

Báo cáo tham luận

ĐÁNH GIÁ TÁC ĐỘNG CỦA VIỆC ĐỊNH NGHĨA LẠI ĐƠN VỊ CƠ BẢN SI ĐẾN LIÊN KẾT CHUẨN CỦA QUATEST3

Người trình bày:

Nguyễn Anh Triết

Trung tâm Kỹ Thuật 3



Tp. Hồ Chí Minh 11/05/2018

1. Tổng quan về việc sửa đổi định nghĩa đơn vị SI

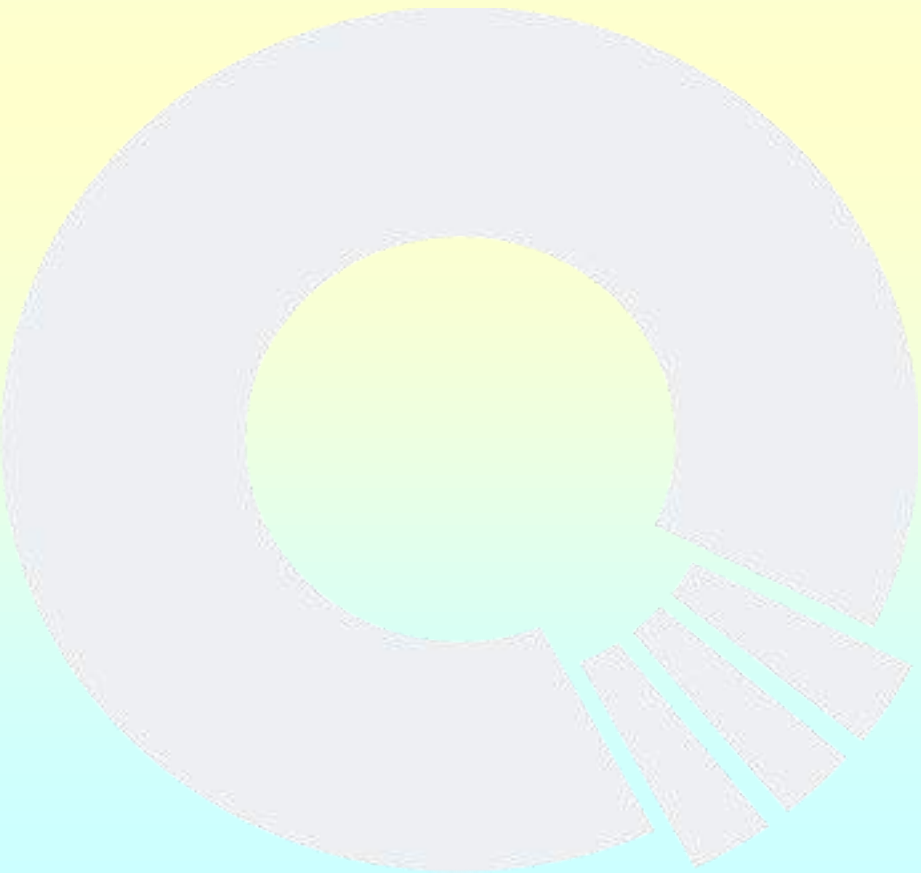
- Thực trạng hiện nay
- Tư duy và mục đích thay đổi
- Định nghĩa mới 04 SI (*dự kiến*)

2. Tác động của việc định nghĩa lại SI đối với hệ thống đo lường

3. Kết luận

Tài liệu tham khảo

- Trang website chính thức của Văn phòng Cân đo quốc tế BIPM
<https://www.bipm.org/en/measurement-units/rev-si/>



Tổng quan

- **Hệ SI** bắt đầu với hệ **MKS** với các chuẩn kích thước của con người dựa trên những gì mà tại thời điểm đó được xem là **bất biến** như: vòng quay của trái đất, kích thước của trái đất, khối lượng bắt nguồn từ một lượng nước nhất định
- Cùng với tiến bộ của khoa học công nghệ đã chứng minh những bất biến đó **không thực sự là bất biến**. Vì thế các chuẩn đơn vị đo cần được thay thế bằng định nghĩa khác
- Các viện đo lường quốc gia (NMI), Viện Cân đo Quốc tế (BIPM) đã nỗ lực trong nhiều thập kỷ qua để thúc đẩy hệ đơn vị đo Quốc tế (SI) sao cho các đơn vị cơ bản SI có thể được xác định theo các biến đổi của tự nhiên, các hằng số vật lý cơ bản hoặc các thuộc tính của các nguyên tử
- Thực trạng hệ SI hiện nay như sau:

Thực trạng hệ SI hiện nay

+ **Kilôgam** được xác định theo vật liệu nguyên liệu, đó là nguyên mẫu quốc tế của kilôgam (cuộc họp đầu tiên của CGPM, 1889, cuộc họp thứ 3 của CGPM, 1901).

→ *Sự ổn định lâu dài của chuẩn kg không được đảm bảo*

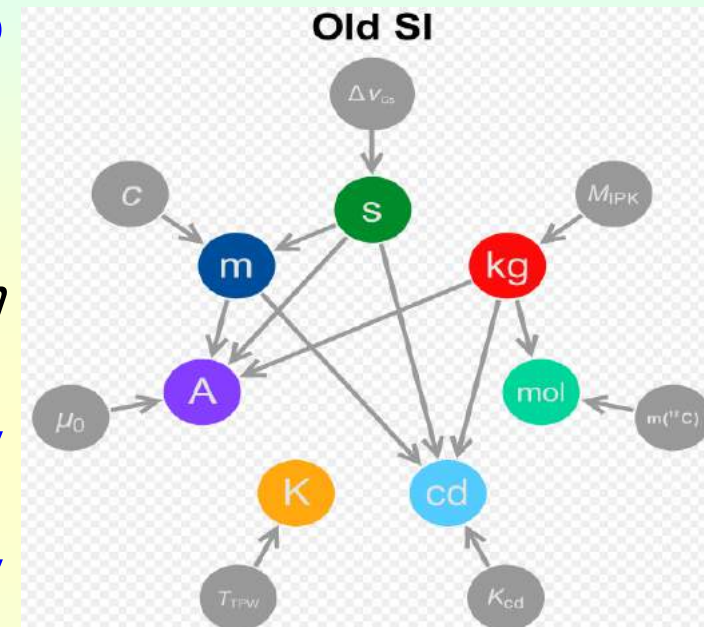
+ **Ampere** là dòng không đổi, được duy trì trong hai dây dẫn song song có chiều dài vô hạn, đặt cách nhau 1 m trong chân không, sẽ tạo ra giữa các dây dẫn này một lực bằng 2×10^{-7} N mỗi mét dài

+ **Mol** là lượng chất của một hệ thống chứa nhiều thực thể cơ bản có các nguyên tử trong 0,012 kg carbon 12

→ *Ampere và Mol phụ thuộc vào kilôgam*

+ **Kelvin** được định nghĩa về mặt tính chất bên trong của nước

→ *Phụ thuộc vào độ tinh khiết và thành phần đồng vị của nước*



Thực trạng hệ SI hiện nay

+ **Giây** được định nghĩa bằng cách lấy giá trị số của tần số chia tách siêu trạng thái của nguyên tử Cesi $\Delta\nu_{Cs}$ (^{133}Cs) là 9 192 631 770 Hz

+ **Mét** được định nghĩa bằng cách lấy giá trị của vận tốc ánh sáng trong chân không c là 299 792 458 m/s, trong đó **giây** được xác định theo $\Delta\nu_{Cs}$

+ **Candela** được định nghĩa bằng cách lấy giá trị của hiệu quả chiếu sáng K_{cd} của bức xạ đơn sắc ở tần số 540×10^{12} Hz là 683 lm/W, mà $\text{lm/W} = \text{cd sr/W} = \text{cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^3$ (*cd hiện đang phụ thuộc vào kg*)

→ 04 đơn vị kg , A , K , mol dựa trên bản chất nguyên vật liệu mà chưa dựa vào hằng số vật lý, nên cần phải định nghĩa lại.

- Tư duy và mục đích cần định nghĩa lại kg , K , A , mol

Tư duy và mục đích định nghĩa lại kg, K, A, mol

+ **Hệ SI** được sửa đổi **hoàn toàn** dựa trên các hằng số cơ bản của tự nhiên để Kilôgam không phụ thuộc vào vật liệu, Kenvin không phụ thuộc vào bản chất của nước, ampere không dựa trên một định nghĩa khó, mol sẽ thay đổi thành một định nghĩa thực tế hơn. Ngoài ra không làm ảnh hưởng đến các định nghĩa giây, mét và candela

+ **Hệ SI**: phải có tính thống nhất và có thể tiếp cận trên toàn thế giới trong thương mại quốc tế, sản xuất chế tạo công nghệ cao, an toàn & sức khỏe con người, bảo vệ môi trường, nghiên cứu khí hậu toàn cầu và khoa học cơ bản

+ **Hệ SI** cần phải ổn định dài hạn, nhất quán nội tại và trên thực tế được thể hiện dựa trên mô tả lý thuyết của tự nhiên ở mức độ cao

- **Quá trình tiến tới SI mới**

Quá trình tiến tới SI mới

Việc sửa đổi hệ SI được đưa ra ở NQ1 ở cuộc họp lần 24 của CGPM năm 2011 và được xác nhận lại vào cuộc họp lần 25 của CGPM năm 2014. Đến cuộc họp lần 26 của CGPM vào tháng 05/2018 sẽ có quyết định chính thức về hệ SI sửa đổi này và nó sẽ **chính thức có hiệu lực vào 20/5/2019**. Trong đó, 7 đơn vị cơ bản xác định dựa trên 7 hằng số vật lý.

1. Tần số phân giải siêu tinh tế trạng thái của nguyên tử sêsi 133 $\Delta\nu$ (133Cs): 9 192 631 770 Hz,
2. Vận tốc của ánh sáng trong chân không c : 299 792 458 m/s
3. Hằng số Planck h : 6,626 070 15 $\times 10^{-34}$ J.s
4. Điện tích nguyên tố e : 1,602 176 634 $\times 10^{-19}$ C
5. Hằng số Boltzmann k chính xác: 1,380 649 $\times 10^{-23}$ J/K
6. Hằng số Avogadro N_A chính xác: 6,022 140 76 $\times 10^{23}$ mol⁻¹
7. Hiệu quả chiếu sáng K_{cd} của bức xạ đơn sắc ở tần số 540 $\times 10^{12}$ Hz là 683 lm/W

Định nghĩa mới kg, A, K, mol (dự kiến)

+ **Kilôgam (kg)** là đơn vị đo SI về khối lượng. Nó được định nghĩa bằng cách lấy giá trị số của hằng số Planck h là $6,626\ 070\ 15 \times 10^{-34}$ J.s, mà $\text{J.s} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-1}$ trong đó mét và giây được xác định theo c và $\Delta\nu_{\text{Cs}}$

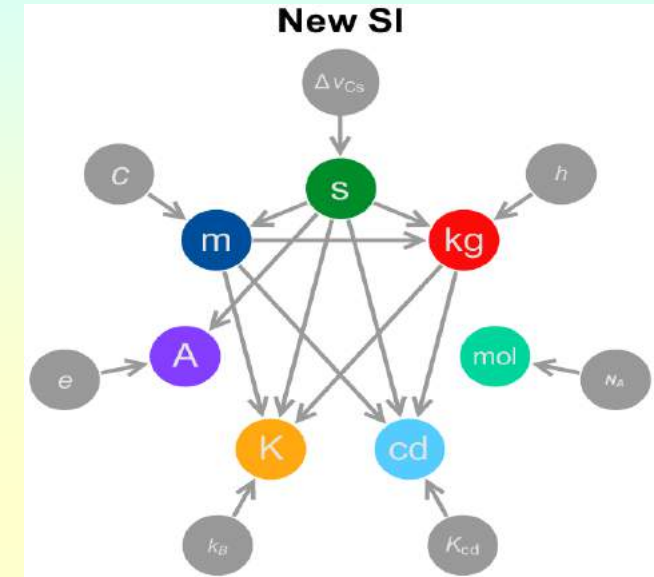
+ **Ampere (A)** là đơn vị đo SI về dòng điện. Nó được định nghĩa bằng cách lấy giá trị số của điện tích nguyên tố e là $1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$ C, mà $\text{C} = \text{A.s}$ trong đó giây được xác định theo $\Delta\nu_{\text{Cs}}$

+ **Kelvin (K)** là đơn vị đo SI về nhiệt độ nhiệt động lực học. Nó được định nghĩa bằng cách lấy giá trị số của hằng số Boltzmann k $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ J/K, mà $\text{J/K} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}$, trong đó kilogram, mét và giây được xác định theo h , c và $\Delta\nu_{\text{Cs}}$

+ **Mol (mol)** là đơn vị đo SI về lượng chất. Một mol chứa chính xác là $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ nguyên tử. Đây là số của giá trị hằng số Avogadro N_A .

+ Định nghĩa về giây, mét, candela không thay đổi

→ 04 định nghĩa mới tác động đến đo lường?

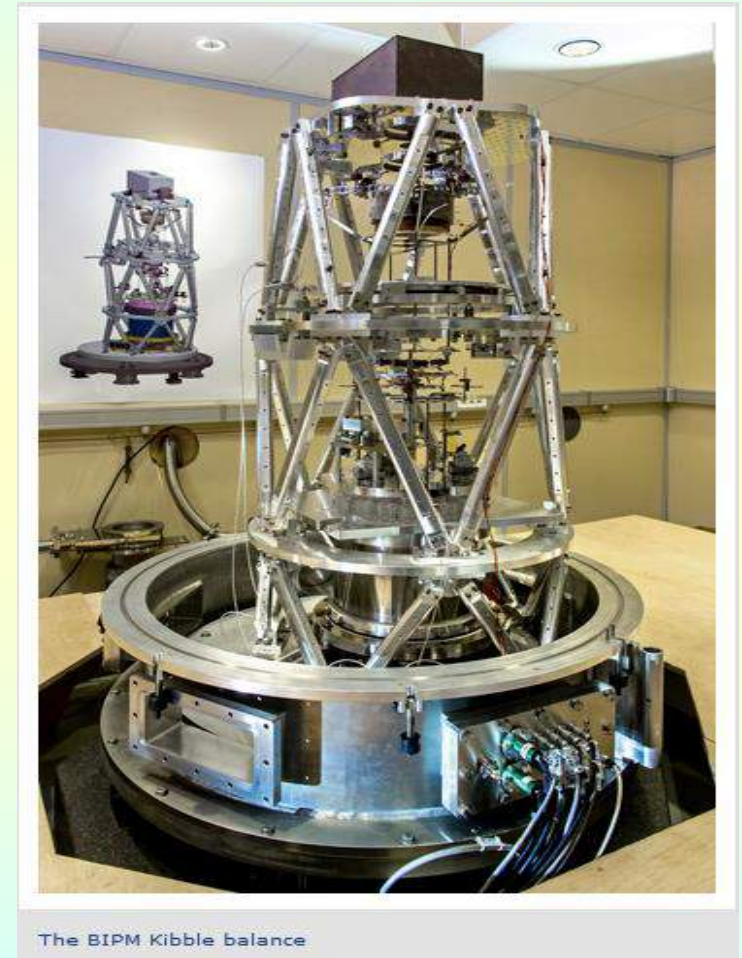


1. Đơn vị kilôgam, kg

+ **Kilôgam:** được xác định bằng PP cân Kibble (Watt) hoặc PP Avogadro (tỷ trọng tinh thể tia X) dựa trên hằng số Planck. Giá trị của hằng số Planck sẽ được chọn mà không làm thay đổi đơn vị đo kg ở thời điểm định nghĩa lại.

→ Mục đích chung là cố gắng đạt tới ĐKĐB đo chuẩn tương đối $1,5 \cdot 10^{-8}$ trong việc thể hiện định nghĩa mới của kilôgam

→ ĐKĐB đo mà các viện đo lường cung cấp cho khách hàng hầu như sẽ không bị ảnh hưởng.



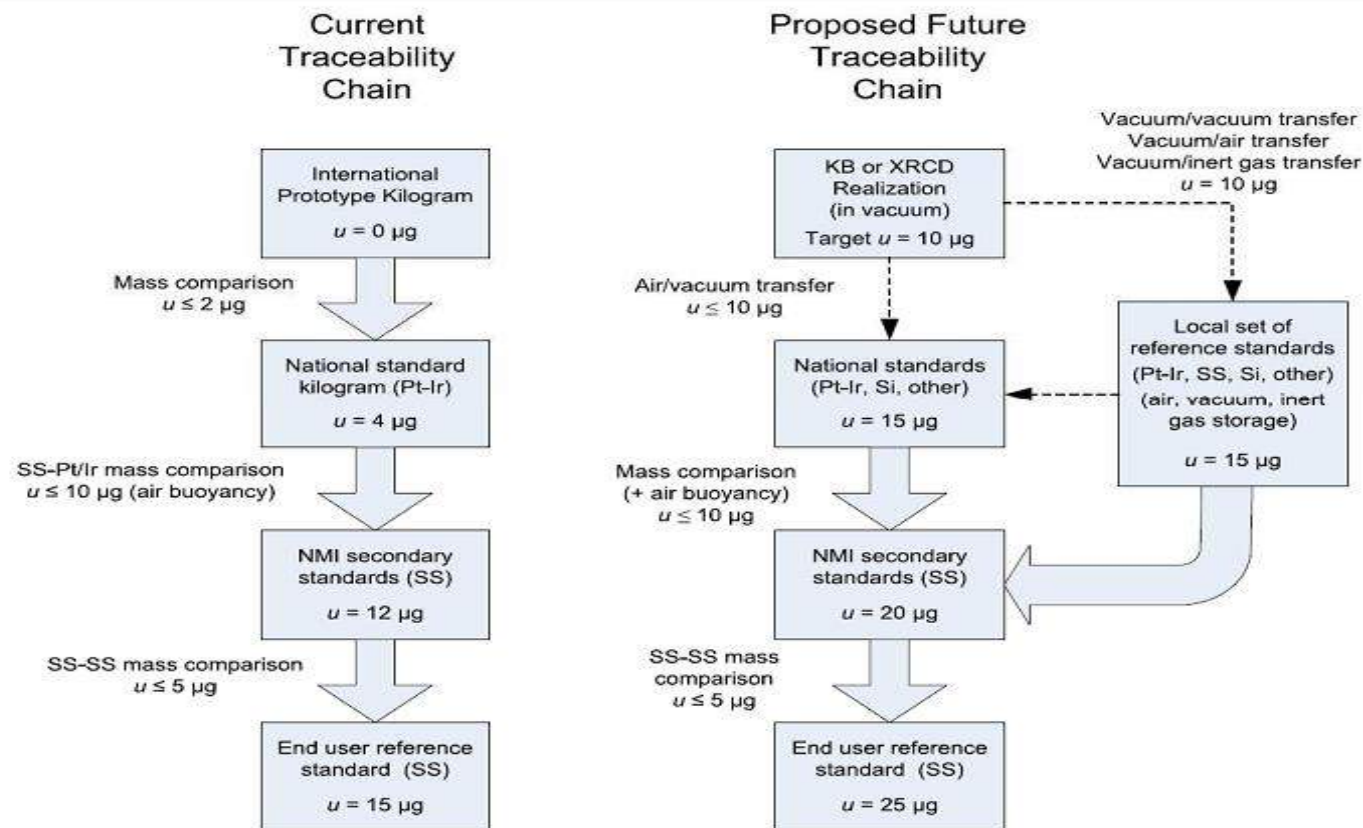
Tác động đến lĩnh vực đo lường và QUATEST3

- Sơ đồ liên kết chuẩn kg của NMIs trong tương lai

Methods to provide traceability to the new definition

Metrologia 54 (2017) S99

M Stock et al



Current traceability route to the IPK and indicative future route to primary methods after redefinition. All uncertainties are given at the $k = 1$ level. (Pt-Ir: platinum-iridium, SS: stainless steel, Si: silicon.)

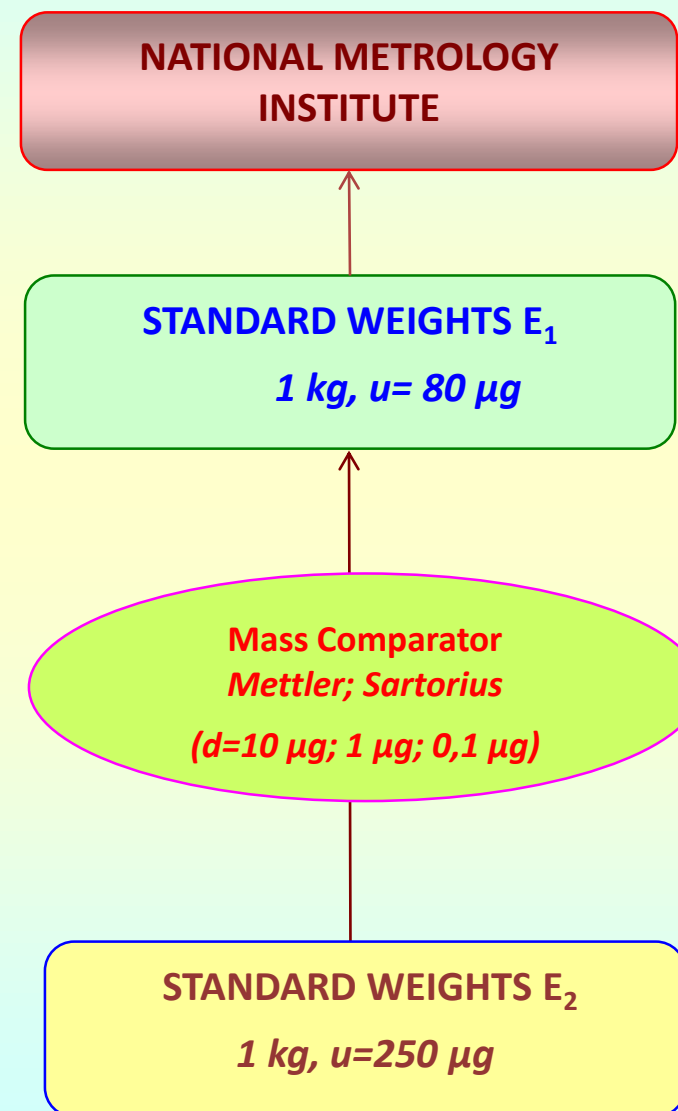
Source: Metrologia (Link)

Tác động đến lĩnh vực đo lường và QUATEST3

- Sơ đồ liên kết chuẩn 1 kg của QUATEST3

- + Theo PP trên, sự thay đổi của ĐKĐB đo chuẩn đến người sử dụng 1kg **khoảng 10 μg** so với hiện tại
- + QUATEST3 hiệu chuẩn quả cân 1 kg E2, cấp ĐKĐB đo chuẩn **khoảng 250 μg**

→ Sự thay đổi này là không đáng kể. Do đó khi có định nghĩa mới ra đời thì không cần phải hiệu chuẩn lại ngay mà có thể gửi hiệu chuẩn định kỳ theo kế hoạch.



Tác động đến lĩnh vực đo lường và QUATEST3



- Một số chuẩn chính khối lượng và các đại lượng liên quan của QUATEST3

TT	Tên chuẩn	Chính xác	Lĩnh vực
01	Quả cân chuẩn, 1 kg ZWIEBEL	E0	Khối lượng
02	Quả cân chuẩn 1 mg- 1 kg SARTORIUS	E1	Khối lượng
	Cân chuẩn SARTORIUS/ METTLER	Max: 5g-20 kg d: 0.1 µg-1 mg	Khối lượng
03	Thiết bị hiệu chuẩn MOREHOUSE, L-5000 N	100 N-5 kN 0,002%	Lực
04	Áp kế piston PRESSUREMENTS T2500/1	0,01%	Áp suất



2. Đơn vị ampe, A

+ **Ampe** và các đơn vị đo điện khác được xác định ở mức độ đo lường cao nhất. Các đại lượng đo điện hệ SI này sẽ có những thay đổi nhỏ. Đối điện áp thay đổi khoảng **0,1 ppm**, điện trở thay đổi nhỏ hơn (khoảng **0,02 ppm**)

→ *Đối với đa số người sử dụng thì không cần có động thái nào đối với những sự thay đổi này*

→ *Các nhà thực nghiệm khi làm việc ở mức chính xác cao nhất mới cần hiệu chỉnh giá trị của các chuẩn và các nguồn ĐKĐB đo.*



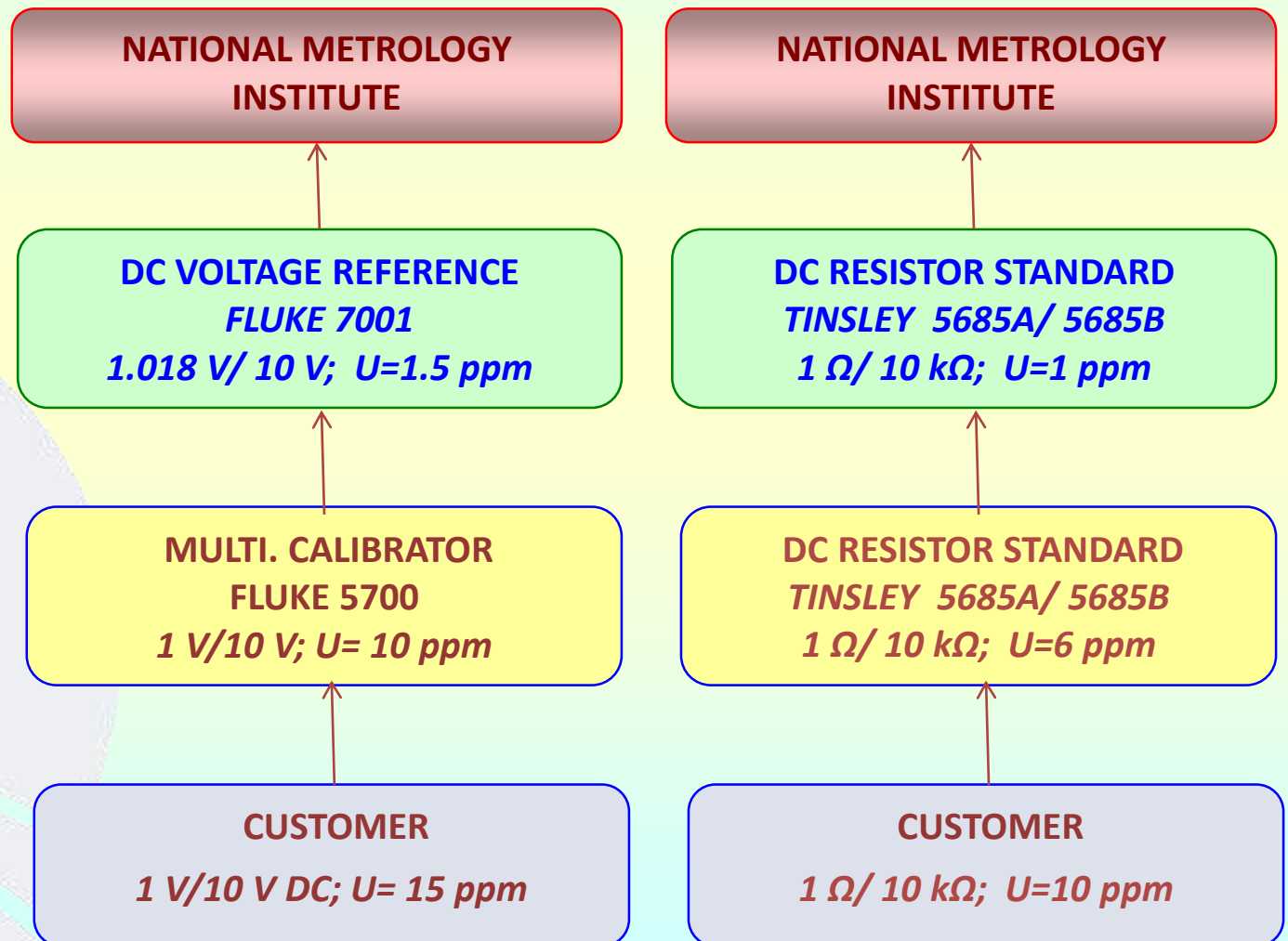
Tác động đến lĩnh vực đo lường và QUATEST3

- Sơ đồ liên kết chuẩn Ampe của QUATEST3

+ QUATEST3 liên kết chuẩn đơn vị A thông qua chuẩn điện áp và chuẩn điện trở

+ Khi định nghĩa lại đơn vị A. Điện áp thay đổi khoảng 0,1 ppm, điện trở thay đổi nhỏ hơn (khoảng 0,02 ppm)

→ Thay đổi trên là khá nhỏ, không tác động đến việc liên kết chuẩn của TTKT3 và khách hàng



Tác động đến lĩnh vực đo lường và QUATEST3

- Một số chuẩn chính điện của QUATEST3

TT	Tên chuẩn	Chính xác/ ĐKĐB đo	Lĩnh vực
01	Chuẩn điện áp DC FLUKE 7001	1.018 V/ 10 V U: 1.5 ppm	Điện
02	Điện trở chuẩn TINSLEY 5685A/5685B	0,001 Ω-10 kΩ/ (1-5) ppm	Điện
03	Chuẩn đo điện đa năng AGILENT 3458	8 ^{1/2} digits	Điện
04	Chuẩn điện đa năng FLUKE 5700A	7 ^{1/2} digits	Điện
05	Chuẩn điện áp AC FLUKE 5790A	7 ^{1/2} digits	Điện
06	Chuẩn công suất MTE C1-2	0,005%	Điện

3. Đơn vị Kenvin, K

Kelvin được định nghĩa lại mà không gây ra ảnh hưởng trực tiếp đối với phép đo nhiệt độ và việc truyền chuẩn cho phép đo nhiệt độ

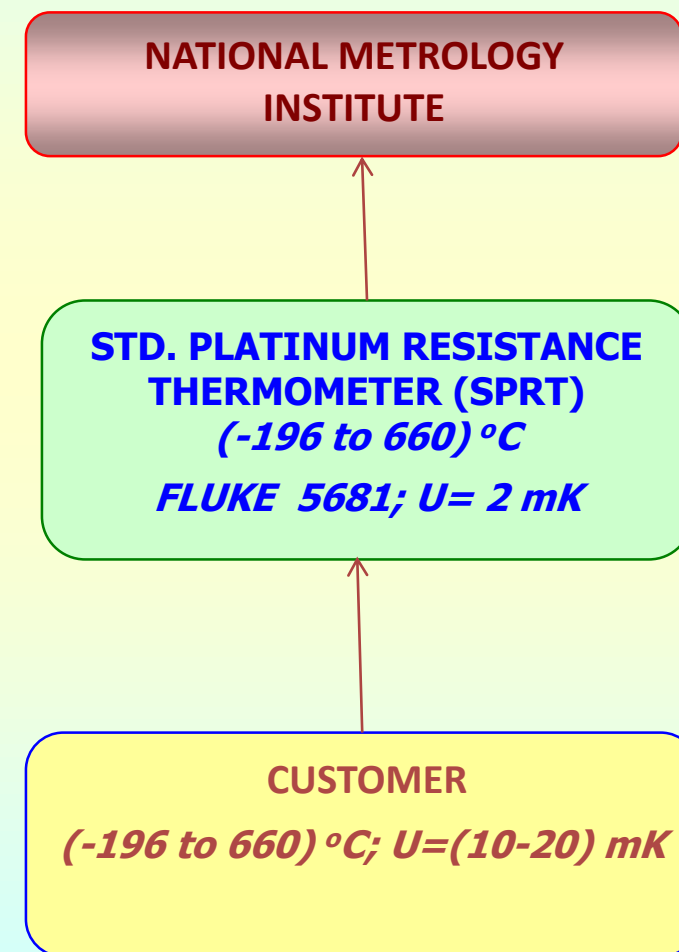
- Đối với đa số người sử dụng, việc sửa đổi đơn vị đo Kelvin sẽ diễn ra mà không tạo bất kỳ sự chú ý nào.

Định nghĩa mới về nhiệt độ khi không phụ thuộc vào vật liệu và công nghệ sẽ chính xác hơn, đặc biệt là việc xác định các điểm cực trị của nhiệt độ

- Sau khi định nghĩa lại, nhiệt độ Kenvin sẽ được thể hiện bằng phương pháp chuẩn đo nhiệt độ nhiệt động lực học qua thang đo ITS-90 và PLTS-2000.

→ *Không ảnh hưởng đến việc liên kết chuẩn của QUATEST3*

Liên kết chuẩn K, QUATEST3



Tác động đến lĩnh vực đo lường và QUATEST3

- Một số chuẩn chính nhiệt độ của QUATEST3

TT	Tên chuẩn	Chính xác	Lĩnh vực
01	Điểm 3 của nước HART SCIENTIFIC 5901	$0,01\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,0001\text{ }^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ
02	Điểm nóng chảy của Gallium ISOTECH- 7402B&M-17401	$29,7646\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,0002\text{ }^{\circ}\text{C}$	Nhiệt độ
03	Chuẩn nhiệt kế điện trở platin HART SCIENTIFIFC 5681	$-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $660\text{ }^{\circ}\text{C}$ U: 2 mK	Nhiệt độ
04	Chuẩn nhiệt kế điện trở platin HART SCIENTIFIFC 5624	$0\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $1\ 000\text{ }^{\circ}\text{C}$ U: (5-12) mK	Nhiệt độ

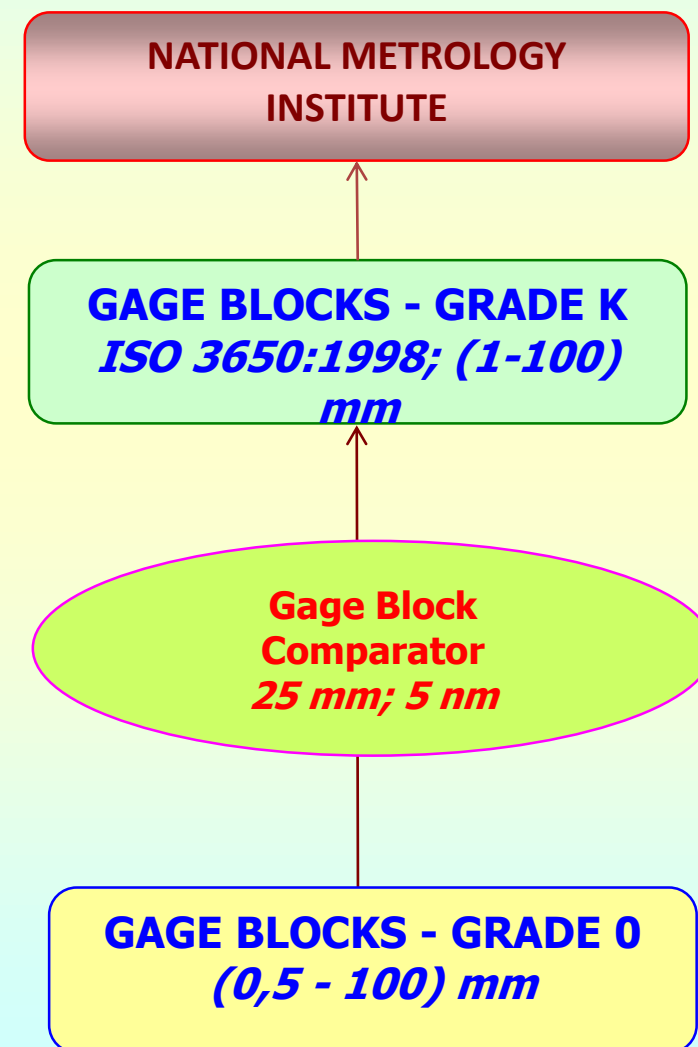
4. Đơn vị mét, m

Mét vẫn tiếp tục được định nghĩa theo vận tốc ánh sáng. Phép đo kích thước sẽ không cần sửa đổi và sẽ tận dụng tính ổn định dài hạn được cải tiến của hệ thống đơn vị đo.

Một số chuẩn chính độ dài

TT	Tên chuẩn	Chính xác
01	Bộ căn mẫu cấp K KOBAY MITUTOYO/ TESA	(1-100) mm cấp K
02	Bộ căn mẫu cấp 00 MITUTOYO	(0.5-1000) mm cấp 0
03	Máy đo độ dài vạn năng PRATT & WHITNEY	(0-1220) mm $\pm(0,05+0,5L/1000 \mu\text{m})$

Liên kết chuẩn m, QUATEST3



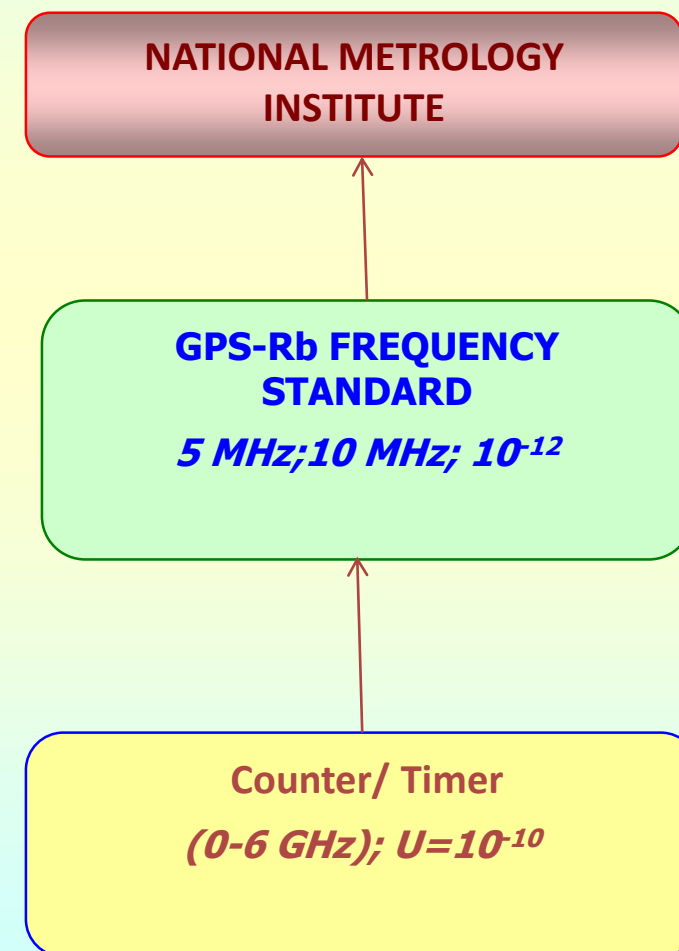
5. Đơn vị giây, s

Thời gian: vẫn tiếp tục được định nghĩa theo tần số chia tách siêu trạng thái của nguyên tử Cesi (^{133}Cs). Sơ đồ liên kết chuẩn hoàn toàn không bị ảnh hưởng. Thời gian và tần số cũng sẽ không bị tác động.

Một số chuẩn chính độ dài

TT	Tên chuẩn	Chính xác
01	Chuẩn tần số FLUKE 910R	$U: 10^{-12}$
02	Máy phát tín hiệu AGILENT, E8257D	$U: 10^{-10}$
03	Máy đếm tần số/ thời gian AGILENT, 53230A	$U: 10^{-10}$

Liên kết chuẩn s, QUATEST3



6. Đơn vị mol

Mol được định nghĩa lại qua số phần tử (nguyên tử và phân tử) và sẽ không còn phụ thuộc vào khối lượng (kg). Khối lượng nguyên tử sẽ không bị ảnh hưởng khi thay đổi định nghĩa và hằng số khối lượng của mol M_u vẫn là 1 g/mol (*có một độ không đảm bảo đo nhất định*). ĐKĐB đo sẽ nhỏ và việc định nghĩa lại mol cũng sẽ không đòi hỏi bất kỳ một thay đổi nào trên thực tế.

7. Đơn vị candela, cd

Candela sẽ được định nghĩa qua hằng số quang học và tiếp tục liên kết với watt. Sự truyền chuẩn cho candela vẫn được thiết lập với ĐKĐB đo như cũ vì phương pháp bức xạ sử dụng máy dò (*detector*) được hiệu chuẩn bằng phương pháp tuyệt đối.

Kết luận

- Hệ đơn vị SI đã được soát xét vài lần từ sau CGPM năm 1960. Tuy nhiên, việc điều chỉnh 4 đơn vị đo cơ bản vào cùng thời điểm **đòi hỏi sự hợp tác trên toàn cầu** trong nhiều lĩnh vực đo lường khác nhau.
- Việc thay đổi định nghĩa **không ảnh hưởng đến cuộc sống hàng ngày** và các phép đo xác định đơn vị đo theo các định nghĩa cũ vẫn đúng trong ĐKĐB đo nhất định.
- Người sử dụng đơn vị đo nếu không thuộc các phòng thí nghiệm quốc gia thì gần như sẽ **không nhận thấy một sự thay đổi nào**.
- Sự thay đổi định nghĩa của đơn vị SI không nhằm đến đo lường pháp định, nhưng là thay đổi đáng kể trong **tư duy và phương pháp** của những chuyên gia nghiên cứu đơn vị đo lường.

Xin cảm ơn quý vị đã chú ý lắng nghe !!!