

Mots clé : Centre de masse - Moment d'inertie – fréquence propre d'oscillation
 Similitude géométrique- Chute libre - Raideur et composition des raideurs.

Exercice 1 : Lourdes chaussures, jambe amputée : quelle conséquence pour la dynamique passive du membre ?

Le but de cet exercice est de se faire une idée de la sensibilité de la période d'oscillation passive de la jambe associée à une modification de la masse distale.

On s'intéresse d'abord à une jambe non chaussée.
 Nous utiliserons les données anthropométriques tabulées et rassemblées (Winter : Biomechanics of human movement / Wiley interscience) ci dessous et le second schéma donnant les dimensions des segments en fonction de la taille H d'une personne de masse M.

M est la masse totale de l'individu, P sa taille.

Table A.2 Anthropometric Data

SEGMENT	DEFINITION	SEG WEIGHT/ TOT BODY WT	CENTER OF MASS/ SEGMENT LENGTH		RADIUS OF GYRATION/ SEGMENT LENGTH		
			PROX	DIST	C of G	PROX	DIST
Hand	Wrist Axis/Knuckle II Middle Finger	.006 M	.506	.494 P	.297	.587	.577 M
Forearm	Elbow Axis/Ulnar Styloid	.016 M	.430	.570 P	.303	.526	.647 M
Upper Arm	Glenohumeral Axis/Elbow Axis	.028 M	.436	.564 P	.322	.542	.645 M
Forearm & Hand	Elbow Axis/Ulnar Styloid	.022 M	.682	.318 P	.468	.827	.565 P
Total Arm	Glenohumeral Joint/Ulnar Styloid	.050 M	.530	.470 P	.368	.645	.596 P
Foot	Lateral Malleolus/Head Metatarsal II	.0145 M	.50	.50 P	.475	.690	.690 P
Shank	Femoral Condyles/Medial Malleolus	.0465 M	.433	.567 P	.302	.528	.643 M
Thigh	Greater Trochanter/Femoral Condyles	.100 M	.433	.567 P	.323	.540	.653 M
Foot & Shank	Femoral Condyles/Medial Malleolus	.061 M	.606	.394 P	.416	.735	.572 P
Total Leg	Greater Trochanter/Medial Malleolus	.161 M	.447	.553 P	.326	.560	.650 P

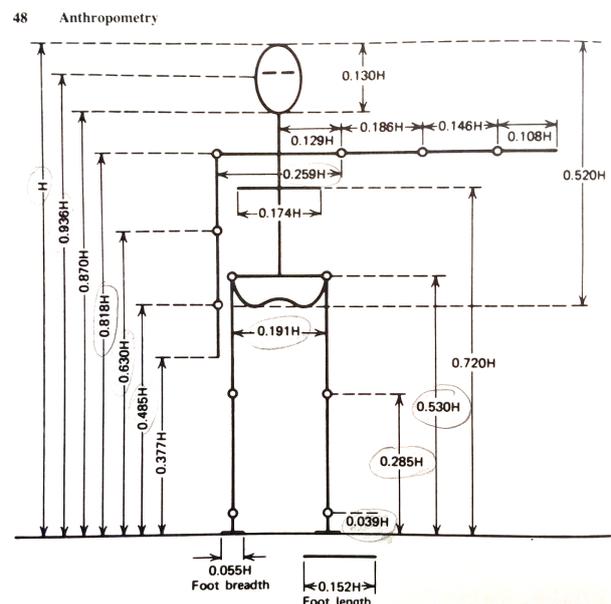
Notre bonhomme mesure H=1.75m et sa masse est 70kg.

On prendra un modèle de jambe et de bras rectiligne, en extension complète, le pied en hyperextension, ce qui évitera les « complications » géométriques.

On rappelle que la période d'oscillation T_0 d'un corps qui pendule autour d'un point O est liée au moment d'inertie J_O par

$$T_0 = 2\pi \cdot [J_O / Mgl]^{1/2}$$

dans le cas de petites oscillations (typiquement $< 20^\circ$) ou l représente la distance du centre de gravité total de la jambe au pivot O (la hanche ou l'épaule dans le cas du bras), g l'accélération dans le champ de pesanteur terrestre, M la masse totale du membre.



On considérera que la position du centre de masse de l'ensemble pied+chaussure reste identique et que le moment d'inertie de cet ensemble est celui du pied augmenté de 30 %.

On comparera les contributions des différents segments au moment d'inertie global du membre.

On considérera alors deux cas :

1/ Le cas de l'amputation au niveau du genou.

2/ le port de chaussures d'hiver lourdes, chaque chaussure pesant 750g.

Que devient la période d'oscillation dans ces deux cas ?

Si vous avez assez de temps faites le calcul de la période pour le bras. Comparer les périodes d'oscillation passive du bras et de la jambe ?

Exercice 2 : Pourquoi petits et grands animaux ne sont pas rigoureusement géométriquement similaires

Deux structures de taille différentes sont dites géométriquement similaires si on passe de la plus petite à la plus grande en multipliant chaque longueur de la petite par un même coefficient λ .

Comment alors passe-t-on d'une surface du petit à une surface du grand ?

Comment alors passe-t-on de la force du petit à la force du grand ?

Comment passe-t-on alors de la tension dans le muscle du petit à la tension dans le muscle du grand ? Sachant que les constituants des fibres musculaires sont les mêmes chez les deux animaux: peut-on alors imaginer que lion (200kg) et chat (2kg) aient la même posture ?

Exercice 3 : Microcèbes et chute libre

Deux microcèbes A et B de masses $m_a > m_b$ se retrouvent sur une branche et s'apprêtent à descendre au sol. Le premier se laisse tomber sans vitesse initiale. Le second B a une vitesse initiale v_b horizontale.

Lequel touche le sol le premier ?

Exercice 4 : Raideur et composition de raideurs

Une structure se déforme sous l'exercice d'une force qui la contraint. La relation entre la force et la déformation est une caractéristique du matériau ou de la structure. La pente de cette caractéristique est homogène à une raideur (penser au ressort) et a pour unité des N/m.

Dans le cas de deux structures élastiques disposées soit en série (ex : jambe amputée + prothèse), soit en parallèle (ex : les deux jambes), quelle sera la raideur équivalente de la structure totale en fonction des raideurs des deux structures ?