Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi, Kurtulma ve Bağlanma Enerjisi

İki gök cismi arasındaki kütle çekim potansiyel enerjisini açıklar ve negatif işaretin fiziksel anlamını yorumlar. · Gezegen yüzeyindeki bir cismin çekim alanından tamamen çıkması için gereken kurtulma enerjisini ve kurtulma hızını analiz eder. · Yörüngede dolanan bir uydunun toplam mekanik enerjisini ve bağlanma enerjisini yörünge yarıçapıyla ilişkilendirir.

HATIRLAYALIM

- Kütle çekim potansiyel enerjisi $E_p = -G \cdot \frac{M \cdot m}{d}$ olup sonsuzda sıfırdır ($d \to \infty$ iken $E_p = 0$); uzaklık arttıkça E_p artar.
- Gezegen yüzeyinden kurtulma enerjisi $E_{kurtulma} = +G \cdot \frac{M \cdot m}{R}$ ve kurtulma hızı $v_{kurtulma} = \sqrt{\frac{2 \cdot G \cdot M}{R}}$ olup cismin kütlesine (m) bağlı değildir.

1 EŞLEŞTİRME

Kütle çekim enerjileri ve uydu dinamiğine ait kavramları matematiksel bağıntılarıyla eşleştiriniz.

Potansiyel (Ep)	Kurtulma (Ekurt)	Toplam (Et)	Bağlanma (Ebağ)
-G·M·m / d	+G·M·m / R	-G·M·m / (2r)	+G·M·m / (2r)

☐ 1. Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi — **a)** $E_p = -G \cdot \frac{M \cdot m}{d}$

☐ 2. Yüzeyden Kurtulma Enerjisi — **b)** $E_t = -\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$

☐ 3. Uydunun Toplam Mekanik Enerjisi — **c)** $E_{kurtulma} = +G \cdot \frac{M \cdot m}{R}$

2 DOĞRU MU, YANLIŞ MI?

Kütle çekim potansiyel, kurtulma ve bağlanma enerjisiyle ilgili ifadelerden doğru olanlara D, yanlış olanlara Y yazınız.

Sonsuzda Ep	Kurtulma Hızı	Kinetik Enerji	Güneş
d → ∞ iken Ep = 0	Kütleye (m) bağlı değil	+G·M·m / (2r)	En yüksek kurtulma hızı

	D	Y
Kütle çekim potansiyel enerjisi iki gök cismi arasındaki uzaklık sonsuz olduğunda sıfır kabul edilir.	☐	☐
Bir gezegenin yüzeyinden fırlatılan roketin kurtulma hızı roketin kütlesi arttıkça artar.	☐	☐
R yarıçaplı çembersel yörüngede dolanan uydunun kinetik enerjisi $E_k = +\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$ kadardır.	☐	☐
Güneş sisteminde yüzeyinden kurtulma hızı en büyük olan gök cismi Güneş'tir.	☐	☐

3 AÇIK UÇLU · DÜŞÜN

Kütle çekim potansiyel enerjisi ve uydunun toplam mekanik enerjisi bağıntılarının önünde neden eksi (-) işareti bulunduğunu

4 ÇOKTAN SEÇMELİ

Görseldeki gibi M kütleli gezegen etrafında r yarıçaplı yörüngeden 2r yarıçaplı yörüngeye çıkarılan m kütleli

UYDU YÖRÜNGESİ: r → 2r ÇIKARILDIĞINDA ENERJİ DEĞİŞİMİ

Potansiyel ve Toplam	Kinetik Enerji (Ek)	Bağlanma Enerjisi
Sıfıra yaklaşır, ARTAR	Hız düşer, AZALIR	Koparmak kolay, AZALIR

(A) Potansiyel ve toplam enerjisi artar, bağlanma enerjisi azalır.

(B) Potansiyel enerjisi azalır, kinetik enerjisi artar.

(C) Kinetik ve bağlanma enerjisi artar, toplam enerjisi azalır.

(D) Potansiyel, kinetik ve toplam enerjisi değişmez.

5 KISA CEVAP

Aynı gezegenin yüzeyinden fırlatılan m ve 3m kütleli iki uzay aracının kurtulma enerjileri ve kurtulma hızları arasındaki ilişki nedir?

KURTULMA ENERJİSİ VE KURTULMA HIZI İLİŞKİSİ

E(kurtulma) = +G·M·m / R (Cismin m kütlesiyle doğru orantılıdır)

v(kurtulma) = √(2·G·M / R) (Cismin m kütlesine bağlı DEĞİLDİR!)

6 TABLOYU TAMAMLA

r yarıçaplı yörüngede dolanan ve potansiyel enerjisi $E_p = -2E$ olan bir uydunun enerji tablosunu E cinsinden tamamlayınız.

Enerji Türü	Genel Bağıntı	$E_p = -2E$ İken Değeri
Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi (E_p)	$-G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$	
Kinetik Enerji (E_k)	$+\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$	
Toplam Mekanik Enerji (E_t)	$-\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$	
Bağlanma Enerjisi ($E_{bağlanma}$)	$+\frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$	

7 SIRALAMA

Görseldeki Güneş sistemi gök cisimlerini yüzeylerinden kurtulma hızlarına göre küçükten büyüğe doğru sıralayınız.



- [ ] Ay (Yüzeyinden kurtulma hızı en düşük gök cismi: ~8.280 km/h)
- [ ] Güneş (Sistemdeki tüm kütlenin merkezinde yer alan yıldız)
- [ ] Mars (Kütlesi ve çekim ivmesi Dünya'dan küçük gezegen)
- [ ] Jüpiter (Gezegenler içinde kurtulma hızı en yüksek dev gezegen)

8 BOŞLUK DOLDURMA

Cümlelerdeki boşlukları kutudaki kavramlarla tamamlayınız.

ÇEKİM ALANINDAN KURTULMA VE BAĞLANMA ENERJİSİ

üzeyden Sonsuza: Kurtulma Enerjisi · Yörüngeden Sonsuza: Bağlanma Enerjis

Negatif (-) toplam enerji, uydunun gezegene kütle çekimiyle bağlı olduğunu gösterir.

kurtulma | bağlanma | merkezcil | bağlı

1. Gezegen yüzeyindeki cismi çekim alanından tamamen çıkarmak için gereken minimum enerjiye _____ enerjisi denir.
2. Yörüngede dolanan uydunun toplam enerjisini sıfır yaparak yörüngeden koparan enerjiye _____ enerjisi denir.
3. Kütle çekim potansiyel enerjisi bağıntısındaki eksi (-) işareti sistemin çekim kuvvetiyle _____ olduğunu gösterir.

9 ŞİFRELİ KELİME

İpuçlarına karşılık gelen kavramları yazarak anahtar kelimeyi bulunuz.

Gezegen etrafında belirli bir yörüngede dolanan gök cismi veya uzay aracı (4 harf) ☐☐☐☐

İş yapabilme yeteneği; birimi Joule olan skaler büyüklük (6 harf) ☐☐☐☐☐☐

Uydunun gezegen etrafında izlediği çembersel veya eliptik yol (7 harf) ☐☐☐☐☐☐☐

Turuncu kutulardaki harfler yukarıdan aşağıya:

_____

10 ÇOKTAN SEÇMELİ

Görseldeki M kütleli gezegen etrafında 3d yarıçaplı yörüngede 9m kütleli X uydusu, 4d yarıçaplı yörüngede 12m kütleli Y uydusu dolanmaktadır. Potansiyel enerjileri oranı $\frac{E_p(X)}{E_p(Y)}$ kaçtır?

YÖRÜNGE KARŞILAŞTIRMASI: X VE Y UYDULARI

X Uydusu: Kütle = 9m, Yörünge Yarıçapı = 3d → Ep(X) = -3·G·Mm/d

Y Uydusu: Kütle = 12m, Yörünge Yarıçapı = 4d → Ep(Y) = -3·G·Mm/d

A) 1

B) $\frac{3}{4}$

C) $\frac{4}{3}$

D) $\frac{9}{16}$

11 EŞLEŞTİRME

Uydunun yörünge yarıçapı (r) artırıldığında fiziksel niceliklerde gerçekleşen değişimleri eşleştiriniz.

Hız ve Ek	Potansiyel (Ep)	Toplam (Et)	Bağlanma (Ebağ)
Azalır (v ∝ 1/√r)	Artar (0'a yaklaşır)	Artar (Üst yörünge)	Azalır (Kolay kopar)

- [ ] 1. Çizgisel Hız (v) ve Kinetik Enerji (E_k)
- [ ] 2. Kütle Çekim Potansiyel Enerjisi (E_p)
- [ ] 3. Toplam Mekanik Enerji (E_t)

a) Dışarıdan iş yapılarak üst yörüngeye çıkıldığı için artar

b) Gezegenden uzaklaşıldığı için azalır

c) Negatif değeri sıfıra yaklaştığı için artar

12 DOĞRU MU, YANLIŞ MI?

Uydu enerjileri ve kurtulma hızıyla ilgili ifadelerden doğru olanlara D, yanlış olanlara Y yazınız.

	D	Y
Bir uydunun bağlanma enerjisi büyüklükçe toplam mekanik enerjisinin mutlak değerine eşittir ($E_{bağlanma} = \|E_t\|$).	☐	☐
Yörüngede dolanan bir uydunun potansiyel enerjisinin büyüklüğü kinetik enerjisinin iki katıdır ($\|E_p\| = 2E_k$).	☐	☐
Gezegene daha yakın yörüngede dolanan özdeş bir uydunun bağlanma enerjisi daha küçüktür.	☐	☐
Kütle çekim potansiyel enerjisinin SI birim sistemindeki birimi Joule'dür (J).	☐	☐

derskutusu.com · © Ders Kutusu · Tüm hakları saklıdır.