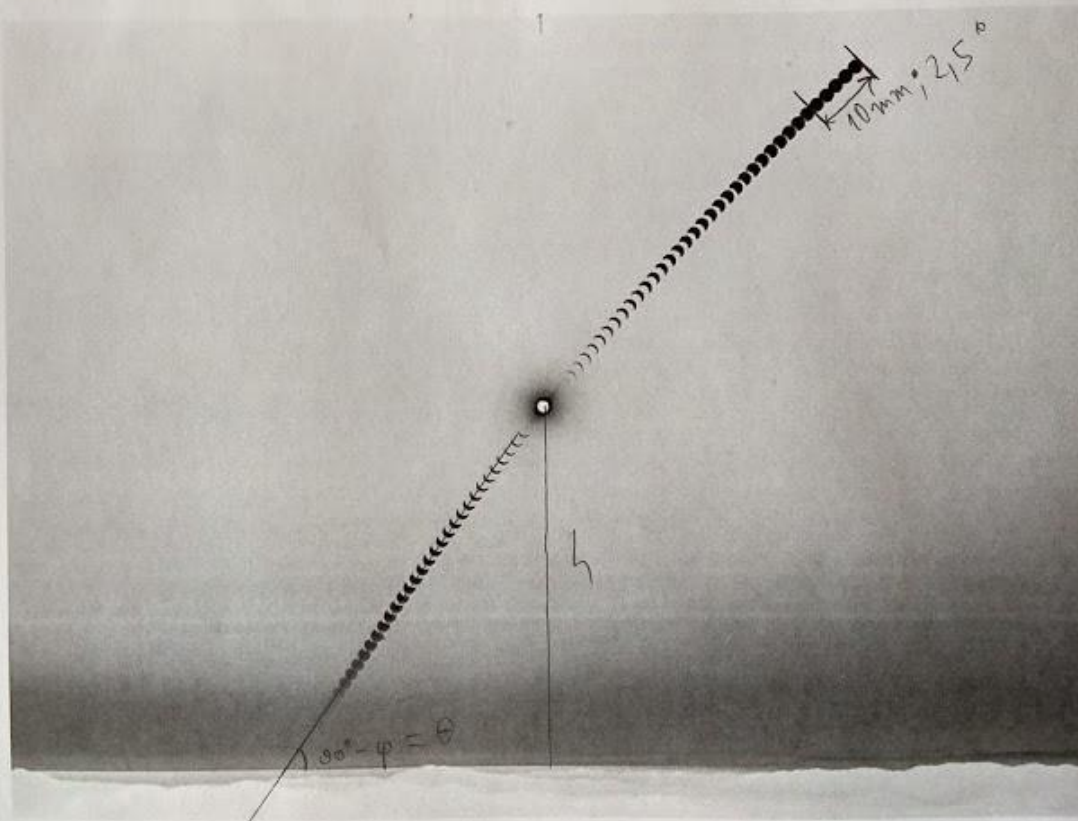


XXVII Санкт-Петербургска
олимпиада по астрономия
Практически тур

2020
1
Март

10 клас

На даденото Ви изображение има серия от снимки на пълно слънчево затъмнение, наложени една върху друга. Затъмнението е наблюдавано на 2-ри юли по залез Слънце. Максималната фаза на затъмнението е наблюдавана в 20h 40min по универсално време. На изображението се вижда линията на хоризонта. Определете, колкото се може по-точно, географските координати на мястото, където е проведено наблюдението.



XXVII Санкт-Петербургска Олимпиада
 по астрономия
 Практически тур
 1.03.2020

Ъгълът Θ под който
 залязва Слънцето е

$$\Theta \approx 55^\circ$$

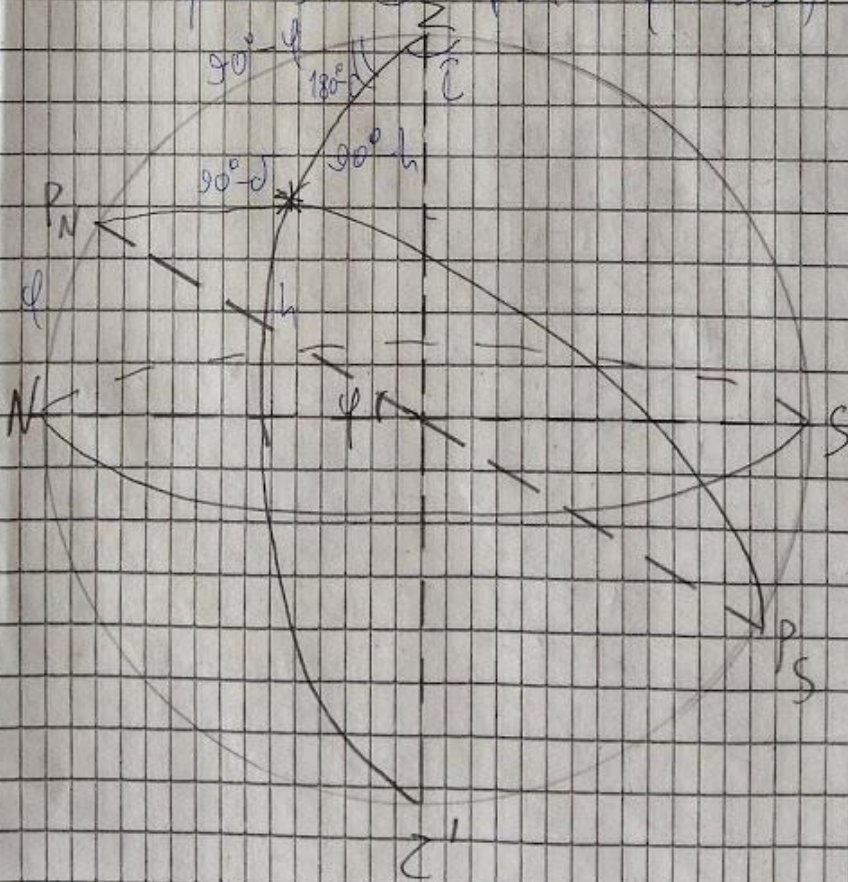
$$\Theta = 90^\circ - \varphi$$

$$\varphi = 90^\circ - \Theta \approx 35^\circ$$

Хоризонт

От изгледа на заляза можем да заключим,
 че наблюдателят е в южното полутопло:

$$\varphi = 35^\circ S \quad (\text{или } \varphi = -35^\circ)$$



$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \varphi) \cos(90^\circ - h) + \sin(90^\circ - \varphi) \sin(90^\circ - h) \cdot \cos(180^\circ - \alpha)$$

$$\sin \delta = \sin \varphi \sin h - \cos \varphi \cos h \cos \alpha$$

$$\cos \alpha = \frac{\sin \varphi \sin h + \sin \delta}{\cos \varphi \cos h}$$

δ - деклинация на Слънцето

h - височина на максимална фаза

φ - широта в уравнението със знака си

Параметърът на Слънчевия диск е $0,5^\circ$
Измерваме, че 1° диска съответства
10 mm.

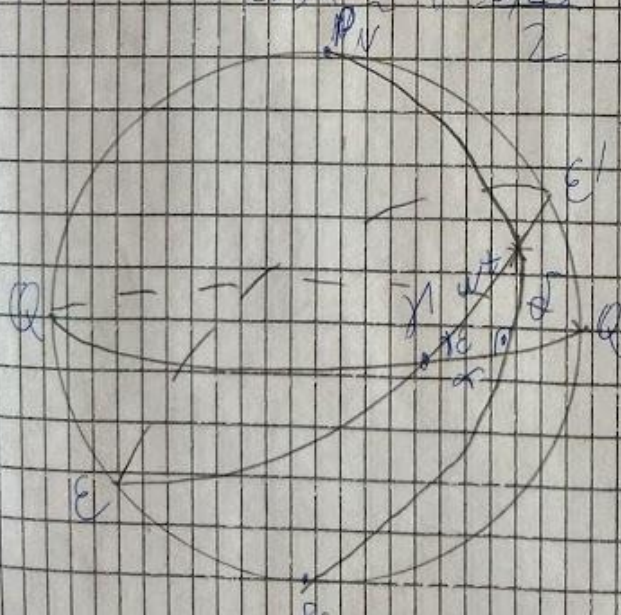
$$\text{мащаб: } \frac{5 \cdot 0,5^\circ}{10 \text{ mm}} = 0,25^\circ/\text{mm}$$

На h съответства 54 mm

$$h \approx 54 \text{ mm} \cdot 0,25^\circ/\text{mm} \approx 13,5^\circ$$

$$h \approx 0,23 \text{ рад} \quad \sinh h \approx 0,23$$

$$\cosh h \approx 1 - 0,23^2 \approx 0,93$$



$u \approx 1^\circ/\text{h}$ - отново

скорост на Слънцето

по екватора

t - време, за

прелетното разстояние

деклинация

$$E \approx 23,5^\circ$$

$$\frac{\sin(90^\circ)}{\sin(\omega t)} = \frac{\sin \epsilon}{\sin \delta}$$

$$\sin \delta = \sin \epsilon \cdot \sin(\omega t)$$

$$\sin \epsilon \approx 0,39$$

t_s - момент на изхода спрямо северна
(21.06)

$$\omega t = \omega(t - t_s) + \omega t_s = 90^\circ + \omega(t - t_s)$$

$$\sin(\omega t) = \cos(\omega(t - t_s))$$

$$t \rightarrow 2.04 \Rightarrow t - t_s = 11^h$$

$$\omega(t - t_s) \approx 11^\circ$$

$$\sin(\omega t) \approx 1 - \frac{[\omega(t - t_s)]^2}{2} \approx 0,98$$

$$\sin \delta = \sin \epsilon \cdot \sin(\omega t) \approx 0,39$$

Чрез линейна интерполация можем да установим, че:

$$\sin \varphi \approx 0,54 \quad \cos \varphi \approx 0,80$$

Така се получава $\cos \varphi \approx -0,41$

$$\cos(180^\circ - \varphi) = 0,41$$

$$180^\circ - \varphi \approx 45^\circ$$

$$\varphi \approx 135^\circ$$

За местното време е в сила:

$$t_E = \text{GMT} + 12^h$$

$$t_E = t_{UT} + \frac{\lambda}{360^\circ} \cdot 24^h, \quad t_{UT} = 20^h 40^{\text{min}}$$

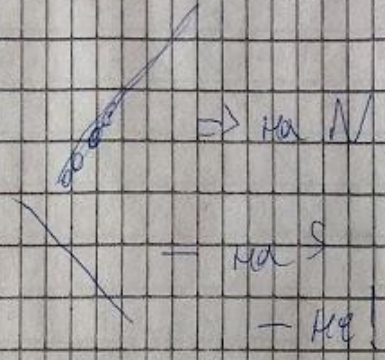
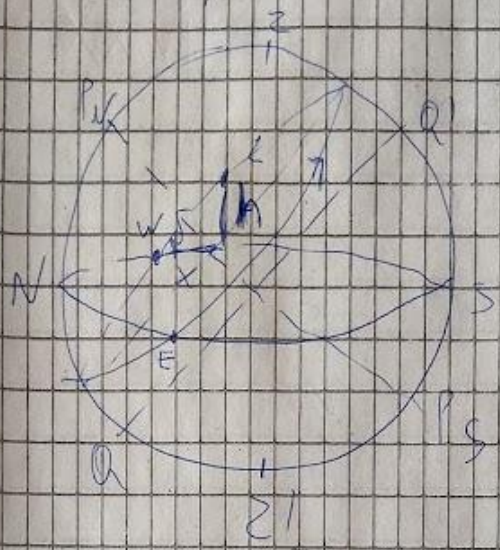
$$t_{UT} + \frac{\lambda}{360^\circ} \cdot 24^h = \text{GMT} + 12^h$$

$$\lambda = \varphi - 15^\circ \cdot (t_{UT} + 12) = 335^\circ$$

или съответно $\lambda = 360^\circ - 335^\circ = 25^\circ W$

① -говор: $35^\circ S, 25^\circ W$

Углы наклона

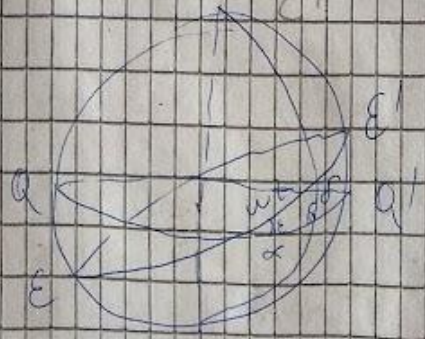
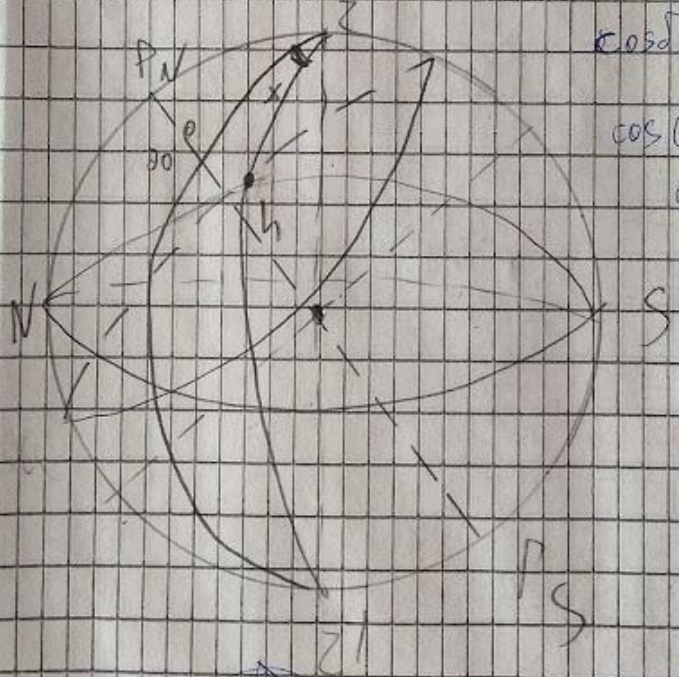


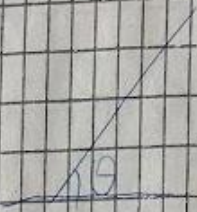
$$\frac{\sin 90^\circ}{\sin \omega t} = \frac{\sin \delta}{\sin \delta}$$

$$\sin \delta = \sin \delta \sin \omega t$$

$$\cos \delta = \cos \delta \cos \omega t + \sin \delta \sin \omega t \cos \epsilon$$

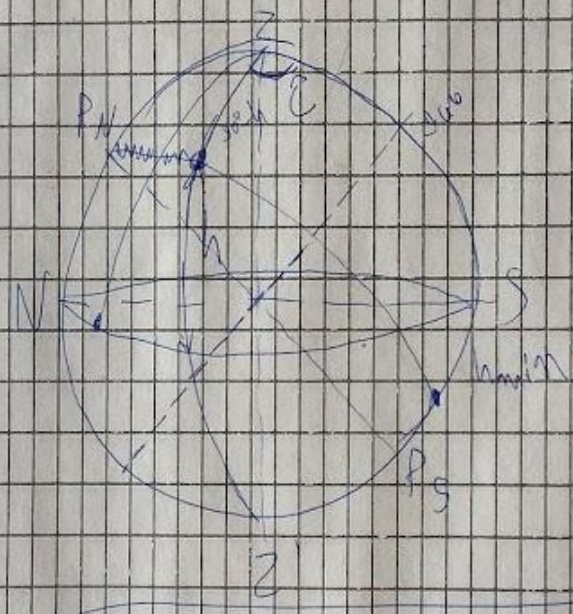
$$\cos(\omega t) = \frac{\cos \delta \cos \delta}{\cos \delta}$$





$$\theta = 90^\circ - \varphi$$

$$t_{\Sigma} = t_{\text{air}} + \frac{W}{360^\circ} \cdot 24^h = 2[1] + 12^h$$



$$90^\circ - \varphi \approx 55^\circ$$

$$\varphi \approx 35^\circ$$

$$30^\circ \rightarrow \frac{1}{2} = 0,5 \quad , \quad 0,85$$

$$45^\circ \rightarrow \approx 0,7 \quad , \quad 0,7$$

$$\sin \varphi \approx \frac{\Delta \sin \varphi}{\Delta \varphi} (\varphi - 30^\circ) + \sin 30^\circ \approx 0,7 \cdot 0,2 + 0,5 \approx 0,64$$

$$\cos \varphi \approx \frac{\Delta \cos \varphi}{\Delta \varphi} (\varphi - 30^\circ) + \cos 30^\circ \approx -0,15 \cdot 5^\circ + 0,85$$

$$\cos \varphi \approx 0,8$$

$$\cos \varphi = \frac{\sin \varphi \sin h - \sin d}{\cos \varphi \cos h}$$

$$\omega t = \omega(t - t_s) + \underbrace{\omega t_s}_{90^\circ}$$

$$\sin(\omega t) = \cos(\omega(t - t_s)) \approx 1 - \frac{\omega^2(t - t_s)^2}{2}$$

$$\omega = 360^\circ / 1 \text{ s} = 360^\circ / 365,25 \text{ d}$$

$$\omega \approx 1^\circ/\text{d}$$

$$t - t_s = 21.07 - 21.06 = 11 \text{ d}$$

$$\omega(t - t_s) \approx 11^\circ$$

$$\frac{11}{180} \approx \frac{33}{180^\circ} = \frac{11}{60} \approx 0,18$$

$$0,14 \cdot 0,14$$

$$+ 11^\circ$$

$$11$$

$$0,0289$$

$$0,0289 \cdot 2 = 0,0578$$

~~0,0578~~

$$\sin(\omega t) \approx 0,98 \approx 1$$

$$\sin d = \sin \varepsilon \sin(\omega t) \approx 0,4$$

$$\varepsilon = 23,5^\circ = \frac{23,5 \cdot 5}{180} = \frac{23,5}{36} \approx 0,65 \text{ rad} \approx 0,39$$

$$\sin \varepsilon \approx 0,40$$

$$\cos \varphi = \frac{0,54 \cdot 0,23 - 0,4}{0,8 \cdot 0,93} \approx \frac{1,2 - 0,4}{0,8 \cdot 0,9} = 1$$

$$\frac{23,5 \cdot 5}{18} \approx 3,9$$

$$\begin{array}{r} 55 \\ -54 \\ \hline 1 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0,39 \\ -0,13 \\ \hline 0,26 \end{array}$$

$$0,54 \cdot 0,23$$

$$\begin{array}{r} 141 \\ + 114 \\ \hline 1254 \end{array} \approx 0,1254$$

$$\cos \varphi = -0,36 \approx -0,36$$

$$\frac{2,8:9 \approx 0,31}{18}$$

$$\cos \alpha \approx -0,29$$

50

$$\cos(180^\circ - \alpha) \approx 0,29$$

$$\sin(180^\circ - \alpha) \approx \sqrt{1 - (0,29)^2} \approx \sqrt{0,916} \approx 0,96$$

$$0,20 \cdot 0,20$$

$$0,98 \cdot 0,98$$

$$+ \frac{484}{882}$$

$$0,9609$$

$$0,20 \cdot 0,29$$

$$+ \frac{58}{882}$$

$$\approx 0,0871$$

$$\approx 4,6$$

$$\frac{4,6}{5,1}$$

$$0,99$$

$$0,95 \cdot 0,95$$

$$+ \frac{475}{855}$$

$$0,9025$$

$$0,96 \cdot 0,96$$

$$+ \frac{546}{864}$$

$$\approx 0,9186$$

$$\cos \alpha \approx -0,13 - 0,40$$

$$0,8 \cdot 0,93$$

$$= \frac{-0,53}{0,744} \approx -0,71$$

$$\frac{0,93}{0,8}$$

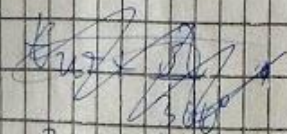
$$+ \frac{4}{5}$$

$$\approx 0,71$$

$$\alpha \approx 43^\circ$$

$$\Rightarrow 180^\circ - \alpha \approx 137^\circ$$

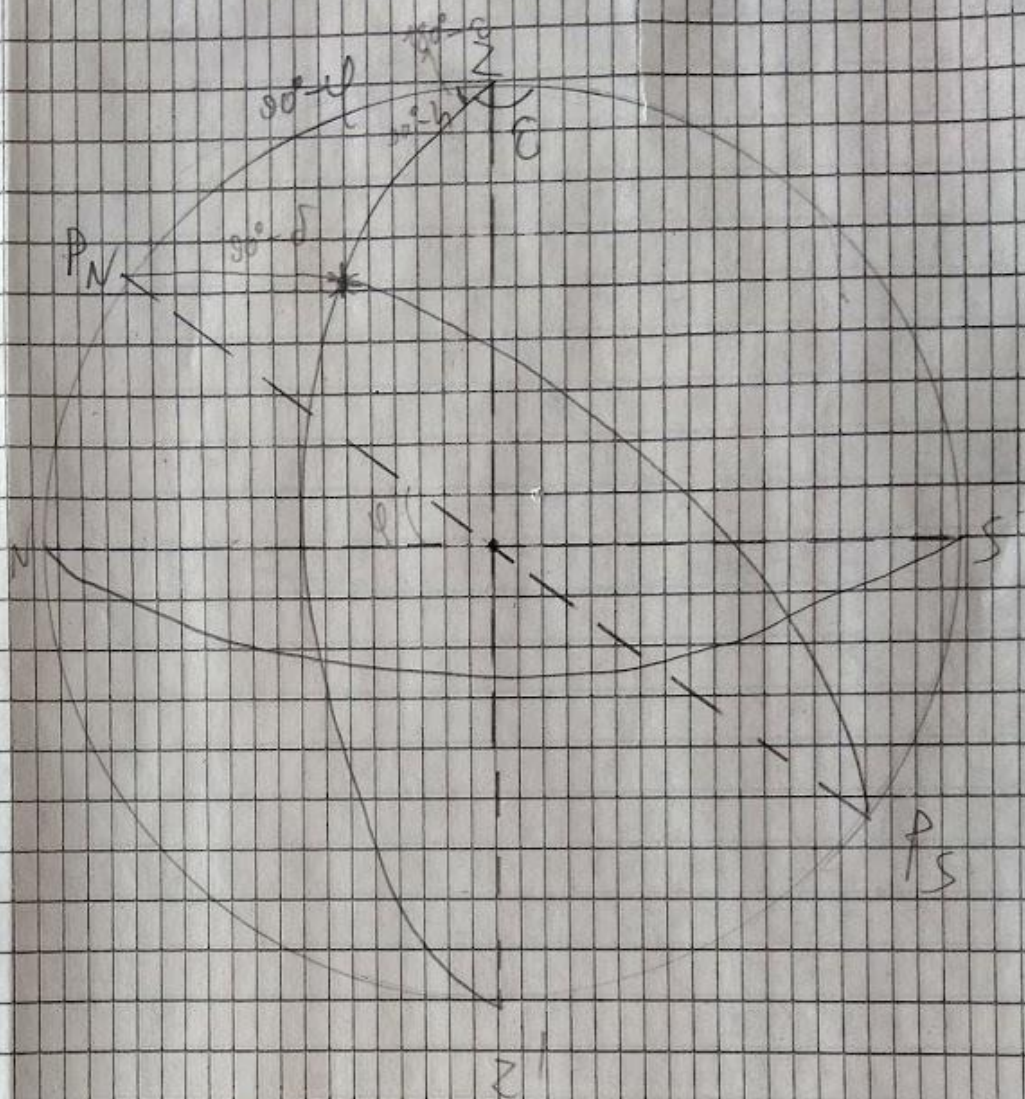
$$\alpha \approx 104^\circ$$



$$24h + 5h = 24h + 12h$$

$$R = \frac{24h}{360^\circ} = 24h - 24h + 12$$

$$R = 15^\circ h (24h - 24h + 12)$$



$$\cos(90^\circ - \delta) = \cos(90^\circ - \alpha) \cos(90^\circ - h) + \sin(90^\circ - \alpha) \sin(90^\circ - h) \cos(180^\circ - \epsilon)$$

$$\sin \delta = \sin \alpha \sin h + \cos \alpha \cos h \cos \epsilon$$

$$\cos \alpha \cos h \cos \epsilon = \sin \alpha \sin h - \sin \delta$$

$$\cos \epsilon = \frac{\sin \alpha \sin h - \sin \delta}{\cos \alpha \cos h}$$

$\epsilon \approx 2,5^\circ$
 $5 \text{ Grad} \rightarrow 10 \text{ mm}$ $\epsilon_0 \approx 0,5^\circ$
 Maßstab: $0,25 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{mm}}$
 $h \approx 54 \text{ mm}$, $0,25 \text{ } \frac{\text{mm}}{\text{mm}} \approx 13,5^\circ$

$$\alpha = 210^\circ - 15^\circ \cdot \frac{1}{3} (120 - 12) =$$

$$= 210^\circ - 15 \cdot \left(\frac{108}{3} \right) = 210^\circ - 120 + 10 = -3^\circ$$

$$\alpha = 3^\circ W$$

$$\begin{array}{r} 360^\circ \\ - 107^\circ \\ \hline 253^\circ \end{array}$$

$$253 - 120^\circ + 10 = 143^\circ$$

$$135 - 22 \cdot 15 - 10 =$$

$$\begin{array}{r} 135 \\ - 32 \cdot 15 \\ \hline 160 \\ + 32 \\ \hline 480 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 470 \\ - 135 \\ \hline 335 \end{array}$$