

Üniteye Başlarken

Yeni teknoloji ile üretilen bazı araçlarda direksiyon simidinin üzerinde bulunan sürat sabitleyici butonu, ayak pedali ile gaz verilmesine gerek kalmadan belirlenen süratin sabit kalmasını sağlayan bir sistemdir. Otoyol gibi uzun mesafeli ulaşım için tercih edilen karayollarında sürat sabitleyici kullanılması sürücülere konforlu bir sürüsü sağlanmanın yanı sıra aracın yakıt verimliliğini de artırmaktadır.

Sabit sürat ile sabit hız arasındaki farklar neler olabilir?

Günlük hayatı kullanılan otomobiller, yaklaşık 10 s'de 100 km/h sürate ulaşırken dünyanın en süratli yarış otomobilleri yaklaşık 3 s'de aynı sürate çıkabilir. Kendilerine özgü dış aerodinamik yapıları, motor güçleri ve özel lastikleri sayesinde diğer araçlara göre sürat değişim oranı daha yüksek olan yarış otomobilleri kısa sürede büyük sürat değerlerine ulaşabilmektedir.

Yarış otomobilinin günlük hayatı kullanılan otomobilere göre aynı sürate daha kısa sürede ulaşabilmesi hareketin temel kavramı ile açıklanabilir?

Bugün bireylerin kara sporlarında araçlar ile yüksek süratlere ulaşabilmesinin yanı sıra serbest düşme deneyimi yaşammasına olanak tanıyan spor dalları da mevcuttur. Paraşütle serbest atlama olarak bilinen hava dalışı [skydiving (sıkaydayving)], son yıllarda popüler olan sporlardandır. Bu sporda belli bir yüksekliğe ulaşan hava araçlarından yapılan atlayışların ardından paraşüt açılarak iniş gerçekleştirilir. Bu süreçte yer çekimi kuvveti, paraşütçüyü sürekli olarak yere doğru çeker ve paraşütünün süratinin artmasına neden olur. Hava direnci ise paraşütçünün süratini sınırlayarak belirli bir noktadan sonra sabit süratle hareket etmesini sağlar.

Fizik bilimine ait hangi nicelik paraşütçülerin hızlanmasında etkili olmaktadır?

Paraşütçüler aşağı düşerken hareket doğrultularını nasıl değiştirebilirler?

Paraşütçüler aynı atlayışı Ay'da yapsaydı hava dalışı hareketine dair ne gibi farklılıklar gözlemlenebilirdi?



Direksiyon simidinde bulunan sürat sabitleyici butonu



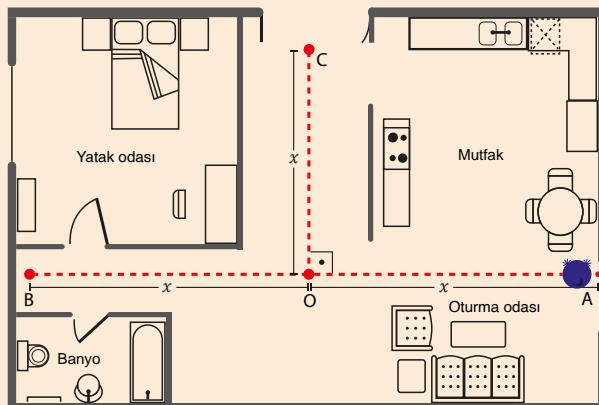
Yarış otomobili



Hava dalışı hareketi

Ön Değerlendirme

Robot süpürgeler; sensörleri sayesinde yörüngelerini belirleyen, hali ve parke gibi farklı zeminlerde çekis gücünü ayarlayabilen, ev temizliğinde insanlara yardımcı olmak için tasarlanmış elektronik cihazlardır. Sensörler, önüne bir engel çıkan süpürgenin yavaşlayarak durmasını ve farklı bir yöne dönerek çalışmaya devam etmesini sağlar. Ayrıca sensörler, bekleme istasyonuna yaklaşan süpürgenin süratini azaltarak istasyona ulaştığında durmasını sağlar.



Şekilde bir evin krokisi verilmiştir. Süpürge, A noktasında durgun hâlde iken harekete başlayarak belirli bir sürate ulaşınca hareketine sabit süratle devam eder. Süpürge dönüş hareketi esnasında A noktasına yaklaşlığında süratini azaltır ve A noktasına ulaşlığında durur. Süpürge, şekilde kesikli çizgilerle gösterilen AOB, BOC ve COA yörüngelerini sırasıyla takip ederek başlangıç noktasına geri döner.

$$(|OA| = |OB| = |OC| = x)$$

1. Süpürgenin hareketi boyunca hangi durumdaki yer değiştirme büyüklüğü en küçüktür?

2. Süpürgenin B ve C noktaları arasındaki yer değiştirmesini açıklayarak şekil üzerinde çizerek gösteriniz.

3. Süpürgenin O'dan B'ye ve B'den O'ya giderken sahip olduğu hız büyüklüklerini karşılaştırınız.

4. Süpürgenin hareketinin hangi durumlarda sürati değişmiştir?

1.1. SABİT HIZLI HAREKET

Konuya Başlarken



Platform tipi asansörler; hastane, metro, üniversite, alışveriş merkezi gibi mekânlarda özel gereksinimli bireylerin bina içi ulaşımını sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Kullanıcı, platformun üzerine çıkarak kontrol paneli veya uzaktan kumandanın ulaşmak istediği katın butonuna basar. Platform, hareket mekanizması sayesinde seçilen kata bir doğru boyunca sabit hızla ilerler ve ilgili kata ulaştığında otomatik olarak yavaşlar ve durur.

Yürüyen merdivenler ile platform tipi asansörlerin benzer özellikleri neler olabilir?

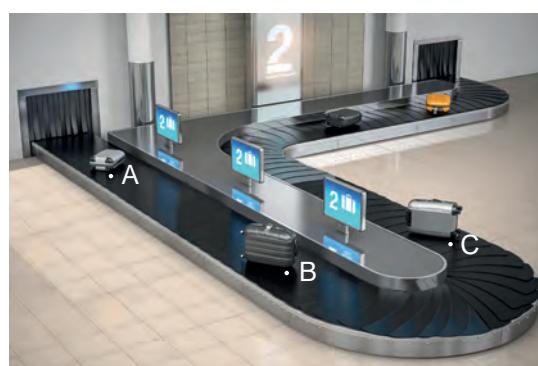
Fabrikalarda, havalimanlarında, kargo şirketlerinde sıkılıkla kullanılan taşıyıcı bantlar (konveyör bant) ürün veya yükleri sabit süratle taşımak için kullanılan en yaygın sistemlerdir. Bantların üzerindeki yükler, şekildeki gibi doğrusal ya da eğrisel yolları izleyerek istenen konuma taşınır.

Sabit süratle hareket eden taşıyıcı banttaki valizlerin A-B yolundaki hızı ile ilgili ne söylenebilir?

Sabit süratle hareket eden taşıyıcı banttaki valizlerin B-C yolundaki hızı ile ilgili ne söylenebilir?



Platform tipi asansör



Taşıyıcı bant

1.1. Etkinlik



Adı	SABİT HİZ
Amaç	Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden cisimler için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenleri arasındaki ilişkiye yönelik matematiksel modele ulaşabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. İzlediğiniz görüntü üzerinden aşağıda verilen sorulara ilişkin düşüncelerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.
 - Uçak ve otomobilin yer değiştirmeleri hakkında ne söylenebilir?
 - Uçak ve otomobilin aynı konuma farklı zamanlarda ulaşmasının sebebi nedir?
 - Animasyonda uçak yerine yük treni kullandı trenin hareket süresi ile hız ve yer değiştirme büyülüklerinde ne gibi farklılıklar ortaya çıktı?
- Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz. Etkinlik adımlarını grup arkadaşlarınız ile gerçekleştiriniz.
- Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.



- 4. İlk ölçümlerinizi A aracı, ikinci ölçümlerinizi B aracı olarak değerlendirmek üzere simülasyonu çalıştırınız. Ekranda yer alan "Aracın hızı" göstergesi üzerindeki ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A aracı için bir hız büyüğünü seçiniz ve tabloya yazınız. Ekranda beliren "BAŞLAT" butonuna tıklayıp A aracının hareketini inceleyerek sistematik ölçümler yapınız. Yapmış olduğunuz ilk ölçümlere yönelik aracın zamana bağlı yer değiştirmeyi büyütüklerini Tablo 1'deki ve konumlarını Tablo 2'deki ilgili bölmelere yazınız. Ardından ikinci ölçümlerinize başlamak üzere "SIFIRLA" butonuna tıklayınız. Ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek B aracı için A aracından farklı bir hız büyüğünü seçiniz ve simülasyonu tekrarlayınız. B aracının hız büyüğünü, yer değiştirmeyi ve konum bilgilerini tablolardaki ilgili bölmelere yazınız. Tüm adımları özenle uygulayarak süreci dikkatle takip ediniz ve bu süreçte karşılaşabileceğiniz sorunlar karşısında kararlı bir tutum sergileyiniz.

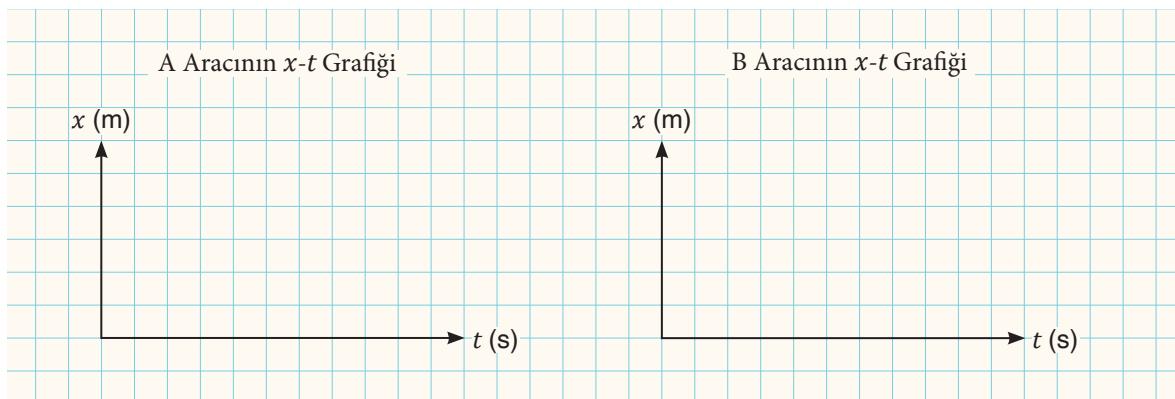
Tablo 1

	Zaman Aralığı (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
A Aracının Hız Büyüklüğü (....) m/s	Yer Değiştirme (m)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (....) m/s	Yer Değiştirme (m)					

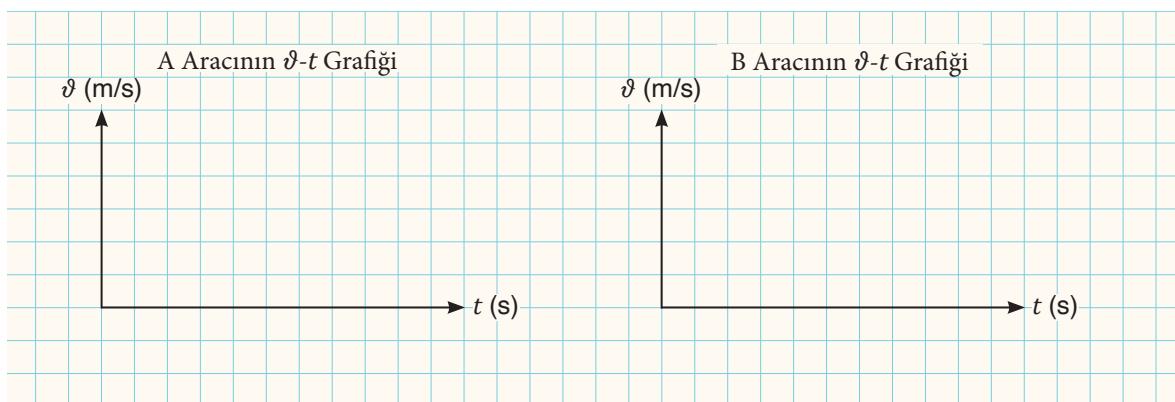
Tablo 2

	Zaman (s)	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Hız Büyüklüğü (....) m/s	Konum (m)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (....) m/s	Konum (m)					

5. Tablo 2'deki verilerden yararlanarak araçların x - t (konum-zaman) grafiklerini ilgili alana çiziniz.



6. A ve B araçları için belirlediğiniz hız büyütüklerini kullanarak araçların ϑ - t (hız-zaman) grafiklerini ilgili alana çiziniz.



1. ÜNİTE

- 7. Grafiklerin eğim ya da alan bilgileri kullanılarak fizik bilimine ait farklı niceliklerin büyüklüklerine ulaşılabilir. Çizdiğiniz grafiklerle ilgili aşağıdaki soruları cevaplayınız.

a) Araçların (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirmeye büyüklüklerini $x-t$ grafiğinden bulunuz.

b) $\vartheta-t$ grafiği ile yatay eksen arasında kalan alanın (3-5) s zaman aralığındaki değerini hesaplayınız.

c) A ve B araçlarının (3-5) s zaman aralığındaki yer değiştirmeye büyüklükleri ile $\vartheta-t$ grafiğinde hesapladığınız alanlar arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.

ç) A ve B araçlarının $x-t$ grafiklerinden elde ettiğiniz yer değiştirmeye büyüklükleri ile $\vartheta-t$ grafiklerinden elde ettiğiniz alan büyüklüklerini karşılaştırınız ve yer değiştirmenin matematiksel modelini bularak yazınız.

d) Araçların 5 s boyunca yaptığı yer değiştirmenin büyüğünü $x-t$ grafiğinden bulunuz.

e) $x-t$ grafiklerinin eğimlerini hesaplayınız.

f) $x-t$ grafiğinde hesapladığınız eğim ile araçların hızı arasındaki ilişki nedir? Açıklayınız.



- 8. Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden cisimler için konum, yer değiştirme, hız ve zaman değişkenlerine ilişkin genellemeleri kendi cümlelerinizle ifade ediniz.

9. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız ve topun hareketini inceleyiniz.

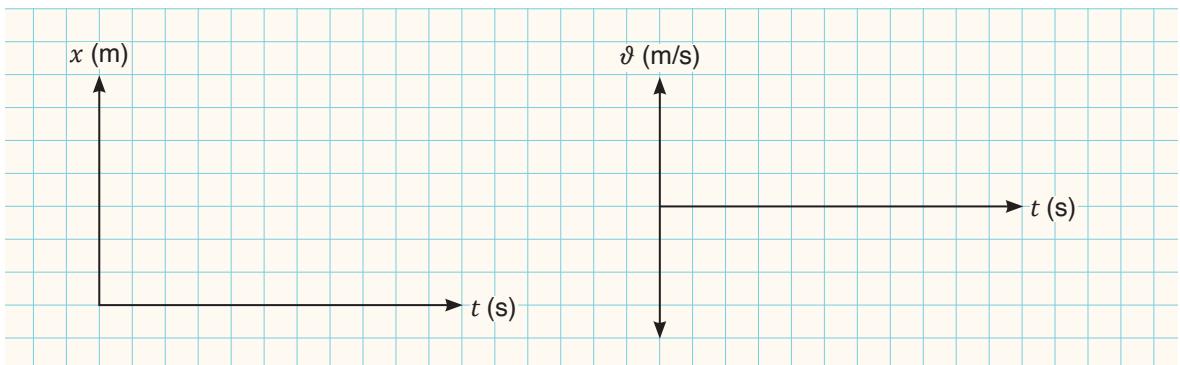
(Topun hareketi esnasında sürtünmeler ve enerji kayıpları ihmal edilmiştir.)



10. Topun (0-5) s zaman aralığında bulunduğu konumları tabloya yazınız.

Zaman (s)	1.	2.	3.	4.	5.
Konum (m)					

11. Tablodaki verileri kullanarak topun $x-t$ ve $\vartheta-t$ grafiklerini çiziniz. Her iki grafikten yararlanarak topun aldığı yolu ve yer değiştirme büyülüüğünü hesaplayınız. Bu değerleri kullanarak topun ortalama süratini ve ortalama hızının büyülüüğünü bulunuz.

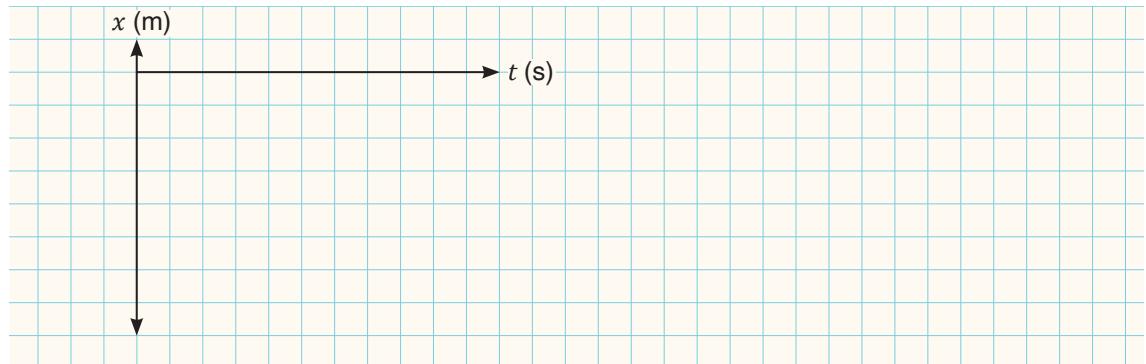


Değerlendirme

1. a) 2. adımdaki simülasyonu açarak "Aracın hızı" ayar düğmesini sola doğru sürükleyiniz ve hızın büyülüüğünü -5 m/s'ye getiriniz. "BAŞLAT" butonuna tıklayarak aracın zamana bağlı olarak değişen konumlarını aşağıdaki tabloya yazınız.

Zaman (s)	1.	2.	3.	4.	5.
Konum (m)					

- b) Tablodaki verilerden yararlanarak aracın $x-t$ grafiğini çiziniz.



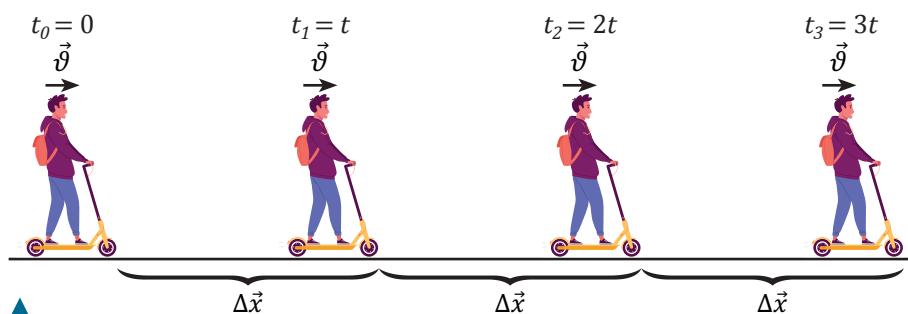
- c) Ulaştığınız matematiksel modeli kullanarak aracın (3-5) s zaman aralığındaki yer değişimine büyülüüğünü hesaplayınız.

Sabit Sürat

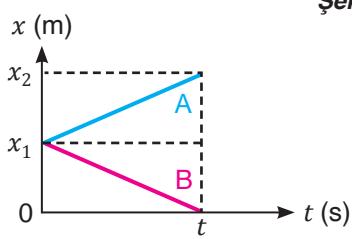
Sabit sürat, bir cismin eşit zaman aralıklarında eşit yollar alması durumudur. Sabit sürat sadece büyüklüğü ifade eden skaler bir niceliktir. Sabit hız ise hem büyüklüğü hem de yönü olan vektörel bir niceliktir. Örneğin sabit süratle hareket eden bir cismin sabit hızı değişebilir.

D oğrusal yolda hareket eden bir araç eşit zaman aralıklarında eşit yer değiştirmelere sahip ise aracın hareketine **sabit hızlı hareket**, sahip olduğu hızı **sabit hız** denir.

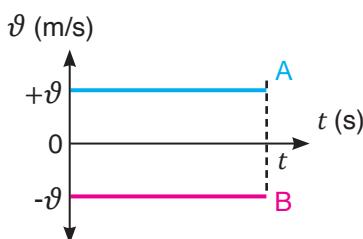
Şekil 1.1'de sabit hızlı hareket eden bir elektrikli scooter (skutır) gösterilmektedir. Yatay doğrultuda sabit hızlı hareket eden cismin hızının büyüklüğü ve doğrultusu değişmez. Bu durumda aracın hız büyüklüğünde değişim olmadığı için ivmesi sıfır olur.



Şekil 1.1: Yatay doğrultuda sabit hızla hareket eden elektrikli scooter



Grafik 1.1: Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden A ve B araçlarının x - t grafiği



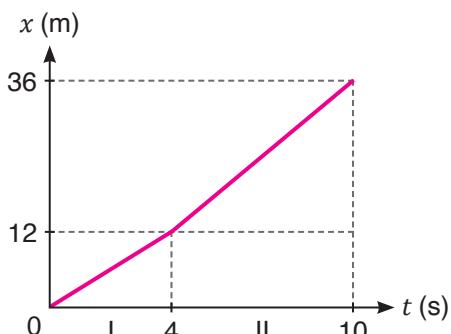
Grafik 1.2: Zıt yönlerde sabit hızla hareket eden A ve B araçlarının v - t grafiği

Grafik 1.1'de zıt yönlerde hareket eden araçların x - t grafiği gösterilmektedir. Bu grafikte araçlar yön değiştirmedigine göre sabit hızla hareket etmeleri durumunda araçların yer değiştirmeleri zamana bağlı olarak artmaktadır. Grafikte mavi çizgi pozitif yönde ilerleyen A aracını, kırmızı çizgi ise negatif yönde ilerleyen B aracını göstermektedir. x - t grafiğinin eğiminden yararlanılarak araçların hız büyüklüğü bulunabilir. Şekildeki gibi A aracına ait grafiğin eğimi pozitif olduğundan aracın hızı pozitif değer alır ve yer değiştirmesi $+x$ yönünde olur. B aracına ait grafiğin eğimi negatif olduğundan aracın hızı negatif değer alır ve yer değiştirmesi $-x$ yönünde olur.

Grafik 1.2'de araçlara ait v - t grafiği gösterilmektedir. Araçların hızı zamanla değişmediğinden v - t grafiğinde grafik çizgisi yatay olur. Grafikte zaman ekseni üzerinde kalan grafik çizgisi pozitif yönde hızı, zaman ekseni altında kalan grafik çizgisi ise negatif yönde hızı gösterir. v - t grafiğinin yatay eksen ile arasında kalan alan hesaplanarak aracın yapmış olduğu yer değiştirmeye bulunabilir. Bu durumda araçların yer değiştirmeye büyülüğü

$$\Delta x = v \cdot t$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

Örnek

Bir fabrikada üretilen ürünler, yatay doğrultulu iki ayrı bandın üzerinde taşınmaktadır. Birinci bandın uzunluğu 12 m, ikinci bandın uzunluğu 24 m'dir. Ürün birinci bantta 4 s yol aldıktan sonra ikinci banda aktarılmakta ve 6 s de bu bant üzerinde yol aldıktan sonra ürünün üretim süreci tamamlanmaktadır.

Ürünün x - t grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

- x - t grafiğinde 4. s'de grafiğin doğrultusunun değişmesinin nedeni nedir?
- (0-4) s ve (4-10) s zaman aralığındaki hızlarının büyüklüğünü bulunuz.
- ϑ - t grafiğini çizerek hareket yönlerini yorumlayınız.
- (0-9) s arasındaki yer değiştirmesini bulunuz.
- Ortalama hızının büyüklüğünü ve ortalama süratini karşılaştırınız.

Çözüm

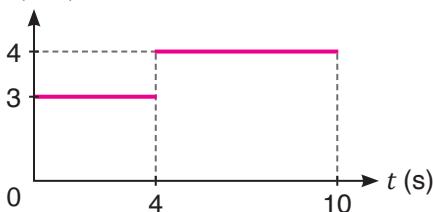
- x - t grafiğinde 4. s'de ürünün hızının büyüklüğü değiştiğinden grafiğin doğrultusu değişmiştir.
- Birinci bantta ürünün $x_0 = 0$ başlangıç konumundan $x_1 = 12$ m konumuna ulaşması 4 s sürmüştür. x - t grafiğine göre ürün, eşit zaman aralıklarında eşit miktarda yer değiştirmiştir. Buna göre ürünün birinci banttaki hızının büyüklüğü

$$\vartheta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 - 0}{4 - 0} = 3 \text{ m/s}$$

İkinci bantta ürünün $x_1 = 12$ m konumundan $x_2 = 36$ m konumuna ulaşması 6 s sürmüştür. Ürünün bu hareketi sırasında yaptığı yer değiştirmesi 24 m'dir. Buna göre ürünün ikinci banttaki hızının büyüklüğü

$$\vartheta = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{36 - 12}{10 - 4} = 4 \text{ m/s}$$

- ϑ (m/s)



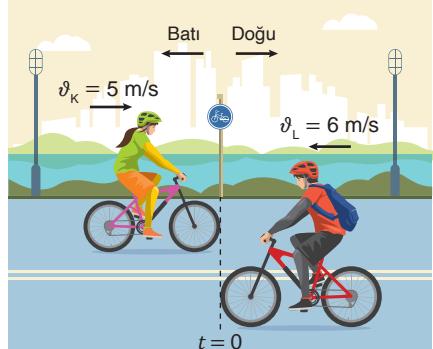
Ürünün hareketine ait ϑ - t grafiği yandaki gibi olur. Buna göre ürünün ϑ - t grafiği zaman ekseni üzerinde olduğundan ürün pozitif yönde hareket etmiştir.

- Ürünün 9 s'deki yer değiştirmesi (0-4) s ve (4-9) s zaman aralıklarındaki yer değiştirmelerinin toplamına eşittir. Buna göre (0-4) s'de 12 m yer değiştiren ürünün ikinci banttaki yer değiştirmesinin büyüklüğü, hızı sabit ve hız büyülüğu 4 m/s olduğundan $9 - 4 = 5$ s'de 20 m olarak hesaplanır. Bu durumda ürünün toplam yer değiştirmesinin büyülüğu $12 + 20 = 32$ m olur.
- Ürün bir doğru boyunca hareket ederken yön değiştirmeden ürünün ortalama hızının büyüklüğü ve ortalama sürat birbirine eşittir.

$$\text{Ortalama hız} = \frac{\text{Toplam yer değiştirmeye}}{\text{Hareket süresi}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{4 + 6} = \frac{36}{10} = 3,6 \text{ m/s}$$

$$\text{Ortalama sürat} = \frac{\text{Alınan yol}}{\text{Hareket süresi}} = \frac{x}{\Delta t} = \frac{12 + 24}{4 + 6} = \frac{36}{10} = 3,6 \text{ m/s}$$

1.1. Soru



Doğrusal bir parkurda birbirine doğru sabit hızlarla hareket eden K ve L bisikletlilerinin hareketi görseldeki gibidir. Bisikletlilerin hız büyüklükleri sırasıyla 5 m/s ve 6 m/s 'dir.

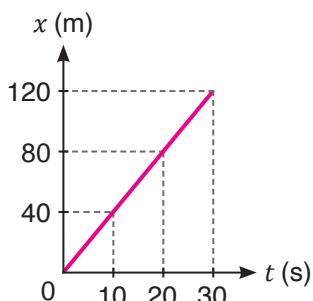
K ve L bisikletlileri $t = 0$ anında görseldeki gibi karşılaştıklarına göre

- Bisikletlilerin $5 \text{ s}'\text{l}\text{ik}$ hareketine ait $v-t$ grafiğini çiziniz.
- Bisikletlilerin $8 \text{ s}'\text{de}$ aralarındaki uzaklık kaç m olur?
- Bisikletlilerin $8 \text{ s}'\text{l}\text{ik}$ hareketine ait $x-t$ grafiğini çiziniz.
- L bisikletlisinin $5 \text{ s}'\text{de}$ aldığı yolu K bisikletlisinin kaç $\text{s}'\text{de}$ alır?

Cevap

1.2. Soru

Antrenman yapan bir buz pateni sporcusu yatay doğrultuda hareket etmektedir.



Sporcuya ait x - t grafiği şekildeki gibi olduğuna göre

- a) Sporcunun (0-30) s ve (20-30) s zaman aralıklarındaki hareketi boyunca yapmış olduğu yer değiştirme büyülüklerini bulunuz.
 - b) Grafikten yararlanarak sporcunun ortalama hızının büyülü-ğünü, ortalama süratini matematiksel modelden yararlanarak bulunuz.

Cevap

Örnek

Bir posta dağıtım aracı, dağıtım merkezine geri dönüşü sırasında 1500 m uzunluğunda doğrusal bir yolu sabit hız ile qecmektedir. Posta dağıtım aracının bu hareketi 125 s sürmektedir.

Buna göre verilen zaman aralığı için posta dağıtım aracının ϑ - t grafiğini çiziniz.

Cözüm

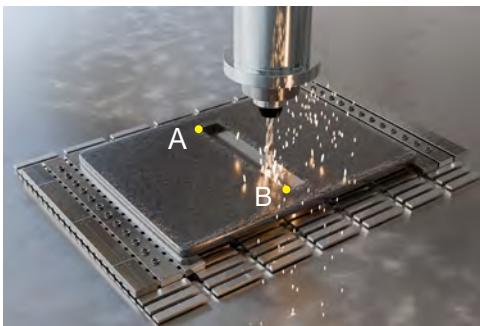
Posta dağıtım aracının hız büyüklüğü $\vartheta = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ matematiksel modeli kullanılarak $\vartheta = \frac{1500}{125} = 12$ m/s bulunur.

Posta dağıtım aracının gittiği yön pozitif kabul edilirse başlangıç noktasına dönerken yaptığı hızı negatif alınır. ϑ - t grafiğinde grafik doğrusu yatay eksenin altında yer alır.

Buna göre posta dağıtım aracının ϑ - t grafiği

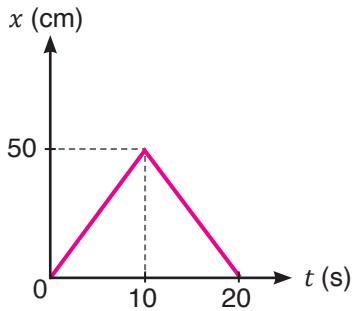


1.3. Soru



Günümüzde mobilya ve metal işleme gibi birçok endüstride kullanılan CNC [computer numerical control/komputer numerik kontrol (bilgisayarlı sayısal kontrol)] makineleri; malzemeleri yüksek hassasiyetle kesmek, şekillendirmek ve işlemek için kullanılmaktadır.

Görseldeki gibi "I" harfini çizmek için CNC makinesi A noktasından B noktasına harekete başlayarak 5 cm/s sabit hız büyüklüğü ile çalışacak şekilde programlanmıştır. "I" harfi tamamlandığında kola ait $x-t$ grafiği şekildeki gibi olmaktadır.



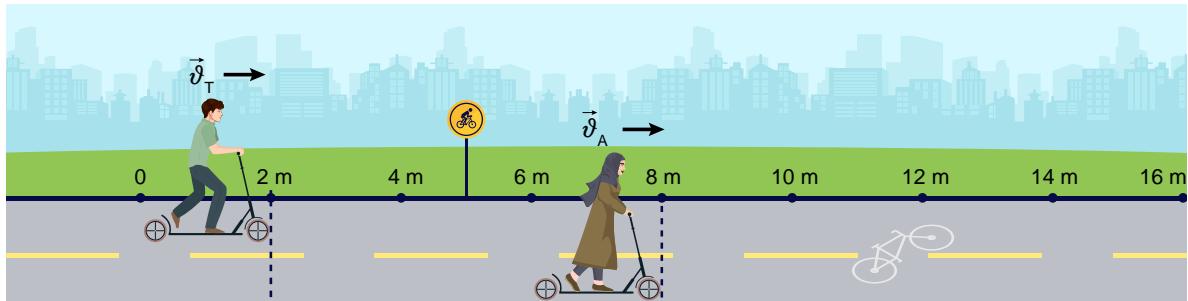
Buna göre CNC kesim maknesinin

- $x-t$ grafiğini yorumlayınız.
- 3 s sonra bulunduğu konumu I harfi üzerinde çizerek gösteriniz.
- Hareketi boyunca ortalama hızının büyüklüğünü ve ortalama süratini hesaplayınız.
- $x-t$ grafiğinden yararlanarak $\vartheta-t$ grafiğini çiziniz.
(CNC makinesinin düşey hareketlerini ihmal ediniz.)

Cevap

1.4. Soru

Yapılacak bir etkinlik için hazırlanan doğrusal parkur 2 m'lik bölgelere ayrılarak işaretlenmiştir. Ada ve Tuna parkurun başlangıç noktasından ($x = 0$) scooterları ile sabit hızla geçerek parkurda işaretlenen noktalardan geçiş sürelerini kronometre ile ölçmüştür. Bu ölçüme göre Tuna her 2 m aralığı 1 s'de, Ada ise her 8 m aralığı 2 s'de geçmiştir.



Buna göre

- a) Ada ve Tuna'dan hangisinin daha hızlı olduğunu tahmin ederek yazınız.
 - b) Ada ile Tuna'nın yer değiştirme büyüklüklerini ilk 8 s'deki zaman aralıklarına göre hesaplayarak aşağıda verilen tabloya yazınız.

Zaman	(0-2) s	(2-4) s	(4-6) s	(6-8) s
Ada'nın Yer Değiştirmesinin Büyüklüğü (m)				
Tuna'nın Yer Değiştirmesinin Büyüklüğü (m)				

- c) Tablodan yararlanarak Ada ile Tuna'nın 8 s'lik hareketine ait $x-t$ grafiklerini çiziniz.
ç) Tablodan yararlanarak Ada ile Tuna'nın 8 s'lik hareketine ait $\vartheta-t$ grafiklerini çiziniz.

Cevap

1.5. Soru

Mete; her sabah evinden çıkışın otobüs durağına yürüür, ardından otobüse binerek okula gider. Aşağıdaki haritada otobüs durakları kırmızı nokta ile Mete'nin evi ve okulunun yolu siyah çizgi ile, okul ve ev arasındaki kuş uçuşu uzaklık kırmızı çizgi ile gösterilmiştir. Mete'nin yolculuğu sırasında aldığı yollar ve zaman bilgileri tabloda verilmiştir.



Mete'nin Hareketi	Zaman (saat, dakika, saniye)	Alınan Yol (metre)
Evden çıkış	07.10.00	0
Evden otobüs durağına yürümesi	07.20.07	800
Otobüste inmesi	07.24.30	0
Otobüsten inmesi	07.30.10	2380
Otobüs durağından okula yürümesi	07.33.52	400

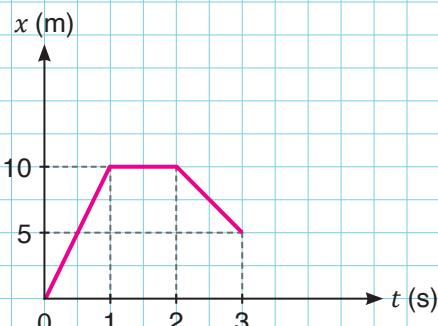
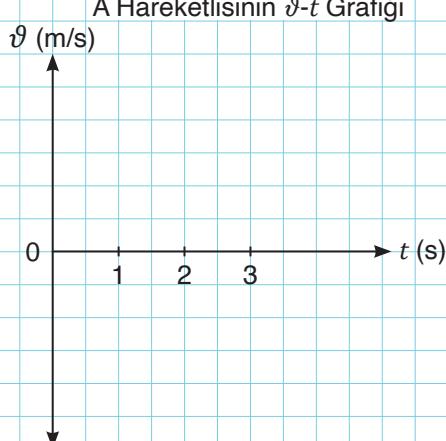
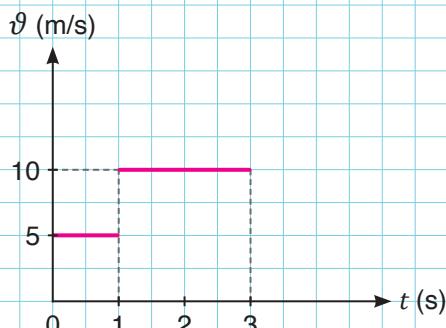
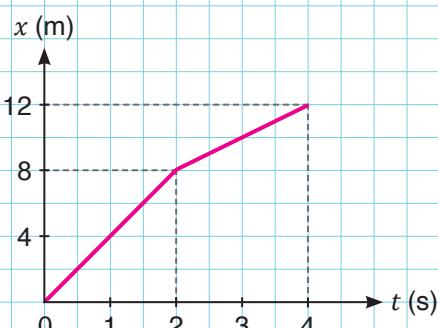
Buna göre Mete'nin

- Hareketi boyunca aldığı toplam yol kaç m olur?
- Hareketi süresince sahip olduğu ortalama hızının hesaplanabilmesi için fizik bilimine ait hangi nicelikler bilinmelidir?
- Evi ile okulu arasında sahip olduğu ortalama sürati bulunuz.
- Otobüse bindiği ve otobüsten indiği duraklar arasında otobüsün ortalama sürati nedir? Hesaplayınız.

Cevap

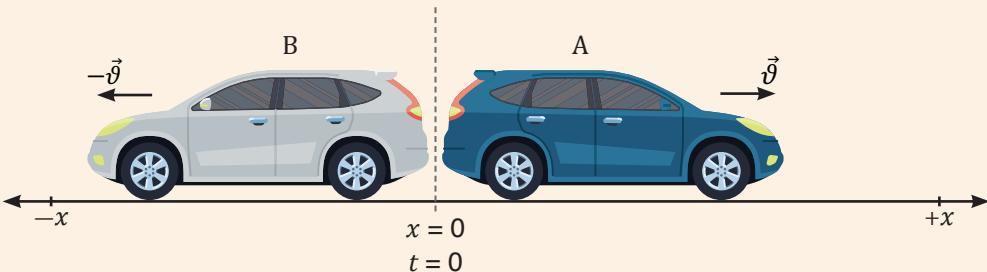
1.6. Soru

Aşağıdaki tabloda A, B, C hareketlilerinin x - t ve ϑ - t grafikleri verilmiştir. x - t grafiğinden yararlanarak hareketliye ait ϑ - t grafiğini, ϑ - t grafiğinden yararlanarak x - t grafiğini yanında boş bırakılan grafik alanına çiziniz.

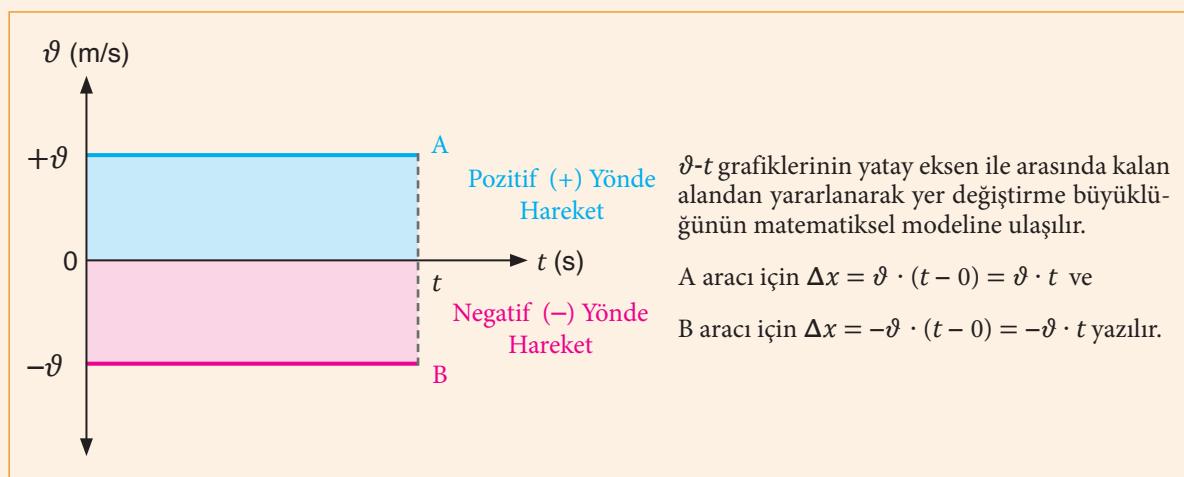
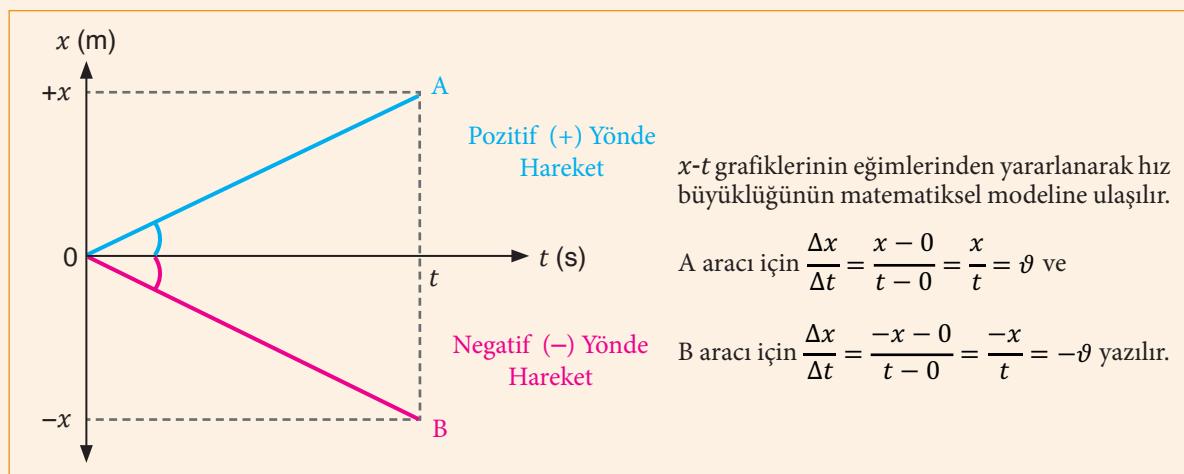
A Hareketlisinin x - t GrafiğiA Hareketlisinin ϑ - t GrafiğiB Hareketlisinin x - t GrafiğiB Hareketlisinin ϑ - t GrafiğiC Hareketlisinin x - t GrafiğiC Hareketlisinin ϑ - t Grafiği

Kontrol Noktası 

Aşağıdaki şekilde yatay doğrultuda sabit hızlarla $+x$ yönünde hareket eden A ve $-x$ yönünde hareket eden B araçları gösterilmiştir:



A ve B araçlarının x - t ve v - t grafikleri aşağıdaki gibi verilmiştir:



Araçların yer değiştirmelerinin hesaplanması için kullanılan matematiksel model

$\Delta x = \vartheta \cdot \Delta t$ şeklindedir.

Araçların hız büyüklüğünün hesaplanması için kullanılan matematiksel model

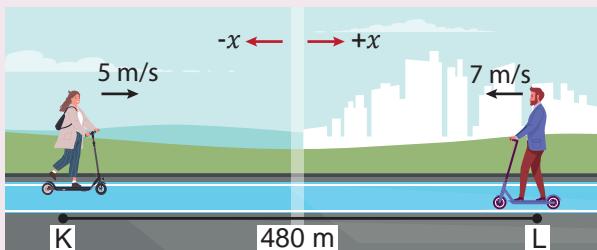
$$\vartheta = \frac{x_{son} - x_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

şeklindedir.

Çalışma Yaprığı

Aşağıda verilen soruları yönergelerine göre cevaplayınız.

1.

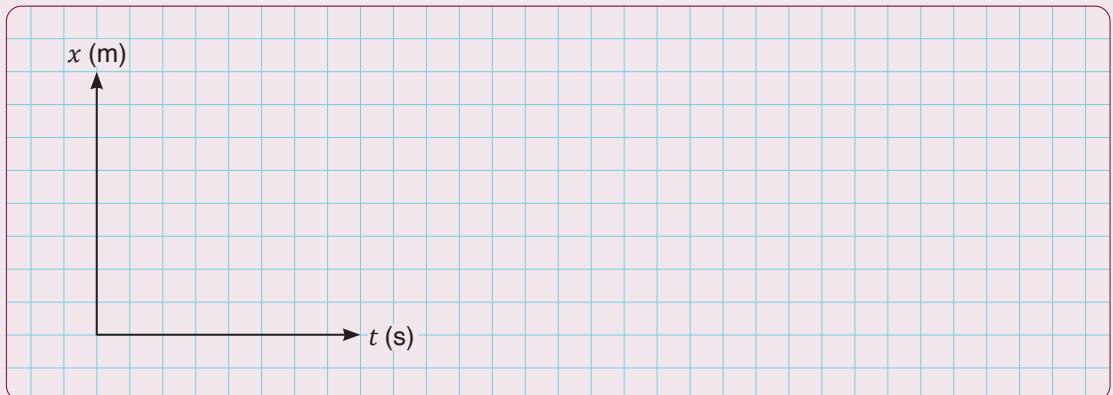


Ayla ve Burak scooterları ile yatay doğrultuda aynı anda birbirlerine doğru harekete başlamaktadır. K ve L noktaları arasındaki mesafe 480 m'dir. Ayla K noktasından 5 m/s hızla, Burak L noktasından 7 m/s hızla geçerek şekildeki gibi ters yönde ilerlemektedir.

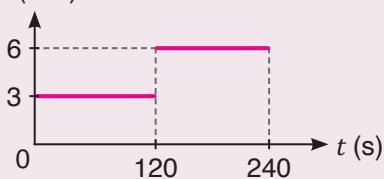
Buna göre

- a) Ayla ve Burak kaç s sonra karşılaşır?

- b) Ayla ve Burak'ın hareketinin $x-t$ grafiğini karşılaşma anına kadar çiziniz.



2.



Bir koşu bandında sabit 3 m/s hız büyülüğu ile koşan sporcunun 120 s sonra bandın hız büyülüğünü $6 \text{ m/s}'ye$ çıkararak 120 s daha koşmuştur. Koşu bandının hareketinin $v-t$ grafiği şekilde verilmiştir.

(Sporcunun koşu bandında aynı konumda olduğunu kabul ediniz.)

Buna göre

- a) Koşu bandı üzerindeki bir noktanın $(0-240) \text{ s}$ aralığında aldığı yol kaç m'dir?

- b) Sporcunun $(120-240) \text{ s}$ aralığındaki yer değiştirmesinin büyülüüğü kaç m'dir?

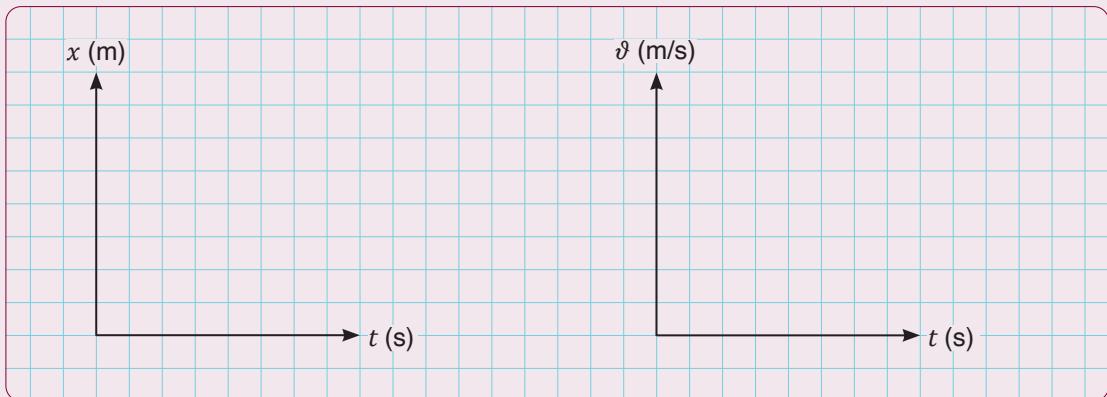


- 3. Yapılan bir çalışmada bir aracın yatay doğrultuda pozitif yöndeği x ve t değerleri aşağıda yer alan tablodaki gibi tespit edilmiştir.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Konum (m)	10	20	30	40	50	60

Aracın başlangıç konumu 10 m olduğuna göre tablodaki verileri kullanarak

- a) $x-t$ ve $v-t$ grafiklerini çiziniz.



- b) (2-5) s zaman aralığında aldığı yol kaç m olur?

- c) $x-t$ grafiğinde sabit hızla hareket eden bir aracın grafiği hangi özelliğe sahip olmalıdır?

- ç) Araç hareket durumunu değiştirmeden yoluna devam ettiğine göre aracın 6. s'deki konumunun kaç m olduğunu tahmin ediniz.





4. Her bir balık türünün hız büyüklüğünü etkileyen çeşitli parametreler bulunmaktadır. Örneğin kılıç balığının hızı; suyun sıcaklığı ve balığın beslenme durumu, yaşı, boyutu, vücut sıcaklığı gibi birçok faktöre bağlıdır. Bir grup bilim insanı suyun sıcaklığına bağlı olarak kılıç balıklarının hız büyüklüğünün nasıl değiştigini araştırmıştır. Araştırma sonuçlarına göre ortalama büyülükteki bir kılıç balığının suyun sıcaklığına bağlı hız aralığı tablodaki gibidir.

Suyun Sıcaklığı (°C)	5-10	10-15	15-20	20-25
Tahminî Hız Aralığı (km/h)	50-70	70-90	90-110	110-120

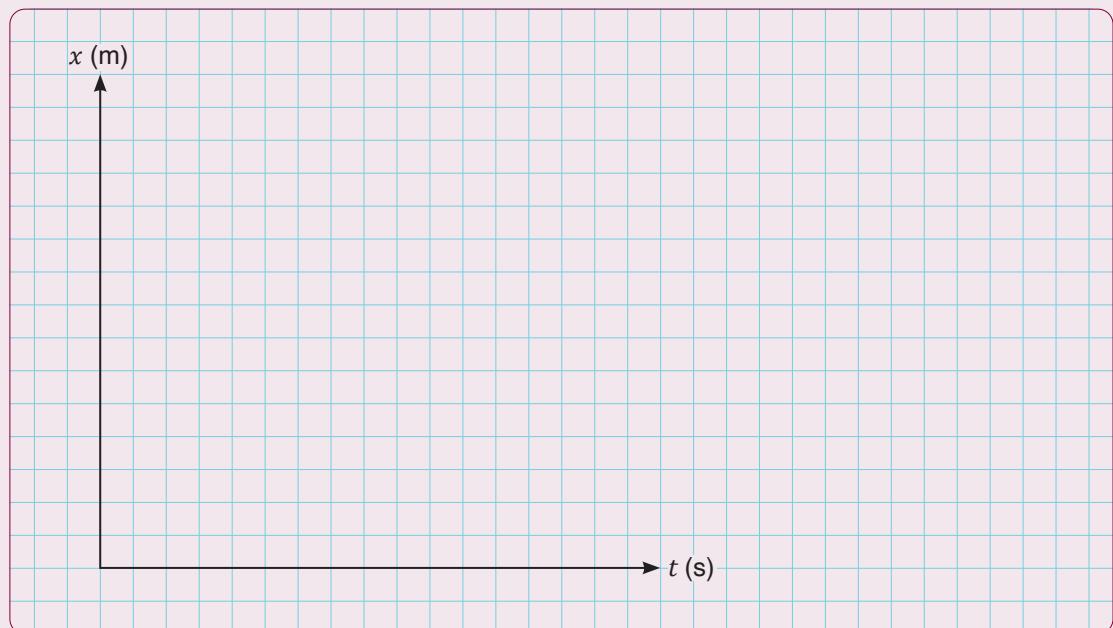
Yatay doğrultuda hareket eden bir kılıç balığının zamana bağlı yer değiştirme verileri aşağıda verilmiştir.

Kılıç Balığının Hareket Süresi (s)	0	(0-3)	(3-5)	(5-9)	(9-12)	(12-14)
Kılıç Balığın Yer Değiştirmesi (m)	0	180	170	380	345	164

Buna göre

- a) Kılıç balığının (0-14) s aralığında yaptığı yer değiştirme büyülüğünü ve aldığı yolu hesaplayınız.

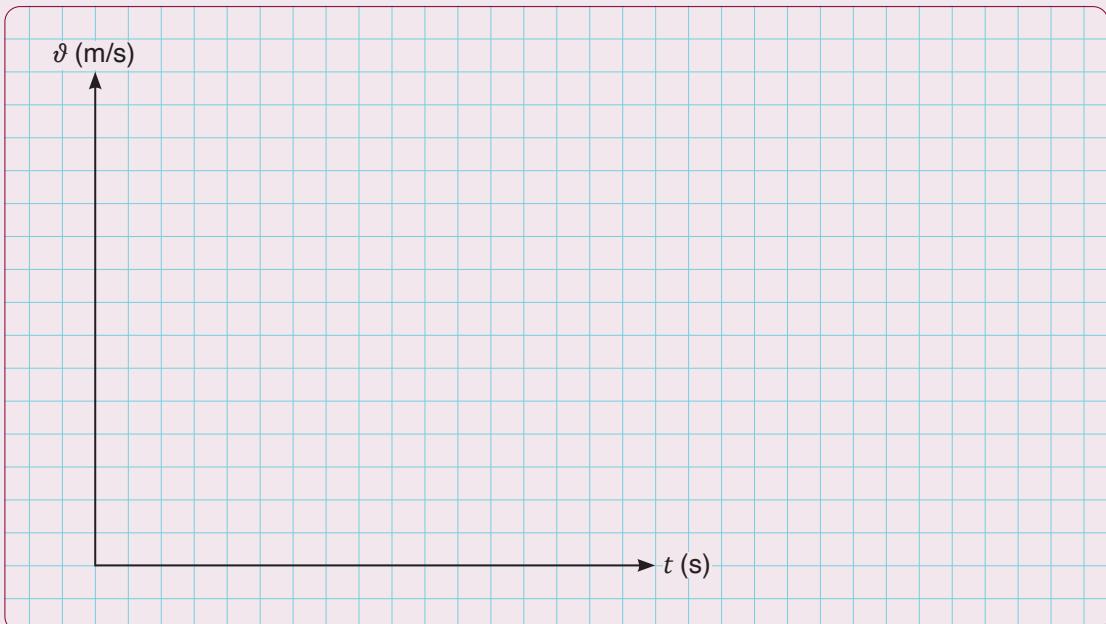
- b) Veri tablosundan yararlanarak kılıç balığının hareketine ait $x-t$ grafiğini çiziniz.



- c) Kılıç balığının (0-14) s arasındaki ortalama hız büyülüğünü ve ortalama süratini bulunuz.

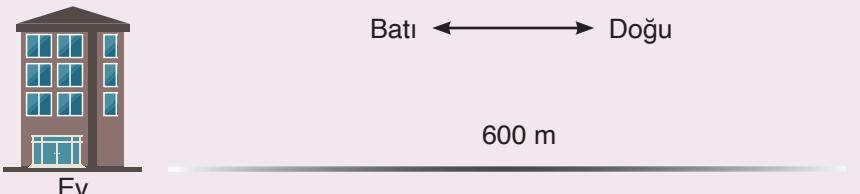


- c) Kılıç balığına ait çizdiğiniz $x-t$ grafiğinden yararlanarak $\vartheta-t$ grafiğini çiziniz.



- d) Tabloda verilen zaman aralıklarına göre kılıç balığının hangi su sıcaklıklarında hareket ettiğini tahmin ediniz.

5.



Ali'nin doğrusal bir yol üzerinde bulunan evi ile okulunun arasındaki mesafe 600 m'dir. Ali'nin sabit hızla koşarak okula gitmesi 10 dk. ve okuldan eve sabit hızla yürüyerek dönmesi 20 dk. sürmektedir.

Buna göre

- a) Ali'nin evden okula ve okuldan eve giderken sahip olduğu hızlarının büyüklüğünü m/s cinsinden bulunuz.

- b) Ali okula giderken ilk 3 dakikada kaç m yer değiştirmiştir?

1.2. BİR BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Konuya Başlarken



Kuşların uçuşu oldukça karmaşık ve dinamik bir süreçtir. Besin aramak, yırtıcılardan korunmak, göç etmek gibi hayatı faaliyetlerini gerçekleştirmek için hareket eden kuşlar, hızlarını sürekli değiştirmektedir. Örneğin besin kaynağı tespit eden bir kuş, hızını artırarak bu kaynağa doğru uçmaya başlar. Besine yaklaşıkça yavaşlar ve ulaştığında durur. Bu hız değişimleri, kuşların çevresel koşullara ve avlanma stratejilerine uyum sağlamaları için önemlidir.



Uçan kuş

Kuşların hangi durumlarda hızları değişir?

Sporcular, performanslarını artırmak için antrenman programlarında ivmelenme yeteneklerini geliştirmeye odaklılarırlar. Örneğin bir kısa mesafe koşucusunun yarışlarda başarılı olabilmesi yarışın ilk adımlarında yüksek ivme kazanmasına bağlıdır. Ayrıca koşucu, parkurdaki değişikliklere uyum sağlayabilmek amacıyla hızını sürekli olarak ayarlamalıdır. Sakatlanan bir koşucuya rehabilitasyon süresince hasarlı bölgelerin güçlendirilmesi ve hareket kabiliyetinin geri kazandırılması için ivmeli hareketler içeren egzersizler yaptırılır.



Kısa mesafe koşucusu

Uzun mesafe ve kısa mesafe koşularının hangisinde hız değişimi daha belirgin şekilde öne çıkabilir?

Sporcuların hareket kabiliyetini geri kazanması için yapılan ve hızlanan veya yavaşlayan hareketler içeren egzersizlerin ortak özelliği hangi fiziksel nicelikle açıklanabilir?

A) İvme ve Hız Değişimi Arasındaki İlişki

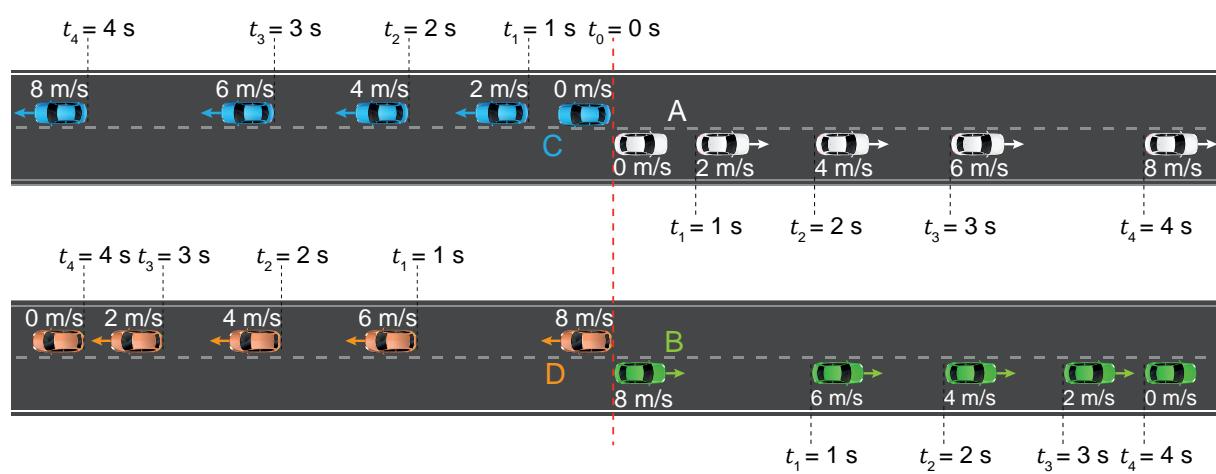
1.2. Etkinlik



Adı	SABİT İVMELİ HAREKET
Amaç	İvme ile hız değişimi arasındaki ilişkiyi belirleyebilme
Süre	35 dk.
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- $t = 0$ anında $x = 0$ konumundan harekete başlayan A ve C araçları ile $t = 0$ anında $x = 0$ konumundan belirli bir hız büyülüğu ile geçen B ve D araçlarının 4s süre boyunca zamana bağlı hız büyülüklükleri şekilde gösterilmektedir.

Batı ← → Doğu



1. ÜNİTE

- Şekilde verilenlerden yararlanarak araçların hız büyülüklerini tablodaki boşluklara yazınız.

Zaman (s)	$t_0 = 0.$	$t_1 = 1.$	$t_2 = 2.$	$t_3 = 3.$	$t_4 = 4.$
A Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
B Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
C Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					
D Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)					

2. Tabloya yazdığınız verileri göz önünde bulundurarak A, B, C ve D araçlarının hız değişimlerini sınıf arkadaşlarınızla öğretmeninizin rehberliğinde tartışınız. Araçların hız değişimlerinin büyülükleri ile ilgili elde ettiğiniz bilgileri kısaca yazınız.

3. Tabloda verilen zaman aralıkları için A, B , C ve D araçlarının hız değişimi büyülüklerini hesaplayarak aşağıda verilen tabloyu doldurunuz.

Not: Hız değişimi, cismin son hızı ile ilk hızı arasındaki farktır. Hareketlinin hız değişimi

$\Delta \vec{v} = \vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}$ matematiksel modeliyle hesaplanır.

Zaman (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)
A Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
B Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
C Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				
D Aracının Hız Değişimi Büyüklüğü (m/s)				



- 4. Elde ettiğiniz bilgilerden yararlanarak A, B, C ve D araçlarının (0-4) s aralığı için hareket durumunu (hızlanır ya da yavaşlar) tabloda "X" ile işaretleyerek belirtiniz. Araçların hız değişiminin büyüklüğünü (artar ya da azalır) ve yönünü (doğu ya da batı) tablodaki ilgili yerlere yazınız. Araçların (0-4) s ve birim zamandaki hız değişimlerini hesaplayınız ve tabloya yazınız.

	(0-4) s Zaman Aralığı İçin Araç		(0-4) s Zaman Aralığı İçin Hız Değişiminin Büyüklüğü		Birim Zamandaki Hız Değişimi (m/s)
	Hızlanır	Yavaşlar	Büyüklüğü	Yönü	
A					
B					
C					
D					

5. A ile C araçlarının hız değişimlerini karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana yazınız.

6. B ile D araçlarının hız değişimlerini karşılaştırarak ulaştığınız sonuçları aşağıdaki alana yazınız.

7. 4. basamaktaki tablodan yararlanarak ivme ve hız değişimi arasındaki ilişki için tahminlerde bulununuz. Arkadaşlarınızla tartışarak onların da fikirlerini alınız. Kendi fikirlerinizi elde ettiğiniz veriye dayalı olarak destekleyip arkadaşlarınızın farklı görüşlerini saygı çerçevesinde çürütmeye çalışınız.

8. İvme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi genelleyiniz.

Değerlendirme

1. Sürücü frene bastığında aracın ivmesinde meydana gelen değişimi aracın hızı ile ilişkilendirerek açıklayınız.

2. Sürücü gaz pedalına bastığında aracın ivmesinin yönü ve büyülüğu ne şekilde değişir? Açıklayınız.

3. Sabit ivme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi günlük hayattan bir örnek vererek kendi cümlelerinizle açıklayınız.

Bir cisim üzerine uygulanan net kuvvet cismin hızlanması veya yavaşlamasına neden olur. Cismin hızında birim zamanda meydana gelen değişime **İvme** denir. İvme \vec{a} simbolü ile gösterilir. Vektörel bir büyüklüktür. İvmenin birimi SI'da [Système International d'Unités (Uluslararası Birimler Sistemi)] m/s^2 dir. İvme

$$\vec{a} = \frac{\text{Hız değişimi}}{\text{Zaman aralığı}} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$$

matematiksel modeli ile ifade edilir. Hız, eşit zaman aralıklarında aynı büyüklikte artıyor ya da azalıyorsa ivmenin büyüklüğü sabittir. Örneğin bir araç her 1 s'de 5 m/s hızlanıyorsa aracın ivmesinin büyüklüğü sabit ve $5 m/s^2$ olur.

Cisme hareket yönüyle aynı doğrultuda kuvvet uygulandığında cismin hızı artar. Bu durumda cismin ivmesinin yönü de hareket yönüyle aynıdır ve pozitiftir. Bununla birlikte hareket yönüne ters yönde kuvvet uygulanan cismin hızı azalır. Bu durumda cismin ivmesinin yönü hareket yönüne zittir ve negatiftir.

Örnek

Bir şehirde yeni açılacak olan metro hattındaki araçların hız büyütüklerinin her 1 s'deki değişimini analiz edilerek hızlanma süresi test edilmektedir. Başlangıçta durmaka olan bir aracın $4 m/s^2$ büyüklüğündeki sabit ivme ile gerçekleştirdiği hız değişimi hesaplanacaktır.

Buna göre metronun

- a) Verilen zamanlarda anlık hız değerini hız değişiminin büyüklüğünden yararlanarak tabloya yazınız.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5	6
Hız Büyüklüğü (m/s)							

- b) 6. s'deki hızının büyüklüğünü ivmenin matematiksel modelinden yararlanarak hesaplayınız.

Çözüm

- a) Metronun ivme büyütüğünün $4 m/s^2$ olması, her 1 s'de hızının $4 m/s$ artacağı anlamına gelir. (0-6) s aralığında metronun hız büyütüğü ve zaman bilgileri tablodaki gibi olur.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5	6
Hız Büyütüğü (m/s)	0	4	8	12	16	20	24

- b) $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$ matematiksel modelinde bilinen değerler yerine yazılırsa

$$4 = \frac{\vartheta_{son} - 0}{6 - 0} \text{ bulunur. Buradan son hızın büyütüğü } \vartheta_{son} = 24 m/s \text{ bulunur.}$$

Örnek

Bir motosikletli teslimat görevlisi, gelen siparişi adrese teslim etmek amacıyla dağıtım merkezinden harketeye başlar. Bir süre sonra öününe kasis çıktıktı için yavaşlar.

Teslimat görevlisine ait ϑ - t tablosu aşağıdaki gibi olduğuna göre teslimat görevlisinin her 1 s aralığındaki ivmesini bularak ivmenin pozitif ve negatif olma durumlarını yorumlayınız.

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	6	12	18	18	12

Çözüm

Teslimat görevlisinin ivmesi $\vec{a} = \frac{\Delta \vec{\vartheta}}{\Delta t} = \frac{\vec{\vartheta}_{son} - \vec{\vartheta}_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$ matematiksel modeliyle hesaplanır.

Buna göre teslimat görevlisinin ivme büyülüklüğü

$$(0-1) \text{ s arasında } a = \frac{6 - 0}{1 - 0} = 6 \text{ m/s}^2,$$

$$(1-2) \text{ s arasında } a = \frac{12 - 6}{2 - 1} = 6 \text{ m/s}^2,$$

$$(2-3) \text{ s arasında } a = \frac{18 - 12}{3 - 2} = 6 \text{ m/s}^2,$$

$$(3-4) \text{ s arasında } a = \frac{18 - 18}{4 - 3} = 0 \text{ m/s}^2,$$

$$(4-5) \text{ s arasında } a = \frac{12 - 18}{5 - 4} = -6 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$

Elde edilen hesaplamalar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir:

Zaman Aralığı (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
İvme Büyülüklüğü (m/s ²)	6	6	6	0	-6

Tablodaki verilerde görüldüğü gibi teslimat görevlisinin

(0-1) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(1-2) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(2-3) s zaman aralığında pozitif yönde hızlanarak hareket ettiği için ivmesi pozitif olur.

(3-4) s zaman aralığında hızı değişmediği için ivmesi sıfır olur.

(4-5) s zaman aralığında hızı pozitif yönde azaldığı için ivmesi negatif olur.

1.7. Soru



Kürek çekme, koşu gibi spor dallarında hız ve ivme, performansı belirleyen temel etmenlerden- dir. Kürek çekme, sporcunun su direncine karşı kas gücünü kullandığı ve yüksek ivme kazanmayı hedeflediği bir dayanıklılık sporudur. Koşuda ise sporcunun hızını çok kısa sürede artırabilme kabiliyeti önemlidir.

Kürek sporcularının kürek tekniğini geliştirmesine ve hızlarını artırmasına, koşucuların ise maksimum hız performansı sağlamasına yardımcı olmak için yeni teknoloji ürünleri kullanılmaktadır. Bunlardan biri olan takip sistemleri dış mekân çalışmalarında sporcuların konum, hız, ivme, rota gibi bilgilerini toplar. Toplanan bilgiler sporcuların kendi performansını değerlendirebilmesini sağlar.

Aşağıda Tablo 1 ve Tablo'2 de sırasıyla kürek takımı ve koşu yapan sporcunun performanslarının ilk zamana ilişkin ivme ve hız büyüklükleri verilmiştir.

Tablolarda verilen bilgileri inceleyerek aşağıdaki soruları cevaplayınız.

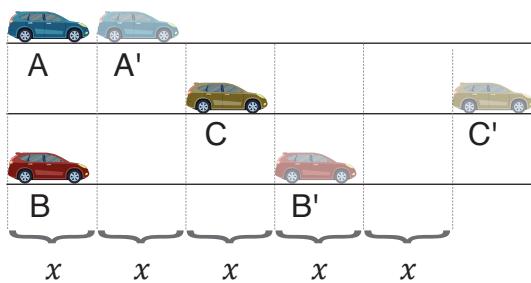
Tablo 1

Zaman (s)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kürek Çekme Sayısı	0	24	40	40	56	56	56	56	120	216	216	228
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	0,8	1,6	2,4	2,4	...	9,6	9,6
İvme Büyüklüğü (m/s ²)	0	0,8	0,8	0	0,8	0	0	0	2,4	2,4	0	1,2

Tablo 2

Zaman (s)	0	2	2,80	3,80	4,2	5,4	6,3	7,1	7,9	8,7	9,58
Konum (m)	0	6	11,76	21,66	26,4	41,16	52,77	62,61	72,29	81,65	91,57
Hız Büyüklüğü (m/s)	0	6	8,4	11,4	12,3	12,3	12,3	12,3	11,9	11,5	11,06
İvme Büyüklüğü (m/s ²)	0	3	3	0	0,5	0,5

- Kürek takımının hız ve koşucunun ivme büyüklerini belirleyiniz. Kürek takımına ait verileri Tablo 1'de, koşucuya ait verileri Tablo 2'de uygun yerlere yazınız.
- Kürek takımının ve koşucunun hareketlerini, sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket ile ilişkilendirin. Hız ve ivme değerlerini Tablo 1 ve Tablo 2'de yazarken bu değerleri seçme nedenlerinizi ve ilişkilendirdiğiniz hareket türlerini açıklayın.

Cevap**1.8. Soru**

Doğrusal bir yolda durmakta olan A, B ve C araçları aynı anda sabit ivmeli harekete başlamıştır. Araçların t süre sonunda geldiği konumlar şekilde sırasıyla A', B' ve C' olarak gösterilmektedir.

Buna göre t sürede

- I. B'nin ivmesinin büyüklüğü A'dan fazladır.
- II. B'nin ivmesinin büyüklüğü C'den fazladır.
- III. C'nin ivmesinin büyüklüğü A'dan fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur? Gerekçeliye açıklayınız.

Cevap

1.9. Soru

Doğrusal bir yolda hareket eden K, L, M ve N araçlarının ilk hız ve ivme büyüklükleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Buna göre K, L, M ve N araçlarının

- a) 3. s'deki son hız büyüklüğünü ve (0-3) s zaman aralığındaki hız değişimlerinin büyüklüğünü tabloya yazınız.

Araç	İlk Hız Büyüklüğü (m/s)	Son Hız Büyüklüğü (m/s)	Hız Değişimi-nin Büyüklüğü (m/s)	İvme Büyüklüğü (m/s ²)	Zaman Değişimi (s)
K	0			+2	3
L	10			-2	3
M	-10			+2	3
N	-10			-2	3

- b) Hız değişimleri ve ivme büyüklükleri arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

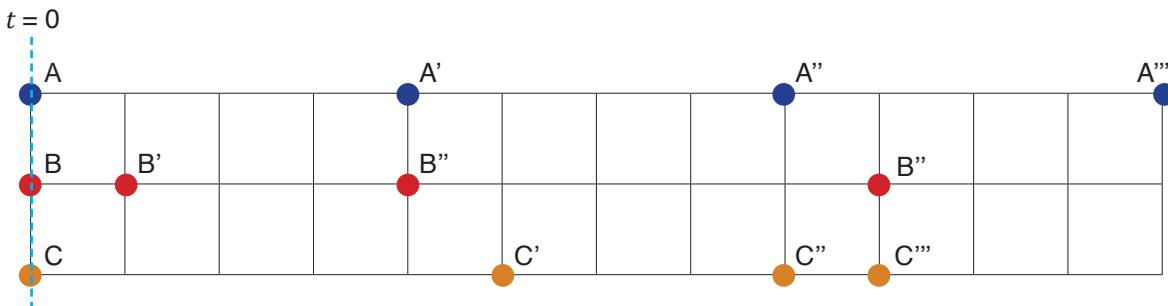
Cevap

(Empty space for answer)

1.10. Soru

İvme sensörleri taşıtlarda savrulmayı önleyici sistemlerin geliştirilmesi, cep telefonlarında ekran yönünün algılanarak hareketle kontrol edilmesi ve menüler arasında geçiş sağlanması, oyun sistemlerinde kontrol çubuklarının yönlendirilmesi gibi işlevlerle kullanılmaktadır.

Aşağıda bir oyuna ait farklı kontrol çubuklarındaki A, B ve C ivme sensörlerinin zamana bağlı konumları gösterilmiştir. A ivme sensörünün her t süre sonra geldiği konumlar A' , A'' ve A''' olarak verilmiştir. Benzer şekilde B ve C sensörlerinin konumları da şekilde gösterilmiştir ve şekil eşit bölmelendirilmiştir.



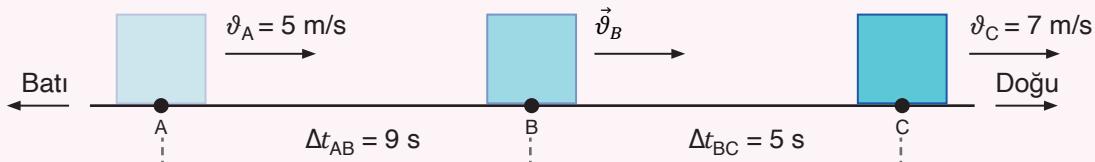
Buna göre

- Sensörlerin ivme büyüklükleri a_A , a_B ve a_C arasındaki büyüklük ilişkisini yazınız.
- Birim zamanda ivme sensörlerinin hız değişimleri ve ivme büyüklükleri arasındaki ilişkiyi kısaca açıklayınız.
- İvme hız vektörlerinin yönlerini karşılaştırarak B ve C sensörlerinin hareket türüne ilişkin genellemeyi yazınız.

Cevap

ÇIKIŞ KARTI
SABİT İVMELİ HAREKET

Şekilde yatay doğrultuda hareket eden cismin A, B ve C konumlarından geçtiği andaki hızlarının büyüklüğü ve bu konumlar arasındaki hareket süresi gösterilmiştir. Cismin hız büyülüğu A ve C noktalarından geçerken sırasıyla 5 m/s ve 7 m/s olmaktadır. Şekli inceleyerek ivme ve ivme yönü hakkında mevcut bilgilerinizden hareketle aşağıdaki soruları cevaplayınız. a ve b maddelerine verdığınız cevapları aşağıdaki tabloya yazınız.



Konum	İlk Hız Büyüklüğü (m/s)	Son Hız Büyüklüğü (m/s)	Geçen Zaman (s)	Hızın Büyüklüğü		İvmenin Büyüklüğü (m/s²)	İvmenin Yönü	
				Artar.	Azalır.		Doğu	Batı
A-B	5 m/s		9 s			3 m/s²		
B-C		7 m/s	5 s					

- a) A konumundaki hızının büyülüğu $v_A = 5 \text{ m/s}$ olan cisim, 3 m/s^2 olan ivme büyülüğü ile 9 s boyunca düzgün hızlanmaktadır. Cismin B konumundaki v_B hızının büyülüğünü hesaplayarak tabloya yazınız ve cismin ivmesinin yönünü tabloya işaretleyiniz.

- b) Cisim B ve C konumları arasında 5 s düzgün yavaşlamakta ve cismin hız büyülüğu $v_C = 7 \text{ m/s}$ 'ye düşmektedir. Cismin bu konumlar arasındaki ivmesinin büyülüğünü ve yönünü tabloda yer alan ilgili bölüme yazınız.

- c) Sabit ivme ile hareket eden bir cismin hızı, ivmenin büyülüğüne bağlı olarak ne şekilde değişebilir? Ivme ile hız değişimi arasındaki ilişkisi örneklerle açıklayınız.





Aşağıda verilen ifadeleri konuyu anlama durumunuza göre işaretleyiniz.

Konuyu anladım.

Konuyu anlamam için zamana ve desteği ihtiyacım var.

Sabit ivmeli hareket ile ilgili öğrendiklerim şunlardır:

Anlamadığım noktalar şunlardır:

Konuyu pekiştirmek için yapabileceklerim şunlardır:

Çıkış kartınız öğretmeniniz tarafından "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Bütüncül Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



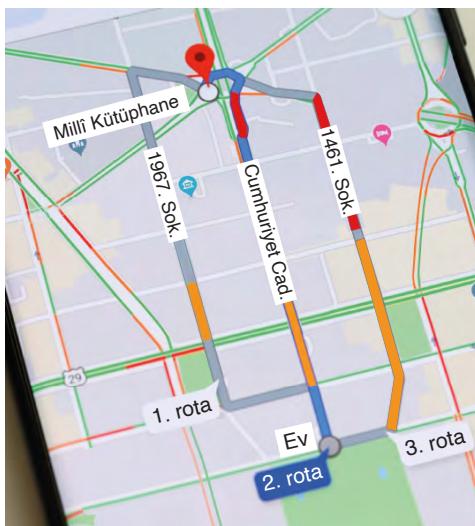
B) Yatay Doğrultuda Sabit İvmeye Hareket Eden Cisimlerin Hareketi

Sürücüler araçlarının hızını şehir içinde seyir hâlindeyken trafik lambaları, yayalar, trafik yoğunluğu gibi sebeplerle sık sık değiştirmek zorunda kalır. Araçların sabit hız büyülüğu ile hareket etmek yerine ivmeli hareket etmesi, motorun daha fazla enerji harcamasına ve daha fazla yakıt tüketmesine neden olur. Bunu önlemek amacıyla şehir içindeki ana arterlerde yeşil dalga sistemi uygulanmaktadır.

İvmeli Hareket

Bir cisimin ivmesi, hızındaki değişimin zamana oranıdır. Cisinin hız vektörü ile ivme vektörü aynı yönlü ise cisim düzgün hızlanan, zit yönlü ise cisim düzgün yavaşlayan hareket yapar.

1.11. Soru



Millî Kütüphaneye gitmek üzere arabasıyla yola çıkan Elif, GPS [global positioning system/globil pozisyoning sistim (küresel konumlama sistemi)] uygulamasından farklı güzergâhları kontrol ederek hareket etmek istemektedir. Yandaki görselde Elif'in evi ile Millî Kütüphane arasındaki farklı yollar gösterilmiştir. Yollar üzerindeki gri renk alternatif rotaları, mavi renk seçilen rotayı; turuncu ve kırmızı ise sırasıyla artan trafik yoğunluğunu ifade eder.

Buna görə

- a) **Elif en kısa sürede Millî Kütüphaneye ulaşabilmek için hangi güzergâhi tercih etmelidir? Nedenini arkadaşlarınıza tartışınız ve elde ettiğiniz sonuçları kısaca yazınız.**
 - b) **Arkadaşlarınızla yakıt sarfiyatının sonuçlarını ve yakıt sarfiyatını önleme yollarını çevre kirliliği ve tasarruf bağlamında tartışınız. Ulaştığınız sonuçları listeleyiniz.**

Cevap

1.3. Etkinlik



Adı	SABİT İVMELİ HAREKET GRAFİKLERİ
Amaç	Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden cisim ait konum-zaman, hız-zaman ve ivme-zaman grafiklerini çizerek matematiksel modeller yardımıyla yorumlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde gruplar oluşturunuz.
 2. Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız. Karşınıza çıkan ekranda "Hızlanan Hareket" butonuna tıklayınız.
 3. Simülasyon ekranının üst bölümünde yer alan "A aracının ivme büyüklüğü" ve "B aracının ivme büyüklüğü" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ivme büyütüklerini belirleyiniz.

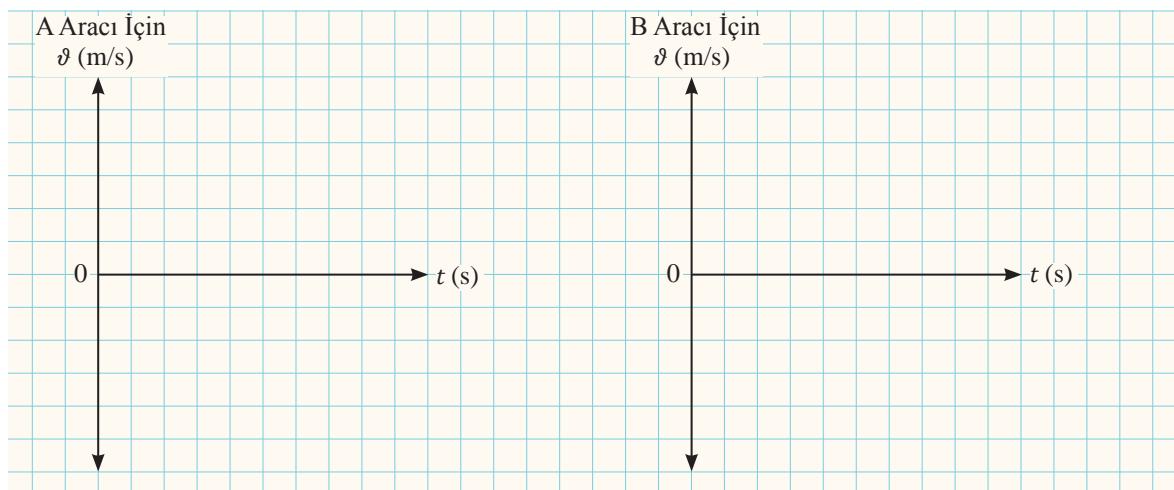


- 4. “BAŞLAT” butonuna tıklayarak araçların yatay doğrultudaki hareketini (pozitif ve negatif yönde hızlanan hareket) inceleyiniz. Aşağıdaki Tablo 1'e A ve B araçları için belirlediğiniz ivmelerin büyüklüklerini ve araçların tabloda belirtilen zamanlardaki hız büyüklüklerini yazınız.

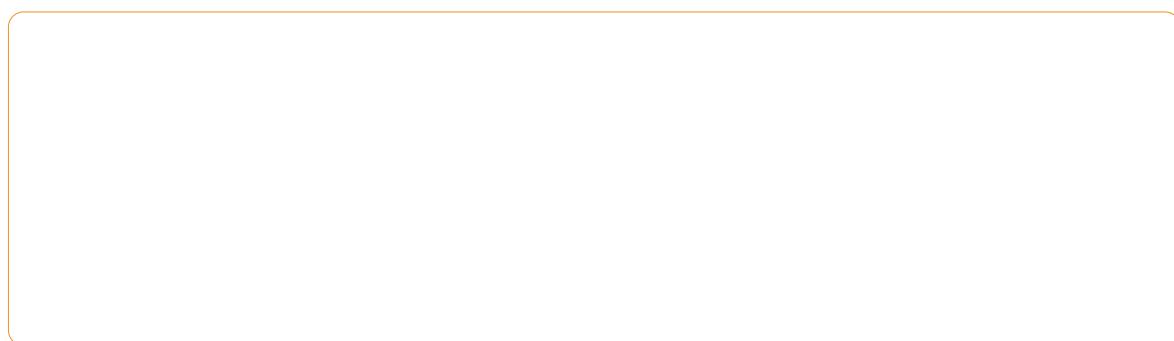
Tablo 1: Hızlanan A ve B Araçlarının İvme ve Hız Büyüklükleri

	Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü m/s^2	A Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)						
B Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü m/s^2	B Aracının Hız Büyüklüğü (m/s)						

5. Tablo 1'deki değerlerden yararlanarak zıt yönlerde hızlanarak hareket eden A ve B araçlarına ait ϑ -t grafikleri ilgili alana çiziniz. Çizdiğiniz grafikleri karşılaştırınız ve karşılaştırmaya ilişkin yorumlarınızı verilen alana yazınız.



6. ϑ -t grafiğinden yararlanarak hız ve konum arasındaki ilişkiyi ifade ediniz.



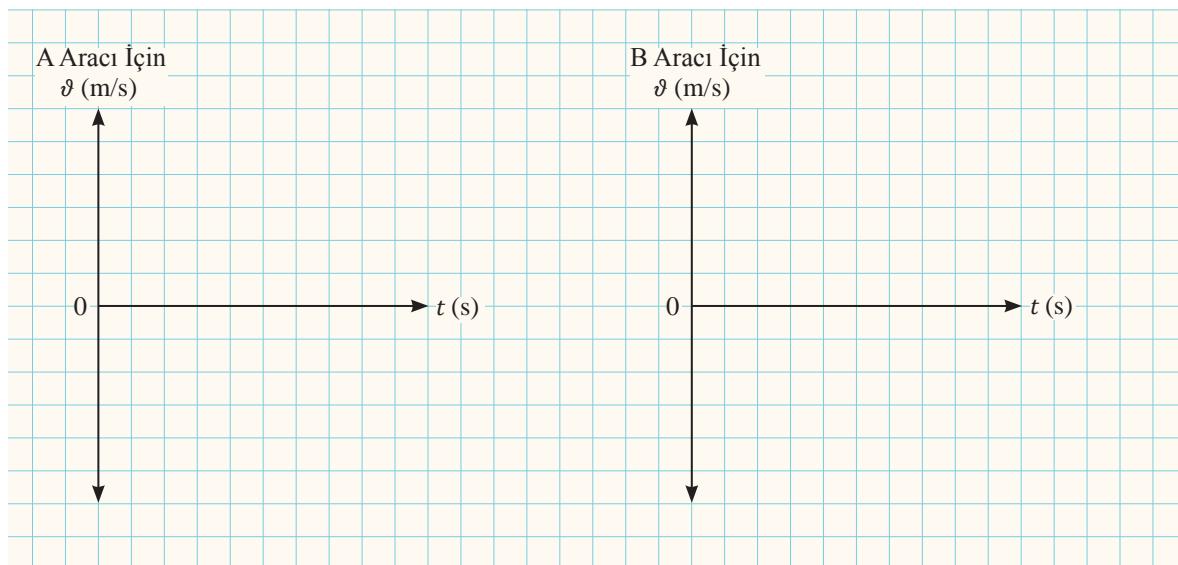
1. ÜNİTE

- 7. Simülasyon ekranındaki "SIFIRLA" butonuna basınız. Karşınıza çıkan ekranda "Yavaşlayan hareket" butonuna tıklayınız.
8. Simülasyon ekranının üst bölümünde yer alan "A aracının ivme değeri" ve "B aracının ivme değeri" göstergeleinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ivme büyüklüklerini belirleyiniz.
9. "A aracının ilk hızı" ve "B aracının ilk hızı" göstergelerinin ayar düğmesini sağa doğru sürükleyerek A ve B araçlarının ilk hızlarının büyüklüklerini belirleyiniz.
10. Ekranda beliren "Başlat" butonuna tıklayarak araçların yatay doğrultudaki hareketini inceleyiniz. Tablo 2'ye A ve B araçları için belirlediğiniz ivme büyüklüklerini ve araçların tabloda belirtilen zamanlardaki hız büyüklerini yazınız.

Tablo 2: Yavaşlayan A ve B Araçlarının İvme ve Hız Büyüklükleri

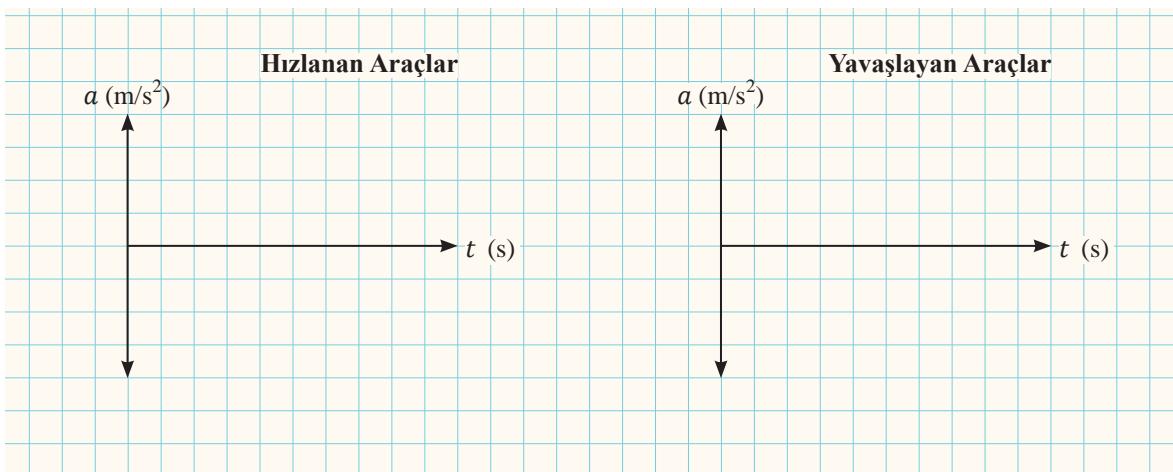
	Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü m/s ²	A Aracının Hızının Büyüklüğü (m/s)						
B Aracı İçin Seçilen İvme Büyüklüğü m/s ²	B Aracının Hızının Büyüklüğü (m/s)						

11. Tablo 2'deki değerlerden yararlanarak ters yönlerde yavaşayan A ve B araçlarına ait $\vartheta-t$ grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.



►

- 12. Çizdiğiniz ϑ - t grafiklerinden yararlanarak araçlara ait a - t grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak yorumlayınız. Çizdiğiniz grafiklerin üzerine hangi araca ait olduğunu yazınız.



13. ϑ - t grafiğinden yararlanarak yer değiştirme ve ivme büyüklüklerine ait matematiksel modelleri yazınız.

14. A ve B araçlarının hızlanma hareketi için çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak araçların konumlarını Tablo 3'te ilgili yerlere yazınız.

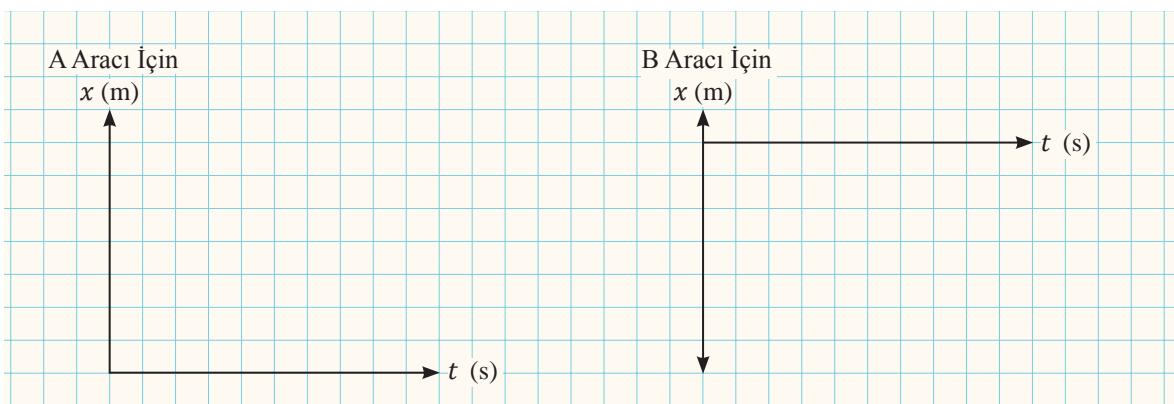
Tablo 3: A ve B Araçlarının Konumları

Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Konumu (m)						
B Aracının Konumu (m)						



1. ÜNİTE

- 15. Tablo 3'teki bilgilerden yararlanarak zit yönlerde hareket eden A ve B araçlarına ait $x-t$ grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.

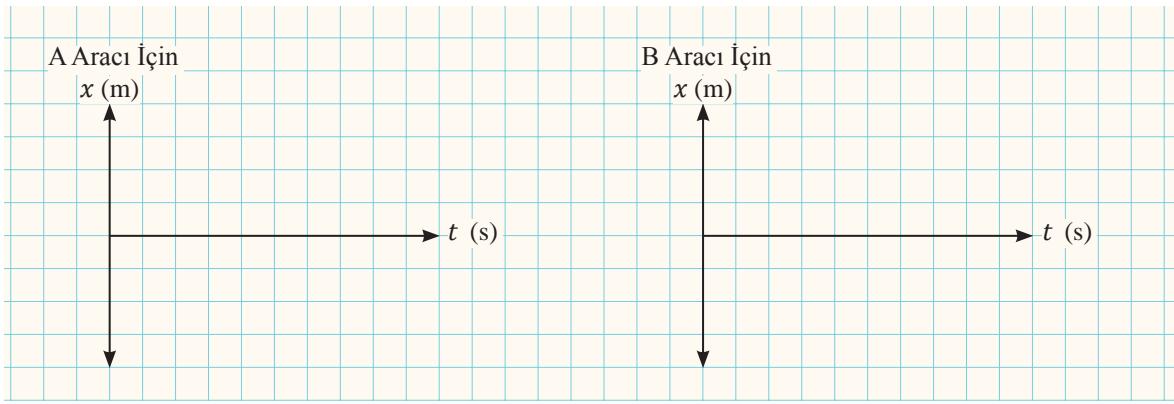


16. A ve B araçlarının yavaşlama hareketi için çizdiğiniz grafiklerden yararlanarak araçların konumlarını Tablo 4'te ilgili yerlere yazınız.

Tablo 4: A ve B Araçlarının Konumları

Zaman (s)	0	1.	2.	3.	4.	5.
A Aracının Konumu (m)						
B Aracının Konumu (m)						

17. Tablo 4'teki bilgilerden yararlanarak zit yönlerde hareket eden A ve B araçlarına ait $x-t$ grafiklerini ilgili alana çiziniz. Grafikleri karşılaştırarak verilen alana yorumlarınızı yazınız.

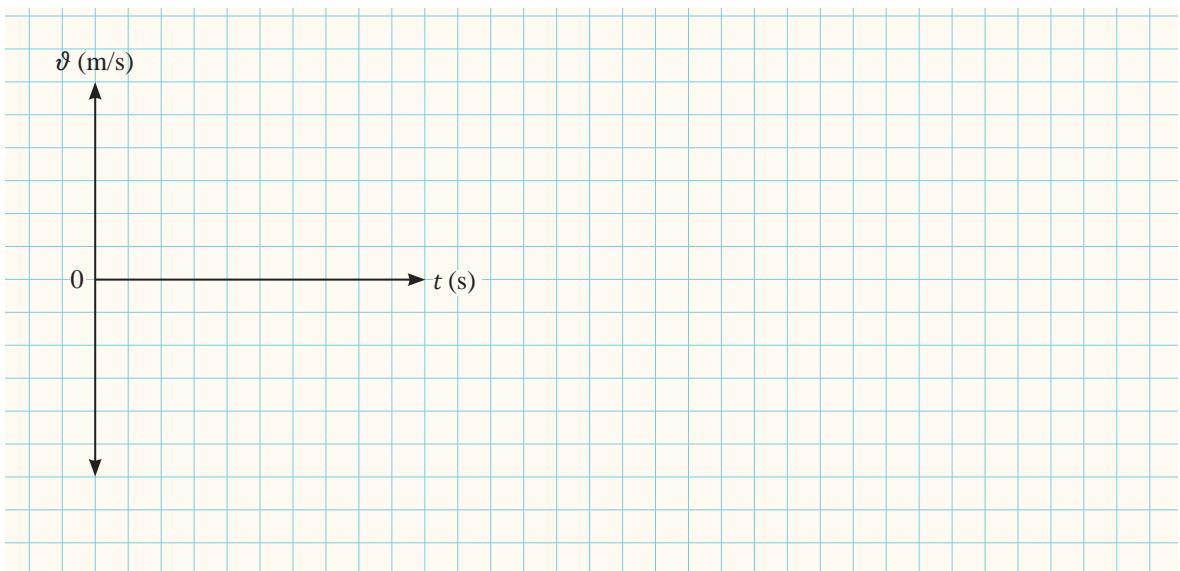


- 18. Yer değiştirmeye ve ivme için bulduğunuz matematiksel modelleri kullanarak yer değiştirmeye ve ivme arasındaki ilişkiyi gösteren bağıntıyı ilgili alana yazınız.

19. Etkinlikteki işlem basamaklarında bulunan sorulara verdiğiiniz cevaplardan yararlanarak çizdiğiniz grafik değerleri ve matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz

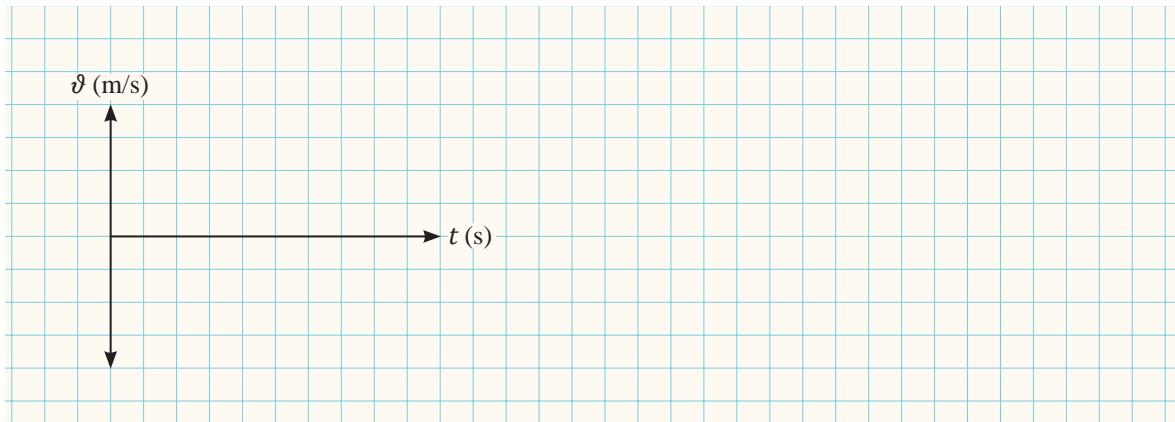
Değerlendirme

1. $t = 0$ anında hızının büyüklüğü 2 m/s olan bir araç, 4 m/s^2 lik sabit ivmeye hızlanmaktadır. Aracın ϑ - t grafiğini çizerek hızının ve yer değiştirmesinin matematiksel modelini yazınız. Aracın 5. s'deki hızının ve yer değiştirmesinin büyülüüğünü hesaplayınız.



- 2. Doğrusal bir yolda A noktasından durgun hâlden harekete başlayan araç, 2 m/s^2 ivme büyülüğu ile 10 s düzgün hızlanarak B noktasına ulaşmıştır. Araç, B noktasında 4 m/s^2 ivme büyülüğu ile düzgün yavaşlayarak C noktasında durmuş ve C noktasından geri dönerek A noktasından 10 m/s hız büyülüği ile geçmiştir.

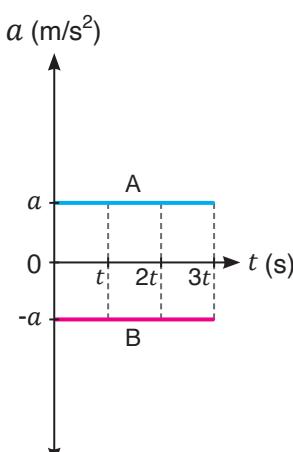
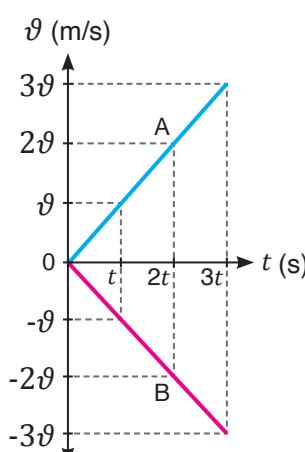
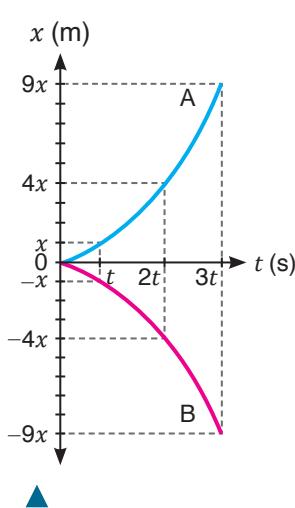
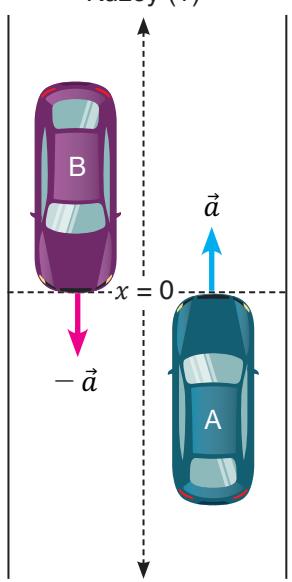
Buna göre aracın ϑ - t grafiğini çiziniz. Grafikten yararlanarak aracın C noktasından A noktasına hareketi sırasındaki ivmesinin büyülüğünü hesaplayarak yazınız.



Şekil 1.2'de doğrusal bir yolda $x = 0$ konumundan durgun hâlden harekete başlayan A ve B araçları gösterilmektedir. A aracı kuzey yönünde, B aracı güney yönünde hızlanarak ilerlemektedir. Kuzey yönü pozitif yön kabul edilirse A aracına ait grafikler yatay ekseni üstünde, B aracına ait grafikler ise yatay ekseni altında yer alır.

Kuzey (+)

Zit yönlerde hızlanan A ve B araçlarının hareketlerine ait x - t , ϑ - t , ve a - t grafikleri Grafik 1.3'teki gibi olur.



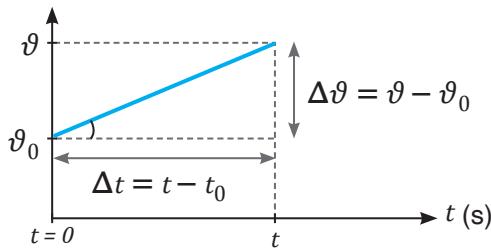
Grafik 1.3: A ve B araçlarına ait x - t , ϑ - t , a - t grafikleri

Şekil 1.2: Durgun hâlden zit yönlerde sabit ivmeye hızlanan A ve B araçları

Verilen x - t grafiğindeki parabolik eğrinin zaman ekseni üzerinde olması aracın pozitif yönde hızlandığını, altında olması negatif yönde hızlandığını gösterir.

Aracın hız değişimi ($\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}$) pozitif olduğunda ivme pozitif, hız değişimi negatif olduğunda ivme negatif değer alır. Bu durumda A aracının ivmesi pozitif, B aracının ivmesi negatif olur.

$x = 0$ noktasından v_0 ilk hız ile geçen ve pozitif yönde hızlanan bir aracın $v-t$ grafiği Grafik 1.4'teki gibi olur. Grafiğin eğiminden yararlanarak cismin ivmenin büyüklüğü hesaplanabilir.



Grafik 1.4: $t = 0$ anında v_0 hızıyla hızlanan hareket

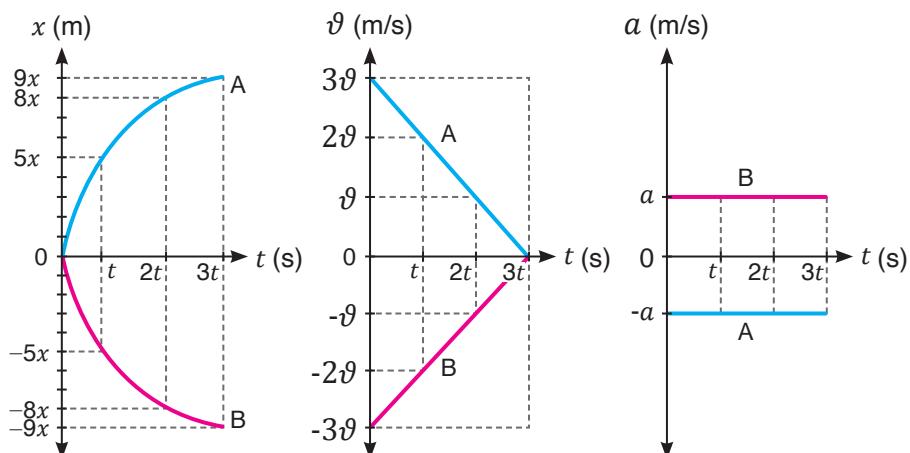
Grafikten yararlanarak $\frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - 0} = a$ yazılır. İfade düzenlenendiğinde

$v = v_0 + a \cdot t$ matematiksel modeli elde edilir. Grafik çizgisinin yatay eksen ile arasında kalan alanın hesaplanmasıyla cismin yatay doğrultuda aldığı mesafe bulunabilir.

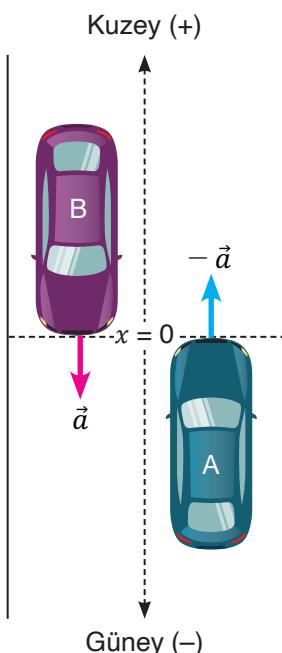
Bu durumda $\Delta x = \frac{(v + v_0)}{2} \cdot t$ elde edilir. Bu denklemde $v = v_0 + a \cdot t$ yerine yazıldığındaysa yer değiştirme büyülüğu için $x = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ matematiksel denklemi elde edilir.

Şekil 1.3'te doğrusal bir yolda $x = 0$ konumundan ilk hız ile geçen A ve B araçları gösterilmektedir. A aracı kuzey yönünde, B aracı güney yönünde yavaşlayarak ilerlemektedir. A aracının hız değişimi ($\vec{v}_{son} - \vec{v}_{ilk}$) negatif olduğundan ivmesi negatif, B aracının hız değişimi pozitif olduğundan ivmesi pozitif olur.

Doğrusal bir yolda $x = 0$ noktasından $3v$ hızıyla geçen ve zıt yönlerde yavaşlayan A ve B araçlarının hareketlerine ait $x-t$, $v-t$, ve $a-t$ grafikleri Grafik 1.5'teki gösterilmektedir.

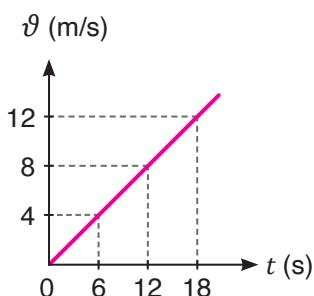


Grafik 1.5: A ve B araçlarına ait $x-t$, $v-t$, $a-t$ grafikleri



Şekil 1.3: Zıt yönlerde sabit ivmeye yavaşlayan A ve B araçları

Örnek



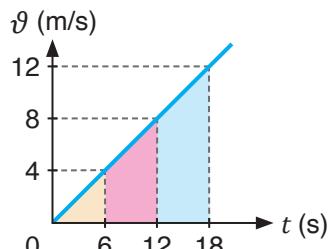
$t = 0$ anında $x = 0$ konumundan koşmeye başlayan bir koşucunun hızının zamana bağlı değişim grafiği yanda verilmiştir.

Buna göre koşucunun hareketine ait

- x - t grafiğini çiziniz.
- a - t grafiğini çiziniz.

Çözüm

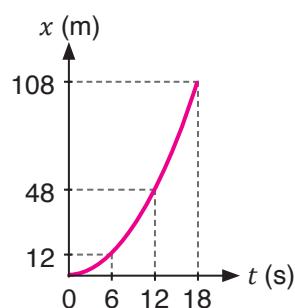
- a) Koşucunun x - t grafiğinin çizilebilmesi için ϑ - t grafiğinden yararlanılır. Koşucunun ϑ - t grafiğinde her bir zaman aralığındaki ortalama hız ile geçen süre çarpılarak o aralıktaki yer değişimine büyülüklüğü hesaplanır. Buna göre $\Delta x = \vartheta_{\text{ort}} \cdot \Delta t$ matematiksel modelinden koşucunun yer değişimine büyülüklüğü



$$(0-6) \text{ s aralığında } \Delta x_1 = \frac{4}{2} \cdot 6 = 12 \text{ m,}$$

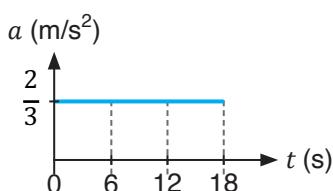
$$(6-12) \text{ s aralığında } \Delta x_2 = \frac{(8+4)}{2} \cdot 6 = 36 \text{ m,}$$

$$(12-18) \text{ s aralığında } \Delta x_3 = \frac{(8+12)}{2} \cdot 6 = 60 \text{ m olarak hesaplanır.}$$

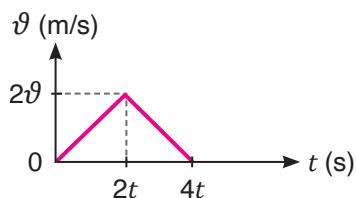


Elde edilen değerlere göre cismin x - t grafiği yandaki gibi olur.

- b) Koşucunun ivmesini hesaplamak için koşucuya ait ϑ - t grafiğinden yararlanılarak verilen zaman aralıklarındaki hız değişimi bulunur. Grafiğe göre (0-6) s zaman aralığındaki hız değişimi $4 - 0 = 4$ m/s, (6-12) s zaman aralığındaki hız değişimi $8 - 4 = 4$ m/s ve benzer şekilde (12-18) s zaman aralığındaki hız değişimi $12 - 8 = 4$ m/s'dir. Bu durumda koşucunun her 6 s'de hızının büyülüklüğü 4 m/s arttığı için ivmesinin büyülüklüğü $\frac{2}{3} \text{ m/s}^2$ olur.



Koşucunun ivmesi sabit bir değer olduğundan koşucuya ait a - t grafiği yandaki gibi olur.

Örnek

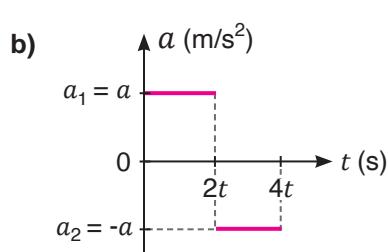
Türkiye Ralli Şampiyonası için yarış pistinde antrenman yapmakta olan sporcunun kullandığı aracın hareketine ait v - t grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre aracın

- (0-4t) zaman aralığındaki hareketini yorumlayınız.
- (0-2t) ve (2t-4t) zaman aralıklarındaki ivme büyüklüklerini a cinsinden bularak a - t grafiğini çiziniz.
- Yer değiştirmeye büyülüklüklerini x cinsinden bularak x - t grafiğini çiziniz.

Çözüm

- Araç $t = 0$ anında durmakta iken $2t$ anında 2ϑ hız büyülüğüne ulaşmaktadır. (0-2t) zaman aralığında grafik yatay ekseni üstünde olduğundan araç bu aralıkta pozitif yönde düzgün hızlanan hareket yapar. $2t$ anında 2ϑ hız büyülüğüne sahip aracın $4t$ anındaki hızı sıfır olmaktadır. Bu durumda araç (2t-4t) zaman aralığında pozitif yönde düzgün yavaşlayan hareket yapar.

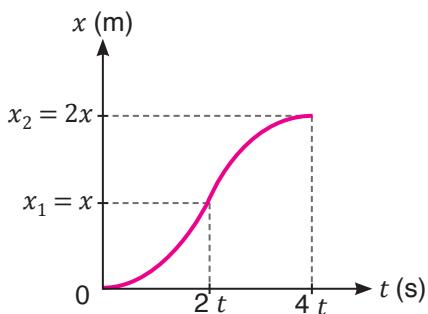


Aracın ivme büyülüüğü $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ matematiksel modeline göre bulunur. Buna göre (0-2t) aralığında aracın ivmesinin büyülüüğü $a_1 = \frac{2\vartheta - 0}{2t - 0} = \frac{2\vartheta}{2t} = \frac{\vartheta}{t}$ hesaplanır. Bu değer a olarak kabul edilirse (2t-4t) aralığında aracın ivmesinin büyülüüğü $a_2 = \frac{0 - 2\vartheta}{4t - 2t} = -\frac{2\vartheta}{2t} = -\frac{\vartheta}{t} = -a$ şeklinde bulunur.

- Aracın yer değiştirmesinin büyülüüğü v - t grafiğinden elde edilen $x = \frac{1}{2} a \cdot t^2$ matematiksel modeline göre hesaplanır. (0-2t) aralığında aracın yer değiştirmesinin büyülüüğü

$$x_1 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (2t - 0)^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4t^2 \text{ bulunur. Bu değer } x \text{ olarak kabul edilirse (2t-4t) aralığında aracın yer değiştirmesinin büyülüüğü}$$

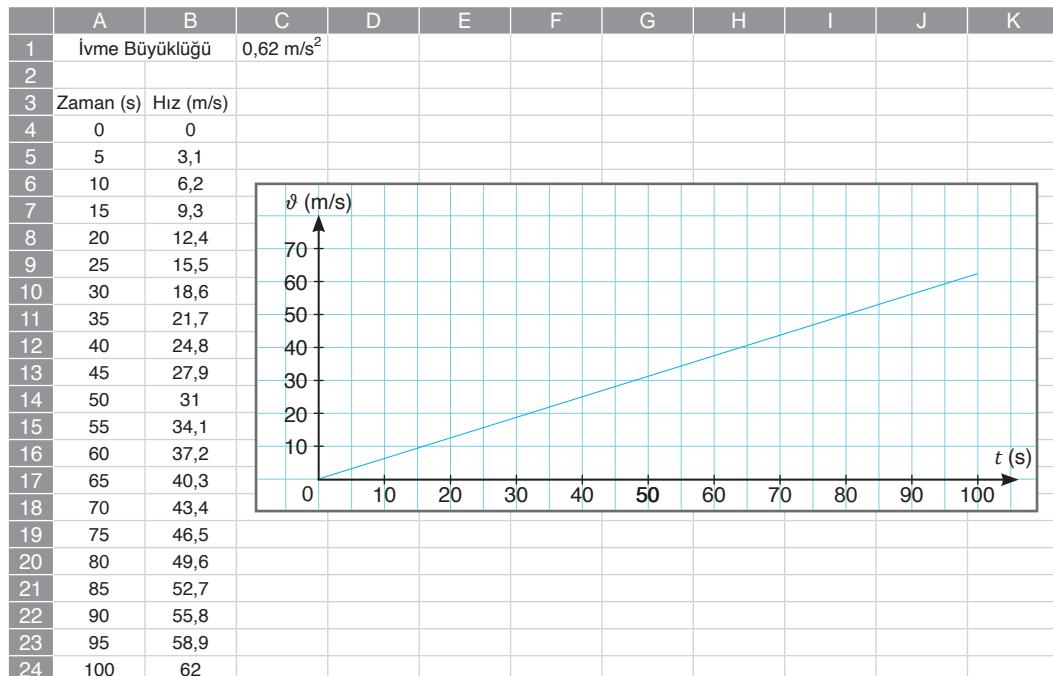
$$x_2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot (4t - 2t)^2 = \frac{1}{2} \cdot a \cdot 4t^2 = x \text{ olarak bulunur. Bu durumda aracın toplam yer değiştirmesi } 2x \text{ olur.}$$



Araç (0-2t) zaman aralığında pozitif yönde hızlandırdan ve (2t-4t) zaman aralığında pozitif yönde yavaşladığında aracın x - t grafiği şekildeki gibi olur.

1.12. Soru

İstanbul-Ankara arasında sefer yapan bir yüksek hızlı tren (YHT), Eskişehir İstasyonu'nda durup yolcu indirme ve bindirme işlemini tamamladıktan sonra tekrar harekete başlamaktadır. Tren, yatay doğrultuda belli bir mesafeyi $0,62 \text{ m/s}^2$ lik sabit ivme ile gitmektedir. Bu harekete ait veriler kullanılarak trenin ϑ - t grafiği bir bilgisayar programı yardımıyla şekildeki gibi çizilmiştir.



Buna göre yüksek hızlı trenin

- 100 s'de aldığı yol kaç m olur?
- Grafik doğrusu üzerindeki herhangi iki noktadan eğimi hesaplayınız ve elde ettiğiniz eğim değerini ivme değeri ile karşılaştırınız.
- (90-100) s zaman aralığında yapmış olduğu yer değiştirmeyi grafik üzerinde gösteriniz.
- Hareketi boyunca ortalama hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

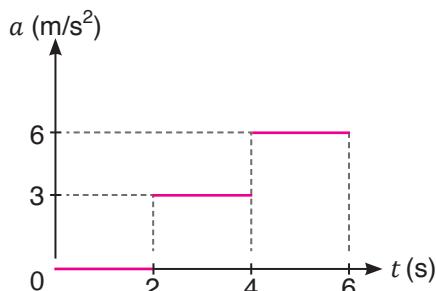
Cevap

1.13. Soru

Bir araç, yatay doğrultuda sabit 20 m/s hız büyüklüğü ile yol almaktadır. Sürücü trafikte seyir hâlindeyken önündeki aracın ani bir şekilde durmasından $0,5 \text{ s}$ sonra frene basmaktadır.

Aracın yavaşlama ivmesinin büyüklüğü 4 m/s^2 olduğunu göre

- Durana kadar toplam aldığı yol kaç m olur?
- Sürücü tepki süresi olmaksızın frene basabilseydi aracın durma mesafesi kaç m olurdu? Hesaplayınız.
- Hız büyüğünün 40 m/s olması durumunda durma mesafesi kaç m olurdu? Hızın durma mesafesine etkisini yorumlayınız.

Cevap**1.14. Soru**

Yatay doğrultuda sabit ivmeli hareket eden bir cismin $a-t$ grafiği şekildeki gibidir.

Başlangıçta cismin hız büyüklüğü 10 m/s olduğunu göre

- $v-t$ grafiğini çiziniz.
- 6 s de yaptığı yer değiştirmeyi hesaplayınız.

Cevap

The graph shows velocity v in m/s on the vertical axis and time t in seconds on the horizontal axis. The curve starts at $v = 10 \text{ m/s}$ at $t = 0$, drops vertically to $v = 0 \text{ m/s}$ at $t = 2 \text{ s}$, and remains at $v = 0 \text{ m/s}$ until $t = 6 \text{ s}$.

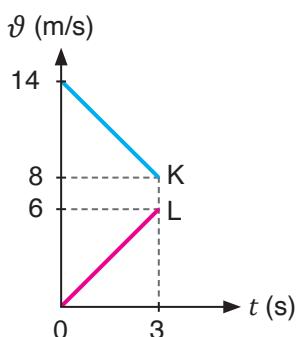
1.15. Soru

Kısa sürede yüksek hızlara ulaşan bir araç satın almak isteyen bir sürücü, otomobil ve motosiklet arasında seçim yapmakta zorlanmaktadır. Araç satış noktalarından birindeki satıcı, sürücüye tanıttığı otomobilin 30 m/s sürate ulaşabilmesi için sabit 10 m/s^2 büyüklüğünde sabit ivmeyle hareket ettiğini, motosikletin ise $10 \text{ s}'de 400 \text{ m}$ yer değiştirdiğini ifade eder. Satıcı, sürücüye bu büyüklüklerin otomobil ve motosikletin doğrusal bir yol üzerinde durgun hâlden harekete geçerek düzgün hızlanması durumunda geçerli olduğunu belirtir. Tanıtılan araçlardan birinin diğerine kıyasla daha yüksek hız ulaşmasına karar veren sürücü, bu aracı satın alır.

Buna göre

- Otomobil ve motosiklet aynı konumdan aynı anda ve aynı yöne doğru durgun hâlden harekete geçerek düzgün hızlandığında araçların $1. \text{s}'de$ aralarındaki uzaklık kaç m olur?
- Otomobilin ve motosikletin $10 \text{ s}'lik$ zaman dilimine ait hız-zaman grafiklerini çiziniz.
- Motosikletin ivmesinin büyüklüğü kaç m/s^2 dir?
- Sürücünün hangi aracı tercih ettiğini düşünüyorsunuz? Gerekçenizi yazınız.

Cevap

Örnek

Doğrusal bir yolda $t = 0$ anında durmakta olan L aracı sabit ivme ile harekete başladığı anda K aracı 14 m/s hızla L aracının yanından geçerek düzgün yavaşlamaya başlamaktadır. L aracı hızını 3 s'de 6 m/s'ye çıkarırken K aracı hızını 14 m/s'den 8 m/s'ye düşürmüştür.

K ve L araçlarının yanda verilen ϑ - t grafiğine göre

- Hareketlerini tanımlayarak hız değişimlerini karşılaştırınız ve a - t grafiklerini çiziniz.
- (0-3) s arasındaki yer değiştirmelerini bulunuz.
- Aralarındaki mesafe 3 s sonra kaç m olur? Hesaplayınız.

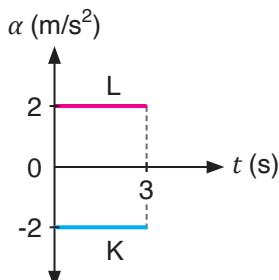
Çözüm

- a) K ve L araçlarının ϑ - t grafiği yatay eksenin üzerinde olduğundan her iki araç da pozitif yönde hareket etmektedir. Hız büyülüğu zamanla azaldığından K aracı düzgün yavaşlayan hareket, hız büyülüğu zamanla arttığında L aracı düzgün hızlanan hareket yapmaktadır.

Araçların ivme büyüklikleri ϑ - t grafiğinden yararlanarak $a = \frac{\vartheta_{son} - \vartheta_{ilk}}{t_{son} - t_{ilk}}$ matematiksel modelinden hesaplanır.

Buna göre

$$a_K = \frac{8 - 14}{3 - 0} = \frac{-6}{3} = -2 \text{ m/s}^2 \text{ ve } a_L = \frac{6 - 0}{3 - 0} = \frac{6}{3} = 2 \text{ m/s}^2 \text{ bulunur.}$$



Bu durumda araçların eşit zaman aralıklarında ivme büyüklikleri aynı olduğundan hız değişimleri eşit olur. K ve L araçlarının a - t grafiği yukarıdaki gibi olur.

- b) Araçların yer değiştirmeleri ϑ - t grafiğinden yararlanılarak bulunan matematiksel modellerle hesaplanır.

K aracı belli bir ilk hızla başladığı ve yavaşlayan hareket yaptığı için yer değiştirmesi

$$x = \vartheta_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \text{ matematiksel modeli ile } x_K = 14 \cdot 3 - \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 42 - 9 = 33 \text{ m}$$

bulunur.

L aracı ilk hızı sıfır olarak başladığı ve hızlanan hareket yaptığı için yer değiştirmesi

$$x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2 \text{ matematiksel modeli ile}$$

$$x_L = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 3^2 = 9 \text{ m bulunur.}$$

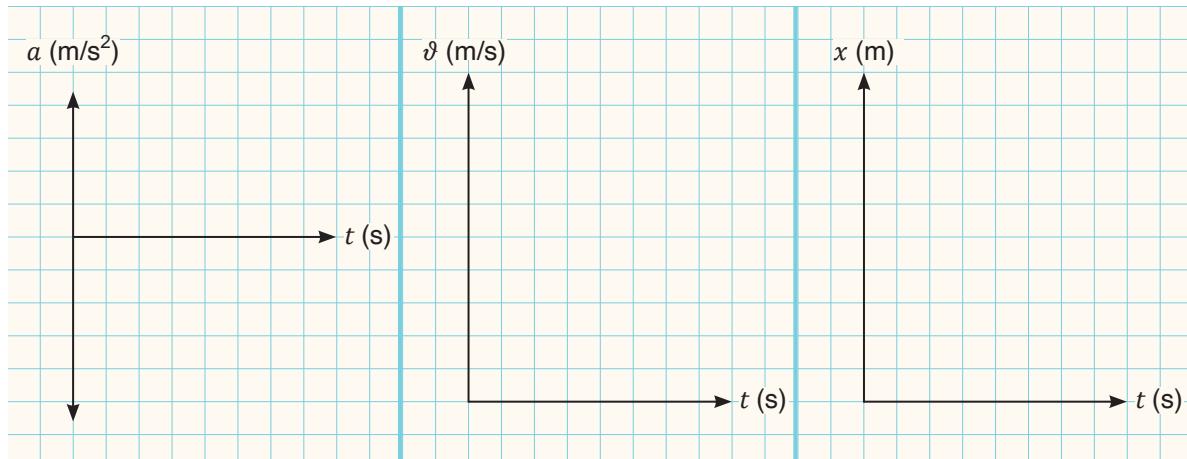
- c) 3 s sonra K'nın yer değiştirmesi 33 m, L'nın yer değiştirmesi 9 m'dir.

Araçların arasındaki mesafe $33 - 9 = 24$ m olur.

1.16. Soru

Pozitif yönde hareket eden bir cismin ilk hızının büyüklüğü 5 m/s 'dir. Cisim $t = 0$ anında 4 m/s^2 büyüklüğündeki ivme ile düzgün hızlanarak 5 s , 2 m/s^2 büyüklüğündeki ivme ile düzgün yavaşlayarak 5 s ilerlemiştir. Cismin (0-10) s aralığındaki hareketine ait $a-t$, $\vartheta-t$ ve $x-t$ grafiklerini aşağıdaki grafik alanına çiziniz.

Cevap

 $a-t$ Grafiği $\vartheta-t$ Grafiği $x-t$ Grafiği

Performans Görevi



Adı	SABİT İVMELİ HAREKET
Beklenen Performans	Sabit ivmeli hareket ile ilgili bilgi görseli hazırlama ve sunma
Süre	30 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Günlük hayatımda karşılaştığınız sabit ivmeli bir hareketi analiz ediniz. Belirlediğiniz hareketin hareket grafiklerinden birini çiziniz. Çizdiğiniz grafiği diğer hareket grafiklerine dönüştürerek grafiğten değer bulma ve matematisel hesaplamalar ile ilgili bir bilgi görseli hazırlayınız. Çalışmanızı günlük hayattan örneklerle destekleyiniz. Hazırladığınız bilgi görsellerini arkadaşlarınıza sununuz.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Konuya ilişkin kavramlar arasındaki bağlantıların bilimsel açıdan uygunluğuna dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.
- Sunumunuzu görseller ve çizimlerle destekleyiniz.
- Grafik çizimlerinde eksenlere, birimlere ve ölçeklendirmeye dikkat ediniz.

Değerlendirme

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



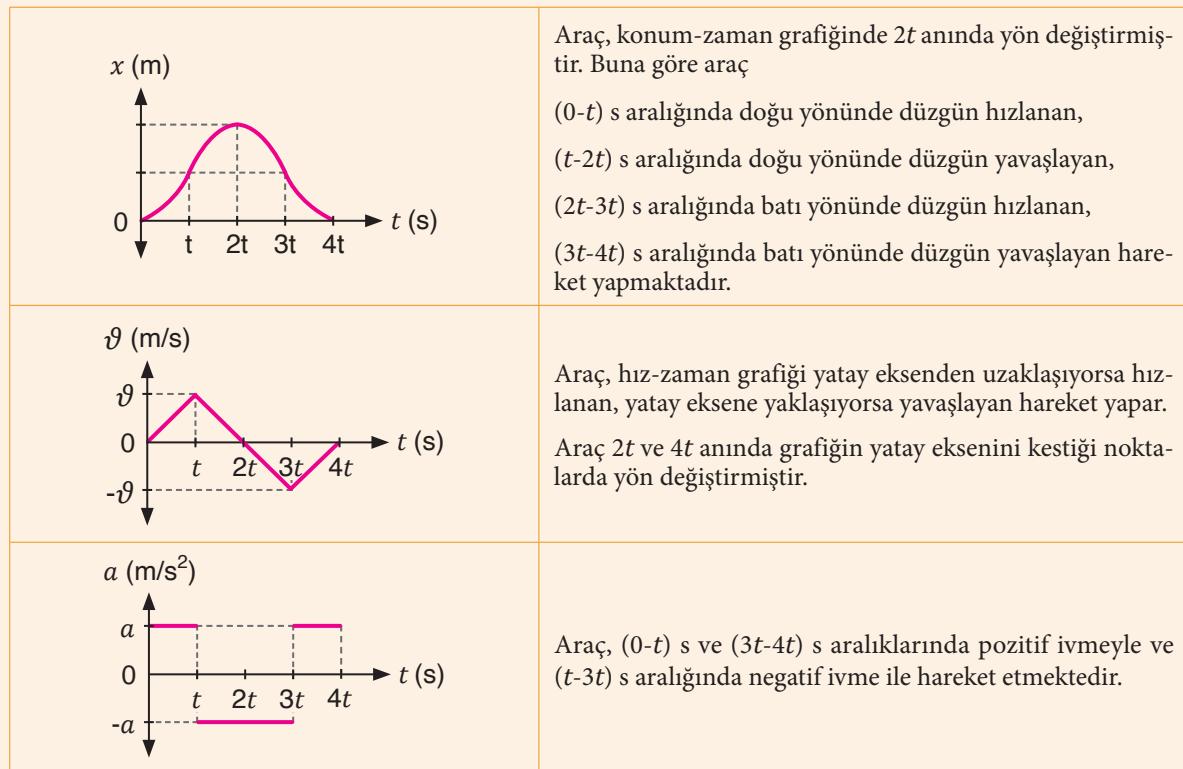
Kontrol Noktası



Bir boyutta sabit ivme ile hareket eden aracın yer değiştirme hız ve ivme bilgileri aşağıda özetlenmiştir. Doğu yönü + yön ve batı yönü – yön olarak kabul edilmektedir.

Hareket	Yer Değiştirme	Hız	İvme
Doğu Yönünde Sabit Hızlı	pozitif (+)	pozitif (+)	sıfır
Batı Yönünde Sabit Hızlı	negatif (-)	negatif (-)	sıfır
Doğu Yönünde Düzgün Hızlanan	pozitif (+)	pozitif (+)	pozitif (+)
Doğu Yönünde Düzgün Yavaşlayan	pozitif (+)	pozitif (+)	negatif (-)
Batı Yönünde Düzgün Hızlanan	negatif (-)	negatif (-)	negatif (-)
Batı Yönünde Düzgün Yavaşlayan	negatif (-)	negatif (-)	pozitif (+)

Aşağıdaki tabloda doğrusal bir yolda durgun hâlden harekete geçen ve sabit ivmeli hareket eden aracın $x-t$, $\vartheta-t$ ve $a-t$ grafikleri gösterilmiştir:



Sabit İvmeli Hareket İçin Matematiksel Modeller

Düzgün Hızlanan Hareket

$$x = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + a \cdot t$$

$$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot a \cdot x$$

Düzgün Yavaşlayan Hareket

$$x = \vartheta_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

$$\vartheta = \vartheta_0 - a \cdot t$$

$$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot a \cdot x$$

1.3. SERBEST DÜŞME

Konuya Başlarken



Soğuk havalarda bulutların içindeki su damlacıkları donar ve dolu tanelerine dönüşür. Bu dolu taneleri güçlü rüzgârlar tarafından tekrar tekrar yukarı kaldırılır. Bu süreçte dolu taneleri, bulutun içindeki soğutulmuş su damlacıklarıyla birleşerek büyür. Dolu taneleri her yükseliş ve düşüşünde daha da büyür. Dolu tanelerinin büyülüğu, bulut içindeki bu hareketlerin süresi ve bulutun yüksekliğiyle orantılı olarak artar. Küçük dolu taneleri bezelye boyutunda kalabilirken büyük dolu taneleri ceviz veya daha büyük boyutlara ulaşabilir. Büyüdükle kütlesi artan dolu taneleri, sonunda yer çekimi etkisiyle tamamen aşağı çekilir ve yere doğru düşmeye başlar. Dolu tanelerinin büyülüğine bağlı olarak çevreye vereceği zarar da değişir. Özellikle büyük boyutlara ulaşanlar; araçların camlarını kırmayı, binaların çatılarına zarar verebilir, bitkileri tahrip edebilir.



Dolu taneleri

Farklı yüksekliklerde oluşan dolu tanelerinin yere düşerken yaptığı hareketlerindeki farklılıklar neler olabilir?

Dolu tanelerinin hareketi ile belli bir yükseklikten bırakılan bir topun hareketinin benzerlikleri neler olabilir?

A) Düşey Doğrultuda Cisimlerin Sahip Olduğu İvme

1.4. Etkinlik



Adı	SERBEST DÜŞME
Amaç	Serbest düşen farklı kütleyeli cisimlerin hareketini gözlemleyerek ivmelerini yorumlayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Pinpon topu, basketbol topu, kronometre, metre, genel ağ bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

1. Öğretmeninizin rehberliğinde heterojen gruplar oluşturunuz.
2. Pinpon ve basketbol toplarını aynı yükseklikten ilk hızları sıfır olacak şekilde üç kez bırakarak topların yere düşme sürelerini ölçünüz. Elde ettiğiniz değerlerle topların ortalama yere düşme sürelerini hesaplayarak tablodaki ilgili yerlere yazınız.

	t_1	t_2	t_3	Ortalama Süre
Pinpon Topu				
Basketbol Topu				

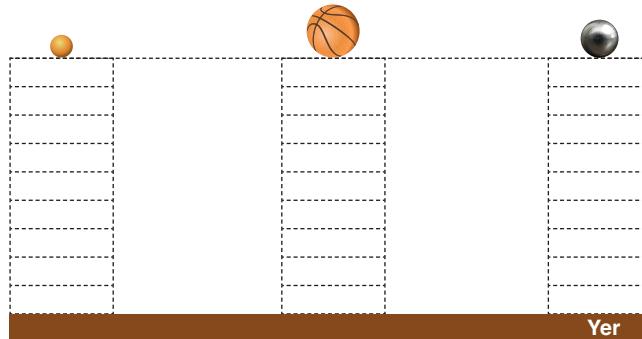
3. Pinpon ve basketbol toplarının ortalama yere düşme sürelerini karşılaştırınız ve elde ettiğiniz sonuçları yorumlayarak kısaca yazınız ve süreler arasındaki farklılık veya benzerliklerin nedenlerini saygı çerçevesinde grup arkadaşlarınızla tartışarak yazınız.



- 4. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. “BAŞLAT” butonuna tıklayarak farklı kütlelerdeki pinpon topu, basketbol topu ve demir bilyenin hava direnci ihmal edilen bir ortamda aynı yükseklikten ilk hızı sıfır olarak gerçekleştirileceği serbest düşme hareketini gözlemleyiniz.



5. Animasyondaki pinpon topu, basketbol topu ve demir bilyenin eşit zaman aralıklarında bulunduğu konumları ve o konumlardan geçerken sahip olduğu hız büyüklüklerini şekildeki topların altındaki boş bırakılan alanlara yazınız. (*Şekildeki çizgiler arası mesafeler eşittir.*)



6. Serbest bırakılan cisimlerin ivmelerini, kütle ve boyutları ile ilişkilendirerek düşünelerinizi arkadaşlarınızla sınıf ortamında eleştirel bir bakış açısıyla tartışınız. Tartışma sırasında kendi fikirlerinizi ve bu fikirlerin destekleyicilerini açıkça belirtiniz, varsa karşı fikirlere yönelik ifadelerinizi gerekçeliyle söyleyiniz. Tartışma sonucunda oluşan fikirlerinizi aşağıya yazınız.

7. Yer çekimi ivmesi ile cisimlerin hız değişimi arasındaki ilişkiyi arkadaşlarınızla değerlendirerek vardığınız ortak fikri aşağıya yazınız.

8. Serbest düşme hareketi yapan cisimlerin ivmesi nelere bağlıdır? Açıklayınız.

Değerlendirme

1. Düşeyde serbest düşen cisimlerin hareketini açıklayınız.



- 2. Verilen animasyondaki olay ile sınıfta gerçekleştirdiğiniz deney arasındaki farklılıklarını belirtiniz. Bu farklılıkların sebeplerini açıklayınız.

3. Bir ağacın dallarında bulunan ve yerden yükseklikleri 3 m ve 6 m olan özdeş elmaların yere düşme süreleri hakkında neler söyleyebilirsiniz?



Görsel 1.1: Güneş ve gezegenlerin birbirine göre temsili konumları

Tablo 1.1: Güneş Sisteminde Bulunan Gezegenlerin Ortalama Çekim İvmeleri

Gezegen	Ortalama Çekim İvmesi (m/s ²)
Merkür	3,7
Venüs	8,87
Dünya	9,807
Mars	3,71
Jüpiter	24,79
Satürn	10,44
Uranüs	8,87
Neptün	11,15

Belirli bir yükseklikten bırakılan cisimler, yer çekimi kuvveti etkisiyle yere düşer. Yer çekimi kuvvetinin yönü daima Dünya'nın merkezine doğrudur. Dünya ve cisimler arasındaki çekim kuvveti, cisimler üzerinde bir çekim ivmesine neden olur. Bu çekim ivmesine **Dünya'nın çekim ivmesi** veya **yer çekimi ivmesi** denir. Bir binanın tepesinden aşağıya düşen ya da yukarıya atılan bir cismin hızında meydana gelecek olan değişim, yer çekimi ivmesinden kaynaklanır. Yer çekimi ivmesi vektörel bir büyüklük olup \vec{g} simbolü ile gösterilir. Yer çekimi ivmesinin SI'da birimi m/s^2 dir.

Yer çekimi ivmesi, bir cismin Dünya üzerindeki konumuna göre farklı değerler alabilir. Bu farklılık,

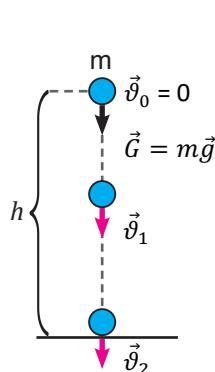
Dünya'nın dönme hareketinden ve şeklinin tam bir küre olmamasından kaynaklanır. Örneğin Dünya'daki yer çekimi ivmesi, Ekvator'da yaklaşık $9,78 \text{ m/s}^2$ iken kutuplarda yaklaşık $9,83 \text{ m/s}^2$ dir. Dünya'nın yer çekimi ivmesinin ortalaması $9,81 \text{ m/s}^2$ olduğu kabul edilir. Görsel 1.1'de Güneş sisteminde bulunan gezegenler gösterilmektedir. Bir gezegenin çekim ivmesi, o gezegenin kütlesine ve boyutlarına bağlı olarak farklı değerler alabilir. Örneğin Ay'daki çekim ivmesi Dünya'daki çekim ivmesinin altında birine karşılık gelen yaklaşık $1,62 \text{ m/s}^2$ dir. Hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda Dünya ve Ay'da aynı yüksekliklerden bırakılan özdeş cisimler Ay'da Dünya'ya göre daha yavaş bir şekilde yere düşer. Tablo 1.1'de farklı gezegenlerin ortalama çekim ivmeleri listelenmiştir.

Hava ile teması olan her cisim, hareket ederken hava sürtünmesi ile karşılaşır. Hava sürtünmesi, bir cismin hava ile etkileşimi sürecinde karşılaştığı direnç kuvvetidir. Bazı durumlarda fiziksel olayların analizini kolaylaştırmak adına sürtünme kuvveti ihmali edilir. Dünya'da tamamen sürtünmesiz bir ortam bulunmamasına rağmen uzayda hareket eden cisimler sürtünme kuvvetiyle karşılaşmamaktadır. Benzer şekilde özel laboratuvar koşullarında oluşturulan vakum odalarında da hava sürtünmesi yok sayılır. Sürtünmenin ihmali edilmesi temel fizik yasalarının anlaşılması, matematiksel modellerin basitleştirile-rek incelenmesinde, mühendislik uygulamalarında ve uzay araştırmalarında bilim insanların daha doğru sonuçlara ulaşmasını sağlamaktadır.

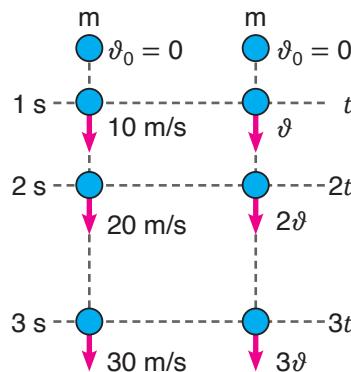
Yukarı doğru veya aşağı doğru atılan veya durgun hâlde bırakılan cisimlerin hepsi yer çekimi etkisi ile hareket eder. Bu harekete **serbest düşme hareketi** denir. Kısacası serbest düşme hareketi, yalnızca yer çekimi kuvvetinin etkisindeki tüm hareketlerin ortak adıdır.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda serbest düşme hareketi yapan cisimler bulunduğu ortamın yer çekimi ivmesi ile hareket eder. Yeryüzünde yakın yerlerde yer çekimi ivmesi sabit kabul edildiğinden cisimlerin hızları birim zamanda ivme değeri kadar artış gösterir. Aynı yükseklikten ilk hızı sıfır olarak bırakılan tenis topu ve basketbol topu, eşit büyülükteki yer çekimi ivmesi ile hızlanıp aynı anda ve aynı hızda yere düşer.

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda serbest düşen bir cisim etki eden net kuvvet cismin ağırlığına eşit olan yer çekimi kuvvetidir. Cisim, Şekil 1.4'te gösterildiği gibi belirli bir yükseklikten (h) ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakıldığında yer çekimi ivmesinin ($\ddot{\vartheta} = \ddot{g}$) etkisiyle düzgün hızlanan doğrusal hareket yapar. Bu durumda cisim düşerken hız sürekli artar. Cismin hızı yere çarptığı anda maksimum değere ulaşır.



Şekil 1.4: Sürtünmenin ihmal edildiği ortamda serbest bırakılan m kütleli cismin hareketi



Şekil 1.5: Sürtünmenin ihmal edildiği ortamda ilk hızı sıfır olarak bırakılan cismin hızı

Sürtünmesiz bir ortamda m kütleli bir cisim, ilk hızı sıfır olarak serbest düşmeye bırakıldığında \ddot{g} ivmesiyle hızlanır. Hareketin t , $2t$, $3t$ sürelerindeki hız büyülükleri sırasıyla ϑ , 2ϑ , 3ϑ olur. Örneğin yer çekimi ivmesinin 10 m/s^2 olarak alındığı sürtünmesiz ortamda m kütleli cismin 1, 2 ve 3. s'lerde sahip olacağı hız değerleri sırasıyla 10 m/s , 20 m/s , 30 m/s olur (Şekil 1.5).

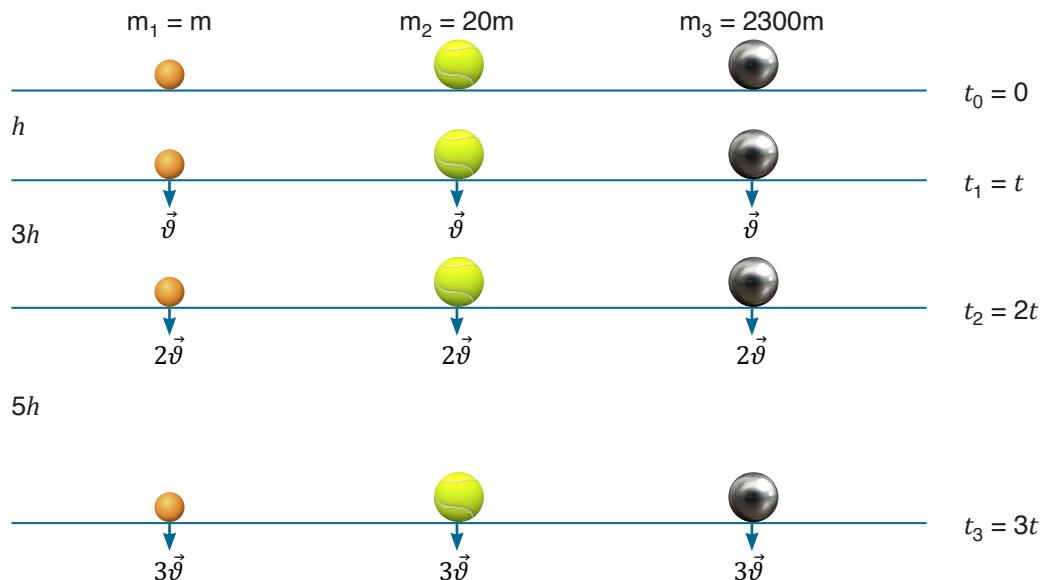
Düzgün hızlanan doğrusal hareketin matematiksel modellerinde \ddot{a} ivmesi yerine \ddot{g} yer çekimi ivmesi ve x yer değiştirmesi yerine h kullanılarak serbest düşmeye ait matematiksel modeller Tablo 1.2'de verildiği gibi elde edilir.

Tablo 1.2: İlk Hızı Sıfır Olarak Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket ve Serbest Düşme Hareketi İçin Hareket Denklemleri

İlk Hızı Sıfır Olarak Düzgün Hızlanan Doğrusal Hareket Denklemleri	Serbest Düşme Hareketi Denklemleri
$\vartheta = a \cdot t$ $x = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$ $\vartheta^2 = 2 \cdot a \cdot x$	$\vartheta = g \cdot t$ $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$

Örnek

Bir bilim merkezinde öğrencilerin serbest düşme hareketi ve bu hareketin bağlı olduğu değişkenleri gözlemlemesi amacıyla bir bilim gösterisi yapılır. Gösteriyi yapan eğitmen, havası boşaltılmış ortamda güvenli bir alan oluşturur. Eğitmen; aynı yükseklikten m_1 küteli bir pinpon topunu, m_2 küteli bir tenis topunu ve m_3 küteli bir demir bilyeyi aynı anda robotik bir cihaz ile serbest bırakır. Pinpon topu, tenis topu ve demir bilyenin bırakıldığı andan yere düşünceye kadar hızlarında meydana gelen değişimler, düşey konumları ve aldığı yollar gözlemlenmektedir. Bu cisimler, aşağıda gösterilen yolları izleyerek yere çarpmaktadır.



Buna göre tabloyu h ve ϑ cinsinden doldurarak cisimlere etki eden yer çekimi ivmesini ve cisimlerin hızlarının büyüklüğü arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

	Yer Değiştirme		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
(0-t)			
(t-2t)			
(2t-3t)			

	Hız		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
0			
t			
$2t$			
$3t$			

Çözüm

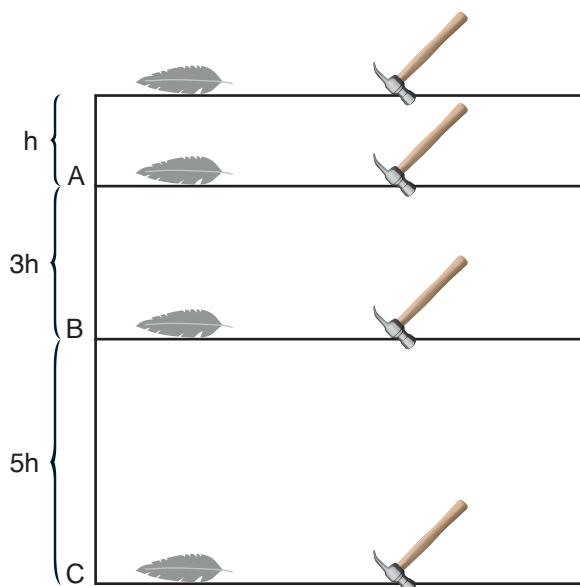
Şekil incelenerek cisimlerin eşit zaman aralıklarında yaptığı yer değiştirme h cinsinden ve bu zamanlarda bulunduğu konumdaki hızlarının büyüklüğü ϑ cinsinden tespit edilir ve verilen tablo aşağıdaki gibi doldurulur.

	Yer Değiştirme		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
(0-t)	h	h	h
(t-2t)	$3h$	$3h$	$3h$
(2t-3t)	$5h$	$5h$	$5h$

	Hız		
Zaman	$m_1 = m$	$m_2 = 20m$	$m_3 = 2300m$
0	0	0	0
t	ϑ	ϑ	ϑ
$2t$	2ϑ	2ϑ	2ϑ
$3t$	3ϑ	3ϑ	3ϑ

Tabloya göre farklı kütleyerdeki cisimler, hava sürtünmesinin ihmal edildiği ortamda serbest bırakıldığında eşit zaman aralıklarında eşit hız'a sahip olur. Bu zaman aralıklarında cisimlerin düşeyde aldığı yollar da eşit miktardadır. Sonuç olarak aynı ortamda bulunan cisimlere etki eden yer çekimi ivmesi, kütleyen bağımsız olduğundan cisimler aynı oranda hız kazanır.

1.17. Soru



Ay ve Dünya'nın atmosferleri karşılaştırıldığında Ay'ın atmosferinin serbest düşen cisimlere hava direnci oluşturacak kadar yoğun olmadığı görüllür. Astronot David Scott (Deyvit Skat) tarafından 2 Ağustos 1971 tarihinde Ay'da yapılan deneyin temsilî şekli yanda verilmiştir. Belirli bir yükseklikten aynı anda serbest bırakılan tüy ve çekiç, eşit zaman aralıklarında eşit yollar alarak Ay'ın yüzeyine düşmektedir.

Buna göre tüy ve çekicin

- Şekilde verilen doğrultudaki hareketini sağlayan etki nedir?
- Sahip olduğu ivmelerin büyüklüğünü karşılaştırınız.
- A, B ve C noktalarındaki hızlarını karşılaştırınız.

Cevap**1.18. Soru**

Elif su kuyusunun içini merak eder ve kuyunun içine bakar. Bu esnada Elif'in eli kuyunun kenarındaki taşa çarpar ve taş ilk hızsız serbest düşme hareketi yapar. 2,3 s sonra taşın suya çarpması sesini duyar.

Buna göre

- Kuyunun derinliğini hesaplayınız.
- Taşın suya çarptığı andaki hızının büyüklüğünü hesaplayınız.

(Su sesinin kulağa ulaşma süresini ve hava sürtünmesini ihmal ediniz. $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Cevap



Performans Görevi

Adı	SERBEST DÜŞME
Beklenen Performans	Serbest düşme hareketi ile ilgili poster hazırlama
Süre	30 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Dünya ve Mars için verilen çekim ivmesinin büyüklüklerini kullanarak iki farklı gezegende serbest düşme hareketi yapan cisimlerin 5'se yaptığı hareketleri A4 kâğıdına hazırlayacağınız poster ile karşılaştırınız. (Dünya ve Mars'ın çekim ivmeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir. Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Dünya		$9,807 \text{ m/s}^2 \cong 10 \text{ m/s}^2$
Mars		$3,71 \text{ m/s}^2 \cong 4 \text{ m/s}^2$

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Poster çiziminde zamanlara karşılık gelen cisimlerin hızlarını ve yer değiştirmelerini doğru yerde belirtiniz.
- Posterinizi görsel çizimlerle destekleyiniz.
- Çizim yaparken kâğıdınızı estetik açıdan orantılı kullanmaya dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

Değerlendirme

Performans göreviniz öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.



B) Serbest Düşme Hareketi

MÖ 322'de Aristo (Aristo) çevresindeki olayları inceleyerek ağır cisimlerin hafif cisimlere göre yere daha hızlı düşeceğini ifade etmiştir. Aristo hava sürtünmesini veya hava direncini ihmal eden deneyler yapmadığı için bu sonuca ulaşmıştır. Serbest düşme kavramı konusunda hava sürtünmesinin etkisi araalarında az olan cisimler için denemeler yapan Galileo (Galileyo) tüm cisimlerin yer çekimi altında aynı hızla yere düştüğünü savunmuştur.

Newton (Nıvtın), yaptığı çalışmalarla evrensel kütle çekim yasasını formülleştirek serbest düşme hareketini klasik fizik çerçevesinde matematiksel olarak açıklamıştır.

1.5. Etkinlik

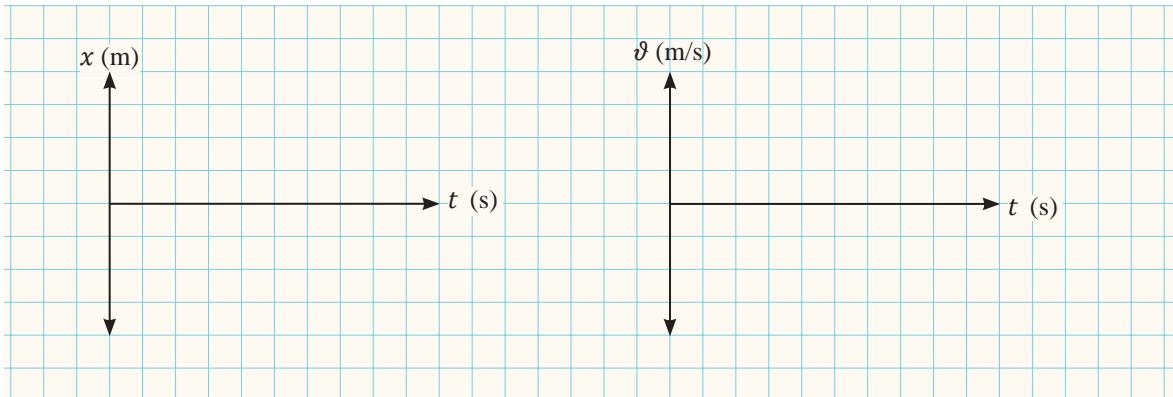
Adı	SERBEST DÜŞME HAREKETİ
Amaç	Cisimlerin yerin merkezine doğru hareket etmesini sağlayan bir çekim kuvveti olduğunu gözlemleyebilme ve açıklayabilme
Süre	35 dk.
Araç Gereç	Genel ağı bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Yandaki karekodu kullanarak simülasyonu açınız.
- “BAŞLAT” butonuna tıklayarak cismin ilk hızı sıfır olduğundaki hareketini inceleyiniz. Cisinin belirlenen zamanlar için hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü Tablo 1'e yazınız.
- Sayfanın solundaki “SIFIRLA” butonuna basarak simülasyonu sıfırlayınız.
- Sayfanın solunda yer alan hız butonu ile 10, 20 ve 30 m/s ilk hız değerlerini ayarlayarak simülasyonu tekrarlayınız. Tablo 1'de belirtilen zamanlar için cismin hızının ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü ilgili yerbelerde yazınız.

**Tablo 1**

	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	Hız Büyüklüğü (m/s)	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)
0. s	0	0	10	0	20	0	30	0
1. s								
2. s								
3. s								
4. s								
5. s								

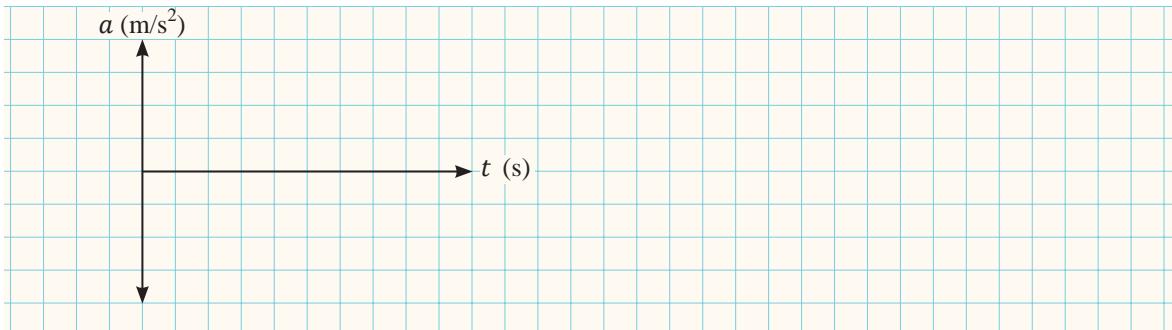
- Tablodaki değerlerden yararlanarak ilk hızı sıfır olan cisim için x - t ve ϑ - t grafiklerini aşağıdaki alana çiziniz.



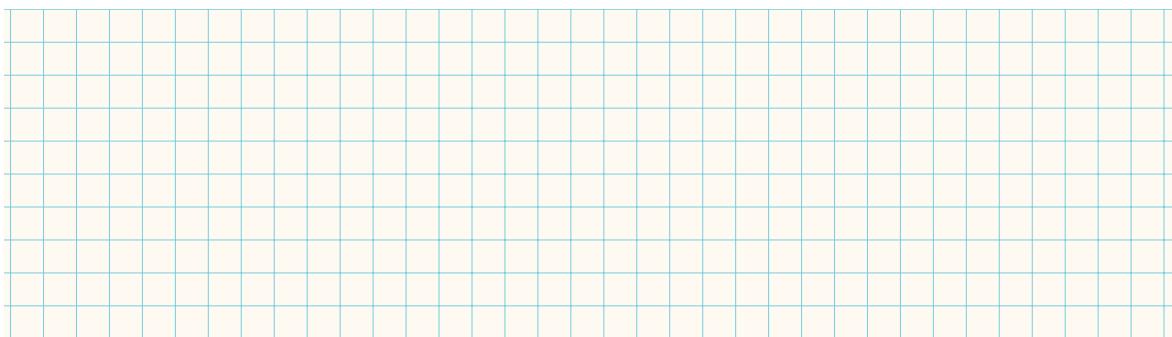
- 6. Çizdiğiniz ϑ - t grafiğinden yararlanarak cismin her bir zaman aralığındaki ivmesinin büyüklüğünü bulunuz. Cisme ait bulduğunuz ivme büyüklüğünü Tablo 2'ye yazınız ve grafik alanına a - t grafiğini çizip yorumlayınız.

Tablo 2

Zaman (s)	(0-1)	(1-2)	(2-3)	(3-4)	(4-5)
İvme Büyüklüğü (m/s^2)					



7. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. Animasyondaki ilk hızı sıfırdan farklı olan cismin hareketini inceleyiniz. Cisme ait verileri toplayarak cisim için x - t , ϑ - t ve a - t grafiklerini aşağıdaki alana çiziniz.



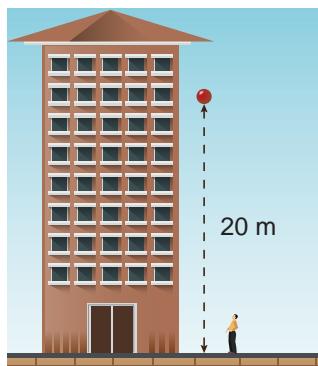
8. Bulduğunuz ivme büyüklüğü ile yer çekimi ivmesinin büyüklüğünü karşılaştırınız. ($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

9. Elde ettiğiniz grafiklerden ve verilerden yararlanarak serbest düşme hareketini açıklayınız.

Değerlendirme

1. Serbest düşme hareketine günlük hayatdan örnekler veriniz.

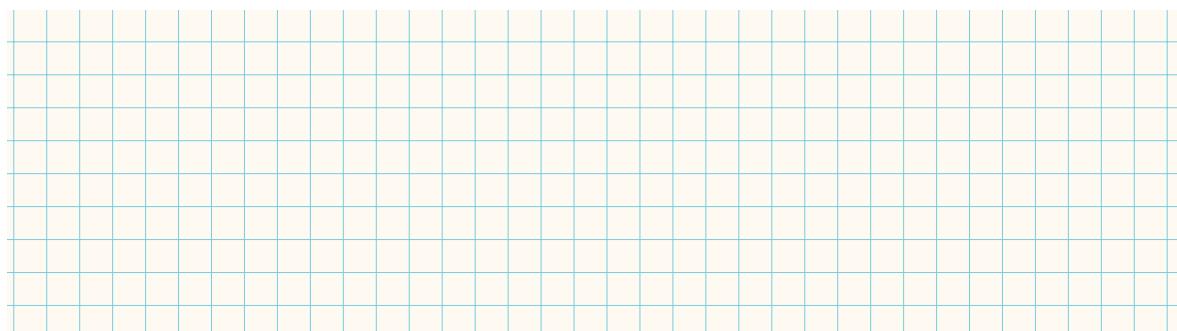
► 2.



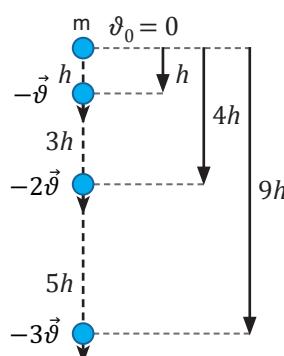
Topunu evde unutan Ali, arkadaşı Feryal'e seslenerek onun topunu ödünç ister. Yerden 20 m yükseklikteki katta oturan Feryal, elindeki topu ilk hızı sıfır olacak şekilde serbest bırakır.

Buna göre

- Top kaç s'de yere çarpar?
- Topun yere çarpma hızı nedir?
- Topun $x-t$, $\vartheta-t$ ve $a-t$ grafiklerini çiziniz.
(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınınız.)



Görsel 1.2: Sürtünmesiz ortamda farklı cisimlerin serbest düşme hareketi



Sekil 1.6: İlk hızı sıfır olarak serbest bırakılan cisim

Hava sürtünmesinin olmadığı ortamlarda Görsel 1.2'de gösterildiği gibi farklı kütelere ve hacimlere sahip iki cisim aynı yükseklikten serbest bırakıldığında veya aynı hız büyüklükleri ile atıldığından aynı anda yere düşer. Bu durumda cisimlerin yere çarpma hızları eşit olur.

Serbest düşme hareketi cismin şekline ve kütlesine bağlı değildir ancak günlük hayatta hava sürtünmesi etkili olduğundan bu cisimlerin yere düşme süreleri farklılık gösterir.

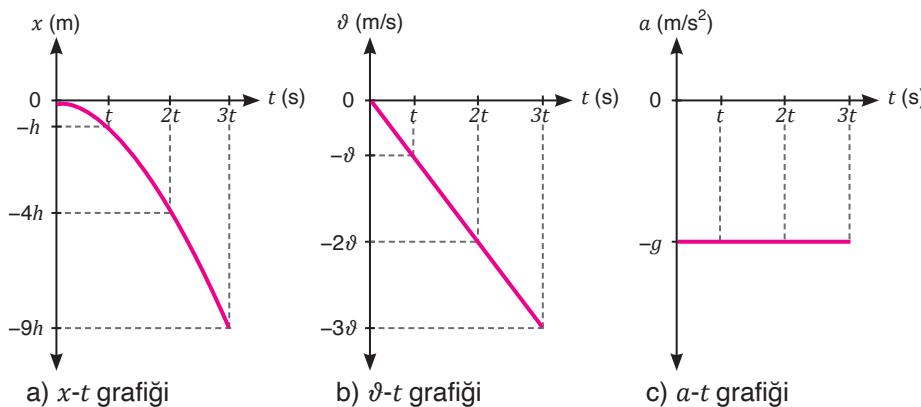
Cismin atıldığı nokta referans noktası olmak üzere bu noktanın yukarı yönü pozitif (+) ve aşağı yönü negatif (-) kabul edilmektedir. Buna göre belirli bir yükseklikten ilk hızı sıfır olan cismin serbest düşme hareketine ait grafikler, $-x$ yönünde düzgün hızlanan hareket grafikleri ile aynı özelliklere sahiptir. Serbest düşme hareketinde hareket yönünün yukarıdan aşağıya olduğu durumda grafikler, yatay eksenin altına çizilir. Hava sürtünmesi ihmal edildiğinde cismin ivmesi, yer çekimi ivmesine eşit olur ($\vec{a} = \vec{g}$).

Serbest düşme hareketi yapan Şekil 1.6'daki gibi bir cismin ilk hızı sıfır ($v_0 = 0$) olduğunda zamana bağlı yer değiştirmesinin büyülüğu (h) ve hızının büyülüğu (ϑ)

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, \quad \vartheta = g \cdot t \quad \text{ve} \quad \vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

İlk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapan cisimle ait grafikler Grafik 1.6'da gösterilmiştir.

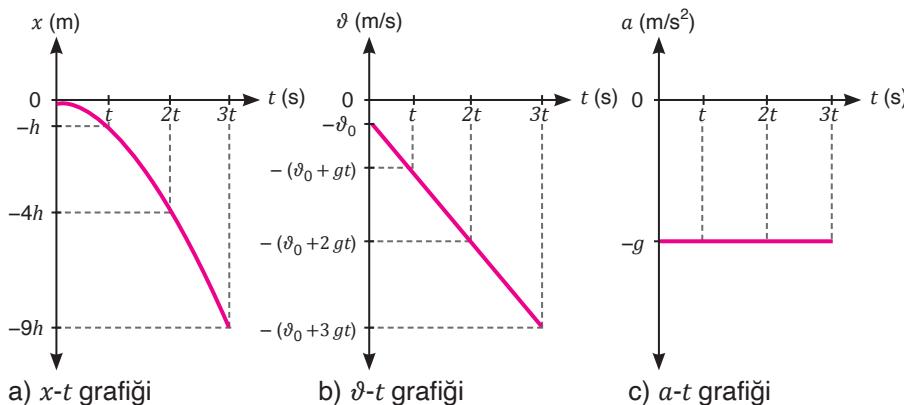


Grafik 1.6: İlk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri

Serbest düşme hareketi yapan Şekil 1.7'deki gibi bir cismin ilk hızı sıfırdan farklı olduğunda ($\vartheta_0 \neq 0$) zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğü (h) ve hızının büyüklüğü (ϑ) grafiklerden yararlanılarak bulunan

$$h = \vartheta_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, \quad \vartheta = \vartheta_0 + g \cdot t \quad \text{ve} \quad \vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır. İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cisimle ait grafikler Grafik 1.7'de gösterilmiştir.



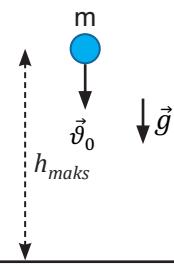
Grafik 1.7: İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cismin hareket grafikleri

Şekil 1.8'deki gibi yerden yukarı doğru $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan cisim serbest düşme hareketi yapar. Cisim yer çekimi ivmesi ile düzgün yavaşlayarak maksimum yüksekliğe çıktıığı anda cisim hızı sıfır olur. Cisim bu noktadan, ilk hızı sıfır olarak serbest düşme hareketi yapar ve aynı yer çekimi ivmesi ile düzgün hızlanarak yere çarpar. Cisim maksimum yüksekliğe çıkış ve maksimum yükseklikten iniş süreleri ile yerden aynı yükseklikteki noktalarda hız büyüklükleri birbirine eşit olur.

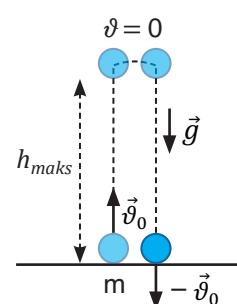
Aşağıdan yukarıya doğru atılan cismin zamana bağlı yer değiştirmesi (h) ve hız (ϑ) büyüklükleri grafiklerden yararlanılarak bulunan

$$h = \vartheta_0 \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2, \quad \vartheta = \vartheta_0 - g \cdot t \quad \text{ve} \quad \vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

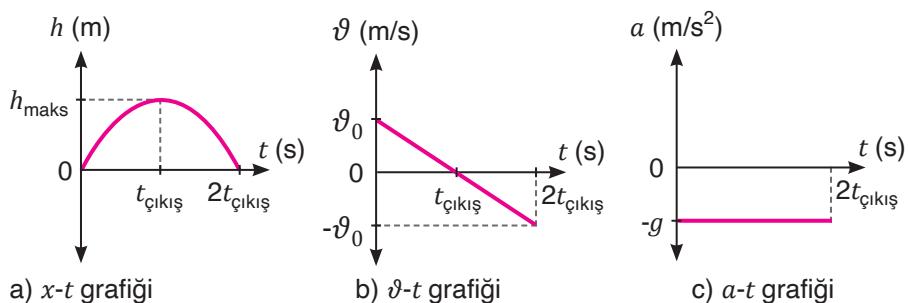


Şekil 1.7: İlk hızı sıfırdan farklı olarak serbest düşme hareketi yapan cisim



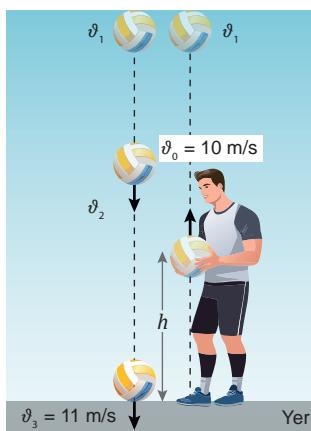
Şekil 1.8: İlk hızı sıfırdan farklı olarak aşağıdan yukarıya serbest düşme hareketi

Aşağıdan yukarıya atılarak serbest düşme hareketi yapan cisimlere ait grafikler
Grafik 1.8'de gösterilmiştir.



Grafik 1.8: Aşağıdan yukarıya serbest düşme hareketi yapan cisimlere ait grafikler

Örnek



İstop oyununda oyuncular bir daire oluşturur. Ebe seçilen oyuncu, diğer oyunculardan birinin adını söyleyerek topu havaya atar. Adı söylenen oyuncu topu yere çarpmadan yakalarsa tekrar yukarı doğru fırlatarak başka bir isim söyler. İsmi söylenen oyuncu topu yere çarpmadan yakalayamazsa topu eline aldığı anda "İstop!" der. Kaçıran oyuncular o anda oldukları yerde hareketsiz kalırlar. Ebe, oyunculardan birini topla vurur ve vurulan oyuncu ebe olur. Üç kere vurulan oyundan çıkar. Son kalan oyuncu bu oyunu kazanmış olur.

Güvenlik önlemleri alınmış bir oyun parkında arkadaşlarıyla istop oynayan Mete, elindeki topu "Ahmet!" diye seslendiği anda şekildeki gibi h yüksekliğinden 10 m/s hızla düşey doğrultuda yukarı doğru atıp kaçar. Ahmet topu yakalayamaz ve top 11 m/s hızla yere çarpar.

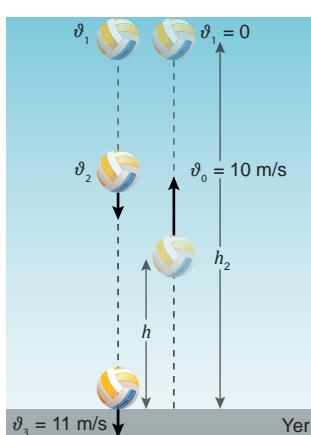
Buna göre topun atıldığı h yüksekliği kaç m olur?

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınınız.)

Çözüm

Sorunun çözümü için 3 farklı yöntem kullanılabilir:

1. Yöntem



Top, yukarıya atıldığı andan itibaren sabit yer çekimi ivmesi ile düzgün yavaşlayan hareket yapar.

$v = v_0 - g \cdot t$ matematiksel modeline göre

$$0 = 10 - 10 \cdot t_1$$

$t_1 = 1 \text{ s}$ süre sonra top çöküleceğinin en yüksek noktaya ulaşır ve topun hızı sıfır olur.

Top, 11 m/s hızla yere düştüğüne göre

$v = g \cdot t$ matematiksel modelinden yararlanılarak topun yere çarpmaya süresi

$$11 = 10 \cdot t_2$$

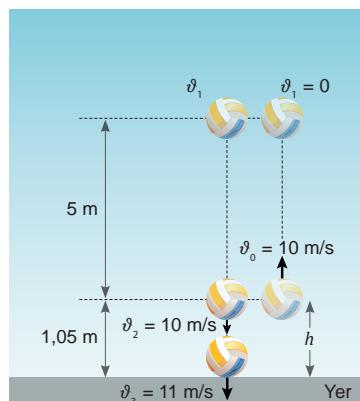
$t_2 = 1,1 \text{ s}$ bulunur.

Topun atıldığı yükseklik ise $h = h_2 - h_1$ yükseklikleri farkından

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 = 6,05 \text{ m} \text{ ve } h_1 = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2 = 5 \text{ m} \text{ bulunur.}$$

Buradan yükseklik $h = 1,05 \text{ m}$ hesaplanır.

2. Yöntem



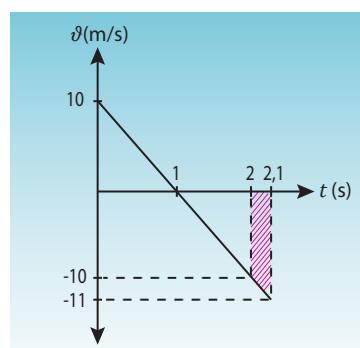
Topun yukarı yönde atılması durumunda takip ettiği yol boyunca hızı ve konumu şekilde gösterilmiştir. Top atıldığı yükseklikten maksimum konuma 1 s'de çıkar. Maksimum yükseklikten 1,1 s sonra yere çarpar. Bu durumda $\Delta t = 1,1 - 1 = 0,1$ olduğundan h yüksekliği

$$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

$$h = 10 \cdot 0,1 + \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot (0,1)^2$$

$$h = 1,05 \text{ m bulunur.}$$

3. Yöntem

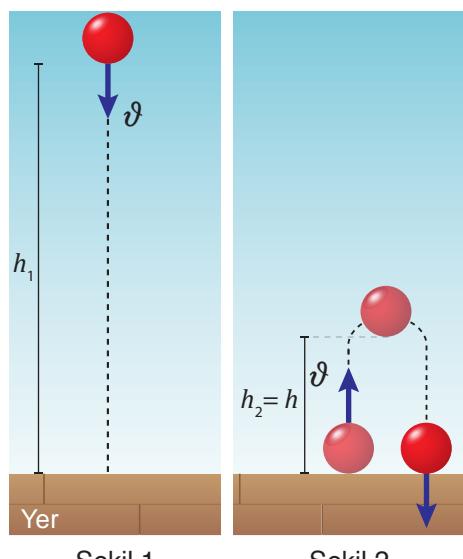


Top, 10 m/s hızla yukarı yönde atıldığından 1 s'de en üst noktaya ulaşır ve hızı sıfır olduktan sonra 1. s'de atıldığı noktaya geri gelir (toplam 2 s). Bu noktadan itibaren 0,1 s sonra yere çarpar. Buna göre topun hız-zaman grafiği şekildeki gibi olur.

Topun yerden yüksekliği, (2-2,1) s zaman aralığında aldığı yola eşittir. Buna göre (2-2,1) s zaman aralığında grafiğin yatay eksenle arasında kalan alan hesaplanarak

$$h = \frac{(10 + 11) \cdot 0,1}{2} = 1,05 \text{ m bulunur.}$$

1.19. Soru



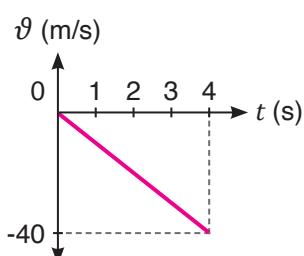
Öykü ile Berra özdeş su balonlarıyla oynamaktadır. Öykü, balonunu Şekil 1'deki gibi h_1 yüksekliğinden v hız büyüklüğü ile düşey aşağı doğru attığı anda Berra da balonunu Şekil 2'deki gibi v ilk hız büyüklüğü ile düşey yukarı doğru fırlatarak balonun h kadar yüksekliğe çıkışmasını sağlamaktadır. Her iki balon da $2t$ süre sonra yere çarpmaktadır.

Buna göre

- a) Su balonlarının hız büyüklüklerini hesaplayarak tabloyu doldurunuz.

Zaman	1. Balonun Hız Büyüklüğü	2. Balonun Hız Büyüklüğü
0		
t		
$2t$		

- b) Öykü'nün su balonunu bıraktığı yüksekliği h cinsinden bulunuz.
 c) Balonların yere çarptığında patladığı kabul edilirse hangi balon daha fazla su sıçratır?
 Açıklayınız. (Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Cevap**Örnek**

Havada sabit duran bir helikopterden kendini ilk hızı sıfır olarak serbest bırakın paraşütünün paraşütü açılmadan önceki inişine ait v - t grafiği şekilde gösterilmiştir.

Buna göre paraşütünün

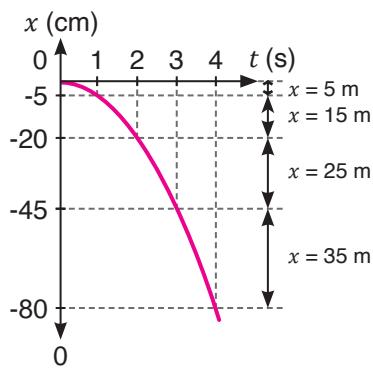
- İvmesini hesaplayınız.
- x - t grafiğini tablo oluşturarak çiziniz. Çizdiğiniz grafikten yararlanarak 3. s'deki yer değiştirme büyüklüğü ile 3 s'deki yer değiştirme büyüklüğünü bulup karşılaştırınız.
- Paraşütünü 1 s geç açması durumda kaç m daha düşmüş olacağını bulunuz.
- Paraşütünün açılmadığını varsayıarak 7. s'deki hız büyüklüğünü hesaplayınız.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Çözüm

- v - t grafiğindeki veriler kullanılarak ivme büyüklüğü $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ matematiksel modeli ile $a = \frac{(-40) - 0}{4 - 0} = -10 \text{ m/s}^2$ bulunur.
- Paraşütünün zamana bağlı hız büyüklüğü $v = g \cdot t$ ve yer değiştirme büyüklüğü $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelleri ile bulunur. Hesaplanan veriler aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Zaman (s) t	Hız Büyüklüğü (m/s) $v = g \cdot t$	Yer Değiştirme Büyüklüğü (m) $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
0	0	0
1	10	5
2	20	20
3	30	45
4	40	80



Paraşütünün 3. s'deki yer değiştirmesini bulabilmek için 3 s'deki yer değiştirmesi ile 2 s'deki yer değiştirmesi hesaplanarak çıkan sonuçların farkı alınır.

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \text{ matematiksel modelinden}$$

$$h = \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2\right) = 45 - 20 = 25 \text{ m bulunur.}$$

3 s'deki yer değiştirmesi ise

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 3^2 = 5 \cdot 3^2 = 45 \text{ m bulunur.}$$

- c) Paraşütü, paraşütünü 1 s daha geç açarsa 5. s'deki yer değiştirmeye büyülüğu

$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinden $h = \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 5^2\right) - \left(\frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2\right) = 45 \text{ m bulunur. Bu durumda paraşütü, } 45 \text{ m daha fazla yol almış olurdu.}$

- ç) 7. s' de hızının büyülüğu $\vartheta = g \cdot t$ matematiksel modelinden

$$\vartheta = 10 \cdot 7 = 70 \text{ m/s olarak hesaplanır.}$$

1.20. Soru

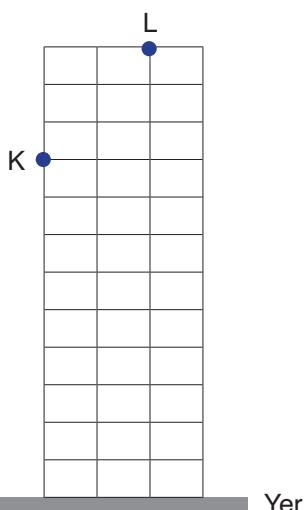
Fizik öğretmeni Sezgin Bey, sınıfındaki öğrencileri iki gruba ayırarak onlardan havası alınmış ortam içinde serbest düşme hareketi yapan cisimlerle ilgili bir deney yapmalarını ister. Öğretmen tarafından iki gruba ayrılan öğrencilere küteleri farklı K ve L cisimleri verilmiştir.

($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Buna göre

- a) K ve L cisimleri farklı yüksekliklerden atıldığında grupların deney sonuçlarına göre K ve L cisimlerinin düşey doğrultuda 1, 2 ve 3. s'deki konumlarını verilen şekilde üzerinde çizerek gösteriniz.

(Birim karelerin kenar uzunlukları 5 m'dir.)



- b) Aşağıda grupların ölçümlerinden elde ettiği sonuçlardan bazıları verilmiştir. Boş bırakılan alanlara grupların çizimlerini ve sonuçlarını dikkate alarak K cisminin hız ve yer değiştirmeye, L cisminin hız ve zaman bilgileri hakkında elde edilebilecek sonuçları yazınız.

1. Grubun Elde Ettiği Sonuçlar

1. K cisminin havada kalma süresi 3 s'dir.

2.

3.

2. Grubun Elde Ettiği Sonuçlar

1. L cismi hareketinin 2. s'sinde yatay düzlemden 40 m yüksektedir.

2.

3.

- c) 2. grup başka bir değişiklik yapmadan yalnızca yer çekimi ivmesinin büyüklüğünü $3,6 \text{ m/s}^2$ kabul etseydi L cisminin 3. s'deki yer değiştirmesinin büyüklüğünü kaç m olarak ölçmesi gerekiirdi? Açıklayıınız.

Cevap

Performans Görevi



Adı	SERBEST DÜŞME
Beklenen Performans	İki farklı hız sahip cisimlerin serbest düşme hareketine ait rapor hazırlama
Süre	35 + 40 dk.
Değerlendirme	Dereceli Puanlama Anahtarı

Aynı çekim ivmesine sahip bir ortamda bulunan K ve L cisimlerinden ilk hızı sıfır olan K cismi h_1 yüksekliğinden aşağı doğru, ilk hızı sıfırdan farklı olan L cismi h_2 yüksekliğinden serbest bırakılmaktadır. L cisminin ilk hızını 10 m/s alarak cisimlerin

- atıldığı yükseklikleri göstereceğiniz,
- yere çarpma hızlarını belirleyeceğiniz,
- $x-t$, $\vartheta-t$ ve $a-t$ grafiklerini çizerek açıklayacağınız kısa bir rapor hazırlayınız.

Çalışma sırasında dikkat edilecek hususlar şunlardır:

- Raporunuzda cisimlerin zamanlara karşılık gelen hız ve yer değiştirme büyülüklerini doğru yerde belirtiniz.
- Sınıf içerisinde hazırlayacağınız raporunuza çizimlerle destekleyiniz.
- Çizim yaparken kâğıdınızı estetik açıdan orantılı kullanmaya dikkat ediniz.
- Yazım ve noktalama kurallarına dikkat ediniz.

Değerlendirme

Yapmış olduğunuz performans görevi öğretmeniniz tarafından "Dereceli Puanlama Anahtarı" ile değerlendirilecektir.

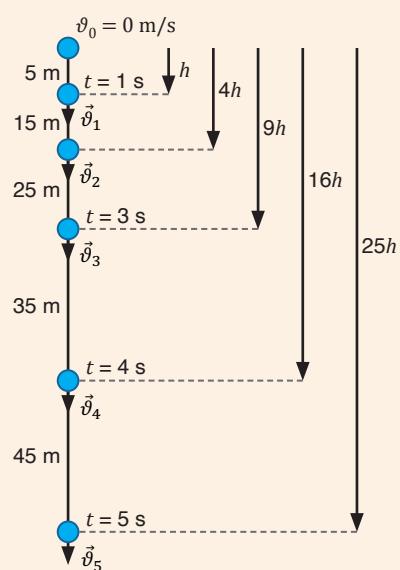


Yandaki karekodu kullanarak "Dereceli Puanlama Anahtarı"na ulaşabilirsiniz.

Kontrol Noktası



Bir cisim belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığında \vec{g} yer çekimi ivmesi ile hızlanır. Cismin her bir zaman aralığındaki hız artışı eşit olur.



Serbest Düşme Hareketi İçin Matematiksel Modeller ($\vec{a} = \vec{g}$)

$v_0 = 0$ ise	$v_0 \neq 0$ ise	Zamana Bağlı Olmayan
$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$h = v_0 \cdot t + \frac{1}{2} g \cdot t^2$	$v^2 = 2 \cdot g \cdot h$
$v = g \cdot t$	$v = v_0 + g \cdot t$	$v^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$

1.4. İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET

Konuya Başlarken



Masa tenisinde rakibe yatay eksen boyunca doğrusal olarak atılan top, fileye takılır ve rakibin yarı sahasına geçemez. Topun, rakibin yarı sahasına ulaşabilmesi için sadece ileriye doğru değil aynı zamanda yukarı doğru bir hareket bileşeninin de olması gereklidir. Bu durumda topun rakibin yarı sahasına ulaşabilmesi için hem hız hem de yön önemlidir.

Sporcu pinpon topuna rakibinin yarı sahasına delegecek şekilde vurduğu andan itibaren topun hızının yatay ve düşey bileşenlerinde zamanla bir değişim meydana gelir mi?

Masa tenisinde olduğu gibi futbol veya basketbol maçlarında da sporcuların topa vurma veya topu atma şekli topların gideceği mesafeye etkiler mi?

Aynı yatay hız büyülüüğü ile denize taş atan farklı boylardaki iki arkadaşın attıkları taşların yatay doğrultuda gideceği mesafe için ne söylenebilir?



Masa tenisi oynayan sporcu

1.6. Etkinlik



Adı	İKİ BOYUTTA SABİT İVMELİ HAREKET
Amaç	Sabit hızlı ve sabit ivmeli hareket arasındaki ilişkiyi yorumlayabilme
Süre	30 + 30 dk.
Araç Gereç	Genel ağı bağlantılı cihaz
Yönerge	Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ederek etkinliği gerçekleştiriniz. Etkinlik sonunda değerlendirme sorularını cevaplayınız.

- Öğretmeninizin rehberliğinde 4-6 kişilik gruplar oluşturunuz. Her bir grup için bir temsilci seçiniz.
- Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız. “1. HAREKET” butonuna tıklayınız.
- “BAŞLAT” butonuna tıklayarak yerden belirli bir yükseklikte bulunan ve ilk hızı sıfırdan farklı olarak atılan futbol topunun hareketini gözlemleyiniz. Topun yere düşünceye kadar geçen süre için yatay ve düşey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklerini Tablo 1’e, yer değiştirme büyüklerini Tablo 2’ye yazınız.



Tablo 1

Zaman	Yatay Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Düşey Doğrultudaki Hız Büyüklüğü
$t_0 = 0$		
$t_1 = t$		
$t_2 = 2t$		
$t_3 = 3t$		



Tablo 2

Zaman	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesi	Düsey Doğrultudaki Yer Değiştirmesi
$t_0 = 0$		
$t_1 = t$		
$t_2 = 2t$		
$t_3 = 3t$		

4. Birinci animasyonda belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda ϑ_0 ilk hızı ile atılan topun yere çarپincaya kadar geçen süre için yatay ve düsey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerinin değişimini grup arkadaşlarınızla tartışarak karşılaştırınız.

5. Birinci animasyonda belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda ϑ_0 ilk hızı ile atılan topun yere çarپincaya kadar geçen süre için yatay ve düsey doğrultularda yaptığı yer değiştirme büyüklüklerini Tablo 2'den yararlanarak ve grup arkadaşlarınızla tartışarak karşılaştırınız.

6. Yandaki karekodu kullanarak animasyonu açınız ve “2. HAREKET” butonuna tıklayınız.



7. “BAŞLAT” butonuna tıklayınız. Yatay eksenle belirli bir açı yapılarak ve ilk hız sıfırdan farklı olarak atılan topun hareketini gözlemleyiniz. Topun yere düşүnceye kadar geçen süre için topun yatay ve düsey doğrultularda sahip olduğu hız büyüklüklerini Tablo 3'te, yaptığı yer değiştirmeyi ise Tablo 4'te ilgili alana yazınız. Tablo 3 ve Tablo 4'teki ilgili bölümleri bu tabloların içinde verilen örneklerden yararlanarak doldurunuz.

Tablo 3

Zaman	Yatay Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Düsey Doğrultudaki Hız Büyüklüğü	Topun Bileşke Hız Büyüklüğü
$t_0 = 0$	$\vartheta_x = \vartheta \cdot \cos \alpha$	$\vartheta_y = \vartheta \cdot \sin \alpha$	$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2$
$t_1 = t$			
$t_2 = 2t$			
$t_3 = 3t$			
$t_4 = 4t$			

Tablo 4

Zaman	Yatay Doğrultuda Atıldı Noktaya Uzaklığı (birim)	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesinin Matematiksel Modeli	Düsey Doğrultuda Atıldı Noktaya Uzaklığı (birim)
$t_0 = 0$	0	0	0
$t_1 = t$	4	$\vartheta_x \cdot t = x$	6
$t_2 = 2t$			
$t_3 = 3t$			
$t_4 = 4t$			



- 8. İkinci animasyondaki topun yatay ve düşey doğrultularda aynı sürede sahip olduğu hız büyüklüklerinin değişimini Tablo 3'ten yararlanarak karşılaştırınız.

9. İkinci animasyondaki topun aynı zamanda bulunduğu konumları Tablo 4'ten yararlanarak karşılaştırınız.

10. Her iki animasyondaki topun yatay ve düşey doğrultulardaki hareketini açıklayınız.

11. Her iki animasyon için yer çekimi ivmesi ile topların düşey ve yatay doğrultularda ulaştığı hız büyüklüklerindeki değişim arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

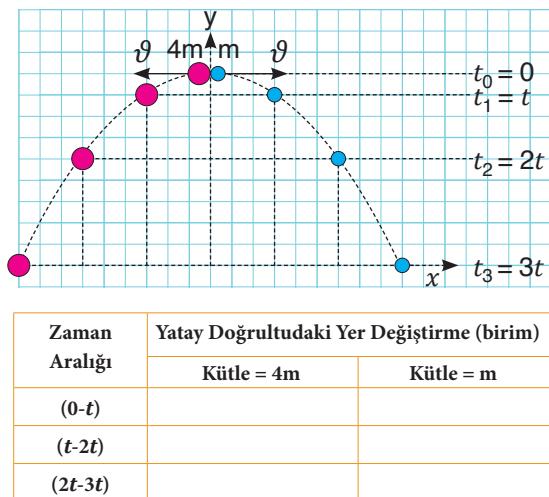
12. Grup olarak topun iki boyutta sabit ivmeli hareketine yönelik iddialarınızı ve iddialarınızın gerekçesini ifade ediniz. Fikirlerinizi grup temsilcisi aracılığıyla sınıfı sunarak varsa diğer grupların karşı iddialarına yönelik çürütücü fikirlerinizi açıklayınız.

13. İki boyutta sabit ivmeli hareket yapan topların hareketi ile ilgili tartışma sonucunda ulaştığınız genellemeleri yazınız.

Değerlendirme

1. Kütleleri farklı iki cisim, hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda şekilde gösterildiği gibi herhangi bir yükseklikten aynı hız büyüklükleri ile atılmaktadır. Şekli inceleyerek verilen tabloları doldurunuz. Cisimlerin ivme büyüklüklerinin kütleleri ile ilişkisi üzerine çıkarım yapınız. (Şekilde kareler eşit bölmelendirilmiştir.)

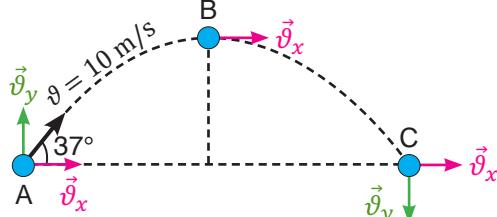
Zaman Aralığı	Düşey Doğrultudaki Yer Değiştirme (birim)
Kütle	
(0-t)	
(t-2t)	
(2t-3t)	



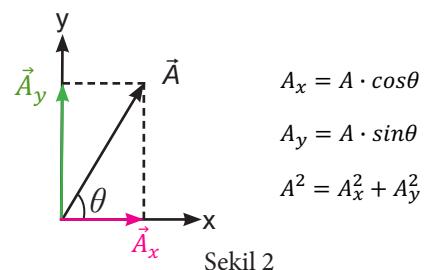
Zaman Aralığı	Düşey Doğrultudaki Yer Değiştirme (birim)
Kütle	
(0-t)	
(t-2t)	
(2t-3t)	



- 2. Şekil 2, A vektörünün yatay eksenle yaptığı açıya göre vektörün bileşenlerinin matematiksel ifadelerini göstermektedir.



Şekil 1



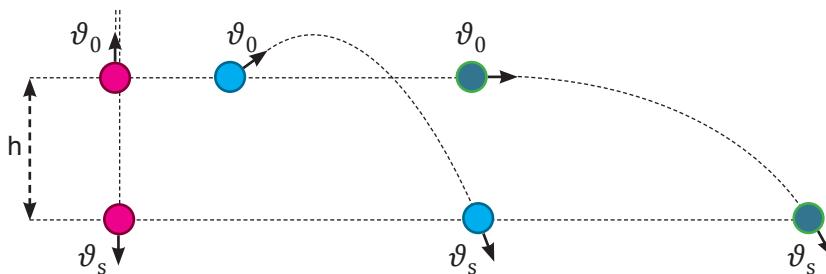
Şekil 2

Şekil 2'deki gibi A vektörü yatay eksenle yaptığı açıya bağlı olarak bileşenlerine ayrıldığına göre Şekil 1'de gösterilen topun A, B ve C noktalarındaki yatay ve düşey hız bileşenlerinin büyüklüğü ile bu noktalardaki bileske hızın büyüklüğünü bularak aşağıdaki tabloyu doldurunuz. ($\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$; $\sin 53^\circ = \cos 37^\circ = 0,8$ alınız.)

Hız	Yatay Hız	Düşey Hız	Bileşke Hız
A			
B			
C			

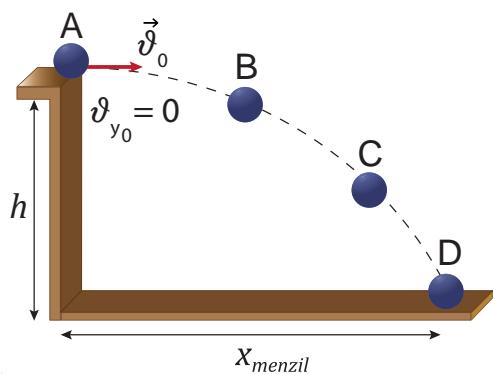
3. Boya topu [paintball (peintbol)] oyunu sırasında bir oyuncu, aynı mesafede bulunan iki rakip oyuncuya sırayla atış yapar ancak sadece birini vurabilir. Oyuncunun diğer rakibini vuramama sebebini iki boyutta sabit ivmeli hareket bağlamında açıklayınız. (Oyuncuların boyalarını eşit kabul ediniz.)

Hava sürtünmesinin ihmal edildiği bir ortamda yerden yatay eksenle açı yapacak şekilde veya belli bir yükseklikten yatay doğrultuda atılan cisim, atıldığı andan itibaren yalnızca yer çekimi ivmesinin etkisi altında hareket eder. Cisim, bu etki ile düşey doğrultuda sabit ivmeli hareket yapar. Yatay doğrultuda ise cisime etki edecek bir kuvvet olmadığından cisim sahip olduğu hız büyüklüğü değişmez. Cisimler iki boyutlu harekette aynı anda hem yatay hem de düşey doğrultularda yol alır. Örneğin Şekil 1.9'da pembe top sadece düşey doğrultuda yol aldığından topun yaptığı hareket bir boyutta **serbest düşme hareketidir**. Mavi ve yeşil toplar, aynı anda hem yatay hem de düşey doğrultularda yol alarak serbest düşme hareketi yapar.



Şekil 1.9: Aynı yükseklikten farklı doğrultularda atılan toplar

Aynı anda hem yatay hem düşey doğrultularda hareket eden cisimlerin hareketine **iki boyutta sabit ivmeli hareket** adı verilir.



Şekil 1.10: Cismin iki boyutta serbest düşme hareketi

Sürtünmenin ihmal edildiği bir ortamda h yüksekliğindeki A noktasından \vec{v}_0 ilk hızı ile Şekil 1.10'da görüldüğü gibi atılan cisim, atıldığı andan itibaren yer çekimi etkisi ile düşey doğrultuda hızlanarak hareket eder. Cisim, hareketi süresince \vec{v}_0 yatay hızıyla B ve C noktalarından geçip D noktasında yere çarpar. Şekildeki gibi düşey ilk hızı sıfır olarak atılan cismin yere düşme süresi

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

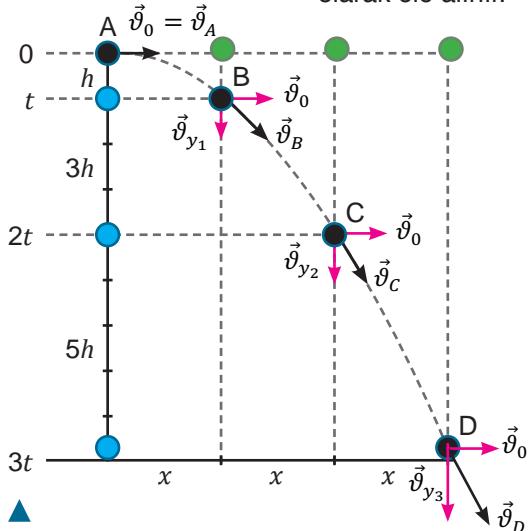
matematiksel modelinden hesaplanır. Cismin yere düşme süresi, atıldığı yüksekliğe bağlıdır.

Cismin atıldığı noktadan itibaren yatay doğrultuda gittiği en uzak mesafe olan menzil

$$x_{\text{menzil}} = \vec{v}_0 \cdot t$$

matematiksel modelinden hesaplanır. Cismin menzili, atıldığı noktadan itibaren yatay \vec{v}_0 hızı ile yere düşünceye kadar geçen süreye bağlıdır.

Serbest düşme hareketinde \vec{v}_0 yatay hızıyla atılan cisim iki boyutta hareket ettiğinden yatay ve düşey eksenler üzerindeki hareketleri birbirinden bağımsız olarak ele alınır.



Şekil 1.11: Belirli bir yükseklikten yatay doğrultuda ilk hız ile atılan cismin hareketi

Sürtünmesi ihmal edilen bir ortamda Şekil 1.11'deki gibi serbest düşme hareketi yapan bir cismin yatay doğrultudaki hareketini cismin yatay hızı belirler. $t = 0$ anında \vec{v}_0 hızı ile atılan cismin yatay hızının büyüklüğü (v_x), cisme yatay doğrultuda etki eden bir kuvvet olmadığından hareketi süresince değişmez.

Bu durumda $v_x = v_0$ olur.

Cismin her bir birim zamanda yatay doğrultudaki yer değiştirmeleri eşittir (Şekil 1.11'deki yeşil noktalar). Bu durumda cisim, sabit hızlı hareket yapar.

Cisim, düşey doğrultuda yer çekimi ivmesi ile hareket ettiğinden cismin düşey doğrultudaki yer değiştirmesi yer çekimi ivmesine bağlı olarak zamanla artar (Şekil 1.11'deki mavi noktalar). Bu durumda cisim düşey doğrultuda ilk hızı sıfır olan serbest düşme hareketi yapar.

Cismin düşey doğrultuda sahip olduğu hız büyüklüğü

$$\vartheta = g \cdot t$$

matematiksel modeliyle hesaplanır. $\vartheta = g \cdot t$ ifadesinden t çekilirse $t = \frac{\vartheta}{g}$ yazılır. Bu ifade $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinde yerine yazıldığında zaman niceliğinin olmadığı $\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$ elde edilir.

Cismin herhangi bir noktadaki bileşke hızın büyüklüğü ise

$$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2$$

matematiksel modelinden bulunur. Tablo 1.3, belirli bir yükseklikten yatay $\vec{\vartheta}_0$ ilk hız ile atılan cismin zamana bağlı değişen hız büyüklüklerini göstermektedir.

Tablo 1.3: ϑ_0 İlk Hızı İle Atılan Cismin Hız Büyüklükleri

Zaman	Yatay Hız	Düşey Hız	Bileşke Hız
0	ϑ_0	0	$\vartheta_A = \vartheta_0$
t	ϑ_0	$\vartheta_{y_1} = g \cdot t$	$\vartheta_B = \sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta_{y_1}^2}$
$2t$	ϑ_0	$\vartheta_{y_2} = g \cdot 2t$	$\vartheta_C = \sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta_{y_2}^2}$
$3t$	ϑ_0	$\vartheta_{y_3} = g \cdot 3t$	$\vartheta_D = \sqrt{\vartheta_0^2 + \vartheta_{y_3}^2}$

Cismin yatay doğrultuda aldığı yol $x = \vartheta_0 \cdot t$,

$$\text{düşey doğrultuda aldığı yol } h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

matematiksel modelinden hesaplanır.

Tablo 1.4, belirli bir yükseklikten yatay $\vec{\vartheta}_0$ ilk hızı ile atılan cismin yatay ve düşey eksenlerdeki zamana bağlı yer değiştirmesinin büyüklüğünü göstermektedir.

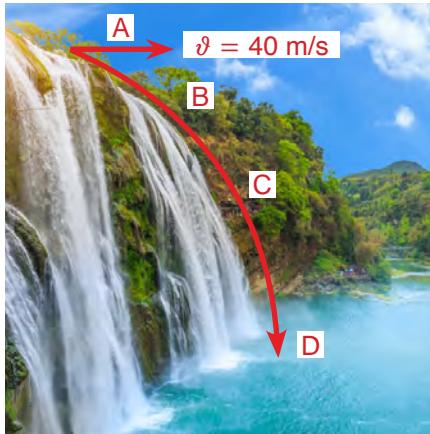
Tablo 1.4: ϑ_0 İlk Hızı İle Atılan Cismin Yatay ve Düşey Eksenlerdeki Yer Değiştirmesi

Zaman	Yatay Eksenindeki Yer Değiştirmesi	Düşey Eksenindeki Yer Değiştirmesi
0	0	0
t	$\vartheta_0 \cdot t = x$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$2t$	$\vartheta_0 \cdot 2t = 2x$	$4h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (2t)^2$
$3t$	$\vartheta_0 \cdot 3t = 3x$	$9h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot (3t)^2$



Konu ile ilgili simülasyon için karekodu kullanabilirsiniz.

Örnek



Yandaki görselde bir şelalenin dikey kesiti gösterilmektedir. Şelale tabanından 45 m yüksekte bulunan A noktasından yatay doğrultuda 40 m/s hızla akan su kütlesi, sırasıyla 1 ve 2. s'de B ve C noktalarından geçerek D noktasında şelale tabanına ulaşmaktadır.

Buna göre su kütlesinin

- B ve C noktalarında şelale tabanından yüksekliklerini hesaplayınız.
- B, C ve D noktalarında yatay, düşey ve bileşke hız büyüklüklerini bulunuz.
- Yatay doğrultudaki yer değiştirmesinin büyüklüğünü hesaplayınız.

(Sürtünmeleri ihmal ediniz. $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Çözüm

- a) Su kütlesinin B ve C noktalarında şelale tabanından yüksekliklerini bulmak için

$$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \text{ matematiksel modeli kullanılır.}$$

Su kütlesinin A noktasından B noktasına gelene kadar düşey doğrultuda yapmış olduğu yer değiştirmesinin büyülüğu

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 1^2 = 5 \text{ m bulunur.}$$

B noktasının şelale tabanından yüksekliği ise $45 - 5 = 40 \text{ m}$ hesaplanır.

Su kütlesinin A noktasından C noktasına gelene kadar düşey doğrultuda yapmış olduğu yer değiştirmesinin büyülüğu

$$h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 20 \text{ m bulunur.}$$

C noktasının şelale tabanından yüksekliği ise $45 - 20 = 25 \text{ m}$ bulunur.

- b) Suyun D noktasına ulaşma süresi $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ matematiksel modelinden 3 s olarak hesaplanır.

Buna göre su kütlesinin B, C ve D noktalarında sahip olduğu hız büyüklükleri

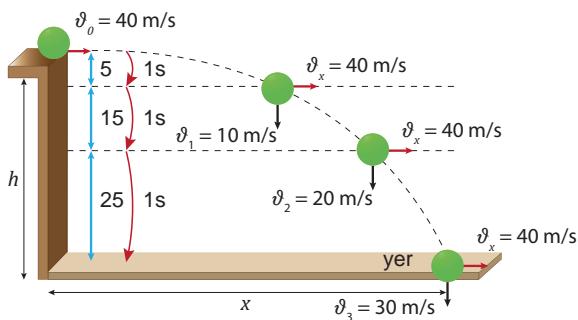
$$\vartheta^2 = \vartheta_x^2 + \vartheta_y^2 \text{ matematiksel modelinden bulunur. Su kütlesinin}$$

$$\text{B noktasındaki hız büyülüğu } \vartheta_B = \sqrt{40^2 + 10^2} = 10\sqrt{17} \text{ m/s,}$$

$$\text{C noktasındaki hız büyülüğu } \vartheta_C = \sqrt{40^2 + 20^2} = 20\sqrt{5} \text{ m/s,}$$

$$\text{D noktasındaki hız büyülüğu } \vartheta_D = \sqrt{40^2 + 30^2} = 50 \text{ m/s olarak hesaplanır.}$$

- c)



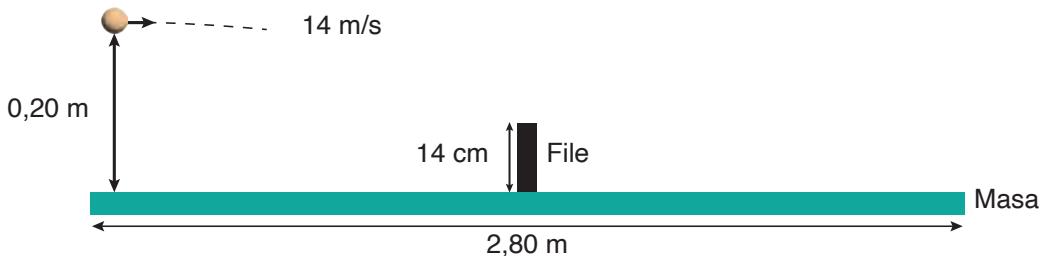
Şekildeki yeşil renkli topların hareketi ile su kütlesinin hareketi arasında bir analogi kurulduğunda su kütlesinin yatay doğrultudaki yer değiştirmesinin büyülüğu

$$x = \vartheta_0 \cdot t = 40 \cdot 3 = 120 \text{ m bulunur.}$$

Hesaplanan veriler yandaki gibi gösterilebilir.

1.21. Soru

Bir masa tenisi oyunu sırasında yerden $0,20\text{ m}$ yükseklikten geçen topu rakip alana göndermek için topa yatay doğrultuda 14 m/s hız büyüğlüğü ile vurulmaktadır. Masayı ortadan ikiye ayıran filenin yüksekliği 14 cm ve masanın uzunluğu $2,80\text{ m}$ 'dir.



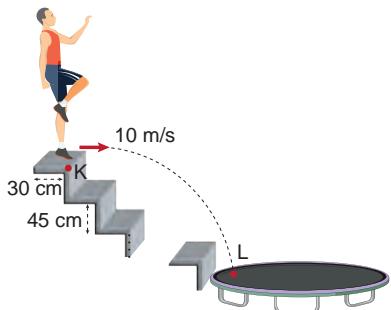
Buna göre

- Topun fileyi geçip geçmemeye durumunu hesaplayarak yorumlayınız.
 - Hızın düşey bileşeninin zamana göre değişim grafiğini çiziniz.
 - Topun rakip alanda masaya çarpmaya hızının yatay ve düşey bileşeni kaç m/s olur?
 - Topun rakip alana çarpmasına dek geçen süreyi hesaplayınız.
- (Hava direncini ihmal ediniz ve $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınınız.)

Cevap

[Large grid area for writing the answer.]

1.22. Soru



Bir sirk gösterisinde akrobatin gösteri yapması için şekildeki gibi merdiven şeklinde bir platform kurulmuştur. Akrobat merdivenin en üst basamağından 10 m/s hızla atlayarak L noktasına gelmekte, L noktasına yerleştirilmiş esnek cisim sayesinde zıplayarak yere takla atarak inmektedir.

Merdivenin basamak genişliği 30 cm ve yüksekliği 45 cm olduğuna göre L noktası kaçinci basamaktadır? Hesaplayınız.

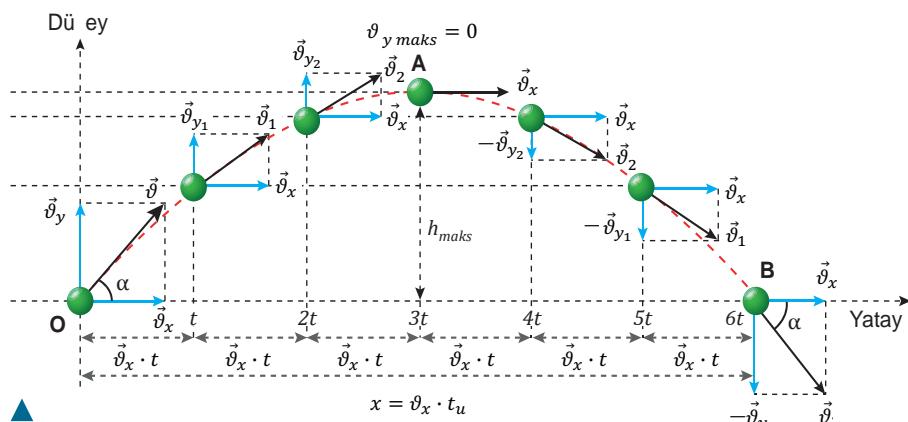
($g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız. Hava sürtünmesini ihmal ediniz.)

Cevap

Hızın Bileşenleri

Cismin başlangıçtaki atılma hızı ϑ 'nin yatay bileşeni $\vartheta_x = \vartheta \cdot \cos\alpha$ ve düşey bileşeni $\vartheta_y = \vartheta \cdot \sin\alpha$ matematiksel modelinden hesaplanır.

Şekil 1.12, sürtünmenin ihmali edildiği ve yer çekimi ivmesinin g büyüklüğünde olduğu bir ortamda O noktasından yatay eksenle α açısı yapacak şekilde \vec{v} hızı ile atılan bir cismin hareketini göstermektedir.



Sekil 1.12: Cismin iki boyutta sabit ivmeli hareketi

Cisim, aynı anda yatay ve düşey doğrultularda (iki boyutta) yol izleyerek B noktasında $6t$ süre sonra yere çarpmaktadır.

Cisim maksimum yüksekliğe çıkıncaya kadar geçen süreye $t_{çikış}$ ve buradan yere ininceye kadar geçen süreye $t_{iniş}$ süresi denir. Cismin çıkış ve iniş süreleri birbirine eşittir ($t_{çikış} = t_{iniş}$). Cismin havada kalma süresi için

$$t_{ucus} = t_{cikis} + t_{inis} = 2 \cdot t_{cikis} = 2 \cdot t_{inis}$$

yazılabilir. Cismin düşey doğrultudaki hız büyüklüğü $\vartheta_s = \vartheta_0 - g \cdot t$ matematiksel modelinden hesaplanır.

Cisim maksimum yüksekliğe ulaştığında son hızı sıfır olur. Bu durumda modelde ϑ_s yerine 0, t yerine $t_{çıkış}$ yazıldığında $t_{çıkış} = \frac{\vartheta_y}{g}$ elde edilir. $t_{uçus}$ için ise $t_{uçus} = \frac{2 \cdot \vartheta_y}{g}$ matematiksel modeli yazılır.

Cisim Şekil 1.12'deki gibi O noktasından atıldıktan sonra yatay doğrultuda sabit $\vec{\vartheta}_x$ hızı ile düzgün doğrusal hareket eder. Cismin yatay hız bileşeninin hareketi, Şekil 1.13'te gösterildiği gibi olur.

Hız-zaman grafiğinin yatay eksenle arasında kalan alan cismin menzilini verir. Menzil

$$x_{menzil} = \vartheta_x \cdot t_{uçus}$$

matematiksel modeli ile hesaplanır.

Cismin başlangıçta sahip olduğu ϑ_y hız büyülüğu, yer çekimi etkisiyle düşey doğrultuda her bir zaman aralığında azalır. Cismin düşey doğrultuda t_1 ve t_2 anlarındaki hız büyülüklükleri

$$\vartheta_{y_1} = \vartheta_y - g \cdot t_1 \quad \text{ve} \quad \vartheta_{y_2} = \vartheta_y - g \cdot t_2$$

matematiksel modelleri ile hesaplanır.

Cismin düşey doğrultudaki hız büyülüğu sıfır olduğunda çıkabileceği en yüksek noktaya **maksimum yükseklik** (h_{maks}) denir. ϑ - t grafiğinden yararlanarak A noktasının yerden yüksekliği

$$h_{maks} = \frac{\vartheta_y \cdot t_{çıkış}}{2} = \frac{\vartheta_y^2}{2g}$$

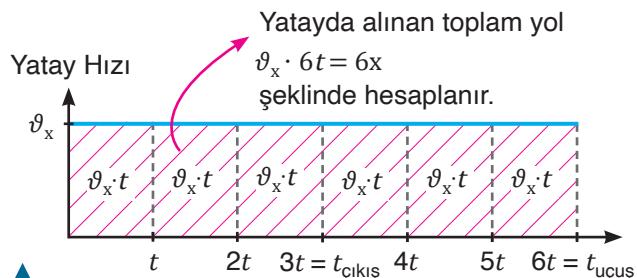
matematiksel modeli ile hesaplanır.

Şekil 1.12'deki cismin düşey hız bileşeninin zamana bağlı grafiği Şekil 1.14'te gösterilmiştir.

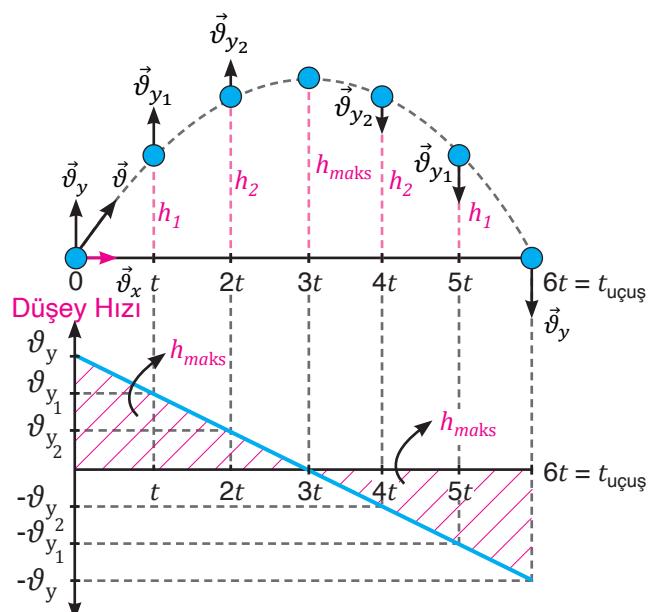
$\vec{\vartheta}$ hızıyla atılan bir cismin iki boyutta yapmış olduğu serbest düşme hareketinin düşey bileşenine ait matematiksel modeller Tablo 1.5' te verilmiştir.

Tablo 1.5: İki Boyutta Serbest Düşme Hareketinin Düşey Bileşenine Ait Matematiksel Modeller

Düşey Yukarı Hareket	İlk Hızsız Düşey Aşağı Hareket
$h = \vartheta_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$	$h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$
$\vartheta_{y_1} = \vartheta_y - g \cdot t$	$\vartheta = g \cdot t$
$\vartheta^2 = \vartheta_y^2 - 2 \cdot g \cdot h$	$\vartheta^2 = 2 \cdot g \cdot h$

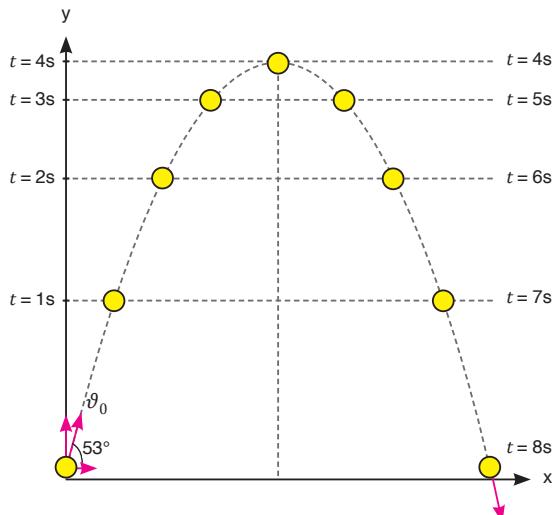


Şekil 1.13: Cismin yatay hız bileşeninin hız-zaman grafiği



Şekil 1.14: Cismin düşey hız bileşeninin hız-zaman grafiği

Örnek



Bir tenis topu, top atma makinesi ile yatay doğrultuya 53° açı yapacak şekilde v_0 hızı ile atılmaktadır. Top 8 s sonra yanda modellenen yörüngeyi izleyerek yere çarpmaktadır.

Buna göre topun

- Yatay ve düşey hız bileşenlerinin büyüklüklerini,**
- 6. s'de yerden yüksekliğini,**
- Her 1 s'de düşey doğrultudaki yer değiştirmeyi hesaplayarak şekil üzerinde gösteriniz.**

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz ve $\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$; $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınınız.)

Çözüm

- a) Topun hareket süresi 8 s olduğundan top 4 s'de maksimum yüksekliğe çıkar ve bu noktaya ulaştıktan 4 s sonra yere çarpar. Topun düşey hızı 4. s'de sıfırlandığına göre ilk hızının düşey bileşeninin büyüklüğü 40 m/s olmalıdır. Topun ilk hızının düşey bileşeninin büyüklüğü farklı bir yöntemle

$$\frac{\vartheta_{0y}}{g} = t_{çöküş} \text{ matematiksel modelinden } \frac{\vartheta_{0y}}{10} = 4, \quad \vartheta_{0y} = 40 \text{ m/s bulunur.}$$

Topun başlangıçtaki düşey hız bileşeninin büyüklüğü ve yatay eksenle yaptığı açı bilindiğinden topun atılma hızı $\vartheta_{0y} = \vartheta_0 \cdot \sin \alpha$ bağıntısından $40 = \vartheta_0 \cdot 0,8$ $\vartheta_0 = 50 \text{ m/s}$ bulunur.

Topun yatay hız bileşeninin büyüklüğü ise $\vartheta_{0x} = \vartheta \cdot \cos \alpha$ bağıntısından $\vartheta_{0x} = 50 \cdot 0,6 = 30 \text{ m/s}$ olarak hesaplanır.

Topun yukarı doğru düşey hız bileşeninin büyüklüğü $\vartheta = \vartheta_0 - gt$,

aşağı doğru düşey hız bileşeninin büyüklüğü $\vartheta = \vartheta_0 + gt$ matematiksel modelinden yararlanılarak hesaplanır. Elde edilen veriler aşağıdaki tabloda gösterildiği gibidir.

Zaman (s)	Düşey Hız Bileşeninin Büyüklüğü (m/s)	Yatay Hız Bileşeninin Büyüklüğü (m/s)
	$\vartheta_y = \vartheta_{0y} - g \cdot t$ $\vartheta_{0y} = 40 \text{ m/s}$	$\vartheta_{0x} = \vartheta_0 \cdot \cos \alpha$ $\vartheta_{0x} = 30 \text{ m/s}$
0.	40	30
1.	30	30
2.	20	30
3.	10	30
4.	0	30
	$\vartheta_y = \vartheta_{0y} + g \cdot t$	$\vartheta_{0x} = 30 \text{ m/s}$
5.	10	30
6.	20	30
7.	30	30
8.	40	30

- b) Topun 6. s'deki yüksekliği, maksimum noktaya ulaştıktan 2 s sonraki konumudur. Maksimum yüksekliğe 4 s'de ulaşan topun, tepe noktasından düşey doğrultuda hareket ederken 2. s'deki yer değiştirmesi maksimum yükseklikten çıkarılırsa 6. s'deki yerden yüksekliği bulunur. Bu durumda $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_2^2 - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t_1^2$, $h = \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 4^2 - \frac{1}{2} \cdot 10 \cdot 2^2 = 60$ m bulunur.

Farklı bir yöntem olarak topun 6 ve 8. s'deki hız büyüklükleri ele alınır. Zamansız hız matematiksel modeli kullanılırsa

$$\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$$

matematiksel modelinde 6. s'de düşey hızı $\vartheta_0 = 20$ m/s ile 8. s'de düşey hızı $\vartheta = 40$ m/s yazılsa topun yerden yüksekliği

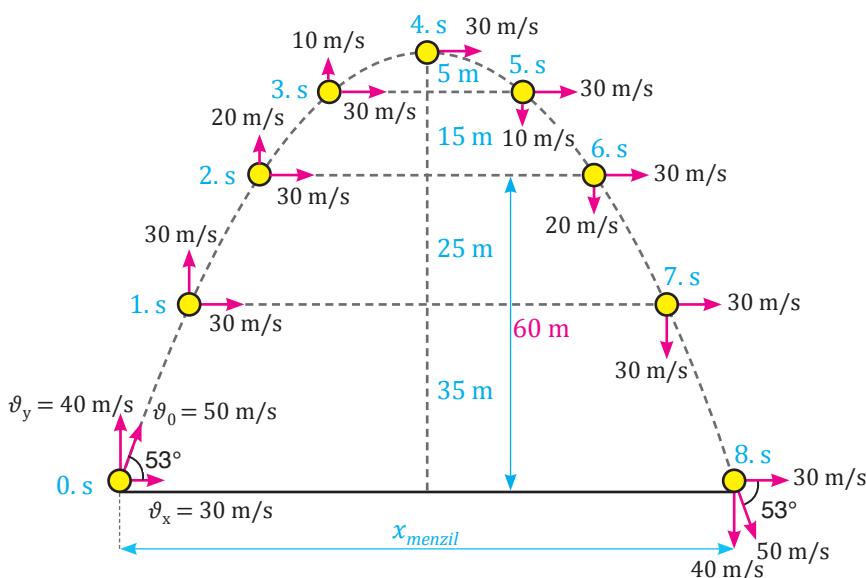
$$40^2 = 20^2 + 2 \cdot 10 \cdot h$$

$$h = 60$$
 m bulunur.

- c) Topun yukarı çıkarken düşey doğrultudaki yer değiştirmesinin büyülüüğü $\vartheta^2 = \vartheta_0^2 - 2 \cdot g \cdot h$ ve aşağı inerken düşey doğrultudaki yer değiştirmesinin büyülüüğü $\vartheta^2 = \vartheta_0^2 + 2 \cdot g \cdot h$ matematiksel modelleri ile hesaplanır. Buna göre her bir zaman aralığında hesaplanan topa ait yer değiştirmelerin büyülüklükleri aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

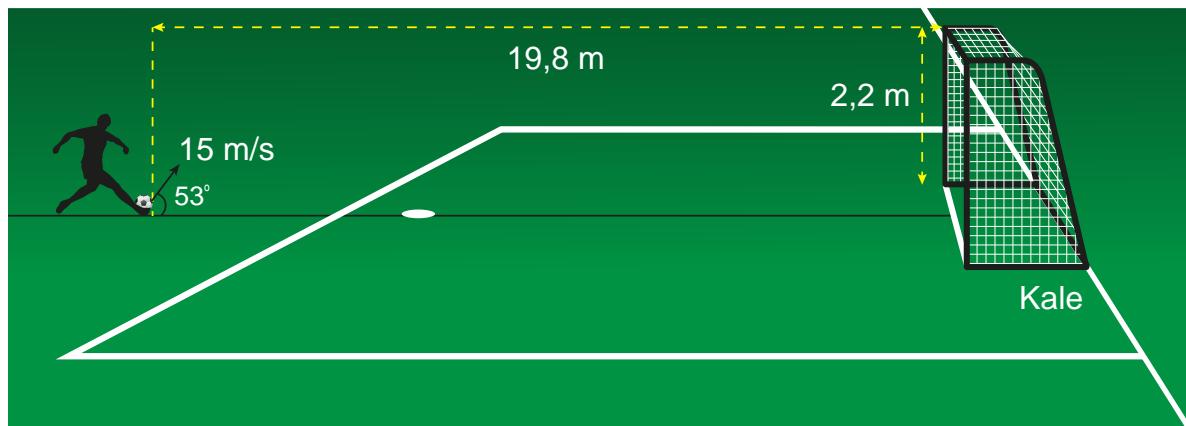
Zaman Aralığı (s)	Düşey Doğrultudaki/Eksendeki Yer Değiştirmesi (m)	Zaman Aralığı (s)
(0-1)	35	(7-8)
(1-2)	25	(6-7)
(2-3)	15	(5-6)
(3-4)	5	(4-5)

Top için hesaplanan değerler aşağıdaki şekilde gösterildiği gibidir:



1.23. Soru

Bir futbolcu, antrenman esnasında penaltı çalışması için 0,45 kg kütleyeli topa kaleyi hedef alarak vuracaktır. Topun kaleye olan mesafesi 19,8 m ve kalenin yüksekliği 2,2 m'dir.



Futbolcu, topa 15 m/s ilk hızı ile vurur. Top 2,2 s'de kalenin en üst noktasına ulaşarak içeri girer ve gol olur. Buna göre futbolcu, topa 15 m/s hız büyülüğünden daha büyük veya daha küçük hız büyülüğüyle ya da daha büyük bir açı ile vurduğunda topun kaleye girip giremeyeceğini sınıf arkadaşlarınızla tartışınız. Elde ettiğiniz sonuçları yazınız.

Cevap

[A large area for writing the answer, consisting of a grid of light blue squares.]

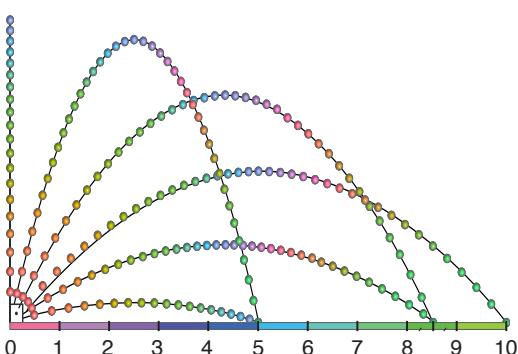
Örnek

TÜBİTAK Bilim Şenlikleri kapsamında Uzay ve Havacılık Kulübü öğrencileri tarafından açık alanda tüm güvenlik önlemleri alınarak su roketi yarışması düzenlenmiştir. Yarışmanın amacı, su roketinin en uzağa gitmesini sağlamaktır. Yandaki görsel, yarışmada tasarımcısına birinciliği kazandıran plastik su roketini göstermektedir.

Buna göre bir öğrenci su roketini hava sürtünmesinin ihmal edildiği ortamda hangi değişkenleri dikkate alarak tasarlamalıdır?

Çözüm

Hava sürtünmesi önemsenmediğinde roketin şeklinin, kanat sayısının ve içindeki su miktarının bir önemi olmaz. Bu durumda fırlatma hızı ve fırlatma açısına dikkat edilerek tasarlanan roket yarışmayı kazanacaktır.

1.24. Soru

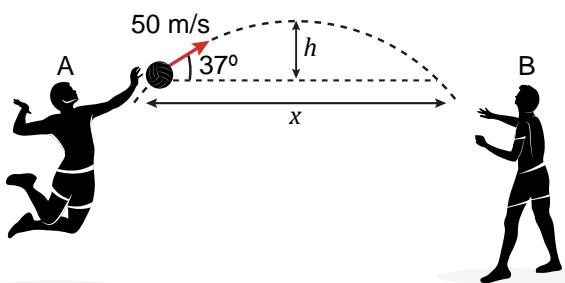
Bir futbolcu tarafından kaleye farklı açılarda altı ayrı şut çekilmiştir. Futbolcu şut çekimlerinde topa aynı büyüklükteki hızla ve aynı yerden vurmaktadır. Topların kalenin önündeki zemine düştüğü noktalar şekilde gösterilmiştir.

Buna göre

- a) **Futbolcunun her bir atışı arasındaki açının eşit olduğunu göz önünde bulundurarak şekildeki verilerle tabloyu doldurunuz.**

Yatay Doğrultu İle Yapılan Açı	Yatay Doğrultudaki Yer Değiştirmesi

- b) Tablodan yararlanarak farklı atış açılarının topun yatay doğrultuda aldığı mesafe üzerindeki etkisiyle ilgili hangi genellemelerin yapılabileceğini açıklayınız.

Cevap**1.25. Soru**

İki voleybol oyuncusu, topu şekilde gösterildiği gibi birbirlerine atarak hazırlık çalışması yapmaktadır.

A sporcusu topu yatayla 37° açı yapacak şekilde 50 m/s hız büyüklüğü ile B oyuncusuna atmaktadır.

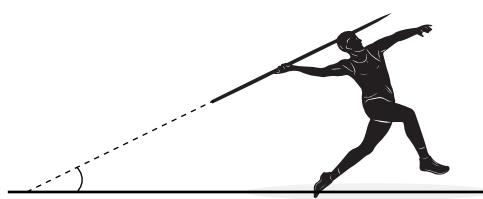
Buna göre

- Topun A oyuncusunun ellerinden çıktıgı andaki hızının düşey bileşenini hesaplayınız.
- Topun en yüksek noktaya ulaşması için geçen süreyi hesaplayınız.
- Topun ulaştığı maksimum yüksekliği (h_{maks}) hesaplayınız.
- İki oyuncu arasındaki x mesafesini bulunuz.

(Hava sürtünmesini ihmal ediniz. $\cos 37^\circ = 0,8$; $\sin 37^\circ = 0,6$; $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)

Cevap

1.26. Soru



Cirit sporunda kullanılan cirit, yatay eksenle belli bir açı oluşturacak şekilde atılır. Cirdin hareketi iki boyutlu serbest düşme hareketine örnektir.

Şekildeki sporcu, cirdin yatay eksenle farklı açılar yapacak şekilde en uzak mesafeye ulaşmasını hedefleyerek cirdi 20 m/s ilk hız büyüklüğü ile fırlatmaktadır.

Buna göre ciridin

- a) Tabloda verilen yatay eksen ile yaptığı açı değerlerini dikkate alarak yatay ve düşey hız büyütüklerini, havada kalma süresini ve menzilini hesaplayarak tablova vazinizi.

Yatay Eksenle Yaptığı Açı	Yatay Hız (m/s)	Düşey Hız (m/s)	Havada Kalma Süresi (s)	Menzil (m)
30°				
37°				
45°				
53°				
60°				

- b) Doldurduğunuz tablodan yola çıkararak cırıdin havada kalma süresinin en uzun olması ve yatay doğrultuda en uzak mesafeye düşmesi için cirit açıları atılmalıdır?
 - c) Başlangıçtaki hız büyüklüğü aynı olacak şekilde iki kere atılması durumunda yerde aynı noktaya düşmesi için cirit açıları atılmalıdır?

$$\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0.6$$

$$\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0.5$$

$$\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 0,8$$

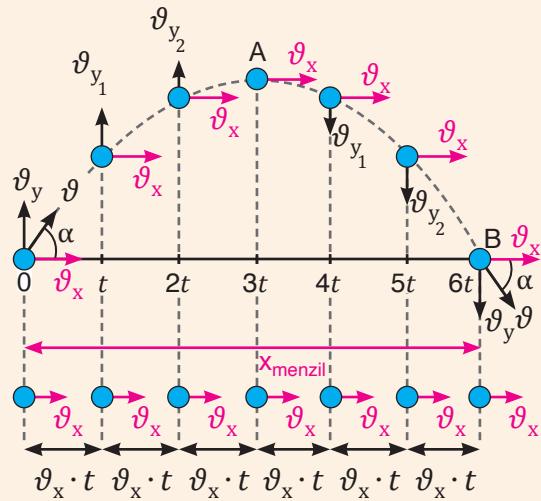
$$\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Cevap

Kontrol Noktası

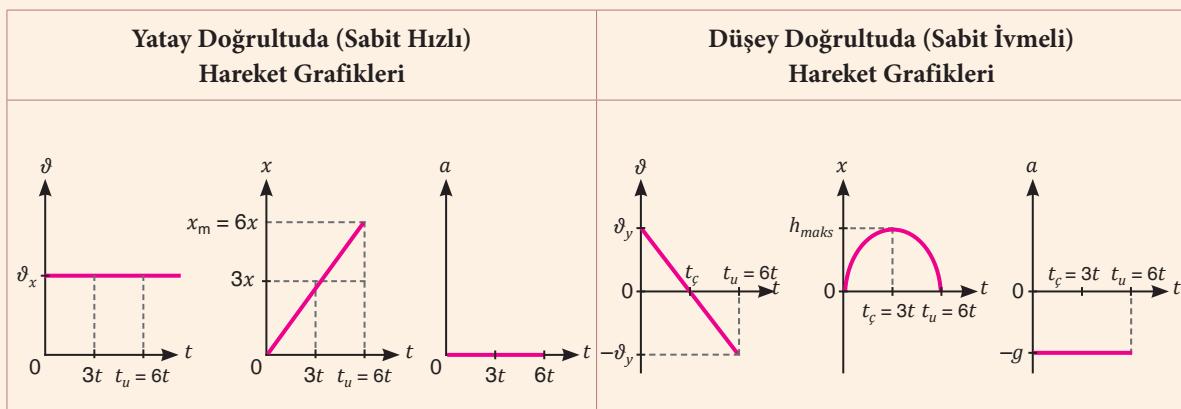


Bir cisim yatayla α açısı yapacak şekilde atıldığı andan itibaren $6t$ süre sonunda yere çarptığına göre cismin iki boyutta serbest düşme hareketine ait şekil aşağıdaki gibi olur:



Tabloda iki boyutta sabit ivmeli hareket yapan cismin yatay ve düşey doğrultulardaki hareketine ait matematiksel modeller ile ilgili grafikler verilmiştir:

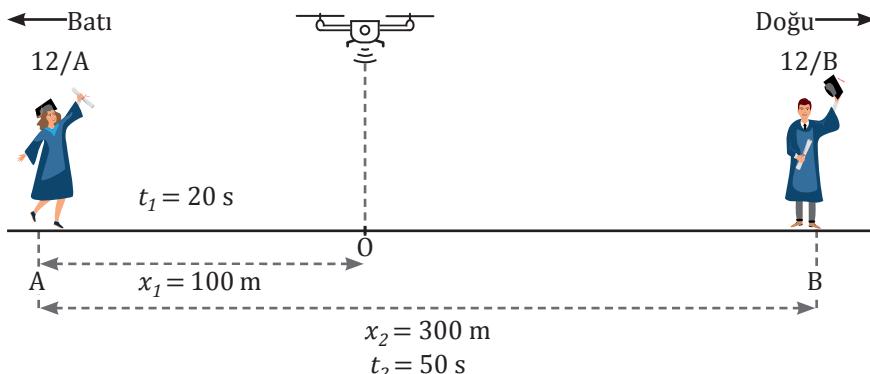
Yatay Doğrultuda Hareket (Sabit Hızlı Hareket)	Düşey Doğrultuda Hareket (Sabit İvmeli Hareket)
(0-3t) Zaman Aralığı	(3t-6t) Zaman Aralığı
$x = v_x \cdot t$ $x_{menzil} = v_x \cdot t_{u\text{cuş}}$	$(0-3t)$ Zaman Aralığı (İlk hızı sıfırdan farklı olarak yukarı yönlü serbest düşme) $h = v_y \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $v_{y1} = v_y - g \cdot t$ $v^2 = v_y^2 - 2 \cdot g \cdot h$
	$(3t-6t)$ Zaman Aralığı (İlk hızı sıfır olan aşağı yönlü serbest düşme) $h = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$ $v = g \cdot t$ $v^2 = 2 \cdot g \cdot h$



1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda üniteye ilişkin bilgi ve becerileri yoklayan bağlama dayalı toplam 9 soru verilmiştir. Soruların cevaplarını verilen alanlara yazınız.

1. Bir mezuniyet töreninde sabit süratle hareket eden bir dron ile video ve fotoğraf çekilmektedir. Dron şekildeki gibi O noktası hizasından batı yönünde 20 s'de 100 m hareket ettirilerek A noktasında bulunan öğrencinin görüntüsünü 30 s boyunca çeker. Dron A noktasından başka bir öğrencinin görüntüsünü çekmek için doğu yönüne 50 s'de 300 m yol alındılarak B noktasına getirilir.



Buna göre

- a) Dronun hareketi süresince hesapladığınız konum ve alınan yol büyüklüklerini Tablo 1'e, yer değiştirme ve hız büyüklüklerini Tablo 2'ye yazınız.

Tablo 1

Zaman	Konum	Alınan Yol
0. s		
20. s		
50. s		
100. s		

Tablo 2

Zaman Aralığı	Yer Değiştirme	Hız
(0-20) s		
(20-50) s		
(50-100) s		

- b) Dronun hareketine ilişkin $x-t$ grafiğini eksenleri verilen aşağıdaki grafik üzerinde çizerek yer değiştirmesinin, ortalama hızının ve ortalama süratinin matematiksel modelini yazınız.



1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

- c) Yazdığınız matematiksel modellerden yararlanarak dronun ortalama hızını ve ortalama sürtüntini hesaplayınız.

- c) Drona ilişkin aşağıdaki genellemelerden hangisine ulaşılamaz?

 - A) Yatay doğrultuda batı ve doğu yönlerindeki hızları birbirinden farklıdır.
 - B) Hareketi süresince ortalama hızı ve ortalama süratü birbirinden farklıdır.
 - C) Yatay doğrultuda aldığı yol ve yaptığı toplam yer değiştirme birbirine eşittir.
 - D) Yatay doğrultuda ve aynı yönde aldığı yol ile yaptığı yer değiştirme birbirine eşittir.
 - E) Doğrusal yol boyunca eşit zaman aralıklarında eşit yollar alması durumunda hızı sabittir.

2. Polis Akademisi uygulama öğrencileri, otoyolda hız kontrolü yapmaktadır. Öğrenciler aynı yönde hareket eden üç farklı aracın her 1 s'deki hızlarını kaydederek aşağıdaki tabloyu elde ederler. Araçların hareket yönleri pozitif olarak seçilmiştir.

Zaman	A Aracının Hızı (m/s)	B Aracının Hızı (m/s)	C Aracının Hızı (m/s)
1. s	12	16	30
2. s	16	18	27
3. s	20	20	24
4. s	24	22	21
5. s	28	24	18

Araçların sabit ivme ile hareket ettiği bilindiğine göre tablodan yararlanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız.

- a) Aşağıdaki tabloda verilen zaman aralıkları için A, B ve C araçlarının ivmeleri pozitif ise "pozitif ivme" negatif ise "negatif ivme" yazınız.

İvmesi Ölçülen Araç	(1-2) s	(2-3) s	(3-4) s	(4-5) s
A				
B				
C				

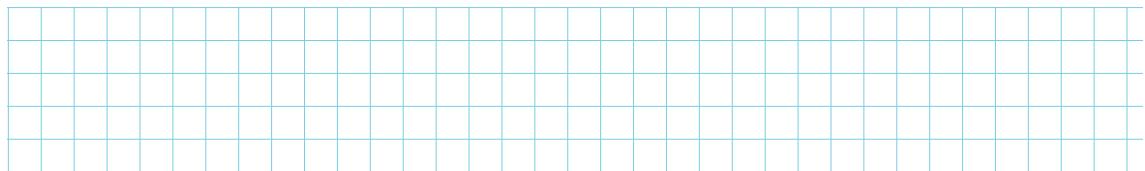
- b) Araçların 6. s'deki hızlarını tahmin ederek yazınız.

Zaman	A Aracının Hızı (m/s)	B Aracının Hızı (m/s)	C Aracının Hızı (m/s)
6.s			

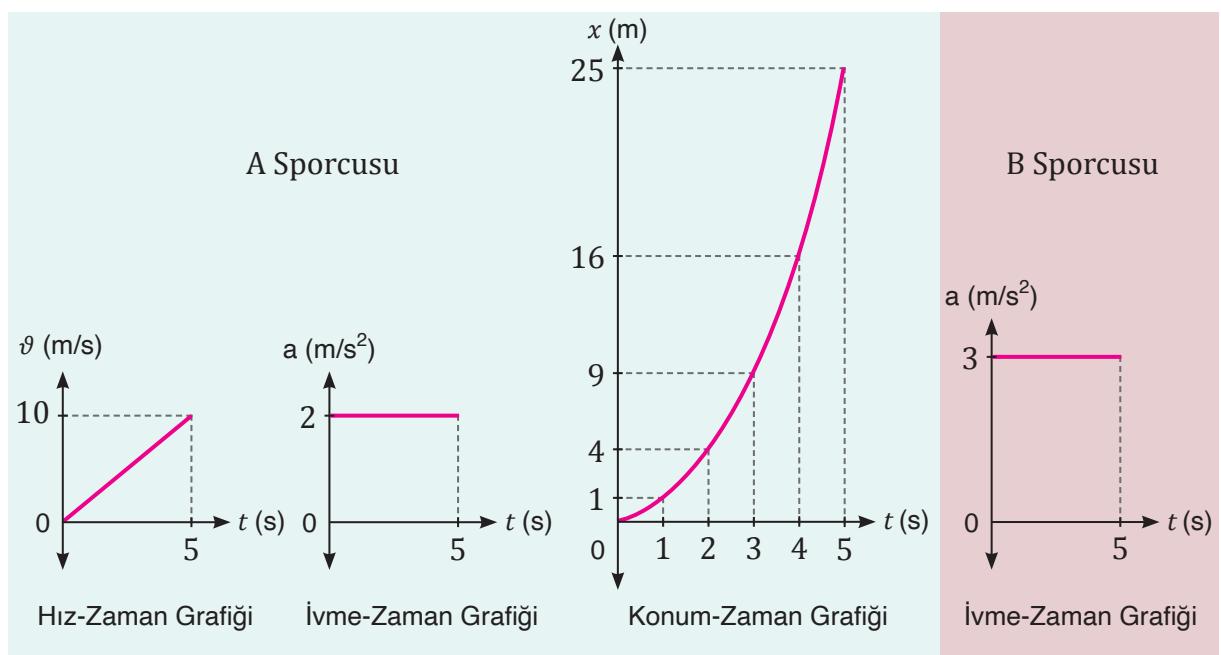
c) Araçların hareketlerine ilişkin aşağıdaki genellemelerin başında bulunan yay ayrıç içine ifade doğru ise "D", yanlış ise "Y" yazınız.

- (.....) I. Araç pozitif yönde hızlanırsa ivme değeri pozitiftir.
 - (.....) II. A aracı, 2. s'den sonra ivmeli hareket yapmaya başlamıştır.
 - (.....) III. B aracı, sadece (1-3) s aralığında ivmeli hareket etmiştir.
 - (.....) IV. İvme, hızın negatif yönde zamanla azalması durumunda negatif değer alır.
 - (.....) V. En büyük hız artışı A aracında görülmektedir.
 - (.....) VI. C aracı pozitif yönde yavaşlığından ivmesi pozitiftir.
 - (.....) VII. İvme büyülüklüğü en küçük olan araç B'dir.

c) İvme ve hız değişimi arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile ifade ediniz.



3. Paralimpik oyunlarından biri olan tekerlekli sandalye atletizm yarışlarında A ve B sporcuları doğrusal bir yol üzerinde ve $t = 0$ anında aynı konumdan harekete başlamaktadır. A sporcusunun yaptığı harekete yönelik $\vartheta-t$, $a-t$ ve $x-t$ grafikleri ile B sporcusunun $a-t$ grafiği aşağıda verilmiştir.

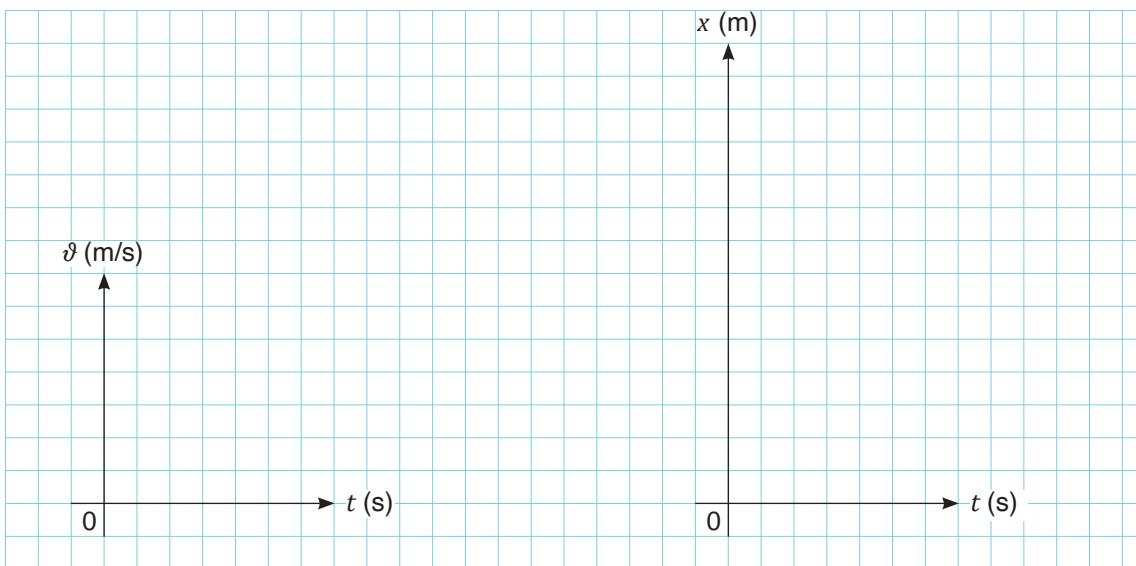


Buna gëre

a) A sporcusunun ϑ - t , a - t ve x - t grafiklerini inceleyerek 3. s'deki hızının, ivmesinin ve yer değiştirmesinin büyüklüğünü bulunuz.

1. ÜNİTE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

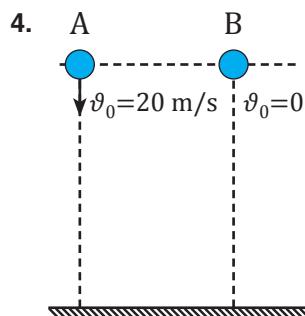
- b) A sporcusunun hareket grafiklerinden yararlanarak B sporcusuna ait $a-t$ grafiğini $\vartheta-t$ ve $x-t$ grafiğine dönüştürünüz.



- c) A ve B sporcularının hareket grafiklerini doğrulayan hız, yer değiştirme ve ivme kavramlarına yönelik matematiksel modelleri yazınız.



- ç) Yatay doğrultuda sabit ivmeli harekete ait grafikler ve matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümlelerinizle ifade ediniz.



Nilay öğretmen, öğrencilerine hava direncinin ihmal edildiği bir ortamda küteleri sırasıyla m ve $2m$ olan iki cismin serbest düşme hareketini yavaş çekimde gösteren videoları izletir. Bu videolarda şekildeki gibi ilk hızının büyülüğu 20 m/s olan A cisminin ve ilk hızı sıfır olan B cisminin belirli bir yükseklikten serbest bırakıldığı gözlemlenir. Öğrenciler videoları inceler ve her 1 s sonunda cisimlerin hız ve yer değiştirme büyüklerini kaydederek aşağıdaki tabloyu doldururlar.

Zaman	A Cisminin Hız Büyüklüğü (m/s)	A Cisminin Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)	B Cisminin Hız Büyüklüğü (m/s)	B Cisminin Yer Değiştirme Büyüklüğü (m)
$t = 0$	20	0	0	0
$t = 1. \text{ s}$	30	25	10	5
$t = 2. \text{ s}$	40	60	20	20
$t = 3. \text{ s}$	50	105	30	45
$t = 4. \text{ s}$	60	160	40	80

Buna göre tablodaki verilerden yararlanarak A ve B cisimlerinin

- a) Hızlarındaki değişimler ile ivmeleri arasındaki ilişkiyi yorumlayınız.

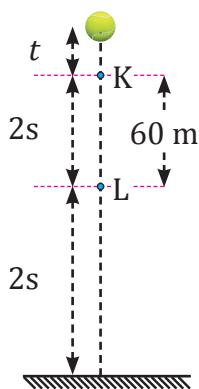
- b) Hareket ettiği ortamın yer çekimi ivmesinin büyüklüğü nedir?

- c) Serbest düşme hareketi ile ilgili aşağıda verilen

- I. Cisimlerin hızları her 1 s'de 10 m/s artmıştır.
 - II. Cisimler her bir zaman aralığında eşit yer değiştirmeler yapar.
 - III. Cisimlerin yer değiştirme büyüklükleri zamanın karesiyle orantılı olarak artar.
 - IV. Cisimlerin hız değişimleri kütlelerinden bağımsızdır.
 - V. Kütleleri eşit olan cisimlerin yer değiştirme büyüklükleri de eşit olur.

genellemelerinden hangileri doğrudur?

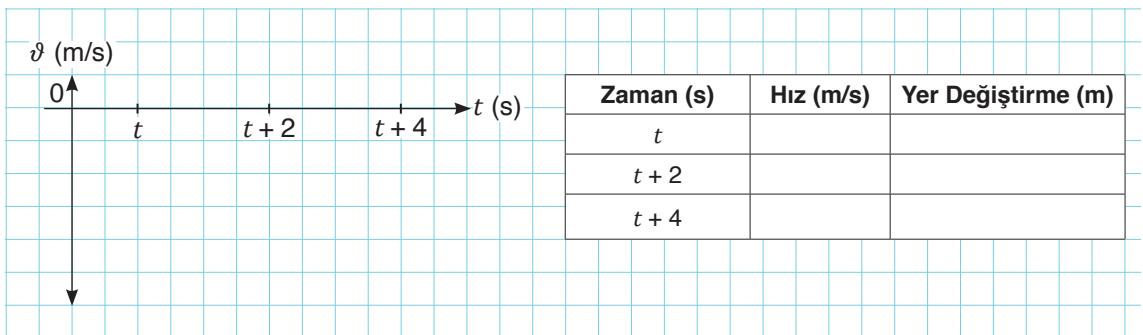
5.



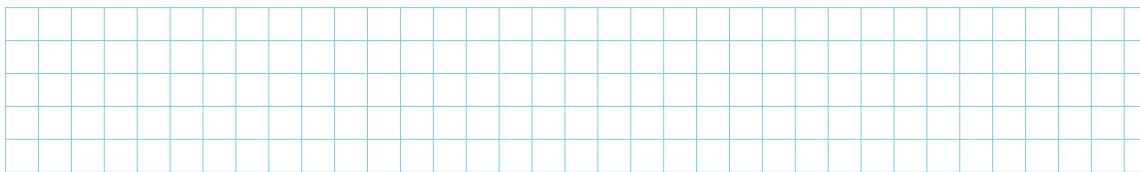
Fizik dersinde öğrencilere serbest düşen cisimlerle ilgili havası boşaltılmış ortamda yapılan bir deneyin videosu izletilir. Bu videoda şekilde gösterildiği gibi tenis topunun belli bir yükseklikten serbest bırakıldığı gösterilir. Serbest bırakılan tenis topu; şekildeki gibi t süre sonra K noktasına ulaşmakta, 60 m olan K ve L arasını 2 s'de geçmekte ve L noktasından geçtikten 2 s sonra da yere carpmaktadır.

Yer çekimi ivmesinin büyüklüğü $g = 10 \text{ m/s}^2$ olarak kabul edildiğine göre

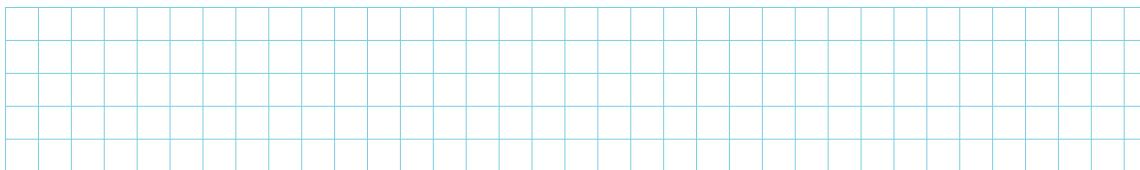
- a) Tenis topunun hareketi ile ilgili verileri kullanarak ϑ - t grafiğini çizip tabloyu doldurunuz.



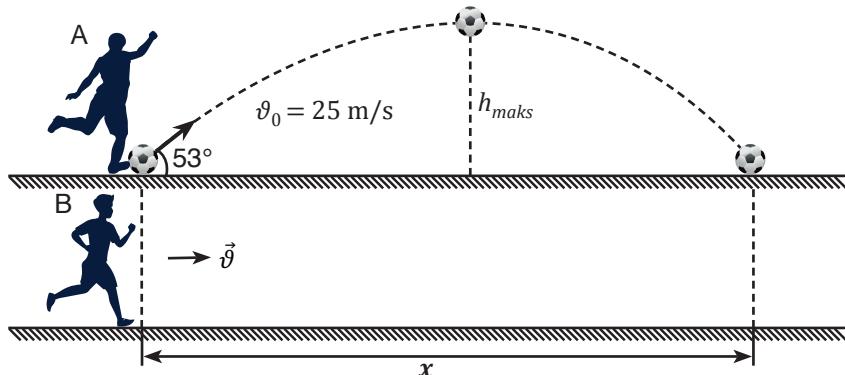
b) Çizdiğiniz grafikten yararlanarak tenis topunun 3. s'deki yüksekliğini bulunuz.



c) Serbest düşme hareketini tenis topunun hızı ve yer değiştirmesi ile ilişkilendirerek açıklayınız.



6. Bir futbol maçında A futbolcusu, yatay eksenle 53° lik açı yapacak şekilde vurduğu topa 25 m/s 'lik bir hız kazandırır. Karşı takımın B futbolcusu ise A futbolcusu ile aynı anda ve aynı yönde sabit hızla koşarak topu yakalamayı planlamaktadır. (Sürtünmeleri ihmal ediniz.)



A ve B futbolcuları $t = 0$ anında şekildeki gibi yan yana olduklarına göre

a) Topun hızının düşey doğrultudaki bileşenine ait değişimi açıklayınız.

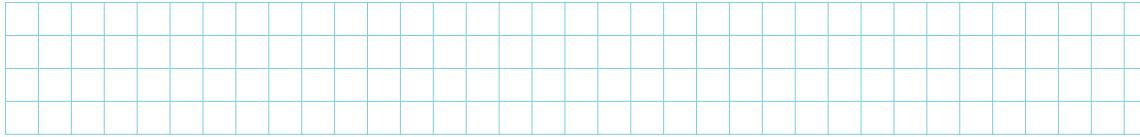


b) Topun hızının yatay doğrultudaki bileşenine ait değişimi açıklayınız. B futbolcusunun topu yakalayabilmesi için en az kaç m/s'lik sabit hızla koşması gerektiğini hesaplayınız.

($\sin 53^\circ = 0,8$; $\cos 53^\circ = 0,6$ alınız.)

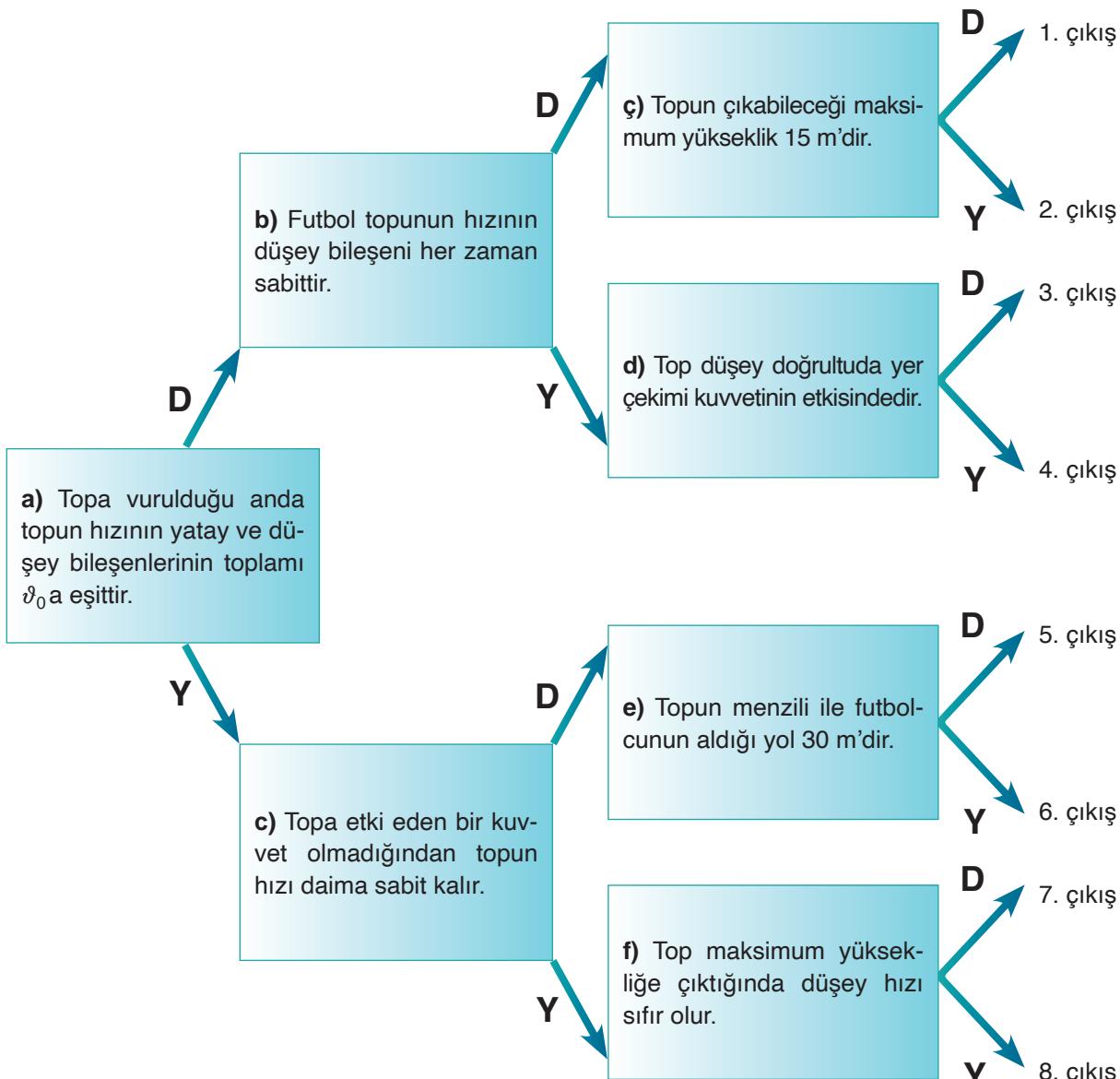


c) Top kaç s sonra yere düşer?



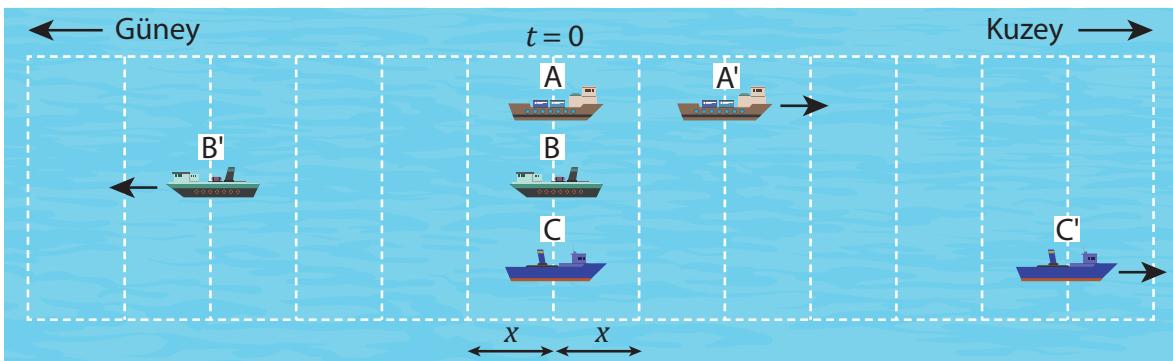
- c) Aşağıda verilen tanılayıcı dallanmış ağaçtaki ifadelerin doğru olduğunu düşünüyorsanız “D”, yanlış olduğunu düşünüyorsanız “Y” harfinin yazılı olduğu yönlendirici okları takip ediniz. İlk ifadeden başlayarak yapacağınız seçimlerle oklar yönünde ilerleyiniz ve sekiz farklı çıkış noktasından birine ulaşınız.

(Havanın sürtünme kuvvetini ihmal ediniz. $g = 10 \text{ m/s}^2$ alınız.)



- d) İki boyutta sabit ivmeli harekete yönelik en az iki qenellemeyi kendi cümleleriniz ile yazınız.

7. Çanakkale Boğazı'ndaki gemi trafiğinin her iki yönde de açık olduğu bir zaman diliminde A, B ve C gemilerinin başlangıç konumları şekilde gösterilmektedir.



Gemiler başlangıçta durmakta iken $t = 0$ anında harekete başlamıştır. A ve C gemileri kuzey yönüne, B gemisi ise güney yönüne hareket etmektedir. Şekildeki her bir aralığın eşit uzunlukta olduğu kabul edilmiş ve A, B ve C gemilerinin t süre sonra geldiği konumlar sırasıyla A', B' ve C' olarak belirtilmiştir.

Kuzey pozitif yön, güney ise negatif yön olarak kabul edildiğine göre

- a) A, B ve C gemilerinin t süre sonra ϑ_a , ϑ_b ve ϑ_c hız büyüklüklerini büyükten küçüğe doğru sıralayınız.

- b) A gemisinin ivme büyüklüğünün a olduğunu kabul ederek B ve C gemilerinin ivmelerini a cinsinden ifade ediniz.

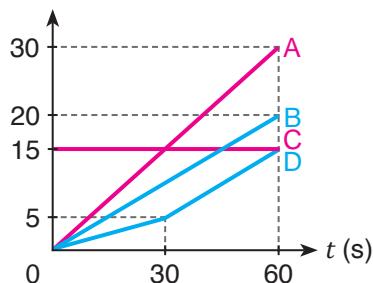
- c) Gemilerin hareketlerine ilişkin

- I. C gemisi t süre sonra en büyük hızı sahiptir.
 - II. A ve C gemileri pozitif, B gemisi negatif ivmeye sahiptir.
 - III. Gemilerin eşit zaman aralıklarındaki yer değiştirmeleri eşittir.
 - IV. B gemisi t süre sonra en küçük hızı sahiptir.

genellemelerinden hangileri doğrudur?

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

- $$8. \quad \vartheta \text{ (m/s)}$$



Bir otyolun gişelerinden geçen $t = 0$ anında yan yana olan A, B, C ve D araçlarının ilk 60 s'deki $\vartheta-t$ grafikleri verilmektedir.

Buna göre

- a) Araçların ϑ - t grafiklerini inceleyerek 30. s'deki hızlarını hesaplayınız.

- b) Araçların ϑ - t grafiklerinden yararlanarak a - t grafiklerini çiziniz. İvme ve hız kavramlarına ait matematiksel modelleri yazınız.

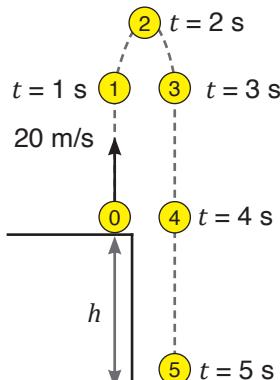
A Aracı İçin $a-t$ Grafiği	B Aracı İçin $a-t$ Grafiği	C Aracı İçin $a-t$ Grafiği	D Aracı İçin $a-t$ Grafiği

- c) Araçların (0-60) s aralığındaki yer değiştirme büyülüklerini hesaplayarak hangi araçların tekrar yan yana konumlarda bulunabileceğini yazınız.

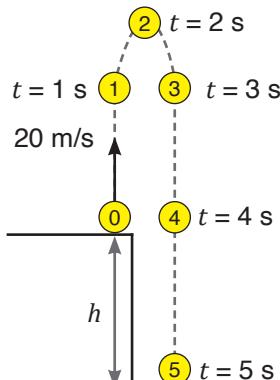
- c) Aracların $v-t$ grafiklerinden yararlanarak $x-t$ grafiklerini çiziniz.

A Aracı İçin $x-t$ Grafiği	B Aracı İçin $x-t$ Grafiği	C Aracı İçin $x-t$ Grafiği	D Aracı İçin $x-t$ Grafiği

- d) Dört araç için çizdiğiniz $a-t$ ve $x-t$ grafikleri ile harekete ait matematiksel modeller arasındaki ilişkiyi kendi cümleleriniz ile yazınız.

9.  Bir taş uçurumun kenarından yukarıya doğru 20 m/s hız büyüklüğü ile fırlatılmaktadır. Taş 5 s sonra uçurumun tabanına çarpmaktadır. Yandaki şekil, taşın her 1 s'lik aralıklarla bulunduğu konumları göstermektedir.

(Havanın sürtünme kuvvetini ihmal ediniz.)



Buna göre

- a) Taşın hareketi ile ilişkili aşağıdaki durumların her birinde ivmenin yönünü yukarı, aşağı veya sıfır olup olmamasına göre belirtiniz.

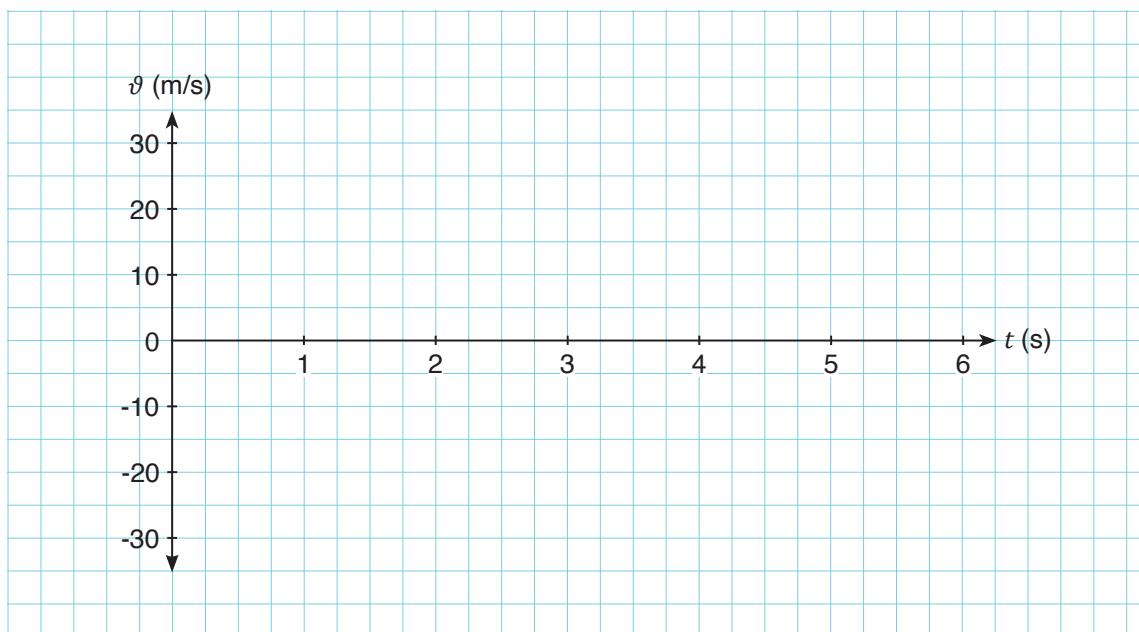
Taş yukarı doğru çıkışken ivmenin yönü olur.

Taş aşağı doğru inerken ivmenin yönü olur.

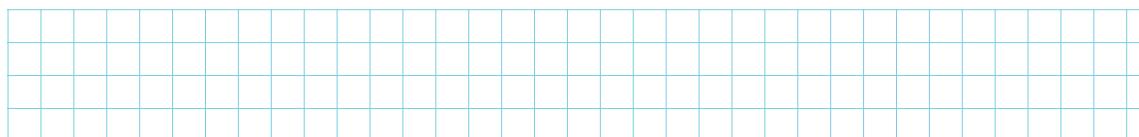
Taş en üst noktada iken ivmenin yönü olur.

- b) Taşın şekilde verilen 1, 2, 3, 4 ve 5 numaralı noktalardaki hızının yönünü ve büyüklüklerini aşağıda bulunan boş alana şekli yeniden çizerek şekil üzerinde gösteriniz.

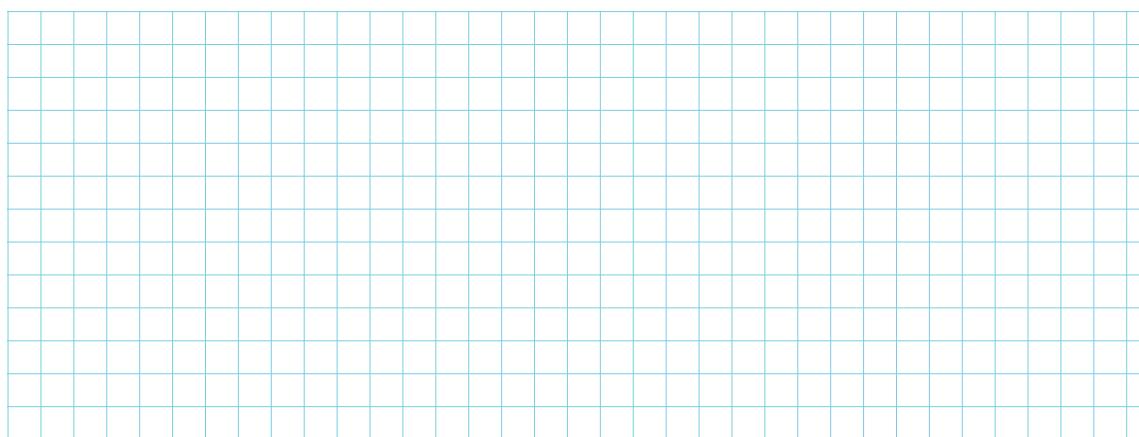
- c) Taşın hareketine ait ϑ - t grafiğini çiziniz. Serbest düşme hareketi bağlamında taşın yukarı ve aşağı yönünü temsil eden bölgelerini ve hareketin en üst noktasını grafik üzerinde belirtiniz.



- ç) Çizdiğiniz grafiğin eğimi fizik bilimine ait hangi kavramı ifade eder?



- d) Uçurumun yüksekliğini (h) verilere göre hesaplayınız. Farklı kütleye sahip olan bir cismin farklı hızla atılması durumunda uçurumun yüksekliğini alma süresi nasıl değişir? Açıklayınız.



Ünite ile ilgili daha fazla soru çözmek için karekodu kullanınız.

