

Werktuigkundig Ontwerpproject WB1641

Tentamen (Python) Programmeren

4 oktober 2017

- Het tentamen duurt **1.5 uur**.
- Je kunt in totaal 20 punten verdienen waarvan 2 startpunten.

Toegestaan op tentamen:

Kladpapier (door surveillanten uitgereikt)

Niet toegestaan op tentamen:

- Formulebladen wiskunde
- Eigen aantekeningen
- Blokboek of antwoordbladen
- Papieren handleidingen Python of opdrachten Python
- (Grafische) rekenmachine
- Telefoon

Dit tentamen is gemaakt door: Dr. P. Wilders

Dit tentamen is gecontroleerd door: Drs. I.A.M Goddijn

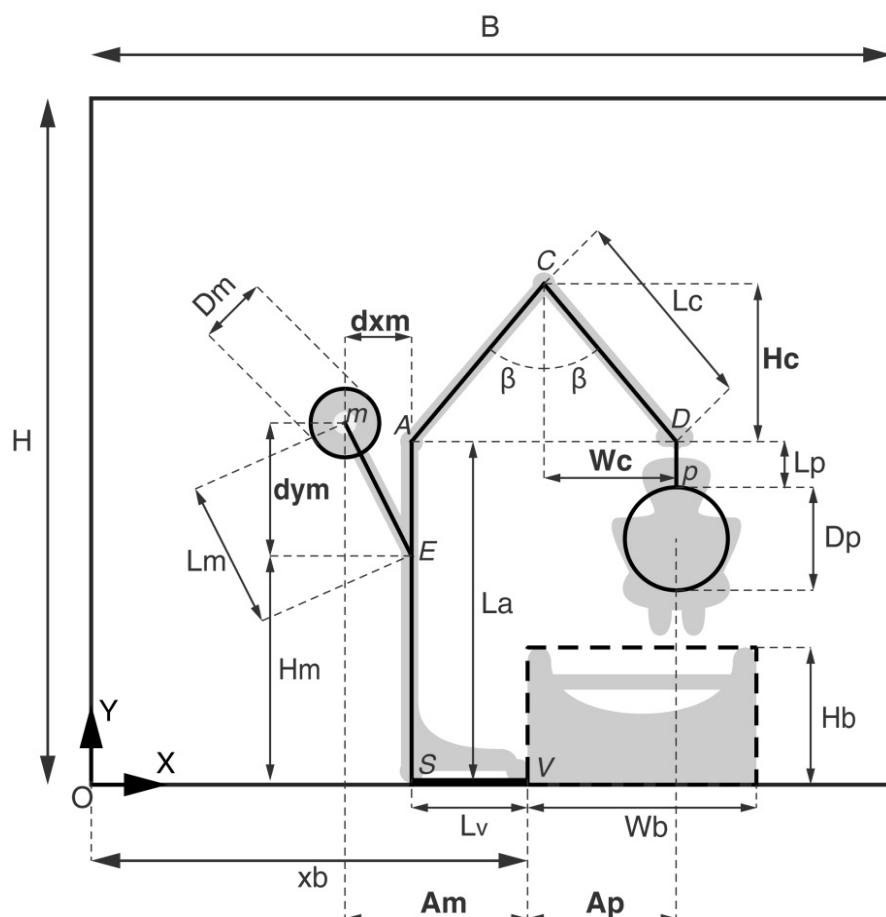
Bewegingsbeperking

Bij patiënten die niet uit bed overeind kunnen komen wordt door zorgpersoneel een tillift gebruikt (Fig. A) waarmee de patiënt uit bed gehaald wordt. Conventionele tilliften kunnen nooit omvallen doordat de voeten van de lift (waar de wielen aan zitten) tot onder de patiënt doorlopen. Deze tilliften kunnen echter alleen gebruikt worden bij bedden die voldoende hoog van de grond af staan. Figuur B geeft schematisch een alternatief ontwerp weer voor een tillift die ook gebruikt kan worden bij bedden, banken etc. die niet van de grond af staan. Met een dergelijke tillift moet een contra-gewicht er echter voor zorgen dat de tillift niet omvalt door het gewicht van de patiënt.



Figuur A: Patiënt in een conventionele tillift.

- De slaapkamer is rechthoekig met dimensies H en B en oorsprong O .
- Het bed heeft hoogte Hb en breedte Wb .
- De linkerhoek van het bed staat op xb , de x-coördinaat van punt V .
- Armen AC en CD klappen altijd symmetrisch open, beiden met hoek β .
- Bij elke hoek β draait de arm Em altijd precies zover naar buiten dat het rechtsdraaiend moment van de massa Mp van de patiënt rondom punt V exact wordt gecompenseerd door het linksdraaiend moment van de massa Mm van het contragewicht rondom punt V . De momentarm van Mp rond V is Ap en de momentarm van Mm rond V is Am . (*Herinnering:* Moment = kracht x momentarm)



$H = 3 \text{ m}$
 $B = 3.5 \text{ m}$
 $H_b = 0.6 \text{ m}$
 $W_b = 1 \text{ m}$
 $x_b = 2 \text{ m}$
 $La = 1.5 \text{ m}$
 $Lc = 0.9 \text{ m}$
 $Lv = 0.6 \text{ m}$
 $Lp = 0.2 \text{ m}$
 $Dp = 0.45 \text{ m}$
 $\beta = 40^\circ$

Figuur B: Schematische weergave van de slaapkamer met tillift.

Opdracht

Gevraagd wordt een py-file te schrijven die een aantal figuren tekent.

Uiteindelijk zal dit resulteren in de gevraagde figuren zoals getoond op de laatste bladzijde(n) van dit tentamen.

Programmeer de volgende 'stappen' die je op weg helpen om de uiteindelijke Python-code te krijgen in Stap 7.

Stap 0 [score: 1]

Tijdens het uitwerken van het tentamen: Programmeer netjes en compact. Zorg dat het programma daadwerkelijk gerund kan worden zonder foutmeldingen. Voeg commentaar (uitleg) toe in de py-file op plekken waarvan u denkt dat toevoeging van commentaar meerwaarde geeft. Gebruik, met mate, lege regels om de overzichtelijkheid te bevorderen.

Stap 1 [score: 0]

Maak een py-file. Doe dit vanuit de Editor.

- Begin jouw py-file met twee commentaar regels met daarin je naam en studienummer.
- Importeer de modules numpy en matplotlib.pyplot door de opdrachtregels

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

toe te voegen.
- Voeg een commentaar regel in met de tekst 'Stap 1'.
- Begin daarna met programmeren door variabelen te maken met namen zoals aangegeven in Figuur B en de Tabel op blz 1 en die de gegeven parameters bevatten.
- Sla nu de file op de Y-drive Y: op als 'WB#####.py' met in plaats van de hekjes je studienummer, dus bijv. WB1234567.py. Gedurende het hele tentamen werkt u vanuit dit bestand.

Stap 2 [score: 2]

Teken de slaapkamer en bed zoals weergegeven in Figuur B. Doe dit als volgt:

- Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 2'. Neem op de volgende regel het commando `plt.figure(1)` op.
- Programmeer twee arrays S_x en S_y waarin respectievelijk de x- en y-coördinaten komen te staan van de slaapkamer op zodanige wijze dat er een complete rechthoek getekend wordt. Maak daarbij gebruik van de variabelen uit Stap 1.
- Programmeer nu twee arrays A_x en A_y waarin respectievelijk de x- en y-coördinaten komen te staan van de hoekpunten van het bed op zodanige wijze dat er een complete rechthoek getekend wordt. Maak daarbij gebruik van de variabelen uit Stap 1.
- Programmeer de code om de slaapkamer te tekenen **met groene streeplijnen** en om het bed te tekenen met **zwarte streeplijnen**.
- Gebruik `plt.axis` om er voor te zorgen dat het assenstelsel in de "scaled" stand wordt gezet. In de scaled stand zijn de lengte eenheden langs de assen gelijk. Het gebruik van "scaled" is te prefereren boven het gebruik van "equal".
- Zorg ervoor, met gebruik van het commando `plt.axis`, dat de groen rand van de slaapkamer los komt van assen + box.

Na deze stap moet het programma bij 'runnen' de eerste figuur van de laatste bladzijde(n) tonen.

Stap 3 [score: 1]

Het is nodig om een aantal afgeleide variabelen te bepalen. Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 3'.

- Introduceer de extra variabelen *betar*, die de waarde van β in radialen bevat.
- Definieer de variabele *Wc* en druk deze uit in *Lc* en *betar*.
- Definieer de variabele *Hc* en druk deze uit in *Lc* en *betar*.
- Definieer de variabele *Ap* en druk deze uit in *Wc* en *Lv*. Er geldt $2Wc=Lv+Ap$.

Stap 4 [score: 3]

Teken de draagkabel *DP* en het frame van de tillift zonder contragewicht voor de hoek β met staander in het punt *S* zoals weergegeven in de tweede figuur op de laatste bladzijden.

- Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 4'. Neem op de volgende regel het commando `plt.figure(2)` op om een tweede grafiek te genereren.
- Programmeer twee arrays *Rx1* en *Ry1* (elk vier elementen bevattend) waarin respectievelijk de x- en y-coördinaten komen te staan van het beginpunt van staander *SA*, het eindpunt van staander *SA*, het eindpunt van knikarm *AC* en het eindpunt van knikarm *CD*. Doe dat door gebruik te maken van eerder gedefinieerde variabelen.
- Programmeer twee arrays *Rx2* en *Ry2* waarin respectievelijk de x- en y-coördinaten komen te staan van de twee uiteinden van de draagkabel *DP*. Doe dat door gebruik te maken van eerder gedefinieerde variabelen en de arrays *Rx1* en *Ry1*.
- Programmeer de code om de staander, de twee knikarmen en de draagkabel te tekenen. Elk lijnstuk begint en eindigt met een 'o'-symbool.

Na deze stap moet het programma bij 'runnen' (ook) de tweede figuur van de laatste bladzijde(n) tonen.

Stap 5 [score: 2]

Massa's worden weergegeven in de vorm van cirkels. We vervolgen nu met het programmeren van cirkels. Later zullen cirkels massa's weergeven.

- Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 5'. Neem op de volgende regel het commando `plt.figure(3)`.
- Maak een nieuw array *gam*, welke een bereik van **0 tot en met 360 graden** met stappen van 4 graden bevat. Programmeer tevens het array *gamr* met de waarden van de hoeken in radialen. Maak hierbij gebruik van *gam*.
- Programmeer daarna de x-coördinaten *Dx* en de y-coördinaten *Dy* van de punten van een cirkel met middellijn *Dp* (straal $Dp/2$) met behulp van het array *gamr*, de variabele *Dp* en de functies `np.cos`, `np.sin`. Voor deze cirkel ligt het middelpunt van de cirkel in het punt *O*. Programmeer de arrays *Dxp* en *Dyp* waarin respectievelijk de x-coördinaten en de y-coördinaten komen te staan van de cirkel getransleerd naar het middelpunt van patient massa *Mp*. Doe dit door gebruik te maken van (elementen van) de arrays *Rx2*, *Ry2*. Plot beide cirkels.

Na deze stap moet het programma bij 'runnen' (ook) de derde figuur van de laatste bladzijde(n) tonen.

Stap 6 [score: 2]

- Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 6'. Neem op de volgende regel het commando `plt.figure(4)`.
- Combineer onderdelen uit Stap2, Stap 4 en Stap 5 en maak een grafiek bevattend de slaapkamer, het bed en de tillift zonder contragewicht in een vaste stand met toevoeging van de massa M_p . De lijnen moeten kleur en vorm hebben zoals getoond in de vierde figuur van de laatste bladzijden(n). De slaapkamer als groene streeplijn, het bed als zwarte streeplijn, de staander en knikarmen blauwe lijnen en de draagkabel en massa rood. Elk lijnstuk begint en eindigt met een 'o'-symbool.

Na deze stap moet het programma bij 'runnen' (ook) de vierde figuur van de laatste bladzijde(n) tonen.

Stap 7 [score: 4]

We gaan nu een figuur maken bevattend de slaapkamer en bed met erin de tillift zonder contragewicht **in n verschillende standen middels n hoeken β** . We zijn hierbij primair geïnteresseerd in de tillift en laten het tekenen van massa's achterwege.

Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 7'. Neem op de volgende regel het commando `plt.figure(5)`.

- Teken de slaapkamer en bed zoals in Stap 6.
- Programmeer een array *beta*. Array *beta* heeft een bereik van **25 tot en met 45 graden** en heeft $n=5$ elementen die gelijk verdeeld zijn over het bereik.

We gaan nu eerst arrays vullen met posities. Twee 2D arrays $Rx1$ en $Ry1$ (n rijen, 4 kolommen) en twee 2D arrays $Rx2$ en $Ry2$ (n rijen, 2 kolommen). De arrays worden rij voor rij gevuld met gebruik van een **For Loop**.

- Vul de arrays $Rx1$ en $Ry1$ rij voor rij met respectievelijk de x- en y-coördinaten van het beginpunt van staander SA , het eindpunt van staander SA , het eindpunt van knikarm AC en het eindpunt van knikarm CD voor elk van de hoeken. Doe dat door gebruik te maken van de eerder gedefinieerde variabelen. De hoekafhankelijke variabelen uit Stap 3 dienen nu wel elke keer een waarde te krijgen die correspondeert met de bewuste hoek.
- Vul de arrays $Rx2$ en $Ry2$ rij voor rij met respectievelijk de x- en y-coördinaten komen te staan van de twee uiteinden van de draagkabel DP voor elk van de hoeken. Doe dat door gebruik te maken van eerder gedefinieerde variabelen en de arrays $Rx1$ en $Ry1$.

De genoemde arrays zouden nu volledig gevuld moeten zijn. Pas hierna gaan we de standen ook tekenen.

- Programmeer de code om de verschillende standen van de tillift zonder contragewicht te tekenen. Programmeer hiertoe een **For Loop** waarbinnen de tillift in de verschillende posities één voor één getekend worden. Geef de verschillende onderdelen kleur en vorm zoals in Stap 6.

Na deze stap moet het programma bij 'runnen' (ook) de vijfde figuur van de laatste bladzijde(n) tonen.

Stap 8 [score: 3]

Vervolg met toevoeging van een commentaar regel met de tekst 'Stap 8'. Neem op de volgende regel het commando `plt.figure(6)`.

Maak een zesde figuur door ook nog de balk van het contragewicht E_m voor alle hoeken op te nemen in de vijfde figuur. Voeg hiertoe code toe aan de op tekenen gerichte basisopdrachten uit Stap 7. Het is gegeven dat

$$H_m = 1 \text{ m}$$

$$L_m = 0.65 \text{ m}$$

$$D_m = 0.3 \text{ m}$$

$$\text{Massa patient:}$$

$$M_p = 80 \text{ kg}$$

$$\text{Massa contragewicht:}$$

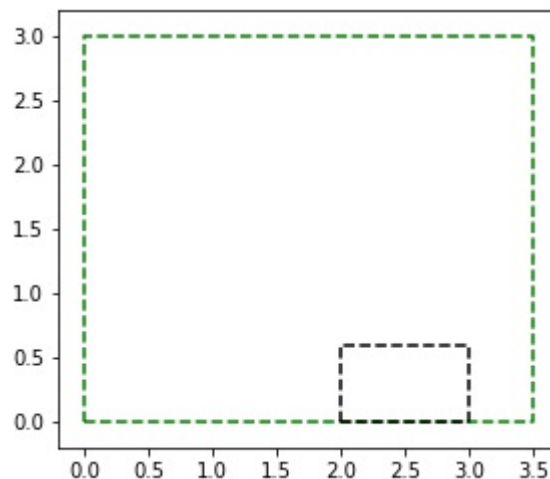
$$M_m = 50 \text{ kg}$$

Verder volgt uit evenwicht van moment (zie pagina 1, vijfde bolletje)

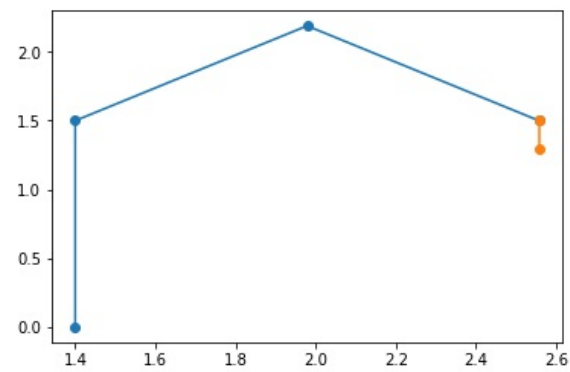
$$A_m * M_m = A_p * M_p$$

Dit was de laatste stap van het tentamen. Sluit Spyder af en log uit op de computer (dus niet afsluiten).

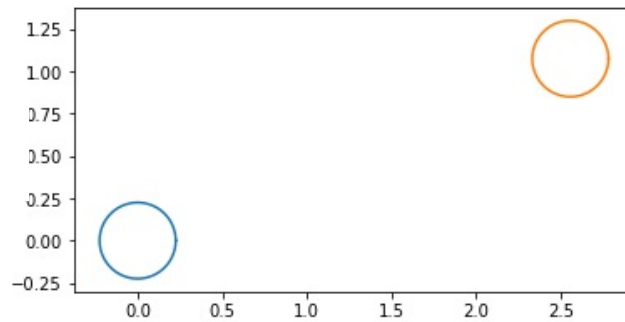
Zo hoort de eerste figuur er uit te zien:



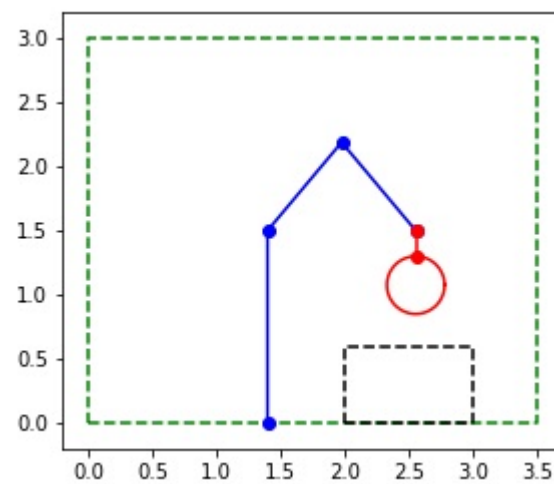
*Zo hoort de tweede
figuur er uit te zien:*



*Zo hoort de derde
figuur er uit te zien:*



*Zo hoort de vierde
figuur er uit te zien:*



*Zo hoort de vijfde
figuur er uit te zien:*

