

# Quelques notions de dynamique

**Par: Frédéric Cloutier**

**Compagnons-de-Cartier**

**Programme PROTIC**

**5e secondaire**

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

# Quelques notions de dynamique

- 1) La loi de la gravitation universelle**
- 2) Poids et Gravitation**
- 3) Comment perdre 15 kg en quelques secondes?**

# 1) Loi de la gravitation universelle

**Newton posa dans sa loi de la gravitation universelle que la force d'attraction entre deux corps est fonction de leur masse et de la distance qui les sépare l'un de l'autre .**

# 1) Loi de la gravitation universelle

**Il mentionne que tous les corps attirent tous les autres corps avec une force qui est directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de la distance qui sépare leur centre.**

# 1) Loi de la gravitation universelle

**Cette relation se traduit par la formule suivante:**

$$\vec{F}_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

# 1) Loi de la gravitation universelle

**Où:**

**F<sub>g</sub> : Force gravitationnelle ( N )**

**G : constante gravitationnelle  
(  $6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$  )**

**m<sub>1</sub> et m<sub>2</sub> : masse des objets (kg)**

**d : distance qui sépare les centre de  
masse des deux objets(m)**

# 1) Loi de la gravitation universelle

**Exemple du calcul de la force gravitationnelle qui s'exerce entre la terre et la lune.**

$$m_{\text{terre}} = 5,9762 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{\text{lune}} = 7,3483 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Distance terre-lune: } 3,85 \times 10^8 \text{ m}$$

# 1) Loi de la gravitation universelle

**Petit truc, voici comment entrer dans la calculatrice un nombre comme la constante gravitationnelle (  $6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$  )**

**Vous entrez la séquence suivante:**

**6 , 6 7 EE ou EXP - 1 1**

# 1) Loi de la gravitation universelle

Calcul de la force gravitationnelle entre la terre et la lune.

$$\vec{F}_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$$\vec{F}_g = \frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot 5,9762 \times 10^{24} \text{ kg} \cdot 7,3483 \times 10^{22} \text{ kg}}{\text{kg}^2 \cdot (3,85 \times 10^8 \text{ m})^2}$$

$$\vec{F}_g = 1,976 \times 10^{20} \text{ N}$$

## **2) Poids et gravitation**

**Pourquoi la force gravitationnelle et le poids partagent-t-ils la même variable, soit  $F_g$  ?**

**Pour bien comprendre, nous allons calculer la force gravitationnelle qui s'exerce entre la planète terre et un objet situé à sa surface.**

**Nous prendrons comme objet, un humain de 60 kg.**

## 2) Poids et gravitation

**Voici le calcul, afin de bien comprendre, nous mettrons d'une couleur différente la masse de l'individu et le reste des données:**

$$\vec{F}_g = \frac{G \cdot m_{\text{terre}} \cdot m_{\text{individu}}}{r^2}$$

La distance entre le centre de la terre et un individu situé à sa surface correspond au rayon de la terre. C'est pourquoi  $d^2$  est remplacé par  $r^2$  dans la formule.

$$\vec{F}_g = \frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot 5,9762 \times 10^{24} \text{ kg} \cdot 60 \text{ kg}}{\text{kg}^2 \cdot (6,38 \times 10^6 \text{ m})^2}$$

## 2) Poids et gravitation

**Poursuivons le calcul sans se soucier de la masse de l'individu pour l'instant:**

$$\vec{F}_g = \frac{6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot 5,9762 \times 10^{24} \text{ kg} \cdot 60 \text{ kg}}{\text{kg}^2 \cdot (6,38 \times 10^6 \text{ m})^2}$$

$$\vec{F}_g = 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 60 \text{ kg}$$

## 2) Poids et gravitation

**Nous constatons que lorsque que l'on calcule la force gravitationnelle entre une planète et un objet situé à sa surface, la première partie de la formule ( en rouge ) correspond à l'accélération gravitationnelle de la planète:**

$$\vec{F}_g = \frac{G \cdot m_{\text{planete}} \cdot m_{\text{individu}}}{r^2}$$

$$\vec{g} = \frac{G \cdot m}{r^2}$$

G: constante gravitationnelle

m: masse de la planète

r: rayon de la planète

g: accélération gravitationnelle de la planète

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5

Compagnons-de-Cartier

## 2) Poids et gravitation

Par substitution nous pouvons remplacer

$$\frac{G \cdot m}{r^2} \text{ dans la formule par } \vec{g}$$

**Ce qui nous donne la formule suivante pour la force gravitationnelle entre une planète et un objet situé à sa surface:**

$$\vec{F}_g = \frac{G \cdot m_1 \cdot m_2}{r^2} = \vec{g} \cdot m_2$$

*ou*

$$\vec{F}_g = m \cdot \vec{g}$$

**C'est-à-dire, la formule du poids!!!**

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5

Compagnons-de-Cartier

## 2) Poids et gravitation

**Le poids est donc un cas spécifique ou particulier de force gravitationnelle. C'est la force gravitationnelle entre une planète et un corps situé à sa surface.**

**3) Comment perdre ou gagner  
quelques kilos en quelques secondes ?**

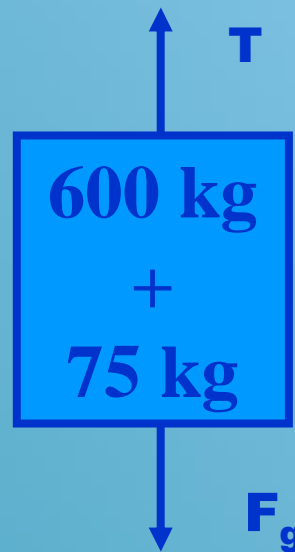
**Depuis toujours tu rêves, malgré tes 45  
kilos, de devenir lutteur de Sumo?**

**Tes 165 kilos t'empêchent de devenir  
mannequin?**

**La solution est facile ! Il suffit de te  
peser dans une ascenseur !!!**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

Considérons un homme de 75 kg dans une ascenseur dont le poids est de 600 kg. Deux forces s'exercent sur l'ascenseur. Son poids et la tension dans le câble qui retient l'ascenseur.



par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**Nous allons premièrement nous intéresser à la tension dans le câble de l'ascenseur pour quatre situations différentes:**

- a) Lorsque l'ascenseur est immobile**
- b) Lorsque l'ascenseur se déplace en MRU**
- c) Lorsque l'ascenseur monte selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$**
- d) Lorsque l'ascenseur descend selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

a) Lorsque l'ascenseur est immobile

$$\vec{F}_r = \vec{T} + \vec{F}_g$$

$$0 = \vec{T} + \vec{F}_g \quad (F_r = 0, \text{ car le système est à l'équilibre})$$

$$\vec{T} = -\vec{F}_g$$

$$\vec{T} = -m\vec{g} = -(675\text{kg} \cdot -9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) = -(-6615\text{N}) = 6615\text{N}$$

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**b) Lorsque l'ascenseur se déplace en MRU**

**Cette situation revient au-même que la situation précédente, car se sont deux systèmes à l'équilibre. La résolution est donc identique.**

**La tension dans le câble est donc aussi de 6615 N.**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

c) Lorsque l'ascenseur monte selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$

$$\vec{F}_r = \vec{T} + \vec{F}_g$$

$$\vec{T} = \vec{F}_r - \vec{F}_g = m\vec{a} - m\vec{g}$$

On se rappelle, que dans  $F=ma$ , le  $F$  représente la force résultante ( $F_r$ ), On peut donc remplacer «  $F_r$  » par «  $ma$  ».

$$\vec{T} = (675\text{kg} \cdot 2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) - (675\text{kg} \cdot -9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\vec{T} = 1350\text{N} - (-6615\text{N}) = 7965\text{N}$$

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

d) Lorsque l'ascenseur descend selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$

$$\vec{F}_r = \vec{T} + \vec{F}_g$$

$$\vec{T} = \vec{F}_r - \vec{F}_g = m\vec{a} - m\vec{g}$$

**C'est le même raisonnement que la question précédente, mais cette fois-ci l'accélération de  $2 \text{ m/s}^2$  est négative, car elle est orientée vers le bas.**

$$\vec{T} = (675\text{kg} \cdot -2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}) - (675\text{kg} \cdot -9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$$

$$\vec{T} = -1350\text{N} - (-6615\text{N}) = 5265\text{N}$$

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

Ces calculs nous permettent de comprendre que le câble d'un ascenseur supporte son maximum de tension lorsque l'ascenseur est accéléré vers le haut et il supporte son minimum de tension lorsque l'ascenseur est accéléré vers le bas. Cela est dû au fait que lorsque l'ascenseur monte, la force déployée dans le câble doit combattre la gravité en plus d'accélérer l'ascenseur. Par contre, quand il descend, la force dans le câble n'a qu'à combattre qu'une partie de la gravité, permettant à cette dernière d'accélérer un peu l'ascenseur vers le bas.

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**Nous allons maintenant nous intéresser à la notion de poids apparent. Nous avons tous déjà vécu dans un ascenseur ou un manège une impression de lourdeur ou de légèreté. Vous avez alors expérimenté la notion de poids apparent. Notre poids, lorsque nous sommes dans un objet dont le mouvement comporte une composante verticale, est influencé par l'accélération de cet objet.**

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

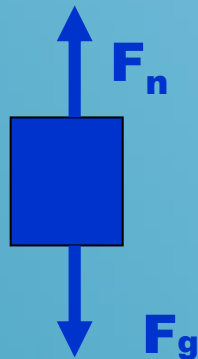
**Le poids apparent correspond à la force  
normale  $F_n$  et est exprimé en Newton**

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**Calculons la poids apparent de la personne  
prenant place dans l'ascenseur pour chacune  
de nos situations.**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

a) Lorsque l'ascenseur est immobile



$$\vec{F}_r = \vec{F}_g + \vec{F}_n$$

L'objet étant immobile, le système est à l'équilibre ce qui se traduit par une force résultante nulle.

$$0 = \vec{F}_g + \vec{F}_n$$

Comme nous l'avons appris dans le chapitre sur les forces, sur une surface horizontale et dans une situation d'équilibre, le poids apparent ou force normale, est égal au poids, mais en direction opposée.

$$\vec{F}_n = -\vec{F}_g$$

$$\vec{F}_n = -m\vec{g} = -75\text{kg} \cdot -9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 735\text{N}$$

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

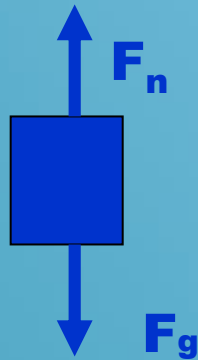
**b) Lorsque l'ascenseur est en MRU**

**Dans ce cas, nous sommes aussi en présence d'un système à l'équilibre. La démarche est donc en tout point identique à celle que nous avons appliquée lorsque l'ascenseur est immobile.**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

#### b) Lorsque l'ascenseur est en MRU

Calcul du poids apparent:



$$\vec{F}_r = \vec{F}_g + \vec{F}_n$$

$$0 = \vec{F}_g + \vec{F}_n$$

$$\vec{F}_n = -\vec{F}_g$$

L'objet étant en MRU, le système est à l'équilibre ce qui se traduit par une force résultante nulle.

$$\vec{F}_n = -m\vec{g} = -75\text{kg} \cdot -9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 735\text{N}$$

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

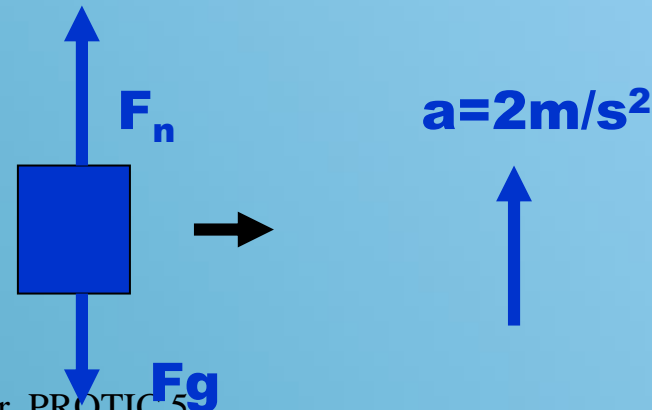
**b) Lorsque l'ascenseur est en MRU**

**En MRU, le poids apparent d'un objet équivaut à son poids immobile.**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

c) Lorsque l'ascenseur monte selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$

Dans cette situation il faut appliquer le même raisonnement que les situations précédentes, sauf que cette fois-ci la force résultante n'est pas nulle, car une accélération est présente.



### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

c) Lorsque l'ascenseur monte selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_g + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_n = m\vec{a} - \vec{F}_g = m\vec{a} - m\vec{g}$$

$$\vec{F}_n = 75\text{kg} \cdot 2\text{m/s}^2 - 75\text{kg} \cdot -9,8\text{m/s}^2$$

$$\vec{F}_n = 150\text{N} + 735\text{N} = 885\text{N}$$

par Frédéric Cloufier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**c) Lorsque l'ascenseur monte selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$**

**Dans cette situation notre poids apparent est supérieur à notre poids, ce qui explique qu'on se sente écrasé lorsqu'un ascenseur commence à monter, les muscles de nos jambes ont plus de poids à supporter qu'habituellement.**

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**d) Lorsque l'ascenseur descend selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$**

**Dans cette situation il faut appliquer le même raisonnement que la situation précédente, sauf que cette fois-ci l'accélération résultante n'est pas orientée vers le haut, mais vers le bas, elle est donc négative.**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

d) Lorsque l'ascenseur descend selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_g + \vec{F}_n = m\vec{a}$$

$$\vec{F}_n = m\vec{a} - \vec{F}_g = m\vec{a} - m\vec{g}$$

$$\vec{F}_n = 75\text{kg} \cdot -2\text{m/s}^2 - 75\text{kg} \cdot -9,8\text{m/s}^2$$

$$\vec{F}_n = -150\text{N} + 735\text{N} = 585\text{N}$$

par Frédéric Gauthier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**d) Lorsque l'ascenseur descend selon une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$**

**Dans cette situation notre poids apparent est inférieur à notre poids, ce qui explique cette impression de légèreté lorsqu'un ascenseur commence à descendre, les muscles de nos jambes ont moins de poids à supporter qu'habituellement.**

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**Il est maintenant le temps de connaître la méthode pour perdre ou gagner plusieurs kilos en quelques secondes.**

**Il faut d'abord mettre quelque chose au clair. C'est impossible!!! Notre masse est la mesure de notre quantité de matière. Nous possédons toujours la même quantité de matière quel que soit la planète sur laquelle nous nous trouvons ou quel que soit l'accélération de l'objet dans lequel nous nous trouvons.**

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**Notre masse ne sera donc pas réellement modifiée, c'est plutôt que nous prendrons en défaut le pèse personne en montrant les limites de sa conception. Il faut savoir qu'un pèse personne possède un ressort dont la compression fait bouger une aiguille qui indique notre masse sur une graduation. La graduation a été élaborée en tenant compte de l'accélération gravitationnelle terrestre qui est de  $-9,8 \text{ m/s}^2$ .**

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

**Lorsque l'ascenseur monte avec une accélération de  $2 \text{ m/s}^2$ , la balance prends le poids de la personne, qui se trouve à être son poids apparent et lui enlève la gravité de la terre pour afficher la masse de l'individu selon le calcul suivant:**

$$F_g = mg$$

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{885 \text{ N}}{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 90,3 \text{ kg}$$

par: Frédéric Cloutier, PROTIC 5  
Compagnons-de-Cartier

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**La balance n'a pas été conçue pour indiquer la masse dans un objet en mouvement, elle est donc trompée, par le poids apparent de la personne et affiche une masse de 15 kg supérieure à la masse réelle de l'individu.**

**Lorsque la balance descend, l'effet est inverse, comme le montre le calcul suivant:**

### 3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?

$$F_g = mg$$

$$m = \frac{F_g}{g} = \frac{585N}{9,8 \frac{m}{s^2}} = 59,7kg$$

Ici encore la balance est trompée et affiche une masse de près de 15 kg, soit 33 livres, inférieure à la masse réelle de l'individu.

### **3) Comment perdre ou gagner quelques kilos en quelques secondes ?**

**Voilà quelques problèmes de dynamique qui j'espère vous ont aidé à mieux comprendre la dynamique.**