

Astronomie générale

Histoire courte de la gravitation

Observatoire de Lyon

Stage Dafop
Sylvie Thiault

10 et 11 décembre 2013

I. L'harmonie des sphères.

I. L'harmonie des sphères.

Aristote.(IVème siècle av.J.C.)

I. L'harmonie des sphères.

Aristote.(IVème siècle av.J.C.)



4 éléments, la terre , l'eau, l'air et le feu...
Aristote ajoute l'éther pour le monde céleste.
A chaque élément correspond un mouvement naturel.

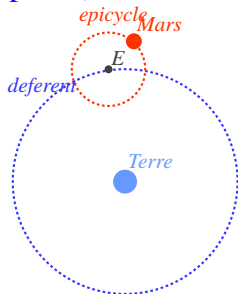
I. L'harmonie des sphères.

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)

I. L'harmonie des sphères.

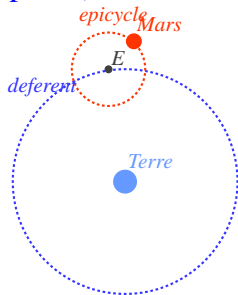
Hipparque (II^{ème} siècle av.J.C.), Ptolémée. (II^{ème} siècle ap.J.C.)



Perfectionnement des méthodes de mesures
⇒ mise en évidence de multiples anomalies.

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)

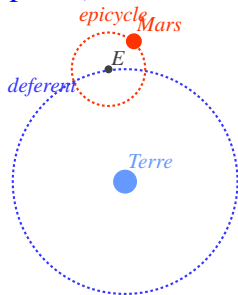


Perfectionnement des méthodes de mesures
⇒ mise en évidence de multiples anomalies.

Modèle d'Hipparque : mouvement des planètes est une combinaison complexe de mouvements circulaires et uniformes, associant "épicycles" et "déférents"...

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)



Perfectionnement des méthodes de mesures
⇒ mise en évidence de multiples anomalies.

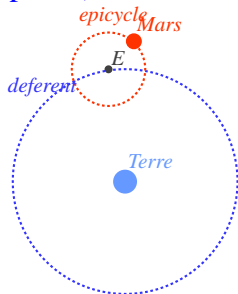
Modèle d'Hipparque : mouvement des planètes est une combinaison complexe de mouvements circulaires et uniformes, associant "épicycles" et "déférents"...

Il faut sauver les apparences !

L'Almageste de Ptolémée : synthèse sur les théories du mouvement des planètes.

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (II^{ème} siècle av.J.C.), Ptolémée. (II^{ème} siècle ap.J.C.)



Perfectionnement des méthodes de mesures
⇒ mise en évidence de multiples anomalies.

Modèle d'Hipparque : mouvement des planètes est une combinaison complexe de mouvements circulaires et uniformes, associant "épicycles" et "déférents"...

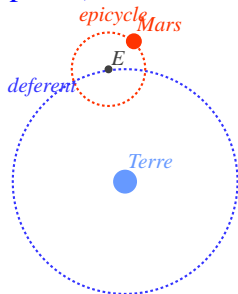
Il faut sauver les apparences !

L'Almageste de Ptolémée : synthèse sur les théories du mouvement des planètes.

Restera en usage jusqu'à ce que la révolution copernicienne la détrône !

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (II^{ème} siècle av.J.C.), Ptolémée. (II^{ème} siècle ap.J.C.)



Perfectionnement des méthodes de mesures
⇒ mise en évidence de multiples anomalies.

Modèle d'Hipparque : mouvement des planètes est une combinaison complexe de mouvements circulaires et uniformes, associant "épicycles" et "déférents"...

Il faut sauver les apparences !

L'Almageste de Ptolémée : synthèse sur les théories du mouvement des planètes.

Restera en usage jusqu'à ce que la révolution copernicienne la détrône !

I. L'harmonie des sphères.

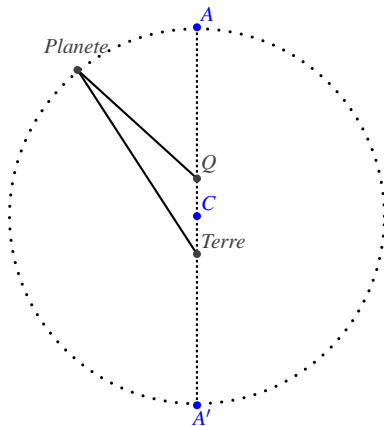
I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)

Pour sauver les apparences : le point équant.

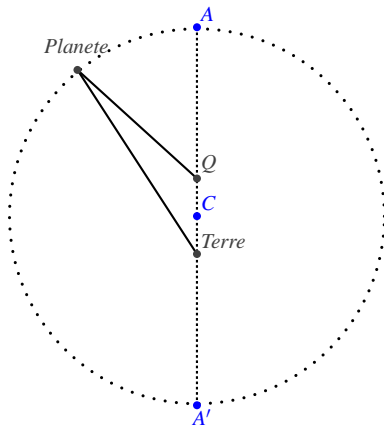


I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)

Pour sauver les apparences : le point équant.

On considère un cercle de centre C. Soit T un point à l'intérieur du cercle, représentant la Terre.



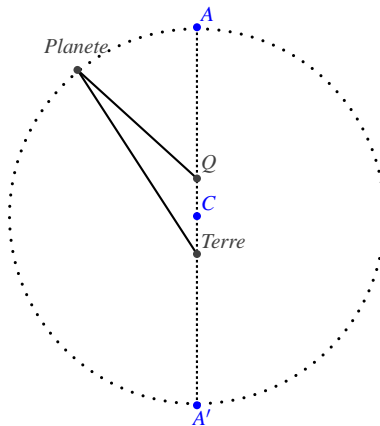
I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)

Pour sauver les apparences : le point équant.

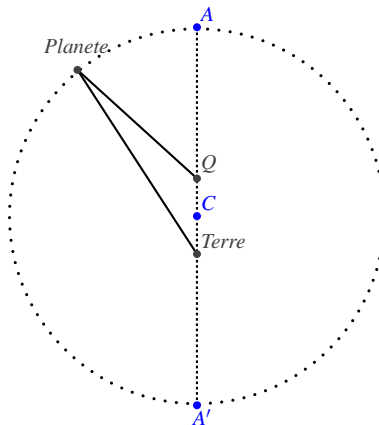
On considère un cercle de centre C. Soit T un point à l'intérieur du cercle, représentant la Terre.

Soit Q le symétrique de T par rapport à C.



I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)



Pour sauver les apparences : le point équant.

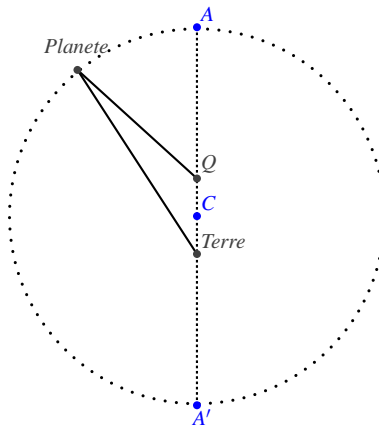
On considère un cercle de centre C. Soit T un point à l'intérieur du cercle, représentant la Terre.

Soit Q le symétrique de T par rapport à C.

Soit P un point du cercle. P est mobile sur le cercle de façon que l'angle \widehat{PQA} croisse uniformément.

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)



Pour sauver les apparences : le point équinoxial.

On considère un cercle de centre C. Soit T un point à l'intérieur du cercle, représentant la Terre.

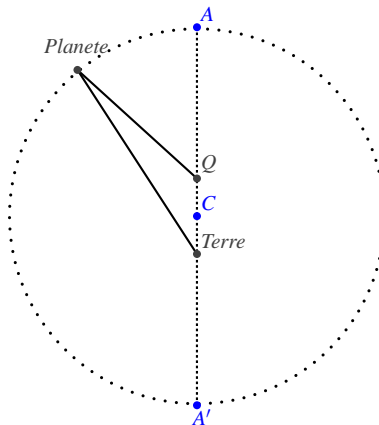
Soit Q le symétrique de T par rapport à C.

Soit P un point du cercle. P est mobile sur le cercle de façon que l'angle \widehat{PQA} croisse uniformément.

P est alors animé d'un mouvement uniforme par rapport au point Q, le point équinoxial.

I. L'harmonie des sphères.

Hipparque (IIème siècle av.J.C.), Ptolémée. (IIème siècle ap.J.C.)



Pour sauver les apparences : le point équinoxial.

On considère un cercle de centre C. Soit T un point à l'intérieur du cercle, représentant la Terre.

Soit Q le symétrique de T par rapport à C.

Soit P un point du cercle. P est mobile sur le cercle de façon que l'angle \widehat{PQA} croisse uniformément.

P est alors animé d'un mouvement uniforme par rapport au point Q, le point équinoxial.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



Nicolas Copernic naît le 19 février 1473 à Torun (Thorn), en Poméranie.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



Nicolas Copernic naît le 19 février 1473 à Thorn (Thorn), en Poméranie.

En 1491, il étudie les mathématiques et l'astronomie à l'Académie de Cracovie, mais aussi la médecine et le droit...

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



Nicolas Copernic naît le 19 février 1473 à Torun (Thorn), en Poméranie.

En 1491, il étudie les mathématiques et l'astronomie à l'Académie de Cracovie, mais aussi la médecine et le droit...

En 1496 il part étudier la médecine, et le droit en Italie, à l'université de Bologne, puis de Padoue.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



Nicolas Copernic naît le 19 février 1473 à Torun (Thorn), en Poméranie.

En 1491, il étudie les mathématiques et l'astronomie à l'Académie de Cracovie, mais aussi la médecine et le droit...

En 1496 il part étudier la médecine, et le droit en Italie, à l'université de Bologne, puis de Padoue.

En 1503, il quitte définitivement l'Italie et prend la succession de son oncle comme chanoine de l'évêché de Warmie.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



Nicolas Copernic naît le 19 février 1473 à Torun (Thorn), en Poméranie.

En 1491, il étudie les mathématiques et l'astronomie à l'Académie de Cracovie, mais aussi la médecine et le droit...

En 1496 il part étudier la médecine, et le droit en Italie, à l'université de Bologne, puis de Padoue.

En 1503, il quitte définitivement l'Italie et prend la succession de son oncle comme chanoine de l'évêché de Warmie.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Plusieurs problèmes :

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Plusieurs problèmes :

- Le Calendrier Julien , construit sur le mouvement des planètes prédit par le système de Ptolémée, il se décale de plus en plus par rapport aux saisons.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Plusieurs problèmes :

- Le Calendrier Julien , construit sur le mouvement des planètes prédit par le système de Ptolémée, il se décale de plus en plus par rapport aux saisons.
- Le " point équant "

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Plusieurs problèmes :

- Le Calendrier Julien , construit sur le mouvement des planètes prédit par le système de Ptolémée, il se décale de plus en plus par rapport aux saisons.
- Le " point équant "
- Le nombre d'épicycles devient de plus en plus impressionnant

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Plusieurs problèmes :

- Le Calendrier Julien , construit sur le mouvement des planètes prédit par le système de Ptolémée, il se décale de plus en plus par rapport aux saisons.
- Le " point équant "
- Le nombre d'épicycles devient de plus en plus impressionnant

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



1543 : parution du "De revolutionibus orbium coelestium".

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbes ou sphères célestes,

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

- 1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbes ou sphères célestes,
- 2) le centre de la Terre n'est pas le centre du monde...

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

- 1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbes ou sphères célestes,
- 2) le centre de la Terre n'est pas le centre du monde...
- 3) tous les orbes entourent le Soleil...

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

- 1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbes ou sphères célestes,
- 2) le centre de la Terre n'est pas le centre du monde...
- 3) tous les orbes entourent le Soleil...
- 4) et 5) la distance Terre-Soleil est insignifiante comparée à celle qui sépare ce dernier de la sphère des Fixes...

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

- 1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbites ou sphères célestes,
- 2) le centre de la Terre n'est pas le centre du monde...
- 3) tous les orbites entourent le Soleil...
- 4) et 5) la distance Terre-Soleil est insignifiante comparée à celle qui sépare ce dernier de la sphère des Fixes...
- 6) le Soleil est immobile.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

- 1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbes ou sphères célestes,
- 2) le centre de la Terre n'est pas le centre du monde...
- 3) tous les orbes entourent le Soleil...
- 4) et 5) la distance Terre-Soleil est insignifiante comparée à celle qui sépare ce dernier de la sphère des Fixes...
- 6) le Soleil est immobile.
- 7) les mouvements rétrograde et direct observés des planètes ne proviennent pas de celles-ci, mais de la Terre.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Les sept postulats du Commentariolus :

- 1) il n'y a pas un centre unique pour tous les orbes ou sphères célestes,
- 2) le centre de la Terre n'est pas le centre du monde...
- 3) tous les orbes entourent le Soleil...
- 4) et 5) la distance Terre-Soleil est insignifiante comparée à celle qui sépare ce dernier de la sphère des Fixes...
- 6) le Soleil est immobile.
- 7) les mouvements rétrograde et direct observés des planètes ne proviennent pas de celles-ci, mais de la Terre.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)



“De revolutionibus orbium coelestium” est divisé en six «livres» , suivant de près la mise en page de l’Almageste de Ptolémée.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .
- les planètes connues qui tournent autour du Soleil , chacune dans sa propre sphère ...

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .
- les planètes connues qui tournent autour du Soleil , chacune dans sa propre sphère ...
- La Lune tourne dans sa sphère autour de la Terre .

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .
- les planètes connues qui tournent autour du Soleil , chacune dans sa propre sphère ...
- La Lune tourne dans sa sphère autour de la Terre .

Le problème n'est toujours pas résolu !

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .
- les planètes connues qui tournent autour du Soleil , chacune dans sa propre sphère ...
- La Lune tourne dans sa sphère autour de la Terre .

Le problème n'est toujours pas résolu !

Impossible de faire coïncider les observations avec un modèle utilisant des mouvements circulaires et uniformes !

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .
- les planètes connues qui tournent autour du Soleil , chacune dans sa propre sphère ...
- La Lune tourne dans sa sphère autour de la Terre .

Le problème n'est toujours pas résolu !

Impossible de faire coïncider les observations avec un modèle utilisant des mouvements circulaires et uniformes !

Equivalence cinématique absolue entre les modèles de Ptolémée et de Copernic.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Copernic.(1473-1543)

Copernic considère que l'univers comprend huit domaines :

- la sphère des fixes, avec le soleil immobile au centre .
- les planètes connues qui tournent autour du Soleil , chacune dans sa propre sphère ...
- La Lune tourne dans sa sphère autour de la Terre .

Le problème n'est toujours pas résolu !

Impossible de faire coïncider les observations avec un modèle utilisant des mouvements circulaires et uniformes !

Equivalence cinématique absolue entre les modèles de Ptolémée et de Copernic.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

- Programmes de mesures

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

- Programmes de mesures
- Réforme et invention d'instruments

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

- Programmes de mesures
- Réforme et invention d'instruments
→ Sextant,

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

- Programmes de mesures
- Réforme et invention d'instruments
 - Sextant,
 - Quadrant mural fixe,

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

- Programmes de mesures
- Réforme et invention d'instruments
 - Sextant,
 - Quadrant mural fixe,
 - Grandissement des instruments.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



L'observation devient rigoureuse et systématique :

- Programmes de mesures
- Réforme et invention d'instruments
 - Sextant,
 - Quadrant mural fixe,
 - Grandissement des instruments.
- Correction de la réfraction atmosphérique

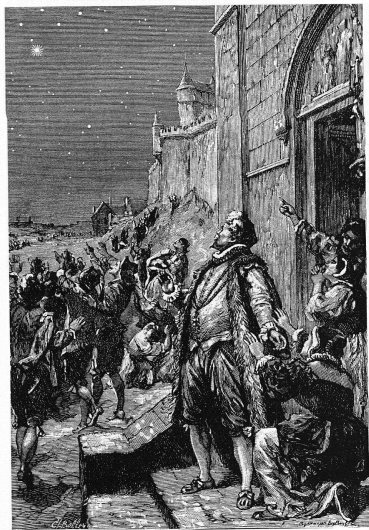
II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



1575 : il observe une nouvelle étoile dans la constellation de Cassiopée

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)

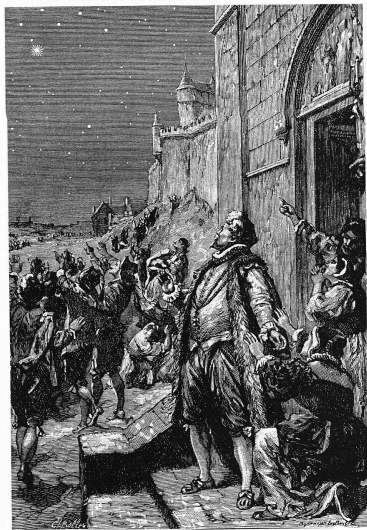


1575 : il observe une nouvelle étoile dans la constellation de Cassiopée

1576 : publication de "De Nova Stella".

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



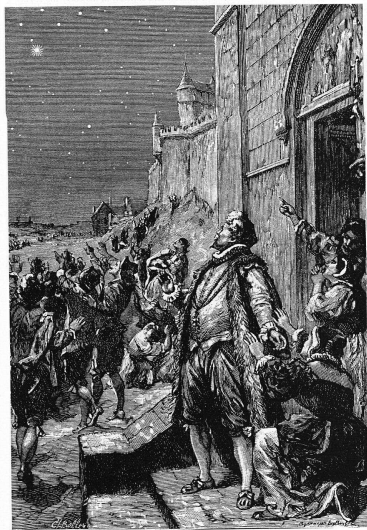
1575 : il observe une nouvelle étoile dans la constellation de Cassiopée

1576 : publication de "De Nova Stella".

Tycho montre par l'argument des parallaxes qu'elle fait partie du monde supra-lunaire, remet en question l'immuabilité des cieux.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



1575 : il observe une nouvelle étoile dans la constellation de Cassiopée

1576 : publication de "De Nova Stella".

Tycho montre par l'argument des parallaxes qu'elle fait partie du monde supra-lunaire, remet en question l'immuabilité des cieux.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)

En 1577 une comète apparut.



II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



En 1577 une comète apparut.
Ce phénomène était alors expliqué comme une perturbation atmosphérique.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



En 1577 une comète apparut. Ce phénomène était alors expliqué comme une perturbation atmosphérique.

Tycho Brahe s'aperçoit que la comète n'est pas dans l'atmosphère, mais parmi les planètes et qu'elle traverse sans difficulté les sphères célestes.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



En 1577 une comète apparut. Ce phénomène était alors expliqué comme une perturbation atmosphérique.

Tycho Brahe s'aperçoit que la comète n'est pas dans l'atmosphère, mais parmi les planètes et qu'elle traverse sans difficulté les sphères célestes.

Mais, si les sphères célestes n'existent pas, comment la Terre se déplace-t-elle ?

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Tycho Brahe.(1546-1601)



En 1577 une comète apparut. Ce phénomène était alors expliqué comme une perturbation atmosphérique.

Tycho Brahe s'aperçoit que la comète n'est pas dans l'atmosphère, mais parmi les planètes et qu'elle traverse sans difficulté les sphères célestes.

Mais, si les sphères célestes n'existent pas, comment la Terre se déplace-t-elle ?

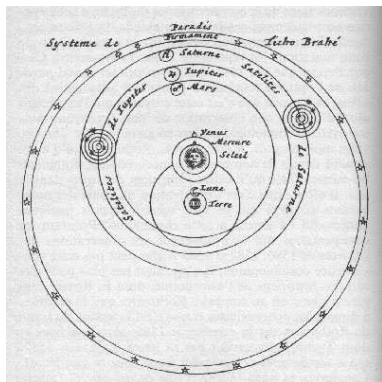
II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Le système solaire vu par Tycho Brahé.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

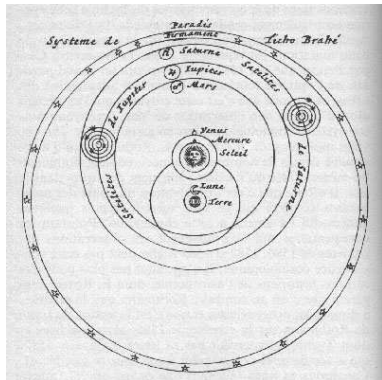
Le système solaire vu par Tycho Brahé.



Modèle de Copernic non conforme à l'absence de parallaxes mesurables dues à la rotation de la Terre.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

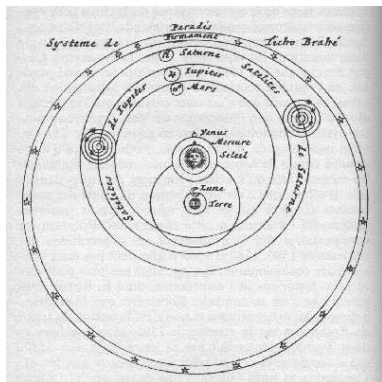
Le système solaire vu par Tycho Brahé.



Modèle de Copernic non conforme à l'absence de parallaxes mesurables dues à la rotation de la Terre.
⇒ Tycho Brahé invente un modèle cosmologique hybride.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Le système solaire vu par Tycho Brahé.

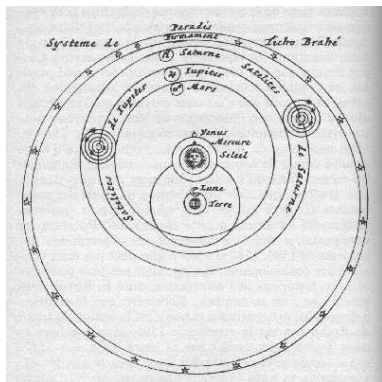


Modèle de Copernic non conforme à l'absence de parallaxes mesurables dues à la rotation de la Terre.
⇒ Tycho Brahé invente un modèle cosmologique hybride.

- Le Soleil tourne autour de la Terre.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Le système solaire vu par Tycho Brahé.

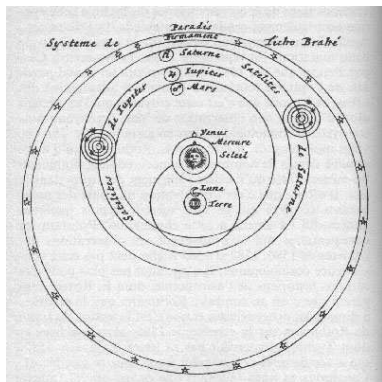


Modèle de Copernic non conforme à l'absence de parallaxes mesurables dues à la rotation de la Terre.
⇒ Tycho Brahé invente un modèle cosmologique hybride.

- Le Soleil tourne autour de la Terre.
- Les Planètes tournent autour du Soleil.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Le système solaire vu par Tycho Brahé.



Modèle de Copernic non conforme à l'absence de parallaxes mesurables dues à la rotation de la Terre.
⇒ Tycho Brahé invente un modèle cosmologique hybride.

- Le Soleil tourne autour de la Terre.
- Les Planètes tournent autour du Soleil.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

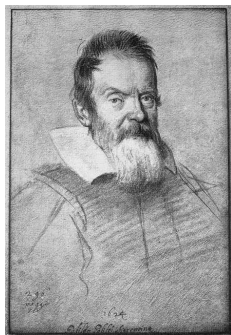


Galilée est né à Pise en 1564.

Il étudie la médecine et les mathématiques, puis devient professeur de mathématique à l'université de Pise puis de Padoue en 1592.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)



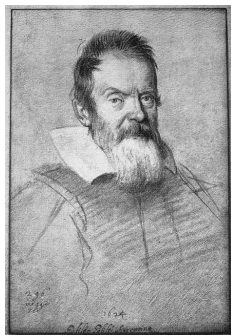
Galilée est né à Pise en 1564.

Il étudie la médecine et les mathématiques, puis devient professeur de mathématique à l'université de Pise puis de Padoue en 1592.

Galilée met en oeuvre une démarche expérimentale rigoureuse.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)



Galilée est né à Pise en 1564.

Il étudie la médecine et les mathématiques, puis devient professeur de mathématique à l'université de Pise puis de Padoue en 1592.

Galilée met en oeuvre une démarche expérimentale rigoureuse.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

Un promoteur de l'héliocentrisme de Copernic

Ori. * * ○ * Occ.

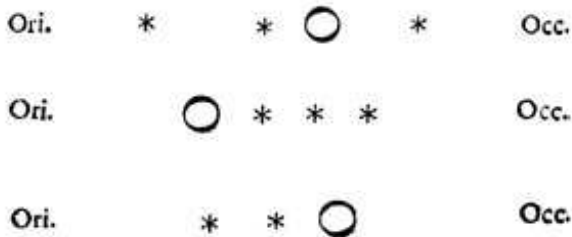
Ori. ○ * * * Occ.

Ori. * * ○ Occ.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

Un promoteur de l'héliocentrisme de Copernic

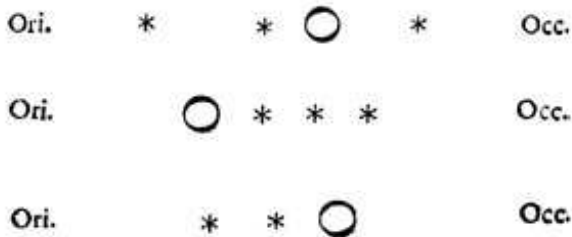


La Terre n'était plus alors une anomalie du système solaire : Jupiter aussi a des satellites.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

Un promoteur de l'héliocentrisme de Copernic



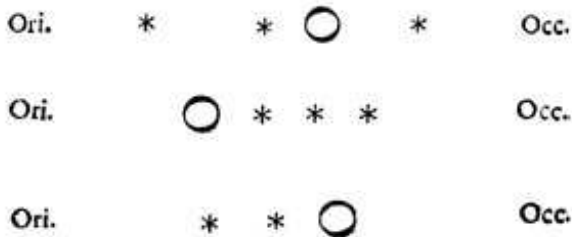
La Terre n'était plus alors une anomalie du système solaire : Jupiter aussi a des satellites.

Intuition de l'unité du monde terrestre et céleste.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

Un promoteur de l'héliocentrisme de Copernic



La Terre n'était plus alors une anomalie du système solaire : Jupiter aussi a des satellites.

Intuition de l'unité du monde terrestre et céleste.

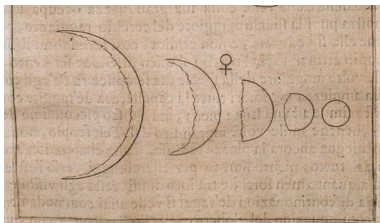
II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

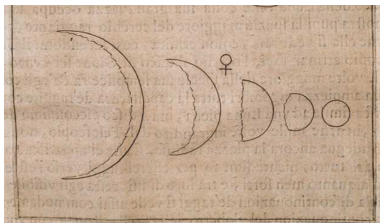
Galilée.(1564-1642)



Deux autres observations sont décisives.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

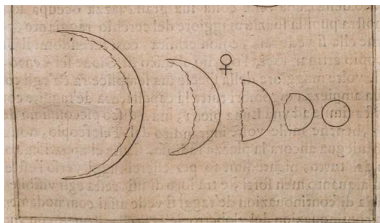


Deux autres observations sont décisives.

- il observe les taches solaires.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

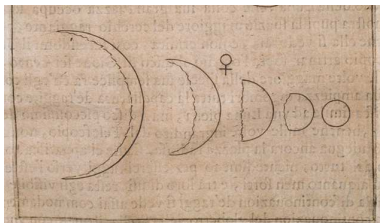


Deux autres observations sont décisives.

- il observe les taches solaires.
- il découvre que Venus a un cycle de phases, semblable à celui de la Lune.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)



Deux autres observations sont décisives.

- il observe les taches solaires.
- il découvre que Venus a un cycle de phases, semblable à celui de la Lune.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

la chute des corps



II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

la chute des corps



La distance est proportionnelle au carré du temps écoulé. Si le mobile parcourt un mètre pendant la première seconde, il en parcourra trois pendant la deuxième, cinq pendant la troisième et ainsi de suite.

La chute des corps est un mouvement uniformément accéléré.

Il comprend qu'en l'absence de force extérieure, un corps est immobile ou est animé d'un mouvement rectiligne uniforme. Mais il ne conçoit pas que le mouvement puisse être "éternel" en l'absence de toute force.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

le principe d'inertie

Galilée décrit le mouvement d'un projectile en le décomposant dans deux directions.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

le principe d'inertie

Galilée décrit le mouvement d'un projectile en le décomposant dans deux directions.

- un mouvement rectiligne et uniforme qui représente la part inertielle

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

le principe d'inertie

Galilée décrit le mouvement d'un projectile en le décomposant dans deux directions.

- un mouvement rectiligne et uniforme qui représente la part inertielle
- un mouvement uniformément accéléré qui représente la part liée à la gravité.

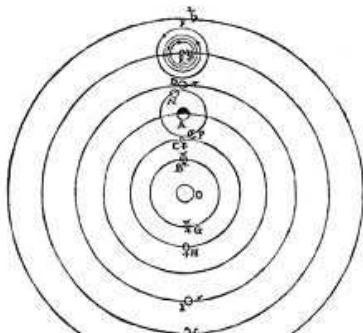
II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Galilée.(1564-1642)

le principe d'inertie

Galilée décrit le mouvement d'un projectile en le décomposant dans deux directions.

- un mouvement rectiligne et uniforme qui représente la part inertielle
- un mouvement uniformément accéléré qui représente la part liée à la gravité.



II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Kepler.(1571-1630)

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Kepler.(1571-1630)



Il débute sa carrière comme assistant de Tycho Brahe.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Kepler.(1571-1630)



Il débute sa carrière comme assistant de Tycho Brahe.

A la mort de Tycho, il “hérite” des observations de planètes accumulées pendant une vingtaine d'années .

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Kepler.(1571-1630)



Il débute sa carrière comme assistant de Tycho Brahe.

A la mort de Tycho, il “hérite” des observations de planètes accumulées pendant une vingtaine d'années .

Il s'intéresse en particulier au mouvement de Mars.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Kepler.(1571-1630)



Il débute sa carrière comme assistant de Tycho Brahe.

A la mort de Tycho, il “hérite” des observations de planètes accumulées pendant une vingtaine d'années .

Il s'intéresse en particulier au mouvement de Mars.

⇒ l'orbite de Mars est une ellipse.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Kepler.(1571-1630)



Il débute sa carrière comme assistant de Tycho Brahe.

A la mort de Tycho, il “hérite” des observations de planètes accumulées pendant une vingtaine d'années .

Il s'intéresse en particulier au mouvement de Mars.

⇒ l'orbite de Mars est une ellipse.

Il en était fini des orbites circulaires des planètes!

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

1ère Loi

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

1ère Loi

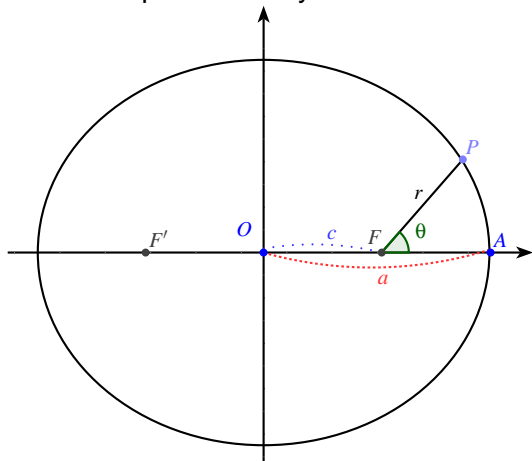
Les planètes décrivent autour du soleil des orbites elliptiques dont le soleil occupe un des foyers.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

1ère Loi

Les planètes décrivent autour du soleil des orbites elliptiques dont le soleil occupe un des foyers.



$$r = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cos(\theta)}$$

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

2ème Loi

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

2ème Loi

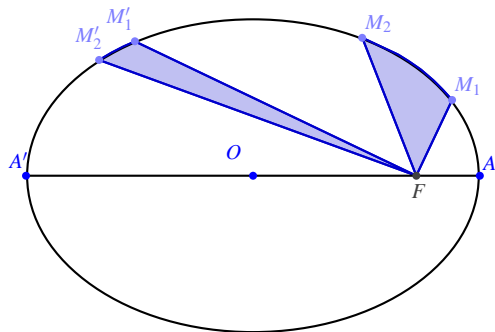
Une ligne joignant une planète au soleil balaye des aires égales en des temps égaux (loi des aires).

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

2ème Loi

Une ligne joignant une planète au soleil balaye des aires égales en des temps égaux (loi des aires).



$$\frac{ds}{dt} = \text{constante.}$$

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

3ème Loi.

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

3ème Loi.

La période de rotation d'une planète et le demi-grand axe de son orbite sont liés par la relation :

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

3ème Loi.

La période de rotation d'une planète et le demi-grand axe de son orbite sont liés par la relation :

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{cste}$$

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

3ème Loi.

La période de rotation d'une planète et le demi-grand axe de son orbite sont liés par la relation :

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{cste}$$

Dans le Système solaire : si P est exprimé en années et a en unités astronomiques (l'unité astronomique étant définie comme le demi-grand axe de l'orbite de la Terre) :

II. L'avènement de l'héliocentrisme.

Les lois de Kepler

3ème Loi.

La période de rotation d'une planète et le demi-grand axe de son orbite sont liés par la relation :

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{cste}$$

Dans le Système solaire : si P est exprimé en années et a en unités astronomiques (l'unité astronomique étant définie comme le demi-grand axe de l'orbite de la Terre) :

$$\frac{a^3}{T^2} = 1$$

III. Huygens et quelques autres...

III. Huygens et quelques autres...

Hooke

III. Huygens et quelques autres...

Hooke

Analogie du mouvement des planètes à celui d'une fronde que l'on fait tourner avec le bras.

III. Huygens et quelques autres...

Hooke

Analogie du mouvement des planètes à celui d'une fronde que l'on fait tourner avec le bras.

En cosmologie, la cause du mouvement est expliquée par un système mécanique : la force des tourbillons

Il a l'intuition que la force en jeu est proportionnelle à l'inverse du carré de la distance.

III. Huygens et quelques autres...

Hooke

Analogie du mouvement des planètes à celui d'une fronde que l'on fait tourner avec le bras.

En cosmologie, la cause du mouvement est expliquée par un système mécanique : la force des tourbillons

Il a l'intuition que la force en jeu est proportionnelle à l'inverse du carré de la distance.

III. Huygens et quelques autres...

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)

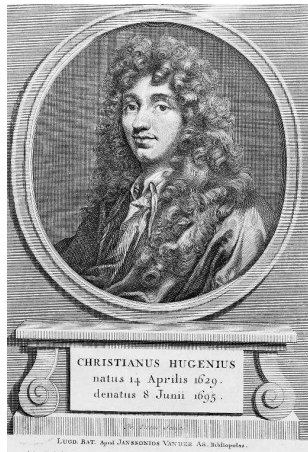


Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

Il s'intéresse entre autres ...

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

Il s'intéresse entre autres ...

- aux mathématiques

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

Il s'intéresse entre autres ...

- aux mathématiques
- à l'optique

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

Il s'intéresse entre autres ...

- aux mathématiques
- à l'optique
- à la mécanique

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

Il s'intéresse entre autres ...

- aux mathématiques
- à l'optique
- à la mécanique
- à l'astronomie

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)



Source gallica.bnf.fr / Observatoire de Paris

Il naît et meurt à la Haye après avoir voyagé et séjourné en France et en Angleterre.

Il est très influencé dans son éducation par les théories de Descartes sur les Tourbillons.

Il s'intéresse entre autres ...

- aux mathématiques
- à l'optique
- à la mécanique
- à l'astronomie

III. Huygens et quelques autres...

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)

- des mobiles égaux tournent dans les mêmes circonférences avec des vitesses différentes, mais l'un et l'autre d'un mouvement uniforme, la force centripète du plus rapide sera à celle du plus lent dans un rapport égal à celui des carrés des vitesses.

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)

- des mobiles égaux tournent dans les mêmes circonférences avec des vitesses différentes, mais l'un et l'autre d'un mouvement uniforme, la force centripète du plus rapide sera à celle du plus lent dans un rapport égal à celui des carrés des vitesses.
- Lorsque deux mobiles égaux se meuvent avec la même vitesse suivant des circonférences inégales, leurs forces centripètes seront inversement proportionnelles aux diamètres, de sorte que dans le cas de la plus petite circonférence la force nommée est la plus grande.

III. Huygens et quelques autres...

Huygens(1629-1695)

- des mobiles égaux tournent dans les mêmes circonférences avec des vitesses différentes, mais l'un et l'autre d'un mouvement uniforme, la force centripète du plus rapide sera à celle du plus lent dans un rapport égal à celui des carrés des vitesses.
- Lorsque deux mobiles égaux se meuvent avec la même vitesse suivant des circonférences inégales, leurs forces centripètes seront inversement proportionnelles aux diamètres, de sorte que dans le cas de la plus petite circonférence la force nommée est la plus grande.

$$F = m \frac{v^2}{r}$$

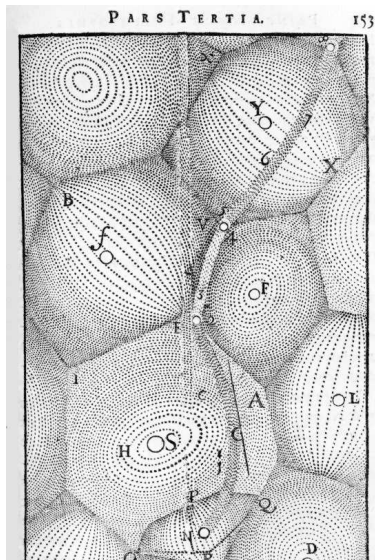
III. Huygens et quelques autres...

III. Huygens et quelques autres...

Descartes(1596-1650)

III. Huygens et quelques autres...

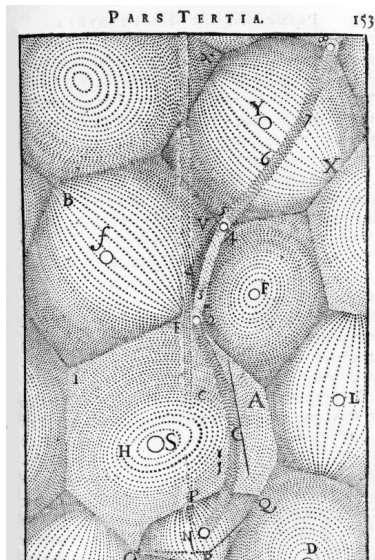
Descartes(1596-1650)



- Géométrie analytique.

III. Huygens et quelques autres...

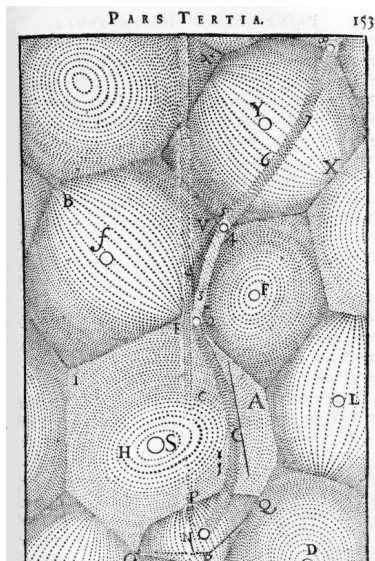
Descartes(1596-1650)



- Géométrie analytique.
- Physique : optique et concept de la Conservation de la quantité de mouvement.

III. Huygens et quelques autres...

Descartes(1596-1650)



- Géométrie analytique.
- Physique : optique et concept de la Conservation de la quantité de mouvement.

En cosmologie, la cause du mouvement est expliqué par un système mécanique : la force des tourbillons.

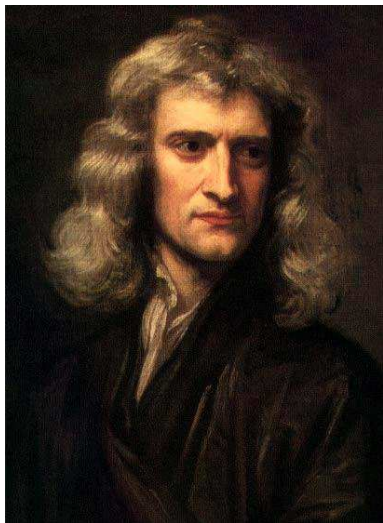
IV. Newton.(1642-1727)

IV. Newton.(1642-1727)

l'homme

IV. Newton.(1642-1727)

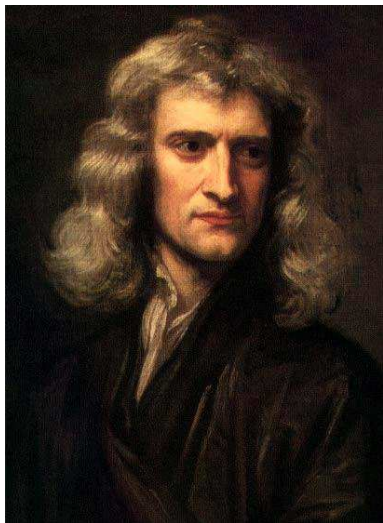
l'homme



À dix-huit ans, il entre au Trinity College de Cambridge

IV. Newton.(1642-1727)

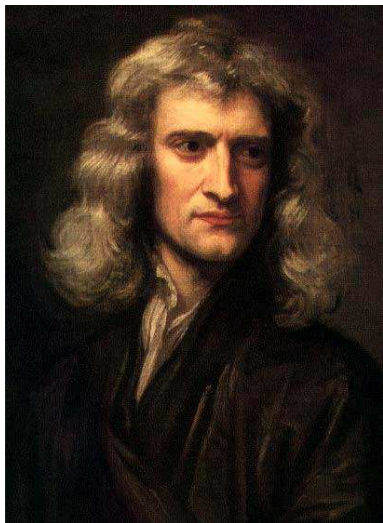
l'homme



À dix-huit ans, il entre au Trinity
College de Cambridge
Il s'intéresse à :

IV. Newton.(1642-1727)

l'homme

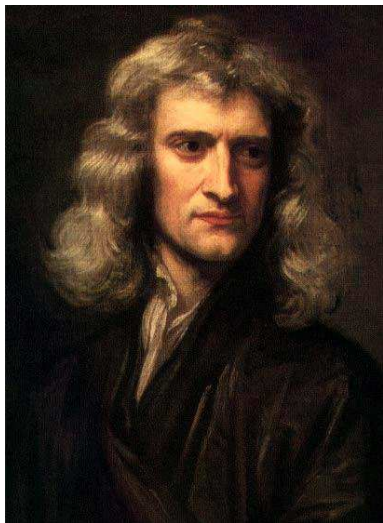


À dix-huit ans, il entre au Trinity
College de Cambridge
Il s'intéresse à :

- l'arithmétique

IV. Newton.(1642-1727)

l'homme

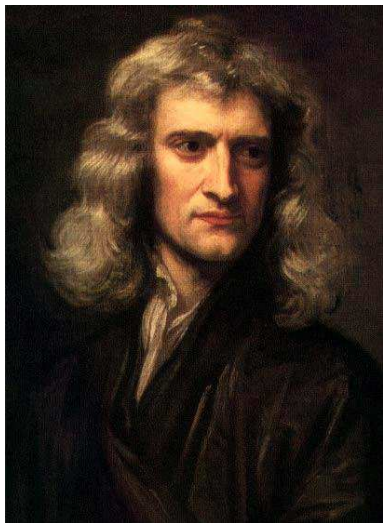


À dix-huit ans, il entre au Trinity College de Cambridge
Il s'intéresse à :

- l'arithmétique
- la géométrie dans les Éléments d'Euclide et la trigonométrie

IV. Newton.(1642-1727)

l'homme

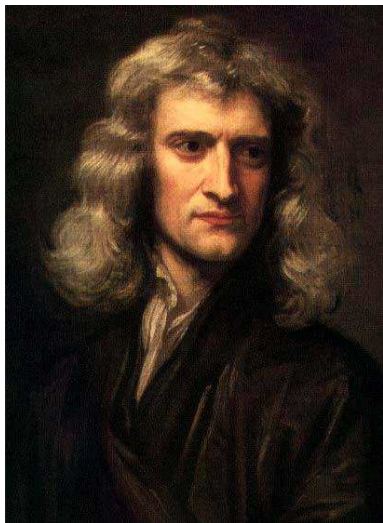


À dix-huit ans, il entre au Trinity College de Cambridge
Il s'intéresse à :

- l'arithmétique
- la géométrie dans les Éléments d'Euclide et la trigonométrie
- l'astronomie.

IV. Newton.(1642-1727)

l'homme

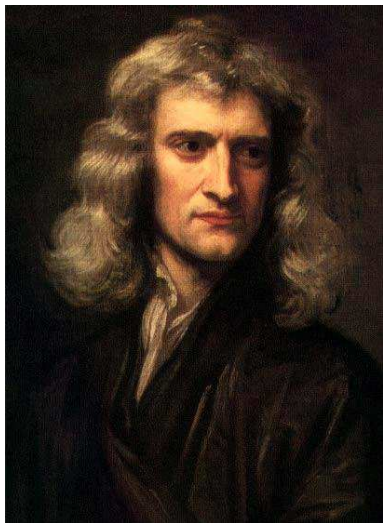


À dix-huit ans, il entre au Trinity
College de Cambridge
Il s'intéresse à :

- l'arithmétique
- la géométrie dans les Éléments d'Euclide et la trigonométrie
- l'astronomie.
- l'alchimie et à la théologie

IV. Newton.(1642-1727)

l'homme



À dix-huit ans, il entre au Trinity College de Cambridge
Il s'intéresse à :

- l'arithmétique
- la géométrie dans les Éléments d'Euclide et la trigonométrie
- l'astronomie.
- l'alchimie et à la théologie

IV. Newton.(1642-1727)

IV. Newton.(1642-1727)

En mathématiques

IV. Newton.(1642-1727)

En mathématiques

- Méthodes des tangentes.

IV. Newton.(1642-1727)

En mathématiques

- Méthodes des tangentes.
- Classifications des cubiques.

IV. Newton.(1642-1727)

En mathématiques

- Méthodes des tangentes.
- Classifications des cubiques.
- Méthode des fluxions.

IV. Newton.(1642-1727)

En mathématiques

- Méthodes des tangentes.
- Classifications des cubiques.
- Méthode des fluxions.

IV. Newton.(1642-1727)

IV. Newton.(1642-1727)

Ses travaux sur la lumière

IV. Newton.(1642-1727)

Ses travaux sur la lumière



Décomposition de la lumière blanche en son spectre à l'aide d'un prisme.

IV. Newton.(1642-1727)

Ses travaux sur la lumière



Décomposition de la lumière blanche en son spectre à l'aide d'un prisme.

Théorie corpusculaire de la lumière.

IV. Newton.(1642-1727)

Ses travaux sur la lumière



Décomposition de la lumière blanche en son spectre à l'aide d'un prisme.

Théorie corpusculaire de la lumière.
Invention du télescope à réflexion.

IV. Newton.(1642-1727)

Ses travaux sur la lumière



Décomposition de la lumière blanche en son spectre à l'aide d'un prisme.

Théorie corpusculaire de la lumière.
Invention du télescope à réflexion.

IV. Newton.(1642-1727)

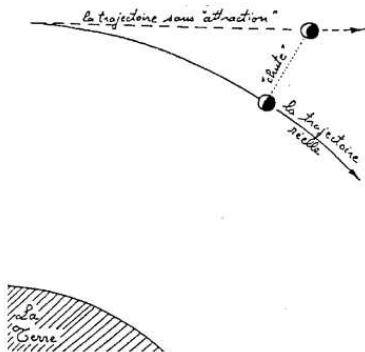
IV. Newton.(1642-1727)

La Lune comme la pomme sont attirées par la terre

IV. Newton.(1642-1727)

La Lune comme la pomme sont attirées par la terre

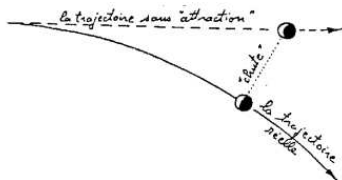
La Terre attire la pomme donc la pomme tombe sur le sol car elle n'est pas posée sur un support.



IV. Newton.(1642-1727)

La Lune comme la pomme sont attirées par la terre

La Terre attire la pomme donc la pomme tombe sur le sol car elle n'est pas posée sur un support.

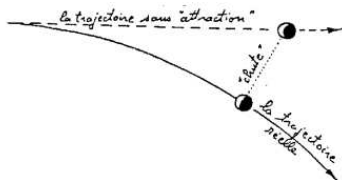


La Terre attire la Lune donc celle-ci tombe vers la Terre.



IV. Newton.(1642-1727)

La Lune comme la pomme sont attirées par la terre



La Terre attire la pomme donc la pomme tombe sur le sol car elle n'est pas posée sur un support.

La Terre attire la Lune donc celle-ci tombe vers la Terre.

Mais la Lune possède une grande « vitesse de travers », reçue lors de sa formation, donc elle ne s'écrase pas sur le sol mais la Lune reste en orbite autour de la Terre.

IV. Newton.(1642-1727)

IV. Newton.(1642-1727)

Principes mathématiques de la philosophie naturelle

IV. Newton.(1642-1727)

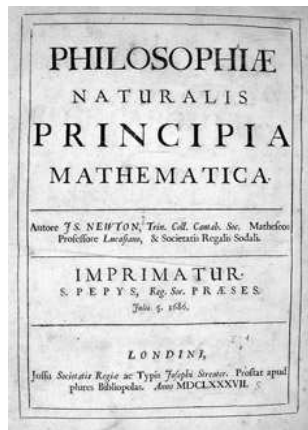
Principes mathématiques de la philosophie naturelle

“Si j’ai vu plus loin, c’est en montant sur les épaules de géants.”

IV. Newton.(1642-1727)

Principes mathématiques de la philosophie naturelle

“Si j’ai vu plus loin, c’est en montant sur les épaules de géants.”

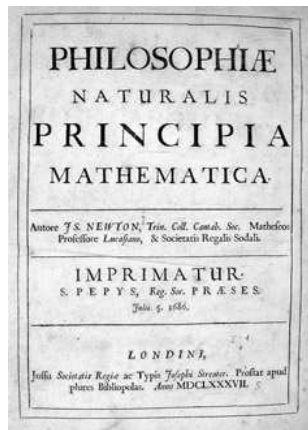


Parution en 1687 des « Philosophiæ Naturalis Principia ».

IV. Newton.(1642-1727)

Principes mathématiques de la philosophie naturelle

“Si j’ai vu plus loin, c’est en montant sur les épaules de géants.”



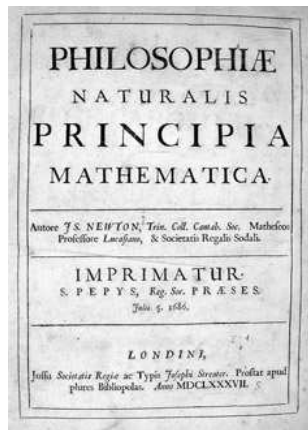
Parution en 1687 des « Philosophiæ Naturalis Principia ».

Newton fait la synthèse de tous les résultats de ses prédécesseurs et démontre clairement l'universalité de la gravitation.

IV. Newton.(1642-1727)

Principes mathématiques de la philosophie naturelle

“Si j’ai vu plus loin, c’est en montant sur les épaules de géants.”



Parution en 1687 des « Philosophiæ Naturalis Principia ».

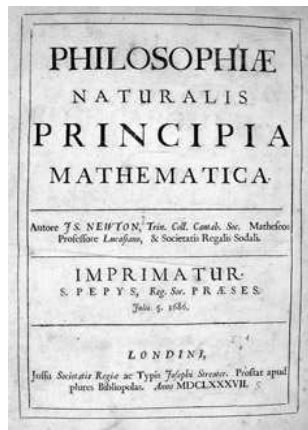
Newton fait la synthèse de tous les résultats de ses prédécesseurs et démontre clairement l'universalité de la gravitation.

“Il ne faut admettre de causes, que celles qui sont nécessaires pour expliquer les Phénomènes.”

IV. Newton.(1642-1727)

Principes mathématiques de la philosophie naturelle

“Si j’ai vu plus loin, c’est en montant sur les épaules de géants.”



Parution en 1687 des « Philosophiæ Naturalis Principia ».

Newton fait la synthèse de tous les résultats de ses prédécesseurs et démontre clairement l'universalité de la gravitation.

“Il ne faut admettre de causes, que celles qui sont nécessaires pour expliquer les Phénomènes.

La nature ne fait rien en vain, et ce serait faire des choses inutiles que d’opérer par un plus grand nombre de causes ce qui peut se faire par un plus petit.” (livre III des Principia)

IV. Newton.(1642-1727)

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

- **2ème Loi : Relation fondamentale de la dynamique**

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

- **2ème Loi : Relation fondamentale de la dynamique**

Les changements de mouvement sont proportionnels à la force motrice et se font dans le sens de la force appliquée.

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

- **2ème Loi : Relation fondamentale de la dynamique**

Les changements de mouvement sont proportionnels à la force motrice et se font dans le sens de la force appliquée.

- **3ème loi : Loi de l'action et de la réaction ou Loi de la conservation de la quantité de mouvement**

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

- **2ème Loi : Relation fondamentale de la dynamique**

Les changements de mouvement sont proportionnels à la force motrice et se font dans le sens de la force appliquée.

- **3ème loi : Loi de l'action et de la réaction ou Loi de la conservation de la quantité de mouvement**

À toute action est opposée une réaction égale. C'est à dire : Les actions de deux corps sont réciproques.

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

- **2ème Loi : Relation fondamentale de la dynamique**

Les changements de mouvement sont proportionnels à la force motrice et se font dans le sens de la force appliquée.

- **3ème loi : Loi de l'action et de la réaction ou Loi de la conservation de la quantité de mouvement**

À toute action est opposée une réaction égale. C'est à dire : Les actions de deux corps sont réciproques.

Ces trois lois permettent de valider les lois de Kepler.

IV. Newton.(1642-1727)

les trois lois du mouvement.

- **1ère Loi : loi d'inertie**

Tout corps persévère dans l'état de repos ou de mouvement uniforme en ligne droite, sauf si quelque chose le contraint à changer d'état.

- **2ème Loi : Relation fondamentale de la dynamique**

Les changements de mouvement sont proportionnels à la force motrice et se font dans le sens de la force appliquée.

- **3ème loi : Loi de l'action et de la réaction ou Loi de la conservation de la quantité de mouvement**

À toute action est opposée une réaction égale. C'est à dire : Les actions de deux corps sont réciproques.

Ces trois lois permettent de valider les lois de Kepler.

IV. Newton.(1642-1727)

IV. Newton.(1642-1727)

la loi de gravitation universelle.

IV. Newton.(1642-1727)

la loi de gravitation universelle.

Deux corps massifs exercent l'un sur l'autre une force proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance.

IV. Newton.(1642-1727)

la loi de gravitation universelle.

Deux corps massifs exercent l'un sur l'autre une force proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. Ce qu'on écrit aujourd'hui :

IV. Newton.(1642-1727)

la loi de gravitation universelle.

Deux corps massifs exercent l'un sur l'autre une force proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. Ce qu'on écrit aujourd'hui :

$$F = G \times \frac{M \times m}{r^2},$$

où G est une constante universelle.

IV. Newton.(1642-1727)

la loi de gravitation universelle.

Deux corps massifs exercent l'un sur l'autre une force proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de leur distance. Ce qu'on écrit aujourd'hui :

$$F = G \times \frac{M \times m}{r^2},$$

où G est une constante universelle.

La troisième loi de Kepler :

$$\frac{a^3}{T^2} = \mathcal{G} \times \frac{(M_1 + M_2)}{4\pi^2}$$

V. Après Newton.

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques.

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

- Euler (1707-1783)

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

- Euler (1707-1783)
- Clairaut (1713-1765)

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

- Euler (1707-1783)
- Clairaut (1713-1765)
- Lagrange (1736-1813)

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

- Euler (1707-1783)
- Clairaut (1713-1765)
- Lagrange (1736-1813)
- Laplace (1749-1827)

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

- Euler (1707-1783)
- Clairaut (1713-1765)
- Lagrange (1736-1813)
- Laplace (1749-1827)

Herschell et l'observation des étoiles doubles.

V. Après Newton.

Halley...et quelques autres

FIGURE: Matin 19 mai 1910



Halley (1656-1742) et le calcul du retour des comètes périodiques. En 1705, il calcule les retours de la comète de 1531, 1607 et 1682 et prédit le futur retour pour 1758.

Développement de la mécanique céleste : méthodes de calcul des perturbations

- Euler (1707-1783)
- Clairaut (1713-1765)
- Lagrange (1736-1813)
- Laplace (1749-1827)

Herschell et l'observation des étoiles doubles.

Savary Félix premier calcul d'orbite d'étoile double, en 1829.

V. Après Newton.

V. Après Newton.

Cavendish (1730-1810) pèse la Terre

V. Après Newton.

Cavendish (1730-1810) pèse la Terre

Détermination de la constante de la gravitation par Cavendish en 1798.

V. Après Newton.

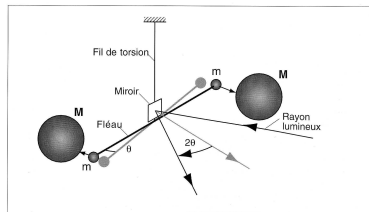
Cavendish (1730-1810) pèse la Terre

Détermination de la constante de la gravitation par Cavendish en 1798. Il mesure l'attraction qu'exerce une boule de plomb sur une petite bille placée à proximité. Les oscillations sont très faibles !

V. Après Newton.

Cavendish (1730-1810) pèse la Terre

Détermination de la constante de la gravitation par Cavendish en 1798. Il mesure l'attraction qu'exerce une boule de plomb sur une petite bille placée à proximité. Les oscillations sont très faibles !



V. Après Newton.

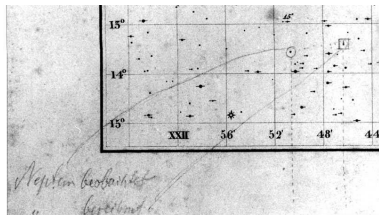
V. Après Newton.

Le Verrier (1811-1877) découvre Neptune.

V. Après Newton.

Le Verrier (1811-1877) découvre Neptune.

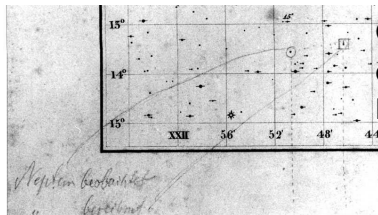
1781 : Herschel découvre Uranus.



V. Après Newton.

Le Verrier (1811-1877) découvre Neptune.

1781 : Herschel découvre Uranus.

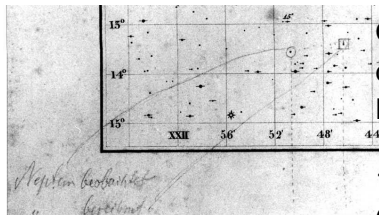


On observe que l'orbite d'Uranus s'écarte de son orbite théorique, déduite des lois de Newton. (2 minutes d'arc en 1845)

V. Après Newton.

Le Verrier (1811-1877) découvre Neptune.

1781 : Herschel découvre Uranus.



On observe que l'orbite d'Uranus s'écarte de son orbite théorique, déduite des lois de Newton. (2 minutes d'arc en 1845)

1846 : Sur les indications de Le Verrier, Gottfried Galle, astronome allemand découvre Neptune.

V. Après Newton.

V. Après Newton.

L'énigme du périhélie de Mercure.

V. Après Newton.

L'énigme du périhélie de Mercure.

L'avance du périhélie de Mercure n'est pas conforme à la théorie newtonienne.

En utilisant les équations de Newton, il est possible de démontrer que la trajectoire elliptique de Mercure présente une précession lente.

V. Après Newton.

L'énigme du périhélie de Mercure.

L'avance du périhélie de Mercure n'est pas conforme à la théorie newtonienne.

En utilisant les équations de Newton, il est possible de démontrer que la trajectoire elliptique de Mercure présente une précession lente.

Hypothèse : existence d'une planète qui graviterait entre Mercure et le Soleil...

V. Après Newton.

L'énigme du périhélie de Mercure.

L'avance du périhélie de Mercure n'est pas conforme à la théorie newtonienne.

En utilisant les équations de Newton, il est possible de démontrer que la trajectoire elliptique de Mercure présente une précession lente.

Hypothèse : existence d'une planète qui graviterait entre Mercure et le Soleil... on l'avait déjà baptisée du nom de Vulcain.

V. Après Newton.

L'énigme du périhélie de Mercure.

L'avance du périhélie de Mercure n'est pas conforme à la théorie newtonienne.

En utilisant les équations de Newton, il est possible de démontrer que la trajectoire elliptique de Mercure présente une précession lente.

Hypothèse : existence d'une planète qui graviterait entre Mercure et le Soleil... on l'avait déjà baptisée du nom de Vulcain. On ne l'a jamais trouvée !

V. Après Newton.

V. Après Newton.

Poincaré.(1854-1912)

V. Après Newton.

Poincaré.(1854-1912)



Critique du principe d'inertie de Newton.

V. Après Newton.

Poincaré.(1854-1912)



Critique du principe d'inertie de Newton.

“Est-ce là une vérité qui s'impose à l'esprit? S'il en est ainsi comment les grecs l'auraient-ils méconnues?”

V. Après Newton.

Poincaré.(1854-1912)



Critique du principe d'inertie de Newton.

“Est-ce là une vérité qui s'impose à l'esprit? S'il en est ainsi comment les grecs l'auraient-ils méconnues?”

Il propose :” *L'accélération d'un corps ne dépend que de la position de ce corps et des corps voisins et de leurs vitesses.*”

V. Après Newton.

V. Après Newton.

Einstein.(1879-1955)

V. Après Newton.

Einstein.(1879-1955)



Einstein généralise le concept d'espace à l'espace-temps est transforme la gravité en déformation de l'espace-temps.

V. Après Newton.

Einstein.(1879-1955)



Einstein généralise le concept d'espace à l'espace-temps est transforme la gravité en déformation de l'espace-temps.

V. Après Newton.

V. Après Newton.

Tout ce qui n'a toujours pas de réponse...

V. Après Newton.

Tout ce qui n'a toujours pas de réponse...

....

Astronomie et Astrophysique Textes essentiels JP Verdet Ed. Larousse
Discours sur les deux grands système du monde, Galileo Galilei Point
science

Le messager des étoiles, Galileo Galilei

Hors série Sciences et Vie Dec98 n° 205 L'univers de la gravitation

[http ://www.aim.univ-](http://www.aim.univ-)

[paris7.fr/CHARNOZ/homepage/GRAVITATION/gravitation.html](http://www.aim.univ-paris7.fr/CHARNOZ/homepage/GRAVITATION/gravitation.html)

Cahier Clairaut n°124 Galilée, un des fondateurs de l'astronomie
moderne

Cahier Clairaut n°113 La ruse de Descartes

Cahier Clairaut n°142 Poincaré : nos principes physiques sont-ils vrais ?

Christiane Vilain

[http ://www.ac-](http://www.ac-)

[nice.fr/clea/lunap/html/MecaNewton/MecNewComp2.html](http://www.ac-nice.fr/clea/lunap/html/MecaNewton/MecNewComp2.html)

Discours sur les deux grands système du monde

L'école d'Athènes, Raphaël, Vatican, 1509-1510

IMCCE promenade dans le système solaire Astronomie Populaire de
Flammarion (1880)