เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ชำนาญ วิทูรปกรณ์. 2534. คุณสมบัติของยางแห้งและน้ำยางในกระบวนการผลิต. เอกสารประจำปี สมาคมอุตสาหกรรมยาง

บุญธรรม นิธิอุทัย. 2530. ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์และคุณสมบัติ. ภาควิชาเทคโนโลยีการยาง คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

วราภรณ์ ขจรไชยกูล. 2524. การผลิตยางธรรมชาติ. เอกสารทางวิชาการ, เลขที่ 92 (กุมภาพันธ์). ศูนย์วิจัยการยางสงขลา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

———. 2529. แนวทางการพัฒนาเทคโนโลยียางเพื่อการส่งออก. วารสารยางพารา, ปีที่ 7 ฉบับที่ 2.

———. 2534. อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยางในปัจจุบันและแนวทางวิจัยและพัฒนาในทศวรรษหน้า. ศูนย์วิจัยการยางสงขลา อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา

สรวงสุดา ลิปิมงคล. 2531. การสกัดสารไฮโดรคาร์บอนด้วยคาร์บอนไดออกไซด์เหลว. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 2534. สถิติยางประเทศไทย. ปีที่ 20 ฉบับที่ 2. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาษาอังกฤษ

American Society for Testing and Materials - D 3533-76. 1988. Standard test method for rubber - nitrogen content. Annual book of ASTM, part 38:779-772.

Allen, P.W., and Bloomfield, G.F. 1963. The Chemistry and Physics of Rubber-Like Substances. Chap.1. London: Maclaren.

Archer, B.L., Bernard, D., Cockbain, E.G., Dickenson, P.B., and McMullen , A.I. 1963. Structure, composition and biochemistry of Hevea latex. In L.Bateman(ed.), The chemistry and physics of rubber -like substances pp.41. London: Maclaren and Sons. Ltd.

Baker, H.C. 1967. The preparation of natural rubber to technical specifications. Developements with Natural Rubber. pp.27. London: Maclaren and Sons. Ltd.

Bernard, D. 1973. Consumer-oriented chemical research at MRPRA. Proc. of the RRIM Plr's Conf. : 469.

Blackley, D.C. 1966. High Polymer Lattices. Applied Science. London.

Bloomfield, G.F.1973. Super rubbers for engineers. Rubber Developments 26: 76-77.

Bristow, G.M. 1990. The assessment of quality in natural rubber. Rubber Developments 43: 23.

Brogle, H. 1982. CO_2 as a solvent: its properties and applications. Chemistry and Industry, 12: 385-389.

Brunner, G. 1983. Fluid Phase Equilib. 10: 289-298.

Brydson, J.A. 1978. Rubber Chemistry. London: Applied Science Publishers. Ltd.,

Chang, W.P., Lau, C.M., and Nambiar, J. 1977. Deproteinized natural rubber fromfield latex. Proc. of the Plr's Conf. : 295-301.

Charles, A.E., John, G.V.A., and Thomas, S. 1986. Supercritical fluid processing. Environ. Sci. Technol. 20(4): 319-325.

Chin, P.S., Chang, W.P., Lau, C.M., and Pong, K.S. 1974. Deproteinized natural rubber (DPNR). Proc. Rubb. Res. Tnst. Malaysia Plr's Conf.(Kuala Lumpur). : 252.

Connolly, R.A., DeCoste, J.B., and Gaupp, H.L. 1970. J. Material 5: 339.

Debenedetti, P.G. 1978. Clustering in Dilute, Binary Supercritical Mixture : a fluctuation analysis. Chemcal Engineering Science, 42(9): 2203-2012.

Dobbs, J.M., Wong, T.M., Lahiere R.J., and Johnston, K.P. 1987. Modification of Supercritical Fluid Phase Behavior using Polar Co-Solvents. Ind. Eng. Chem. Res, 26(1): 56-65.

Faznjevic, K., 1976. Handbook of Thermodynamic Tables and Charts. : 202-203, 239, Washington: Hemisphere Pub. Co.

Filippi, R.P. 1982. CO_2 as a solvent : application to fats and other materials. Chemistry and Industry. 12: 385-389.

Firestone Tyre Rubber Company. 1955. Improvements in /or relating to high grade rubber and method of making the same. Br.Pat.No.739 : 750.

Franck, E.U., 1974. Pure Appl. Chem. 38: 449.

Gitterman, M. and Procaccia, I. 1983. Quantitative Theory of Solubility in Supercritical Fluids. J. Chem. Phys. 78(5): 2648-2654.

Hammay, J.B., and Hogarth, J. 1879. Proc. Roy. Soc.(London) Ser.A. 29: 324.

Hasma,H., and Oyhman, A.B. 1990. Role of some non-rubber constitutes on thermal oxidative aging of NR. J.Nat.Rubb.Res.Malaysia 5: 1-8.

Harper, C.H. 1975. Handbook of Plastics and Elastomer. Table 35. New York: McGraw-Hill.

International Standard-ISO-124. 1985. Standard Method of Testing for rubber latices - determinatin of total solids content. Annual book of ISO.

——. -ISO-125. 1985. Standard Method of Testing for natural rubber latex concentrate - determination of alkalinity., Annual book of ISO.

——. -ISO-126. 1985. Standard Method of Testing for natural rubber latex concentrate - determination of dry rubber content., Annual book of ISO.

——. -ISO-127. 1985. Standard Method of Testing for natural latex - determination of KOH number., Annual book of ISO.

——. -ISO-506. 1985. Standard Method of Testing for natural rubber latex concentrate - determination of volatile fatty acid number. Annual book of ISO.

——. -ISO-706. 1985. Standard Method of Testing for rubber latex - determination of coagulum content. Annual book of ISO.

——. -ISO-2005. 1985. Standard Method of Testing for natural rubber latex concentrate - determination of sludge content., Annual book of ISO.

——. -ISO-7780. 1985. Standard Method of Testing for rubber and rubber latices - determination of manganese content - sodium periodate photometric methods. Annual book of ISO.

——. -ISO-8053. 1985. Standard Method of Testing for rubber and latex - determination of copper content - photometric method. Annual book of ISO.

John, C.K. 1971. Coagulation of Hevea latex with surfactant and salt I. Development of the process and its effect on raw rubber properties. J. Rubb. Res. Tnst. Malaya 23: 80-85.

———., and Sin, S.W. 1973. Accelerated auto-coagulation of skim latex. J. Rubb. Res. Tnst. Malaya 23: 257.

Knight, G.T., and Tan, A.S. 1975. Dynamic and related properties of natural rubber. Proc. Int. Rubb. Conf. (Kuala Lumpur) 4: 115.

Knopf, F.C., Brady, B., and Groves, F.R. 1985. CRC Crit. Rev. Environ. Control, 15(3): 237-274.

Kurnik, R.T., Holla, S.J., and Reid, R.C. 1981. J. Chem. Eng. Data. 26: 47-51.

Maurice M. 1973. Rubber Technology. 2 nd.ed. : 153-157, 275-301, New York.

———. 1988. Rubber Technology, 3 rd.ed., chap.6 : 179-208.

Nadarajah, M., and Karunaratne, S.W. 1971. Some observations on the non-rubber constitutes of Hevea latex Part I. RRIC. Bull. 6: 29-33

———., Yapa, P.A.J., Balasingham, C.G., and Kasinathan, S. 1973. Papain as a coagulant for natural rubber latex. J.Rubb.Res.Inst. Sri Lanka 50: 134-142.

Ong, C.O. 1974. High quality rubber from skim latex. Proc. Rubb. Res. Inst. Malaya Plr's Conf. (Kuala Lumpur) : 243.

Paul, P.F.M., and Wise, W.S. 1971. The Principles of Gas Extraction. London: Mills and Boon.

Perrut, M. 1986. I'Extraction par Fluide Supercritique. Informations Chemie 272: 129-136.

Robert, A.D. 1988. Natural Rubber Science and Technology. pp. 63-92. New York: Oxford Science Publication.

Schultz, W.G., Schultz, T.H., and Randall, J.M., 1970. Liquie Carbon Dioxide for Selective Aroma Extraction. Food Technology. 24(11): 94-98.

———., Schultz, T.H, Carlson, R.A., and Hudson, J.S. 1974. Pilot-Plant Extraction with liquide CO_2. Food Technology. 29(6) : 32-88.

Seckner, A.J., McClellan, A.K., and McHugh, M.A. 1986. High-Pressure Solution Behavior of the Polystyrene-Toluene-Ethane System. AIChE Journal. 34(1): 9-16.

Sims, M. 1982. Chemical Engineering. 25(Jan.): 50-51.

William, D.F., 1981. Extraction with Supercritical Gases. Chemical Engineering Science. 36(11): 1769-1788.

Tanaka, Y. 1984. NMR and Macromolecules. In J.C.Randall (ed.),pp.233. American Chemical Society.

Yapa, P.A.J. 1975. The preparation and properties of low nitrogen constant viscosity rubber. J. Rubb. Res. Inst. Malaya 23: 257.

———. 1977. Enzyme deproteinization of Hevea latex I. Preparation and properties of DPNR and viscosity-stabilized DPNR. J. Rubb. Res. Inst. Sri Lanka 54: 508-519.

———., Nadarajah, M., and Lionel, W.A. 1978. High quality low protein rubber from skim latex. IRRDB Symposium (Kuala Lumpur). (Preprint).

———., Prematillake, S.P., and Lionel, W.A. 1980. Proteolytic action of bromelain on Hevea proteins. Proc. Inst. Rubb. Conf.(India) : 171.

Zhuze, T.P., Jushkevic, G.N., and Gekker, J.E. 1958. Maslob.Zhir.Prom. 24: 34.

Zosel, K. 1978. Decaffeination of coffee. Angew.Chem.Int. Ed.17: 702.

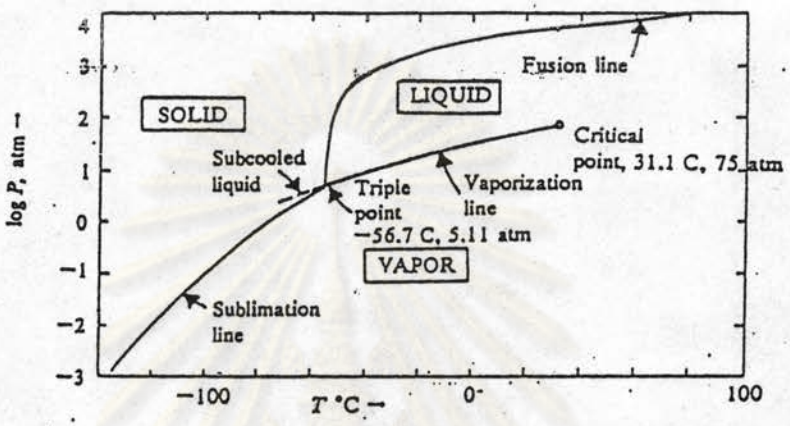
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

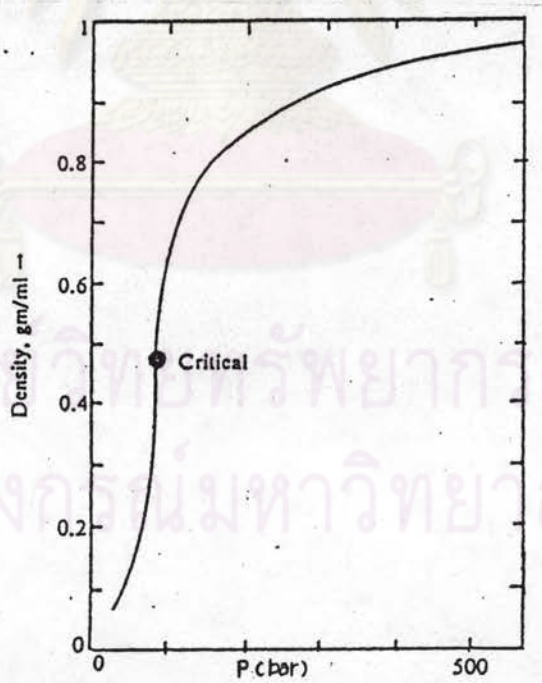
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

คุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ของคาร์บอนไดออกไซด์

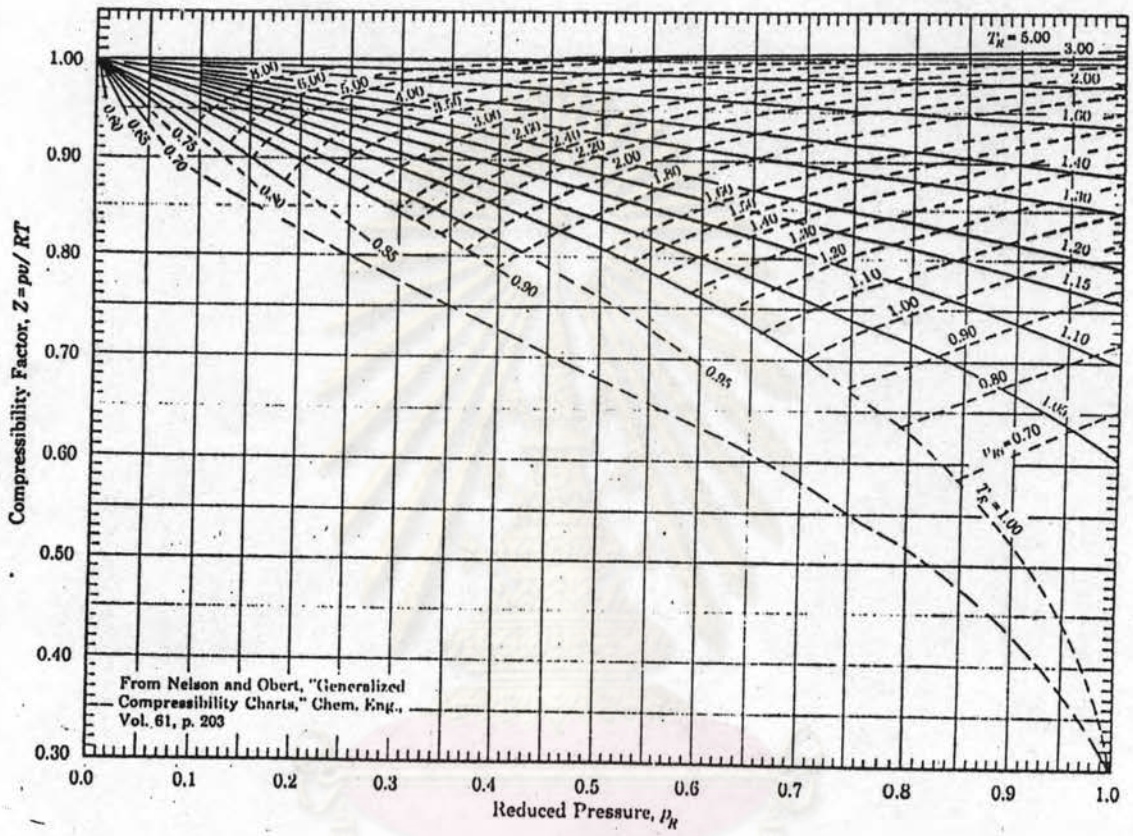


รูปที่ ก.1 แผนผังวัฏภาคของคาร์บอนไดออกไซด์



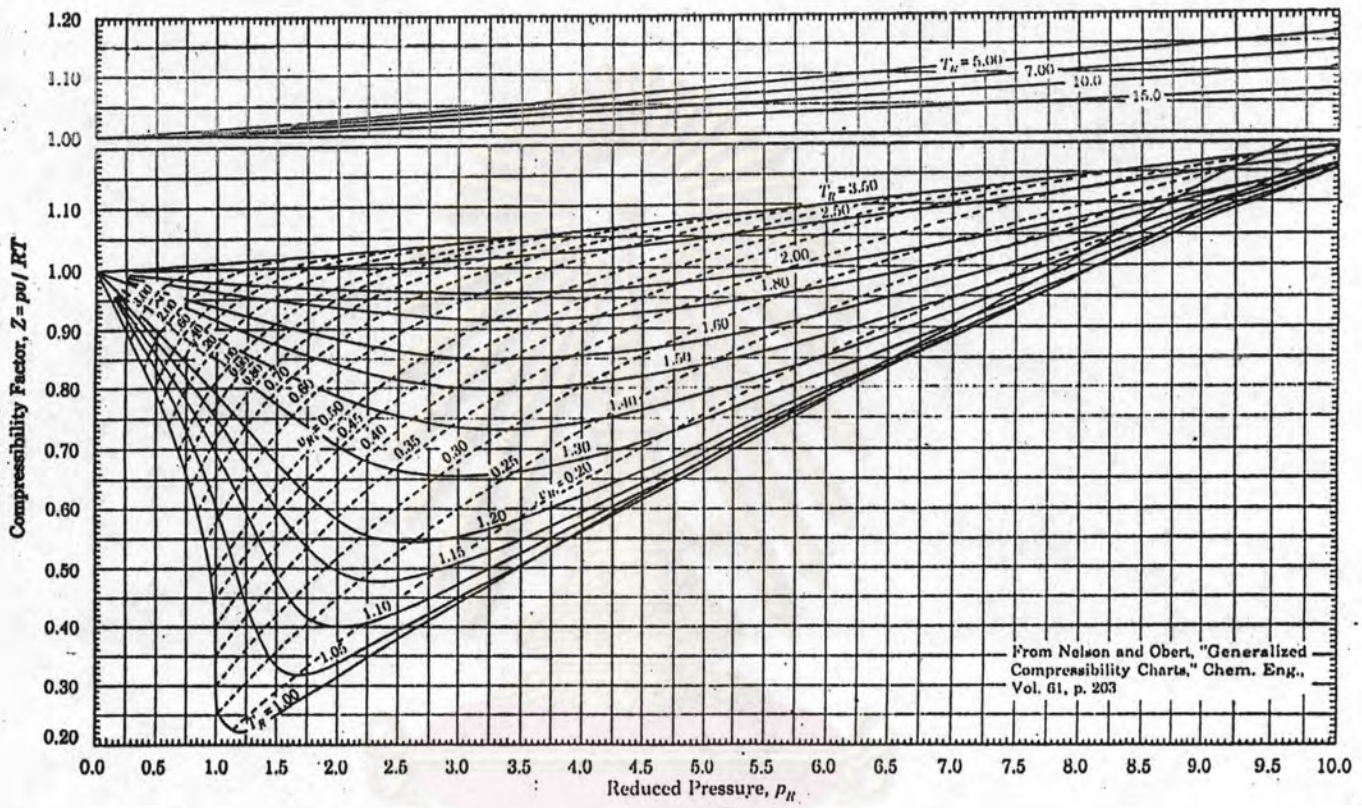
รูปที่ ก.2 แสดงผลของความดันที่มีต่อความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์ที่บริเวณวิกฤต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



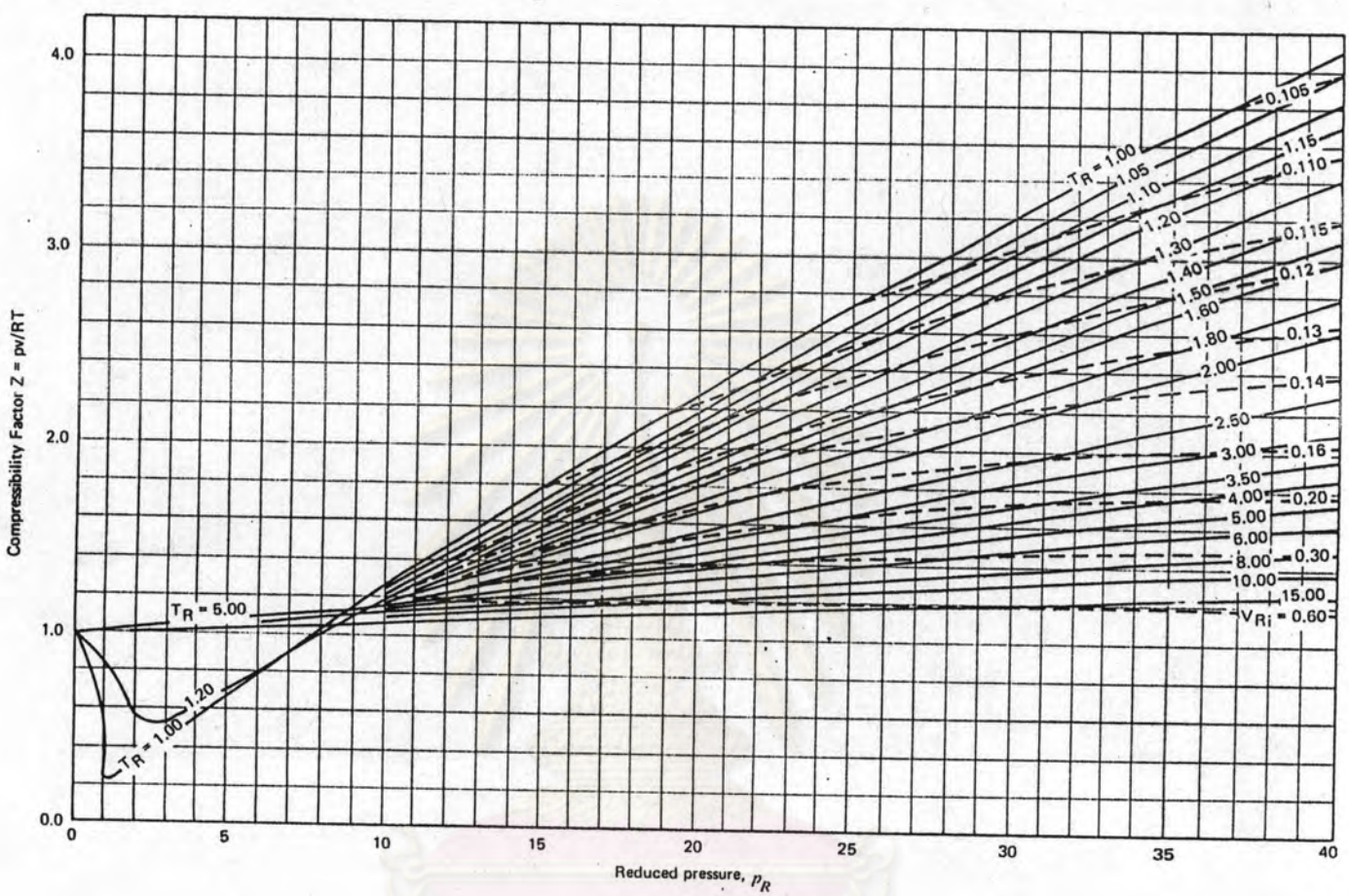
รูปที่ ก.3 แผนผัง compressibility ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความดันต่ำ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.4 แผนผัง compressibility ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความดันปานกลาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.4 แผนผัง compressibility ของคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีความดันสูง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก.1 แสดงค่าการละลายของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำ

Total pressure, atm.	Weight of CO_2 per 100 weights of H_2O*								
	12°C.	18°C.	25°C.	31.04°C.	35°C.	40°C.	50°C.	75°C.	100°C.
25	....	3.86	....	2.80	2.56	2.30	1.92	1.35	1.06
50	7.03	6.33	5.38	4.77	4.39	4.02	3.41	2.49	2.01
75	7.18	6.69	6.17	5.80	5.51	5.10	4.45	3.37	2.82
100	7.27	6.72	6.28	5.97	5.76	5.50	5.07	4.07	3.49
150	7.59	7.07	....	6.25	6.03	5.81	5.47	4.86	4.49
200	....	....	....	6.48	6.29	6.28	5.76	5.27	5.08
300	7.86	7.35	....	....	....	....	6.20	5.83	5.84
400	8.12	7.77	7.54	7.27	7.06	6.89	6.58	6.30	6.40
500	....	....	....	7.65	7.51	7.26	....	....	....
700	....	....	....	....	....	....	7.58	7.43	7.61

* In the original, concentration is expressed in cubic centimeters of CO_2 reduced to 0°C. and 1 atm.) dissolved in 1 g. of water.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

ข้อมูลทางด้านพาณิชย์ของยางประเภทต่าง ๆ

ตารางที่ ข.1 ผลผลิตยางธรรมชาติของประเทศไทย พ.ศ. 2524-2534
ที่มา : สถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย

metrictons.

Year and Month		Natural Rubber in Domestic			Imports	Production
		Exports	Domestic Consumptions	Change in Stock(+/−)		
2524	1981	476042	28912	−2953	−	502001
2525	1982	546690	28999	−13479	−	562210
2526	1983	552486	32056	3433	−	587975
2527	1984	595585	31653	1951	−	629189
2528	1985	684851	32738	4282	−	721871
2529	1986	755157	39550	−12529	58	782120
2530	1987	873212	47081	1373	108	921558
2531	1988	906420	57339	11278	158	974879
2532	1989	1100580	77601	265	58	1178388
2533	1990					
	Jan.	106250	7555	48251	6	162050
	Feb.	126395	7218	7760	−	141373
	Mar.	115311	7571	−39262	14	83606
	Apr.	55600	6066	−6820	50	54796
	May.	74671	7238	1294	−	83203
	June	83146	8185	8364	5	99690
	July	101832	9079	16795	−	127706
	Aug.	95703	9624	−17318	−	88009
	Sep.	79999	9359	10904	−	100262
	Oct.	101231	9998	3522	2	114749
	Nov.	103092	9095	−16008	98	96081
	Dec.	107560	8143	7897	21	123579
		1150790	99131	25379	196	1275104
2534	1991					
	Jan.	113185	7866	29676	6	150721
	Feb.	107819	5258	−26649	7	86421
	Mar.	119179	4722	−18706	22	105173
	Apr.	81887	5615	−12672	10	74830
	May.	115685	5222	−642	20	120265
	June	54937	6781	1003	5	62721

Source : Rubber Research Institute of Thailand.

ตารางที่ ข.2 ปริมาณการใช้ยางเพื่ออุตสาหกรรมภายในประเทศ พ.ศ. 2528-2532
ที่มา : สถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย

metrictons.

Type of Product	2528 1985	2529 1986	2530 1987	2531 1988	2532 1989
Tyre & Tube for mortorcars and airplane	17,870	18,756	23,774	20,559	32,348
Tyre & Tube for mortorcars and bicycles	57	46	86	3,673	4,737
Retreading	914	473	682	1,824	1,213
Belt	344	222	353	287	498
Shoe layer	371	587	618	1,612	821
Hose	174	172	258	572	624
Accessories part for motor vehicle	1,003	1,043	1,228	2,283	2,318
Husk cracker for ricemill	126	160	149	123	149
Battery body	426	438	457	484	569
Canvas shoes & Foam candle	3,143	3,941	4,650	5,693	6,147
Rubber band	5,957	5,743	5,768	4,612	10,063
Elastic	960	1,495	1,696	2,256	4,028
Balloon	56	139	93	75	132
Spongy products	187	499	311	185	285
Scientific instruments	38	27	41	30	30
Carpet backing	328	312	288	124	354
Glove & Condom	369	369	275	153	239
Basket's balloon layer	22	18	20	250	358
End screen fixing rubber motorcar	84	69	13	84	86
Mixed rubber for retreading	78	52	24	171	159
Foam	12	23	13	16	9
Rubbery float	116	101	129	165	245
Tape for electric wire cover	24	4,754	5,978	11,813	11,825
Ball	79	106	176	495	344
Total	32,738	39,545	47,080	57,339	77,601

Source : Rubber Research Institute of Thailand.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.3 ปริมาณยางส่งออกแยกประเภท พ.ศ. 2524-2534
ที่มา : สถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย

metrictons.

Year and Month		RSS	TTR	Crepe	Conc. Latex	Air dried Sheet	Other	Total
2524	1981	369,517	75,772	28,937	26	714	1,076	476,042
2525	1982	434,052	79,708	30,906	284	765	875	546,590
2526	1983	444,990	73,889	30,211	560	1,841	995	552,486
2527	1984	460,181	76,005	34,064	183	3,054	2,093	595,580
2528	1985	554,996	93,532	28,853	470	4,586	2,414	684,851
2529	1986	609,407	102,291	26,316	1,904	11,140	4,099	755,157
2530	1987	706,602	113,638	22,720	10,362	14,334	5,556	873,212
2531	1988	692,316	118,125	26,041	53,228	10,983	5,727	906,420
2532	1989	909,395	128,708	21,683	26,440	11,369	2,985	1,100,580
2533	1990							
	Jan.	93,212	10,110	1,324	679	825	100	106,250
	Feb.	111,414	11,801	1,137	719	1,006	318	126,395
	Mar.	98,865	12,971	1,257	1,866	288	64	115,311
	Apr.	44,726	8,482	1,396	520	166	310	55,600
	May.	59,282	11,530	1,049	1,374	695	741	74,671
	June	66,030	10,696	1,000	3,509	1,327	584	83,146
	July	77,048	14,962	1,071	5,408	1,958	1,385	101,832
	Aug.	75,368	10,453	1,208	6,094	1,982	598	95,703
	Sep.	60,382	7,225	834	9,216	1,403	939	79,999
	Oct.	83,532	9,104	1,289	5,084	139	832	99,980
	Nov.	83,014	10,732	1,348	5,244	1,774	980	103,092
	Dec.	85,101	12,243	1,307	6,447	158	881	106,137
		937,974	130,309	14,220	46,160	14,395	7,732	1,150,790
2534	1991							
	Jan.	92,107	10,987	1,196	5,992	1,496	1,407	113,185
	Feb.	88,611	10,483	1,208	5,634	1,325	558	107,819
	Mar.	98,578	12,697	1,012	4,948	1,561	383	119,179
	Apr.	63,830	12,122	1,104	4,045	600	186	81,887
	May.	89,186	17,766	2,315	4,605	1,352	461	115,685
	June	41,939	8,999	361	2,686	407	545	54,937

From 1987 weight based on dry rubber content.
Source : Rubber Research Institute of Thailand.

ตารางที่ ข.4 มูลค่ายางส่งออกแยกประเภท พ.ศ. 2524-2534
ที่มา : กรมศุลกากร

million bath.

Year and Month		RSS	TTR	Crepe	Conc. Latex	Other	Total
2524	1981	8,249.44	1,728.24	586.10	–	17.16	10,580.94
2525	1982	7,658.31	1,348.41	520.81	–	10.10	9,537.63
2526	1983	9,799.38	1,554.36	488.92	1.10	3.20	11,846.96
2527	1984	11,104.34	1,398.17	520.10	0.50	6.94	13,030.05
2528	1985	11,769.15	1,570.09	165.78	–	68.48	13,573.50
2529	1986	12,102.32	1,797.31	568.18	15.56	172.78	14,656.15
2530	1987	16,349.40	2,581.42	446.50	257.69	48.99	19,684.00
2531	1988	19,591.87	3,396.08	716.74	3,285.48	23.33	27,013.50
2532	1989	21,178.67	2,763.33	372.98	966.83	2.97	25,284.78
2533	1990						
	Jan.	1,877.18	202.73	24.12	25.16	–	2,129.19
	Feb.	2,292.74	248.43	15.49	16.75	0.34	2,573.75
	Mar.	1,939.85	255.77	11.35	41.68	0.46	2,249.11
	Apr.	976.64	148.22	27.03	12.21	3.02	1,167.12
	May.	1,221.28	262.96	24.09	37.60	2.73	1,548.66
	June	1,260.86	259.43	15.86	90.28	–	1,626.43
	July	1,362.83	334.45	19.60	139.58	0.54	1,857.00
	Aug.	1,554.47	253.06	22.16	169.93	–	1,999.62
	Sep.	1,273.21	172.59	19.73	260.04	0.07	1,725.64
	Oct.	1,739.23	206.06	18.98	147.31	–	2,111.58
	Nov.	1,709.29	234.99	27.15	144.60	0.47	2,116.50
	Dec.	1,755.52	253.39	21.86	165.67	0.36	2,196.80
		18,963.10	2,832.08	247.42	1,250.81	7.99	23,301.40
2534	1991						
	Jan.	1,922.31	263.21	19.12	164.73	0.66	2,370.03
	Feb.	1,814.52	221.96	20.08	139.14	0.92	2,196.62
	Mar.	1,979.12	233.69	17.73	142.16	0.11	2,372.81
	Apr.	1,310.60	261.33	19.30	107.18	2.09	1,700.50
	May.	1,809.57	373.67	35.53	129.16	0.35	2,348.28
	June	843.03	195.22	17.58	73.87	–	1,129.70

Source : Department of Custom.

ตารางที่ ช.5 ปริมาณยางสังเคราะห์นำเข้าจากประเทศผู้ส่งออก

ที่มา : กรมศุลกากร

metrictons.

Country of Shipment	2527 1984	2528 1985	2529 1986	2530 1987	2531 1988	2532 1989
Japan	3,393.82	3,954.79	4,396.39	9,730.50	12,826.76	16,634.30
Taiwan	2,590.64	2,266.72	2,937.93	3,716.24	4,452.03	3,942.01
Malaysia	11.25	18.46	2.50	5.00	4.80	4.77
Brigium	284.35	556.35	446.34	1,101.37	1,276.10	2,136.11
France	684.68	588.35	1,007.72	861.07	1,355.88	1,491.91
West Germany	952.58	749.54	676.11	530.18	615.02	852.19
Italy	0.03	133.54	48.42	77.88	272.69	213.67
Netherlands	14.32	19.71	35.52	144.42	871.41	954.45
Rumania	279.02	134.17	–	–	193.36	–
Switzerland	12.00	3.00	–	–	16.00	49.98
U.K.	534.52	8.22	163.23	480.14	810.40	409.49
Canada	36.87	2.06	38.92	48.53	1.02	79.84
U.S.A.	826.51	861.75	2,032.12	1,702.92	2,621.57	867.88
Australia	–	–	49.35	16.19	33.42	20.11
People Rep.of China	514.96	155.00	–	10.00	1,037.36	736.31
Re.of Korea	2,511.72	2,148.00	1,731.81	1,676.19	1,383.16	3,158.47
Philippines	–	–	–	–	–	–
Greenland	–	–	–	–	–	–
Brazil	–	–	0.15	27.20	–	–
Hongkong	–	5.25	–	–	1.00	46.38
Singapore	19.00	1.10	0.06	0.08	0.08	62.02
Spain	3.00	–	–	–	31.92	63.84
Mexico	–	18.13	–	–	43.42	41.30
Bulgaria	–	–	–	–	116.80	–
Sweden	–	–	–	–	0.22	–
U.S.S.R.	–	–	–	–	50.01	0.45
Poland	–	–	–	–	109.80	–
Puerto Rico	–	–	–	–	–	0.10
Total	12,669.27	11,825.75	13,566.57	20,127.91	28,124.23	35,765.58

Source : Department of Customs.

ตารางที่ ข.6 มูลค่ายางสังเคราะห์นำเข้า
ที่มา : กรมศุลกากร

million bath.

Country of Shipment	2527 1984	2528 1985	2529 1986	2530 1987	2531 1988	2532 1989
Japan	116.24	154.14	154.15	267.51	442.27	589.76
Taiwan	64.48	52.80	70.18	72.22	94.74	89.36
Malaysia	0.25	0.56	0.13	0.25	0.23	0.28
Brigium	12.90	29.92	22.77	50.91	58.32	102.24
France	22.48	22.16	25.08	28.95	51.88	57.46
West Germany	33.20	29.50	17.77	22.28	26.82	37.87
Italy	–	3.83	1.78	3.11	9.33	8.14
Netherlands	0.65	0.93	1.61	4.23	26.71	27.39
Rumania	5.79	7.29	0.80	–	4.90	–
Switzerland	0.53	0.14	–	–	0.46	1.33
U.K.	20.95	0.47	4.90	22.46	37.58	58.59
Canada	1.75	0.14	1.58	1.87	0.11	2.39
U.S.A.	32.29	42.77	72.97	58.80	93.87	95.65
Australia	–	–	0.93	0.31	0.96	0.87
People Rep.of China	11.21	3.77	–	0.29	28.48	17.93
Re.of Korea	63.98	60.93	45.93	39.61	39.40	147.11
Philippines	–	–	–	–	–	–
Greenland	–	–	–	–	–	–
Brazil	–	–	0.02	0.51	–	–
Hongkong	–	0.25	–	–	0.06	1.06
Singapore	0.36	0.07	0.01	0.01	0.01	2.61
Spain	0.14	–	–	–	0.56	1.12
Mexico	–	0.54	–	–	1.88	1.08
Bulgaria	–	–	–	–	2.20	–
Sweden	–	–	–	–	0.01	–
U.S.S.R.	–	–	–	–	1.18	0.01
Poland	–	–	–	–	2.72	–
Total	389.20	410.21	430.61	573.32	924.68	1,242.25

Source : Department of Customs.

ตารางที่ ข.7 มูลค่าผลิตภัณฑ์ยางนำเข้า
ที่มา : กรมศุลกากร

Year		Belts	Piping and Tubing	Tyres	Hygienic Articles	Other Un-hardened Articles	Hardened Articles	Total
2520	1977	79.32	59.40	135.25	11.91	114.25	2.27	402.40
2521	1978	95.08	79.14	115.87	8.34	151.35	4.40	454.18
2522	1979	95.54	73.89	165.80	8.61	255.55	10.38	609.77
2523	1980	108.07	78.38	221.07	14.93	203.10	5.62	631.17
2524	1981	120.50	85.53	272.89	19.01	276.06	10.64	784.63
2525	1982	98.46	79.98	247.47	13.48	308.26	6.44	754.09
2526	1983	120.42	112.83	291.02	42.17	352.99	2.45	921.88
2527	1984	140.08	99.27	306.85	45.15	328.11	4.85	924.31
2528	1985	134.75	95.38	278.66	16.34	328.26	4.59	857.98
2529	1986	134.65	91.59	257.60	43.02	369.42	2.87	899.15
2530	1987	179.48	103.90	259.28	53.68	473.95	3.26	1,073.55
2531	1988	252.88	173.01	318.46	84.88	578.26	15.80	1,423.29
2532	1989	197.16	193.11	507.60	71.93	1,160.49	14.99	2,145.28

Source : Department of Customs.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.8 ปริมาณผลิตภัณฑ์ยางกึ่งสำเร็จรูปนำเข้า
ที่มา : กรมศุลกากร

metrictons.

Country of Shipment	2527 1984	2528 1985	2529 1986	2530 1987	2531 1988	2532 1989
Hongkong	0.02	–	0.07	–	16.70	9.44
India	–	0.01	–	–	0.05	301.12
Japan	70.13	102.75	76.45	133.15	281.56	401.36
Re.of Korea	114.34	308.59	392.32	656.55	1,034.56	430.94
Malaysia	15.89	45.78	33.41	0.28	30.60	587.94
Singapore	0.76	0.37	6.87	11.81	43.40	31.41
Taiwan	203.11	183.34	444.78	526.83	756.56	813.66
Belgium	0.01	0.46	0.23	0.84	0.07	2.63
Denmark	–	0.14	0.31	0.10	0.01	0.28
West Germany	15.06	63.69	43.92	85.62	40.04	98.83
Italy	0.34	1.62	0.05	0.05	3.65	17.19
Netherlands	–	0.09	–	0.33	1.46	2.45
Phillipines	–	–	–	0.01	–	–
Sweden	0.22	1.70	0.04	1.15	5.01	6.03
Switzerland	–	–	–	–	0.06	0.25
U.K.	75.54	19.31	52.61	38.24	12.08	92.96
Canada	–	0.11	0.02	–	0.01	–
U.S.A.	28.01	92.34	58.28	37.65	117.40	231.24
Australia	0.59	0.56	1.08	49.01	92.18	125.13
New Zealand	–	1.36	0.35	0.57	–	–
France	0.12	74.19	53.99	11.76	0.63	19.62
Australia	0.40	0.01	–	–	0.01	–
Norway	0.19	–	–	–	–	–
Spain	–	0.27	–	–	0.01	–
People Re.of China	–	–	–	–	1.14	1.41
Indonesia	–	–	–	–	1.74	313.59
Total	524.73	896.69	1,164.78	1,553.95	2,439.25	3,487.48

Source : Department of Customs.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ข.9 มูลค่าผลิตภัณฑ์ยางกึ่งสำเร็จรูปนำเข้า
ที่มา : กรมศุลกากร

million baht.

Country of Shipment	2527 1984	2528 1985	2529 1986	2530 1987	2531 1988	2532 1989
Hongkong	0.01	–	0.01	–	0.34	0.28
India	–	–	–	–	0.01	0.90
Japan	6.57	12.95	11.76	15.99	33.99	38.95
Re.of Korea	5.19	12.13	15.35	30.72	42.21	17.50
Malaysia	0.47	1.19	0.84	0.02	1.13	4.70
Singapore	0.39	0.44	0.36	0.25	3.68	4.80
Taiwan	8.46	9.83	14.99	19.46	31.10	33.21
Belgium	0.01	0.06	0.03	0.13	0.02	0.40
Denmark	–	0.01	0.04	0.03	0.01	0.15
West Germany	1.64	6.48	7.38	5.09	4.98	5.20
Italy	0.05	0.09	0.02	0.02	1.02	0.60
Netherlands	–	0.01	–	0.16	0.11	0.30
Phillipines	–	0.16	–	–	–	–
Sweden	0.04	–	0.03	0.12	0.79	0.70
Switzerland	–	–	–	0.01	0.13	0.30
U.K.	3.55	0.92	1.73	1.29	1.19	3.98
Canada	–	0.06	–	0.20	0.02	–
U.S.A.	3.47	12.31	5.52	4.61	30.41	39.82
Australia	0.07	0.02	0.12	0.95	2.69	3.60
New Zealand	–	0.11	0.02	0.06	–	–
France	0.07	2.45	2.11	0.86	0.18	0.53
Austria	0.02	–	–	–	0.01	0.36
Norway	0.03	–	–	–	–	–
Spain	–	0.01	–	–	0.01	–
People Re.of China	–	–	–	–	0.17	0.26
Indonesia	–	–	–	–	0.18	1.52
Total	30.04	61.23	60.31	79.97	154.38	158.06

Source : Department of Customs.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการทดลอง

ตารางที่ ค.1 แสดงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของน้ำยางข้น

คุณสมบัติ	ผลการวิเคราะห์
น้ำยางข้น	
ความหนาแน่น ที่ 27 °ซ (กรัม/ซม.^{3})	0.9485
ค่าความหนืด ที่ 27 °ซ (เซนติพอยน์)	86.9
ที่ 29 °ซ (เซนติพอยน์)	81.6
แรงตึงผิว ที่ 29 °ซ (ดายน์/ซม.)	40.2

ตารางที่ ค.2 แสดงคุณสมบัติทางเคมีของน้ำยางข้น

คุณสมบัติ	ค่าที่ได้	วิธีทดสอบ
ของแข็งทั้งหมด, เปอร์เซ็นต์	62.50	ISO 124
เนื้อยางแห้ง, เปอร์เซ็นต์	60.30	ISO 126
ค่าความเป็นด่าง (คำนวณเป็น NH_3), ร้อยละของน้ำหนักน้ำยางข้น	0.69	ISO 125
ปริมาณยางจับก้อน, เปอร์เซ็นต์	0.02	ISO 706
ปริมาณทองแดง, มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของของแข็งทั้งหมด	9.36	ISO 8053
ปริมาณแมงกานีส, มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของของแข็งทั้งหมด	3.08	ISO 7780
ปริมาณตะกอน (Sludge), เปอร์เซ็นต์	0.05	ISO 2005
ค่ากรดไขมันที่ระเหยได้ (VFA number)	0.12	ISO 506
ค่าโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH number)	0.86	ISO 127

ตารางที่ ค.3 แสดงข้อมูลการทดลองหาปริมาณไนโตรเจน

ความดัน (บาร์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการชะละลาย(นาที)	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)
20	28	60	0.165	1.031
40	18	30	0.142	0.888
		60	0.131	0.819
		120	0.089	0.556
	28	30	0.130	0.813
		60	0.116	0.725
		120	0.086	0.538
	38	15	0.167	1.044
		30	0.081	0.506
		60	0.037	0.231
		120	0.048	0.300
50	28	30	0.098	0.613
60	18	5	0.188	1.175
		30	0.097	0.606
		60	0.089	0.556
		120	0.082	0.513
	28	5	0.143	0.894
		30	0.095	0.594
		60	0.082	0.513
		120	0.086	0.538

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

(ต่อ)

ความดัน (บาร์)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลาในการชะละลาย(นาที)	ปริมาณไนโตรเจน (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)
	38	5	0.125	0.781
		30	0.063	0.394
		60	0.058	0.363
		120	0.045	0.281
80	18	30	0.109	0.681
		60	0.093	0.581
		120	0.072	0.450
	28	30	0.084	0.525
		60	0.078	0.488
		120	0.044	0.275
	38	5	0.107	0.669
		10	0.084	0.525
		15	0.073	0.456
		30	0.048	0.331
		60	0.041	0.256
		120	0.040	0.250
	48	30	0.046	0.300

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ : ปริมาณไนโตรเจนในเม็ดยางเริ่มต้น = 0.270 เปอร์เซ็นต์
ปริมาณโปรตีนในเม็ดยางเริ่มต้น = 1.688 เปอร์เซ็นต์
ค่าที่อ่านได้เป็นค่าเฉลี่ยซึ่งอยู่ในช่วง ± 0.04 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ค.4 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบปริมาณไนโตรเจนระหว่างการใช้เม็ดยางและน้ำยางข้นที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์เป็นวัตถุดิบในการชะละลายที่ความดัน 80 บาร์ และเวลา 30 นาที

สภาวะในการทดลอง	ปริมาณไนโตรเจน, เปอร์เซ็นต์	
	ในส่วนที่จับก้อนแข็ง	ในส่วนที่เป็นยางเหลว
น้ำยางข้น 30 %DRC, 38 °C	0.1768	0.0910
น้ำยางข้น 60 %DRC, 38 °C	0.0910	0.1917
น้ำยางข้น 60 %DRC, 70 °C	0.0997	0.1890
ยางเม็ดชะละลายที่ 38 °C	0.0410	
ยางเม็ดเริ่มต้น	0.2700	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.5 แสดงปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ ปริมาตรรวมและอัตราการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของเม็ดยางธรรมชาติ

การทดลองที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ความดัน(บาร์)	20	40	40	40	40	40	40	40	40
อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	28	18	18	18	28	28	28	38	38
เวลา (นาที)	60	30	60	120	30	60	120	15	30
น้ำหนักยางก่อนทดลอง(กรัม)	15.0049	14.9995	15.0297	15.0007	15.0014	19.9724	15.0020	15.0701	14.9966
น้ำหนักยางหลังทดลอง(กรัม)	14.8090	14.9882	14.9287	14.9740	14.8097	19.6975	14.6119	14.8850	14.8618
ความสูงยางก่อน(ซม.)	3.0	3.5	3.0	4.0	4.5	3.8	5.0	3.0	4.0
ความสูงยางหลัง(ซม.)	5.0	5.5	5.0	7.0	7.5	9.0	15.0	6.0	8.5
เส้นผ่านศ.ก.ยาง(มม.)	3–5	4–5	6–9	6–7	7–8	8–9	10–15	6–7	6–8
นาทีที่	ปริมาตรก๊าซ CO_2 ที่วัดได้(ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	76	125	158	190	140	132	201	96	162
10	15	26	27	35	22	30	38	11	30
15	9	14	14	25	13	22	20	7	15
20	8	8	12	13	8	19	12	8	8
25	6	5	7	9	9	10	10	5	8
30	9	2	3	6	4	8	10	7	2
35	1	3	7	7	4	7	5	6	2
40	0	5	2	0	7	6	5	5	0
45	0	2	0	1	0	6	4	6	0
50	0	0	0	1	0	2	7	6	0
55	0	0	0	0	2	0	3	4	0
60	0	0	0	0	0	0	2	4	0
นาทีที่	ปริมาตรรวมก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	76	125	158	190	140	132	201	96	162
10	91	151	185	225	162	162	239	107	192
15	100	165	199	250	175	184	259	114	207
20	108	173	211	263	183	203	271	122	215
25	114	178	218	272	192	213	281	127	223
30	123	180	221	278	196	221	291	134	225
35	124	183	228	285	200	228	296	140	227
40	124	188	230	285	207	234	301	145	227
45	124	190	230	286	207	240	305	151	227
50	124	190	230	287	207	242	312	157	227
55	124	190	230	287	209	242	315	161	227
60	124	190	230	287	209	242	317	165	227
นาทีที่	อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.ต่อนาที)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	15.2	25.0	31.6	38.0	28.0	26.4	40.2	19.2	32.4
7.5	3.0	5.2	5.4	7.0	4.4	6.0	7.6	2.2	6.0
12.5	1.8	2.8	2.8	5.0	2.6	4.4	4.0	1.4	3.0
17.5	1.6	1.6	2.4	2.6	1.6	3.8	2.4	1.6	1.6
22.5	1.2	1.0	1.4	1.8	1.8	2.0	2.0	1.0	1.6
27.5	1.8	0.4	0.6	1.2	0.8	1.6	2.0	1.4	0.4
32.5	0.2	0.6	1.4	1.4	0.8	1.4	1.0	1.2	0.4
37.5	0.0	1.0	0.4	0.0	1.4	1.2	1.0	1.0	0.0
42.5	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	1.2	0.8	1.2	0.0
47.5	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	1.4	1.2	0.0
52.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.6	0.8	0.0
57.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.8	0.0

(ต่อ)

การทดลองที่	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ความดัน(บาร์)	40	40	50	60	60	60	60	60	60
อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	38	38	28	18	18	18	18	28	28
เวลา (นาที)	60	120	60	5	30	60	120	5	30
น้ำหนักยางก่อนทดลอง(กรัม)	14.9947	14.9974	19.9722	14.7675	14.9945	15.0131	14.9965	14.9582	15.0193
น้ำหนักยางหลังทดลอง(กรัม)	14.1494	14.6331	19.3933	14.6540	14.8410	14.7702	14.9366	14.7200	14.7593
ความสูงยางก่อน(ซม.)	3.5	4.5	3.8	5.5	6.0	3.0	4.5	6.0	4.0
ความสูงยางหลัง(ซม.)	9.3	12.5	9.5	6.0	8.5	8.0	7.0	6.5	9.0
เส้นผ่านศ.ก.ยาง(มม.)	8–12	10	8–10	3–4	5	6–8	5–7	3.6	5–8
นาทีที่	ปริมาตรก๊าซ CO_2 ที่วัดได้(ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	180	226	218	135	162	218	254	175	255
10	35	42	35	12	31	64	73	11	55
15	25	25	25	15	23	29	50	9	30
20	12	18	18	5	15	23	25	3	13
25	13	12	15	8	10	5	15	0	10
30	10	6	10	7	5	7	10	3	6
35	8	2	5	5	5	3	5	2	5
40	2	3	5	2	2	3	5	1	4
45	1	0	5	3	2	3	1	1	6
50	0	0	5	3	0	0	0	1	1
55	0	0	5	1	0	0	0	1	3
60	0	0	0	2	0	0	0	0	3
นาทีที่	ปริมาตรรวมก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	180	226	218	135	162	218	254	175	255
10	215	268	253	147	193	282	327	186	310
15	240	293	278	162	216	311	377	195	340
20	252	311	296	167	231	334	402	198	353
25	265	323	311	175	241	339	417	198	363
30	275	329	321	182	246	346	427	201	369
35	283	331	326	187	251	349	432	203	374
40	285	334	331	189	253	352	437	204	378
45	286	334	336	192	255	355	438	205	384
50	286	334	341	195	255	355	438	206	385
55	286	334	346	196	255	355	438	207	388
60	286	334	346	198	255	355	438	207	391
นาทีที่	อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.ต่อนาที)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	36.0	45.2	43.6	27.0	32.4	43.6	50.8	35.0	51.0
7.5	7.0	8.4	7.0	2.4	6.2	12.8	14.6	2.2	11.0
12.5	5.0	5.0	5.0	3.0	4.6	5.8	10.0	1.8	6.0
17.5	2.4	3.6	3.6	1.0	3.0	4.6	5.0	0.6	2.6
22.5	2.6	2.4	3.0	1.6	2.0	1.0	3.0	0.0	2.0
27.5	2.0	1.2	2.0	1.4	1.0	1.4	2.0	0.6	1.2
32.5	1.6	0.4	1.0	1.0	1.0	0.6	1.0	0.4	1.0
37.5	0.4	0.6	1.0	0.4	0.4	0.6	1.0	0.2	0.8
42.5	0.2	0.0	1.0	0.6	0.4	0.6	0.2	0.2	1.2
47.5	0.0	0.0	1.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2
52.5	0.0	0.0	1.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2	0.6
57.5	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6

(ต่อ)

การทดลองที่	19	20	21	22	23	24	25	26	27
ความดัน(บาร์)	60	60	60	60	60	80	80	80	80
อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	28	28	38	38	38	18	18	18	28
เวลา (นาที)	60	120	30	60	120	30	60	120	30
น้ำหนักยางก่อนทดลอง(กรัม)	15.0008	14.9994	15.0014	15.0039	14.9972	14.9995	14.9988	15.0049	15.0049
น้ำหนักยางหลังทดลอง(กรัม)	14.7862	14.8593	14.8329	15.0012	14.8429	14.9882	14.5403	14.2818	14.2818
ความสูงยางก่อน(ซม.)	3.0	3.5	5.5	5.5	5.5	3.5	3.0	6.0	6.0
ความสูงยางหลัง(ซม.)	12.0	12.0	12.0	15.0	14.0	5.5	5.0	11.5	11.5
เส้นผ่านศ.ก.ยาง(มม.)	10–12	8–12	8–10	8–12	10–12	4–5	6–7	5–8	5–7
นาทีที่	ปริมาตรก๊าซ CO_2 ที่วัดได้(ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	272	280	263	265	294	172	180	385	238
10	63	67	57	50	56	26	35	109	55
15	34	34	35	35	40	14	25	45	25
20	21	22	20	30	27	13	12	18	13
25	18	18	15	25	23	5	13	7	6
30	12	13	10	20	17	2	10	8	6
35	8	12	10	15	15	3	8	3	3
40	10	10	8	15	9	5	2	4	3
45	2	6	7	15	4	2	1	0	0
50	3	9	3	8	10	0	0	0	0
55	3	5	0	4	3	0	0	0	0
60	2	5	0	6	7	0	0	0	0
นาทีที่	ปริมาตรรวมก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	272	280	263	265	294	172	180	385	238
10	335	347	320	315	350	198	215	494	293
15	369	381	355	350	390	212	240	539	318
20	390	403	375	380	417	225	252	557	331
25	408	421	390	405	440	230	265	564	337
30	420	434	400	425	457	232	275	572	343
35	428	446	410	440	472	235	283	575	346
40	438	456	418	455	481	240	285	579	349
45	440	462	425	470	485	242	286	579	349
50	443	471	428	478	495	242	286	579	349
55	446	476	428	482	498	242	286	579	349
60	448	481	428	488	505	242	286	579	349
นาทีที่	อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.ต่อนาที)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	54.4	56.0	52.6	53.0	58.8	34.4	36.0	77.0	47.6
7.5	12.6	13.4	11.4	10.0	11.2	5.2	7.0	21.8	11.0
12.5	6.8	6.8	7.0	7.0	8.0	2.8	5.0	9.0	5.0
17.5	4.2	4.4	4.0	6.0	5.4	2.6	2.4	3.6	2.6
22.5	3.6	3.6	3.0	5.0	4.6	1.0	2.6	1.4	1.2
27.5	2.4	2.6	2.0	4.0	3.4	0.4	2.0	1.6	1.2
32.5	1.6	2.4	2.0	3.0	3.0	0.6	1.6	0.6	0.6
37.5	2.0	2.0	1.6	3.0	1.8	1.0	0.4	0.8	0.6
42.5	0.4	1.2	1.4	3.0	0.8	0.4	0.2	0.0	0.0
47.5	0.6	1.8	0.6	1.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
52.5	0.6	1.0	0.0	0.8	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0
57.5	0.4	1.0	0.0	1.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0

(ต่อ)

การทดลองที่	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ความดัน(บาร์)	80	80	80	80	80	80	80	80	80
อุณหภูมิ(องศาเซลเซียส)	28	28	38	38	38	38	38	38	48
เวลา (นาที)	60	120	5	10	15	30	60	120	30
น้ำหนักยางก่อนทดลอง(กรัม)	15.0059	14.9840	15.0024	14.9201	14.9987	15.0046	15.0175	14.9963	14.5153
น้ำหนักยางหลังทดลอง(กรัม)	14.7441	14.7942	14.5800	14.7262	14.5523	14.3547	14.2197	14.7341	14.2621
ความสูงยางก่อน(ซม.)	3.5	3.5	4.5	5.0	6.5	5.0	5.0	5.0	5.5
ความสูงยางหลัง(ซม.)	12.0	12.5	5.0	6.0	13.0	11.5	14.0	14.0	16.0
เส้นผ่านศ.ก.ยาง(มม.)	8–12	10	8	4	8–12	5–7	10–12	13–15	9.86
นาทีที่	ปริมาตรก๊าซ CO_2 ที่วัดได้(ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	325	429	230	240	245	465	485	505	490
10	80	81	40	45	50	110	128	140	120
15	38	35	35	38	40	58	89	120	92
20	25	25	20	22	30	24	67	95	53
25	20	25	12	17	25	23	55	85	35
30	17	13	10	12	15	10	35	50	22
35	15	11	10	10	10	10	19	25	12
40	8	8	4	8	10	5	7	10	9
45	7	11	2	5	7	2	5	10	2
50	3	7	1	3	6	0	1	5	0
55	0	5	1	0	4	0	2	0	0
60	4	5	0	0	0	0	1	0	0
นาทีที่	ปริมาตรรวมก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	325	429	230	240	245	465	485	505	490
10	405	510	270	285	295	575	613	645	610
15	443	545	305	323	335	633	702	765	702
20	468	570	325	345	365	657	769	860	755
25	488	595	337	362	390	680	824	945	790
30	505	608	347	374	405	690	859	995	812
35	520	619	357	384	415	700	878	1020	824
40	528	627	361	392	425	705	885	1030	833
45	535	638	363	397	432	707	890	1040	835
50	538	645	364	400	438	707	891	1045	835
55	538	650	365	400	442	707	893	1045	835
60	542	655	365	400	442	707	894	1045	835
นาทีที่	อัตราการปล่อยก๊าซ CO_2 (ลบ.ซม.ต่อนาที)								
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2.5	65.0	85.8	46.0	48.0	49.0	93.0	97.0	101.0	98.0
7.5	16.0	16.2	8.0	9.0	10.0	22.0	25.6	28.0	24.0
12.5	7.6	7.0	7.0	7.6	8.0	11.6	17.8	24.0	18.4
17.5	5.0	5.0	4.0	4.4	6.0	4.8	13.4	19.0	10.6
22.5	4.0	5.0	2.4	3.4	5.0	4.6	11.0	17.0	7.0
27.5	3.4	2.6	2.0	2.4	3.0	2.0	7.0	10.0	4.4
32.5	3.0	2.2	2.0	2.0	2.0	2.0	3.8	5.0	2.4
37.5	1.6	1.6	0.8	1.6	2.0	1.0	1.4	2.0	1.8
42.5	1.4	2.2	0.4	1.0	1.4	0.4	1.0	2.0	0.4
47.5	0.8	1.4	0.2	0.6	1.2	0.0	0.2	1.0	0.0
52.5	0.0	1.0	0.2	0.0	0.8	0.0	0.4	0.0	0.0
57.5	0.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0

ตารางที่ ค.6 แสดงผลการคำนวณข้อมูลต่าง ๆ ในการทดลอง

Run no.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pr	0.27	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Tr	0.99	0.96	0.96	0.96	0.99	0.99	0.99	1.02	1.02
Z	0.90	0.74	0.74	0.74	0.78	0.78	0.78	0.80	0.80
vol.of CO2 NTP(lit.)	0.1117	0.1712	0.2072	0.2586	0.1883	0.2180	0.2856	0.1487	0.2045
g mole CO2 NTP	0.0050	0.0076	0.0093	0.0115	0.0084	0.0097	0.0128	0.0066	0.0091
wt.of CO2 NTP (gm)	0.2195	0.3363	0.4071	0.5079	0.3699	0.4283	0.5610	0.2920	0.4017
density of CO2(g/cc)	0.0396	0.0996	0.0996	0.0996	0.0914	0.0914	0.0914	0.0862	0.0862
vol.CO2 NTP(cc)/g R	7.5442	11.4215	13.8812	17.2689	12.7151	11.0694	19.5467	9.9875	13.7618
gmole CO2(NTP)/gR	0.0003	0.0005	0.0006	0.0008	0.0006	0.0005	0.0009	0.0004	0.0006
wt. CO2 (NTP)g/gR	0.0148	0.0224	0.0273	0.0339	0.0250	0.0217	0.0384	0.0196	0.0270
wt.R/wt.total (NTP)	0.9854	0.9781	0.9735	0.9672	0.9756	0.9787	0.9630	0.9808	0.9737
wt.lost of rubber(g)	0.1959	0.0113	0.1010	0.0267	0.1917	0.2749	0.3901	0.1651	0.1348
bed swell ratio	1.67	1.57	1.67	1.75	1.67	2.37	3.00	2.00	2.13

Run no.	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Pr	0.55	0.55	0.69	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82
Tr	1.02	1.02	0.99	0.96	0.96	0.96	0.96	0.99	0.99
Z	0.80	0.80	0.70	0.58	0.58	0.58	0.58	0.60	0.60
vol.of CO2 NTP(lit.)	0.2577	0.3009	0.3117	0.1784	0.2298	0.3199	0.3946	0.1865	0.3523
g mole CO2 NTP	0.0115	0.0134	0.0139	0.0080	0.0103	0.0143	0.0176	0.0083	0.0157
wt.of CO2 NTP (gm)	0.5062	0.5911	0.6124	0.3504	0.4513	0.6283	0.7752	0.3663	0.6920
density of CO2(g/cc)	0.0862	0.0862	0.1272	0.1906	0.1906	0.1906	0.1906	0.1781	0.1781
vol.CO2 NTP(cc)/g R	18.2116	20.5651	16.0748	12.1739	15.4809	21.6552	26.4206	12.6702	23.8688
gmole CO2(NTP)/gR	0.0008	0.0009	0.0007	0.0005	0.0007	0.0010	0.0012	0.0006	0.0011
wt. CO2 (NTP)g/gR	0.0358	0.0404	0.0316	0.0239	0.0304	0.0425	0.0519	0.0249	0.0469
wt.R/wt.total (NTP)	0.9655	0.9612	0.9694	0.9766	0.9705	0.9592	0.9507	0.9757	0.9552
wt.lost of rubber(g)	0.8453	0.3643	0.5789	0.1135	0.1535	0.2429	0.0619	0.2382	0.2600
bed swell ratio	2.66	2.78	2.50	1.09	1.42	2.67	1.56	1.08	2.25

Run no.	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Pr	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	1.10	1.10	1.10	1.10
Tr	0.99	0.99	1.02	1.02	1.02	0.96	0.96	0.96	0.99
Z	0.60	0.60	0.64	0.64	0.64	0.22	0.22	0.22	0.23
vol.of CO2 NTP(lit.)	0.4036	0.4334	0.3856	0.4397	0.4550	0.2180	0.2577	0.5217	0.3144
g mole CO2 NTP	0.0180	0.0193	0.0172	0.0196	0.0203	0.0097	0.0115	0.0233	0.0140
wt.of CO2 NTP (gm)	0.7929	0.8513	0.7575	0.8637	0.8938	0.4283	0.5062	1.0247	0.6177
density of CO2(g/cc)	0.1781	0.1781	0.1616	0.1616	0.1616	0.6700	0.6700	0.6700	0.6196
vol.CO2 NTP(cc)/g R	27.2987	29.1653	25.9979	29.3099	30.6544	14.5474	17.7220	36.5271	22.0172
gmole CO2(NTP)/gR	0.0012	0.0013	0.0012	0.0013	0.0014	0.0006	0.0008	0.0016	0.0010
wt. CO2 (NTP)g/gR	0.0536	0.0573	0.0511	0.0576	0.0602	0.0286	0.0348	0.0717	0.0432
wt.R/wt.total (NTP)	0.9491	0.9456	0.9514	0.9456	0.9432	0.9722	0.9664	0.9331	0.9585
wt.lost of rubber(g)	0.2146	0.1401	0.1685	0.0027	0.1543	0.0113	0.4585	0.7231	0.7231
bed swell ratio	4.00	3.43	2.18	2.73	2.55	1.57	1.67	1.92	1.92

Run no.	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Pr	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Tr	0.99	0.99	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.06
Z	0.23	0.23	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.57
vol.of CO2 NTP(lit.)	0.4883	0.5901	0.3289	0.3604	0.3982	0.6370	0.8055	0.9415	0.7523
g mole CO2 NTP	0.0218	0.0263	0.0147	0.0161	0.0178	0.0284	0.0360	0.0420	0.0336
wt.of CO2 NTP (gm)	0.9592	1.1592	0.6460	0.7079	0.7823	1.2513	1.5822	1.8494	1.4778
density of CO2(g/cc)	0.6196	0.6196	0.4180	0.4180	0.4180	0.4180	0.4180	0.4180	0.2344
vol.CO2 NTP(cc)/g R	33.1208	39.8905	22.5557	24.4731	27.3660	44.3757	56.6457	63.9017	52.6762
gmole CO2(NTP)/gR	0.0015	0.0018	0.0010	0.0011	0.0012	0.0020	0.0025	0.0029	0.0024
wt. CO2 (NTP)g/gR	0.0651	0.0784	0.0443	0.0481	0.0538	0.0872	0.1113	0.1255	0.1035
wt.R/wt.total (NTP)	0.9369	0.9273	0.9576	0.9541	0.9490	0.9198	0.8999	0.8885	0.9062
wt.lost of rubber(g)	0.2618	0.1898	0.4224	0.1939	0.4464	0.6499	0.7978	0.2622	0.2332
bed swell ratio	3.43	3.57	1.10	1.20	2.00	2.30	2.80	2.80	2.91

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการคำนวณ

1. การคำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและโปรตีนในเนื้อยาง

การวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจน ใช้วิธีวิเคราะห์ตาม ASTM D 3533-76 สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ปริมาณไนโตรเจน, เปอร์เซ็นต์ = $(V_2 - V_1) \times N \times 1.40 / W$

ปริมาณโปรตีน, เปอร์เซ็นต์ = ปริมาณไนโตรเจน x 6.25

โดย

V_1 = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไตเตรตสารละลายตัวอย่าง, ลบ.ซม.

V_2 = ปริมาณของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ในการไตเตรตสารละลายมาตรฐาน, ลบ.ซม.

W = น้ำหนักของตัวอย่างยางที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งใช้ประมาณ 0.1 กรัม, กรัม

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้, นอร์มัล

ตัวอย่างการคำนวณ

จากข้อมูลการทดลองที่ 9 ใช้เม็ดยางในการชะละลายหนัก 14.9966 กรัม ทำการชะละลายที่ความดัน 40 บาร์ อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที น้ำหนักยางที่ใช้ในการวิเคราะห์เท่ากับ 0.1009 กรัม เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่า

V_1 = 2.30 ลบ.ซม. V_2 = 2.05 ลบ.ซม.

W = 0.1009 กรัม N = 0.0233 นอร์มัล

ดังนั้น

ปริมาณไนโตรเจน, เปอร์เซ็นต์ = (2.30-2.05)x 0.0233x 1.40 / 0.1009

= 0.081

ปริมาณโปรตีน, เปอร์เซ็นต์ = 0.081 x 6.25

= 0.506

2. การคำนวณหาปริมาตรคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักยาง

ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ NTP คือ ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ (V_{NTP})

ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ คือ ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่เม็ดยางปล่อยออกมาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ (V_{atm})

สูตรที่ใช้คำนวณ คือ

$$(PV/T)_{NTP} = (PV/T)_{atm}$$

$$(1\ atm)(V_{NTP})/(273\ K) = (1\ atm)(V_{atm})/(273+30\ K)$$

$$V_{NTP} = (273\ K)(V_{atm})/(273+30\ K)$$

$$V_{NTP} = 0.901\ V_{atm}$$

ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ NTP, ลบ.ซม. = 0.901xปริมาตรคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้

ตัวอย่างการคำนวณ

จากข้อมูลการทดลองที่ 27 ทำการชะละลายที่ความดัน 80 บาร์ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 30 นาที

น้ำหนักเม็ดยางที่เหลือหลังการชะละลาย = 14.2818 กรัม

ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เม็ดยางปล่อยออกมา = 349 ลบ.ซม.

ดังนั้น

ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ NTP,ลบ.ซม. = 0.901x349

= 314.4

ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ NTP ต่อ น้ำหนักยาง, ลบ.ซม.ต่อกรัมยาง

= 314.4 / 14.2818

= 22.0172 ลบ.ซม.ต่อกรัมยาง

3. การคำนวณหาน้ำหนักของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักยาง

กรัมโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ NTP = ปริมาตรก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์/22.4

= (0.3144 ลิตร)/(22.4 ลิตร/กรัมโมล)

= 0.0140

น้ำหนักคาร์บอนไดออกไซด์ที่ NTP, กรัม = กรัมโมลของคาร์บอนไดออกไซด์ x 44

= 0.0140 x 44

= 0.6177

ดังนั้น น้ำหนักของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อน้ำหนักยาง, กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกรัมยาง

= 0.6177 / 14.2818

= 0.0432 กรัมคาร์บอนไดออกไซด์ต่อกรัมยาง

4. การคำนวณหาความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์, กรัมต่อลบ.ซม. = PM / ZRT

โดยที่ P, M, T และ Z คือ ความดัน (บาร์) น้ำหนักโมเลกุล (กรัมต่อกรัมโมล) ซึ่งในที่นี้เท่ากับ 44 กรัมต่อกรัมโมล อุณหภูมิ (องศาเคลวิน) และค่า compressibility factor ของคาร์บอนไดออกไซด์ขณะทำการทดลอง

R คือ ค่าคงที่ของก๊าซ ในที่นี้ใช้ 82.06 ลบ.ซม. บาร์ต่อ กรัมโมล องศาเคลวิน

ตัวอย่างการคำนวณ

จากข้อมูลการทดลองที่ 27 ทำการชะละลายที่ความดัน 80 บาร์ อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส และใช้เวลา 30 นาที

ความดันลดทอน, P_r = P/P_c = 80 / 75 = 1.10

อุณหภูมิลดทอน, T_r = T/T_c = (273+28)/(273+31.1) = 0.99

จากกราฟรูปที่ ก.3 ในภาคผนวก ก. อ่านค่า compressibility factor, Z ได้ 0.23 ดังนั้น

ความหนาแน่นของคาร์บอนไดออกไซด์, กรัมต่อลบ.ซม.

= (80 x 44) / (0.23 x 82.06 x (273+28))

= 0.6196

5. การคำนวณหาอัตราการพองตัวของยาง

จากข้อมูลการทดลองที่ 27

อัตราการพองตัวของยาง = ระดับความสูงยางสุดท้าย / ระดับความสูงยางเริ่มต้น

= 11.5 / 6.0

= 1.92

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวพรฤดี มุ่งสมานกูล เกิดวันที่ 5 กันยายน พ.ศ. 2511 ที่อำเภอป้อมปราบ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย