



(Bu sınavı kendi çabamla ve yardım almadan yaptığımı garanti ederim.)

ADI-SOYADI: \_\_\_\_\_

ÖĞRENCİ NO: \_\_\_\_\_

- Sınavda yalnızca sınav kağıdında bulunan formüllerden yararlanılır ve hesap makinesi kullanımına izin verilmez.
- Sınav süresi **100 dakikadır**.
- Kısa sorular ve dört problemten oluşur ve toplamda **125 puandır**.
- Bu sınav toplamından **en fazla 100 puan** alınabilir.
- Açıklama, formül içermeyen cevaplara puan verilmez. Birim yazılmaması durumunda puan kırılır.

| Kısa Sorular | Problem 1 | Problem 2 | Problem 3 | Problem 4 | Toplam |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
|              |           |           |           |           |        |

Formüller (Bu sayfayı ayırmayınız!)

#### Ortalama ve Anlık Tanımları:

Eğer  $f$ ,  $g$ 'nin zamana göre değişimi ise

$$f_{av} = \frac{g(t_f) - g(t_i)}{t_f - t_i}, \quad f(t_i) = \frac{dg}{dt} \bigg|_{t=t_i}$$

#### Birim Vektör Notasyonu:

$$\vec{A} = A_x \hat{i} + A_y \hat{j} + A_z \hat{k}$$

#### Skalar Çarpım:

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y + A_z B_z$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}| |\vec{B}| \cos \theta$$

#### Vektör Çarpım:

$$\vec{A} \times \vec{B} = \vec{C}$$

$$C_x = A_y B_z - A_z B_y$$

$$C_y = A_z B_x - A_x B_z$$

$$C_z = A_x B_y - A_y B_x$$

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}| |\vec{B}| \sin \theta$$

#### Sabit $x$ -ivmesi:

$$v_x = v_{0x} + a_x t$$

$$x = x_0 + v_{0x} t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

$$v_x^2 = v_{0x}^2 + 2a_x(x - x_0)$$

#### Düzgün Çembersel Hareket:

$$a_{rad} = \frac{v^2}{R} \quad T = \frac{2\pi R}{v}$$

#### Bağıl Hız:

$$v_{P/A-x} = v_{P/B-x} + v_{B/A-x}$$

$$\vec{v}_{P/A} = \vec{v}_{P/B} + \vec{v}_{B/A}$$

#### Newton Yasaları:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = \sum \vec{F}$$

$$\sum \vec{F} = 0, \quad \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_{A \text{ on } B} = -\vec{F}_{B \text{ on } A}$$

#### Sürtünme Kuvvetleri:

$$f_k = \mu_k n \quad f_s \leq \mu_s n$$

#### İş:

$$W = \vec{F} \cdot \vec{s} = F s \cos \theta$$

$$W_F = \int_{\vec{x}_1}^{\vec{x}_2} \vec{F} \cdot d\vec{x} \text{ (değişken F)}$$

#### İş Kinetik Enerji İlişkisi:

$$W_{\text{toplam}} = K_2 - K_1, \quad K = \frac{1}{2} m v^2$$

#### Güç:

$$P_{av} = \frac{\Delta W}{\Delta t}, \quad P_{av} = \vec{F} \cdot \vec{v}$$

#### Yerçekimi Potansiyel E.:

$$\Delta U_g = -W_{\text{grav}} = mgy_f - mgy_i$$

#### Elastik pot. enerji:

$$\Delta U_{el} = -W_{el} = \frac{1}{2} k x_f^2 - \frac{1}{2} k x_i^2$$

#### Potansiyel Enerji Kuvvet İlişkisi:

$$\vec{F} = - \left( \frac{\partial U}{\partial x} \hat{i} + \frac{\partial U}{\partial y} \hat{j} + \frac{\partial U}{\partial z} \hat{k} \right)$$

#### Mekanik Enerjinin Korunumu:

$$K_1 + U_1 + W_{\text{diğer}} = K_2 + U_2$$

$$\text{veya: } \Delta K + \Delta U = W_{\text{diğer}}$$

#### Parçacığın çizgisel momentumu:

$$\vec{p} = m\vec{v}, \quad \sum \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

#### İtme & İtme-Momentum:

$$\vec{J} = \sum \vec{F} \Delta t, \quad \vec{J} = \Delta \vec{p} = \vec{p}_2 - \vec{p}_1$$

$$\vec{J} = \int \vec{F} dt \text{ (değişken F)}$$

#### Momentumun korunumu:

$$\vec{P} = \vec{p}_A + \vec{p}_B + \dots, \quad \vec{P}_1 = \vec{P}_2 \text{ (}\vec{P} = \vec{P}'\text{)}$$

#### Esnek çarpışma:

Sitemde  $\mathbf{P}$  ve  $\mathbf{K}$  korunur.

#### Esnek olmayan çarp.:

Sistemde  $\mathbf{P}$  korunur,  $\mathbf{K}$  korunmaz.

#### 1D Elastik Çarpışma:

$$v'_{1x} = \frac{2m_2 v_{2x} + (m_1 - m_2)v_{1x}}{m_1 + m_2},$$

$$v'_{2x} = \frac{2m_1 v_{1x} + (m_2 - m_1)v_{2x}}{m_1 + m_2}$$

#### Kütle Merkezi (CM):

$$\vec{r}_{cm} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + \dots}{m_1 + m_2 + \dots}$$

#### Dönme Hareketi - Kinematik:

$$\omega_z = \frac{d\theta}{dt}, \quad \alpha_z = \frac{d\omega_z}{dt}$$

$$\theta = \theta_0 + \omega_{0z} t + \frac{1}{2} \alpha_z t^2$$

$$\theta - \theta_0 = \frac{1}{2} (\omega_{0z} + \omega_z) t$$

$$\omega_{fz}^2 - \omega_{0z}^2 = 2\alpha_z (\theta_f - \theta_0)$$

#### Çizgisel ve Dönme

#### Hareketlerinin İlişkisi

(Kaymadan dönme):

$$v = r\omega, \quad a_{tan} = r\alpha$$

$$a_{rad} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

#### Eylemsizlik Momenti

#### ve Dönme Kinetik Enerjisi:

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + \dots = \sum_i m_i r_i^2,$$

$$K_{donme} = \frac{1}{2} I \omega^2$$

#### Paralel Eksen Teoremi:

$$I_P = I_{km} + M d^2$$

#### Torkun yaptığı iş:

$$W_\tau = \tau_z \Delta \theta \text{ (sabit torque)}$$

$$W_\tau = \int_{\theta_1}^{\theta_2} \tau_z d\theta, \quad P = \tau_z \omega_z$$

#### Dönme hareketinde İş-Kinetik Enerji:

$$W_\tau = \Delta K_{donme} = \frac{1}{2} I \omega_2^2 - \frac{1}{2} I \omega_1^2$$

#### Açısal Momentum:

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{p} = \vec{r} \times m\vec{v} \text{ (noktasal parçacık)}$$

$$\vec{L} = I \vec{\omega} \text{ (katı cisim)}$$

#### Dönme hareketi

#### ve Açısal Momentum:

$$\sum \vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$$

$$\sum \vec{\tau} = 0 \Rightarrow \vec{L} : \text{sabit } (\vec{L}_i = \vec{L}_f)$$

**Kısa Sorular:** (25 puan)

**Cevaplarınızı açıklayınız. Açıklama içermeyen cevaplar puanlandırılmaz!**

(KS1) (6 p) Sıfırdan farklı bir net kuvvet etkisindeki noktasal bir cisim için, aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olmalarını inceleyiniz.

(i) Cismin sürati her zaman artar!

(D) (Y) .....

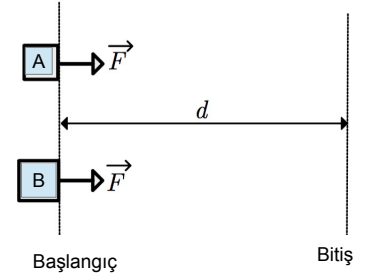
(ii) Cismin kinetik enerjisi sabit kalabilir.

(D) (Y) .....

(iii) Cismin çizgisel momentumu sabit kalabilir.

(D) (Y) .....

(KS2) (4 p) Kütleleri  $m_A = M$  ve  $m_B = 4M$  olan iki cisim başlangıç çizgisinde hareketsiz durmaktadırlar. Cisimlere aynı  $\vec{F}$  kuvveti, aynı sürtünmesiz yol  $d$  boyunca etkimıştır.



(i) Bitiş çizgisindeki kinetik enerjilerinin oranı nedir?

$$\frac{K_A}{K_B} =$$

(ii) Yol boyunca cisimlere  $\vec{F}$  kuvveti tarafından aktarılan itmelerin büyüklüklerinin oranı nedir?

$$\frac{J_A}{J_B} =$$

(KS3) (5 p) İş-Kinetik Enerji teoremi nedir?**Bir cümle** ile açıklayınız. Açısal hareketteki karşılığı nedir? Yazınız ve **bir cümle** ile açıklayınız.

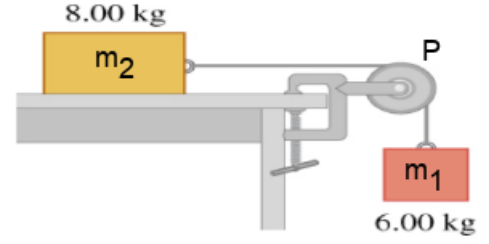
(KS4) (5 p) Katı homojen küre şeklindeki bir top eğimli bir yolda kaymadan yuvarlanarak  $h_0$  yüksekliğine ulaşabilmektedir. Eğer bu top yerine aynı kütle ve yarıçapa sahip içi boş bir top, eğime aynı açısal süratle başlıyor ise çıkabileceği maksimum yükseklik  $h_0$  ile karşılaştırıldığında nasıldır? İşaretleyiniz. Cevabınızı açıklayınız.

|   |
|---|
| $h > h_0$ ( ), $h = h_0$ ( ), $h < h_0$ ( ), $\mu_s$ bilinmediğinden cevaplayamayız( ). |
|---|

(KS5) (5 p) Korunumlu kuvvet nedir? Açıklayınız. En az bir örnek veriniz. Örneğinizi açıklayınız.

**Problem 1:** (25 puan)

Kütleleri  $m_1 = 6\text{kg}$  ve  $m_2 = 8\text{kg}$  olan iki blok, yarıçapı  $r = 0.5\text{m}$  olan çıkırık (P) üzerinden geçen ip ile birbirlerine bağlanmışlardır. İp çıkırığın üzerinden kaymadan geçmektedir ve esnememektedir.  $m_2$  ile yüzey arasında sürtünme yoktur. ( $g = 10 \text{ m/s}^2$  alınız.)



- (a) (9 p) Tüm cisimler için serbest cisim şemalarını çiziniz. (Not: Tork ve kuvvet şemalarını her cisim için ayrı ayrı ya da aynı şekil üzerinde gösterebilirsiniz.)

- (b) Eğer sistem durgun halden serbest bırakıldığında,  $m_1$ 'in aşağıya doğru  $a = 2\text{m/s}^2$ 'lik bir ivmesi oluyor ise,

- (i) (6 p) İplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklükleri nelerdir?

|                   |
|-------------------|
| $T_1 =$ , $T_2 =$ |
|-------------------|

- (ii) (5 p) Çıkırığın (P) eylemsizlik momenti ( $I$ ) nedir?

|       |
|-------|
| $I =$ |
|-------|

- (iii) (5 p) Hareketin ilk iki saniyesinde. çıkırığın açısal momentumu ne kadar değişir?

|                   |
|-------------------|
| $L(2s) - L(0s) =$ |
|-------------------|

**Problem 2:** (25 puan)

500kg kütleyle sahip bir uydu, bir uzay aracına göre

$$\vec{r}(t) = 5 \cos\left(\frac{\pi t}{2}\right)\hat{i} - 2 \sin\left(\frac{\pi t}{2}\right)\hat{j},$$

konumuna sahiptir ve  $\vec{r}$  metre cinsindendir. (Vektör büyüklükler için cevaplarınızı birim vektör notasyonunda veriniz. Koordinat sisteminizin orijinini uzay aracının bulunduğu nokta olarak kabul ediniz.)

(a) (5p) Uydunun hareketin ilk 5 saniyesindeki ortalama ivmesi nedir?

$\vec{a}_{av} =$

(b) (5p) t=5. saniyede, uydunun konumu ve hızı arasındaki açı nedir?

$\theta =$

(c) (5p) Uydu üzerinde ilk beş saniyede ne kadar iş yapılmıştır?.

$W(5s - 0s) =$

(d) (5p) Uyduya ilk beş saniyede verilen itme nedir?

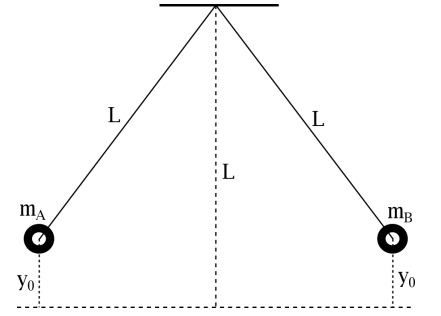
$\vec{J}(5s - 0s) =$

(e) (5p) t=5. saniyede, uydunun uzay aracı çevresindeki açısal momentumu nedir?

$\vec{L}(5s) =$

**Problem 3:** (25 puan)

Aynı boyda  $L = 2.0$  m'lik iplere bağlanmış kütlelerden oluşan sarkaçlar aynı  $y_0 = 5.0$  m yüksekliğinden gösterildiği şekilde durağan halden bırakılmışlardır. A'nın kütlesi  $m_A$  bilinmezken, B'nin kütlesi  $m_B = 1.0$  kg'dır. Kütleler en alt noktada çarpışırlar. Çarpışmanın ardından A çarpışma noktasında hareketsiz kalırken B yükselerek en alt noktanın  $y_f = 7.2$  m üzerine kadar çıkabilmektedir.



(a) (10 p) A sarkacına bağlı cismin kütlesini bulunuz.

$m_A =$

(b) (10 p) Çarpışmanın hemen ardından A ve B cisimlerinin asılı oldukları iplerdeki gerilme kuvvetlerinin büyüklüklerini bulunuz.

$T_A =$  ,  $T_B =$

(c) (5 p) Çarpışma esnek midir? Esnek değil midir? İşaretleyiniz ve matematiksel olarak gösteriniz.

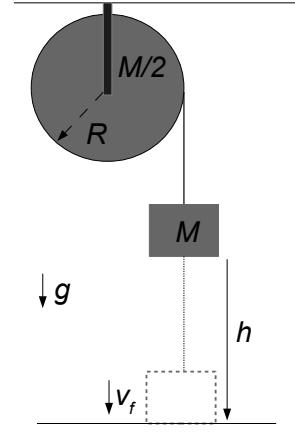
ESNEK ( ) ESNEK OLMAYAN ( )

**Problem 4:** (25 puan)

$M$  kütleli bir yük, kütlesi ihmal edilebilir ipler ile kütlesi  $M/2$  yarıçapı  $R$  olan silindirik bir çıkırığa şekildeki gibi asılmıştır. Yük  $M$ ,  $h$  yüksekliğinden serbest bırakıldığında, durgun halden harekete başlayarak zemine  $v_f = 4$  m/s sürati ile çarpmaktadır. İp esnemen ve kaymadan açılmaktadır.

( $g = 10$  m/s<sup>2</sup> alınız,  $I_{\text{silindir}} = m_{\text{silindir}} R^2 / 2$ .)

(a) (10 p)  $h$  yüksekliğini bulunuz.



$h =$

(b) (5 p)  $M$  yükünün hareket esnasındaki ivmesinin büyüklüğünü bulunuz.

$a =$

(c) (10 p) Silindirin açısal momentumu korunur mu? Korunuyor ise korunduğunu gösteriniz. Cevabınızı fizik yasaları ile açıklayınız.

KORUNUR ( ) KORUNMAZ ( )