وزارة التخطيط

الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية

دائرة التقييس / قسم المقاييس

شعبة قياسات الكتلة والضغط / مختبر قياسات الكتلة

الكيلوغرام الوطني

ندى هاشم محمد	انوار كريم محمد	رسل عبدالسادة عزوز
مدير فني	معاون رئيس مهندسين	معاون رئيس فيزياويين

2023

الحدود الزمانية من 2022/11/1 الى 2023/9/10

الحدود المكانية الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية /دائرة التقييس /قسم المقاييس
شعبة قياسات الكتلة والضغط / مختبر قياسات الكتلة

الهدف من الدراسة

دور وأهمية الكيلوغرام الوطني في الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية/قسم المقاييس/مختبر قياسات الكتلة هو الهدف من هذه الدراسة وذلك لانه يمثل السلسلة المترولوجية في مجال الكتلة حيث ان اسناد معايير القياس واجهزة القياس الى الوحدات الدولية عن طريق سلسلة متصلة من المعايرات او المقارنات التي تربط معايير المختبر واجهزته بالمعاييرالاولية ذات العلاقة بوحدات النظام الدولي للقياس.
الكيلوغرام وفق التعريف الجديد يُعرَّف من خلال أخذ القيمة العددية الثابتة وهي الثابت الفيزيائي Physical Constant (ثابت بلانك h) ومقدارها .

$$h = 6.626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$$

الخلاصة

علم القياس من العلوم الاساسية التي تدخل في جميع مناحي الحياة من الابحاث والدراسات الى اهمية القياس في حياتنا اليومية. واهمية توحيد وحدات القياس تساعد على تسهيل فهم القياس وتسهيل التداول وامكانية التصدير وتبسيط الاجراءات والرقابة وسهولة الاستعمال وتطوير المعايير الفنية وتطبيقها .
ان تغيير طريقة قياس الكيلوغرام سوف يحل محله جهاز يطلق عليه ميزان كيبل Kibble .
هذا الميزان عبارة عن جهاز معقد و ذومعدات مكلفة جداً، يبدأ الجهاز بقياس كمية التيار الكهربائي اللازمة لإنشاء مجال كهرومغناطيسي يعادل القوة الموجهة على الكتلة المختارة.
وفي الوضعية الثانية يرتفع الملف الموجود بين مغناطيسين اثنين، من مكانه بسرعة ثابتة، حيث تساعد هذه الحركة في الحصول على جهد يعادل قوة المجال المغناطيسي.
من قياس هذه المؤشرات الثلاثة (سرعة الملف، والتيار والجهد) يمكن احتساب ثابت بلانك، الذي يتناسب مع كمية الطاقة الكهرومغناطيسية اللازمة لتحقيق توازن الكتلة ، بهذه الطريقة نحصل على معيار كهرومغناطيسي للكيلوغرام.

المقدمة [1]

علم القياس أو المترولوجيا (Metrology) هوعلم شامل يدخل في جميع العلوم الطبيعية والتكنولوجية ولتطبيقاتها تأثير بالغ ومهم على جميع النشاطات ، ويعتبر الحجر الاساس في شتى المجالات العلمية وغيرها .

من المعروف ان قدرات الانسان الذاتية محدودة ولكن يزيد الانسان من قدراته ويوسع امكانياته كان لابد له من ان يخترع كثيرا من الاجهزة العلمية التي تساعد على فهم ودراسة الاشياء والظواهر المحيطة به ومن اهم الاجهزة التي ساعدت الانسان على التوصل الى حقائق الاشياء هي اجهزة القياس التي تطورت تطورا هائلا في اطار التطور الصناعي الذي اعقب الحرب العالمية الثانية.

وكما اننا لا نستطيع ان نفصل بين التقدم العلمي والتقدم الصناعي كذلك لانستطيع الفصل بين التقدم الصناعي وتقدم اجهزة القياس لان اي اكتشاف علمي يتبعه اكتشاف في مجال الصناعة والتكنولوجيا كما يتبعه ويلازمه استحداث طرق ووسائل جديدة للقيام بعمليات القياس او المراقبة او التسجيل وهكذا ازدادت المتغيرات التي تحتاج الى القياسات الدقيقة وزاد الاهتمام بتحسين طرق القياس وتطوير اجهزة القياس وحتى في حياة الانسان الخاصة لنقل الاهتمام من النوع الى الاهتمام بالنوع والكم معا والكم معناه القياس والقياس يتطلب استخدام الجهاز ومعرفة استخدامه استخداما صحيحا .

أن عدم إجراء القياسات الدقيقة عن قصد أو عن غيرقصد يؤدي إلى نتائج سلبية جدا على كل المستويات ،والكميات المقاسة يتم قياسها باستخدام الادوات المختلفة وخاصة في مجال العلوم ويتم تحديد كميتها المقاسة باستخدام رقم ووحدة لهذه الكمية فلا يمكننا مقارنة كميتين اذا اختلفت الوحدات التي يتم قياسها عن طريقهما فلا يمكن على سبيل المثال مقارنة الكتلة مع الزمن او حتى في المجال نفسه فلا يمكننا مقارنة المتر بالقدم ان كنا نقيس الطول الا ان وحدنا اولا وحدة القياس .

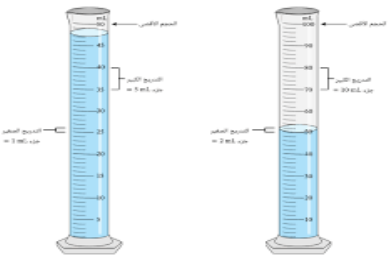
إن التطور الصناعي والتكنولوجي والاقتصادي الذي نعيشه في العصر الحديث هو نتاج الاستعمال الصحيح لمبادئ القياسات و استدامة هذا التطور مرتبطة بدقة عملية القياس وخلوها من الأخطاء.

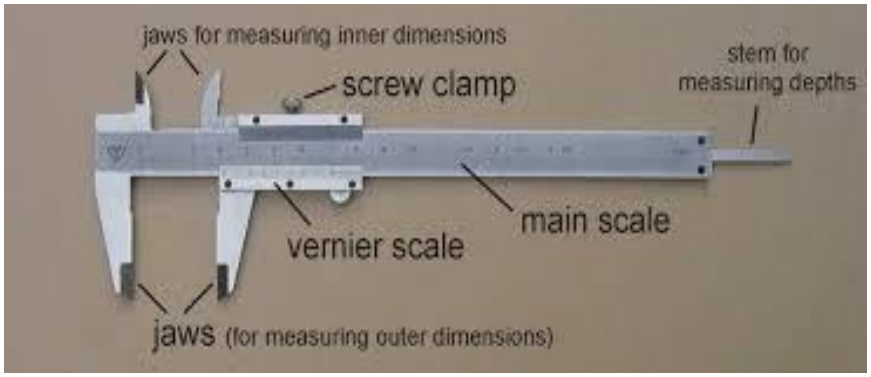
المحتويات

الرقم	العنوان	رقم الصفحة
	اطار الدراسة	I
	الهدف من الدراسة	I
	الخلاصة	I
	المقدمة	II
	الفصل الاول : علم القياس وتطوره	
.1	تعريف القياس	1
1.1	نشأة نظام وحدات القياس الدولي International System of Units - SI	1
2.1	وسائل القياس	2
3.1	انظمة وحدات القياس Systems of Units	3
4.1	وحدات القياس	4
5.1	ادوات القياس	7
6.1	اخطاء القياس	8
7.1	انواع اخطاء القياس	8
8.1	طرق القياس	9
	الفصل الثاني : نظام الوحدات الدولي وتطوره	
.2	النظام الدولي لوحدات القياس	10
1.2	توحيد وحدات القياس	10
2.2	نظام لجميع العصور والبشر	10
3.2	البنية الاساسية الدولية	11
4.2	البنية الاساسية الوطنية	14
5.2	معاهد علم القياس	14
6.2	هيئات الاعتماد	15
7.2	الاثار المترتبة	16
	الفصل الثالث: التعريف الجديد للكيلوغرام	
.3	التعريف الجديد للكيلوغرام	18
1.3	الكيلوغرام	18
2.3	تغيير تعريف الكيلوغرام	19
3.3	تعريف الكيلوغرام بدلالة ثابت بلانك	20
4.3	الثابت الفيزيائي Constant Physical	20
5.3	ميزان الواط watt balance	20
6.3	طريقة عمل ميزان الواط	22
7.3	العلاقات الفيزيائية التي تستند عليها طريقة ميزان واط	23
8.3	فكرة الميزان	23
9.3	تعريف الكيلوغرام بدلالة عدد ذرات افوكادرو	25
10.3	قانون أفوكادرو	26
11.3	سبب اختيار ذرة الكربون كمقياس	26
12.3	تحقيق الكيلوغرام على اساس ثابت افوكادرو	26
13.3	وحدات القياس العالميَّة الجديدة	28
14.3	المناقشة	31
	الفصل الرابع: الاستنتاجات والتوصيات	
.4	الاستنتاجات والتوصيات	32
1.4	الاستنتاجات	32
2.4	التوصيات	33
	المراجع	34

الفصل الاول

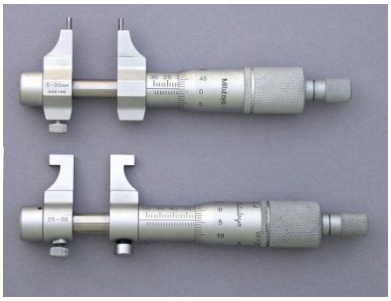
علم القياس وتطوره





1. تعريف القياس [2]

إجراء عملية القياس مع تحديد نسبة الخطأ المترتبة على عملية القياس ،ويشمل هذا العلم جميع النواحي النظرية والعملية في القياس، ومن ثلاث كميات رئيسية هي الطول والكتلة والزمن يمكن اشتقاق جميع الكميات الميكانيكية الأخرى مثل المساحة والحجم والتسارع والقدرة ، وأي نظام شمولي للقياس العملي يجب أن يتضمن ثلاث أسس على الأقل، تشمل قياس الكميات الكهرومغناطيسية، ودرجة الحرارة، وشدة الإشعاع مثل الضوء.[2]



شكل رقم (1) ادوات القياس [1]

1.1 نشأة نظام وحدات القياس الدولي International System of Units– SI [3]

لاهمية القياس في حياة الناس ، فقد عمد كل مجتمع على أعتماد معايير خاصة به ، حيث كانت معظم المقاييس مستمدة من البشر أنفسهم ، مثل الذراع ،الباع ،الشبر، البوصة والقدم ،ومع تقدم العلوم وازدياد حركة المبادلات التجارية فقد اصبح من الملح ايجاد معايير مقبولة على مستوى العالم ،الى ان جاء عام 1790 حيث بدأ العلماء الفرنسيين بالعمل على ايجاد معايير قياس مبنية على الطبيعة اوعلى ظواهر طبيعية ،بحيث تكون مقبولة لدى جميع الامم ،الى ان تم اعتماد النظام العشري المتري (Metric system) في فرنسا وذلك بعد مناقشات مطولة في الاكاديمية الفرنسية للعلوم وبقرارمن التجمع الوطني الفرنسي (French National Assembly)

بتاريخ 1795/4/7 تم الاتفاق على أن المتر الطولي هو مقدار جزء واحد من عشرة ملايين جزء من ربع محيط الكرة الارضية. وتم تصنيع النموذجين الاوليين للطول والكتلة من سبيكة معدنية مكونة من90% من البلاتين و10% من الايريديوم ، وتم حفظهما كمرجعين أساسيين في فرنسا بتاريخ 1799/6/22

بتاريخ 1875/5/20 والذي يعرف حاليا باليوم العالمي للمترولوجيا، فقد تم مايعرف بأتفاقية المتر من قبل (17) دولة بحيث التزمت هذه الدول بتبني النظام المتري أساسا لوحدة الطول والكتلة وتم على أثر هذه الاتفاقية تاسيس المكتب الدولي للاوزان والمقاييس BIPM وذلك لحل جميع المشاكل المتعلقة بالمترولوجيا العلمية ويبلغ حاليا (51) دولة بالاضافة الى (10) دول مشاركة بالمؤتمر العام للاوزان والمقاييس CGPM والذي يتكون من اعضاء الدول، من الدول الموقعة على الاتفاقية ويعقد أجتماعا دوريا بواقع مرة واحدة لكل اربع سنوات بهدف اعتماد أو مراجعة الوحدات الدولية بناء على أخر ماتم التوصل اليه في مجال المترولوجيا الاساسية.

وكان اول اجتماع لهذا المؤتمر قد تم عقده عام 1889،حيث تم توزيع أول نسخة من الكيلوغرام المعياري على الدول الموقعة على هذه الاتفاقية.

يبلغ عدد النسخ الموزعة من هذا الكيلوغرام المعياري حتى الان أكثر من 80 نسخة وتقوم اللجنة الدولية للاوزان والمقاييس CIPM والمكونة من 18 ممثلا من الدول الموقعة على هذه الاتفاقية بالاشراف على أعمال المكتب الدولي للاوزان والمقاييس BIPM .

وحيث أن هذه الوحدات لم تلبي الاحتياجات في مجال الكهرباء والمغناطيسية ،فقد قامت في عام 1880 كل من الجمعية البريطانية للعلوم المتقدمة (BAAS) (British Association for Advancement of Science) والكونكرس الدولي للكهرباء (IEC) (International Electrical Congress) والذي هو سلف اللجنة الدولية الكهروتقنية (IEC) (International Electrical Commission) بأقرار نظام متجانس للوحدات يحتوي وحدة الاوم (Ohm) والفولت (volt) والامبير (Ampere) .

2.1 وسائل القياس [3]

وسائل القياس في العصور القديمة

-القدم

وهي من الوسائل القديمة لقياس المسافات والأطوال، حيث أن القدم الواحدة تعادل تقريبا 30.48 سم في الوحدات المستخدمة حاليا، ومازالت القدم وسيلة مستخدمة لقياس المسافات حتى يومنا هذا، حيث أنه عند عدم توفر متر للقياس، من الممكن القياس بالقدم ثم نقوم بحساب المسافة بإستخدام المعادلة التالية :

عدد الأقدام 30.48 = المسافة بالسم كما يتم إستخدام مصطلح قريب للتعبير عن 10 أقدام

- الذراع

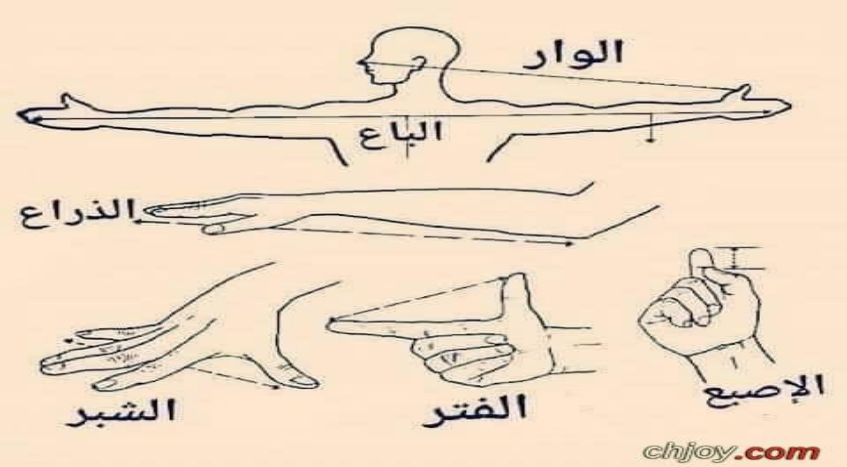
الذراع الواحد يساوي تقريبا 46.2 سم، والذراع يعني المسافة من طرف المرفق وحتى طرف الإصبع الأوسط .

- الباع

هو وسيلة من الوسائل التي كانت تستخدم قديما لقياس الأطوال، حيث أن الباع عبارة عن المسافة من طرف الإصبع في اليد اليمنى وحتى طرف الإصبع في اليد اليسرى، وهذا عندما يتم فرد ا لذراعين بطول الأكتاف، وبهذا يكون الباع تقريبا يساوي 184.8 سم في القياسات الحديثة.

- *الفرسخ*

وهي من وسائل القياس القديمة، وهو عبارة عن ثلاثة أميال، أي أن الفرسخ الواحد يساوي تقريبا 5544 متر في وحدات القياس الحديثة.



شكل رقم (2) وسائل القياس القديمة [3]

3.1 انظمة وحدات القياس Systems of Units [2]

على الرغم من الجهود التي بُذلت من قبل العلماء منذ مئات السنين لجعل العالم بأجمعه يستخدم نظام واحد للوحدات، لكنَّ الاختلاف يفرض نفسه دائمًا حسب نمط الحياة السائد. واليوم تبقى نظامين للوحدات ما زالا مستخدمين حول العالم وتم الاتفاق عليهما. هذان النظامان هما:

- النظام العالمي المتري Metric International System والذي يرمز له اختصارًا SI System ، وهو نظام بسيط ومنطقي يربط بين الوحدات المختلفة، ويتم استخدامه في التطبيقات العلمية والهندسية في جميع بلدان العالم بما فيها بريطانيا ما عدا الولايات المتحدة الأمريكية.

- النظام البريطاني English System أو ما يعرف بنظام وحدات القياس العرفية الأمريكية، United States Customary System ويرمز له اختصارًا USCS. هذا النظام معقد والوحدات فيه ليست مبنية على قاعدة رقمية ممنهجة وواضحة مثل النظام المتري، حيث ترتبط الوحدات بعضها ببعض بشكل عشوائي، مثل: 1 قدم = 12 إنش / 1 ميل = 5280 قدم !، ما يجعله نظامًا صعب التعلم والاستخدام، ويتم استخدام النظام البريطاني فقط في الولايات المتحدة الأمريكية.

هذا ويشار إلى أن هناك نظام شبيه جدًا بالنظام العالمي للوحدات، وهو نظام سنتمتر-غرام-ثانية ويرمز له بالرمز CGS مع وجود اختلافات بسيطة جدًا في الوحدات الأساسية المستخدمة لقياس الكميات مقارنة بالنظام المتري. حيث أن الوحدة الأساسية للطول هي السنتيمتر centimeter ، والوحدة الأساسية لقياس الكتلة هي الغرام gram ، أما الوقت فله نفس الوحدة في النظامين، ويعبر عنه بالثواني Seconds.

4.1 وحدات القياس[2]

يوجد في العالم العديد من وحدات القياس المختلفة والأنظمة المختلفة للقياس، ولكن يعدّ نظام الوحدات الدولي هو أشهر هذه الأنظمة وأوسعها انتشاراً في العالم، فيتمّ استخدام هذا النظام في القياس في جميع المناطق حول العالم، ما عدا الولايات المتحدة الأمريكية، وقد تم اشتقاق هذا النظام من نظام المتر- كيلوجرام- ثانية الذي كان يُعمل به في السابق، ويُبنى هذا النظام على سبع وحدات رئيسية هي المتر للطول والكيلوجرام للكتلة، والثانية للزمن، والأمبير للتيار الكهربائي، والكلفن للحرارة، والمول لقياس كمية المادة، والشمعة لقياس شدة الإضاءة، ويوجد لكل من هذه الوحدات تعريف يعد مرجعية لها، وأمّا جميع الوحدات الأخرى المستخدمة في هذا النظام كالفولت والواط والنيوتن وغيرها فيتم اشتقاقها من هذه الوحدات الأساسية عن طريق معادلات معروفة.

ويتكون النظام الدولي للوحدات من :

- **الوحدات الاساسية (Base unit):**

ان تقسيم وحدات القياس وفقا للنظام الدولي لوحدات القياس ،الى وحدات قياس اساسية ووحدات قياس مشتقة ، يعتبر من وجهة النظر العلمية أمرا اعتباطيا الى حد ما،حيث أن اقرار السبع وحدات الاساسية : المتر ، الكيلوغرام ،الثانية ،الامبير ،الكلفن ،المول والقنديلة والتي تدعى بوحدات النظام الدولي (SI Units) وقد جاءت بأتفاق عام من خلال المؤتمر العام للاوزان والمقاييس CGPM على أعتبارها وحدات مستقلة بعديا عن بعضها البعض كما مبين في الجدول ادناه .

وحدات القياس الاساسية

الكمية المقاسة	الوحدات	الرمز
الطول	المتر	M
الكتلة	كيلو غرام	Kg
الزمن	ثانية	S
درجة الحرارة	كلفن	K
التيار الكهربائي	الامبير	A
كمية المادة	المول	mol
شدة الاستضاءة	القنديلة	cd

جدول رقم (1) [2]

- **الوحدات المشتقة (Derived unit):**

يستند النظام العالميّ للوحدات أو النظام الدولي للوحدات (SI) بالإنجليزية (International System of Units) :على (7) وحدات أساسية، وتُشتق منها جميع وحدات القياس الأخرى ويُطلق عليها وحدات القياس المشتقة، بحيث تتكون كل وحدة مشتقة من وحدة أو أكثر من الوحدات الأساسية السبعة.

وتنقسم وحدات القياس المشتقة إلى نوعين وهما كالآتي:

اولا- وحدات القياس المشتقة التي ليس لها أسماء خاصة : تُشتق وحدات القياس المشتقة التي ليس لها أسماء خاصة من وحدة أو أكثر من الوحدات الأساسية السبعة، وتُكتب بأحرف صغيرة، وهي كما يأتي:

Derived Measurement Units – وحدات القياس المشتقة

النظام الدولي		وحدة القياس		النظام الانجليزي	
وحدة القياس	رمز الوحدة	الخواص	Quantity	وحدة القياس	رمز الوحدة
متر مربع م^2	m^2	المساحة	Area	قدم مربع (foot^2)	ft^2
متر مكعب م^3	m^3	الحجم	Volume	قدم مكعب (foot^3)	ft^3
باسكال (با) كجم / م^2	Pa (kg/m^2)	الضغط	Pressure	رطل / بوصة مربعة pounds / inch^2	psi
كجم/ متر^3 جم/ سم^3	kg/m^3 g/cm^3	الكثافة	Density	رطل لكل قدم مكعب Pound per foot^3	lbs/ft^3
متر/ ثانية	m/s	السرعة	Velocity	miles per hour ميل في الساعة	mph

جدول رقم (2) [2]

ثانيا- وحدات القياس المشتقة ذات الاسماء الخاصة : وتعرف بالوحدات التي اشتُقت من مجموعة من الوحدات الأساسية أو من الوحدات المشتقة الأخرى، وقد سُميت بأسماء خاصة في النظام الدولي للوحدات وهي كما يأتي:

الوحدات المشتقة ذات الاسماء الخاصة

الكمية	اسم الوحدات المشتقة بالنظام الدولى		الرمز	
	العربى	الدولى	العربى	الدولى
التردد	هرتز	Hertz	هز	Hz
القوة	نيوتن	Newton	ن	N
الضغط	باسكال	Pascal	با	Pa
الطاقة،الشغل	جول	Joule	ج	J
القدرة	واط	Watt	و	W
الشحنة الكهربائية	كولوم	Coulomb	كل	C
الجهد الكهربائى	فولت	Volt	ف	V
السعة الكهربائية	فاراد	Farad	فر	F
المقاومة الكهربائية	اوم	Ohm	Ω	Ω
المواصلة الكهربائية	سيمنس	Siemens	سن	S
التدفق المغناطيسى	ويبر	Weber	ويب	Wb
الحث المغناطيسى	تسلا	Tesla	ت	T
الحث	هنرى	Henry	هـ	H
درجة الحرارة	سلسيوس	Degree Celsius	°س	C°
التدفق الضوئى	لومن	Lumen	لم	Lm
الاستضاءة	لكس	Lux	لك	lx

جدول رقم(3) [2]

5.1 ادوات القياس [1]

أدوات القياس أو أجهزة القياس هي الأدوات المستخدمة في عملية القياس، والتي تستخدم عادةً في مجال العلوم والهندسة، فتعطي هذه الأدوات الرقم الذي يدل على الكمية المقاسة بناءً على الوحدة التي تمّ اختيارها لعملية القياس، فعلى سبيل المثال تكون وحدة القياس على المسطرة بالسنتيمتر بالعادة، ولهذا فإنّ أيّ رقمٍ رقيسه باستخدام المسطرة يكون بهذه الوحدة، وحتى الساعة التي نعرفها تعدّ إحدى أدوات القياس، إذ إنّنا باستخدامها نقيس الزمن، وقد تطورت أدوات القياس مع تطور الزمن حتى أصبحت معظم أدوات القياس المستخدمة في عصرنا الحالية إلكترونيةً تعطي دقةً أكبر في القياس، ولكن لا يخلو الأمر من وجود خطأ بسيطٍ في أدوات القياس مهما تطورت، ومن أجهزة القياس الشهيرة الأفوميتر أو المقياس المتعدّد الإلكتروني، وهو بعكس الفولتميتر أو الأوميتر يُستخدم لقياس المقاومة الكهربائيّة والتيار والجهد الكهربائي على الأقل .

وتصنف أدوات القياس إلى أربع أقسام أساسية وهي :

١ ـ**أدوات قياس بدائية :** وهي أدوات قياس استخدمها الانسان البدائي من خلال الاستفادة من جسده أو الاشياء المحيطة به والتي تتميز بقلة التفاوت بينها باختلاف الشخص القائم بها ومنها على سبيل المثال :

- الشبر Spam
- الذراع Arm
- القصبة Cane
- القدم Feet

٢ ـ**أدوات قياس تقريبيه :** وهي الادوات التي تستخدم لقراءة أو نقل الابعاد من على القطع المراد قياس ابعادها .

- المسطرة المدرجة Ruler
- الشريط Tape
- المتر Meter
- البرجل Compass
- المنقلة العادية Protractor

٣ ـ**أدوات قياس دقيقه :**

- قدمه ذات ورانيه Vernier caliper
- المايكروميتر Micrometer
- منقله ذات ورانيه Protractor Vernier

٤ ـ**أدوات قياس عالية الدقة :**

- محددات القياس Limit gauges
- قوالب قياس الأطوال
- قوالب قياس الزوايا

6.1 اخطاء القياس[1]

لا يمكن عند قياس أيّ كميةٍ التأكد من أنّه تمّ قياسها بشكلٍ كامل، إذ إنّه لا بدّ من وجود نسبة من الخطأ أو الارتياب في الكمية المقاسة يدلّ على مقدار انحراف القيم عن الكمية المقاسة، ولهذا فإنّه في العادة يتمّ إعادة القياس في التجارب العلميّة عدة مرات، ومن ثمّ يتم أخذ متوسط هذه القيم مع إضافة نسبةٍ تدل على مقدار انحراف القيم عن هذا الرقم، ويرجع الخطأ في القياس إلى عدة عوامل، منها ما يختلف من تجربةٍ لأخرى، ومنها ما يرجع لأدوات القياس، ومنها ما يرجع إلى الشخص الذي يقيس، ولكنّ الهدف الرئيسي في علم القياس هو تقليل هذا الانحراف قدر الإمكان، بحيث يكون أقرب ما يمكن للصفر، وهو ما يحدث حالياً بسبب أدوات القياس المتطوّرة وظروف القياس المعيارية التي يتم إجراء التجارب خلالها .

7.1 انواع اخطاء القياس[1]

- **الأخطاء العشوائية (Random error):**

هذا الخطأ يحدث بطريقة عشوائية لايمكن التكهن به ومن الصعب استنباطه، ولايخضع لأية قوانين معروفة ،ويتم الكشف عنه،عن طريق تكرارقياس كمية ما بجهاز القياس نفسه وفى الظروف نفسها، ثم تعيين الحدود القصوى والصغرى التي يقع ضمنها الخطأ العشوائي وتسمى هذه الحدود بالحدود الحدية (Limiting errors) ويكون احتمال وقوعه ضمن هذه الحدود معروفا . والأسباب الرئيسية لهذه الأخطاء هي :

- التغيرات الناتجة عن مصادر الاهتزازات المختلفة .
- التغيرات أوالإزاحات الصغيرة في وضعية جهاز القياس .

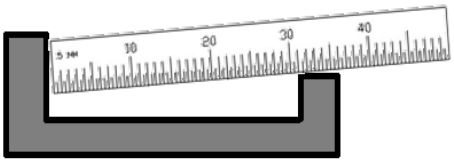
- **الأخطاء النظامية (absolute error) :**

الخطأ النظامي هوالخطأ الذي يتخذ دائما نفس القيمة عند استخدام نفس طريقة القياس للكمية المقاسة تحت الشروط البيئية نفسها. ومن أسباب تواجد الاخطاء النظامية الرئيسية هو خطأ في معايرة الجهاز المستخدم مثلا أو وجودعيبب مجسات القياس وغيرها ويمكن معالجة هذه الأخطاء في نتيجة القياس عند حساب القيمة .

- **الاخطاء غيرالمنطقية (Illegitimate error) :**

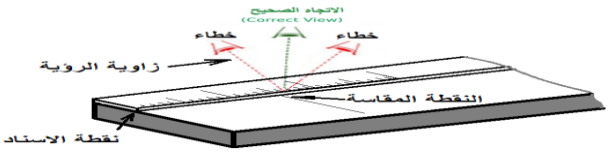
هوخطأ منطقي ينتج من اخطاء في مؤشر جهاز القياس أوشاشة عرض القيمة ، أوخطأ بشري في قراءة القيمة بالخطأ أوقد يكون نتيجة عطب في الجهاز ومن هذه الاخطاء هي :

خطأ التباين (أي خطأ المحاذاة Misalignment Error): إحدى حالات الخطأ في قراءة البعد نتيجة تغيير وضع جهاز القياس (أي تغيير مكان النظر إلى المقاس)



شكل رقم (3) [1]

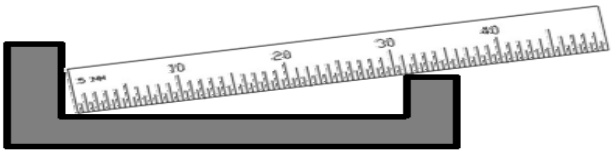
خطأ الرؤية (Visual Error) : ينشأ عن قراءة خطأ للمقاس عند النظر الية.



شكل رقم (4) [1]

خطأ التداول باليد (Handling Error – Position Error) :

الشكل التالي يوضح أخطاء القياس بسبب تداول غيرصحيح لأداة القياس المراد قياسها أثناءا لقياس .



شكل رقم (5) [1]

ان علم القياس ذو مجال واسع يمكن تقسيمه إلى ثلاث أقسام فرعية:

1-علم القياس الأساسي أو العلمي : كل مايتعلق بأنشاء انظمة وحدات القياس وتطوير اساليب القياس وتحقيق معايير القياس، ونقل امكانية الاسناد من هذه المعايير الى المستخدم.

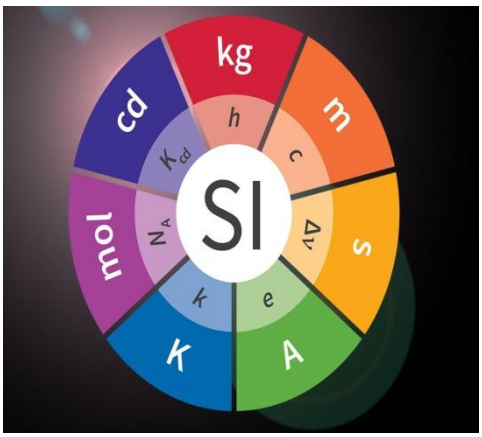
2-علم القياس التطبيقي أو الصناعي : كل مايتعلق بتطبيق علم القياس على التصنيع والعمليات الاخرى ذات الصلة واستخدامها بما يضمن ملائمة ادوات القياس ومعايرتها ومراقبة مدى جودتها للقياس.

3-علم القياس القانوني : كل مايتعلق بالمتطلبات والضوابط القانونية للقياسات ووحداتها وطرقها وادوات القياس لحماية المستهلك والتجارة.

8.1 طرق القياس[1]

1- طرق قياس مباشرة : وهذا النوع من القياس هو الذي يهتم بحساب النسب المادية التي يسهل تقسيمها وضبطها في نظم وكميات وأنصبة وحسابات مختلفة، كما يمكن المقارنة بينها بسهولة، والأهم من ذلك أن نتيجتها تظهر فور القيام بعملية القياس، وتلك العمليات تنطبق على قياس الطول والوزن والسرعة والمسافة والحجم والكمية .... إلخ.

2- طرق قياس غير مباشرة : وهذا النوع من القياس هو الذي يهتم بقياس النسب المحسوسة وغير المادية والتي لا يمكن جمعها ودمجها وتقسيمها في أطر واضحة، كما أنها تتم عبر مراحل عديدة تحتاج لتقييمات مختلفة وقد تتعدد من شخص لآخر، على عكس القياس المباشر الذي تظهر نتيجته من الوهلة الأولى، ومن أمثلة العمليات التي نستعمل فيها القياس غير المباشر عندما نكون بحاجة لاختبار وقياس نسب التحصيل، ونسب الذكاء، ونسب التصرف الخططي لدى الأشخاص.



الفصل الثاني

النظام الدولي لوحدات القياس

2.النظام الدولي لوحدات القياس[2]

1.2 توحيد وحدات القياس

تعود جذور علم القياس الحديث إلى منتصف القرن الثامن عشر، حينما اتضح أنه ربما يصب الأمر في مصلحة جميع الدول إذا كانت وحدات القياس بينها مشتركة.
في أواخر القرن الثامن عشر، كلّف الملك لويس السادس عشر(اخر ملوك فرنسا) العلماء بإيجاد نهج أكثر عقلانية.

2.2 نظام لجميع العصور والبشر

اقترحت المجموعة المجتمعة نظاماً مستوحى من العالم الطبيعي، نظاماً أُعِدّ «لجميع العصور، ولكل البشر». تم تعريف المترعلى أنه جزء من عشرة ملايين جزء من المسافة بين القطب الشمالي وخط الاستواء.
وكان الكيلوغرام Kilogram هو كتلة لتر من الماء.
ولجعل هاتين الوحدتين عمليتين بشكل أكبر، جرى الإحتفاظ بكل منهما على هيئة مادية، قضيب معدني للتعبير عن المتر، ووزن ما للتعبير عن الكيلوجرام . ومع الوقت، تطور هذا النهج إلى النظام الدولي للوحدات (SI) الذي يشمل سبع وحدات أساسية: المتر لقياس المسافة، والثانية لقياس الوقت، والكيلوجرام لقياس الكتلة، والمول لقياس كمية المادة، والأمبير لقياس التيار الكهربي، والكلفن لقياس الحرارة، والشمعة لقياس شدة الإضاءة.

شكل رقم (6) [4]

وتتلخص أهمية توحيد وحدة القياس في تطوير المعايير الفنية وتطبيقها وتبسيط الإجراءات والرقابة

- لسهولة التداول وإمكانية التصدير وتحديد السعر. وسهولة الاستخدام
- مصدر لتسهيل التداول بين مختلف الدول والأفراد.
- امكانية التصدير وتحديد السعر.
- سهولة الاستخدام بين الدول ومختلف الافراد.
- تطوير المعاير الفنية وتطبيقها.
- وتبسيط الرقابة والاجراءات.
- تسهل فهم المقياس.
- سهولة تداول المنتجات بين الدول.
- تسهل عمليات البيع والشراء.
- سهولة التبادل الصناعي والعلمي والتعليمي بين الدول.
- وغيرها من العديد من الاهميات المختلفة والمتعددة

ولضمان التوافق الدولي، أُنشئ (المكتب الدولي للأوزان والمقاييس) فرنسية *Bureau International des Poids et Mesures* : أو (BIPM) بموجب اتفاقية المتر .على الرغم من أن المهمة الأصلية للمكتب الدولي للأوزان والمقاييس (BIPM) كانت إنشاء معايير دولية لوحدات القياس وربطها بالمعاييرالوطنية لضمان المطابقة، فقد توسع نطاقها ليشمل الوحدات الكهربائية وقياس الضوء ومعايير القياس الإشعاع المؤين .حُدّث النظام المتري .

3.2 البنية الأساسية الدولية[5]

تقوم العديد من المنظمات الدولية بحفظ وتوحيد المقاييس ومنها:

- **اتفاقية المتر The Meter Convention:**

هي اتفاقية دولية وقعت في باريس في 20 مايو 1875 من قبل ممثلي 17 دولة تم بموجبها تأسيس المكتب الدولي للأوزان والمقاييس(BIPM) ، وهو منظمة دولية تحت سلطة المؤتمر العام للأوزان والمقاييس (CGPM) وتشرف على اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس (CIPM) .
وتشكل هذه الاتفاقية هيكلاً تنظيميا للدول الأعضاء للعمل في اتفاق مشترك بشأن جميع ما يتعلق بوحدات القياس.

- **المؤتمر العام للأوزان والمقاييس(*CGPM*):**

إن (المؤتمر العام للأوزان والمقاييس) فرنسية *Conférence générale des poids et mesures* : أو (CGPM) هي الهيئة الرئيسية لصنع القرار في الاتفاقية، وتتألف من مندوبين من الدول الأعضاء ومراقبين ليس لهم حق التصويت.
من الدول المنتسبةيجتمع المؤتمر عادة كل أربع إلى ست سنوات لتلقي ومناقشة تقرير CIPM واعتماد التطورات الجديدة في SI كما نصحت به CIPM .

- **اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس(CIPM):**

تتكون (اللجنة الدولية للأوزان والمقاييس) فرنسية *Comité international des poids et mesures* :أو (CIPM) من ثمانية عشر (أربعة عشر في الأصل فرداً) من دولة عضو ذات مكانة علمية عالية، ترشحهم CGPM لتقديم المشورة إلى CGPM بشأن المسائل الإدارية والفنية. وهي مسؤولة عن عشر لجان استشارية (CCs) ، كل منها تبحث في جانب مختلف من جوانب المترولوجيا؛ تناقش إحداها قياس درجة الحرارة، والأخرى قياس الكتلة، وهكذا .

تجتمع CIPM سنوياً في سيڤر لمناقشة التقارير الواردة من اللجان الجماعية، ولتقديم تقرير سنوي إلى حكومات الدول الأعضاء فيما يتعلق بإدارة وتمويل المكتب الدولي للأوزان والمقاييس (BIPM) ولتقديم المشورة إلى CGPM بشأن المسائل الفنية حسب الحاجة. كل عضو في CIPM من دولة عضو مختلفة، مع وجود مقعد واحد لفرنسا (تقديراً لدورها في إنشاء الاتفاقية)

- **المكتب الدولي للأوزان والمقاييس(BIPM):**

المكتب الدولي للأوزان والمقاييس فرنسية *Bureau international des poids et mesures* :أو(BIPM) هي منظمة مقرها في سيڤر بفرنسا وتتولى مسؤولية النموذج الأولي الدولي للكيلوغرام، يوفر خدمات القياس لـ CGPM وCIPM، ويضم الأمانة العامة للمنظمات ويستضيف اجتماعاتهم .على مر السنين، تم إرجاع نماذج أولية من العداد والكيلوغرام إلى مقر BIPM لإعادة المعايرة .

مدير BIPM هو عضو بحكم منصبه في CIPM وعضو في جميع اللجان الاستشارية.

ختم المكتب الدولي للأوزان والمقاييس

شكل رقم (7) [5]

- **المنظمة الدولية للقياس القانوني(OIML):**

المنظمة الدولية للقياس القانوني فرنسية *Organisation Internationale de Métrologie Légale* : أو(OIML) هي منظمة حكومية دولية أُنشئت في عام 1955 لتعزيز التنسيق العالمي لإجراءات القياس القانوني و تسهيل التجارة الدولية .يضمن هذا التنسيق للمتطلبات الفنية وإجراءات الاختبار وتنسيقات تقرير الاختبار الثقة في قياسات التجارة ويقلل من تكاليف التناقضات وازدواجية القياس .ينشر OIML عدداً من التقارير الدولية في أربع تصنيفات:

- التوصيات: لوائح نموذجية لتحديد الخصائص المترولوجية (القياسية) ومطابقة أدوات القياس
- وثائق إعلامية: لموائمة المترولوجيا (القياس) القانونية
- مبادئ توجيهية: لتطبيق المترولوجيا (القياس) القانونية
- المنشورات الأساسية: تعريفات قواعد التشغيل لهيكل ونظامOIML

على الرغم من أن OIML ليس لديها سلطة قانونية لفرض توصياتها وإرشاداتها على الدول الأعضاء، إلا أنها توفر إطاراً قانونياً موحداً لتلك البلدان للمساعدة في تطوير تشريعات مناسبة ومنسقة لإصدار الشهادات والمعايرة.

يوفر OIML ترتيب قبول متبادل (MAA) لأدوات القياس التي تخضع للرقابة المترولوجية القانونية، والتي تسمح عند الموافقة بقبول تقارير التقييم والاختبار للأداة في جميع البلدان المشاركة .

إصدار المشاركين في الاتفاقية إصدار تقارير إخلاء نوع MAA لشهادات MAA عند إثبات الامتثال للمواصفة ISO/IEC17065 ونظام تقييم الأقران لتحديد الكفاءة .

يضمن ذلك توافق شهادة أجهزة القياس في بلد ما مع عملية إصدار الشهادات في البلدان المشاركة الأخرى، مما يسمح بتداول أجهزة القياس والمنتجات التي تعتمد عليها.

- **التعاون الدولي لاعتماد المختبرات (ILAC)**

التعاون الدولي لاعتماد المختبرات (ILAC) هي منظمة دولية لوكالات الاعتماد المشاركة في اعتماد هيئات تقييم المطابقة .وتضع معايير لممارسات وإجراءات الاعتماد، وتعترف بمرافق المعايرة المختصة وتساعد البلدان على تطوير هيئات الاعتماد الخاصة بها .بدأت ILAC في الأصل كمؤتمر في عام 1977 لتطوير التعاون الدولي لنتائج الاختبارات والمعايرة المعتمدة لتسهيل التجارة . في عام 2000، وقع 36 عضواً على ILAC اتفاقية الاعتراف المتبادل (MRA) ، مما يسمح بقبول عمل الأعضاء تلقائياً من قبل الموقعين الآخرين، وفي عام 2012 تم توسيعه ليشمل اعتماد هيئات التفتيش .

من خلال هذا التوحيد القياسي، يتم تلقائياً الاعتراف بالعمل المنجز في المختبرات المعتمدة من قبل الموقعين دولياً .

من خلال MRA تشمل الأعمال الأخرى التي تقوم بها ILAC الترويج لاعتماد المختبرات وهيئات التفتيش، ودعم تطوير أنظمة الاعتماد في الاقتصادات النامية .

- **اللجنة المشتركة للأدلة في علم القياس**

إن اللجنة المشتركة للأدلة في القياس (JCGM) هي لجنة أنشأت وتحافظ على دليلين للقياس :*دليل للتعبير عن الارتياب (الشك) في القياس* (GUM) *والمفردات الدولية للقياس - المفاهيم الأساسية والعامة والمصطلحات المرتبطة* JCGM (VIM) هو تعاون بين ثماني منظمات شريكة:

- المكتب الدولي للأوزان والمقاييس(BIPM)
- اللجنة الكهروتقنية الدولية(IEC)
- الاتحاد الدولي للكيمياء السريرية والطب المخبري(IFCC)
- المنظمة الدولية للمعايير(ISO)
- الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية(IUPAC)
- الاتحاد الدولي للفيزياء البحتة والتطبيقية(IUPAP)
- المنظمة الدولية للقياس القانوني(OIML)
- التعاون الدولي لاعتماد المختبرات(ILAC)

لدى JCGM مجموعتي عمل :JCGM-WG1 و JCGM-WG2

JCGM-WG1 مسؤول عن GUM و JCGM-WG2 عن VIM تعين كل منظمة عضو ممثلاً واحداً وما يصل إلى خبيرين لحضور كل اجتماع، ويمكن أن تعين ما يصل إلى ثلاثة خبراء لكل مجموعة عمل .

4.2 البنية الأساسية الوطنية[5]

نظام القياس الوطني (NMS) عبارة عن شبكة من المختبرات ومرافق المعايرة وهيئات الاعتماد التي تنفذ وتحافظ على البنية الأساسية للقياس في الدولة.يضع NMS معايير القياس، مما يضمن دقة واتساق وقابلية المقارنة وموثوقية القياسات التي تتم في الدولة .تعترف الدول الأعضاء الأخرى بقياسات الدول الأعضاء في اتفاقية الاعتراف المتبادل CIPM (CIPM MRA)، وهي اتفاقية معاهد القياس الوطنية .اعتباراً من مارس 2018، كان هناك 102 موقّعاً على اتفاقية (CIPM MRA)، والتي تتكون من 58 دولة عضو و40 دولة منتسبة و4 منظمات دولية .

5.2 معاهد علم القياس[5]

يتمثل دور المعهد الوطني للقياس (NMI) في نظام القياس في الدولة في إجراء القياس العلمي، وتحقيق الوحدات الأساسية، والحفاظ على المعايير الوطنية الأولية . يوفر NMI إمكانية التتبع للمعايير الدولية لبلد ما، مما يرسخ التسلسل الهرمي الوطني للمعايرة .لكي يتم التعرف على نظام القياس الوطني دولياً من خلال ترتيب الاعتراف المتبادل CIPM ، يجب أن تشارك NMI في المقارنات الدولية لقدرات القياس الخاصة بها .ويحتفظ BIPM بقاعدة بيانات للمقارنة وقائمة بقدرات المعايرة والقياس (CMCs) للبلدان المشاركة في .CIPM MRA لا يوجد في كل البلدان معهد مركزي للقياس. بعضها لديه NMI رائد والعديد من المعاهد اللامركزية المتخصصة في معايير وطنية محددة . بعض الأمثلة على NMI هي :

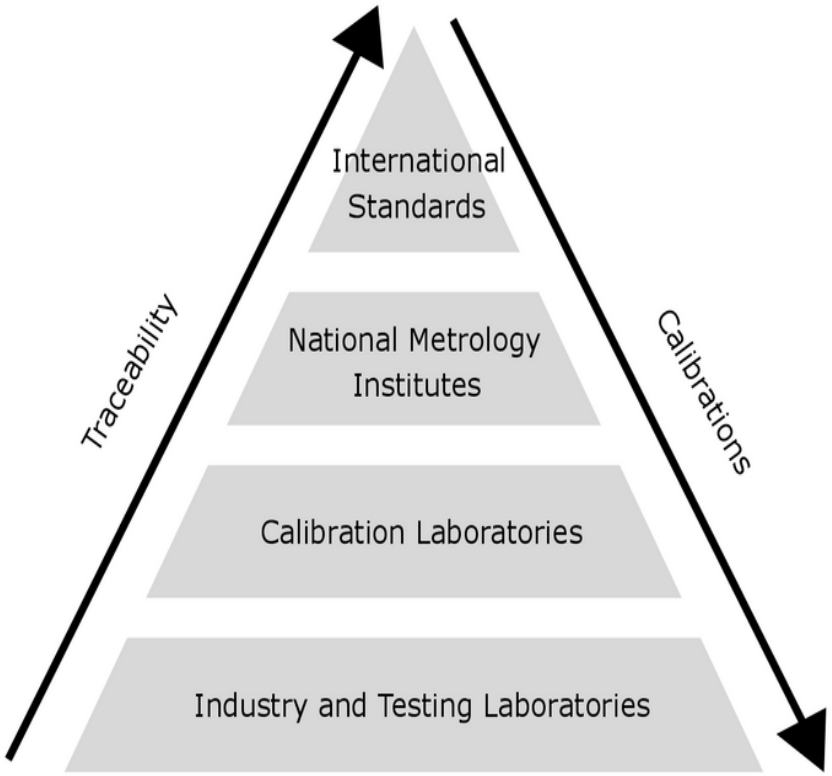
المعهد الوطني للمعايير والتكنولوجيا(NIST) في الولايات المتحدة

و المجلس الوطني للبحوث (NRC) في كندا

المعهد الكوري لبحوث المعايير والعلوم (KRISS)

ومختبر الفيزياء الوطني في الهند (NPL-Indi)

تعتبر مختبرات المعايرة مسؤولة بشكل عام عن معايرة الأجهزة الصناعية . مختبرات المعايرة معتمدة وتوفر خدمات المعايرة لشركات الصناعة، مما يوفر رابطاً للتتبع يعود إلى المعهد الوطني للقياس. نظراً لأن مختبرات المعايرة معتمدة، فإنها توفر للشركات رابط إمكانية التتبع لمعايير القياس الوطنية كما في الشكل رقم (8) .



شكل رقم (8) يبين هرم تتبع المقاييس [6]

6.2 هيئات الاعتماد[5]

تُعتمد المنظمة عندما تقرر هيئة موثوقة، من خلال تقييم موظفي المنظمة وأنظمة الإدارة، أنها مؤهلة لتقديم خدماته للاعتراف الدولي، يجب أن تمتثل هيئة اعتماد الدولة للمتطلبات الدولية وهي بشكل عام نتاج تعاون دولي وإقليمي يتم تقييم المختبر وفقاً للمعايير الدولية مثل ISO/IEC17025 المتطلبات العامة لكفاءة مختبرات الاختبار والمعايرة لضمان اعتماد موضوعي وموثوق تقنياً، تكون الهيئات مستقلة عن مؤسسات أنظمة القياس الوطنية الأخرى .الرابطة الوطنية لمستندات الاختبار في أستراليا، وخدمة اعتماد المملكة المتحدة ، ومجلس الاعتماد الوطني لمختبرات الاختبار والمعايرةفي الهند، وهي أمثلة على هيئات الاعتماد.

7.2 الاثار المترتبة

لعلم القياس تأثيرات واسعة النطاق على عدد من القطاعات، بما في ذلك الاقتصاد والطاقة والبيئة والصحة والتصنيع والصناعة وثقة المستهلك ،تعد تأثيرات المترولوجيا على التجارة والاقتصاد من أكثر تأثيرات المجتمع وضوحاً.

لتسهيل التجارة العادلة والدقيقة بين الدول يجب أن يكون هناك نظام قياس متفق عليه.

يعد القياس الدقيق والتنظيم الدقيق للمياه والوقود والغذاء والكهرباء أمراً بالغ الأهمية لحماية المستهلك وتعزيز تدفق السلع والخدمات بين الشركاء التجاريين .

إن نظام القياس المشترك ومعايير الجودة يفيد المستهلك والمنتج؛ يقلل الإنتاج وفقاً لمعيار مشترك التكلفة ومخاطر المستهلك، مما يضمن أن المنتج يلبي احتياجات المستهلك .

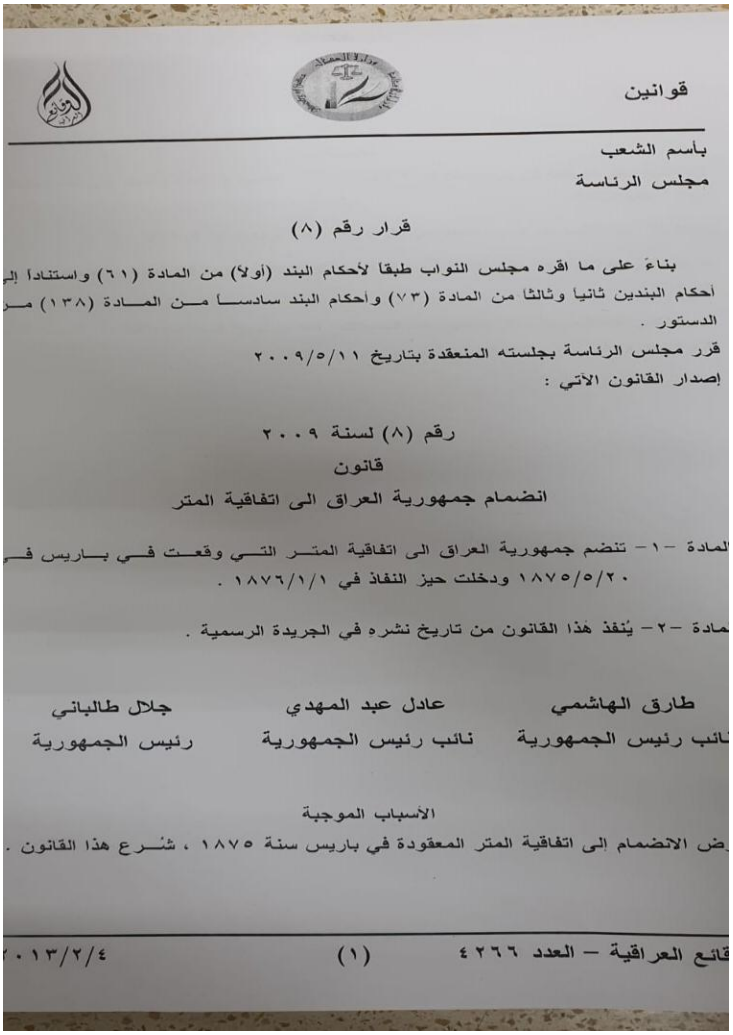
يتم تقليل تكاليف المعاملات من خلال زيادة وفورات الحجم .فقد أشارت العديد من الدراسات إلى أن زيادة توحيد القياس له تأثير إيجابي على الناتج المحلي الإجمالي .

في المملكة المتحدة، كان ما يقدر بنحو 28.4 في المائة من نمو الناتج المحلي الإجمالي في الفترة من 1921 إلى 2013 نتيجة للتوحيد القياسي

في كندا بين عامي 1981 و2004، كان ما يقدر بتسعة في المائة من نمو الناتج المحلي الإجمالي مرتبطاً بالتقييس،

وفي ألمانيا تقدر الفائدة الاقتصادية السنوية للتوحيد القياسي بنحو 0.72 في المائة من الناتج المحلي الإجمالي .

قللت المقاييس القانونية الوفيات والإصابات العرضية باستخدام أجهزة القياس، مثل رادارت السرعة وأجهزة قياس الكحول، من خلال تحسين كفاءتها وموثوقيتها .يعتبر قياس جسم الإنسان أمراً صعباً، مع ضعف التكرار وقابلية التكاثر، كما تساعد التطورات في علم القياس على تطوير تقنيات جديدة لتحسين الرعاية الصحية وتقليل التكاليف .وتعتمد السياسة البيئية على بيانات البحث، والقياسات الدقيقة مهمة لتقييم تغير المناخ والتنظيم البيئي. بصرف النظر عن التنظيم، فإن علم القياس ضروري في دعم الابتكار، وتوفر القدرة على القياس بنية تحتية فنية وأدوات يمكن استخدامها بعد ذلك لمتابعة المزيد من الابتكار. من خلال توفير منصة تقنية يمكن بناء الأفكار الجديدة عليها وعرضها بسهولة ومشاركتها، وتسمح معايير القياس باستكشاف الأفكار الجديدة والتوسع فيها .



قوانين

بأسم الشعب

مجلس الرئاسة

قرار رقم (٨)

بناءً على ما اقره مجلس النواب طبقا لأحكام البند (أولاً) من المادة (٦١) واستنادا إلى احكام البندين ثانيا وثالثا من المادة (٧٣) وأحكام البند سادسا من المادة (١٣٨) من الدستور .

قرر مجلس الرئاسة بجلسته المنعقدة بتاريخ ٢٠٠٩/٥/١١

إصدار القانون الآتي :

رقم (٨) لسنة ٢٠٠٩

قانون

انضمام جمهورية العراق الى اتفاقية المتر

المادة -١- تنضم جمهورية العراق الى اتفاقية المتر التي وقعت في باريس في ١٨٧٥/٥/٢٠ ودخلت حيز النفاذ في ١٨٧٦/١/١ .

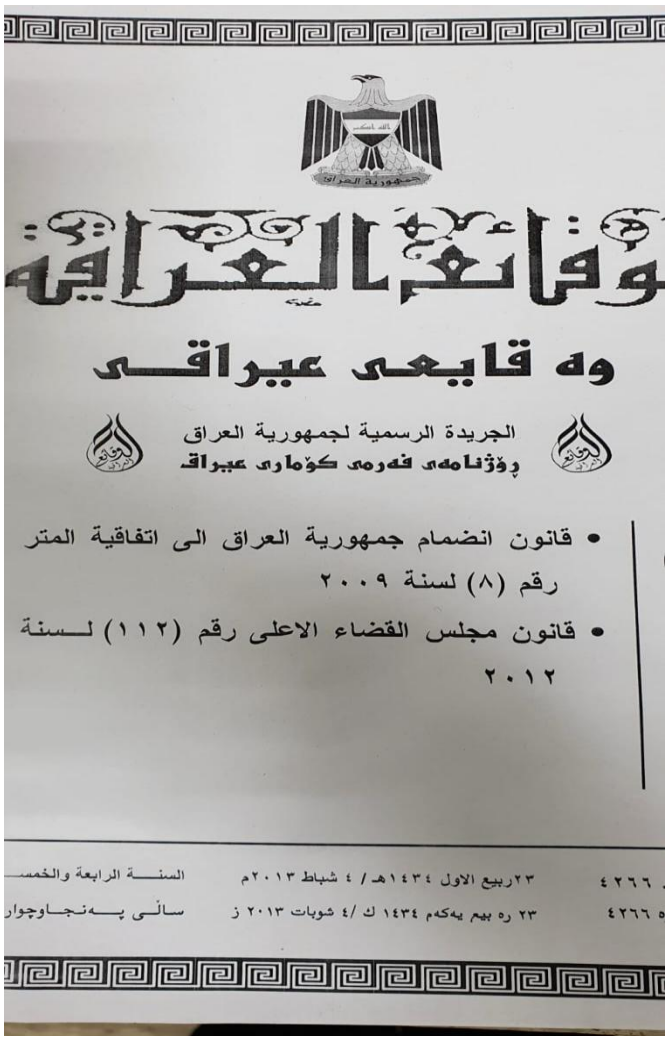
المادة -٢- يُنفذ هذا القانون من تاريخ نشره في الجريدة الرسمية .

طارق الهاشمي	عادل عبد المهدي	جلال طالباني
نائب رئيس الجمهورية	نائب رئيس الجمهورية	رئيس الجمهورية

الاسباب الموجبة

وض الانضمام إلى اتفاقية المتر المعقودة في باريس سنة ١٨٧٥ ، شُرع هذا القانون .

قائع العراقية – العدد ٤٢٦٦ (١) ٢٠١٣/٢/٤



الجريدة الرسمية لجمهورية العراق

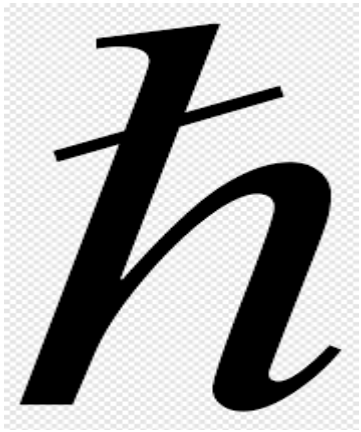
• قانون انضمام جمهورية العراق الى اتفاقية المتر رقم (٨) لسنة ٢٠٠٩

• قانون مجلس القضاء الاعلى رقم (١١٢) لسنة ٢٠١٢

السنة الرابعة والخمس ٢٣ربيع الاول ١٤٣٤هـ / ٤ شباط ٢٠١٣م ٤٢٦٦

سالى پەنجاوچوار ٢٣ ره بيم يەكەم ١٤٣٤ ك /٤ شوبات ٢٠١٣ ز ٤٢٦٦

شكل رقم (9) جريدة الوقائع العراقية الرسمية والتي تتضمن قانون انضمام جمهورية العراق الى اتفاقية المتر



الفصل الثالث

تعريف الكيلوغرام

3. التعريف الجديد للكيلوغرام [7]

1.3 الكيلوغرام

تعتبروحدة الكتلة (الكيلوغرام) الاساس في متروlوجيا الكتلة هو وحدة قياس دولية مثل المتر والثانية ، وهو واحد من المقاييس السبعة الأساسية التي يطلق عليها اسم النظام الدولي للوحدات أو النظام المتري واختصاره SI ، قد تم تحديد الكيلوجرام بشكل رسمي في معاهدة المترعام 1875

وهوعبارة عن اسطوانة من البلاتين اريديوم بنسبة 90% بلاتينوم و 10% اريديوم قطرها يساوي ارتفاعها ويساوي 39mm.موضوعة تحت ثلاث حاويات زجاجية مغلقة على شكل جرس في المكتب الدولي للاوزان والمقاييس في غرب باريس (سيفر) . وفي ذلك الوقت وجد العلماء إن أفضل طريقة للاتفاق على وزن للكيلو غرام هي من خلال تشكيل قطعة من المعدن أطلق عليها اسم "Le Grand K" ، وعلى مدار قرن من الزمان تم الرجوع إلى تلك القطعة كمعيار لجميع المقاييس العلمية باعتبارها نقطة مرجعية ثابتة ، وتحتفظ المختبرات الوطنية للقياس بنسخ من النموذج الدولي للكيلوغرام لمعايرة القياسات في بلادها ،وتعود النسخ الى باريس كل 40 عاما لمعايرتها مقابل النموذج الدولي للكيلوغرام الذي اشتهر باسم (الكيلوغرام الكبير Le Grand K) . كما في الشكل رقم (10)

شكل رقم (10) [8] (الكيلوغرام الكبير Le Grand K)

The International Proto The International Prototype Kilogram, aka *Le Grand K*. Prototype Kilogram, aka *Le Grand K*. type Kilogram, aka *Le Grand K*.

2.3 تغيير تعريف الكيلوغرام

ما حدث أن هذه القيمة المادية المتمثلة في اسطوانة الكيلوغرام أصابها التآكل،رغم التغليف والإبعاد عن العناصر الجوية التي قد تسبب تآكلها.

فقدت هذه النسخة نحو 50 مايكروغرامًا من وزنها (وزن رمش عين تقريبًا). وبالتبعية، فإن هذا التعريف المعياري الذي يحتكم إليه الكيلوغرام أصابه خلل، ما دعا العلماء إلى التصويت على إعفاء الأسطوانة من تمثيل قيمة الكيلوغرام، والاتجاه إلى قيمة طبيعية ثابتة لتعريفه تسمى"ثابت بلانك"، لا تتغير ولا تتآكل مع الزمن.

قد لا يكون من شأن هذا الأمر تغيير الكيفية التي تشتري بها حيث ان جميع مقاييس الكتلة الحديثة مستمدة من الكيلو غرام، سواء كانت مايكروغرامات الأدوية أو الذهب أو كيلوغرامات الفاكهة أو السمك أو أطنان الصلب.

والمشكلة أن وزن النموذج دائما ما يتغير ، فحتى داخل الزجاجات الثلاث يلتقط النموذج جزئيات دقيقة من الأتربة ويتأثر بالغلاف الجوي. وأحيانا يحتاج إلى تنظيف وهو ما يمكن أن يؤثر على كتلته.

ويمكن أن يكون لذلك انعكاسات بالغة الشأن فإذا فقد النموذج جزءا من كتلته فسيزيد وزن الذرات من الناحية النظرية في حين ينبغي أن يزن الكيلوغرام كيلوغراما على الدوام.

ويحاول العلماء منذ عقود تحديد قيمة ثابتة للكيلو غرام مستمدة من الفيزياء الثابتة بذات الطريقة التي تصرفوا بها إزاء وحدات القياس الأخرى التي يشرف عليها المكتب الدولي للأوزان والمقاييس.

لكن العلماء اتفقوا على إعادة تعريف قيمة الكيلوغرام فيما وصفوه بقرار تاريخي سيزيد دقة المقاييس العلمية.

ويمكن استخدام ما يعرف باسم "ثابت بلانك"، وهو أحد ثوابت الفيزياء الكمية، وميزان كيبل، وهو آلة وزن بالغة الدقة، لحساب كتلة جسم باستخدام قوة كهربية مغناطيسية مقاسة بدقة.

سيدخل التعريف الجديد حيِّزالتنفيذ في 20 مايو 2019. من وقتها فصاعدًا، فإن كل واحدة من السبع وحدات في نظام الوحدات العالمي، لن تُعرَّف بقيمة مادية، بل بقيم طبيعية ثابتة.

إعادة التعريف ليس شيئًا سهلًا، واستغراقه لعقود لم يأت من فراغ. فـ«ثابت بلانك» الذي سيعتمد عليه تعريف الكيلوغرام، ضئيل جدًّا واستغرق العمل حسابات دقيقة وشديدة التعقيد باستخدام جهاز يسمى «Kibble Balance»

3.3 تعريف الكيلوغرام بدلالة ثابت بلانك [7]

في عام 2010 تقدمت اللجنة الدولية للاوزان والمقاييس CIPM الى المؤتمر العام للاوزان والمقاييس CGPM باقتراح مفاده ان يتم تعريف الكيلوغرام بدلالة ثابت بلانك وهذا التعريف يسمح من الناحية النظرية باستخدام اي جهاز قادر على تحقيق الكيلوغرام بدلالة ثابت بلانك شرط ان يكون معطياته على درجة كافية من الدقة والثبات والتكرارية وقد يكون ميزان واط Watt balance قادر على ذلك .

وقد انتهت اللجنة الفنية المعنية باعادة تعريف الكيلوغرام الى عدد من الاشتراطات أهمها :

١. تحقيق قياس للكتلة بلاتاكدية تصل الى 20جزء في المليار باستخدام التجربتين المستخدمتين.
٢. يجب ان يكون التوافق بين نتائج التجربتين في حدود 50 جزء في المليار.
٣. في التجربة الواحدة يجب أن تكون التكرارية في حدود 20 جزء في المليار.

4.3 الثابت الفيزيائي Constant Physical [7]

الثابت الفيزيائي، هو قيمة عددية لا تتغير، تستخدم في المعادلات النظرية الفيزيائية. وثبات تلك القيم يساعد في التأكد من صحة تلك المعادلات والنظريات التي تعتمد عليها .

والثوابت الفيزيائية عديدة كسرعة الضوء في الفراغ وهذه السرعة لا تتغير أبدا في الفراغ، هناك ثوابت كثيرة مثل كتل الاكترونات والبروتونات والنيوترونات ، ثابتةلا تتغير مهما كان نوع الذرة او المادة وطبعا ثابت بلانك h هو من أهم تلك الثوابت.

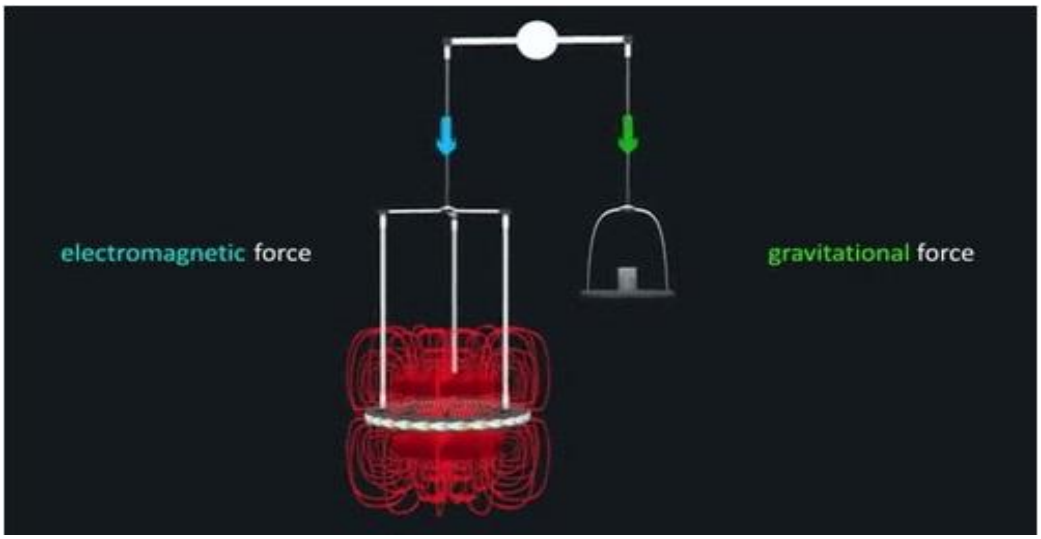
5.3 ميزان الواط watt balance [9]

تعرف الأداة المستخدمة لهذا القياس بميزان واط watt balance ، اخترعه دكتور براين كيبل Dr Bryan Kibbleعام 1975.

ميزان كيبل هو مقياس معقد جداً أساساً ، يعمل العلماء حالياً على أعلى دقة قياس لثابت بلانك،ُستخدَم جهاز «الكيبل» لقياس كتلة الجسم باستخدام القوة الكهرومغناطيسية، ومن خلال قياس المؤشرات الثلاثة الأساسية (سرعة الملف والتيار والجهد)، سيكون بالإمكان حساب كمية الطاقة الكهرومغناطيسية اللازمة لتحقيق توازن هذه الكتلة ضد جاذبية الأرض. وبهذه الطريقة نحصل على معيار كهرومغناطيسي شديد الدقة.

وفي السابق وحسب الطريقة التقليدية، عادةً يُستخدَم الميزان حيث توضع كتله معروفة في كفّة واحد والجسم المراد قياس كتلته في الكفّة الأخرى. وبفضل قوّة الجاذبية يمكنك معرفه مقدار وزن هذا الجسم بالنسبة للكتلة المعروفة.

أمّا بالنّسبة للطريقة الحديثة في قياس الوزن باستخدام توازن كيبل فيتمّ الاستغناء عن إحدى الكفتين ويُستخدم بدلًا منها ملف في حقل مغناطيسيّ، وبدلًا من استخدام قوّة الجاذبيّة لتحقيق التوازن بين الكتلة فإنّنا نستخدم القوّة الكهرومغناطيسية، ومن خلال مقارنة الكتلة بهذه القوة الكهرومغناطيسية، يمكن للعلماء إجراء قياسات صارمة لثابت بلانك .
كما في الشكل رقم (11) .
تعتبر هذه الطريقة أكثر أمنا من المستخدمة حالياً، لأنه مثلاً إذا تضرر الكيلوغرام القياسي المستخدم حالياً بسبب حريق أو فيضان أو سرقة فسيكون من الصعب التأكد من دقة القياسات.
وعند أستخدام ميزان الواط لابد من قياس الجاذبية الارضية g وبدقة بالغة في موضع أستخدام الميزان واذا كانت g قد قيست في مكان غير مكان الميزان لابد من التصحيح لاختلاف الارتفاع بين المكانين وطبقا لحسابات المعهد الوطني الامريكي للعلوم والتقنيات NIST يتغير وزن كتلة قدرها كيلوغرام بمقدار 316 مايكروغرام /متر .



شكل رقم (11) [3] ميزان واط Watt Balance أو ميزان كيبل Kibble Balance

في ابريل 2007 عندما أستخدم ميزان الواط في المعهد الوطني الامريكي للعلوم والتقنيات NIST تبين أن مقدار اللاتاكدية الكلية النسبية 36µg/m وفي مختبر الفيزياء الوطني بانكلترا NPL تبين ان مقدار اللاتاكدية الكلية النسبية هي 70.336µg/m .

فاذا ماقر المكتب الدولي للاوزان والمقاييس هذا الاقتراح واصبح التعريف الجديد للكيلوغرام جزءا من النظام الدولي لوحدات القياس ولابد من تحديد قيمة مقدارثابت بلانك(h)حيث انه مقدار محدد بالفولت في معادلة جوزسفسون وهي :

$$V = f\left(h/2e\right).....1$$

حيث f التردد الفوتوني
h ثابت بلانك و e شحنة الالكترون وبذلك يمكن الاستغناء عن النموذج الاول للكيلوغرام ،الى جانب ذلك لابد من تعيين قيمة التعجيل او الجاذبية الارضية g بدقة عالية باستخدام مقياس عجلة الجاذبية ذي الكتلة الساقطة

Dropping mass gravimeter الذي يحتوي على انترفيروميتر interferometer ومصدر ضوئي عبارة عن ليزر مثبت بالايودين He –Ne Laser stabilized by iodine.

6.3 طريقة عمل ميزان الواط [9]

ميزان الواط هو عبارة عن نسخة من ميزان الامبير ولكن اكثر دقة وبذلك الميزان كان يقيس الامبير المار في ملفين عن طريق القوة المتولدة عن مرور التيار في الملفين . في حالة ميزان الواط تنعكس الفكرة فيقاس التيار المار في الملفين الذي يحدث قوة تعادل وزن الكيلوغرام العياري، وبذلك يعرف الكيلوغرام بدلالة شدة التيار والفولت وحيث ان وحدتي التيار والفولت يعرفان على أساس الثوابت الفيزيائية مثل ثابت بلانك وشحنة الالكترون مما يعطي الكيلوغرام تعريفا أخر بدلالة الثوابت الفيزيائية المطلقة، وهذا أفضل من التعريف الحالي الذي يعرف للكيلوغرام بدلالة النموذج الاول له المحفوظ في باريس International prototype kilogram حيث أنه معرض للتلف وتغير كتلته مع الزمن. ويستخدم وزن الكيلوغرام بعد تحديده بواسطة ميزان الواط لحساب كتلة الكيلوغرام وهذا يقتضي تحديد عجلة الجاذبية الارضية g في مكان أستخدام الميزان بدقة عالية كما في الشكل رقم (12)

شكل رقم (12) [10]

ميزان الواط في المختبر الفيزيائي الوطني NPL في المملكة المتحدة

7.3 العلاقات الفيزيائية التي تستند عليها طريقة ميزان واط [7]

لقد اقترح هذه الطريقة العالم الفيزيائي بلواين كيبل Dr Bryan Kibble في المعمل الفيزيائي الوطني NPL بالمملكة المتحدة في عام 1975 وكانت نقطة الضعف في ميزان واط هي ان النتيجة تعتمد على دقة قياس أبعاد الملفات .الا أنه قد أضيفت خطوة ثانوية لازالة تاثير الابعاد الهندسية للملفات وهي المصدر الرئيسي للاتاكدية ،وتلك الخطوة الثانوية تتضمن تحريك ملف القوة في مجال مغناطيسي معروف الفيض Flux بسرعة محددة .
وقد تم نقل ميزان الواط الذي تم عمله في NPL الى فرنسا والولايات المتحدة وسويسرا والمكتب الدولي للاوزان والمقاييس BIPM لاجراء قياسات الكيلوغرام ومعرفة درجة اللاتاكدية ،وقد سجل المعهد الامريكي NIST لاتاكدية نسبية قدرها $3.6x10^{-8}$.

8.3 فكرة الميزان [7]

أذا وضع سلك طوله L ويحمل تيار كهربائي I عموديا على على مجال مغناطيسي شدته B فانه يتاثر بقوة مقدارها BLI .
في ميزان الواط يتم تغيير شدة التيار بحيث أن تلك القوة تعادل تماما وزن كتلة عيارية قدرها m وهذه القوة تساوي الكتلة m مضروبة في التعجيل الارضي g وهي نفس فكرة ميزان الامبير .
تخلص العالم Kibble في ميزانه من مشكلة قياس L,B عن طريق معايرة ثانية . نفس السلك وهو عبارة عن ملف من الاسلاك الموصلة للتيار يتحرك في نفس المجال المغناطيسي بسرعة معروفة v طبقا لقانون فراداي Faradays Law للحث Induction يتكون فرق الجهد V بين نهايتي السلك يساوي BLv ومن ثم فان الكميتين المجهولتين L,B يتلاشيان من المعادلة لتصبح :

وكلا طرفي المعادلة لهما وحدات القدرة مقاسة بالواط طبقا للنظام الدولي لوحدات القياس SI ولذلك سمي ميزان الواط .
تمت القياسات بقياس التيار الكهربائي بدقة بأستخدام ثابت جوسفسين K_{j-90} وثابت كليتزينغ R_{k-90} ومن تعريف الواط فهو يكافئ مقدار $K^2_j R_k$ بوحدات SIاي أن :

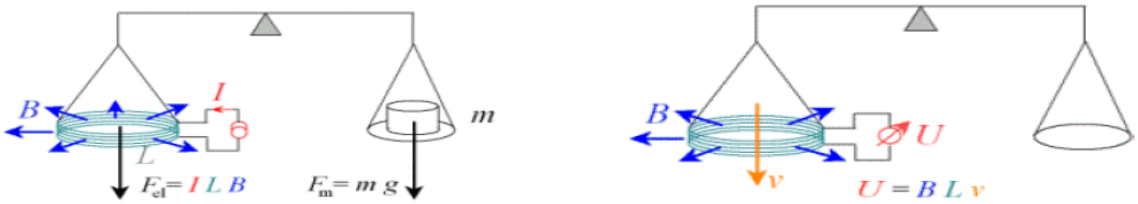
وترجع أهمية تلك القياسات في أنها قياس مباشر لثابت بلانك h

ومن معادلة 2 يتضح أن ميزان واط هو وسيلة لقياس الكتلة m

$$m = \frac{V I}{g v} \quad \ldots\ldots 5$$

من معادلة 5 يتضح أنه لابد من قياس كل من التعجيل الارضي g وسرعة حركة الملف v . وبذلك تكون اللاتاكدية في حساب الكتلة يعتمد على اللاتاكدية الكلية في قياس الفولت وشدة التيار والجاذبية الارضية والسرعة .

فكره عمل ميزان الواط المستخدم لتعيين ثابت بلانك وذلك لاعاده تعريف وحده الكتله



$$m = \frac{V\,I}{g\,v}$$

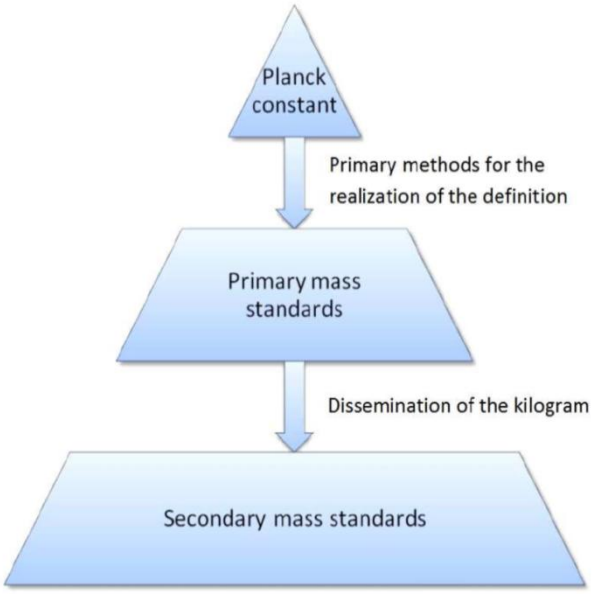
وبذلك يتم حساب الكتلة بمعلومية قياس الفولت وشدة التيار وقوة الجاذبية (تعجيل) والسرعة

في التجربة المتحركة : يتم تحريك اللولب عند السرعة الرأسية v خلال المجال المغناطيسي بحيث يتم تحفيز الجهد U

$$U = B\,L\,v \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 6$$

في تجربة الوزن : يتم تعليق كتلة وملف من التوازن .يتم وضع الملف(طول السلك L في المجال المغناطيسي لكثافة التدفق B توازن قوة الجاذبية على الكتلة m بواسطة قوة كهرومغناطيسية مساوية ومعاكسة على الملف بإرسال تيارخلاله)

$$m\,g = I\,L\,B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots 7$$



شكل رقم (13) [11]

التعريف الجديد للكيلوغرام

9.3 تعريف الكيلوغرام بدلالة عدد ذرات افوكادرو [12]

اعادة تعريف الكيلوغرام باستخدام تقدير أكثر دقة لعدد افوكادرو.
سعى فريق من العلماء من إيطاليا واليابان وألمانيا في بحث علمي مشترك لإعادة تعريف الكيلو غرام بحلول العام 2018 وذلك من خلال الحصول على قياسات دقيقة لعدد افو كادرو، نشرت أبحاث الفريق العلمي في مجلة القياسات الفيزيائية والكيميائية. Journal of Physical and Chemical Reference Data
يقدر عدد أفوكادرو بـ 6.022×10^23 تقريبا وهو يمثل كمية كبيرة أكبر بكثير من عدد حبيبات الرمل على الأرض او حتى أكبر من عدد النجوم في الكون. لكن هذا العدد يمثل عدد الجسيمات (الذرات أو الجزيئات) في مول من المادة.

مول واحد من جزيئات الماء يعادل بضعة ملاعق من السائل. حيث ان عدد افو كادرو يرتبط مع عدد من الثوابت الفيزيائية فان قيمته يمكن ان تستخدم للتعبير عن وحدات فيزيائية أخرى مثل الكيلوغرام.

قام فريق البحث بحساب عدد افوكادرو عدة مرات في الماضي ،في كل مرة حصلوا على قيمة لعدد افوكادرو من خلال عدد الذرات في كرة كتلتها كيلو غرام واحد من السيلكون النقي جدا ،عندما يتبلور السلكيون فانه يكون خلايا مكعبة تتكون من ثمانية ذرات في كل خلية.

لهذا فانه من الممكن حساب عدد الذرات في كرة السليكون من خلال النسبة بين الحجم الكلي للبلورة والحجم الذي تشغله كل ذرة سليكون، والتي بدورها تحسب بواسطة الخلية المكعبة.

في مطلع العام 2015 حصل العلماء على قيمة جديدة لعدد افوكادرو بنسبة شك اقل من 20 ذرة لكل مليار ونتج عن ذلك قيمة جديدة لعدد افوكادرو تقدر بـ 6.02214082(11) ×10^23 حيث ان العدد بين القوسين يمثل الشك في اخر خانتين.

يقول أحد الباحثين ان التعريف الجديد يجب ان لا يبتعد عن مقدار دقة أفضل الموازين في العالم، والا فانه عندما نغير التعريف الحالي للكيلوجرام إلى التعريف الجديد فان كل المستخدمين في مجال العلوم والصناعة والتجارة يجب ان يغيروا قيمة الكتلة لكل الاجسام الموجودة حاليا، وان مثل هذا التعديل سوف يتطلب الكثير من الوقت وقد يتسبب في حدوث الكثير من الأخطاء.

لهذا يأتي دور عدد افوكادرو قبل الشروع في اصدار التعريف الجديد للكيلوغرام بالاعتماد على ثابت بلانك يجب التأكد.

فان قيمة ثابت بلانك مناسبة جدا بقدرالإمكان، حيث انه يمكن اشتقاق ثابت بلانك من عدد افوكادرو والعكس بالعكس فان استخدام ثوابت أساسية أخرى يمكن ان يؤدي إلى تعريف أكثر دقة لعدد افوكادرو وهذا بدوره يعزز تعريف ثابت بلانك.

بالرغم من كل هذا فان عدد افوكادرو لا يعتبر طريقة رسمية لتعريف الكتلة القياسية، ويعتبر عد الذرات فحص هام لدقة أي تعريف يعتمد على ثابت بلانك.

يجب ان تكون قياسات أكثر من كيلوغرام باستخدام طرق مختلفة متقاربة جدا من بعضها البعض، كما يجب ان يحقق إعادة تعريف الكيلوغرام قياسات دقيقة وأدق من تلك المتوفرة في أكبر عدد من المختبرات.

10.3 قانون أفوكادرو

من المعروف أن الذرات عبارة عن جسيمات صغيرة الحجم، ومن الصعب التعامل معها من خلال المقاييس العادية، لذلك تم التفكير في التعامل مع عيّنة أو عدد كبير من الذرات، ومن أجل حساب كميات الذرات، أوجد العلماء عدد افوكادرو، أو ثابت افوكادرو، وهو عبارة عن عدد الذرات الموجودة في 12 جراماً من الكربون C12، أو عدد الجسيمات الموجودة في مول واحد من المادة، وقيمة عدد افوكادرو 6.022 ×10^23، والمول عبارة عن كمية المادة التي تحتوي على عدد من الدقائق أو الذرات أو الجزيئات مساوياً لعدد ذرات الكربون الموجودة في 12 جراماً من الكربون.

11.3 سبب اختيار ذرة الكربون كمقياس

وقد تم اختيار ذرة الكربون كمقياس،لأن ذرات الكربون هي الذرات الأكثرانتشاراً في الطبيعة عددياً ،ويمكن قياس كتلته بدقة ،ولأن وزن مول واحد من الكربون معروف وهو 12.000 وبالتالي عدّ العلماء عدد الذرات فيه ، ومن ثم تم تحديد كمية الجسيمات في مول من المادة وهو عدد افوكادرو.

- مثال (1): احسب عدد ذرات الكربون في 12 جراماً من الكربون،إذاعلمت أنّ كتلة ذرة واحدة من الكربون تساوي 1.96629×10^23؟

- الحل: عدد ذرات الكربون= (12/1.96629×10^23)= 6.0210×10^23= عدد افوكادرو.

12.3 تحقيق الكيلوغرام على اساس ثابت افوكادرو Avogadro constant based approach

يطلق على هذه الطريقة مشروع افكادرو Avogadro *project* وفيه يكون الكيلوغرام على شكل كرة قطرها *93.6 mm* مصنوعة من السيلكون وقد اختير السليكون لان طريقة عمل بلورة أحادية عالية النقاوة وخالية من اي تشوهات قد أصبحت معروفة جيدا نظرا لاستخدامها في صناعة أشباه الموصلات.
ولعمل الكيلوغرام العياري تستخدم بلورة أحادية على هيئة قضيب وتعين نسبة النظائر بها باستخدام مطياف كتلة لتحديد متوسط الكتلة الذرية النسبية.

تقطع البلورة الاحادية على شكل كرة ثم يتم صقلها ويقاس حجم البلورة بعد ذلك باستخدام جهاز التداخل الضوئي بدقة تصل الى ± *0.3*nm في قياس نصف القطر. وتقاس المسافات بين الذرات في الشبكة البلورية وهي تقريبا 192pm وباستخدام مقياس تداخل ماسح بالاشعة السينية *x-ray scanning interferometer* وهو يسمح بقياس المسافات بين الذرات باللاتاكدية تصل الى *3* اجزاء في البليون ، وبمعرفة حجم الكرة ومتوسط الوزن الذري لها والمسافات البينية بين الذرات يمكن حساب قطر الكرة بدقة عالية تمكن من صقلها لتصل كتلتها الى كيلوغرام.

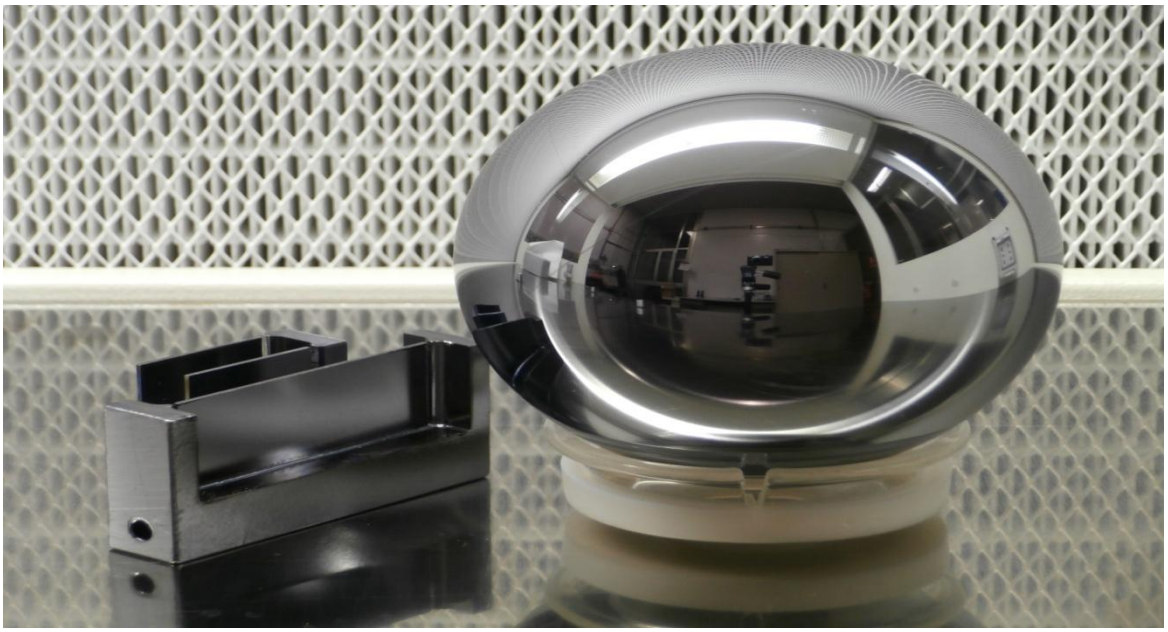
وتم دراسة تاثير الزمن على ثبات كتلة الكيلوغرام وكذلك تاثير الجو المحيط وهل من الافضل أن يحفظ تحت الجو العادي أم تحت جو مفرغ من الهواء الا أنه لايوجد كيلوغرام أمامي على درجة عالية من الثبات بحيث يمكن المقارنة به .

هنالك قضية أخرى يجب أخذها بنظر الاعتبار هي أن السليكون يتاكسد ويكون طبقة رقيقة من الاوكسيد سمكها حوالي من 5-10 ذرة من ثاني اوكسيد السليكون واول اوكسيد السليكون وهذه الطبقة تزيد قليلا من كتلة كرة السليكون وهذا التاثير

يجب اخذه بنظر الاعتبار عند صقل الكرة والضبط النهائي لابعادها ،هذه المشكلة لاتحدث في حالة الكيلوغرام المصنوع من سبيكة البلاتين – اردیوم كما انها تؤكد على أختيار طريقة التنظيف التي لاتسمح بتغير سمك طبقة الاوكسيد .

هنالك أتجاهان لتصنيع الكيلوغرام من السليكون الاتجاه الاول هو باستخدام السليكون الطبيعي المكون من ثلاثة نظائر ، النظيران الثقيلان منها وهما Si^{30}وSi^{29} يكونان 7.78% من السليكون الطبيعي وهذا الاتجاه يحقق بدقة مقدار الكيلوغرام بالنسبة C^{12} حيث أن كتل الثلاث نظائر معروفة جيدا بالنسبة لكاربون ^{12} (اللاتاكدية النسبية جزء بالبليون $1ppb$ او اقل)

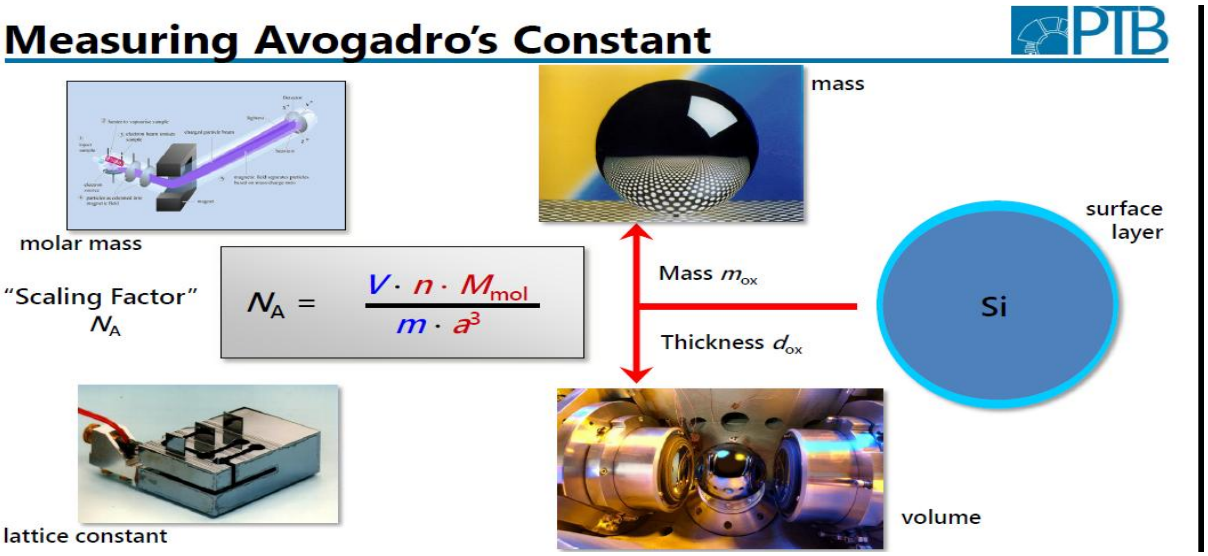
أما الاتجاه الثاني فهو باستخدام نظير واحد للسليكون هو Si^{28} وله كتلة ذرية نسبية مقدارها (19)27.9769265325 ويتم ذلك بفصل هذا النظيرعن باقي النظائر بأستخدام سبكتروكواف الكتلة *Mass spectrograph* ولتصل الى سليكون Si^{28} عالي النقاوة وخالي تقريبا من باقي النظائر، وبذلك نثبت قيمة ثابت افاكادرو كما يتم ثبات الكتلة الذرية لـ Si^{28} وبتلك الطريقة ينفصل تعريف الكيلوغرام عن الـ C^{12} ويعرف الكيلوغرام على انه يساوي حوالي 35.74374043مول من ذرات Si^{28} . والنموذج الاول من كرة السليكون المكونة من Si^{28} فقط لابد ان تحيد قليلا عن مقدار المولات المذكورة لكي نعادل تاثير الشوائب النظائرية وكذلك الاكاسيد المتكونة علي السطح.



شكل رقم (14) [12]

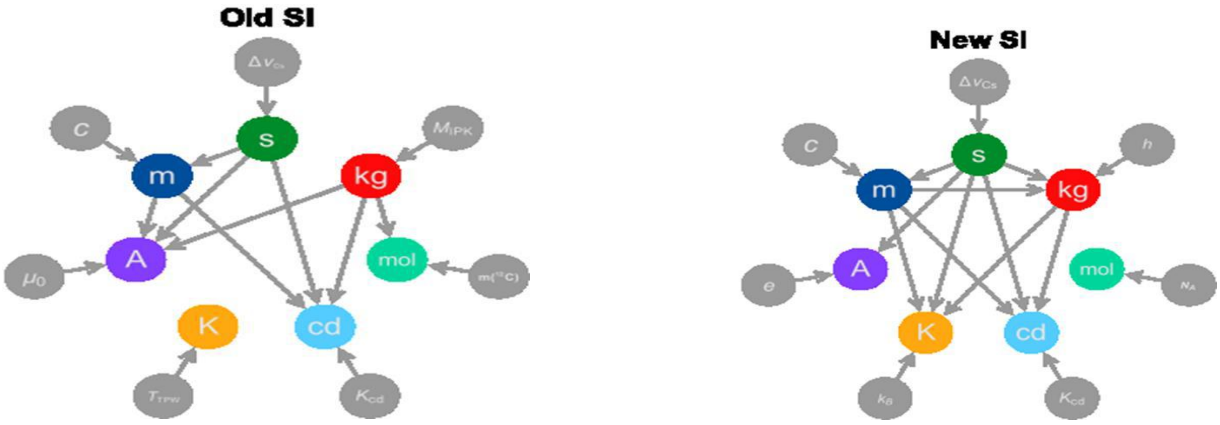
كرة السليكون

في مشروع تحديد عدد افكادرو ، وفي تجارب تم اج راؤها في المعهد التقني الفيزيائي للمعايرة الالماني PTB لغرض تحديد عدد افكادرو N_A ومن خلال العلاقة الرياضية المعروفة لتحديد عدد افاكادرو والمبينة أدناه والتي تعتمد على حجم وكثافة وعدد الذرات والشبكة البلورة (Lattice) والكتلة المولارية .



13.3 وحدات القياس العالميَّة الجديدة[13]

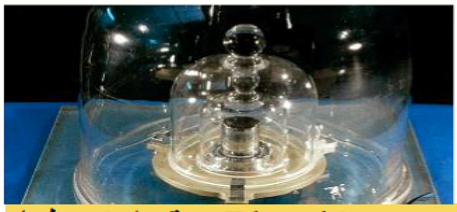
في يوم الجمعة 16 نوفمبر 2018، في مركز مؤتمرات على بُعد خطوات من قصر فرساي، عُقدت جلسة المؤتمر السادس والعشرين للمعايير والأوزان بين ممثلي 60 دولة، من بينهم دولتان عربيتان، هما الإمارات العربية المتحدة والكويت، إذ جرى التصويت على إعفاء أسطوانة البلاتينيوم والإيريديوم من الخدمة، وإعادة تعريف الكيلوغرام، وثلاث وحدات أخرى أيضًا هي«المول» لقياس كمية المادة، «الأمبير» لقياس التيار الكهربي، و«الكلفن» لقياس درجة الحرارة.
في قرار وصفوه بالتاريخي ورجحوا أن يزيد من دقة المقاييس العلمية .



وحدات القياس الجديدة | شكل رقم (16) [14] | وحدات القياس القديمة

ومن المعروف أن وحدات القياس يجب أن تتمتع بالدقة والثبات، وهو ما يتحقق من خلال تحديد وحدة القياس بما يتفق مع قوانين الطبيعة، وهناك وحدات قياس مُستخدمة حول العالم، غير قائمة على ثوابت فيزيائية وطبيعية وهي، الأمبير لقياس التيار الكهربائي، والكلفن لقياس درجة الحرارة، والمول لقياس كتلة الذرات المكونة للمادة، والكيلوغرام لقياس الوزن، وهو ما دفع علماء القياس العام الماضي إلى الاتفاق على التوقف عن استخدامها .

والوحدات التي غيرت هي : الكيلوغرام والمول والامبير والكلفن .

الكيلوغرام	Kilogram	Kilogramme
التعريف القديم	قبل العام ٢٠١٨، كان يعتمد على مجسّم من البلاتين محفوظ في فرنسا منذ العام ١٨٨٩ وهو ما يعرضه لعدم الدقّة بسببِ التغيير الذي قد يطرأ عليه عبر السنين.  (الصورة تمثّل أحد النماذج التقليديّة لـ ١ كلغ والتي سوف يُستغنى عنها).	
التعريف الجديد	ارتكازه منذ العام ٢٠١٨	على قيمة ثابتة بلانك (Planck's constant) وقد اعتمد لها القيمة: $h = 6.62607015\times10^{-34}$ J.s
	ماذا يقيس؟	الكتلة المعادلة لـ $1.4521475 \times 10^{40} \times (h.\nu_{Cs}/c^2)$ وهو ما يعتمد على ثابتة بلانك h، تردّد السيزيوم ν_{Cs} و سرعة الضوء c.

المول	Mol	Mole
التعريف القديم	قبل العام ٢٠١٨، كان يعتمد على تعريف الكيلوغرام.	
التعريف الجديد	ارتكازه منذ العام ٢٠١٨	على ثابتة أفوكادرو (Avogadro's constant) وقد اعتمد لها القيمة: $N_A = 6.02214076\times10^{+23}$
	ماذا يقيس؟	المول يحتوي على $N_A=6.02214076\times10^{+23}$ وحدة.

الأمبير	Amper	Ampère
التعريف القديم	قبل العام ٢٠١٨، كان يعتمد على القوّة الّتي تنشأ بين تيّارين يمرّان عبر سلكين مستقيمين متوازيين طويلين، وهي تجربة غير قابلة للتحقّق والقياس بدقّة.	
التعريف الجديد	ارتكازه منذ العام ٢٠١٨	على قيمة الشحنة الأساسيّة (elementary charge) وقد اعتمد لها القيمة: $e = 1.602176634\times10^{-19}\ C$
	ماذا يقيس؟	إلكترون $10^{19}\times$(1/1.602176634)الأمبير يعادل مرور بالثانية.

الكلفن	Kelvin	Kelvin
التعريف القديم	قبل العام ٢٠١٨، كان تعريف الكلفن يعتمد على النقطة الثلاثيّة حيث يوجد الماء في الحالات الثلاث، وهو أمر متعلّق بمدى صفاءِ المياه، مما يصعّب القياس بالدقّة المطلوبة.	
التعريف الجديد	ارتكازه منذ العام ٢٠١٨	على ثابتة بولتزمان (Boltzmann's constant) وقد اعتمد لها القيمة: $k = 1.380649\times10^{-23}\ J/K.$
	ماذا يقيس؟	ارتفاع الحرارة 1K يعادل ارتفاع الطاقة $1.380649x10^{-23}J$.

14.3 المناقشة

الطريقة الجديدة باستخدام ميزان كيبل المستخدمة لقياس الكتلة لا تعتمد على شيء مادي،ومن المعروف بان الأشياء المادية تتغير دائما.

بهذا التعريف الجديد خرجنا من المادة، فهذه النسخة الام أو الأسطوانة البلاتينية مادة مُصنَّعة ومعرضة لزيادة الوزن ونقصانه بتغير درجة الحرارة، وعُرضة للدمار والتآكل والغبار بسبب العوامل البيئية، إذا تغيَّرت ستتغير كل القياسات التي تعتمد عليها، وإذا تعرضت للسرقة، سيصاب نظام القياس العالمي بالفوضى. وقد طرأ عليها بالفعل بعض التغيرات الطفيفة، إذ فقدت 50 مايكروغرام من وزنها، بل وُجِدت اختلافات بينها وبين النسخ المطابقة لها، مما سبب قلقًا بين عدد من العلماء في استخدامها لتحديد الأوزان بدقة.

سيمكِّننا النظام الجديد من التأكد من صحة هذا الوزن في أي وقت، دون الحاجة إلى الرجوع إلى «الألف الكبيرة» في كل مرة.

تجربة ميزان كيبل (ميزان الواط) هي تحقيق التوازن بين قوة الجاذبية التي تؤثرعلى الكتلة والقوة المتولدة عن تياركهربائي في ملف والموجود داخل مجال مغناطيسي ،ومن ثم يمكن حساب الكتلة بطريقة مباشرة عن طريق مقارنة القدرة الميكانيكية إلى القدرة الكهربائية (القدرة الميكانيكية والكهربائية كلاهما تقاس بالواط ومن هنا سمي بميزان الواط.) وتتضمن التجربة قياس الجهد والتيار المار خلال الملف،كما تتطلب أيضا قيمة دقيقة لتسارع الجاذبية.

هذه الدقة الشديدة انتصار كبير للعلماء وللطريقة التي يتطور بها العلم .

يصرح "المختبر الفيزيائي الوطني(NPL)" بأن هذا التغييرربما لا يكون مهمًّا عندما نقيس كيلو من السكر، لكنه سيؤثر كثيرًا حين يجيء الأمر مثلًا للجرعات الدوائية، فالكميات الضئيلة قد تكون قاتلة، وسيبني تغيير التعريف أساسًا ثابتًا يُعتمَد عليه مستقبلًا في العلوم والصناعة.

الفصل الرابع

الاستنتاجات والتوصيات

4. الاستنتاجات والتوصيات

1.4 الاستنتاجات

- عند تعريف الوحدات الأساسية سيصبح النظام الدولي اكثراستقراراوسيكون لدينا نظام متماسك ومتناسق وأثره على مجالات القياس المختلفة .
- ان استخدام الثوابت الطبيعية وثبات تلك القيم يساعد في التأكد من صحة تلك المعادلات والنظريات التي تعتمد عليها.
- اعادة تعريف الكيلوغرام ليس لها تأثير عملي حيث ان المقارنات الدولية ستضمن اتساقها ، كما أن حالات عدم اليقين التي تقدمها المؤسسات لعملائها في المعايرة لن تتأثرعلى نطاق واسع .
- تعريف الكيلوغرام من حيث ثابت بلانك ، يضمن الاستقرارعلى المدى الطويل في نظام وحدات القياس **SI** لتحقيق الكيلوغرام بطريقة مناسبة.
- يعد ميزان Kibble من الطرق الجديدة والتي يمكن للعلماء قياس الكيلوغرام بهامش خطأ يبلغ جزء من مئة مليون ما يعادل تقريبًا ربع وزن رمش العين ولديه مايكفي من الدقة والاستقرار.
- هناك مشكلة تتمثّل في التكلفة الباهظة والتكنولوجيا المتطوّرة المتعلّقة بجهاز ميزان كيبل، فهو لا يتوفر سوى في اثنين فقط من معامل الفيزياء حول العالم منها المعهد الوطني للتكنولوجيا والقياس في الولايات المتحدة الامريكية NIST، والمختبر الفيزيائي الوطني في إنجلترا NPL .

2.4 التوصيات

- يلزم المكتب الدولي للاوزان والمقاييس BIPM ان يوفرميزان كيبل عالي الدقة لمعايرة الكيلوغرامات المرجعية الموجودة لدى الدول التي ليس لديها مثل هذا الميزان Kibble balance.

- من الضروري ان يتم انشاء وتأهيل مختبرات قسم المقاييس وان تكون عالية الدقة وفق المتطلبات العلمية والقياسية حيث يتطلب ميزان كيبل قياسًا دقيقا للغاية، لتسارع الجاذبية المحلي في المختبر ،باستخدام الجاذبية في ميزان كيبل .

- تفعيل المشاركة والمساهمة بالمؤتمرات والاجتماعات واللجان الفنية الخاصة بالمكتب الدولي للاوزان والمقاييس BIPM كون العراق عضو كامل العضوية منذ عام 2013 .

- تفعيل المشاركة باللجنة الدولية لوحدات القياس CGPM و CIPM واتفاقية الاعتراف المتبادل MRA .

References المراجع

[1] بحث عن علم القياس/ القياسات وأدوات القياس Measurements and Metrology مصلحة الكفاية الإنتاجية والتدريب المهني

[2] Guide for the Use of the International System of Units (SI) /2008

[3] https://www.inst.sim.com

[4] هيئة التقييس لدول مجلس التعاون لدول الخليج العربية / مقالة

[5] https://bipm.org

[6] https://m.marefa.org

[7] Stock, M. (2012). Watt balance experiments for the determination of the Planck constant and the redefinition of the kilogram. *Metrologia*, *50*(1), R1

[8] https://www.nist.gov/siredefinition/ kilogram introductions

[9] Robinson, I. A., & Schlamminger, S. (2016). The watt or Kibble balance: a technique for implementing The new SI definition of the unit of mass. *Metrologia*, *53*(5), A46

[10] http://www.npl.co.uk/si units/redefining the si units

[11] SI Brochure – 9th edition (2019) – Appendix 2 / 07 July 2021
Mise en pratique for the definition of the kilogram in the SI

[12] More precise estimate of Avogadro's number to help redefine kilogram by American Institute of Physics

[13] International Bureau of Weights and Measures. (2018).ResolutionAdopted CGPMMeeting

[14] File .Unit relations in the new SI.svg/2018