**Gegevens:**

$$\begin{aligned}
 I_{a,s} &= 0.7 \text{ kg.m}^2 \\
 m_a &= 6 \text{ kg} \\
 \mathbf{g} &= [0 \ -10] \text{ m/s}^2 \\
 \mathbf{h} &= [0.4 \ 0.7] \\
 \mathbf{s} &= [0.55 \ 0.1] \\
 \mathbf{dzp}_a &= [0.5 \ 0.4]
 \end{aligned}$$

Gegevens:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{F}_{h,r} &= [140 \ -20] \text{ N} \\
 \mathbf{M}_{h,r} &= -10 \text{ Nm} \\
 \mathbf{a}_s &= [2 \ -0.2] \text{ m/s}^2 \\
 \mathbf{a}_{dzp} &= [11.2 \ -18.4] \text{ m/s}^2 \\
 \alpha_a &= -20 \text{ rad / s}^2 \\
 \omega_a &= -8 \text{ rad / s} \\
 \mathbf{v}_{dzp} &= [15 \ 2] \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Dit is vanaf de rechter zijkant gezien de rechterarm van een tennisspeler die een bal serveert.

De exacte posities van hand (**h**), schouder (**s**) en zwaartepunt van de gehele arm (**dzp_a**) staan bij de gegevens. De speler oefent bij het punt **h** een met een krachtopnemer gemeten kracht ($\mathbf{F}_{h,r}$) en een moment ($\mathbf{M}_{h,r}$) uit **op het racket**. Verder is gegeven, de massa (m_a) en de hoeksnelheid (ω_a) en hoekversnelling (α_a) van de hele arm, de versnelling van de schouder (\mathbf{a}_s) en van het zwaartepunt (\mathbf{a}_{dzp}), de snelheid van het zwaartepunt (\mathbf{v}_{dzp}) en het traagheidsmoment van de gehele arm **ten opzichte van de schouder** ($I_{a,s}$).

Beschouw de gehele arm (inclusief de hand) als één segment.

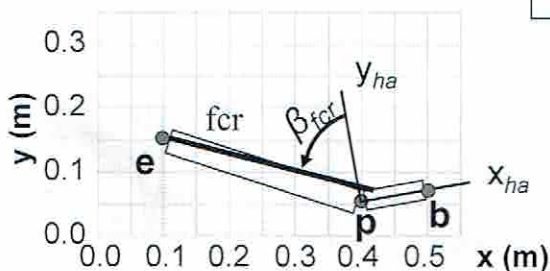
a. (3p) Schets het free body diagram (VLS) en (los hiervan) het kinetisch schema van de arm. Gebruik de aangegeven afkortingen.

b. (8p) Stel een momentenvergelijking op voor de arm als free body volgens vergelijking 3b: moment rond de schouder met I rond de schouder. Gebruik deze vergelijking om het moment uit te rekenen dat de schouder spieren op de arm moeten uitoefenen.

c. (2p) Leg aan de hand van het teken uit waarom het berekende moment rond de schouder anteflecterend of retroflecterend is.

d. (5p) Bereken de som van de potentiële en kinetische energie van de gehele arm.

Vraag 2

**Gegevens:**

$$\begin{aligned}
 \mathbf{e} &= [0.1 \ 0.15] \\
 \mathbf{p} &= [0.4 \ 0.05] \\
 \mathbf{b} &= [0.5 \ 0.07]
 \end{aligned}$$

Gegevens:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{M}_{p,ha} &= 20 \text{ Nm} \\
 \mathbf{F}_{p,ha} &= [5 \ 50]; \\
 \mathbf{r}_{ins,fc,HA} &= [0.04 \ 0.02] \\
 \beta_{fcr} &= 0.5 \cdot \pi - 0.8 \cdot hp \\
 (hp &= \text{hoek pols in radialen})
 \end{aligned}$$

Dit is vanaf de rechter zijkant gezien de rechter onderarm en hand (hand is een apart segment) van een ober die (met de handpalm naar boven gericht) een blad met bier optilt. De kracht en het moment van de hand op het dienblad is gemeten en met behulp hiervan zijn het netto moment ($\mathbf{M}_{p,ha}$) en de netto reactiekracht ($\mathbf{F}_{p,ha}$) in de pols op de hand uitgerekend. Er is voor deze opgave maar 1 spier die we als mono-articulaire spier beschouwen: de flexor carpi radialis (fcr). Deze spier is de enige spier die een (palmair) flexiemoment rond de pols levert. De **insertie** van de fcr ($\mathbf{r}_{ins,fc,HA}$) is gegeven in het assenstelsel van de hand. Van dat assenstelsel loopt de x-as in de lengterichting van het hand segment (zie tekening), en is het nulpunt de pols.

a. (4 p) Gebruik de drie gegeven punten (**e**, **p** en **b**) om de benodigde hp uit te rekenen (een schatting met een geodriehoek is niet toegestaan, maar mag je wel gebruiken om je uitkomst te controleren). hp is gedefinieerd als nul wanneer de hand precies in het verlengde van de onderarm ligt, en neemt toe wanneer de hand linksom (dus naar boven) roteert. Maak bij de berekening van hp een duidelijke tekening waarin je laat zien wat je doet.

b. (4 p) Bereken de spierkracht vector van de kracht die de fcr op de hand levert in het assenstelsel van de hand. Maak hierbij gebruik van de gegeven formule voor de hoek (in rad) van de fcr met de y-as van de hand (β_{fcr} , zie ook de tekening). Gebruik voor hp een hoek van 0.5 rad als je er bij opgave a niet uit bent gekomen.

c. (4 p) De netto gewrichts kracht in de pols op de hand ($\mathbf{F}_{p,ha}$) is gegeven, en staat nog in het globale assenstelsel. Bereken de echte gewrichts kracht in de pols op de hand, in het assenstelsel van de hand. De x-as van dit assenstelsel loopt van **p** naar **b** (zie tekening).

Vraag 3

Bij een springer zijn de grondreactiekracht en de posities van gewrichten tijdens de afzetsfase gemeten. De springer stond net als bij het practicum met de neus naar rechts. Je hebt reeds de beschikking over de volgende variabelen (tussen haakjes staat telkens het aantal rijen en kolommen):

teen (500,2) = tijdserie met 2 kolommen met y en z positie van de teen

enkel (500,2) = idem van de enkel

knie (500,2) = idem van de knie

fg (500,2) = 2 kolommen met y en z component van de grondreactiekracht vector

ay (500,1) = horizontale (y) component van het aangrijpingspunt van de grondreactiekracht (verticaal is nul)

sf (1,1) = sample frequentie

Mev (500,1) = het netto moment rond de enkel op de voet

d_gas_enkel (1,1) = scalaire momentsarm van de gastrocnemius ten opzichte van de enkel

Schrijf een matlab programma waarin je de onderstaande berekeningen uitvoert. Zorg dat punten (.) en maal-tekens (*) duidelijk herkenbaar zijn. Je mag hierbij gebruik maken van alle functies waar je tijdens de practica ook de beschikking over had. Als hulp staan de eerste regels van de door de docent meegeleverd functies hiernaast. Verder mag je ook de zelfgemaakte functie cross2D gebruiken.

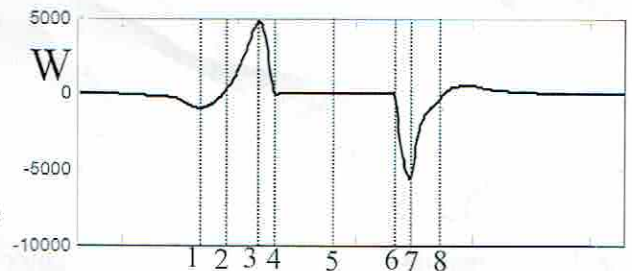
```
function [odata] =afgcol (idata,fs)
function [angle] = angle2d (vectors)
function [y, z] = dattoyz (data)
function [data] = yztoat (y,z)
function [m1, m2, m3, ...] = split (matrix, dim)
function [yloc, zloc]=createaxes (distaal,proximaal)
function [vectorglob] = projectloc2glob (yloc,zloc,vectorloc)
function [vectorloc] = projectglob2loc (yloc,zloc,vectorglob)
```

- (3 p) Bereken het gewrichtsvermogen in de enkel.
- (2 p) Bereken het quasistatische moment in de enkel.
- (3 p) Bereken de spierkracht vector van de gastrocnemius bij de knie op het onderbeen in het assenstelsel van het onderbeen. Ga er hierbij vanuit dat de gastrocnemius 50% van het plantair flexiemoment in de enkel levert en precies parallel aan het onderbeen trekt.

Het figuur rechts laat het lichaamsvermogen zien bij de sprong met de armen los (sprong 10), berekend volgens methode 3. Dat is de methode die gebruikt maakt van de grondreactiekracht en het lichaamszwaartepunt. Noteer per vraag het nummer van de verticale lijn die het beste het tijdstip benadert:

- (1 p) Waarop de proefpersoon op het diepste punt van de kniebuiging is voorafgaand aan de sprong.
- (1 p) Het hoogste punt bereikt in de sprong.
- (1 p) Weer omhoog begint te komen na de kniebuiging bij de landing.
- (2 p) Motiveer waarom de vermogens effecten van het afremmen van de beenstrekking bij het begin van de vluchtfase niet zichtbaar zijn in deze methode.

Vraag 4



Vraag 5

Rechts is weergegeven de Y (afschuif) en Z (compressie) component van de spierkracht van de quadriceps bij sprong 10. De doorgetrokken lijn is de spierkracht berekend met opdracht 1 (het model met 2 spieren) en de gestippelde lijn is de spierkracht berekend met opdracht 2 (het model met 5 spieren).

- (2 p) Noem de belangrijkste reden waarom de piek van Z groter was bij opdracht 2 dan bij opdracht 1.
- (2 p) Noem de belangrijkste reden waarom de piek van Y kleiner was bij opdracht 2 dan bij opdracht 1.
- (1 p) Welke structuur in de knie (niet een spier) wordt als gevolg van de berekende krachten bij opdracht 1 zwaarder belast dan bij opdracht 2?

