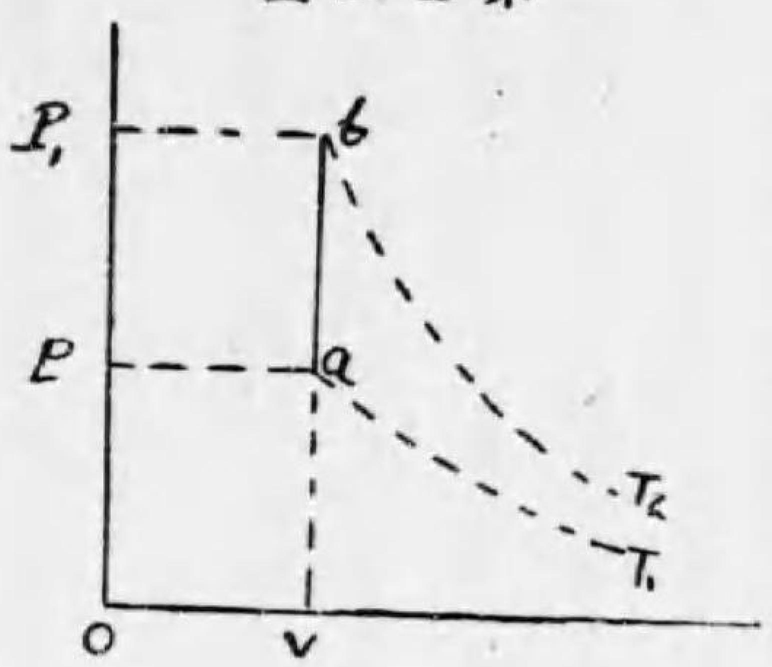
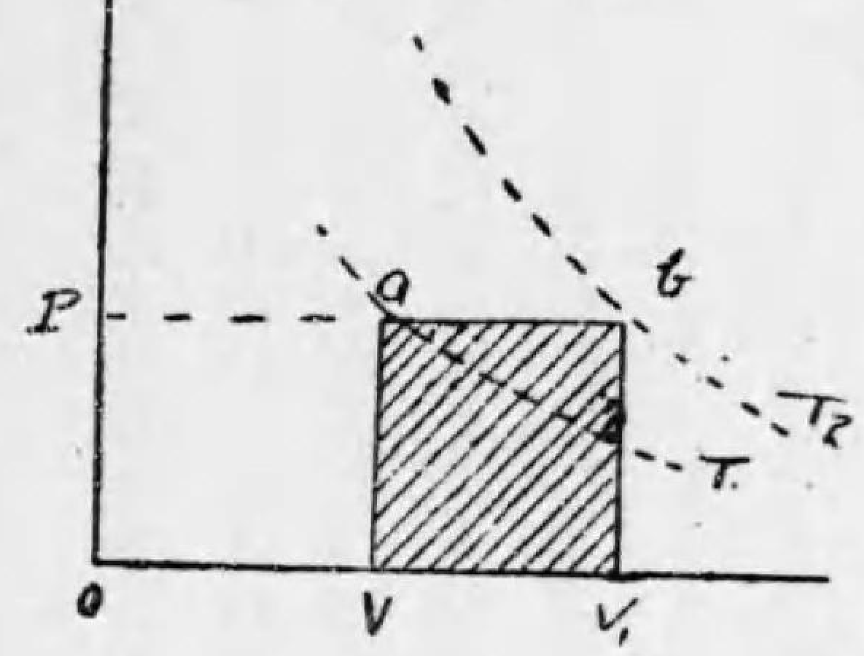
事が爲されてゐないのである、何となれば外部的仕事は $P(V_1-V)$ で示さるるやうに容積に變化が起らなければ出來ないのであるが此の場合 $V_1-V$ の値は零であるから外部的仕事は零である。それで此の場合瓦斯に加へられた熱は内部的勢力として取り入れられたもので $K_v(T_2-T_1)$ に相當する。

第百三圖




第百四圖




次に前記の瓦斯一封度を同じく圓筒に入れその表面には滑動自在な吸鍔を裝置して外部の壓力を一定に保ちながら加熱すれば瓦斯が吸收した熱は以前のやうに單に瓦斯の溫度を$T_1$度から$T_2$度まで上昇せしむるに止まらずして、外部抵抗Pに逆つてその容積がVから$V_1$に膨脹するために外部的仕事を爲すものである。第百四圖ab線は等壓線で斜線を施した面積は外部抵抗Pに打勝つて爲されたる外部的仕事量即ち $P(OV_1-OV)$ であつて、瓦斯が吸收した全熱量は一封度につき

$$K_v(T_2-T_1)+P(OV_1-OV)\ \text{呎封度}$$

である。斯様な狀態の下で一封度の瓦斯に供給された熱量は、溫度の上昇した度數に定壓力の下に於ける瓦斯の比熱を乘じたもので $K_p(T_2-T_1)$ である。次にシャールの法則により

$$PV=RT$$

$$\therefore\ P(OV_1-OV)=R(T_2-T_1)$$

而して（供給された全熱量）−（外部的仕事に要した熱量）=（內部的仕事に要した熱量）

$$K_p(T_2-T_1)-R(T_2-T_1)=(K_p-R)(T_2-T_1)$$

然し、一封度の瓦斯の溫度を一度上昇せしむる時內部的仕事に要した熱は卽ち定容積に於ける比熱に等しいから次の關係が成り立つのである。

$$(K_p-R)(T_2-T_1)=K_v(T_2-T_1)$$

$$\therefore\ K_p-R=K_v$$

$$R=K_p-K_v$$

卽ちRは呎封度であらはされた兩比熱の差であることが分る。

之等兩比熱の比卽ち $K_p:K_v$ は熱力學に屢々用ゐらるるもので之を希臘文字の $\gamma$（ガムマー）であらはすのが常である。

$$\frac{K_p}{K_v}=\gamma$$

$$\therefore\quad K_p-K_v=R$$

$$K_p\div K_v=\gamma$$

$$\left.\begin{array}{l}K_p=K_v\gamma\\K_p-K_v=R\end{array}\right\}\ (-$$

$$K_v=K_v\gamma-R$$

$$R=K_v\gamma-K_v=K_v(\gamma-1)$$

$$\therefore\quad K_v=\frac{R}{\gamma-1}$$

空氣の場合

$$\gamma=\frac{C_p}{C_v}=\frac{0.238}{0.169}=1.408$$

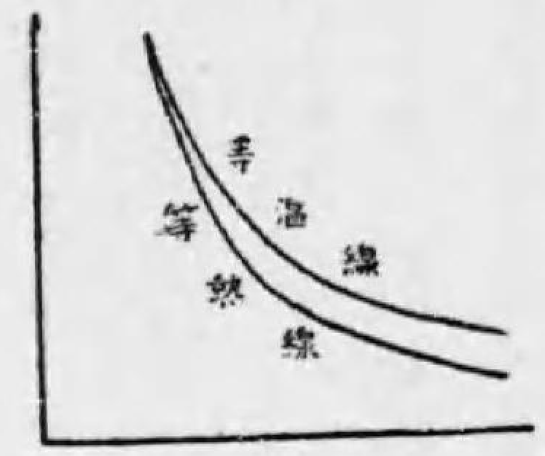
## 八七、瓦斯の膨脹によつて爲さるる仕事

瓦斯が氣密に滑動する吸鍔を有する圓筒內で膨脹する時、吸鍔を外力で引上げたならば、圓筒內の瓦斯の容積と壓力とは變化するが、その溫度は、輻射作用其の他によつての熱の損失が無いとしたならば不變である。それで此の場合の瓦斯の容積と、壓力との變化をあらはす。曲線は等溫曲線(Isothermal curve)であるが、若しも吸鍔が外力によらず、瓦斯の有する熱勢力の消耗によつて動かされたのであるならば、瓦斯の壓力は等溫曲線にてあらはさるるよりも低いに違い無い、若しも此時吸鍔又は圓筒を通じて熱が外部に傳はり又は外部より熱が入り、或は內部に於ける化學作用等のために熱勢力が增減するやうなことが無ければ、その壓力と容積との變化を示す曲線は所謂等熱曲線(Adiabatic curve)である。

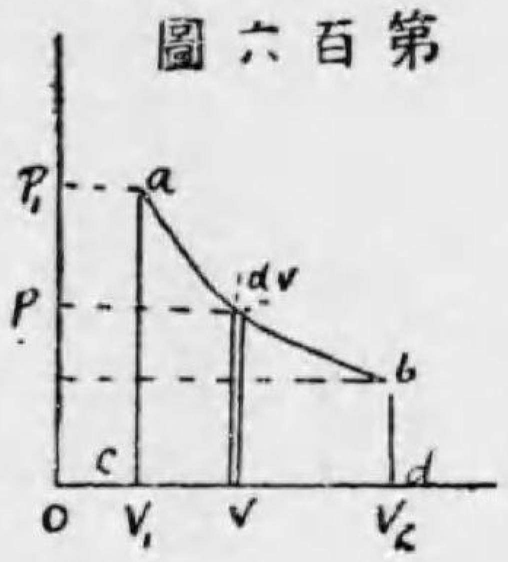
之等の兩曲線卽ち等溫曲線と等熱曲線とは熱機關の研究に非常に必要なものであるが、實際の場合に於て此の狀態を期待することは出來ない。只之に類似の程度に於て實現し得らるるに過ぎないものである。

與へられた重さの瓦斯が膨脹する間、その熱度を同一に保つため、外部から熱を供給したならば、ジユール氏の法則によつてその內部的勢力は增減無いもので、瓦斯が膨脹によつて爲した仕事は、その溫度を同一に保つために瓦斯に供給した熱勢力に等しい筈である。

第百五圖




第百六圖




## 八八、瓦斯が等溫膨脹を爲すに當つて爲されたる仕事

瓦斯が等溫膨脹を爲す場合に爲す仕事は第百六圖 abdc にて示すやうな双曲線を頂邊とし兩垂直線を兩側とし、壓力零の線を底邊とする圖形の面積を以て表はすことが出

來る。此の圖形を縦に無數の小片に分つたならば、各小片の面積はその時の壓力をPとしdvをその幅とする $P \times dv$ であらう。而して

$$PV = P_1V_1 = \text{定數}$$

$$\text{容積Vの時の壓力} = P = \frac{P_1V_1}{V}\ ,\ OV = V$$

$$\text{小片の面積} = P \times dv = \frac{P_1V_1}{V} \times dv$$

である。之を $V_1$ から $V_2$ までの間で積分すれば

$$\boxed{\begin{aligned}\text{面積abdc} &= \int_{V_1}^{V_2} \frac{P_1V_1}{V} \times dv \\ &= P_1V_1 \int_{V_1}^{V_2} \frac{dv}{V} \\ &= P_1V_1 \log_e \frac{V_2}{V_1} = P_1V_1 \log_e \gamma\end{aligned}}$$

$$\therefore\quad abdc = P_1V_1 \log_e \gamma$$

$\gamma$ は膨脹の比である。又

$$P_1V_1 = PV = RT \quad \text{であるから}$$

$$P_1V_1 \log_e \gamma = RT \log_e \gamma$$

即ち $RT \log_e \gamma$ は瓦斯が等温膨脹をなすに際して爲した仕事、即ち消費した熱勢力を示すのみで無く、又瓦斯を同一温度に保ち、その內部的勢力を不變ならしむるために瓦斯に供給した熱をも示すものである。

## 八九、等熱膨脹に際して爲されたる仕事

等熱膨脹を爲す時は等温膨脹を爲す場合と異り、瓦斯それ自身の有する熱勢力によつて仕事が爲さるるので、膨脹が進むにつれてその勢力が減退するから、爲されたる仕事の量は等温膨脹の場合よりも少いもので、何時もその內部的勢力が仕事に變した分量は $Kv(T_2 - T_1)$ である。（一九九頁參照）

或瓦斯の等熱膨脹線はその瓦斯の性質如何によつて異るもので、之を一般的の形で示せば $PV^n =$ 定數 又は $PV^\gamma =$ 定數 である。但し $\gamma$ は已にのべた通り比熱の比即ち $Kp \div Kv$ であつて、空氣では $\gamma = 1.4$ である。

等熱膨脹の場合に爲さるる仕事圖の面積は次のやうにして求めらるるものである。

$$面積=\int_{V_1}^{V_2}Pdv$$

今　$PV^n=P_1V_1^n$　であるから

$$P=\frac{P_1V_1^n}{V^n}$$

$$\therefore\quad 面積=\int_{V_1}^{V_2}\frac{P_1V_1^n}{V^n}dv$$

$$=P_1V_1^n\int_{V_1}^{V_2}\frac{dv}{V^n}$$

$$=P_1V_1^n\int_{V_1}^{V_2}V^{-n}\,dv$$

$$=P_1V_1^n\left[\frac{V^{-n+1}}{-n+1}\right]_{V_1}^{V_2}$$

$$=P_1V_1^n\left(\frac{V_2^{1-n}-V_1^{1-n}}{1-n}\right)$$

$$=\frac{P_1V_1^n(V_1^{1-n}-V_1^{1-n})}{n-1}\quad *$$

$$=\frac{P_1V_1^nV_1^{1-n}-P_1V_1^nV_2^{1-n}}{n-1}$$

$$面積=\frac{P_1V_1-P_2V_2}{n-1}\cdots\cdots\cdots\cdots(1)$$

又次のやうに書き代ふることも出來る。

$$*面積=\frac{P_1V_1^n(V_1^{1-n}-V_2^{1-n})}{n-1}$$

$$=\frac{P_1V_1^nV_1^{1-n}\left(\frac{V_1^{1-n}-V_2^{1-n}}{V_1^{1-n}}\right)}{n-1}$$

$$=\frac{P_1V_1\left(1-\frac{V_2^{1-n}}{V_1^{1-n}}\right)}{n-1}$$

$$面積=\frac{P_1V_1\left\{1-\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1}\right\}}{n-1}\cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

瓦斯の容積を立方呎で示し、壓力を毎平方呎　$144p=P$　とすれば$V_1$から$V_2$まで膨脹するに對して爲したる仕事は

$$=\frac{144p_1v_1\left\{1-\left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{n-1}\right\}}{n-1}$$

又　$P_1V_1^n = P_2V_2^n =$ 定數

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^n$$

$$\therefore \quad \frac{V_1}{V_2} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{n-1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}$$

故に壓力$P_1$から$P_2$までの間に膨脹によつて爲した仕事は

$$= \frac{144 \times p_1v_1\left\{1-\left(\frac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right\}}{n-1} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

以上(1)(2)(3)の三式は一封度の瓦斯が背壓零の時膨脹のために爲した仕事量を示すものであるそれで背壓$P_2$の時に瓦斯が膨脹によつて爲す仕事量は$V_1$から$V_2$まで背壓零の時膨脹して爲した仕事と、$V_1$まで供給されたために爲した仕事量との和から背壓により爲された仕事量を減じたものである。それで

$$爲されたる仕事 = \frac{1}{n-1}(P_1V_1 - P_2V_2) + P_1V_1 - P_2V_2$$

$$= \frac{1}{n-1}P_1V_1 - \frac{1}{n-1}P_2V_2 + P_1V_1 - P_2V_2$$

$$= P_1V_1\left(\frac{1}{n-1}+1\right) - P_2V_2\left(\frac{1}{n-1}+1\right)$$

$$= \frac{1+n-1}{n-1}(P_1V_1 - P_2V_2)$$

$$= \frac{n}{n-1}(P_1V_1 - P_2V_2)$$

$$= \frac{n}{n-1}P_1V_1\left\{1-\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}\right\}$$

## 九〇、完全瓦斯の容積、壓力及溫度の關係

等溫膨脹を爲す場合

$$P_1V_1 = RT_1$$

$$P_2V_2 = RT_2$$

$$\therefore \quad \frac{P_2V_2}{P_1V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

等熱膨脹を爲す場合

$$P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$$

$$\therefore \quad \frac{T_2}{T_1} = \frac{P_2V_2P_1V_1^{\gamma}}{P_1V_1P_2V_2^{\gamma}} = \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1}$$

同様に

$$\frac{T_2}{T_1}=\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$\therefore\quad T_1:T_2=V_2^{\gamma-1}:V_1^{\gamma-1}$$

$$V_2:V_1=P^{\frac{1}{\gamma}}:P_2^{\frac{1}{\gamma}}$$

$$V_2^{\gamma}:V_1^{\gamma}=P_1:P_2$$

例、空氣が壓搾氣筩に入りたる時の溫度は華氏六十度即ち絕對溫度五百二十一度で、その壓力は大氣壓力と同じであつたならば、冷却等のために熱の損失が無いものとして、之が四氣壓迄壓搾された時の溫度を求めよ。

解　公式により

$$T_2=T_1\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}}$$

$$=521\times(4)^{\frac{1.4-1}{1.4}}$$

$$\log T_2=\log 521+\frac{0.4}{1.4}\log 4$$

$$=2.7168+(0.29\times 0.602)$$

$$=2.8914$$

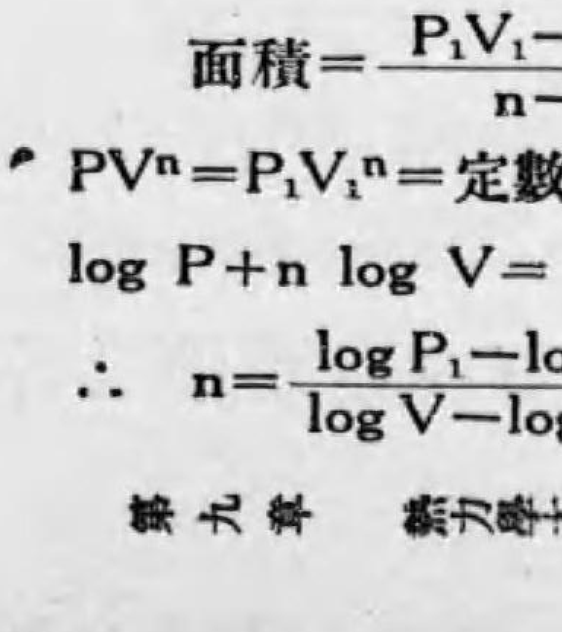
$T_2=779$度(絕對)又は華氏318度　　答

## 九一、$PV^n=$定數 なる式から n の値を求むること

1、百七圖で ab を $PV^n=$定數 なる曲線の一部とする。此の曲線上の一點 p に切線を引き OY、OX と交る點を c、d とすれば

$$\frac{ce}{oe}=\frac{of}{df}=n$$

第百七圖




なる算式によりて n の値を求むることが出來る。此の方法は ep がクリヤランスを加へた容積をあらはし、OX は絕對壓力零を示すものとした場合に示壓圖に應用することが出來る。

2、n の値は又曲線の二點に於ける容積と壓力とを測つて次の算式を用ゐて求むることが出來る（但し n の値が一になるときは次の算式は成立たない）

$$面積=\frac{P_1V_1-P_2V_2}{n-1}$$

3、$PV^n=P_1V_1^n=$定數　なる故

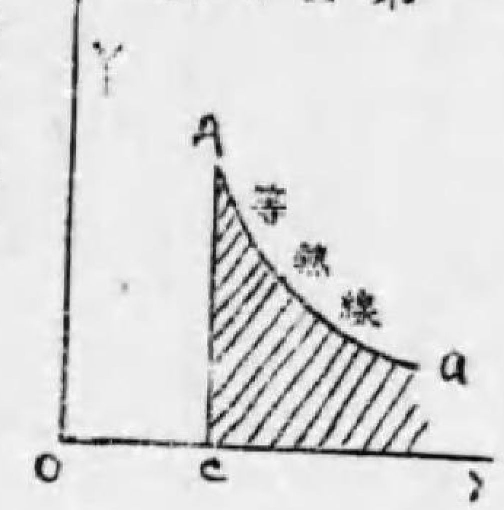
$$\log P+n\log V=\log P_1+n\log V_1$$

$$\therefore\quad n=\frac{\log P_1-\log P}{\log V-\log V_1}$$

## 九二、熱勢力をあらはす面積

完全瓦斯卽ち供給された熱はその內部抵抗に打勝つために消費さるること無く、すべてがその溫度を增し又は外部的仕事としてあらはるる如き瓦斯に加熱した場合にその中に存在する熱量は次のやうに面積を以て示すことが出來る。

第百八圖




1、第百八圖に於てAを與へられた溫度に於ける一封度の瓦斯の容積及壓力を示す點とし、此點より發足して瓦斯を等熱的に膨脹せしめ、瓦斯の有する內部的勢力全部を消費せしめたならば、瓦斯の溫度は絕對零となるに違無い。此の場合に瓦斯の膨脹によつて爲されたる仕事の量はA點に於て瓦斯が有つてゐた內部的勢力であつてACとCX及Aaの延長線を以て圍まれた圖形の面積に相當するものであるから、瓦斯が壓力及溫度が零になるまで膨脹を繼續するものとしたならば

$$面積=\frac{P_1V_1-P_2V_2}{\gamma-1}$$

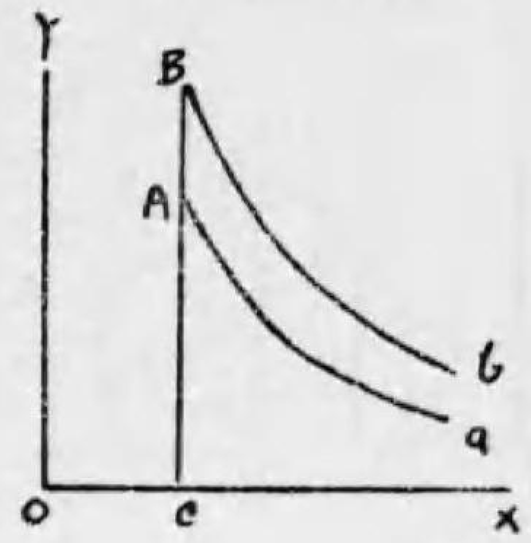
$$P_2=0$$

$$\therefore\quad 面積=\frac{P_1V_1}{\gamma-1}=\frac{RT_1}{\gamma-1}=K_vT_1$$

兩者共にA點に於ける瓦斯一封度の有してゐる內部的勢力を示すものである。

2、Aの狀態にある瓦斯の容積を一定にして加熱したならば第百九圖に示すやうに、その壓力はAからBに上昇するであらう。それでA及Bを通じて夫々等熱膨脹線を引けば XcAa なる圖形の面積にてあらはさるる勢力は、Aの狀態にある瓦斯の有する內部的勢力で、XcBb なる圖形の面積にてあらはさるるものはBの狀態に於ける瓦斯の有する內部的勢力である。それで aABb なる面積は瓦斯がAの狀態からBの狀態に移つたために增加した內部的勢力を示すことになる。元來與へられた重さの瓦斯の有する內部的勢力はその溫度に比例するものであるから、Aの溫度を$T_1$度、Bの溫度を$T_2$度として瓦斯の重さを一封度とすれば

第百九圖




$$面積aABb=K_v(T_2-T_1)$$

$$=\frac{R}{\gamma-1}(T_2-T_1)$$

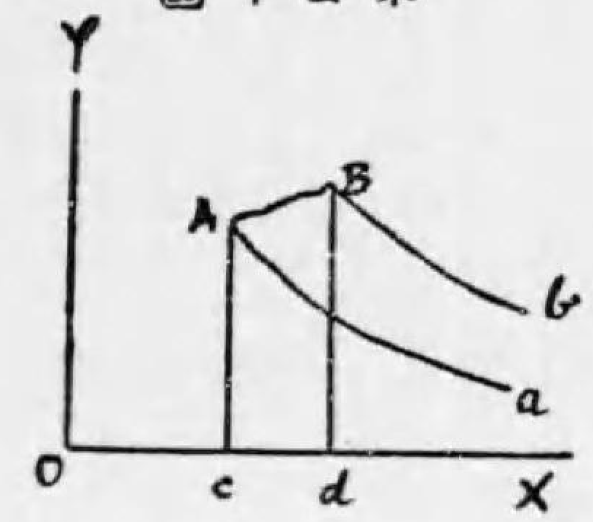
3、已にのべた通り、瓦斯の狀態をAからB迄變化せしむるには加熱を要するから、AB兩點から引いた等熱膨脹線によつて挾まる面積 aABb（第百十圖）は瓦斯の狀態をAからBへ變するために瓦斯に加へられた熱勢力を示すものであるが、第百十圖に示すやうに、加熱に際しAからB

へ膨脹したならば此の時 CABd なる面積に相當するだけの仕事を爲したのであるから

(加へられた全熱)＝(Bに於ける內部的勢力)＋(AからBに膨脹するに當つて爲した仕事)－(Aに於ける內部的勢力)

∴　aABb＝XdBb＋cABd－XcAa

第百十圖



Bに於ける溫度がAに於ける溫度よりも高ければ、Bに於ける內部的勢力はAに於ける內部的勢力よりも多量でAの狀態の時加へられた熱は cABd なる仕事を爲すに要するものよりも多量である。

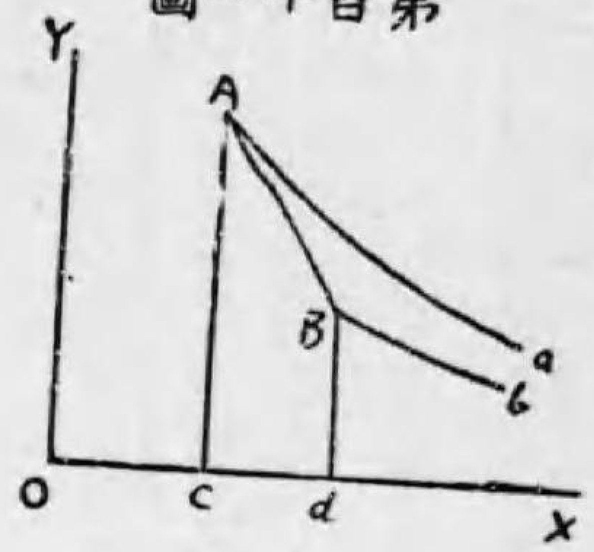
4、AからBへの過程が第百十一圖に示すやうに、BがAから引いた等熱曲線の下方にあるならば、外部から熱の供給を受けないから、前の場合と反對に面積 bBAa に相當する熱量だけ損失があつたわけである。即ち

(Aに於て有する內部的勢力)＝(AからB迄膨脹するに際して爲した仕事)＋(Bの狀態に於ける內部的勢力)＋(膨脹によつて生じた損失熱)

∴　面積 XcAa＝cABd＋XaBb＋bBAa

5、完全瓦斯が膨脹する間に供給された熱量がその時爲された仕事に等しく瓦斯の動作後の溫度が動作前の溫度と同じである場合は卽ち等溫膨脹の場合である。

第百十一圖



今第百十二圖で、AB は等溫曲線であるから壓力及容積の如何に拘はらず、此の曲線上のすべての點に於ける內部的勢力は一定不變である。A點に於て瓦斯が有する內部的勢力は XcAa で、瓦斯がAからBへ膨脹する時に加へられた熱は aABb に相當する。然し

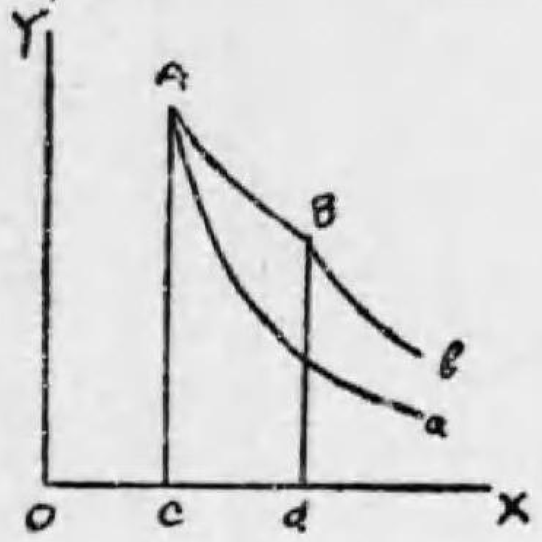
(Aに於ける勢力)＋(加へられた熱勢力)＝(Bに於て殘存する勢力)＋(爲されたる仕事)

XcAa＋aABb＝XdBb＋cABd

今　XcAa＝XdBb

∴　aABb＝cABd

第百十二圖



卽ち前の式によつて完全瓦斯が膨脹するに當つて供給を受けた熱勢力は正にその時爲されたる仕事量に相當することが知らるるのである。

第百十三圖に示すW、X、Y、Zなる四箇の面積の關係はABが等溫曲線である場合にAからBへ

瓦斯の狀態が變ずるに當つて起つた熱量の變化の關係を示すものである。卽ち

X+W=爲されたる仕事

X+Y=瓦斯が受け入れた熱勢力

W+Z=Aに於ける內部的勢力

Y+Z=Bに於ける內部的勢力

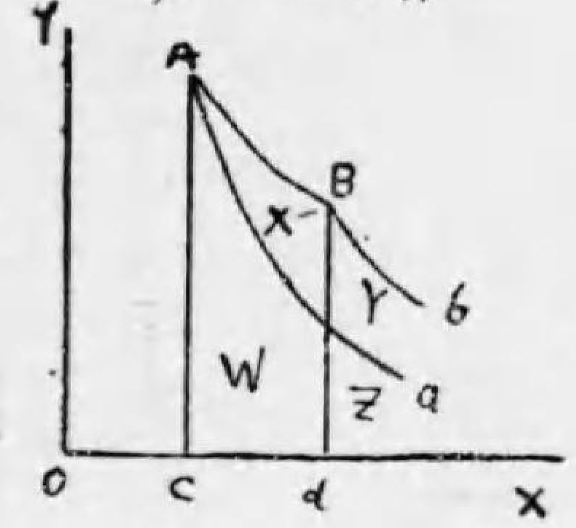
W=Aの狀態にある瓦斯がその內部的勢力によつて爲したる仕事量

X=ABなる膨脹をなすに當つて外部より加へられた熱によつて爲された除外の仕事

Z=Aに於て有してゐた勢力の殘り

Y=ABにそふて等溫膨脹をなすに當り、その內部的勢力を一定に保つために加へられた除外の勢力

第百十三圖




## 九三、壓縮の際に爲さるる仕事

今第百十四圖A點にて示すやうな狀態の下にある瓦斯を圓筒內で靜かに壓縮したならば、壓縮によつて爲された仕事に相當する熱はその溫度を上昇せしめないで圓筒の周壁から逃れ出るから瓦斯の溫度に變りは無しに、壓力はボイル法則に從て增加するから壓縮曲線はAB線で示すやうに等溫曲線の形をとるであらう。然し乍ら壓縮を急速に行つた場合に、壓縮によつて爲されたる仕事によつて生ずる熱は、圓筒の周壁から逃れ出づる餘裕が無かつたとしたならば、その溫度と壓力とは共に上昇するから、壓縮曲線はAC線を以て示すやうな形をとり、等溫曲線の上に出づるだらう。

瓦斯が等溫壓縮をなすに當つて瓦斯に爲された仕事の量は、瓦斯が等溫膨脹を爲した時に爲した仕事の量と等しいもので次の式で表はす通りである。

$$RT_1\log_e r$$

又は

$$P_1V_1\log_e \frac{V_2}{V_1}$$

同樣に瓦斯が等熱壓縮をなすときに爲されたる仕事の量は、瓦斯が等熱膨脹を爲した時に爲した仕事の量に等しいもので次の式で表はす通りである。

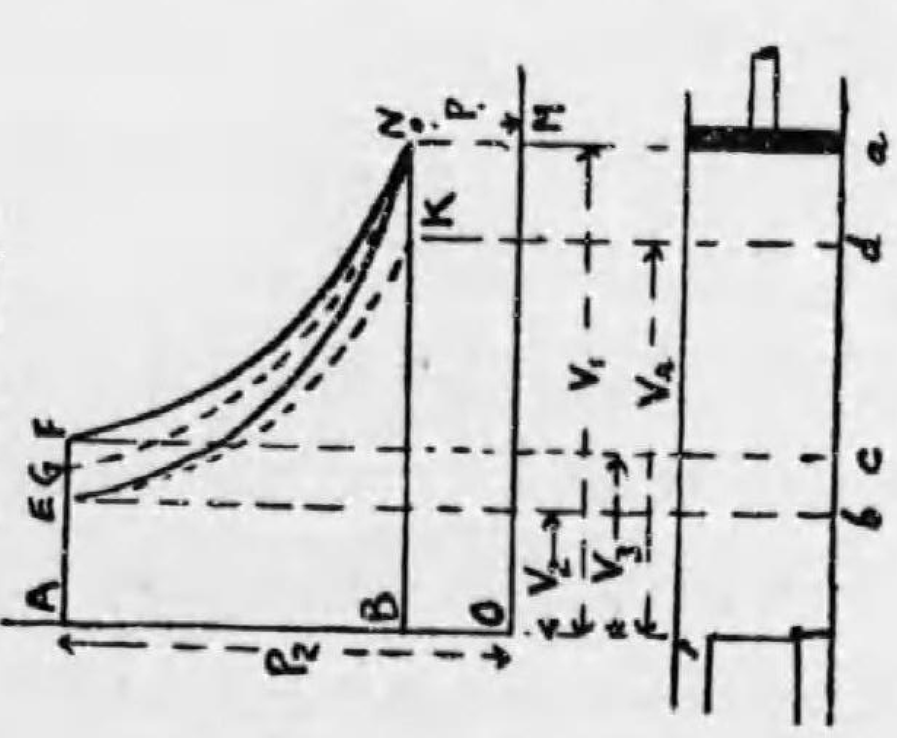
$$\frac{P_1V_1-P_2V_2}{\gamma-1}\quad 但し\quad \gamma=K_p\div K_v$$

以上の要領は第百十五圖に示すやうに、空氣壓搾機內で、一封度の空氣に爲された仕事の量につ

いて說明する方が了解しやすいと思ふ。扨て壓搾機の吸鍔がOからMまで吸入行程をなすときは、壓力$P_1$で容積$V_1$の空氣が筩內に吸入され、その復行程に於て空氣は筩內に密閉されてゐるから、吸鍔の進行と共にその容積は縮少し、壓力は上昇して$P_2$に達すれば排氣弇が開いて筩外に吐出さるるものである。壓縮によつて生ずる熱を逐次冷却するやうに仕掛けて置いたならば、空氣は定溫度に保たるるからその時の壓縮曲線NEは等溫曲線となるが、然し壓縮によつて發生した熱を取去る冷却裝置をせずに置いたならば、壓縮線はNFに示すやうな等熱線となるに違ない。實際の場合では壓縮曲線は兩着の中間に位するもので恰もNG線で示すやうな工合になる。

第百十四圖


第百十五圖




吸入行程BNに於て爲されたる仕事$=P_1V_1$

NFにそひ$P_2=P_3$まで壓縮した時の仕事$=\dfrac{P_3V_3-P_1V_1}{n-1}$

$\left.\begin{array}{l}\text{FAなる容積の空氣が}P_3\text{なる定壓力}\\\text{で排出された時に爲された仕事}\end{array}\right\}=P_3V_3$

$\left.\begin{array}{l}\text{空氣を}P_1\text{より}P_3\text{まで壓縮して}P_3\text{の壓}\\\text{力で排出した時の正味の仕事}=U\end{array}\right\}=BAFN$

$$U=\frac{P_3V_3-P_1V_1}{n-1}+P_3V_3-P_1V_1$$
$$=\frac{n}{n-1}(P_3V_3-P_1V_1)$$
$$=\frac{n}{n-1}P_1V_1\left(\frac{P_3V_3}{P_1V_1}-1\right)$$

然るに

$$\frac{V_3}{V_1}=\left(\frac{P_1}{P_3}\right)^{\frac{1}{n}}$$

$$\therefore\quad U=\frac{n}{n-1}RT_1\left\{\left(\frac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}-1\right\}$$

瓦斯を$P_1$から$P_3$に壓縮した時爲された仕事は熱勢力となつて瓦斯の溫度を高むるから

$$T_3=\left(\frac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}T_1$$

壓縮及排氣作用中の平均有效壓力$=U\div V_1=\dfrac{n}{n-1}P_1\left\{\left(\dfrac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{n-1}{n}}-1\right\}$

$n=\gamma=1.4$（等熱壓縮のとき）

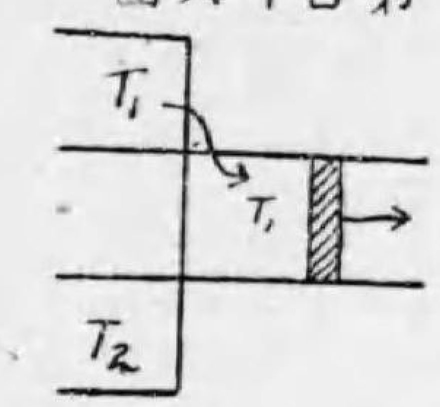
## 九四、カルノー氏サイクル　(Carnot's Cycle)

サイクルとは物質が週期的に再び最初の狀態に戻るやうな種々な動作の一系をいふもので、此の

サイクルを表はす仕事圖の中に包まる面積はその時爲された正味の仕事量を示すものである。カルノー氏サイクルは理想的熱機關の動作を示すサイクルの一でその要領は次のやうである。

今氣筩内に一封度の瓦斯を入れ、滑動自在な吸鍔を裝置し、又必要に應じ最高溫度$T_1$及最低溫度$T_2$に於て無制限に熱の供給が出來るやうに、第百十六圖に示すやうな熱源を設け、之等の熱源は必要に應じ、氣筩と連絡出來るやうにする。又吸鍔及氣筩は共に絶對に熱の不導體で、瓦斯の動作中は熱源に連絡した場合の外は熱の出入は無いものと假定する。

第百十六圖

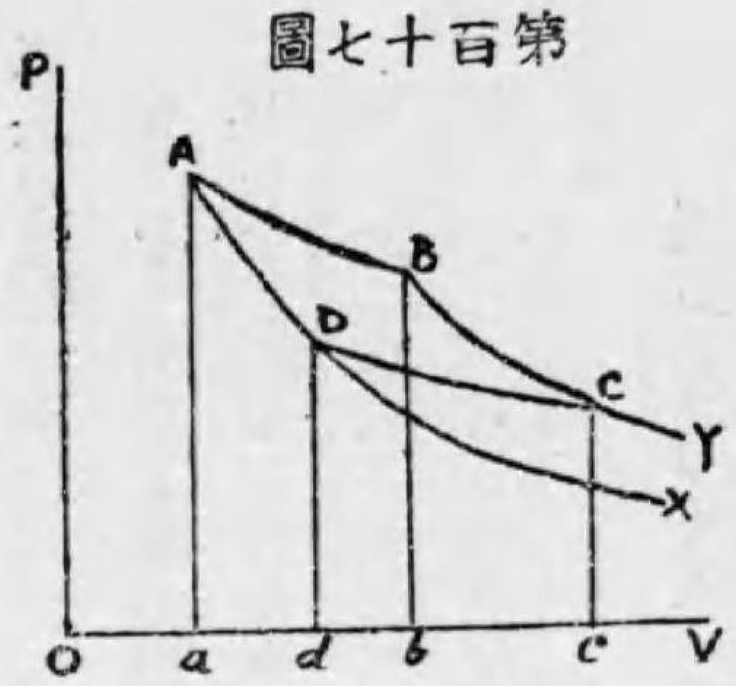



1、氣筩内の瓦斯の溫度が$T_1$で熱源と同溫であるとし、氣筩を$T_1$なる熱源に接して置いたならば、第百十七圖A點にて示すやうな狀態にある瓦斯は膨脹して仕事を爲すが同時に熱源からは常に熱の供給を受けてゐるから、膨脹中瓦斯の溫度は$T_1$に保たるゝ、從て此の時の膨脹は等溫的でその膨脹線はABなる等溫曲線となる。此の過程中に爲された仕事は aABb なる面積に等しいもので、供給された熱を$Q_1$とすれば

$$Q_1 = aABb = XABY$$

2、熱の供給をB點で遮斷して更に膨脹を繼續せしむれば瓦斯はその内部的勢力を消耗して外部的仕事を爲す、卽ち等熱膨脹を爲すから、壓力は急速に降り溫度は最早や$T_1$を保つことは出來ないで次第に降下し、吸鍔が行程の終點に達する時には$T_2$となり、その膨脹曲線BCは等熱曲線である此の間に爲された仕事は bBCc である。

第百十七圖




3、吸鍔の復行程は飛輪（フライホヰール）其の他の方法で行はるゝが、復行程の初期C點からD點までの間は氣筩は最低溫度$T_2$の熱源に連絡を保つてゐるから、吸鍔が戻るにつれてその背後にある瓦斯が壓縮せられた結果發生した熱はすべて$T_2$なる最低溫度の熱源によつて吸收せらるゝので、等溫壓縮が行はるゝのである。從て此の時描かるゝ壓縮線CDは等溫曲線である。

D點の位置はA點を通過する等熱曲線上にあるやうにして置く。此の動作中吸鍔は瓦斯に仕事を爲し掛けたのであるから、その仕事量は負量であつて cCDd なる面積に等しいものである。今$Q_2$をCD間に於て$T_2$なる熱源に放出した熱量とすれば

$$Q_2 = cCDd = XDCY$$

4、D點で$T_2$なる熱源との連絡を遮斷し、更に壓縮を繼續すれば茲に等熱壓縮が起り遂にDA曲線で

示す通りに壓力及温度が上昇して最初の出發點なるA點に戻り玆に此のサイクルは一順し終つたのである。DAなる曲線は等熱壓縮曲線で此の間に爲しかけられた仕事量はaADdなる面積に等しいもので負量である。

以上の四動作中に爲された正味の仕事Wは各動作中に爲された仕事量の代數和であるから、

$W_1$ を ABなる等温膨脹動作中に爲したる仕事

$W_2$ を BCなる等熱膨脹動作中に爲したる仕事

$W_3$ を CDなる等温壓縮動作中に爲しかけられた仕事

$W_4$ を DAなる等熱壓縮動作中に爲しかけられた仕事

とすれば

$$面積ABCD = W = W_1 + W_2 - W_3 - W_4$$

次に$P_a$、$P_b$、$P_d$をa、b、dに於ける夫々の壓力とし、$V_a$、$V_b$、$V_d$をa、b、dに於ける容積とすれば次のやうな關係が出來る。

$$(1)\quad W_1 = P_aV_a \log_e \frac{V_b}{V_a}$$

ABは等温曲線であるから

$$Q_1 = aABb = XABY$$

$$(2)\quad W_2 = \frac{P_bV_b}{\gamma-1}\left\{1-\left(\frac{V_b}{V_c}\right)^{\gamma-1}\right\}$$

内部的勢力の損失量$=K_v(T_1-T_2)$

$$(3)\quad W_3 = P_dV_d \log_e \frac{V_c}{V_d}$$

$$= Q_2 = cCDd = XDCY$$

$$(4)\quad W_4 = \frac{P_aV_a}{\gamma-1}\left\{1-\left(\frac{V_a}{V_d}\right)^{\gamma-1}\right\}$$

内部的勢力の增加$=K_v(T_1-T_2)$

第二動作と、第四動作とに於ては所得熱量と損失熱量とは同一であるから結局熱の所得は零である。又$W_2$と$W_4$とを比較すれば、$P_aV_a = P_bV_b$でAD、BCの兩曲線は共に等熱曲線であるから

$$\left(\frac{V_a}{V_d}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\left(\frac{V_b}{V_c}\right)^{\gamma-1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\therefore\quad \frac{V_a}{V_d} = \frac{V_b}{V_c}$$

となり、從つて$W_2 = W_4$であることが了解出來るであらう。

第一動作と第三動作とを比較すれば

$$\frac{V_b}{V_a}=\frac{V_c}{V_d}=r \quad \text{となるから}$$

(1)から　$W_1=P_aV_a\log_e\frac{V_b}{V_a}=RT_1\log_e r$

(3)から　$W_3=P_dV_d\log_e\frac{V_c}{V_d}=RT_2\log_e r$

次に第一動作で吸收せられた熱と、第三動作で排出された熱との差は卽ち仕事に變換した熱であつて $R(T_1-T_2)\log_e r$ に等しいものである。然るに

受入れた熱$=RT_1\log_e r$

であるから

$$效率=\frac{R(T_1-T_2)\log_e r}{RT_1\log_e r}=\frac{T_1-T_2}{T_1}$$

此の効率の式によつてみれば、與へられた溫度の範圍內で、機關の可能なる最大效率は、最高溫度に於て所要全熱量の供給を受け、最低溫度に於て全熱量（供給された）を放出することが出來る場合に得らるるものである。それで溫度の範圍が大なる程 $(T_1-T_2)\div T_1$ の値は一に近接し、他の條件が同一であればその效率は增大するものである。此の溫度の範圍を大にするには$T_1$を高くし、$T_2$を低むることが必要な條件である。

今華氏三百度と六十度との間に於て動作する熱機關の最大效率は

$$\frac{T_1-T_2}{T_1}=\frac{761-521}{761}=.315 \quad \text{卽ち}31.5\%$$

であつて、最も良い狀態の下に於てさへも、排出さるる熱量が多量なために、その效率は著しく僅少であることがわかる。此の値は$T_1$の値を大にして$T_2$の値を出來る丈け小にする程增加するから、近時此の方向に向つて種々の發明改良が加へられた結果、大にその面目を一新し殊に瓦斯機關では更に大なる效率を得るに至つたのであるが、實際の最低溫度$T_2$は機關を圍繞してゐる大氣の溫度より以下には下げられぬといふことは忘るべからざることである。

熱機關が與へられた溫度の範圍內で動作する場合を、水車が異る水面間に於て動作する場合に比較したならばその了解は更に容易であると思ふ。卽ち水車は水高の差を利用して働き、熱機關は溫度の落差によつて動作するもので、共に有用な仕事を爲すを目的とすることは同じである。

水車の場合ではその水頭の全部を利用することが、その效率を大ならしむる所以であるから、此の水が水車の翅に達するまでは水頭の僅かでも損失しないやうにしなければならぬ。つまり水頭を完全に利用するには最高水面から水を導き之を最低水面に放出するやうにしなければならぬことは

明かなことである。

吾人は更に一歩を進めて、最大效率を得るには可逆的（Reversible）である狀態の時であるといふ理を說明することが出來る。今假に水車を他の機械力によつて動作せしめてその回轉方向を逆にしたならば、普通の狀態では最高所の水を受け入れて之を最低所に逸出せしむる筈である所の水車は反對に低所の水を高所へ運搬するに違無いのである。但し此の場合水車の兩側に於ける水面が少しでも降つたならば最早や可逆的で無いものである。

此の可逆水車を動作せしむるに、之よりも幅の大きな、而して約二割の餘分の力を有する他の水車で反對に運轉せしめたならば、矢張り此の水車は低所の水を高所に戾すことが出來る。然し此の水車を熱機關によつて運轉せしめたならば、普通の機關ではその消費する熱は有效に使用さるる勢力の五乃至十倍に達し、供給された全熱量の八乃至九割は排汽として大氣中に排出さるるものである。

それで、重力の作用によつて仕事が爲され、又は仕事が傳達せらるる時は、損失勢力は只機構に於ける摩擦によるもののみで、その量は二割を超ゆることは少いものであるが、熱を仕事に轉換せしめた場合には現今に於けるやうな溫度の範圍內で動作する時は少くとも、その七割の損失はまぬがれぬもので、尙その上に一二割の餘義無い損失のあることも承知して置かねばならない。斯樣な工合に熱機關によつて得らるる仕事は非常に高價なものになるのであるから、出來るだけ高い效率を得らるるやうに工夫することは最も必要なことである。

吾人は熱力學の第一法則に於て熱勢力と機械的仕事とは相轉換し得るものであるといふことを學んだが、以上述べた通り實際の場合では熱が轉換した仕事の全部が有用な仕事としてあらはるるものでは無いといふことを知つたのである。それで一封度の石炭の有する熱勢力を一萬四千英熱位として之を機械的仕事に換算すれば　14000×778=10.892.000呎封度　といふ莫大な量になるのであるけれども、此の全部が一封度の石炭の燃燒によつて有效な仕事としてあらはるるものと考ふるのは間違であつて、現今のやうな汽機の動作する溫度の範圍內では、最も完全な狀態の下に動作した場合でもその三割以上を有效に仕事としてあらはすことは出來ないものである。之は第百九圖、第百十圖、第百十二圖及第百十七圖にあらはれた仕事面積について硏究すれば了解出來るもので、例へば、溫度華氏六十度の空氣一封度を華氏五百度まで加熱し之を吸鍔下にて膨脹せしめ、華氏六十度になるまで仕事を爲さしめたならば、空氣が吸收した熱の全部は成る程仕事に變じたとしても、吸鍔上面には背壓があるために、膨脹に際しては有效なる仕事の外に此の背壓に打ち勝つために餘分

の仕事を爲してゐるもので、空氣が有する全熱量を全部有效なる仕事に轉換し得る場合は吸鍔の背面に於ける背壓が絕對零で空氣が絕對壓力及溫度共に零迄膨脹した場合に限るものである。從て不完全な膨脹による損失と、背壓に爲した仕事とはすべての熱機關が排氣に際して排出する熱の損失となるものである。

次に熱力學の第二法則によれば、瓦斯はその周圍の溫度以下まで膨脹して有效なる仕事を遂行することは不可能であつて、實際の場合では尙更に幾多の障害があるために、瓦斯の周圍の溫度までさへも膨脹することは望まれぬことであるから、實際の熱機關の效率を增加せしむるにはその最高溫度を增すより外に方法が無いもので、その最下溫度を低めることは極めて僅かな範圍であることを覺悟しなければならない。

以上述べた所を結論すれば次のやうになる。

1、仕事を仕事として一の機械から他の機械に傳ふる場合は動作部の摩擦抵抗による損失を除けばほとんど全部を傳ふることが出來る。

2、熱を熱として、例へば火爐から罐水に傳ふる場合はその效率は九十パーセント位までは達することが出來るものである。

3、フリクション・ブレーキの場合のやうに仕事が熱に轉換する場合の效率は百パーセントである。

4、熱が仕事に轉換した場合の效率は常に $(Q_1-Q_2)\div Q_1$ である。

但し$Q_1$は供給された熱で、$Q_2$は排出された熱である。

然し實際の效率 $(Q_1-Q_2)\div Q_1$ は完全なる機關の效率 $(T_1-T_2)\div T_1$ よりも少いのが常であつて現今の汽機の使用溫度の範圍內では理想的の機關でその效率は三十パーセントを超ゆることは困難で、實際の機關では二・五パーセント乃至二〇パーセントである。

# 第十章　蒸氣の性質 (Properties of Steam)

## 九五、定壓力に於ける蒸氣の發生

最大密度に於ける淸水一封度の容積は〇・〇一六立方呎であるが、溫度が高くなるにつれてその容積も增加するもので、その增加後の容積は〇・〇一六立方呎に次に示すハーン氏(Hirn)の係數を乘じて求むることが出來る。

| 溫度 | 係數 |
|---|---|
| 二一二度 | 一・〇四三一 |
| 二八四 | 一・〇七九五 |
| 三五六 | 一・一二七 |
| 三九二 | 一・一五九 |

今華氏三十二度の水一封度を圓筒內に入れ、その上面は圓筒內を自在に而も汽密に上下し得る吸鍔を以て蔽ひ、吸鍔の上面は大氣壓に通じ、吸鍔の重量を省略し且吸鍔の面積を一平方呎としたならば

吸鍔上に加はる壓力＝大氣壓力＝P(每平方吋封度)×144＝P(每平方呎封度)

であつて、此の壓力は常に變りが無いから、圓筒內の水に加熱すれば次のやうな變化が起る。

1、水の溫度上昇し、吸鍔上面に加はる壓力の如何により、或る溫度（此の場合では華氏二百十二度）に達するまでは前表にあらはす通り僅かにその容積を增すもので、吸鍔はほとんど動かないといつてもよろしい。

2、水の溫度が華氏二百十二度に達すれば水は蒸氣に化してその容積を增すので吸鍔は外壓に逆つて上昇する。此の溫度は卽ち大氣壓力の時の水の沸騰點であつて、吸鍔上面の壓力が增せば從て高くなり、減ずれば低くなるものである。而して斯樣に水が蒸氣に化すときは、蒸氣に化したものは直ちに汽泡となつて水面に立昇るもので此の狀態を水の沸騰といふ。水が沸騰を初めた後は如何に加熱を強くしても、水がある間は水及蒸氣の溫度は矢張り沸騰點を保つものであつて、此の時に用ゐられた熱は全部水を蒸氣に化するために用ゐられたものであるから之を潛熱（Latent Heat）といふ。斯くして圓筒內の水が全部蒸發しつくすまではその溫度は沸騰點を保つが、最後の水滴が蒸發した後は加熱に從ひその溫度が上昇するものである。一般に物の溫度を上昇せしむるために用ゐられた熱を顯熱（Sensible Heat）といふ。

3、水が全部蒸發して蒸氣に化した後も尙ほ加熱を續くれば蒸氣は最早や水に接してゐないからその溫度と容積は共に增加して吸鍔は更に上昇し、ここに定壓力の下に於て溫度と容積とを增加した過熱蒸氣が出來るのである。

## 九六、飽和蒸氣　(Saturated Steam)

蒸氣が發生した時の壓力を保ちその壓力に相當する水の沸騰點以上に加熱せられた場合に「過熱された」といふ。

飽和蒸氣といふのは、その壓力に對し最大密度を有する蒸氣のことで、無色透明である、飽和蒸氣は勿論水分を含有してゐないのであるが、その水分を幾分でも含んでゐるのは透明を缺ぐやうになるから、透明でない場合は水分が混じてゐるしるしである。

今自由に滑動する吸鍔を有する圓筒に一封度の水を入れ之を加熱して次第に蒸氣に化したならば蒸發中は最後の水滴が蒸氣に化するまでは常に飽和蒸氣であるが、更に加熱を繼續すれば蒸氣は過熱せられてその容積を増すから最早やその壓力に對して最大密度であるといふことは出來なくなるのである。

## 九七、飽和蒸氣の壓力と温度

汽罐內に於けるやうに、水面に接してゐる飽和蒸氣の温度は水の温度と同一であるから此の場合或る與へられた壓力に於てはその温度は一であるが又他の與へられた壓力の下に於てはその温度は之に相應する他の温度であつてすべて温度はその壓力に特定のものである。それで若も此の時その温度が少しでも降つたならば、蒸氣の一部は復水してその壓力も降るが反對に温度が昇れば更に若干の水が蒸氣に化し之に相當して壓力も増加するわけである。然し實際の場合では汽罐の罐水の循環が良好でないやうな時は、罐水の表面の温度は成程蒸氣の温度と同じでも、他の部分の温度は同一で無いことが間々あることは注意すべきことであつて、その結果罐板の各部に不同膨脹を起したために種々の故障を誘起してゐることは事實である。

飽和蒸氣の壓力、温度及容積の關係はレニョル (Regnault) 氏の實驗に基いて出來た同氏の公式によつて求むることが出來るもので本書の蒸氣表の如きも又然りである。同氏の實驗は非常に精密に行はれたものでその結果は一々銅板に曲線を以てあらはし、それによつて一の公式を得たものである。

飽和蒸氣の壓力と温度との關係は第百十八圖に示すやうであるが、之によつてみれば、壓力は温度に從つて變更するが、その變化の割合は温度の變化よりも急速であつて、殊に高温度に於て然りとするやうである。例へば華氏二百十二度で大氣壓力の時、温度一度上昇せしむればその壓力は僅かに三分の一封度弱の増加を示してゐるが、華氏四百度卽ち壓力二百五十封度の時温度一度上昇した結果壓力は每平方吋につき三封度の増加を示してゐる。而して華氏五百四十六度にては壓力は每平方吋一千封度に達してゐるのである。

それで熱機關の效率を高むるには使用壓力を高むることによつても出來るのは前述の通りであるが、ある程度以上壓力を高めても其の壓力を高めた割合にその熱效率の増加は僅少であるといふこ

とを承知して置かなければならないのである。

飽和蒸氣の温度と壓力との關係は次に示すランキン氏公式によつて知ることが出來る。

$$\log_e P = A - \frac{B}{T} - \frac{C}{T^2}$$

但し

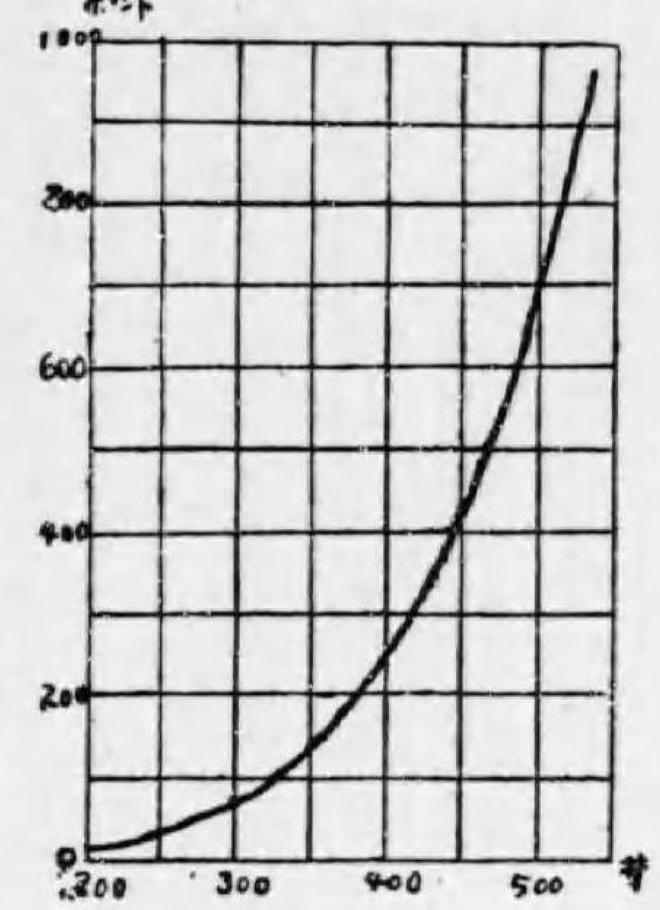
$A = 6.1007$

$\log B = 3.43642$

$\log C = 5.59873$

實際の場合は蒸氣表によつて求むることが出來るけれども、非常に高温度の場合は蒸氣表に記載して無いのが常であるから此の式で求むるものである。

第百十八圖




## 九八、水及蒸氣の比熱

實際の場合では水の比熱は温度の如何に拘はらず常に一であるが精確にいへば極めて僅かの相違がある。然しその相違は極めて僅かで實際の場合は之を同一であるとして差支ないから一として用うるのである。

レニョル氏によれば蒸氣の比熱は定壓力の下に於ては〇・四八〇五で定容積の場合では〇・三四六である。

## 九九、蒸氣の全熱 (H) (Total Heat of Steam)

蒸發に要した全熱(H)は一封度の水を華氏三十二度から所要温度まで熱して蒸氣に化するために要した熱量であつて、今與へられた温度華氏t度に於ける蒸氣の全熱量を求むるには次の公式によるものである。

$$H = 1082 + .305t$$

之によつてみれば、蒸氣の全熱量は温度の上昇よりもその增加の割合は少いもので、温度一度上昇する毎に僅かに・三〇五熱位の增加に過ぎない。(第百十九圖)

## 一〇〇、水の温度を上昇せしむるに要する熱 (h) (Sensible Heat)

華氏三十二度の水一封度をその沸騰點t度まで温むるに要する熱量は次のやうな計算で求むることが出來るもので之を顯熱といふ。

$$h = t - 32$$

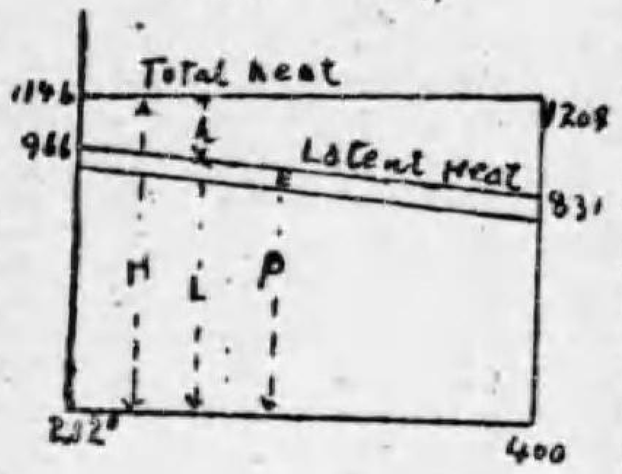
實際精確に測ればその値は前式によつて計算したものより少し多くなるもので、卷尾の蒸氣表に示す通りである。之は水の温度を上昇せしむる事以外にその容積を増加するために要した熱をも呑んでゐるものである。

汽罐の給水の温度が華氏三十二度より高い温度であるときは、その蒸騰に要した全熱はそれだけ少いわけであるから例へば華氏五十度の水を二百十二度の蒸氣に化するに要した熱量は表によつて示された全熱よりも $50-32=18$ だけ少いものであるから此の時は

$$H=1146.6-(50-32)=1128.6$$

となる。

第百十九圖




## 一〇一、蒸氣の潜熱　(L) (Latent Heat of Steam)

蒸發に要する潜熱とは一定壓力の下で沸騰點に達したる一封度の水をその温度の蒸氣に化するに要する熱である。卽ち

$$H=L+h \quad 又は \quad L=H-h$$

與へられた温度 t 度に於て蒸發する蒸氣の潜熱は次の式で求むることが出來る。

$$L=1114-0.7t$$

之によつてみれば蒸氣の潜熱は温度の上昇するにつれて減少することがわかる(第百十九圖參照)それで一封度の水に一熱位加ふる毎に一封度の 1|L だけの水が蒸氣に化し遂に全部蒸發しつくすのである。扨て蒸發に際して供給された潜熱は次のやうに二通りの方面に使用さるるものである。

1、沸騰點に於て水がその分子抵抗に打勝つてその狀態を變じ蒸氣となるために用ゐらるるもので之を内部潜熱といひIを以てあらはす。

2、每平方呎P封度の外壓に打勝つて膨脹し、最初一封度の水の容積から、その時の壓力に相當する一封度の蒸氣の容積を占むるために外部的に仕事を爲すために用ゐらるるもので、之を外部潜熱といひEを以てあらはす。それで

$$L=I+E$$

$$H=L+h=I+E+h$$

又 $E=PV \div J=PV \div 778$ B.T.U.

PVは呎封度で示した仕事量で初めの水の容積を省略したものである。それで

S＝蒸發前(華氏三十二度)の水一封度の容積(立方呎にて)

V＝一封度の蒸氣の容積(立方呎にて)

P＝外壓(毎平方呎封度にて)

U＝容積の變化量

$$V-S=U$$

$$E=P(V-S)=P(V-0.016)=PU$$

低壓力の場合ではVはSに比し非常に大である。例へば大氣壓では V＝1644S で、絶對壓力二百封度では V＝141S である。

内部潜熱Iを仕事の單位であらはせば

$$I=J\times L-P(V-S)$$

内部潜熱Iは内部的勢力卽ち(I＋h)とは異るものである。

次に示す略表は絶對壓力・七封度から一九九・七封度までの間の若干箇所で蒸氣の有する熱量を示したものであるから就て研究すれば便利が多いことと思はるる。





| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 絶對壓力(毎平方吋封度) | .7 | 14.7 | 49.7 | 99.7 | 199.7 |
| 給水温度 (F) | 32. | 32. | 32. | 32. | 32. |
| 沸騰點 (F) | 90.4 | 212. | 280.5 | 327.4 | 381.4 |
| 蒸氣一封度の容積(立方呎) | 460.7 | 26.34 | 8.380 | 4.356 | 2.267 |
| 蒸氣の全熱 (H) | 1109.5 | 1146.6 | 1167.5 | 1181.8 | 1198.3 |
| 顯熱 (h) | 58.4 | 180.7 | 250. | 298.64 | 355.20 |
| 潜熱 L=I+E | 1051.1 | 966.1 | 917.6 | 883.9 | 844.8 |
| 外部潜熱 (E) | 59.7 | 71.6 | 77.0 | 80.4 | 83.9 |
| 内部潜熱 (I) | 991.4 | 894.5 | 840.6 | 803.5 | 760.9 |
| 蒸氣の有する實際の熱量(H−E) | 1049.8 | 1075.0 | 1090.5 | 1101.4 | 1114.4 |

前表について說明すれば

1、蒸氣の全熱及顯熱はすべて華氏三十二度を起點として測つてある。

2、沸騰點は壓力の增加に從て上昇するがその割合は壓力の增加の割合より少い。

3、壓力が增加すれば蒸氣の密度は大になるから、一封度の蒸氣の占むる容積は小になる。例へば大氣壓の下で一封度の蒸氣の容積は二六・三立方呎あるが、絕對壓力一九九・七封度の時は二・二七立方呎となつて前者の十二分の一となる。

4、蒸氣の全熱は壓力の增加と共に增加するがその增加の割合は壓力の增加するにつれて少くなる例へば絕對壓力一九九・七封度の蒸氣の全熱は一一九八・三熱位であるが九九・七封度の時の全熱は一一八二熱位で僅かに十六熱位即ち一・四パーセントの增加になる。然し乍ら膨脹動作によつて爲し得べき仕事の割合は低壓の場合よりも高壓の場合が大である。例へば初壓二百封度から十封度まで膨脹するときの平均壓力は四十封度で、百封度から十封度に膨脹する時の平均壓力は三十三封度で背壓を省略すれば平均壓力で二十一パーセントの增加になる。

5、華氏三十二度から起算した水一封度の有する顯熱力は壓力とともに增加するもので、例へば絕對壓力一九九・七封度に於ける罐水一封度內には大氣壓力に於ける罐水一封度に於けるよりも

$355.2-180.7=174.5$ B.T.U. だけ多量の熱を有するわけである。それで罐內の汽壓が下れば罐水が放出する熱のために罐水の一部を蒸發せしむるものである。

若し $t_1-t_2$ を壓力の降下による溫度の差とすれば此の時罐水が放出した熱のために發生する蒸氣の量は $(t_1-t_2)\div L$ ($t_2$の時の潛熱) 封度 (罐水一封度に對し) となる勘定である。

汽罐內で或る壓力の蒸氣が釀成された時、塞汽瓣其の他の出口を全部塞いである間は罐內の水準面は平靜であるに違いないが、一度塞汽瓣を開くとか、安全瓣を開くとか又は其の他の方法で蒸氣を罐外に出したならば罐內の汽壓は減少するから、たとへ僅かに開いた時でも罐水內に餘分となつた熱のために蒸發作用が盛んになつて水面の水平が攪亂さるるものである。汽箭內で蒸氣が膨脹又は排出に際し壓力が減じた場合にも同樣な現象が起るもので、初汽壓に相當する溫度の水が壓力の減少につれてその有する熱勢力に過剩を生じ從てその水の一部が再蒸發を起すに至るものである。

6、蒸氣の潛熱は壓力と溫度との增加するにつれて減少する。今潛熱の二部分について考へてみるに熱量Eは水が蒸氣に化するに當つてその外部抵抗に打勝つて膨脹するために爲された外部潛熱であるが、此の外部潛熱は壓力が增すにつれて增加するが、その增加の割合は壓力の增加に比し

僅かなるものである。例へば一九九・七封度の時と一四・七封度の時のEの値を求めてみれば（蒸發前の水の容積は省略す）

$$199.7\times144\times2.267\div778=83.9$$

$$14.7\times144\times26.34\div778=\underline{71.7}$$

$$12.2\ \text{B.T.U.}$$

で外部仕事に要する熱は一七・一パーセントの增加を爲したに過ぎない。此の熱は蒸氣が發生した時に供給されたものであるが、當初から水に存在してゐたものでも、又は現に蒸氣內に存在してゐるものでもないので、之は蒸氣の發生に當り熱源から得たものであることを忘れてはならない。それで、汽筩が汽罐に通じてゐる間は汽筩內に起る復水作用は蒸氣が仕事を爲したために起るのでは無いのである。然し斷汽が起るや否や汽筩と汽罐との連絡は絕たるるのであるから、それ以後は蒸氣それ自身の有してゐる內部勢力の消耗によつて膨脹動作が行はるるもので、此の內部勢力の中には蒸氣の內部潛熱Iと水の顯熱hの一部とを含むのである。

以上の理により、蒸氣を汽筩內で膨脹せしめないで使用すれば、その時爲された仕事は蒸氣の外部潛熱のみの消耗によるもので、表によつて明かである通り蒸氣の有する全熱の一小部分に過ぎないのである。例へば絕對壓力九九・七封度の蒸氣一封度の外部潛熱は八〇・四でその全熱量は一一八一・八であつて、全熱量に對する使用熱量の割合は僅かに六・八パーセントに過ぎないのである。

## 一〇二、蒸氣の密度及容積

蒸氣の容積と壓力との關係を知つて蒸氣の同一重量の容積をあらはすべき曲線を求むる公式は種種あるが、實驗によつては或る範圍以上には未だその關係は確實に研究されてゐないがテート、アンウキン兩氏(Tate and Unwin)の實驗の結果次の公式が得られた。

$$V=0.41+\frac{389}{P+0.35}$$

又は　$(V-0.41)(P+0.35)=389$

但し　Pは絕對壓力(每平方吋封度にて)

Vは壓力Pの時一封度の蒸氣の有する容積(立方呎にて)

次の算式によれば極めて正確な答を得ることが出來る。

$$PV^{n}=\text{定數}$$

乾燥した蒸氣ではnの値はツォイナー氏によれば1.0646で定數は479である。尙壓力は每平方吋封度にて示し、容積Vは立方呎にて示してあるものである。それで前の式は次のやうになるのである。

$$PV^{1.0646}=479$$

ランキン氏はnの値を$\frac{17}{16}$としたので

$$PV^{\frac{17}{16}}=482$$

となり。ブロンリー氏(Brownlee)氏によれば

$$P^{0.941}V=330.36$$

而して蒸氣密度Dは容積Vの逆數であるから　$D=\frac{1}{V}$

$$\log V=2.519-0.941\log P$$

$$D=\frac{P^{0.941}}{330.36}$$

$$\log D=0.941\log P-2.519$$

## 一〇三、華氏二百十二度に於ける蒸騰の當量

汽罐の蒸騰試驗を行ふには、その蒸騰量をすべて、華氏二百十二度に於て同溫度の蒸氣に化した場合の蒸騰量に換算して比較の標準を定むるのが例である。扨て給水の溫度が華氏三十二度であれば、之に加熱して所要壓力の蒸氣を醸成するに要する熱量は蒸氣表の全熱Hであるから直ちに求むることが出來るが、給水の溫度が華氏三十二度以上の例へば$t_f$度であるときは、之を同壓力の蒸氣に化するに要する熱量はHよりも$t_f-32$だけ少いわけである。即ち

$$H-(t_f-32)=H+32-t_f$$

華氏二百十二度の水一封度を同溫度の蒸氣に化するに要する潛熱は九百六十六熱位であるから、前記の熱量を以て二百十二度の水を同溫度の蒸氣に化するときは、その時蒸發した蒸氣の量$W_1$は次のやうにして求むることが出來る。

$$W_1=W\times\frac{H+32-t_f}{966}\text{封度}$$

例　汽罐あり、給水の溫度華氏六十度、罐內汽壓九十封度で、一封度の石炭は九封度の水を同壓力の蒸氣に化するといふ、此の石炭一封度を以て二百十二度の水を同溫度の蒸氣に化したりとすれば何封度を蒸發するか。

$$W_1=W\times\frac{H+32-t_f}{966}=9\times\frac{1182.9+32-60}{966}=10.76\text{封度}$$

## 一〇四、不完全蒸發、濕蒸氣

第九十四節以後に於て一封度の水が蒸氣に化する間はすべて完全に乾蒸氣として蒸發が行はれてあるものと假定したのであるが、實際は汽罐內で、罐水が蒸發するに當つては多少の濕りを有つてあるもので、時によれば、可なり多量の水分を含むことがあるのである。從て濕蒸氣一封度を發生

せしむるに要した全熱量は乾燥蒸氣一封度を發生せしむるに要した全熱量よりも、蒸氣中に含有されてゐる水分を蒸氣に化するに要する丈け少いわけであつて、汽罐の蒸騰力の計算に當つて閑却出來ない點であるが、往々此の主眼點即ち汽罐内に發生した蒸氣の乾燥の割合を閑却し、出來得へからざる無法な成績を主張するものもある。例へば九十封度で完全に乾燥した蒸氣の溫度は三百三十一度で、給水の溫度が六十度であるときは

$$\text{蒸騰の全熱} = H + 32 - t_f = 1182.9 + 32 - 60$$
$$= 1154.9\ \text{B.T.U.}$$

蒸騰の全熱量は又次のやうにして求むることも出來る。

$$Q = xL + h_1 - h_f$$

但し　x は蒸氣の乾燥の割合。

L は蒸氣の潛熱

$h_1 = t - 32$

$h_f = t_f - 32$

それで、x が一の時は蒸氣は完全に乾燥してゐる場合であるから表により

$$Q = 1 \times 881.3 + (331 - 32) - (60 - 32)$$
$$= 881.3 + 299 - 28 = 1152.3\ \text{B.T.U.}$$

次に蒸氣の中に一割の水分があるとすれば

$$Q = 881.3 \times .9 + 299 - 28 = 1064.17\ \text{B.T.U.}$$

であるから、此の場合若し誤つて完全に乾燥してゐる蒸氣として蒸騰量の計算を爲したならばその成績は實數以上となるものでその割合は次の計算によつて了解することが出來る。即ち乾燥蒸氣一封度を蒸發せしむるには 1152.3 B.T.U. を要するが、一割の水分を含む蒸氣一封度を蒸發せしむるには 1064.17 B.T.U. を要するに過ぎないから、結局

$$\frac{1152.3}{1064.17} = 1.082$$

即ち實際よりも八・二パーセント餘分に發生したことゝなるわけである。

## 一〇五、熱量計　(Calorimeter)

蒸氣の乾燥の割合を測るには種々の裝置があるがその中で、最も簡單で、而もその使用に際し充分の注意さへ拂へば、多少の精密を缺ぐ點はあるが、蒸氣中に含まるゝ乾燥蒸氣の量を容易に知ることを得るので一般に用ゐられてゐる裝置はバレル式熱量計 (Barrel Calorimeter) である。本器の

構造は至つて簡單で只一箇の圓筒形容器を秤の上に載せ之に既知重量の冷水を約半分程滿し、此の水底近くへ蒸氣管を導き、汽管の先端の蒸氣噴出部には多數の小孔を設けて蒸氣と水との混合を良好ならしむるやうにしてある。それで此の汽管から蒸氣を噴き込みたる後、その噴き込んだ蒸氣の重さ噴込前後の水の溫度等を精密に測つたならば次の算式で噴き込んだ蒸氣中の乾燥蒸氣の量（x）を求むることが出來る。

$$xL+w(t_3-t_2)=W(t_2-t_1)$$

$$\therefore\ x=\frac{W(t_2-t_1)-w(t_3-t_2)}{L}$$

但し　W＝圓筒内の冷水の重さ（封度にて）

w＝噴き込んだ蒸氣の重さ（封度にて）

$t_1$＝冷水の溫度

$t_2$＝噴込後の水の溫度

$t_3$＝蒸氣の溫度

L＝蒸氣の潜熱(B.T.U.)

x＝乾燥蒸氣の重さ（封度にて）

$$\text{蒸氣の乾燥の割合}=\frac{x}{W}\times 100\ \%$$

例　バレル式熱量計あり華氏六十度の水二百封度を有す、之に十封度の蒸氣を噴込ましめたるに、噴込後の水の溫度華氏百十度となれり、若し蒸氣の壓力每平方吋七十封度なるときその乾燥の割合如何。

解　題意により

W＝200，　$t_1$＝60，　$t_2$＝110，　$t_3$＝315·8　w＝10，　L＝892.3

$$\therefore\ x=\frac{200\times(110-60)-10\times(315.8-110)}{892.3}=8.9\text{封度}$$

$$\text{乾燥の割合}=\frac{8.9}{10}\times 100=89\%\quad\text{答}$$

## 一〇六、蒸氣の膨脹　(Expansion of Steam)

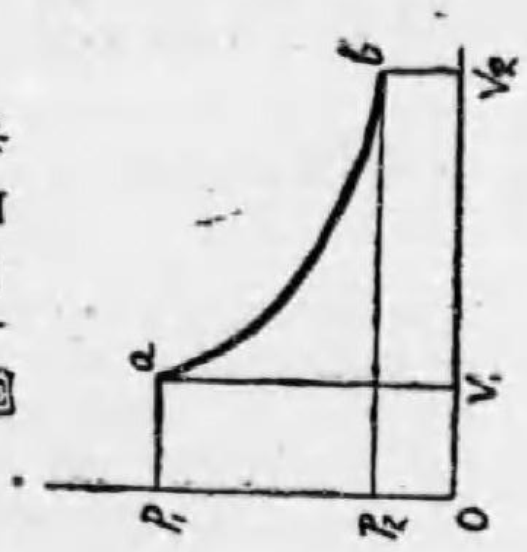
飽和蒸氣が膨脹せずに仕事を爲す場合はその全熱量の僅かに六乃至八パーセントを利用し得るに過ぎないことは已にのべた通りであるが、更に進んで蒸氣が汽筩内で斷汽以後膨脹動作をなしその内部勢力の消耗によつて仕事を爲したる場合について研究してみたいと思ふものである。

今第百二十圖に示すのは吸鍔行程の一部分は汽罐内の蒸氣が供給され、斷汽以後自身の有する内

部勢力の消耗によつて膨脹した場合に爲された仕事圖であるが、圖中 $op_1$ は初汽壓、$ov_1$ は吸鍔の行長に相當し、$p_1a$ は給汽線、a は斷汽點で、曲線 ab は壓力 $p_1$ で容積 $ov_1$ の狀態から壓力 $p_2$ で容積 $ov_2$ まで膨脹した場合の壓力の變化を示すもので蒸氣は背壓 $p_2$ まで膨脹した後汽筒外に排出さるゝものである

それで、

第百二十圖




爲されたる仕事の合計＝面積 $op_1abv_2o$

給汽中に爲されたる仕事＝面積 $op_1av_1o$

膨脹中に爲されたる仕事＝面積 $v_1abv_2v_1$

背壓に爲した仕事＝面積 $op_2bv_2o$

正味の仕事量＝面積 $p_2p_1ab\ p_2$

それで、膨脹によつて得たる仕事量は面積 $v_1abv_2$ であつて、初汽壓を高め、膨脹を大にする程その量も增加することがわかるであらう。

## 一〇七、膨脹曲線 (Expansion Curve)

斷汽以後の蒸氣の膨脹曲線の恰好は膨脹の仕方によつて種々あるものであるが之を次の三種に區別して考ふることが出來る。

1、双曲線 (Hyperbolic Curve)

直角双曲線卽ち PV＝定數なる式に適合する曲線は蒸氣が膨脹動作をなす場合の膨脹曲線と大體類似のものであつて、その劃法等も已にのべた通り他種の曲線に比し簡單であるから汽筒內で蒸氣が膨脹した場合に爲されたる仕事量を概算するには一般に此の曲線によつて爲すものである。

第百二十圖で ab 線は卽ち此の双曲線を示すもので此の時の全仕事面積は次の通りである。

$oa = op_1 \times ov_1 = p_1v_1$

$ob = op_2 \times ov_2 = p_2v_2 = p_1v_1$

面積 $v_1abv_2 = p_1v_1 \log_e r$

但し $r = v_2 \div v_1$

故に

全面積 $op_1abv_2 = p_1v_1(1 + \log_e r)$

實際の場合では多少に拘はらず背壓があるから、有效の仕事量はそれだけ減少するわけである。

それで $op_2$＝背壓 とすれば

有效なる仕事＝$p_m v_2$

但し　$P_m$＝有效平均壓力

$v_2$＝吸鍔の移動した容積

故にクリヤランスを省略して考ふれば

$$P_m v_2 = p_1 v_1 (1+\log_e r) - p_2 v_2$$

$$P_m = p_1 \times \frac{1+\log_e r}{r} - p_2$$　（第七四節參照）

2、飽和曲線　(Saturation Curve)

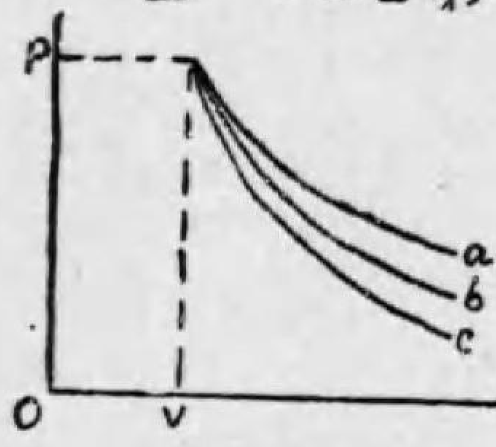
蒸氣が汽筩内で膨脹し外部的仕事を爲すに當つて、外部（例へば汽包室）から熱の供給を受けてその復水を防ぎ、膨脹中常に飽和狀態を持續した場合の膨脹曲線は卽ち飽和曲線であつて、膨脹の任意の點に於ける壓力、容積及溫度の關係は飽和蒸氣表に示す通りである。此の曲線は已に第六十八節にのべた通り飽和蒸氣表により一封度の蒸氣の壓力と容積との變化を適當な寸法で寫して描くもであつて、ランキン氏の公式によれば $PV^{\frac{17}{16}}=C$ なる條件に適合し、ツォイナー氏に從へば $PV^{1.0646}=C$ なる公式にてあらはさるべきものである。

3、等熱曲線　(Adiabatic Curve)

此の曲線は蒸氣が膨脹動作中外部から熱の供給を受くることも無く、又は外部に熱の流出することも無く、只自身の有する熱勢力の消耗によつて仕事を爲すやうな場合の壓力と容積との變化を示すものである。實際の場合では斯樣な狀態の下に動作することは困難であつて、之は只理想的狀態であるが、實際の場合と比較を爲す標準としては誠に便利なものである。

此の場合蒸氣は膨脹するにつれて、その熱勢力を消耗して仕事をするから、それにつれて復水を生ずるわけである。從て蒸氣として存在する分量は膨脹動作の進むにつれて次第に減少するからその壓力は飽和膨脹の場合よりも低くなる勘定になる。ランキン氏に從へば等熱曲線の近似形狀は $PV^{\frac{10}{9}}$＝定數なる式にてあらはすことが出來、ジュール氏によれば乾燥せる飽和蒸氣が等熱膨脹をなすとき $n=1.135$ で濕蒸氣の時は $x$ を乾燥の割合とすれば $n=0.1x+1.035$ である。それで今與へられた蒸氣中に五パーセントの水分を有するときは

第百二十一圖




$a=PV=$Canstant
$b=PV^{\frac{17}{16}}=$Constant
$c=PV^{\frac{10}{9}}=$Constant

$$n=(0.1\times0.95)+1.035=1.130$$

又過熱蒸氣なれば $n=1.333$ である。

# 圓の周圍及面積表

その一

| 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 |
| ·03125 | ·0981 | ·00077 | 6 | 18·8496 | 28·274 | 12 | 37·6991 | 113·10 |
| ·0625 | ·1963 | ·00307 | 6·125 | 19·2423 | 29·465 | 12·125 | 38·0918 | 115·47 |
| ·125 | ·3926 | ·01227 | 6·25 | 19·6350 | 30·680 | 12·25 | 38·4845 | 117·86 |
| ·25 | ·7853 | ·04909 | 6·375 | 20·0277 | 31·919 | 12·375 | 38·8772 | 120·28 |
| ·375 | 1·1781 | ·11045 | 6·5 | 20·4204 | 33 183 | 12·5 | 39·2699 | 122·72 |
| ·5 | 1.5708 | ·19635 | 6·625 | 20·8131 | 34·472 | 12·625 | 39·6626 | 125·19 |
| ·625 | 1·9635 | ·30680 | 6·75 | 21·2058 | 35·785 | 12·75 | 40·0553 | 127·68 |
| ·75 | 2·3561 | ·4417 | 6·875 | 21·5984 | 37·122 | 12·875 | 40·4480 | 130·19 |
| ·875 | 2·748 | ·601 | | | | | | |
| | | | 7 | 21·9911 | 38·485 | 13 | 40·8407 | 132·73 |
| 1 | 3·1416 | ·7854 | 7·125 | 22·3838 | 39·871 | 13·125 | 41·2334 | 135·30 |
| 1·125 | 3·5342 | 0·9940 | 7·25 | 22·7765 | 41·282 | 13·25 | 41·6261 | 137·89 |
| 1·25 | 3·9269 | 1·2272 | 7·375 | 23·1692 | 42·718 | 13·375 | 42·0188 | 140·50 |
| 1·375 | 4·3196 | 1·4849 | 7·5 | 23·5619 | 44·179 | 13·5 | 42·4115 | 143·14 |
| 1·5 | 4·7129 | 1·7671 | 7·625 | 23·9546 | 45·664 | 13·625 | 42·8042 | 145·80 |
| 1·625 | 5·1050 | 2·0739 | 7·75 | 24·3473 | 47·173 | 13·75 | 43·1969 | 148·49 |
| 1·75 | 5·4977 | 2·4053 | 7·875 | 24·7400 | 48·707 | 13·875 | 43·5896 | 151·20 |
| 1·875 | 5·8904 | 2·7612 | | | | | | |
| | | | 8 | 25·1327 | 50·265 | 14 | 43·9823 | 153·94 |
| 2 | 6·2831 | 3·1416 | 8·125 | 25·5224 | 51·849 | 14·125 | 44·3750 | 156·70 |
| 2·125 | 6·6758 | 3·5466 | 8·25 | 25·9181 | 53·456 | 14·25 | 44·7677 | 159·48 |
| 2·25 | 7·0865 | 3·9761 | 8·375 | 26·3108 | 55·088 | 14·375 | 45·1604 | 162·30 |
| 2·375 | 7·4612 | 4·4301 | 8·5 | 26·7035 | 56·745 | 14·5 | 45·5531 | 165·13 |
| 2·5 | 7·8539 | 4·9087 | 8·625 | 27·0962 | 58·426 | 14·625 | 45·9458 | 167·99 |
| 2·625 | 8·2466 | 5·4119 | 8·75 | 27·4889 | 60·132 | 14·75 | 46·3385 | 170·87 |
| 2·75 | 8·6393 | 5·9396 | 8·875 | 27·8816 | 61·362 | 14·875 | 46·7312 | 173·78 |
| 2·875 | 9·0320 | 6·4918 | | | | | | |
| | | | 9 | 28·2743 | 63·617 | 15 | 47 1239 | 176·71 |
| 3 | 9·4247 | 7·0686 | 9·125 | 28·6670 | 65·397 | 15 125 | 47·5166 | 179·67 |
| 3·125 | 9·8174 | 7·6699 | 9·25 | 29·0597 | 67·201 | 15·25 | 47·9093 | 182·65 |
| 3·25 | 10·2102 | 8·2958 | 9·375 | 29·4524 | 69·029 | 15·375 | 48·3020 | 185·66 |
| 3·375 | 10·6029 | 8·9462 | 9·5 | 29·8451 | 70·882 | 15·5 | 48·6947 | 188·69 |
| 3·5 | 10·9956 | 9·6211 | 9·625 | 30·2378 | 72·760 | 15·625 | 49·0874 | 191·75 |
| 3·625 | 11·3883 | 10·321 | 9·75 | 30·6305 | 74·662 | 15·75 | 49·4801 | 194·83 |
| 3·75 | 11·7810 | 11·045 | 9·875 | 31·0232 | 76·589 | 15·875 | 49·8728 | 197·93 |
| 3·875 | 12·1737 | 11·793 | | | | | | |
| | | | 10 | 31·4159 | 78·540 | 16 | 50·2655 | 201·06 |
| 4 | 12·5664 | 12·566 | 10·125 | 31·8086 | 80·516 | 16·125 | 50·6582 | 204·22 |
| 4·125 | 12·9591 | 13·364 | 10·25 | 32·2013 | 82·516 | 16·25 | 51·0509 | 207·39 |
| 4·25 | 13·3518 | 14·186 | 10·375 | 32·5940 | 84·541 | 16·375 | 51·4436 | 210·60 |
| 4·375 | 13·7445 | 15·033 | 10·5 | 32·9867 | 86·590 | 16·5 | 51·8363 | 213·82 |
| 4·5 | 14·1372 | 15·904 | 10·625 | 33·3794 | 88·664 | 16·625 | 52·2290 | 217·08 |
| 4·625 | 14·5299 | 16·800 | 10·75 | 33·7721 | 90·763 | 16·75 | 52·6217 | 220·35 |
| 4·75 | 14·9226 | 17·721 | 10·875 | 34·1648 | 92·886 | 16·875 | 53·0144 | 223·65 |
| 4·875 | 15·3153 | 18·665 | | | | | | |
| | | | 11 | 34·5575 | 95·033 | 17 | 53·4071 | 226·98 |
| 5 | 15·7080 | 19·635 | 11·125 | 34·9502 | 97·205 | 17·125 | 53·7998 | 230·33 |
| 5·125 | 16·1007 | 20·629 | 11·25 | 35·3429 | 99·402 | 17·25 | 54·1925 | 233·71 |
| 5·25 | 16·4934 | 21·648 | 11·375 | 35·7356 | 101·62 | 17·375 | 54·5852 | 237·10 |
| 5·375 | 16·8861 | 22·691 | 11·5 | 36·1283 | 103·87 | 17·5 | 54·9779 | 240·53 |
| 5·5 | 17·2788 | 23·758 | 11·625 | 36·5210 | 106·14 | 17·625 | 55·3706 | 243·98 |
| 5·625 | 17·6715 | 24·850 | 11·75 | 33·9137 | 108·43 | 17·75 | 55·7633 | 247·45 |
| 5·75 | 18·0642 | 25·967 | 11·875 | 37·3064 | 110·75 | 17·875 | 56·1560 | 250·95 |
| 5·875 | 18·4569 | 27·109 | | | | | | |

# 圓の周圍及面積表

その二

| 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 |
| **18** | 56·5487 | 254·47 | **24** | 75·3982 | 452·39 | **30** | 94·2478 | 706·86 |
| 18·125 | 56·9414 | 258·02 | 24·125 | 75·7909 | 457·11 | 30·125 | 94·6405 | 712·76 |
| 18·25 | 57·3341 | 261·59 | 24·25 | 76·1836 | 461·86 | 30·25 | 95·0332 | 718·69 |
| 18·375 | 57·7268 | 265·18 | 24·375 | 76·5763 | 466·64 | 30·375 | 95·4259 | 724·64 |
| 18·5 | 58·1195 | 268·80 | 24·5 | 76·9690 | 471·44 | 30·5 | 95·8186 | 730·62 |
| 18·625 | 58·5122 | 272·45 | 24·625 | 77·3617 | 476·26 | 30·625 | 96·2113 | 736·62 |
| 18·75 | 58·9049 | 276·12 | 24·75 | 77·7544 | 481·11 | 30·75 | 96·6040 | 742·64 |
| 18·875 | 59·2976 | 279·81 | 24·875 | 78·1471 | 485·98 | 30·875 | 96·9967 | 748·69 |
| **19** | 59·6903 | 283·53 | **25** | 78·5398 | 490·87 | **31** | 97·3894 | 754·77 |
| 19·125 | 60·0830 | 287·27 | 25·125 | 78·9325 | 495·79 | 31·125 | 97·7821 | 760·87 |
| 19·25 | 60·4757 | 291·04 | 25·25 | 79·3252 | 500·74 | 31·25 | 98·1748 | 766·99 |
| 19·375 | 60·8684 | 294·83 | 25·375 | 79·7179 | 505·71 | 31·375 | 98·5675 | 773·14 |
| 19·5 | 61·2611 | 298·65 | 25·5 | 80·1106 | 510·71 | 31·5 | 98·9602 | 779·31 |
| 19·625 | 61·6538 | 302·49 | 25·625 | 80·5033 | 515·72 | 31·625 | 99·3529 | 785·51 |
| 19·75 | 62·0465 | 306·35 | 25·75 | 80·8960 | 520·77 | 31·75 | 99·7456 | 791·73 |
| 19·875 | 62·4392 | 310·24 | 25·875 | 81·2887 | 525·84 | 31·875 | 100·138 | 797·98 |
| **20** | 62·8319 | 314·16 | **26** | 81·6814 | 530·93 | **32** | 100·531 | 804·25 |
| 20·125 | 63·2246 | 318·10 | 26·125 | 82·0741 | 536·05 | 32·125 | 100·924 | 810·54 |
| 20·25 | 63·6173 | 322·06 | 26·25 | 82·4668 | 541·19 | 32·25 | 101·316 | 816·86 |
| 20·375 | 64·0100 | 326·05 | 26·375 | 82·8595 | 546·35 | 32·375 | 101·709 | 823·21 |
| 20·5 | 64·4026 | 330·06 | 26·5 | 83·2522 | 551·55 | 32·5 | 102·102 | 829·58 |
| 20·625 | 64·7953 | 334·10 | 26·625 | 83·6449 | 556·76 | 32·625 | 102·494 | 835·97 |
| 20·75 | 65·1880 | 338·16 | 26·75 | 84·0376 | 562·00 | 32·75 | 102·887 | 842·39 |
| 20·875 | 65·5807 | 342·25 | 26·875 | 84·4303 | 567·27 | 32·875 | 103·280 | 848·83 |
| **21** | 65·9734 | 346·36 | **27** | 84·8230 | 572·56 | **33** | 103·673 | 855·30 |
| 21·125 | 66·3661 | 350·50 | 27·125 | 85·2157 | 577·87 | 33·125 | 104·065 | 861·79 |
| 21·25 | 66·7588 | 354·66 | 27·25 | 85·6084 | 583·21 | 33·25 | 104·458 | 868·31 |
| 21·375 | 67·1515 | 358·84 | 27·375 | 86·0011 | 588·57 | 33·375 | 104·851 | 874·85 |
| 21·5 | 67·5442 | 363·06 | 27·5 | 86·3938 | 593·96 | 33·5 | 105·243 | 881·41 |
| 21·625 | 67·9369 | 367·28 | 27·625 | 86·7865 | 599·37 | 33·625 | 105·636 | 888·00 |
| 21·75 | 68·3296 | 371·54 | 27·75 | 87·1792 | 604·81 | 33·75 | 106·029 | 894·62 |
| 21·875 | 68·7223 | 375·83 | 27·875 | 87·5719 | 610·27 | 33·875 | 106·421 | 901·26 |
| **22** | 69·1150 | 380·13 | **28** | 87·9646 | 615·75 | **34** | 106·814 | 907·92 |
| 22·125 | 69·5077 | 384·46 | 28·125 | 88·3573 | 621·26 | 34·125 | 107·207 | 914·61 |
| 22·25 | 69·9004 | 388·82 | 28·25 | 88·7500 | 626·80 | 34·25 | 107·600 | 921·32 |
| 22·375 | 70·2931 | 393·20 | 28·375 | 89·1427 | 632·36 | 34·375 | 107·992 | 928·06 |
| 22·5 | 70·6858 | 397·61 | 28·5 | 89·5354 | 637·94 | 34·5 | 108·385 | 934·82 |
| 22·625 | 71·0785 | 402·04 | 28·625 | 89·9281 | 643·55 | 34·625 | 108·788 | 941·61 |
| 22·75 | 71·4712 | 406·49 | 28·75 | 90·3208 | 649·18 | 34·75 | 109·170 | 948·42 |
| 22·875 | 71·8639 | 410·97 | 28·875 | 90·7135 | 654·84 | 34·875 | 109·563 | 955·25 |
| **23** | 72·2566 | 415·48 | **29** | 91·1062 | 660·52 | **35** | 109·956 | 962·11 |
| 23·125 | 72·6493 | 420·00 | 29·125 | 91·4989 | 666·23 | 35·125 | 110·348 | 969·00 |
| 23·25 | 73·0420 | 424·56 | 29·25 | 91·8916 | 671·96 | 35·25 | 110·741 | 975·91 |
| 23·375 | 73·4347 | 429·13 | 29·375 | 92·2843 | 677·71 | 35·375 | 111·134 | 982·84 |
| 23·5 | 73·8274 | 433·74 | 29·5 | 92·6770 | 683·49 | 35·5 | 111·527 | 989·80 |
| 23·625 | 74·2201 | 438·36 | 29·625 | 93·0697 | 689·30 | 35·625 | 111·919 | 996·78 |
| 23·75 | 74·6128 | 443·01 | 29·75 | 93·4624 | 695·13 | 35·75 | 112·312 | 1003·8 |
| 23·875 | 75·0055 | 447·69 | 29·875 | 93·8551 | 700·98 | 35·875 | 112·705 | 1010·8 |

# 圓の周圍及面積表

その三

| 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 |
| **36** | 113·097 | 1017·9 | **42** | 131·947 | 1385·4 | **48** | 150·796 | 1809·6 |
| 36·125 | 113·490 | 1025·0 | 42·125 | 132·340 | 1393·7 | 48·125 | 151·189 | 1819·0 |
| 36·25 | 113·883 | 1032·1 | 42·25 | 132·732 | 1402·0 | 48·25 | 151·582 | 1828·5 |
| 36·375 | 114·275 | 1039·2 | 42·375 | 133·125 | 1410·3 | 48·375 | 151·975 | 1837·9 |
| 36·5 | 114·668 | 1046·3 | 42·5 | 133·518 | 1418·6 | 48·5 | 152·367 | 1847·5 |
| 36·625 | 115·061 | 1053·5 | 42·625 | 133·910 | 1427·0 | 48·625 | 152·760 | 1857·0 |
| 36·75 | 115·454 | 1060·7 | 42·75 | 134·303 | 1435·4 | 48·75 | 153·153 | 1866·5 |
| 36·875 | 115·846 | 1068·0 | 42·875 | 134·696 | 1443·8 | 48·875 | 153·544 | 1876·1 |
| **37** | 116·239 | 1075·2 | **43** | 135·088 | 1452·2 | **49** | 153·938 | 1885·7 |
| 37·125 | 116·632 | 1082·5 | 43·125 | 135·481 | 1460·7 | 49·125 | 154·331 | 1895·4 |
| 37·25 | 117·024 | 1089·8 | 43·25 | 135·874 | 1469·1 | 49·25 | 154·723 | 1905·0 |
| 37·375 | 117·417 | 1097·1 | 43·375 | 136·267 | 1477·6 | 49·375 | 155·116 | 1914·7 |
| 37·5 | 117·810 | 1104·5 | 43·5 | 136·659 | 1486·2 | 49·5 | 155·509 | 1924·2 |
| 37.625 | 118·202 | 1111·8 | 43·625 | 137·052 | 1494·7 | 49·625 | 155·904 | 1934·2 |
| 37·75 | 118·596 | 1119·2 | 43·75 | 137·445 | 1503·3 | 49·75 | 156·294 | 1943·9 |
| 37·875 | 118·988 | 1126·7 | 43·875 | 137·837 | 1511·9 | 49·875 | 156·687 | 1953·7 |
| **38** | 119·381 | 1134·1 | **44** | 138·230 | 1520·5 | **50** | 157·080 | 1963·5 |
| 38·125 | 119·773 | 1141·6 | 44·125 | 138·623 | 1529·2 | 50·125 | 157·472 | 1973·3 |
| 38·25 | 120·166 | 1149·1 | 44·25 | 139·015 | 1537·9 | 50·25 | 157·865 | 1983·2 |
| 38·375 | 120·559 | 1156·6 | 44·375 | 139·408 | 1546·6 | 50·375 | 158·258 | 1993·1 |
| 38·5 | 120·951 | 1164·2 | 44·5 | 139·801 | 1555·3 | 50·5 | 158·650 | 2003·0 |
| 38·625 | 121·344 | 1171·7 | 44·625 | 140·194 | 1564·0 | 50·625 | 159·043 | 2012·9 |
| 38·75 | 121·737 | 1179·3 | 44·75 | 140·586 | 1572·8 | 50·75 | 159·436 | 2022·8 |
| 38·875 | 122·129 | 1186·9 | 44·875 | 140·979 | 1581·6 | 50·875 | 159·829 | 2032·8 |
| **39** | 122·522 | 1194·6 | **45** | 141·372 | 1590·4 | **51** | 160·221 | 2042·8 |
| 39·125 | 122·915 | 1202·3 | 45·125 | 141·764 | 1599·3 | 51·125 | 160·614 | 2052·8 |
| 39·25 | 123·308 | 1210·0 | 45·25 | 142·157 | 1608·2 | 51·25 | 161·007 | 2062·9 |
| 39·375 | 123·700 | 1217·7 | 45·375 | 142·550 | 1617·0 | 51·375 | 161·399 | 2073·0 |
| 39·5 | 124·093 | 1225·4 | 45·5 | 142·942 | 1626·0 | 51·5 | 161·792 | 2083·1 |
| 39·625 | 124·486 | 1233·2 | 45·625 | 143·335 | 1634·9 | 51·625 | 162·185 | 2093·2 |
| 39·75 | 124·878 | 1241·0 | 45·75 | 143·728 | 1643·9 | 51·75 | 162·577 | 2103·3 |
| 39·875 | 125·271 | 1248·8 | 45·875 | 144·121 | 1652·9 | 51·875 | 162·970 | 2113·5 |
| **40** | 125·664 | 1256·6 | **46** | 144·513 | 1661·9 | **52** | 163·363 | 2123·7 |
| 40·125 | 126·056 | 1264·5 | 46·125 | 144·906 | 1670·9 | 52·125 | 163·756 | 2133·9 |
| 40·25 | 126·449 | 1272·4 | 46·25 | 145·299 | 1680·0 | 52·25 | 164·148 | 2144·2 |
| 40·375 | 126·842 | 1280·3 | 46·375 | 145·691 | 1689·1 | 52·375 | 164·541 | 2154·5 |
| 40·5 | 127·235 | 1288·2 | 46·5 | 146·084 | 1698·2 | 52·5 | 164·934 | 2164·8 |
| 40·625 | 127·627 | 1296·2 | 46·625 | 146·477 | 1707·4 | 52·625 | 165·326 | 2175·1 |
| 40·75 | 128·020 | 1304·2 | 46·75 | 146·869 | 1716·5 | 52·75 | 165·719 | 2185·4 |
| 40·875 | 128·413 | 1312·2 | 46·875 | 147·262 | 1725·7 | 52·875 | 166·112 | 2195·8 |
| **41** | 128·805 | 1320·3 | **47** | 147·655 | 1734·9 | **53** | 166·504 | 2206·2 |
| 41·125 | 129·198 | 1328·3 | 47·125 | 148·048 | 1744·2 | 53·125 | 166·897 | 2216·6 |
| 41·25 | 129·591 | 1336·4 | 47·25 | 148·440 | 1753·5 | 53·25 | 167·290 | 2227·0 |
| 41·375 | 129·993 | 1344·5 | 47·375 | 148·833 | 1762·7 | 53·375 | 167·683 | 2237·5 |
| 41·5 | 130·376 | 1352·7 | 47·5 | 149·226 | 1772·1 | 53·5 | 168·075 | 2248·0 |
| 41·625 | 130·769 | 1360·8 | 47·625 | 149·618 | 1781·4 | 53·625 | 168·468 | 2258·5 |
| 41·75 | 131·161 | 1369·0 | 47·75 | 150·011 | 1790·8 | 53·75 | 168·861 | 2269·1 |
| 41·875 | 131·554 | 1377·2 | 47·875 | 150·404 | 1800·1 | 53·875 | 169·253 | 2279·6 |

## 圓の周圍及面積表

その四

| 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 |
| 54 | 169·646 | 2290·2 | 60 | 188·496 | 2827·4 | 66 | 207·345 | 3421·2 |
| 54·125 | 170·039 | 2300·8 | 60·125 | 188·888 | 2839·2 | 66·125 | 207·738 | 3434·3 |
| 54·25 | 170·431 | 2311·5 | 60·25 | 189·281 | 2851·0 | 66·25 | 208·131 | 3447·2 |
| 54·375 | 170·824 | 2322·1 | 60·375 | 189·674 | 2862·9 | 66·375 | 208·523 | 3460·2 |
| 54·5 | 171·217 | 2332·8 | 60·5 | 190·066 | 2874·8 | 66·5 | 208·916 | 3473·2 |
| 54·625 | 171·609 | 2343·5 | 60·625 | 190·459 | 2886·6 | 66·625 | 209·309 | 3486·3 |
| 54·75 | 172·002 | 2354·3 | 60·75 | 190·852 | 2898·6 | 66·75 | 209·701 | 3499·4 |
| 54·875 | 172·395 | 2365·0 | 60·875 | 191·244 | 2910·5 | 66·875 | 210·094 | 3512·5 |
| 55 | 172·788 | 2375·8 | 61 | 191·637 | 2922·5 | 67 | 210·487 | 3525·7 |
| 55·125 | 173·180 | 2386·6 | 61·125 | 192·030 | 2934·5 | 67·125 | 210·879 | 3538·8 |
| 55·25 | 173·573 | 2397·5 | 61·25 | 192·423 | 2946·5 | 67·25 | 211·272 | 3552·0 |
| 55·375 | 173·966 | 2408·3 | 61·375 | 192·815 | 2958·5 | 67·375 | 211·665 | 3565·2 |
| 55·5 | 174·358 | 2419·2 | 61·5 | 193·208 | 2970·6 | 67·5 | 212·058 | 3578·5 |
| 55·625 | 174·751 | 2430·1 | 61·625 | 193·601 | 2982·7 | 67·625 | 212·450 | 3591·7 |
| 55·75 | 175·144 | 2441·1 | 61·75 | 193·993 | 2994·8 | 67·75 | 212·843 | 3605·0 |
| 55·875 | 175·536 | 2452·0 | 61·875 | 194·386 | 3006·9 | 67·875 | 213·236 | 3618·3 |
| 56 | 175·929 | 2463·0 | 62 | 194·779 | 3019·1 | 68 | 213·628 | 3631·7 |
| 56·125 | 176·322 | 2474·0 | 62·125 | 195·171 | 3031·3 | 68·125 | 214·021 | 3645·0 |
| 56·25 | 176·715 | 2485·0 | 62·25 | 195·564 | 3043·5 | 68·25 | 214·414 | 3658·4 |
| 56·375 | 177·107 | 2496·1 | 62·375 | 195·957 | 3055·7 | 68·375 | 214·806 | 3671·8 |
| 56·5 | 177·500 | 2507·2 | 62·5 | 196·350 | 3068·0 | 68·5 | 215·199 | 3685·3 |
| 56·625 | 177·893 | 2518·3 | 62·625 | 196·742 | 3080·3 | 68·625 | 215·592 | 3698·7 |
| 56·75 | 178·285 | 2529·4 | 62·75 | 197·135 | 3092·6 | 68·75 | 215·984 | 3712·2 |
| 56·875 | 178·678 | 2540·6 | 62·875 | 197·528 | 3104·9 | 68·875 | 216·337 | 3725·7 |
| 57 | 179·071 | 2551·8 | 63 | 197·920 | 3117·2 | 69 | 216·770 | 3739·3 |
| 57·125 | 179·463 | 2563·0 | 63·125 | 198·313 | 3129·6 | 69·125 | 217·163 | 3752·8 |
| 57·25 | 179·856 | 2574·2 | 63·25 | 198·706 | 3142·0 | 69·25 | 217·555 | 3766·4 |
| 57·375 | 180·249 | 2585·4 | 63·375 | 199·098 | 3154·5 | 69·375 | 217·948 | 3780·0 |
| 57·5 | 180·642 | 2596·7 | 63·5 | 199·491 | 3166·9 | 69·5 | 218·341 | 3793·7 |
| 57·625 | 181·034 | 2608·0 | 63·625 | 199·884 | 3179·4 | 69·625 | 218·733 | 3807·3 |
| 57·75 | 181·427 | 2619·4 | 63·75 | 200·277 | 3191·9 | 69·75 | 219·126 | 3821·0 |
| 57·875 | 181·820 | 2630·7 | 63·875 | 200·669 | 3204·4 | 69·875 | 219·519 | 3834·7 |
| 58 | 182·212 | 2642·1 | 64 | 201·062 | 3217·0 | 70 | 219·911 | 3848·5 |
| 58·125 | 182·605 | 2653·5 | 64·125 | 201·455 | 3229·6 | 70·125 | 220·304 | 3862·2 |
| 58·25 | 182·998 | 2664·9 | 64·25 | 201·847 | 3242·2 | 70·25 | 220·697 | 3876·0 |
| 58·375 | 183·390 | 2676·4 | 64·375 | 202·240 | 3254·8 | 70·375 | 221·090 | 3889·8 |
| 58·5 | 183·783 | 2687·8 | 64·5 | 202·633 | 3267·5 | 70·5 | 221·482 | 3903·6 |
| 58·625 | 184·176 | 2699·3 | 64·625 | 203·025 | 3280·1 | 70·625 | 221·875 | 3917·5 |
| 58·75 | 184·569 | 2710·9 | 64·75 | 203·418 | 3292·8 | 70·75 | 222·268 | 3931·4 |
| 58·875 | 184·961 | 2722·4 | 64·875 | 203·811 | 3305·6 | 70·875 | 222·660 | 3945·3 |
| 59 | 185·354 | 2734·0 | 65 | 204·204 | 3318·3 | 71 | 223·053 | 3959·2 |
| 59·125 | 185·747 | 2745·6 | 65·125 | 204·596 | 3331·1 | 71·125 | 223·446 | 3973·1 |
| 59·25 | 186·139 | 2757·2 | 65·25 | 204·989 | 3343·9 | 71·25 | 223·838 | 3987·1 |
| 59·375 | 186·532 | 2768·8 | 65·375 | 205·382 | 3356·7 | 71·375 | 224·231 | 4001·1 |
| 59·5 | 186·925 | 2780·5 | 65·5 | 205·774 | 3369·6 | 71·5 | 224·624 | 4015·2 |
| 59·625 | 187·317 | 2792·2 | 65·625 | 206·167 | 3382·4 | 71·625 | 225·017 | 4029·2 |
| 59·75 | 187·710 | 2803·9 | 65·75 | 206·560 | 3395·3 | 71·75 | 225·409 | 4043·3 |
| 59·875 | 188·103 | 2815·7 | 65·875 | 206·952 | 3408·2 | 71·875 | 225·802 | 4057·4 |

## 圓の周圍及面積表

その五

| 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 |
| 72 | 226·195 | 4071·5 | 78 | 245·044 | 4778·4 | 84 | 263·894 | 5541·8 |
| 72·125 | 226·587 | 4085·7 | 78·125 | 245·437 | 4793·7 | 84·125 | 264·286 | 5558·3 |
| 72·25 | 226·980 | 4099·8 | 78·25 | 245·830 | 4809·0 | 84·25 | 264·679 | 5574·8 |
| 72·375 | 227·373 | 4114·0 | 78·375 | 246·222 | 4824·4 | 84·375 | 265·072 | 5591·4 |
| 72·5 | 227·765 | 4128·2 | 78·5 | 246·615 | 4839·8 | 84·5 | 265·465 | 5607·9 |
| 72·625 | 228·158 | 4142·5 | 78·625 | 247·008 | 4855·2 | 84·625 | 265·857 | 5624·5 |
| 72·75 | 228·551 | 4156·8 | 78·75 | 247·400 | 4870·7 | 84·75 | 266·250 | 5641·2 |
| 72·875 | 228·944 | 4171·1 | 78·875 | 247·793 | 4886·2 | 84·875 | 266·643 | 5657·8 |
| 73 | 229·336 | 4185·4 | 79 | 248·186 | 4901·7 | 85 | 267·035 | 5674·5 |
| 73·125 | 229·729 | 4199·7 | 79·125 | 248·579 | 4917·2 | 85·125 | 267·428 | 5691·2 |
| 73·25 | 230·122 | 4214·1 | 79·25 | 248·971 | 4932·7 | 85·25 | 267·821 | 5707·9 |
| 73·375 | 230·514 | 4228·5 | 79·375 | 249·364 | 4948·3 | 85·375 | 268·213 | 5724·7 |
| 73·5 | 230·907 | 4242·9 | 79·5 | 249·757 | 4963·9 | 85·5 | 268·606 | 5741·5 |
| 73·625 | 231·300 | 4257·4 | 79·625 | 250·149 | 4979·5 | 85·625 | 268·999 | 5758·3 |
| 73·75 | 231·692 | 4271·8 | 79·75 | 250·542 | 4995·2 | 85·75 | 269·392 | 5775·1 |
| 73·875 | 232·085 | 4286·3 | 79·875 | 250·935 | 5010·9 | 85·875 | 269·784 | 5791·9 |
| 74 | 232·478 | 4300·8 | 80 | 251·327 | 5026·5 | 86 | 270·177 | 5808·8 |
| 74·125 | 232·871 | 4315·4 | 80·125 | 251·720 | 5042·3 | 86·125 | 270·570 | 5825·7 |
| 74·25 | 233·263 | 4329·9 | 80·25 | 252·113 | 5058·0 | 86·25 | 270·962 | 5842·6 |
| 74·375 | 233·656 | 4344·5 | 80·375 | 252·506 | 5073·8 | 86·375 | 271·355 | 5859·6 |
| 74·5 | 234·049 | 4359·2 | 80·5 | 252·898 | 5089·6 | 86·5 | 271·748 | 5876·5 |
| 74·625 | 234·441 | 4373·8 | 80·625 | 253·291 | 5105·4 | 86·625 | 272·140 | 5893·5 |
| 74·75 | 234·834 | 4388·5 | 80·75 | 253·684 | 5121·2 | 86·75 | 272·533 | 5910·6 |
| 74·875 | 235·227 | 4403·1 | 80·875 | 254·076 | 5137·1 | 86·875 | 272·926 | 5927·6 |
| 75 | 235·619 | 4417·9 | 81 | 254·469 | 5153·0 | 87 | 273·319 | 5944·7 |
| 75·125 | 236·012 | 4432·6 | 81·125 | 254·862 | 5168·9 | 87·125 | 273·711 | 5961·8 |
| 75·25 | 236·405 | 4447·4 | 81·25 | 255·254 | 5184·9 | 87·25 | 274·104 | 5978·9 |
| 75·375 | 236·798 | 4462·2 | 81·375 | 255·647 | 5200·8 | 87·375 | 274·497 | 5996·0 |
| 75·5 | 237·190 | 4477·0 | 81·5 | 256·040 | 5216·8 | 87·5 | 274·889 | 6013·2 |
| 75·625 | 237·583 | 4491·8 | 81·625 | 256·433 | 5232·8 | 87·625 | 275·282 | 6030·4 |
| 75·75 | 237·976 | 4506·7 | 81·75 | 256·825 | 5248·9 | 87·75 | 275·695 | 6047·6 |
| 75·875 | 238·368 | 4521·5 | 81·875 | 257·218 | 5264·9 | 87·875 | 276·067 | 6064·9 |
| 76 | 238·761 | 4536·5 | 82 | 257·611 | 5281·0 | 88 | 276·460 | 6082·1 |
| 76·125 | 239·154 | 4551·4 | 82·125 | 258·003 | 5297·1 | 88·125 | 276·853 | 6099·4 |
| 76·25 | 239·546 | 4566·4 | 82·25 | 258·396 | 5313·3 | 88·25 | 277·246 | 6256·7 |
| 76·375 | 239·939 | 4581·3 | 82·375 | 258·789 | 5329·4 | 88·375 | 277·638 | 6134·1 |
| 76·5 | 240·332 | 4596·3 | 82·5 | 259·181 | 5345·6 | 88·5 | 278·031 | 6151·4 |
| 76·625 | 240·725 | 4611·4 | 82·625 | 259·574 | 5361·3 | 88·625 | 278·424 | 6168·8 |
| 76·75 | 241·117 | 4626·4 | 82·75 | 259·967 | 5378·1 | 88·75 | 278·816 | 6186·2 |
| 76·875 | 241·510 | 4641·5 | 82·875 | 260·359 | 5394·3 | 88·875 | 279·209 | 6203·7 |
| 77 | 241·903 | 4656·6 | 83 | 260·752 | 5410·6 | 89 | 279·602 | 6221·1 |
| 77·125 | 242·295 | 4671·8 | 83·125 | 261·145 | 5426·9 | 89·125 | 279·994 | 6238·6 |
| 77·25 | 242·688 | 4686·9 | 83·25 | 261·538 | 5443·3 | 89·25 | 280·387 | 6256·1 |
| 77·375 | 243·081 | 4702·1 | 83·375 | 261·930 | 5459·6 | 89·375 | 280·780 | 6273·7 |
| 77·5 | 243·473 | 4717·3 | 83·5 | 262·323 | 5476·0 | 89·5 | 281·173 | 6291·2 |
| 77·625 | 243·866 | 4732·5 | 83·625 | 262·716 | 5492·4 | 89·625 | 281·565 | 6308·8 |
| 77·75 | 244·259 | 4747·8 | 83·75 | 263·108 | 5508·8 | 89·75 | 281·958 | 6326·4 |
| 77·875 | 244·652 | 4763·1 | 83·875 | 263·501 | 5525·3 | 89·875 | 282·351 | 6344·1 |

## Hyp Log R

| 膨脹數 R | Hyp Log | 膨脹數 R | Hyp Log | 膨脹數 R | Hyp Log | 膨脹數 R | Hyp Log |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1·1 | 0·0953 | 3·6 | 1·2809 | 6·1 | 1·8083 | 8·6 | 2·1518 |
| 1·2 | 0·1823 | 3·7 | 1·3083 | 6·2 | 1·8245 | 8·7 | 2·1633 |
| 1·3 | 0·2624 | 3·8 | 1·3350 | 6·3 | 1·8405 | 8·8 | 2·1748 |
| 1·4 | 0·3365 | 3·9 | 1·3610 | 6·4 | 1·8563 | 8·9 | 2·1861 |
| 1·5 | 0·4055 | 4·0 | 1·3863 | 6·5 | 1·8718 | 9·0 | 2·1972 |
| 1·6 | 0·4700 | 4·1 | 1·4110 | 6·6 | 1·8871 | 9·1 | 2·2083 |
| 1·7 | 0·5306 | 4·2 | 1·4351 | 6·7 | 1·9021 | 9·2 | 2·2192 |
| 1·8 | 0·5878 | 4·3 | 1·4586 | 6·8 | 1·9169 | 9·3 | 2·2300 |
| 1·9 | 0·6419 | 4·4 | 1·4816 | 6·9 | 1·9315 | 9·4 | 2·2407 |
| 2·0 | 0·6931 | 4·5 | 1·5041 | 7·0 | 1·9459 | 9·5 | 2·2513 |
| 2·1 | 0·7419 | 4·6 | 1·5261 | 7·1 | 1·9601 | 9·6 | 2·2618 |
| 2·2 | 0·7885 | 4·7 | 1·5476 | 7·2 | 1·9741 | 9·7 | 2·2721 |
| 2·3 | 0·8329 | 4·8 | 1·5686 | 7·3 | 1·9879 | 9·8 | 2·2824 |
| 2·4 | 0·8755 | 4·9 | 1·5896 | 7·4 | 2·0015 | 9·9 | 2·2925 |
| 2·5 | 0·9163 | 5·0 | 1·6094 | 7·5 | 2·0149 | 10·0 | 2·3026 |
| 2·6 | 0·9555 | 5·1 | 1·6292 | 7·6 | 2·0281 | 10·5 | 2·3513 |
| 2·7 | 0·9933 | 5·2 | 1·6487 | 7·7 | 2·0412 | 11·0 | 2·3979 |
| 2·8 | 1·0296 | 5·3 | 1·6677 | 7·8 | 2·0541 | 11·5 | 2·4430 |
| 2·9 | 1·0647 | 5·4 | 1·6864 | 7·9 | 2·0669 | 12·0 | 2·4849 |
| 3·0 | 1·0986 | 5·5 | 1·7047 | 8·0 | 2·0794 | 12·5 | 2·5262 |
| 3·1 | 1·1314 | 5·6 | 1·7228 | 8·1 | 2·0919 | 13·0 | 2·5649 |
| 3·2 | 1·1632 | 5·7 | 1·7405 | 8·2 | 2·1041 | 13·5 | 2·6027 |
| 3·3 | 1·1939 | 5·8 | 1·7579 | 8·3 | 2·1163 | 14·0 | 2·6391 |
| 3·4 | 1·2238 | 5·9 | 1·7750 | 8·4 | 2·1282 | 15·0 | 2·7081 |
| 3·5 | 1·2528 | 6·0 | 1·7918 | 8·5 | 2·1401 | 16·0 | 2·7726 |

## 圓の周圍及面積表

其の六

| 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 | 直徑 | 周圍 | 面積 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 | 吋 | 吋 | 平方吋 |
| **90** | 282·743 | 6361·7 | **94** | 295·310 | 6939·8 | **98** | 307·876 | 7543·0 |
| 90·125 | 283·136 | 6379·4 | 94 125 | 295·702 | 6958·2 | 98·125 | 308·269 | 7562·2 |
| 90·25 | 283·529 | 6397·1 | 94·25 | 296·095 | 6976·7 | 98·25 | 308·661 | 7581·5 |
| 90·375 | 283·921 | 6414·9 | 94·375 | 296·488 | 6995·3 | 98·375 | 309·054 | 7600·8 |
| 90·5 | 284·314 | 6432·6 | 94·5 | 296·881 | 7013·8 | 98·5 | 309·447 | 7620·1 |
| 90·625 | 284·707 | 6450·4 | 94 625 | 297·273 | 7032·4 | 98·625 | 309·840 | 7639·5 |
| 90·75 | 285·100 | 6468·2 | 94 75 | 297·666 | 7051·0 | 98·75 | 310·232 | 7658·9 |
| 90·875 | 285·492 | 6486·0 | 94·875 | 298·059 | 7069·6 | 98·875 | 310·625 | 7678·3 |
| **91** | 285·885 | 6503·9 | **95** | 298·451 | 7088·2 | **99** | 311·018 | 7697·7 |
| 91 125 | 286·278 | 6521·8 | 95·125 | 298·844 | 7106·9 | 99·125 | 311·410 | 7717·1 |
| 91·25 | 286·670 | 6539·7 | 95·25 | 299·237 | 7125·6 | 99·25 | 311·803 | 7736·6 |
| 91·375 | 287·063 | 6557·6 | 95·375 | 299·629 | 7144·3 | 99·375 | 312·196 | 7756·1 |
| 91·5 | 287·456 | 6575 5 | 95.5 | 300·022 | 7163·0 | 99·5 | 312·588 | 7775·6 |
| 91·625 | 287·848 | 6593 5 | 95.625 | 300·415 | 7181·8 | 99·625 | 312·981 | 7795·2 |
| 91·75 | 288·241 | 6611·5 | 95·75 | 300·807 | 7200·6 | 99·75 | 313·374 | 7814·8 |
| 91·875 | 288 634 | 6629·6 | 95·875 | 301·200 | 7219·4 | 99·875 | 313·767 | 7834·4 |
| **92** | 289·027 | 6647 6 | **96** | 301·593 | 7238·2 | **100** | 314 159 | 7854 0 |
| 92·125 | 289·419 | 6665 7 | 96·125 | 301·986 | 7257·1 | | | |
| 92·25 | 289·812 | 6683·8 | 96·25 | 302·378 | 7276·0 | | | |
| 92·375 | 290·205 | 6701·9 | 96·375 | 302·771 | 7294·9 | | | |
| 92·5 | 290·597 | 6720·1 | 96·5 | 303·164 | 7313·8 | | | |
| 92·625 | 290·990 | 6738·2 | 96·625 | 303·556 | 7332·8 | | | |
| 92·75 | 291·383 | 6756·4 | 96·75 | 303·949 | 7351·8 | | | |
| 92·875 | 291·775 | 6774·7 | 96·875 | 304·342 | 7370·8 | | | |
| **93** | 292·168 | 6792·9 | **97** | 304·734 | 7389·8 | | | |
| 93·125 | 292·561 | 6811·2 | 97·125 | 305·127 | 7408·9 | | | |
| 93·25 | 292·954 | 6829·5 | 97·25 | 305·520 | 7428·0 | | | |
| 93·375 | 293·346 | 6847·8 | 97·375 | 305·913 | 7447·1 | | | |
| 93·5 | 293·739 | 6866·1 | 97·5 | 306·305 | 7466·2 | | | |
| 93·625 | 294·132 | 6884·5 | 97·625 | 306·698 | 7485·3 | | | |
| 93·75 | 294·524 | 6902·9 | 97·75 | 307·091 | 7504·5 | | | |
| 93·875 | 294·917 | 6921·3 | 97 875 | 307·483 | 7523·7 | | | |

| (汽壓計にて)一平方吋の壓力 封度 | 温度(華氏) | 蒸氣 | 蒸氣の重量 一立方呎 封度 | 蒸氣の容積 一封度 立方呎 | 蒸氣の潜熱 一封度 英熱位 | 蒸氣の全熱 一封度 華氏 | 絶對壓力(一平方吋) 封度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| -14 | 90·4 | 28740 | ·002170 | 460·7 | 1051·1 | 1109·5 | ·7 |
| -13 | 120·3 | 12480 | ·004998 | 200·1 | 1030·3 | 1118·6 | 1·7 |
| -12 | 137·5 | 8080 | ·007720 | 129·5 | 1018·3 | 1123·9 | 2·7 |
| -11 | 149·8 | 6009 | ·01038 | 96·32 | 1009·7 | 1127·6 | 3·7 |
| -10 | 159·7 | 4799 | ·01300 | 76·92 | 1002·8 | 1130·7 | 4·7 |
| -9 | 167·9 | 4003 | ·01558 | 64·17 | 997·0 | 1133·2 | 5·7 |
| -8 | 174·9 | 3439 | ·01814 | 55·12 | 992·1 | 1135·3 | 6·7 |
| -7 | 181·1 | 3010 | ·02072 | 48·25 | 987·8 | 1137·2 | 7·7 |
| -6 | 186·7 | 2690 | ·02319 | 43·12 | 983·9 | 1138·9 | 8·7 |
| -5 | 191·8 | 2428 | ·02568 | 38·93 | 980·3 | 1140·4 | 9·7 |
| -4 | 196·4 | 2215 | ·02817 | 35·50 | 977·1 | 1141·9 | 10·7 |
| -3 | 200·7 | 2036 | ·03063 | 32·64 | 974·0 | 1143·2 | 11·7 |
| -2 | 204·7 | 1886 | ·03307 | 30·24 | 971·2 | 1144·4 | 12·7 |
| -1 | 208·5 | 1755 | ·03553 | 28·14 | 968·5 | 1145·5 | 13·7 |
| Atmosphere. | 212·0 | 1643 | ·03797 | 26·34 | 966·1 | 1146·6 | 14·7 |
| 1 | 215·3 | 1544 | ·04039 | 24·76 | 963·8 | 1147·6 | 15·7 |
| 2 | 218·5 | 1457 | ·04280 | 23·36 | 961·5 | 1148·6 | 16·7 |
| 3 | 221·5 | 1380 | ·04521 | 22·12 | 959·4 | 1149·5 | 17·7 |
| 4 | 224·4 | 1310 | ·04761 | 21·0 | 957·3 | 1150·4 | 18·7 |
| 5 | 227·1 | 1248 | ·05000 | 20·0 | 955·4 | 1151·2 | 19·7 |
| 6 | 229·8 | 1191 | ·05238 | 19·09 | 953·5 | 1152·0 | 20·7 |
| 7 | 232·3 | 1139 | ·05475 | 18·26 | 951·8 | 1152·8 | 21·7 |
| 8 | 234·7 | 1092 | ·05712 | 17·51 | 950·1 | 1153·5 | 22·7 |
| 9 | 237·1 | 1049 | ·05949 | 16·81 | 948·4 | 1154·3 | 23·7 |
| 10 | 239·4 | 1009 | ·06184 | 16·17 | 946·7 | 1155·0 | 24·7 |
| 11 | 241·6 | 971·8 | ·06419 | 15·58 | 945·2 | 1155·6 | 25·7 |
| 12 | 243·7 | 937·5 | ·06654 | 15·03 | 943·7 | 1156·3 | 26·7 |
| 13 | 245·8 | 905·7 | ·06888 | 14·52 | 942·2 | 1156·9 | 27·7 |
| 14 | 247·8 | 876·0 | ·07122 | 14·04 | 940·8 | 1157·5 | 28·7 |
| 15 | 249·7 | 818·2 | ·07355 | 13·60 | 939·4 | 1158·1 | 29·7 |
| 16 | 251·6 | 822·2 | ·07587 | 13·18 | 938·1 | 1158·7 | 30·7 |
| 17 | 253·5 | 797·8 | ·07819 | 12·79 | 936·8 | 1159·3 | 31·7 |
| 18 | 255·3 | 774·9 | ·08050 | 12·42 | 935·5 | 1159·8 | 32·7 |
| 19 | 257·0 | 753·2 | ·08282 | 12·07 | 934·3 | 1160·3 | 33·7 |
| 20 | 258·7 | 732·8 | ·08513 | 11·75 | 933·1 | 1160·9 | 34·7 |
| 21 | 260·4 | 713·5 | ·08743 | 11·44 | 931·9 | 1161·4 | 35·7 |
| 22 | 262·0 | 695·2 | ·08973 | 11·14 | 930·7 | 1161·9 | 36·7 |
| 23 | 263·6 | 677·9 | ·09203 | 10·87 | 929·6 | 1162·3 | 37·7 |
| 24 | 265·2 | 661·4 | ·09433 | 10·60 | 928·4 | 1162·8 | 38·7 |
| 25 | 266·7 | 645·7 | ·09661 | 10·35 | 927·4 | 1163·3 | 39·7 |
| 26 | 268·2 | 630·8 | ·09890 | 10·11 | 926·3 | 1163·8 | 40·7 |
| 27 | 269·7 | 616·6 | ·1011 | 9·883 | 925·2 | 1164·2 | 41·7 |
| 28 | 271·1 | 603·0 | ·1034 | 9·666 | 924·3 | 1164·6 | 42·7 |
| 29 | 272·6 | 590·0 | ·1057 | 9·458 | 923·2 | 1165·1 | 43·7 |
| 30 | 273·9 | 577·6 | ·1080 | 9·259 | 922·3 | 1165·5 | 44·7 |
| 31 | 275·3 | 565·7 | ·1102 | 9·068 | 921·3 | 1165·9 | 45·7 |
| 32 | 276·7 | 554·3 | ·1125 | 8·885 | 920·3 | 1166·3 | 46·7 |
| 33 | 278·0 | 543·4 | ·1148 | 8·710 | 919·3 | 1166·7 | 47·7 |
| 34 | 279·3 | 532·9 | ·1170 | 8·541 | 918·4 | 1167·1 | 48·7 |
| 35 | 280·5 | 522·8 | ·1193 | 8·380 | 917·6 | 1167·5 | 49·7 |
| 36 | 281·8 | 513·1 | ·1215 | 8·225 | 916·6 | 1167·9 | 50·7 |
| 37 | 283·0 | 503·8 | ·1238 | 8·075 | 915·8 | 1168·3 | 51·7 |
| 38 | 284·2 | 494·8 | ·1260 | 7·931 | 914·9 | 1168·6 | 52·7 |
| 39 | 285·4 | 486·1 | ·1283 | 7·792 | 914·1 | 1169·0 | 53·7 |
| 40 | 286·6 | 477·7 | ·1305 | 7·658 | 913·2 | 1169·4 | 54·7 |
| 41 | 287·8 | 469·7 | ·1328 | 7·529 | 912·3 | 1169·7 | 55·7 |
| 42 | 288·9 | 461·9 | ·1350 | 7·404 | 911·6 | 1170·1 | 56·7 |
| 43 | 290·1 | 454·4 | ·1373 | 7·283 | 910·7 | 1170·4 | 57·7 |
| 44 | 291·2 | 447·1 | ·1395 | 7·167 | 909·9 | 1170·8 | 58·7 |
| 45 | 292·3 | 440·0 | ·1417 | 7·054 | 909·1 | 1171·1 | 59·7 |
| 46 | 293·4 | 433·2 | ·1440 | 6·944 | 908·3 | 1171·4 | 60·7 |
| 47 | 294·4 | 426·6 | ·1462 | 6·839 | 907·6 | 1171·7 | 61·7 |

| (汽壓計にて)一平方吋の壓力 封度 | 温度(華氏) | 蒸氣 | 蒸氣一立方呎の重量 封度 | 蒸氣一封度の容積 立方呎 | 蒸氣一封度の潛熱 英熱位 | 蒸氣一封度の全熱 華氏 | 絶對壓力(一平方吋) 封度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 48 | 295·5 | 420·2 | ·1484 | 6·736 | 906·8 | 1172·1 | 62·7 |
| 49 | 296·5 | 414·1 | ·1506 | 6·636 | 906·1 | 1172·4 | 63·7 |
| 50 | 297·5 | 408·0 | ·1529 | 6·540 | 905·4 | 1172·7 | 64·7 |
| 51 | 298·6 | 402·2 | ·1551 | 6·446 | 904·6 | 1173·0 | 65·7 |
| 52 | 299·6 | 396·5 | ·1573 | 6·356 | 903·9 | 1173·3 | 66·7 |
| 53 | 300·6 | 391·0 | ·1595 | 6·267 | 903·2 | 1173·6 | 67·7 |
| 54 | 301·5 | 385·6 | ·1617 | 6·181 | 902·5 | 1173·9 | 68·7 |
| 55 | 302·5 | 380·4 | ·1639 | 6·098 | 901·8 | 1174·2 | 69·7 |
| 56 | 303·5 | 375·4 | ·1661 | 6·017 | 901·1 | 1174·5 | 70·7 |
| 57 | 304·4 | 370·4 | ·1684 | 5·938 | 900·5 | 1174·8 | 71·7 |
| 58 | 305·3 | 365·6 | ·1706 | 5·861 | 899·8 | 1175·1 | 72·7 |
| 59 | 306·3 | 361·0 | ·1728 | 5·786 | 899·1 | 1175·4 | 73·7 |
| 60 | 307·2 | 356·4 | ·1750 | 5·714 | 898·5 | 1175·6 | 74·7 |
| 61 | 308·1 | 352·0 | ·1772 | 5·643 | 897·8 | 1175·9 | 75·7 |
| 62 | 309·0 | 347·7 | ·1794 | 5·573 | 897·2 | 1176·2 | 76·7 |
| 63 | 309·9 | 343·5 | ·1816 | 5·506 | 896·5 | 1176·5 | 77·7 |
| 64 | 310·8 | 339·4 | ·1838 | 5·440 | 895·9 | 1176·7 | 78·7 |
| 65 | 311·6 | 335·4 | ·1860 | 5·376 | 895·3 | 1177·0 | 79·7 |
| 66 | 312·5 | 331·5 | ·1882 | 5·313 | 894·7 | 1177·3 | 80·7 |
| 67 | 313·3 | 327·7 | ·1904 | 5·252 | 894·1 | 1177·5 | 81·7 |
| 68 | 314·2 | 323·9 | ·1926 | 5·192 | 893·4 | 1177·8 | 82·7 |
| 69 | 315·0 | 320·3 | ·1947 | 5·134 | 892·9 | 1178·0 | 83·7 |
| 70 | 315·8 | 316·7 | ·1969 | 5·077 | 892·3 | 1178·3 | 84·7 |
| 71 | 316·7 | 313·3 | ·1991 | 5·021 | 891·6 | 1178·5 | 85·7 |
| 72 | 317·5 | 309·9 | ·2013 | 4·967 | 891·1 | 1178·8 | 86·7 |
| 73 | 318·3 | 306·5 | ·2035 | 4·914 | 890·5 | 1179·0 | 87·7 |
| 74 | 319·1 | 303·3 | ·2056 | 4·862 | 889·9 | 1179·3 | 88·7 |
| 75 | 319·9 | 300·1 | ·2078 | 4·811 | 889·3 | 1179·5 | 89·7 |
| 76 | 320·7 | 297·0 | ·2100 | 4·761 | 888·8 | 1179·8 | 90·7 |
| 77 | 321·4 | 294·0 | ·2122 | 4·712 | 888·3 | 1180·0 | 91·7 |
| 78 | 322·2 | 291·0 | ·2144 | 4·664 | 887·7 | 1180·2 | 92·7 |

| (汽壓計にて)一平方吋の壓力 封度 | 温度(華氏) | 蒸氣 | 蒸氣一立方呎の重量 封度 | 蒸氣一封度の容積 立方呎 | 蒸氣一封度の潛熱 英熱位 | 蒸氣一封度の全熱 華氏 | 絶對壓力(一平方吋) 封度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 79 | 323·0 | 288·0 | ·2165 | 4·617 | 887·1 | 1180·5 | 93·7 |
| 80 | 323·8 | 285·2 | ·2187 | 4·572 | 886·5 | 1180·7 | 94·7 |
| 81 | 324·5 | 282·4 | ·2209 | 4·527 | 886·0 | 1180·9 | 95·7 |
| 82 | 325·2 | 279·6 | ·2230 | 4·483 | 885·5 | 1181·1 | 96·7 |
| 83 | 326·0 | 276·9 | ·2252 | 4·439 | 885·0 | 1181·4 | 97·7 |
| 84 | 326·7 | 274·3 | ·2274 | 4·397 | 884·4 | 1181·6 | 98·7 |
| 85 | 327·4 | 271·7 | ·2295 | 4·356 | 883·9 | 1181·8 | 99·7 |
| 86 | 328·1 | 269·2 | ·2317 | 4·315 | 883·4 | 1182·0 | 100·7 |
| 87 | 328·9 | 266·7 | ·2339 | 4·275 | 882·9 | 1182·3 | 101·7 |
| 88 | 329·6 | 264·3 | ·2360 | 4·236 | 882·4 | 1182·5 | 102·7 |
| 89 | 330·3 | 261·9 | ·2382 | 4·198 | 881·9 | 1182·7 | 103·7 |
| 90 | 331·0 | 259·5 | ·2404 | 4·160 | 881·3 | 1182·9 | 104·7 |
| 91 | 331·7 | 257·2 | ·2425 | 4·123 | 880·8 | 1183·1 | 105·7 |
| 92 | 332·3 | 254·9 | ·2447 | 4·087 | 880·4 | 1183·3 | 106·7 |
| 93 | 333·0 | 252·5 | ·2468 | 4·051 | 879·9 | 1183·5 | 107·7 |
| 94 | 333·7 | 250·5 | ·2490 | 4·016 | 879·4 | 1183·7 | 108·7 |
| 95 | 334·4 | 248·4 | ·2511 | 3·981 | 878·9 | 1183·9 | 109·7 |
| 96 | 335·1 | 246·3 | ·2533 | 3·948 | 878·4 | 1184·2 | 110·7 |
| 97 | 335·7 | 244·2 | ·2554 | 3·914 | 878·0 | 1184·3 | 111·7 |
| 98 | 336·4 | 242·2 | ·2576 | 3·882 | 877·4 | 1184·6 | 112·7 |
| 99 | 337·0 | 240·1 | ·2598 | 3·849 | 877·0 | 1184·7 | 113·7 |
| 100 | 337·7 | 238·2 | ·2619 | 3·818 | 976·5 | 1184·9 | 114·7 |
| 101 | 338·3 | 236·2 | ·2640 | 3·787 | 876·1 | 1185·1 | 115·7 |
| 102 | 339·0 | 234·3 | ·2662 | 3·757 | 875·6 | 1185·3 | 116·7 |
| 103 | 339·6 | 232·5 | ·2683 | 3·727 | 875·1 | 1185·5 | 117·7 |
| 104 | 340·2 | 230·6 | ·2704 | 3·697 | 874·7 | 1185·7 | 118·7 |
| 105 | 340·9 | 228·8 | ·2726 | 3·668 | 874·2 | 1185·9 | 119·7 |
| 106 | 341·5 | 227·0 | ·2747 | 3·639 | 873·8 | 1186·1 | 120·7 |
| 107 | 342·1 | 225·1 | ·2769 | 3·611 | 873·3 | 1186·3 | 121·7 |
| 108 | 342·7 | 223·6 | ·2790 | 3·584 | 872·9 | 1186·5 | 122·7 |
| 109 | 343·3 | 221·9 | ·2811 | 3·556 | 872·5 | 1186·7 | 123·7 |

| （汽壓計にて）一平方吋の壓力 封度 | 温度（華氏） | 蒸氣 | の重量 蒸氣一立方呎 封度 | の容積 蒸氣一封度 立方呎 | の潛熱 蒸氣一封度 英熱位 | の全熱 蒸氣一封度 華氏 | （一平方吋）絶對壓力 封度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 110 | 343·9 | 220·1 | ·2833 | 3·530 | 872·0 | 1186·8 | 124·7 |
| 111 | 344·5 | 218·5 | ·2854 | 3·503 | 871·6 | 1187·0 | 125·7 |
| 112 | 345·1 | 216·9 | ·2875 | 3·477 | 871·2 | 1187·2 | 126·7 |
| 113 | 345·7 | 215·3 | ·2897 | 3·452 | 870·7 | 1187·4 | 127·7 |
| 114 | 346·3 | 213·7 | ·2918 | 3·426 | 870·3 | 1187·6 | 128·7 |
| 115 | 346·9 | 212·2 | ·2939 | 3·401 | 869·9 | 1187·8 | 129·7 |
| 116 | 347·5 | 210·7 | ·2961 | 3·377 | 869·4 | 1187·9 | 130·7 |
| 117 | 348·1 | 209·2 | ·2982 | 3·353 | 869·0 | 1188·1 | 131·7 |
| 118 | 348·7 | 207·7 | ·3003 | 3·329 | 868·6 | 1188·3 | 132·7 |
| 119 | 349·2 | 206·2 | ·3025 | 3·306 | 868·2 | 1188·5 | 133·7 |
| 120 | 349·8 | 204·8 | ·3046 | 3·283 | 867·8 | 1188·6 | 134·7 |
| 121 | 350·4 | 203·4 | ·3067 | 3·260 | 867·3 | 1188·8 | 135·7 |
| 122 | 351·0 | 202·0 | ·3088 | 3·237 | 866·9 | 1189·0 | 136·7 |
| 123 | 351·5 | 200·6 | ·3110 | 3·215 | 866·5 | 1189·2 | 137·7 |
| 124 | 352·1 | 199·2 | ·3131 | 3·194 | 866·1 | 1189·3 | 138·7 |
| 125 | 352·6 | 197·9 | ·3152 | 3·172 | 865·7 | 1189·5 | 139·7 |
| 126 | 353·2 | 196·6 | ·3173 | 3·151 | 865·3 | 1189·7 | 140·7 |
| 127 | 353·7 | 195·3 | ·3194 | 3·130 | 864·9 | 1189·8 | 141·7 |
| 128 | 354·3 | 194·0 | ·3216 | 3·109 | 864·5 | 1190·0 | 142·7 |
| 129 | 354·8 | 192·7 | ·3237 | 3·089 | 864·1 | 1190·2 | 143·7 |
| 130 | 355·4 | 191·5 | ·3258 | 3·069 | 863·7 | 1190·3 | 144·7 |
| 131 | 355·9 | 190·2 | ·3279 | 3·049 | 863·3 | 1190·5 | 145·7 |
| 132 | 356·4 | 189·0 | ·3300 | 3·030 | 863·0 | 1190·7 | 146·7 |
| 133 | 357·0 | 187·8 | ·3321 | 3·010 | 862·5 | 1190·8 | 147·7 |
| 134 | 357·5 | 186·6 | ·3343 | 2·991 | 862·2 | 1191·0 | 148·7 |
| 135 | 358·0 | 185·4 | ·3364 | 2·973 | 861·8 | 1191·1 | 149·7 |
| 136 | 358·5 | 184·3 | ·3385 | 2·954 | 861·4 | 1191·3 | 150·7 |
| 137 | 359·1 | 182·9 | ·3406 | 2·936 | 861·0 | 1191·5 | 151·7 |
| 138 | 359·6 | 182·0 | ·3427 | 2·918 | 860·6 | 1191·6 | 152·7 |
| 139 | 360·1 | 180·9 | ·3448 | 2·900 | 860·3 | 1191·8 | 153·7 |
| 140 | 360·6 | 179·8 | ·3469 | 2·882 | 859·9 | 1191·9 | 154·7 |
| 141 | 361·1 | 178·7 | ·3490 | 2·865 | 859·6 | 1192·1 | 155·7 |
| 142 | 361·6 | 177·6 | ·3511 | 2·848 | 859·2 | 1192·2 | 156·7 |
| 143 | 362·1 | 176·6 | ·3532 | 2·831 | 858·8 | 1192·4 | 157·7 |
| 144 | 362·6 | 175·5 | ·3554 | 2·814 | 858·5 | 1192·5 | 158·7 |
| 145 | 363·1 | 174·5 | ·3575 | 2·797 | 858·1 | 1192·7 | 159·7 |
| 146 | 363·6 | 173·5 | ·3596 | 2·781 | 857·7 | 1192·8 | 160·7 |
| 147 | 364·1 | 172·5 | ·3617 | 2·765 | 857·4 | 1193·0 | 161·7 |
| 148 | 364·6 | 171·5 | ·3638 | 2·749 | 857·0 | 1193·2 | 162·7 |
| 149 | 365·1 | 170·5 | ·3659 | 2·733 | 856·6 | 1193·3 | 163·7 |
| 150 | 365·6 | 169·5 | ·3680 | 2·717 | 856·3 | 1193·5 | 164·7 |
| 151 | 366·1 | 168·6 | ·3701 | 2·702 | 855·9 | 1193·6 | 165·7 |
| 152 | 366·6 | 167·6 | ·3722 | 2·687 | 855·5 | 1193·8 | 166·7 |
| 153 | 367·1 | 166·7 | ·3743 | 2·672 | 855·2 | 1193·9 | 167·7 |
| 154 | 367·5 | 165·7 | ·3764 | 2·657 | 854·9 | 1194·0 | 168·7 |
| 155 | 368·0 | 164·8 | ·3785 | 2·642 | 854·5 | 1194·2 | 169·7 |
| 156 | 368·5 | 163·9 | ·3806 | 2·627 | 854·2 | 1194·3 | 170·7 |
| 157 | 369·0 | 163·0 | ·3827 | 2·613 | 853·8 | 1194·5 | 171·7 |
| 158 | 369·4 | 162·1 | ·3847 | 2·599 | 853·5 | 1194·6 | 172·7 |
| 159 | 369·9 | 161·2 | ·3868 | 2·585 | 853·1 | 1194·8 | 173·7 |
| 160 | 370·4 | 160·4 | ·3889 | 2·571 | 852·8 | 1194·9 | 174·7 |
| 161 | 370·8 | 159·5 | ·3910 | 2·557 | 852·5 | 1195·0 | 175·7 |
| 162 | 371·3 | 158·7 | ·3931 | 2·543 | 852·1 | 1195·2 | 176·7 |
| 163 | 371·7 | 157·8 | ·3952 | 2·530 | 851·8 | 1195·3 | 177·7 |
| 164 | 372·2 | 157·0 | ·3973 | 2·517 | 851·5 | 1195·5 | 178·7 |
| 165 | 372·7 | 156·2 | ·3994 | 2·504 | 851·1 | 1195·6 | 179·7 |
| 166 | 373·1 | 155·4 | ·4015 | 2·491 | 850·8 | 1195·7 | 180·7 |
| 167 | 373·6 | 154·6 | ·4036 | 2·478 | 850·4 | 1195·9 | 181·7 |
| 168 | 374·0 | 153·8 | ·4057 | 2·465 | 850·2 | 1196·0 | 182·7 |
| 169 | 374·5 | 153·0 | ·4077 | 2·452 | 849·8 | 1196·2 | 183·7 |
| 170 | 374·9 | 152·2 | ·4098 | 2·440 | 849·5 | 1196·3 | 184·7 |
| 171 | 375·4 | 151·4 | ·4119 | 2·427 | 849·1 | 1196·4 | 185·7 |

| (汽壓計にて)一平方吋の壓力 封度 | 温度(華氏) | 蒸氣 | 蒸氣一立方呎の重量 封度 | 蒸氣一封度の容積 立方呎 | 蒸氣一封度の潜熱 英熱位 | 蒸氣一封度の全熱 華氏 | 絶對壓力(一平方吋) 封度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 172 | 375·8 | 150·7 | ·4140 | 2·415 | 848·8 | 1196·6 | 186·7 |
| 173 | 376·2 | 149·9 | ·4161 | 2·403 | 848·5 | 1196·7 | 187·7 |
| 174 | 376·7 | 149·2 | ·4182 | 2·391 | 848·2 | 1196·8 | 188·7 |
| 175 | 377·1 | 148·4 | ·4203 | 2·379 | 847·9 | 1197·0 | 189·7 |
| 176 | 377·5 | 147·7 | ·4223 | 2·368 | 847·6 | 1197·1 | 190·7 |
| 177 | 378·0 | 147·0 | ·4244 | 2·356 | 847·2 | 1197·2 | 191·7 |
| 178 | 378·4 | 146·3 | ·4265 | 2·344 | 846·9 | 1197·4 | 192·7 |
| 179 | 378·8 | 145·5 | ·4286 | 2·338 | 846·7 | 1197·5 | 193·7 |
| 180 | 379·3 | 144·8 | ·4307 | 2·322 | 846·3 | 1197·6 | 194·7 |
| 181 | 379·7 | 144·1 | ·4327 | 2·311 | 846·0 | 1197·8 | 195·7 |
| 182 | 380·1 | 143·5 | ·4348 | 2·300 | 845·7 | 1197·9 | 196·7 |
| 183 | 380·5 | 142·8 | ·4369 | 2·289 | 845·4 | 1198·0 | 197·7 |
| 184 | 381·0 | 142·1 | ·4390 | 2·278 | 845·0 | 1198·2 | 198·7 |
| 185 | 381·4 | 141·4 | ·4410 | 2·267 | 844·8 | 1198·3 | 199·7 |
| 186 | 381·8 | 140·8 | ·4431 | 2·257 | 844·5 | 1198·4 | 200·7 |
| 187 | 382·2 | 140·1 | ·4452 | 2·246 | 844·2 | 1198·5 | 201·7 |
| 188 | 382·6 | 139·5 | ·4473 | 2·236 | 843·9 | 1198·6 | 202·7 |
| 189 | 383·0 | 138·8 | ·4493 | 2·225 | 843·6 | 1198·8 | 203·7 |
| 190 | 383·5 | 138·2 | ·4514 | 2·215 | 843·2 | 1198·9 | 204·7 |
| 191 | 383·9 | 137·5 | ·4535 | 2·205 | 842·9 | 1199·0 | 205·7 |
| 192 | 384·3 | 136·9 | ·4556 | 2·195 | 842·6 | 1199·2 | 206·7 |
| 193 | 384·7 | 136·3 | ·4576 | 2·185 | 842·3 | 1199·3 | 207·7 |
| 194 | 385·1 | 135·7 | ·4597 | 2·175 | 842·0 | 1199·4 | 208·7 |
| 195 | 385·5 | 135·1 | ·4618 | 2·165 | 841·8 | 1199·5 | 209·7 |
| 196 | 385·9 | 134·5 | ·4639 | 2·156 | 841·5 | 1199·6 | 210·7 |
| 197 | 386·3 | 133·9 | ·4659 | 2·146 | 841·2 | 1199·8 | 211·7 |
| 198 | 386·7 | 133·3 | ·4680 | 2·137 | 840·9 | 1109·9 | 212·7 |
| 199 | 387·1 | 132·7 | ·4701 | 2·127 | 840·6 | 1200·0 | 213·7 |
| 200 | 387·5 | 132·1 | ·4721 | 2·118 | 840·3 | 1200·1 | 214·7 |

| (汽壓計にて)一平方吋の壓力 封度 | 温度(華氏) | 蒸氣 | 蒸氣一立方呎の重量 封度 | 蒸氣一封度の容積 立方呎 | 蒸氣一封度の潜熱 英熱位 | 蒸氣一封度の全熱 華氏 | 絶對壓力(一平方吋) 封度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 205 | 389·4 | 129·3 | ·4824 | 2·073 | 838·9 | 1200·7 | 219·7 |
| 210 | 391·3 | 126·5 | ·4926 | 2·030 | 837·5 | 1201·3 | 224·7 |
| 215 | 393·2 | 123·9 | ·5027 | 1·989 | 836·2 | 1201·9 | 229·7 |
| 220 | 395·1 | 121·5 | ·5128 | 1·950 | 834·8 | 1202·5 | 234·7 |
| 225 | 397·0 | 119·2 | ·5230 | 1·912 | 833·4 | 1203·1 | 239·7 |
| 230 | 398·9 | 117·0 | ·5332 | 1·876 | 832·1 | 1203·7 | 244·7 |
| 235 | 400·6 | 114·8 | ·5435 | 1·840 | 830·8 | 1204·2 | 249·7 |
| 240 | 402·3 | 112·6 | ·5538 | 1·805 | 829·5 | 1204·7 | 254·7 |
| 245 | 404·0 | 110·5 | ·5641 | 1·772 | 828·2 | 1205·2 | 259·7 |
| 250 | 405·7 | 108·6 | ·5744 | 1·741 | 826·9 | 1205·8 | 264·7 |
| 255 | 407·4 | 106·7 | ·5846 | 1·711 | 825·7 | 1206·3 | 269·7 |
| 260 | 409·0 | 104·8 | ·5949 | 1·681 | 824·5 | 1206·8 | 274·7 |
| 265 | 410·7 | 103·0 | ·6052 | 1·652 | 823·3 | 1207·3 | 279·7 |
| 270 | 412·3 | 101·3 | ·6155 | 1·624 | 822·1 | 1207·8 | 284·7 |
| 275 | 413·9 | 99·7 | ·6258 | 1·597 | 820·9 | 1208·3 | 289·7 |
| 280 | 415·5 | 98·2 | ·6361 | 1·572 | 819·7 | 1208·8 | 294·7 |
| 285 | 417·0 | 96·7 | ·6462 | 1·548 | 818·6 | 1209·2 | 299·7 |
| 290 | 418·5 | 95·2 | ·6563 | 1·524 | 817·5 | 1209·7 | 304·7 |
| 295 | 420·0 | 93·7 | ·6664 | 1·501 | 816·4 | 1210·2 | 309·7 |
| 300 | 421·5 | 92·3 | ·6766 | 1·478 | 815·3 | 1210·6 | 314·7 |
| 305 | 423·0 | 90·9 | ·6868 | 1·456 | 814·2 | 1211·0 | 319·7 |
| 310 | 424·4 | 89·6 | ·6968 | 1·435 | 813·1 | 1211·5 | 324·7 |
| 315 | 425·8 | 88·3 | ·7068 | 1·415 | 812·1 | 1211·9 | 329·7 |
| 320 | 427·2 | 87·0 | ·7168 | 1·395 | 811·1 | 1212·3 | 334·7 |
| 325 | 428·6 | 85·8 | ·7268 | 1·376 | 810·1 | 1212·7 | 339·7 |
| 350 | 435·4 | 80·3 | ·7770 | 1·287 | 805·0 | 1214·8 | 364·7 |
| 400 | 447·9 | 71·2 | ·8764 | 1·141 | 795·7 | 1218·6 | 414·7 |
| 450 | 459·3 | 63·9 | ·9756 | 1·025 | 787·2 | 1222·1 | 464·7 |
| 500 | 469·9 | 58·1 | 1·0741 | ·931 | 779·2 | 1225·3 | 514·7 |

大正十三年三月二十日印刷
大正十三年三月二十五日發行

(定價金參圓五拾錢)
送料拾八錢

校閲者　島谷敏郎
著者　井上俊治

神戸市元町通三丁目
發行者　賀集喜一郎

神戸市三宮町一丁目一六九
印刷者　峯房章弼

神戸市三宮町一丁目一六九
印刷所　合資會社　太陽堂印刷所

神戸市元町通三丁目
發行所　賀集海文堂書店
電話三宮二〇二三番
振替大阪五〇四〇八番

1060.
1160.
1260
1300
~~1850~~
650
850.
250
1960.
7

終