**ÇÖZÜMLER**

**Soru 1: (40 puan)**

Şekilde bir damperli kamyon ve ona ait bir kaldırma mekanizması görülmektedir. Diğer tüm kuvvetler göz ardı edildiğine göre, Ağırlığı P=40000 N olan kasayı şekilde görülen pozisyonda dengede tutabilmek için

1. Yatayla $Φ=120^{0}$’lik açı yapan hidrolik silindirin uygulaması gereken kuvvetin büyüklüğünü sadece konum değişkenlerinin bilindiğini varsayarak kuvvet denge denklemlerini yazarak bulunuz.
2. hidrolik silindirin uygulaması gereken kuvvetin büyüklüğünü virtüel iş yöntemini kullanarak bulunuz. $\dot{θ}\_{12}=0.01 rad/s$, $\dot{θ}\_{13}=0.0002 rad/s $ ve $\dot{θ}\_{14}=0.0141 rad/s$

|  |  |
| --- | --- |
|  |  |

Uzuv Boyutları:

 $a\_{1}=0.6 m ; a\_{2}=0.9 m ; a\_{3}=0.46 m; a\_{4}=0.64 m;A\_{0}E=c\_{1}=0.6 m;B\_{0}C=c\_{2}=0.5 m;$

Konum Değişkenleri: $θ\_{12}=45;θ\_{13}=156;θ\_{14}=44.5^{0}$

**Çözüm 1: a.)Serbest Cisim diyagramlarını çizip denge denklemlerini yazalım**

****

$$∑M\_{A\_{0}}=0⟹$$

$$c\_{1}\left(cosθ\_{12}i+sinθ\_{12}j\right)×Pj+a\_{2}\left(cosθ\_{12}i+sinθ\_{12}j\right)×\left(F\_{32}cos\left(θ\_{13}+180\right)i+F\_{32}sin(θ\_{13}+180)j\right)=0$$

**Yukarıdaki eşitlikte** $a\_{1}=0.6 4m ;c\_{2}=0.5 m;θ\_{12}=45;θ\_{13}=156 ve P=-40000$ **olarak**

$$F\_{32}=20187 N$$

**Olarak bulunur.**

$$∑M\_{B\_{0}}=0⟹$$

$$c\_{2}\left(cosθ\_{14}i+sinθ\_{14}j\right)×Fhid(cosΦi+sinΦj)+a\_{4}\left(cosθ\_{14}i+sinθ\_{14}j\right)×\left(F\_{32}cos\left(θ\_{13}\right)i+F\_{32}sin(θ\_{13})j\right)=0$$

**Yukarıdaki eşitlikte** $a\_{4}=0.6 m ;c\_{2}=0.5 m;θ\_{14}=44.5;θ\_{13}=156 ve F\_{32}=20187 N$ **olarak alınırsa**

$$F\_{hid}=24850 N$$

**Olarak bulunur.**

**b.)**

$$δU=∑F\_{i}∙v\_{i}=0$$

$$r\_{P}=c\_{1}\left(cosθ\_{12}i+sinθ\_{12}j\right)⟹v\_{P}=c\_{1}\left(sinθ\_{12}i-cosθ\_{12}j\right)\dot{θ}\_{12}$$

$$r\_{F\_{hid}}=a\_{1}+c\_{2}\left(cosθ\_{14}i+sinθ\_{14}j\right)⟹v\_{F\_{hid}}=c\_{2}\left(sinθ\_{14}i-cosθ\_{14}j\right)\dot{θ}\_{14}$$

$$δU=P∙v\_{P}+F\_{hid}\*Fhid(cosΦi+sinΦj)∙v\_{F\_{hid}}=0$$

$$Fhid=24850 N$$

**Soru 2 (40 puan):**

Şekilde görülen iki serbestlik dereceli kepçe mekanizmasına ait uzuv boyutları ve konum değişkenleri aşağıdaki gibidir.

****

Uzuv Boyutları ve Sabit Parametreler;

$$P\_{1}A\_{0}=c\_{1}=100 cm;A\_{0}P\_{2}=c\_{4}=50 cm;A\_{0}B=b\_{4}=150 cm;A\_{0}A=a\_{4}=200 cm;$$

$$EA=b\_{5}=50 cm;AG=a\_{5}=350 cm$$

Konum Değişkenleri

$$s\_{23}=210;s\_{67}=135; θ\_{12}=49;θ\_{14}=23;θ\_{15}=140 ve θ\_{16}=42^{0}$$

Dış Kuvvet:$F\_{G}=100;ψ=30^{0};$

Soruyu yukarıda verilerin oluştuğu anda sistemin statik dengede olması koşuluyla çözünüz. Şekildeki kepçe, $P\_{1}B ve P\_{2}E $ noktaları arasına konumlandırılmış iki adet hidrolik silindirlerle sürülmektedir.

1. 4 ve 5 uzvunun serbest cisim diyagramını çiziniz.
2. $\vec{r}\_{A/G} ve \vec{r}\_{A/E}$ konum vektörlerini belirleyiniz.
3. Büyüklüğü ve yatayla yaptığı açı verilmiş olan $F\_{G}$ kuvvetinin x ve y yönündeki bileşenlerini belirleyiniz.
4. $P\_{2}$ hidrolik pistonunun uygulaması gereken kuvveti bulunuz. 5 uzvuna etkiyen diğer mafsal kuvvetlerini bulunuz.
5. $\vec{r}\_{A\_{0}/P\_{2}} , \vec{r}\_{A\_{0}/B} ve \vec{r}\_{A\_{0}/A} $ konum vektörlerini belirleyiniz.
6. $P\_{1}$ hidrolik pistonunun uygulaması gereken kuvveti bulunuz.

**Çözüm 2:**

****

1. **konum vektörlerini belirleyiniz (vektör büyüklükleri cm cinsindendir.)**

$$\vec{r}\_{A/G}=a\_{5}\left(cos\left(θ\_{15}+180\right)i+sin\left(θ\_{15}+180\right)j\right)=266.53i-226.85j ve $$

$$\vec{r}\_{A/E}=b\_{5}\left(cos\left(θ\_{15}\right)i+sin\left(θ\_{15}\right)j\right)=-38.0757i+32.4074j $$

1. **Dış kuvvetin büyüklüğü (Kuvvet N olarak verilmiştir.)**

$$\vec{F}\_{G}=F\_{G}\*\left(cosψi+sinψj\right)=100\*\left(cos30i+sin30j\right)=86.6i+50j$$

1. **Hidrolik pistonun uyguladığı kuvveti A noktasına göre moment alarak buluruz.**

$$∑M\_{A}=0⟹\vec{r}\_{A/E}×\vec{P}\_{2}+\vec{r}\_{A/G}×\vec{F}\_{G}=0$$

$\vec{P}\_{2}$ **vektörünün büyüklüğü bilinmediği ancak yönü bilindiği için vektörü şu şekilde ifade edebiliriz.**

$$\vec{P}\_{2}=P\_{2}\left(cosθ\_{16}i+sinθ\_{16}j\right)=P\_{2}(0.7426 i+0.6697j)$$

$$∑M\_{A}=0⟹(-38.0757i+32.4074j )×P\_{2}(0.7426 i+0.6697j)+(266.53i-226.85j)×(86.6i+50j)=0$$

$$∑M\_{A}=0⟹-49.5659P\_{2}+32972=0⟹P\_{2}=665.238 N$$

$$\vec{P}\_{2}=P\_{2}\left(0.7426 i+0.6697j\right)=494.0257i+445.49j$$

$$∑F=0⟹\vec{P}\_{2}+\vec{F}\_{G}+\vec{F}\_{45}=0⟹\vec{F}\_{45}=-580.6283i-495.49j$$

1. **Diğer uzuv için konum vektörlerinin belirlenmesi**

$$\vec{r}\_{A\_{0}/P\_{2}}=c\_{4}\left(cosθ\_{14}i+sinθ\_{14}j\right)=46.11i+19.33j$$

$$ \vec{r}\_{A\_{0}/B}=b\_{4}\left(cosθ\_{14}i+sinθ\_{14}j\right)=138.33i+58.00j ve$$

$$ \vec{r}\_{A\_{0}/A}=a\_{4}\left(cosθ\_{14}i+sinθ\_{14}j\right)=184.44i+77.33j$$

1. **Birinci hidroliğin uyguladığı kuvveti** $A\_{0}$ **noktasına moment alarak bulabiliriz.**

$$∑M\_{A\_{0}}=0⟹\vec{r}\_{A\_{0}/P\_{2}}×\vec{P}\_{2}+ \vec{r}\_{A\_{0}/B}×\vec{P}\_{1} +\vec{r}\_{A\_{0}/A}×-\vec{F}\_{45}=0$$

$\vec{P}\_{1}$ **vektörünün büyüklüğü bilinmediği ancak yönü bilindiği için vektörü şu şekilde ifade edebiliriz.**

$$\vec{P}\_{1}=P\_{1}\left(cosθ\_{12}i+sinθ\_{12}j\right)=P\_{1}(0.6587 i+0.7524j)$$

$$∑M\_{A\_{0}}=0⟹\left(46.11i+19.33j\right)×\left(-494.0257i-445.49j\right)+\left(138.33i+58.00j \right)×P\_{1}\left(0.6587 i+0.7524j\right)+\left(184.44i+77.33j\right)×\left(580.6283i+495.49j\right)=0$$

$$∑M\_{A\_{0}}=0⟹-10991+65.8728P\_{1}+46488=0⟹P\_{1}=-872.57$$

$$\vec{P}\_{1}=-872.57\left(0.6587 i+0.7524j\right)=-574.79i-656.51j$$

**Soru 3 (40 puan):**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Uzuv2 | Uzuv3 | Uzuv4 |
| Açı | $$55^{0}$$ | $$168,2^{0}$$ | $$0,9 m$$ |
| Hız | $$-12,5 rad/s$$ | $$1,8 rad/s$$ | $$2,3 m/s$$ |
| İvme | 0 | $$32 rad/s^{2}$$ | $$-14,7 m/s^{2}$$ |

Şekilde verilen mekanizmada sürtünme kuvvetlerinin ihmal edilebilecek kadar küçük olacağı varsayımıyla hesap yapılmış ardından varsayımın doğruluğu deneysel olarak kanıtlanmak istenmiştir.



$F\_{32}$ mafsal kuvvetleri dışında tüm mafsallarda varsayımın geçerli olduğu bulunmuştur. **Deneysel olarak ölçülen** $F\_{32}$ **mafsal kuvveti** hesaplanan $F\_{32}$ mafsal kuvvetinden **4 N daha** büyüktür. Hesaplama sırasında, 4 uzvunun ağılıkları dışındaki ağırlıklarda ihmal edilmiştir. Mekanizmaya doğrultusu ve yönü şekilde gösterildiği gibi 500 N’luk $F\_{14}$ dış kuvveti etkimektedir.

1. Yukarıdaki veriler ışığında serbest cisim diyagramlarında özellikle boşbırakılan kutucukların içermesi gereken bilgileri doldurunuz.

**Çözüm a.)**

****

1. **4 uzvunun kütlesi** $m\_{4}=10 kg$ **olduğuna göre uzva etki eden atalet kuvvetini bulunuz.**

$$F\_{4}^{i}=-m\_{4}\ddot{s}\_{14}=-10\*\left(-14.7\right)=147 N$$

1. $F\_{32}$ **‘yi elde ediniz, ve 4 N’luk farkı ekleyerek deneysel olarak elde edildiği söylenen değeri de tanımlayınız.**

**Dört uzvunun serbest cisim diyagramına göre**

$$∑F\_{x}=0⟹F\_{4}^{i}+F\_{34}\cos(\left(180+θ\_{13}\right))-F\_{14}=0$$

$$∑F\_{x}=0⟹147+F\_{34}\*0.979-500⟹F\_{34}=361 N$$

$$\left|F\_{32}\right|=\left|F\_{23}\right|=\left|F\_{34}\right|=361$$

$$\left|F\_{32}\right|=361⟹\left|F\_{32}\right|\_{D}=361+4=365$$

$$\left|F\_{32}\right|\_{D}=365$$

1. **Aşağıdaki şekilden yararlanarak** $tanϕ=μ$ **sürtünme açısını bulunuz.**

****$\left|F\_{32}\right|\_{D}^{2}=F\_{32}^{2}+R\_{32}^{2}⟹R\_{32}=\sqrt{365^{2}-361^{2}}=53.89$

$$tanϕ=μ=\frac{53.89}{361}=0.15$$