

MICHELSON-MORLEY DENEYİ

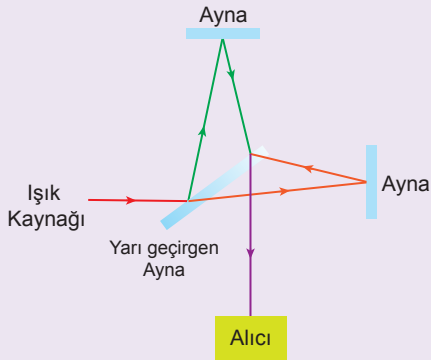
Michelson–Morley deneyi, fizik tarihinin en önemli ve ünlü deneylerinden biridir. 1887’de Albert Michelson ve Edward Morley tarafından Case Western Reserve University’de yapılan deney genel olarak eter teorisi-ne karşı en büyük kanıt olarak düşünülür.

Modern fiziğin ilk basamağını oluşturan ve Michelson – Morley deneyi olarak bilinen deney henüz tasarım aşamasındayken, deneyin mimarları olan iki Amerikalı Albert Michelson ve Edward Morley’in kafasında, eter denilen ve ışığın içerisinde yayıldığı düşünülen bir olguya ilk deneysel kanıtı bulabilme umudu vardı.

1887 yılında ilk sonuçlarını veren ve gerçekten o günün koşullarında muhteşem bir yaratıcılıkla tasarlanmış olan deney ne yazık ki felsefi temelleri Antik Yunan’a kadar giden eter kavramının çok da gerçekçi olmadığını gösterdi.

Ancak deneyi gerçekleştiren iki bilim adamı, deneyden daha öncesinde eter fikrinin gerçek olabileceğine inanmış olduklarından, eterin ilk kanıtlarını bulabilmek umuduyla farklı koşullarda deneyi defalarca tekrarladılar. Fakat bilim, ilerleyişini, inançların veya umutların üzerinden değil gerçeklerin üzerinden yapar. Michelson ve Morley, deneylerini her tekrarladıklarında aynı olumsuz sonucu aldılar. Deney her ne kadar eteri kanıtlamak amacıyla tasarlanıp geliştirilmiş olsa da ortaya çıkan sonuç eter olgusunun gerçeklikten uzak bir kurgudan ibaret olduğunu söylüyordu.

Albert Michelson özellikle bu çalışması için 1907’de Nobel Fizik Ödülü’nü aldı.



Deneyin hedefi, hipotetik (varsayımsal) etere göre Dünya’nın hızını tayin etmektir. Eğer Dünya eter adı verilen varsayımsal ortamın içerisinde ilerliyorsa, ışık düzenek içerisinden geçip farklı zamanlarda alıcıya düşecekti. Daha detaylı ifade edecek olursak, Dünya eterin içerisinde v hızıyla akıyorsa, eter de Dünya etrafında v hızıyla akar. Dünya’nın hareketine zıt yönde olan bu eterin v hızıyla akışı, Dünya referans sisteminde ölçülen ışık hızının (c) aynaya yaklaşırken $c-v$, aynadan yansıdıktan sonra da $c+v$ olması demektir.

Düzenekte ortada yarı geçirgen bir ayna bulunur. Bu ayna ışığı hem geçirir hem de yansıtır. Buraya gelen ışık yukarı yönde yansırken, aynı zamanda içinden geçerek doğruca yoluna devam eder. Yani, pratik biçimde ışın iki parçaya bölünmüş olur.

Sonra tamamen yansıtıcı aynalardan yansıyarak geriye, ortadaki yarı geçirgen aynaya tekrar gelir. Yukarıdan gelen ışık yarı geçirgen aynanın içerisinden geçerken, sağdan gelen ışık da yansıyarak beraber bir şekilde alıcıya düşer. Eğer Dünya eter içerisinde hareket ediyorsa, ışık düz ve dik olarak giderken ışık demetlerinden birisi geri kalmalıdır. Yani ışığın geliş açısını değiştirip, aradaki farkı ölçmek amaçlanmıştır.

Bu aynalardan yansıyan ışık demeti bir araya geldiğinde karanlık ve parlak bir görüntüden oluşan bir girişim deseni ortaya çıkarır. Eğer bu düzeneği 90 derece döndürürsek, girişim deseni az ama ölçülebilir bir miktarda kaymalıdır. Fakat ölçümler sonucunda hiçbir kayma gözlenememiştir.

Deney, Dünya’nın yörüngesel hareketinden ötürü, eter içerisindeki akışı daha iyi tespit edebilmek adına yılın başka zamanlarında tekrar denense de sonuç hep aynı olmuştur. Hiçbir zaman ölçülebilir bir kayma gözlenememiştir. Sonuç olarak, Michelson - Morley deneyi Eter Hipotezi ile çelişir.

Bu sonuç bizi iki yargıya ulaştırır; ya ışığın içinde hareket ettiği eter olarak anılan “şey” yoktur, ya da ışık eter içinde hiçbir etkileşime uğramadan hareket eder.

Ancak, bir “şey” (ışık), hareket edebilmek için başka bir “şeyin” (eter) içinde olmak zorunda ise, içinde bulunduğu ortamın hareketinden etkilenmek zorundadır. Bu da bizi ulaştığımız ikinci sonuç olan, “ışığın eter içinde etkileşmeden hareket ettiği” fikrini geçersiz kılar.

İşte Einstein bu olumsuz deney sonucundan yola çıkarak, meşhur Görelliliği geliştirdi. Şu anda biliyoruz ki ışık, yayılmak için eter veya benzeri herhangi bir ortama ihtiyaç duymuyor.

Michelson-Morley deneyi sonuçlarını şu şekilde özetleyebiliriz:

1. Mutlak bir referans sistemi yoktur.
2. Dünyanın dönüş hızı, ışık hızının büyüklüğünü değiştiremez.
3. Işık hızı sabittir.
4. Uzay boşluğunu doldurulduğu zannedilen Esir (Eter) maddesi diye bir şey yoktur.

EINSTEIN RELATİVİTESİ (ÖZEL GÖRELİLİK) (İZAFİYE TEORİSİ)

Klasik Fizik yasaları ile Özel Görelilik yasaları ışık hızına göre oldukça düşük hızlarda aynı sonuçları verse de ışık hızına yakın hızlarda birbirleri ile çelişir ve yaşamda farklı sonuçlar oluşmasına sebep olur. Yaşam standardımıza göre değerlendirdiğimizde oldukça enteresan sonuçlar ortaya çıkar.

Örneğin;

Klasik Fizik yasalarına göre ışık hızıyla giden sistem içerisinde bulunduğumuzu varsayarak elimizdeki aynaya baktığımızda kendimizi göremeyiz. Klasik fizik yasalarına göre, ışık hızıyla gidildiğinde ayna üzerine ışık düşmeyecek ve aynada yansıma olmayacağından dolayı kendimizi aynada göremeyiz. Modern fiziğe göre yani Görelî Fiziğe göre ise ışık hızı kaynağın hızından ve referans sistemlerinden bağımsız olduğu için aynaya baktığımızda kendimizi aynada görebiliriz.

Modern fiziğe göre, ışık hızı referans sisteminin hareketine bağlı olarak değişmediğinden, ışık hızıyla hareket eden sistemde farları yanan bir arabanın farı önünü aydınlatır.

Klasik fiziğe göre ise ışık hızına göre küçük hızlarla hareket eden bir araba, farlarını yakınca farlardan yayılan ışıklar cisimlere çarparak onları aydınlatır. Ancak araba ışık hızıyla hareket ediyorsa fardan ışık yaylamayacağı için cisimleri aydınlatamaz.

Görelî Fizik normal zeka ile yorumlandığında beyni zorlayacak bir kuramdır.

Uzay ve zamanın gözlemcinin hareketinden etkilendiği, seçilen referans noktalarına göre değişik durumların ortaya çıktığı, mutlak bir hareketin bulunmadığı hâle görelilik denir.

Özel ve Genel görelilik farklı kavramlardır.

Özel Görelilik eylemsiz yani ivmenin sıfır olduğu sabit hızlı ya da duran sistemlerin fiziğini tanımlarken, Genel Görelilik eylemli yani ivmenin sıfır olmadığı hızlanan ya da yavaşlayan sistemlerin fiziğini tanımlar.

Genel görelilik, her şeyden önce uzayın eğriliğinden ileri gelen bir çekim kuramıdır. Uzay, zamanı da içine alan bir dört boyutludur ve yoğun kütle tarafından bükülmüş, eğrilmiştir. Kuantum etkilerinin belirsizliği, çok küçük ölçeklerde anlamlıdır; genel görelilik ise çok büyük ölçeklerdeki uzay-zaman yapısıyla ilgilidir. Özel Görelilikte yerçekimi ivmesi hesaba katılmaz.

Einstein'in Göreceli (İzafiye) Fizik (Özel Görelilik-Relativite) Teorisinde, Klasik Fizikteki temel niceliklerin karşılığı yoktur.

ÖZEL GÖRELİLİK KURAMI

Işık hızına yakın hızla hareket eden sistemlerde geçerlidir.

Göreceli hareket x, y, z, t olmak üzere dört boyutludur.

Uzay ve zaman birbirine bağımlıdır. Uzay ve zaman gözlemciye göre farklı algılanabilir.

Hız arttıkça zaman bu sistemde yavaş ilerler. Çünkü ışık hızından daha büyük bir hız olamaz. Dolayısıyla hız arttıkça zaman yavaşlayacak ve ışık hızına ulaştığında (ki bu imkansızdır) zaman duracaktır.

Kütle ve enerji aynı kaynaqlıdır. ($E = m.c^2$)

Hız arttıkça hareket doğrultusundaki boy kısalır, harekete dik olan boyda değişim olmaz.

Kuantum Fiziği bu teoriden doğmuştur.

Madde – enerji, uzay – zaman, elektrik – manyetizma ilişkilerini açıklar.

Birbirine göre bağıl hızlarla hareket eden sistemlerdeki gözlemcilerin ikisi de diğerinde geçen zamanı, kendi geçen zamanına göre daha yavaş ilerlediğini görür.

Örneğin A referans sistemindeki gözlemci t kadar zaman geçmişse, başka bir B referans sistemindeki gözlemci bu geçen zamanı kendi sisteminde t'den daha uzun olarak ölçecektir. Yani A sisteminde geçen zaman B den az olacaktır.

Aynı şekilde B'deki geçen zamanı, A'daki gözlemci kendi sisteminde daha uzun ölçecek yani B sisteminde geçen zaman A'dan daha az olacaktır.

Bu olay zaman genişlemesi olarak tanımlanmaktadır.
 $t = \gamma.t'$

Burada t' gerçekte akan asıl zamanı temsil eder, t ise farklı bir referans sisteminde bir gözlemci tarafından ölçülen zamandır.

İKİZLER PARADOKSU

İkizler Paradoksu Einstein'in Özel Görelilik Teorisi'nin en dikkat çekilen, en medyatik kısmıdır.

Paradoks şudur :

Örneğin 30 yaşındaki iki kardeşten biri ışık hızına yakın hızla uzaya gönderilir ve 40 yıl sonra geri gelirse şok olur. Çünkü ışık hızına yakın hızla hareket eden araçla 40 yıl ömrünü geçiren kardeş dünyadaki kardeşine göre çok daha genç olarak dünyaya döner.

Dünyadaki kardeşin yaşı 70 olmuş ve ihtiyarlamıştır. Uzaya gidip dönen ise 70 yaşından daha az yaşta, örneğin 40 yaşında dünyaya dönebilir.

Dünyada geçen 40 yıl, uzayda geçen 10 yıla denk. Beyniniz yandı değil mi?

Vaziyet budur. Şok, şok, şok ...

Işık hızına yaklaştıkça zamanın yavaşladığını hatta ışık hızına eşitlendiğinde zamanın duracağını söylemiştik. Şaka değil bu. Bir Teorem.

Sonucu da işte böyle garip bir duruma sebep olmaktadır.

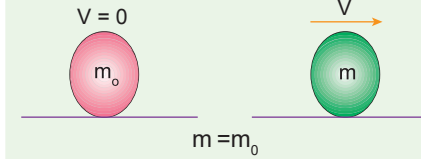
Işık hızına yakın hızlarda, hız arttıkça kütle değişmez, yani kütle mutlaklır. Işık hızına yakın V hızıyla hareket eden sistemin bu değerdeki momentumu;

$$P = \gamma \cdot m \cdot V$$

$$P = \frac{m \cdot V}{\sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}}$$

c : Işık hızı

V : Rölativistik hız



$$V = 0,6 c \Rightarrow P = \frac{5}{4} m_0 \cdot V$$

$$V = 0,8 c \Rightarrow P = \frac{5}{3} m_0 \cdot V$$

Bu teoreme göre, bütün eylemsizlik sistemlerinde, bağıl ışık hızı kaynağın ve gözlemcinin hareketine bağıl olmaksızın hep aynıdır.

Örneğin c ışık hızıyla doğu yönünde hareket eden bir sistem, V hızıyla batı yönünde giden bir sistemi yine c ışık hızıyla batı yönünde gidiyor görür. Çünkü ışık hızından daha büyük bir hız yoktur.

Işığın değişmeden kalma özelliği sadece ışığa has bir özelliktir.

Rölativistik Teoriye göre durgun maddesel parçacıkların bile bir kinetik enerjisi vardır.

$$E_0 = m_0 \cdot c^2 \quad m_0 : \text{Durgun kütle}$$

Işık hızına yakın hızla hareket eden bir sistemin hızı arttıkça hareket yönüne paralel olan boyu kısalır. Hareket yönüne dik olan boyutunda bir değişiklik olmaz.

$$L = L_0 \cdot \sqrt{1 - \frac{V^2}{c^2}}$$

L_0 : Sistemin durgun haldeki boyu

L : Sistemin ışık hızına yakın hızla hareket ederkenki kısalan boyu

Işık hızına yakın hızla hareket eden bir sistemde geçen zaman, dünyadaki gözlemcinin saatine göre daha yavaş ilerler. Bunun terside doğrudur yani ışık hızına yakın hızla hareket eden bir gözlemcinin saatine göre, dünyadaki saat daha yavaş ilerler.

$$\Delta t_1 = \frac{\Delta t_2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \quad \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

γ : Zaman genleşme katsayısı

Δt_1 : Dünya saatine göre geçen zaman

Δt_2 : Işık hızına yakın hızla hareket eden sistemdeki geçen zaman

EINSTEIN RÖLATİVİTESİ

- Işık hızından çok küçük hızlarda. Newton'un Hareket Yasaları geçerlidir.

$$F = m \cdot a, \quad V = a \cdot t \Rightarrow V = \frac{F}{m} \cdot t$$

$$W = F \cdot d = \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{\text{SON}}^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot V_{\text{İLK}}^2$$

- Işık hızına yakın hızlarla hareket eden sistemlerde Newton bağıntıları geçerli değildir. Bu boyutta Einstein'ın Rölativistik Teoremi devreye girer.

- Işık hızına yakın hızla hareket eden bir araçta yapılan ölçümler ile dünyada yapılan ölçümler farklı sonuçlanır. Bu durum Özel Görelilik kavramı ile açıklanır.



1. I. Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
II. Işık hızı gözlem çerçevesinden bağımsız sabittir.
III. Madde ışık hızına yakın hızlarda hareket ettiğinde kütlesi artar.

Verilenlerden hangileri İzafiye Teorisi için doğrudur?

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

2. Aşağıdakilerden hangisi modern fiziğin alt dallarından biridir?

- A) Mekanik
B) Optik
C) Magnetizma
D) Termodinamik
E) Katıhal fiziği

3. I. Hızı sürekli değişen otobüs
II. Bir a ivmesiyle hızlanan araç
III. Aynı yönde v sabit hızıyla hareket eden araç

Verilenlerden hangileri eylemsiz referans sistemi değildir?

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

4. Durgun kütlesi m_0 olan bir parçacık $0,8 c$ hızıyla hareket ediyor.

Hareket halindeki kütlesi kaç m_0 dır?
(c: ışık hızı)

- A) $\frac{3}{5}$ B) $\frac{4}{5}$ C) 1 D) $\frac{5}{4}$ E) $\frac{5}{3}$

5. Modern fiziğe göre;

- I. Kütle, maddenin iç enerjinin bir ölçüsüdür.
II. Maddenin durgun halde de enerjisi vardır.
III. Bir cismin durgun haldeki kinetik enerjisi $E = m_0 c^2$ bağıntısı ile bulunur.

verilenlerden hangileri doğrudur?

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

6. Özel görelilik teorisine göre;

- I. Işık hızı sabittir
II. Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
III. Hareket mutlaklıdır.

verilenlerden hangileri doğrudur?

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

7. Michelson-Morley deneyi ile ilgili olarak;

- I. Esir maddesinin ispatı üzerinedir.
- II. Mutlak bir referans sisteminin olduğunu ispatlamak için yapılmıştır.
- III. Dünyanın hızının ışık hızına etkisi araştırılmıştır.

verilenlerden hangileri doğrudur?

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

8. Hızı $0,8c$ olan bir araçtaki gözlemci hareketi sırasında yol kenarındaki 10m uzunluğundaki bahçe duvarını kaç m olarak görür? (c: ışık hızı)

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

9. Eş zamanlılıkla ilgili olarak;

- I. Mutlak bir olgudur.
- II. İki olayın bir gözlem çerçevesine göre aynı anda gerçekleşmesidir.
- III. Göreceli bir olgudur.

verilenlerden hangileri doğrudur?

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

10. Aşağıdaki bilim insanlarından hangisi modern fizikle ilgili bir çalışma yapmamıştır?

- A) Max Planck
B) Werner Heisenberg
C) Erwin Schrödinger
D) Luis De Broglie
E) Newton

11. Modern fizikle ilgili olarak;

- I. Mikro evrendeki fiziksel yasaları açıklamaya çalışır.
- II. Işık hızına yakın hızlarda hareket eden parçacıkların hareketini inceler.
- III. Görece kütlesi büyük olan maddelerin hareketlerini açıklamaya çalışır.

verilenlerden hangileri doğrudur?

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

12.



Bir araç dünyada AB arasını aynı referans sistemindeki gözlemciye göre 10dk sürede almaktadır. $0,8c$ hızıyla hareket etmekte olan uzay aracındaki bu astronot bu olayı gözlemlemektedir.

Araç dünyada A noktasından B'ye geldiğinde astronot olayın gerçekleşme süresini kaç dk olarak ölçer?

- A) 4 B) 6 C) 8 D) 10 E) 12

13. I. Klasik Fizik yasalarına göre, ışık hızına yakın hızla giderken elimizdeki aynaya bakarsak kendimizi net görürüz.
 II. Modern Fizik yasalarına göre bir uzay aracındaki astronot dünyada yapılan bir hareketin yapılış süresini daha kısa ölçer.
 III. Bir gözlemcinin referans sisteminde, aynı yerde olan olay süresine has zaman denir.

İfadelerinden hangileri doğrudur?

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

14. Dünyaya göre hızları sırasıyla $0,6c$, $0,8c$ ve $0,9c$ olan X, Y, Z uzay araçlarının içindeki gözlemcilere göre dünyadaki bir olay t_x , t_y , t_z sürelerinde gerçekleşmektedir.

Buna göre t_x, t_y, t_z arasındaki ilişki nedir?

- A) $t_x = t_y = t_z$ B) $t_x > t_y > t_z$ C) $t_x < t_y < t_z$
 D) $t_z = t_y < t_x$ E) $t_x = t_y < t_z$

15. Etna yanardağı patlamış ve bu patlama 15 gün sürmüştür.

Dünya yörüngesinde $\frac{4c}{5}$ hızıyla dolanan bir uzay aracındaki astronot yanardağın patlamasını kaç gün sürdüğünü gözlemler?

- A) 9 B) $\frac{27}{5}$ C) 20 D) 15 E) 20

16. Bir parçacığın momentumu $\frac{3}{5}c$ hızıyla giderken P_1 , $\frac{4}{5}c$ hızıyla giderken P_2 dir.

Buna göre, $\frac{P_1}{P_2}$ oranı kaçtır?

- A) 3 B) $\frac{9}{4}$ C) $\frac{16}{9}$ D) $\frac{9}{16}$ E) $\frac{4}{9}$

17. I. X, Y, Z, t olmak üzere dört boyutludur.
 II. Kütle mutlaklır.
 III. Kuantum Fiziği bu teoriden doğmuştur.

İfadelerinden hangileri görellilik teorisi için doğrudur?

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

18. I. Uzay boşluğunu kapladığı varsayılan esir (eter) maddesinin olmadığını kanıtlamıştır.
 II. Işık hızının referans sisteminin hareketinden etkilendiği kanıtlanmıştır.
 III. Mutlak bir referans sistemi yoktur.

Michelson – Morley deneyi için yukarıda yazılanlardan hangisi doğrudur?

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

19. Aşağıdaki fiziksel niceliklerden hangisi korunumlu değildir?

- A) Enerji
 B) Çizgisel momentum
 C) Zaman
 D) Açısal momentum
 E) Kütle



1. I. Işık hızı sabittir.
II. Dünyanın dönüş hızı, ışık hızının büyüklüğünü değiştiremez.
III. Işık hızına yakın hız artarsa kütlede artar.

İfadelerinden hangileri Michelson – Morley deneyinin sonuçlarındandır?

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

2. Durgun haldeki çubuğun boyu 20m'dir.

Bu çubuk $0,6 c$ hızıyla hareket eden bir gözlemci tarafından kaç m olarak ölçülür?

- A) 8 B) 12 C) 16 D) 20 E) 25

3. Modern fiziğe göre zaman;

- I. Zaman mutlaktır.
II. Hızları farklı olan referans sistemlerindeki saatler zamanı farklı olarak ölçer.
III. Zaman görecelidir.

Verilenlerden hangileri doğrudur?

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

4.



Şekildeki cisim K-L arası 3 saatte almaktadır.

Bu referans sistemine göre $\frac{\sqrt{3}}{2} c$ hızıyla hareket eden araçtaki gözlemciye göre araç K-L arasını kaç saatte alır? (c: Işık hızı)

- A) 1 B) $\frac{2}{3}$ C) $\frac{3}{2}$ D) 3 E) 6

5. Rölativistik parçacıklar için;

- I. Işık hızına yakın hızda hareket eden parçacıklardır.
II. Limit hızları ışık hızıdır.
III. Hızı arttıkça toplam enerjisi artar.

Verilenlerden hangileri doğrudur?

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

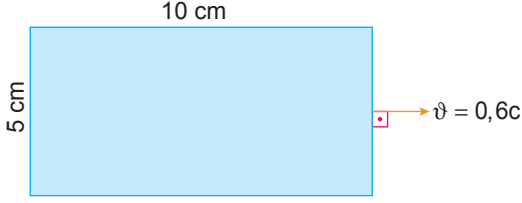
6.

- I. Katıhal fiziği
II. Termodinamik
III. Çekirdek fiziği
IV. Mekanik

Verilenlerden hangileri modern fiziğin alt dallarındandır?

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

7.



Durgun haldeki dikdörtgen levhanın kenar uzunlukları şekildeki gibidir.

Levha $0,6c$ hızıyla hareket etmeye başladığında durgun bir gözlemciye göre levhanın alanı kaç cm^2 olarak ölçülür?

- A) 24 B) 32 C) 30 D) 40 E) 50

8.



Boyu 2m, eni 0,5m olan bir roket şekildeki gibi fırlatılıyor.

Raketin hızı $\frac{\sqrt{3}}{2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ olduğunda eni kaç metre olur?

- A) $\frac{1}{2}$ B) $\frac{1}{4}$ C) $\frac{1}{8}$ D) 4 E) 2

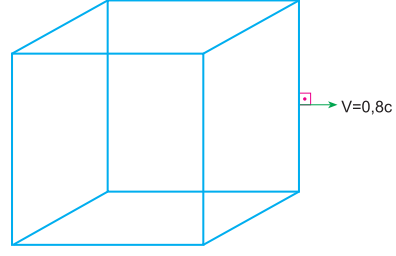
9.

Yaşları 20 olan iki arkadaşın biri Dünyaya göre $0,6c$ hızıyla hareket eden bir uzay gemisiyle yolculuğa çıkıyor. Yolculuğa çıkan Dünyaya döndüğünde arkadaşı 40 yaşındadır.

Yolculuktan dönen kaç yaşındadır?

- A) 30 B) 32 C) 36 D) 40 E) 45

10.



Kenar uzunluğu 10cm olan küp şekildeki gibi $0,8c$ hızıyla hareket ediyor.

Durgun haldeki hacmi ile hareket halindeki hacmi arasındaki fark kaç cm^3 tür?

- A) 100 B) 200 C) 300 D) 400 E) 500

11.

- I. Mekanik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
II. Manyetizma yasaları farklı referans sistemlerinde farklı olabilir.
III. Işık hızı sabittir.

Yukarıdaki verilenlerden hangileri Einstein'ın özel görelilik ilkesine göre doğrudur?

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

12.

Aynı anda doğmuş olan bebeklerde birinin adı Uzun, diğerinin adı Kaya konulmuştur. Uzun bebek yanındaki astronot refakatçilerle beraber uzaya fırlatılmıştır ve uzayda $\frac{3c}{5}$ hızıyla dolanan uzay istasyonunda yaşamaktadır.

Dünyadaki Kaya bebek 25 yaşında delikanlı olduğunda, Uzun bebek dünyaya geri dönmüştür.

Uzun bebeğin döndüğünde yaşı nedir?

- A) 18 B) 20 C) 25 D) 28 E) 30

13. Kütlesi m_1 , boyu L_1 olan bir cisim boyu doğrultusunda hızlandırılıyor ve ışık hızına yakın hızla hareket ettiriliyor.
Bu durumda kütlesi m_2 , boyu L_2 oluyor.

Buna göre,

- I. $m_2 > m_1$
II. $m_1 = m_2$
III. $L_2 > L_1$

İfadelerinden hangileri doğru olur?

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

14. 0,6c hızıyla hareket eden bir araçtaki gözlemci aracın içindeki yay sarkacının periyodunu 12s olarak ölçüyor.

Dünyadan uzay aracındaki yay sarkacının hareketine bakan durgun gözlemci bu hareketin periyodunu kaç s olarak ölçer?

- A) 9 B) 12 C) 15 D) 16 E) 20

15. Modern fizikle ilgili,

- I. Işık hızını geçen sistem olabilir.
II. Işık hızına yaklaştıkça kütle değişmez.
III. Fiziğin geldiği son noktadır ve değiştirilemez.

İfadelerden hangisi doğrudur?

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

16. I. Zaman
II. Işık hızı
III. Kütle
IV. Referans sistemi

Özel Görelilik kuramına göre yukarıdakilerden hangisi görecelidir?

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

17. Dünyada kütlesi 60 kg olan bir astronot roket ile uzaya fırlatılmıştır.

Raketin hızı $\frac{3c}{5}$ den $\frac{4c}{5}$ e çıktığında kütledeki değişim nasıl olur?

(c: Işık Hızı)

- A) 25 kg azalmıştır.
B) 25 kg artmıştır.
C) Değişmemiştir.
D) 30 kg azalmıştır.
E) 30 kg artmıştır.

18. Dünyada iken durgun haldeki boyu L olan bir cisim uzaya fırlatılmıştır.

Cismin boyu doğrultusundaki hızı $100 \frac{m}{s}$ iken boyu L_1 , $\frac{c}{9}$ iken L_2 , $\frac{c}{2}$ iken L_3 olmaktadır.

Buna göre L, L_1 , L_2 , L_3 arasındaki ilişki nedir?

- A) $L > L_1 > L_2 > L_3$ B) $L_3 > L_2 > L_1 > L$
C) $L = L_1 > L_2 > L_3$ D) $L = L_1 > L_2 = L_3$
E) $L > L_1 > L_3 > L_2$