Fizik 101: Ders 10 Ajanda

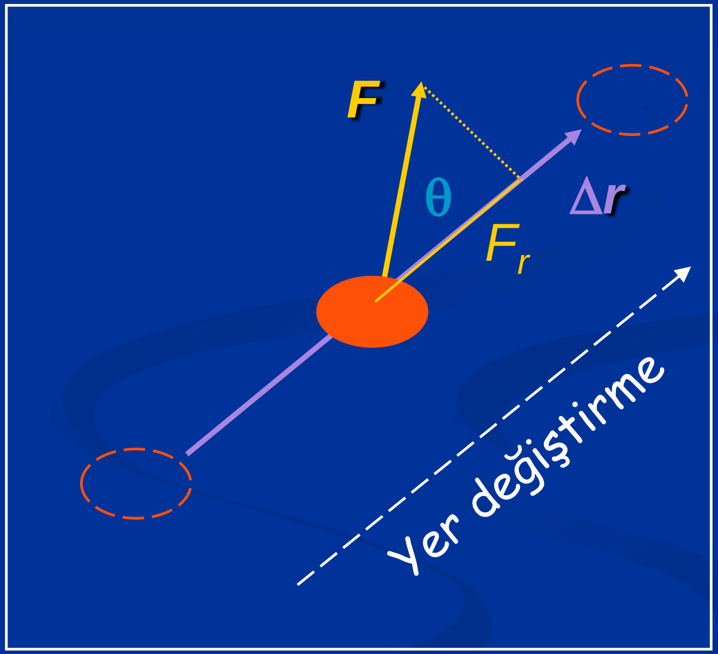
- İş
- Dünya yüzeyinde çekim kuvvetinden dolayı yapılan iş
- Örnekler:
  - Sarkaç, eğik düzlem, serbest düşme
- Değişken kuvvetçe yapılan iş
  - Yay
- Yay ve sürtünmeli problemler
- 3 boyutta değişken kuvvetçe yapılan iş
  - Newton'un çekim yasası
- Korunumlu kuvvetler & potansiyel enerji

- **1. ARASINAV 03.11.2012 SAAT 8:30**
- **SINAV YERLERİ FİZİK PANOSUNDA İLAN EDİLECEKTİR.**

Sabit kuvvet

Δr yolu boyunca etki eden sabit bir kuvvetin yaptığı iş, W:

$$W = F \bullet \Delta r = F \Delta r \cos(\theta) = F_r \Delta r$$

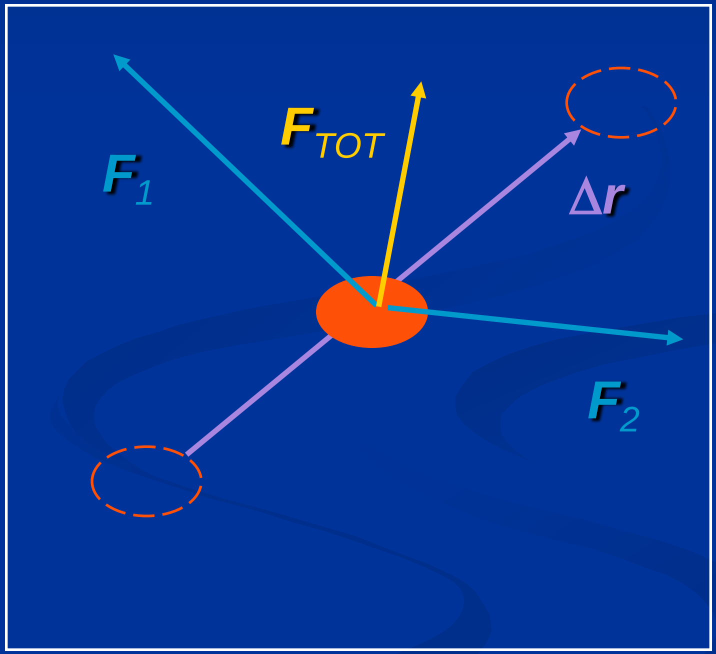


Sabit Kuvvetlerin Toplamı

$F_{NET} = F_1 + F_2$ olsun ve yer değiştirme S.

Her bir kuvvetin yaptığı iş:

$$W_1 = F_1 \bullet \Delta r$$
$$W_2 = F_2 \bullet \Delta r$$

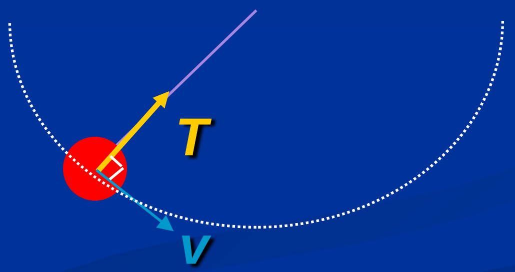


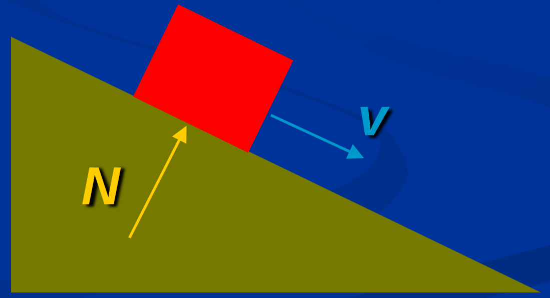
$$W_{NET} = W_1 + W_2$$
$$= F_1 \bullet \Delta r + F_2 \bullet \Delta r$$
$$= (F_1 + F_2) \bullet \Delta r$$
$$W_{NET} = F_{NET} \bullet \Delta r$$

Sabit kuvvet...

$W = \mathbf{F} \bullet \Delta \mathbf{r}$

- İş sıfırdır eğer $\theta = 90°$.
  - *T iş yapmaz!*





N iş yapmaz

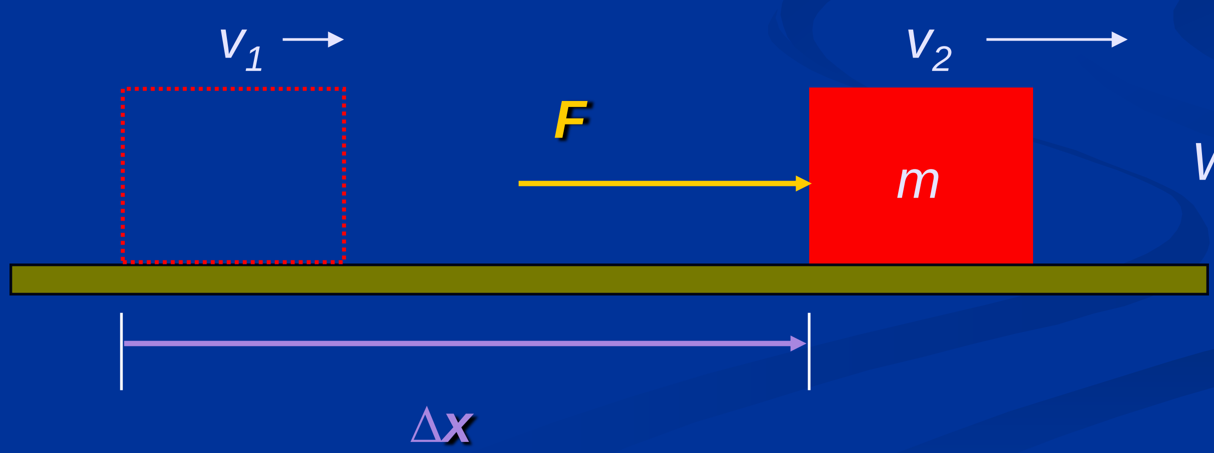
İş & Kinetik Enerji Teoremi:

{Cismin yaptığı ***net İŞ***}

=

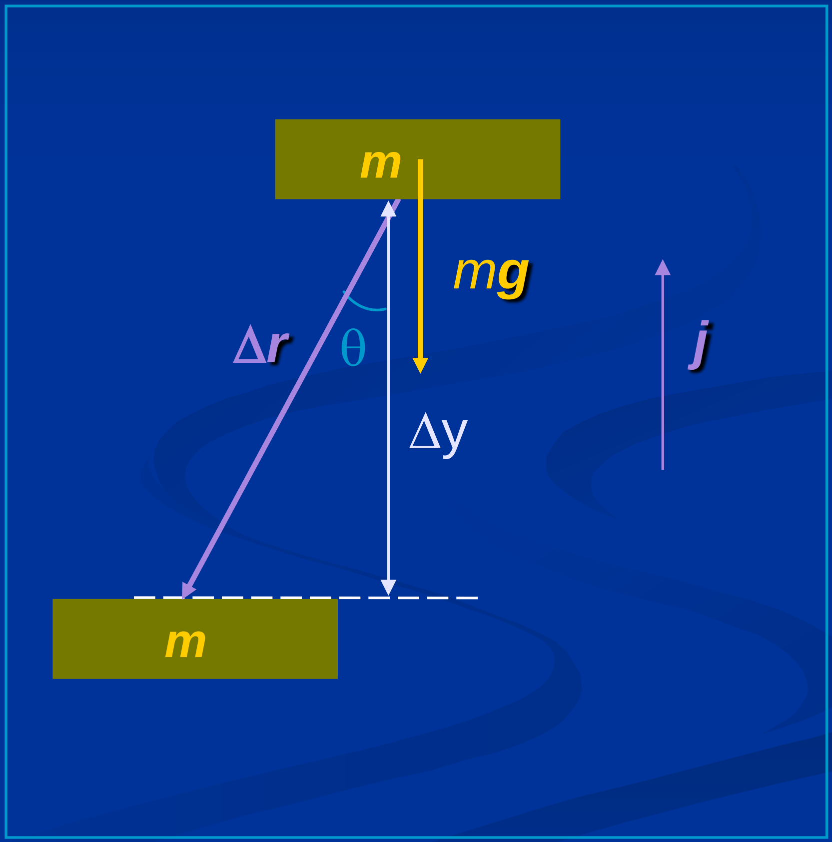
{***cismin kinetik enerjisindeki değişim***}

$$W_F = \Delta K = {}^{1}/_{2}mv_2^2 - {}^{1}/_{2}mv_1^2$$



$W_F = F\Delta x$

Yerçekimiyle yapılan iş:



Yerçekimiyle yapılan iş...

$$W_{NET} = W_1 + W_2 + \ldots + W_n$$

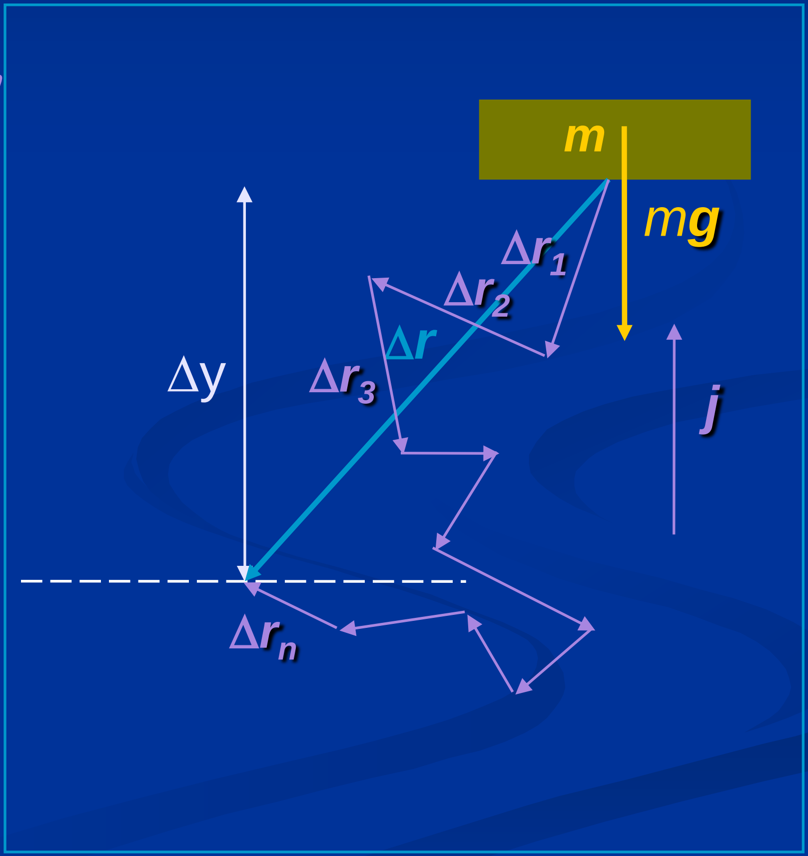
$$= \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}_1 + \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}_2 + \ldots + \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}_n$$

$$= \mathbf{F} \cdot (\Delta \mathbf{r}_1 + \Delta \mathbf{r}_2 + \ldots + \Delta \mathbf{r}_n)$$

$$= \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}$$

$$= \mathbf{F}\, \Delta y$$

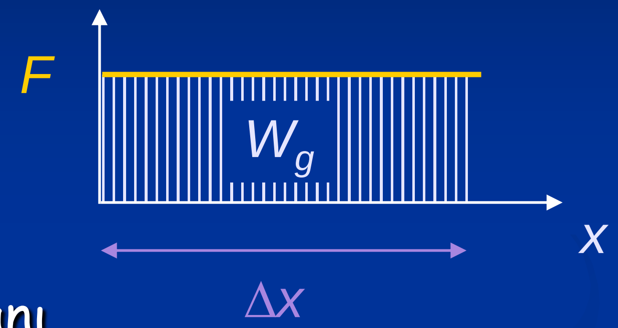
$$\boxed{W_g = -mg\, \Delta y}$$



- Sadece Δy'ye bağlı, yoldan bağımsız!

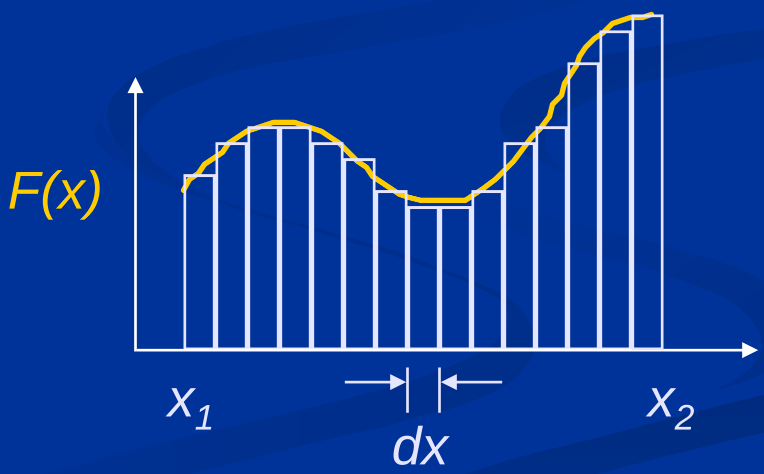
Değişen Kuvvetin Yaptığı iş: (1D)

- Kuvvetin sabit olduğu durumda kolayca $W = F\Delta x$ yazabiliriz.
  - F - x grafiğinde alttaki alan:



- Değişken kuvvetlerde işe denk gelen alanı bulmak için integre ederiz:
  - $dW = F(x)\,dx$.

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F(x)\,dx$$



Değişen Kuvvet için İş/KE Teoremi

$$W = \int_{x_1}^{x_2} F\, dx$$

$$= m \int_{x_1}^{x_2} \frac{dv}{dt}\, dx$$

$$= m \int_{v_1}^{v_2} v \frac{dv}{dx}\, dx$$

$$= m \int_{v_1}^{v_2} v\, dv$$

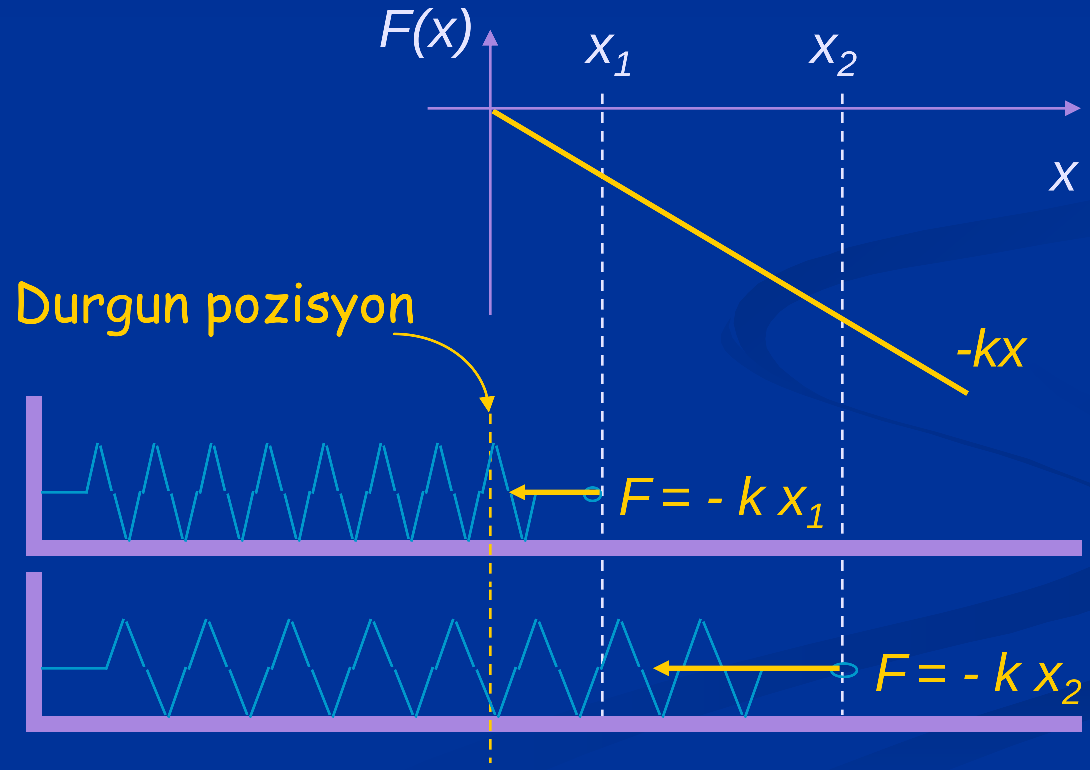
$$= m \frac{1}{2}(v_2^2 - v_1^2) = \frac{1}{2} m v_2^2 - \frac{1}{2} m v_1^2 = \Delta K$$

$$F = ma = m \frac{dv}{dt}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{dx}{dt} \frac{dv}{dx} = v \frac{dv}{dx}$$ (zincir kuralı)

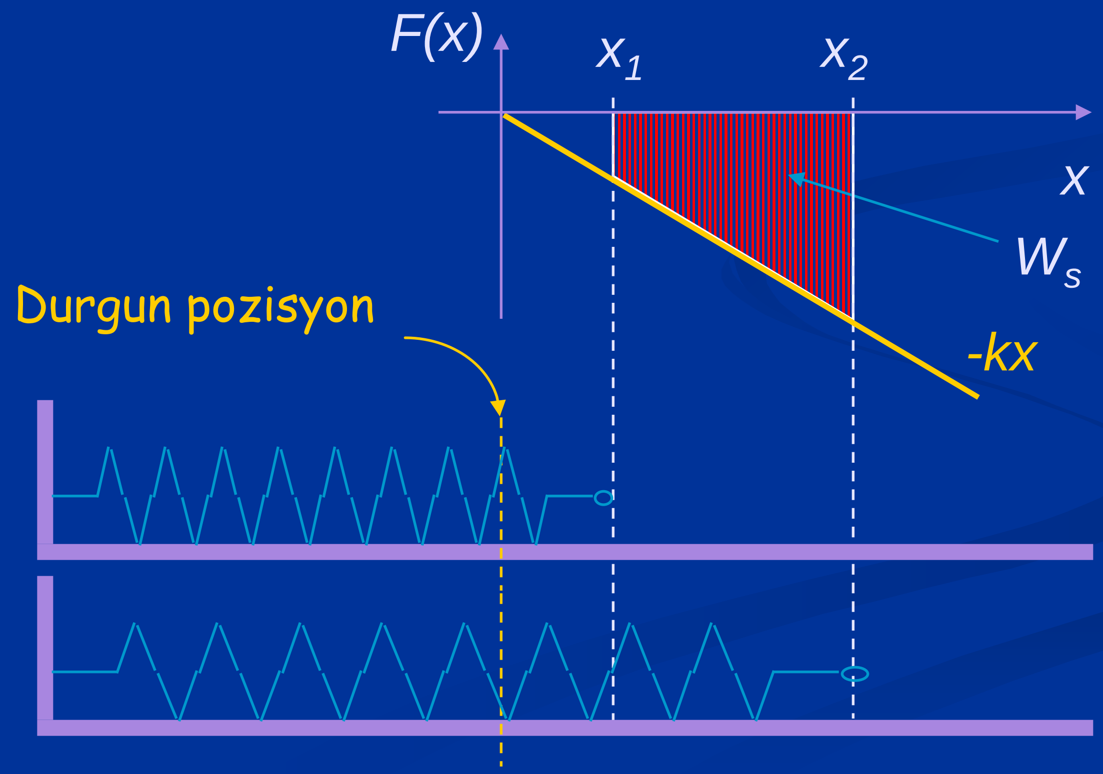
1-D Değişen Kuvvet Örnk: Yay

- Hooke yasasından biliyoruz ki: $F_x = -kx$.



Yay...

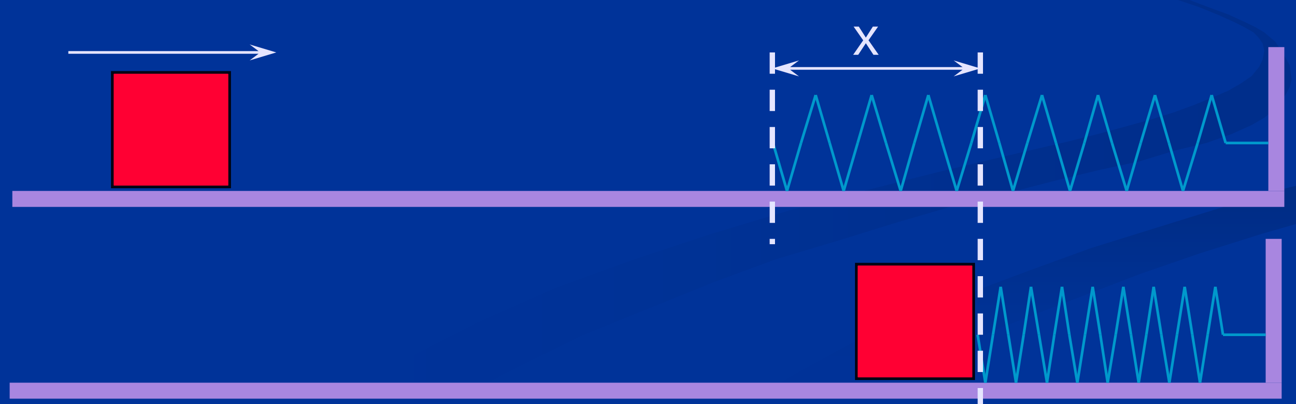
- x_1 den x_2 pozisyonuna gidene kadar yay tarafından yapılan iş W_s : x_1 den x_2 ye kadar $F(x)$ - x grafiğinin altındaki alandır.



Ders 10, *Soru 2*
İş & Enerji

- Sürtünmesiz bir yüzeyde kayan bir kutu bir ucundan sabitleştirilmiş ve durgun halindeki bir yaya çarpar ve x_1 kadar sıkıştırır.
  - Eğer kutunun ilk *hızı* 2 katına çıkartılır ve *kütlesi* yarıya düşürülürse, kutu yayı x_2 kadar sıkıştırmaktadır. x_1 ve x_2 arasındaki bağ nedir?

(a) $x_2 = x_1$ (b) $x_2 = \sqrt{2}\, x_1$ (c) $x_2 = 2\, x_1$



Ders 10, *Soru 2*
Çözüm

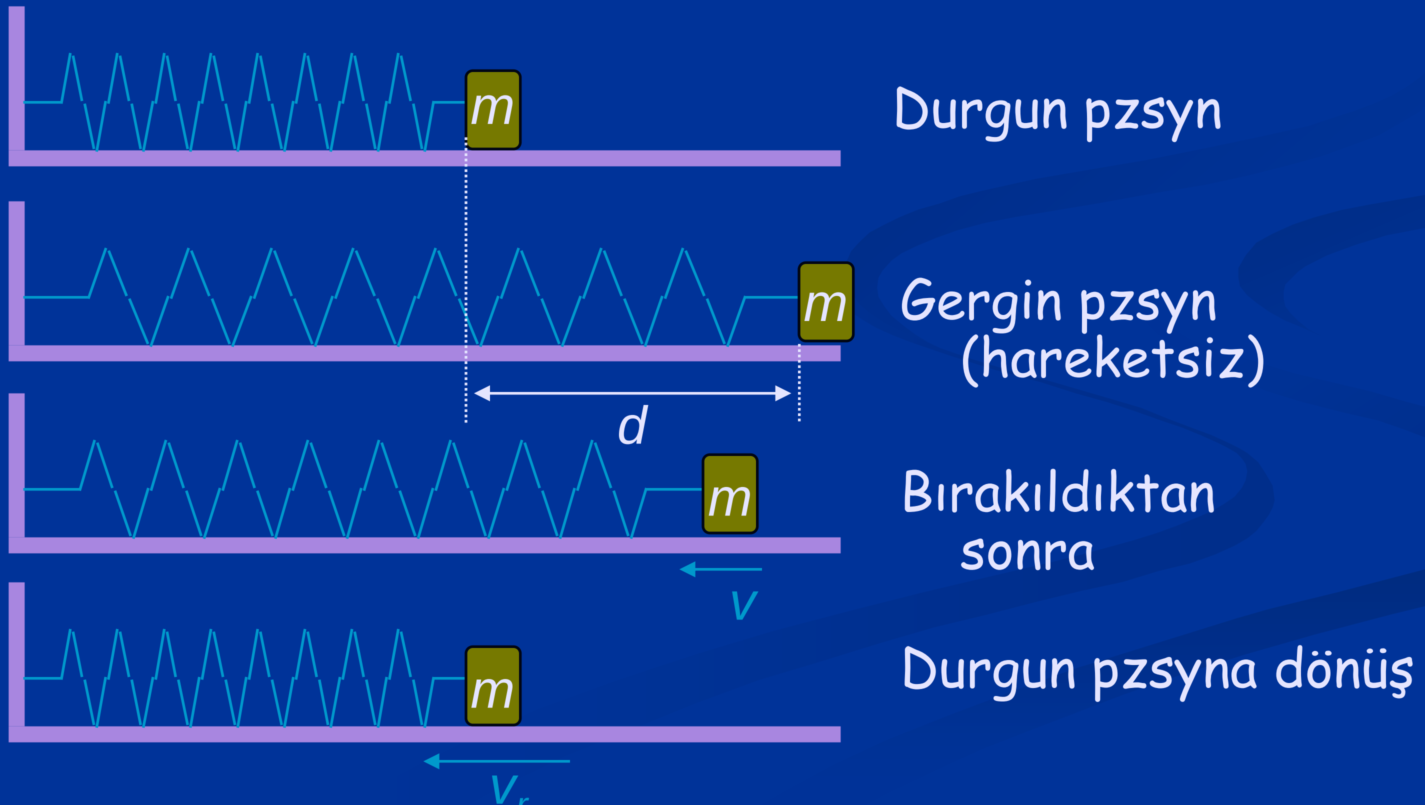
$$x = v\sqrt{\frac{m}{k}}$$

Ders 10, *Soru 2*

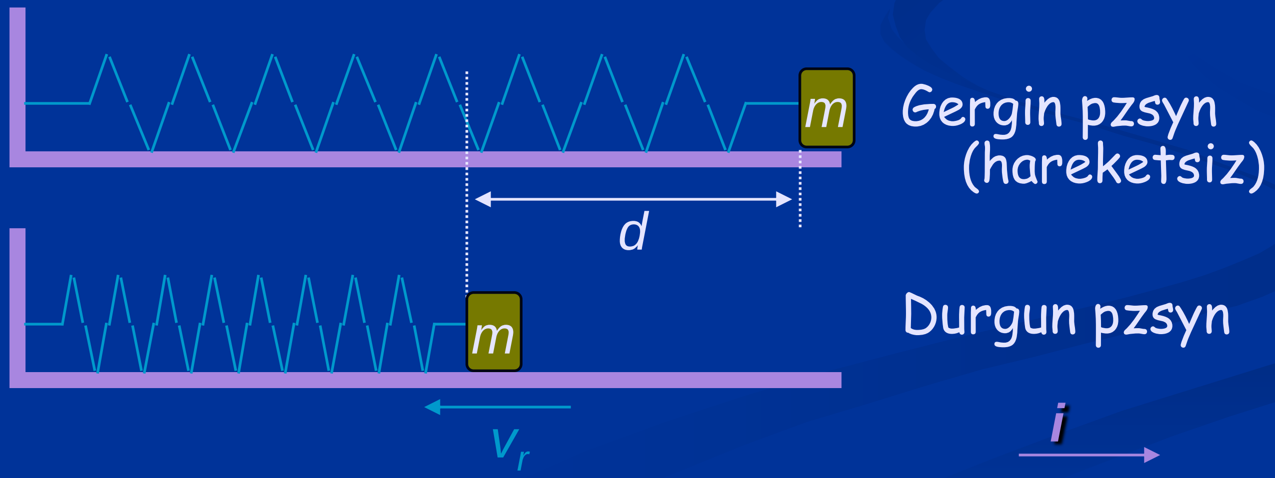
Çözüm

Problem: Yay sistemi

- Bir yay (yay sabiti *k*) *d* mesafesi kadar geriliyor ve kütlesi *m* olan bir cisim ucuna iliştiriliyor. Sistem sürtünmesiz ise kütle serbest bırakıldığında yayın durgun pozisyonuna gelince enerjisi ne olur?



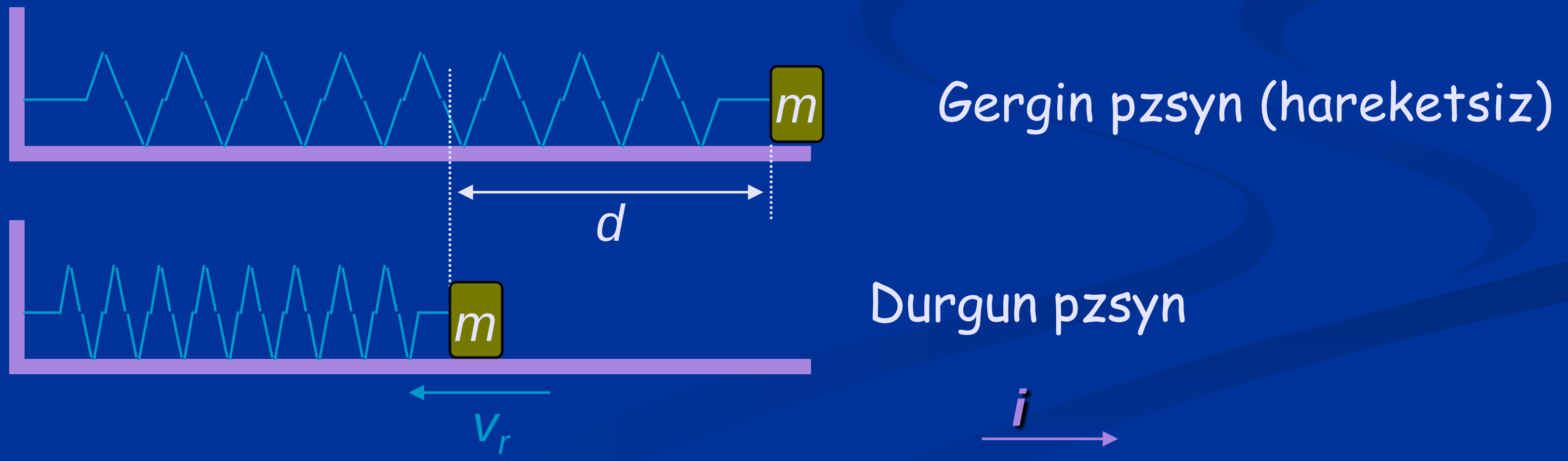
Problem: Yay sistemi



Problem: Yay sistemi

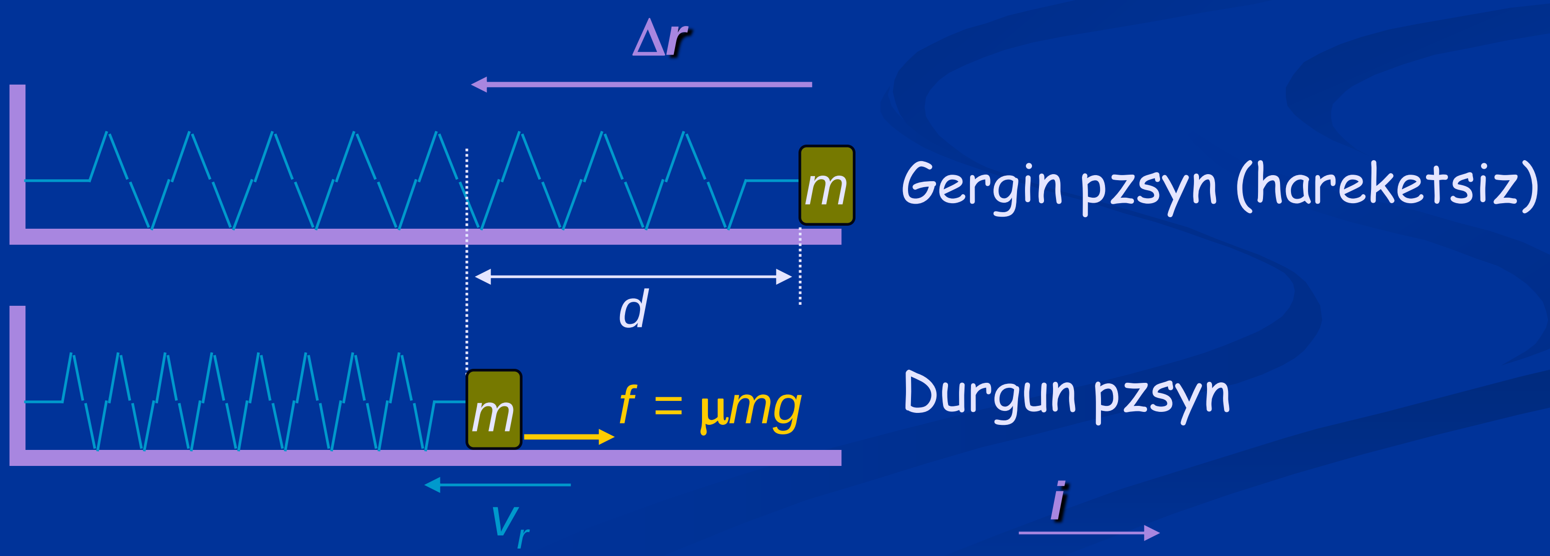
- KE teoremini kullanarak: $W_{net} = W_S = \Delta K$.

$$\frac{1}{2}kd^2 = \frac{1}{2}mv_r^2 \Rightarrow \boxed{v_r = d\sqrt{\frac{k}{m}}}$$

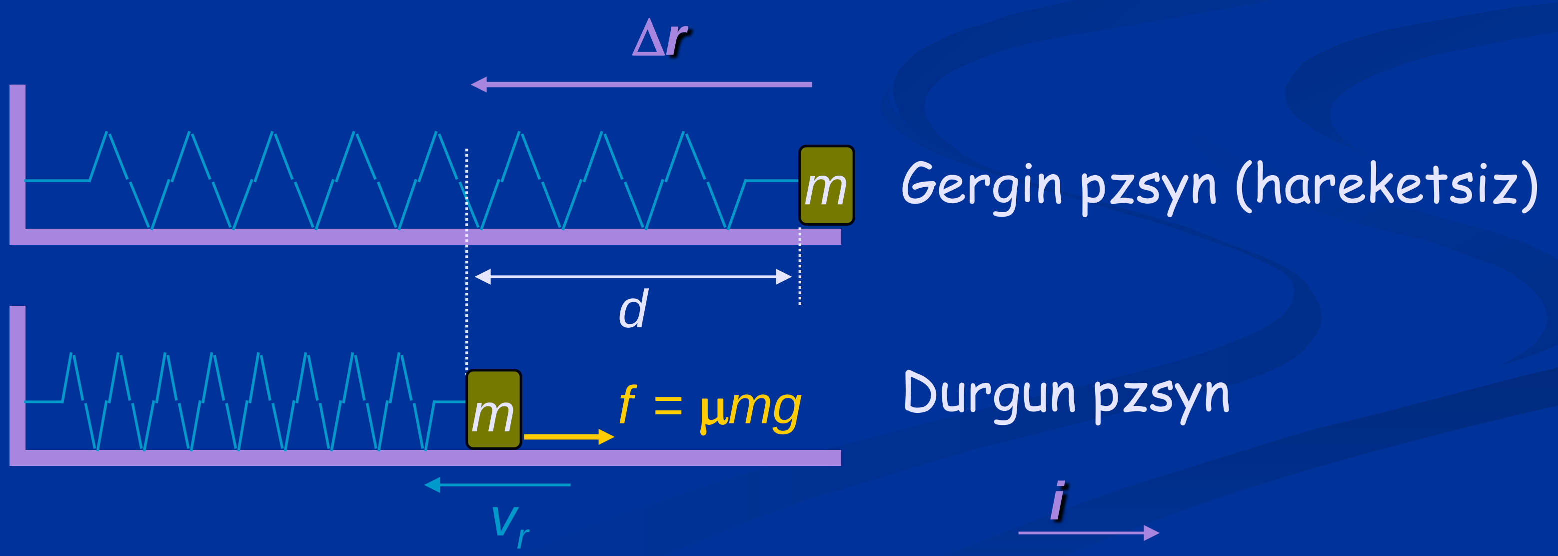


Problem: Yay sistemi

- Şimdi zemin ile kütle arasında bir sürtünme μ olsun.
- Kütlenin yaptığı toplam iş: yay tarafından yapılan iş W_S (öncekiyle aynı) ve sürtünme kuvvetinden dolayı yapılan iş W_f.



Problem: Yay sistemi



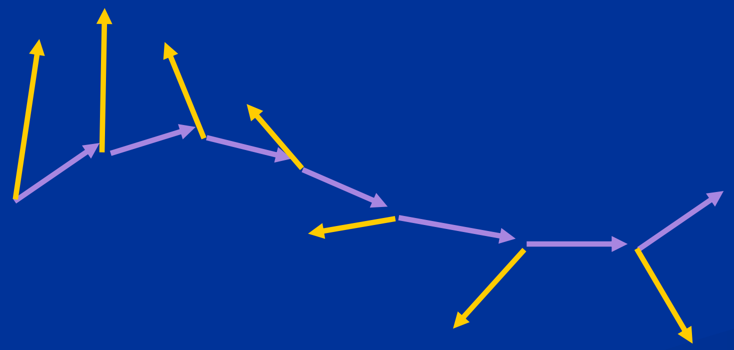
3 Boyutta Değişken Kuvvetin yaptığı İş:

- F kuvvetiyle Δr kadar sonsuz küçüklükte yer değiştirmek için yapılan iş dW_F :

$$dW = \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}$$

- Değişken bir kuvvetin etkisiyle yapılan büyük yer değiştirmeden dolayı yapılan iş sonsuz küçük yer değiştirme işlerinin toplamı (integrasyonu) ile elde edilir.

$$W_{TOP} = \int \mathbf{F} \cdot \Delta \mathbf{r}$$

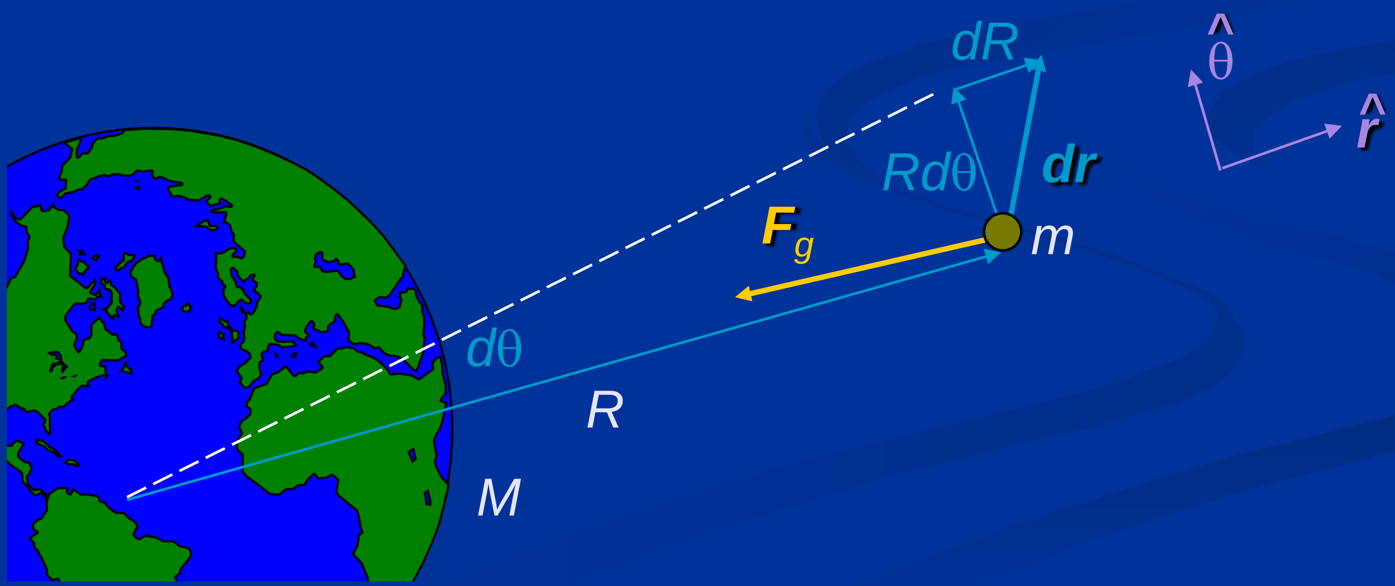


3 Boyutta Değişken Kuvvetin yaptığı İş: Newton'un çekim kuvveti

3 Boyutta Değişken Kuvvetin yaptığı İş:

$$dW_g = \mathbf{F}_g \cdot \mathbf{dr} = (-GMm / R^2\ \hat{\mathbf{r}}) \cdot (dR\ \hat{\mathbf{r}} + Rd\theta\ \hat{\boldsymbol{\theta}})$$

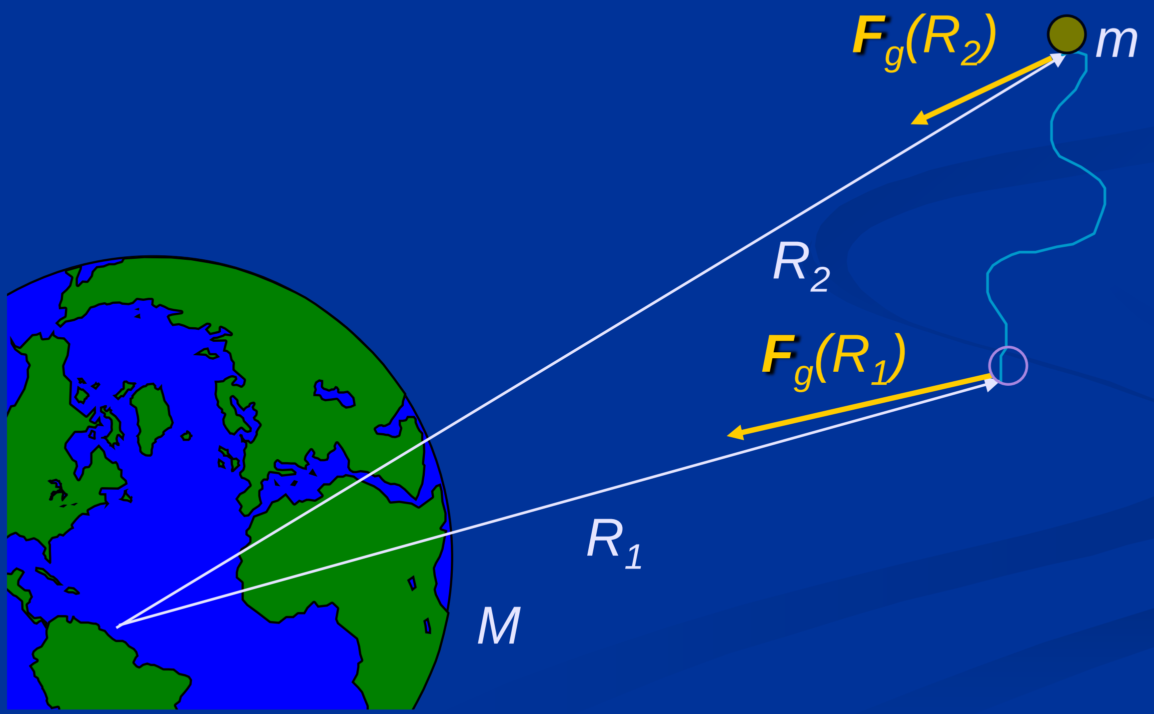
$$dW_g = (-GMm / R^2)\ dR \quad (\text{çünkü } \hat{\mathbf{r}} \cdot \hat{\boldsymbol{\theta}} = 0,\ \hat{\mathbf{r}} \cdot \hat{\mathbf{r}} = 1)$$



3 Boyutta Değişken Kuvvetin yaptığı İş: Newton'un çekim kuvveti

- dW_g integre edilerek bütün yer değiştirmeyle yapılan işi buluruz:

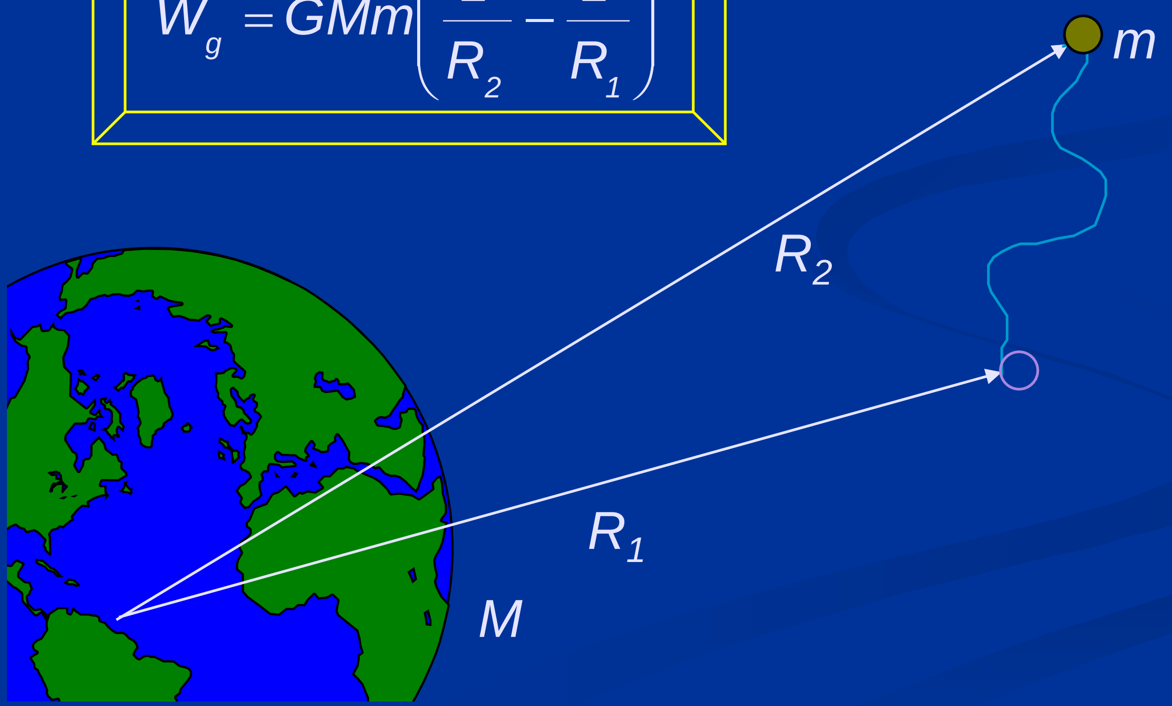
$$W_g = \int_{R_1}^{R_2} dW_g = \int_{R_1}^{R_2} (-GMm / R^2)\, dR = GMm\,(1/R_2 - 1/R_1)$$



3 Boyutta Değişken Kuvvetin yaptığı İş: Newton un çekim kuvveti

- Yapılan iş sadece R_1 ve R_2 bağlı, ***yoldan bağımsızdır.***

$$W_g = GMm\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)$$



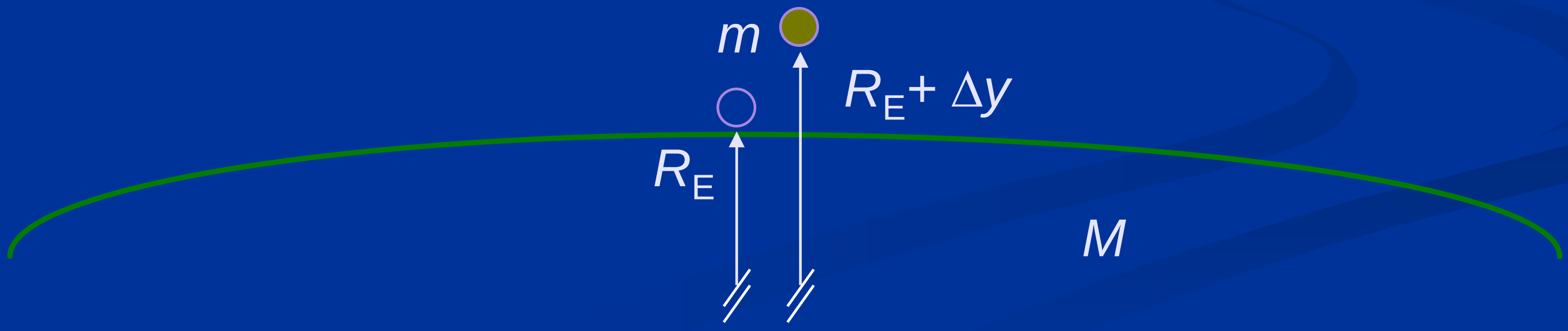
Newton un çekim kuvveti Dünya yüzeyine yakın:

- Farz edelim ki $R_1 = R_E$ ve $R_2 = R_E + \Delta y$

$$W_g = -GMm\left(\frac{R_2 - R_1}{R_1 R_2}\right) = -GMm\left(\frac{(R_E + \Delta y) - (R_E)}{(R_E + \Delta y)(R_E)}\right) \cong -m\left(\frac{GM}{R_E^2}\right)\Delta y$$

ne öğrenmiştik: $\left(\frac{GM}{R_E^2}\right) = g$

- Yani: $\boxed{W_g = -mg\Delta y}$



Korunumlu Kuvvetler:

- Genel olarak yapılan iş yoldan bağımsız ama ilk ve son konumu arasındaki mesafeye bağlı ise bu işi yapan kuvvet ***korunumlu'dur***.

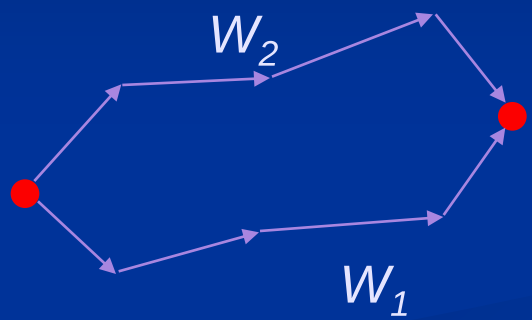
- Gravitasyon korunumlu bir kuvvettir: $W_g = GMm\left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}\right)$

- Yer yüzeyine yakın gravitasyon: $W_g = -mg\Delta y$

- Yaylar korunumlu kuvvet yaratır: $W_s = -\frac{1}{2}k\left(x_2^2 - x_1^2\right)$

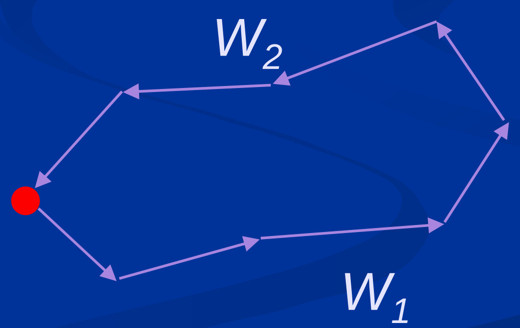
Korunumlu Kuvvetler:

- Korunumlu bir kuvvetin yaptığı iş yoldan bağımsızdır!



➡ $W_1 = W_2$

- Dolayısıyla kapalı bir yolda yapılan toplam iş 0'dır.



➡ $W_{NET} = W_1 - W_2$
$= W_1 - W_1 = 0$

Potansiyel Enerji

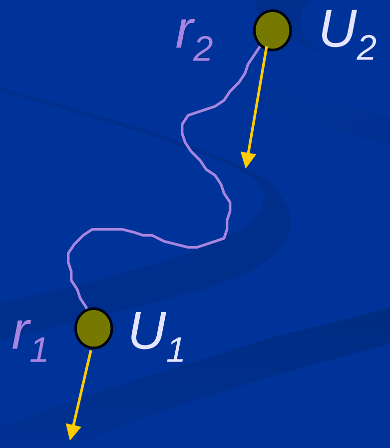
- Herhangi bir korunumlu kuvvet F için aşağıdaki gibi potansiyel fonksiyonu U tanımlayabiliriz:

$$W = \int \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r} = -\Delta U$$

  - Korunumlu kuvvetin yaptığı iş potansiyel enerji fonksiyonundaki değişimin tersine eşittir.

- Yani:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = -W = -\int_{r_1}^{r_2} \mathbf{F} \cdot d\mathbf{r}$$



Gravitasyon Potansiyel Enerjisi

- Kütlesi *m* olan bir cismin dünya yüzeyine yakın gravitasyon alanında Δy yer değiştirmesi için yaptığı iş:

$$W_g = -mg\,\Delta y$$

- Bu cismin potansiyel enerjisindeki değişim:

$$\Delta U = -W_g = mg\,\Delta y$$

Gravitasyon Potansiyel Enerjisi

- Dünya yüzeyi yakınında U değişimi:

$$\Delta U = -W_g = mg\,\Delta y = mg(y_2 - y_1).$$

- Dolayısıyla $U = mg\,y + U_0$ burada U_0 is keyfi bir **sabittir**.
- Keyfi sabitin U_0 bulunması bize kolaylık sağlar. Zira öyle bir seçim yaparız ki $U = 0$.

Özetle...

- Tekrar
- Dünya yüzeyinde çekim kuvvetinden dolayı yapılan iş
- Örnekler:
  - Sarkaç, eğik düzlem, serbest düşme
- Değişken kuvvetçe yapılan iş
  - Yay
- Yay ve sürtünmeli problemler
- 3 boyutta değişken kuvvetçe yapılan iş
  - Newton'un çekim yasası
- Korunumlu kuvvetler & potansiyel enerji