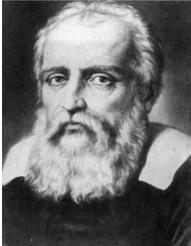
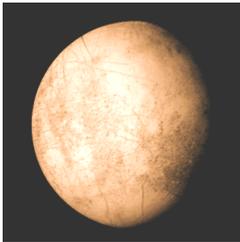
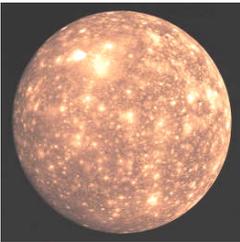


Mécanique des solides et des planètes

Réponses aux questions de préparation 2008

| Questions du 28 janvier 2008 | | |
|---|---|--|
| <p>Question 1:</p> <p>Jean Le Rond d'Alembert (1717-1783)</p>  | <p>Question 2:</p> <p>Galileo Galilei dit Galilée (1564-1642)</p>  | <p>Question 3:</p> <p>Christian Huygens (1629-1695)</p>  <p>avec une lunette de sa fabrication grossissant 50 fois (la lunette de Galilée en 1610 grossissait 20 fois).</p> <p><u>Données Titan :</u> Masse : 1.34×10^{23} kg Rayon orbite autour de Saturne : 1 220 000 km Période de rotation autour de Saturne : 383 heures Diamètre : 5150 km</p> |

| Questions du 4 février 2008 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--------------------------------|--|--|--------------------------------|-----------------|-----------------------|----|--------|------|-------|--------|--------|------|-------|----------|-------|------|------|----------|-------|-------|------|
| <p>Question 1</p> | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Corps</th> <th>Rayon de l'orbite (10^6 km)</th> <th>Période (jours)</th> <th>Masse (10^{23} kg)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Io</td> <td>0.4216</td> <td>1.77</td> <td>0.893</td> </tr> <tr> <td>Europe</td> <td>0.6709</td> <td>3.55</td> <td>0.479</td> </tr> <tr> <td>Ganymède</td> <td>1.070</td> <td>7.16</td> <td>1.48</td> </tr> <tr> <td>Callisto</td> <td>1.883</td> <td>16.69</td> <td>1.08</td> </tr> </tbody> </table> | | | Corps | Rayon de l'orbite (10^6 km) | Période (jours) | Masse (10^{23} kg) | Io | 0.4216 | 1.77 | 0.893 | Europe | 0.6709 | 3.55 | 0.479 | Ganymède | 1.070 | 7.16 | 1.48 | Callisto | 1.883 | 16.69 | 1.08 |
| | Corps | Rayon de l'orbite (10^6 km) | Période (jours) | Masse (10^{23} kg) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Io | 0.4216 | 1.77 | 0.893 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Europe | 0.6709 | 3.55 | 0.479 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Ganymède | 1.070 | 7.16 | 1.48 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Callisto | 1.883 | 16.69 | 1.08 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|     | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">Io Europe Ganymède Callisto</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <ul style="list-style-type: none"> ● Io ● Europa ● Ganymede ● Callisto </td> <td style="text-align: center;">  <p>4 février 2008 24h00</p>  <p>6 février 2008 24h00</p>  <p>8 février 2008 24h00</p> </td> </tr> </table> | | | <ul style="list-style-type: none"> ● Io ● Europa ● Ganymede ● Callisto |  <p>4 février 2008 24h00</p>  <p>6 février 2008 24h00</p>  <p>8 février 2008 24h00</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Io ● Europa ● Ganymede ● Callisto |  <p>4 février 2008 24h00</p>  <p>6 février 2008 24h00</p>  <p>8 février 2008 24h00</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Source: Code JupSat 95</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|------------|--|
| Question 2 | Pratiquez encore et encore...☺☺ |
| Question 3 | L'aire d'une ellipse de demi-grands axes a et b est πab |

Questions du 11 février 2008

Question 1 La précession des équinoxes correspond au mouvement lent de l'axe de rotation de la Terre autour de la perpendiculaire au plan de l'écliptique (plan de l'orbite de la Terre). Ce mouvement s'effectue dans le sens rétrograde, l'axe tourne dans le sens des aiguilles d'une montre quand on regarde par le dessus (Figure 1). Cette précession s'effectue avec une période d'environ 26 000 ans. Ce mouvement se traduit par une rotation, dans le même sens, de la ligne vernale, qui est la droite d'intersection entre le plan de l'écliptique et le plan équatorial de la Terre aux équinoxes de printemps et d'automne. Ce mouvement fut découvert au deuxième siècle avant JC par le Grec Hipparque qui compara ses observations à celles des astronomes Babyloniens. La Figure 2 montre la position de la ligne vernale par rapport aux constellations du zodiaque en 2000 avant JC. La ligne vernale était alors dans la constellation du Bélier.

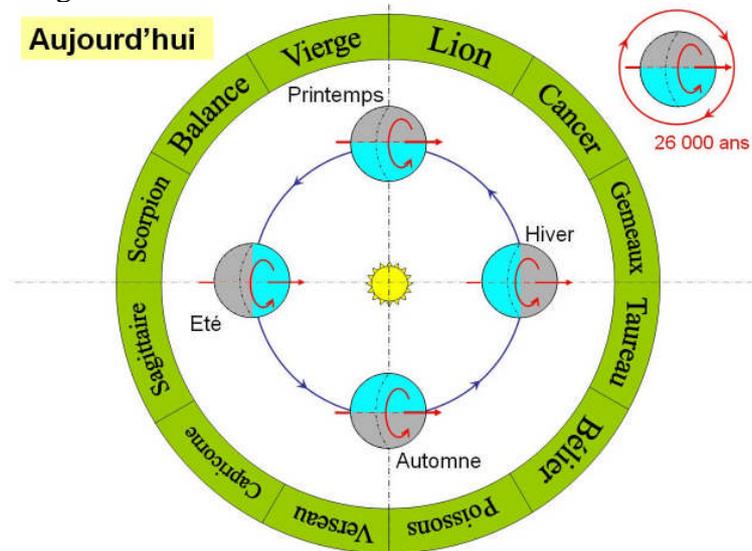


Figure 1

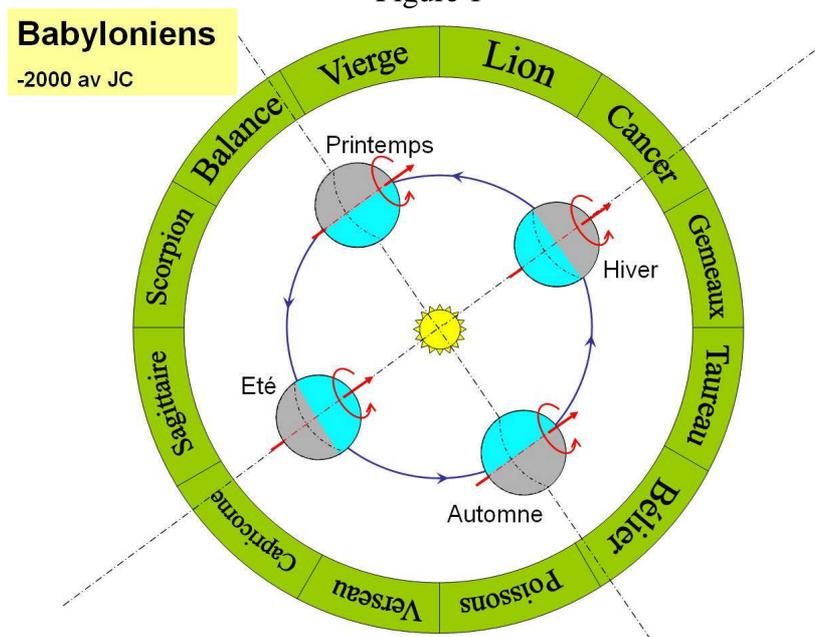


Figure 2

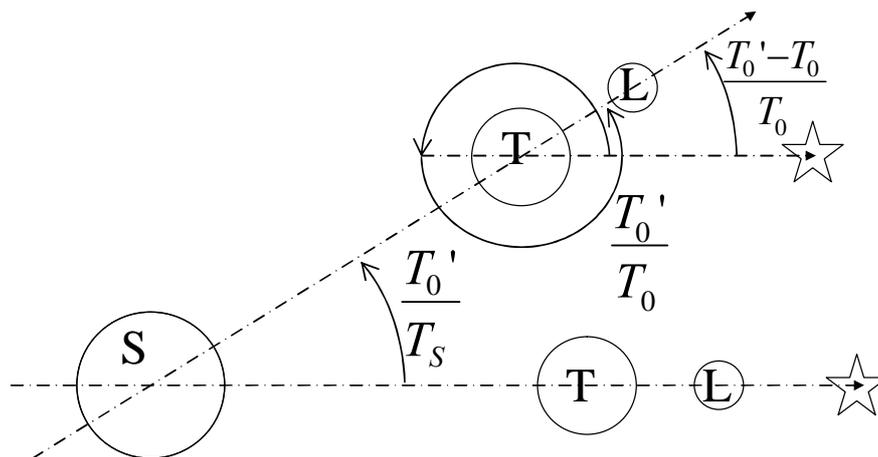
| Question 2 | <p>La libration est la petite oscillation de la face de la Lune tournée vers la Terre. Ainsi peut-on voir apparaître et disparaître certains cratères sur les bords de la Lune. Un peu plus qu'une moitié de la Lune est donc visible depuis la Terre.</p>  | | | | | | | | | | | | |
|------------|--|---------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|--------|-----|------------|------|--------|-----|------------------------|-------|
| Question 3 | Un géocroiseur est un astéroïde qui peut potentiellement entrer en collision avec la Terre. | | | | | | | | | | | | |
| Question 4 | La particularité de l'orbite de Mars qui avait attiré l'attention de Kepler est son excentricité (0.093) qui est plus forte que celle des autres planètes sauf Mercure (0.206) et Pluton (0.246). Les comètes ont en général des excentricités élevées (0.97 pour la comète de Halley) ainsi les objets lointains comme Sedna (0.84). Les astéroïdes peuvent avoir des excentricités plutôt faibles comme par exemple Ceres (0.08) ou Vesta (0.09). | | | | | | | | | | | | |
| Question 5 | <p>Les satellites de Mars sont Phobos et Deimos, découverts en 1877 par l'astronome américain Asaph Hall (1829-1907). Quelques paramètres sont donnés dans la table suivante.</p> <table border="1" data-bbox="375 1458 1329 1648"> <thead> <tr> <th></th> <th>Masse (10^{16} kg)</th> <th>Période de rotation autour de Mars</th> <th>Distance à Mars (km)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Phobos</td> <td>1.1</td> <td>7 h 39 min</td> <td>9378</td> </tr> <tr> <td>Deimos</td> <td>0.2</td> <td>1.263 jours terrestres</td> <td>23459</td> </tr> </tbody> </table> <p>On peut vérifier que les deux satellites de Mars vérifient approximativement la troisième Loi de Kepler et on peut en déduire une valeur numérique de la masse de Mars.</p> | | Masse (10^{16} kg) | Période de rotation autour de Mars | Distance à Mars (km) | Phobos | 1.1 | 7 h 39 min | 9378 | Deimos | 0.2 | 1.263 jours terrestres | 23459 |
| | Masse (10^{16} kg) | Période de rotation autour de Mars | Distance à Mars (km) | | | | | | | | | | |
| Phobos | 1.1 | 7 h 39 min | 9378 | | | | | | | | | | |
| Deimos | 0.2 | 1.263 jours terrestres | 23459 | | | | | | | | | | |

| Questions du 3 mars 2008 | |
|---------------------------------|--|
| Question 1 | L'écliptique est le plan de l'orbite de la Terre autour du Soleil. Les constellations du zodiaque sont situées autour de ce plan (voir Figure 1 ci-dessus). |
| Question 2 | La période sidérale est le temps d'une rotation complète d'un satellite autour de son centre d'attraction par rapport à un repère stellaire fixe. La période |

synodique est l'intervalle de temps qui sépare deux configurations identiques. Par exemple, la période sidérale T_0 de rotation de la Lune autour de la Terre vaut 27.32 jours et la période synodique T_0' de rotation de la Lune, par exemple définie comme l'intervalle de temps séparant deux pleines lunes, vaut 29.53 jours. La relation entre ces deux périodes est :

$$\frac{1}{T_0} = \frac{1}{T_0'} + \frac{1}{T_s}$$

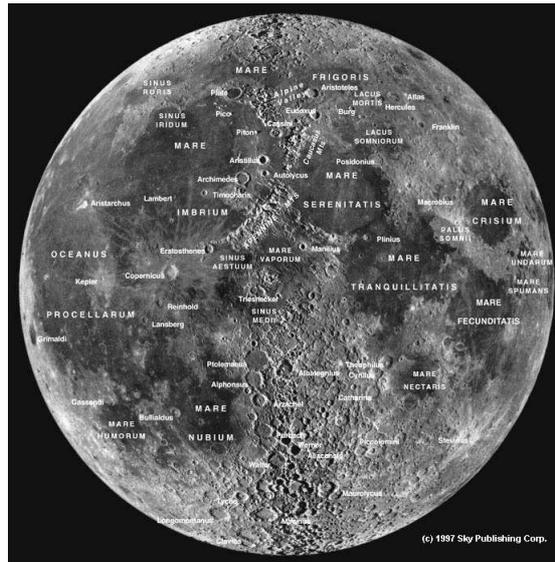
où T_s est la période de rotation de la Terre autour du Soleil (365.25 jours). Cette relation est illustrée par le dessin suivant, où les angles sont exprimés en tours.



Au bout d'un temps T_0' , la Terre, la Lune et le Soleil se retrouvent dans la même configuration. Pendant ce temps-là, la Terre a tourné de T_0'/T_s de tour. La Lune pendant le même temps a fait T_0'/T_0 tours. L'égalité des deux angles fournit la relation ci-dessus.

| | |
|------------|---|
| Question 3 | La Terre n'est pas sphérique mais est légèrement aplatie aux pôles. Elle ressemble donc plutôt à un ellipsoïde de révolution. Si a est le rayon à l'équateur (rayon équatorial, environ 6378 km) et c est la demi-longueur de l'axe de symétrie de révolution de l'ellipsoïde (rayon polaire, environ 6357 km), alors on appelle aplatissement le rapport $\varepsilon = (c-a)/a$. Pour la Terre, on a environ $\varepsilon \approx 0.034 \approx 1/298$. Pour Mars, l'aplatissement est plus grand ($\varepsilon \approx 0.052$), mais pour la Lune il est plus petit ($\varepsilon \approx 1/2200$). L'aplatissement est par contre proche de 0 pour Vénus, qui est donc assimilable à une sphère parfaite. |
| Question 4 | D'après le premier théorème de Koenig, les moments cinétiques par rapport à tous les points fixes sont égaux quand le centre d'inertie est fixe. Les moments cinétiques par rapport à des axes parallèles sont alors égaux entre eux. |
| Question 5 | Un mouvement rétrograde est un mouvement qui s'effectue dans le sens opposé au mouvement de la Terre autour du Soleil ou de la Terre sur elle-même. Un exemple d'un mouvement orbital rétrograde est le mouvement de la comète de Halley. Un exemple de rotation rétrograde est le mouvement rétrograde de rotation de Vénus sur elle-même, ou le mouvement rétrograde de précession des équinoxes (axe de rotation de la Terre). Rigoureusement, on peut définir un mouvement rétrograde par un moment cinétique qui fait un angle supérieur à 90° par rapport au moment cinétique orbital de la Terre autour du soleil. |
| Question 6 | Le rayon de l'orbite de Titan est environ 1 200 000 km, le rayon extérieur du plus net anneau de Saturne (division de Cassini) est environ 120 000 km. Titan est donc approximativement à dix fois les anneaux de Saturne, un ordre de grandeur qui peut être utile quand on cherche à viser Titan avec un télescope. |

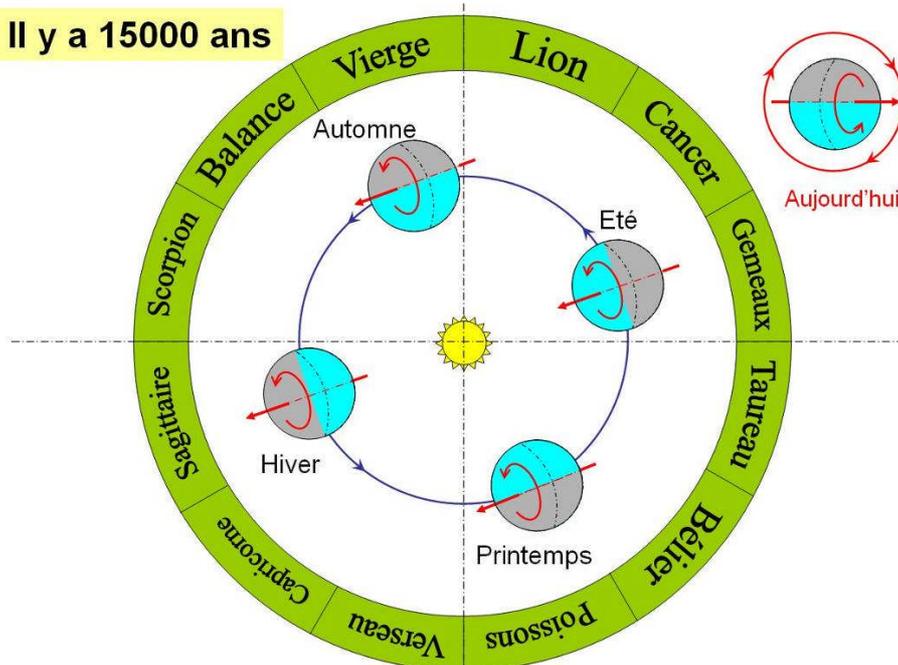
Question 7 | Cratère Tycho.



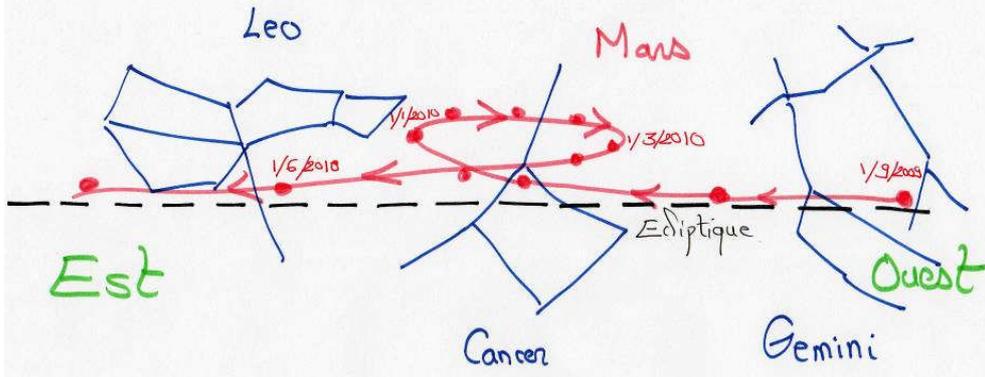
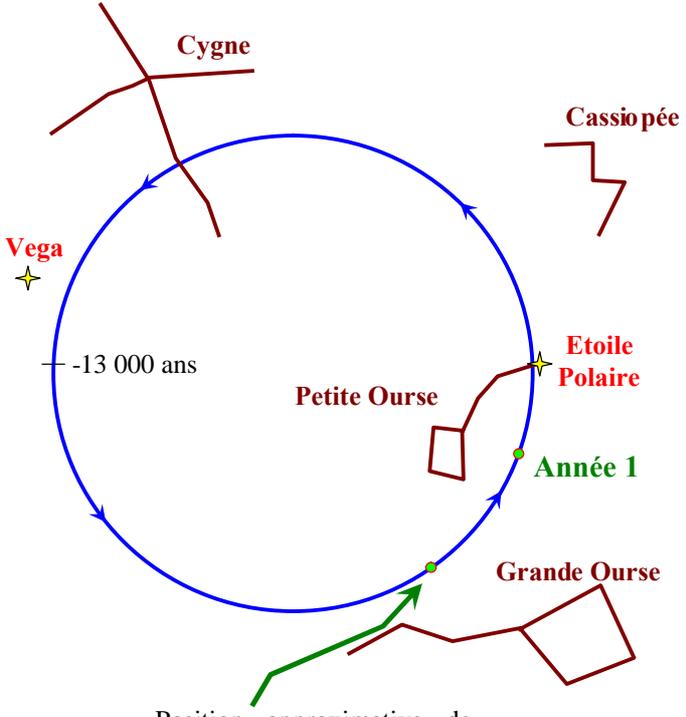
Questions du 10 mars 2008

Question 1 | Il y a 15 000 ans, la projection de l'axe de rotation de la Terre sur le plan de l'écliptique pointait vers la constellation du Sagittaire. Voir schéma page suivante.

Il y a 15000 ans



Question 2 | Une rétrogradation est un mouvement de recul apparent des planètes dans le ciel vu depuis la Terre. Ainsi Mars suit en général un mouvement d'ouest en est sur le plan de l'écliptique mais peut par moment faire une boucle d'est en ouest avant de repartir dans le sens normal. Cette rétrogradation transitoire est due au mouvement relatif de la Terre et de Mars. Voir par exemple le schéma ci-dessous montrant une rétrogradation de Mars prévue début 2010.

| | |
|-------------------|---|
| |  |
| <p>Question 3</p> | <p>Il y a 45000 ans, l'axe de rotation de la Terre pointait approximativement vers la queue de la Grande Ourse, et non pas vers l'Etoile Polaire.</p>  <p>Position approximative de l'axe de la Terre pendant l'Ancien Empire d'Egypte (2500 BC)</p> |
| <p>Question 4</p> | <p>Je suis Seth Carlo Chandler (1846-1913)</p>  |
| <p>Question 5</p> | <p>Il s'agit de Neptune.</p> |