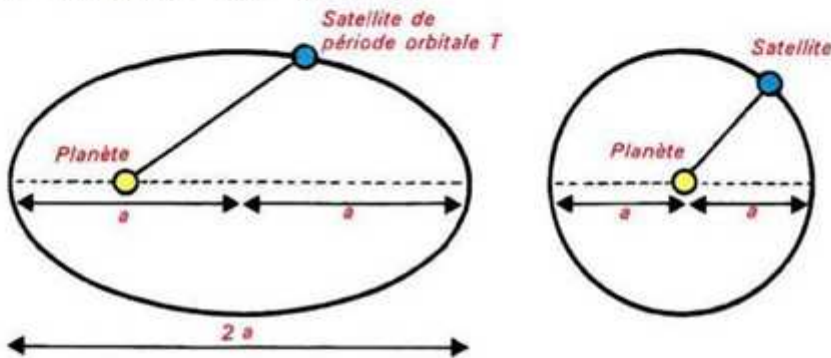


LA CALCULETTE DE L'ASTRONOMIE

Calculez les orbites exactes des 32 lunes du ciel

La plupart des livres d'astronomie fournissent un tableau des caractéristiques orbitales des satellites naturels des planètes. Malheureusement la plupart de ces ouvrages — même si leur texte est remis à jour — se contentent bien souvent de reproduire des tableaux anciens. Or il se trouve qu'avec les nombreuses expériences spatiales planétaires effectuées depuis dix ans, nous disposons maintenant de valeurs nettement améliorées concernant la masse des planètes. Il est donc possible, aujourd'hui, d'effectuer une mise à jour des caractéristiques orbitales pour la plupart des satellites naturels du système solaire. Leur demi grand axe, c'est-à-dire leur distance

moyenne au centre de la planète mère, est en effet directement lié à leur durée de révolution et à la masse de cette planète. La période orbitale étant connue avec précision depuis longtemps, il s'ensuit que toute détermination améliorée de la masse du corps central conduira à modifier la distance à la planète! Celle-ci est en effet difficile à déterminer directement, les mesures d'écartement angulaire étant toujours très délicates. Aussi déduit-on cette distance à partir de la période de révolution (connue au dixième de seconde près pour les satellites de Mars et Jupiter) en appliquant tout simplement la **troisième loi de Kepler**.



Johannes Kepler, en 1609, énonça en effet sa troisième loi définissant le mouvement des corps célestes. Cette loi précise que le cube des distances est proportionnel au carré de la période de révolution, soit $a^3/T^2 = \text{Constante}$, a étant le demi grand axe, T la période (dessin ci-dessus). L'expression développée de cette troisième loi de Kepler est la suivante :

$$a = \left[T \frac{\sqrt{GM}}{2\pi} \right]^{2/3}$$

où a : 1/2 grand axe (distance au centre) ;

T : période orbitale ;

G : constante de gravitation ;

M : masse du corps central.

Nous pouvons maintenant programmer cette formule.

Programme sur TI 59



```

LRN
(2nd)
00 Lbl
01 A
02 STO
03 01
04 R/S
(2nd)
05 Lbl
06 B
07 STO
08 02
09 R/S
10 RCL
11 01
    
```

```

12 ×
13 5
14 .
15 9
16 7
17 5
18 6
19 EE
20 2
21 4
22 ×
23 6
24 .
25 6
26 7
27 0
28 5
29 EE
30 + / -
31 1
32 1
33 =
34 √ x
35 STO
36 03
37 RCL
38 02
39 ×
40 8
41 6
42 4
43 0
44 0
45 ×
46 RCL
47 03
48 ÷
49 2
50 ÷
(2nd)
51 π
52 =
53 y^x
54 .
55 6
56 6
57 6
58 6
59 6
60 6
61 6
62 6
63 6
64 7
65 =
66 ÷
67 1
68 EE
69 3
70 =
71 R/S
LRN
    
```

Introduire la masse de la planète (rapportée à celle de la Terre) en A, la période de révolution (en jours terrestres) en B. Faire R/S. Résultat : distance en km.



Programme HP 33 E

Placer la calculatrice en mode PRGM.

(f) Clear PRGM

RCL

01 1

02 ↑

RCL

03 3

04 ×

05 ↑

RCL

06 4

07 ×

08 ↑

(f)

09 \sqrt{x}

STO

10 5

RCL

11 2

12 ↑

RCL

13 6

14 ↓

15 ↑

RCL

16 5

17 ×

18 ↑

19 2

20 :

21 ↑

(g)

22 π

23 :

24 ↑

RCL

25 7

(f)

26 y^x

27 ↑

28 1

29 EEX

30 3

31 :

GTO

32 00

Retour en mode RUN.

(g) RTN.

Chargement des mémoires.

La place en mémoires-programme étant relativement limitée sur ce modèle de calculatrice, il n'est pas possible d'inclure les cons-

tantes du calcul directement dans le corps du programme. Il est donc nécessaire de les introduire directement en mémoire avant de démarrer le calcul.

En 3 : 5.9756 EEX 24 (masse de la Terre).

4 : 6.6705 EEX 11 CHS (constante de gravitation).

6 : 86400 (nombre de sec/j).

7 : .666666667 (2/3).

(La mémoire 5 est affectée à un calcul intermédiaire).

Entrer ensuite les deux variables :

● Masse de la planète (Terre = 1) en 1.

● Période de révolution (en jours) en 2.

Faire R/S. Résultat affiché : distance au centre de la planète en km.

Pour une même planète il suffit ensuite d'introduire en 2 de nouvelles périodes, et si l'on change de planète d'introduire la nouvelle masse en 1.

N.B. La distance obtenue est la distance des deux astres de centre à centre (convention astronomique). Pour obtenir l'altitude, il suffit de retrancher la valeur du rayon de la planète.

Vous êtes désormais en mesure de recalculer vous-même les distances orbitales des satellites de Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, et de mettre ainsi à

jour les tableaux « planétaires » de vos livres d'astronomie... De même, au fur et à mesure que vous aurez connaissance de nouvelles déterminations de masse pour ces planètes, vous pourrez affiner encore cette détermination. Ce sera le cas, d'ici peu, pour Jupiter et Saturne, lorsque aura été effectuée l'analyse complète de la trajectoire des sondes « Voyager » et « Pioneer 11 ».

Bien entendu, cette formule s'applique également à notre propre lune.

Il convient évidemment de connaître la masse des différentes planètes. Le tableau ci-dessous indique les valeurs les plus précises qui aient été déterminées à ce jour. Nous mentionnons également Mercure et Vénus car, bien qu'elles soient dépourvues de satellites, il peut vous intéresser de calculer la distance de satellites artificiels.

Planète	Masse (Terre = 1)
Mercure	0,05527
Vénus	0,815002
Terre	1
Mars	0,107447
Jupiter	317,8934
Saturne	95,133
Uranus	14,603
Neptune	17,219

TABLEAU DES PÉRIODES DE RÉVOLUTION DES SATELLITES DU SYSTÈME SOLAIRE (en jours)

A utiliser pour le calcul de leur distance à la planète-mère, suivant la masse de celle-ci.

Mars	Phobos	0,318911	Jupiter	Amalthée	0,498179
	Deimos	1,262441		Io	2,769138
Saturne	Janus	0,748958	Europe	3,551180	
	Mimas	0,942422	Ganymède	7,154550	
	Encelade	1,370218	Callisto	16,68900	
	Téthys	1,887802	Himalia	250,5662	
	Dioné	2,736915	Lysithéa	259,6460	
	Rhée	4,517503	Elara	259,6528	
	Titan	15,945425	Léda	240,0	
	Hypérion	21,276617	Ananke	624,0	
Japet	79,330150	Carme	692,5		
Phœbé	550,420	Pasiphae	750,95		
Neptune	Triton	5,8765	Uranus	Sinope	758
	Néréide	359,881		Miranda	1,41349
		Ariel		2,520383	
		Umbriel		4,144182	
		Titania		8,705891	
		Obéron	13,46327		

N.B. : Nous avons omis la Lune, dont la distance est très bien connue, et Charon, satellite de Pluton, la masse de cette planète étant encore très incertaine.

Vérification. Pour Phobos, l'un des satellites de Mars, entrer 0.107 447 (masse relative de la planète) en mémoire 1 (HP 33)

ou en registre A (TI 59), et 0.318 911 (durée de révolution) en mémoire 2 ou registre B. Résultat : 9 373.76 km.

Pierre KOHLER □