Dima Dima Physique | TC | TRONC COMMUN SCIENTIFIQUE — PHYSIQUE

Série N°3 : La gravitation universelle

Consigne générale

Justifier les réponses, présenter les calculs en écriture scientifique et donner les unités. Dans toute la série, on utilisera, sauf indication contraire :

$$G = 6{,}67 \times 10^{-11}\,\mathrm{N\,m^2/kg^2}, \qquad g_0 \simeq 9{,}8\,\mathrm{N/kg}.$$

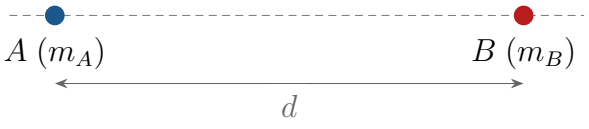
Exercice 1 – Vrai ou faux Niveau : ⋆

Dire si chaque proposition est vraie ou fausse. Justifier et corriger les propositions fausses.

1. La gravitation universelle n'agit que sur les corps situés sur Terre.
2. Les forces gravitationnelles entre deux corps sont toujours attractives.
3. Si la distance entre deux masses double, la force est divisée par deux.
4. Deux corps en interaction gravitationnelle exercent des forces de même intensité.
5. La valeur de la constante G dépend des masses étudiées.
6. Le poids d'un objet s'exprime en kilogrammes.
7. À une même altitude, l'intensité g ne dépend pas de la masse de l'objet étudié.
8. Dans le modèle sphérique, g diminue quand l'altitude augmente.

Exercice 2 – Reconnaître une interaction gravitationnelle Niveau : ⋆

Deux corps ponctuels A et B, de masses respectives m_A et m_B, sont séparés par une distance d.



1. Énoncer la loi de gravitation universelle et donner les unités de toutes les grandeurs.
2. Reproduire le schéma et tracer les vecteurs $\vec{F}_{B/A}$ (force de B sur A) et $\vec{F}_{A/B}$.
3. Comparer leurs directions, leurs sens et leurs intensités.
4. Expliquer pourquoi ces forces sont dites *à distance*.

Exercice 3 – Deux masses ponctuelles Niveau : ⋆

Deux masses ponctuelles $m_A = 2\,\text{kg}$ et $m_B = 40\,\text{kg}$ sont distantes de $d = 1\,\text{m}$.

1. Calculer l'intensité de la force gravitationnelle exercée par A sur B.
2. Déterminer l'intensité de la force exercée par B sur A.
3. Refaire le calcul si la distance devient $2\,\text{m}$, sans modifier les masses.

Exercice 4 – Influence de la masse et de la distance Niveau : ⋆⋆

Pour une interaction de référence entre deux corps, on note l'intensité $F_0 = Gm_Am_B/d^2$. Compléter le tableau sans recalculer F_0.

Situation	**Masse de A**	**Masse de B**	**Distance**	F/F_0
Référence	m_A	m_B	d	1
Situation 1	$2m_A$	m_B	d	…
Situation 2	m_A	$3m_B$	d	…
Situation 3	m_A	m_B	$2d$	…
Situation 4	$2m_A$	$3m_B$	$2d$	…

À déterminer pour chaque situation : exprimer l'intensité F en fonction de F_0. Expliquer la règle utilisée.

Exercice 5 – Représenter les forces à l'échelle Niveau : ⋆⋆

Deux objets A et B s'attirent avec des forces de valeur $F = 8 \times 10^{-8}\,\text{N}$.

1. Identifier les points d'application et les sens des deux forces gravitationnelles.
2. On choisit l'échelle $1\,\text{cm} \leftrightarrow 2 \times 10^{-8}\,\text{N}$. Déterminer la longueur des flèches.
3. Tracer les vecteurs sur un schéma comportant deux points distants de $7\,\text{cm}$ sur la feuille.

Exercice 6 – Interaction Terre–Lune Niveau : ⋆⋆

On donne : $M_T = 5{,}95 \times 10^{24}\,\text{kg}$, $M_L = 7{,}37 \times 10^{22}\,\text{kg}$ et la distance entre leurs centres $d = 3{,}95 \times 10^{5}\,\text{km}$.

1. Convertir d en mètres puis l'écrire en notation scientifique.
2. Calculer l'intensité de la force de gravitation exercée par la Terre sur la Lune.
3. Donner l'intensité de la force de la Lune sur la Terre et justifier.
4. Représenter les deux forces sur un schéma qualitatif (non à l'échelle).

Exercice 7 – Poids et masse Niveau : ⋆

On étudie un objet de masse $m = 2{,}5\,\text{kg}$ près de la surface de la Terre.

1. Rappeler la relation entre poids, masse et intensité de la pesanteur.
2. Calculer le poids de l'objet pour $g = 9{,}8\,\text{N/kg}$.
3. Préciser les quatre caractéristiques du vecteur poids.
4. Déterminer la masse d'un autre objet dont le poids est $49\,\text{N}$ au même endroit.
5. Comparer la masse et le poids d'un objet lors d'un changement de lieu.

Exercice 8 – Variation locale de g Niveau : ⋆⋆

Le document du cours fournit les valeurs suivantes :

Pôle Nord	**Équateur**	**Rabat**
$9{,}830\,\text{N/kg}$	$9{,}789\,\text{N/kg}$	$9{,}796\,\text{N/kg}$

1. Pour un corps de masse $75\,\text{kg}$, calculer son poids dans chacun des trois lieux.
2. Où ce poids est-il le plus grand ? Calculer la différence entre ses valeurs extrêmes.
3. La masse du corps varie-t-elle lorsqu'il change de lieu ?

Exercice 9 – Intensité de pesanteur à la surface Niveau : ⋆⋆

On assimile la Terre à une sphère de masse $M_T = 6{,}0 \times 10^{24}\,\text{kg}$ et de rayon $R_T = 6400\,\text{km}$.

1. Exprimer R_T en mètres, en notation scientifique.
2. À partir de la gravitation universelle et de $P = mg$, montrer que $g_0 = GM_T/R_T^2$.
3. g_0 dépend elle pas de la masse du corps soumis à la pesanteur ?
4. Calculer g_0 avec les données et comparer à $9{,}8\,\text{N/kg}$.

Exercice 10 – Poids à une altitude donnée Niveau : ⋆⋆

Un engin de masse $m = 1500\,\text{kg}$ se trouve à l'altitude $h = 1000\,\text{m}$.
Données : $M_T = 6 \times 10^{24}\,\text{kg}$ et $R_T = 6400\,\text{km}$.

1. Calculer la distance d entre le centre de la Terre et l'engin.
2. Exprimer la force gravitationnelle exercée par la Terre sur l'engin en fonction de G, M_T, m, R_T, h.
3. Calculer l'intensité de cette force.
4. En déduire $g(h)$ et le comparer à g_0.

Exercice 11 – Exploiter la relation $g(h)$ Niveau : ⋆⋆

Dans le modèle de la Terre sphérique :

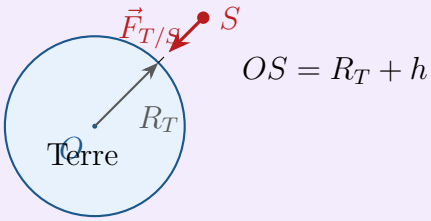
$$g(h) = g_0 \left(\frac{R_T}{R_T + h} \right)^2 .$$

On prend $R_T = 6400\,\text{km}$ et $g_0 = 9{,}8\,\text{N/kg}$.

1. Vérifier que l'expression redonne g_0 lorsque $h = 0$.
2. Calculer g à $h = 1600\,\text{km}$.
3. À quelle altitude h a-t-on $g(h) = g_0/4$?

Problème 1 – Satellite au-dessus de la Terre Niveau : ⋆⋆⋆

Un satellite de masse $m = 800\,\text{kg}$ se trouve à une altitude $h = 400\,\text{km}$ au-dessus de la surface terrestre. On adopte $M_T = 6{,}0 \times 10^{24}\,\text{kg}$ et $R_T = 6400\,\text{km}$.



1. Déterminer la distance entre le satellite et le centre terrestre.
2. Donner les caractéristiques de la force gravitationnelle exercée sur le satellite.
3. Calculer son intensité.
4. En déduire l'intensité du champ gravitationnel à l'altitude considérée.
5. Comparer le poids du satellite à cette altitude et à la surface de la Terre, dans le même modèle.

Problème 2 – Planète fictive et mesure de masse Niveau : ⋆⋆⋆

Une planète sphérique Y possède un rayon $R_Y = 7{,}0 \times 10^6\,\text{m}$. À sa surface, un objet de masse $m = 5{,}0\,\text{kg}$ présente un poids $P = 42\,\text{N}$.

1. Déterminer l'intensité de la pesanteur g_Y à sa surface.
2. En déduire, à partir de $g_Y = GM_Y/R_Y^2$, la masse M_Y de la planète.
3. Calculer la force gravitationnelle exercée par la planète sur un corps de masse $2{,}0\,\text{kg}$ placé à une altitude $h = R_Y$.
4. Calculer le poids du premier objet à cette même altitude.
5. Expliquer pourquoi la diminution du poids ne signifie pas une diminution de la masse.

Problème 3 – Deux masses et distance inconnue Niveau : ⋆⋆⋆

Deux corps ponctuels A et B possèdent les masses $m_A = 500\,\text{kg}$ et $m_B = 800\,\text{kg}$. L'intensité de leur interaction gravitationnelle est $F = 6{,}67 \times 10^{-7}\,\text{N}$.

1. Établir l'expression de la distance d séparant leurs centres en fonction de G, m_A, m_B et F.
2. Calculer d.
3. Si les deux masses restent inchangées, quelle distance permettrait de rendre la force quatre fois plus grande ? Justifier.
4. Si la masse m_B double alors que la distance initiale reste inchangée, calculer la nouvelle force.
5. Tracer sur un schéma les forces que les deux corps exercent l'un sur l'autre.