سلسلة المحاضرات الإليكترونية فى علم المساحة
E – Learning courses

مقدمة فى علم المساحة
An Introduction to Surveying

أ. د/ سعيد المغربى
قسم مدنى - هندسة الأزهر

المحتويات

الباب الأول : مقدمة عامة عن علم المساحة

الباب الثانى : أنواع علم المساحة

الباب الثالث : القياسات المساحية البسيطة

الباب الأول

مقدمة عامة عن علم المساحة

تعريف علم المساحة
Definition

علم المساحة هو علم وفن قياس المسافات والزوايا ومواقع النقاط على سطح الكرة الأرضية.

يبحث العلم فى الطرق المختلفة لتمثيل شكل سطح الأرض وما تحتويه من معالم طبيعية مثل الأنهار والبحار والهضاب والجبال والقارات، وذلك باستخدام تقنية العلوم الرياضية لربط البيانات المساحية بعضها البعض.

تاريخ علم المساحة
History of Surveying

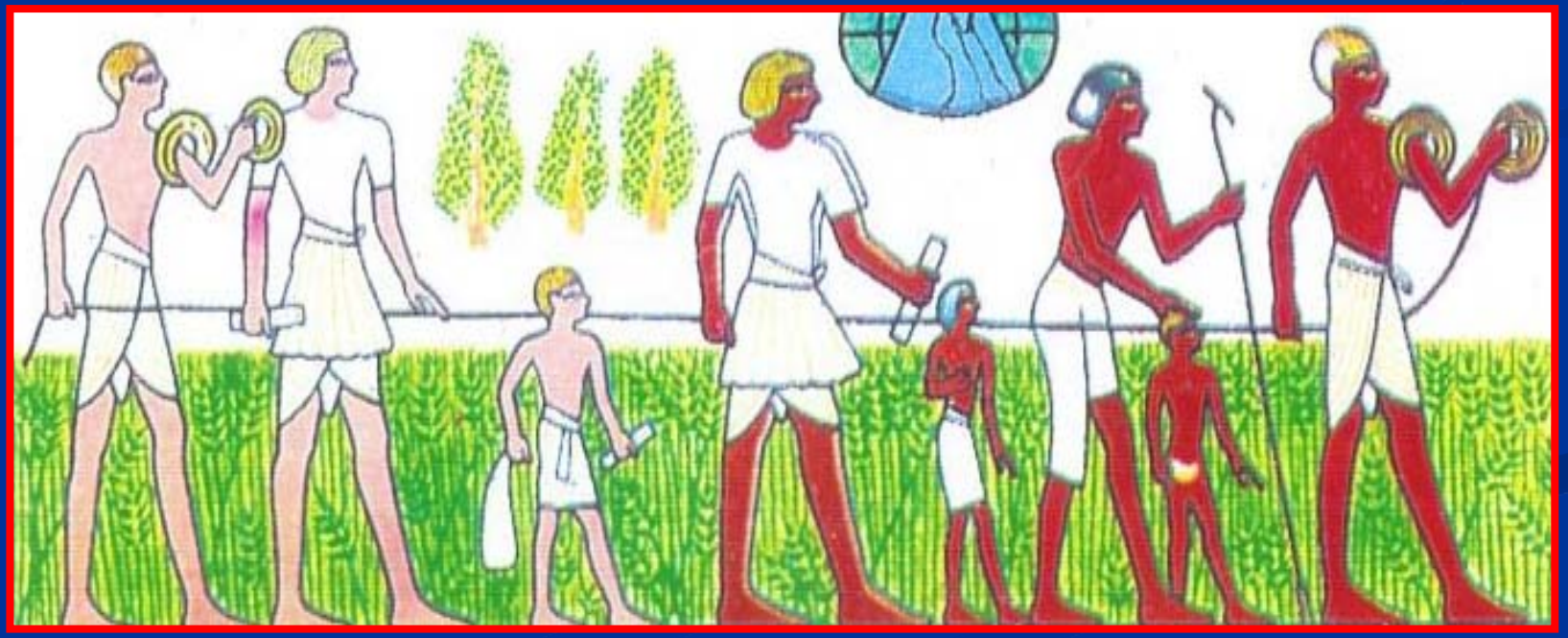
قام المصريين القدماء و الصينيين واليونانيين بتقسيم الأراضى الزراعية لإمكانية تقدير الضرائب المستحقة عليها وكذلك تقدير حصص مصادر المياه واعتمدوا فى دقتها على علم الرياضيات والفلك.

المساحة عند المصريين القدماء

يعتبر علم المساحة من العلوم الأساسية عند المصريين وكان يطلق على علم المساحة فى مصر القديمة

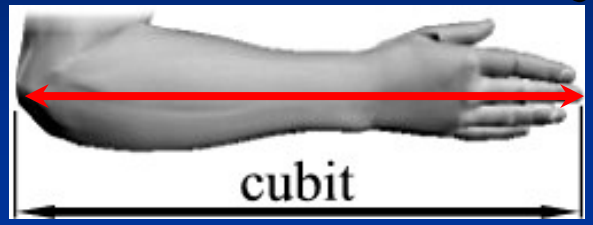
علم **مد الحبل** (stretching a rope)

وعلى المساح اسم **ممدد الحبل** (rope stretcher)

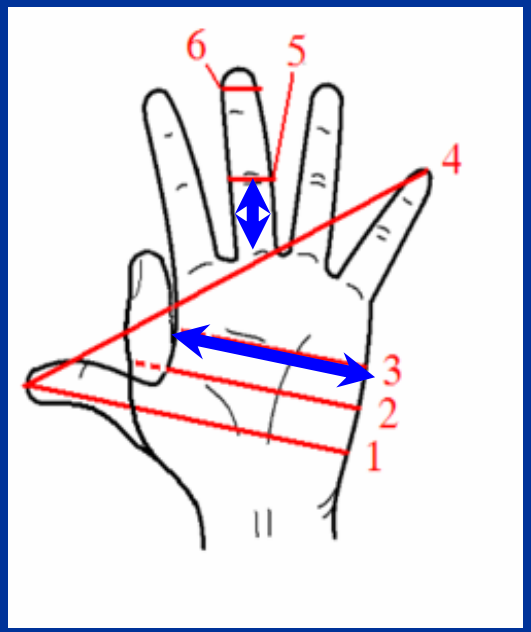


"تابع" المساحة عند المصريين القدماء

وكان طول الذراع هو الوحدة الأساسية لقياس الأطوال



والذراع (Cubit) = ٥٢,٤سم



- الكف (Palm) = ٧,٤٨سم

العقلة (Finger) = ١,٨٧سم

- الذراع = ٧ كف = ٢٨ عقلة

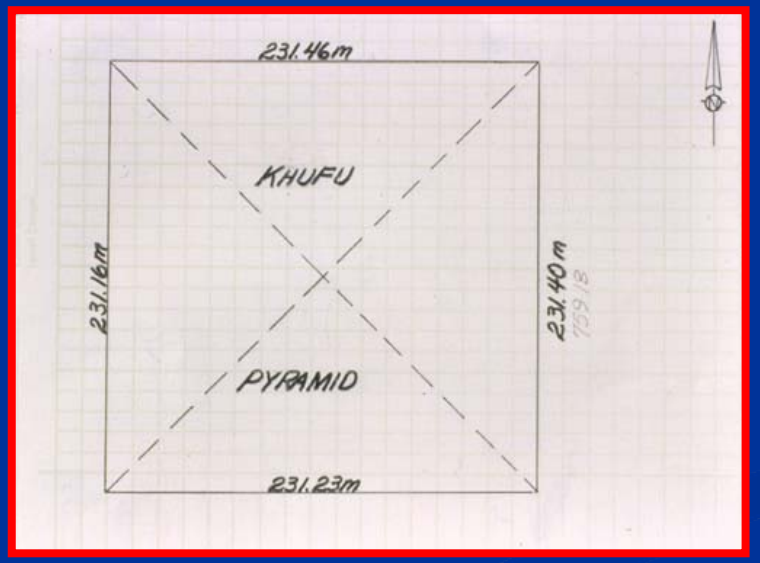
- الخيط (Khet) = ١٠٠ ذراع = ٥٢,٤م

"تابع" المساحة عند المصريين القدماء

وبناء أهرامات مصر الخالدة يوضح عظمة المصريين القدماء وعلى تفوقهم فى علم المساحة. وأحد الأمثلة على ذلك هو هرم خوفو:

١- مبنى فى اتجاه الجهات الأصلية (الشمال)

٢- متوسط طول أضلاعه ٢٣١,٣١ م بخطأ ±١٥سم وبدقة تصل الى ± ٠,٠٦%



شكل الكرة الأرضية
The Figure of the Earth

- نظرا لأن علم المساحة هو علم القياسات الأرضية فلابد أن نتعرف بداية على شكل الكرة الأرضية، فالكرة الأرضية ليست كرة كما هو فى المفهوم الرياضى، فهى مفلطحة عند القطبين وقطرها عند خط الاستواء أكبر من قطرها عند القطبين.

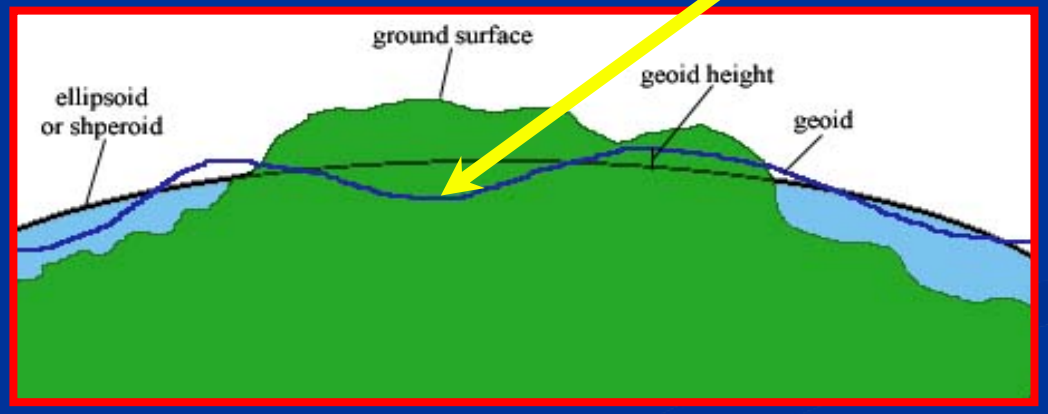
- الجيويد Geoid : يمثل الشكل الحقيقى للكرة الأرضية، ويعرف بأنه السطح المعبر عن منسوب سطح المياه على الكرة الأرضية.

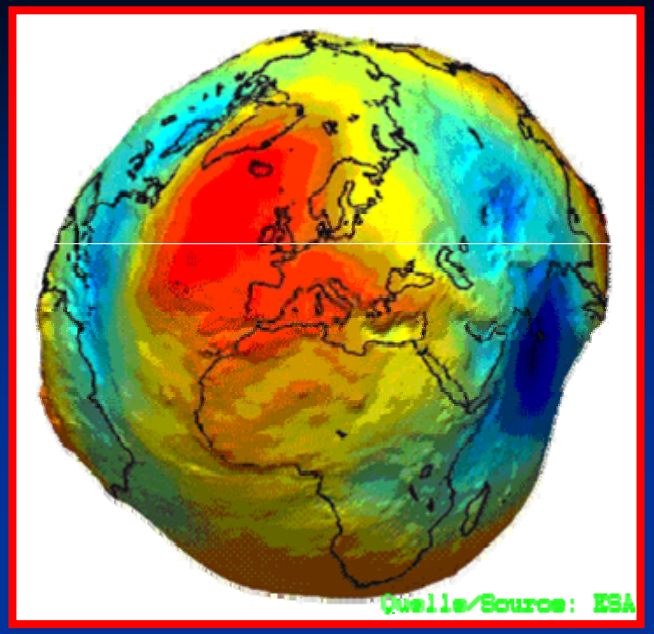
- الإليبسويد Ellipsoid : هو أقرب شكل رياضى هندسى لشكل الكرة الأرضية هو القطع الناقص الدوار.

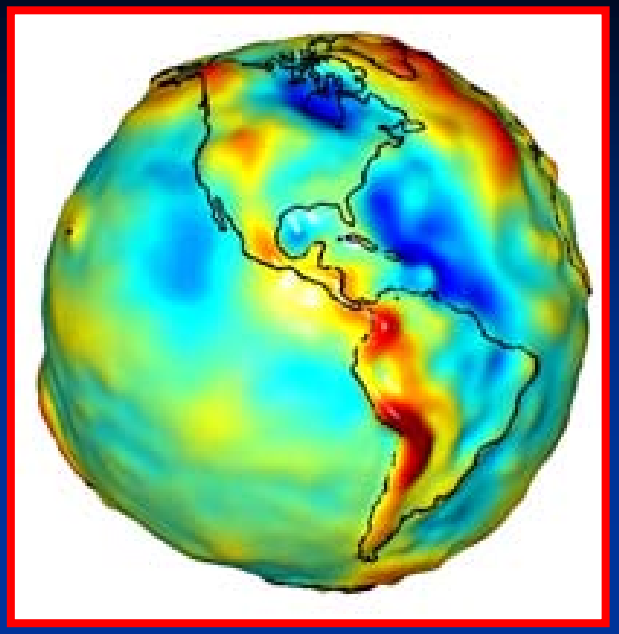
- الإسفرويد Spheroid : هو أقرب شكل رياضى هندسى كروى لشكل الكرة الأرضية، وهذا الشكل لا يستخدم إلا فى بعض الحالات.

تعريف الجيويد

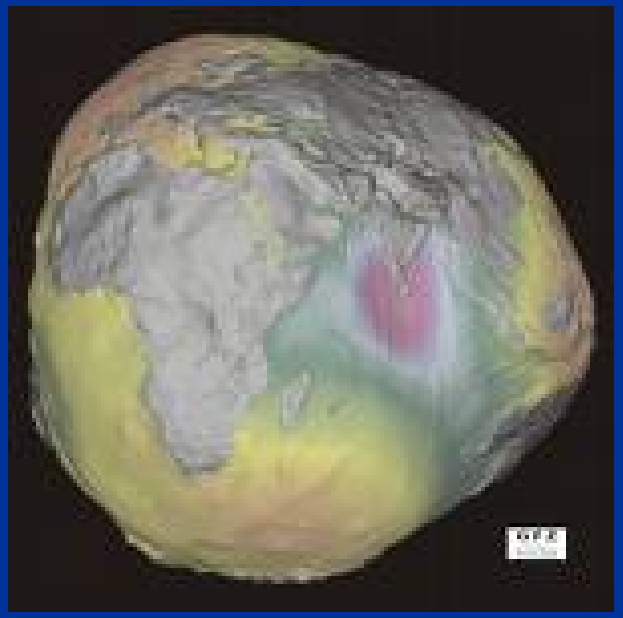
هو منسوب سطح البحر
كما لو كان ممتدا داخل
تضاريس الأرض

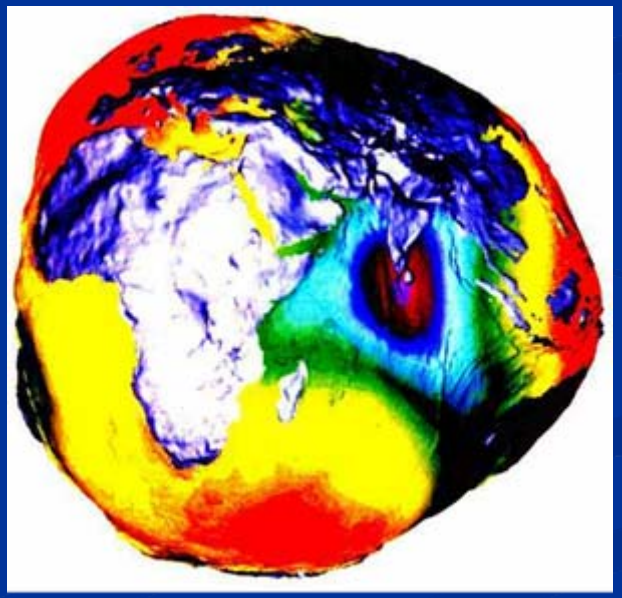




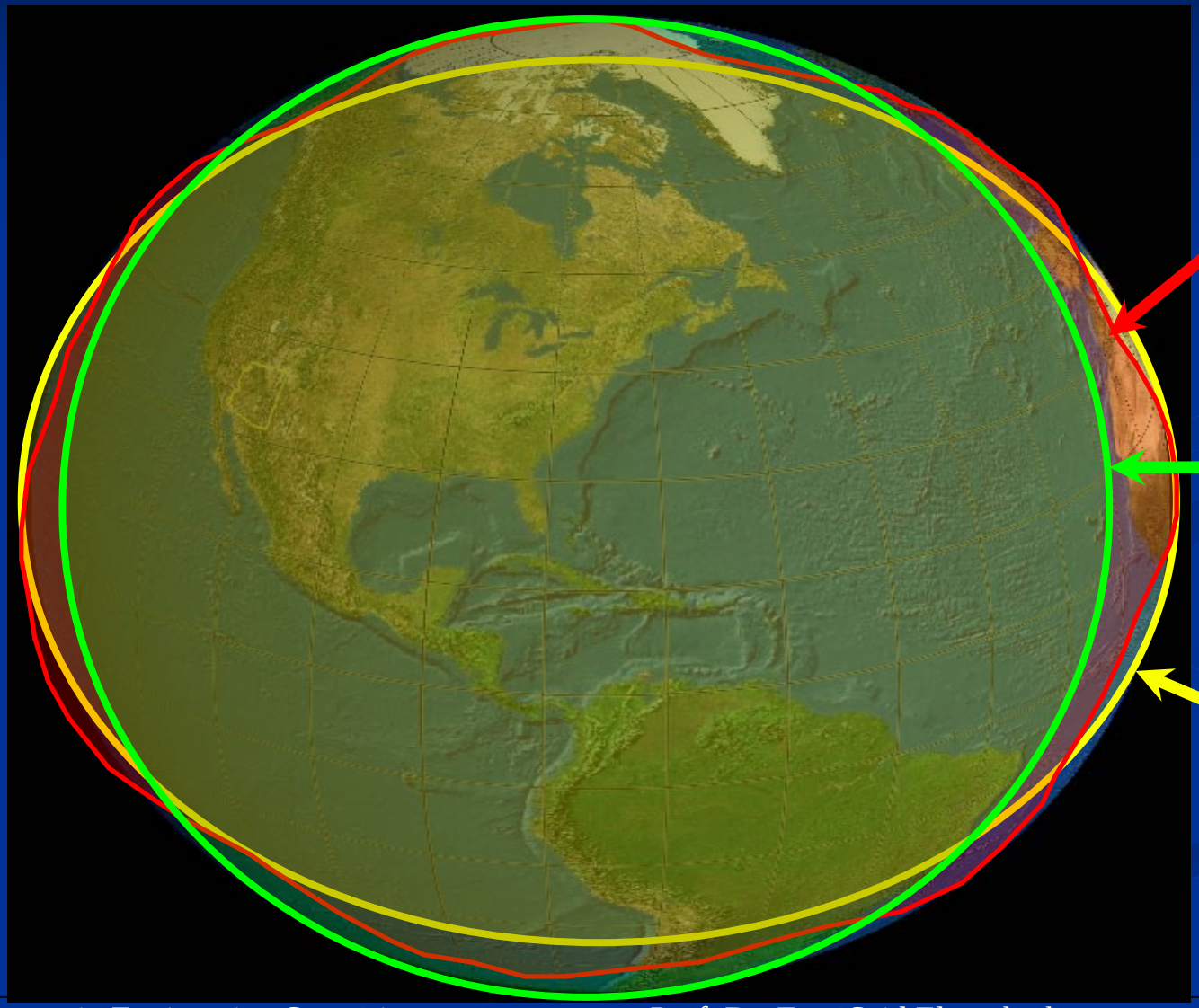


شكل الجيويد





العلاقة بين شكل الجيويد والإليبسويد والإسفرويد



الباب الثانى

أنواع علم المساحة

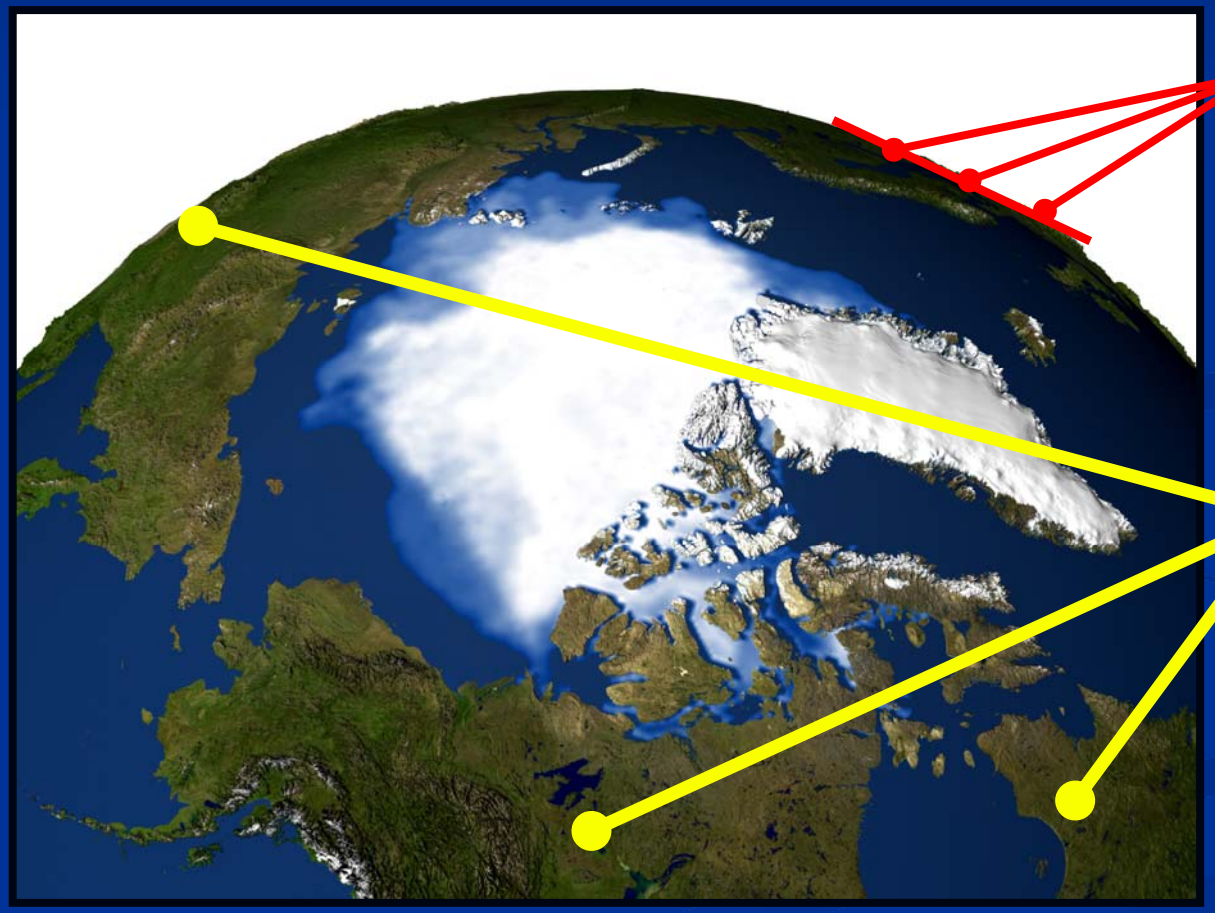
أنواع علم المساحة
Types of Surveying

ينقسم علم المساحة بصفة أساسية إلى:

١- المساحة الأرضية Plane Surveying

٢- المساحة الجيوديسية Geodetic Surveying

المساحة المستوية والجيوديسية
Geodetic and plane Surveying



١ـ المساحة الأرضية
Plane Surveying

ـ فى المساحات الصغيرة يمكن اعتبار سطح الكرة الأرضية كسطح مستوى Plane ، ولذا يمكن فيها إهمال كروية الأرض.

ـ تبحث فى عمل خرائط على المسقط الأفقى فى اتجاه المحورين x, y باعتبار أن القياسات المساحية تمت فى منطقة محدودة وصغيرة من الأرض.

١-١- المساحة الطبوغرافية
Topographic Surveying

- الخرائط الطبوغرافية تكون ذات مقياس رسم متوسط وتحتوى على:

- المعالم الطبيعية Natural Features(تضاريس الأرض) مثل الجبال والوديان والأنهار.

- المعالم الصناعية Man made Features مثل الطرق والمدن والترع والمصارف والمدن والمنشآت الهندسية المختلفة.

١ـبـ المساحة التفصيلية
Cadastral Surveying (Property Surveying)

وفيها يتم رسم خرائط ذات مقياس رسم كبير يسمح بإظهار التفاصيل الخاصة بالمعالم الصناعية بدرجة كافية من الدقة.

وتنقسم بدورها إلى:

I- **خرائط زراعية:** وتشمل أسماء المحافظات والمراكز والقرى والأحواض الزراعية

II- **خرائط المدن:** و تشمل أسماء المحافظات والمدن والأحياء والشوارع وأرقام العقارات.

٢ـ المساحة الجيوديسية
Geodetic Surveying

- يؤخذ شكل كروية الأرض فى الاعتبار ولذا يمكن رسم خرائط فى اتجاه المحاور الثلاثة x, y, z.
- ينسب الإحداثى الرأسى z إلى المنسوب المتوسط لسطح البحر.

** المساحة الجيوديسية هى الأساس لجميع الخرائط المساحية بأفرعها المختلفة لأنه من خلالها يمكن تحديد الشبكة الرئيسية ونقاط الضبط والشكل الطبوغرافى العام.

** ولذلك فإن التسلسل فى رسم الخرائط يبدأ من الخرائط الجيوديسية ومنها الى الخرائط الطبوغرافية ومنها إلى الخرائط التفصيلية.

الأغراض المتخصصة لعلم المساحة
Operations in Surveying

تنقسم المساحة إلى عدة أفرع تبعا للغرض منها وكذلك نوع التقنية المستخدمة فيها:

١- المساحة الهندسية Engineering Surveying

٢- مساحة المنشآت Construction Surveying

٣- المساحة التصويرية والجوية Aerial Surveying (Photogrammetry)

٤- المساحة الجيولوجية Geological Surveying

٥- مساحة المناجم Mine Surveying

"تابع" الأغراض المتخصصة لعلم المساحة

٦- المساحة المائية Hydrographic Surveying

٧- مساحة المسارات Route Surveying

٨- مساحة الأنفاق Tunnel Surveying

٩- المساحة الجيو فيزيائية Geophysical Surveying

١٠- المساحة الفلكية Astronomical Surveying

١١- المساحة باستخدام الأقمار الصناعية GPS

١٢- الإستشعار عن بعد Remote Sensing

الباب الثالث

القياسات المساحية البسيطة

حقائق عن الأرصاد المساحية
Facts about Observations

- لا توجد فى جميع الأرصاد المساحية قيمة حقيقية مطلقة نهائيا.
- القيم الحقيقية True value للأرصاد المساحية لا يمكن تحديدها.
- جميع الأرصاد المساحية تحتوى على أخطاء.
- لا يمكن تحديد قيمة الخطأ المطلق فى الأرصاد المساحية.
- يمكن تحديد القيم الأقرب للقيم الحقيقية من خلال المقاييس والمعايير الإحصائية.

الفرق بين أعمال الرصد وأعمال القياس
Observation vs. Measurement

أعمال الرصد : هى الأعمال التى تتم للحصول على قيمة منفردة واحدة مباشرة وبدون تصحيح من الجهاز أو الأداة المساحية. مثل قراءة واحدة لمسافة بالشريط أو زاوية واحدة بالتيودوليت.

أعمال القياس : هى الأعمال التى تتم (قبل وأثناء وبعد) عملية الرصد للحصول على القيمة المساحية النهائية (الأقرب للقيمة الحقيقية).

- أعمال قبل الرصد : المعايرة - ضبط الجهاز على النقطة .....
- أعمال أثناء الرصد : التوجيه – شد الشريط – قراءة الجهاز.....
- أعمال بعد الرصد : أخذ متوسطات للأرصاد – جداول الحسابات.....

** الشخص العادى يستطيع القيام بأعمال الرصد بسهولة ولكن مهندس المساحة فقط هو الذى يستطيع القيام بأعمال الرصد والقياس الصحيح.

مصادر الأخطاء المساحية
Sources of Errors

١ـ أخطاء طبيعية Natural Errors :

أخطاء تحدث نتيجة الظواهر الطبيعية مثل الحرارة ـ الرياح ـ الرطوبة والانكسار.

٢ـ أخطاء آلية Instrumental Errors:

أخطاء نتيجة عدم الدقة فى صنع الأجهزة وفى تدريج وحدات القياس أو نتيجة اختلاف المواد المستخدمة فى التصنيع مثل الشريط التيل والصلب.

٣ـ أخطاء شخصية Personal Errors :

أخطاء ناتجة من الراصد مثل عدم كفاءته فى التوجيه على الأهداف نتيجة الإبصار أو عدم إلمامه الفنى بالعمل فى الموقع المساحى.

أنواع الأخطاء والغلطات فى الأرصاد المساحية
Types of Errors and Mistakes

١ ـ ا ـ الأخطاء المنتظمة Systematic Errors:

هى الأخطاء الناتجة عن تأثير الظروف الجوية على الأرصاد وقد تكون ذات قيمة ثابتة أو متغيرة، ويمكن حساب الأخطاء من المعادلات الرياضية والفيزيائية.

١ ـ ب ـ الأخطاء العشوائية Random Errors:

أخطاء عارضة (غير ثابتة) ويمكن تقديرها من خلال نظرية الاحتمالات والمقاييس الإحصائية.

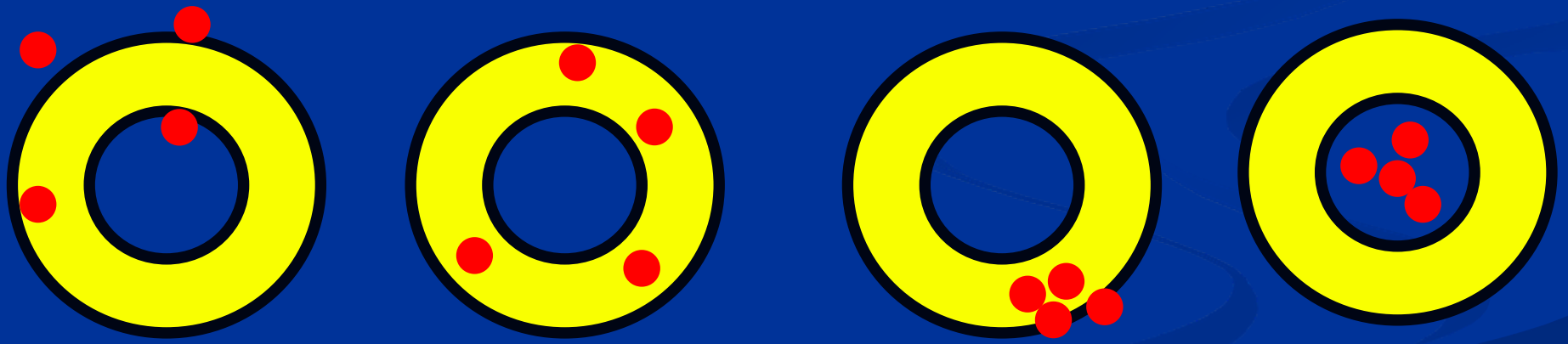
٢ ـ الغلطات Mistakes:

وهى القيم الكبيرة من الأخطاء وتكون ظاهرة وواضحة ولا يمكن تلافيها إلا بإعادة الأرصاد المساحية مرة أخرى.

مقاييس جودة الأرصاد (الضبط والدقة)
Measures of Quality (Accuracy and Precision)

الضبط Accuracy : (The quality of Results) يعرف الضبط بأنه يمثل التناسق الخارجى (External Consistency) للأرصاد المساحية بمعنى مدى انحراف متوسط الأرصاد عن القيمة الحقيقية.

الدقة Precision: (The Quality of Operations) تعرف الدقة بأنها تمثل التناسق الداخلى (Internal Consistency) للأرصاد المساحية بمعنى مدى تجانس الأرصاد داخليا بالنسبة لبعضها البعض.



دقة عالية وضبط عالى | دقة عالية وضبط منخفض | دقة منخفضة وضبط عالى | دقة منخفضة وضبط منخفض

الأعمال الحقلية الأساسية فى علم المساحة
Main field work in Surveying

تنقسم الأعمال الحقلية الأساسية فى المساحة الى:

١- أعمال الرفع Surveying (site survey):

هى عملية إظهار المعالم الطبيعية أو الصناعية بأبعادها ومواقعها النسبية من خلال القياسات المساحية على خريطة بمقياس رسم مناسب.

٢- أعمال التوقيع Setting-out (lay-out) :

وهى عملية نقل البيانات من اللوحات والخرائط الهندسية ذات مقياس رسم إلى الطبيعة وذلك من خلال القياسات المساحية

أنواع القياسات المساحية
Types of Measurements

تنقسم القياسات المساحية الى:

١ـ **المسافات:** وتنقسم إلى

ا ـ المسافات الأفقية

ب ـ المسافات المائلة

جـ ـ المسافات الرأسية

٢ـ **الزوايا:** وتنقسم إلى

ا ـ الزوايا الأفقية

ب ـ الزوايا الرأسية

تعريف المسافات

المسافة الأفقية :

- المسافة المباشرة المقاسة فى المستوى الأفقى وتظهر بقيمتها الحقيقية فى المسقط الأفقى.

المسافة المائلة :

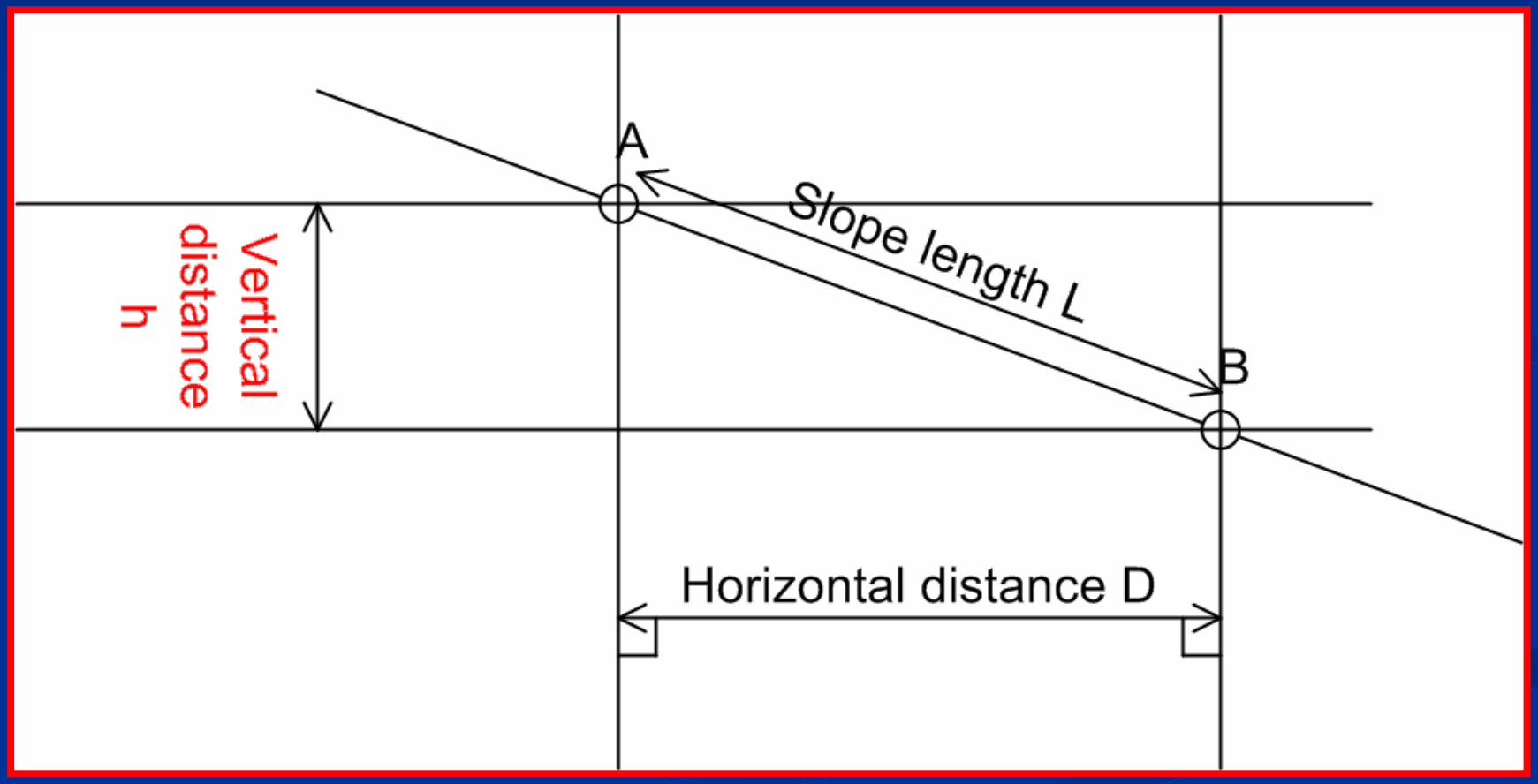
- هى المسافة المقاسة على سطح الأرض وتظهر بقيمتها الحقيقية فى المسقط الرأسى، ولكن يتم تحويلها الى مسافة أفقية.

القاعدة العامة : جميع الخطوط المرسومة فى اللوحة تمثل مسافات أفقية أو مساقط أفقية للمسافات المائلة

المسافة الرأسية :

المسافة المقاسة بين هدفين لهما منسوبين (ارتفاعين) مختلفين.

مثال توضيحى لتعريف أنواع المسافات



تعريف الزوايا

الزاوية الأفقية : (زاوية تظهر بقيمتها الحقيقية فى المسقط الأفقى)

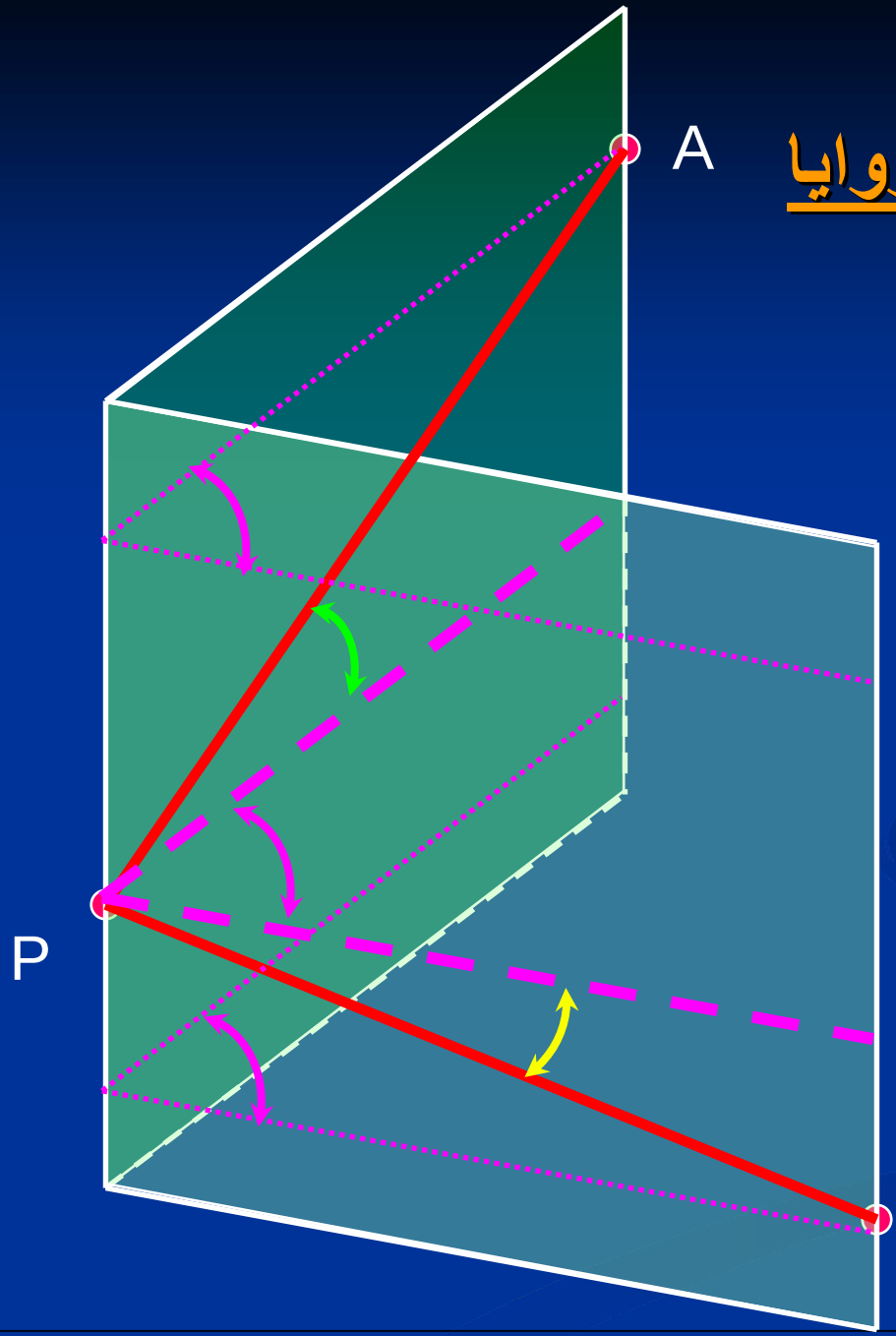
- الزاوية المحصورة بين مستويين رأسيين متقاطعين.
- الزاوية المحصورة بين خطين متقاطعين واقعين فى المستوى الأفقى.
- الزاوية المحصورة بين خطى النظر الى هدفين A, B فى مستويين رأسيين متقاطعين.

الزاوية الرأسية : (زاوية تظهر بقيمتها الحقيقية فى المسقط الرأسى)

الزاوية المحصورة بين المستوى الأفقى وخط النظر الى الهدف،

وتنقسم الى زاوية ارتفاع (+) وزاوية انخفاض (-) حيث يبدأ القياس من المستوى الأفقى.

مثال توضيحى لتعريف الزوايا



الزاوية الرأسية (ارتفاع)

الزاوية الأفقية

الزاوية الرأسية (انخفاض)

وحدات القياس
Units of Measurements

وحدات قياس الأطوال:

النظام الفرنسى: السنتيمتر - الديسيمتر - المتر - الكيلومتر.

النظام الإنجليزى: البوصة – القدم – الياردة – الميل.

وحدات قياس الزوايا:

١- النظام الستينى ٣٦٠ درجة Degs Mins Secs (DMS)

٢- النظام المئوى ٤٠٠درجة مئوية Grads (400gr = 360°)

٣- التقدير الدائرى Radians (2 PI = 360°)

التحويل بين وحدات قياس الأطوال

النظام الفرنسى : الكيلومتر = ١٠ هكتومتر = ١٠٠٠متر

المتر = ١٠ديسيمتر = ١٠٠ سم = ١٠٠٠ مم

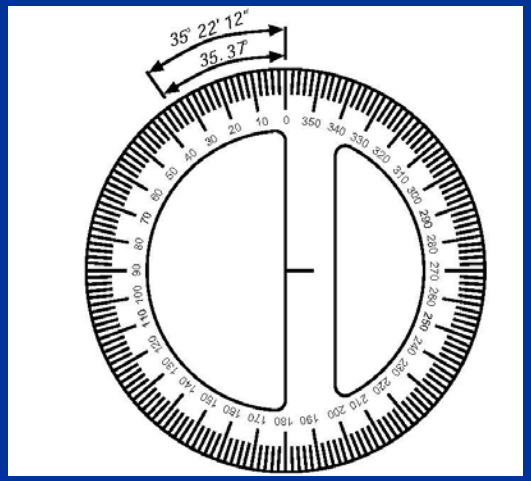
النظام الانجليزى : الميل = ١٧٦٠ ياردة ، الياردة = ٣قدم، القدم = ١٢ بوصة.

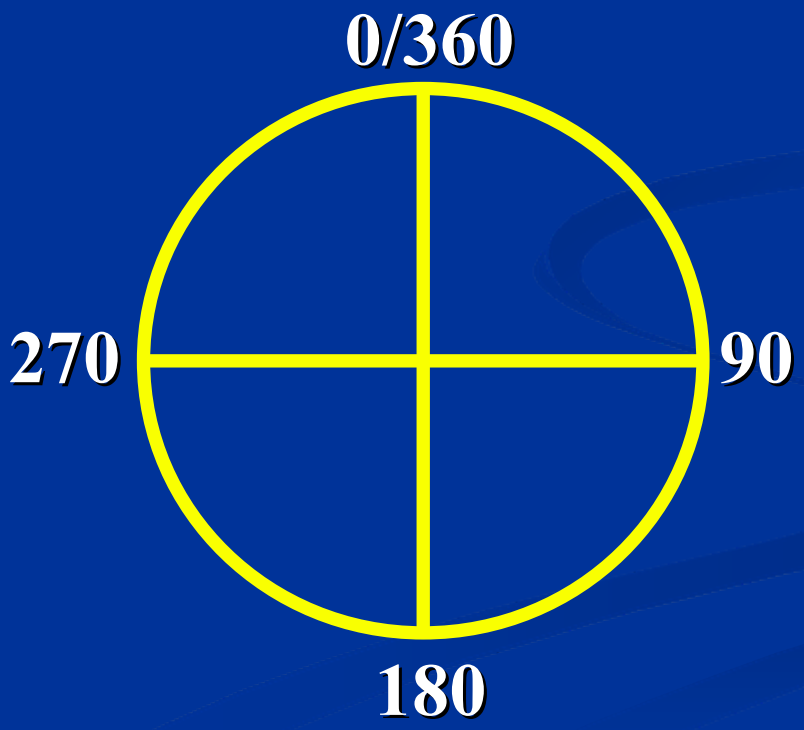
التحويل من الانجليزى الى الفرنسى: الميل = ١٦٠٩,٣٤٤م ، الياردة = ٩١،٤٤ سم ، القدم = ٣٠,٤٨سم ، البوصة = ٢,٥٤ سم.

التحويل من الفرنسى الى الانجليزى : الكيلومتر = ٠,٦٢١ ميل، المتر = ١,٠٩٣٦ ياردة = ٣,٢٨ قدم = ٣٩,٣٧ بوصة.

تعريف وحدات قياس الزوايا

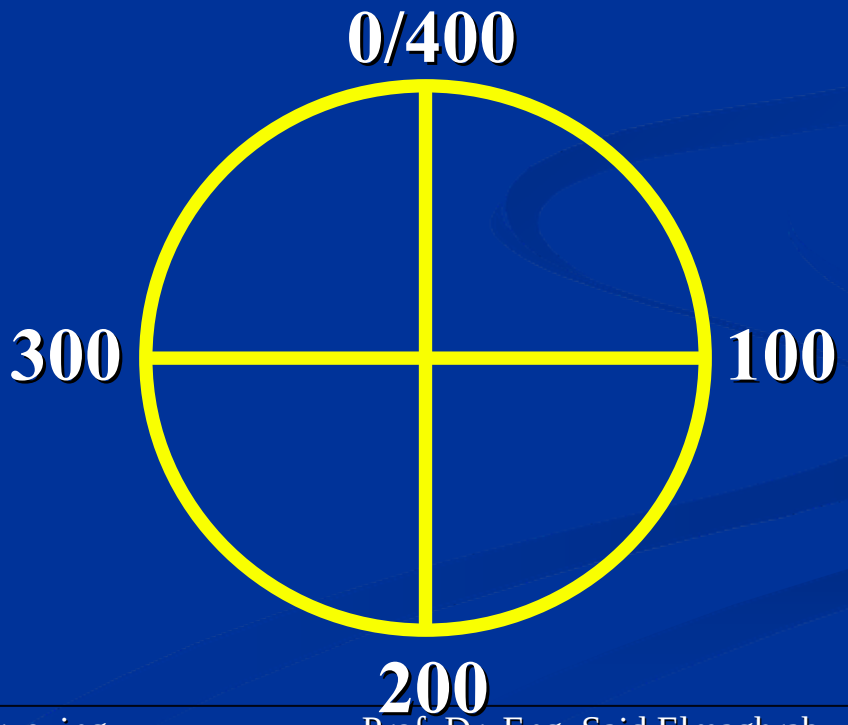
التقدير الستينى Deg-Min-Sec: وفيه تقسم الدائرة الى ٣٦٠ درجة ، الدرجة = ٦٠دقيقة ، والدقيقة = ٦٠ ثانية.





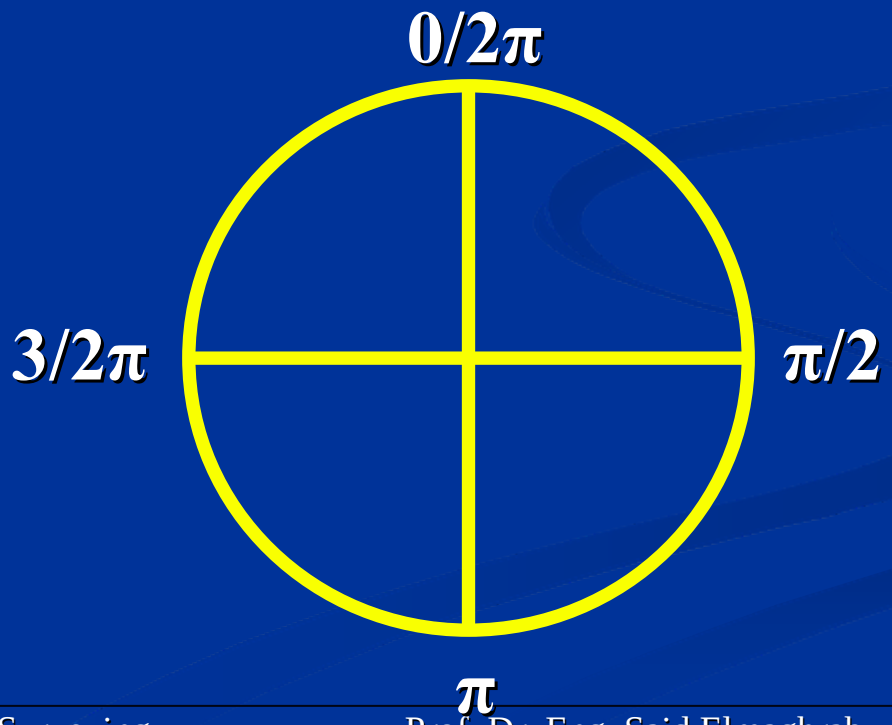
تعريف وحدات قياس الزوايا

التقدير المئوى Grad : وفيه تقسم الدائرة الى ٤٠٠ درجة مئوية،
الدرجة المئوية = ١٠٠ دقيقة مئوية، والدقيقة المئوية = ١٠٠ ثانية مئوية.



تعريف وحدات قياس الزوايا

التقدير الدائرى Radians: وفيه تقسم الدائرة الى ٢ط (2π) ،
والزاوية القائمة = ط\٢ ، حيث ط = ٣,١٤١٥٩.



التحويل بين وحدات قياس الزوايا

من التقدير الستينى الى التقدير المئوى :

الدرجة المئوية = ٩\١٠ درجة ستينية،

الدقيقة المئوية = ٥٤\١٠٠ دقيقة ستينية،

الثانية المئوية = ٣٢٤\١٠٠٠ ثانية ستينية.

من التقدير المئوى الى التقدير الستينى :

الدرجة الستينية = ٠,٩ درجة مئوية،

الدقيقة الستينية = ٠,٥٤ دقيقة مئوية،

الثانية الستينية= ٠,٣٢٤ ثانية مئوية.

"تابع" التحويل بين وحدات قياس الزوايا

من التقدير الستينى الى التقدير الدائرى :

الزاوية بالتقدير الدائرى = الزاوية بالتقدير الستينى *(ط \ ١٨٠).

من التقدير الدائرى الى التقدير الستينى :

الزاوية بالتقدير الستينى = الزاوية بالتقدير الدائرى *(١٨٠ \ ط)

روابط لبعض المواقع المفيدة فى التحويل بين الوحدات بجميع أنواعها
Free online calculator on the Internet

توجد بعض المواقع على شبكة الإنترنت التى تتيح التحويل المباشر بين وحدات كل من الأطوال - الزوايا – المساحات – الحجوم وكثير من الوحدات الأخرى.

وهذا مثال لبعض هذه الروابط:

http://www.lmnoeng.com/units.htm

http://www.gordonengland.co.uk/conversion/angle.htm

http://www.unitconversion.org/unit_converter/angle.html

http://www.calculator.org/properties.html

http://www.physlink.com/reference/UnitConversion.cfm