



ÜNİTE 1



bölüm 2

KUVVET VE HAREKET

Bağıl Hareket

Tarihsel Süreç

- h M.Ö 4. yüzyılda Dünyayı evrenin merkezi olarak gören Aris-totales, hareketin mutlak bir kavram olduğunu ve bir cismin hareketini anlamak için yalnızca Dünya'nın merkezine göre tanımlanması gerektiğini savunmuştur. Ancak, bağıl hare-ket kavramını tam anlamıyla geliştirmemiştir.
- h 11. yüzyıl başlarında 5 gezegenin hareketlerini inceleyen Biruni, gezegenler için bizim konumumuz üzerine yaptığı çalışmalarla gözlemcinin önemini göstermiştir.
- h 16. yüzyılda Galileo'nun çalışmalarından da etkilenen New-ton, hareket kanunlarında hem cisimlerin birbirine göre ha-reketlerini hem de mutlak uzaydaki hareketlerinden ayrı ay-rı bahsetmektedir.
- h 20. yüzyılın başlarında Einstein Özel Görelilik hakkında-ki yazılarıyla mutlak bir referansın olamayacağını gös-termiştir.

BAĞIL HAREKET

- h Bir cismin, duran ya da hareket eden başka bir cisme göre yaptı-ğı harekete **bağıl hareket**, hızına ise **bağıl hız** denir.

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{gözlenen}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

HIZLARI AYNI DOĞRULTUDA VE SABİT OLAN İKİ CİSMİN BAĞIL HAREKETİ

- h **Zıt yönde hareket eden araçların** birbirlerine göre hızlarının büyüklüğü, hızların büyüklüklerinin toplamına eşittir.



K aracına göre bağıl hız:

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{gözlenen}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_L - \vec{v}_K$$

$$\vec{v}_{LK} = -2v - 3v$$

$$v_{LK} = -5v \text{ 'dir.}$$

L aracına göre bağıl hız:

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{gözlenen}} -$$

$$\vec{v}_{\text{gözlemci}} \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}_{\text{bağıl K}}$$

$$\vec{v}_{KL} = 3v - (-2v)$$

$$v_{KL} = +5v \text{ 'dir.}$$

NOT

- h Cisim ile zıt yönde hareket eden gözlemciler, cisimleri ken-di hareket yönlerinin tersi yönde hareket ediyormuş gibi görür.

Örnek

Kerem doğrusal bir yolda otomobiliyle batı yönünde 50 km/h hızla hare-ket etmektedir. Ege ise ona zıt yönde 60 km/h hızla hareket etmektedir.

Buna göre, Kerem'in Ege'ye göre hızının yönü ve büyüklüğü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Batı, 110 km/h
- B) Doğu, 110 km/h
- C) Batı, 10 km/h
- D) Doğu, 10 km/h
- E) Batı, 55 km/h

- h **Aynı yönde hareket eden araçların** birbirlerine göre hızlarının büyüklüğü, hızların büyüklüklerinin farkına eşittir.



K aracına göre bağıl hız:

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{gözlenen}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

$$\text{gözlemci } \vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_L - \vec{v}_K \vec{v}$$

$$v_{LK} = 2v - 3v$$

$$v_{LK} = -v \text{ 'dir.}$$

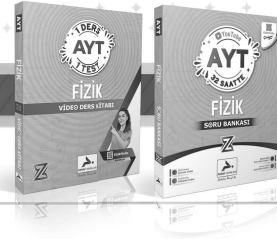
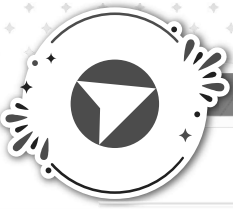
L aracına göre bağıl hız:

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_{\text{gözlenen}} - \vec{v}_{\text{gözlemci}}$$

$$\vec{v}_{\text{bağıl}} = \vec{v}_K - \vec{v}_L$$

$$\vec{v}_{KL} = 3v - 2v$$

$$v_{KL} = v \text{ 'dir.}$$



Bağıl Hareket

NOT

- h Cisimlerle aynı yönde hareket eden gözlemciler kendilerin-den süratli olan cisimleri kendileri ile aynı yönde, kendilerin-den yavaş olan cisimleri kendi hareketlerinin zıt yönünde hareket ediyor gibi görürler.

Örnek

Ankara'ya gitmekte olan bir yolcu otobüsü doğrusal bir yolda güney yönünde 80 km/h hızla hareket etmektedir. Kırıkkale'ye gitmekte olan bir otobüs ise aynı yolda sabit hızla gitmektedir. Ankara'ya giden otobüsteki bir yolcu Kırıkkale otobüsünü güney yönünde 20 km/h hızla gidiyormuş gibi görüyor.

Buna göre, Kırıkkale otobüsünün yere göre hızının yönü ve büyüklüğü aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Kuzey, 100 km/h B) Kuzey, 60 km/h C) Güney, 100 km/h
D) Güney, 60 km/h E) Güney, 120 km/h

NOT

Gözlemci ve gözlenenin birbirlerine göre konumları ya da birbirlerine yaklaşma uzaklaşma durumları bağıl hızı etkilemez.

Örnek

K ve L trenleri paralel raylarda ve 2 m/s süratle zıt yönlerde hareket etmektedir. K treninde oturmakta olan Ali, L trenindeki Sila'yı duruyormuş gibi görüyor.

Buna göre,

- I. Sila'nın L trenine göre sürati 2 m/s'dir.
II. Sila L treninde trenin hareket yönüne zıt yönde yürümektedir.
III. Sila'nın yere göre sürati sıfırdır.

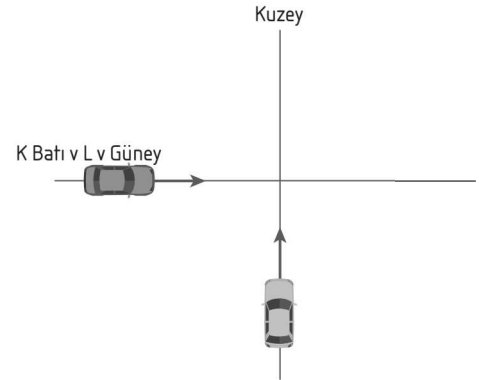
yargılarından hangileri doğru olabilir?

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

NOT

- b Bağıl hareket konusunda bağıl hız hesaplaması yapılırken K'ye göre denildiğinde gözlemci K, L'ye göre denildiğinde gözlemci L'dir.

FARKLI DOĞRULTULARDA BAĞIL HAREKET

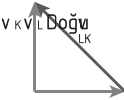


K aracına göre bağıl

$$\text{hız: } \dot{A}V \text{ bağıl} = \dot{A}V \text{ gözlenen} - \dot{A}V$$

$$\text{gözlemci } \dot{A}V \text{ bağıl} = \dot{A}V L - \dot{A}V K$$

- h K aracındaki gözlemci, L aracını kuzeybatı yönünde gidiyormuş gibi görür.

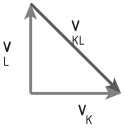


L aracına göre bağıl hız:

$$\dot{A}V \text{ bağıl} = \dot{A}V \text{ gözlenen} - \dot{A}V$$

$$\dot{A}V \text{ bağıl} = \dot{A}V K - \dot{A}V L$$

- h L aracındaki gözlemci, K aracını güneydoğu yönünde gidiyormuş gibi görür.



ÖSYM Benzeri

Aynı yatay düzlemde bir otomobil yere göre doğu yönünde 10 m/s'lik sabit hızla, bir tren ise yere göre güney yönünde 10 m/s'lik sabit hızla hareket etmektedir.

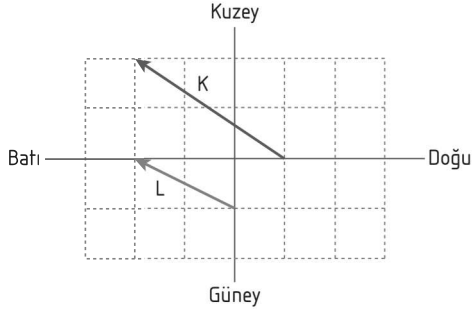
Bu durumda trene göre otomobilin hızının büyüklüğü ve yönü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) 20 m/s; güneybatı
B) 10 m/s; güneybatı
C) 10√2 m/s; kuzeydoğu
D) 10√2 m/s; kuzeybatı
E) 20 m/s; kuzeydoğu



Örnek

Aynı düzlemde hareket etmekte olan K ve L araçlarının yere göre hız vektörleri şekildeki gibidir.

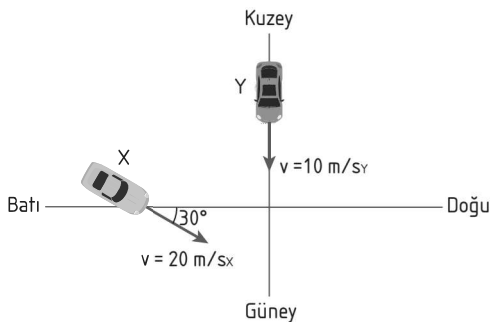


Buna göre, K aracının sürücüsü L aracını hangi yönde görüyor-muş gibi görür? (Bölmeler eşit aralıklıdır.)

- A) Güneydoğu B) Kuzeydoğu C) Güneybatı D) Kuzeybatı E) Güney

ÖSYM Benzeri

X ve Y araçlarının yere göre hızları şekildeki gibidir.



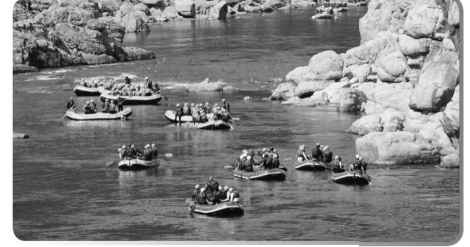
Buna göre, Y aracının X'e göre hızının büyüklüğü kaç m/s'dir?

$$(\sin 30^\circ = \frac{1}{2}; \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2})$$

- A) 10 B) $10\sqrt{3}$ C) 15 D) $15\sqrt{3}$ E) 20

HAREKETLİ BİR ORTAMDAKİ SABİT HIZLI CİSİMLERİN BAĞIL HAREKETİ

- h Cisim, araç ya da kişilerin bulundukları hava, su, yürüyen merdiven gibi ortamın hareketli olması, ortam dışındaki gözlemciler için bağıl hareket oluşturur.



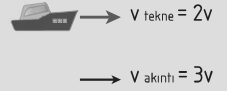
Kürek çekilmediği sürece, rafting botlarının suya göre hızları sıfır, yere göre hızları akıntı hızına eşittir.

ORTAM İLE AYNI DOĞRULTUDAKİ BAĞIL HAREKET

- h Akıntı hızının ve cismin suya göre hızının vektörel bileşkesine **yere göre hız** denir.

- h Tekne akıntı yönünde hareket ediyorsa, teknenin yere göre hızı,

$$V_{\text{yer}} = V_{\text{akıntı}} + V_{\text{tekne}} \text{ dir.}$$

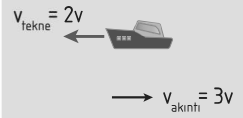


$$v_{\text{yer}} = 3v + 2v = 5v$$

- h Tekne akıntıya ters yönde hareket ederse üç ihtimal vardır.

L $v < v$ ise akıntı yönün-tekne akıntı de sürüklenir.

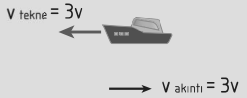
$$V_{\text{yer}} = V_{\text{akıntı}} - V_{\text{tekne}} \text{ olur.}$$



$$v_{\text{yer}} = 3v - 2v = v$$

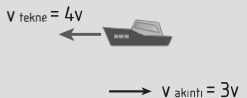
L $v = v$ ise olduğu yer-tekne akıntı de kalır.

$$v_{\text{yer}} = 0 \text{ olur.}$$

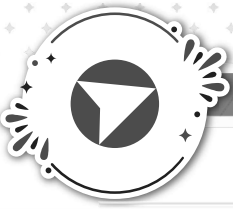


$$v_{\text{yer}} = 3v - 3v = 0$$

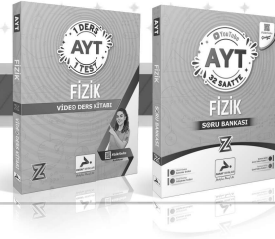
L $v > v$ ise akıntıya ters tekne akıntı yönde yol alır. $V_{\text{yer}} = V_{\text{tekne}} - V_{\text{akıntı}}$ olur.



$$v_{\text{yer}} = 3v - 4v = -v$$

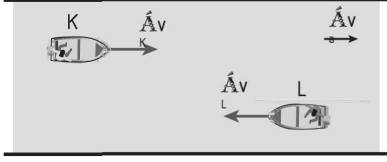


Bağıl Hareket



Örnek

K ve L motorları akıntı hızı $\vec{A}_v$ olan bir ırmakta şekildeki gibi suya göre $\vec{A}_v$ ve $\vec{A}_L$ hızlarıyla hareket ediyor.



Buna göre,

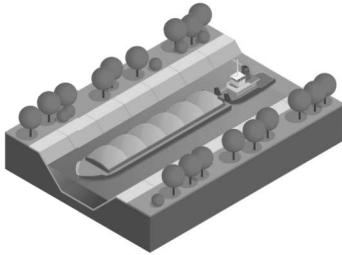
- I. K motorunun yere göre hızı sıfır olabilir.
- II. L motorunun yere göre hızı sıfır olabilir.
- III. v_a azalırsa motorlar aralarındaki uzaklığı daha çabuk kateder.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

Örnek

Akıntı hızının sabit ve 2 m/s olduğu bir ırmakta bir yük teknesi akıntı yönünde suya göre 3 m/s hızla hareket etmektedir. Teknedeki çalışan tekne üzerinde tekneye göre 1 m/s hızla akıntı yönünün tersi yönde yürümektedir.

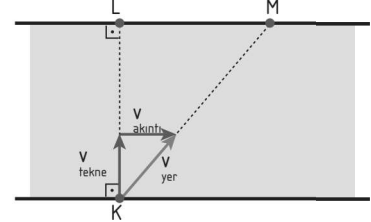


İrmak kenarında akıntı doğrultusunda yürüyen Ahmet, tekne çalışanını duruyormuş gibi gördüğüne göre, Ahmet'in yere göre hızının yönü ve büyüklüğü aşağıdakilerin hangisinde doğru olarak verilmiştir?

- A) Akıntı yönünde, 1 m/s
- B) Akıntı yönünde, 2 m/s
- C) Akıntı yönünde, 4 m/s
- D) Akıntıya zıt yönünde, 2 m/s
- E) Akıntıya zıt yönünde, 4 m/s

ORTAMIN HIZINA DİK DOĞRULTUDAKİ HAREKET

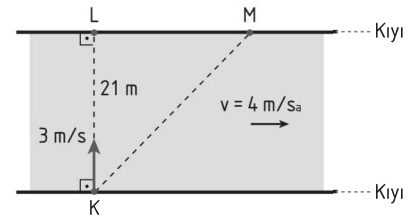
- h Şekilde suya göre $\vec{A}_{\text{tekne}}$ hızıyla ırmağa dik doğrultuda giren tekne ne L noktasına değil, akıntının etkisiyle M noktasına çıkar. Yere göre hız, akıntının hızı ile suya göre hızın bileşkesidir.



- h Hız sabit olduğundan, yol = hız · zaman bağıntısı kullanılarak hangi doğrultudaki yer değiştirme bulunmak isteniyorsa o doğrultudaki bileşke hız alınır. $KL = v_{\text{tekne}} \cdot t$; $LM = v_{\text{akıntı}} \cdot t$ ve $KM = v_{\text{yer}} \cdot t$ dir.
- h Tekne bir boyutta ne kadar süre hareket etmişse diğer boyutta da aynı süre hareket etmiş olur. Bu nedenle bağıntılardaki t'ler eşittir.
- h Akıntı hızı, karşı kıyıya varma süresini etkilemez. Karşı kıyıya varma süresi, ırmağın genişliği ile kayığın akıntıya dik hızı olan $\vec{A}_{\text{tekne}}$ ye bağlıdır.
- h Akıntı hızının artması yere göre hızı artırırken yere göre alınan yol da artırır. Fakat suya göre hız değişmez. Bu da karşı kıyıya varma süresinin değişmemesi demektir.

Örnek

Akıntı hızının $v_a = 4$ m/s olduğu bir ırmakta K noktasından şekildeki gibi suya göre 3 m/s hızla yüzmeye başlayan yüzücü karşı kıyıya M noktasından çıkıyor.

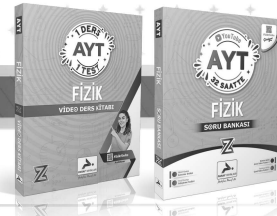


Buna göre, |LM| uzaklığı kaç m'dir?

- A) 21 B) 24 C) 28 D) 30 E) 35

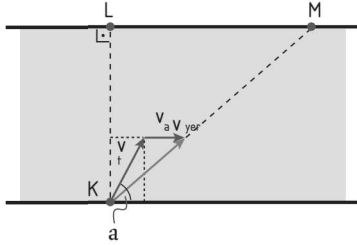


Bağıl Hareket



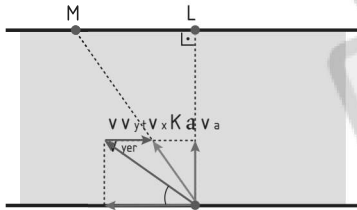
ORTAMIN HIZINA EĞİK DOĞRULTUDAKİ HAREKET

- h Tekne akıntı doğrultusu ile a açısı yapacak şekilde suya göre v hızı ile harekete başlıyor olsun.



- h Teknenin hızı v bileşenlerine (v_x ve v_y) ayrılır. KL uzunluğu hızın dik bileşeni v_y ile alınır. LM mesafesi ise hızın yatay bileşeni v_x ve akıntı hızının bileşkesi ile alınır. $KL = v \cdot t_y$ ($v_y = v \cdot \sin a$) $LM = (v_x + v) \cdot t_a$ ($v_x = v \cdot \cos a$) $KM = v_{yer} \cdot t$ dir.

- h Tekne akıntı yönüne zıt istikamette akıntı doğrultusu ile a açısı yapacak şekilde suya göre v hızı ile harekete başlıyor olsun.



- h Teknenin hızı v bileşenlerine ayrılır. KL uzunluğu hızın dik bileşeni v_y ile alınır. LM mesafesi ise hızın yatay bileşeni v_x ve akıntı hızının bileşkesi ile alınır.

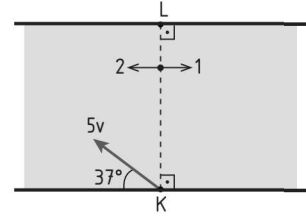
$$KL = v \cdot t_y \quad (v_y = v \cdot \sin a)$$

$$LM = (v_x - v_a) \cdot t \quad (v_x = v \cdot \cos a) \quad KM = v_{yer} \cdot t \text{ dir.}$$

- L $v_x > v_a$ ise motor karşı kıyıya L'nin solundan çıkar.
- L $v_x < v_a$ ise motor karşı kıyıya L'nin sağından çıkar.
- L $v_x = v_a$ ise motor karşı kıyıda L noktasına çıkar.

Örnek

Düzgün ve sabit hızla akan ırmakta K noktasından suya göre $5v$ büyüklüğündeki hız ile yüzen yüzücü karşı kıyıda tam L noktasına varıyor.



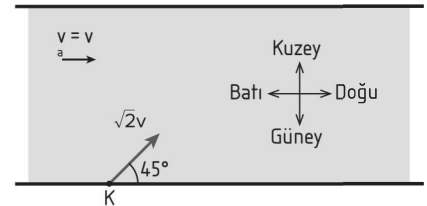
Buna göre, nehrin akıntı hızının yönü ve büyüklüğü aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

($\sin 37^\circ = 0,6$; $\cos 37^\circ = 0,8$; nehrin akıntı hızı her yerinde eşittir.)

- A) 1 yönünde, $3v$ B) 1 yönünde, $4v$ C) 1 yönünde, v
- D) 2 yönünde, $3v$ E) 2 yönünde, $4v$

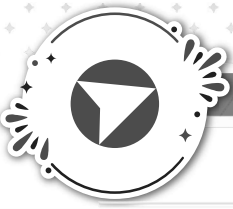
Örnek

Akıntı hızının $v_a = v$ olduğu ırmakta bir motor şekildeki gibi K noktasından kuzeydoğu yönünde karşı kıyıya hareket ediyor. Motor karşı kıyıya geçtikten sonra bu sefer de güneybatı yönünde ilk bulunduğu kıyıya doğru hareket ediyor.

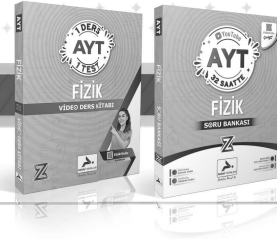


Motor suya göre sabit $\sqrt{2}v$ sürati ile hareket ettiğine göre, aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

- A) Motorun ilk hareket yönünde yere göre sahip olduğu hız, dönerken yere göre sahip olduğu hızdan büyüktür.
- B) Motorun karşı kıyıya geçiş süresi ile karşı kıyıda ilk bulunduğu kıyıya geçiş süresi birbirine eşittir.
- C) Motor K noktasının daha doğusunda karşı kıyıya çıkar.
- D) Motor karşı kıyıda dönüşünde yere göre güney yönünde hareket eder.
- E) Motor karşı kıyıda dönüşünde tekrar K noktasına çıkar.

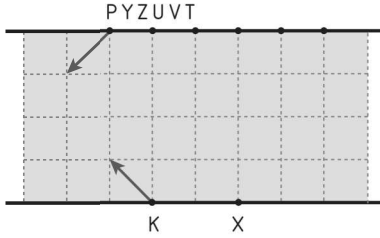


Bağıl Hareket



Örnek

P ve K yüzücüleri, akıntı hızının sabit olduğu bir ırmağın şekildeki noktalarından suya göre verilen hız vektörleri ile yüzmeye başlıyor.

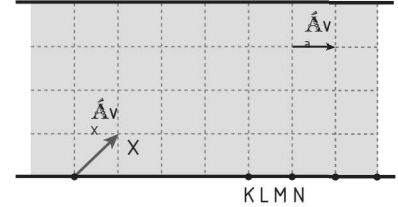


P yüzücüsü karşı kıyıda X noktasına çıktığına göre, K yüzücüsü hangi noktaya çıkar? (Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) Y B) Z C) U D) V E) T

Örnek

Akıntı hızının her yerinde sabit ve $\vec{A}_v$ olduğu bir ırmakta X yüzücüsü yere göre $\vec{A}_v$ hızı ile şekildeki gibi yüzmeye başlıyor. Yüzücü karşı kıyıya çıktıktan sonra suya göre hızını iki katına çıkartarak kıyıya dik olarak tekrar yüzmeye başlıyor.



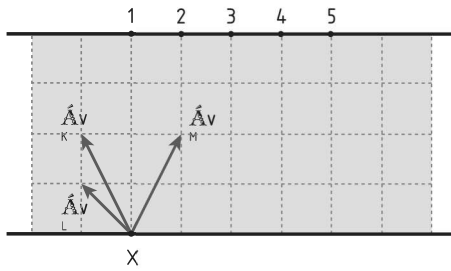
Buna göre, yüzücü hangi noktadan kıyıya çıkar?

(Bölmeler eşit aralıktır.)

- A) K'den B) L'den C) K - L arasından
D) M'den E) N'den

Örnek

Akıntı hızının her yerinde eşit ve kıyıya paralel olduğu bir ırmakta K, L ve M tekneleri şekildeki gibi suya göre $\vec{A}_{vK}$, $\vec{A}_{vL}$ ve $\vec{A}_{vM}$ hızlarıyla X noktasından, harekete geçmiştir.



K ve L tekneleri karşı kıyıda aynı noktaya çıktıklarına göre,

- I. K ve L tekneleri 1 numaralı noktaya çıkmıştır.
II. M teknesi 5 numaralı noktaya çıkmıştır.
III. Teknelerin karşı kıyıya geçme süreleri eşittir.

yargılarından hangileri doğrudur? (Bölmeler eşit aralıktır.)

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

GÜNLÜK HAYAT VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- h Yürüyen bantta yürürken, nehirdeki teknelerin yere göre hızlarını belirlerken, rüzgarlı bir günde bisiklet sürerken bağıl hareket kullanır.
- h Uluslararası Uzay İstasyonu ISS'deki astronotlar, Dünya'nın etrafında yaklaşık saatte 28.000 km hızla seyahat ederler. İstasyonun içindeyken her şey sabitmiş gibi görünür. Ancak, Dünya'daki birine göre, çok yüksek hızda yörüngede dönerler. Daha da ilginç olanı, ISS içindeki bir astronotun perspektifinden Dünya, onların altında hareket ediyormuş gibi görünürken, kendileri istasyonun içinde sabit görünürler.
- h Sanal gerçeklik VR sistemlerinde, bağıl hareket, etkileyici bir deneyim yaratmak için çok önemlidir. Kullanıcı başını veya vücudunu hareket ettirdiğinde, sistem hareketlerini sanal ortamla ilişkilendirerek sahneyi ayarlar. Bu, kullanıcının hareketlerine göre sanal dünyadaki nesnelerin hareket ediyormuş gibi göründüğü bir 3D alanla etkileşim yanılması yaratır.
- h Birden fazla dron veya robot birlikte çalıştığında, sürü robotiklerinde olduğu gibi, birbirlerinin bağıl hareketini dikkate almaları gerekir. Çarpışmaları önlemek ve koordineli bir şekilde hareket etmek için her dron, diğerlerine göre hızını hesaplar. Bu, dronların teslimat veya gözetim gibi görevleri senkronize bir şekilde gerçekleştirmelerini sağlar.