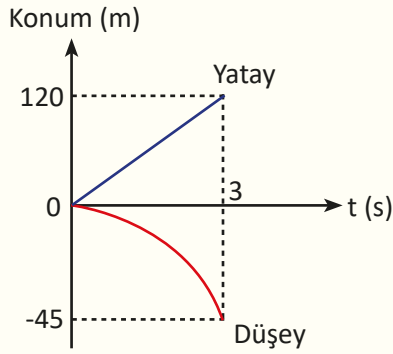
- a) K cisminin harekete başladığı noktanın yerden yüksekliği 45 m'dir.
b) K cisminin yere çarptığı andaki hız büyüklüğü 30 m/s'dir.

c)



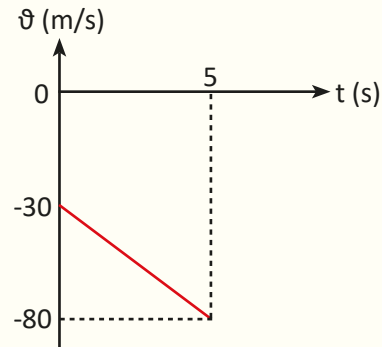
- ç) L cisminin ϑ hız büyüklüğü 40 m/s'dir.
d) L cismi yatayda 120 m yol alır.

e)



10.

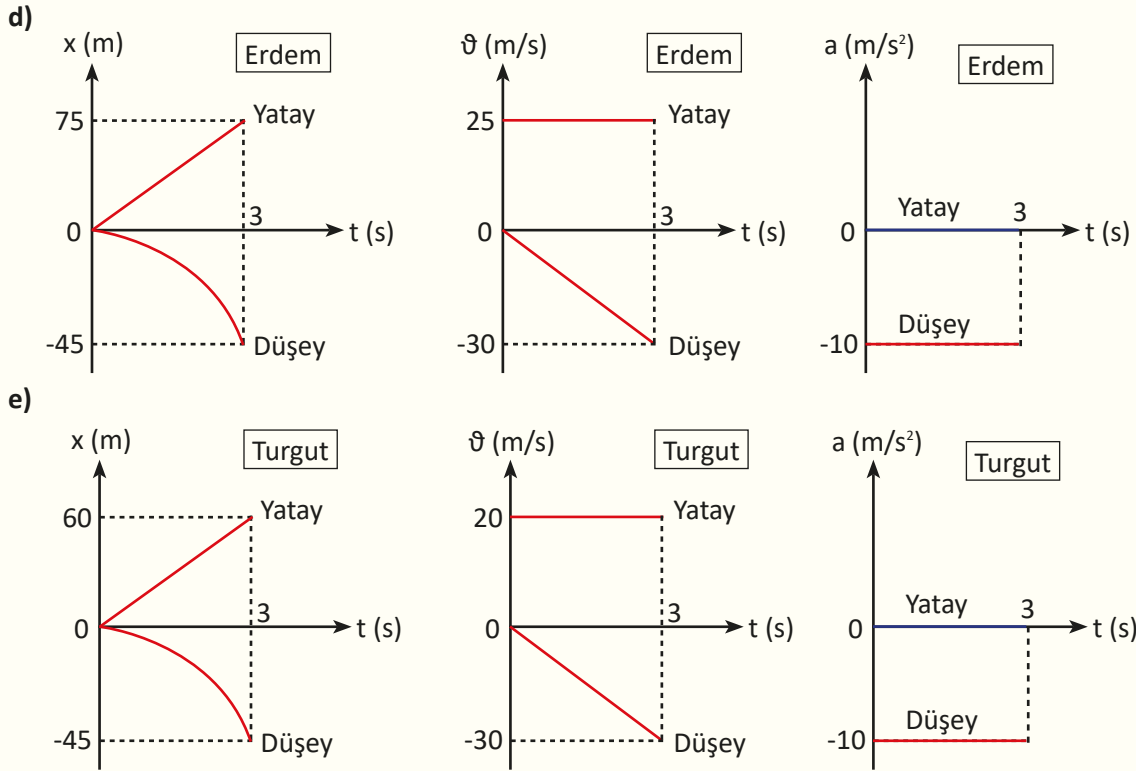
a)



- b) Solucanın düştüğü noktanın yerden yüksekliği 275 m'dir.

11.

- a) Her iki top da 3 s sonra yere düşecektir.
b) Topların atıldığı noktanın yer düzleminden yüksekliği 45 m'dir.
c) Top merdivenin 300. basamağına çarpacaktır.
ç) A ve B noktaları arasındaki yatay uzaklık 136 m'dir.



12.

- Top 2 s havada kalır.
- Topun çıkabileceği maksimum yükseklik 6 m'dir.
- Yağız 4 m/s büyüklüğünde bir hız ile koşmaktadır.
- Ortamin yer çekimi ivmesi 5 m/s^2 olsaydı Yağız'ın topu yakalaması için 2 m/s hız büyüklüğü ile koşması gerekirdi.

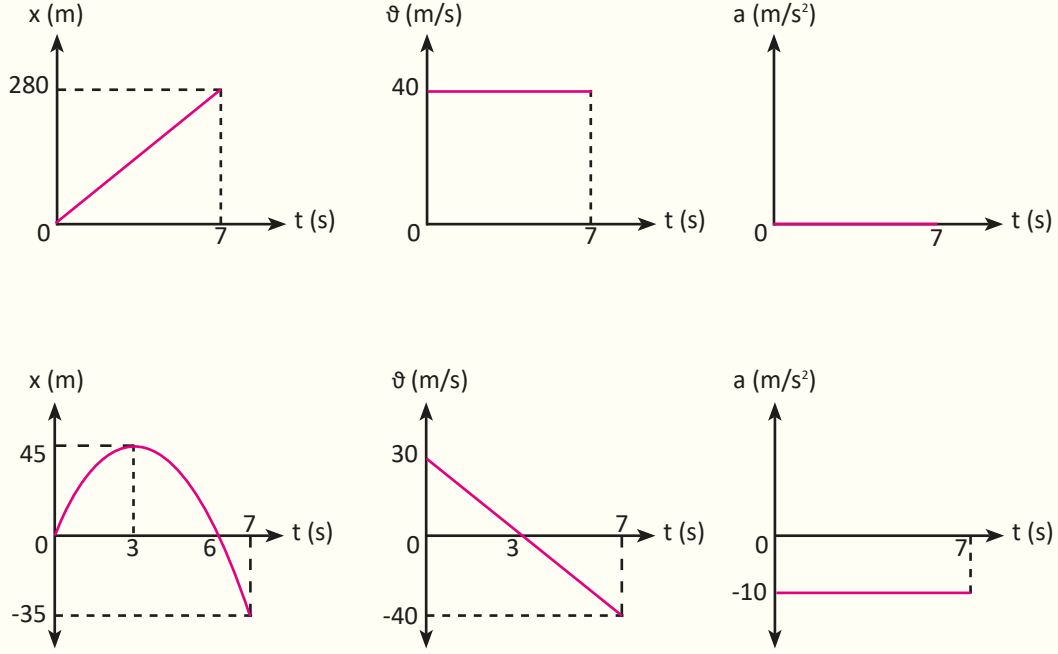
13.

- 40 m/s
-

Zaman (s)	Konum (m)	Hız (m/s)	İvme (m/s ²)
0	0	40	-10
1	35	30	-10
2	60	20	-10
3	75	10	-10
4	80	0	-10
5	75	-10	-10
6	60	-20	-10
7	35	-30	-10
8	0	-40	-10

- Kaya M noktasına 7 s'de ulaşır ve kayanın M noktasına ulaştığı andaki hız büyüklüğü $40\sqrt{2} \text{ m/s}$ 'dir. Yatay uzaklık ise 280 m'dir.

ç)



d) Kayanın x ekseninde yapmış olduğu hareket sabit hızlı, y ekseninde yapmış olduğu hareket ise sabit ivmeli harekettir.

14.

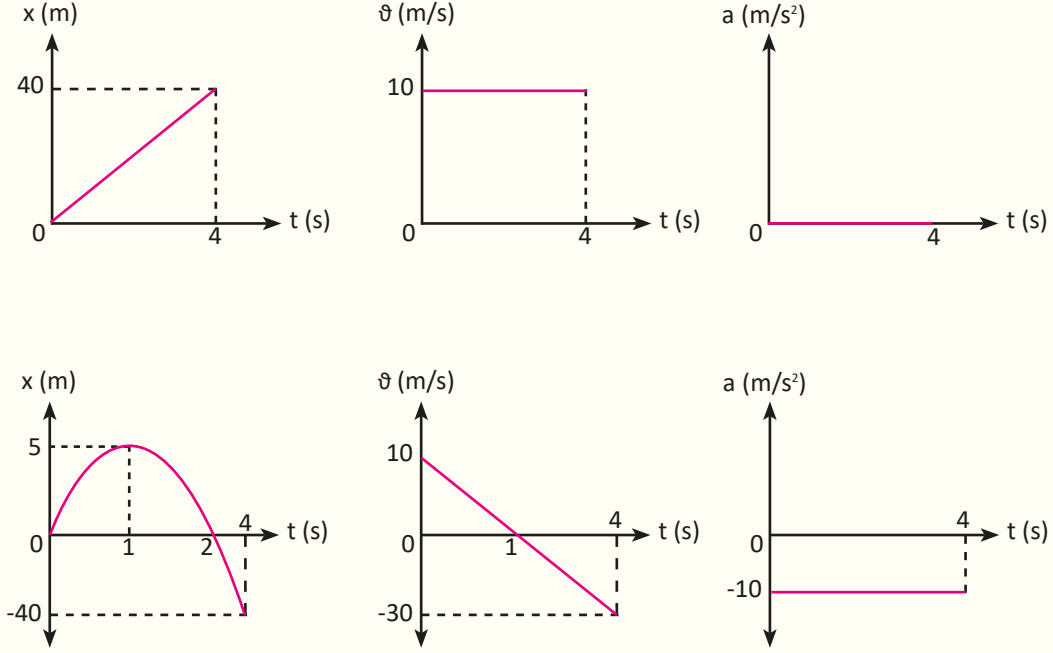
- a) Anahtarın yere düşme süresi $2\sqrt{2}$ s, yere çarpma hızı ise $20\sqrt{2}$ m/s'dir.
b) Anahtar 4 s havada kalacak, daha sonra 40 m/s'lik bir hız büyüklüğü ile yere çarpacaktır.
c) Her iki durumda da anahtar yere 30 m/s'lik bir hız büyüklüğü ile çarpacaktır.
ç) $10\sqrt{2}$ m/s
d)

t (s)	ϑ_x (m/s)	ϑ_y (m/s)	ϑ (m/s)
1	10	0	10
2	10	10	$20\sqrt{2}$
3	10	20	$10\sqrt{5}$
4	10	30	$10\sqrt{10}$

e)

Δt (s)	Δx (m)	Δy (m)	a (m/s²)
0-1	10	5	10
1-2	10	5	10
2-3	10	15	10
3-4	10	25	10

f)



15. Sürtünmesiz sistem: 10 N/kg ve 5 N/kg
Sürtünlü sistem: 4 N/kg ve 10 N/kg

16.

- I. Statik sürtünme kuvvetinin maksimum değeri 50 N olduğu için bu ifade hatalıdır. Kızak harekete geçmez.
- II. 40 N'lık kuvvet kızığa harekete geçiremez. Bu yüzden kızığa uygulanan kuvvet statik sürtünme kuvvetidir. Bu ifade doğrudur.
- III. $f_s = k \cdot N$ matematiksel modeli kullanıldığında bu ifadenin de doğru olduğu anlaşılır.

17. 9150 N

18.

- I. Bu ifade doğrudur. Açı artırılmasına rağmen tahta zeminde cisim harekete başlamamıştır.
- II. Cisimler özdeş ve açılar da eşit olduğundan bu ifade doğrudur.
- III. Tahta yüzey üzerindeki cisme etki eden sürtünme kuvveti daha fazladır.

19. 56 N

20.

- I. Bu ifade doğrudur.
- II. Bu ifade hatalıdır. Cisim harekete geçmeyeceği için cisme 60 N'lık statik sürtünme kuvveti etki eder.
- III. Bu ifade doğrudur. İlk durumda cisme etki eden maksimum statik sürtünme kuvveti 80 N, son durumda cisme etki eden statik sürtünme kuvveti ise 40 N'dır.

21.

$$F_1 = F_2 = 120 \text{ N}$$

$$F_3 = 60 \text{ N}$$

$$F_4 = F_5 = 200 \text{ N}$$

22.

Uygulanan Kuvvet	Statik Sürtünme Kuvveti	Kinetik Sürtünme Kuvveti	Net Kuvvet	İvme
10 N	10 N	0	0	0
15 N	15 N	0	0	0
17 N	0	12 N	5 N	2,5 N/kg
18 N	0	12 N	6 N	3 N/kg
20 N	0	12 N	8 N	4 N/kg

23.

Uygulanan Kuvvetin Büyüklüğü	Sürtünme Kuvvetinin Cinsi (Statik veya Kinetik)	Sürtünme Kuvvetinin Büyüklüğü	Kitabın Hareket Durumu (Durgun veya Hareketli)
10 N	Kinetik	6 N	Hareketli
20 N	Kinetik	12 N	Hareketli
30 N	Statik	20 N	Durgun
40 N	Statik	20 N	Durgun

24. 30 N

25. a) B b) D

26.

1. Sabit ivmeli hareket yaparak hızlanır.
2. Sabit ivmeli hareket yaparak yavaşlar.
3. $\emptyset$ sabit hızıyla yoluna devam eder.
4. $\emptyset$ sabit hızıyla yoluna devam eder.

27.

1. kuvvetölçer 30 N
2. kuvvetölçer 30 N
3. kuvvetölçer 60 N
4. kuvvetölçer 15 N

28.

- a) B cismi yerine C cismi bağlandığında kütle arttığı için net kuvvet artar. $F = m \cdot a$ matematiksel modeline göre net kuvvetin artışı sonucu hızlanma ivmesi artar. Hızlanma ivmesinin artması ile cisim daha fazla hızlanır ve cismin yere ulaşma süresi kısalır. Bu durumda C cismi B cisminin göre daha kısa sürede yere ulaşır.
- b) İkinci sistemin ivmesi ilk sistemin ivmesinden daha büyük olduğu için $T_2 > T_1$ olur.
- c) Dünya kutuplarda basık (merkeze daha yakın), Ekvator'da şişkin olduğu için kutup bölgelerinde yer çekimi ivmesi daha büyüktür. Kutuplarda yer çekimi ivmesinin daha büyük olması cisimlerin ağırlığının daha fazla olması anlamına gelir. Ağırlık fazla olduğu için sistemi hareket ettirecek net kuvvet artacak ve cisimlerin hızlanma ivmesi de buna bağlı olarak artacaktır.

29. $\omega = \frac{20}{\sqrt{6}} \text{ rad/s}$

30.

- a) $\vartheta = 0,58 \text{ m/s}$
- b) $\vartheta = 0,49 \text{ m/s}$
- c) Limit hızı düşük olan karahindiba tohumları daha uzun süre havada kalır ve bu süre zarfında rüzgârla taşınarak geniş coğrafi alanlara yayılır.

31.

Önermeler	(D)	(Y)
K ile L cisimlerinin limit hızlarının büyüklükleri eşittir.		✓
L ile N cisimlerinin limit hızlarının büyüklükleri eşittir.	✓	
M ile L cisimlerinin limit hızlarının büyüklükleri eşittir.	✓	
K cisminin limit hızı en büyüktür.		✓
L cisminin limit hızı en küçüktür.		✓

32.

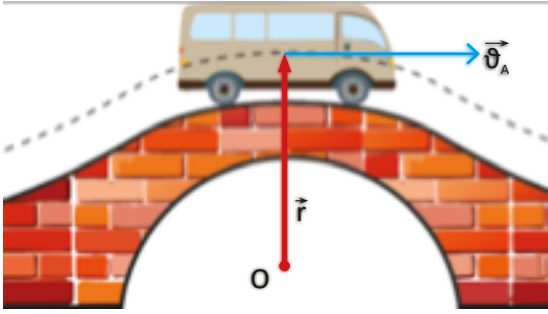
- a) $T = 4\sqrt{3} \text{ s}$ $f = \frac{\sqrt{3}}{12} \text{ rad/s}^{-1}$
- b) $\vartheta = 5\sqrt{3} \text{ m/s}$ $\omega = \frac{\sqrt{3}}{2} \text{ rad/s}$
- c) $T = 1000 \text{ N}$

33.

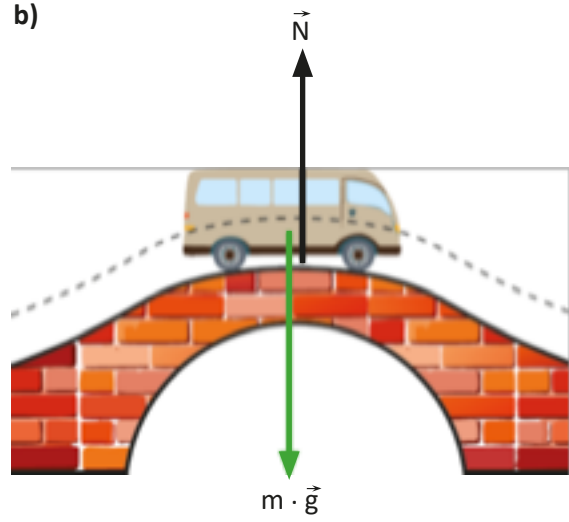
- a) $\vartheta = 50 \text{ m/s}$
- b) $t = 5 \text{ s}$

34.

a)



b)



c) $N = 6000 \text{ N}$

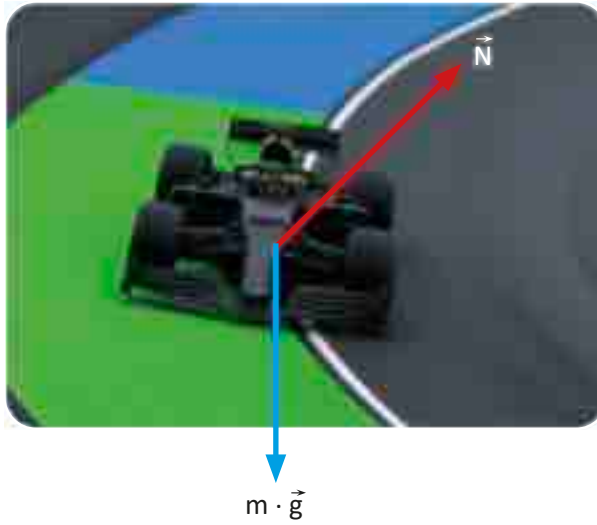
35. Döner kapının olası periyodu 12 s, 4 s, 2,4 s gibi farklı değerler alabilir.

36.

a) Sürtünmeleri önemsiz pistte arabaya ağırlık ve normal kuvveti etki eder.

b) $\vartheta = 11,87 \text{ m/s}$

c) $F = 1408 \text{ N}$



37.

a) $\vartheta_L > \vartheta_M > \vartheta_K$

a) $\omega_L > \omega_M > \omega_K$

b) $T_K > T_M > T_L$

ç) $a_L > a_M > a_K$

38.

a) $a_A = 9,34 \text{ g}$

b) $a_{\bar{U}} = 3 \text{ g}$

c) $a_Y = 6,41 \text{ g}$

39.

Önermeler	(D)	(Y)
Selim'in kütlesi Berna'nın kütlesinden büyük olabilir.	✓	
Berra'nın paraşütünün yüzey alanı Selim'in paraşütünün yüzey alanına eşittir.	✓	
Selim ile Berra'nın ağırlıkları kesinlikle eşittir.		✓
Her ikisine uygulanan hava direnç kuvvetleri eşittir.		✓
Yere yaklaştıkça her ikisi de yavaşlar.		✓

40.

- a) $\vartheta = 20 \text{ m/s}$
b) $\vartheta = 25 \text{ 000 m/s}$

2. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

1. Alıştırma

- a) $2F$
- b) $\frac{F}{4}$
- c) $\frac{F}{80}$
- ç) Elektriksel kuvvet; yüklerin çarpımı ve Coulomb sabiti ile doğru, yükler arasındaki mesafenin karesi ile ters orantılıdır.

2. Alıştırma

- a) X'e uygulanan bileşke elektriksel kuvvet F büyüklüğünde olur.
- b) Z'ye uygulanan bileşke elektriksel kuvvet $\sqrt{3} F$ büyüklüğünde olur.

3. Alıştırma

- a) $F_1 = (k \cdot q^2) / d^2$, $F_2 = (k \cdot q^2) / d^2$ olur. F_1 ile F_2 kuvvetlerinin büyüklükleri birbirine eşittir.
- b) Büyüklüğü F_1 ve F_2 'ye eşittir. Yönü F_1 ve F_2 'ye zıttır.
- c) K ve L balonları sola, M balonu ise sağa doğru hareket eder.
- ç) K balonu kazağa doğru yaklaşacağından balona etki eden kuvvetin büyüklüğü artar. L balonu M balonundan uzaklaşacağından balona etki eden kuvvetin büyüklüğü azalır.
- d) K balonunun düşey eksenle yaptığı açı, L ve M balonlarının düşey eksenle yaptığı açılardan fazla olur. L ve M balonlarının düşey eksenle yaptıkları açılar birbirine eşittir.

4. Alıştırma

a) $\vartheta = q \cdot \sqrt{\frac{k}{m \cdot r}}$

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{q} \cdot \sqrt{\frac{m \cdot r}{k}}$$

- b) Lityum iyonunda $r/3$ yarıçaplı yörüngedeki elektrona etki eden elektriksel kuvvetin büyüklüğü, hidrojen atomunda r yarıçaplı yörüngedeki elektrona etki eden elektriksel kuvvetin büyüklüğünün 27 katıdır.

5. Alıştırma

- a) Yükler arasındaki mesafe zamanla azalacağı için elektriksel kuvvetin büyüklüğü artar.
- b) Yükler, protonun ilk konumuna daha yakın bir yerde çarpışır.

6. Alıştırma

- a) İnce ırmik tanelerinin hizalanma sebebi, yüklü iletken çubukların oluşturduğu elektriksel alandır.
- b) Çubukların zıt cinsle yüklü olmaları gerekir.
- c) A çubuğunun yük miktarı B çubuğununkinden fazla olur.
- ç) K ve L noktalarında bileşke elektriksel alan sıfır olamaz. M noktasında elektriksel alan sıfır olabilir.

7. Alıştırma

K noktasındaki elektriksel alanın büyüklüğü L'dekinden, L noktasındaki elektriksel alanın büyüklüğü ise M'dekinden fazla olur.

8. Alıştırma

- Y böceğinin ağa yakalandığında algıladığı elektriksel alan, X böceğinin ağa yakalandığı noktada algıladığı elektriksel alanın büyüklüğünden fazladır.
- q yerine +q yükü konursa Y böceğinin ağa yakalandığı merkez noktasında yüklerin oluşturduğu elektriksel alanın büyüklüğü aynı kalır fakat yönü ilk durumdakinin tersi yönde olur.

9. Alıştırma

- Bulut
Yeryüzü
Elektriksel alan
- K ve M yüklerine etki eden elektriksel kuvvetler eşit büyüklükte olur. Yük miktarı fazla olan L yüküne etki eden kuvvetin büyüklüğü ise en fazladır.
- L'nin ağırlığının büyüklüğü, K'nin ağırlığının büyüklüğünden fazladır.
- K'ye aşağı yönde net kuvvet etki eder ve K damlası aşağı yönde hızlanır.
- M damlasına etki eden net kuvvet aşağı yönde olur ve M damlası aşağı yönde hızlanır.

10. Alıştırma

a)	İlk Durum	Levhalar Arası Mesafe (d) Arttırılırsa	Pilin Potansiyel Farkı (V) Arttırılırsa

- Parçacığın ivmesinin büyüklüğü $a = \frac{q \cdot V}{d \cdot m}$ olarak elde edilir. Parçacığın A levhasına ulaşma süresi $t = d \cdot \sqrt{\frac{2m}{q \cdot V}}$ bulunur.

11. Alıştırma

Muhtemel cevaplardan biri şu olabilir:

Manyetik rezonans görüntüleme (MRI) cihazlarının bulunduğu odalar; cep telefonu sinyalleri, wi-fi sinyalleri gibi dış elektromanyetik sinyallerin cihazı etkilemesini önlemek için Faraday kafesi ile kaplanır.

Bu durumun avantajları olarak şunlar gösterilebilir:

- Genellikle özel metal levhalar veya ağ gibi yapılarla çevrelenmiş olan bu odalar sayesinde tüm sinyallerin odaya giriş ve çıkışı kontrol altına alınır.
- Cihazın görüntü netliği ve doğruluk oranını artırır.
- Cihazın ömrü uzarken bakım ihtiyacı azalır.
- Cihazın düzgün çalışmaması sonucunda hastanın yaşayabileceği olumsuz durumlar azalmış olur.

Bu durumun dezavantajları olarak şunlar gösterilebilir:

- Wi-fi, cep telefonu gibi iletişim araçlarının oda içinde çalışmaması acil iletişim durumunda sorun oluşturabilir.
- Geniş alanları metal ile kaplamak maliyetli olabilir.

12. Alıştırma

- a) Alüminyum folyo metaldir ve Faraday kafesi özelliği gösterir. Bu nedenle telefon çalmaz.
- b) Faraday kafesi özelliği gösteren bir mikrodalga fırın içine cep telefonu konduğunda telefon dışarıdan gelen sinyalleri alamayacağından çalmayacaktır.

13. Alıştırma

- a) Kafes, Faraday kafesi özelliği gösterdiğinden görevli elektriksel kıvılcımlardan etkilenmez.
- b) Elektriksel kıvılcımlar Faraday kafesinin dışında hareket eder ve içine nüfuz etmez. Kafesin dış yüzeyinde ise daha çok sivri kısımlara atlama eğilimi gösterir.
- c) Kafesin boşluk miktarı artarsa elektrik kıvılcımlarına karşı koruma seviyesi düşer.

14. Alıştırma

- a) Demir tozları, mıknatısların manyetik alanından etkilenir ve manyetik alan çizgileri boyunca hizalanır.
- b) Bir mıknatısın manyetik alanı uç kısımlarında en şiddetlidir. Bu durumda demir tozları mıknatısların kutupları arasındaki bölgelerde daha yoğun bir şekilde bir araya gelir.

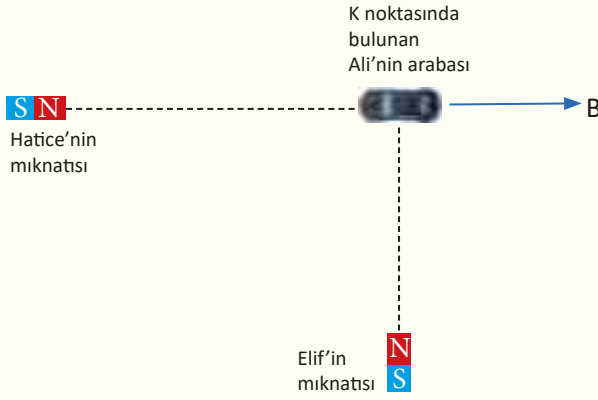
c)

	1	2	3	4	5	6
İlk olasılık	S	N	S	N	N	S
İkinci olasılık	N	S	N	S	S	N

- ç) Zıt kutupları yan yana olan K ve L mıknatıslarının arasındaki bir noktada manyetik alan en büyük değerindedir.
- d) Manyetik alanın en küçük değeri sıfırdır. L ve M mıknatıslarının arasındaki bir noktada manyetik alan sıfır değerini alabilir.

15. Alıştırma

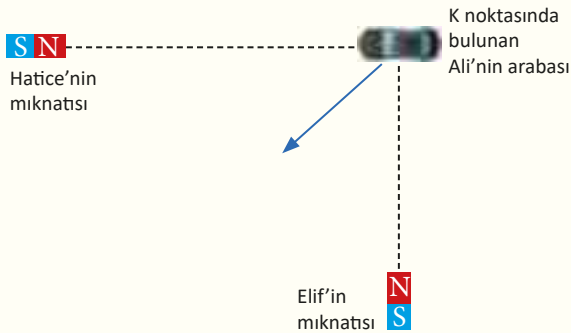
a)



b)

Elif'in Mıknatısının K Noktasında Oluşturduğu Manyetik Alanın B Cinsinden Büyüklüğü ve Yönü	Mıknatısların K Noktasında Oluşturduğu Bileşke Manyetik Alanın B cinsinden Büyüklüğü ve Yönü
K noktasında bulunan Ali'nin arabası Hatice'nin mıknatısı Elif'in mıknatısı B	K noktasında bulunan Ali'nin arabası Hatice'nin mıknatısı Elif'in mıknatısı B $\sqrt{2} B$

c) Ali'nin arabası demirden yapıldığı için mıknatıslar tarafından çekilir. Araba, mıknatısların arabaya uyguladığı çekme kuvvetlerinin bileşkesi yönünde harekete başlar. Bu durumda araba, aşağıda çizilen ok yönünde harekete başlar.



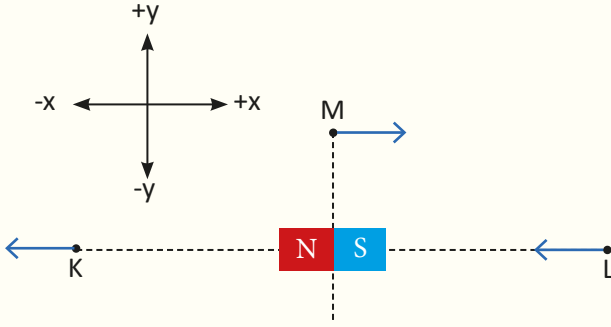
ç) Mıknatıs, hangi kutbu demirden yapılmış arabaya yakın olursa olsun arabayı kendisine doğru çeker. Buna göre Hatice ve Elif'in mıknatıslarının kutupları ters döndürülse de araba c maddesinde çizilen yönde harekete başlar.

16. Alıştırma

- a) x uzaklığı y'ye eşit olmalıdır.
- b) y uzaklığı x'ten kısa olur.
- c) y uzaklığı x'ten uzun olur.

17. Alıştırma

- a) Mıknatısın etrafındaki K, L, M noktalarında oluşturduğu manyetik alan aşağıdaki şekil üzerinde mavi renkli oklar ile gösterilmiştir:

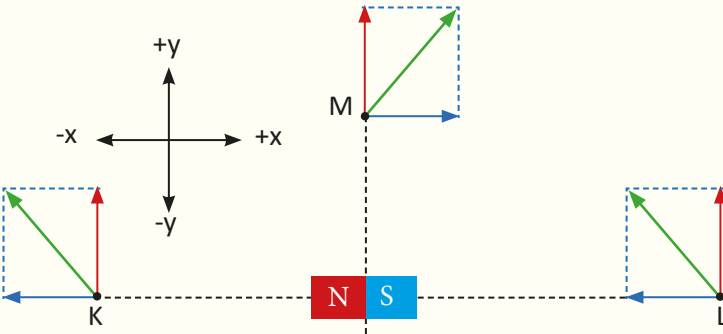


Bu durumda K, L ve M noktalarına konan pusulaların görünümü aşağıdaki gibi olur:

K Noktası	L Noktası	M Noktası

Sonuç olarak Ömür'ün tahminleri doğrudur.

- b) Dünya'nın manyetik alanı (kırmızı renkli ok) +y yönünde olduğunda K, L, M noktalarında bileşke manyetik alan (yeşil renkli ok) aşağıdaki şekilde bulunur:

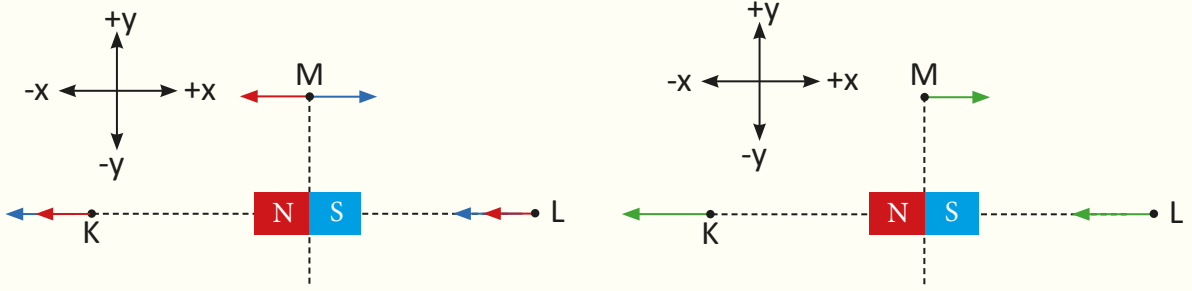


Bu durumda K, L ve M noktalarına konan pusulaların görünümü aşağıdaki gibi olur:

K Noktası	L Noktası	M Noktası

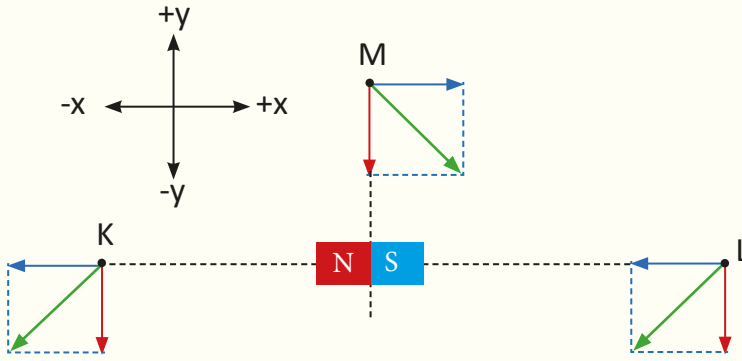
Sonuç olarak Dilek'in tahminleri doğrudur.

- c) Dünya'nın manyetik alanı (kırmızı renkli ok) $-x$ yönünde olduğunda K, L, M noktalarında bileşke manyetik alan (yeşil renkli ok) aşağıdaki şekilde bulunur:



Bu durumda K, L ve M noktalarına konan pusulaların görünümü a maddesindeki gibi olacağından Ömür'ün tahminleri doğrudur.

- ç) Dünya'nın manyetik alanı (kırmızı renkli ok) $-y$ yönünde olduğunda K, L, M noktalarında bileşke manyetik alan (yeşil renkli ok) aşağıdaki şekilde bulunur:

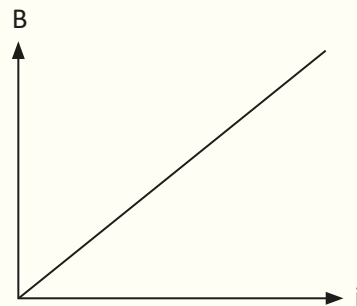
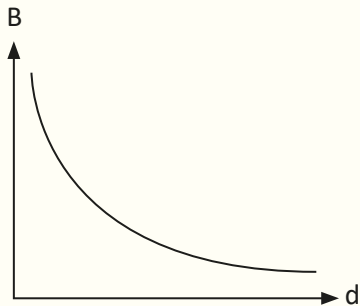


Bu durumda K, L ve M noktalarına konan pusulaların görünümü aşağıdaki gibi olur:

K Noktası	L Noktası	M Noktası

18. Alıştırma

a)



b) Muhtemel cevaplardan biri şu olabilir:

MEG cihazı;

- otizm, alzheimer, şizofreni, epilepsi gibi hastalıkların araştırılması, tespiti ve tedavisinde,
- beyin tümörü ameliyatının planlanmasında,
- beyin haritalama yöntemiyle işitsel, duyuşal, motor ve dil beceri alanlarının yerini belirlemede,
- algı, hafıza, dikkat gibi işlevler ile ilgili nöropsikolojik araştırmalarda

kullanılabilir.

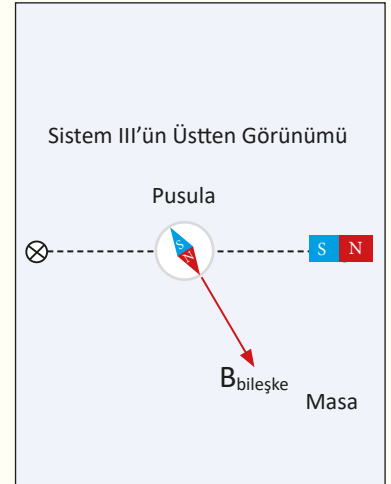
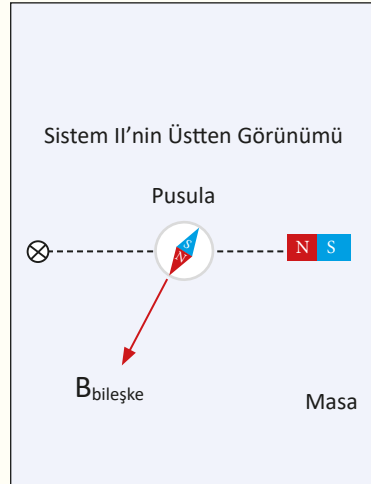
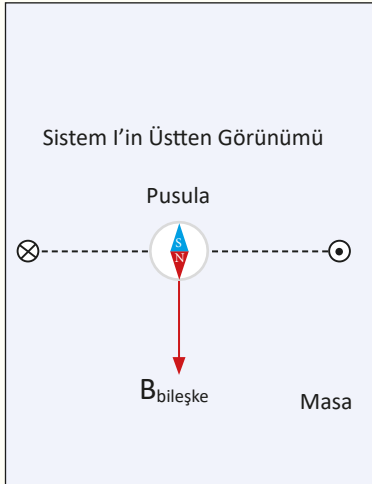
19. Alıştırma

- Rayların bulunduğu düzleme dik ve içeri yönde olur.
- L rayının X noktasında oluşturduğu manyetik alan $\vec{B}$ ye eşit olur.
- $\vec{B}$ nin büyüklüğünü artırmak için K rayının X noktasına dik uzaklığı (d) azaltılabilir, akım şiddeti artırılabilir ya da tel ile X noktası arasına demir, nikel, kobalt gibi maddeler konabilir.
- X noktasındaki bileşke manyetik alan $2\vec{B}$ olur.
- Manyetik alanın yönü değişir fakat büyüklüğü aynı kalır.
- X noktasında oluşan bileşke manyetik alanın yönü değişir fakat büyüklüğü aynı kalır.

20. Alıştırma

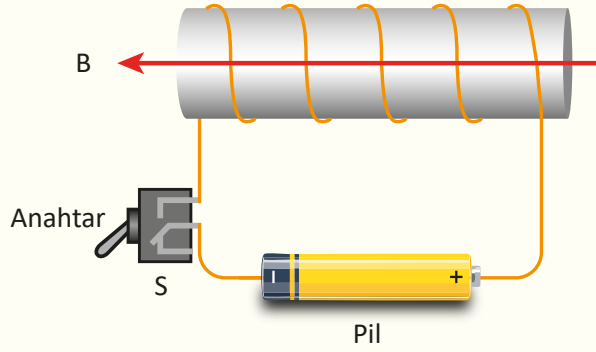
Her bir sistem için

- tellerin, tellerin üzerinden geçen akımların ve mıknatısların üstten görünümü,
- K, L ve M noktalarındaki bileşke manyetik alanın yönü,
- K, L, M noktalarına yerleştirilecek pusula iğnesinin kutuplarının üstten görünümü aşağıdaki gibi çizilir:



21. Alıştırma

- a) Akım makarasının merkez ekseninde oluşan manyetik alanın yönü aşağıdaki gibi çizilir:



- b) Araba, akım makarası tarafından itilir.
- c) Arabanın O noktasına ulaşma süresini kısaltmak için şunlar yapılabilir:
- Akım makarasının üzerinden geçen akım şiddeti artırılabilir.
 - Akım makarasında birim uzunluk başına düşen sarım sayısı artırılabilir.
 - Akım makarasının, etrafına sarıldığı maddenin özelliği değiştirilebilir.
 - Araba üzerindeki mıknatısın kutup şiddeti artırılabilir.
- ç) Araba makaraya yaklaşırken manyetik kuvvet arttığı için arabanın ivmesi de artar.

22. Alıştırma

- a) Üzerinden akım geçen elektromıknatıs ile çelik arasında bir manyetik çekim kuvveti oluşur.
- b) Elektromıknatısın kolayca açılmasını önlemek için telin üzerinden geçen akım veya birim uzunluk başına düşen sarım sayısı artırılabilir. Telin, etrafına sarıldığı maddenin cinsi değiştirilebilir. Elektromıknatıs ve çelik levha arasında boşluk olmamasına özen gösterilmelidir. Parçalar kapı üzerine düzgün bir şekilde monte edilmelidir. Elektromıknatıs üzerinden geçen akımı oluşturan güç kaynağındaki kesintilerin önlenmesi gerekir.
- c) Elektromanyetik kilitler, akıllı sistemlerle uzaktan kontrol edilebilir, LED ışık ve sensörler ile kapının kilitli olup olmadığı anlaşılabilir. Kart, parmak izi ve şifre ile fiziksel bir anahtara gerek duyulmadan hızlı ve temassız bir şekilde açılıp kapatılabilir. Hareketli parçaları mekanik kilitlere göre daha az olduğu için fiziksel aşınma miktarı da daha az olur ve bu durum ömürlerini uzatır. Kapıdan giren ve çıkan kişilerin kimlikleri de bazı kontrol sistemleri ile kaydedilebilir. Yangın, deprem gibi acil durumlarda enerji kesintileri meydana gelirse kilit sistemi açılacağından çıkış kolaylaşır. Elektromanyetik kilitler, çalışabilmek için enerjiye ihtiyaç duyar. Bu kilitlerin kurulum ve bakım maliyetleri yüksektir. Zayıf montaj nedeniyle kolay açılabilen elektromanyetik kilitlerin kurulumları için teknik bilgiye ihtiyaç duyulur.

Çalışma Yaprağı

1. **Kapı Zili:** Zilin düğmesine basılır ve elektrik devresi tamamlanarak kapanmış olur. Bu durumda bobinin üzerinden akım geçer. Bu akımın oluşturduğu manyetik alan sayesinde elektromıknatısın yakınındaki metal çubuk, mıknatısa doğru çekilir. Metal armatüre bağlı tokmak gonga çarpar ve zil çalar. Bu sırada devre üzerinden geçen akım kısa süreli kesilmiş olur ve elektromıknatıs çekme özelliğini kaybeder. Metal armatürün bağlı olduğu yay, armatürü eski konumuna getirir. Bu birkaç kez tekrarlanırsa zilin sürekli titreşip çalması sağlanmış olur.

Hoparlör: Ses dalgasının bir kopyası olan elektrik sinyali hoparlöre gönderilir ve bobin üzerinden akım geçer. Elektromıknatıs özelliği kazanan bobin manyetik alan oluşturur. Ses sinyali dalgalı olduğundan elektromıknatıs sürekli kutup değiştirir. Elektromıknatıs, sistemdeki kalıcı mıknatısla etkileşime girer. Bu etkileşim nedeniyle bobin ileri-geri hareket etmeye başlar. Bobine bağlı olan diyafram zar da ileri-geri hareket eder. Diyaframın bu titreşimleri sonucu hava molekülleri dalgalanır ve ses dalgaları oluşmuş olur.

Selenoid Vanalar: Bu sistemlerde elektromıknatıs, sıvı veya gaz akışını kontrol etmek için kullanılır. Bunun için bobin üzerinden elektrik akımı geçer ve bobin elektromıknatıs özelliği kazanır. Manyetik alan oluşturan elektromıknatıs, valf içinde bulunan metal pistonu kendisine doğru çeker ve piston hareket etmiş olur. Normalde kapalı olan vana sistemlerinde piston hareketi sonucu sıvı ya da gazın hareketi için akış yolu açılır. Elektrik akımı kesilirse manyetik alan ve pistonu çekme etkisi yok olur. Piston eski yerine dönerek akış yolunu ilk durumdaki gibi kapatır.

- 2.
- () Akımın yönü değiştirilirse B azalır.
 - (✓) Yalnızca i artırılırsa B artar.
 - () Birim uzunluktaki sarım sayısı artırılırsa B azalır.
 - () Yalnızca L artırılırsa B artar.
 - (✓) Birim uzunluktaki sarım sayısı aynı kalacak şekilde L artırılırsa B değişmez.
- 3.
- a) 1, 3, 11, 12
 - b) 2, 5
 - c) 6, 7, 9
 - ç) 4, 8, 10
4. Elektromıknatıslar istenen zamanda mıknatıs özelliği kazanabilir. Elektromıknatısların oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğü ve yönü değiştirilebilir. Elektromıknatıslar çok şiddetli manyetik alan üretebilir.

23. Alıştırma

- a) Pozitif yüklü iyonlara etki eden manyetik kuvvet, damarın alt kısmına doğru olur.
- b) Damarın alt kısmında pozitif, üst kısmında negatif yüklü iyonlar birikir.
- c) Yüklerin farklı yerlere ayrışması sonucu damarın üst ve alt kısmında elektriksel alan oluşur. Elektriksel alanın varlığı, damarın üst ve alt kısımlarında gerilim (potansiyel fark) oluştuğu sonucunu doğurur. Elektrotlar bu gerilimi algılar. Elektrotlara temas eden voltmetre ise bu gerilimi ölçmek için kullanılır.
- ç) Manyetik alanın büyüklüğü B , elektriksel alanın büyüklüğü E olmak üzere kanın akış hızı $\vec{v} = \frac{E}{B}$ olarak bulunur.

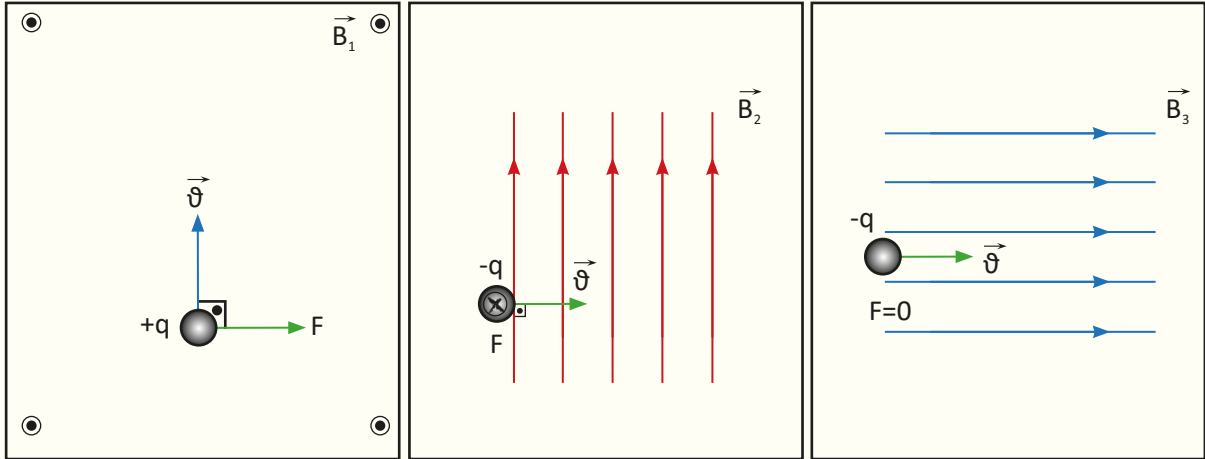
24. Alıştırma

- a) Manyetik kuvvet, merkezci kuvvet görevini üstlenir. Merkezci kuvvetin büyüklüğü $m \cdot \frac{v^2}{r}$ ile manyetik kuvvetin büyüklüğü $B \cdot q \cdot v$ ifadeleri birbirlerine eşitlendiğinde bu durum matematiksel olarak $m \cdot \frac{v^2}{r} = B \cdot q \cdot v$ şeklinde ifade edilir.

$$b) r = \frac{m \cdot \vartheta}{B \cdot q}$$

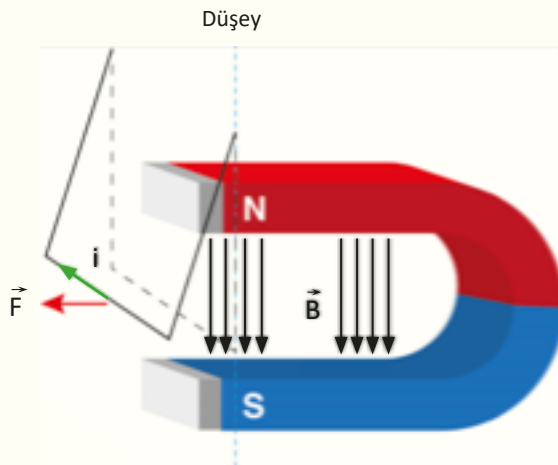
$$c) T = \frac{2 \cdot \pi \cdot m}{B \cdot q}$$

25. Alıştırma



26. Alıştırma

a)



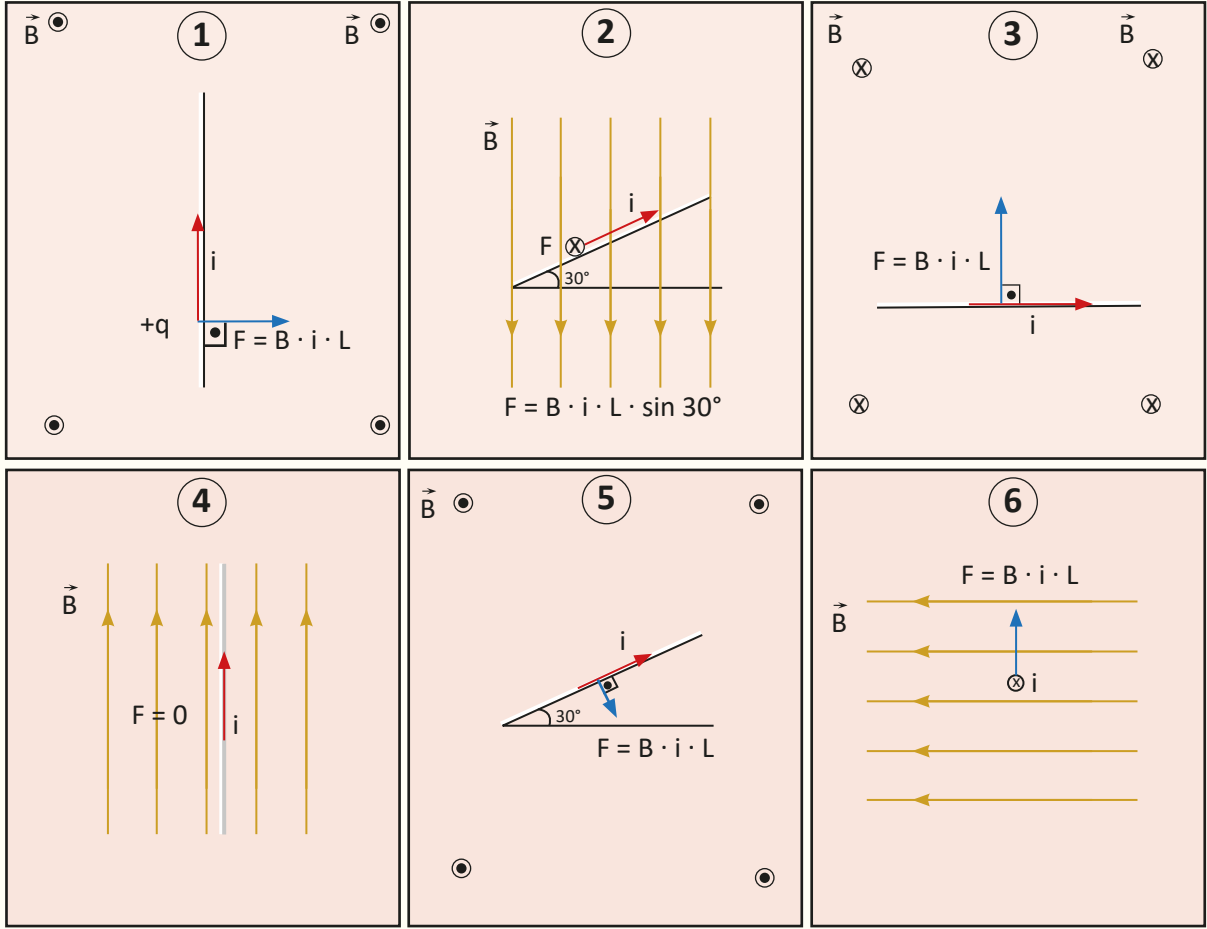
b) Mıknatısın kutupları aynı yerde kalmak koşuluyla tel üzerinden geçen akımın yönü ters çevrilebilir. Bir başka durumda ise akım yönü aynı kalır fakat mıknatısın kutupları yer değiştirir.

c) Telin düşey eksenden uzaklaşma miktarını artırmak için şunlar yapılabilir:

- Tel üzerinden geçen akımın büyüklüğü artırılabilir.
- Kütlesi aynı kalmak koşuluyla telin manyetik alandaki uzunluğu artırılabilir.
- Manyetik alanın büyüklüğü artırılabilir.
- Yer çekimi ivmesinin büyüklüğü azaltılabilir.
- Çubuğun kütlesi azaltılabilir.

27. Alıştırma

a)



b) Şunlar yapılabilir:

- Dünya'daki tel üzerinden geçen akımın büyüklüğü artırılabilir.
- Dünya'daki telin uzunluğu artırılabilir.
- Magnetardaki tel ile manyetik alan arasındaki açı sıfıra çok yakın, Dünya'daki tel ile manyetik alan arasındaki açı 90° yapılabilir.

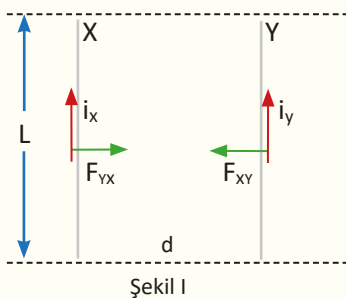
28. Alıştırma

a) X'in Y'ye uyguladığı manyetik kuvvetin büyüklüğü F_{xy} olmak üzere

$$F_{xy} = B_x \cdot i_y \cdot L = \left(2K \cdot \frac{i_x}{d}\right) \cdot i_y \cdot L \text{ olarak bulunur.}$$

Y'nin X'e uyguladığı manyetik kuvvetin büyüklüğü F_{yx} olmak üzere

$$F_{yx} = B_y \cdot i_x \cdot L = \left(2K \cdot \frac{i_y}{d}\right) \cdot i_x \cdot L \text{ olarak bulunur. Manyetik kuvvetlerin yönleri aşağıdaki gibidir:}$$



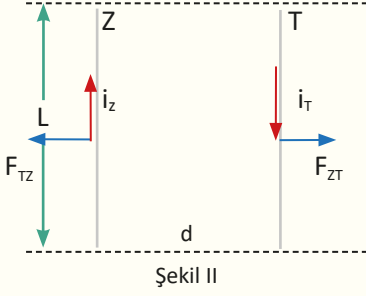
Şekil I

- b) Z'nin T'ye uyguladığı manyetik kuvvetin büyüklüğü F_{ZT} olmak üzere

$$F_{ZT} = B_Z \cdot i_T \cdot L = \left(2K \cdot \frac{i_Z}{d}\right) \cdot i_T \cdot L \text{ olarak bulunur.}$$

T'nin Z'ye uyguladığı manyetik kuvvetin büyüklüğü F_{TZ} olmak üzere

$$F_{TZ} = B_T \cdot i_Z \cdot L = \left(2K \cdot \frac{i_T}{d}\right) \cdot i_Z \cdot L \text{ olarak bulunur. Manyetik kuvvetlerin yönleri aşağıdaki gibidir:}$$



- c) X ve Y telleri gibi üzerinden aynı yönde akım geçen paralel teller birbirini çeker. Z ve T telleri gibi üzerinden zıt yönlü akım geçen paralel teller birbirini iter. Bu durumda soruda verilen ifade doğrudur.

29. Alıştırma

- a) Manyetik kuvvet +x yönünde olur. Çubuk; başlangıçta durduğu için manyetik kuvvet yönünde, diğer bir deyişle +x yönünde harekete başlar.
- b) $F = B \cdot i \cdot d$, $a = \frac{B \cdot i \cdot d}{m}$
- c) $t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot L}{B \cdot i \cdot d}}$, $\vartheta = \sqrt{\frac{2 \cdot B \cdot i \cdot d \cdot L}{m}}$

30. Alıştırma

- a) Sağ el kuralına göre her bir durum için çerçevelerin kenarlarına etki eden manyetik kuvvetlerin yönü aşağıda çizilmiştir:

1. Durum	2. Durum	3. Durum	4. Durum
Saatin dönüş yönünün tersi Saatin dönüş yönü			

- b) 1. durumda çerçeve saatin dönüş yönünün tersi yönde döner. 2. durumda çerçeve sabit durmaya devam eder. 3. durumda çerçeve saatin dönüş yönünde döner. 4. durumda çerçeve sabit durmaya devam eder.

31. Alıştırma

a) Uydularda manyetik burucu kullanmanın avantajları şunlar olabilir:

- Yakıta ihtiyaç duymadan düşük enerji ile çalışması
- Küçük uydular için ideal olması
- Hareketli parça içermemesi
- Hafif ve güvenilir olması

Uydularda manyetik burucu kullanmanın dezavantajları şunlar olabilir:

- Sadece Dünya'nın manyetik alanının olduğu yerlerde çalışması
 - Dünya'dan uzak olan derin uzay bölgelerinde çalışmaması
 - Hızlı yönelim değiştirme durumlarında döndürme etkisinin sınırlı olması
 - Yalnız üç eksen etrafında dönmesi
 - Bağımsız kontrol edilmesinin zor olması
- b) Burucularda kullanılan tel çerçevelerin yüzey alanı, sarım sayısı ve üzerlerinden geçen akım şiddeti artırılabilir. Uydu, Dünya'nın manyetik alanı büyüklüğünün fazla olduğu yerlere götürülebilir.
- c) Z burucusuna etki eden döndürme etkisi de sıfır olur ve uydu dönmez.
- ç) X burucusu ve uydu y eksen etrafında dönmeye başlar.

32. Alıştırma

Manyetik akının artırılması gerekir. Halkanın yüzey alanı ve manyetik alanın büyüklüğü artırılabilir. Halkanın yüzey normali ile manyetik alan arasındaki açının değeri azaltılarak 0° yapılabilir.

33. Alıştırma

- a) $\phi = 1,35 \cdot 10^{-9}$ Wb olarak bulunur.
- b) $\phi = 1,35 \cdot 10^{-7}$ Wb olarak bulunur.

34. Alıştırma

- I. K noktasındaki levha yüzeyinden geçen manyetik alan çizgi sayısı, L noktasındaki levha yüzeyinden geçen manyetik alan çizgi sayısından fazladır. Bu sebeple I. ifade doğrudur.
- II. Levhanın yüzey alanı artırılırsa levha yüzeyinden geçen manyetik alan çizgi sayısı iki noktada da artar. Bu sebeple II. ifade doğrudur.
- III. L noktasındaki levha bobine yaklaştırılırsa levha yüzeyinden geçen manyetik alan çizgi sayısı artar. Bu sebeple III. ifade yanlıştır.
- IV. İdeal bobin içinde manyetik alan düzgün kabul edilir. Bu sebeple IV. ifade yanlıştır.
- V. Bobin üzerinden geçen akımı artırmak bobinin oluşturduğu manyetik alanın büyüklüğünü her noktada artırır. Bu sebeple V. ifade doğrudur.

35. Alıştırma

- a) Tüm yüzüklerin bir periyotluk süre içinde manyetik akı değişimleri sıfır ve birbirine eşit olur.
- b) K ve M yüzüklerinin çeyrek periyotluk süre içinde manyetik akı değişimleri eşit ve sıfır olur. L yüzüğünün çeyrek periyotluk süre içinde manyetik akı değişiminin büyüklüğü sıfırdan farklı olduğu için en fazladır.

36. Alıştırma

- I. Gitar telinin mıknatıslık özelliği kazanan kısmı, etrafında manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan, bobin halkalarının yüzeyinde manyetik akı meydana getirir. Bu ifade doğrudur.
- II. Gitar teli sabitken bobinin yüzeyinde oluşan manyetik akı, indüksiyon gerilimi oluşturmaz. İndüksiyon geriliminin oluşması için bobinin yüzeyindeki manyetik akının değişmesi gerekir. Bu ifade yanlıştır.
- III. Mıknatıslık özelliği kazanan gitar telinin hareketiyle bobin halkalarının yüzeyindeki manyetik akı değişir. Bu ifade doğrudur.
- IV. Gitar telinin hareketiyle bobin halkalarının yüzeyindeki manyetik akının değişmesi sonucu indüksiyon gerilimi oluşur. Bu ifade doğrudur.

37. Alıştırma

- a) Asfaltın altına yerleştirilmiş halkanın oluşturduğu manyetik alan, demir gibi metal parçaları olan bir aracın loop dedektörünün üzerine gelmesiyle değişir. Manyetik alanın değişmesi ile loop dedektörünün yüzeyinde manyetik akı değişimi meydana gelir. Bu manyetik akı değişimi sayesinde indüksiyon akımı oluşur ve bu durum kontrol noktasına bildirilir.
- b) Şunlar yapılabilir:
 - Dedektörün kontrol ünitesinin hassasiyeti artırılabilir.
 - Daha sık sarılmış bobinler kullanılabilir.
 - Küçük araçlar için özel tasarlanmış çift loop gibi sistemler kullanılabilir.
 - Motosiklet altına ekstra metal parçalar eklenebilir.
 - Motosikletin tam olarak loop dedektörünün olduğu yerde durmasının sağlanması için yollara dedektörün tam yerini belirten semboller koyulabilir.
- c) İndüksiyon akımı, bu artışa tepki için halkanın yüzeyine dik ve dışarı yönlü manyetik alan oluşturmak ister. Halkaya üstten bakıldığında dışarı yönlü manyetik alan, halka üzerinde saat yönünün tersi yönde dolaşan indüksiyon akımı sayesinde oluşur.
- ç) İndüksiyon gerilimi $\varepsilon = - N \cdot \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = - 0,75 \cdot 10^{-4} \text{ V}$ olarak bulunur.

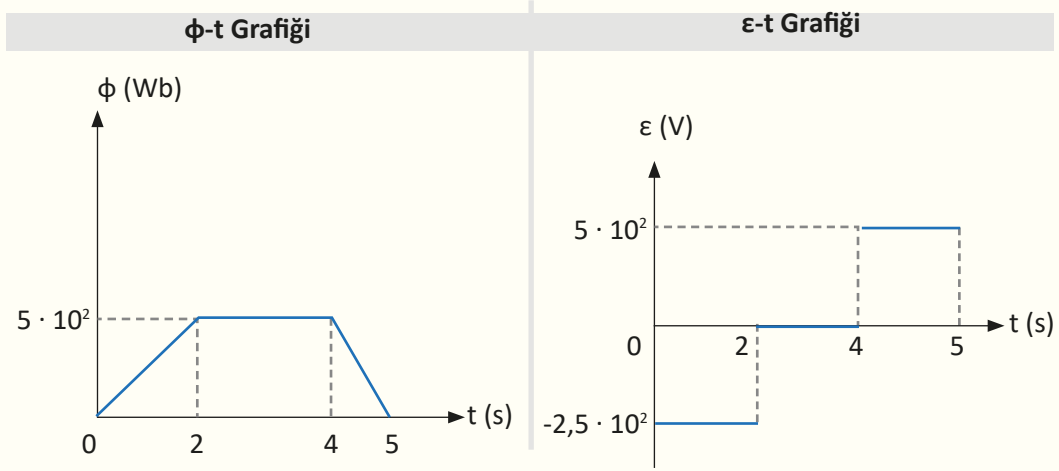
38. Alıştırma

- a) Birinci devredeki bobinin oluşturduğu manyetik alan, ikinci devredeki bobin halkalarının yüzeyinde manyetik akı değişimine neden olur. İkinci bobin halkalarının yüzeyindeki manyetik akı artar ve bu değişimin meydana geldiği ikinci bobinde indüksiyon akımı oluşur.
- b) Birinci devrenin akımı sıfırken anahtar kapatıldığında akım, kısa bir süre içinde belli bir değere çıkar. Bu süreçte ikinci devrede indüksiyon akımı oluşur ve ibre sapar. Birinci devredeki akım bir süre sonra sabit kalacağından birinci devredeki bobinin oluşturduğu manyetik alan da sabit olur. Bu andan itibaren ikinci devredeki bobin halkalarının yüzeyinde manyetik akı değişimi gözlenmeyeceği için ibre eski konumuna döner.
- c) İkinci devredeki bobin halkalarının yüzeyinde oluşan manyetik akı değişir. Bu kez manyetik akı değişimi, manyetik akının azalması şeklinde olur. Oluşacak indüksiyon akımının yönü, anahtarın kapatıldığı duruma göre ters yönde olur ve akımölçer ibresi sola sapar.
- ç) R_1 direncinin artması ile birinci devrede oluşacak akımın değeri azalır. İkinci bobinin halkaları yüzeyindeki manyetik akı değişimi ilk duruma göre daha az olur. Sonuç olarak ibre ilk duruma göre daha az sapar.
- d) İndüksiyon gerilimi, ikinci devrede birim zamanda oluşan akı değişimi ile doğru orantılıdır. Birim zamandaki akı değişimi, R_2 direncine bağlı değildir. İndüksiyon gerilimi etkilenmese bile indüksiyon akımının değeri Ohm Yasası'na göre R_2 direncine bağlıdır. Bu durumda R_2 arttığı için indüksiyon akımı azalır.

39. Alıştırma

- a) Mıknatıs sola doğru halkaya yaklaştırıldığında halka yüzeyinden sola doğru geçen manyetik alan çizgi sayısı artar. İndüksiyon akımı, artan manyetik akıyı azaltmak ister, bu sebeple sağa doğru manyetik alan oluşturma eğilimindedir. Sağa doğru manyetik alan oluşturan indüksiyon akımının yönü halka üzerinde 1 yönündedir.
- b) Birim zamandaki manyetik akı değişiminin artması için daha güçlü bir mıknatıs kullanılabilir. Soruda verilen mıknatıs daha kısa sürede d kadar yaklaştırılabilir ya da t sürede d'den daha fazla yaklaştırılabilir.
- c) İbrenin M noktasına sapması için indüksiyon akımının Şekil II'dekine göre ters yönde (2 yönünde) oluşması gerekir. Halka yüzeyinden sola doğru geçen çizgi sayısı azaltılmalıdır. Mıknatıs uzaklaştırılırsa bu durum gerçekleşebilir. Mıknatısın kutuplarının yerini değiştirip mıknatısı yaklaştırmak da ibreyi M noktasına saptırabilir.

40. Alıştırma

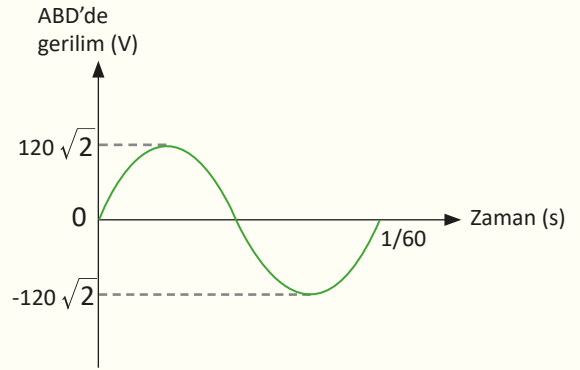
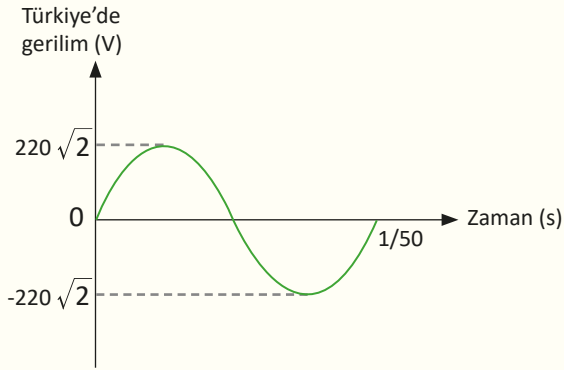


41. Alıştırma

- a) $\Delta t = 5 \cdot 10^{-6}$ s olarak bulunur.
- b) Mesafe arttıkça manyetik akı ve manyetik akı değişimi azalır. Bu durumda oluşan indüksiyon gerilimi ve akımı azalır. Sonuç olarak enerji aktarımı azalır, telefon daha yavaş şarj olur ya da hiç şarj olmaz.
- c) Faraday Yasası'na göre sarım sayısı artırılırsa oluşan indüksiyon gerilimi de artar. Bu durumun şarj hızını artırması beklenir fakat şarj hızı her durumda artmayabilir. Sarım sayısı arttıkça bobinin direncinin artması ısı olarak kaybolan enerjiyi artırır. Bu durumda şarj hızı sistemin tasarımına bağlı olarak azalabilir.

42. Alıştırma

- a) Ülkelerin şebekelerinde kullanılan elektriğin farklı gerilim ve frekans değerlerine sahip olmasının nedenlerinden bazıları şunlar olabilir:
- Elektrik şebekelerinin ilk kurulduğu dönemlerde uluslararası bir standart olmaması
 - Şebekelerin ilk kurulduğu dönemlerde elektriği üreten ve dağıtan farklı şirketlerin kendi teknolojilerini ve ekipmanlarını kullanarak şebekelerini kurması
 - Şebekelerin ilk kurulduğu dönemlerde elektrik santralleri ve şebekelerin genellikle bölgesel olarak inşa edilmesi ve her bölgenin kendi ihtiyaçlarına ve kaynaklarına göre bir sistem kurması
 - Bir kez belirli bir gerilim ve frekans sistemine yatırım yapıldıktan sonra milyonlarca cihaz, şebeke alt-yapısı ve sanayi tesisleri bu standarda göre üretildiği için sistemin değiştirilmesinin çok maliyetli hâle gelmesi
 - Ev içi kullanımda düşük gerilimler (110-120 V) insan sağlığı açısından daha güvenli olduğundan ABD ve bazı ülkelerde düşük gerilimin tercih edilmesi
 - Enerji verimliliği ve iletim kolaylığı nedeniyle Avrupa ülkelerinde 220-240 V gerilimin tercih edilmesi
- b) Aynı frekans değerine sahip ülkeler arasında doğrudan elektrik enerjisi alışverişi yapılabilir.
- c) Genellikle Avrupa'da kullanılan yaklaşık 50 Hz ve 220-240 V gerilim, ABD ve Japonya'nın bazı yerlerinde kullanılan yaklaşık 60 Hz ve 110-120 V gerilimden daha verimlidir. 60 Hz ve 110-120 V kullanan şebekeler daha güvenlidir ve küçük motorlarla çalışabilir. 50 Hz ve 220-240 V kullanan şebekeler, dünya üzerinde daha yaygın olduğu için enerji alışverişi konusunda daha avantajlıdır.
- ç)



43. Alıştırma

- a) Sarı dalganın temsil ettiği devrenin maksimum gerilimi (2 birim) mavi dalganıkinden (1 birim) fazladır.
- b) Sarı dalganın temsil ettiği devrenin frekansı (1/4), mavi dalganıkinden (1/2) azdır.
- c) Sarı devrenin AC kaynağındaki çerçevenin dönüş hızı artırılabilir ya da mavi devrenin AC kaynağındaki çerçevenin dönüş hızı azaltılabilir.
- ç) Direnç 2R olarak bulunur.

44. Alıştırma

a) Elektroliz, sarj ve kaplamacılığın yapılabilmesi için elektrik kaynağının kutuplarının yeri sabit kalmalıdır. Doğru akımda kaynağın kutuplarının yeri sabit kaldığı için elektroliz, sarj ve kaplamacılık yapılabilir.
b) Alternatif akım kaynağı ile üretilen elektrik enerjisi, bazı yöntemlerle yüksek gerilim ve düşük akımda taşınabilir. Bu sayede ısıya harcanan enerji azalır. Dolayısıyla alternatif akımın uzak mesafelere iletimi daha verimlidir.
c) Elektriğin depo edilmesi için doğru akıma çevrilmesi gerekir. Depolama sistemleri sabit büyüklükte ve yönde akıma ihtiyaç duyar. AC akımı depolamak için dönüştürücüler yardımıyla önce DC'ye çevirmek gerekir. DC olan kaynağın depo edilmesi için dönüştürülmesine gerek yoktur. AC elektriğin taşınması sırasında frekansından kaynaklı uyum sorunları sonucu daha fazla kayıp olabilir.
ç) AC jeneratörler, DC jeneratörlere göre daha basit yapılı ve ucuzdur. AC ekipmanlar dünya çapında daha yaygındır. Alt yapı olarak iletim ve dağıtım sistemleri daha çok AC'ye göre tasarlanmıştır.
d) AC akım saniyede birçok kez yön değiştirdiği için bu akıma kapılan kişilerin kasları sürekli uyarılır ve kas kasılmaları nedeniyle akımı bırakmak zordur. Bu durum kalp ritmini de bozabilir. DC akıma kapılan kişinin ise akımı bırakması, akım genellikle sabit ve aynı yönlü olduğu için daha kolaydır. Bunun yanında aynı gerilimde AC akımın en büyük değeri DC'ye göre daha fazla olduğundan kişi büyüklüğü daha fazla akıma kapılabilir.
e) Alternatif akım sayesinde 220 V'luk elektrik şebekesine farklı gerilim ile çalışan cihazlar bağlanıp kullanılabilir. Dönüştürücüler sayesinde elektrik şebekesinin gerilimi ile cihazın gerilimi eşitlenebilir. Bu dönüştürücüler alternatif akım ile çalışır, doğru akım ile çalışmaz.

45. Alıştırma

- a) Gerilimi düşürmek için alçaltıcı transformatör kullanılmalıdır.
- b) Gerilimi yükseltmek için yükseltici transformatör kullanılmalıdır.
- c) Gerilimi düşürmek için alçaltıcı transformatör kullanılmalıdır. Alçaltıcı transformatörün birincil sarım sayısı, ikincil sarım sayısından fazladır.

46. Alıştırma

- a) Mikrodalga fırında gerilim yükseltildiği için fırın içindeki transformatör, yükseltici transformatördür. Mikrodalga fırın şebekelerine bağlı olan ikincil bobinin sarım sayısı, şebekeye bağlı olan birincil bobinden fazla olmalıdır. Sarım sayısı fazla olan X bobini (ikincil bobin) mikrodalga fırın devrelerine, sarım sayısı az olan Y bobini (birincil bobin) şebekeye bağlıdır.
- b) $\frac{N_y}{N_x} = \frac{1}{10}$
- c) Transformatör ideal kabul edildiği için birincil güç, ikincil güce eşittir. İkincil bobindeki güç 1000 W olarak verildiğinden birincil bobindeki güç de 1000 W olarak bulunur.
- ç) Yükseltici transformatörde gerilim yükseltilir, akım düşürülür. Bu durumda ikincil akım birincil akımdan küçük olur.

47. Alıştırma

- a) Y transformatöründe ikincil gerilim 1680 V olarak bulunur.
- b) Yapılabileceklerden bazıları şunlardır:
- X transformatörünün birincil sarım sayısını yarıya indirme
 - Y transformatörünün birincil sarım sayısını yarıya indirme
 - X transformatörünün ikincil sarım sayısını iki katına çıkarma
 - Y transformatörünün ikincil sarım sayısını iki katına çıkarma
- c) Gücü fazla olan X lambası Y'ye göre daha parlaktır. Z lambası yanmaz.
- ç) Transformatör AC akım kaynağı ile çalışır. K, L, M transformatörleri AC kaynağına bağlı olduğundan transformatörlerin üçünde de ikincil gerilim değerleri sıfırdan farklı olur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1.

a) $\frac{7}{16} F$

b) $\frac{25}{144} F$

c)

X Cismi	Y Cismi	Uzay Aracı	Bileşke Elektriksel Alan
 E	 $\frac{9}{64} E$	 $\frac{1}{4} E$	 $\frac{57}{64} E$

ç)

X Cismi	Y Cismi	Uzay Aracı	Bileşke Elektriksel Alan
 E	 $\frac{9}{64} E$	 $\frac{1}{4} E$	 $\frac{\sqrt{5585}}{64} E$

d)

X Cismi	Y Cismi	Uzay Aracı	Bileşke Elektriksel Alan
 E	 $\frac{9}{64} E$	 $\frac{1}{4} E$	 $\frac{89}{64} E$

2.

a) Elektriksel alanın yönü pozitif yükten negatife doğrudur. Bu sebeple K levhası pozitif, L levhası negatif yüklüdür.

b)

X Parçasığının Yükünün Cinsi	Y Parçasığının Yükünün Cinsi	Z Parçasığının Yükünün Cinsi	T Parçasığının Yükünün Cinsi	S Parçasığının Yükünün Cinsi
K levhasına saptığından negatif	K levhasına saptığından negatif	Nötr	L levhasına saptığından pozitif	L levhasına saptığından pozitif

c) Y'nin X'ten az sapması, Y'nin yük miktarının X'e göre daha az ya da kütesinin X'e göre daha fazla olmasından kaynaklanabilir.

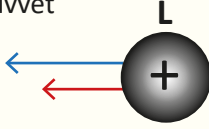
ç) T yükü S yüküne göre daha az saptığı için T'ye etki eden elektriksel kuvvet daha azdır.

3.

a) $\frac{9}{16}$ veya $\frac{16}{9}$

b)

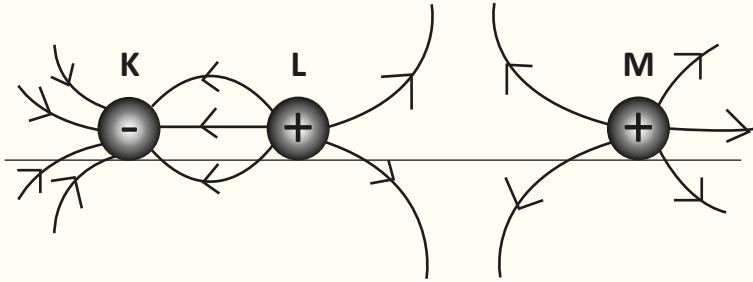
K'nin L'ye uyguladığı kuvvet



M'nin L'ye uyguladığı kuvvet

c) 272 N

ç)



4.

- a) Suyun mekanik enerjisi elektrik enerjisine dönüştürülür.
- b) Manyetik alan içinde döndürülen tel çerçeve yüzeyindeki manyetik akı değişim hızı artırılmalıdır. Bunun için manyetik alan büyüklüğü, çerçeve sarım sayısı, yüzey alanı ve çerçevenin dönme frekansı artırılabilir.
- c) Kaybın azaltılması için enerjinin düşük akımla taşınması gerekir. Bunun için transformatör kullanılıp gerilim yükseltilmelidir.

5.

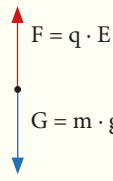
a)

Serbest Cisim Diyagramı	Elektriksel Alanın Yönü	Net Kuvvetin Büyüklüğü
		Sıfır ($q \cdot E = m \cdot g$)

b)

Serbest Cisim Diyagramı	Net Kuvvetin Büyüklüğü	Hareket Durumu
	$F_{\text{Net}} = m \cdot g$	Aşağı yönde sabit ivme ile hızlanan hareket yapar.

c)

Serbest Cisim Diyagramı	Elektriksel Alanın Yönü	Net Kuvvetin Büyüklüğü
		Sıfır ($q \cdot E = m \cdot g$)

6.

Örnekler	Faraday kafesi etkisinin olduğu alandır.
Yüksek binalarda paratoner kullanılması	✓
Uçaklara yıldırım çarptığından yolcuların bu durumdan zarar görmemesi	✓
Yağmurlu ve gök gürültülü havalarda oto radyosunun açılmaması	-
MR cihazlarının bulunduğu odaların metal kaplı olması	✓
Asansör içinde cep telefonu hattının kesilmesi	✓
Sinyal bozucuların (jammer) etki alanında olan yerlerde telefon görüşmelerinin gerçekleşmemesi	✓

7.

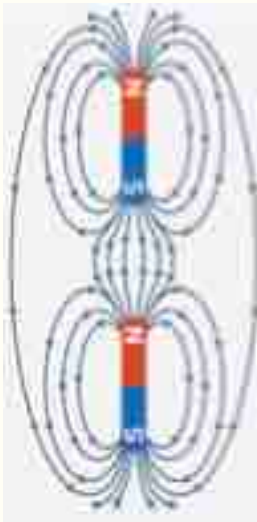
Devrede Yapılan Değişiklikler	Pusula İbresindeki Sapma Miktarı	Doğru/Yanlış
Direnç değerini artırmak	Azalmaktadır.	D
Üretcin potansiyel farkını azaltmak	Artmaktadır.	Y
Devreden geçen akımın değerini artırmak	Artmaktadır.	D
Devreden geçen akımın yönünü değiştirmek	Herhangi bir değişiklik olmamıştır.	Y
Pusulayı tele yaklaştırmak	Azalmaktadır.	Y

8.

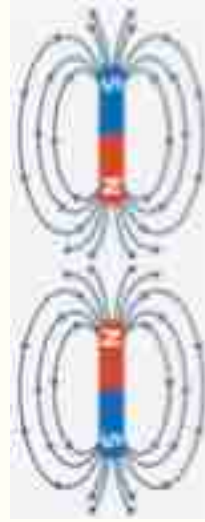
- a) Elektromıknatısın kutuplarının yeri istendiği gibi değiştirilebilir. Bu durum, asansör kabininin hangi yöne gideceğini belirlemede kritik rol oynar.
- b) Manyetik kuvvet yukarı yönde olduğu için yukarı hareket eder.
- c) Tam tersi yönde akım geçirilerek elektromıknatısların kutuplarının yönü değiştirilmelidir.
- ç) Muhtemel cevaplardan biri şu olabilir:
- Bina tasarımları daha özgür ve estetik olabilir.
 - Havalimanı, hastane, alışveriş merkezi gibi geniş yapılarda ve şehir içinde yatay taşıma söz konusu olabilir.
 - Enerji tasarrufu sağlanabilir.
 - Zaman tasarrufu ve verimlilik sağlanabilir.
- d) Geleneksel asansörler şu anda daha yaygın ve ucuzdur. Sadece dikey harekete müsaade eden sınırlı yönlülüğü ve mekanik aşınmalardan dolayı bakım gereksiniminin yüksek olması dezavantajlarındandır. Manyetik asansörler ise daha sessiz, esnek hareket kabiliyetine sahip ve enerji bakımından daha verimlidir. Bununla birlikte maliyeti yüksek ve teknolojisi hâla gelişme aşamasındadır ve güvenliği konusunda testler devam etmektedir.

9.

a)



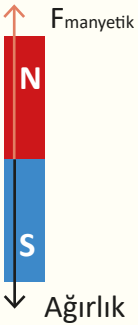
Şekil I



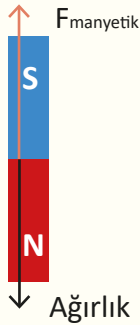
Şekil II

- b) Tüm durumlarda manyetik kuvvetlerin büyüklükleri eşittir. Şekil I ve II’de manyetik kuvvetler yukarı, Şekil III’te aşağı yöndedir.

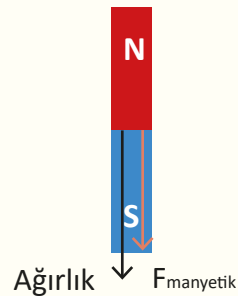
c)



Şekil I



Şekil II



Şekil III

ç) Şekil I'deki mıknatıs yukarı yönde harekete başladığı için manyetik kuvvet ağırlıktan büyüktür. Bu sebeple Şekil II'deki mıknatıs da yukarı yönde harekete başlar. Bir süre sonra manyetik kuvvetin büyüklüğü azalır. Daha sonra cisim yavaşlar, durur ve aşağı yönde harekete başlar. Bu andan itibaren manyetik kuvvetin büyüklüğü artar.

d) Şekil III'teki mıknatısın ivme büyüklüğü en fazla, Şekil II'dekininki en azdır.

10.

Yapılan Değişiklik	Sapma Miktarındaki Değişim
Akım makarasındaki sarım sayısı artırılıyor.	Pusula iğnesine uygulanan manyetik kuvvet artar. Bu nedenle iğnenin sapma miktarı artar.
Akım makarasındaki sarım sayısı ile makara uzunluğu aynı oranda azaltılıyor.	Pusula iğnesine uygulanan manyetik kuvvet değişmez. Bu nedenle iğnenin sapma miktarı değişmez.
Akım makarasından geçen akım değeri ile makara uzunluğu aynı oranda artırılıyor.	Pusula iğnesine uygulanan manyetik kuvvet değişmez. Bu nedenle iğnenin sapma miktarı değişmez.
Akım makarasından geçen akım değeri azaltılıyor.	Pusula iğnesine uygulanan manyetik kuvvet azalır. Bu nedenle iğnenin sapma miktarı azalır.
Akım makarasının yarıçapı artırılıyor.	Akım makarasının içinde oluşan manyetik alan makaranın yarıçapına bağlı olmadığı için sapma miktarı değişmez.
Akım makarasının yarıçapı azaltılıyor.	Akım makarasının içinde oluşan manyetik alan makaranın yarıçapına bağlı olmadığı için sapma miktarı değişmez.
Akım makarasının birim uzunluktaki sarım sayısı artırılıyor.	Pusula iğnesine uygulanan manyetik kuvvet artar. Bu nedenle iğnenin sapma miktarı artar.

11.

- Anahtar kapatılır.
- Devreden akım geçer.
- Elektromıknatıs, mıknatıs özelliği kazanarak armatürü kendine çeker.
- Armatüre bağlı olan tokmak gonga çarpar.
- Zil çalar.
- Anahtar açılır.
- Devreden geçen akım kesilir.
- Elektromıknatısın mıknatıs özelliği ve armatüre uyguladığı çekme kuvveti sona erer.
- Yay, armatürü eski konumuna getirir.
- Zilin çalması sona erer.

12.

a) Sağ el kuralına göre +x yönündedir.

b)

	Manyetik Kuvvetin Büyüklüğü	Manyetik Kuvvetin Yönü
K	$F = 0$	-
L	$F = B \cdot q \cdot \vartheta = (4K \cdot \pi \cdot i \cdot \frac{N}{l}) \cdot q \cdot \vartheta$	-z
M	$F = B \cdot q \cdot \vartheta = (4K \cdot \pi \cdot i \cdot \frac{N}{l}) \cdot q \cdot \vartheta$	+z

c)

	N/I Oranı Azalırsa	i Artarsa	i Yönü Değişirse	B Artarsa	ϑ Artarsa
Manyetik kuvvetin büyüklüğünün değişimi	Azalıır.	Artar.	Değişmez.	Artar.	Artar.

13.

a)

$$D_1 = m \cdot g$$

$$D_2 = m \cdot g - B \cdot i \cdot L$$

$$D_3 = B \cdot i \cdot L + m \cdot g$$

$$D_3 > D_1 > D_2$$

b) $i = \frac{m \cdot g}{B \cdot L}$

c) Manyetik kuvvetin yönü ve büyüklüğü sürekli değişeceğinden D_2 'nin değeri periyodik olarak artar ve azalır.

14.

Nicelikler	Yapılacak Değişiklikler
Tel çerçevedeki sarım sayısı	Artırılabilir.
Manyetik alanın büyüklüğü	Artırılabilir.
Devredeki üretcin potansiyel farkı	Artırılabilir.
Manyetik kuvvetin uygulandığı telin uzunluğu	Artırılabilir.
Devrede kullanılan telin öz direnci	Azaltılabilir.

15.

a) Göze takılan iletken halka şeklindeki lensin manyetik alan içinde hareketi sonucu halka yüzeyinde manyetik akı değişimi oluşur. Manyetik akı değişimi, indüksiyon akımına sebep olur.

b) $\phi_{\max} = 2 \cdot B \cdot A = 2 \cdot B \cdot (\pi r^2) = 2 \cdot (0,02 \cdot 10^{-3}) \cdot (3 \cdot 0,002^2) = 5,88 \cdot 10^{-9} \text{ Wb}, \phi_{\min} = 0$

c) $\phi = 2 \cdot B \cdot A \cdot \cos 60^\circ = (0,04 \cdot 10^{-3}) \cdot (3 \cdot 0,002^2) = 5,88 \cdot 10^{-9} \text{ Wb}$

ç)

İndüksiyon Gerilimi			
0-t Zaman Aralığı	t-2t Zaman Aralığı	4t Anı	7t Anı
$-\frac{2\phi}{t}$	0	$\frac{3\phi}{4t}$	0

16.

a)

K ile L arasında DC kaynağı varsa lambanın bağlı olduğu devrenin sınırları içindeki manyetik akı zamanla değişir.

✓ K ile L arasında AC kaynağı varsa lambanın bağlı olduğu devrenin sınırları içindeki manyetik akı zamanla değişir.

✓ K ile L arasında DC kaynağı bağlı ise lamba yanmaz.

✓ K ile L arasında AC kaynağı varsa lamba yanar.

K ile L arasında AC kaynağı varsa lambanın parlaklığı sabit olur.

b) Devre yüzeyinde sayfa düzleminden içeri dik giren manyetik akı artar. Bunu azaltmak isteyen indüksiyon akımı saat yönünün tersi yönde oluşur.

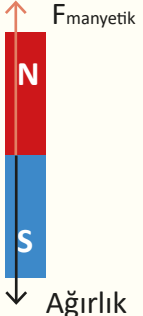
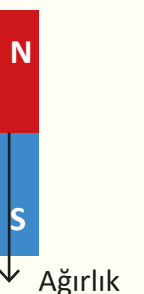
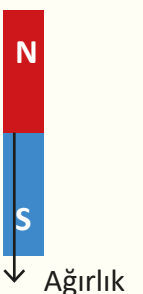
c) X telinin üzerinden geçen indüksiyon akımı, Y telinin üzerinden geçen alternatif akım ile aynı ve zıt yönde olabilir. Bu sebeple teller birbirini itecek ya da çekecek yönde kuvvet uygular.

ç) İndüksiyon gerilimi = 5 V, indüksiyon akımı = 2,5 A

17.

a) C

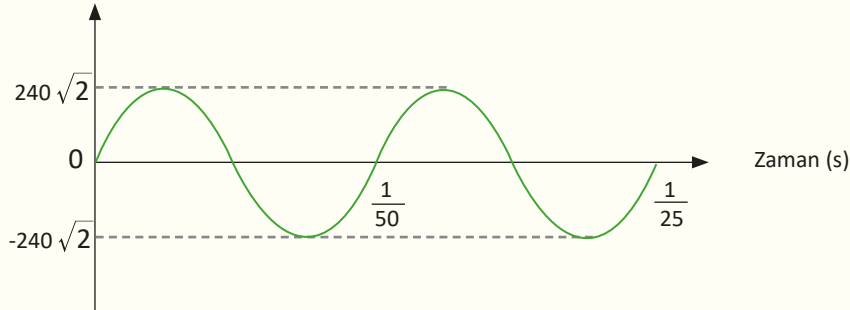
b)

Şekil I'deki Mıknatısa Etki Eden Kuvvetler		Şekil II'deki Mıknatısa Etki Eden Kuvvetler	
Bileziğe ulaşana kadar	Bileziğe ulaştıktan sonra	Bileziğe ulaşana kadar	Bileziğe ulaştıktan sonra
			

c) Şekil I'deki mıknatıs, bileziğe yaklaşırken bilezik üzerinden geçen indüksiyon akımı sonucu oluşan manyetik kuvvetin etkisiyle yavaşlar. Şekil II'de ise mıknatısa manyetik kuvvet etki etmez. Bu yüzden Şekil II'deki mıknatıs bileziğe daha erken ulaşır.

18.

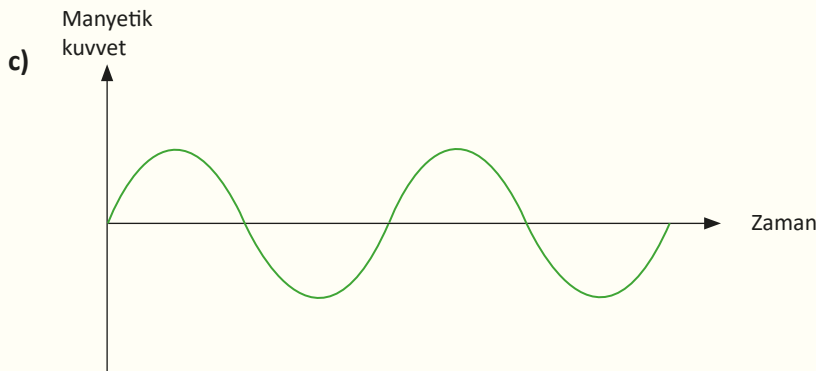
- a) Görseldeki cihaz bir transformatördür. Bu cihaz, indüksiyon gerilimini düşürmek için tasarlanmıştır.
- b) Cihan'ın traş makinesi 120 V ile çalıştığından ve prizdeki AC gerilimi 240 V olduğundan cihazdaki transformatör alçaltıcı transformatördür.
- c) 2
- ç) AC gerilimi (V)



- d) Frekans 50 Hz olduğundan gerilim saniyede 100 kez maksimum değere ulaşır ve 100 kez sıfır olur.
- e) Alçaltıcı transformatörde gerilim düşürülürken akım yükseltilir. Bu durumda ikincil akım birincil akımdan fazla olur.

19.

- a) L kısmı N kutbu, K kısmı S kutbudur.
- b)



20.

- a) Manyetik alanın yönü -y yönündedir.
- b) Manyetik alan $B/3$ büyüklüğünde olur.
- c) K ve M leyleklerinin bulundukları noktalarda tellerin oluşturduğu bileşke manyetik alanların büyüklükleri birbirine eşit ve L leyleğinin bulunduğu noktadakinden fazladır.
- ç) K ve M leyleklerinin bulundukları noktalarda oluşan bileşke manyetik alanların büyüklükleri birbirine eşit ve L leyleğinin bulunduğu noktadakinden fazladır.
- d) Manyetik alan $\sqrt{2} B$ olarak bulunur.
- e) L leyleği rotasından sapmaz. K ve M leylekleri rotalarından sapma eğilimi gösterir.

21.

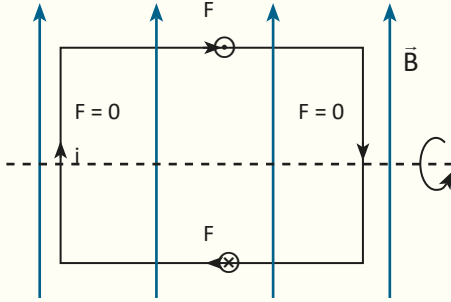
Örnekler	Manisa Mesir Macunu Festivali'nde Sultan Camii'nin minaresinden aşağı atılan macunların açılan şemsiye yardımıyla toplanması	Rüzgârın zaman zaman sert estiği bir günde pencerenin açılıp havanın oda içine girmesi
Manyetik Akı ve Bileşenleri		
Manyetik akı	Şemsiye ile birim zamanda toplanan macun sayısı	Birim zamanda odaya dolan hava miktarı
Manyetik alan	Macunlar	Hava molekülleri
Yüzey alanı	Şemsiye kumaşının yüzey alanı	Pencerenin yüzey alanı
Manyetik alan vektörü ve yüzey alanı arasındaki açı	Şemsiye tutacağı ile macunların hareket yönü arasındaki açı	Rüzgârın hareket yönü ile pencere yüzey normali arasındaki açı

22.

- a) C
- b) C
- c) B
- ç) D

23.

- a) Çerçeve kenarlarına etki eden manyetik kuvvetlerin yönleri şu şekilde gösterilir:



Bu durumda başlangıçta dönmediği kabul edilen çerçeve, kesikli çizgi ile belirtilen eksen etrafında dönmeye başlar.

- b) Akım şiddeti ve çerçevenin yüzey alanı artırılabilir. Çerçeveyi yer yüzeyine yaklaştırmak da döndürme etkisini artırır.

c)

Manyetik Kuzey Kutbundaki Çerçeve	Manyetik Güney Kutbundaki Çerçeve

- ç) Tel çerçevelere etki eden manyetik kuvvetlerin bileşkesi c maddesinde gösterildiği gibi sıfır olduğundan bu kuvvetlerin çerçeveler üzerinde döndürme etkisi yoktur. Bu durumda çerçeveler, başlangıçta dönmüyorlarsa dönmeyeceklerdir.

24.

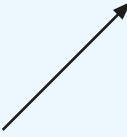
- a) RES'lerde alternatif akım, çerçevenin manyetik alan içinde döndürülmesiyle üretilir. Pillerde doğru akım, pilin içinde gerçekleşen kimyasal tepkimeyle elde edilir.
- b) Rüzgâr santrali gibi yenilenebilir enerji kaynağı kullanan santraller, kaynağın bol olduğu yerlere kurulur. Rüzgârın yıl boyunca çok güçlü estiği yerler belirlenir ve bu yerlere santraller inşa edilir.
- c) Rüzgâr santrallerinde üretilen elektrik enerjisi alternatif akım olduğu için gerilim transformatör yardımıyla yükseltilerek düşük akımla şehre taşınır.
- ç) Devrenin frekansı 50 Hz olduğu için çerçeve saniyede 50 tam tur atar. Akım-zaman grafiğinde akımın sıfır değerine 100 kez ulaştığı görülür. Lamba saniyede 100 kez sönmüş olur.
- d) Çerçeve saniyede 50 tam tur atar. Bir tam tur için akım iki kez en büyük değerine ulaşır. Bu durumda lamba üzerinden geçen akım saniyede 100 kez en büyük değerine ulaşmış olur.
- e) Maksimum gerilim değeri $220\sqrt{2}$ V olarak bulunur.

25.

- a) K noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü M'dekinden, M noktasındaki bileşke manyetik alanın büyüklüğü ise L'dekinden fazla olur.
- b) B
- c) D

26.

a)

K Akım Makarasının Oluşturduğu Manyetik Alanın Yönü	L Akım Makarasının Oluşturduğu Manyetik Alanın Yönü	Bileşke Manyetik Alanın Yönü
		

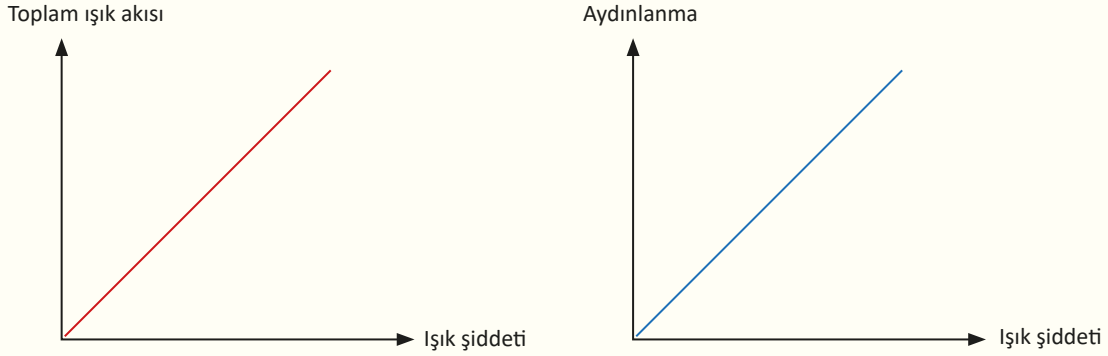
- b) K akım makarasının üzerinden geçen akım ve makaranın O noktasında oluşturduğu manyetik alan azalır. Bu durumda O noktasında akım makaralarının oluşturduğu bileşke manyetik alan azalmış olur.
- c) E
- ç) E
- d)

L Akım Makarası	Sarım Sayısı	Uzunluk	Akım Büyüklüğü	Bileşke Manyetik Alanın Büyüklüğü
1. durum	N	L	i	$\sqrt{2}$ B
2. durum	2N	L	i	$\sqrt{5}$ B
3. durum	4N	4L	2i	$\sqrt{5}$ B
4. durum	N	2L	6i	$\sqrt{10}$ B

3. ÜNİTE CEVAP ANAHTARI

1. Alıştırma

- a) Işık şiddeti, toplam ışık akısı ve zemine yerleştirilen halının bir noktası üzerinde oluşan aydınlanma artar.
- b)



- c) Işık şiddeti ve odadaki toplam ışık akısı değişmez. Halının bir noktası üzerinde oluşan aydınlanma artar.
- ç) Işık şiddeti ve odadaki toplam ışık akısı değişmez.

2. Alıştırma

a)	Işınların izlediği yol	b)	Su borusundan çıkan suyun enerjisi
b)	Işık şiddeti	ç)	Tarım arazisi üzerindeki bir noktaya dik olarak düşen su miktarı
c)	Işık akısı	a)	Suyun ilerleme yönü
ç)	Aydınlanma	c)	Tarım arazisinde belirli bir zamanda düşen toplam su miktarı

Çalışma Yaprağı

1.

- a) Kaynak sayısı değişmediği ve kaynaktan çıkan ışınlar paralel olduğu için mesafe artsa da kâğıt üzerinde oluşan ve toplam ışık akısı değişmez. $E = \frac{1}{d^2}$ ifadesine göre mesafe artarsa kâğıt üzerindeki bir noktada oluşan aydınlanma azalır.
- b) Paralel ışık yayan bir el feneri daha bulunduğu kaynağı artacağı için A4 kâğıdının üzerinde oluşan ışık şiddeti, toplam ışık akısı ve kâğıt üzerindeki bir noktada oluşan aydınlanma artar.
- c) A4 kâğıdı yatay konuma getirilirse kâğıt üzerinden hiç ışın geçmez. Dolayısıyla ışık şiddeti kaynağına bağlı olduğu için değişmez, ışık akısı ve kâğıt üzerindeki bir noktada oluşan aydınlanma azalır.

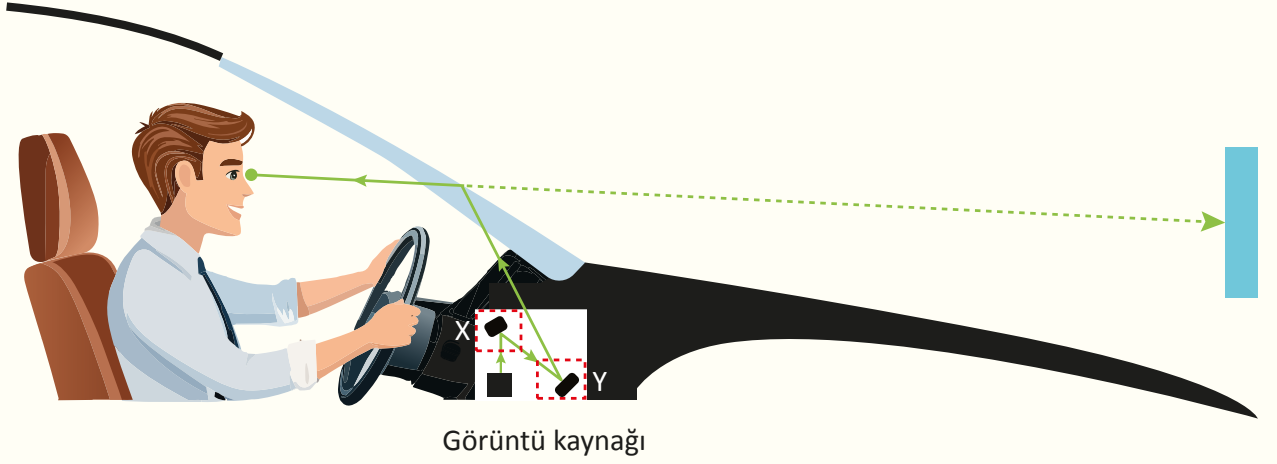
2.

Hesaplama		Yorum
A küresel yüzeyinde oluşan ışık akısı (lm)	B küresel yüzeyinde oluşan ışık akısı (lm)	A ve B küresel yüzeylerinde oluşan ışık akılarının büyüklük ilişkisi
$4 \cdot 3 \cdot 400 \cdot \frac{1}{2} = 2400$	$4 \cdot 3 \cdot 400 \cdot \frac{1}{4} = 1200$	$\Phi_A > \Phi_B$
K noktasında oluşan aydınlanma (lx)	L noktasında oluşan aydınlanma (lx)	K ve L noktalarında oluşan aydınlanmanın büyüklük ilişkisi
$\frac{400}{1^2} = 400$	$\frac{400}{2^2} = 100$	$E_K > E_L$

3. Öğrenci tasarladığı kavram haritasını çizecektir.

3. Alıştırma

X ve Y konumlarındaki boş kutulara yerleştirilmesi gereken düzlem aynalar aşağıdaki şekilde verildiği gibidir.



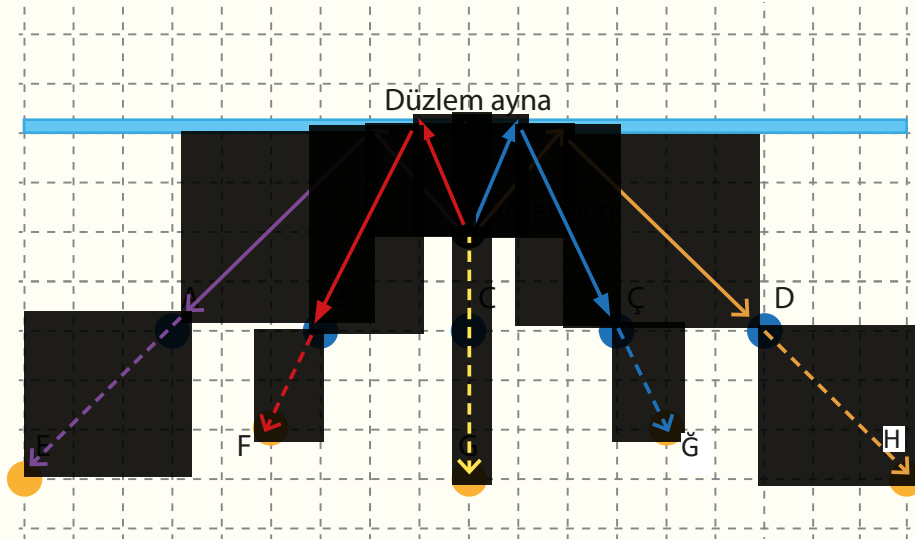
4. Alıştırma

Ayna yazısı, sağdan sola doğru ve her harfi ters olacak şekilde yazılır. Buna göre

AYNA YAZISI I2IS2A VNA şekline yazılır.

5. Alıştırma

a) Saydam olmayan cisimlerin kendilerinin ya da görüntülerinin arkasında kalan cisimler görülemez. Dolayısıyla öğretmen C, E, F, G, Ğ ve H'yi göremez.



b) Öğretmen, tüm öğrencileri (5 kız, 5 erkek öğrenci) görür.

c) Gözlemciler, aynaya yaklaşırsa görüş alanları artar. Dolayısıyla aynaya bir birim yaklaştığında Esra Öğretmen'in görüş alanı artar.

6. Alıştırma

- a) I, II, IV ve V numaralı ifadeler doğrudur. III numaralı ifade yanlıştır çünkü kulenin tepesinde bulunan alıcı, düzlem aynaların oluşturduğu küresel aynaların odak noktasıdır.
- b) Ülkemizin dışa bağımlılığını azaltır. Bu enerjiyi üretmek, hem ekonomik açıdan tasarruf sağlar hem de enerji güvenliğini artırır. Bu sistemler, çevre dostu olduğu için küresel ısınma ile mücadeleye yardımcı olur. Bu alanda yerli güneş paneli ve ayna üretim tesisleri kurulabilir, enerji depolama sistemlerini geliştirecek AR-GE (araştırma-geliştirme) faaliyetleri desteklenebilir vb.

7. Alıştırma

Öğrencilerin verdiği doğru cevaplar şu şekilde olmalıdır:

Tuğba: $f_2 - 2f_1$

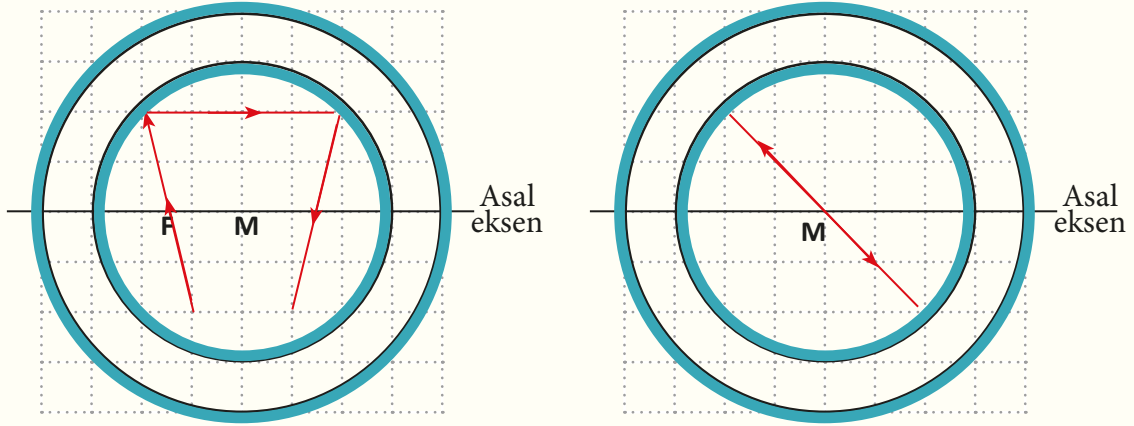
Emre: 100 cm

Uğur: I ve II

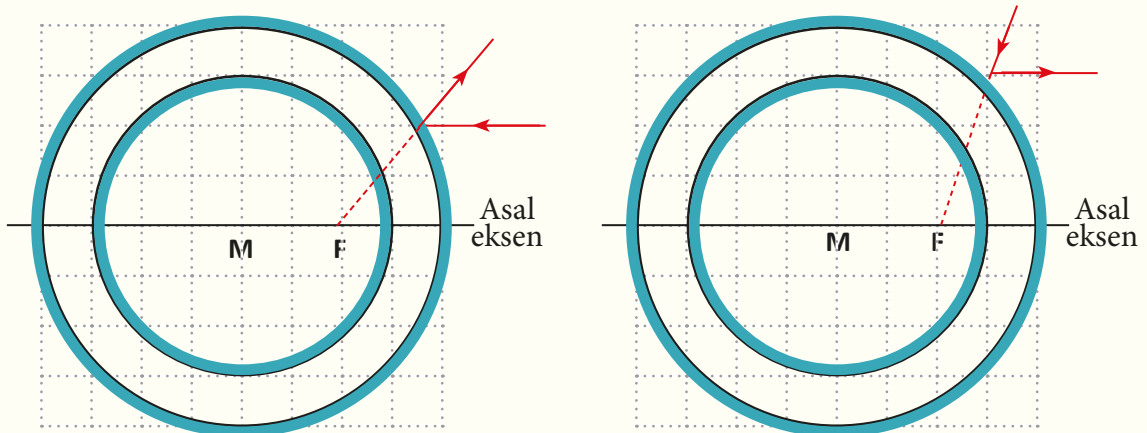
Gülbin: II ve III

8. Alıştırma

- a) İç yüzeyin parlak ve çukur yapısı sayesinde içeriden yayılan kızılötesi ışınlar defalarca yansır. Bu, termosun içindeki ısının korunmasına katkı sağlar. Metalik ve parlak dış yüzey, dışarıdan gelen ışınları yansıtır. Böylece hem içerideki ısının dışarıya yayılması zorlaşır hem de dış ortamdan gelen ısı termosun içine giremez. Sonuç olarak termosun iç ve dış yüzey yapıları, ısı alışverişini en aza indirerek içindeki sıvının sıcaklığının (veya soğukluğunun) daha uzun süre korunmasını sağlar.
- b) İç yüzey çukur ayna gibi davranır ve çemberin tam orta noktası merkez noktası olur. Dolayısıyla iç yüzeyin merkez uzaklığı 3, odak uzaklığı 1,5 birimdir.



- c) Dış yüzey çukur ayna gibi davranır ve çemberin tam orta noktası merkez noktası olur. Dolayısıyla dış yüzeyin merkez uzaklığı 4, odak uzaklığı 2 birimdir.



9. Alıştırma

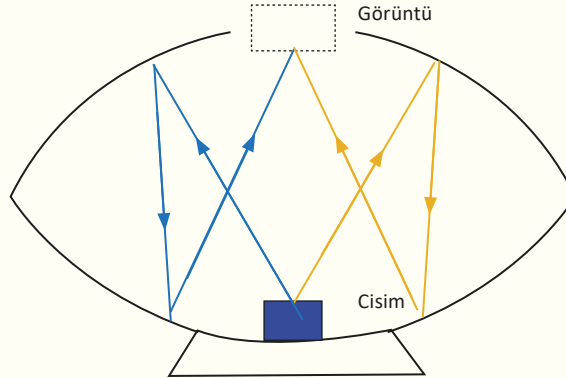
- a) Eğrilik yarıçapı 4 cm olan aynanın odak uzaklığı 2 cm olur.

Toprak'ın Aynaya Göre Konumu (m)	Görüntüsünün Konumu (m)	Görüntüsünün Boyu (cm)	Görüntüsünün Özelliği (Sanal veya Gerçek)	Görüntüsünün Özelliği (Düz veya Ters)
6	3	90	Gerçek	Ters
4	4	180	Gerçek	Ters
3	6	360	Gerçek	Ters
2	Sonsuz	-	-	-
1	Aynanın arkası -2	360	Sanal	Düz

- b) Odak uzaklığı çukur ayna ile aynı olan yeterince büyük bir tümsek ayna K bölgesine yerleştirildiğinde Toprak'ın aynadaki görüntüsü aynanın arkasında, düz ve sanal bir şekilde oluşur. Toprak'ın aynadaki görüntüsünün boyu daha kısa olur.

10. Alıştırma

Alt aynanın odak noktasına yerleştirilen minik cisimden çıkan ışınlar, üst aynadan paralel olarak yansıyor alt aynaya gelir. Alt aynaya paralel olarak gelen ışınlar üst aynanın odağına gider. Böylece bu noktada cismin sanal görüntüsü oluşur.

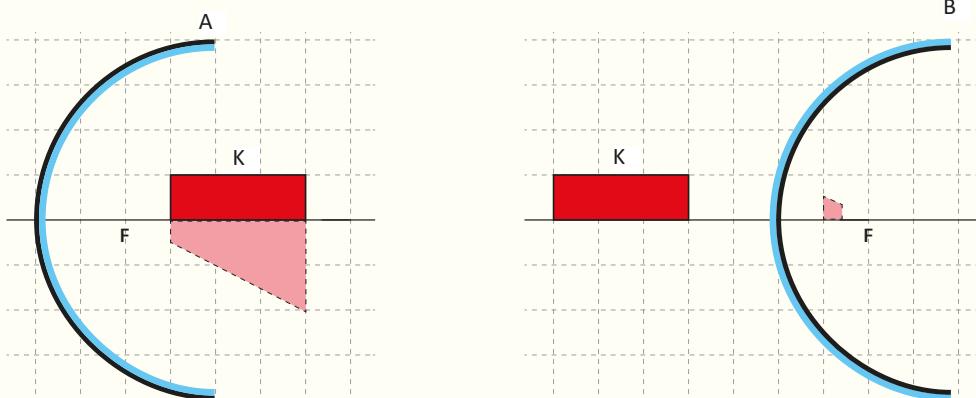


11. Alıştırma

1. Tümsek ayna, 2. Düzlem ayna, 3. Çukur ayna

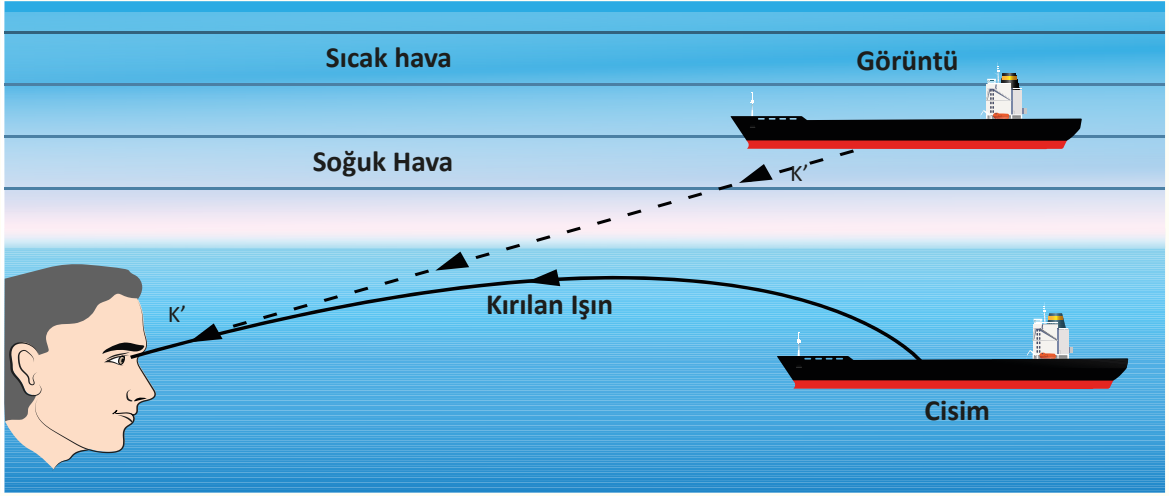
12. Alıştırma

Küresel aynalarda oluşan görüntüler şu şekildedir:



13. Alıştırma

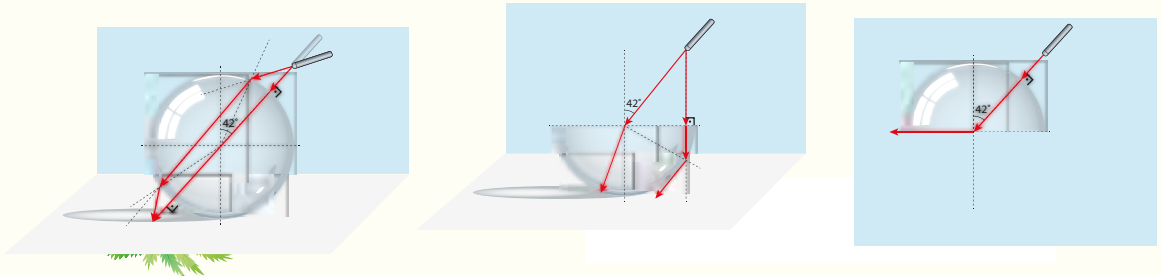
- a) Uzaktan bakıldığında yelkenlinin havada görünmesinin sebebi, deniz üzerindeki hava sıcaklığının üst hava katmanlarına göre soğuk olmasıdır. Soğuk havada havanın kırıcılık indisi azalır. Dolayısıyla deniz mesafesinden yükseklere çıktıkça kırıcılık indisi artar. Bu da gemiden gelen ışının aşağıda verilen şekildeki gibi kırılmasına neden olur ve gemi sanki havada duruyormuş gibi algılanır.



- b) Gün doğumu ve gün batımında Güneş'in gerçek konumu aslında ufuk altındadır. Bunun nedeni güneş ışınlarının atmosferden geçerken kırılmaya uğramasıdır.

14. Alıştırma

Işınlrın kırılarak izlediği yollar şu şekildedir:



15. Alıştırma

- a) Snell Yasası havadan cama geçiş için

$$n_{\text{Hava}} \cdot \sin a = n_{\text{Cam}} \cdot \sin b,$$

camdan havaya geçiş için

$$n_{\text{Cam}} \cdot \sin c = n_{\text{Hava}} \cdot \sin \phi$$

olarak yazılır.

Havadan cama gelen ışın normale yaklaşacak şekilde kırılacağı için a açısı b açısından büyüktür. Işın birbirine paralel cam düzleminde ilerlerken kırılmaya uğramaz, dolayısıyla b ve c açıları birbirine eşittir.

Işın camdan havaya çıkarken normalden uzaklaşacak şekilde kırılır. İki ortam arasındaki Snell Yasası şu şekilde yazılır:

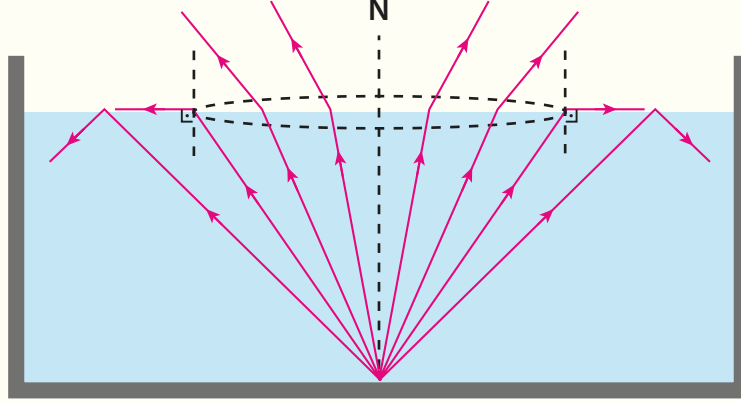
$$n_{\text{Hava}} \cdot \sin a = n_{\text{Hava}} \cdot \sin \phi$$

Dolayısıyla a ve ϕ açıları birbirine eşittir.

- b) Işının gelme açısı olduğu için a gelme açısı değişmez. Kırılma indisi artacağı için b açısı ve dolayısıyla c açısı azalır. Işın tekrar aynı hava ortamına çıkış yapacağı için ç açısı değişmez. Işının sapma mesafesi olan x, ışın daha fazla kırılarak çıkış yapacağı için artar.

16. Alıştırma

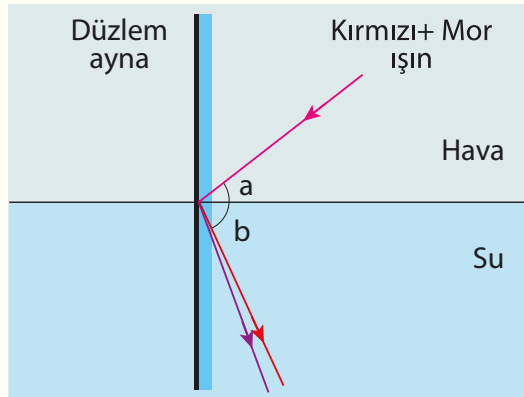
- a) Sınır açısından küçük açıyla gelen ışınlar sudan havaya geçebilirken sınır açısından büyük açıyla gelen ışınlar tam yansımaya uğrar ve geçemez. Kritik açıya kadar olan açılarla gelen ışınlar, su yüzeyinden çıkar ve yüzeyde bir aydınlık oluşturur. Işınlar tüm yönlerden simetrik geldiği için deniz yüzeyinde dairesel aydınlık bir bölge oluşur.



- b) LED ışık deniz dibine indirildikçe ışığın yüzeye ulaşması için daha uzun bir yol alması gerekir. Bu durumda aynı kırılma açısıyla çıkan ışınlar, yüzeyde daha uzak noktalara ulaşır. Sonuç olarak Emir, dairesel aydınlık bölgenin çapının büyüdüğünü gözlemler.

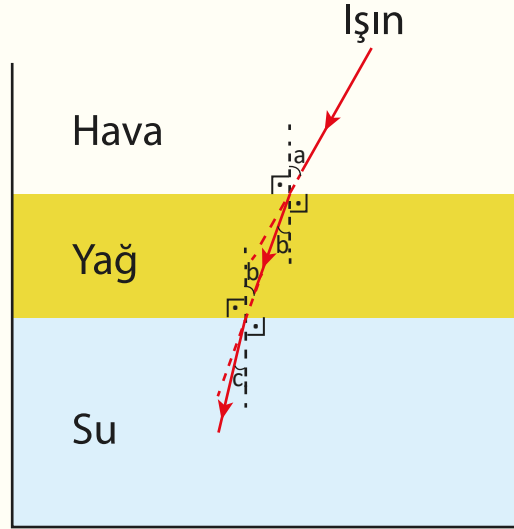
17. Alıştırma

- a)
- ☐ a ve b açı değerleri birbirine eşittir.
 - ☐ a açısı gelme, b açısı kırılma açısıdır.
 - ☐ Çukur aynanın odağına a açısı ile gelen kırmızı ışının kırılma açı değeri b kadardır.
 - ☒ Kırmızı ışın su yerine kırılma indisi daha büyük bir ortama geçiş yaparsa b açısının değeri büyür.
 - ☒ Çukur aynanın odağına a açısı ile gelen kırmızı ışın kırılır ve çukur aynadan paralel olarak yansır.
- b) Mor ışın az kırıcı ortamdan çok kırıcı ortama geçerken kırmızı ışına göre daha çok kırılır. Dolayısıyla b açısının değeri artar.



18. Alıştırma

- a) Işının izleyeceği yol şekildeki gibidir:



- b) Ortamlardan geçiş sırasındaki Snell bağıntıları şöyledir;

$$n_{\text{Hava}} \cdot \sin a = n_{\text{Yağ}} \cdot \sin b$$

$$n_{\text{Yağ}} \cdot \sin b = n_{\text{Su}} \cdot \sin c$$

Dolayısıyla

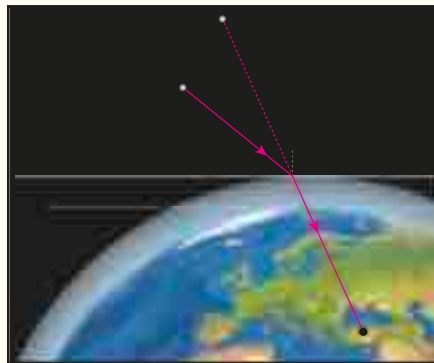
$n_{\text{Hava}} \cdot \sin a = n_{\text{Su}} \cdot \sin c$ olduğu için yağ olmasa da ışının suya girerken yaptığı kırılma açısı değişmez.

19. Alıştırma

- a) Işınlar sudan havaya geçerken normalden uzaklaşarak kırılır. Dolayısıyla yalıçapkını, balığı olduğundan daha yakında görür.
- b) Işınlar havadan suya geçerken normale yaklaşarak kırılır. Dolayısıyla balık, yalıçapkını olduğundan daha uzakta görür.

20. Alıştırma

Yıldızdan gelen ışın, uzay boşluğundan atmosfere girerken normale yaklaşacak şekilde kırılarak gözlemciye gelir. Dolayısıyla gözlemci yıldızı olduğundan daha uzakta görür.



21. Alıştırma

Su altındaki nesneler ya da deniz tabanı havadan bakıldığında olduğundan yakın görünür. Bu da gemi rotası belirlenirken zorlanmalara neden olur. El iskandili ile su derinliği doğru ölçülerek güvenli yolculuk yapılması sağlanır.

22. Alıştırma

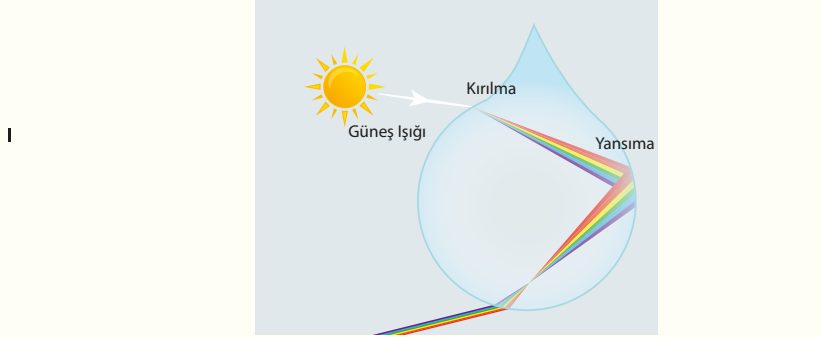
- a) Şekilde sınır açısından büyük açı ile gelen ışınların su içinde tam yansımalar yaparak hareket ettiği görülmektedir. Fiber optik malzemelerde de ışının gelme açısı çekirdek ile cam örtü arasındaki sınır açısından büyükse ışın, çekirdek içinde sürekli tam yansıma yaparak uzun mesafelere ulaşabilir.

b)

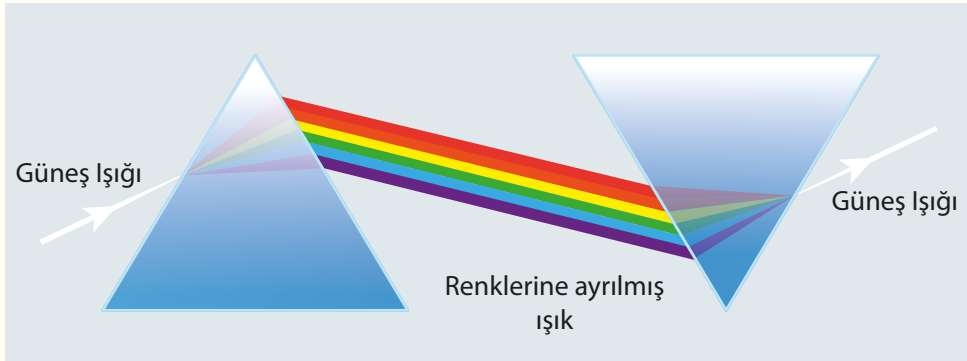
Açı	Tam Yansıma Durumu	Tahminî Yansıma Sayısı
30°	Tam yansıma gerçekleşmez.	-
48°	Tam yansıma gerçekleşmez.	-
65°	Tam yansıma gerçekleşir.	3
75°	Tam yansıma gerçekleşir.	2
85°	Tam yansıma gerçekleşir	1

23. Alıştırma

- a) Güneş ışığının yağmur damlası içinde yansıması şekildeki gibidir:

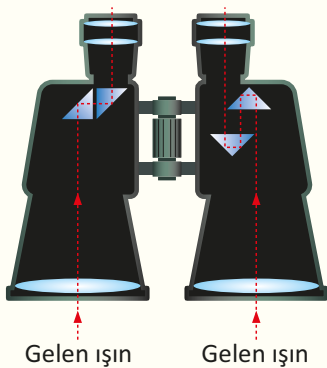


- b) Güneş ışığı renklere ayrıldıktan sonra renkleri birleştirerek güneş ışığına dönüştürebilecek bir prizma sistemi şekildeki gibidir:



24. Alıştırma

a)



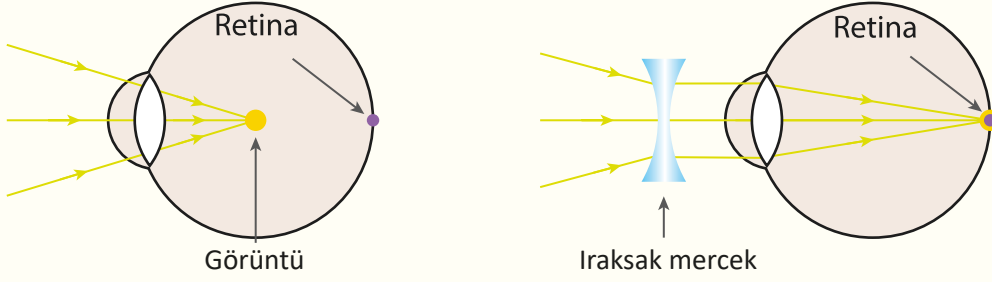
- b) Öğrenci tasarladığı prizma sistemini çizecektir.

25. Alıştırma

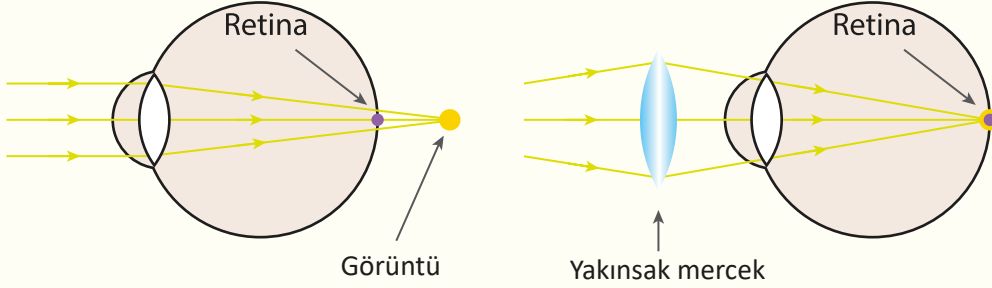
A merceği yakınsak, B merceği ıraksak mercektir.

26. Alıştırma

Miyop göz kusurunun düzeltilmesinde ıraksak mercek kullanılır. Işıklar, ıraksak mercekte asal eksen den uzaklaşacak şekilde kırılarak göz merceğine gelir. Gözde bulunan yakınsak mercek, ışınları retina üzerine odaklayacak şekilde kırar ve net görüntünün oluşmasını sağlar.



Hipermetrop göz kusurunun düzeltilmesinde yakınsak mercek kullanılır. Işıklar, yakınsak mercekte asal ek sene yaklaşacak şekilde kırılarak göz merceğine gelir. Gözde bulunan yakınsak mercek, ışınları retina üzeri ne odaklayacak şekilde kırar ve net görüntünün oluşmasını sağlar.



27. Alıştırma

- Kapı dürbünün den bakıldığında geniş bir alanın görüntüsü düz ve küçük şekilde görüldüğü için bu mercek ıraksak mercektir.
- Iraksak mercekte oluşan tüm görüntüler sanaldır.

28. Alıştırma

- Objektif mercekte oluşan görüntü gerçek, cisme göre ters ve büyüktür. Oküler mercekte oluşan görüntü sanal, cisme göre düz ve büyüktür.
- Mikroskopun toplam büyütme gücü, objektif ve oküler merceğin büyütme güçlerinin çarpımına eşittir. Dolayısıyla büyütme gücü $10 \cdot 20 = 200x$ 'tir. Diğer bir deyişle mikroskoba bakıldığında cismin 200 kat büyütülmüş görüntüsü görülür.

29. Alıştırma

- Görüntülerin hepsi, cisme göre merceğin karşı tarafında oluştuğu için gerçektir.
- Cisim L noktasındayken görüntü P ve R noktasının tam ortasında, M noktasındayken R noktasında oluşur. Dolayısıyla görüntüler arası mesafe yarım birimdir.
- Iraksak mercekte tüm görüntüler; odak ve optik merkez arasında, diğer bir deyişle N ve O noktası arasında oluşur.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

1.

Aydınlanmanın Karşılaştırılması	Işık Akılarının Karşılaştırılması
Selim'in bulunduğu dairesel bölgedeki aydınlanma, Ahmet'in bulunduğu dairesel bölgedeki aydınlanmadan büyüktür.	Selim'in bulunduğu dairesel bölgedeki ışık akısı, Ahmet'in bulunduğu dairesel bölgedeki ışık akısından büyüktür.

2.

- ☐ Ozan'ın aynada oluşan görüntüsü gerçektir.
- ☐ Ozan'ın aynadaki görüntüsünün boyu kendi boyundan küçüktür.
- ☒ Ozan'ın kendini tamamen görebilmesi için aynanın boyu Ozan'ın boyunun en az yarısı kadar olmalıdır.
- ☐ Aynadan uzaklaşırsa Ozan'ın görüş alanı büyür.
- ☒ Aynaya paralel olarak sağa doğru bir adım atarsa Ozan'ın görüş alanı değişmez.

3.

- a) 5E
- b) 10E

4.

- a) Işınlardan bir yüzeye geliş doğrultuları ile yüzey normali arasındaki açı artarsa ışık akısı azalır. Dolayısıyla ışık akısı; K noktasından L noktasına giderken artar, L noktasından M noktasına giderken azalır.
- b) A, B ve C noktalarının aydınlanmaları eşittir.

5. L kırmızı, E mavi, A yeşil

6.

- a) Düz, simetrik, sanal, uzuv ile aynı uzunlukta ve uzuv ile aynaya aynı uzaklıktadır.
- b) Görüntünün konumu ve aynaya olan uzaklığı değişir.

7.

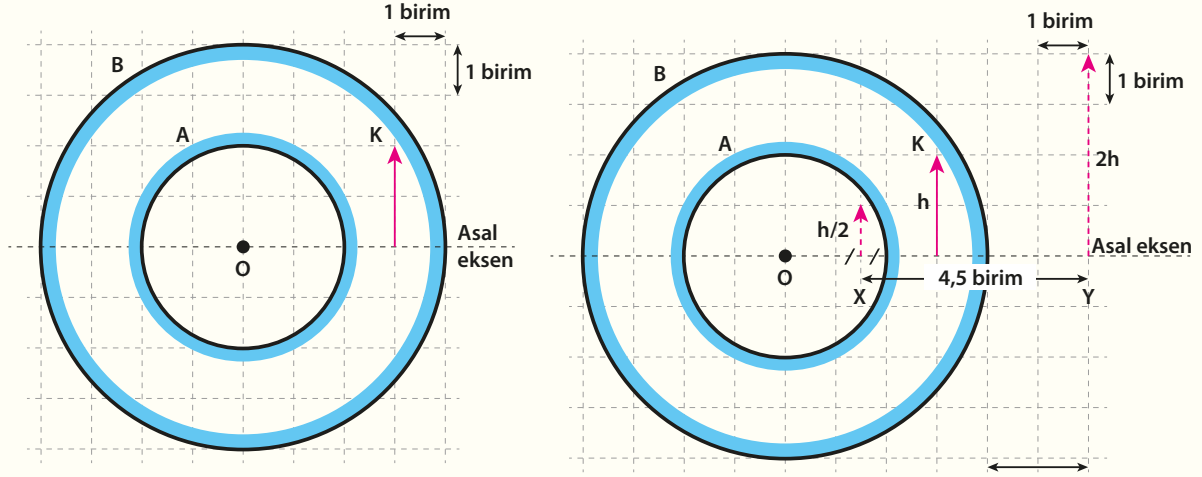
a)

X Bölgesi	Odak Uzaklığı (cm)	Yansıma Şekli	Odak Uzaklığı (cm)	Yansıma Şekli
Çukur Ayna	10		20	
Çukur Ayna	15		60	
Tümsek Ayna	15		30	

- b) X bölgesine aynı uzaklıktan yeşil renkli bir ışın gönderilirse ışının yansıma şekli değişmez. Aynanın odak uzaklığı ışığın rengine bağlı değildir.
- c) Bu düzenek hava ortamı yerine su ortamında kurulmuş olsaydı yansımanın şekli değişmezdi. Aynanın odak uzaklığı ortamın kırıcılık indisine bağlı değildir.

8.

- a) K cisminin tümsek aynadaki görüntüsü X noktasında $h/2$ boyunda olacak şekilde, çukur aynadaki görüntüsü ise Y noktasında $2h$ boyunda olacak şekilde oluşur. Dolayısıyla K cisminin A ve B aynalarındaki görüntüleri arasındaki uzaklık 4,5 birim olur.



- b) 4 olur.

9. Eğrilik yarıçapının artışının avantaj ve dezavantajlarına aşağıdaki örnekler verilebilir:

Avantaj	Dezavantaj
- Daha büyük çaplı oluklar, daha fazla güneş ışığını toplayabilir. - Daha fazla ışık odaklanacağı için daha yüksek sıcaklık ve enerji üretimi sağlanabilir.	- Çap büyüdükçe odak uzaklığı artar. Dolayısıyla ışınların odaklanması zorlaşır. - Büyük çaplı oluklar daha fazla malzeme gerektirir, sistemin taşıma ve montajı zorlaşır. - Daha geniş yüzeyler rüzgâra karşı daha hassastır, bu durum mekanik dayanıklılığı azaltabilir.

10.

- a) Kürenin dış yüzeyi tümsek bir ayna gibi davranır. Dolayısıyla görüntüler; cisme göre düz, küçük ve sanal olarak oluşur.
- b) Kürenin dış yüzeyi tümsek bir ayna gibi davranır. Dolayısıyla cisim tümsek aynaya yaklaştıkça oluşan görüntü büyür. Görüntünün en büyük boyu cisim B noktasında iken, en küçük boyu A noktasındayken oluşur.
- c) Küre içindeki ekranda oluşan görüntü cisme göre düz, büyük ve sanaldır. Kürenin içindeki ekranın çukur bir ayna gibi davrandığı varsayıldığında görüntünün cisim odak noktası ve tepe noktası arasında iken oluştuğu söylenebilir.

11. Sadece "Zeynep, L akvaryumundaki balığı K akvaryumundaki balıktan daha büyük olarak görür." ifadesi yanlış olup doğrusu şu şekilde olmalıdır: "Zeynep, K akvaryumundaki balığı L akvaryumundaki balıktan daha büyük olarak görür."

12.		Avantaj	Dezavantaj
	Parazitlerden (elektrik ve manyetik) etkilenmez.	✓	
	Sıcaklık değişimleri ve neme karşı dayanıklıdır.	✓	
	Metalik kablolardan daha hafif ve küçüktür.	✓	
	Sinyal kaybı yok denecek kadar azdır.	✓	
	Kaliteli bilgi iletimi sağlar.	✓	
	Kablo döşeme kolaylığına rağmen ek bakım ve temizlik ister.		✓

13. Damlalığın yapıldığı malzemenin kırıcılık indisi yağın kırıcılık indisine çok yakın olduğu için ışık damlalık ile yağ arasındaki sınırdan geçerken neredeyse hiç yön değiştirmez (kırılmaz). Dolayısıyla göze damlalığın sınırları ulaşmaz ve damlalık görünmez hâle gelir. Suyun ve camın kırıcılık indisleri farklı olduğu için damlalık görünür.

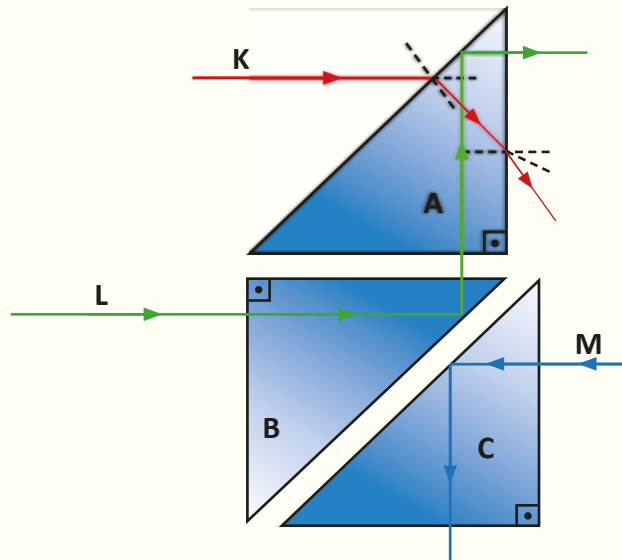
14. 180 cm olur.

15.

- a) Kırılma indisi küçük olan saydam bir ortamdan kırılma indisi büyük olan saydam ortamdaki bir cisme normale yakın bir doğrultudan bakıldığında cisim ayırıcı yüzeye daha yakın görünür. Dolayısıyla Onur balığı A noktasında görür.
- b) Kırılma indisi büyük olan saydam bir ortamdan kırılma indisi küçük olan saydam ortamdaki bir cisme normale yakın bir doğrultudan bakıldığında cisim ayırıcı yüzeye daha uzak görünür. Dolayısıyla balık Onur'u D noktasında görür.

16.

- a) K, L ve M tek renkli ışınlarının tam yansımali prizma sisteminde izleyeceği yollar şekildeki gibidir:

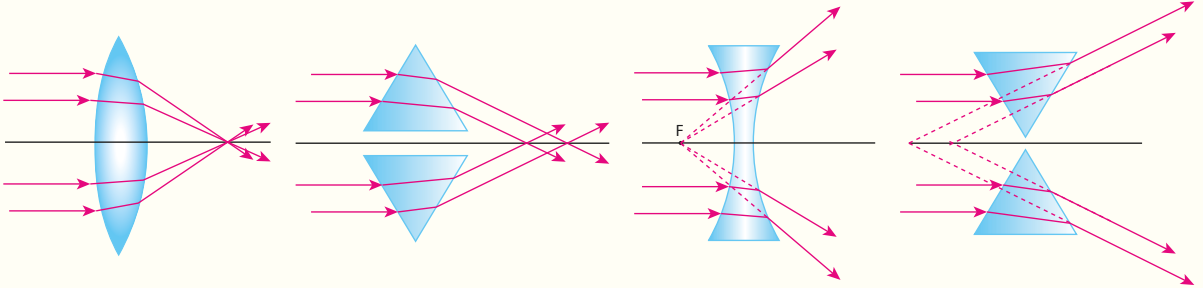


b)

Işın	Çıkış Yaptığı Prizma
K	A
L	A
M	C

17.

a)

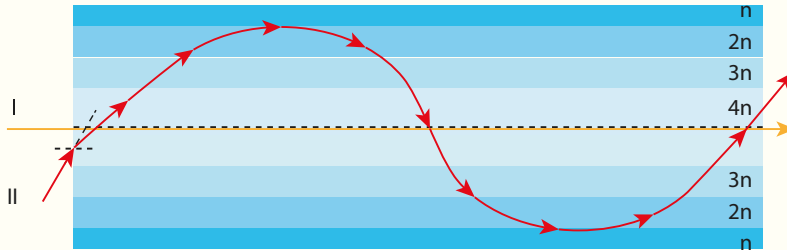


b) Prizmalardan oluşan sistemlerde paralel gelen ışınlar, tek bir odak noktasında toplanmaz ya da tek bir odak noktasından dağılmaz. Merceklerde ise paralel gelen ışınlar, tek bir odak noktasında toplanacak ya da tek bir odak noktasından dağılacak şekilde kırılır.

18.

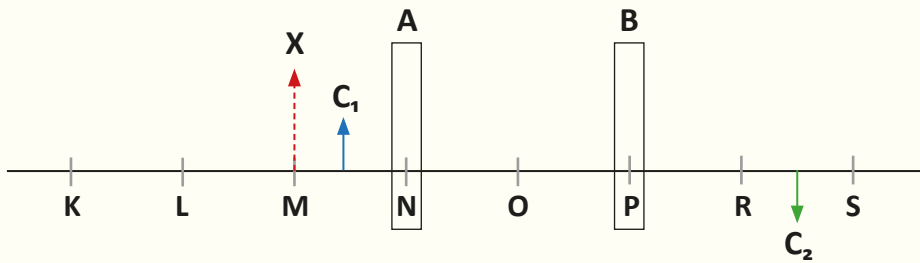
- a) X yakınsak, Y ıraksak mercektir.
b) Uğur böceği merceğe yaklaştırılmalıdır.

19.

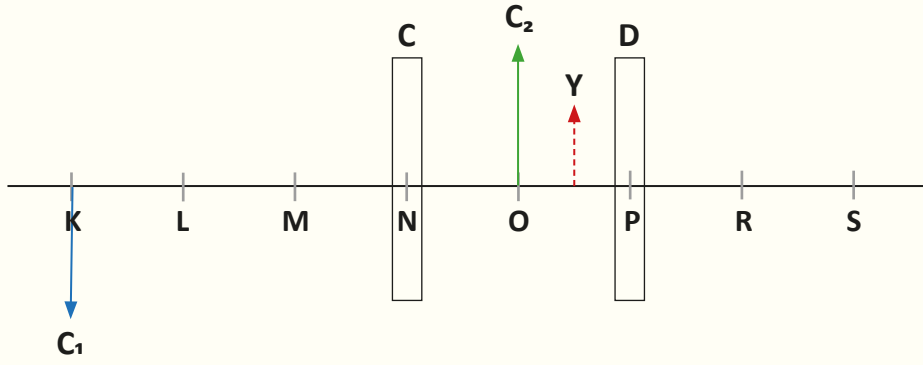


20.

- a) A ve B yakınsak mercektir.
Cismin biri M ve N noktalarının tam ortasında (C_1), diğeri R ve S noktalarının tam ortasındadır (C_2).

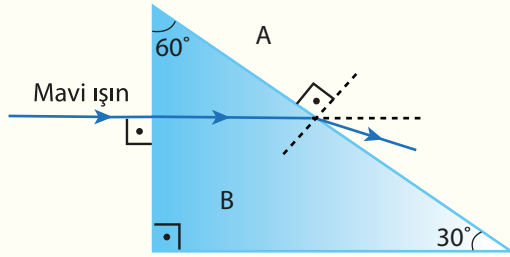


b) C yakınsak mercek, D ıraksak mercektir. Cismin biri K noktasında (C_1), diğeri O noktasındadır (C_2).

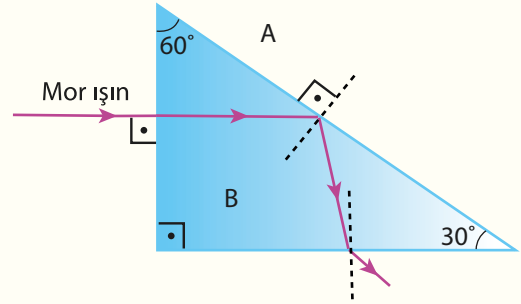


21.

- a) $n_B > n_A$
- b) 60° dir.
- c)



ç)



22.

Derin $\frac{3}{4}$,

Defne $n_K > n_L > n_M$,

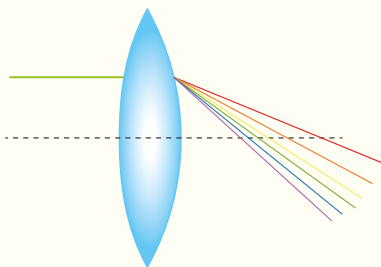
Bilgesu $n_V > n_Z > n_X$,

Atlas I, II, III cevabını vermelidir.

23.

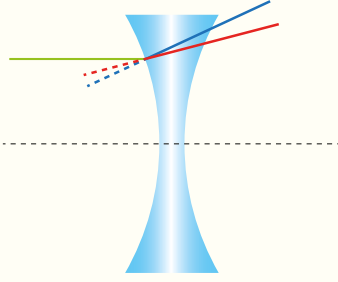
- a) Yakınsak mercekler asal eksene paralel olarak gönderilen ışınlar, kırılarak asal eksen üzerindeki odak noktasından geçer. Bu nedenle yeşil ışının kırılarak geçtiği M noktası, yakınsak merceğin odak noktasıdır.
- b) Yeşil ışının kırılarak geçtiği mesafeyi (odak uzaklığını) artırmak için:
 1. Işığın rengi: Yeşile ışına göre daha kırılan kırmızı, turuncu veya sarı ışık kullanılabilir. Kırmızı en az kırılan renktir, bu yüzden daha az kırılarak ekseni daha uzaktan keser.
 2. Merceğin yapıldığı maddelerin eğrilik yarıçapları: Merceğin eğrilik yarıçapları artırılmalıdır. Eğrilik yarıçapı arttıkça kırıcılığı azalır ve odak uzaklığı artar.
 3. Merceğin ve ortamın kırıcılık indisleri farkı: Fark azaltılmalıdır. Ortamın kırıcılık indisi merceğinkine yaklaştırılırsa, ışık daha az kırılır ve odak noktası uzaklaşır.

c)



ç) Odak uzaklıkları arasındaki büyüklük ilişkisi $f_{\text{kırmızı}} > f_{\text{turuncu}} > f_{\text{sarı}} > f_{\text{yeşil}} > f_{\text{mavi}} > f_{\text{mor}}$ şeklindedir.

d)



24.

a) DMD teknolojisinde 1 sinyali mikro aynayı eğik konuma getirip aydınlık bir piksel oluştururken, 0 sinyali mikro aynayı yüzeye paralel tutup karanlık bir piksel oluşturur. Bu nedenle

Ekranda oluşan şekil (Karanlık-Aydınlık)	K	A	A	K	K
Elektrik sinyallerinin dizilimi	0	1	1	0	0

b) 001110 sinyalinin çözülmesi:

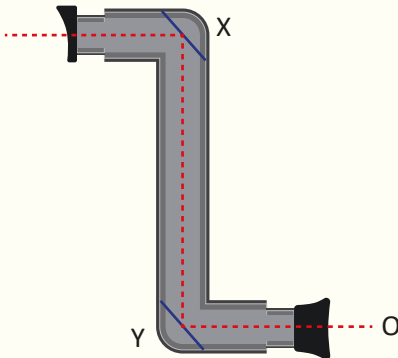
- Ekranda oluşan şekil (Karanlık-Aydınlık): Sırasıyla; Karanlık, Karanlık, Aydınlık, Aydınlık, Aydınlık, Karanlık.
- Mikro aynaların yönelimi: Sırasıyla; Yüzeye Paralel, Yüzeye Paralel, Eğik, Eğik, Eğik Yüzeye Paralel.

Karanlık (0)	Karanlık (0)	Aydınlık (1)	Aydınlık (1)	Aydınlık (1)	Karanlık (0)
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

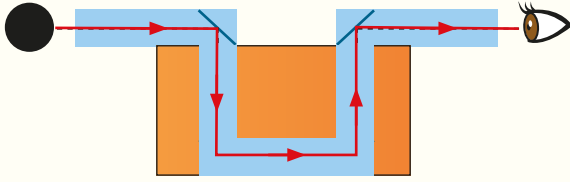


25.

a)

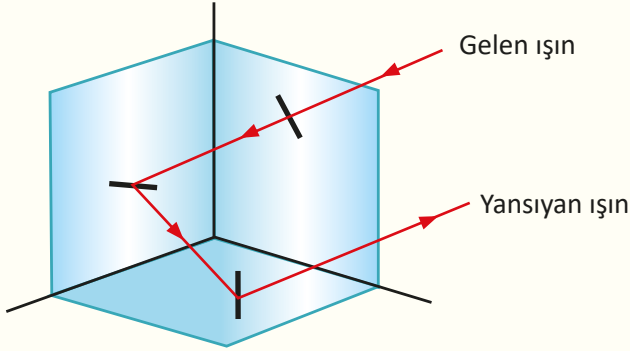


b)



26.

a)



- b) Bu yöntem; uzaydaki uyduların veya gezegenlerin Dünya'ya uzaklığının ölçülmesinde, LIDAR ile topografik haritaların çıkarılmasında ve yeryüzündeki sismik/fay hatlarındaki mikroskobik kaymaların tespitinde kullanılabilir.
- c) Yansıyan ışınların dağılmasını engellemek için mükemmel diklikte (optik pürüzsüzlüğe sahip) aynalar kullanılmalı ve ışık kaynağı olarak odaklanmış, dağılmayan lazer ışınları tercih edilmelidir.
- ç) Aynaların zarar görmesi veya dikliğinin bozulması halinde lazer ışını sisteme girdiği doğrultuya paralel olarak yansıyamaz. Uzay boşluğunda saçılarak kaybolur ve Dünya'daki detektörlere ulaşamayacağı için mesafe ölçümü yapılamaz.
- d) Ay ile Dünya arasındaki mesafenin bu hassasiyetle ölçülebilmesi; Ay'ın her yıl Dünya'dan yaklaşık 3,8 cm uzaklaştığının kanıtlanmasını, Ay yörüngesinin çok net modellenmesini sağlamıştır.

27.

- a) X merceği ışını asal eksene doğru topladığı için "yakınsak" bir mercektir. Odak noktası $f = 2$ birimdir (4 birim mesafeden gelen ışın yine 4 birim mesafeye, yani $2f$ mesafesine gidecek şekilde kırılmıştır). Y merceği ise gelen ışını paralel hale getirip dağıttığı için "ıraksaktır". Işın Y merceğinin sağında 2 birim uzağı hedefleyerek geldiği ve paralel çıktığı için odağı $f = 2$ birimdir. Bu nedenlerle Aycan, Turgut, Bora, Halime'nin ifadeleri doğrudur.
- b) Beste ve Suat'ın ifadeleri yanlıştır.
- Beste'nin doğrusu: Y merceği yakınsak değil, ıraksak bir mercektir.
 - Suat'ın doğrusu: X merceğinin odak uzaklığı 4 birim değil, 2 birimdir.