

## S06 Chapitre 3 : La gravitation (deuxième partie)

**Objectif :** Vous faire comprendre comment les travaux d'Einstein ont modifié notre compréhension de la gravité.

### 3.6 Le triomphe de Newton (p. 118)

On peut dire qu'une théorie a vraiment du succès lorsqu'elle est capable de \_\_\_\_\_.

À la fin du 18<sup>e</sup> siècle, un anglais observe systématiquement les constellations du zodiaque et découvre une nouvelle planète, qu'il veut nommer \_\_\_\_\_ en l'honneur de \_\_\_\_\_ mais qui finalement s'appellera \_\_\_\_\_.

Après plusieurs décennies d'observation, on se rend compte que l'orbite de la planète présente une anomalie : elle est légèrement \_\_\_\_\_. Certains pensent que la théorie de Newton est prise en défaut, mais d'autres font plutôt l'hypothèse \_\_\_\_\_.

On calcule la position que devrait avoir la nouvelle planète, et on découvre ainsi \_\_\_\_\_. C'est le plus grand succès de la théorie de Newton.

On découvre aussi que l'orbite de \_\_\_\_\_ présente une anomalie, et pour l'expliquer on suppose l'existence d'une nouvelle planète très proche du Soleil que l'on nomme \_\_\_\_\_. Or, cette planète n'existe pas, et la théorie de Newton est finalement prise en défaut... C'est le temps d'appeler Super-Einstein à la rescousse !

### 3.7 L'origine de la théorie de la relativité (p. 119)

À la fin du 19<sup>e</sup> siècle, deux expérimentateurs construisent un appareil très précis pour mesurer les variations de \_\_\_\_\_. Ils pensent pouvoir mettre en évidence l'effet du mouvement de \_\_\_\_\_, qui est de l'ordre de \_\_\_\_\_ km/s. Or, quoiqu'ils fassent,

ils ne mesurent aucune variation de la vitesse observée : ils obtiennent toujours  $3 \times 10^8$  m/s.

Cela semble illogique : c'est comme si un camion fonçait vers une auto, et que la vitesse de l'auto n'affectait pas la vitesse du camion par rapport à l'auto !

En 1905, Einstein propose sa théorie de la \_\_\_\_\_, basée sur le postulat de base : \_\_\_\_\_.

Pour que la vitesse  $3 \times 10^8$  m/s soit invariante, Einstein arrive à la conclusion qu'il faut que \_\_\_\_\_ et \_\_\_\_\_ varient en fonction de la vitesse de l'observateur.

Le facteur de ralentissement du temps relativiste est dénoté par la lettre grecque \_\_\_\_\_ (ce qui se prononce : \_\_\_\_\_ (voir annexe III, p. 588). On dénote la vitesse de l'observateur par  $v$  et la vitesse de la lumière par \_\_\_\_\_.

Pour  $v = 0$ ,  $\gamma =$  \_\_\_\_\_. Pour les astronautes des missions Apollo, le ralentissement du temps était de l'ordre de 1 pour \_\_\_\_\_.

Pour avoir  $\gamma = 2$ , il faut se déplacer à \_\_\_\_\_.

Pour  $v = 0,99c$ ,  $\gamma =$  \_\_\_\_\_.

Vrai ou faux? Si  $\gamma$  est assez important, les passagers d'une fusée vont s'en rendre compte en regardant leurs propres montres. \_\_\_\_\_

Pour une particule de lumière (ce qu'on nomme \_\_\_\_\_), le temps est \_\_\_\_\_ car  $\gamma =$  \_\_\_\_\_.

Une particule de masse nulle doit forcément voyager à la vitesse  $c$ , tandis qu'une particule qui a une masse ne peut pas voyager à  $c$  car si c'était le cas son énergie (d'après la relativité) serait \_\_\_\_\_.

Si on pouvait voyager plus vite que  $c$ , on pourrait dans certaines circonstances \_\_\_\_\_, ce qui semble être une impossibilité d'ordre fondamental...

D'après la relation masse-énergie de la relativité, l'énergie d'une particule de masse  $m$  au repos vaut  $E = \dots$ . Un kilogramme de masse au repos possède donc  $\dots$  J d'énergie, ce qui, au tarif de l'Hydro-Québec, vaut environ  $\dots$ . La relation masse-énergie est importante en astronomie car elle est à l'origine de l'énergie que produisent  $\dots$ .

### 3.8 La relativité générale (p. 123)

La théorie d'Einstein qui englobe la gravitation se nomme  $\dots$ .

*La section en bleu (p. 124-125) n'est pas au programme.*

Dans cette théorie, la gravité est conçue comme une accélération dans  $\dots$ , ce qu'on peut représenter à l'aide d'une « courbure ».

D'après Newton, la Lune suit son orbite en raison d'une  $\dots$  dirigée vers  $\dots$ .  
D'après Einstein, la Lune se déplace  $\dots$  par rapport à l'espace-temps, mais ce dernier est courbé par la présence de la Terre !

Plus la courbure de l'espace-temps est prononcée,  $\dots$  les prédictions d'Einstein diffèrent de celles de Newton. Dans notre système solaire, la courbure est la plus prononcée près  $\dots$ , ce qui explique pourquoi c'est l'orbite de  $\dots$  qui est la plus affectée par la relativité.

Newton a unifié les lois du mouvement  $\dots$  avec celles du  $\dots$ .

Einstein a unifié davantage la physique en montrant les liens étroits entre  $\dots$ ,  $\dots$ ,  $\dots$  et  $\dots$ .

La théorie de la relativité générale a été confirmée lors  $\dots$  en observant  $\dots$ .

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 3.14**.

En général, lorsque la lumière d'un objet céleste est déviée par un autre objet qui se trouve « dans le chemin », on appelle cela  $\dots$ .

### 3.9 Le ralentissement du temps gravitationnel (p. 123)

Le ralentissement du temps dû à la gravité dépend de la vitesse  $\dots$  à l'endroit où on se trouve. À la surface de la Terre, cette vitesse vaut  $\dots$ . (Pour se mettre simplement en orbite, il suffit de voyager à  $\dots$  % de cette vitesse.)

À la surface de la Terre, le temps est ralenti par la gravité de  $\dots$  partie dans un milliard.

À la fin de leurs vies, les étoiles forment des objets compacts (naines  $\dots$  ou étoiles  $\dots$ ) pour lesquelles  $\gamma_{\text{grav}}$  prend des valeurs appréciables. Si un objet est tellement compact que la vitesse de libération est égale à  $\dots$ , l'écoulement du temps s'arrête. On appelle un tel objet  $\dots$ . (On reparlera de ces objets au chapitre 7.)

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

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

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)

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

Les problèmes 1 à 20 concernent la section S05  
 Les problèmes 21 à 33 concernent la section S06

