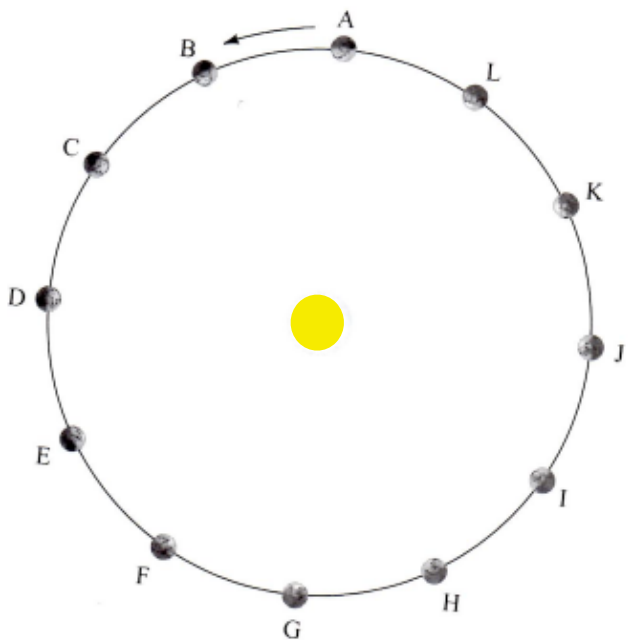
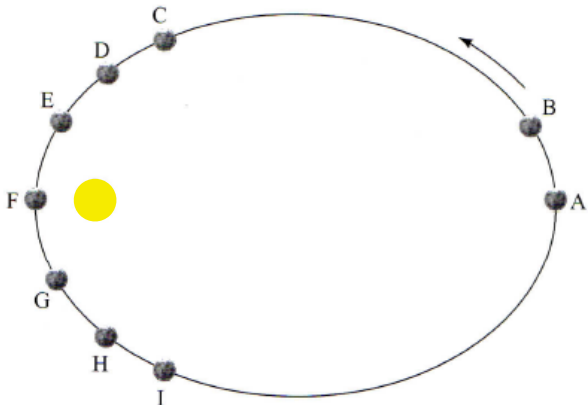





Mode opératoire : travailler en groupe de 3-4 étudiants et discuter chacun des points. En cas de désaccord, chaque étudiant développera son point de vue et ses arguments pour convaincre ses collègues. En cas d'accord, le groupe avance. Au fur et à mesure, chaque étudiant rédigera personnellement ses propres réponses sur la feuille réponse, en donnant les éléments les justifiant. Cette feuille sera rendue à la fin de la séance.

I Des aires égales en des intervalles de temps égaux	A. Seconde loi de Képler
<p>La seconde loi de Képler indique que la droite joignant le centre du Soleil au centre d'une planète balaie des aires égales en des intervalles de temps égaux.</p>	
<p>Imaginez la situation illustrée à droite dans laquelle une planète se déplace selon une orbite parfaitement circulaire autour de son étoile. Notez que le temps entre chaque position indiquée est exactement un mois.</p>	
<p>A.1. Est-ce que cette planète obéit à la seconde loi de Képler? Comment le savez-vous?</p>	
<p>A.2. Si vous regardez attentivement cette planète durant une orbite complète, est-ce que la vitesse de la planète va augmenter, diminuer ou rester la même? Comment le savez-vous?</p>	
<p>Dans le schéma ci-dessous, une planète qui obéit à la seconde loi de Képler est représentée à 9 positions différentes (A-I) sur l'orbite de cette planète autour de son étoile.</p>	
	<p>A.3. Dessinez deux droites: l'une reliant le centre de la planète à la position A au centre de l'étoile, l'autre reliant le centre de la planète en position B au centre de l'étoile. Grisez l'aire balayée par la planète quand elle se déplace de la position A à la position B.</p>
<p>A.4 Choisissez deux positions de la planète (C, D, E, F, G, H ou I), que vous utiliserez pour construire l'aire balayée qui aurait approximativement la même aire que celle que vous avez grisée ci-dessus. Notez qu'elles n'ont pas besoin d'être consécutives. Grisez cette seconde aire balayée en utilisant les positions des planètes que vous avez choisi.</p>	
<p>Note: votre aire balayée doit avoir approximativement la même surface; aucun calcul et/ou estimation quantitative ne sont nécessaires.</p>	

I Des aires égales en des intervalles de temps égaux	A. Seconde loi de Képler
<p>A.5. Comment est-ce que le temps que met la planète pour se déplacer de la position A à la position B se compare ($>$, $<$ ou $=$) au temps qu'elle met pour voyager entre les deux positions que vous avez sélectionné à la question 4? Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>A.6. Durant lequel des deux intervalles de temps que vous avez grisés dans les questions 3 et 4, la distance parcourue par la planète est-elle la plus grande?</p>	
<p>A.7. Durant lequel des deux intervalles de temps que vous avez grisés dans les questions 3 et 4, la planète ira le plus vite? Expliquez votre raisonnement.</p>	

II Seconde loi de Képler et vitesse des planètes	A. Seconde loi de Képler
<p>Le schéma ci-dessous représente l'orbite d'une autre planète. Dans ce cas, les douze positions indiquées (A-L) sont séparées d'un mois exactement. Comme précédemment, la planète représentée obéit à la seconde loi de Képler.</p>	
<p>A.8. Est-ce que la planète semble parcourir la même distance chaque mois?</p>	
<p>A.9. A quelle position la planète ira le plus vite? le moins vite. Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>A.10. A la position D, est-ce que la vitesse de la planète augmente ou décroît avec le temps? Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>A.11. Fournissez une explication concise qui décrit la relation qui existe entre la vitesse orbitale d'une planète et la distance de cette planète à son étoile.</p>	

III Seconde loi de Képler et excentricité	A. Seconde loi de Képler	
Considérez la table ci-contre donnant les excentricités des orbites d'objets dans le Système Solaire. Une orbite avec une excentricité nulle est parfaitement circulaire alors que les orbites elliptiques très allongées étudiées précédemment ont une excentricité proche de 0,90.	Objet	Excentricité de l'orbite
	Mercure	0,206
	Venus	0,007
A.12 Laquelle des 3 orbites ci-dessous (A, B, ou C), diriez-vous, ressemble le plus à la forme de l'orbite de la Terre autour du Soleil ? Expliquez votre raisonnement.	Terre	0,016
	Mars	0,093
	Jupiter	0,048
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">A </div> <div style="text-align: center;">B </div> <div style="text-align: center;">C </div> </div>	Saturne	0,054
	Uranus	0,047
	Neptune	0,008
A.13 Lequel des objets listés ci-contre subit: (1) le plus grand changement de sa vitesse orbitale (2) le plus petit changement de sa vitesse orbitale.	Pluton	0,248
A.14 Décrivez dans quelle mesure vous pensez que la vitesse orbitale de la Terre change au cours de l'année. Expliquez votre raisonnement.		

	B. Troisième loi de Képler
La troisième loi de Képler décrit la relation entre le temps que met une planète à décrire une orbite autour d'une étoile (période de révolution) et la distance de la planète à l'étoile. Dans cette activité, nous étudions un système planétaire imaginaire qui a une étoile, comme le Soleil au centre et deux planètes. L'une des planètes, nommée Esus, est une planète ressemblant à Jupiter qui orbite près de son étoile. L'autre planète, nommée Sulis, ressemble à la Terre mais est en orbite loin de son étoile. Utilisez ces informations pour répondre aux quatre questions suivantes. Si vous n'êtes pas sûrs de répondre correctement à ces questions, essayez de "deviner". Ces notions seront réabordées plus loin.	
B.1 D'après vous, laquelle des deux planètes (Esus ou Sulis) aura fait le tour de l'étoile le plus rapidement? Expliquez votre raisonnement.	
B.2. Si Esus et Sulis échangeaient leurs positions orbitales, est-ce que votre réponse à la question précédente changerait? Si oui, comment? Si non, pourquoi?	

B. Troisième loi de Képler

B.3 Pensez-vous que la période orbitale d'Esus augmenterait, diminuerait ou resterait la même si sa masse était augmentée? Expliquez votre raisonnement.

B.4 Imaginez que Esus et Sulis soient en orbite autour de la même étoile centrale à la même distance et qu'elles n'entrent jamais en collision (i.e. que leur positions orbitales ne s'intersectent jamais). D'après vous, laquelle des deux planètes (Esus ou Sulis) mettrait le moins de temps pour faire une révolution autour de leur étoile? Expliquez votre raisonnement.

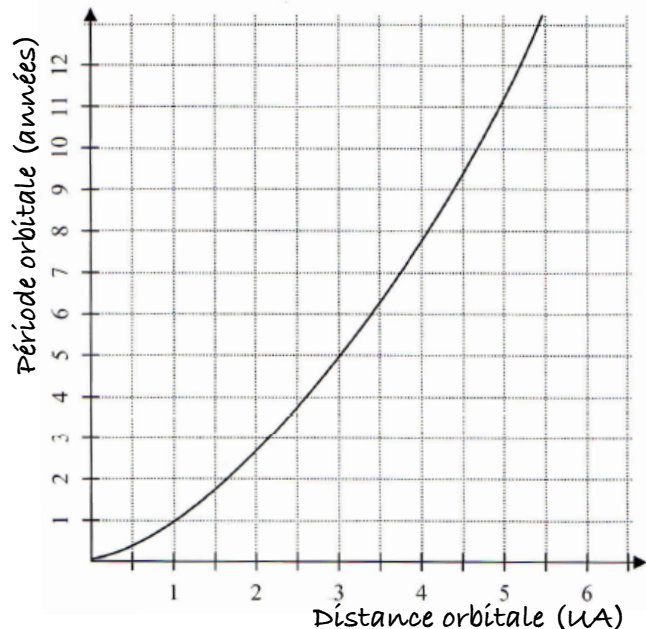
Le graphique ci-dessous illustre la relation entre la période orbitale (exprimée en années) et la distance orbitale (exprimée en unité astronomique UA).

B.5 D'après le graphique ci-contre, direz-vous que la période orbitale des planètes semble augmenter, diminuer ou rester identique quand leur distance orbitale augmente?

B.6 A quelle distance de son étoile orbite une planète si elle a une période orbitale d'une année?

B.7 Combien de temps met une planète pour parcourir une orbite complète si sa distance à l'étoile est deux fois plus grande que celle de la planète décrite à la question précédente (B.6)?

B.8 En vous basant sur vos réponses aux questions 6 et 7, quelle affirmation ci-dessous décrit le mieux comment la période orbitale d'une planète change quand sa distance à son étoile est doublée? Indiquez votre choix.



a/ La période orbitale de la planète diminuera de moitié.

b/ La période orbitale de la planète ne changera pas.

c/ La période orbitale de la planète doublera.

d/ La période orbitale de la planète va plus que doubler.

Dans le tableau qui suit, nous avons fourni les distances orbitales, les périodes orbitales et les masses des six planètes les plus proches du Soleil.

B. Troisième loi de Képler			
Planète	Distance orbitale (UA)	Période orbitale (année)	Masse de la planète (M_{Terre})
Mercure	0,38	0,24	0,06
Venus	0,72	0,61	0,82
Terre	1,0	1,0	1,0
Mars	1,52	1,88	0,11
Jupiter	5,20	11,86	318
Saturne	9,54	29,46	95,2

B.9 Quel est le nom de la planète pour laquelle vous avez identifié la distance orbitale à la question 6?

B.10 En utilisant les informations fournies dans la table ci-dessus et sur le graphique de la page précédente, laquelle des affirmations ci-dessous vous semble le mieux décrire comment la masse de la planète affecte sa période orbitale?

- a/ Les planètes qui ont une petite masse ont une période orbitale plus grande que les planètes qui ont une grande masse.
- b/ Les planètes avec la même masse ont la même période orbitale.
- c/ Les planètes qui ont des grandes masses ont des périodes orbitales plus grandes que les planètes avec des petites masses.
- d/ La masse d'une planète n'a pas d'effet sur sa période orbitale.

B.11 Un étudiant de votre classe fait le commentaire suivant sur la relation entre la position des planètes au sein de notre Système Solaire, leur période orbitale et leur masse.

Étudiant : En regardant des planètes plus éloignées du Soleil que Mercure, nous voyons que leur distance devient plus grande et que la masse de ces planètes devient aussi plus grande. Aussi, je pense que plus une étoile est éloignée du Soleil, plus elle sera massive et plus elle mettra de temps pour faire le tour du Soleil.

Quelle planète de la liste ci-dessus illustre le fait que ce raisonnement est faux ? Expliquez pourquoi.

B.12 Relisez vos réponses aux questions B1 à B4. Êtes-vous toujours d'accord avec vos réponses? Sinon, décrivez (à côté de vos réponses initiales) comment vous changeriez les réponses que vous aviez initialement données.

I. La force de gravitation	C. Loi de Newton et gravité	
<p>La loi de Newton de gravitation universelle décrit la force d'attraction gravitationnelle qui s'exerce entre deux corps et suit l'équation ci-contre.</p> <p>G est la constante gravitationnelle (vous pouvez prendre $G=1$ pour cette activité). M et m sont les masses des deux objets s'attirant l'un l'autre, et r est la distance entre les centres des deux objets.</p>	$F_G = \frac{GMm}{r^2}$	
<p>C.1 Comme la Terre est beaucoup plus grande et massive que la Lune, comment est-ce que l'intensité de la force gravitationnelle que la Lune exerce sur la Terre se compare à la force gravitationnelle que la Terre exerce sur la Lune? Expliquez votre raisonnement.</p>		
<p>C.2 Considérez le débat suivant entre les deux étudiants sur leur réponse à la question précédente.</p> <p>Etudiant 1: Je pense que quand un objet exerce une force sur un second objet, le second objet exerce aussi une force qui est égale en intensité, mais dans l'autre direction. Aussi même si la Terre est plus grande et plus massive que la Lune, elles s'attirent l'une à l'autre avec une force gravitationnelle de même intensité, juste dans les directions différentes.</p> <p>Etudiant 2: Je ne suis pas d'accord. Je dirais que la Terre exerce une force plus grande car elle est beaucoup plus grande que la Lune. Comme sa masse est plus grande, la force gravitationnelle que la Terre exerce doit être également plus grande. Je pense que tu mélanges la 3ème loi de Képler avec la loi de Newton.</p> <p>Etes-vous en accord ou en désaccord avec l'un ou les deux étudiants? Expliquez votre raisonnement.</p>		
<p>C.3 Comment est-ce que l'intensité de la force qui s'exerce entre la Lune et la Terre change si la masse de la Lune devenait deux fois plus grande?</p>		
II. Relation force-distance	C. Loi de Newton et gravité	
<p>Dans la figure ci-dessous, une sonde spatiale voyageant de la Terre vers Mars est montrée au point à mi-parcours entre les deux planètes (la figure n'est pas à l'échelle).</p>		
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center; padding: 20px;"> <div data-bbox="156 1910 347 2040">  <p>Terre</p> </div> <div data-bbox="770 1794 823 1843">  </div> <div data-bbox="1313 1659 1430 1693">  <p>Mars</p> </div> </div>		

II. Relation force-distance	C. Loi de Newton et gravité
<p>C.4 Sur la figure précédente, indiquez clairement l'endroit où la sonde spatiale sera quand la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la sonde sera la plus forte ? Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>C.5 Sur la figure précédente, indiquez clairement l'endroit où la sonde sera quand la force gravitationnelle exercée par Mars sur la sonde spatiale sera la plus forte. Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>C.6 Où est-ce que la sonde spatiale subira la plus forte force gravitationnelle (totale) exercée par la Terre et Mars ? Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>C.7 Quand la sonde spatiale se trouve à mi-parcours (entre la Terre et Mars), comment l'intensité de la force gravitationnelle exercée par la Terre sur la sonde spatiale se compare avec l'intensité de la force gravitationnelle exercée par Mars sur la sonde ? Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>C.8 Deux étudiants discutent leurs réponses à la question précédente:</p> <p>Etudiant 1 : Comme la sonde spatiale est exactement à mi-parcours entre la Terre et Mars, l'intensité des forces gravitationnelles est la même puisque les distances sont les mêmes.</p> <p>Etudiant 2 : Tu as raison que les distances sont les mêmes, mais tu oublies les masses. La masse combinée de la sonde spatiale et de la Terre est bien plus grande que la masse combinée de la sonde et de Mars. Aussi, comme les distances sont les mêmes, l'intensité de la force gravitationnelle sur la sonde spatiale par la Terre doit être plus grande que l'intensité de la force gravitationnelle de la sonde sur Mars.</p> <p>Etes-vous d'accord ou en désaccord avec l'un des étudiants ou les deux? Expliquez votre raisonnement.</p>	
<p>C.10 Imaginez que vous ayez à arrêter complètement le déplacement de la sonde spatiale et deviez la maintenir au repos pendant que vous réalisez une procédure d'arrêt et de redémarrage. Vous avez décidé que le meilleur endroit pour réaliser cette procédure délicate est la position où la force gravitationnelle totale de la Terre et Mars s'exerçant sur la sonde spatiale est nulle. Sur la figure, indiquez l'endroit où vous allez réaliser cette procédure. (Une estimation qualitative suffit, il n'y a pas besoin de faire des calculs précis.) Expliquez le raisonnement justifiant votre choix.</p>	
<p>C.11 Votre poids sur la Terre est simplement la force gravitationnelle s'exerçant entre vous et la Terre. Est-ce que vous pèseriez plus, moins ou pareil sur Mars? Expliquez votre raisonnement.</p>	