(ক)

- এনট্রপির মাধ্যমে তাপগতিবিদ্যায় ২য় সুত্রটি হলঃ
  "প্রকৃতির সকল ভৌত অথবা রাসায়নিক ক্রিয়া এমনভাবে সংঘটিত হয় যে,
  যার ফলে সার্বিক ব বস্থার এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।"
  নির্দিষ্ট সীমার মধ্যে একটি প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি অপরিবর্তিত থাকে।"
- তিন প্রক্রিয়ায় [পরিবহন, পরিচলন, বিকিরণ] তাপ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। কেননা এসব অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া।

<u>গাণিতিক বিশ্লেষণঃ</u>

ধরি, কোন সিস্টেমে দুটি বস্তু যথাক্রমে T_1 ও T_2 তাপমাত্রায় আছে এবং মনে করি ($T_1 > T_2$) এই শর্তে তাপমাত্রার পার্থক্য থাকায় পরিবহন পরিচলন বিকিরণ ঘটবে।

T_1 উষ্ণ তাপমাত্রার হওয়ায় dQ পরিমান তাপ হারাবে।

আর T_2 তাপমাত্রার বস্তুটি dQ পরিমান তাপ গ্রহণ করবে।

গরম বস্তু কর্তৃক হারানো এনট্রপি = $- dQ/T_1$

শীতল বস্তু কর্তৃক গৃহীত এনট্রপি = $+ dQ/T_2$

∴সিস্টেমে অর্জিত মোট এনট্রপি,

$dS = dQ/T_2 - dQ/T_1$

$= dQ\ (1/T_2 - 1/T_1)$ [$T_1 > T_2$ তাই $1/T_1 > 1/T_2$]

∴$T_1 > T_2$ বলে dS ধনাত্মক রাশি। অর্থাৎ এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

সুতরাং পরিবহন, পরিচলন ও বিকিরণ প্রক্রিয়ায় তাপ সঞ্চালনের ক্ষেত্রে এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

(গানিতিক ভাবে দেখানো হলো)

দেওয়া আছে,

$T= 27^0C=(27+273)K=300K$

$V_1= V$

$V_2= 4V$

H_2 গ্যাসের জন্য মৌল সংখ্যা, $n=1/2=0.5mole$

$R=8.34\ Jmole^{-1}k^{-1}$

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়, $dU=0$ [মেয়ারের প্রকল্প]

$$dQ=dW$$

সেক্ষেত্রে,

$dQ=dW=W=nRTln(V_2/V_1)$ [সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ]

$\therefore W= 0.5 \times 8.314 \times 300 \times ln(4V/V)$

$=1247.1 \times ln(4)$

$=1728.85J$

$\therefore dQ=1728.85J$

∴ এনট্রপির পরিবর্তন $dS = dQ / T$

$=1728.85/300\ Jk^{-1}$

$=5.76\ Jk^{-1}$

আমরা জানি,

সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় T= ধ্রুব

সেক্ষেত্রে,

$P_1 V_1 = P_2 V_2$

বা, $1 \times V = P_2 \times 4'$

বা, $P_2 = 1/4$ atm

স্বাভাবিক চাপ,
P_1= 1 atm
P_2 =?
V_1= V
V_2=4V

সুতরাং চাপ আগের তুলনায় কমে যাবে। অর্থাৎ চাপের পরিবর্তন হবে।

হাইড্রোজেনের গ্যাসের সমোষ্ণ প্রসারণে

কৃতকাজ, $W=nRT\ln(V_2/V_1)$

$= 0.5 \times 8.314 \times 300 \times \ln(4V/V)$

$= 1728.85J$

আমরা জানি, সমচাপ এর ক্ষেত্রে,

P= ধ্রুব

সেক্ষেত্রে,

$V_1/T_1 = V_2/T_2$

বা, $V/300 = 4V/T_2$

বা, $T_2 = 1200k$

স্বাভাবিক চাপ,
$V_1 = V$
$V_2 = 4V$
$T_1 = 27^oC$
$= 300K$
$T_2 = ?$

কঠিন ও তরলের ক্ষেত্রে আমরা যেমন আপেক্ষিক তাপ 'S' হিসাব করি। কিন্তু গ সের ক্ষেত্রে দুইটা ভাগ আছে। যেহেতু স্থির চাপ বলা আছে প্রশ্নে। তাই আমরা বের করব স্থির চাপে গ সের আপেক্ষিক তাপ "C_P"

আমরা জানি,

$C_P - C_V = R$ [H_2 এর জন্য r=1.4]

বা, $C_P = C_V + R$

$= R/r - 1 + R$

$= 8.314/1.4 - 1 + 8.314 = 29.01\ Jmole^{-1}k^{-1}$

∴ গ সের ক্ষেত্রে,

এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = nC_P \ln(T_1/T_2)$

∴ $dS = 0.5 \times 29.01 \times \ln(1200/300)$

$= 20.10\ Jk^{-1}$

"খ" হতে আমরা পাই সমোষ্ণ প্রসারণে এনট্রপির পরিবর্তন,

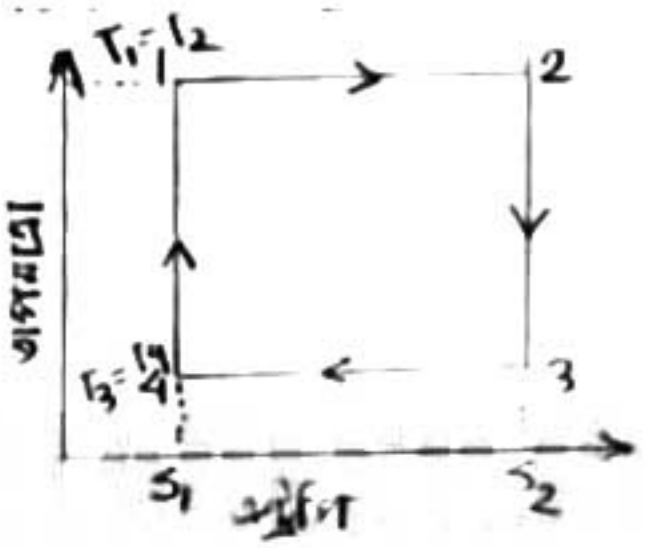
$dS' = 5.76\ Jk^{-1}$

∴ সমোষ্ণ প্রসারণে এনট্রপির থেকে

সমচাপ প্রসারণে এনট্রপি $(20.10 - 5.76)\ Jk^{-1}$

বা, $14.34\ Jk^{-1}$ বেশি।

কার্নো চক্রের তাপমাত্রা (T) বনাম এনট্রপি (S) লেখচিত্র নিচে অংকন করা হলঃ



<u>ধাপ সমুহ বর্ণনা করা হলঃ</u>

<u>প্রথম ধাপ (1 থেকে 2) = সমোষ্ণ প্রসারণঃ</u>

এই ধাপে তাপমাত্রার পরিবর্তন হয়না অর্থাৎ ধ্রুব থাকে। 1 বিন্দুতে যে তাপমাত্রা থাকে, 2 বিন্দুতেও একই তাপমাত্রা বিরাজ করে। শুধুমাত্র তাপের পরিবর্তন হয় এবং এ ধাপে Q_1 পরিমাণ তাপ শোষিত বা গৃহীত হয়। ফলে এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।

<u>দ্বিতীয় ধাপ (2 থেকে 3) = রুদ্ধতাপীয় প্রসারণঃ</u>

এই ধাপে তাপমাত্রার পরিবর্তন ঘটে কিন্তু কোন তাপের পরিবর্তন না হওয়ায় এনট্রপির কোন পরিবর্তন হয়না।

<u>তৃতীয় ধাপ (3 থেকে 4) = সমোষ্ণ সংকোচনঃ</u>

এই অংশে 3 থেকে 4 অবস্থান পর্যন্ত তাপমাত্রার আর কোন পরিবর্তন হয়না। কিন্তু তাপ বর্জিত হয় ফলে এনট্রপি হ্রাস পায়।

<u>চতুর্থ ধাপ (1 থেকে 4) = রুদ্ধতাপীয় সংকোচনঃ</u>

এই ধাপে তাপের পরিবর্তন না হওয়ায় এনট্রপি অপরিবর্তিত থাকবে।

এটি যেহেতু প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া তাই মোট এনট্রপির পরিবর্তন সর্বদা শূন্য হবে।

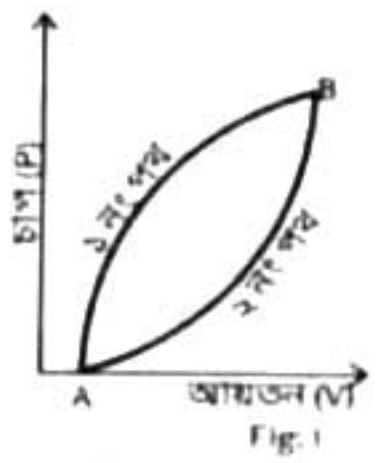
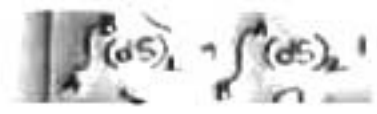
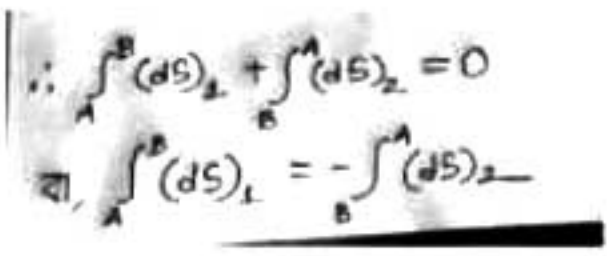


Fig: 1

ধরি,

একটি বস্তু A অবস্থা থেকে B অবস্থায় 1 নং পথে গিয়ে পুনরায় 2 নং পথে A অবস্থায় ফিরে এলো। সম্পূর্ণ পরিবর্তনের জন্য এনট্রপির পরিবর্তন  । কিন্তু পথ দুইটি দ্বারা একটি প্রত্যাগামী চক্রের সৃষ্টি হয়েছে।

এ চক্রের জন্য এনট্রপির মোট পরিবর্তন শূন্য।



এই সমীকরণটি থেকে বোঝা যায় যে, A অবস্থা হতে B অবস্থায় 1 নং বা 2 নং যেটিই ব বহার করা হোক না কেন এনট্রপির পরিবর্তন সমান থাকে। অতএব এনট্রপির পরিবর্তন পথ নিরভরশীল নয়।

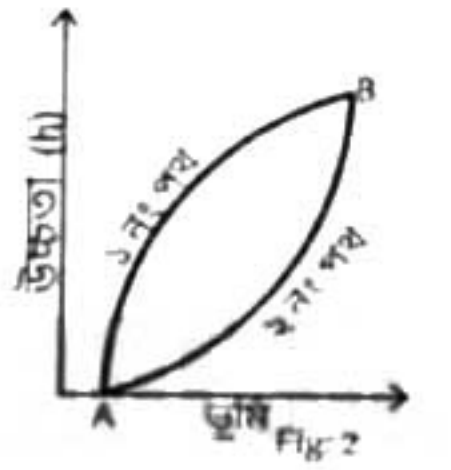


Fig: 2

ধরি, m ভরের একটি বস্তুকে A বিন্দু হতে উপরে B বিন্দুতে নিয়ে যাওয়ায় হলে এতে অভিকর্ষীয় বলের বিপরীত দিকে সরণ হয় h_1

∴ সেক্ষেত্রে কাজ $W_1 = -mgh$

আবার,

B বিন্দু হতে A বিন্দুতে স্থানান্তর করলে অভিকর্ষ বলের দিকে সরণ h ।

∴ এক্ষেত্রে কাজ, $W_2 = mgh$

∴ মোট কৃতকাজ $W_1 + W_2$

$= -mgh + mgh$

$= 0$

সুতরাং অভিকর্ষ বল দ্বারা কাজ আদি ও চুড়ান্ত অবস্থানের উপর নির্ভর করে পথের উপর নয়।