

182939

263167

拖 拉 機

管 榮 法 編 譯

新 農 出 版 社

拖 拉 機

管榮法編譯

新農出版社

目 錄

第一章 緒論.....	1
第一節 內燃機的分類.....	2
第二節 四衝程電花點火發動機(汽油發動機).....	3
第三節 二衝程電花點火發動機.....	4
第四節 壓縮點火發動機(柴油機).....	7
第二章 熱力學概要.....	9
第一節 理想氣體.....	9
第二節 熱力學定律及能量方程式.....	13
第三節 理想氣體的熱力過程.....	15
第四節 卡努循環.....	24
第三章 馬力及馬力試驗.....	29
第一節 馬力及馬力的測定.....	30
第二節 效率.....	33
第四章 燃料與燃燒.....	47
第一節 燃料的種類、成分及提鍊過程.....	47
第二節 液體燃料.....	53
第三節 氣體燃料.....	62
第四節 燃燒.....	64
第五章 拖拉機發動機的基本機件.....	67

第一節	發動機體、汽缸及汽缸套·····	67
第二節	汽缸蓋·····	69
第三節	活塞·····	70
第四節	聯桿·····	75
第五節	曲軸·····	78
第六節	飛輪·····	83
第七節	發動機曲軸箱·····	84
第八節	曲軸—聯桿機構的缺點·····	85
第九節	配氣機構·····	86
第 六 章	汽油機給油系統·····	97
第一節	燃料系統·····	97
第二節	可燃性混合氣體及其準備·····	97
第三節	汽化器·····	99
第四節	汽化器中空氣的來源·····	112
第五節	汽化器中燃料的供給·····	114
第六節	進氣與排氣歧管·····	114
第 七 章	柴油給油系統·····	115
第一節	柴油機的燃料輸送系統·····	115
第二節	柴油機及柴油的噴射·····	116
第三節	噴油泵與柴油噴射器·····	119
第四節	燃料濾清器及輸油泵·····	127
第五節	調速的性質與程度·····	133
第六節	離心式調速器·····	134
第七節	調速裝置的構造·····	136
第 八 章	發動機的散熱·····	137
第一節	發動機散熱的必要性·····	137
第二節	散熱系統的分類·····	137
第三節	散熱系統中主要的機件·····	139
第四節	散熱系統中的用水·····	151

第九章	發動機的潤滑	153
第一節	應用在潤滑發動機的潤滑油	153
第二節	潤滑系統的分類	155
第三節	潤滑系統的機構與機件	158
第四節	潤滑系統的保養與故障	167
第十章	拖拉機的工作混合氣體的點火及電路系統	169
第一節	點火機件	169
第二節	拖拉機的電系照明	179
第十一章	拖拉機的離合器	185
第一節	離合器的功用與分類	185
第二節	離合器的構造與作用	186
第十二章	變速齒箱及萬向節	195
第一節	變速齒箱的功用與分類	195
第二節	變速齒箱的構造	196
第三節	變速齒箱操縱機構	198
第四節	變速齒箱的構造型式	201
第五節	萬向節或稱自由節	212
第十三章	拖拉機の後橋	217
第一節	圓輪式拖拉機の後橋機構	217
第二節	圓輪式拖拉機差速器的功用裝置及其工作的原理	218
第三節	鍊軌式拖拉機の後橋機構	221
第四節	鍊軌式拖拉機後橋機構的構造型式	221
第五節	鍊軌式拖拉機的轉向機構	226
第六節	鍊軌式拖拉機的最後變速機構	232
第十四章	圓輪式拖拉機的行走部分	237
第一節	驅動輪與導向輪	237
第二節	前軸	239
第三節	拖拉機中耕時的特殊構造	240
第十五章	鍊軌式拖拉機的行走部分	243

第一節 行走部分的功用.....	243
第二節 鍊軌.....	243
第三節 拖拉機的懸掛部分.....	255
第四節 拖拉機行走部分的保養.....	261
第十六章 圓輪式與鍊軌式拖拉機的方向操縱與制動裝置.....	263
第一節 圓輪式拖拉機的轉向操縱裝置.....	263
第二節 圓輪式拖拉機的制動器.....	266
第三節 鍊軌式拖拉機的轉向操縱裝置.....	267
第四節 鍊軌式拖拉機的制動器.....	269
第十七章 拖拉機懸掛裝置與其附屬裝置的工作.....	277
第一節 拖拉機的懸掛裝置.....	277
第二節 拖拉機附屬裝置的工作原理.....	279
附錄 I 拖拉機的性能表.....	285
附錄 II 重要氣體的比熱.....	286
附錄 III 重要數量及互換關係表.....	287
附錄 IV 中俄名詞對照表.....	289
參考書.....	299

第一章 緒論

人類利用自然界所供給的煤及石油等作為燃料，因為這種燃料含有碳、氫及碳氫化合物，該化合物與空氣中氧混合，在某一定的溫度下即起化學反應而轉變成各種氧化物，然後再加以利用，轉變成我們所需要工作的能量。凡使熱能轉變成機械能的設備，通常稱為熱機。熱機有兩大類：

(一) 外燃熱機

(二) 內燃熱機

上述兩類熱機皆因燃燒燃料後轉變成化學能，使組成物質的分子與原子的排列突然改變，因此這種物質內部的能量大大增加。外燃機是利用水為媒介物，置於鍋爐內燃燒，使水受到高溫蒸發成蒸汽，蒸汽膨脹推動活塞或汽輪機的水輪片（或稱透平葉），產生工作；但是內燃機就不同了，在發動機內燃燒碳氫化合物，利用碳氫化合物本身所起化學反應後產生的壓力，直接推動活塞而工作。

現代拖拉機的發動機，都採用內燃機，以燃燒柴油或汽油為主；蒸汽拖拉機因不適合在田間操作，所以現時就很少用了。

拖拉機依用途來分，大致可分為工業用及農業用二類。用在工廠、碼頭、堆棧等地方的工業用拖拉機，大部分採用輪胎式的，有時後輪用雙胎，速度較高，又有舉重、絞車、挖土、裝卸貨物等附件設備，通常馬力很大。用在築路和水土保持工作的拖拉機，大部採用鏈軌式的。本書所討論的是屬於內燃機類的農業拖拉機。

第一節 內燃機的分類

內燃機常因工作循環、活塞運動方法、應用燃料及設計的不同如點火方法、活塞位置與數目、轉速等的不同而分成幾類。

(一) 依工作循環不同，可分四衝程及二衝程循環發動機。活塞在汽缸中自高止點到低止點所行的距離稱為衝程或稱行程。完成一工作循環需要活塞在汽缸中往復各二次者稱為四衝程循環發動機；活塞在汽缸中往復一次就可完成一工作循環者稱為二衝程循環發動機。

(二) 依所用燃料的不同大致可分三種：

第一種為氣體燃料發動機。

第二種為液體燃料發動機，又可分為：

(1) 揮發性燃料發動機 以汽油、煤油或酒精等作為燃料，這種發動機必須應用汽化器，先使燃料汽化。

(2) 重油發動機 這種發動機在進氣衝程時，祇有純空氣被吸入汽缸中，然後由活塞壓縮空氣，剛到壓縮衝程末尾時，燃料即被噴射入已被壓縮的高壓高溫的空氣中，瞬間間互相混合發生爆炸，這一類大致可分低、中及高壓縮發動機。低壓縮發動機的點火方法，常利用一突起物伸入燃燒室中，且用火焰增高該突起物的溫度，使被壓縮的空氣溫度也隨着增高；中壓縮發動機的點火也靠壓縮空氣，但起動時也需要一特製的點火器；高壓縮發動機的點火單靠壓縮空氣，不需要外界的方法來起動的。

第三種固體燃料發動機 通常應用煤，先在煤氣發生爐內氣化，然後再加以利用，因此這種發動機也稱為煤氣發動機。發生爐的形狀也有多種，例如上海市公共交通公司的白煤煤氣車。德人狄賽爾氏曾經嚐試利用研碎的煤粉直接噴射到汽缸中，結果沒有成功。後來有一位德籍設計家保利可夫斯基氏設計一種類似狄氏原來的發動機，應用研碎極細的煤粉，結果竟能成功，使發動機發生效果，但是這種發動機的燃料在燃燒後所形成的灰粒摩擦力甚大，容易磨蝕汽缸套、活塞及活塞環。假使能够儘量減低磨蝕的程度，那末這種發動機的前途大有希望，因為煤質及煤的供給量均較液體燃料便宜而且容易得到。

(三) 依不同的點火方法而分 應用電花點火的稱為電花點火發動機。高

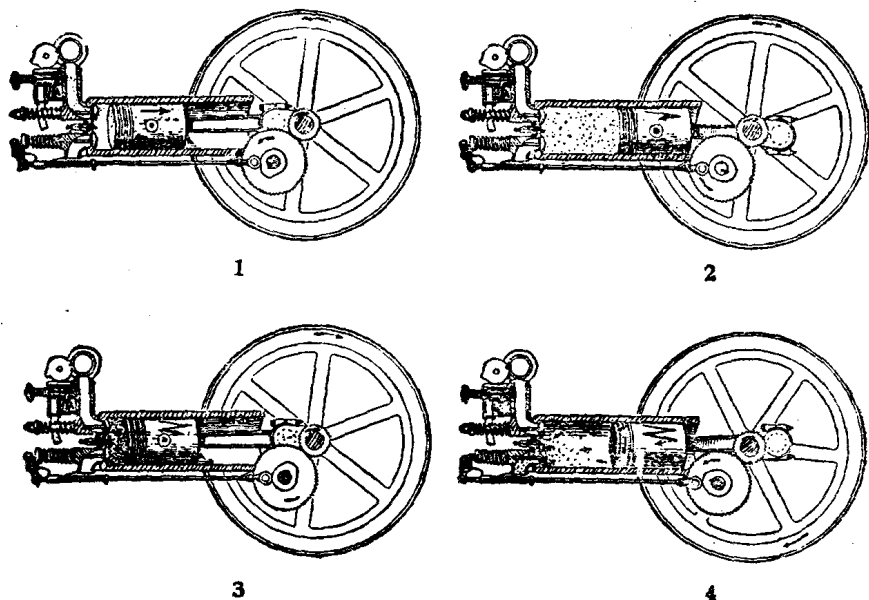
壓縮柴油發動機不需要特別裝置的點火機構，燃料噴射入高壓高溫的空氣中，瞬刻間即可燃燒，因此稱為壓縮點火發動機。

(四) 依設計方法的不同而分 可分為單動作及雙動作發動機，後者常為大型發動機；前者可分水平式及垂直式發動機。不論單汽缸或多汽缸，凡汽缸的中心綫與地面成平行的稱為水平式發動機，與地面垂直的稱為垂直式發動機。

V—型發動機，其汽缸中心位置在二個相交的平面中，每一對汽缸中的活塞在同一曲柄上運動。這種配置可以縮短發動機及曲軸的長度。如輻式發動機有五、七或九個活塞在曲軸上的同一曲柄上運動。輻式發動機大多應用在飛機上的。

第二節 四衝程電花點火發動機(汽油發動機)

第1圖是普通發動機的四衝程循環。這項構造不需要密封的曲軸箱，在汽缸蓋處有二活門。第1圖表示進氣衝程開始，活塞下行，進氣活門大開，空氣與汽



第1圖 汽油機的四衝程循環

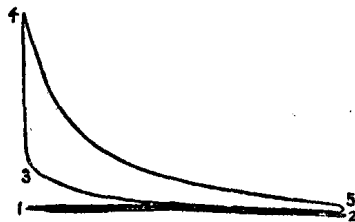
1. 進氣衝程 2. 壓縮衝程 3. 動力衝程 4. 排氣衝程

油的混合氣體經過進氣歧管被吸入汽缸中。在進氣衝程結束時，進氣活門立即關閉。同時活塞上行壓縮被吸入的混合氣體，使發生高溫高壓。這時火花塞立即發生火花點燃混合氣體，使之爆炸；爆炸的結果使混合氣體的容積膨脹，活塞下行，這就是動力衝程（見第1圖3）。在完成這衝程時又推動活塞再上行，同時排氣活門大開，將汽缸中已經燃燒後的廢氣完全排除，這就是排氣衝程（見第1圖4）。活塞已上下二次，曲軸完成二整轉，即稱為一循環。為求易於明瞭計，茲更列表說明：

四衝程循環：

- (1) 進氣衝程 活塞下行，進氣活門大開，將混合氣體吸入汽缸。
- (2) 壓縮衝程 活塞上行，二活門緊閉，在汽油發動機中混合氣體被壓縮到高溫高壓，以利點燃；在柴油發動機中，僅壓縮純空氣，使空氣達到高溫高壓。
- (3) 動力衝程 二活門緊閉。在汽油發動機中，混合氣體由於發火設備點燃而膨脹，推動活塞下行；在柴油機中，柴油被特殊噴射設備噴射入壓縮衝程高溫高壓的空氣中，使柴油自動點燃。
- (4) 排氣衝程 活塞上行，排氣活門大開，將廢氣排出，以備下一次循環開始。

第2圖是四衝程汽油發動機的曲線圖解；1—2為進氣衝程；2—3為壓縮衝程，排氣及進氣活門均緊閉；3—4為等容燃燒，通常稱為爆炸；4—5是動力衝程時的膨脹，5—1是排氣衝程。

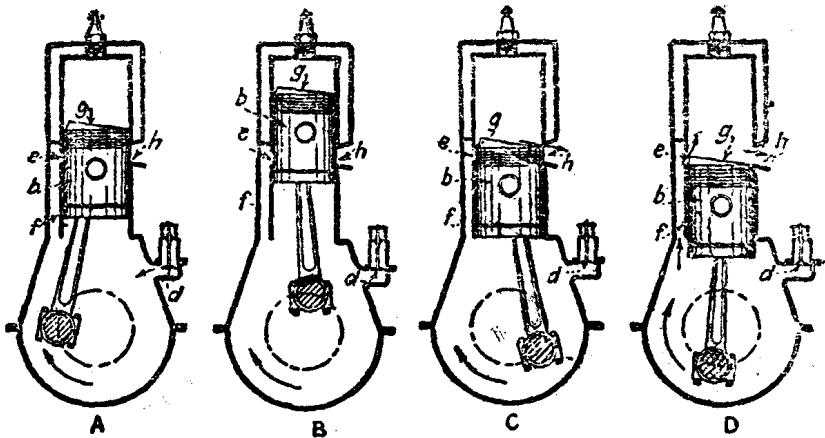


第2圖 四衝程汽油發動機曲線圖解

第三節 二衝程電花點火發動機

二衝程循環發動機必須具有下列二特性：其一，在汽缸蓋下相當距離的汽缸

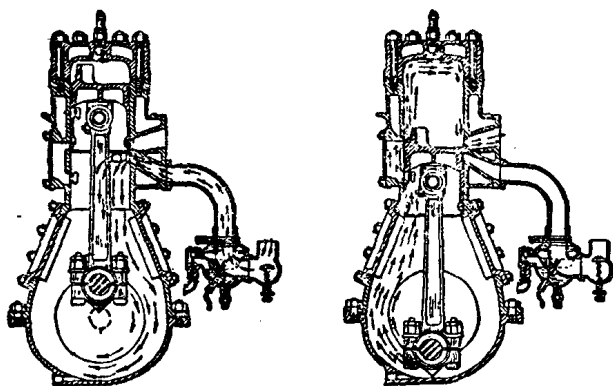
壁上有二開口，作用等於進氣活門及排氣活門；其二，發動機汽缸的柄尾必須密閉，也就是說需要密閉的曲軸箱。見第3圖，活塞向上運動時，關閉e及b的開口處，且進行壓縮作用，同時曲軸箱的容積增大，燃料的混合氣體經過開口d處，立即被吸進曲軸箱內，然後在活塞第二次向下行時被壓縮經過f孔道及經過e進入汽缸。當活塞上行進行壓縮衝程時，火花隨即產生，被壓縮的燃料也就爆炸，使混合氣體膨脹迫使活塞下行，這就是動力衝程（如第3圖B所示）。到動力衝程結束時，二孔打開（見第3圖C所示）。由於汽缸中的壓力，使燃燒後所產生的廢氣從排氣孔排出。同時在曲軸箱內的新鮮混合氣體經過進氣孔而進入汽缸。這時候活塞上下一次，曲軸完成一轉稱為一循環。



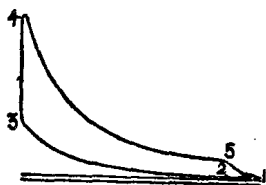
第3圖 二個開口二衝程循環發動機

第4圖是三開口型的二衝程循環發動機，燃料的混合氣體經過第三開口處進入曲軸箱以完成循環。

第5圖是典型二衝程發動機的曲線圖解：壓縮曲綫2—3，燃燒綫3—4及膨脹綫4—5與四衝程發動機的曲線沒有區別。在5一點上發動機汽缸中的活塞開始滑過特製的排氣孔，大量廢氣即由這排氣孔排除。當汽缸中壓力降低到幾近大氣壓力時，有一換氣泵浦壓使少量的空氣進入汽缸，消除留在汽缸中的剩餘廢氣。換氣工作直到圖上2的所在點，這時候活塞也向着汽缸蓋運動，且遮閉了換



第4圖 三開口型二衝程循環發動機



第5圖 二衝程發動機曲線圖解

氣孔及排氣孔，隨着壓縮衝程開始。

現在我們討論二衝程循環發動機的特性；它有下列幾項機械特性：

- (1) 曲軸箱須密閉。
- (2) 在汽缸邊的開口地方，開啓及關閉完全是由活塞滑過與否，來代替活門的任務。

- (3) 不需要活門及其他與活門機構相似的裝置。
- (4) 汽油與空氣的混合氣體由曲軸箱而入汽缸中的。
- (5) 汽缸爲垂直裝置。

二衝程循環發動機也有優缺點。其優點有下列四點：

- (1) 每一匹馬力的發動機比較輕。
- (2) 構造簡單。

(3) 工作行程或動力衝擊力的頻率要比較大。

(4) 可在任一方向工作。

但二衝程循環發動機的缺點有下列五點：

(1) 不容易控制燃料混合氣體。

(2) 不能儘量使消耗的燃料發生最高的效率。

(3) 負荷常變動的工作不能使人滿意。

(4) 速度及動力不易控制。

(5) 潤滑及散熱比較困難。

二衝程循環發動機對於燃料的消耗，不能有效利用，所以在發動及工作的時候有非常大的困難；並且已經燃燒過燃料的剩餘物資也不能完全排除。因此要校正適當燃料混合氣體送入汽缸中，實在是一個困難的問題，除非時時正確校正不可。假定有一部二衝程循環發動機與一部四衝程循環發動機有同樣大小、速率、鏢孔，那末二衝程循環發動機所發生的動力，必定二倍於四衝程循環發動機所發生的動力；因為二衝程循環發動機在同一時間內能夠發生二次動力行程。

第四節 壓縮點火發動機(柴油機)

壓縮點火發動機也稱柴油機。1897年德籍工程師狄賽爾氏發明，因此也稱為狄賽爾發動機，有二衝程及四衝程循環二種，這種發動機與電花點火發動機主要的不同有四點：

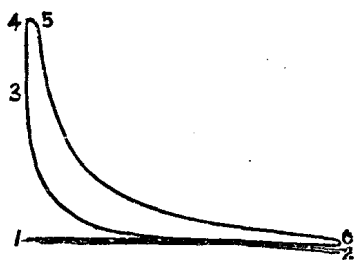
第一點，四衝程電花點火發動機，燃料與空氣的混合氣體在壓縮行程以前進入汽缸；但四衝程柴油機在進氣行程時僅有純空氣(滲和極少量的剩餘氣體)進入，在壓縮行程時也祇有純空氣被壓縮，另一方面柴油則在壓縮行程後已經適量的形成極細微原子化的霧狀體，活塞剛到達高止點以前，即被噴射到高溫高壓的空氣中。

第二點，電花點火發動機的壓縮比較低，因為混合氣體在壓縮行程末尾時的點火溫度不須太高；但柴油機的壓縮比必須提高，因為被壓縮空氣的點火溫度有時需要達到 550°C 以上。

第三點，電花點火發動機必須備有火星塞，利用高壓電流使火星塞發生火花，點燃混合氣體；柴油機則不需要任何點火機構。

第四點，電花點火發動機爲等容燃燒；柴油機爲等壓燃燒，或等容等壓的聯合燃燒。

第6圖可以解釋用機械方式噴射柴油的四衝程柴油機的動作：1—2是進氣綫，壓縮衝程2—3時在汽缸中空氣的溫度與壓力提升很高，足可點燃活塞到達高止點以前所噴射入汽缸中的柴油。柴油着火燃燒後的一瞬間，首先增高壓力如圖中3—4直綫所表示的。活塞開始動力衝程時，有一極短的時間幾乎保持壓力不變如圖中4—5所表示的。5—6是膨脹曲綫，6—1是排氣綫與電花點火發動機的圖解所表示的相類似。



第6圖 四衝程壓縮點火發動機

二衝程柴油機的壓縮及動力衝程與第6圖四衝程所表示的相似；換氣過程與第5圖二衝程電花點火發動機的換氣過程無異。

第二章 熱力學概要

第一節 理想氣體

在討論理想氣體定律之前，先明瞭幾個名詞：

理想氣體 理想氣體在攝氏表零度以下 273.1 度時，氣體的容積不再發生增減；換句話說，在攝氏表零下 273.1 度不再有溫度存在。

絕對溫度 溫度由攝氏表零下 273.1 度作為零度起算，稱為絕對溫度，通常均採用 273，用 T_c 表示。例如室內溫度為 30°C ，絕對溫度為：

$$T_c = 273^{\circ}\text{C} + t^{\circ}\text{C} = 273 + 30 = 303^{\circ}\text{C}$$

凡絕對溫度增加 1 度時，理想氣體容積的膨脹為 $1/273$ 倍，假使應用華氏表，則絕對溫度為：

$$T_F = 460^{\circ}\text{F} (\text{原為 } 459.6^{\circ}\text{F}) + t^{\circ}\text{F}$$

絕對壓力 大氣壓力的大小，按緯度、海拔及溫度的高低而生變化。在北緯 45 度海平面，華氏 32 度，大氣壓力為 760 公厘或 29.92 吋水銀柱時，約等於每方吋 14.7 磅，合每方呎 2116 磅，公制每平方公分為 1.0334 公斤，合每平方公尺為 10334 公斤。自這起始點所表示的壓力，稱為表壓力。真空內沒有任何壓力的存在，自真空起算的壓力，稱為絕對壓力，也就是大氣壓力與表壓力相加之和。

熱容量 單位質量的某物體，使其溫度升高 1 度所需要的熱量，就稱為該物質的熱容量；需要熱量多的稱為熱容量大，需要熱量小的稱為熱容量小。

比熱 某一物質的熱容量對於同質量純水的熱容量之比，稱為該物質的比熱。以公制說，1 克某物質升高 1°C 所需卡數的熱量；以英制說，1 磅某物質升高 1°F 所需英熱單位(B. t. u.)的熱量。卡為熱量的單位，1 卡等於 1 克的水在大氣壓力 760 公厘之下，由 0°C 到 100°C 所需百分之一的熱量；1 大卡等於 1 公斤的水在大氣壓力 760 公厘之下，由 0°C 到 100°C 所需的熱量或稱公斤卡。1 英熱單位等於 1 磅的水升高 1°F 所需的熱量。水的比熱為 1，汽油為 0.5，酒精在 23 至 43°C 時的比熱為 0.3932。

壓縮比 汽缸容積與燃燒室容積相加，再與燃燒室容積相比，稱為壓縮比，通常用 ρ 表示的。

理想氣體定律 氣體的壓力、容積或絕對溫度發生變化時，變化的情形適合下列情況的，稱為理想氣體。

(1) 溫度不變，理想氣體的容積 V 與絕對壓力 P 成反比例，也就是

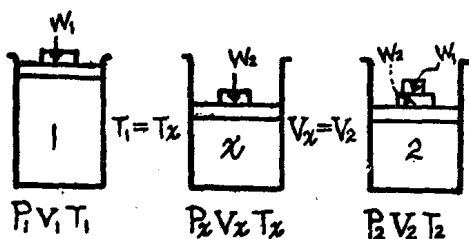
$$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{常數}$$

(2) 若壓力 P 不變，所有的等容氣體膨脹與絕對溫度成正比例；氣體加熱時，若容積不變，絕對壓力的增加與絕對溫度成正比例。

設氣體受熱，若容積 V 不變，絕對壓力 P_1 至 P_2 ，絕對溫度 T_1 至 T_2 ；因此， $P_2/P_1 = T_2/T_1$ 。

設氣體受熱，若壓力 P 不變，氣體的容積與溫度起變化；因此， $V_2/V_1 = T_2/T_1$ 。

理想氣體特性方程式 若合併上述二方程式就可成為理想氣體特性方程式。 $P_1 V_1$ 及 T_1 代表理想氣體原來的絕對壓力、容積及絕對溫度。如第 7 圖中 1 所表示的。今若使理想氣體的絕對壓力、容積及絕對溫度至另一新環境中如圖中



第 7 圖 波義耳及查理兩定律聯合圖解

2 所表示的,所有原來的壓力、容積與溫度變成 P_2 V_2 及 T_2 。

首先使理想氣體在溫度不變下,從圖中 1 的情況改變至圖中 x 的情況下,容積及壓力都改變,然後在容積不變下,從 x 的情況下改變到 2, 壓力及絕對溫度也隨着改變。因此,

$$\frac{P_x}{P_1} = \frac{V_1}{V_x} \dots\dots\dots (2-1)$$

及

$$\frac{P_x}{P_2} = \frac{T_x}{T_2} \dots\dots\dots (2-2)$$

因為

$$V_x = V_2 \quad T_x = T_1$$

代入方程式(2-1)

$$\frac{P_x}{P_1} = \frac{V_1}{V_2}$$

$$P_x = \frac{V_1}{V_2} P_1 \dots\dots\dots (2-3)$$

代入方程式(2-2)

$$\frac{P_x}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$P_x = \frac{T_1}{T_2} \times P_2 \dots\dots\dots (2-4)$$

方程式(2-3), (2-4)相等 $\frac{P_1 V_1}{V_2} = \frac{P_2 T_1}{T_2}$

因此

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{PV}{T} = \text{常數} = R \dots\dots (2-5)$$

所以

$$PV = RT, \quad P_1 V_1 = RT_1 \text{ 及 } P_2 V_2 = RT_2 \dots\dots (2-6)$$

若 w 為氣體的重量則

$$PV = wRT \dots\dots\dots (2-7)$$

假設 P = 絕對壓力(公斤/平方公尺)

V = 容積(立方公尺)

w = 氣體重量(公斤)

R = 氣體常數

T = 絕對溫度($^{\circ}\text{C}$)

假設 $w = 1$

$$R = \frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{1}{273} \times 10334 \times \frac{1}{1.29} = 29.27 \text{ (空氣)}$$

【例題】 一部拖拉機車胎內部的空間共為 14000 立方公分。

(1) 當充滿絕對壓力每平方公分為 5 公斤, 溫度 0°C 的空氣時, 問空氣的重量為若干公斤?

(2) 若溫度升高至 21°C , 車胎內的容積不生變化, 問空氣的壓力增高幾何?