



CÂN OÁT VÀ ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG

Trình bày: Th s. Nguyễn Mạnh Dũng
Viện Đo lường Việt Nam



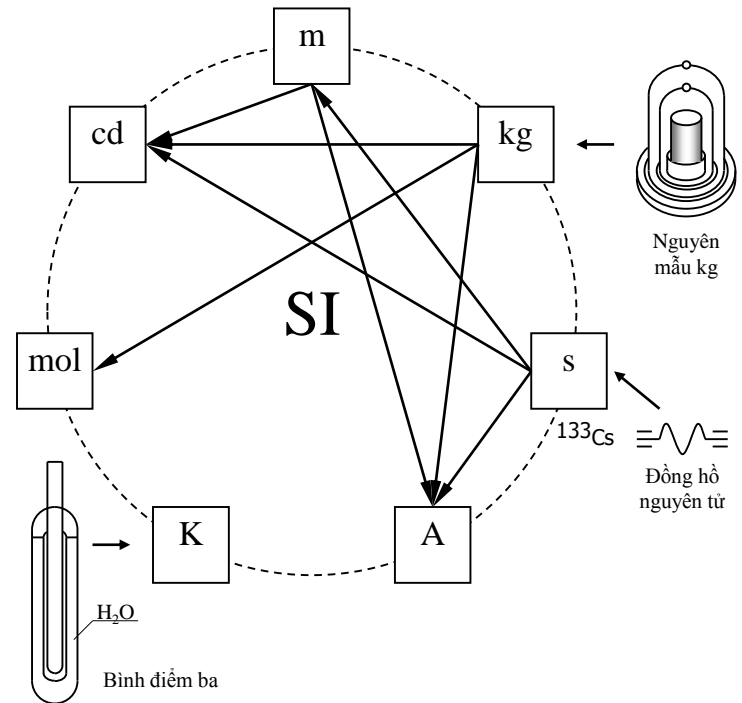
CÂN OÁT VÀ ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG

NỘI DUNG

- Đơn vị đo khối lượng
- Nguyên lý của cân Oát
- Hằng số Plank và khối lượng

ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG

1960: Hội nghị CGPM lần thứ XI chấp nhận hệ đơn vị quốc tế gồm 7 đơn vị cơ bản



Các đơn vị cơ bản của hệ đơn vị quốc tế (SI)

ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG

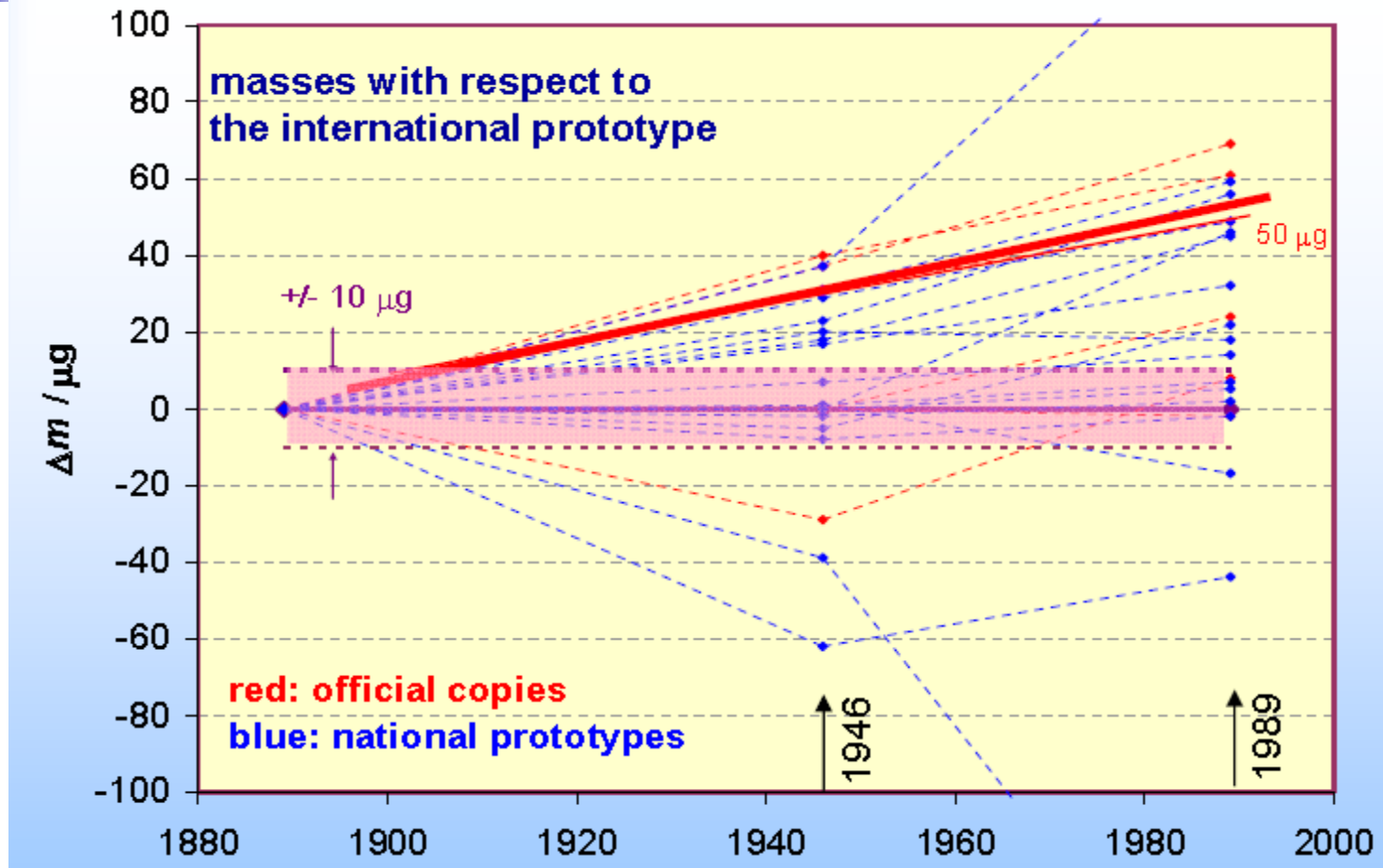
Định nghĩa hiện tại: “Kilôgam (kg) là khối lượng của nguyên mẫu quốc tế của kilôgam **IPK**”

*(International **P**rototype of the **K**ilogram)*

Với định nghĩa này: Kilôgam là đơn vị đo lường duy nhất còn định nghĩa bằng một nguyên mẫu vật chất



ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG



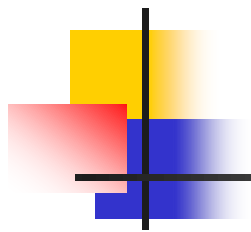


ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG

Định nghĩa mới cho phép thể hiện bằng phương pháp vật lý - kỹ thuật có thể thực hiện bất cứ nơi nào và bất cứ lúc nào: liên kết với hằng số nguyên tử hoặc hằng số cơ bản.

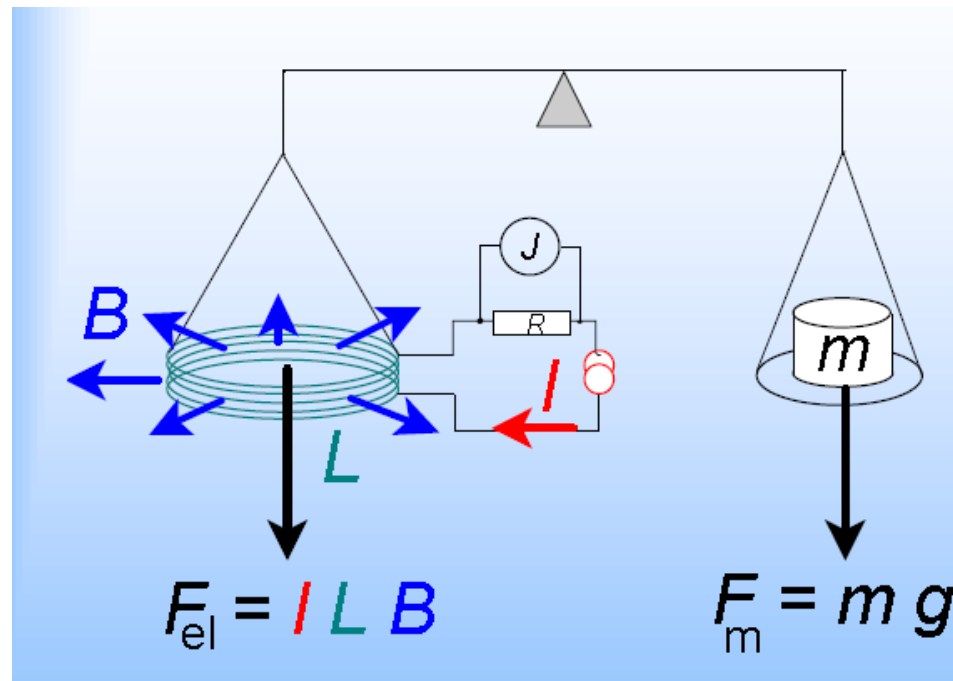
kilôgam là đơn vị đo khối lượng; độ lớn của nó được thiết lập bằng cách cố định trị số của hằng số Plank chính xác bằng $6,62606... \times 10^{-34} \text{ s}^{-1} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}$ (tức đơn vị J·s).

Cân watt



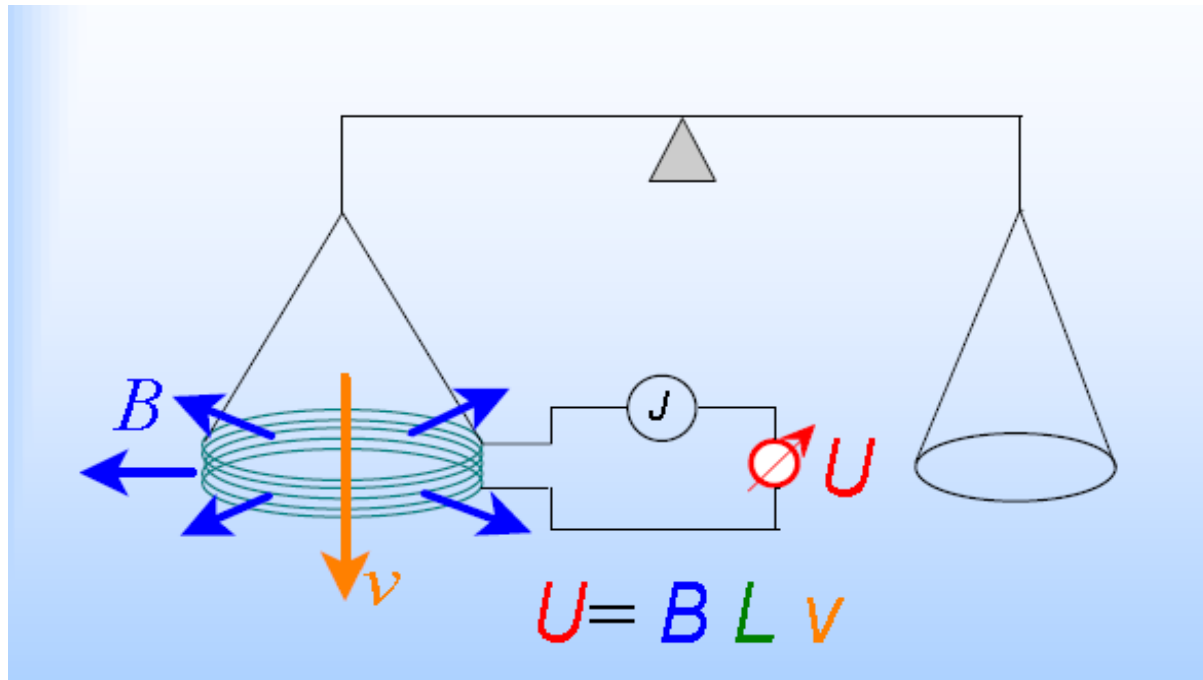
NGUYÊN LÝ CỦA CÂN OÁT

Pha tĩnh



NGUYÊN LÝ CỦA CÂN OÁT

Pha động





NGUYÊN LÝ CỦA CÂN OÁT

Pha tĩnh: $m \cdot g = I \cdot B \cdot L$

Pha động: $U = v \cdot B \cdot L$

Với B và L không đổi:

$$U \cdot I = m \cdot g \cdot v \quad \Rightarrow \quad m = \frac{U \cdot I}{g \cdot v}$$

Trong cân oát, U và R được đo bằng cách sử dụng hiệu ứng Josephson và hiệu ứng lượng tử Hall



HẰNG SỐ PLANK VÀ KHỐI LƯỢNG

Hiệu ứng Josephson

Hai vật liệu siêu dẫn được ngăn cách bởi một vật mỏng không siêu dẫn. Ở nhiệt độ siêu dẫn, và trong khi chiếu xạ lớp tiếp giáp bằng điện trường ở tần số vi sóng f , sẽ xuất hiện điện áp:

$$U_{(n)} = \frac{nfh}{2e}$$



HẰNG SỐ PLANK VÀ KHỐI LƯỢNG

Hiệu ứng lượng tử Hall

khi đặt một từ trường vuông góc lên một bản bán dẫn hay chất dẫn điện (thanh Hall) đang có dòng điện chạy qua, người ta nhận được hiệu điện thế (hiệu thế Hall) sinh ra tại hai mặt đối diện của thanh Hall. Tỷ số giữa hiệu thế Hall và dòng điện chạy qua thanh Hall gọi là điện trở Hall, đặc trưng cho vật liệu làm nên thanh Hall. Hiệu ứng này được khám phá bởi Edwin Herbert Hall vào năm 1879. Năm 1980 K. Von Klitzing phát hiện hiệu ứng Hall lượng tử cho phép liên kết các đại lượng đo U , R với các hằng số cơ bản

$$R = \frac{h}{e^2}$$

HẰNG SỐ PLANK VÀ KHỐI LƯỢNG

Việc kết hợp sử dụng hai hiệu ứng này cho phép các nhà khoa học xây dựng cân oát với độ không đảm bảo đo tương đối nhỏ.

Đo điện trở R thay vì đo cường độ dòng điện I vì rất khó đo cường độ dòng điện với độ chính xác cao.

Sử dụng định luật ôhm, cường độ dòng điện I được xác định thông qua một điện trở R được hiệu chuẩn chính xác, nhân với điện áp rơi U_R cho công suất:

$$P = \frac{U U_R}{R}$$



HẰNG SỐ PLANK VÀ KHỐI LƯỢNG

Cả hai điện áp được đo bằng cách so sánh với chuẩn điện áp Josephson,

Điện trở được đo bằng cách so sánh với điện trở Hall

$$P = \frac{U \cdot U_R}{R} = C \cdot f_1 \cdot \frac{h}{2e} \cdot f_2 \cdot \frac{h}{2e} \cdot \frac{e^2}{h} = C_{el} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot h$$

HẰNG SỐ PLANK VÀ KHỐI LƯỢNG

Để cân bằng công suất điện và cơ ta có:

$$m \cdot g \cdot v = C_{el} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot h$$

Và quan hệ giữa khối lượng và hằng số Plank sẽ được diễn giải qua hai công thức sau:

$$m = \frac{C_{el} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot h}{g \cdot v}$$

$$h = \frac{m \cdot g \cdot v}{C_{el} \cdot f_1 \cdot f_2}$$

Tác động tới đo lường khối lượng tại Việt Nam

BIPM

- Quả chuẩn Quốc tế
BIPM International
Prototype of
Kilogram (IPK)
- 06 quả đối chứng K1, 7, 8(41), 32, 43 và 47.
 - 08 quả công tác: 9, 31, 42, 63, 77, 88, 91, và 650
 - 02 quả lưu trữ: 25 và 73

Cân watt

NMI's

Quả chuẩn Quốc gia

- Australia (44 và 87)
- South Korea (39, 72 và 84)
- China (60 và 64)

VMI

Quả chuẩn Quốc gia

VIE 982100/2 (U= $30 \cdot 10^{-6}$)

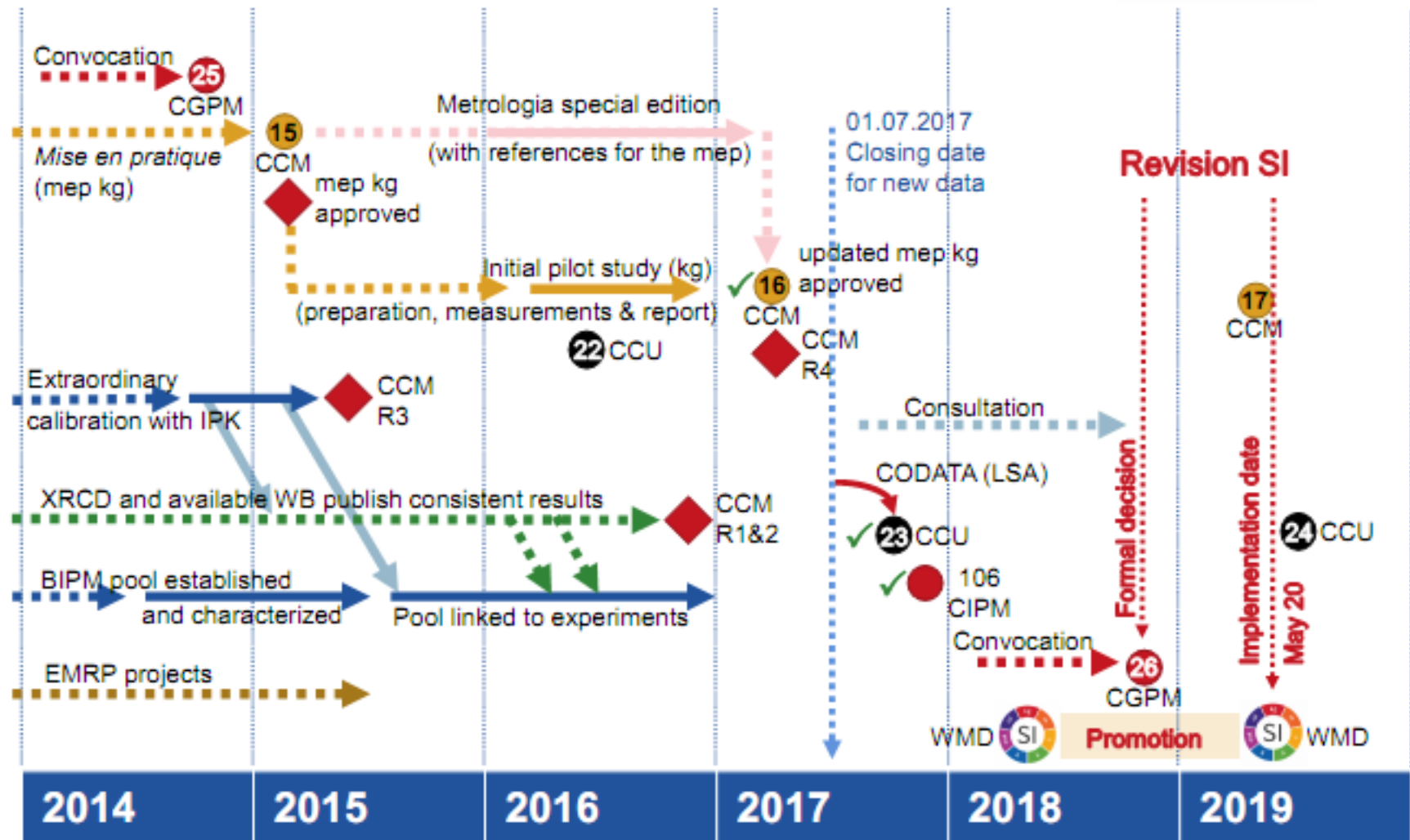
Bộ quả cân E₁



CÂN OÁT VÀ ĐƠN VỊ ĐO KHỐI LƯỢNG

XIN CẢM ƠN!

CCM and CCU roadmap for the revised



◆ Conditions from CCM Recommendation G1 (2013)

CCM conditions (before redefinition)

◆ **R1 Consistency**

Three independent experiments (XRCD & WB)
with consistent results with $u_{rel} < 5 \cdot 10^{-8}$

◆ **R2 Uncertainty**

at least one result with $u_{rel} < 2 \cdot 10^{-8}$

◆ **R3 Traceability**

Extraordinary calibration with IPK @ BIPM

◆ **R4 Validation**

Validation of the *mise en pratique* according to
the CIPM-MRA