

Evaluation Blanche Gravitation

Exercice 1 :

*Comme chacun le sait, la science-fiction, c'est beaucoup de fiction... mais parfois un peu de science ?
Regardons de plus près les pouvoirs de Superman.*

Dès sa naissance, en juin 1938, se posa le problème de l'origine des pouvoirs de notre héros [...]. Vers la fin des années 1940, les textes décrivent le peuple de Krypton comme des humains plutôt ordinaires et cherchèrent l'origine des pouvoirs de Superman dans la physique. [...] Ses capacités surhumaines évoluèrent au fil de ses aventures et les premiers pouvoirs dont il fut doté semblent aujourd'hui bien modestes. [...]

Pour commencer, intéressons-nous aux origines de Superman, et plus particulièrement à sa planète de naissance, Krypton. Il s'agit d'un problème d'importance car, d'après les textes, c'est dans la différence de gravité entre Krypton et la Terre que réside la source des pouvoirs de l'Homme d'Acier. [...]

Au XVIII^{ème} siècle, Isaac Newton a découvert que deux corps massifs s'attirent avec une force proportionnelle au produit de leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. Cette loi universelle de la gravitation régit le mouvement des planètes et explique pourquoi la Terre nous retient à sa surface. En effet, notre sensation de pesanteur est la conséquence de la force gravitationnelle que la Terre exerce sur notre corps. Si la Terre était plus massive, cette sensation serait plus forte.

On aura compris où je veux en venir. Supposons que, sur Krypton, Superman ait eu des performances proches de celles d'un athlète humain sur la Terre. Ses capacités physiques lui permettaient donc de franchir 7 mètres en longueur et 2 mètres en hauteur. Ses performances terrestres seront nettement plus impressionnantes d'un facteur égal au rapport entre la gravité kryptonienne et la gravité terrestre. [...]

L'intensité de la pesanteur à la surface de Krypton est à peu près 30 fois supérieure à celle de la Terre. [...] Un être humain transporté sur Krypton aurait l'impression de peser comme un rhinocéros sur Terre.



*Roland Lehoucq, D'où viennent les pouvoirs de Superman ?
Physique ordinaire d'un super héros (EDP Sciences, 2003).*

La force d'attraction gravitationnelle entre 2 objets A et B dont leur centre est distant d'une distance d est donnée par

la formule : $F = G \times \frac{m_a \times m_b}{d^2}$

Avec : F en newton (N), m_A et m_B en kilogramme (kg) et d en mètre (m)

G est la constante universelle de gravitation environ égale à : $6,67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2.\text{kg}^{-2}$

Données

- Planète Krypton : Cette planète est à $1,00 \times 10^{14}$ km de la Terre et a une masse de $1,79 \times 10^{26}$ kg pour un rayon identique à la Terre soit $6,30 \times 10^6$ m.
- Planète Terre : Cette planète est à 150×10^6 km du Soleil et a une masse de $5,97 \times 10^{24}$ kg. L'intensité de pesanteur sur Terre est de 9,81 N/kg.
- Superman : La masse de superman est 90 kg.

1. Donner la relation entre le poids et la masse d'un objet en fonction de g l'intensité de pesanteur d'une planète. Vous indiquerez également les unités dans cette formule.
2. Calculer le poids de Superman sur Terre.
3. Calculer le poids de Superman sur sa planète. Comparer avec son poids sur Terre et commenter ce résultat.
4. Calculer la force d'interaction gravitationnelle entre la planète Krypton et la Terre.

S_10

SF1_7

SF1_8

SF2_5

Correction

1. Donner la relation entre le poids et la masse d'un objet en fonction de g l'intensité de pesanteur d'une planète. Vous indiquerez également les unités dans cette formule.

La relation est $P=mxg$ avec P le poids en Newton (N) ; m la masse en kilogramme (kg) et g l'intensité de pesanteur en Newton par kilogramme (N/kg)

2. Calculer le poids de Superman sur Terre.

La masse de superman est de 90 kg.

$P(\text{sur terre})=mxg(\text{terre})$

A.N. : $P=90 \times 9,81=883$ N (soit $8,8 \times 10^2$ N avec 2 chiffres significatifs)

Le poids de superman sur Terre est de $8,8 \times 10^2$ N

3. Calculer le poids de Superman sur sa planète. Comparer avec son poids sur Terre et commenter ce résultat.

Sur sa planète l'intensité de pesanteur est 30 fois supérieure à celle de la Terre : $g(\text{Krypton})=30 \times 9,81$

Cependant sa masse ne varie pas.

$P(\text{sur Krypton})=mxg(\text{Krypton})$

Application numérique : $P(\text{sur Krypton})=90 \times 30 \times 9,81=26487$ N (soit $2,6 \times 10^4$ N avec 2 chiffres significatifs)

Le poids de superman sur Krypton est de $2,6 \times 10^4$ N

Son poids est donc 30 fois supérieur sur Krypton.

4. Calculer la force d'interaction gravitationnelle entre la planète Krypton et la Terre.

$$F = G \times \frac{m_{\text{krypton}} \times m_{\text{terre}}}{d^2}$$

La distance d est la distance entre la Terre et Krypton : $d=1,00 \times 10^{14} - 150 \times 10^6 = 9,99 \times 10^{13}$ km = $9,99 \times 10^{16}$ m

$$F = 6,67 \times 10^{-11} \times \frac{1,79 \times 10^{26} \times 5,97 \times 10^{24}}{(9,99 \cdot 10^{16})^2} = 7,14 \times 10^6 \text{ N}$$

La force entre Krypton et la Terre est de $7,14 \times 10^6$ N