



HOGERE ZEEVAARTSCHOOL ANTWERPEN

FACULTEIT WETENSCHAPPEN  
VAKGROEP TOEGEPASTE EN EXACTE WETENSCHAPPEN

# TRIGONOMÉTRIE

D. AERTS, P. BUEKEN, D. LUYCKX



# TABLE DES MATIÈRES

<b>Table des matières</b>	<b>3</b>
<b>1 Les calculatrices</b>	<b>5</b>
<b>2 Trigonométrie plane</b>	<b>11</b>
<b>3 Trigonométrie sphérique</b>	<b>15</b>



# CHAPITRE 1

## LES CALCULATRICES

► **1.1.** Calculez à l'aide de votre calculatrice. N'oubliez pas d'utiliser la touche "ANS".

$$a = 17.35, \quad b = 12.56$$

1. $a + b$	7. $\frac{1}{a + b}, \quad \sqrt{\frac{1}{a + b}}$
2. $a \cdot b$	8. $\frac{1}{a} + \frac{1}{b^2}, \quad \sqrt{\frac{1}{a} + \frac{1}{b^2}}$
3. $a^2 + b^3$	9. $\frac{b^2}{a + b}, \quad \left(\frac{b^2}{a + b}\right)^4$
4. $a^3 b^2$	
5. $\sqrt{a + b}$	10. $\sqrt{a^2 - 4b}, \quad \frac{-a + \sqrt{a^2 - 4b}}{2}$
6. $\sqrt{a^2 + b}$	

► **1.2.** Utilisez les mémoires de la calculatrice pour enregistrer les données. Faites ensuite les calculs indiqués sans entrer les valeurs de nouveau.

$$A = 38, \quad B = 17, \quad C = -146$$

$$P = A \cdot B - C, \quad Q = B^2 - 4AC, \quad R = \sqrt{AB + BC - CA}$$

$$S = AR + PQ$$

- **1.3.** Calculez à l'aide de votre calculatrice.

$$\sqrt{1027}, \quad \sqrt[5]{64}, \quad 6^{20}, \quad \sqrt[3]{27}$$

- **1.4.** Calculez à l'aide de votre calculatrice.

$$e^5, \quad \ln 20, \quad \ln 5^7, \quad \log_{10}(4^3 \cdot 5^6)$$

- **1.5.** Calculez à l'aide de votre calculatrice.

$$\alpha = 35^\circ 12' 17''$$

$$\sin \alpha, \quad \cos \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha, \quad \operatorname{cotg} \alpha$$

- **1.6.** Calculez à l'aide de votre calculatrice.

$$\beta = 12^\circ 18,3'$$

$$\sin \beta, \quad \cos \beta, \quad \operatorname{tg} \beta, \quad \operatorname{cotg} \beta$$

$$\frac{\sin \beta}{\operatorname{tg} \beta + 1}$$

- **1.7.** Calculez à l'aide de votre calculatrice.

$$\gamma = 1.7 \text{ rad}$$

$$\sin \gamma, \quad \cos \gamma, \quad \operatorname{tg} \gamma, \quad \operatorname{cotg} \gamma$$

$$\frac{\sin \gamma}{\operatorname{tg} \gamma + 1}$$

- **1.8.** Calculez à l'aide de votre calculatrice.

$$\delta = \frac{\pi}{7} \text{ rad}$$

$$\sin \delta, \quad \cos \delta, \quad \operatorname{tg} \delta, \quad \operatorname{cotg} \delta$$

$$\frac{\sin \delta}{\operatorname{tg} \delta + 1}$$

- **1.9.** Calculez à l'aide de votre calculatrice. Représentez les résultats en degrés et minutes. Zet om naar radiaalen.

$$a = 0.1735$$

$$\arcsin a, \quad \arccos a, \quad \operatorname{arctg} a, \quad \operatorname{arccotg} a$$

- **1.10.** Calculez à l'aide de votre calculatrice. Représentez les résultats en radians. Zet om naar graden en minuten.

$$a = 0.5735$$

$$\arcsin a, \quad \arccos a, \quad \operatorname{arctg} a, \quad \operatorname{arccotg} a$$

- **1.11.** Calculez à l'aide de votre calculatrice. Utilisez les mémoires de la calculatrice. Représentez le résultat final en degrés et minutes.

$$a = 70^\circ 18,3', \quad b = 35^\circ 12,7', \quad c = 15^\circ 38,4'$$

$$p = \cos a \cos b + \sin a \sin b \cos c, \quad \arccos(p)$$

$$A = \frac{\sin c}{\frac{\sin b}{\operatorname{tg} a} - \cos b \cos c}, \quad \operatorname{arctg}(A)$$

$$B = \frac{\sin b \operatorname{cotg} a - \cos b \cos c}{\sin c}, \quad \operatorname{arccotg}(B)$$

---

**Oplossingen - Solutions**
**1.1.**

1.	29.91	6.	17.708261	
2.	217.916	7.	0.0334336,	0.1828487
3.	2282.4077	8.	0.0639759,	0.2529346
4.	823906.1	9.	5.2742762,	773.84051
5.	5.4690036	10.	15.836114,	-0.7569431

**1.2.**

$$P = 792, \quad Q = 22481, \quad R = 60.926185, \quad S = 17807267$$

**1.3.**

$$32.046841, \quad 2.2973967, \quad 3.656 \cdot 10^{15}, \quad 5.0396842$$

**1.4.**

$$148.41316, \quad 2.9957323, \quad 11.266065, \quad 6$$

**1.5.**

$$0.5764997, \quad 0.8170974, \quad 0.7055458, \quad 1.4173424$$

**1.6.**

$$0.2131156, \quad 0.9770270, \quad 0.2181267, \quad 4.584492$$

$$0.1749536$$

**1.7.**

$$0.9916648, \quad -0.1288445, \quad -7.6966021, \quad -0.1299275$$

$$-0.1480848$$

**1.8.**

$$0.4338837, \quad 0.9009689, \quad 0.4815746, \quad 2.0765214$$

$$0.2928531$$

**1.9.**

$$9^\circ 59,5', \quad 80^\circ 0,5', \quad 9^\circ 50,6', \quad 80^\circ 9,4'$$

$$0.1743825 \text{ rad}, 1.3964139 \text{ rad}, 0.1717899 \text{ rad}, 1.3990065$$



**1.10.**

$$0.6107719, \quad 0.9600244, \quad 0.5207063, \quad 1.0500901$$
$$34^\circ 59,7', \quad 55^\circ 0,3', \quad 29^\circ 50,1', \quad 60^\circ 9,9'$$

**1.11.**

$$p = 0.7981167, \quad \arccos(p) = 37^\circ 3,0'$$
$$A = -0.4645087, \quad \operatorname{arctg}(A) = -24^\circ 54,9'$$
$$B = -2.1528121, \quad \operatorname{arccotg}(B) = -24^\circ 54,9'$$



# CHAPITRE 2

## TRIGONOMÉTRIE PLANE

☞ 2.1. Calculez:

- |                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| ▶1. $\sin 25^{\circ}33,2'$        | ▶5. $\operatorname{tg} 25^{\circ}33,2'$       |
| ▶2. $\cos 35^{\circ}23,8'$        | 6. $\operatorname{cotg} 35^{\circ}23,8'$      |
| 3. $\sin 125^{\circ}31,5'$        | 7. $\operatorname{tg} 125^{\circ}31,5'$       |
| 4. $\cos 56^{\circ}16,4'$         | 8. $\operatorname{cotg} 56^{\circ}16,4'$      |
| ▶9. $\arcsin 0,234$               | 13. $\arccos\left(-\frac{\sqrt{2}}{4}\right)$ |
| ▶10. $\arccos 0,234$              | 14. $\operatorname{arccotg} 1,678$            |
| ▶11. $\operatorname{arctg} 3,445$ | 15. $\operatorname{arctg} 0,342$              |
| 12. $\arcsin \frac{\sqrt{2}}{4}$  | 16. $\operatorname{arccotg} 0,112$            |

☞ 2.2. Calculez sans calculatrice:

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. $\sin 75^{\circ}$                | 5. $\sin 15^{\circ}$                |
| 2. $\cos 75^{\circ}$                | 6. $\cos 15^{\circ}$                |
| 3. $\operatorname{tg} 75^{\circ}$   | 7. $\operatorname{tg} 15^{\circ}$   |
| 4. $\operatorname{cotg} 75^{\circ}$ | 8. $\operatorname{cotg} 15^{\circ}$ |

- ☞☞ **2.3.** Dans un triangle rectangle  $\triangle ABC$ , les deux côtés rectangles sont  $a = 3\text{m}$  et  $b = 4\text{m}$ . Calculez la longueur de l'hypothénuse  $c$ . Déterminez également le sinus, le cosinus et la tangente des angles  $A$  et  $B$ . Calculez les angles  $A$  et  $B$ .

## Oplossingen - Solutions

## 2.1.

- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 1. 0,43135            | 5. 0,47812             |
| 2. 0,81516            | 6. 1,40731             |
| 3. 0,81386            | 7. -1,40066            |
| 4. 0,55523            | 8. 0,66759             |
| 9. $13^{\circ}32,0'$  | 13. $110^{\circ}42,3'$ |
| 10. $76^{\circ}28,0'$ | 14. $30^{\circ}47,6'$  |
| 11. $73^{\circ}48,8'$ | 15. $18^{\circ}52,8'$  |
| 12. $20^{\circ}42,3'$ | 16. $83^{\circ}36,6'$  |

## 2.2.

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} \sim 0,97$ | 5. $\frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} \sim 0,26$ |
| 2. $\frac{\sqrt{6} - \sqrt{2}}{4} \sim 0,26$ | 6. $\frac{\sqrt{6} + \sqrt{2}}{4} \sim 0,97$ |
| 3. $2 + \sqrt{3} \sim 3,73$                  | 7. $2 - \sqrt{3} \sim 0,27$                  |
| 4. $2 - \sqrt{3} \sim 0,27$                  | 8. $2 + \sqrt{3} \sim 3,73$                  |

## 2.3.

$$c = 5\text{m},$$

$$\sin A = \cos B = \frac{3}{5},$$

$$\cos A = \sin B = \frac{4}{5},$$

$$\text{tg } A = \frac{3}{4},$$

$$\text{tg } B = \frac{4}{3},$$

$$A = 36^{\circ}52,2',$$

$$B = 53^{\circ}7,8'$$



# CHAPITRE 3

## TRIGONOMÉTRIE SPHÉRIQUE

© **3.1.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$a = 126^\circ 29,6', \quad b = 128^\circ 1,8', \quad c = 30^\circ 46,4'.$$

Déterminez  $A$ ,  $B$  et  $C$ .

© **3.2.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$A = 67^\circ 40,2', \quad b = 86^\circ 45,2', \quad c = 108^\circ 36,8'.$$

Déterminez  $a$ ,  $B$  et  $C$ .

- ⊙ **3.3.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle KLM$ ,

$$k = 83^\circ 35,4', \quad l = 113^\circ 45,8', \quad m = 66^\circ 28'.$$

Déterminez  $K$ ,  $L$  et  $M$ .

- ⊙ **3.4.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle PQZ$ ,

$$Q = 79^\circ 15,6', \quad p = 103^\circ 10,1', \quad z = 47^\circ 8,9'.$$

Déterminez  $q$ ,  $P$  et  $Z$ .

- ⊙ **3.5.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle RST$ ,

$$T = 80^\circ 15,7', \quad r = 101^\circ 10,1', \quad s = 34^\circ 11,9'.$$

Déterminez  $t$ ,  $R$  et  $S$ .

- ⊙ **3.6.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle PQZ$ ,

$$p = 156^\circ 42,2', \quad q = 33^\circ 34,4', \quad z = 144^\circ 6,6'.$$

Déterminez  $P$ ,  $Q$  et  $Z$ .

- ⊙ **3.7.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$B = 68^\circ 35,4', \quad a = 58^\circ 15,7', \quad c = 40^\circ 15,8'.$$

Déterminez  $b$ ,  $A$  et  $C$ .

- ⊙ **3.8.** (Labo T1) Dans le triangle sphérique  $\triangle PQR$ ,

$$p = 44^\circ 32,1', \quad q = 104^\circ 27,4', \quad r = 67^\circ 8'.$$

Déterminez  $P$ ,  $Q$  et  $R$ .

- ⊙ **3.9.** (Labo T1) Déterminez la distance minimale entre les deux positions:

$$\begin{aligned} \text{Honolulu } 21^\circ 19' \text{ LN, } & 157^\circ 50' \text{ gO,} \\ \text{Bruxelles } 50^\circ 50' \text{ LN, } & 4^\circ 21' \text{ ge.} \end{aligned}$$



© 3.10. (Labo T1) Déterminez la distance minimale BI, IH et HB.

$$\text{Bordeaux (B) } 44^{\circ}30' \text{ LN, } 0^{\circ}20,4' \text{ gO,}$$

$$\text{Istanbul (I) } 41^{\circ}1,2' \text{ LN, } 28^{\circ}34,2' \text{ gE,}$$

$$\text{Helsinki (H) } 60^{\circ}4,8' \text{ LN, } 25^{\circ} \text{ gE.}$$

☆ 3.11. Dans un triangle sphérique, les dimensions suivantes sont connues. Calculez les autres dimensions.

$$\triangle PQZ : p = 86^{\circ}45,2', q = 108^{\circ}36,6', Z = 67^{\circ}40,2'$$

$$\triangle RST : r = 55^{\circ}5,5', s = 66^{\circ}54,3', t = 79^{\circ}27,3'$$

$$\triangle KLM : K = 64^{\circ}26,4', l = 76^{\circ}24,3', m = 109^{\circ}1,5'$$

$$\triangle RST : R = 59^{\circ}24,3', s = 71^{\circ}26,4', t = 111^{\circ}1,8'$$

$$\triangle PQZ : p = 86^{\circ}45,2', q = 108^{\circ}36,6', Z = 67^{\circ}40,2'$$

$$\triangle PRZ : Z = 65^{\circ}31,2', p = 126^{\circ}2,8', r = 28^{\circ}36,7'$$

$$\triangle RST : R = 65^{\circ}31,2', s = 126^{\circ}2,8', t = 25^{\circ}1,8'$$

$$\triangle KLM : K = 68^{\circ}32,2', l = 119^{\circ}2,8', m = 35^{\circ}36,7'$$

$$\triangle PRZ : Z = 64^{\circ}32,2', p = 121^{\circ}2,8', r = 30^{\circ}36,7'$$

$$\triangle KLM : K = 67^{\circ}40,2', p = 108^{\circ}36,8', r = 86^{\circ}45,2'$$

☆ 3.12. Dans un triangle sphérique, les dimensions suivantes sont connues. Calculez les autres dimensions.

$$\triangle RST : r = 56^{\circ}22,1', s = 65^{\circ}54,2', t = 78^{\circ}27,4'$$

$$\triangle RST : r = 53^{\circ}5,5', s = 103^{\circ}4,3', t = 59^{\circ}1,3'$$

$$\triangle KLM : l = 51^{\circ}5,6', m = 104^{\circ}5,3', k = 59^{\circ}1,3'$$

$$\triangle KLM : l = 53^{\circ}5,5', m = 103^{\circ}4,3', k = 59^{\circ}1,3'$$

$$\triangle RST : r = 55^{\circ}5,5', s = 66^{\circ}54,3', t = 79^{\circ}27,3'$$

$$\triangle RST : r = 56^{\circ}22,1', s = 65^{\circ}54,2', t = 78^{\circ}27,4'$$

$$\triangle RST : r = 51^{\circ}5,6', s = 104^{\circ}5,3', t = 59^{\circ}1,3'$$

© **3.13.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$a = 110^\circ 13,3', \quad b = 58^\circ 21,2', \quad C = 90^\circ.$$

Déterminez  $A$ ,  $B$  et  $c$ .

© **3.14.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$a = 105^\circ 24,7', \quad B = 28^\circ 36,2', \quad C = 90^\circ.$$

Déterminez  $A$ ,  $b$  et  $c$ .

© **3.15.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle KLM$ ,

$$k = 78^\circ 9,8', \quad L = 148^\circ 18,4', \quad K = 90^\circ.$$

Déterminez  $l$ ,  $M$  et  $m$ .

© **3.16.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$a = 51^\circ 13,9', \quad c = 79^\circ 51,8', \quad C = 90^\circ.$$

Déterminez  $A$ ,  $b$  et  $B$ .

© **3.17.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle KLM$ ,

$$l = 141^\circ 33,5', \quad L = 127^\circ 9,7', \quad K = 90^\circ.$$

Déterminez  $k$ ,  $m$  et  $M$ .

⊙ **3.18.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$A = 71^{\circ}32,1', \quad b = 49^{\circ}23,7', \quad C = 90^{\circ}.$$

Déterminez  $a$ ,  $B$  et  $c$ .

⊙ **3.19.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle PQZ$ ,

$$P = 136^{\circ}24,9', \quad z = 63^{\circ}17,4', \quad Z = 90^{\circ}.$$

Déterminez  $p$ ,  $Q$  et  $q$ .

⊙ **3.20.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$A = 156^{\circ}17,4', \quad b = 72^{\circ}12,3', \quad B = 90^{\circ}.$$

Déterminez  $a$ ,  $C$  et  $c$ .

⊙ **3.21.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle ABC$ ,

$$b = 138^{\circ}46,3', \quad B = 125^{\circ}10,4', \quad C = 90^{\circ}.$$

Déterminez  $a$ ,  $C$  et  $c$ .

⊙ **3.22.** (Labo T2) Dans le triangle sphérique  $\triangle RST$ ,

$$r = 35^{\circ}34,3', \quad t = 45^{\circ}48,2', \quad T = 90^{\circ}.$$

Déterminez  $R$ ,  $s$  et  $S$ .

⊗ **3.23.** Dans un triangle sphérique, les dimensions suivantes sont connues. Calculez les autres dimensions.

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, b = 155^{\circ}12,6', c = 72^{\circ}13,1'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, b = 55^{\circ}12,6', B = 72^{\circ}13,1'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, b = 125^{\circ}15,3', B = 100^{\circ}12,8'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, a = 134^{\circ}56,9', b = 145^{\circ}22,8'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, a = 21^{\circ}56,9', b = 15^{\circ}22,8'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, b = 35^{\circ}34,3', C = 75^{\circ}22,8'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, b = 135^{\circ}34,3', C = 120^{\circ}21,5'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, a = 95^{\circ}34,3', C = 120^{\circ}21,5'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, a = 85^{\circ}24,3', C = 118^{\circ}21,5'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, a = 86^{\circ}24,3', C = 35^{\circ}22,4'$$

$$\triangle ABC : A = 90^{\circ}, B = 85^{\circ}24,3', C = 118^{\circ}21,5'$$

☆ **3.24.** Dans un triangle sphérique, les dimensions suivantes sont connues. Calculez les autres dimensions.

$$\triangle KLM : K = 90^\circ, L = 155^\circ 12, 6', k = 72^\circ 13, 1'$$

$$\triangle KLM : K = 90^\circ, L = 150^\circ 15, 3', k = 70^\circ 14, 6'$$

$$\triangle KLM : K = 90^\circ, k = 49^\circ 15, 3', M = 103^\circ 24, 6'$$

$$\triangle PQR : Q = 90^\circ, q = 45^\circ 24, 6', R = 112^\circ 15, 6'$$

$$\triangle KLM : K = 90^\circ, k = 79^\circ 56, 7', L = 125^\circ 24, 3'$$

$$\triangle KLM : K = 90^\circ, k = 79^\circ 56, 7', L = 54^\circ 35, 7'$$

$$\triangle ABC : A = 90^\circ, a = 73^\circ 15, 3', b = 125^\circ 12, 9'$$

$$\triangle KLM : K = 90^\circ, L = 147^\circ 15, 3', k = 72^\circ 14, 6'$$

$$\triangle ABC : A = 90^\circ, B = 67^\circ 38, 8', C = 155^\circ 12, 6'$$

## Oplossingen - Solutions

- 3.1.  $A = 99^{\circ}20,3'$ ,  $B = 104^{\circ}48,1'$ ,  $C = 38^{\circ}54,1'$
- 3.2.  $a = 70^{\circ}2,2'$ ,  $B = 79^{\circ}17,1'$ ,  $C = 111^{\circ}8,7'$
- 3.3.  $K = 71^{\circ}2,8'$ ,  $L = 119^{\circ}25,2'$ ,  $M = 60^{\circ}45,6'$
- 3.4.  $q = 91^{\circ}15,3'$ ,  $P = 106^{\circ}53,2'$ ,  $Z = 46^{\circ}5,5'$
- 3.5.  $t = 93^{\circ}50,3'$ ,  $R = 104^{\circ}16,8'$ ,  $S = 33^{\circ}43,5'$
- 3.6.  $P = 138^{\circ}40,8'$ ,  $Q = 67^{\circ}24,2'$ ,  $Z = 101^{\circ}50,7'$
- 3.7.  $b = 52^{\circ}59'$ ,  $A = 82^{\circ}34,9'$ ,  $C = 48^{\circ}54,1'$
- 3.8.  $P = 24^{\circ}49,1'$ ,  $Q = 144^{\circ}34,9'$ ,  $R = 33^{\circ}28'$

3.9.

$$106^{\circ}9,7'$$

3.10.

$$BI = 21^{\circ}23,6', \quad IH = 19^{\circ}11,3', \quad HB = 21^{\circ}43'.$$

3.11.

$$\begin{aligned} P &= 79^{\circ}17,2', & Q &= 111^{\circ}8,5', & z &= 70^{\circ}2,2' \\ R &= 56^{\circ}23,8', & S &= 69^{\circ}6,4', & T &= 93^{\circ}9,1' \\ L &= 67^{\circ}44,4', & M &= 115^{\circ}49,4', & k &= 71^{\circ}20,8' \\ S &= 60^{\circ}2,8', & T &= 121^{\circ}27,0', & r &= 70^{\circ}21,5' \\ P &= 79^{\circ}17,2', & Q &= 111^{\circ}8,5', & z &= 70^{\circ}2,2' \\ P &= 128^{\circ}2,9', & R &= 27^{\circ}48,1', & z &= 110^{\circ}51,8' \\ S &= 126^{\circ}54,1', & T &= 24^{\circ}44,2', & r &= 113^{\circ}2,6' \\ L &= 123^{\circ}42,5', & M &= 33^{\circ}38,8', & k &= 102^{\circ}1,9' \\ P &= 126^{\circ}50,7', & R &= 28^{\circ}24,1', & z &= 104^{\circ}51,0' \\ P &= 111^{\circ}8,7', & R &= 79^{\circ}17,1', & k &= 70^{\circ}2,2' \end{aligned}$$

3.12.

$$\begin{aligned} R &= 58^{\circ}8,2', & S &= 68^{\circ}37,0', & T &= 91^{\circ}57,7' \\ R &= 30^{\circ}51,3', & S &= 141^{\circ}20,0', & T &= 33^{\circ}21,7' \\ K &= 27^{\circ}48,6', & L &= 25^{\circ}3,1', & M &= 148^{\circ}8,7' \\ K &= 33^{\circ}21,7', & L &= 30^{\circ}51,3', & M &= 141^{\circ}20,0' \\ R &= 56^{\circ}23,8', & S &= 69^{\circ}6,4', & T &= 93^{\circ}9,1' \\ R &= 58^{\circ}8,2', & S &= 68^{\circ}37,0', & T &= 91^{\circ}57,7' \\ R &= 25^{\circ}3,1', & S &= 148^{\circ}8,7', & T &= 27^{\circ}48,6' \end{aligned}$$

**3.13.**  $A = 107^{\circ}24,6'$ ,  $B = 59^{\circ}57,5'$ ,  $c = 100^{\circ}26,9'$

**3.14.**  $A = 97^{\circ}18,6'$ ,  $b = 27^{\circ}43,8'$ ,  $c = 103^{\circ}36,3'$

**3.15.**  $l = 149^{\circ}3,4'$ ,  $m = 103^{\circ}50,2'$ ,  $M = 97^{\circ}13,1'$

**3.16.**  $A = 52^{\circ}22,6'$ ,  $b = 73^{\circ}40,6'$ ,  $B = 77^{\circ}8,2'$

**3.17.**  $k = 51^{\circ}16,4'$ ,  $m = 143^{\circ}0,6'$ ,  $M = 129^{\circ}32,1'$   
 $k = 128^{\circ}43,6'$ ,  $m = 36^{\circ}59,4'$ ,  $M = 50^{\circ}27,9'$

**3.18.**  $a = 66^{\circ}15,6'$ ,  $B = 51^{\circ}52,7'$ ,  $c = 74^{\circ}48,6'$

**3.19.**  $p = 141^{\circ}59,1'$ ,  $q = 124^{\circ}47,1'$ ,  $Q = 113^{\circ}9,7'$

**3.20.**  $a = 157^{\circ}29,3'$ ,  $c = 109^{\circ}19,1'$ ,  $C = 97^{\circ}38,7'$

**3.21.**

$$a = 38^{\circ}8,3', \quad c = 126^{\circ}16,0', \quad A = 49^{\circ}59,4'$$

$$a = 141^{\circ}51,7', \quad c = 53^{\circ}44,0', \quad A = 130^{\circ}0,6'$$

**3.22.**

$$R = 54^{\circ}13,9', \quad S = 45^{\circ}56,4', \quad s = 31^{\circ}0,7'$$

**3.23.**

$$B = 154^{\circ}7,5', \quad C = 82^{\circ}20,5', \quad a = 106^{\circ}5,8'$$

$$C = 32^{\circ}21,6', a = 59^{\circ}35,6', c = 27^{\circ}29,5' \quad C = 147^{\circ}38,4', a = 120^{\circ}24,4', c = 152^{\circ}30,5'$$

$$C = 162^{\circ}6,6', a = 56^{\circ}4,3', c = 165^{\circ}14,0' \quad C = 17^{\circ}53,4', a = 123^{\circ}55,7', c = 14^{\circ}46,0'$$

$$B = 126^{\circ}36,5', \quad C = 46^{\circ}26,3', \quad c = 30^{\circ}51,3'$$

$$B = 45^{\circ}12,0', \quad C = 46^{\circ}57,2', \quad c = 15^{\circ}51,1'$$

$$B = 38^{\circ}5,3', \quad a = 70^{\circ}33,6', \quad c = 65^{\circ}50,9'$$

$$B = 128^{\circ}2,4', \quad a = 62^{\circ}43,5', \quad c = 129^{\circ}55,2'$$

$$B = 80^{\circ}35,3', \quad b = 79^{\circ}4,5', \quad c = 120^{\circ}49,0'$$

$$B = 98^{\circ}26,5', \quad b = 99^{\circ}36,2', \quad c = 118^{\circ}41,9'$$

$$B = 87^{\circ}27,1', \quad b = 85^{\circ}35,6', \quad c = 35^{\circ}17,6'$$

$$a = 92^{\circ}29,2', \quad b = 84^{\circ}46,6', \quad c = 118^{\circ}27,5'$$

**3.24.**

$$l = 156^{\circ}28,1', \quad M = 98^{\circ}1,7', \quad m = 109^{\circ}27,4'$$

$$l = 152^{\circ}9,9', \quad M = 100^{\circ}56,0', \quad m = 112^{\circ}28,4'$$

$$l = 164^{\circ}56,0', \quad L = 159^{\circ}56,0', \quad m = 132^{\circ}31,6'$$

$$P = 149^{\circ}45,4', \quad p = 158^{\circ}58,8', \quad r = 138^{\circ}46,2'$$

$$l = 126^{\circ}37,5', \quad M = 103^{\circ}48,0', \quad m = 107^{\circ}1,0'$$

$$l = 53^{\circ}22,5', \quad M = 76^{\circ}12,0', \quad m = 72^{\circ}59,0'$$

$$B = 121^{\circ}26,5', \quad C = 115^{\circ}13,9', \quad c = 119^{\circ}58,6'$$

$$l = 148^{\circ}59,6', \quad M = 101^{\circ}5,8', \quad m = 110^{\circ}50,6'$$

$$a = 152^{\circ}55,1', \quad b = 24^{\circ}54,0', \quad c = 168^{\circ}59,7'$$