

التیودولیت + التمرین الأول (مضلعات التیودولیت المقفلة)

التيودوليت The Theodolite

(١) تعريف :-

التيودوليت هو جهاز مساحي لقياس الزوايا (الزوايا الأفقية أو الزوايا الرأسية)

(٢) تطبيقات التيودوليت :-

- (١) قياس الزوايا الأفقية
 - (٢) قياس الزوايا الرأسية والأفقية
 - (٣) قياس الزوايا الرأسية والأفقية
 - (٤) قياس الزوايا الأفقية
- التطبيق ← (في المضلعات المقفلة والمفتوحة)
التطبيق ← (في القياس التاكيومترى للمسافات)
التطبيق ← (عند عمل الميزانية المثلثية)
التطبيق ← (عند تخطيط المنحنيات الأفقية)

(٣) استخدامات التيودوليت :-

(الرصد الفلكي - الميزانية الجيوديسية - شبكات المثلثات - التخطيط والتوقيع المساحي للمنحنيات)

(٤) أنواع التيودوليت :-

- (١) التيودوليت ذو الورنية (أول نوع أنتج من التيودوليت ويستخدم في الأعمال ذات الدقة العادية)
- (٢) التيودوليت الضوئي (يستخدم في تحديد إحداثيات لنقط بالتقاطع الضوئي)
- (٣) التيودوليت الإلكتروني (أسهل في الاستخدام وأدق من التيودوليت الضوئي)
- (٥) التيودوليت الجيروسكوبي (تيودوليت عادي مزود بوحدة جيروسكوب لتحديد اتجاه الشمال الحقيقي)
- (٦) التيودوليت التاكيومترى (تيودوليت عادي مزود بدائرة رأسية إضافية لقياس المسافات فوق الارتفاع بين النقط وتستخدم معة خاصة تسمى قامة تاكيومترية)

(٥) تركيب التيودوليت الضوئي :-

- (١) الجزء العلوي (الأيداد) ◀ (المنظار + الدائرة الرأسية)
- (٢) الجزء الأوسط (الدائرة الأفقية) ◀ (الدائرة الأفقية + ميزان التسوية الطولي والدائري + مسماري الحركة السريع والبطيء للدائرة الأفقية)
- (٣) الجزء السفلي (القاعدة) ◀ (٣ مسامير لضبط الأفقية + مسمار ربط الدائرة الأفقية بالقاعدة)

(٦) ضبط جهاز التيودوليت للعمل :-

وتشمل عملية ضبط جهاز التيودوليت نوعين من الضبط هما :-

(١) الضبط المؤقت

(٢) الضبط الدائم

(١) الضبط المؤقت :- (وتتم عملية الضبط المؤقت قبل استخدام التيودوليت في الرصد وبعد نقل الجهاز) وتشمل

التسامت ◀ (معنى التسامت هو وضع الجهاز فوق نقطة الرصد ويتم هذا باستخدام خيط وثقل الشاغول أو استخدام منظار التسامت الضوئي)

أفقية الجهاز ◀ (معنى أفقية الجهاز هي جعل ميزان التسوية الخاص بالدائرة الأفقية افقى تماما ويتم هذا باستخدام مسامير التسوية وميزان التسوية الموجود في الدائرة الأفقية)

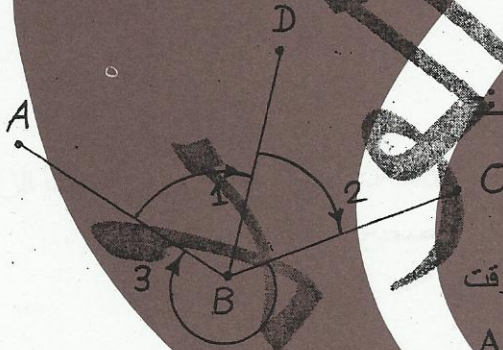
التطبيق ◀ (معنى التطبيق هو انطباق الصورة المتكونة للهدف على مستوى حامل الشعرات ويتم هذا بجعل شعرات حامل الشعرات واحدة تماما)

(٢) الضبط الدائم :- (وتتم عملية الضبط الدائم في المصنع كل ٣ أو ٤ شهور ويتم هذا في المصنع والغرض

منها التحقق من دقة محاور التيودوليت الخمسة وهي) :-

- ١- المحور الرأسى لدوران الاليداد
- ٢- المحور الأفقى لدوران المنظار
- ٣- محور خط الانطباق في المنظار
- ٤- محور ميزان التسوية الخاص بالدائرة الأفقية
- ٥- محور ميزان التسوية الخاص بالدائرة الرأسية

(٧) خطوات استخدام التيودوليت في قياس الزوايا الأفقية



- (١) يتم الوقوف بالجهاز عند نقطة (B) ويتم عمل الضبط المؤقت
- (٢) نضع إشارات الرصد (Target) عند النقاط A, D, C
- (٣) يتم جعل الجهاز في الوضع المتياسر (الدائرة الرأسية على يسار الراصد) لان الدوران من الساعة
- (٤) نوجه المنظار على نقطة (A) وتسجل قراءة الدائرة الأفقية نلف مع عقارب الساعة ونوجه على (D) وتسجل قراءة الدائرة الأفقية ثم ونوجه على (C) وتسجل قراءة الدائرة الأفقية
- (٥) لإيجاد الزوايا الأفقية :-

$$\begin{aligned} 1 &= \text{قراءة الدائرة الأفقية عند D} - \text{قراءة الدائرة الأفقية عند A} \\ 2 &= \text{قراءة الدائرة الأفقية عند C} - \text{قراءة الدائرة الأفقية عند D} \\ 3 &= \text{قراءة الدائرة الأفقية عند A} - \text{قراءة الدائرة الأفقية عند C} \end{aligned}$$

(زاوية قفل الأفق $1+2+3=360^\circ$)

(٨) القياس على أقواس :-

معنى القياس على أقواس هو تغيير القراءة عند بداية القياس في كل مرة لمجموعة من الزوايا ويتم القياس على أقواس لتلاشى العيوب في تصنيع الدائرة الأفقية لجهاز التيودوليت

(٩) ملاحظات في جدول رصد وحساب الزوايا الأفقية بالتيودوليت :-

(١) يتم العمل بالتيودوليت في وضعي الجهاز مرة متياسر (الدائرة الرأسية على يسار الراصد) ومرة متيامن (الدائرة الرأسية على يمين الراصد) ويكون الفرق بين القراءتين = 180°

(٢) يتم اخذ القراءة المتوسطة للوضعين حيث :-

$$\text{القراءة المتوسطة} = \frac{\text{متياسر} + (\text{متيامن} \pm 180^\circ)}{2}$$

(٣) يتم حساب قيمة الزاوية الأفقية حيث
الزاوية الأفقية = متوسط قراءة الدائرة الأفقية عند الوضع الثاني - متوسط قراءة الدائرة الأفقية عند الوضع الأول

(٤) يتم حساب خطأ قفل الأفق حيث :-

$$\text{خطأ قفل الأفق} = \text{مجموع الزوايا الأفقية} - 360^\circ$$

(٥) يتم توزيع خطأ قفل الأفق على جميع الزوايا الأفقية بالتساوي أو يمكن توزيع خطأ قفل الأفق باعطاء الزاوية الأفقية الأكبر قيمة تصحيح أقل واعطاء الزاوية الأفقية الأصغر قيمة تصحيح أكبر

(٦) يتم حساب الزاوية الأفقية المصححة حيث :-

$$\text{الزاوية الأفقية المصححة} = \text{الزاوية الأفقية} + \text{قيمة التصحيح}$$

Sheet (1)

Report No (1)

السؤال الأول :-

لرصد زوايا المضلع ABCD استخدم تيوبوليت دقة ١ ثانية لقياس الزوايا الأفقية للمضلع على قوسين في وضعي الجهاز متياسر ومتيامن ووضع التيوبوليت فوق جميع النقاط (A, B, C, D) على الترتيب وكانت قراءات الدائرة الأفقية المناظرة للاتجاهات على القوسين كما يلي بالجدول. (علما بأن تسمية المضلع ABCD مع عقارب الساعة)

الجدول صفحة ١١٥ - ١١٧ :-

والمطلوب :-

- (١) حساب خطأ قفل الأفق والزوايا الأفقية المصححة للمضلع المرصودة من أرصاد كل من القوسين
- (٢) حساب القيمة المتوسطة للزوايا الأفقية للمضلع (الزوايا الخارجية)
- (٣) حساب الخطأ التريبيعي المتوسط للرصد المفردة (للخطأ التريبيعي المتوسط الحسابي للرصد) (H_0)

نقطة	المنطقة	قراءات الدائرة الأفقية											
		القوس الأول						القوس الثاني					
		المنطقة			المنطقة			المنطقة			المنطقة		
المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة
225	00	25	45	00	30	180	00	25	00	00	30	D	A
132	14	10	312	14	20	87	14	10	267	14	15	B	
225	00	25	45	00	25	180	00	25	00	00	25	D	

نقطة	المنطقة	قراءات الدائرة الأفقية											
		القوس الأول						القوس الثاني					
		المنطقة			المنطقة			المنطقة			المنطقة		
المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة
225	00	25	45	00	30	180	00	25	00	00	30	A	
135	22	15	315	22	10	90	22	10	270	22	05	C	B
225	00	30	45	00	20	180	00	20	00	00	20	A	

نقطة	المنطقة	قراءات الدائرة الأفقية											
		القوس الأول						القوس الثاني					
		المنطقة			المنطقة			المنطقة			المنطقة		
المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة
225	00	30	45	00	30	180	00	35	00	00	30	B	
128	47	00	308	46	55	83	47	10	263	47	00	D	C
225	00	30	45	00	35	180	00	35	00	00	35	B	

نقطة	المنطقة	قراءات الدائرة الأفقية											
		القوس الأول						القوس الثاني					
		المنطقة			المنطقة			المنطقة			المنطقة		
المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة	المنطقة
225	00	25	45	00	30	180	00	25	00	00	30	C	
143	38	15	323	38	20	98	38	10	278	38	20	A	D
225	00	30	45	00	35	180	00	20	00	00	30	C	

نموذج رصد وحساب الزوايا الأفقية

مكان الرصد :	وقت الرصد :	الجهاز المستخدم :	حالة الطقس :
تاريخ الرصد :	درجة الحرارة :	رقم الجهاز :	إسم الراصد :

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحیح	الزوايا المصححة
			الجهاز متیاسر	الجهاز متیامن				
1	A	D	0 0 30	0 0 25	0 0 25	0 0 25	1.25	267 13 46.25
			87 14 10	267 14 15	267 14 12.5	267 14 12.5	1.25	92 46 13.75
			0 0 25	0 0 25	0 0 25	0 0 25		
						359 59 57.5	+2.5"	360 00 00

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحیح	الزوايا المصححة
			الجهاز متیاسر	الجهاز متیامن				
2	A	D	0 0 30	0 0 25	0 0 27.5	0 0 27.5	1.25	267 13 48.75
			31 14 20	132 14 10	312 14 15	312 14 15	1.25	92 46 11.25
			45 0 25	225 0 25	45 0 25	45 0 25		
						359 59 57.5	+2.5	360 00 00

نموذج رصد وحساب الزوايا الأفقية

مكان الرصد :	وقت الرصد :	الجهاز المستخدم :	حالة الطقس :
تاريخ الرصد :	درجة الحرارة :	رقم الجهاز :	إسم الراصد :

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحيح	الزوايا المصححة
			الجهاز متياسر	الجهاز متيامن				
		A	0 0 30	0 0 25	180	270 21 43.75	3.75	270 21 40
1	B	C	270 22 05	90 22 10	270 22 07.5	89 38 12.5	3.75	89 38 16.25
		A	0 0 20	0 0 20	180	360 00 00	+7.5	359 59 52.5

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحيح	الزوايا المصححة
			الجهاز متياسر	الجهاز متيامن				
		A	0 0 30	0 0 25	180	270 21 46.25	1.25	270 21 45
2	B	C	315 22 10	135 22 15	315 22 12.5	89 38 12.5	1.25	89 38 13.75
		A	45 0 20	45 0 25	225	360 00 00	+2.5	359 59 57.5

نموذج حساب القيمة المتوسطة للزوايا الأفقية و دقتها من أرصاد الأقواس

الدقة	VV	V	قيمة الزاوية من الأقواس	الزاوية الأفقية	الدقة	VV	V	قيمة الزاوية من الأقواس	الزاوية الأفقية
$\mu = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{(n-1)}}$ $= \pm 1.7677''$	1.562	+1.25	270 21 43.75		$\mu = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{(n-1)}}$ $= \pm 1.7677''$	1.5625	+1.25	267 13 46.25	
$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n(n-1)}}$ $= \pm 1.25''$	1.562	-1.25	270 21 46.25	ABC	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n(n-1)}}$ $= \pm 1.25''$	1.5625	-1.25	267 13 48.75	DAB
									خارجية ✓
	3.125	0.0	270 21 45	المتوسط		3.125	0.0	267 13 47.5	المتوسط
الدقة	VV	V	قيمة الزاوية من الأقواس	الزاوية الأفقية	الدقة	VV	V	قيمة الزاوية من الأقواس	الزاوية الأفقية
$\mu = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{(n-1)}}$ $= \pm 1.7677''$	1.562	-1.25	89 38 16.25		$\mu = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{(n-1)}}$ $= \pm 1.7677''$	1.5625	-1.25	92 46 13.75	
$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n(n-1)}}$ $= \pm 1.25''$	1.562	+1.25	89 38 13.75	CBA	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[VV]}{n(n-1)}}$ $= \pm 1.25''$	1.5625	+1.25	92 46 11.25	BAD
	3.125	0.0	89 38 15	المتوسط		3.125	0.0	92 46 12.5	المتوسط

نموذج رصد وحساب الزوايا الأفقية

مكان الرصد :	وقت الرصد :	الجهاز المستخدم :	حالة الطقس :
تاريخ الرصد :	درجة الحرارة :	رقم الجهاز :	إسم الراصد :

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحيح	الزوايا المصححة
			الجهاز متياسر	الجهاز متيامن				
			° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	"	° ' "
		B	30 0 0	35 0 0	32.5 180 0	263 46 32.5	-1.25	263 46 31.25
1	C	D	5 263 47	10 83 47	5 263 47	263 47 5	-1.25	263 46 26.25
		B	35 0 0	35 0 0	35 180 0	96 13 30	-1.25	96 13 28.75
						360 0 2.5	-2.5	360 00 00

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحيح	الزوايا المصححة
			الجهاز متياسر	الجهاز متيامن				
			° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	"	° ' "
		B	30 0 0	30 45 0	30 225 0	263 46 27.5	-1.25	263 46 26.25
2	C	D	55 308 46	0 128 47	57.5 308 46	263 46 57.5	-1.25	263 46 56.25
		B	35 45 0	30 225 0	32.5 45 0	96 13 35	-1.25	96 13 33.75
						360 0 2.5	-2.5	360 00 00

6

نموذج رصد وحساب الزوايا الأفقية

مكان الرصد :	وقت الرصد :	الجهاز المستخدم :	حالة الطقس :
تاريخ الرصد :	درجة الحرارة :	رقم الجهاز :	إسم الراصد :

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحيح	الزوايا المصححة
			الجهاز مياسر	الجهاز ميامن				
			° ' "	° ' "	° ' "	° ' "	"	° ' "
		C	0 0 30	0 0 25	180 0 25	278 37 47.5	+1.25	278 37 48.75
1	D	A	278 38 20	98 38 10	278 38 15	278 37 50		278 37 47.5
		C	0 0 30	0 0 20	180 0 20	81 22 10	+1.25	81 22 11.25
						359 59 57.5	+2.5	360 00 00

رقم القوس	نقطة الجهاز	النقطة المرصودة	قراءات الدائرة الأفقية		متوسط القراءات	الزوايا الأفقية	التصحيح	الزوايا المصححة
			الجهاز مياسر	الجهاز ميامن				
		C	0 0 30	0 0 25	225 0 25	278 37 50	-2.5	278 37 47.5
2	D	A	323 38 20	143 38 15	323 38 17.5	278 37 50		278 37 47.5
		C	45 0 35	45 0 30	45 0 32.5	81 22 15	-2.5	81 22 12.5
						360 0 5	-5	360 00 00

نموذج حساب القيمة المتوسطة للزوايا الأفقية و دقتها من أرصاد الأقواس

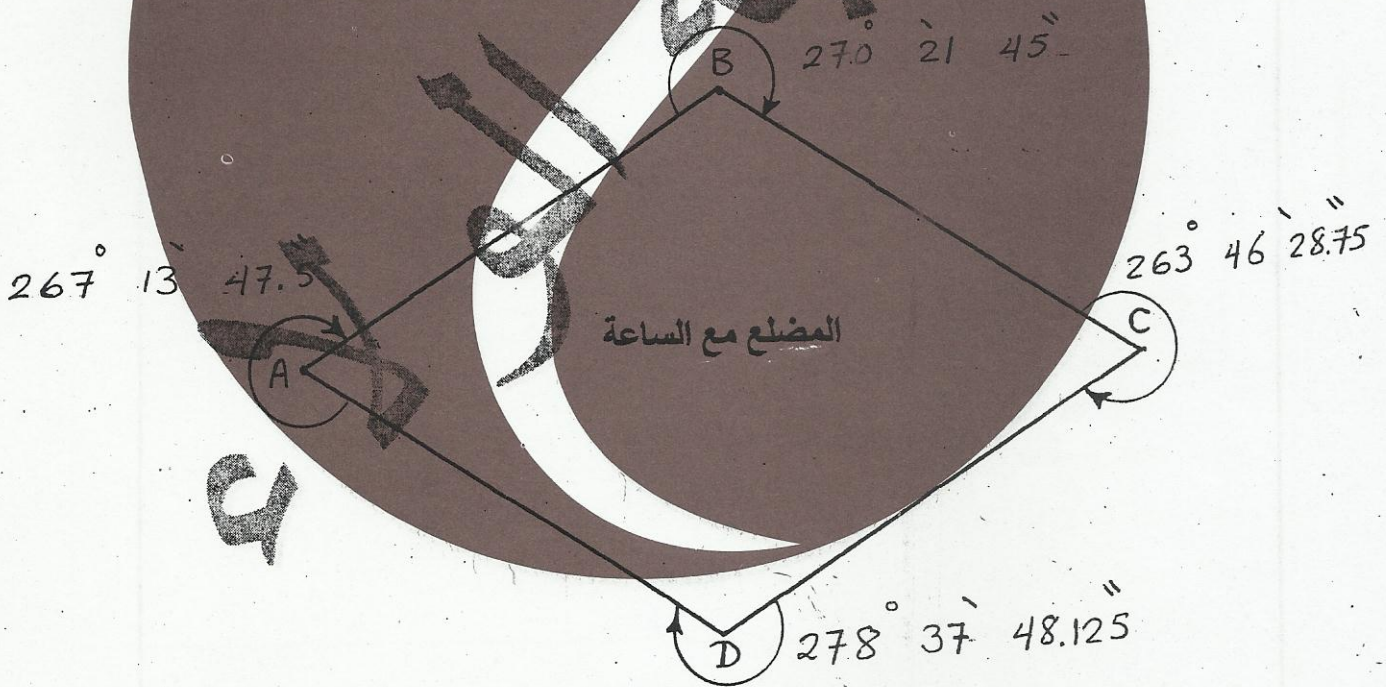
الزاوية الأفقية	قيمة الزاوية من الأقواس	v	vv	الدقة	الزاوية الأفقية	قيمة الزاوية من الأقواس	v	vv	الدقة
		"					"		
	278 37 48.75	-0.625	0.390	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 0.884''$		278 37 48.75	-0.625	0.390	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 0.884''$
	278 37 47.5	+0.625	0.390	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 0.625''$	CDA	278 37 47.5	+0.625	0.390	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 0.625''$
المتوسط	278 37 48.125	0.0	0.781		المتوسط	278 37 48.125	0.0	0.781	
		"					"		
	263 46 31.25	-2.5	6.25	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 3.535''$		263 46 31.25	-2.5	6.25	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 3.535''$
	263 46 26.25	+2.5	6.25	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 2.50''$	BCD	263 46 26.25	+2.5	6.25	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 2.50''$
المتوسط	263 46 28.75	0.0	12.5		المتوسط	263 46 28.75	0.0	12.5	
		"					"		
	81 22 11.25	+0.625	0.390	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 0.884''$		81 22 11.25	+0.625	0.390	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 0.884''$
	81 22 12.5	-0.625	0.390	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 0.625''$	ADC	81 22 12.5	-0.625	0.390	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 0.625''$
المتوسط	81 22 11.875	0.0	0.0		المتوسط	81 22 11.875	0.0	0.0	
		"					"		
	96 13 28.75	-2.5	6.25	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 3.535''$		96 13 28.75	-2.5	6.25	$\mu = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)}}$ $= \pm 3.535''$
	96 13 33.75	+2.5	6.25	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 2.50''$	DCB	96 13 33.75	+2.5	6.25	$\mu_0 = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $= \pm 2.50''$
المتوسط	96 13 31.25	0.0	12.5		المتوسط	96 13 31.25	0.0	12.5	

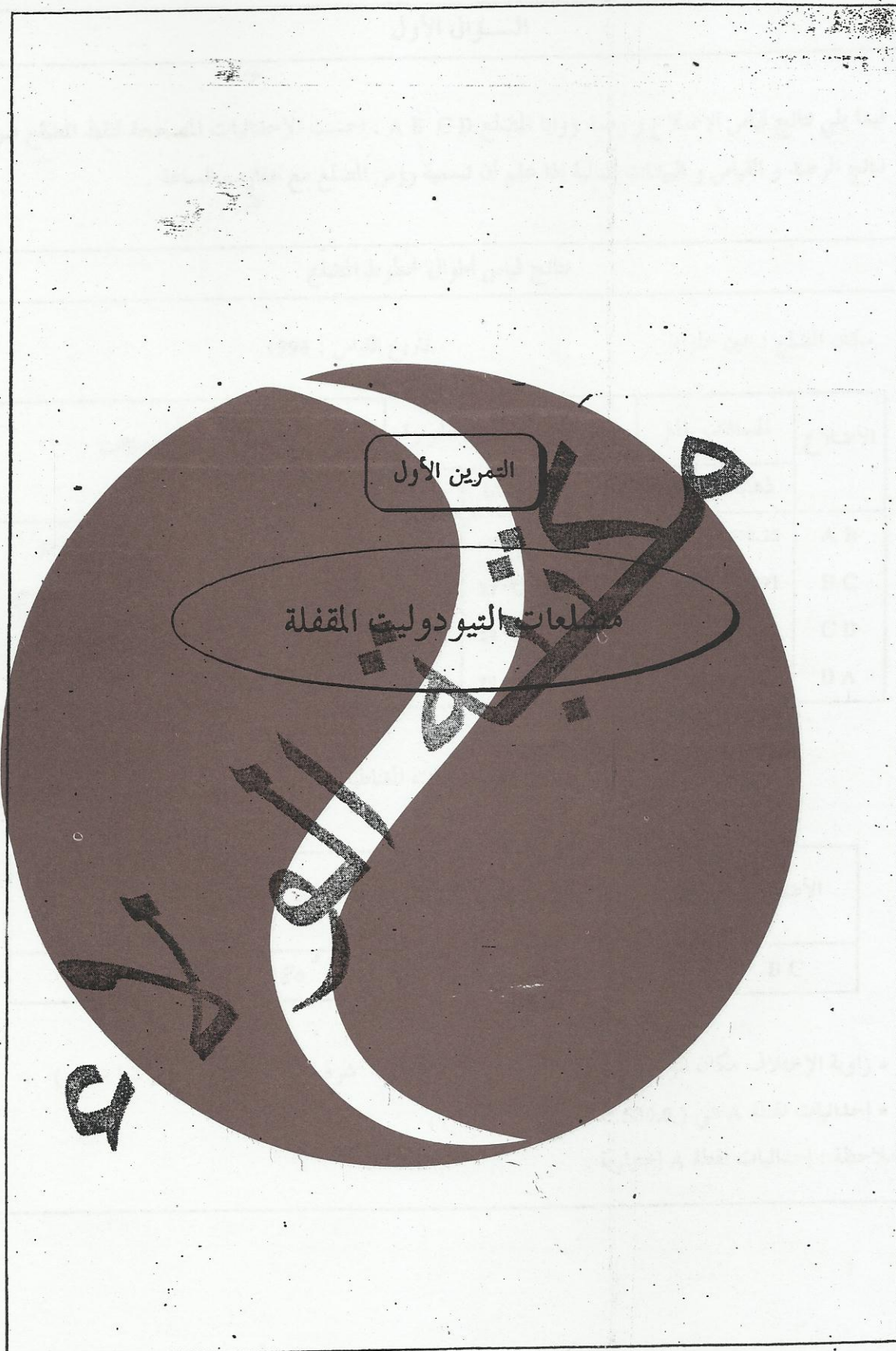
الحل النهائي :-

لان تسمية المضلع ABCD مع عقارب الساعة لذلك نحتاج إلى الزوايا الخارجية فقط لتكملة كل هذا المضلع وحساب الآتي :-

- ١- خطأ القفل الزاوي
- ٢- انحرافات خطوط المضلع
- ٣- مركبات الأضلاع وخطا القفل الضلعي وتصحيح المركبات
- ٤- إحداثيات نقط المضلع
- ٥- أطوال وانحرافات خطوط المضلع النهائية المحسوبة من إحداثيات النقط
- ٦- مساحة المضلع بمطابقة إحداثيات النقط

(نحصل على قيم الزوايا الخارجية الموضحة بالشكل بعد تكملة الجداول)





السؤال الأول

فيما يلي نتائج قياس الأضلاع و رصد زوايا المضلع A B C D : احسب الإحداثيات المصححة لنقط المضلع من نتائج الرصد و القياس و البيانات التالية إذا علم أن تسمية رؤس المضلع مع عقارب الساعة .

نتائج قياس أطوال خطوط المضلع

تاريخ القياس : 1998

مكان المضلع : عين حلوان

الأضلاع	المسافات بالمتر		المتوسط	درجات الحرارة		المتوسط	ملاحظات
	ذهاباً	إياباً		ذهاباً	إياباً		
A B	490.25	490.51	490.58	26° 30'	27° 00'	26.5°	الطول الإسمي للشريط 20 متر
B C	337.91	337.79	337.85	27° 00'	28° 00'	27.5°	الطول الفعلي للشريط 20.03 م
C D	509.87	510.03	509.95	29° 00'	28° 00'	28.5°	درجة حرارة المعايرة 22 °C
D A	390.03	390.16	390.095	29° 00'	29° 00'	29.0°	معامل التمدد الحراري 12 × 10 ⁻⁶

نتائج قياس الانحرافات المغناطيسية

الأضلاع	الانحرافات المغناطيسية		ملاحظات
	أمامية	خلفية	
B C	135° 30'	316° 00'	180° 30' 0"

• زاوية الاختلاف مكان الرصد في يناير 1984 (1° 19' شرق) ، التغير السنوي (3' شرق)

• إحداثيات نقطة A هي (530.0 شمالاً ، 450.0 شرقاً)

ملاحظة : إحداثيات نقطة A اختيارية .

حساب الانحراف الامامي للاضلاع :-

① تقاميع خطأ الطول المظلم = $\frac{\text{الطول الفعلي} - \text{الطول الاسمي}}{\text{الطول الاسمي}} \times 100$ النسبة المئوية

② تقاميع خطأ درجات الحرارة = (درجة قياس - درجة معيارية) \times معامل التمدد \times المسافة المقاسة

③ الطول المصحح = المسافة المقاسة + تقاميع خطأ الطول المظلم + تقاميع خطأ درجات الحرارة

الانحراف	خطوة المسافة المقاسة	متوسط درجة القياس	تقاميع خطأ الطول المظلم	تقاميع خطأ درجات الحرارة	الطول المصحح
AB	490.38	26.5	0.7356	0.0264	491.142
BC	337.85	27.5	0.5667	0.0222	338.379
CD	509.95	28.5	0.7649	0.0397	510.755
DA	390.095	29.0	0.5851	0.0327	390.713

الطول الاسمي للشرط = 20 متر
الطول الفعلي = 20.03 متر
درجة حرارة المعيارية = 22°C
معامل التمدد = 2×10^{-6}

حساب الانحراف الحقيقي للضلع BC :-

الانحراف الامامي المصحح (مغناطيس) = $\frac{\text{الامامي مرسوم} + (\text{خلفي مرسوم} \pm 180)}{2}$

= $\frac{135^{\circ} 2' + (317^{\circ} - 180^{\circ})}{2}$

= $\frac{135^{\circ} 2' - 68^{\circ}}{2}$

الإخلاف الإجمالي الحقيقي للضلع BC =

= الإخلاف الإجمالي الخطأ طبيعي \pm زاوية الاختلاف \pm معدل التغير \times عدد السنين

$$= 137^{\circ} 46' 0'' = 3 \times (1998 - 1995) + 1^{\circ} 19' 0'' + 135^{\circ} 46' 0'' =$$

ملاحظة :-

أصبح لدينا في هذا المثال معلومتين الآتي

(1) أطوال أطراف المضلع
 $AB = 491.142$, $BC = 338.379$
 $CD = 516.755$, $DA = 390.713$

(2) إخراج أحد أضلاع المضلع (الضلع BC)
 $\angle BC = 137^{\circ} 46' 0''$

(3) الزوايا الخارجية للضلع (المضلع مع الساعات)
 $A = 267^{\circ} 13' 47.5''$
 $B = 270^{\circ} 21' 45''$
 $C = 278^{\circ} 46' 28.75''$
 $D = 278^{\circ} 37' 48.125''$

(4) إحداثيات أحد رؤوس المضلع (نقطة A)
 $A(450, 530)$

المطلوب

حساب الإحداثيات (أ) معرفة لنقط المضلع