



Kaldırma Kuvveti

KALDIRMA KUVVETİ

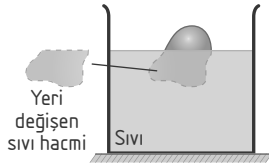
Küçük bir demir bilye suya batarken demirden yapılmış dev gemiler suda yüzebilmekte, içlerine yüklenen tonlarca kütleli yükleri de kolaylıkla taşıyabilmektedir. Küçük bir çocuk balonu havada yükselmezken, dev sıcak hava balonları insanlarla birlikte yükselbilmektedir.



- Cisimlerin batmadan yüzebildiği ortam yalnızca sıvılar değildir. Havada serbest bıraktığımız küçük bir elma hızla yere düşmesine rağmen seyahat balonları havada askıda kalabilir ya da yuvarlıklara çıkabilir.

SIVILARIN KALDIRMA KUVVETİ

- Hacminin tamamı ya da bir kısmı sıvı içine batan bir cisme, sıvı tarafından uygulanan kaldırma kuvveti, cismin yerini değiştirdiği sıvının ağırlığına eşittir. Bu durum Arşimet ilkesi olarak bilinir.



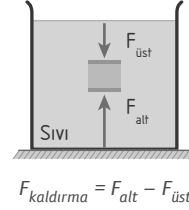
- Bir cisim, bir sıvının içine konulduğunda, batan hacmine eşit hacimde sıvının yerini değiştirir. Yeri değişen sıvı hacmi, cismin sıvıya batan hacmine eşittir.
- Yeri değişen sıvının ağırlığı $G = m \cdot g$ bağıntısı ile bulunur. $m = d \cdot V$ 'dir. V ; batan hacme eşittir. Dolayısıyla $G = V_b \cdot d_s \cdot g$ olur. Bu değer, kaldırma kuvvetine eşittir.

$$F_K = V_b \cdot d_s \cdot g$$

- Sıvıya batan bir cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğü; cismin sıvıya batan hacmiyle, sıvının özkütlesiyle ve ortamın yer çekimi ivmesiyle doğru orantılıdır.

NOT

Sıvı içindeki cisimlere etki eden kaldırma kuvveti, cisme yukarı ve aşağı yönde etki eden sıvı basınç kuvvetlerinin farkından kaynaklanır. Cismin yan yüzeyine uygulanan basınç kuvvetlerinin bileşkesi sıfırdır.

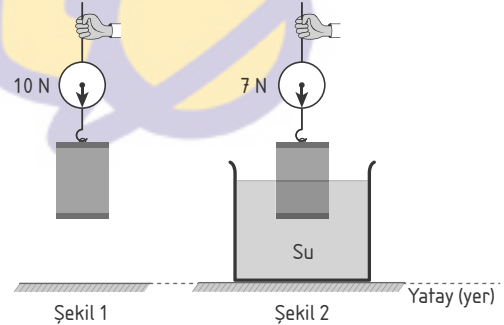


NOT

- Cisimler sıvı içinde kaldırma kuvveti kadar hafifler.
- Cisme uygulanan kaldırma kuvveti cismin ağırlığına eşitse cismin sıvı içindeki ağırlığı sıfırdır.

ÖSYM Benzeri

Bir cisim önce havada, sonra da yarısı su içinde olacak biçimde Şekil 1 ve Şekil 2'deki gibi tartılmış, dinamometre sırasıyla 10 N ve 7 N değerlerini göstermiştir.



Her bir durum için cisim dengede olduğuna göre,

- I. Cismin yarısı su içindeyken cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğü 7 N'dir.
- II. Cismin yarısı su içindeyken cisme etki eden kaldırma kuvvetinin büyüklüğü 3 N'dir.
- III. Cisim suya tamamen batarsa dinamometre sıfır değerini gösterir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

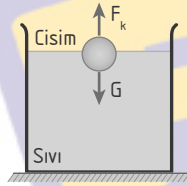


Kaldırma Kuvveti

Çözüm..

YÜZME ŞARTI

- Cisim, hacminin bir kısmı sıvı dışında kalacak şekilde dengededir.
- Cisim kendi hacminden daha küçük hacimde sıvının yerini değiştirir. Diğer bir ifadeyle, taşma düzeyine kadar sıvı dolu kaba bırakılan cisim kendi hacminden daha küçük hacimde sıvı taşırır.



- Cisim, zıt yönlü ağırlık ve kaldırma kuvvetlerinin etkisinde dengededir. Cismin ağırlığı, kaldırma kuvvetine eşit büyüklüktedir.

$$G = F_k$$

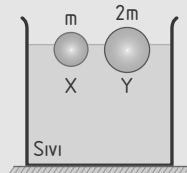
$$V_c \cdot d_c \cdot g = V_b \cdot d_s \cdot g$$

- Yüzen cisimlerin özkütlesi, sıvı özkütlesinden küçüktür.

$$d_{\text{cisim}} < d_{\text{sıvı}}$$

- Cisim sıvı içinden serbest bırakılırsa hızlanarak yukarı çıkar.

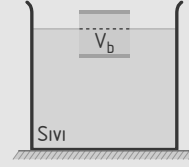
- Yüzen cisimler için cismin özkütlesi, daima sıvı özkütlesinden küçüktür.



Kütleleri m ve $2m$ olan X ve Y cisimleri şekildeki gibi yüzüyor olsun. X 'in ağırlığı G ise Y 'ninki $2G$ 'dir.

Yüzen cisme etki eden kaldırma kuvveti ağırlığa eşit olduğu için X 'e etki eden kaldırma kuvveti $F = G$ 'dir.

Y için de $2F = 2G$ 'dir.



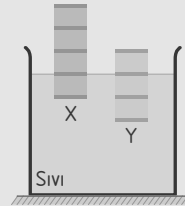
- Yüzen cisimler için denge şartından cismin batma oranı bulunur.

$$\frac{V_b}{V_c} = \frac{d_c}{d_s}$$

(V_c : Cismin hacmi, V_b : Batan hacim,
 d_c : Cismin özkütlesi, d_s : Sıvının özkütlesi)

- Ortamın yer çekimi ivmesinin değişimi, yüzen cisimlerdeki batma oranını değiştirmez.
- Yüzen cisimlerde özkütle azaldıkça batan hacim de azalır.

- Yüzen iki cismin batan hacimlerinin oranı; cisimlerin ağırlıklarının ve cisimlere etki eden kaldırma kuvvetlerinin oranına eşittir.



Eşit hacim bölmeli X ve Y cisimleri şekildeki gibi yüzüyor olsun.

X 'in batan hacmi V ise Y 'nin batan hacmi $2V$ 'dir.

Batan hacim ile kaldırma kuvveti doğru orantılıdır. Bu durumda X ve Y 'ye etki eden kaldırma kuvvetlerine sırasıyla F ve $2F$ denilebilir.

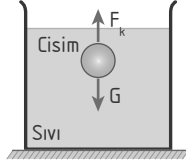
Kaldırma kuvvetleri cisimlerin ağırlıklarına eşit büyüklüktedir. X için $F = G$ ise Y için $2F = 2G$ 'dir.

Cisimlerin özkütlesi oranı için $\frac{V_b}{V_c} = \frac{d_c}{d_s}$ bağıntıları yorumlanabileceği gibi "kütle = hacim-özkütle" bağıntıları da kullanılabilir.



ASKIDA KALMA ŞARTI

- Cisim, hacminin tamamı sıvı içinde olacak ve tabana değmeyecek biçimde dengededir.



- Cisim, zıt yönlü ağırlık ve kaldırma kuvvetlerinin etkisinde dengededir.
- Cismin ağırlığı, kaldırma kuvvetine eşit büyüklüktedir.

$$G = F_k$$

$$V_c \cdot d_c \cdot g = V_b \cdot d_s \cdot g$$

- Askıda kalan cismin hacmi, batan hacme eşit olduğu için cismin özkütlesi sıvı özkütlesine eşittir.

$$d_{\text{cisim}} = d_{\text{sıvı}}$$

NOT

- Tamamen sıvıya batmış olan bir cisme etki eden kaldırma kuvveti (sıvı basınç kuvvetlerinin bileşkesi), cismin sıvı içindeki konumuna (derinliğine) bağlı değildir.
- Özkütlesi sıvının özkütlesine eşit olan cisim, sıvı içinde, bırakıldığı noktada dengede kalır.

ÖSYM Benzeri

Homojen bir cisim sıvı yağ dolu kaba bırakıldığında hacminin birazı batarak yüzüyor.

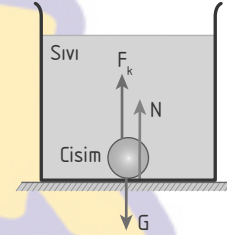
Aynı cisim su dolu kaba bırakılıp denge sağlandığında cismin batan kısmının hacmi ile cisme etkiyen kaldırma kuvveti yağdaki durumuna göre nasıl değişir? (Suyun özkütlesi yağkinden büyüktür.)

	Cismin Batan Kısmının Hacmi	Cisme Etkiyen Kaldırma Kuvveti
A)	Azalar	Değişmez
B)	Artar	Azalar
C)	Değişmez	Değişmez
D)	Azalar	Artar
E)	Değişmez	Azalar

Çözüm..

BATMA ŞARTI

- Cisim sıvıya bırakıldığında tabana batarak dengelenir.



- Cisim; ağırlık (G), kaldırma kuvveti (F_k) ve yüzey tepki kuvvetinin (N) etkisinde dengededir.
- Cismin ağırlığı; yüzey tepki kuvveti ile kaldırma kuvvetinin toplamına eşit büyüklüktedir.

$$G = N + F_k$$

- Cismin ağırlığı, kaldırma kuvvetinden ve yüzey tepki kuvvetinden büyüktür.

$$G > F_k$$

$$V_c \cdot d_c \cdot g > V_b \cdot d_s \cdot g$$

- Batan hacim, cismin hacmine eşittir.
- Cismin özkütlesi sıvı özkütlesinden büyüktür.

$$d_{\text{cisim}} > d_{\text{sıvı}}$$

- Sıvıya bırakılan cisim kap tabanına kadar hızlanarak iner.

NOT

- Bırakıldığında sıvıya batan cisimlerin sıvı içindeki ağırlığı yüzey tepki kuvvetine (N) eşittir.



Kaldırma Kuvveti

ÖSYM Benzeri

Tamamen su dolu bir taşıma kabına suda çözünmeyen K ve L katı cisimleri ayrı ayrı yavaşça bırakıldığında; her ikisinin eşit hacimde su taşıdığını gözlemleniyor fakat cisimlerin sudaki denge durumları hakkında bir şey bilinmiyor.

Yalnızca bu gözleme göre, K ve L için;

- I. suyun uyguladığı kaldırma kuvveti,
- II. hacim,
- III. özkütle

niceliklerinden hangileri kesinlikle eşittir?

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

Çözüm..

NOT

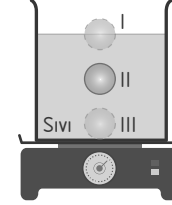
- Özkütlesi suyun özkütlesinden büyük olan cisimler suda batarken gemi gibi dev araçların suda batmaması, onların hacimlerinin büyütülmesi ile mümkün olmuştur.
- Metal bir cisim suda batar fakat bu cisim bir tas haline getirilerek suya bırakıldığında suda yüzer. Cisim kendi ağırlığını dengelemek için kendi maddesel kısmının hacminden daha büyük bir hacim kullanır.



Dev gemiler, büyütülmüş hacimleri sayesinde yüzebilmektedir.

KAPLARDAKİ AĞIRLAŞMA ŞARTLARI

- Cisim konulduğunda kaptan sıvı taşmıyor ise kaptaki ağırlaşma miktarı cismin ağırlığı kadar olur. Cismin sıvı içindeki denge konumu bu durumu etkilemez.



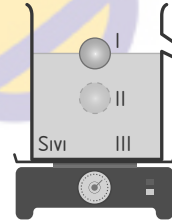
Cisim; I, II ve III konumlarından herhangi birinde dengelendiğinde kaptaki ağırlaşma, cismin ağırlığı kadar olur.

NOT

Bir kaba bir cisim bırakıldığında kaptaki ağırlaşma miktarı; kaba gelen ağırlık ile kaptan taşan ağırlığın farkı kadar olur.

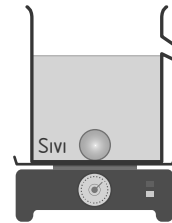
$$G_{\text{ağırlaşma}} = G_{\text{gelen}} - G_{\text{taşan}}$$

- İçinde taşma seviyesine kadar sıvı bulunan kaba bir cisim bıraktığında cisim yüzüyorsa ya da askıda kalıyorsa kaptaki ağırlaşma olmaz. Çünkü bu durumlarda kaptan cismin ağırlığına eşit ağırlıkta sıvı taşar.



I ya da II konumunda dengede kalan cismin, taşma düzeyine kadar dolu kaptan taşıdığı sıvının ağırlığı cismin ağırlığına eşittir. Bu nedenle kaptaki ağırlaşma olmaz.

- Taşıma kabına bırakılan cisim dibine batıyorsa kaptaki ağırlaşma miktarı cismin ağırlığı ile taşan sıvının ağırlığının farkına eşit değerdedir.



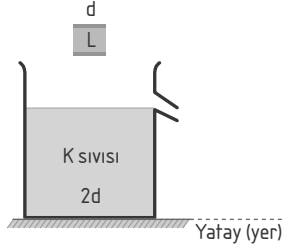
$$Ağırlaşma = G - F_K$$

(G: Cismin ağırlığı, F_K : Kaldırma kuvveti)



ÖSYM Benzeri

Yatay bir düzlemde bulunan şekildeki taşırma kabı $2d$ özkütleli K sıvısı ile taşma seviyesine kadar doludur. Sıvı içinde çözünmeyen d özkütleli L katı cisim bu kaba yavaşça bırakılıyor.



Taşırma kabından bir miktar sıvı taşıp sistem dengeye geldiğine göre,

- I. Kapta ağırlaşma olmamıştır.
- II. Taşan sıvının kütlesi, cismin kütlesine eşittir.
- III. Taşan sıvının hacmi, cismin hacmine eşittir.

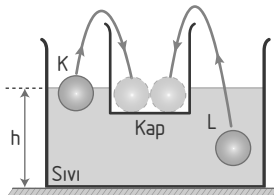
yargılarından hangileri doğrudur?

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

Çözüm..

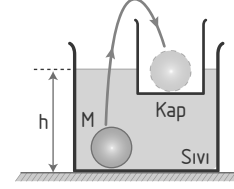
BAZI ÖZEL DURUMLAR

- K ve L cisimleri ve boş bir kap bir sıvıda şekildeki gibi dengede iken sıvı yüksekliği h 'dir. Cisimler kutu içine konulup yüzdürüldüğünde sıvı yüksekliği (h) değişmez.



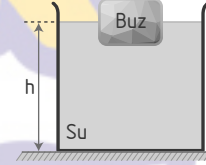
- Gerek K, gerek L cisimi iki konumda da aynı miktar hacim batırmıştır. İlk durumda cisimler kendi hacimlerini, ikinci durumda kabın hacmini kullanmıştır.

- Şekilde, sıvı içinde batmış olan M cismi sıvıdan çıkarılıp kutu içine konulunca, sıvı yüksekliği (h) artar.



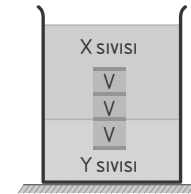
- Kutu içine konulan M cismi kutu ile birlikte yüzdüğü için ilk durumundakinden daha fazla hacim batırmış, kendisine uygulanan kaldırma kuvvetini artırmıştır. Batan hacim artınca sıvı yüksekliği (h) de artmıştır.

- Katı bir cisim kendi sıvısında yüzüyorsa cisim eridiğinde sıvı seviyesi değişmez.



- Suda yüzen buz eridiğinde, kaptaki su yüksekliği (h) değişmez. Aynı buz, suya tamamen batırıldığında su içinde iken erirse kaptaki su yüksekliği azalır.

- Bir cisim birbirine karışmayan iki sıvı arasında dengelenmişse cisme, her iki sıvı da (kendi içinde bulunan hacimlerine) kaldırma kuvveti uygular.



- Cismin ağırlığını, X ve Y sıvılarının cisme uyguladığı kaldırma kuvvetlerinin toplamı dengelemiştir.

$$G = F_X + F_Y$$

$$G = 2V \cdot d_X \cdot g + V \cdot d_Y \cdot g$$



Kaldırma Kuvveti

GAZLARIN KALDIRMA KUVVETİ

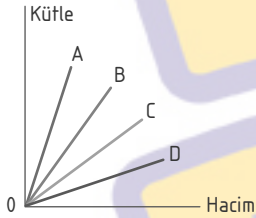
- Arşimet ilkesi gazlar için de geçerlidir. Gazların uyguladığı kaldırma kuvveti sıvılarda olduğu gibi cismin hacmi, gazın yoğunluğu ve yer çekimi ivmesi niceliklerine bağlıdır.
- Hava ortamında cisimlere hava tarafından uygulanan kaldırma kuvvetinin (F_K) büyüklüğü aşağıdaki formül ile hesaplanır.

$$F_K = V_c \cdot d_h \cdot g$$

V_c : Cismin hacmi, d_h : Havanın özkütlesi, g : Ortamın yer çekimi ivmesi

ÖSYM Benzeri

Yapılan bir deneyde şişirilerek ağzı kapatılan bir balonun hava ortamında yükselmesinin bağlı olduğu bazı koşullar araştırılıyor. Sıcaklıkları eşit olan A, B, C ve D gazlarının bu sıcaklık ve sabit basınçtaki kütle - hacim grafiği aşağıdaki gibidir.



Deneyin yapıldığı hava ortamı A, B, C veya D gazlarından oluşabileceği gibi balon da bu gazlarla doldurulabilir.

Balonun ağırlığı ihmal edildiğine göre;

	Hava ortamı	Balon
I.	A	B ve D karışımı
II.	B	A
III.	C ve D karışımı	C

durumlarından hangilerinde balon yerden havalanabilir?

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

Çözüm..

KALDIRMA KUVVETİNİN GÜNLÜK HAYATTAKİ VE TEKNOLOJİDEKİ YERİ

- Bütün deniz ve su taşımacılığı kaldırma kuvveti sayesinde yapılmaktadır.
- Isıtılan hava ve sıcak hava balonları, kaldırma kuvvetini kullanarak yükselirler.



- Kaplumbağa kabukları, kaldırma kuvveti sayesinde kaplumbağaların su içinde hafiflemesini sağlar.
- Kaldırma kuvveti, şamandıraların ve deniz fenerlerinin su yüzünde kalabilmesini sağlar. Bu yapılar, gemilere navigasyon konusunda yardımcı olur.



Seyir şamandırası

ÖSYM	ÖSYM'nin 2018 yılı ve sonrası TYT'de ve MSÜ'de [*] Basınç ve Kaldırma Kuvveti ünitesinden sorulduğu soruların yıllara ve konulara göre dağılımı					
	2023	2022	2021	2020	2019	2018
Katı Basıncı	-	-	1	-	-	-
Sıvı Basıncı	-	-	-	-	-	-
Atmosfer, Gaz, Akışkan Basıncı	-	1	1*	1	-	1*
Kaldırma Kuvveti	1 + 1*	2*	-	1	1*	1