**PHS4700**

**Physique pour les applications multimédia**

Automne 2015

**Numéro de devoir : 1**

**Numéro de l’équipe : 18**

|  |
| --- |
| Nom: Gagné Prénom : Alex matricule: 1689761    Signature : |
| Nom: La Rocque Carrier Prénom : Félix matricule:1621348  Signature : |
| Nom: Gamache Prénom : Mathieu matricule: 1626377    Signature : |
| Nom: Fedorov Prénom : Konstantin matricule: 1679095  Signature : |

# Table des matières

[Question #1: Description du problème à résoudre](#_bvw5v0zulxl)

[Question #2: Les équations importantes pour les simulations](#_y0kgqqg4ifpr)

[2.1 Équations pour calculer le centre de masse de forme uniforme](#_gdtdlkh2kwhp)

[2.2 Équations du volume](#_p528da1rmutx)

[2.3 Équation pour calculer un centre de masse d’un objet non uniforme](#_7sqjr8nyadbs)

[2.4 Équations pour calculer les moment d’inertie par rapport à son centre de masse](#_me2mb74h8s3q)

[2.5 Équations pour calculer le moment d’inertie par rapport à un point arbitraire](#_o4m6bjcwb5d)

[2.6 Équations pour calculer le moment d’inertie par rapport à une direction arbitraire](#_t1d5l5imzvvh)

[2.7 Équations pour calculer l’accélération angulaire](#_dv8mh745ea77)

[Question#3: Description de notre programme matlab](#_lvv3mg9l3fru)

[Question #4: Résultat obtenus (3 points)](#_9tt65hdqna5f)

[Pour le patineur vertical](#_u523mn7mjewz)

[Pour le patineur incliné](#_syh93qwcwj76)

[Question #5: Analyse du résultat obtenus](#_d05k21w3nez4)

[Annexe A - Code de l’application matlab](#_nrjrspw56jba)

[Main.m](#_24zykbtsy9f3)

[Shape.m](#_nm284ge163os)

[Sphere.m](#_9r6l8pcnhtke)

[Cylindre.m](#_883vjwpvq1w2)

[moveMoment.M](#_we7ghgkwhc3f)

# Description du problème à résoudre

Le but de ce devoir est de nous initier à plusieurs éléments et concepts de bases qui vont être nécessaire pour effectuer des simulations physiques. Celui-ci met aussi l’emphase sur la technique de résolution des équations de physique utilisant des méthodes numériques sur la plate forme matlab.

Plus spécifiquement, nous partons avec la description d’un corps humain décomposé en plusieurs formes géométrique sur lesquels on est en mesure calculer des propriétés physique. La première partie concerne le calcule de certaines propriétés physique de cet humain, soit le centre de masse et son moment d’inertie. La deuxième partie concerne le calcul des réactions physique en se basant sur les propriétés calculés précédemment, soit calculer comment va réagir l’humain s’il se fait appliquer une force sur le nez.

# Les équations importantes pour les simulations

## 2.1 Équations pour calculer le centre de masse de forme uniforme

Les formules pour calculer le centre de masse de chaque forme par rapport à un système de coordonné, qui est centré sous la patineur au niveau de ses pieds, sont données dans l’énoncée du problème. Ces équations sont utiles pour calculer le centre de masse de chaque membre du corps.

|  |  |
| --- | --- |
| **Variable** | **Signifiation** |
| rj (mètre) | Rayon des jambes |
| Lj (mètre) | Longueur des jambes |
| Lt (mètre) | Longueur du tronc |
| Lb (mètre) | Longueurs des bras |

|  |  |
| --- | --- |
| **Membre du corps** | **Centre de masse du membre (x,y,z)cm** |
| Jambes | (±10, 0, Lj/2) |
| Tronc | (0, 0, Lj + Lt/2) |
| Tête | (0, 0, Lj + Lc + rh) |
| Bras alignés avec le corps | (±(rt + rb), 0, Lj + Lt - Lb/2) |
| Bras horizontaux | (±(rt + rb), 0, Lj + Lt - rb) |

## 2.2 Équations du volume

Pour connaître la masse de chaque membre, puisqu’on connaît leur masse volumiques on doit être en mesure de calculer le volume de chaque.

|  |  |
| --- | --- |
| **Forme** | **Formule de volume (m³)** |
| Sphère (de rayon r) | (4\*pi \* r³)/3 |
| Cylindre (rayon r et longueur l) | pi\*r²\*l |

## 2.3 Équation pour calculer un centre de masse d’un objet non uniforme

Puisque le patineur est une forme complexe et non uniforme, pour calculer son centre de masse il faut l’avoir subdiviser en élément où il est facile de calculer le centre de masse, soit selon chacun de ses membres.

|  |  |
| --- | --- |
| **Variable** | **Signifiation** |
| rc | Coordonnée du centre de masse de l’objet non uniforme |
| m | Masse totale (kg) |
| rc,n | Centre de masse du sous objets n |
| mn | Masse du sous object n |
| N | Nombre de sous objets |

|  |
| --- |
| **Équation** |
| rc = (1/m) \* S(n=1 -> N){mn \* rc,n} |

## 2.4 Équation pour rotation d’un vecteur

## Lorsqu’on va calculer le centre de masse pour le patineur penché, au lieu de tout recalculer pour chaque membre du corps, on va seulement appliquer une rotation correspondant à celui qui a été appliqué sur le patineur au vecteur du centre de masse.

|  |  |
| --- | --- |
| **Variable** | **Signifiation** |
|  | Vecteur dans le système G |
|  | Matrice de rotation servant à transformer un vecteur du système L à un vecteur du système G |
|  | Vecteur dans le système L |

|  |
| --- |
| **Équation** |
|  |

## 2.5 Équations pour calculer les moment d’inertie par rapport à son centre de masse

En premier lieu il a fallut calculer le moment d’inertie de chaque forme par rapport à son propre centre de masse.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Forme** | **Membre du corps** | **Centre de masse du membre** |
| Cylindre plein et de rayon uniforme (r) et de longueur (l) aligné avec l’axe des z | Jambes, bras, tronc, cou | p/r zz: (m\*r²)/2  p/r xx, yy: (m\*r²)/4 + (m\*l²)/12 |
| Sphère pleine de rayon r | Tête | p/r xx, yy, zz: (2m\*r²)/5 |

\*toutes les variables sont en mètre

## 2.6 Équations pour calculer le moment d’inertie par rapport à un point arbitraire

Ensuite, puisqu’il faut calculer le moment d’inertie du patineur, qui est composé de ses membres qui sont des objets simples. Il faut être en mesure de calculer le moment d’inertie de chacun des membres par rapport au centre de masse du patineur, ceci ce fait avec une translation des axes.

|  |  |
| --- | --- |
| **Variable** | **Signifiation** |
| rc | Coordonnée du centre de masse |
| d | Point arbitraire qu’on désire calculer le moment d’inertie pour |
| Ic | Moment d’inertie par rapport au point c (centre de masse) |
| Id | Moment d’inertie par rapport au point d (point arbitraire) |
| (dcx, dcy, dcz) | Déplacement pour se rendre du point rc au point d |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ce qu’on cherche** | **Équations** |
| Moment d’inertie au point arbitraire (Id) |  |

## 2.7 Équations pour calculer le moment d’inertie après rotation

Calculer le moment d’inertie d’un patineur incliné correspond à calculer le moment d’inertie du patineur aligné sur des axes puis effectuer une rotation des axes pour que ça corresponde à l’inclinaison du patineur.

|  |  |
| --- | --- |
| **Variable** | **Signifiation** |
| L | Système de coordonnée locale à l’objet |
| G | Système de coordonnée global |
| iRj | Matrice de rotation pour transformée les coordonnées du système j au système i |
| Ii | Moment d’inertie par rapport au système de coordonnée i |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ce qu’on cherche** | **Équations** |
| Moment d’inertie par rapport au système de coordonnée G (si L est celui initial) |  |

## 2.8 Équations pour calculer l’accélération angulaire

Pour calculer l’accélération angulaire généré par une force appliqué, il faut d’abord connaître le centre de masse et le moment d’inertie de l’objet.

|  |  |
| --- | --- |
| **Variable** | **Signification** |
| a | Accélération angulaire |
| w | Vitesse angulaire |
| r | Moment de forces |
| I | Moment d’inertie |
| L | Moment cinétique |
| t | Moment de force |
| OP | Vecteur du centre de masse au point où la force est appliqué |
| F | Vecteur de force appliqué |

|  |  |
| --- | --- |
| **Ce qu’on cherche** | **Équations** |
| Moment de force |  |
| Accélération angulaire (si vitesse initial nulle), il suffit d’isoler a dans l’équation suivante: |  |
| Accélération angulaire (si possède vitesse angulaire) |  |

# Description de notre programme matlab

Dans cette section, nous décrivons le fonctionnement de notre programme. Pour le consulter directement, voir l’Annexe A qui contient le code matlab.

Nous avons décidé de décrire les formes par une classe “Shape” de base et par des classes dérivés “Sphere” et “Cylindre”. Cela nous fournit une structure pour simuler les différentes formes et calculer leurs volumes et moments d’inertie. On peut ainsi définir un calcul du moment d’inertie différent pour chaque forme utilisée. Le constructeur du cylindre requiert aussi l’axe avec lequel ce dernier est aligné pour pouvoir bien distinguer la valeur du moment d’inertie dans chacun des axes.

Nous avons aussi une fonction pour calculer le moment d’inertie selon le déplacement de l’objet du centre de masse totale du corps présente dans le fichier *moveMoment.m.*

Dans le code de fichier principal, *Main.m*, s’effectuent les calculs pour obtenir les valeurs désirées. En premier, des lignes 18 à 39 sont créées les variables de la situation initiale et qui seront utilisée tout aux long du programme. Ensuite, des lignes 46 à 53, sont créés les formes composant le patineur. Deux bras gauches sont instanciés pour représenter les deux situations possibles : le bras le long du corps et le bras étendu. La masse totale du corps étant constante aussi, on ne la calcule qu’une seule fois en sommant la masse de chacune des parties du corps.

Une fois tous nos objets créés, on peut commencer à effectuer les calculs. Pour simplifier la compréhension du programme, les calculs suivants sont effectués une fois pour chacune des différentes situations possibles :

1. Patineur vertical avec le bras le long du corps
2. Patineur vertical avec le bras étendu
3. Patineur incliné avec le bras le long du corps
4. Patineur incliné avec le bras étendu

Le centre de masse dans les deux premiers cas est calculé en sommant le produit des masse et des centres de masses des parties du corps individuelles puis en divisant le tout par la masse totale. Dans les deux derniers cas, il s’agit simplement d’effectuer une rotation sur les centres de masses trouvés dans les cas 1 et 2. Similairement, on trouve le moment d’inertie total en utilisant la fonction de déplacement du moment d’inertie en utilisant le centre de masse du corps trouvé précédemment. Encore une fois, il est possible de simplement transformer les moment d’inertie calculées aux cas 1 et 2 pour les cas 3 et 4 en utilisant la relation décrite au point 2.6 de ce rapport. Les autres variables à calculer, c’est-à-dire la vitesse angulaire, le moment cinétique et la vitesse angulaire lorsque le patineur à déjà une vitesse de rotation, sont trouvées en implémentant les formules décrites plus haut et en utilisant les possibilités de calculs de matlab pour les produits de matrices et l’inversion de matrice.

# 

# 

# Résultat obtenus

## Pour le patineur vertical

a) Position du centre de masse

**Forme**: (x,y,z) en mètre

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras vertical** | **Patineur avec le bras horizontal** |
| (0, 0, 0.9598) | (-0.0103, 0, 0.9702) |

b) Le moment d’inertie du patineur par rapport à son centre de masse

**Forme: (xx, xy, xz)( yx, yy, yz)( zx, zy, zz) kg.m²**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras vertical** | **Patineur avec le bras horizontal** |
| (12.6083, 0, 0)  (0, 12.9313, 0)  (0, 0, 0.9057) | (12.9470, 0, 0.4927)  (0, 13.9167, 0)  (0.4927, 0, 1.5524) |

c) L’accélération angulaire du patineur initialement au repos sur lequel on applique une force

**Forme: (x, y, z) rad/s²**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras vertical** | **Patineur avec le bras horizontal** |
| (10.9484, 0, 0) | (10.6818, 0, -4.7237) |

d) L’accélération angulaire du patineur qui possède une aussi une vitesse angulaire sur lequel on applique une force

**Forme: (x, y, z) rad/s²**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras vertical** | **Patineur avec le bras horizontal** |
| (10.9484, 0, 0) | (10.6818, -3.5405, -4.7237) |

## Pour le patineur incliné

a) Position du centre de masse

**Forme**: (x,y,z) en mètre

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras le long du corps** | **Patineur avec le bras étendu** |
| (-0.1667, 0, 0.9452) | (-0.1787,0 ,0.9536) |

b) Le moment d’inertie du patineur par rapport à son centre de masse

**Forme: (xx, xy, xz)( yx, yy, yz)( zx, zy, zz) kg.m²**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras le long du corps** | **Patineur avec le bras étendu** |
| (12.2554, 0, 2.0013)  (0, 12.9313, 0)  (2.0013, 0,1.2586) | (12.4349, 0, 2.4116)  (0, 13.9167, 0)  (2.4116, 0, 2.0645) |

c) L’accélération angulaire du patineur initialement au repos sur lequel on applique une force

**Forme: (x, y, z) rad/s²**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras le long du corps** | **Patineur avec le bras étendu** |
| (10.7820, 0, 1.9012) | (11.3398, 0, -2.7971) |

d) L’accélération angulaire du patineur qui possède une aussi une valeur angulaire sur lequel on applique une force

**Forme: (x, y, z) rad/s²d**

|  |  |
| --- | --- |
| **Patineur avec bras le long du corps** | **Patineur avec le bras étendu** |
| (10.7820, 0, 1.9012) | (11.3398, -3.5405, -2.7971) |

# Analyse du résultat obtenus

a) Position du centre de masse

Pour les positions du centre de masse du patineur nous sommes confiants des résultats. Ceux ci positionnent le centre de masse au zéro sur l’axe des Y, ce qui est normale puisque le patineur est symétrique en Y et que tout les centre de masses des objets séparés sont tous enligner avec l’axe des Y. Les résultats positionnent aussi le centre de masse au niveau du tronc sur l’axe des Z, ce qui était prévisible puisque le tronc est au centre du corps et que c’est lui qui comporte la plus grande masse.

Pour ce qui est du la position du centre de masse en X, pour le patineur au repos en position verticale, celui-ci est sur l’axe des X, ce qui respecte les résultats prévisible. Lorsque celui-ci lève le bras, il est donc normale que le centre de masse s’éloigne en X pour venir plus près du bras lever, comme le montre les résultats.

Pour le patineur incliné, il est normale que le centre de masse se déplace en direction de l’inclinaison, comme nous pouvons le voir dans nos résultats.

b) Le moment d’inertie du patineur par rapport à son centre de masse

Avec le patineur à la verticale, nous avons obtenue que le mouvement de rotation en X et Y serait difficile comparer au mouvement de rotation en Z. Cela est expliquer par le fait que la masse du patineur est beaucoup plus centrer sur l’axe des Z que sur les autres axes. Avec la main lever, nous avons que le patineur augmente son moment d’inertie sur l’axe des Z, ce qui explicable par sa masse s’éloignant de cet axe. Puisque le centre n’est plus centrer sur les XY, il gagne aussi des composantes sur d’autres axes que XX, YY et ZZ.

Pour le patineur pencher, les résultats sont explicables de la même façon. Nous avons encore une fois que le mouvement de rotation sur les X et Y est beaucoup plus difficile que sur les Z. Nous avons aussi des valeurs en XZ, et ZY explicable par le centre de masse n’étant plus centrer sur les XY.

c) L’accélération angulaire du patineur initialement au repos sur lequel on applique une force

L’accélération angulaire que nous avons obtenu du patineur initialement au repos à la vertical est que le patineur accélère autour de l’axe des X et n’a aucune accélération en Y et Z. Le patineur tombe par en arrière après l’application de la force. Cela s’explique puisque le moment de force créé lors de l’application de la force (138.0399,0,0) n’a qu’une seule composante en X. La seule accélération angulaire provoquée par ce moment de force est donc en X. Comme la force suit l’axe des Y (car elle ne possède qu’une composante en Y), il n’y a donc aucun moment de force en Y et donc aucune accélération angulaire en Y.

Lorsque le patineur verticale a le bras étendu, son moment de force autour de l’axe des X diminue un peu, mais il gagne une accélération angulaire autour de l’axe des Z. L’éloignement du bras de son corps rajoute donc une petite composante en X dans le centre de masse du patineur. Cette composante en X lui donne une composante en Z lorsque l’on calcule le moment de force. Cela provoque donc une petite accélération angulaire autour de l’axe des Z. L’accélération angulaire en X est également légèrement diminué. Pour la même raison que lorsque le patineur avait son bras à la verticale, il n’y a aucune accélération angulaire en Y.

Lorsque le patineur est incliné avec le bras le long de son corps, le patineur obtient un centre de masse très similaire au patineur à la verticale avec le bras à l’horizontale. Cela se reflète également au niveau de l’accélération angulaire de celui-ci, possédant une grande accélération angulaire en X et une plus petite en Z. Le résultat peut s’expliquer de la même manière que le patineur à la verticale et le bras à l’horizontale, sa position lui rajoute une composante en X dans son centre de masse. Comme son centre de masse n’est plus dans l’axe XY, le calcul du moment de force obtient un composante en Z ce qui provoque une petite accélération angulaire en Z et une grande accélération angulaire en X.

Lorsque le patineur incliné allonge son bras, le résultat s’explique de la même manière; son centre de masse est légèrement modifié ce qui lui donne une plus grande accélération en X et en Z que lorsque son bras est contre son corps, mais l’explication reste la même car son centre de masse n’est plus dans l’axe XY.

d) L’accélération angulaire du patineur qui possède une aussi une valeur angulaire sur lequel on applique une force

L’accélération angulaire que nous avons obtenu du patineur vertical avec son bras le long de son corps qui possède une vitesse angulaire accélère exactement de la même manière que pour c). Le moment angulaire que possède le patineur lorsqu’il est à la verticale avec son bras contre son corps est nulle et n’a donc aucun effet sur le moment de force. Nous obtenons donc exactement le même résultat que lorsqu’il est au repos.

La situation change lors le patineur verticale a son bras à l’horizontal tout en possédant une vitesse angulaire. Le patineur obtient la même accélération en X et en Z, mais il possède maintenant une nouvelle accélération angulaire en Y. En tendant le bras, le patineur gagne une composante en Y qui est rajouté à son moment de force. Cela lui donne ainsi une nouvelle accélération angulaire sans pour autant modifier les autres accélérations angulaires en X et en Z. Le bras offre donc un moment d’inertie modifiant l’accélération angulaire résultante lorsque le patineur possède une vitesse angulaire.

Lorsque le patineur est incliné avec ses bras allongés contre son corps, la rotation qu’il fait autour de l’axe des Z ne modifie pas les accélérations angulaires obtenues après l’application de la force. Lorsque le patineur a ses deux bras allongés contre son corps, il n’y a aucune résistance étant ajouté par le moment cinétique et donc le moment résultant n’en est pas modifié. Cela résulte donc que l’on obtient les même accélérations angulaires que lorsque le patineur incliné avec ses bras allongés le long de son corps est au repos.

Comme pour le patineur vertical avec le bras à l’horizontal, les accélérations angulaires en X et en Z obtenues sont les même avec ou sans la rotation, mais il y a maintenant une nouvelle accélération angulaire se rajoutant en Y. Le bras étendu a le même effet que le bras à l’horizontal, il rajoute une résistance au mouvement en Y, et seulement en Y, étant rajouté au moment de force. N’ayant plus une composante nulle en Y, le patineur obtient donc une accélération angulaire en Y tout en ne modifiant pas les accélérations obtenues en X et Z.

# Discussion sur les défis rencontrés

Dans le cadre de ce premier devoir en physique pour applications multimédias, le défi le plus important que nous avons rencontré est le langage de programmation. En effet, aucun d’entre nous n’avait de l’expérience avec Matlab. Toutefois, étudiant soit en génie informatique ou logiciel, nous avons des bonnes bases sur lesquelles il a été rapide de bâtir une compréhension de ce langage. Il nous a donc été possible, plutôt rapidement, de faire des parallèles avec nos expériences passées et d’utiliser des concepts plus avancés tel que les classes et le polymorphisme. De plus, pour la majorité d’entre nous, cela fait plus d’un an et demi que nous n’avons pas eu de cours de physique mécanique. Ainsi, les concepts utilisés étaient loin dans notre mémoire et il nous a fallu, à quelque reprises, effectuer des recherches pour nous nous en souvenir. En somme, cependant, nous n’avons pas eu beaucoup de difficultés, même que avons pu compléter le code en un seul après-midi.

# 

# 

# Annexe A - Code de l’application matlab

### Main.m

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47  48  49  50  51  52  53  54  55  56  57  58  59  60  61  62  63  64  65  66  67  68  69  70  71  72  73  74  75  76  77  78  79  80  81  82  83  84  85  86  87  88  89  90  91  92  93  94  95  96  97  98  99  100  1  102  103  104  105  106  107  108  109  110  111  112  113  114  115  116  117  118  119  120  121  122  123  124  125  126  127  128  129  130  131  132  133  134  135  136  137  138  139 | %% PHS4700 : Physique Multimédia - Devoir 1  % Créé : 17 sept. 2015  %  % Auteurs :  %  % \* Alex Gagné (1689761)  % \* Félix La Rocque Cartier (1621348)  % \* Mathieux Gamache (1626377)  % \* Konstantin Fedorov (1679095)  %  % Ce travail à pour but de nous familiariser avec les matrices de rotation,  % du calcul des centres de masses, moments d'inerties et accélérations  % angulaires dans une application multimédia  %% Déclaration des variables  % Longueurs  longJamb = 0.75;  longTronc = 0.70;  longCou = 0.10;  longBras = 0.75;  % Rayons  rayonTete = 0.10;  rayonJamb = 0.06;  rayonCou = 0.04;  rayonBras = 0.03;  rayonTronc = 0.15;  % Densités  densiteTete = 1056;  densiteJamb = 1052;  densiteTronc = 953;  densiteCou = 953;  densiteBras = 1052;  % Autres  pointForce = [0;0;longJamb+longTronc+longCou+rayonTete];  vitessePatineur = [0;0;10];  %% Creation de nos parties du corps et calcul de la masse  % Classes utilisées : <Sphere.html Sphere>, <Cylinder.html Cylinder> qui  % héritent de <Shape.html Shape>  %  % Fonction utilisées : <moveMoment.html moveMoment>  rightLeg = Cylinder( [-0.10;0;longJamb/2], densiteJamb, rayonJamb, longJamb, 3 );  leftLeg = Cylinder( [0.10;0;longJamb/2], densiteJamb, rayonJamb, longJamb, 3 );  tronc = Cylinder( [0;0;longJamb + longTronc/2], densiteTronc, rayonTronc, longTronc, 3 );  leftArm = Cylinder( [-rayonTronc-rayonBras;0;longJamb+longTronc-longBras/2], densiteBras, rayonBras, longBras, 3 );  rightArm = Cylinder( [rayonTronc+rayonBras;0;longJamb+longTronc-longBras/2], densiteBras, rayonBras, longBras, 3 );  leftArm2 = Cylinder( [-rayonTronc-longBras/2;0;longJamb+longTronc-rayonBras], densiteBras, rayonBras, longBras, 1 );  neck = Cylinder( [0;0;longJamb + longTronc + longCou/2], densiteCou, rayonCou, longCou, 3 );  head = Sphere( [0;0;longJamb+longTronc+longCou + rayonTete], densiteTete, rayonTete );  %La masse des parties du corps individuelles sont calculées à leur création  totalMass = rightLeg.weight ...  + leftLeg.weight ...  + tronc.weight ...  + rightArm.weight ...  + leftArm.weight ...  + neck.weight ...  + head.weight;  %% Cas 1 : patineur droit, bras vertical  centerOfMass = (rightLeg.centerOfMass \* rightLeg.weight ...  + leftLeg.centerOfMass \* leftLeg.weight ...  + tronc.centerOfMass \* tronc.weight ...  + rightArm.centerOfMass \* rightArm.weight ...  + leftArm.centerOfMass \* leftArm.weight ...  + neck.centerOfMass \* neck.weight ...  + head.centerOfMass \* head.weight)...  / totalMass;  momentInertie = moveMoment(centerOfMass,leftLeg) ...  + moveMoment(centerOfMass,rightLeg) ...  + moveMoment(centerOfMass,tronc) ...  + moveMoment(centerOfMass,rightArm) ...  + moveMoment(centerOfMass,leftArm) ...  + moveMoment(centerOfMass,neck) ...  + moveMoment(centerOfMass,head);  momentForce = cross(pointForce - centerOfMass, [0;-200;0]);  accAngulaire = momentInertie\momentForce; % equivalent a inv(momentGlobal) \* momentForce  momentCinetique = momentInertie\*vitessePatineur;  accAngulaire2 = momentInertie\(momentForce + cross(momentCinetique,vitessePatineur));  %% Cas 2 Patineur droit, bras étendu  % Les calculs sont les mêmes que pour le premier cas, à la différence que  % le bras gauche est maintenant étendu  centerOfMass\_2 = (rightLeg.centerOfMass \* rightLeg.weight ...  + leftLeg.centerOfMass \* leftLeg.weight ...  + tronc.centerOfMass \* tronc.weight ...  + rightArm.centerOfMass \* rightArm.weight ...  + leftArm2.centerOfMass \* leftArm.weight ...  + neck.centerOfMass \* neck.weight ...  + head.centerOfMass \* head.weight)...  / totalMass;  momentInertie\_2 = moveMoment(centerOfMass,leftLeg) ...  + moveMoment(centerOfMass,rightLeg) ...  + moveMoment(centerOfMass,tronc) ...  + moveMoment(centerOfMass,rightArm) ...  + moveMoment(centerOfMass,leftArm2) ...  + moveMoment(centerOfMass,neck) ...  + moveMoment(centerOfMass,head);  momentForce\_2 = cross(pointForce - centerOfMass\_2,[0;-200;0]);  accAngulaire\_2 = momentInertie\_2\momentForce\_2;  momentCinetique\_2 = momentInertie\_2 \* vitessePatineur;  accAngulaire2\_2 = momentInertie\_2\(momentForce\_2 + cross(momentCinetique\_2,vitessePatineur));  %% Cas 3 : Patineur incline, bras le long du corps  % Dans cette situation, il faut appliquer une rotation sur les valeurs du  % centre de masse et du moment d'inertie trouvé au cas 1.  angle = -pi / 18;  matRotation = [cos(angle), 0, sin(angle)  0, 1, 0  -sin(angle), 0, cos(angle)];  pointForceTourne = matRotation \* pointForce;  vitessePatineurTourne = matRotation \* vitessePatineur;  centerOfMass\_3 = matRotation \* centerOfMass;  momentInertie\_3 = matRotation \* momentInertie / matRotation;  momentForce\_3 = cross(pointForceTourne - centerOfMass\_3,[0;-200;0]);  accAngulaire\_3 = momentInertie\_3\momentForce\_3;  momentCinetique\_3 = momentInertie\_3 \* vitessePatineurTourne;  accAngulaire2\_3 = momentInertie\_3\(momentForce\_3 + cross(momentCinetique\_3,vitessePatineurTourne));  %% cas 4 : Patineur incline, bras etendu  centerOfMass\_4 = matRotation \* centerOfMass\_2;  momentInertie\_4 = matRotation \* momentInertie\_2 / matRotation;  momentForce\_4 = cross(pointForceTourne - centerOfMass\_4,[0;-200;0]);  accAngulaire\_4 = momentInertie\_4\momentForce\_4;  momentCinetique\_4 = momentInertie\_4 \* vitessePatineurTourne;  accAngulaire2\_4 = momentInertie\_4\(momentForce\_4 + cross(momentCinetique\_4,vitessePatineurTourne)); |

### Shape.m

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27 | %% PHS4700 : Physique Multimédia - Devoir 1 - Shape  % Créé : 17 sept. 2015  %  % Auteurs :  %  % \* Alex Gagné (1689761)  % \* Félix La Rocque Cartier (1621348)  % \* Mathieux Gamache (1626377)  % \* Konstantin Fedorov (1679095)  %  % Cette classe représente une forme. Elles est héritée par \*Sphere\* et  % \*Cylinder\*.  classdef Shape  properties  centerOfMass = [0;0;0]  density  moment = [0,0,0  0,0,0  0,0,0]  end  methods  function r = Shape(cM, dens)  r.centerOfMass = cM;  r.density = dens;  end  end  end |

### Sphere.m

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30 | %% PHS4700 : Physique Multimédia - Devoir 1 - Sphere  % Créé : 17 sept. 2015  %  % Auteurs :  %  % \* Alex Gagné (1689761)  % \* Félix La Rocque Cartier (1621348)  % \* Mathieux Gamache (1626377)  % \* Konstantin Fedorov (1679095)  %  % Cette classe représente une sphere. Son constructeur calcule son volume,  % masse et moment d'inertie  classdef Sphere < Shape  properties  weight  volume  end  methods  function r = Sphere( cM, dens, ray)  args{1} = cM;  args{2} = dens;  r@Shape(args{:});  r.volume = ray^3 \* pi \*4/3;  r.weight = r.volume \* r.density;  mom = ray^2 \* 2 /5 \* r.weight;  r.moment = [mom,0,0;0,mom,0;0,0,mom];  end  end  end |

### Cylindre.m

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27  28  29  30  31  32  33  34  35  36  37  38  39  40  41  42  43  44  45  46  47 | %% PHS4700 : Physique Multimédia - Devoir 1 - Cylindre  % Créé : 17 sept. 2015  %  % Auteurs :  %  % \* Alex Gagné (1689761)  % \* Félix La Rocque Cartier (1621348)  % \* Mathieux Gamache (1626377)  % \* Konstantin Fedorov (1679095)  %  % Cette classe représente un cylindre. Son constructeur calcule son volume,  % masse et moment d'inertie  classdef Cylinder < Shape  properties  weight  volume  end  methods  function r = Cylinder(cM, dens, ray, long, axe)  args{1} = cM;  args{2} = dens;  r@Shape(args{:});  r.volume = ray^2 \* pi \*long;  r.weight = r.volume \* r.density;  % cylindre aligne sur quel axe  %axe = 1: x, axe = 2 :y, axe = 3 : z  momFir = ray ^2 \* r.weight /2;  momSec = ray ^2 \* r.weight /4 + long ^2 \* r.weight /12 ;    switch axe  case 1  r.moment = [momFir,0,0  0,momSec,0  0,0,momSec];  case 2  r.moment = [momSec,0,0  0,momFir,0  0,0,momSec];  otherwise  r.moment = [momSec,0,0  0,momSec,0  0,0,momFir];  end  end  end  end |

### moveMoment.M

|  |  |
| --- | --- |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12  13  14  15  16  17  18  19  20  21  22  23  24  25  26  27 | %% PHS4700 : Physique Multimédia - Devoir 1 - moveMoment  % Créé : 17 sept. 2015  %  % Auteurs :  %  % \* Alex Gagné (1689761)  % \* Félix La Rocque Cartier (1621348)  % \* Mathieux Gamache (1626377)  % \* Konstantin Fedorov (1679095)  %  % Cette fonction sert à calculer le moment d'inertie d'une forme par  % rapport à une position donnée.  %  % $$ I\_{d} = I\_{c} + m  % \left (\begin{array}{ccc} (d\_{c,y}^{2} + d\_{c,z}^{2}) & -d\_{c,x}d\_{c,y} & -d\_{c,x}d\_{c,z}\\  % -d\_{c,x}d\_{c,y} & (d\_{c,x}^{2} +d\_{c,z}^{2}) & -d\_{c,y}d\_{c,z} \\  % -d\_{c,x}d\_{c,z} & -d\_{c,y}d\_{c,z} & (d\_{c,x}^{2} + d\_{c,y}^{2})\end{array} \right) $$  %  function [r] = moveMoment(pointFinal, shape)  d = shape.centerOfMass - pointFinal;  matTrans = [ d(2)^2 + d(3)^2 , -d(1)\*d(2), -d(1)\*d(3)  -d(2)\*d(1), d(1)^2 + d(3)^2, -d(2)\*d(3)  -d(1)\*d(3), -d(2)\*d(3), d(2)^2 + d(1)^2 ];  r = shape.weight \* matTrans + shape.moment;  end |