



**PROYECTO DE NORMA MEXICANA**

**PROY-NMX-W-139-SCFI-2011**

**(CANCELARÁ A LA NMX-W-139-1986)**

**ALUMINIO Y SUS ALEACIONES – ANODIZACIÓN –  
MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REFLECTIVAS DE  
LAS SUPERFICIES DE ALUMINIO  
(GONIOFOTÓMETRO SIMPLIFICADO O NORMAL)**

**ALUMINIUM AND ITS ALLOYS – ANODIZING – MEASUREMENT  
OF REFLECTIVITY CHARACTERISTICS OF ALUMINIUM  
SURFACES (ABRIDGED GONIOPHOTOMETER OR STANDARD)**



**PREFACIO**

Con formato: Fuente: 11 pto, Negrita, Español (alfab. internacional)

En la elaboración de la presente Norma, participaron las siguientes Instituciones y Organismos:

Con formato: Justificado

- ALMEXA ALUMINIO, S.A. DE C.V.
- CINVESTAV - IPN UNIDAD QUERÉTARO
- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DEL ALUMINIO Y SUS ALEACIONES.
- GRUPO CUPRUM, S.A.P.I. DE C.V.
- DUPONT POWDER COATINGS MÉXICO, S.A. DE C.V.
- ELECTROACABADOS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIA MEXICANA DEL ALUMINIO, S.A. DE C.V.(IMASA)
- -INSTITUTO DEL ALUMINIO, A.C. (IMEDAL)
- ANODIZADOS ESPECIALIZADOS, S.A. DE C.V.

Con formato: Portugués (Brasil)

Con formato: Sangría: Izquierda: 0 cm, Sangría francesa: 2.5 cm, Sin vietas ni numeración, Punto de tabulación: 2.5 cm, Izquierda



## ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo	Página
1.- Objetivo y Campo de Aplicación <del>Y CAMPO DE APLICACIÓN</del>	2
2.- Principio	2
3.- Definiciones	3
4.- Aparato y Equipo	3
5.- Preparación y Calibración del Instrumento	7
6.- Procedimiento	8
7.- Cálculos	9
<del>APÉNDICE</del>	
<del>129</del>	
8.- Reporte de Pruebas	10



## PROY-NMX-W-139-SCFI-2011

9.- Apéndices Informativos	11
10.- Bibliografía	13
11.- Concordancia con Normas Internacionales	13



## **PROYECTO DE NORMA MEXICANA**

**PROY-NMX-W-139-SCFI-2011**

**(CANCELARÁ A LA NMX-W-139-1986)**

### **ALUMINIO Y SUS ALEACIONES – ANODIZACIÓN – MEDICIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS REFLECTIVAS DE LAS SUPERFICIES DE ALUMINIO (GONIOTÓMETRO SIMPLIFICADO O NORMAL)**

**ALUMINIUM AND ITS ALLOYS – ANODIZING – MEASUREMENT  
OF REFLECTIVITY CHARACTERISTICS OF ALUMINIUM  
SURFACES (ABRIDGED GONIOPHOTOMETER OR STANDARD)**

#### **INTRODUCCIÓN**

La apariencia visual de los terminados metálicos, es de importancia comercial en los metales destinados a la industria automotriz, arquitectura y otros usos, donde dichos metales son sometidos a tratamientos especiales para dar la apariencia deseada. Para los productos terminados, es importante que las partes que van juntas tengan la misma apariencia. La reflectividad especular es una de las características que se miden, pero son requeridas mediciones adicionales para identificar adecuadamente la apariencia de cualquier metal.

En el presente método varios aspectos importantes de la apariencia de la superficie son identificados y pueden ser medidos.



**PROY-NMX-W-139-SCFI-2011**  
**2/13**

Aquellas superficies que tienen idéntico número de caras, normalmente tienen las mismas características de reflectividad y la misma apariencia.



## 1 -OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta Norma Mexicana establece un método para la medición de las características de reflectividad, que garantice la apariencia de las superficies metálicas de alto brillo. Este método no es aplicable a superficies metálicas con terminado difuso, ni mide el color, que es otro atributo de la apariencia.

## 2 PRINCIPIO

**2.1** La apariencia visual de las superficies de aluminio anodizado es descrita por seis diferentes medidas geométricas de la luz reflejada, proveniente de un rayo que incide en la superficie de la muestra en un ángulo de  $30^\circ$  (ver incisos 2.2 a 2.7).

**2.2** La reflectividad especular ( $R_s$ ) es medida a  $30^\circ$  de la normal del espécimen, usando un rayo no disperso y como receptor un campo de ángulo ( $0,5^\circ$  ancho máximo en el plano del ángulo de reflexión).

**2.3** La claridad de la imagen reflejada ( $R_i$ ) es determinada de la pequeña desviación de la reflectividad especular ( $R_{30^\circ \pm 0,3^\circ}$ ) medida a  $29,7^\circ$  y  $30,3^\circ$ , el instrumento integra la luz recibida de ambas aperturas.

**2.4** El haz de ángulo cerrado ( $H_n$ ) es determinado de la medición de la reflectividad en un ángulo de  $32^\circ$ , esto es a  $2^\circ$  alejado del rayo especular ( $R_{30^\circ \pm 2^\circ}$ ).

**2.5** El haz de ángulo Abierto ( $H_w$ ) es determinado de la medición de la reflectividad en un ángulo de  $35^\circ$ , esto es a  $5^\circ$  alejado del rayo especular ( $R_{30^\circ \pm 5^\circ}$ ).

**2.6** La difusividad  $R_d$ , es determinada de la medición de la reflectividad en un ángulo de  $45^\circ$ , esto es a  $15^\circ$  alejado del rayo especular.

**2.7** La direccionalidad de la superficie es obtenida de la relación de dos mediciones del haz de ángulo cerrado,  $R$ , la primera es tomada cuando la luz incidente es paralela a la textura de la superficie (Dirección de rolado, extruido o maquinado).



### 3 DEFINICIONES

- Reflectividad: La reflectividad es la fracción de radiación incidente reflejada por una superficie.
- Reflectividad especular: Es la reflexión de la luz de una superficie donde la reflexión incidente se refleja (solamente) en un ángulo igual al ángulo de incidencia (ambos tomados con respecto a la perpendicular en ese punto).
- Goniofotómetro: Es un instrumento que ilumina un espécimen a diferentes ángulos seleccionados, y la luz reflejada (o transmitida) por el espécimen en diferentes direcciones.
- Haz de luz: Es el conjunto de partículas o rayos luminosos de un mismo origen que se propagan sin dispersión.
- Correlación de spearman: Esta prueba estadística permite medir la asociación de dos variables y es aplicable cuando las mediciones se realizan en una escala ordinal, aprovechando la clasificación por rangos.

### 4 APARATO Y EQUIPO

#### 4.1 Goniofotómetro

Goniofotómetro simplificado Figura 1 y 2 (véase Figura 1 y 2) o goniofotómetro normal que puede ser preparado para el rayo especificado y los campos angulares dados en la Tabla 1 (véase Tabla 1).

El goniofotómetro es un instrumento que ilumina un espécimen a diferentes ángulos seleccionados, y la luz reflejada (o transmitida) por el espécimen en diferentes direcciones es medida.





**4.1.1** El goniofotómetro simplificado tiene fijado el ángulo de incidencia (en este caso  $30^\circ$ ) y direcciones fijas de medición de la luz reflejada por el espécimen (en este caso  $-30^\circ$ ,  $-30^\circ \pm 0.3^\circ$ ,  $-32^\circ$ ,  $-35^\circ$ , y  $45^\circ$ ).

Detalles sobre la precisión y exactitud de los goniofotómetro están dados en el Apéndice A (véase Apéndice A).

## **4.2 Pinza rotatoria**

La pinza rotatoria, como la mostrada en la Figura 3 (véase Figura 3), es utilizada para fijar y posicionar el espécimen durante la medición.

## **4.3 Estándares**

**4.3.1** Se requieren tres estándares calibrados:

**4.3.1.1** Aluminio evaporado en una platina de vidrio y recubierto con una capa protectora de monóxido de silicio, y calibrado para reflectividad especular y claridad de la imagen reflejada. La reflectividad especular debe ser de  $85 \pm 10\%$ .

**4.3.1.2** Cromo evaporado en una platina de vidrio y recubierto con una capa protectora de monóxido de silicio, y calibrado para reflectividad especular y claridad de la imagen reflejada. La reflectividad especular debe ser de  $62 \pm 10\%$ .

**4.3.1.3** Platina reflejante de superficie difusa, de tal manera que la luz reflejada por la superficie sea de intensidad constante en el rango angular del instrumento.

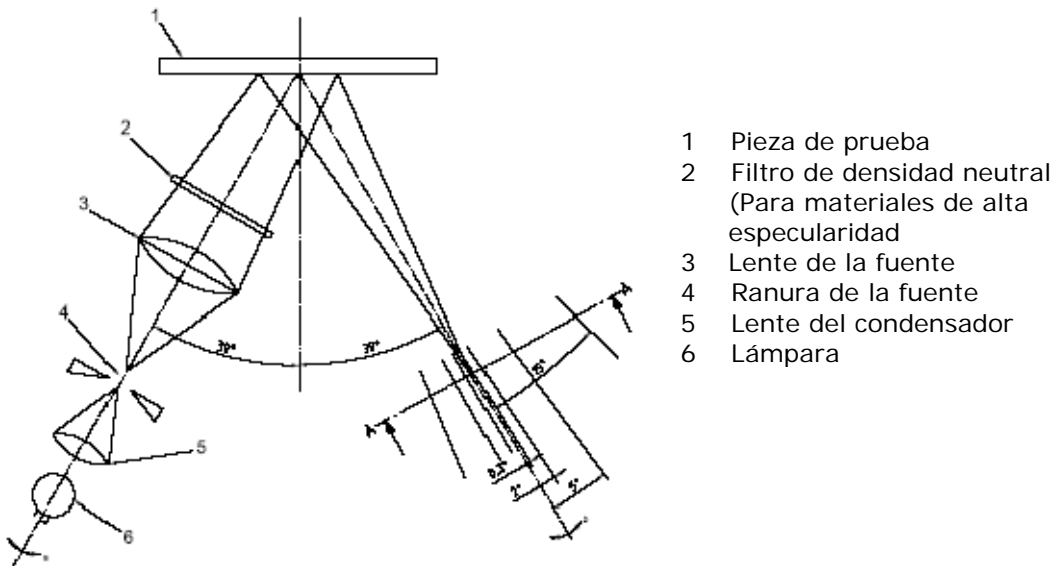
**4.3.2** Es esencial que los estándares se conserven limpios y libres de raspones, así como evitar el contacto con materiales contaminantes. Deben seguirse las instrucciones de limpieza del fabricante del instrumento y verificar

los estándares a intervalos regulares contra estándares de referencia mantenidos en reserva.

**TABLA 1. Goniómetro simplificado**

Valores en grados

Parámetro	Ranura de la fuente	Ventana de Medición Especular	Medición de Claridad de la Imagen	Ventana de Medición de Haz		Ventana de Medición de Difusividad
Angulo del centro de la ventana (Perpendicular a la superficie del espécimen)	$30,0 \pm 0,4$	$30,0 \pm 0,4$	$30,30 \pm 0,04$ y $29,70 \pm 0,04$	$28,0 \pm 0,04$ y $32,0 \pm 0,04$	$25,0 \pm 0,04$ y $35,0 \pm 0,04$	$45,0 \pm 0,4$
Ancho en el plano del ángulo de reflexión	$0,44 \pm 0,01$	$0,40 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,1$	$0,4 \pm 0,01$	$0,5 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,2$
Largo ( A través del plano de reflexión)	$5,0 \pm 1,0$	$3,0 \pm 1,0$	$3,0 \pm 1,0$	$3,0 \pm 1,0$	$3,0 \pm 1,0$	$3,0 \pm 1,0$



**FIGURA 1. Diagrama óptico del goniómetro simplificado**

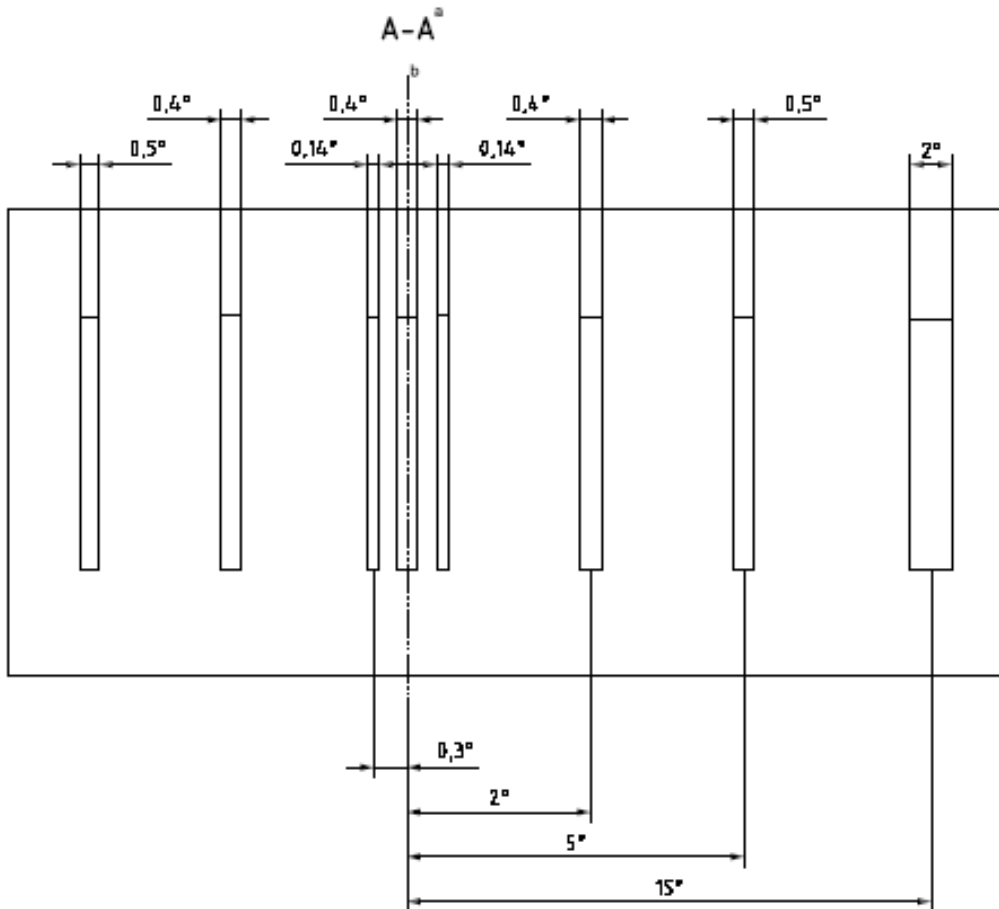
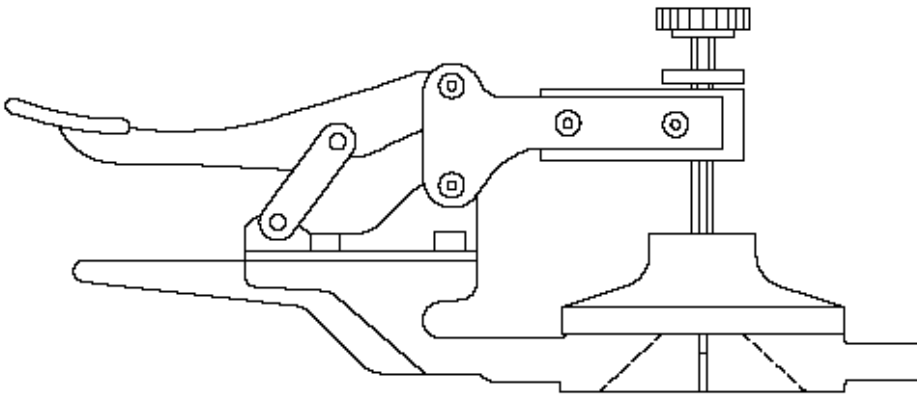


FIGURA 2. Diagrama óptico de un goniómetro simplificado típico:  
arreglo de las ventanas del receptor



**FIGURA 3. Pinza rotatoria para fijación y posicionamiento del espécimen durante la medición.**

## **5 PREPARACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO**

### **5.1 Localización**

El instrumento debe ser usado en un área limpia, seca y libre de corrientes de aire. Se recomienda las condiciones normales de laboratorio. Se debe utilizar una regulación de voltaje de  $\pm 0.01\%$  para conectar el instrumento, se debe dar al instrumento al menos 30 minutos de calentamiento y estabilización antes de su uso.

### **5.2 Condiciones geométricas**

El ángulo de incidencia debe ser de  $30^\circ$ , la dirección al ángulo de medición debe ser opuesta al de incidencia, en ángulos de  $-30^\circ$ ,  $-30^\circ \pm 0,3^\circ$ ,  $-30^\circ \pm 2.0$ ,  $-30^\circ \pm 5.0$  y  $-45^\circ$ .



Las dimensiones angulares de la ranura de la fuente en el plano de medición y las dimensiones angulares de las ventanas de medición en el plano de medición, deben ser las mostradas en la Tabla 1 (véase Tabla 1).

### **5.3 Condiciones del espectro**

Las mediciones deben hacerse usando una fuente de luz visible, con filtros adecuados de tal manera que el resultado espectral de la fuente de luz, filtros de espectro y respuesta espectral del detector de luz, simulen el resultado espectral de la fuente CIE/c (o CIE/D65) y la función estándar de observador.

### **5.4 Calibración**

Ajustar el instrumento para una misma lectura de reflectividad (arbitraria) para la intensidad de luz reflejada del estándar de superficie difusa, claridad de imagen y apertura de haz.

Ajustar el instrumento a los valores asignados para reflectividad especular y claridad de imagen reflejada para el estándar de aluminio, si después de estos ajustes el aparato no da lecturas del estándar de cromo dentro de los límites marcados por el fabricante, recalibrar el aparato según instrucciones del fabricante.

## **6 PROCEDIMIENTO**

Después de calibrado el aparato, tomar lectura de cada uno de los especímenes, insertar cada espécimen con el plano de medición paralelo a la dirección longitudinal y fijarlo para asegurar que no existen deformaciones durante la lectura, para encontrar la dirección longitudinal se rota la pinza con el espécimen hasta leer el máximo de reflectividad especular o claridad de imagen reflejada (seleccionar la que sea más sensible). Después de efectuar las lecturas en la dirección longitudinal, rotar la pinza 90° y realizar las observaciones transversales, en cada espécimen se toman lecturas en ambas direcciones en 3 diferentes áreas. Tomar lecturas en los estándares con intervalos frecuentes y al final de las observaciones para asegurar que el instrumento permanece calibrado durante la operación.

## 7 CÁLCULOS

Obtener el promedio de las 3 lecturas para cada espécimen en las direcciones longitudinal y transversal, para cada apertura utilizando las ecuaciones de 7.2 a 7.7.

### 7.2 Reflectividad especular, $R_s$

$$R_s = R_{30}$$

### 7.3 Claridad de la imagen reflejada, $R_i$

$$R_i = \left( 1 - \frac{R_{30 \pm 0,3}}{R_s} \right) \times 100$$

### 7.4 Haz de ángulo cerrado, $H_n$

$$H_n = \left( \frac{R_{30 \pm 2}}{R_s} \right) \times 100$$

### 7.5 Haz de ángulo abierto, $H_w$

$$H_w = \left( \frac{R_{30 \pm 5}}{R_s} \right) \times 100$$

### 7.6 Difusividad, $R_d$

$$R_d = \left( \frac{R_{45}}{R_s} \right) \times 100$$



### 7.7 Direccionalidad $D_h$

$$D_h = \left( \frac{H_{n(T)}}{H_{n(L)}} \right) \times 100$$

Donde:

T = Dirección transversal  
L = Dirección longitudinal

## 8 REPORTE DE PRUEBAS

El reporte de pruebas debe contener la siguiente información:

- a) La norma internacional ISO;
- b) Identificación del producto o muestra al que se realizó la prueba indicando tipo y aplicación;
- c) El instrumento utilizado, indicando el nombre de fabricante, modelo y número de serie.
- d) Los estándares de reflexión usados y los valores de la reflectancia asignados.
- e) La reflectividad especular, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- f) La claridad de imagen reflejada, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- g) El haz de ángulo cerrado, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- h) El haz de ángulo abierto, dando los valores de dirección longitudinal, transversal, y su promedio.
- i) La difusividad, dando los valores de dirección longitudinal, transversal y su promedio.



- j) La direccionalidad dando los valores longitudinales, transversales y su promedio.
- k) Reportar cualquier muestra cuyos valores individuales en cualquier escala difieran más de 3.0 del valor promedio reportado.
- l) Cualquier desviación del proceso especificado.
- m) La fecha de la prueba.

## **8 APÉNDICES INFORMATIVOS**

### **A. PRECISIÓN Y EXACTITUD DE LOS GONIOFOTÓMETROS**

A.1 La exactitud de las mediciones del Goniófotómetro están dadas en la Tabla 2 (véase Tabla 2), a través de los valores de los coeficientes de la correlación de spearman. Los datos se obtuvieron de un conjunto de 20 especímenes de aluminio y acero inoxidable, seleccionados para cubrir un amplio rango de valores de reflectividad. Los datos obtenidos con el goniófotómetro simplificado (I) fueron comprobados con observaciones visuales en la dirección longitudinal únicamente. El goniófotómetro simplificado fue comparado con otro similar (II) de diferente fabricante; un goniófotómetro (III) y otros dos instrumentos (IV y V) fueron usados para valores de claridad de imagen. Un reporte más completo se puede encontrar en la Referencia 3 (véase Referencia 3 en bibliografía).

A.2 Los datos de reproductibilidad del instrumento se muestran en la Tabla 3 (véase Tabla 3).

Los cinco paneles de hoja de aluminio anodizada que se extiende a partir del 12 a 77 en la reflexión especular y 24 a 97 en la particularidad de la imagen reflejada.

Los cuales fueron calibrados con un goniófotómetro normal y después se midió con tres goniómetros simplificados, uno goniófotómetro simplificados utilizo en el receptor ventanas de fibra óptica y los otros dos en el receptor utilizaron fotoceldas de silicio.



**TABLA 2. Coeficientes de Correlación de Spearman**

Instrumentos	Claridad de Imagen Reflejada	Haz 2°	Haz a 5°
Instrumentos I y apreciación visual	0,91	0,82	0,96
Instrumentos I e Instrumentos II			0,98
Instrumentos I e Instrumentos III	0,93		0,96
Instrumentos I e Instrumentos IV	0,87		
Instrumentos I e Instrumentos V	0,94		
I Goniómetro Simplificado DoriGon II Goniómetro Simplificado Alcoa III Goniómetro D10 - 5 IV Medidor Alcoa Dori V Medidor de Claridad de Imagen D36B			
Coeficientes de la correlación de Spearman para claridad de imagen reflejada y haz comparando varios instrumentos.			

**TABLA 3. Reproductibilidad de Mediciones**

Número de Instrumentos	Diferencia RMS de los valores Asignados al Goniómetro	
	Reflectividad Especular $R_{30}$	Claridad de Imagen Reflejada
Instrumento con receptor de fibra óptica	1,4	1,5
Instrumento con fotoceldas segmentadas de silicón (promedio)	2,2	1,1



## 9 BIBLIOGRAFÍA

Hunter, R.S.,  
Gloss Evaluations of Materials. Boletín  
ASTM. 186, ASTBA, Diciembre 1952.

Christie, J.S.,  
Instruments for Metallic Appearance. Appearance of Metallic Materials,  
ASTM STP 478, Am. Soc. Testing Mats., ASTTA, 1971.

Christie, J.S.,  
An Instrument for the Geometric Attributes of Metallic Appearance. Applied  
Optics, 8 (9), September 1969.

ISO 7759 "Anodizing of Aluminium and its alloys - Measurement of reflectivity  
characteristic of Aluminium surfaces using abridged goniophotometer or  
goniophotometer.

Con formato: Fuente: Verdana,  
Inglés (Estados Unidos)

## 10 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta Norma coincide totalmente con la Norma Internacional ISO 7759:2010  
Anodizing of aluminium and its alloys measurement of reflectivity  
characteristics of aluminium surfaces using abridged goniophotometer or  
goniophotometer.