物理化學の進歩
(第19卷第1輯 昭和20年1月)

超高壓に就て (第七報)

空氣の壓縮率の測定に就て

歸山 亮

増壓機[1]を用ひて空氣の壓縮率を求めた. 豫め壓縮された瓦斯を増壓機上部に導入し, リスリン壓にて此を壓縮しピストンの位置より, その際の空氣の容積を測定した. 此の場合空氣の壓力は増壓機に連結した壓力計を直接讀むか, 或は豫め求められた關係[2]からリスリン壓を讀めば與へられる.

使用した壓力計は既に檢定[3]せられた夫々 Schäffer Budenberg の最高 300 kg/cm², 一度盛 1 kg/cm²; 某計器製作所の最高 1,000 kg/cm², 一度盛 10 kg/cm²; 同所製 2,000 kg/cm², 一度盛 50 kg/cm² のものである. こゝに 1,000 kg/cm² 壓力計は直接壓の測定に用ひると共に高壓の場合はリスリン壓を測定する間接測定法に使用せられた. 他の二個の壓力計は何れも空氣の直接壓力の測定に使用した.

100～250 kg/cm² には 300 kg/cm² 壓力計; 250～600 kg/cm² には 1,000 kg/cm² 壓力計; 500～1,600 kg/cm² は 2,000 kg/cm² 壓力計を直接使用し, 1,100～4,600 kg/cm² には 1,000 kg/cm² 壓力計を使用し, 空氣の壓力を間接に求めた.

空氣の壓縮率を測定する前に増壓機の構造[1]からピストンのパツキング材質の壓縮率を測定せねばならない.

パツキングの壓縮率を吟味するにはリスリンの壓縮率を測定することにする. リスリンの壓縮率を測定するにはリスリンを入れたるシリンダーに附屬せる各部の空間を求めねばならぬ. 空氣壓縮率測定の際は同様に耐壓管及び附屬品の死空間を求めねばならぬ. 複雑でない例へばシリンダーに對しては長さの測定から容積を算定し, 繼手・バルブ・Bourdon 型壓力計に對しては水銀を入れ, その重量より算定する方法を取つた. 高壓器械の部分品であるため, 何れも附屬品は內容積小さく, 從つてその容積總計 10 cc 前後であつた. Bourdon 型壓力計に就ては使用時に於ける容積の變化も考慮されねばならぬ.

Bourdon 管自身極めて細管であるためと, 高壓に使用のものは變形の極めて少ないものを擴大させて見ねばならぬためから容積變化は少いものと見ねばならぬ. 試料を入れる空氣室は徑 30 m/m, 長さ 12 cm に對し, リスリンの容積は壓縮時に於ては 600 cc に至る.

リスリンの壓縮率は 12,000 kg/cm² まで Bridgman[4] によつて與へられてゐる. 然しながら彼の値は 0, 50, 95°C の値で 1,000 kg/cm² までは 500 kg/cm² の測定値があるだけである. こゝに求めたいのは室溫に於ける 800 kg/cm² 迄の値である. 空氣及びリスリンの壓縮率の測

1) 歸山, 本誌, 本輯, 1頁.
2) 歸山, 本誌, 本輯, 33頁.
3) 歸山, 本誌, 本輯, 26頁.
4) Landolt, *Physikalisch-Chemische Tabellen. Dritter Ergänzungsband*, I, S. 91.

定は加壓前後に於けるピストンの位置を讀み，此より容積變化を求めて全量との比をとれば得られる.

Bridgman の値とは温度が一致せぬこと及び筆者の使用したリスリンは藥局方のものを增壓機に常用したものであるから直接比較することは出來ない. * 印の値は前の三つの値と異なる增壓機を使用したものである. 從つてリスリン中の水分量を異にする恐れがある.

次表に筆者の得た値と Bridgman の値とを比較して見る. 何れの場合も加壓前の壓を 1.0000 とする.

Temperature °C / Pressure kg/cm²	0	50	R. T. 28.3～32.0° C
0	1.0000	1.0000	1.0000
50	—	—	0.9984
100	—	—	0.9977
267	—	—	0.9926*
500	0.9900	0.9873	—
800	—	—	0.9772*
1,000	0.9806	0.9765	—

ここに問題となるはリスリンに浸つたピストンのゴムパツキングの壓縮率である.

壓縮率 x は次式に與へられる.

$$x = a + bp$$

ここに p は壓力 (kg/cm²), a, b は恒數であり, 夫々 10^{-6} cm²/kg, 10^{-12} cm⁴/kg² の單位であたへられる. Adams-Gibson[5] によれば b は與へられず, a はゴムの種類によつて異なり, 0～4,000 kg/cm² の間で 19.0～12.3 から 35.8～15.8 の範圍に與へられる.

ΔP に對する容積 V の變化を ΔV とすれば x は

$$x = -\frac{1}{V}\frac{\Delta P}{\Delta V}$$

故に

$$x\,\Delta P = -\frac{\Delta V}{V}$$

上に述べた彈性率の範圍であると 4,000 kg/cm² に於けるゴムの容積變化は原容積の 5.2～14.3% になる. 卽ち 4,000 kg/cm² に於ける瓦斯壓縮室のパツキングの收縮量は 0.307～0.850 cc となり，壓縮過程に於ける氣體容積の 1%內外に止まる. 此と平衡を保つリスリンに浸漬されるパツキングの收縮は 0.138～0.380 cc である. リスリンに對するピストン 0.01 cm の動きは 0.430 cc の容積となり, 凡そ 800 kg/cm² までのリスリンの壓縮率測定にはパツキングの收縮を考に入れる必要がない. 此の場合はパツキング一枚の場合であるが, パツキングの枚數を增すとリスリン壓縮率測定値に補正値を入れねばならぬ. リスリンの壓縮率を低壓より Adoms-Gibson の測定値からパツキング收縮による補正を必要とする壓まで測定し, Bridgman

5) Landolt, *Physikalisch-Chemische Tabellen, Dritter Ergänzungsband*, S. 71.

の測定値の間に落ちるかを見る．此の關係から使用したゴムの壓縮率は大體 Adams-Gibson の値の範圍内であることを認めた．

增壓機を使用して瓦斯の壓縮率を求める際，瓦斯側の耐壓室の容積はピストン上昇によつて狹められるに反し，リスリンの耐壓室は容積の增加を來す． 從つて瓦斯側ピストンパツキングの收縮による補正値は壓力の上昇に伴ふて增大するが，此に反しリスリン側のピストンパツキングの收縮はリスリンに對して減少する． 從つて空氣の壓縮率の測定には使用パツキングの壓力による補正値の範圍を Adams-Gibson の値より計算しておかねばならぬ． 壓縮率測定の誤差は壓縮室の容積がピストン上昇によつて異るから一樣でない． ピストン平衡の誤差及びゴムの壓縮率の値の可成り範圍から來る容積誤差は總計として 1.5%に達する．

空氣の 100 kg/cm² より 5,000 kg/cm² に至る壓縮率の測定は次の如く四回に分けて行つた．此は壓力計の使用範圍が限定されるため，各回ごとに壓力計を代へたためである． 壓力計は何れも檢定濟の次の計器を使用した[3]．測定壓範圍及び測定溫度を次に揭げる．

Exp. No.	Manometer and Its Maker (kg/cm²)	Meassuring Range of Pressure (kg/cm²)	Temperature (°C)	Manometer applied
Exp. 1	300 kg/cm² Schäffer Budenberg	100～ 250	32.0	direct
Exp. 2	1,000 kg/cm² Certain Maker	250～ 600	28.3 29.6	direct
Exp. 3	2,000 kg/cm² Certain Maker	500～1,600	33.0	direct
Exp. 4	1,000 kg/cm² Certain Maker	1,100～4,640	28.5	indirect

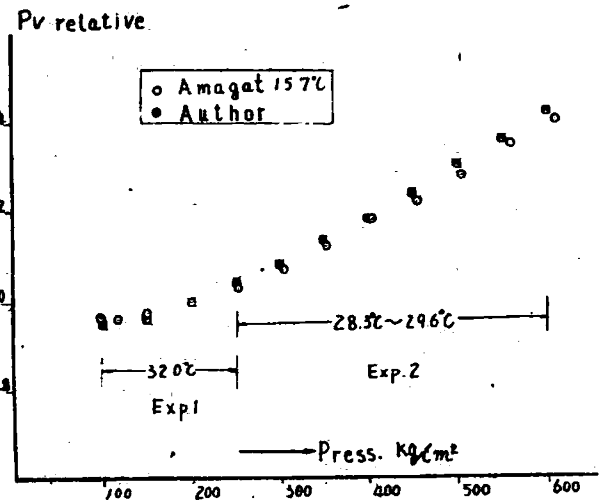

Fig. 1

Exp. 1, 2, Exp. 3, Exp. 4 の結果は夫々 Fig. 1, Fig. 2, Fig. 3 に與へられる．各結果は Amagat[6] の値と共に示されてゐる．縱軸に壓力，容積の積 (PV) の相對比をとつて壓力との

6) Landolt, *Physikalisch-Chemische Tabellen*, I, S. 108.

物理化学の進歩 Vol. 19 No. 1 (194

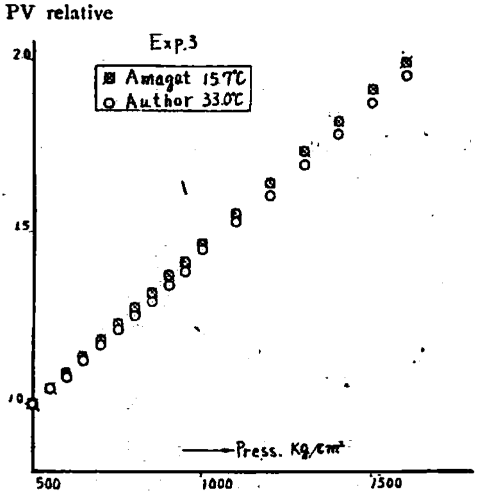

Fig. 2

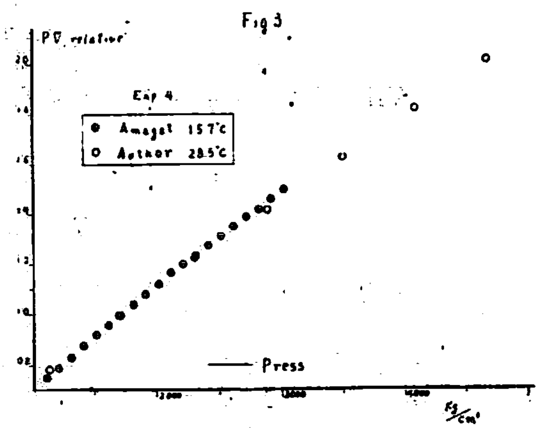

Fig. 3

關係を示した. Amagat によつて 15.7°C に於ける 3,000 kg/cm² までの値が與へられてゐるが筆者は此の範圍を擴大した. 溫度が多小異なるため直ちに嚴密な比較は出來ない. 0°C, 壓力 1 kg/cm² の場合の容積を 1 とし, 1 kg/cm², 3,000 kg/cm², 4,640 kg/cm² の PV を夫々 $(PV)_1$, $(PV)_{3,000}$, $(PV)_{4,640}$ とせば

$$(PV)_1 = 1$$

$$(PV)_{3,000} = 4.3980 \cdots\cdots\cdots \text{Amagat}$$

$$= 4.1026 \cdots\cdots\cdots \text{筆者}$$

$$(PV)_{4,640} = 5.6656 \cdots\cdots\cdots \text{筆者}$$

3,000 kg/cm² に於て Amagat と筆者の位の開きは 6.7%である.

本報告を終るに當り, 御指導を賜りたる堀場教授に厚き感謝の意を表す.
研究費の一部は文部省科學研究費並に日本學術振興會の御援助によつた. 深甚なる謝意を表する.

京都帝國大學理學部化學教室
物 理 化 學 研 究 室

(昭和19年11月15日受理)

ULTRA PRESSURE.

VII. The Compressibility of the Air under Ultra Pressure.

By RYO KIYAMA.

(Abstract)

The compressibility of the air was measured by means of an intensifier. The air previously compressed, being held in the gas-side chamber of an intensifier, was compressed further with glycerine pressure, and from the position of the piston the volume of the air was observed. In this case, the pressure of the air can be measured either by reading directly the pressure gauge connected with the intensifier or by regarding the glycerine pressure obtained from the relation between the gas-side pressure and glycerine-side pressure as the pressure of the air.

In the former case, 300 kg/cm², 1,000 kg/cm² and 2,000 kg/cm² gauges were used. For the range from 1,120 kg/cm² to 4,640 kg/cm² was adopted the method of measuring glycerine-side pressure by means of 1,000 kg/cm² gauge.

The dead space of the gas-side chamber, the volume of the Bourdon tube and the compressibility of the piston packing were also examined. The result being obtained from the term of the product of pressure and volume, PV was given diagrammatically from the relative value of PV.

In the three figures shown, the observed values (up to 3,000 kg/cm²) of Amagat are given for comparison.

The Department of Physical Chemistry,
Chemical Institute, Kyoto Imperial University.

(*Nov. 15, 1944*)