

## S05 Chapitre 3 : La gravitation (première partie)

**Objectif :** Vous faire comprendre les étapes qui ont mené à la découverte par Newton que toutes les masses de l'Univers s'attirent mutuellement (théorie de la gravitation universelle).

### Introduction à la deuxième partie (p. 106)

Quelle est la grande idée associée à la deuxième partie ? \_\_\_\_\_

La recherche en sciences se divise traditionnellement en recherche \_\_\_\_\_ et en recherche \_\_\_\_\_, mais en astronomie, c'est plutôt \_\_\_\_\_ qui joue le rôle de l'expérience.

L'astronomie ne consiste pas seulement à prendre en note la position des astres (ce qu'on appelle \_\_\_\_\_); l'aspect le plus important de l'astronomie moderne, c'est de se servir des lois de la physique pour expliquer ce qu'on observe, ce qu'on appelle \_\_\_\_\_.

Avec quel scientifique peut-on dire que l'astronomie est devenue une branche de la physique ? \_\_\_\_\_

### 3.1 Les observations de Tycho Brahé (p. 108)

Vers 1600, Tycho Brahé, un membre de la noblesse du \_\_\_\_\_, observait la position des planètes avec une précision de quelques \_\_\_\_\_. Pour prendre ses mesures, il utilisait \_\_\_\_\_. Incapable de mesurer la \_\_\_\_\_ des étoiles, il se met à croire qu'il n'y a pas de parallaxe, tout simplement parce que la Terre est \_\_\_\_\_. Il savait qu'il est plus simple de décrire le mouvement des planètes en supposant qu'elles tournent autour \_\_\_\_\_. Il construisit ainsi un modèle où \_\_\_\_\_ tourne autour \_\_\_\_\_, mais où les planètes tournent autour \_\_\_\_\_.

Dans un examen vous devriez être en mesure de faire un schéma qui illustre le modèle de Tycho, ce qui revient à reproduire la **figure 3.1**.

À sa mort, Tycho légua ses données à \_\_\_\_\_.

### 3.2 Les lois de Kepler (p. 109)

#### Première loi de Kepler :

L'orbite des planètes est en forme \_\_\_\_\_, et le Soleil n'est pas au centre mais plutôt à un des \_\_\_\_\_.

Une ellipse est définie comme l'ensemble des points \_\_\_\_\_.

On peut tracer une ellipse en mettant des punaises \_\_\_\_\_ et en attachant une ficelle entre les deux. On maintient la ficelle \_\_\_\_\_ à l'aide d'un \_\_\_\_\_ et on trace.

L'axe le plus grand se nomme \_\_\_\_\_. Une ellipse peut être plus ou moins aplatie, selon son \_\_\_\_\_ (symbole : \_\_\_\_\_), dont la valeur peut varier entre \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_.

Un cercle est une ellipse pour laquelle  $e =$  \_\_\_\_\_.

Le demi-grand axe d'un cercle, on appelle cela habituellement \_\_\_\_\_.

Le périhélie est le point de l'orbite le plus \_\_\_\_\_ du \_\_\_\_\_, et l'aphélie est le point le plus \_\_\_\_\_.

#### Deuxième loi de Kepler :

La ligne qui relie la planète \_\_\_\_\_ balaie \_\_\_\_\_.

Cela revient à dire que plus la planète est proche du Soleil, \_\_\_\_\_ elle va vite.

Cela explique enfin à la perfection le phénomène de \_\_\_\_\_.

Kepler réalise correctement qu'une force \_\_\_\_\_ est responsable du mouvement des planètes, mais il pense à tort que

cette force est de nature \_\_\_\_\_.  
Néanmoins, ces spéculations permettent  
d'affirmer que Kepler est le premier \_\_\_\_\_,  
car il essaie d'appliquer à l'astronomie un concept  
utilisé à l'origine pour décrire

### Troisième loi de Kepler :

exprimez-là sous forme d'équation :

(Important : équation valable seulement pour les  
planètes tournant autour \_\_\_\_\_ )

Avec Kepler, pour la première fois, l'écart entre les  
résultats attendus et les observations est

### 3.3 La physique des orbites (p. 112)

\_\_\_\_\_ a été le premier à énoncer le  
\_\_\_\_\_ qui affirme qu'en l'absence de  
frottement ou de toute autre contrainte ou force,  
un objet en mouvement \_\_\_\_\_

Il pensait à tort que « sur sa lancée » voulait dire  
\_\_\_\_\_. C'est \_\_\_\_\_ qui  
réalisa correctement que « sur sa lancée » veut  
dire \_\_\_\_\_, ce qui donna  
naissance à la première loi de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_ réalise que les orbites planétaires  
s'expliquent par une force qui agit \_\_\_\_\_

L'orbite d'une planète est le compromis entre  
\_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_.

Hooke réalise, à partir de la 3<sup>e</sup> loi de Kepler, que  
la force d'attraction varie en fonction de la  
distance  $r$  comme \_\_\_\_\_. Ainsi, une planète  
plus proche du Soleil subit une attraction plus  
\_\_\_\_\_, et elle doit donc avoir une vitesse  
latérale plus \_\_\_\_\_ pour éviter de \_\_\_\_\_.

Hooke essaie de prouver qu'une telle force en  
\_\_\_\_\_ implique une orbite elliptique avec le  
Soleil au foyer, mais les mathématiques

nécessaires lui font défaut. Pourtant, elles  
existent, mais leur inventeur, \_\_\_\_\_,  
les garde secrètes !

### 3.4 La gravitation universelle (p. 114)

Dans sa jeunesse, Newton avait inventé une  
technique mathématique révolutionnaire,  
\_\_\_\_\_, mais il avait gardé  
ses travaux pour lui !

Hooke écrit à Newton et lui décrit son problème  
des orbites elliptiques... Newton résout le  
problème mais il garde ses travaux pour lui, car

Plus tard, Halley croise Newton et lui fait avouer  
qu'il a résolu le problème... pour encourager  
Newton à écrire et publier un livre, Halley accepte  
de \_\_\_\_\_.

Dans son livre, Newton ne remercie nulle part  
Hooke. Il invente la légende de la pomme pour

La légende : En voyant tomber une pomme, Super-  
Newton réalise que la force de gravité n'a pas de  
limite évidente et que \_\_\_\_\_ devrait aussi  
tomber. Il sait qu'une pomme tombe de \_\_\_\_\_  
environ en 1 seconde, et il calcule que \_\_\_\_\_  
tombe \_\_\_\_\_ fois moins pendant le même temps.  
De plus, il sait que l'attraction terrestre agit  
comme si toute la masse de la Terre

\_\_\_\_\_, ce qui fait que  
\_\_\_\_\_ est \_\_\_\_\_ fois plus loin que la pomme.  
Mais comme \_\_\_\_\_, il en résulte  
que la gravité diminue comme le carré de la  
distance ! En réalisant cela, Super-Newton  
s'exclame : « F\_\_\_\_\_ you Hooke ! »

On sait aujourd'hui qu'en réalité, Newton n'avait  
jamais clairement compris le problème avant de  
recevoir \_\_\_\_\_.

Newton a quand même été le premier à réaliser  
que la force \_\_\_\_\_ (la même force qui  
nous cloue au sol) est responsable de l'orbite des  
corps célestes, et que \_\_\_\_\_ s'attirent  
mutuellement (c'est pour cela qu'on parle de

gravitation universelle). À partir de la seule hypothèse  $F \propto 1/r^2$ , il est capable de retrouver

\_\_\_\_\_  
Si Tycho et Kepler représentent le triomphe de \_\_\_\_\_, Newton représente le triomphe de \_\_\_\_\_.

Une figure célèbre (figure originale en haut de la page 108) explique comment la trajectoire \_\_\_\_\_ peut devenir une orbite si \_\_\_\_\_.

Dans un examen vous devriez être en mesure de faire un schéma qui illustre ce que vous venez d'inscrire dans le paragraphe précédent, ce qui revient à reproduire la **figure 3.7**.

En pratique, on ne peut pas réaliser ce qu'illustre cette figure car \_\_\_\_\_.

C'est pour cela qu'un vaisseau spatial doit nécessairement \_\_\_\_\_ avant de pouvoir se mettre en orbite autour de la Terre.

Attention : la gravitation de la Terre agit quand même sur une capsule en orbite, car sinon, \_\_\_\_\_ ; si les astronautes se sentent en apesanteur, c'est parce que le « sol » de la capsule \_\_\_\_\_.

### 3.5 La masse des objets célestes (p. 116)

Newton a aussi démontré que la force gravitationnelle entre deux objets dépend \_\_\_\_\_ de leurs masses, ce qui permet une version généralisée de la \_\_\_ loi de \_\_\_\_\_. Cette loi permet de déterminer la masse d'un objet situé \_\_\_\_\_ d'un système gravitationnel. Par exemple, en analysant l'orbite \_\_\_\_\_, on peut déterminer la masse de Jupiter.

La logique de la loi est la suivante : plus la masse de \_\_\_\_\_ est grande, plus un petit objet \_\_\_\_\_ (à une distance donnée) doit aller \_\_\_\_\_ pour se maintenir en orbite.

Attention : la version de la 3<sup>e</sup> loi présentée dans cette section (en bleu) n'est valide que lorsque la masse de l'objet central est \_\_\_\_\_. (On verra comment faire quand ce n'est pas le cas au chapitre 6.)

*La section 3.6 et le reste du chapitre 3 est au programme, mais sera vu uniquement à la section S06.*

**QUESTIONS DE RÉVISION** (p. 139-140)

<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
<input checked="" type="checkbox"/>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>
<b>31</b>	<b>32</b>	<b>33</b>	<b>34</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>36</b>	<b>37</b>	<b>38</b>	<b>39</b>	<b>40</b>
<b>41</b>	<b>42</b>								

Les questions de révision **1 à 22** concernent la section **S05**

Les questions de révision **23 à 42** concernent la section **S06**

**PROBLÈMES** (p. 140-142)

<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>	<b>P8</b>	<b>P9</b>	<b>P10</b>
<b>P11</b>	<b>P12</b>	<b>P13</b>	<b>P14</b>	<b>P15</b>	<b>P16</b>	<b>P17</b>	<b>P18</b>	<b>P19</b>	<b>P20</b>
<b>P21</b>	<b>P22</b>	<b>P23</b>	<b>P24</b>	<b>P25</b>	<b>P26</b>	<b>P27</b>	<b>P28</b>	<b>P29</b>	<b>P30</b>
<b>P31</b>	<input checked="" type="checkbox"/>	<b>P33</b>							

Les problèmes **P1 à P20** concernent la section **S05**

Les problèmes **P21 à P33** concernent la section **S06**