

## Quả cân cấp chính xác $E_1$ , $E_2$ - Quy trình hiệu chuẩn

### *Weights of classes $E_1$ , $E_2$ - Methods and means of calibration*

#### 1 Phạm vi áp dụng

Văn bản kỹ thuật này quy định phương pháp và phương tiện hiệu chuẩn quả cân hoặc bộ quả cân cấp chính xác  $E_1$ ,  $E_2$  có khối lượng danh định từ 1mg đến 50 kg, có hình dạng hình học và các yêu cầu kỹ thuật khác phù hợp với Khuyến nghị quốc tế OIML R111-2 và Văn bản kỹ thuật đo lường Việt nam ĐLVN 50 : 1999.

#### 2 Các phép hiệu chuẩn

Phải lần lượt tiến hành các phép hiệu chuẩn cho trong bảng 1.

*Bảng 1*

TT	Tên phép hiệu chuẩn	Theo điều nào của QTHC	Quả cân cấp chính xác	
			$E_1$	$E_2$
1	<b>Kiểm tra bên ngoài và kiểm tra kỹ thuật</b> - Đơn vị đo - Khối lượng danh định - Hình dạng hình học - Kết cấu - Vật liệu - Từ tính - Khối lượng riêng - Tình trạng bề mặt - Ghi nhãn - Hộp đựng quả cân	7.1	+	+
2	<b>Kiểm tra đo lường</b> -Lựa chọn sơ đồ hiệu chuẩn -Lựa chọn phương pháp so sánh -Lựa chọn số phép cân lập -Tiến hành so sánh -Tính toán và công bố kết quả hiệu chuẩn	7.2	+	+

### **3 Thuật ngữ, định nghĩa và ký hiệu**

#### **3.1 Thuật ngữ và định nghĩa**

##### **3.1.1 Hiệu chuẩn**

Tập hợp các thao tác trong điều kiện qui định để thiết lập mối liên quan giữa các giá trị của đại lượng cần hiệu chuẩn được chỉ thị bởi phương tiện đo, hệ thống đo hoặc được thể hiện bằng vật đo hoặc mẫu chuẩn và các giá trị tương ứng thể hiện bằng chuẩn.

##### **3.1.2 Quả cân kiểm tra**

Một hoặc một số quả cân chuẩn có giá trị khối lượng đã biết trước được dùng trong quá trình kiểm tra thống kê nhằm thực hiện một phép kiểm về quá trình đo và chuẩn, để đảm bảo rằng chuẩn, kết quả so sánh và quá trình hiệu chuẩn nằm trong các giới hạn thống kê chấp thuận.

##### **3.1.3 Phép so sánh**

Phép đo trên cơ sở sự so sánh giữa giá trị của đại lượng cần đo và giá trị của một đại lượng đã biết.

Phép so sánh khối lượng là phép đo chênh lệch khối lượng giữa vật cân với khối lượng của quả cân chuẩn đã biết trước.

##### **3.1.4 Khối lượng riêng ( $\rho$ ) của quả cân**

Tỉ số giữa khối lượng ( $m$ ) của quả cân chia cho thể tích ( $V$ ) của nó và được thể hiện bằng công thức:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

##### **3.1.5 Sơ đồ cân**

Là tập hợp các phép so sánh khối lượng của nhóm (không ít hơn 3) các quả cân trong đó có ít nhất một quả cân chuẩn.

##### **3.1.6 Khối lượng quy ước**

Khối lượng quy ước của một vật là khối lượng của một vật quy ước có khối lượng riêng  $8000 \text{ kg/m}^3$  cân bằng với vật đó trong không khí ở nhiệt độ  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  với khối lượng riêng của không khí là  $1,2 \text{ kg/m}^3$ .

##### **3.1.7 Quả cân chuẩn**

Quả cân được dùng để tái tạo hoặc cung cấp một giá trị khối lượng đã biết.

##### **3.1.8 Quả cân hiệu chuẩn**

Quả cân hiệu chuẩn: quả cân được đưa vào hiệu chuẩn nhằm xác định giá trị khối lượng.

### 3.1.8 Bậc tự do

Số bậc tự do của một sơ đồ hiệu chuẩn bằng số phép so sánh trừ số quả cân tham gia vào sơ đồ và cộng với số điều kiện biên đã biết trước.

### 3.2 Ký hiệu

$m_r$ :	kg	Khối lượng thực của quả chuẩn
$m_{cr}$ :	kg	Khối lượng qui ước của quả cân chuẩn
$U_r$ :	mg	Độ không đảm bảo đo của $m_{cr}$
$k_r$		Hệ số phủ tương ứng với $U_r$
$\rho_r$ :	kg/m <sup>3</sup>	Khối lượng riêng của quả cân chuẩn
$U \rho_r$	kg/m <sup>3</sup>	Độ không đảm bảo đo của giá trị $\rho_r$
$\alpha_r$ :	t <sup>-1</sup>	Hệ số giãn nở nhiệt của quả cân chuẩn
$V_r$ :	m <sup>3</sup>	Thể tích ở nhiệt độ t=20°C của quả cân chuẩn
$E$ :	g	Độ lệch khỏi giá trị danh định của quả cân chuẩn
$m_{ct}$ :	kg	Khối lượng qui ước của quả cân hiệu chuẩn
$U_t$ :	mg	Độ không đảm bảo đo của $m_{ct}$
$k_t$ :		Hệ số phủ tương ứng với $U_t$
$\rho_t$ :	kg/m <sup>3</sup>	Khối lượng riêng của quả cân hiệu chuẩn
$U \rho_t$		Hệ số phủ tương ứng với $\rho_t$
$\alpha_t$ :	t <sup>-1</sup>	Hệ số giãn nở nhiệt của quả cân hiệu chuẩn
$V_t$ :	m <sup>3</sup>	Thể tích ở nhiệt độ t=20°C của quả cân hiệu chuẩn
$L_t$ :	g	Độ lệch khỏi giá trị danh định của quả cân hiệu chuẩn
$m_{cs}$ :	kg	Khối lượng qui ước của quả nhạy
$U_{ms}$ :	mg	Độ không đảm bảo đo của $m_{cs}$
$k_s$		Hệ số phủ tương ứng với $U_s$
$\rho_s$ :	kg/m <sup>3</sup>	Khối lượng riêng của quả nhạy
$U \rho_s$		Độ không đảm bảo đo của giá trị $\rho_s$
Max:		Mức cân lớn nhất của cân chuẩn
d:		Giá trị độ chia nhỏ nhất của cân chuẩn
$U_{ba}$	mg	Độ không đảm bảo đo của cân chuẩn (k = 1)

## 4 Phương tiện và điều kiện hiệu chuẩn

### 4.1 Phương tiện hiệu chuẩn

#### 4.1.1 Quả cân chuẩn

Quả cân chuẩn được dùng làm chuẩn cho tất cả các sơ đồ hiệu chuẩn phải là quả cân chuẩn quốc gia 1 kg hoặc được dẫn xuất từ quả cân chuẩn quốc gia 1 kg.

Quả cân chuẩn (hoặc bộ quả cân chuẩn) phải có cấp chính xác cao hơn cấp chính xác của quả cân hiệu chuẩn. Với quả cân hiệu chuẩn là quả cân cấp chính xác E<sub>1</sub>, quả cân chuẩn phải có

các đặc trưng kỹ thuật và đo lường (độ nhám bề mặt, các tính chất từ...) tương tự hoặc cao hơn quả cân hiệu chuẩn.

## **ĐLVN 98 : 2002**

Quả cân chuẩn (hoặc bộ quả cân chuẩn) cũng phải được cân bằng nhiệt với môi trường không khí nơi hiệu chuẩn đúng theo yêu cầu đối với quả cân hiệu chuẩn.

### 4.1.2 Cân chuẩn

Cân chuẩn dùng để hiệu chuẩn phải có các đặc trưng đo lường đã được xác định trước. Đặc biệt, độ lệch chuẩn (s) của cân chuẩn tại mức kiểm phải đảm bảo:

$$s \leq \frac{1}{5} L_w$$

$L_w$ : Độ lệch cho phép lớn nhất của quả cân hiệu chuẩn

### 4.1.3 Các thiết bị phụ

Các thiết bị phụ (nhiệt kế, ẩm kế, baromet...) được dùng trong quá trình hiệu chuẩn phải có độ phân giải, độ chính xác... đảm bảo các yêu cầu giám sát điều kiện môi trường đề ra trong mục 4.2.1

### 4.1.4 Các dụng cụ phụ khác

Các dụng cụ phụ khác dùng trong quá trình hiệu chuẩn (panh, đĩa, khay đựng quả cân...) phải là các dụng cụ chuyên dùng, không được tạo ra vết xước, vết bẩn hoặc bám bụi, bám các vật lạ lên bề mặt quả cân.

## **4.2 Điều kiện hiệu chuẩn**

### 4.2.1 Điều kiện môi trường

Nhiệt độ môi trường không khí (t) nơi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo nằm trong khoảng (18 °C - 25 °C).

Độ biến thiên nhiệt độ ( $\delta_t$ ) trong quá trình hiệu chuẩn phải đảm bảo yêu cầu cho trong bảng 2.

**Bảng 2**

Cấp chính xác của quả cân hiệu chuẩn	$\delta_t$
E <sub>1</sub>	± 0,5 °C/h và ± 1 °C/12 h
E <sub>2</sub>	± 0,7 °C/h và ± 1 °C/12 h

Độ ẩm tương đối của không khí (RH) nơi tiến hành hiệu chuẩn phải đảm bảo nằm trong giới hạn: 40 % - 60 %.

Độ biến thiên độ ẩm tương đối ( $\delta_{RH}$ ) trong quá trình hiệu chuẩn phải đảm bảo yêu cầu cho trong bảng 3.

**ĐLVN 98 : 2002**

**Bảng 3**

Cấp chính xác	$\delta_{RH}$
E <sub>1</sub>	± 5 %/4 h
E <sub>2</sub>	± 10 %/4 h

4.2.2 Phòng hiệu chuẩn phải đủ sáng; xa các nguồn sinh nhiệt, sinh gió, tạo rung động□

4.1.5 Quả cân hiệu chuẩn

- Việc vệ sinh bề mặt quả cân phải được tiến hành bằng khí sạch hoặc bằng chổi mềm chuyên dùng;

- Quá trình vệ sinh bề mặt quả cân phải được tiến hành hết sức cẩn thận và phải đảm bảo không gây ra sự thay đổi các thuộc tính bề mặt (tạo vết xước, vết bẩn□) hoặc thẩm thấu hoá chất lên bề mặt quả cân do các dụng cụ gắp, di chuyển quả cân, do dụng cụ làm sạch, do luồng khí không sạch□;

- Quả cân hiệu chuẩn phải được cân bằng nhiệt với môi trường hiệu chuẩn. Quá trình cân bằng nhiệt phụ thuộc vào khối lượng danh định, cấp chính xác và chênh lệch nhiệt độ ban đầu ( $\Delta t$ ) giữa quả cân hiệu chuẩn và môi trường hiệu chuẩn. Thời gian tối thiểu ( $\Delta h$ ) để thực hiện quá trình này được qui định theo khối lượng danh định, cấp chính xác của quả cân và được cho trong bảng 4.

**Bảng 4**

$\Delta t$	Khối lượng danh định	$\Delta h$ (h)	
		Cấp chính xác E <sub>1</sub>	Cấp chính xác E <sub>2</sub>
± 20 °C	≥10 kg	45	24
	1 kg; 2 kg; 5 kg	18	12
	100 g; 200 g; 500 g	06	05
	10 g; 20 g; 50 g	02	02
	<10 g	01	
± 5 °C	≥10 kg	36	12
	1 kg; 2 kg; 5 kg	15	06
	100 g; 200 g; 500 g	06	03
	10 g; 20 g; 50 g	02	02
	<10 g	01	
	≥10 kg	27	06

± 2 °C	1 kg; 2 kg; 5 kg	12	03
	100 g; 200 g; 500 g	05	02
	<100 g	01	

## ĐLVN 98 : 2002

### 5 Yêu cầu kỹ thuật

#### 5.1 Đơn vị đo

Kilôgam (kg) là đơn vị đo khối lượng. Ngoài ra còn một số ước thập phân thường dùng của kilôgam:

- Miligam (mg):  $1 \text{ mg} = (1/1000) \text{ g} = (1/10^6) \text{ kg}$ , hoặc
- Gam (g) :  $1 \text{ g} = (1/1000) \text{ kg}$ , hoặc

#### 5.2 Khối lượng danh định

Khối lượng danh định của quả cân phải bằng  $1 \times 10^n \text{ kg}$ , hoặc  $2 \times 10^n \text{ kg}$ , hoặc  $5 \times 10^n$ , với n là số nguyên dương hoặc số nguyên âm, hoặc bằng 0.

Khối lượng danh định của các quả cân trong một bộ quả cân phải tuân theo một trong các dãy số như sau:

$$(1; 1; 2; 5) \times 10^n \text{ kg}; \quad (1; 1; 1; 2; 5) \times 10^n \text{ kg};$$

$$(1; 2; 2; 5) \times 10^n \text{ kg}; \quad (1; 1; 2; 2; 5) \times 10^n \text{ kg},$$

trong đó n là số nguyên dương, hoặc số nguyên âm, hoặc '0'.

#### 5.3 Hình dạng hình học

Các quả cân trong cùng một bộ quả phải có hình dạng hình học như nhau, loại trừ các quả cân có khối lượng danh định nhỏ hơn hoặc bằng 1gam. Hình dạng và kích thước các quả cân này phải tuân thủ theo qui định OIML R111-2.

Các quả cân có khối lượng danh định nhỏ hơn hoặc bằng 1 gam phải có dạng tấm phẳng hình đa giác hoặc dạng dây. Hình dạng hình học, kích thước của các quả cân này phải thể hiện khối lượng danh định của chúng và tuân thủ theo quy định của OIML R111-2.

#### 5.4 Kết cấu

Các quả cân cấp chính xác  $E_1$ ,  $E_2$  phải là một khối vật liệu liên tục và không có hốc điều chỉnh.

#### 5.5 Vật liệu

Quả cân phải được làm từ vật liệu chống ăn mòn và không nhiễm từ. Vật liệu làm quả cân phải đảm bảo trong điều kiện và mục đích sử dụng bình thường, sự thay đổi khối lượng của quả cân là nhỏ so với sai số cho phép lớn nhất, có thể bỏ qua.

#### 5.6 Từ tính

### 5.6.1 Độ từ hoá

Độ từ hoá của vật liệu chế tạo quả cân được quy định theo cấp chính xác của quả cân, không được vượt quá giá trị cho trong bảng 5.

**ĐLVN 98 : 2002**

**Bảng 5**

Cấp chính xác	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>
Độ từ hoá lớn nhất, $\mu_0 M$ ( $\mu T$ )	3	10

### 5.6.2 Độ thấm từ

Độ thấm từ ( $\kappa$ ) của vật liệu chế tạo quả cân được quy định theo cấp chính xác, khối lượng danh định của quả cân và không được vượt quá giá trị cho trong bảng 6.

**Bảng 6**

Khối lượng danh định	Độ thấm từ $\kappa$	
	Cấp chính xác E <sub>1</sub>	Cấp chính xác E <sub>2</sub>
$\geq 100$ g	0.01	0.02
< 100 g	0.025	0.075
$\leq 1$ g	0.12	0.37

### 5.7 Khối lượng riêng

Khối lượng riêng của vật liệu chế tạo quả cân  $\rho$  được qui định theo cấp chính xác, khối lượng danh định và phải nằm trong giới hạn giữa giá trị  $\rho_{\min}$  và  $\rho_{\max}$  cho trong bảng 7.

**Bảng 7**

TT	Khối lượng danh định	Giá trị khối lượng riêng nhỏ nhất $\rho_{\min}$ và lớn nhất $\rho_{\max}$ (kg/m <sup>3</sup> )	
		Cấp chính xác E <sub>1</sub>	Cấp chính xác E <sub>2</sub>
1.	100 g đến 50 kg	7,934 □ 8,067	7,81 □ 8,21
2.	50 g	7,92 □ 8,08	7,74 □ 8,28
3.	20 g	7,84 □ 8,17	7,50 □ 8,57
4.	10 g	7,74 □ 8,28	7,27 □ 8,89
5.	5 g	7,62 □ 8,42	6,9 □ 9,6
6.	2 g	7,27 □ 8,89	6,0 □ 12,0
7.	1 g	6,9 □ 9,6	5,3 □ 16
8.	500 mg	6,3 □ 10,9	$\geq 4,4$
9.	200 mg	5,3 □ 16,0	$\geq 3,0$

10.	100 mg	$\geq 4,4$	-
11.	50 mg	$\geq 3,4$	-
12.	$\leq 20$ mg	$\geq 2,3$	-

## ĐLVN 98 : 2002

### 5.8 Tình trạng bề mặt

Bề mặt quả cân phải đảm bảo trong điều kiện sử dụng theo quy định sự thay đổi khối lượng là nhỏ so với độ lệch cho phép lớn nhất tương ứng với cấp chính xác của quả cân, có thể bỏ qua.

Bề mặt quả cân phải nhẵn bóng, không có các vết xước, giá trị độ nhám bề mặt quả cân phải nhỏ hơn giá trị cho trong bảng 8.

*Bảng 8*

Cấp chính xác	$E_1$	$E_2$
$R_z$ ( $\mu\text{m}$ )	0,5	1
$R_a$ ( $\mu\text{m}$ )	0,1	0,2

### 5.9 Ghi nhãn

Trên bề mặt quả cân, không được có các số hiệu, ký hiệu, trừ trường hợp cần phải có ký hiệu để phân biệt các quả cân cùng khối lượng danh định trong các trường hợp :

- Trong cùng một bộ quả cân hoặc;
- Khác nhau về cấp chính xác.

Các ký hiệu ghi trên bề mặt quả cân phải đảm bảo không ảnh hưởng đến chất lượng bề mặt cũng như độ ổn định khối lượng của quả cân.

### 5.10 Hộp đựng quả cân

Quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn phải được đặt trong hộp gỗ, hộp nhựa □ với các hốc đựng riêng biệt.

Hộp đựng quả cân phải đảm bảo ngăn chặn được hư hại quả cân do va đập và rung động;

Trên nắp hộp đựng quả cân hiệu chuẩn phải ghi khắc cấp chính xác của quả cân;

Các quả cân trong cùng một hộp phải cùng cấp chính xác.

## 6 Yêu cầu đo lường

**6.1** Độ lệch cho phép lớn nhất của quả cân được quy định theo cấp chính xác, khối lượng danh định và cho trong bảng 9.



*Bảng 9*

TT	Khối lượng danh định	Độ lệch cho phép lớn nhất (mg)	
		Cấp chính xác E1	Cấp chính xác E2
1	50kg	25	80
2	20kg	10	30
3	10kg	5	16
4	5kg	2,500	8
5	2kg	1,000	3
6	1kg	0,500	1,600
7	500g	0,250	0,800
8	200g	0,100	0,300
9	100g	0,050	0,160
10	50g	0,030	0,100
11	20g	0,025	0,080
12	10g	0,020	0,060
13	5g	0,016	0,050
14	2g	0,012	0,040
15	1g	0,010	0,030
16	500mg	0,008	0,025
17	200mg	0,006	0,020
18	100mg	0,005	0,016
19	50mg	0,004	0,012
20	20mg	0,003	0,010
21	10mg	0,003	0,008
22	5mg	0,003	0,006
23	2mg	0,003	0,006
24	1mg	0,003	0,006

**6.2** Mỗi quả cân hiệu chuẩn, độ không đảm bảo đo  $U$  với mức tin cậy  $P = 95,45 \%$  của giá trị khối lượng quy ước không được vượt quá  $(1/3)$  độ lệch cho phép lớn nhất tương ứng cấp chính xác của nó.

## **ĐLVN 98 : 2002**

### **7 Tiến hành hiệu chuẩn**

#### **7.1 Kiểm tra bên ngoài và kiểm tra kỹ thuật**

- Kiểm tra sự phù hợp giữa các yêu cầu kỹ thuật đề ra từ mục 5. 5 ÷ 5. 8 với các thông số kỹ thuật của quả cân hiệu chuẩn ghi trong Giấy chứng nhận hiệu chuẩn (lần trước đó) và các tài liệu kỹ thuật khác (catalo, giấy chứng nhận kiểm tra xuất xưởng của nhà sản xuất) đi kèm. Trường hợp cần thiết và được sự đồng ý của khách hàng, tiến hành thử các chỉ tiêu kỹ thuật này tại các phòng thử nghiệm được công nhận;
- Bằng mắt kiểm tra quả cân hiệu chuẩn theo các yêu cầu kỹ thuật đề ra từ mục 5.1÷5.4 và 5.9 ÷5.10;
- Với những quả cân (bộ quả cân) sản xuất trước năm 1994 hoặc những quả cân được chế tạo theo mục đích sử dụng chuyên dùng với kết cấu đặc biệt hoặc có khối lượng danh định không tiêu chuẩn phải được phân loại và tiến hành kiểm theo yêu cầu nêu ở phụ lục 1.

#### **7.2 Kiểm tra đo lường**

Quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn cấp chính xác  $E_1$  và  $E_2$  phải được kiểm tra đo lường theo phương pháp sơ đồ, gồm các bước sau:

- Lựa chọn sơ đồ hiệu chuẩn;
- Lựa chọn phương pháp so sánh;
- Lựa chọn số phép lặp;
- Tiến hành các phép so sánh theo sơ đồ;
- Tính toán và công bố kết quả hiệu chuẩn.

##### **7.2.1 Lựa chọn sơ đồ hiệu chuẩn**

Tùy thuộc vào số lượng, khối lượng danh định, cấp chính xác của các quả cân hiệu chuẩn, hiệu chuẩn viên phải lựa chọn các quả cân hiệu chuẩn và lựa chọn sử dụng sơ đồ hiệu chuẩn phù hợp sau đây:

###### **7.2.1.1 Sơ đồ hiệu chuẩn ngang**

Sơ đồ hiệu chuẩn ngang được dùng trong phép hiệu chuẩn các quả cân có cùng khối lượng danh định.

<b>Phép so sánh số:</b>	<b>Quả cân</b>	<b>L (mg)</b>																																										
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>Q<sub>1</sub></b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>Q<sub>2</sub></b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>Q<sub>3</sub></b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>Q<sub>4</sub></b></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>2</b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>3</b></td> <td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>4</b></td> </tr> </table>	<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>Q<sub>3</sub></b>	<b>Q<sub>4</sub></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>																																			
<b>Q<sub>1</sub></b>	<b>Q<sub>2</sub></b>	<b>Q<sub>3</sub></b>	<b>Q<sub>4</sub></b>																																									
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>																																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>2</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>3</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>4</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>5</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>6</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>R</b></td></tr> </table>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>R</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>-1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>-1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>-1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>-1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>-1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>-1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>1</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>0</b></td></tr> </table>	<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>L<sub>1</sub></b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>L<sub>2</sub></b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>L<sub>3</sub></b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>L<sub>4</sub></b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>L<sub>5</sub></b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>L<sub>6</sub></b></td></tr> <tr><td style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"><b>E</b></td></tr> </table>	<b>L<sub>1</sub></b>	<b>L<sub>2</sub></b>	<b>L<sub>3</sub></b>	<b>L<sub>4</sub></b>	<b>L<sub>5</sub></b>	<b>L<sub>6</sub></b>	<b>E</b>
<b>1</b>																																												
<b>2</b>																																												
<b>3</b>																																												
<b>4</b>																																												
<b>5</b>																																												
<b>6</b>																																												
<b>R</b>																																												
<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>																																									
<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>																																									
<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>																																									
<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>																																									
<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>																																									
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1</b>	<b>1</b>																																									
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>																																									
<b>L<sub>1</sub></b>																																												
<b>L<sub>2</sub></b>																																												
<b>L<sub>3</sub></b>																																												
<b>L<sub>4</sub></b>																																												
<b>L<sub>5</sub></b>																																												
<b>L<sub>6</sub></b>																																												
<b>E</b>																																												

- Số phép so sánh trong sơ đồ (p): 6;
- Số quả cân tham gia vào sơ đồ hiệu chuẩn (q): 4;
- Số quả cân kiểm tra: từ 1- 3 quả;
- Phương trình có kí hiệu thứ tự r: điều kiện biên;
- Số bậc tự do của sơ đồ  $v = (p-q+r)$ : 3;
- E: độ lệch của quả cân chuẩn;
- Kí hiệu của quả cân chuẩn trong sơ đồ: Q<sub>1</sub>.

Trong mỗi phép so sánh:

- Ô có số "0" : quả cân tương ứng không tham gia phép so sánh;
- Ô có số "-1" : quả cân tương ứng được dùng làm chuẩn của phép so sánh;
- Ô có số "1" : quả cân tương ứng được so với chuẩn của phép so sánh;
- L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub>□L<sub>6</sub>: các kết quả so sánh của các phép so sánh (1-6)

Trình bày dưới dạng ma trận : ta có  $Q_{i,j} \times \Delta m_j = L_i$   
 và điều kiện biên:  $R \cdot \Delta m = E$

Trong đó:

- Q<sub>i,j</sub>: ma trận hệ số;
- Δm<sub>j</sub>: véc tơ cột độ lệch các quả cân hiệu chuẩn;
- L<sub>i</sub>: véc tơ cột các kết quả đo;
- i: số thứ tự phép so sánh (i=1,□, 6);

j: số thứ tự của quả cân trong sơ đồ (j=1, 2, 3, 4).

### 7.2.1.2 Sơ đồ hiệu chuẩn xuống

Sơ đồ được dùng cho phép hiệu chuẩn một dãy quả cân cân hiệu chuẩn có khối lượng danh định kiểu (1, 2, 2, 5) x 10<sup>n</sup> kg (các quả cân có cùng các đặc trưng kỹ thuật: khối lượng riêng, độ thấm từ). Trong sơ đồ, quả cân chuẩn có khối lượng danh định lớn nhất.

### ĐLVN 98 : 2002

Phép SS số:	Khối lượng danh định (kg)						L (mg)
	1x10 <sup>n</sup>	0,5x10 <sup>n</sup>	0,2x10 <sup>n</sup>	(0,2x10 <sup>n</sup> ) *	0,1x10 <sup>n</sup>	(0,1x10 <sup>n</sup> ) *	
	1	2	3	4	5	6	
1	-1	1	1	1	0	1	L <sub>1</sub>
2	-1	1	1	1	1	0	L <sub>2</sub>
3	0	-1	1	1	0	1	L <sub>3</sub>
4	0	-1	1	1	1	0	L <sub>4</sub>
5	0	0	-1	1	-1	1	L <sub>5</sub>
6	0	0	-1	1	-1	1	L <sub>6</sub>
7	0	0	-1	1	1	-1	L <sub>7</sub>
8	0	0	-1	1	1	-1	L <sub>8</sub>
9	0	0	-1	0	1	1	L <sub>9</sub>
10	0	0	-1	0	1	1	L <sub>10</sub>
11	0	0	0	-1	1	1	L <sub>11</sub>
12	0	0	0	-1	1	1	L <sub>12</sub>
r	1	0	0	0	0	0	E

- Số phép so sánh trong sơ đồ (p): 12;
- Số quả cân tham gia vào sơ đồ hiệu chuẩn (q): 06;
- Số quả cân kiểm tra: từ 1- 4 quả;
- Phương trình có kí hiệu thứ tự r: điều kiện biên;
- Số bậc tự do của sơ đồ v = (p-q+r): 7;
- E: Độ lệch của quả cân chuẩn;
- Quả cân chuẩn của sơ đồ: 1x 10<sup>n</sup> kg.

Trong mỗi phép so sánh:

- Ô có số "0" : quả cân tương ứng không tham gia phép so sánh;
- Ô có số "-1" : quả cân tương ứng được dùng làm chuẩn của phép so sánh;
- Ô có số "1" : quả cân tương ứng được so với chuẩn của phép so sánh;
- L<sub>1</sub>, L<sub>2</sub> □ L<sub>12</sub>: các kết quả so sánh của các phép so sánh (1-12).

Trình bày dưới dạng ma trận : ta có  $Q_{i,j} \times \Delta m_j = L_i$

và điều kiện biên:

$$R \cdot \Delta m = E$$

Trong đó:

- $Q_{ij}$ : ma trận hệ số;
- $\Delta m_j$ : véc tơ cột độ lệch các quả cân hiệu chuẩn;
- $L_i$ : véc tơ cột các kết quả đo;
- $i$ : số thứ tự phép so sánh ( $i=1, \dots, 12$ );
- $j$ : số thứ tự của quả cân trong sơ đồ ( $j=1, \dots, 6$ ).

**ĐLVN 98 : 2002**

### 7.2.1.3 Sơ đồ hiệu chuẩn lên

Sơ đồ được dùng cho phép hiệu chuẩn một dãy quả cân cân hiệu chuẩn có khối lượng danh định kiểu (1, 2, 2, 5) x 10<sup>n</sup> kg (các quả cân có cùng các đặc trưng kỹ thuật: khối lượng riêng, độ thấm từ). Trong sơ đồ, quả cân chuẩn có khối lượng danh định nhỏ nhất.

Phép SS số:	Khối lượng danh định (kg)							L (mg)
	10x10 <sup>n</sup>	5x10 <sup>n</sup>	2x10 <sup>n</sup>	(2x10 <sup>n</sup> ) *	1x10 <sup>n</sup>	(1x10 <sup>n</sup> ) *	1x10 <sup>n</sup>	
	1	2	3	4	5	6	7	
1	-1	1	1	1	0	1	0	L <sub>1</sub>
2	-1	1	1	1	1	0	0	L <sub>2</sub>
3	0	-1	1	1	0	1	0	L <sub>3</sub>
4	0	-1	1	1	1	0	0	L <sub>4</sub>
5	0	0	-1	1	-1	1	0	L <sub>5</sub>
6	0	0	-1	1	-1	1	0	L <sub>6</sub>
7	0	0	-1	1	1	-1	0	L <sub>7</sub>
8	0	0	-1	1	1	-1	0	L <sub>8</sub>
9	0	0	-1	0	1	1	0	L <sub>9</sub>
10	0	0	-1	0	1	1	0	L <sub>10</sub>
11	0	0	0	-1	1	1	0	L <sub>11</sub>
12	0	0	0	-1	1	1	0	L <sub>12</sub>
13	0	0	0	0	0	1	-1	L <sub>13</sub>
r	0	0	0	0	0	0	1	E

- Số phép so sánh trong sơ đồ (p): 13
- Số quả cân tham gia vào sơ đồ hiệu chuẩn (q): 07
- Phương trình có kí hiệu thứ tự r: Điều kiện biên
- Số bậc tự do của sơ đồ  $v = (p-q+r)$ : 7
- E: độ lệch của quả cân chuẩn

- Quả cân chuẩn của sơ đồ:  $1 \times 10^n$  kg

Trong mỗi phép so sánh:

- Ô có số "0" : quả cân tương ứng không tham gia phép so sánh
- Ô có số "-1" : quả cân tương ứng được dùng làm chuẩn của phép so sánh
- Ô có số "1" : quả cân tương ứng được so với chuẩn của phép so sánh
- $L_1, L_2 \dots L_{13}$ : các kết quả so sánh của các phép so sánh (1-13)

**ĐLVN 98 : 2002**

Trình bày dưới dạng ma trận : ta có  $Q_{i,j} \times \Delta m_j = L_i$   
 và điều kiện biên:  $R \cdot \Delta m = E$

Trong đó:

- $Q_{i,j}$ : ma trận hệ số;
- $\Delta m_j$ : véc tơ cột độ lệch các quả cân hiệu chuẩn;
- $L_i$ : véc tơ cột các kết quả đo;
- $i$ : số thứ tự phép so sánh ( $i=1, \dots, 13$ );
- $j$ : số thứ tự của quả cân trong sơ đồ ( $j=1, \dots, 7$ ).

7.2.2 Lựa chọn phương pháp so sánh

7.2.2.1 Phương pháp so sánh kiểu ABBA

Phương pháp so sánh kiểu ABBA được dùng cho các phép so sánh với độ chính xác cao, loại trừ được độ trôi của cân chuẩn theo thời gian hiệu chuẩn.

Trong phương pháp này, phải tiến hành 04 phép cân theo thứ tự như trong bảng 9.

**Bảng 9**

TT	Phép cân	Chỉ thị	Chênh lệch
1	A	$A_1$	$X = \{(B_1 - A_1) + (B_2 - A_2)\} / 2$
2	B	$B_1$	
3	B	$B_2$	
4	A	$A_2$	

- A: quả cân chuẩn
- B : quả cân hiệu chuẩn

7.2.2.2 Phương pháp so sánh kiểu ABA

Phương pháp so sánh kiểu ABA được dùng cho các phép so sánh với độ chính xác cao, loại trừ độ trôi của cân chuẩn theo thời gian hiệu chuẩn.

Trong phương pháp này, phải tiến hành 03 phép cân theo thứ tự như trong bảng 10.

**Bảng 10**

TT	Phép cân	Chỉ thị	Chênh lệch
1	A	A <sub>1</sub>	$X = \{(B_1 - A_1) + (B_1 - A_2)\} / 2$
2	B	B <sub>1</sub>	
3	A	A <sub>2</sub>	

A: Quả cân chuẩn

B: Quả cân hiệu chuẩn

**ĐLVN 98 : 2002**

### 7.2.3 Lựa chọn số phép cân lặp

Số phép cân lặp của từng phép so sánh trong sơ đồ hiệu chuẩn các quả cân cấp chính xác E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub> được chọn theo độ lặp lại cân chuẩn, theo yêu cầu về giá trị độ không đảm bảo đo U của kết quả hiệu chuẩn và không được nhỏ hơn các giá trị nêu trong bảng 11.

**Bảng 11**

TT	Phép so sánh	Số phép cân lặp	
		Cấp chính xác E <sub>1</sub>	Cấp chính xác E <sub>2</sub>
1	Phương pháp so sánh ABBA	3	2
2	Phương pháp so sánh ABA	5	3

### 7.2.4 Tiến hành các phép so sánh theo sơ đồ

a - Nhập các thông số sau đây vào ô tương ứng của Biên bản hiệu chuẩn (phụ lục 1):

- Tên quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn:

- + Khối lượng danh định;
- + Cấp chính xác;
- + Sản xuất tại;
- + Số;
- + Năm sản xuất;

- Quả cân chuẩn sử dụng

- + Tên;
- + Sản xuất tại;
- + Kiểu;
- + Ký hiệu;
- + Khối lượng danh định;

- Tên cân chuẩn được sử dụng

- + Kiểu cân chuẩn;
- + Sản xuất tại;

- Sơ đồ hiệu chuẩn;

- Phương pháp so sánh;
- Số phép lặp;
  
- Đơn vị đề nghị hiệu chuẩn;
- Đơn vị sử dụng;
- Địa điểm sử dụng;
- Ngày hiệu chuẩn;
- Hiệu chuẩn viên;
- Địa điểm hiệu chuẩn;

## **ĐLVN 98 : 2002**

b - Nhập vào các ô tương ứng trong Biên bản hiệu chuẩn các thông số kỹ thuật:

- $m_{cr}$  ;  $U_r$  ;  $k_r$ ;  $\rho_r$  ;  $U\rho_r$  ;  $\alpha_r$  của quả cân chuẩn;
- $\rho_t$  ;  $U\rho_t$  ;  $\alpha_t$  của quả cân hiệu chuẩn;
- $m_{ch}$  của quả kiểm tra;
- $m_{cs}$ ;  $U_{ms}$ ;  $k_s$ ;  $\rho_s$ ;  $U\rho_s$ ;  $\alpha_s$  của quả nhậy;
- max; d của cân chuẩn.

c - Với một dãy quả cân hiệu chuẩn trong cùng một sơ đồ hiệu chuẩn, phải thực hiện tất cả các phép so sánh trên cùng một cân chuẩn có độ lệch chuẩn s (Standard deviation/Repeatability) đồng nhất ở các mức cân.

d - Lần lượt tiến hành các phép so sánh theo phương pháp so sánh phù hợp và với số phép lặp đảm bảo yêu cầu đề ra ở mục 5.2.2.2 và 5.2.2.3.

e - Trước mỗi phép cân lặp, phải đọc số chỉ từ các thiết bị phụ trợ và ghi các thông số môi trường không khí (t, RH, p□) tại nơi hiệu chuẩn vào ô tương ứng trong Biên bản hiệu chuẩn.

f - Sau khi kết thúc một phép lặp, kết quả của phép lặp được ghi vào vào ô tương ứng trong Biên bản hiệu chuẩn, phần "Số liệu các phép cân lặp" (phụ lục 1).

g - Lần lượt tiến hành tất cả các phép đo lặp của các phép so sánh trong sơ đồ theo cùng một phương pháp. Nhập kết quả vào ô tương ứng của Biên bản hiệu chuẩn.

h - Với bộ quả cân hiệu chuẩn: tiến hành hiệu chuẩn theo sơ đồ phù hợp cho tất cả các dãy quả cân có trong bộ quả cân hiệu chuẩn.

### 7.2.5 Tính toán và công bố kết quả hiệu chuẩn

- Các phương pháp, thuật toán dùng trong việc tính toán, xử lý kết quả hiệu chuẩn quả cân (bộ quả cân) cấp chính xác  $E_1$  và  $E_2$  bao gồm:
  - + Phương pháp bình phương nhỏ nhất (phụ lục 2);
  - + Phương pháp giải sơ đồ có điều kiện biên (phụ lục 3);
  - + Kiểm định sự đồng nhất các giá trị độ lệch chuẩn s của các phép so sánh trong một sơ đồ hiệu chuẩn (phụ lục 4);



+ Ước lượng độ không đảm bảo đo giá trị khối lượng qui ước của quả cân hiệu chuẩn (phụ lục 5).

- Kết thúc quá trình hiệu chuẩn, kết quả nhận được sẽ là:

+ Giá trị khối lượng qui ước  $m_{ct}$  của từng quả cân hiệu chuẩn, và

+ Độ không đảm bảo đo của từng giá trị khối lượng  $U_{ct}$  của tất cả các quả cân hiệu chuẩn đã mang vào hiệu chuẩn.

- Kết quả hiệu chuẩn quả cân (bộ quả cân) phải được công bố trong giấy chứng nhận hiệu chuẩn đi kèm.

**ĐLVN 98 : 2002**

- Với quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn cấp chính xác  $E_1$ , trong Giấy chứng nhận hiệu chuẩn đi kèm, ít nhất phải công bố các thông tin sau:

+ Giá trị khối lượng qui ước  $m_{ct}$ ;

+ Độ không đảm bảo đo mở rộng  $U_{ct}$  của các giá trị  $m_{ct}$ ;

+ Hệ số phủ  $k_t$ ;

+ Khối lượng riêng hoặc thể tích ( $\rho_t$  hoặc  $V_t$ )

của từng quả cân hiệu chuẩn.

- Với quả cân (bộ quả cân) hiệu chuẩn cấp chính xác  $E_2$ , trong Giấy chứng nhận hiệu chuẩn đi kèm, ít nhất phải công bố các thông tin sau:

+ Giá trị khối lượng qui ước  $m_{ct}$ ;

+ Độ không đảm bảo đo mở rộng  $U_{ct}$  của các giá trị  $m_{ct}$ ;

+ Hệ số phủ  $k_t$ ;

của từng quả cân hiệu chuẩn.

## **8 Xử lý chung**

**8.1** Quả cân (bộ quả cân) sau khi hiệu chuẩn được cấp giấy chứng nhận hiệu chuẩn kèm theo thông báo kết quả hiệu chuẩn.

**8.2** Chu kỳ hiệu chuẩn: năm năm đối với quả cân cấp chính xác  $E_1$   
hai năm đối với quả cân cấp chính xác  $E_2$ .

**YÊU CẦU ĐỐI VỚI CÁC BỘ QUẢ CÂN CẤP CHÍNH XÁC  $E_1, E_2$   
SẢN XUẤT TRƯỚC NĂM 1994**

Quả cân cấp chính xác  $E_1, E_2$  sản xuất trước năm 1994, hoặc các quả cân chuyên dùng cấp chính xác tương đương có hình dạng hình học và khối lượng danh định không phù hợp với các yêu cầu của Văn bản này phải đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và đo lường đã nêu ra, tuy nhiên có các yêu cầu riêng cho các quả cân này:

1. Các vết xước riêng rẽ: không được tính trong quá trình kiểm tra độ nhám bề mặt quả cân hiệu chuẩn
2. Độ nhám bề mặt quả cân hiệu chuẩn được coi là đạt yêu cầu nếu có đầy đủ các tài liệu chứng minh rằng khối lượng của quả cân này là ổn định và nếu tiến hành đo, độ nhám bề mặt không vượt quá 2 lần trị số  $R_a, R_z$  nêu ra trong bảng 8 với cấp chính xác phù hợp.
3. Với các quả cân chưa phân cấp chính xác, phải tiến hành kiểm tra kỹ lưỡng các tài liệu kỹ thuật đi kèm và các yêu cầu kỹ thuật cụ thể, để phân quả cân này vào một cấp chính xác ( $E_1$  hoặc  $E_2$ ) làm căn cứ cho các lần hiệu chuẩn tiếp theo.

## PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT

A. Tính độ lệch trung bình khối giá trị khối lượng danh định của quả cân hiệu chuẩn

Tại phép so sánh thứ  $i$  của sơ đồ hiệu chuẩn, sau khi tiến hành  $n$  phép cân lặp theo điều 7.2.3, cần phải xác định giá trị trung bình của các kết quả cân đã nhận được để đưa vào sơ đồ.

Giá trị trung bình được tính theo công thức:

$$\bar{X}_i = \frac{\sum_{p=1}^n X_p}{n}$$

Trong đó:  $X_p$ : Kết quả của phép đo lặp thứ  $p$  ( $p=1, \dots, n$ )

Giá trị  $\bar{X}_i$  chính bằng giá trị  $L_i$  trong sơ đồ.

B. Độ lệch chuẩn  $s_i$  của giá trị trung bình  $\bar{X}_i$  theo phương pháp bình phương nhỏ nhất được tính theo công thức:

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum_{p=1}^n (X_p - \bar{X}_i)^2}{n-1}}$$

Với bậc tự do bằng  $(n-1)$

**PHƯƠNG PHÁP GIẢI SƠ ĐỒ HIỆU CHUẨN CÓ ĐIỀU KIỆN BIÊN  
THEO PHƯƠNG PHÁP BÌNH PHƯƠNG NHỎ NHẤT**

Ta đã có phương trình tổng quát như sau:

$$Q \times \Delta m = L$$

Và điều kiện biên:  $R \cdot \Delta m = E$

a - Ký hiệu:

$Q^*$ : ma trận nghịch đảo của  $Q$

$R^*$ : ma trận nghịch đảo của  $R$

b - Dùng phương pháp nhân tử Lagrang để đưa điều kiện biên vào với nhân tử  $2\lambda$  ta được hệ phương trình dưới dạng ma trận như sau:

$$\begin{bmatrix} Q^* \cdot Q & R^* \\ R & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta m \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L \\ E \end{bmatrix}$$

c - Phương trình ma trận ở mục b là phương trình chính tắc của phương pháp bình phương nhỏ nhất áp dụng cho sơ đồ tổng quát có điều kiện biên .

d - Đặt  $C = A^* A$ , ta có

$$\begin{bmatrix} C & R^* \\ R & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta m \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L \\ E \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} \Delta m \\ \lambda \end{bmatrix} = \frac{1}{\begin{bmatrix} C & R^* \\ R & 0 \end{bmatrix}} \cdot \begin{bmatrix} L \\ E \end{bmatrix}$$

$$\rightarrow \begin{bmatrix} \Delta m \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C^{-1} & h^* \\ h & 0 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} L \\ E \end{bmatrix}$$

e - Từ phương trình ma trận , ta có:

$$\Delta m = [C^{-1} \quad h^*] \cdot \begin{bmatrix} L \\ E \end{bmatrix}$$

Đó là các giá trị độ lệch (hoặc độ lệch khỏi giá trị khối lượng danh định )  $\Delta m_j$  ( $j = 1, \dots, q$ ) của các quả chuẩn tham gia vào sơ đồ hiệu chuẩn tổng quát.

f. Xác định độ lệch chuẩn (s) của sơ đồ:

Theo toán thống kê - xác suất, ta có:

$$s(\Delta m) = [L - Q \cdot \Delta m]^* \cdot [L - Q \cdot \Delta m] + 2\lambda[R \cdot \Delta m - E] = [L - Q \cdot \Delta m]^* \cdot [L - A \cdot \Delta m]$$

Độ lệch chuẩn của sơ đồ được tính theo công thức:

$$s = \sqrt{\frac{s(\Delta m)}{V}}$$

g - Từ giá trị s vừa tìm được và từ ma trận nghịch đảo  $C^{-1}_{jj}$ , ta dễ dàng tính được độ lệch bình phương trung bình  $S_j$  của từng giá trị khối lượng  $m_j$  đã tìm ở mục g, theo công thức:

$$s^2_j = c^{-1}_{jj} \cdot s^2$$

Trong đó:  $c^{-1}_{jj}$  :Phần tử thứ j của  $C^{-1}_{jj}$  .

Các giá trị  $s_j$  tính được theo công thức trên chính là độ không đảm bảo đo  $u_{1j}$  của quả cân hiệu chuẩn ký hiệu j.

**KIỂM ĐỊNH SỰ ĐỒNG NHẤT CÁC GIÁ TRỊ ĐỘ LỆCH CHUẨN S  
CỦA CÁC PHÉP SO SÁNH TRONG MỘT SƠ ĐỒ HIỆU CHUẨN**

Với một sơ đồ hiệu chuẩn có M quả cân tham gia vào N phép so sánh, sau khi tiến hành mỗi phép so sánh, ta có độ lệch chuẩn  $s_i$  (phụ lục 2).

Theo nguyên tắc của thống kê xác suất, số phép cân lập (n) cho các phép so sánh trong sơ đồ phải bằng nhau và các giá trị  $s_i$  phải đồng nhất.

Để kiểm tra sự đồng nhất của các giá trị  $s_i$ , trước hết, phải tính giá trị  $s_c$  theo công thức:

$$s_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N s_i^2}{N}}$$

với bậc tự do bằng [N. (p-1)]

sau đó, tiến hành tính giá trị  $F_i$  theo công thức:

$$F_i = \frac{S_i^2}{S_c^2}$$

Điều kiện để các độ lệch chuẩn  $s_i$  đồng nhất:

$$F_i \leq \text{Giá trị giới hạn (bảng 12)}$$

Trong đó:  $i=1, \dots, N$

**Bảng 12**

**Giá trị giới hạn (1phía) theo Phân bố F với mức ý nghĩa  $\alpha=0.05$**

F	(p-1)									
N.(p-1)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

1	161,448	19,000	9,277	6,388	5,050	4,284	3,787	3,438	3,179	2,978
2	18,513	6,944	4,757	3,838	3,326	2,996	2,764	2,591	2,456	2,348
3	10,128	5,143	3,863	3,259	2,901	2,661	2,488	2,355	2,250	2,165
4	7,709	4,459	3,490	3,007	2,711	2,508	2,359	2,244	2,153	2,077
5	6,608	4,103	3,287	2,866	2,603	2,421	2,285	2,180	2,096	2,026
6	5,987	3,885	3,160	2,776	2,534	2,364	2,237	2,138	2,059	1,993
7	5,591	3,739	3,072	2,714	2,485	2,324	2,203	2,109	2,032	1,969
8	5,318	3,634	3,009	2,668	2,449	2,295	2,178	2,087	2,013	1,951
9	5,117	3,555	2,960	2,634	2,422	2,272	2,159	2,070	1,998	1,938
10	4,965	3,493	2,922	2,606	2,400	2,254	2,143	2,056	1,986	1,927
∞	3,841	2,996	2,605	2,372	2,214	2,099	2,010	1,938	1,880	1,831

*PHỤ LỤC 5*

**ƯỚC LƯỢNG ĐỘ KHÔNG ĐẢM BẢO ĐO GIÁ TRỊ KHỐI LƯỢNG QUI ƯỚC CỦA QUẢ CÂN HIỆU CHUẨN**

Phương trình toán cho các phép hiệu chuẩn khối lượng quả cân như sau:

$$m_t - \rho_a \cdot V_t \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_t] = m_r - \rho_a \cdot V_r \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_r] + L$$

$$\longrightarrow m_t = m_r - \rho_a \cdot \{V_r \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_r] - V_t \cdot [1 + (t - 20) \cdot \alpha_t]\} + L$$

Theo ISO/GUM TAG4, độ không đảm bảo đo của kết quả hiệu chuẩn bao gồm hai phần chính:

1. Loại A:

Các thành phần độ không đảm bảo đo của một kết quả hiệu chuẩn được xác định từ quá trình đo lặp.

Trong quá trình hiệu chuẩn như trình bày ở trên, thành phần độ không đảm bảo đo  $u_1$  (phụ lục 4) thuộc loại A.

2. Loại B:

- Độ không đảm bảo đo của quả cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u(m_{cr}) = \frac{U}{k}$$

U: độ không đảm bảo đo của quả cân chuẩn (lấy theo Giấy chứng nhận)

k: hệ số phủ (theo giấy chứng nhận; thường k=2)

- Độ không đảm bảo đo sức đẩy không khí ( $u_b$ ) được tính theo công thức:

$$u_b^2 = \left[ m_{cr} \frac{(\rho_r - \rho_t)}{\rho \rho_r} \right]^2 + m_{cr} (\rho_a - \rho_0)^2 \frac{u^2 \rho_t}{\rho_t^4} - m_{cr} (\rho_a - \rho_0) [(\rho_a - \rho_0) + 2(\rho_{at} - \rho_0)] \frac{u^2 \rho_r}{\rho_r^4}$$

Trong đó:  $\rho_a$ : Khối lượng riêng không khí

$\rho_{a1}$ : Khối lượng riêng không khí trong quá trình hiệu chuẩn quả cân chuẩn

$\rho_0$ : Khối lượng riêng không khí ở điều kiện tiêu chuẩn ( $t=20^\circ\text{C}$ ;  $p_0=101325\text{Pa}$ )

$\rho_0=1,2\text{ kg/m}^3$

• Độ không đảm bảo đo của cân chuẩn

- Độ không đảm bảo đo do độ nhạy của cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u_s^2 = (\overline{\Delta m_c})^2 \left[ \frac{u^2(m_s)}{m_s^2} + \frac{u^2(\Delta I_s)}{\Delta I_s^2} \right]$$

$\Delta I_s$ : thay đổi số chỉ của cân chuẩn khi thử độ nhạy;

$u(\Delta I_s)$ : độ không đảm bảo đo của  $\Delta I_s$ ;

$\overline{\Delta m_c}$ : chênh lệch khối lượng trung bình giữa quả cân hiệu chuẩn và quả cân chuẩn.

- Độ không đảm bảo đo do độ chia ( $u_d$ ) của cân chuẩn được tính theo công thức:

$$u_d = \left( \frac{d/2}{\sqrt{3}} \right) \cdot \sqrt{2}$$

d: Giá trị độ chia của cân chuẩn

- Độ không đảm bảo đo do độ lệch tâm của tải ( $u_E$ ) được tính theo công thức:

+ Với cân chuẩn chỉ có một đĩa cân:

$$u_E = \frac{\frac{d_1}{d_2} \cdot D}{2 \cdot \sqrt{3}}$$

Trong đó:

D: chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và nhỏ nhất của các phép thử tải trọng lệch tâm (được tiến hành theo OIML R76-2);

$d_1$ : khoảng cách giữa tâm các quả cân;

$d_2$ : Khoảng cách từ tâm đĩa cân đến tâm của một góc thử.

+ Với các cân chuẩn có hệ thống thay đổi quả cân tự động, số chỉ chênh lệch khối lượng giữa hai quả cân ( $\Delta I$ ) sẽ không bằng nhau khi thay đổi vị trí cân ( $\Delta I_1 \neq \Delta I_2$ ), độ không đảm bảo đo do độ lệch tâm của tải ( $u_E$ ) được tính theo công thức:

$$u_E = \frac{|\Delta I_1 - \Delta I_2|}{\sqrt{3}}$$

- Độ không đảm bảo đo do ảnh hưởng của từ trường  $u_{ma}(\overline{\Delta m})$ :

Với các quả cân đảm bảo yêu cầu về từ tính (điều 5.6), độ không đảm bảo đo do ảnh hưởng của từ trường  $u_{ma}(\overline{\Delta m})$  là nhỏ, cho phép bỏ qua.



- Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tổng hợp  $u_{ba}(\Delta \bar{m})$  của cân chuẩn:

$$u_{ba}(\Delta \bar{m}) = \sqrt{u_s^2(\Delta \bar{m}) + u_b^2(\Delta \bar{m}) + u_E^2(\Delta \bar{m}) + u_{ma}^2(\Delta \bar{m})}$$

3. Độ không đảm bảo đo tiêu chuẩn tổng hợp  $u_c(m_{ct})$  của giá trị khối lượng quả cân hiệu chuẩn được tính theo công thức:

$$u_c(m_{ct}) = \sqrt{u_1^2(\Delta \bar{m}_{ct}) + u^2(\Delta \bar{m}_{cr}) + u_b^2(\Delta \bar{m}_{ct}) + u_{ba}^2(\Delta \bar{m}_{ct})}$$

4. Độ không đảm bảo mở rộng của giá trị khối lượng quả cân hiệu chuẩn  $U(m_{ct})$  được tính theo công thức:

$$U(m_{ct}) = k \cdot u_c(m_{ct})$$

k: Hệ số phủ

Hệ số k thường được lấy bằng 2;

Tuy nhiên, khi phép cân lập nhỏ hơn 10 và  $u_1 > \frac{1}{2} \cdot u_c(\Delta m_{ct})$ , hệ số k phải được tính trên cơ sở phân bố t với độ tin cậy P=95,5% và bậc tự do hiệu dụng  $v_{eff}$  (bảng 13).

Hệ số  $v_{eff}$  được tính theo công thức Welch-Satterhwaite:

$$v_{eff} = (p-1) \cdot \frac{u_{ct}^4(m_{ct})}{u_1^4(\Delta \bar{m})}$$

với điều kiện, các thành phần độ không đảm bảo đo loại B được ước lượng với bậc tự do bằng vô cùng ( $\infty$ ).

**Bảng 13**

**Hệ số phủ k tương ứng với các bậc tự do hiệu dụng  $v_{eff}$**

$v_{eff}$	1	2	3	4	5	6	8	10	20	$\infty$
k	13,97	4,53	3,31	2,87	2,65	2,52	2,37	2,28	2,13	2,0

Tên cơ quan hiệu chuẩn  
.....

**BIÊN BẢN HIỆU CHUẨN**  
**Số: .....**

Tên phương tiện đo.....□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□.

Kiểu:.....Số:.....

Cơ sở sản xuất:..... Năm sản xuất:.....□.

Đặc trưng kỹ thuật:.....

Cơ sở sử dụng:.....

Phương pháp thực hiện:.....

Chuẩn, thiết bị chính được sử dụng:.....

Điều kiện môi trường:  
Nhiệt độ:..... Độ ẩm: .....

Người thực hiện:.....

Ngày thực hiện :.....

Địa điểm thực hiện :.....

Số liệu và kết quả :

**I Kiểm tra bên ngoài và kiểm tra kỹ thuật:**

**II Kiểm tra đo lường:**

**1. Lựa chọn sơ đồ hiệu chuẩn:**

Sơ đồ	mục 7.2.1.1	mục 7.2.1.2	mục 7.2.1.3
Lựa chọn			

Đánh dấu (x) vào ô tương ứng với phương án được lựa chọn.

## 2. Lựa chọn phương pháp so sánh

Phương pháp so sánh	ABBA	ABA
Lựa chọn		

Đánh dấu (x) vào ô tương ứng với phương án được lựa chọn.

## 3. Lựa chọn số phép cân lập

Số phép cân lập được lựa chọn*	Số phép cân lập nhỏ nhất cho phép**	Ghi chú

(\*) Nhập số phép cân lập tiến hành

(\*\*) Nhập số phép cân lập qui định theo mục 7.2.3

## 4. Tiến hành các phép so sánh theo sơ đồ:

### 4.1 Theo phương pháp ABBA:

Phép so sánh số:		Quả chuẩn					
		Quả kiểm					
Thời gian			Bắt đầu:	Kết thúc:			
		Ngày		tháng		năm	

### a. Số liệu các phép cân lập

T/Tu	t (°C)	h (%)	p (mmHg)	A	B	B	A	X <sub>i</sub>
1								
2								
Trung bình:								
s=								

$\bar{t}$		$\bar{RH}$		$\bar{P}$	
$\delta t$		$\delta RH$		$\delta p$	

**b. Số liệu từ hồ sơ kỹ thuật các quả cân**

$m_{cr}:$		g	$u_r$		g	$k=$	1
$m_r:$		g					
$m_{cs}:$		g	$u_{cs} =$		g		
$\rho_r:$		g/cm <sup>3</sup>	$u_{Dr} =$				
$\rho_s:$		g/cm <sup>3</sup>	$u_{Ds} =$		g/cm <sup>3</sup>		
$\rho_i:$		g/cm <sup>3</sup>	$u_{Di} =$		g/cm <sup>3</sup>		
$\alpha_r:$							
$\alpha_i:$							

**c. Tính khối lượng riêng không khí:**

Công thức:			1. CIPM 81/91	2. NBS	
$\rho_a =$		g/cm <sup>3</sup>	$u(\rho_a) =$		g/cm <sup>3</sup>
$u_{ba} =$		g			

**d. Kết quả tính toán, xử lý số liệu**

$m_{ct} =$		g	$L_m =$		mg
$u_t =$		$\mu g$			

**4.2 Theo phương pháp ABA:**

<b>Phép so sánh số:</b>		Quả chuẩn	
		Quả kiểm	
<b>Thời gian</b>		Bắt đầu:	Kết thúc:
	Ngày	tháng	năm

**a. Số liệu các phép cân lập**

T/Tu	t (°C)	RH (%)	p (mmHg)	A	B	A	$X_i$
1							
2							
n							

					Trung bình:	
					s=	
$\bar{t}$		$\bar{RH}$		$\bar{P}$		
$\delta t$		$\delta RH$		$\delta p$		

**b. Số liệu từ hồ sơ kỹ thuật các quả cân**

$m_{cr}:$		g	$u_r$		g	k=	1
$m_r:$		g					
$m_{cs}:$		g	$u_{cs} =$		g		
$\rho_r:$		g/cm <sup>3</sup>	$u_{\rho r} =$				
$\rho_s:$		g/cm <sup>3</sup>	$u_{\rho s} =$		g/cm <sup>3</sup>		
$\rho_t:$		g/cm <sup>3</sup>	$u_{\rho t} =$		g/cm <sup>3</sup>		
$\alpha_r:$							
$\alpha_s:$							

**c. Tính khối lượng riêng không khí**

Công thức:			1. CIPM 81/91	2. NBS	
$\rho_a =$		g/cm <sup>3</sup>	$u(\rho_a) =$		g/cm <sup>3</sup>
$u_{ba} =$		g			

**d. Kết quả tính toán, xử lý số liệu**

$m_{ct} =$		g	$L_m =$		mg
$u_t =$		$\mu g$			

**IV. Kết quả hiệu chuẩn:**

TT	Quả cân	Khối lượng qui ước (kg)	Độ lệch (mg)	U( $\mu g$ ) (k=2)
1				
2				
3				
4				
n				

Người soát lại

Người thực hiện

### **Tài liệu tham khảo**

- [1] Weights of classes  $E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_2, M_3$  — OIML R111-2
- [2] Mass calibrations (OIML classes  $E_1$  to  $M_1$ ) — Test method EAFA-13 —NML
- [3] Guide to expression of uncertainty in measurement - ISO/TAG 4/WG 3 - 1992
- [4] TCVN 6165;VIM: 1993
- [5] Quả cân cấp chính xác  $E_2, F_1$  — Quy trình kiểm định -ĐLVN 50-1999, Tổng cục TCĐLCL
- [6] Cơ sở đo lường học— Trung tâm Đào tạo, Tổng cục TCĐLCL, năm 1999
- [7] Designs for calibration of standards of mass- Cameron, J. M., Coarkin, M. C. và Raybold, R. C. R., NBS TN 952, 1977.
- [8] Phương pháp sơ đồ trong sao truyền chuẩn khối lượng hạng cao- Luận văn cao học Vật lý kỹ thuật, Trường đại học Bách khoa Hà Nội, Bộ Giáo dục và Đào tạo, năm 1999.
- [9] Tài liệu đào tạo kiểm định viên quả cân-Trung tâm Đào tạo, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng, năm 2002

