



SECRETARIA DE COMERCIO

Y

FOMENTO INDUSTRIAL

NORMA MEXICANA

NMX-F-219-1972

**METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE
LACTOSA EN LECHE**

TEST METHOD FOR DETERMINATION OF LACTOSE IN MILK

DIRECCION GENERAL DE NORMAS

METODO DE PRUEBA PARA LA DETERMINACION DE LACTOSA EN LECHE

TEST METHOD FOR DETERMINATION OF LACTOSE IN MILK

1 ALCANCE

1.1 Esta Norma tiene por objeto establecer el método de prueba para la determinación de la lactosa (proceso de Fehling) en la leche fresca industrializada, sin adición de azúcares reductores.

2 APARATOS Y EQUIPO

Balanza analítica con sensibilidad de 0.0001 g.

Sistema de filtración al vacío.

Vasos de precipitado de 100 y de 600 ml.

Matraz aforado de 500 ml.

Papel filtro plisado.

Vidrio de Reloj.

Pipetas volumétricas de 20 y 50 ml.

Matraz Erlenmeyer de 300 ml con tapón de hule bihoradado.

Embudo de Allihn (ver 8.1.3).

Bureta de 50 ml (al 0.1 ml).

Termómetro.

Contador de minutos.

Material común de laboratorio.

3 MATERIALES Y REACTIVOS

Los reactivos que a continuación se mencionan, deben ser grado analítico a menos que se indique otra cosa. Cuando se hable de agua, se debe entender que se trata de agua destilada.

Fehling I.- Disolver 70 g de sulfato de cobre ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) en agua caliente; se enfría y con agua se completa el volumen hasta un litro.

Fehling II.- Se disuelve 350 g de sal de Seignette (tartrato de sodio y potasio con 4 moléculas de agua) y 100 g de hidróxido de sodio en agua, calentar si es necesario. Se enfría y con agua se completa el volumen hasta un litro.

Solución de hidróxido de sodio 0.25 N.

Acido clorhídrico 1 N.

Acido nítrico 1:1.

Urea cristalizada.

Yoduro de potasio al 30 %.

Solución titulada de Tiosulfato de sodio N/10 (ver 8.1.2)

Solución de almidón al 1%, estabilizada y recientemente preparada.

4 TOMA DE LA MUESTRA

Se toma una muestra representativa del lote de prueba, de acuerdo con la norma mexicana de Muestreo.- NMX-Z-12 en vigor.

5 PROCEDIMIENTO

5.1 Se pesan exactamente en el vaso de precipitado 12.5 g (P) de la leche y se pasan cuantitativamente, lavando con agua, a un matraz aforado de 500 ml; se añaden cerca de 200 ml de agua y se mezcla muy bien mediante agitación cuidadosa del matraz, evitando la formación de espuma. Para defecar se añaden 15 ml de solución de Fehling I y se agita; después 10 ml de hidróxido de sodio 0.25 N y se agita. Se ajusta a la temperatura de 20°C y se afora el volumen con agua a 20°C. Se mezcla y se filtra.

En el vaso de precipitado de 600 ml se colocan:

25 ml de Fehling I.

25 ml de Fehling II.

50 ml de agua.

5.2 Se cubre con el vidrio de reloj y se hierve. Se toman con pipeta 50 ml de la solución defecada - filtrada, se vierte en la mezcla Fehling hirviente, continuando la ebullición durante 6 minutos exactos, sin quitar el vidrio de reloj.

5.3 Se retira el vaso del fuego y se lava con agua la parte convexa del vidrio de reloj, y su contenido se filtra por el embudo de Allihn conectado al sistema de vacío, enjuagando el vaso con agua caliente para eliminar las trazas de cobre adheridas al vaso y los lavados se pasan al embudo de Allihn.

5.4 Se coloca el embudo de Allihn en el matraz Erlenmeyer de 300 ml; se agregan 5 ml de ácido nítrico 1:1 a un matraz Erlenmeyer de 100 ml, y se calienta. La mitad del ácido se vierte con precaución en el embudo de Allihn, y el resto en el vaso para disolver las trazas de óxido de cobre (I); después de la disolución completa se filtra al vacío, se lava tres veces el embudo con pequeñas porciones de agua, recibiendo los líquidos en el Erlenmeyer.

5.5 Se calienta la solución de nitrato de cobre (volumen total 50 - 70 ml) hasta ebullición, se añaden con cuidado cerca de 1.5 g de urea y se continúa la ebullición durante un minuto. Se deja enfriar, se adicionan 10 ml de yoduro de potasio al 30 % y se titula inmediatamente el yodo liberado con tiosulfato de sodio N/10, añadiendo al final de la titulación 10 ml de la solución de almidón como indicador.

6 CALCULOS Y RESULTADOS

6.1 Se convierten los ml de la solución de tiosulfato de sodio N/10 empleados en la titulación a mg de óxido de cobre, multiplicando por el factor de la solución de tiosulfato.

6.2 En la tabla se busca la cantidad de hidrato de lactosa correspondiente a los mg de óxido de cobre.

$$\% \text{ de lactosa} = \frac{M \times 10 \times 100}{P}$$

En donde:

M = Peso en gramos de la lactosa.

P = Peso en gramos de la muestra.

10 = Parte alícuota.

7 REPRODUCCION DE LA PRUEBA

La determinación de la lactosa se realiza por duplicado, partiendo de la solución aforada a 500 ml (ver 5.1.), y los resultados no deben diferir en más de 0.3 %.

8 APENDICE

8.1 Observaciones

8.1.1 Esta determinación debe ser preliminar a la de la sacarosa en productos lácteos que hayan sido adicionados con ella (materia prima).

8.1.2 Para la titulación de la solución de tiosulfato de sodio se puede usar el método yodométrico con cobre electrolítico.

8.1.3 El embudo de Allihn debe ser de placa porosa de vidrio Jena 15, a G4-20 mm de diámetro aproximadamente.

8.3 BIBLIOGRAFIA

Official Methods of Analysis Agricultural Chemists

Eleventh Edition Procedure 16050 p. 250.

(Manuel Suisse des Denrées Alimentaires, 4^{eme} edition, 1939, pags. 451 a 456).

México, D.F., Marzo 24, 1972

EL C. DIRECTOR GENERAL DE NORMAS.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jose M. Alcala', with a long horizontal flourish extending to the right.

ING. JOSE M. ALCALA A.

Fecha de aprobación y publicación: Abril 8, 1972

TABLAS PARA LA DETERMINACION DE AZUCARES SEGUN FEHLING											
1) CU ₂ O		2) GLUCOSA		3) AZUCARES INVERTIDOS			4) SACAROSA				
5) HIDRATO DE LACTOSA				6) HIDRATO DE MALTOSA							
Cu ₂ O	G	A. I.	%	L.	M.	Cu ₂ O	G	A. I.	Lo.	L	M
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
10	5.6	4.6	4.4	5.1	6.8	55	25.3	25.3	24.0	34.3	45.5
11	6.0	5.1	4.8	5.8	7.7	56	25.7	25.8	24.5	34.9	46.4
12	6.4	5.6	5.3	6.4	8.5	57	26.2	26.2	24.9	35.6	47.2
13	6.8	6.0	5.7	7.1	9.4	58	26.6	26.7	25.3	36.2	48.1
14	7.2	6.4	6.1	7.7	10.2	59	27.1	27.2	25.7	36.9	48.9
15	7.7	6.9	6.6	8.4	11.1	60	27.5	27.6	26.1	37.5	49.8
16	8.1	7.3	6.9	9.0	12.0	61	27.9	28.1	26.6	38.2	50.7
17	8.6	7.8	7.4	9.7	12.8	62	28.4	28.6	27.0	38.8	51.5
18	9.0	8.3	7.9	10.3	13.7	63	28.8	29.0	27.4	39.4	52.4
19	9.5	8.7	8.3	11.0	14.5	64	29.2	29.5	27.9	40.1	53.2
20	9.9	9.2	8.7	11.6	15.4	65	29.7	30.0	28.4	40.8	54.1
21	10.4	9.6	9.1	12.3	16.3	66	30.1	30.4	28.8	41.4	54.9
22	10.8	10.0	9.5	12.9	17.1	67	30.6	30.9	29.3	42.0	55.8
23	11.2	10.5	10.0	13.6	18.0	68	31.0	31.4	29.7	42.7	56.6
24	11.7	11.0	10.5	14.2	18.8	69	31.4	31.8	30.1	43.3	57.5
25	12.1	11.4	10.9	14.8	19.7	70	31.9	32.3	30.5	44.0	58.3
26	12.5	11.9	11.3	15.5	20.6	71	32.3	32.7	31.0	44.6	59.1
27	13.0	12.4	11.8	16.2	21.4	72	32.8	33.1	31.4	45.3	60.0
28	13.4	12.8	12.2	16.8	22.3	73	33.2	33.6	31.8	45.9	60.8
29	13.9	13.3	12.6	17.5	23.1	74	33.7	34.1	32.3	46.6	61.7
30	14.3	13.7	13.0	18.1	24.0	75	34.1	34.5	32.7	47.2	62.5
31	14.8	14.2	13.5	18.7	24.9	76	34.5	35.0	33.1	47.9	63.4
32	15.2	14.7	13.9	19.4	25.7	77	35.0	35.5	33.6	48.5	64.2
33	15.6	15.1	14.3	20.0	26.6	78	35.4	35.9	34.0	49.2	65.1
34	16.1	15.6	14.8	20.7	27.4	79	35.9	36.4	34.5	49.8	65.9
35	16.5	16.1	15.3	21.3	28.3	80	36.3	36.8	34.9	50.4	66.8
36	16.9	16.5	15.7	22.0	29.2	81	36.8	37.3	35.3	51.1	67.7
37	17.4	17.0	16.1	22.6	30.0	82	37.2	37.8	35.8	51.8	68.5
38	17.8	17.4	16.5	23.3	30.9	83	37.6	38.2	36.2	52.4	69.4
39	18.3	17.9	17.0	23.9	31.7	84	38.1	38.7	36.7	53.1	70.2
40	18.7	18.4	17.5	24.6	32.6	85	38.5	39.2	37.2	53.7	71.1
41	19.2	18.8	17.9	25.2	33.5	86	39.0	39.7	37.6	54.4	72.0
42	19.5	19.3	18.3	25.9	34.3	87	39.4	40.2	38.1	55.0	72.8
43	20.0	19.8	18.8	26.5	35.2	88	39.8	40.6	38.5	55.7	73.7
44	20.4	20.2	19.2	27.2	36.0	89	40.3	41.1	38.9	56.3	74.5
45	20.9	20.7	19.7	27.8	36.9	90	40.7	41.6	39.4	57.0	75.4
46	21.3	21.1	20.0	28.5	37.8	91	41.2	42.0	39.8	57.6	76.3
47	21.4	21.6	20.5	29.1	38.6	92	41.6	42.5	40.3	58.2	77.1
48	22.2	22.1	21.0	29.8	39.5	93	42.1	43.0	40.8	58.9	78.0
49	22.5	22.5	21.4	30.4	40.3	94	42.6	43.5	41.2	59.5	78.8
50	23.3	23.0	21.9	31.1	41.2	95	43.0	43.9	41.6	60.2	79.7
51	23.5	23.5	22.3	31.7	42.1	96	43.4	44.4	42.1	60.8	80.5
52	24.2	23.9	22.7	32.4	42.9	97	43.9	44.8	42.5	61.4	81.4
53	24.4	24.4	23.2	33.0	43.8	98	44.3	45.3	42.9	62.1	82.3
54	24.5	24.9	23.6	33.7	44.6	99	44.8	45.8	43.4	62.8	83.1

1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
100	45.2	46.3	43.9	63.4	84.0	150	67.8	69.8	66.2	96.2	126.4
101	45.7	46.7	44.3	64.0	84.9	151	68.2	70.3	66.7	96.9	127.3
102	46.1	47.2	44.7	64.6	85.7	152	68.7	70.8	67.2	97.6	128.1
103	46.6	47.6	45.1	65.3	86.6	153	69.2	71.2	67.5	98.2	129.0
104	47.0	48.0	45.6	66.0	87.4	154	69.6	71.7	68.0	98.8	129.8
105	47.5	48.5	46.0	66.6	88.3	155	70.0	72.2	68.5	99.5	130.7
106	47.9	49.0	46.5	67.2	89.1	156	70.5	72.7	69.0	100.2	131.5
107	48.4	49.5	46.9	67.9	90.0	157	71.0	73.2	69.4	100.8	132.4
108	48.8	49.9	47.3	68.6	90.8	158	71.4	73.6	69.8	101.5	133.2
109	49.3	50.4	47.8	69.2	91.7	159	71.9	74.1	70.3	102.2	134.1
110	49.7	50.9	48.3	69.9	92.5	160	72.3	74.6	70.8	102.8	134.9
111	50.2	51.4	48.7	70.5	93.3	161	72.8	75.1	71.2	103.5	135.7
112	50.6	51.8	49.1	71.2	94.2	162	73.2	75.5	71.6	104.2	136.6
113	51.1	52.3	49.6	71.9	95.0	163	73.7	76.0	72.1	104.9	137.4
114	51.5	52.8	50.1	72.5	95.9	164	74.2	76.5	72.6	105.6	138.3
115	52.0	53.2	50.4	73.2	96.7	165	74.6	76.9	73.0	106.2	139.1
116	52.4	53.7	50.9	73.8	97.6	166	75.1	77.4	73.5	106.9	140.0
117	52.9	54.2	51.5	74.5	98.4	167	75.6	77.9	73.9	107.6	140.8
118	53.3	54.7	51.9	75.1	99.3	168	76.0	78.4	74.4	108.2	141.7
119	53.8	55.2	52.3	75.8	100.1	169	76.5	78.9	74.9	108.9	142.5
120	54.2	55.7	52.8	76.5	101.0	170	77.0	79.4	75.3	109.6	143.4
121	54.7	56.1	53.2	77.1	101.9	171	77.4	79.9	75.8	110.2	144.3
122	55.1	56.5	53.6	77.7	102.7	172	77.9	80.4	76.3	110.9	145.1
123	55.6	57.0	54.1	78.4	103.6	173	78.3	80.9	76.8	111.6	146.0
124	56.0	57.5	54.5	79.1	104.4	174	78.8	81.4	77.2	112.3	146.8
125	56.5	58.0	55.0	79.8	105.3	175	79.3	81.9	77.7	113.0	147.7
126	56.9	58.5	55.5	80.4	106.1	176	79.7	82.4	78.2	113.6	148.6
127	57.4	59.0	55.9	81.0	107.0	177	80.2	82.8	78.6	114.3	149.4
128	57.8	59.4	56.3	81.7	107.8	178	80.7	83.3	79.0	115.0	150.3
129	58.3	59.9	56.8	82.3	108.7	179	81.1	83.8	79.5	115.6	151.1
130	58.7	60.3	57.2	83.0	109.5	180	81.6	84.3	80.0	116.3	152.0
131	59.2	60.8	57.7	83.7	110.3	181	82.1	84.7	80.4	117.0	152.9
132	59.6	61.3	58.1	84.4	111.2	182	82.5	85.2	80.8	117.6	153.7
133	60.1	61.8	58.6	85.0	112.0	183	82.9	85.7	81.3	118.3	154.6
134	60.5	62.3	59.1	85.6	112.9	184	83.4	86.2	81.8	119.0	155.4
135	61.0	62.7	59.5	86.3	113.7	185	83.9	86.6	82.2	119.7	156.3
136	61.5	63.2	59.9	87.0	114.6	186	84.4	87.1	82.6	120.3	157.1
137	61.9	63.7	60.4	87.7	115.4	187	84.8	87.6	83.1	121.0	158.0
138	62.4	64.1	60.8	88.3	116.3	188	85.3	88.1	83.6	121.7	158.8
139	62.8	64.6	61.3	89.0	117.1	189	85.7	88.5	84.0	122.4	159.7
140	63.3	65.1	61.7	89.6	118.0	190	86.2	89.0	84.5	123.0	160.5
141	63.7	65.6	62.2	90.3	118.8	191	86.6	89.5	84.9	123.7	161.3
142	64.2	66.0	62.6	91.0	119.7	192	87.1	90.0	85.4	124.3	162.2
143	64.6	66.5	63.1	91.6	120.5	193	87.6	90.4	85.8	125.0	163.0
144	65.0	67.0	63.6	92.2	121.4	194	88.0	90.9	86.3	125.6	163.9
145	65.5	67.5	64.0	92.9	122.2	195	88.5	91.4	86.7	126.3	164.7
146	66.0	67.9	64.4	93.6	123.0	196	88.9	91.9	87.2	127.0	165.6
147	66.4	68.4	64.9	94.3	123.9	197	89.4	92.3	87.6	127.7	166.4
148	66.9	68.9	65.4	94.9	124.7	198	89.9	92.8	88.1	128.4	167.3
149	67.4	69.3	65.8	95.6	125.6	199	90.3	93.3	88.5	129.1	168.1

Cu ₂ O						Cu ₂ O					
G	A. I.	Zc.	L.	M.		G	A. I.	Zc.	L.	M.	
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
mg.	mg.	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
200	90.8	93.8	89.0	129.7	169.0	250	114.2	118.7	112.8	163.4	211.5
201	91.3	94.2	89.4	130.4	169.9	251	114.7	119.2	113.2	164.0	212.3
202	91.7	94.6	89.9	131.1	170.7	252	115.2	119.7	113.7	164.7	213.2
203	92.2	95.2	90.3	131.8	171.6	253	115.6	120.2	114.2	165.4	214.0
204	92.7	95.7	90.8	132.4	172.4	254	116.1	120.7	114.7	166.0	214.9
205	93.2	96.2	91.3	133.1	173.3	255	116.6	121.2	115.1	166.7	215.7
206	93.6	96.6	91.7	133.8	174.1	256	117.0	121.7	115.6	167.3	216.6
207	94.1	97.1	92.1	134.5	175.0	257	117.5	122.2	116.1	168.0	217.4
208	94.5	97.6	92.6	135.2	175.8	258	118.0	122.7	116.6	168.7	218.3
209	95.0	98.1	93.1	135.8	176.7	259	118.5	123.2	117.0	169.4	219.1
210	95.5	98.6	93.6	136.5	177.5	260	119.0	123.7	117.5	170.0	220.0
211	95.9	99.1	94.0	137.2	178.3	261	119.4	124.2	118.0	170.7	220.9
212	96.4	99.6	94.5	137.9	179.2	262	119.9	124.7	118.5	171.3	221.7
213	96.9	100.1	95.0	138.6	180.0	263	120.4	125.2	118.9	172.0	222.6
214	97.4	100.6	95.5	139.3	180.9	264	120.9	125.7	119.4	172.6	223.4
215	97.8	101.1	96.0	140.0	181.7	265	121.4	126.2	119.9	173.3	224.3
216	98.3	101.6	96.5	140.6	182.6	266	121.8	126.7	120.4	174.0	225.1
217	98.7	102.1	97.0	141.3	183.4	267	122.3	127.2	120.9	174.7	226.0
218	99.2	102.6	97.5	142.0	184.3	268	122.8	127.8	121.4	175.4	226.8
219	99.7	103.1	97.9	142.6	185.1	269	123.3	128.3	121.9	176.1	227.7
220	100.1	103.6	98.4	143.3	186.0	270	123.7	128.8	122.4	176.8	228.5
221	100.6	104.1	98.9	144.0	186.9	271	124.2	129.3	122.8	177.5	229.3
222	101.1	104.6	99.4	144.7	187.7	272	124.7	129.8	123.3	178.2	230.2
223	101.5	105.1	99.8	145.4	188.6	273	125.2	130.3	123.8	178.8	231.0
224	102.0	105.6	100.3	146.1	189.4	274	125.6	130.8	124.3	179.5	231.9
225	102.5	106.1	100.8	146.8	190.3	275	126.1	131.3	124.7	180.2	232.7
226	103.0	106.6	101.3	147.5	191.1	276	126.6	131.8	125.2	180.9	233.6
227	103.5	107.1	101.7	148.1	192.0	277	127.1	132.3	125.7	181.6	234.4
228	103.9	107.6	102.2	148.8	192.8	278	127.6	132.8	126.2	182.3	235.3
229	104.4	108.1	102.7	149.4	193.7	279	128.0	133.3	126.7	183.0	236.1
230	104.8	108.6	103.2	150.1	194.5	280	128.5	133.8	127.2	183.6	237.0
231	105.1	109.1	103.6	150.8	195.3	281	129.0	134.4	127.7	184.3	237.9
232	105.8	109.6	104.1	151.4	196.2	282	129.4	134.9	128.2	185.0	238.7
233	106.3	110.1	104.6	152.1	197.0	283	129.9	135.4	128.6	185.7	239.6
234	106.8	110.6	105.1	152.8	197.9	284	130.4	135.9	129.1	186.4	240.4
235	107.1	111.1	105.5	153.4	198.7	285	130.8	136.4	129.6	187.1	241.3
236	107.7	111.6	106.0	154.1	199.6	286	131.3	136.9	130.1	187.8	242.2
237	108.2	112.1	106.5	154.8	200.4	287	131.8	137.4	130.5	188.5	243.0
238	108.6	112.6	107.0	155.4	201.3	288	132.3	137.9	131.0	189.1	243.9
239	109.1	113.1	107.5	156.1	202.1	289	132.8	138.4	131.5	189.8	244.7
240	109.5	113.6	108.0	156.8	203.0	290	133.2	138.9	132.0	190.5	245.6
241	110.0	114.2	108.5	157.4	203.9	291	133.7	139.4	132.5	191.2	246.5
242	110.5	114.7	109.0	158.1	204.7	292	134.2	140.0	133.0	191.9	247.3
243	111.0	115.2	109.4	158.7	205.6	293	134.7	140.5	133.5	192.6	248.2
244	111.4	115.7	109.9	159.4	206.4	294	135.2	141.0	134.0	193.3	249.0
245	111.9	116.2	110.4	160.1	207.3	295	135.6	141.5	134.4	194.0	249.9
246	112.4	116.7	110.9	160.7	208.1	296	136.1	142.0	134.9	194.7	250.8
247	112.8	117.2	111.3	161.4	209.9	297	136.6	142.5	135.4	195.4	251.6
248	113.3	117.7	111.8	162.0	209.8	298	137.1	143.0	135.9	196.0	252.5
249	113.8	118.2	112.3	162.7	210.7	299	137.6	143.5	136.3	196.7	253.3

Ca ₂ S	g	A.I.	Zc.	L.	N.	Ca ₂ O	G	A.I.	Zc.	L.	N.
1.	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
300	138.1	144.0	136.8	197.4	254.2	350	162.4	170.1	161.6	232.8	297.1
301	138.5	144.5	137.3	198.1	255.1	351	162.9	170.6	162.1	233.5	
302	139.0	145.0	137.8	198.8	255.9	352	163.4	171.2	162.6	234.2	
303	139.5	145.5	138.3	199.5	256.8	353	163.9	171.7	163.1	234.9	
304	140.0	146.1	138.8	200.2	257.6	354	164.4	172.3	163.7	235.6	
305	140.5	146.6	139.3	200.9	258.5	355	164.9	172.8	164.2	236.3	
306	141.0	147.1	139.7	201.6	259.4	356	165.4	173.3	164.7	237.0	
307	141.5	147.6	140.2	202.3	260.2	357	165.9	173.9	165.2	237.7	
308	142.0	148.1	140.7	203.0	261.1	358	166.4	174.4	165.7	238.4	
309	142.5	148.6	141.2	203.7	261.9	359	166.9	174.9	166.2	239.1	
310	143.0	149.1	141.6	204.4	262.8	360	167.4	175.4	166.7	239.8	
311	143.4	149.6	142.1	205.2	263.7	361	167.9	176.0	167.2	240.5	
312	143.9	150.1	142.6	205.9	264.5	362	168.4	176.5	167.7	241.2	
313	144.4	150.6	143.1	206.6	265.4	363	168.9	177.0	168.2	241.8	
314	144.9	151.2	143.6	207.3	266.2	364	169.4	177.5	168.6	242.5	
315	145.4	151.7	144.1	208.0	267.1	365	169.9	178.0	169.1	243.2	
316	145.8	152.3	144.7	208.7	268.0	366	170.4	178.6	169.6	243.9	
317	146.3	152.8	145.2	209.5	268.8	367	170.9	179.1	170.1	244.6	
318	146.8	153.3	145.7	210.2	269.7	368	171.4	179.6	170.6	245.2	
319	147.3	153.9	146.2	210.9	270.5	369	171.9	180.2	171.2	245.9	
320	147.8	154.4	146.7	211.6	271.4	370	172.4	180.7	171.7	246.6	
321	148.2	154.9	147.2	212.3	272.3	371	172.9	181.2	172.2	247.3	
322	148.7	155.4	147.7	213.0	273.1	372	173.4	181.8	172.7	248.0	
323	149.2	155.9	148.2	213.7	274.0	373	173.9	182.3	173.2	248.7	
324	149.7	156.5	148.7	214.4	274.8	374	174.4	182.9	173.8	249.4	
325	150.2	157.0	149.2	215.2	275.7	375	174.9	183.5	174.3	250.1	
326	150.7	157.5	149.6	215.9	276.6	376	175.3	184.0	174.8	250.8	
327	151.2	158.0	150.1	216.6	277.4	377	175.8	184.5	175.3	251.6	
328	151.7	158.6	150.6	217.3	278.3	378	176.3	185.1	175.8	252.3	
329	152.2	159.1	151.1	218.0	279.1	379	176.8	185.6	176.3	253.0	
330	152.7	159.6	151.6	218.8	280.0	380	177.3	186.1	176.8	253.7	
331	153.2	160.1	152.1	219.5	280.9	381	177.8	186.7	177.3	254.4	
332	153.6	160.7	152.6	220.2	281.7	382	178.3	187.2	177.8	255.1	
333	154.1	161.2	153.1	220.9	282.6	383	178.8	187.9	178.4	255.8	
334	154.6	161.8	153.7	221.6	283.4	384	179.3	188.4	179.0	256.6	
335	155.1	162.3	154.2	222.4	284.3	385	179.8	188.9	179.5	257.3	
336	155.6	162.8	154.7	223.1	285.2	386	180.3	189.4	180.0	258.0	
337	156.1	163.4	155.2	223.8	286.0	387	180.8	190.0	180.5	258.7	
338	156.6	163.9	155.7	224.5	286.9	388	181.3	190.5	181.0	259.5	
339	157.1	164.4	156.2	225.2	287.7	389	181.8	191.0	181.5	260.2	
340	157.6	165.0	156.7	225.9	288.6	390	182.3	191.6	182.0	260.9	
341	158.0	165.5	157.2	226.6	289.5	391	182.8	192.1	182.5	261.6	
342	158.5	166.0	157.7	227.2	290.3	392	183.3	192.6	183.0	262.3	
343	159.0	166.5	158.2	227.9	291.2	393	183.8	193.2	183.5	263.1	
344	160.0	167.0	158.7	228.6	292.0	394	184.3	193.7	184.0	263.8	
345	160.5	167.5	159.2	229.3	292.9	395	184.8	194.2	184.5	264.5	
346	161.0	168.0	159.7	230.0	293.7	396	185.2	194.8	185.0	265.2	
347	161.5	168.6	160.2	230.7	294.6	397	185.7	195.3	185.5	265.9	
348	162.0	169.1	160.6	231.4	295.4	398	186.2	195.8	186.0	266.7	
349	162.5	169.6	161.1	232.1	296.3	399	186.7	196.4	186.6	267.4	

Cu ₂ O					Zn					
G	A. I.	Zc.	G	A. I.	Zc.	G	A. I.	Zc.	G	
1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2
mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
400	187.2	196.9	187.1	268.1	451	213.2	225.3	214.1	502	239.7
401	187.7	197.4	187.6	268.8	452	213.7	226.0	214.7	503	240.2
402	188.3	198.0	188.1	269.6	453	214.3	226.6	215.3	504	240.7
403	188.8	198.5	188.6	270.3	454	214.8	227.2	215.8	505	241.2
404	189.3	199.0	189.1	271.0	455	215.3	227.8	216.4	506	241.8
405	189.8	199.6	189.6	271.8	456	215.8	228.4	217.0	507	242.3
406	190.3	200.1	190.1	272.5	457	216.3	229.1	217.6	508	242.9
407	190.8	200.7	190.6	273.2	458	216.8	229.8	218.3	509	243.4
408	191.3	201.2	191.1	274.0	459	217.4	230.4	218.9	510	243.9
409	191.9	201.8	191.7	274.7	460	217.9	231.0	219.5		
410	192.4	202.4	192.3	275.5	461	218.4	231.7	220.1		
411	192.9	203.0	192.9	276.2	462	218.9	232.3	220.7		
412	193.4	203.5	193.4	276.9	463	219.4	232.9	221.3		
413	193.9	204.1	193.9	277.7	464	219.9	233.5	221.8		
414	194.4	204.6	194.4	278.4	465	220.4	234.2	222.5		
415	194.9	205.2	194.9	279.1	466	220.9	234.8	223.1		
416	195.4	205.7	195.4	279.9	467	221.5	235.5	223.7		
417	195.9	206.3	196.0	280.6	468	222.0	236.1	224.3		
418	196.4	206.8	196.5	281.4	469	222.5	236.7	224.9		
419	196.9	207.4	197.0	282.2	470	223.0	237.4	225.5		
420	197.4	208.0	197.6	283.0	471	223.5	238.0	226.1		
421	197.9	208.5	198.1	283.7	472	224.1	238.6	226.7		
422	198.4	209.1	198.6	284.5	473	224.6	239.2	227.2		
423	198.9	209.6	199.1	285.2	474	225.1	239.9	227.9		
424	199.4	210.2	199.7	286.0	475	225.6	240.5	228.5		
425	199.9	210.7	200.2	286.8	476	226.1	241.1	229.0		
426	200.5	211.3	200.7	287.6	477	226.6	241.7	229.6		
427	201.0	211.9	201.3	288.3	478	227.2	242.3	230.2		
428	201.5	212.5	201.9	289.1	479	227.7	242.9	230.8		
429	202.0	213.0	202.4	289.9	480	228.2	243.5	231.3		
430	202.5	213.6	202.9	290.7	481	228.7	244.2	232.0		
431	203.0	214.1	203.4	291.4	482	229.2	244.9	232.7		
432	203.5	214.7	203.9	292.2	483	229.7	245.5	233.2		
433	204.0	215.2	204.4	293.0	484	230.2	246.2	233.9		
434	204.5	215.8	205.0	293.8	485	230.8	246.9	234.6		
435	205.0	216.3	205.5	294.5	486	231.3				
436	205.5	216.9	206.0	295.3	487	231.8				
437	206.1	217.4	206.5	296.0	488	232.3				
438	206.6	218.0	207.1	296.8	489	232.9				
439	207.1	218.5	207.6	297.6	490	233.4				
440	207.6	219.1	208.1	298.4	491	234.0				
441	208.1	219.6	208.6	299.2	492	234.5				
442	208.6	220.2	209.2	299.9	493	235.0				
443	209.1	220.8	209.7	300.7	494	235.5				
444	209.6	221.3	210.2	301.4	495	236.0				
445	210.2	221.9	210.8	302.2	496	236.6				
446	210.7	222.4	211.3	303.0	497	237.1				
447	211.2	223.0	211.9	303.7	498	237.6				
448	211.7	223.6	212.4	304.5	499	238.1				
449	212.2	224.1	212.9	305.2	500	238.7				
450	212.7	224.7	213.5	306.0	501	239.2				