

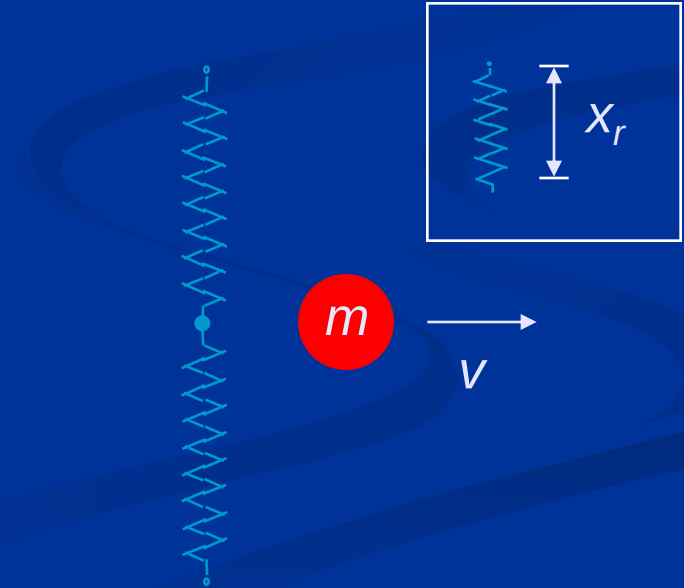
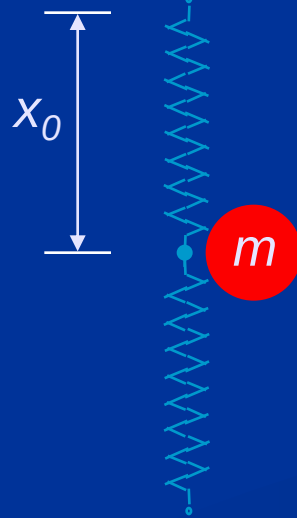
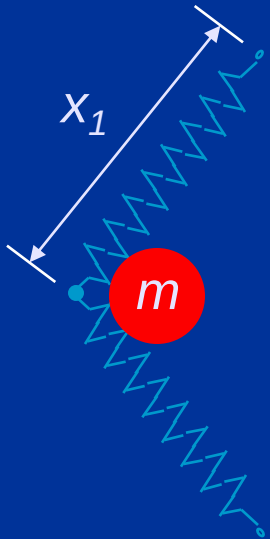
Fizik 101: Ders 12

Ajanda

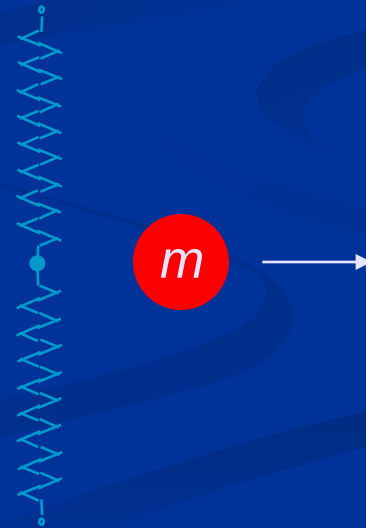
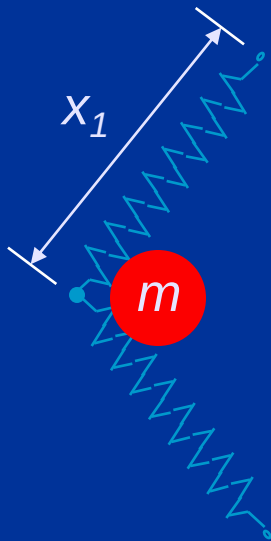
- Problemler İş & Enerji
- Potansiyel Enerji, Kuvvet, Denge
- Güç

Problem: Yaylı Sapan

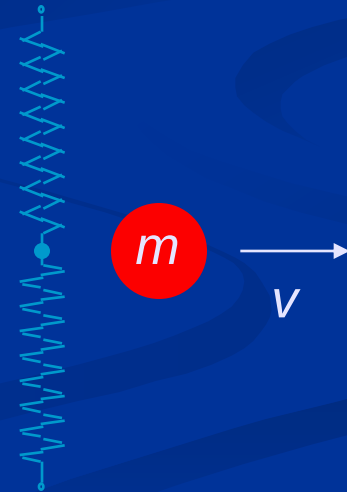
- Yay sabiti k olan iki yaydan bir sapan yapılmıştır. Her iki yayın başlangıç uzunluğu x_0 . Kütlesi m olan bir taş iki yayın birleştiği noktaya yerleştirilip yaylar geri çekilmiştir. Gerilen yayların uzunluğu x_1 dir. Sonra yay bırakılır ve taş yaydan ayrılır. Taşın yaydan ayrıldıktan sonraki hızı v nedir? (Her iki yayın durgun uzunluğu x_r).



Problem: Yaylı Sapan

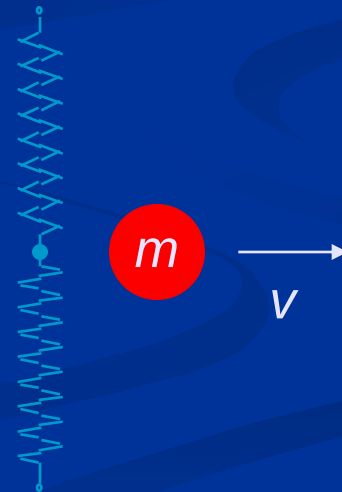
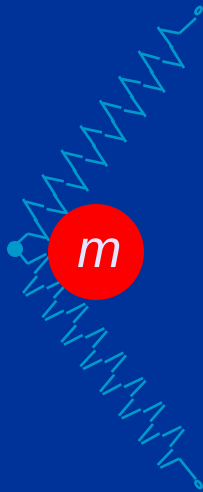


Problem: Yaylı Sapan



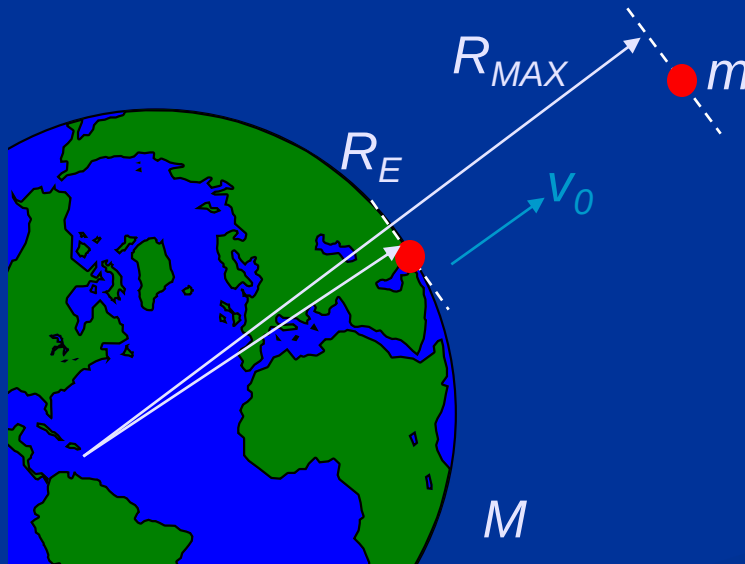
Problem: Yaylı Sapan

$$\frac{1}{2}mv^2 = -k\left((x_0 - x_r)^2 - (x_1 - x_r)^2\right)$$

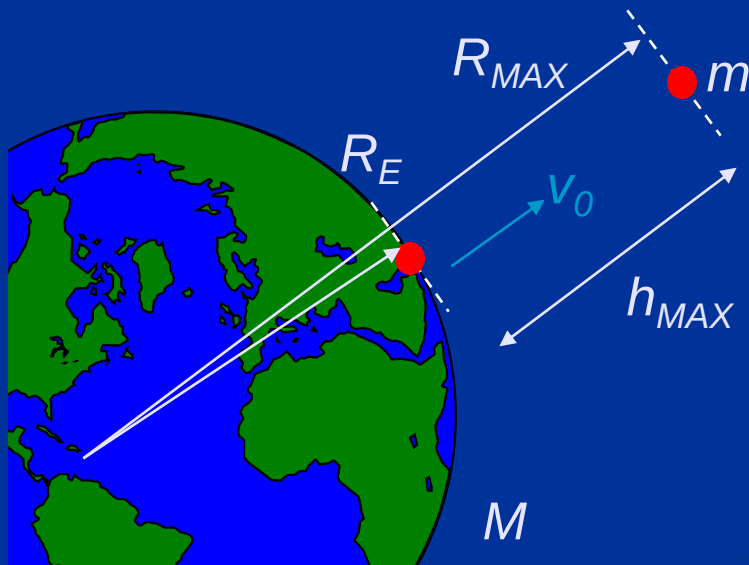


Problem: Yüksekliği nedir?

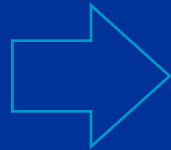
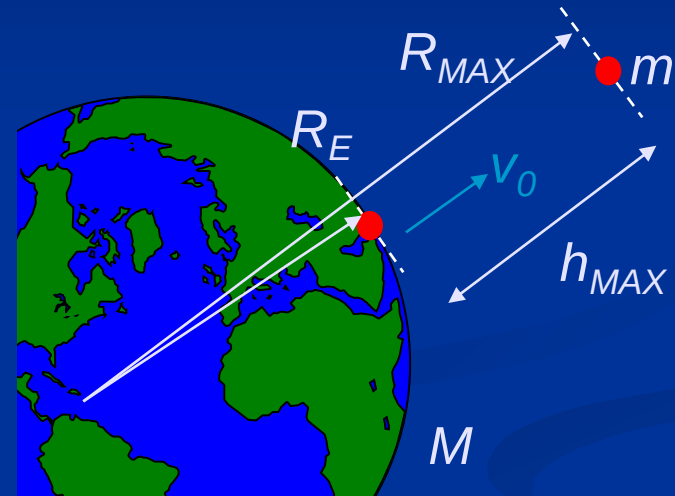
- Kütle m olan bir mermi yer yüzeyinden v_0 hızıyla fırlatılır. Merminin yere dönmeye başladığı noktadan R_{MAX} yer merkezine olan uzaklığı nedir?



Problem: Yüksekliği nedir...



Problem: Yüksekliği nedir...



$$R_{MAX} = \frac{R_E}{1 - \frac{v_0^2}{2gR_E}}$$

Kaçış Hızı

$$R_{MAX} = \frac{R_E}{1 - \frac{v_0^2}{2gR_E}}$$



$$v_0 = \sqrt{2gR_E}$$

Kaçış Hızı

■ $g = \frac{GM}{R_E^2}$ olduğunu hatırla tutarak kütlesi M_p ve yarıçapı R_p olan bir gezegenden kaçış hızı : $v_{esc} = \sqrt{2 \frac{GM_p}{R_p}}$

(Burada $G = 6.67 \times 10^{-11} m^3 kg^{-1} s^{-2}$).

	$R_p(m)$	$M_p(kg)$	$g_p(m/s^2)$	$v_{esc}(m/s)$
Dünya	6.378×10^6	5.976×10^{24}	9.81	11.2×10^3
Ay	1.737×10^6	7.349×10^{22}	1.62	2.38×10^3
Jupiter	7.149×10^7	1.900×10^{27}	24.8	59.5×10^3
Güneş	6.950×10^8	1.989×10^{30}	275	$618. \times 10^3$

Ders 12, Soru 1

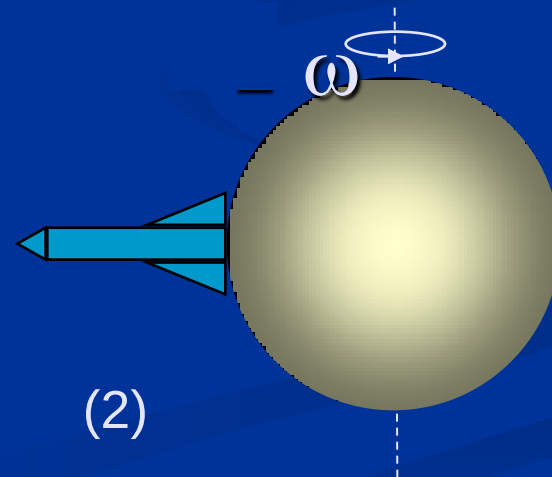
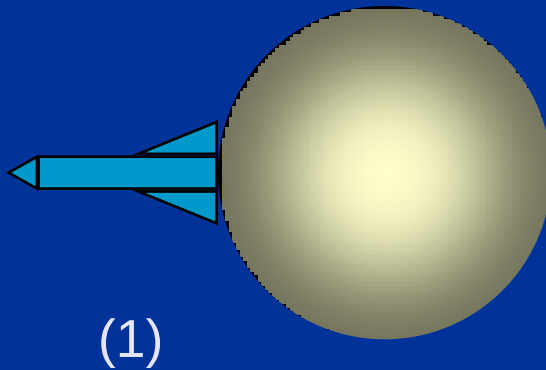
Kaçış Hızı

- Özdeş iki uzay gemisi, kütleleri aynı, değişik iki gezegende fırlatılmak üzere beklemektedir. Gezegen 1 durgun ve gezegen 2 ω açısal hızıyla dönmektedir.
 - Sonsuza uçmak için hangi uzay gemisinde daha fazla yakacağa gerek vardır?

(a) 1

(b) 2

(c) aynı



Ders 12, Soru 1

Çözüm

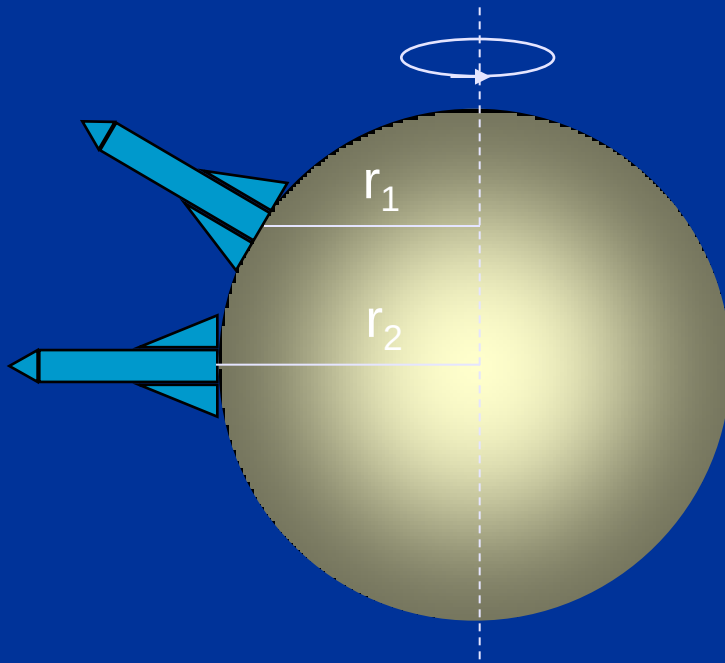
- Sonsuza uçmak için her iki uzay gemisi de aynı kaçış hızına sahip olmalıdır.
- Dolayısıyla aynı kinetik enerjiye sahip olmalıdır.
- Başlangıçta her ikisinin potansiyel enerjisi de aynıdır..
- *Uzay gemisi 2* başlangıçta bir miktar kinetik enerjiye sahiptir, dolayısıyla sonsuza ulaşmak için daha az iş yapar (yani daha az yakıta ihtiyacı vardır).

Ders 12, Soru 1

Çözüm

$$v = \omega r$$

- Bu nedenledir ki uzay istasyonları ekvatora yakın yerlerde konuşlandırılır.



$$r_2 > r_1$$

↓

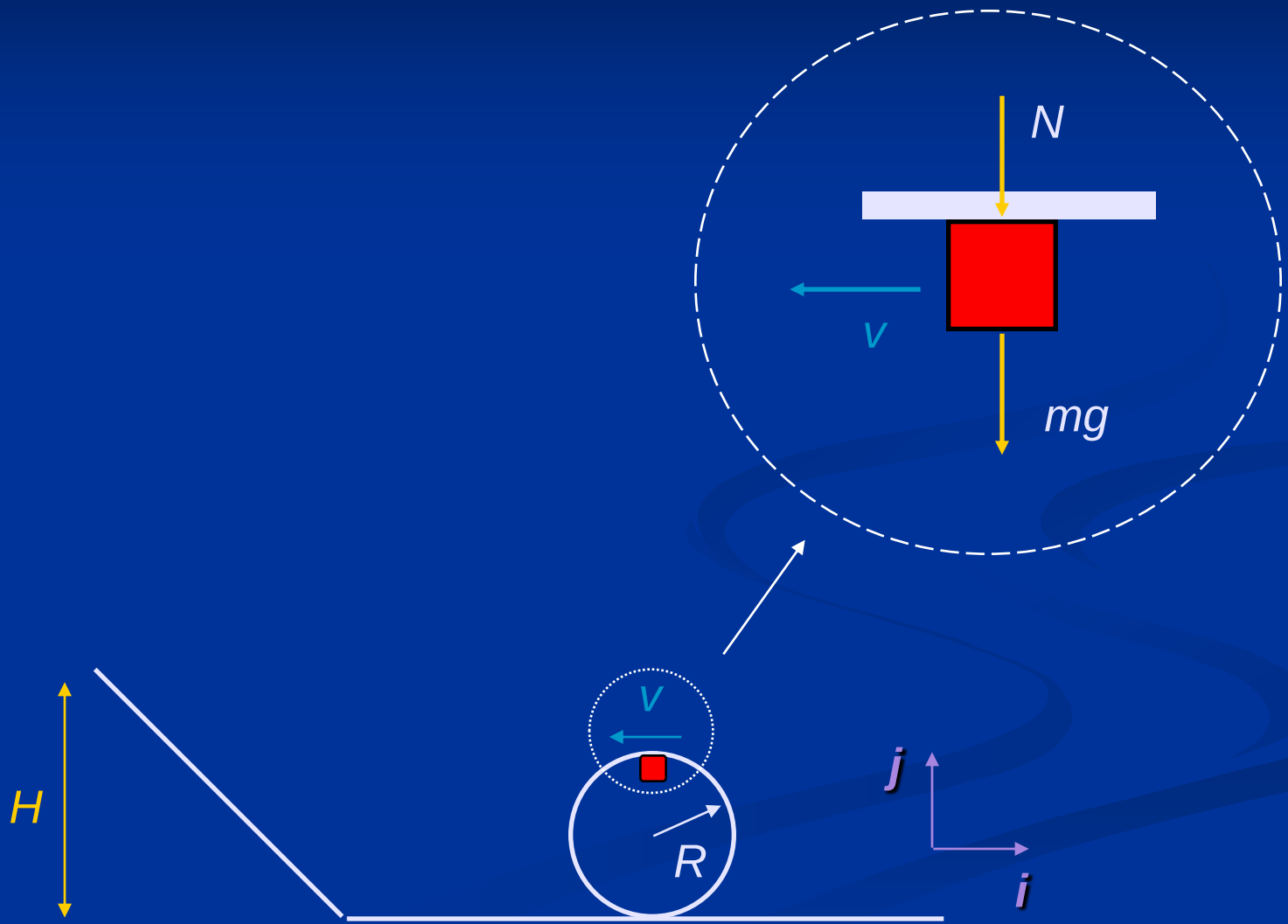
$$K_2 = \frac{1}{2} m(\omega r_2)^2 > K_1 = \frac{1}{2} m(\omega r_1)^2$$

Problem

- m kütlesi şekilde gösterilen yolda zeminden H yüksekliğinde durgunken sürtünmesiz yüzeye bırakılır. Kütle zemine ulaştıktan sonra yarıçapı R olan bir yörüngeye girer. Eğer kütle yörüngede zor kalabilecek durumda ise H nedir?

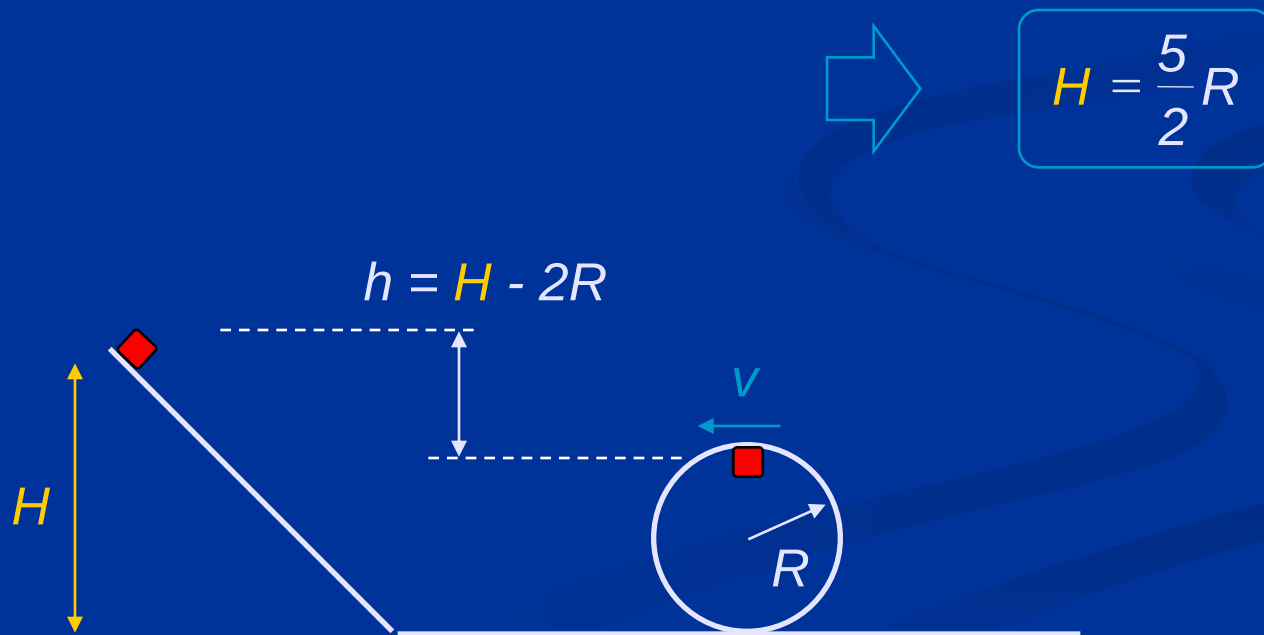


Problem



$$v = \sqrt{Rg}$$

Problem



Ders 12, Soru 2

Enerji Korunumu

- m kütlesi şekilde gösterilen yolda zeminden H yüksekliğinde durgunken sürtünmesiz yüzeye bırakılır. Kütle zemine ulaştıktan sonra yarıçapı R olan bir yörüngeye girer. Kütle yörüngenin en üst noktasına ulaştığında normal kuvvet cismin ağırlığına eşitse H nedir?

(a) $3R$

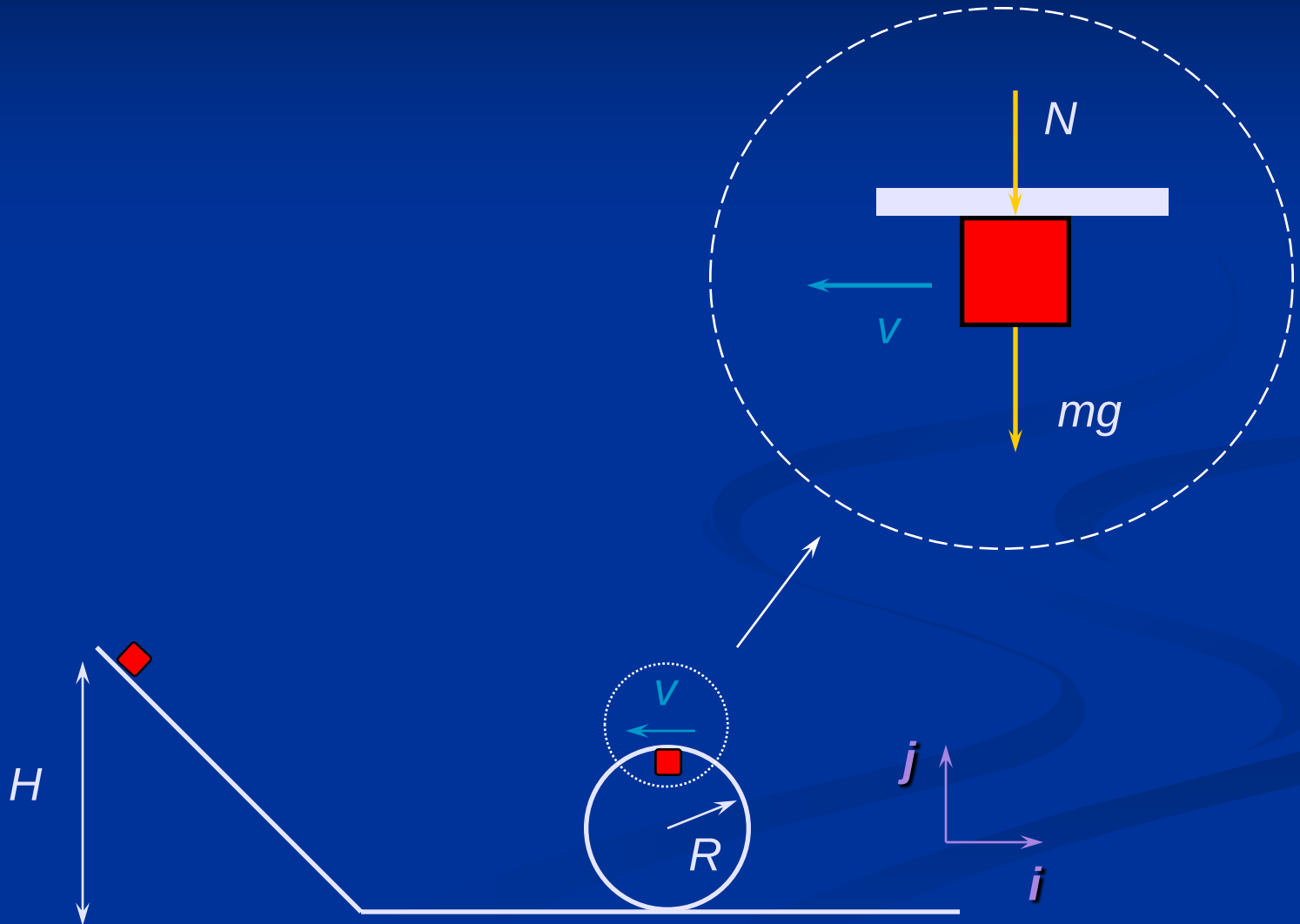
(b) $3.5R$

(c) $4R$



Ders 12, Soru 2

Çözüm



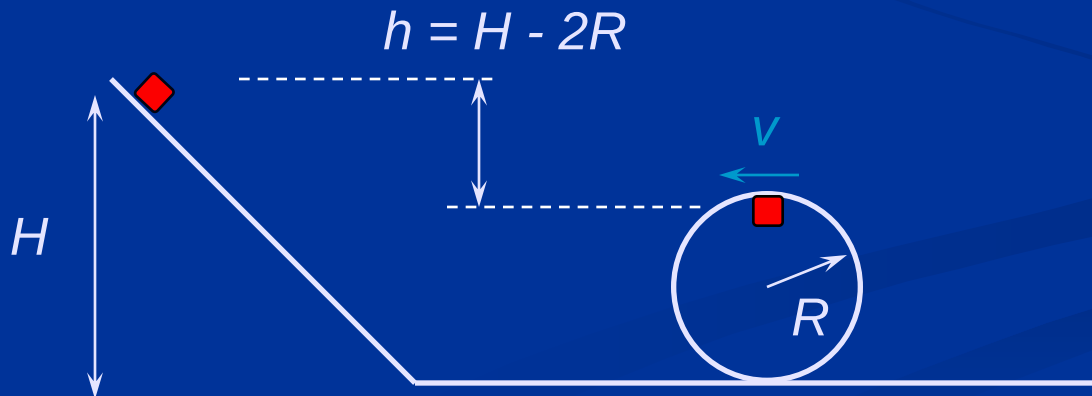
Ders 12, Soru 2

Çözüm

$$v^2 = 2Rg$$



$$H = 3R$$



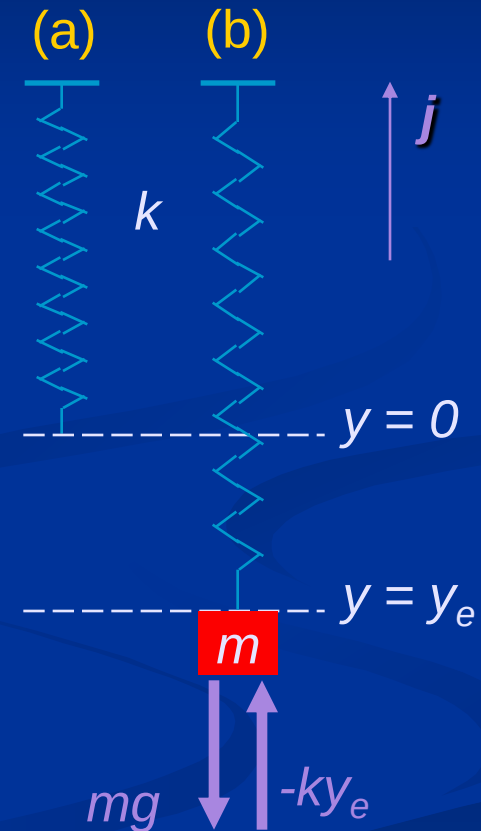
Düşey Yay

- Bir yay düşey asılmıştır. Yayın serbest konumu $y = 0$ (a). Bir m kütlesi alt ucundan asıldığında yeni pozisyonu y_e (b).

- Hooke yasasından $F_s = -kx$. (b) durumunda $F_s = mg$ ve $x = y_e$:

$$-ky_e - mg = 0 \quad (y_e < 0)$$

$$mg = -ky_e$$



Düşey Yay

- Yay-kütle sisteminin potansiyel enerjisi:

$$U = \frac{1}{2}ky^2 + mgy + C$$

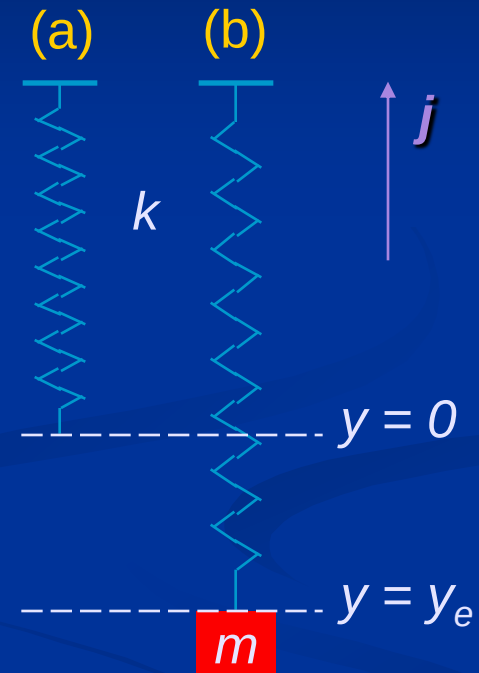
$$\text{ama } mg = -ky_e$$

$$U = \frac{1}{2}ky^2 - ky_e y + C$$

C öyle seçelim ki $y=y_e$ iken $U=0$:

$$0 = \frac{1}{2}ky_e^2 - ky_e^2 + C$$

$$C = \frac{1}{2}ky_e^2$$



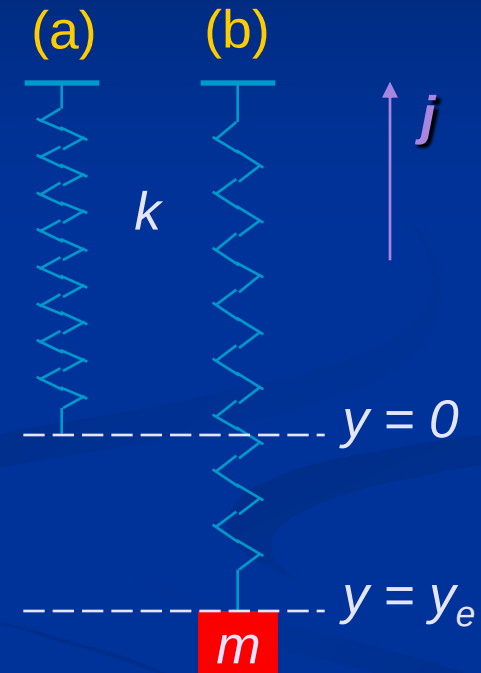
Düşey Yay

■ Buradan:

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2}ky^2 - ky_e y + \frac{1}{2}ky_e^2 \\ &= \frac{1}{2}k(y^2 + y_e^2 - 2y_e y) \end{aligned}$$

sadeleştirirsek:

$$U = \frac{1}{2}k(y - y_e)^2$$

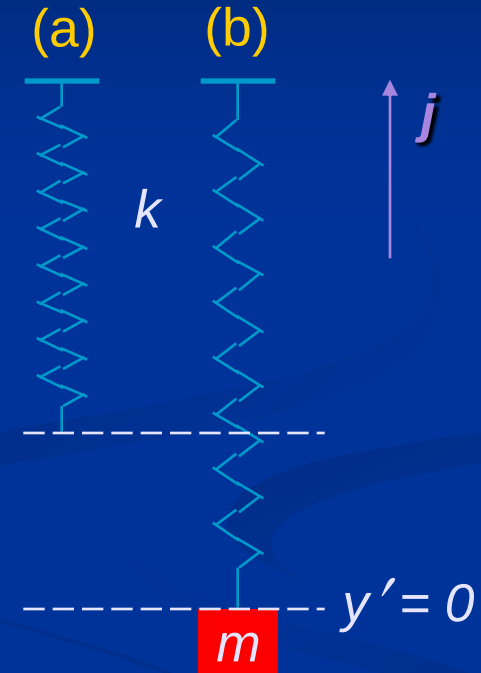


Düşey Yay

$$U = \frac{1}{2}k(y - y_e)^2$$

- Yeni bir koordinat sistemi y' tanımlarsak ve dengede iken $y' = 0$ ise, ($y' = y - y_e$) sonuç:

$$U = \frac{1}{2}ky'^2$$

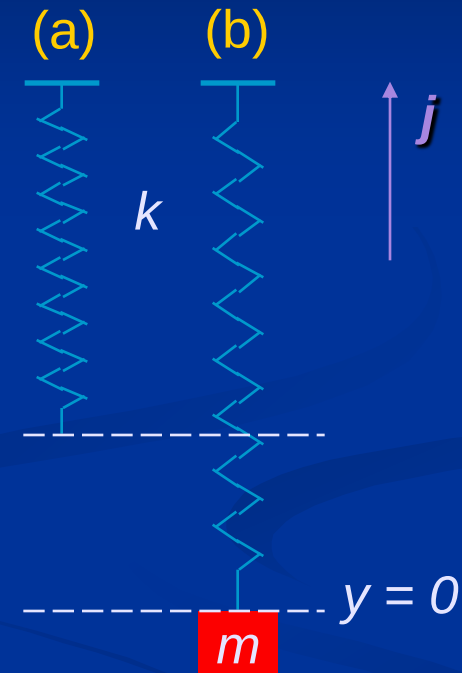


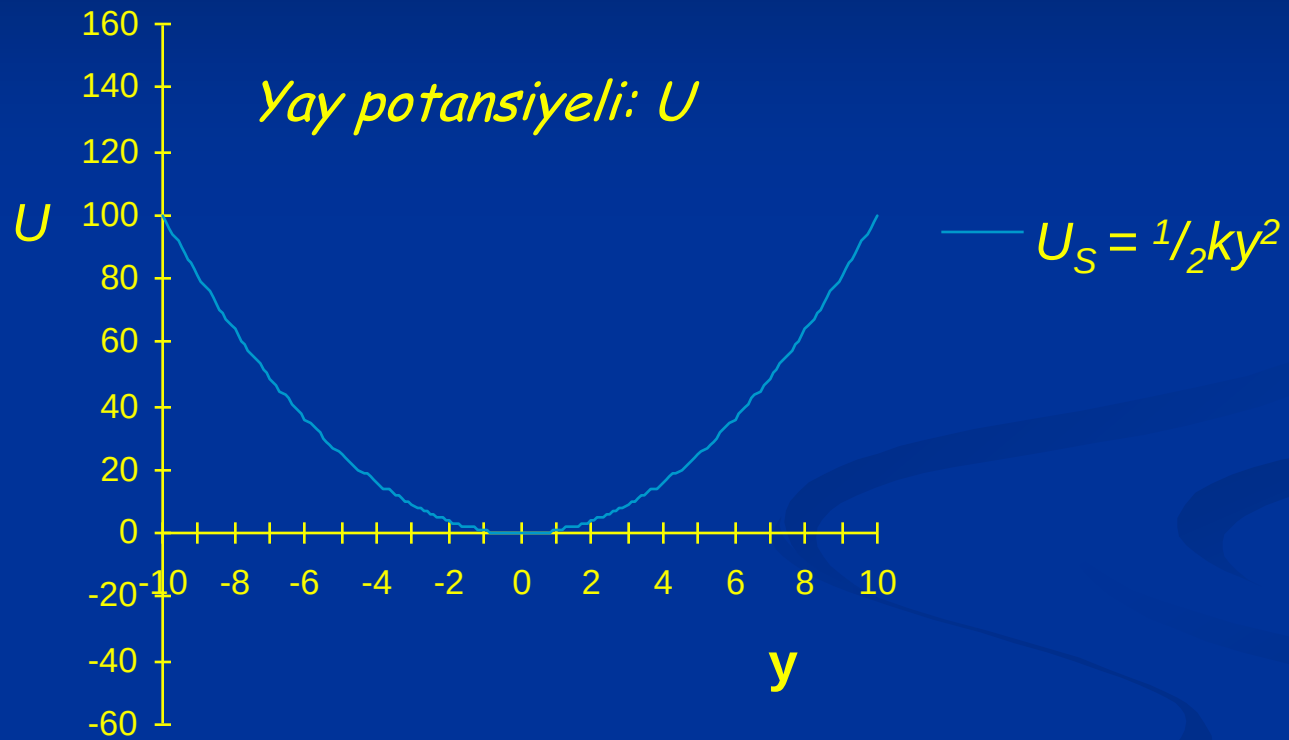
Düşey Yay

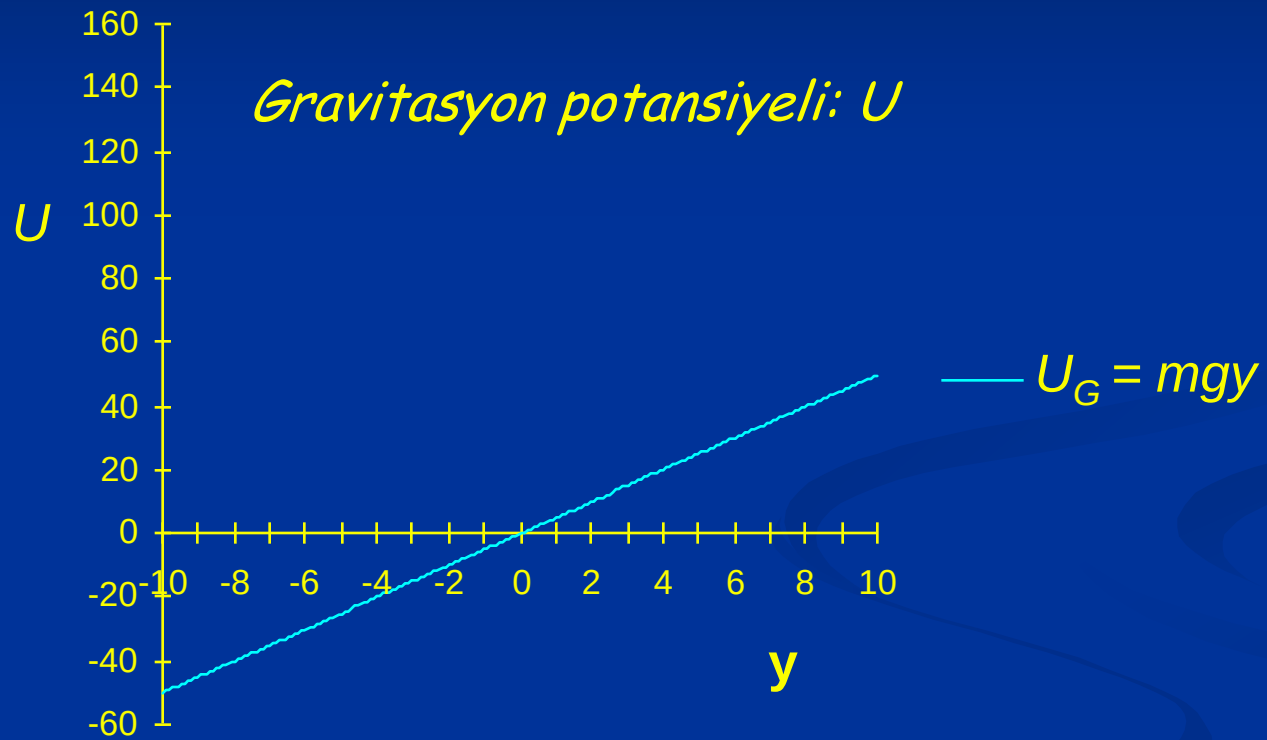
- Eğer $y = 0$ pozisyonunu kütlenin yaya asılı olduğu denge konumu olarak seçersek, potansiyelin basit tanımı:

$$U = \frac{1}{2}ky^2$$

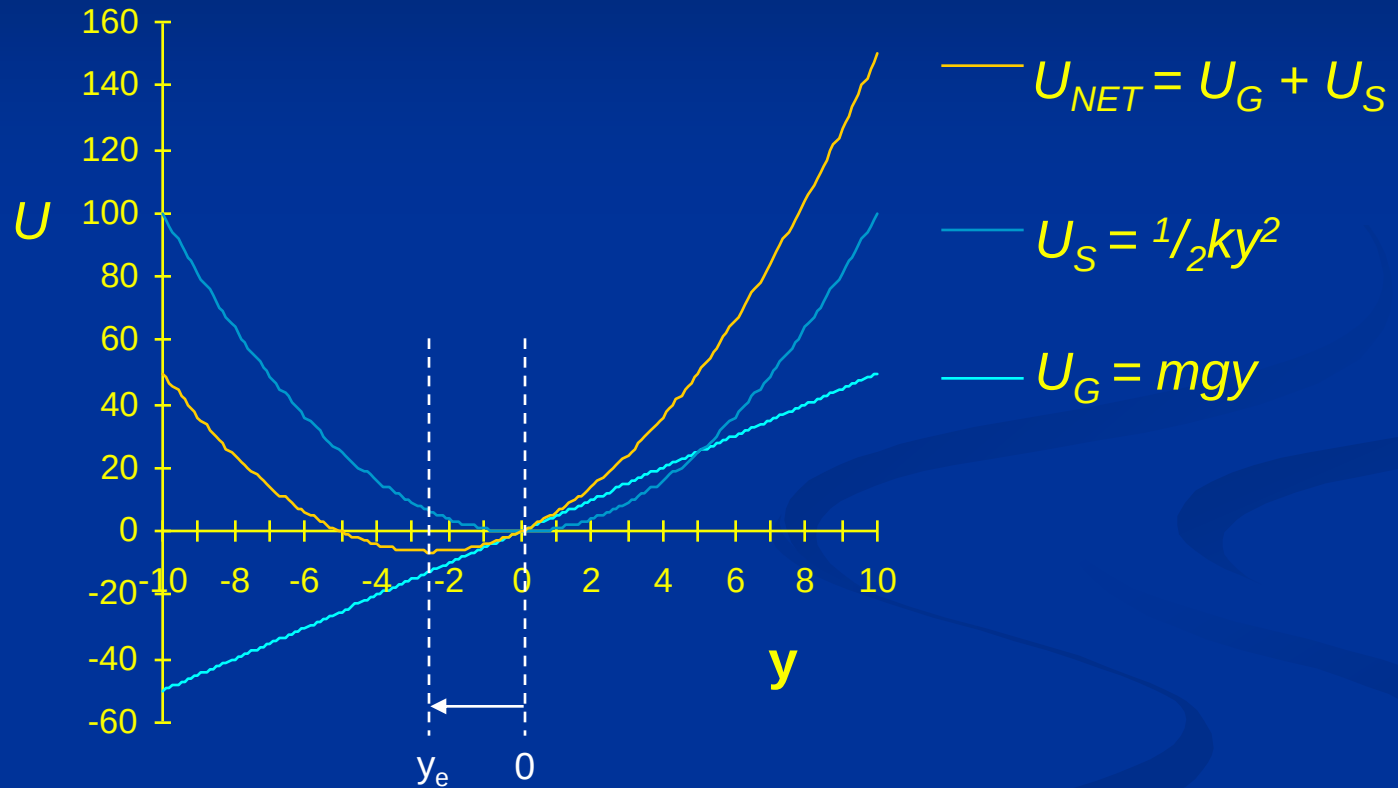
- g nin olmadığına dikkat ediniz!!
 - Koordinatları ve sabitleri akılcıca seçerek gravitasyonu saklayabiliriz.





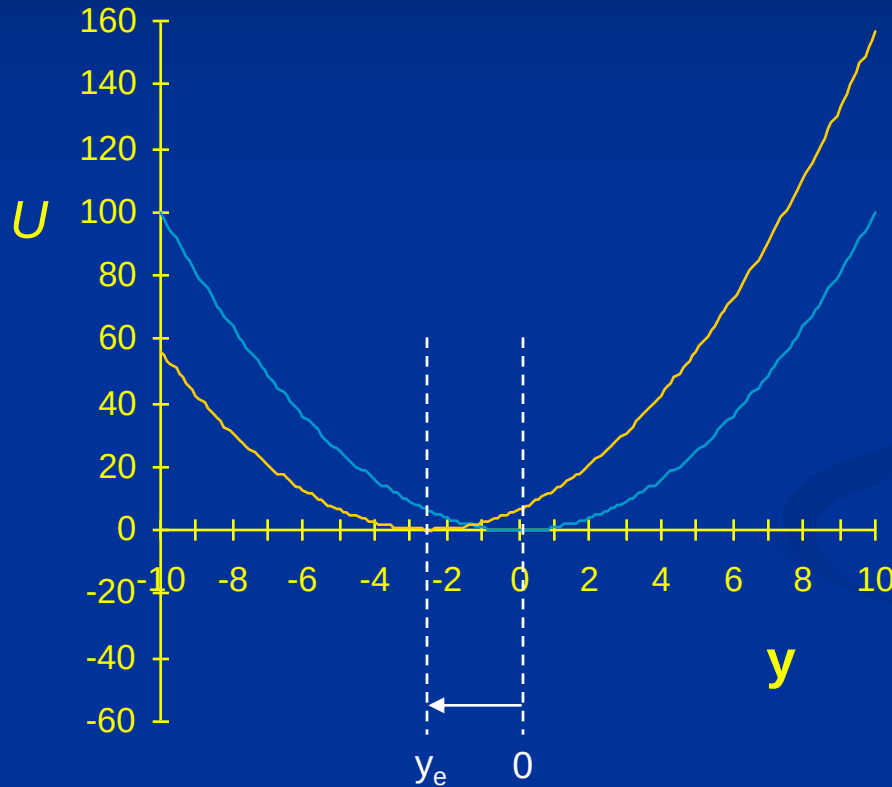


Gravitasyon + yay potansiyeli: U



mgy terimi kadar itilir!

Gravitasyon + yay potansiyeli: U



C öyle seçki yeni
denge konumu 0
potansiyel enerjiye
sahip olsun.

$$U_{NET} = U_G + U_S + C$$

$$U_S = \frac{1}{2}ky^2$$

mgy terimi kadar itilir!

Ders 12, Soru 3

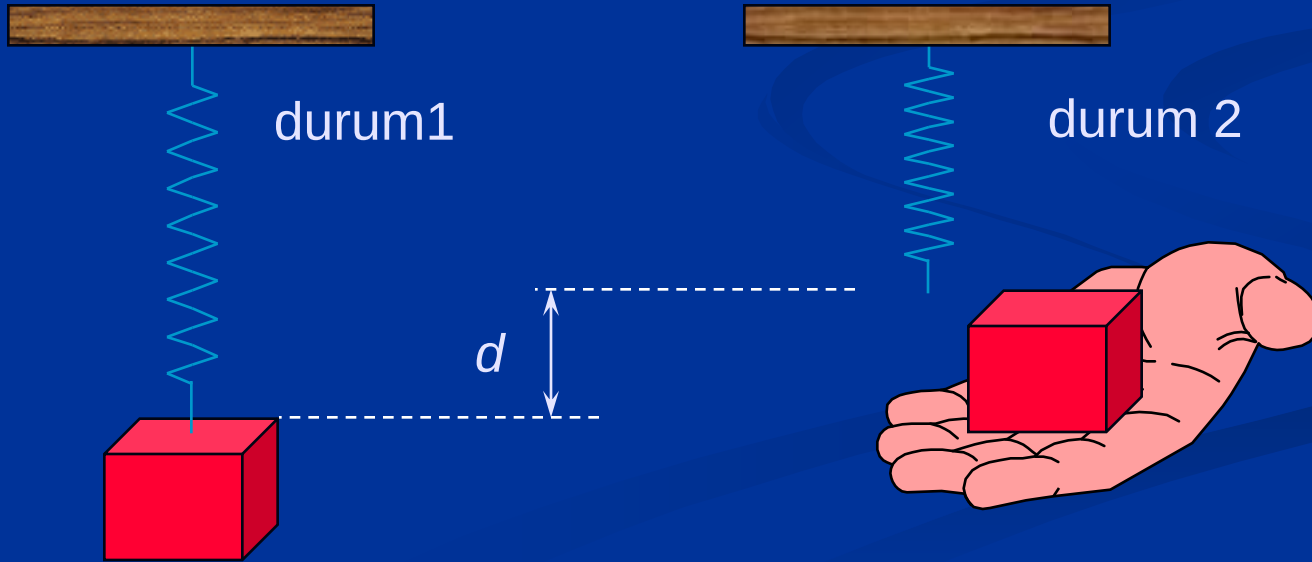
Enerji Korunumu

- Durum (1)de kütle bir yaya asılıdır. Durum (2)de özdeş bir kütle yayın durgun pozisyonunda elde tutulmaktadır.
 - Hangisi iki durumun potansiyel enerjilerini doğru tanımlar?

(a) $U_1 > U_2$

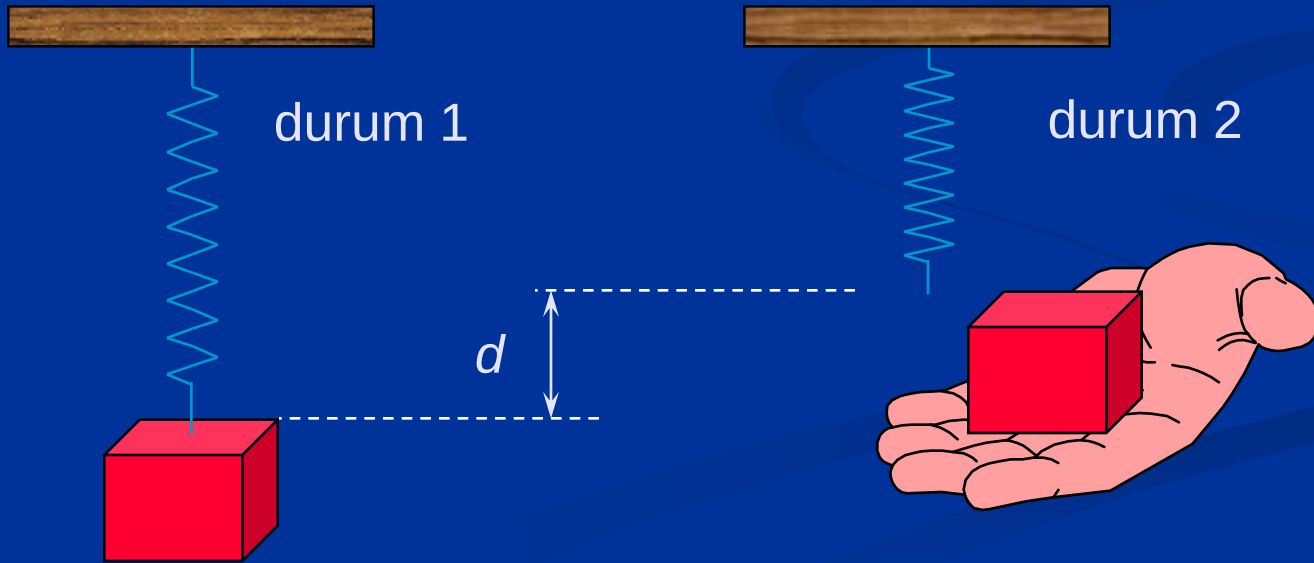
(b) $U_1 < U_2$

(c) $U_1 = U_2$



Ders 12, Soru 3

Çözüm



Potansiyel Enerji & Kuvvet

- Korunumlu bir kuvvet için potansiyel enerji fonksiyonu tanımı: $\Rightarrow \Delta U = -W = -\int_{x_1}^{x_2} F dx$

- Buradan: $F = -\frac{dU}{dx}$ $U = -\int F dx + C$

- Bildiğimiz potansiyel enerjiler ve kuvvetleri:

Yay: $U_x = \frac{1}{2} kx^2 + C$ $F_x = -\frac{dU}{dx} = -kx$

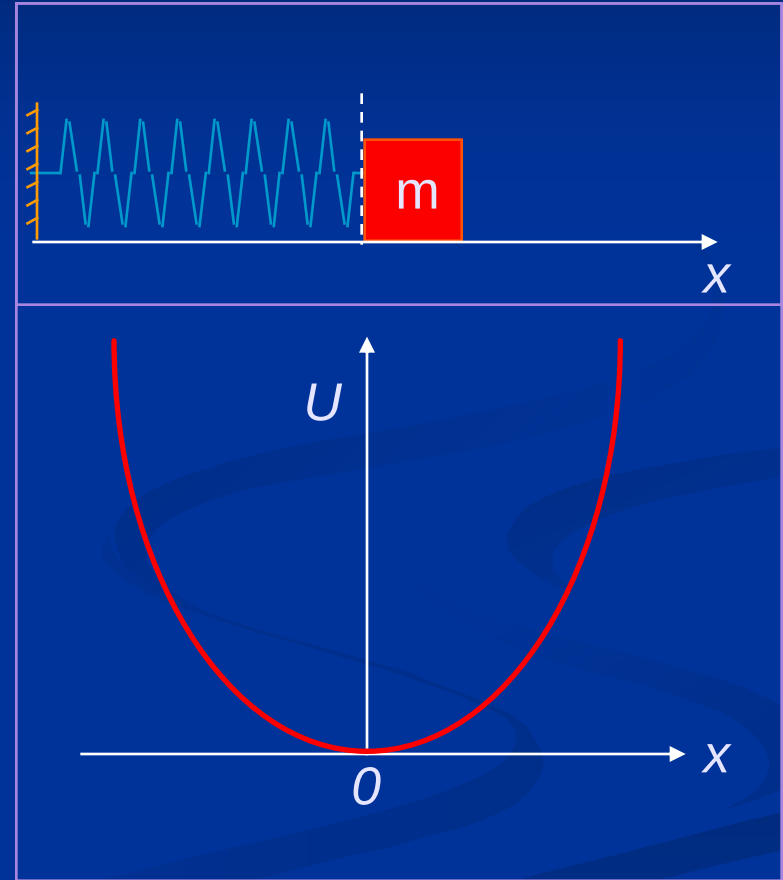
Yere yakın gravitasyon: $U_y = mgy + C$ $F_y = -\frac{dU}{dy} = -mg$

Newton Grvitasyon: $U_R = -\frac{GMm}{R} + C$ $F_R = -\frac{dU}{dR} = -\frac{GMm}{R^2}$

Potansiyel Enerji Diyagramı

- İdeal bir yaya ilıştırılmış sşrtşnmesiz bir yşzeyde kayan bir kştlenin hareketine bakalım:

$$U_s = \frac{1}{2} kx^2$$

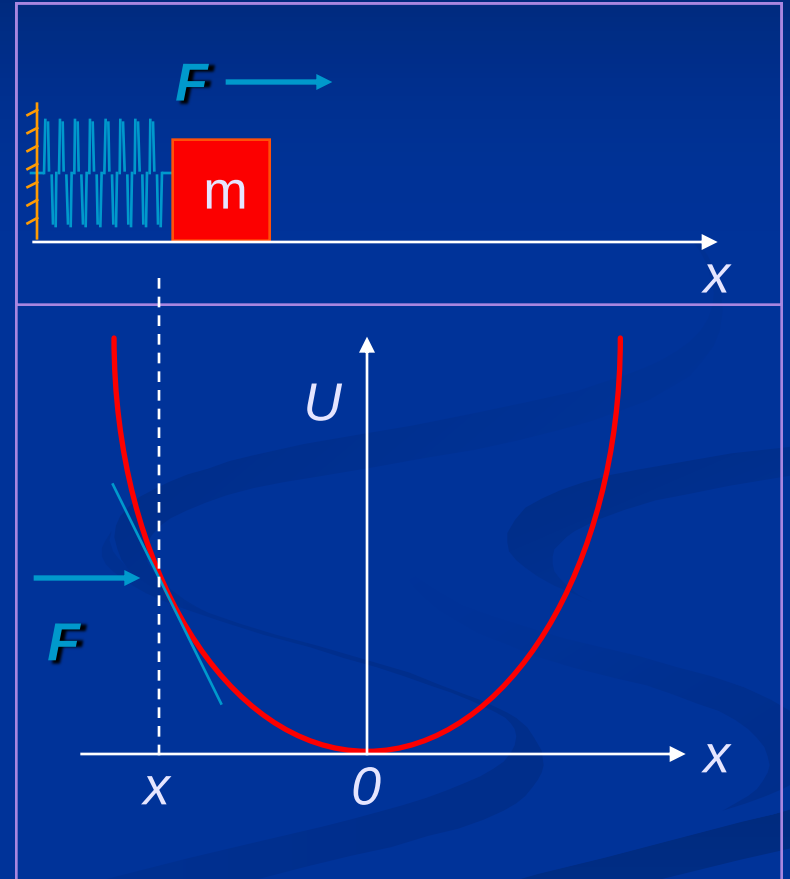


Potansiyel Enerji Diyagramı

- İdeal bir yaya ilıştirilmiş sřrtőnmesiz bir yőzeyde kayan bir kőtlenin hareketine bakalım:

$$U_s = \frac{1}{2} kx^2$$

- $F = -dU/dx = -\text{eğim}$



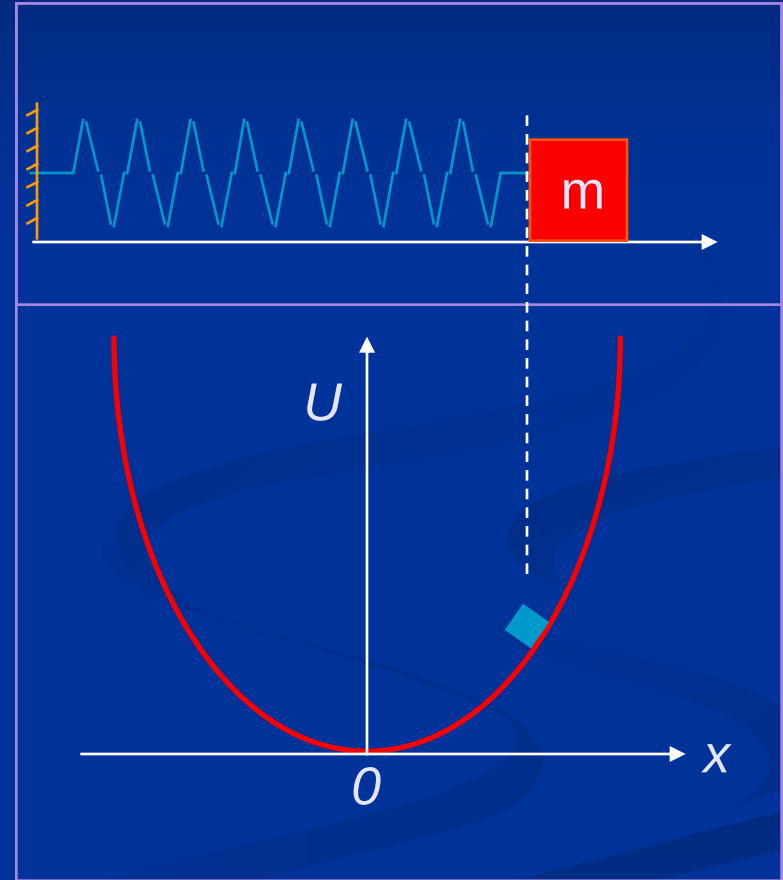
Potansiyel Enerji Diyagramı

- Kütlenin potansiyel enerjisi sürtünmesiz bir çanakta hareket eden cismin potansiyel enerjisi ile aynıdır!

$$U_g = mgy = \frac{1}{2} kx^2 = U_s$$

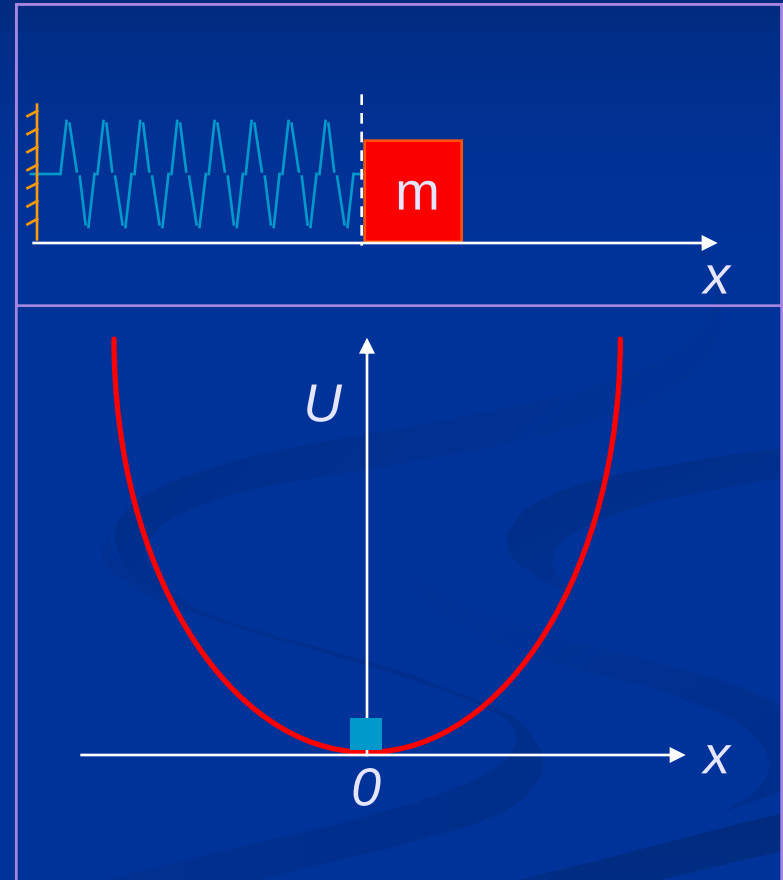
$$\rightarrow y = \frac{k}{2gm} x^2$$

x konumunda çanaktaki cismin yüksekliği



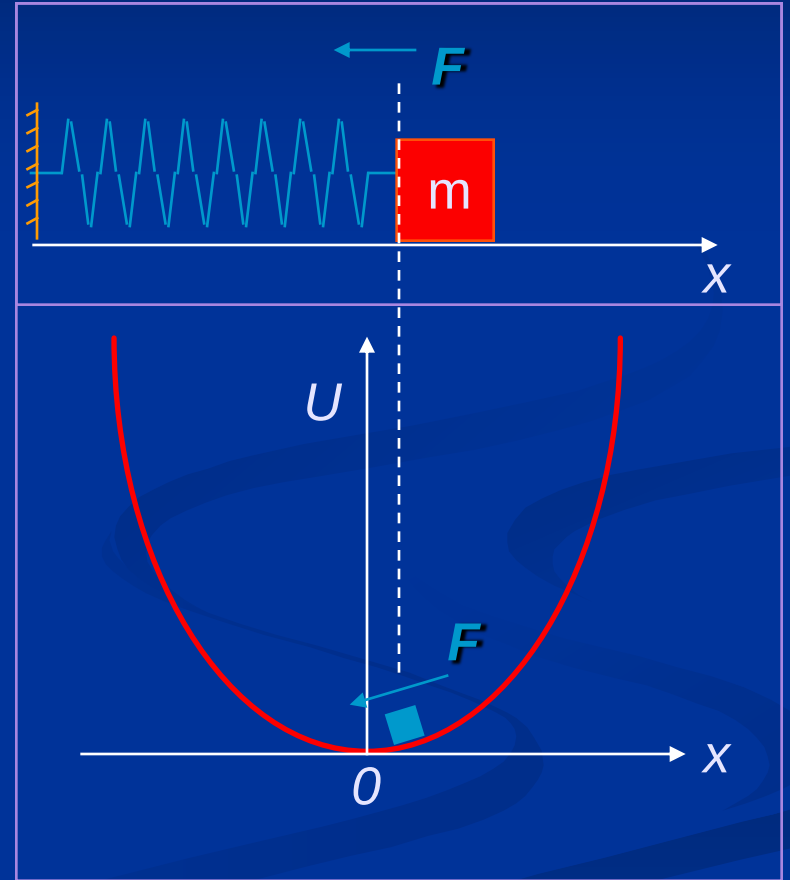
Denge

- $F = -dU/dx = -\text{eğim}$
- $\rightarrow F = 0$ eğer eğim=0.
- Bu $U(x)$ nun minimum yada maksimum olduğunda.
- Denge konumu olarak adlandırılır.
 - Durgun konumda blok pozisyonu $x = 0$, hareket etmez!



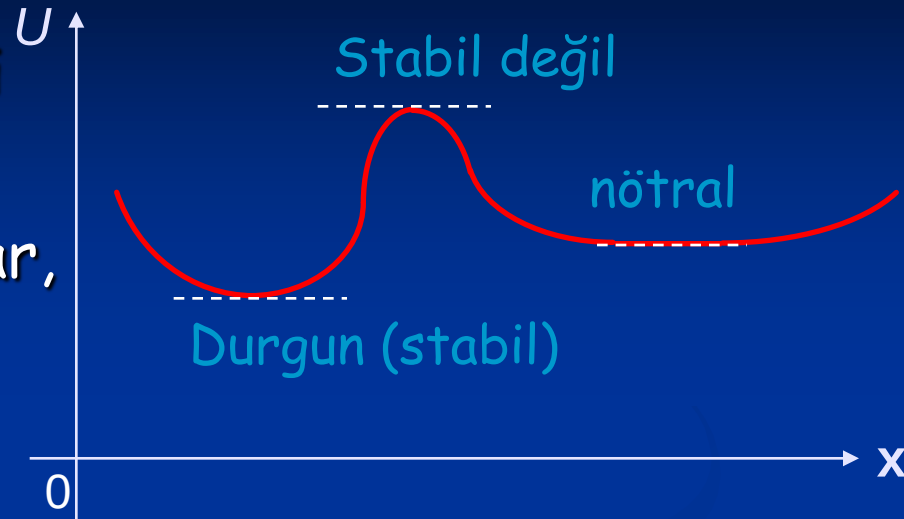
Denge

- Denge pozisyonundan küçük bir miktar hareket ettirdiğimizde denge konumuna döndürecek kuvvet oluşturur. Dengenin durgun olduğunu söyleriz.
- Denge pozisyonunda U değeri *minimum* ise aynı durum söz konusudur.
- Matematik dilinde, denge durgundur *eğer ikinci türevi pozitifse..*



Denge

- Farzı muhal $U(x)$ şeklindeki gibi olsun:
- Burada 2 denge durumu var,
1. stabil (+ curvature) 2.
stabil değil (- curvature).



- $U(x)$ potansiyel yüzeyinde kayan bir cisim düşünelim:
 - Küçük bir itmede harekete devam ederse, denge konumu **stabil değil**.
 - Küçük bir itmeden sonra tekrar denge konumuna dönerse, denge konumu **stabildir**.
 - Eğer curvature 0 ise (düz çizgi) denge **nötraldir**.

Güç

- İş tanımı: $W = F \cdot \Delta r$
 - Zamandan bağımsızdır!

- Güç "birim zamandaki iş":

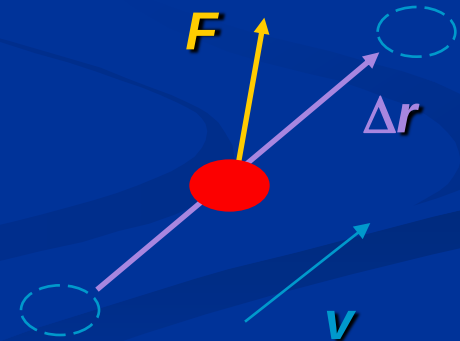
$$P = \frac{dW}{dt}$$

- Kuvvet zamandan bağımsız ise:

$$dW/dt = F \cdot dr/dt = F \cdot v$$

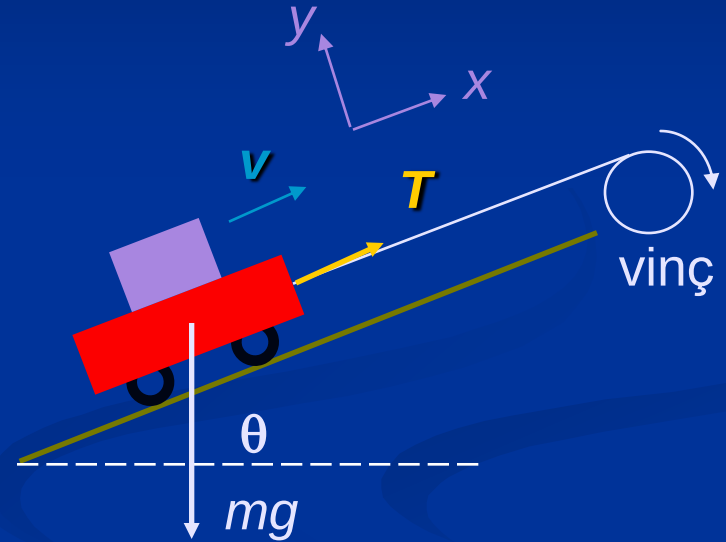
$$P = F \cdot v$$

- Güç birimi: $J/sn = N \cdot m/sn = Watts$



Güç

- Ağırlığı 2000 kg olan bir araba bir vinç ile zemine 30 derecelik yokuş yukarı 8.94 m/s Vincin gücü nedir? W ?
- Güç $P = \mathbf{F} \cdot \mathbf{v} = \mathbf{T} \cdot \mathbf{v}$



- X yönünde arabanın ivmesi olmadığından:
 - $\mathbf{T} - mg \sin \theta = 0$
 - $\mathbf{T} = mg \sin \theta$

Güç

- $P = T \cdot v = Tv$
 $T \parallel v$ olduğundan!

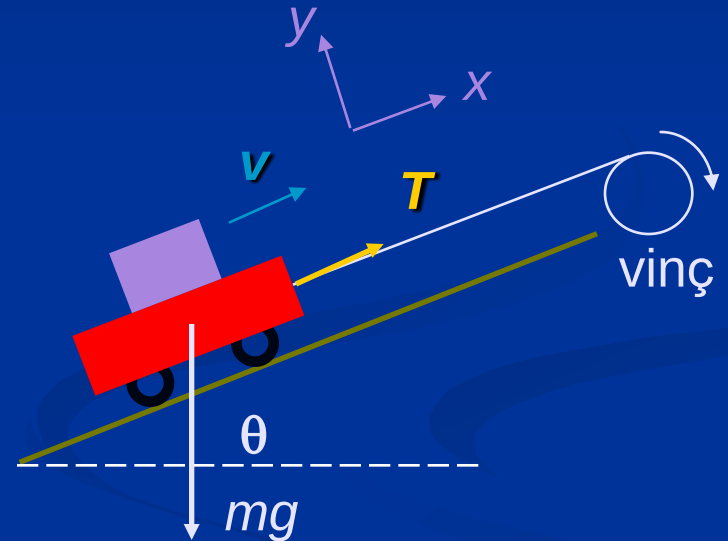
- $\rightarrow P = mgv \sin \theta$

$$v = 8.94 \text{ m/s}$$

$$g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

$$m = 2000 \text{ kg}$$

$$\sin \theta = \sin(30^\circ) = 0.5$$



$$\text{vee... } P = (2000 \text{ kg})(9.81 \text{ m/s}^2)(8.94 \text{ m/s})(0.5) = 87,700 \text{ W}$$

Özet

- Problemler



- Potansiyel Enerji, Kuvvet, Denge

- Güç