

## TD n°6 : Moments de force et principe fondamental de la statique

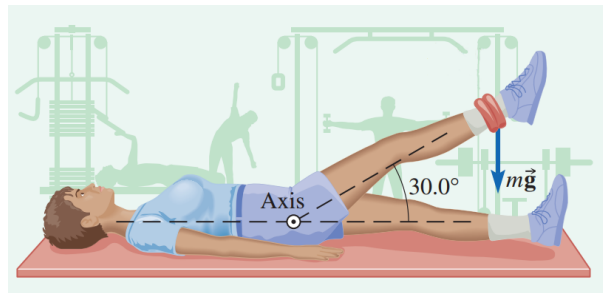
### Exercice 1. Notions de cours

- Quelle notion reflète l'aptitude d'une force à faire tourner un corps autour d'un axe donné ?
- Pour des mouvements plans, comment calcule-t-on le moment d'une force par rapport à un axe ou un pivot ?
- Que dit le principe fondamental de la statique pour un corps rigide (sachant qu'un corps est au repos complet s'il n'y a ni mouvement de translation, ni mouvement de rotation) ?

### Exercice 2. Moment d'une force lors d'un exercice de fitness

Une personne est allongée sur le dos et fait un exercice de lever de jambe. Une masse de 9 kg est attachée à sa cheville et on suppose que sa jambe effectue un angle de  $30^\circ$  avec l'horizontale. La longueur entre la hanche (axe de rotation) et la masse est de 84 cm. Le but est de calculer le moment du poids créé par la masse.

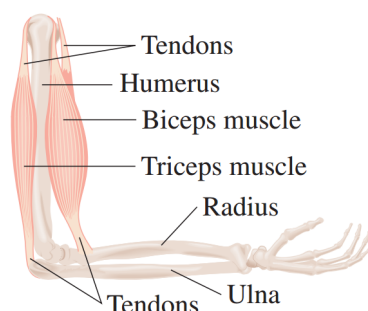
- Quelle est la longueur du bras de levier ?
- En déduire le moment du poids à la cheville (préciser l'unité).
- Ce moment est-il positif (on orientera toujours le sens de rotation dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, aussi appelé sens trigonométrique) ?
- Si la masse était placée au niveau du genou, l'exercice serait-il plus dur ou plus facile ? Pourquoi ? [recalculer le moment en supposant que le genou est situé au milieu du segment hanche-cheville]



### Exercice 3. Amplitude des forces musculaires

Le but de cet exercice est d'évaluer la force du biceps, nécessaire au maintien de l'équilibre statique de l'avant-bras. On suppose que la distance entre le centre de masse de l'avant-bras et l'axe du coude est de 16 cm et que la masse de l'avant-bras est de 1,5 kg. Le biceps s'insère sur le radius à 3,5 cm de l'axe du coude et l'angle que fait la force du biceps avec la verticale est supposé égal à  $30^\circ$ .

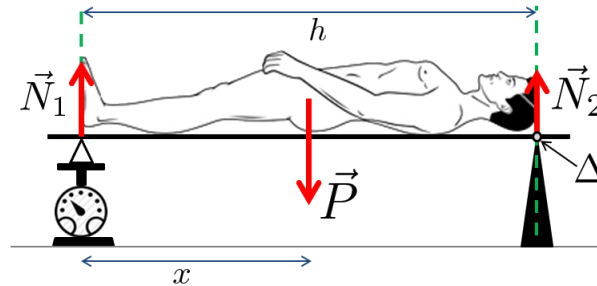
- En se basant sur le schéma, faire le bilan des forces qui s'appliquent au système {avant-bras}.
- En supposant que le triceps est relâché et n'exerce aucune force, écrire le principe fondamental de la statique.
- Calculer les moments des forces par rapport à un axe passant par le coude.
- En déduire la force musculaire exercée par le biceps.
- [facultatif] En déduire la force de réaction de l'humérus.



#### Exercice 4. Détermination de la position du centre de masse d'un individu

Le but de cet exercice est de déterminer expérimentalement la position du centre de masse (CM) d'un individu. L'individu est allongé sur un plateau qui ne peut tourner qu'autour d'un axe  $\Delta$  [delta], situé au niveau de sa tête. Une balance est placée à l'autre extrémité du plateau, c-à-d au niveau de ses pieds. On considère que la planche a une masse négligeable et on étudie le système {individu+planche}.

- Quelle est la condition d'équilibre statique du système ?
- Calculer les moments des forces par rapport à  $\Delta$  et en déduire l'expression de la position du CM, notée  $x$  (c'est le point où s'applique le poids)
- Quel est le lien entre la normale  $\vec{N}_1$  et la mesure affichée par la balance ? Pourquoi et par quel principe ?
- Si l'individu mesure 1,75 m pour 75 kg et que la balance indique 33 kg lors de l'expérience, à quelle hauteur est situé son centre de masse ?



#### Exercice 5. La croix de fer aux anneaux (travail personnel)

Le but de cet exercice est de déterminer la force musculaire développée lors de la croix de fer aux anneaux. Un gymnaste réalise une croix de fer et reste immobile. Les principaux muscles impliqués sont le grand dorsal (latissimus dorsi : "lats") et le grand pectoral (pectoralis major : "pecs"). Pour simplifier, on suppose que ces muscles exercent une force résultante commune, appelée force musculaire  $\vec{F}_m$ , orientée à  $45^\circ$  par rapport au bras et s'appliquant sur l'humérus à 4,5 cm de l'axe de rotation de l'épaule. Chaque anneau applique une force de réaction normale au niveau de la main, égale à la moitié du poids du gymnaste ( $-0.5\vec{P}$ ). Une autre force de réaction provient de la scapula qui renvoie la force de poussée de l'humérus [l'humérus vient en fait buter sur la cavité glénoïdale de la scapula]. Le gymnaste fait 70 kg et son bras à une longueur de 60 cm.

- Vérifier que le système {gymnaste} est bien en équilibre statique.
- On considère maintenant le système {bras gauche [humérus-ulna-radius]}. Écrire les conditions d'équilibre statique pour ce système. On négligera le poids propre du bras.
- Quelle est la valeur de la force musculaire nécessaire pour réaliser la croix de fer ?
- Comparer la valeur de la force musculaire par rapport au poids de l'athlète.
- Supposons que le gymnaste n'arrive pas à effectuer la croix de fer et son bras fait un angle de  $45^\circ$  avec l'horizontale. Est-ce plus facile de réaliser cette figure ? (calculer de nouveau la force musculaire)

