:- पाठ -8 :-
:- ऊष्मा इंजन :- अथवा
:- ऊष्मा गतिकी का द्वितीय नियम :-

→ **उत्क्रमणीय प्रक्रम -** वह प्रक्रम जिसमें सीधे प्रक्रम में निकाय को दी गई ऊष्मा तथा निकाय द्वारा किये गये कार्य को Reverse (उत्क्रमित) करने पर ज्यों का त्यों प्राप्त हो जाए तथा कार्यकारी पदार्थ अपनी प्रारम्भिक अवस्था में वापस आये, उत्क्रमणीय प्रक्रम कहलाते हैं,
Reversible Process -
वास्तव में कोई भी प्रक्रम उत्क्रमणीय प्रक्रम नहीं है।

→ **अनुउत्क्रमणीय प्रक्रम -** वह प्रक्रम जिसमें सीधे प्रक्रम में निकाय को दी गई ऊष्मा व उससे प्राप्त कार्य को उल्टा (Reverse) करने पर ज्यों का त्यों प्राप्त न हो तो प्रतिवेश व कार्यकारी पदार्थ भी अपनी प्रारम्भिक अवस्था को प्राप्त न करे, अनुउत्क्रमणीय प्रक्रम कहलाते हैं।
जैसे - विद्युत द्वारा तार का गर्म होना, दूध में चीनी मिलाना आदि

→ **ऊष्मा इंजन -** ऊष्मा इंजन एक ऐसी चक्रीय युक्ति (Device) है जो अविरत (Continuously) रूप से ऊष्मा को यांत्रिक कार्य में रूपान्तरित करती है।
Heat Engine -

सिद्धान्त - ऊष्मा इंजन के तीन मुख्य भाग होते हैं।
(I) तप्त वस्तु (Source) (Hot Body) (स्रोत)
(II) कार्यकारी पदार्थ (Working Substance)
(III) शीतल वस्तु (Sink) (Cold Body)

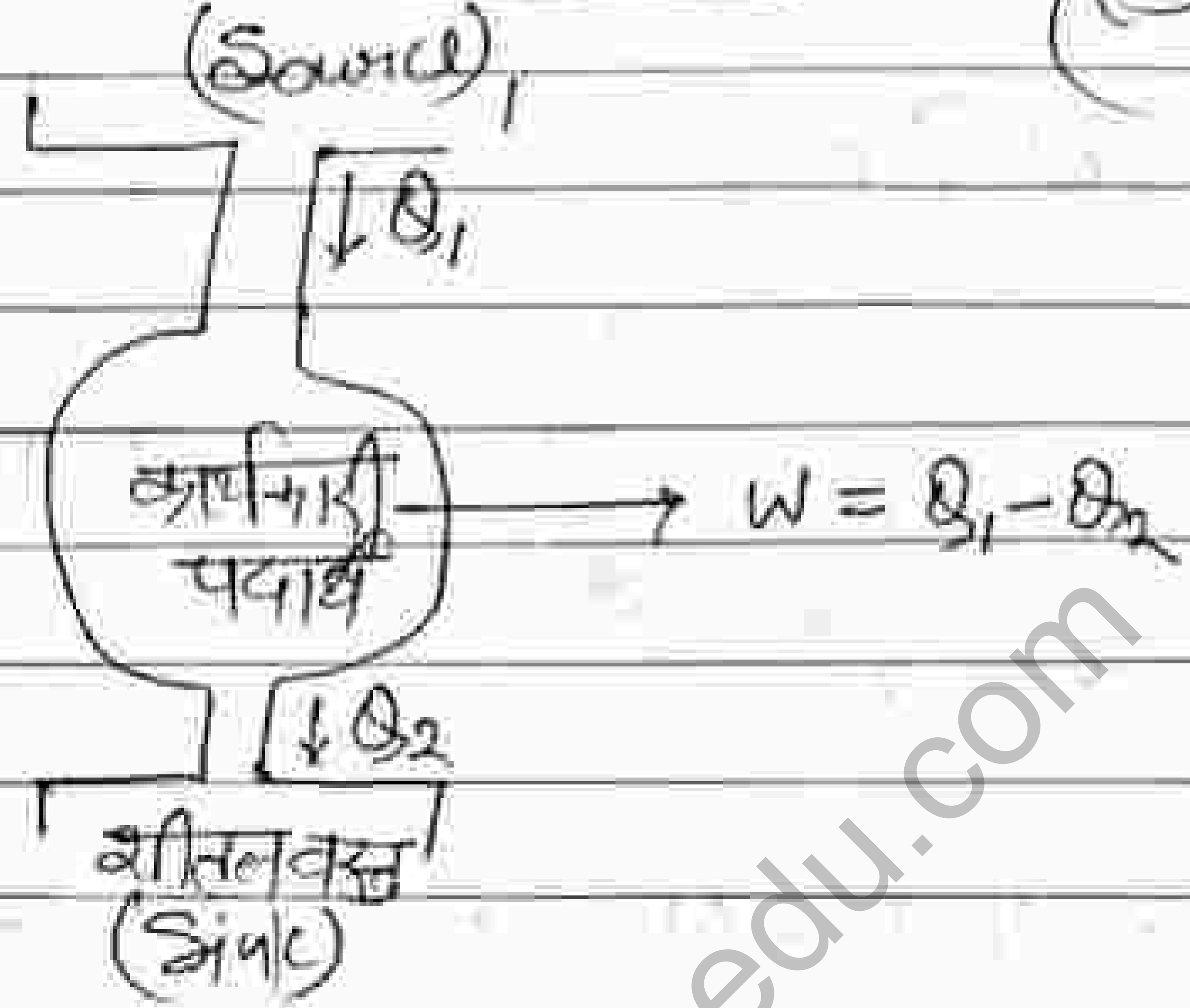
ऊष्मा इंजन में कार्यकारी पदार्थ प्रत्येक चक्र में स्रोत से Q_1 ऊष्मा लेता है इस ऊष्मा का कुछ भाग कार्य के रूप में व्यय करता है तथा शेष ऊष्मा सिंक को दे देता है।
यदि कार्यकारी पदार्थ द्वारा 1 चक्र में

Downloaded from mtechedu.com

ली गई ऊष्मा Q_1 तथा किया गया कार्य W तथा सिंक को दी गई ऊष्मा Q_2 है तो

$$\boxed{W = Q_1 - Q_2}$$

(एक चक्र में किया गया कार्य)



ऊष्मा इंजन की दक्षता-

Efficiency of Heat Engine- किसी ऊष्मा इंजन द्वारा एक चक्र में किये गये कार्य (W) तथा कार्यकारी पदार्थ द्वारा एक चक्र में स्रोत से ली गई ऊष्मा Q_1 के अनुपात को ऊष्मा इंजन की दक्षता कहते हैं। इसे η से प्रदर्शित करते हैं।

$$\eta = \frac{W}{Q_1}$$

Since, $W = Q_1 - Q_2$

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$$

$$\eta = \frac{Q_1}{Q_1} - \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$\boxed{\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}}$$

Downloaded from techoedu.com

2/12/18

Date ________
Page No. ________

ऊष्मा गतिकी का द्वितीय नियम -

Second law of Thermodynamics - ऊष्मा गतिकी के द्वितीय नियम के दो कथन हैं।

ये कथन ऊष्मा इंजन तथा प्रशीतित्र (Refrigerator) पर आधारित हैं।

केल्विन - प्लांक का कथन - इस कथन के अनुसार - "किसी ऐसी युक्ति का बनाना असंभव है जो स्रोत से ली गई सम्पूर्ण ऊष्मा को कार्य में परिवर्तित कर दे तथा शीतल वस्तु (Sink) को कुछ भी ऊष्मा न दे।"

इसका अर्थ यह है कि कार्य प्राप्त करने के लिए तप्त वस्तु के साथ शीतल वस्तु का होना आवश्यक है।

क्लासियस का कथन - इस कथन के अनुसार - "किसी ऐसी युक्ति का बनाना असंभव है जो बिना किसी बाह्य स्रोत के (Sink) की ऊष्मा को तप्त वस्तु तक पहुँचा सके।"

ऊष्मा का स्थानान्तरण तप्त वस्तु से शीतल वस्तु की ओर होता है। ऊष्मा स्वतः शीतल वस्तु से तप्त वस्तु तक नहीं पहुँच सकती।

प्रशीतक का कार्य गुणांक या निस्पादन गुणांक - प्रशीतक एक उल्टी दिशा में कार्य करने वाला ऊष्मा इंजन है।

"प्रशीतक द्वारा एक चक्र में शीतल वस्तु से ली गई ऊष्मा (Q_2) तथा प्रशीतक को चलाने के लिए उस पर बाह्य स्रोत द्वारा किये गये कार्य के अनुपात को प्रशीतक का कार्य गुणांक कहते हैं। इसे K से प्रदर्शित करते हैं।"

$$\boxed{K = \frac{Q_2}{W}}$$

कार्नो की दक्षता - यदि एक कार्नो इंजन Source व Sink के बीच कार्यरत है तथा Source व Sink के ताप T_1 व T_2 हैं, कार्नो चक्र या उत्क्रमणीय चक्र के लिए -

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Date ______
Page No. ______

So कार्नो इंजन की दक्षिता $\boxed{\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}}$

कार्नो इंजन की दक्षिता केवल स्रोत व Sink के ताप पर निर्भर करती है।

प्र०⇒1. उत्क्रमणीय इंजन (कार्नो इंजन) $100°C$ तथा $0°C$ के ताप के मध्य कार्य कर रहा है तो इसकी दक्षिता की गणना कीजिए।

उ०⇒ given,

स्रोत का ताप $T_1 = 100 + 273 = 373 K$

सिंक का ताप $T_2 = 0 + 273 = 273 K$

So दक्षिता $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_2}$

$$\eta = 1 - \frac{273}{373}$$

$$\eta = \frac{373 - 273}{373}$$

$$\boxed{\eta = \frac{100}{373}}$$

or

$$\eta = 0.268$$

or

$$\eta = 26.8\%$$ Ans.

प्र०⇒2. दो इंजनों A व B के स्रोतों के ताप 400 K तथा 350 K हैं। जबकि Sink के ताप 350 K तथा 300 K हैं। तो इनमें से कौन-सा इंजन अधिक दक्ष है।

उ०⇒ given,

इंजन A के Source का ताप $T_1 = 400 K$

Sink का ताप $T_2 = 350 K$

Downloaded from technoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Date ....
Page No. ....

तो A इंजन की दक्षिता $\eta_1 = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

$\eta_1 = 1 - \frac{350}{400}$

$\eta_1 = \frac{50}{400}$

$\eta_1 = 1.25$

$\eta_1 = 12.5\%$

इंजन B के Source का ताप $T_3 = 350\ K$
Sink का ताप $T_4 = 300\ K$

तो
इंजन B की दक्षिता $\eta_2 = 1 - \frac{T_4}{T_3}$

$\eta_2 = 1 - \frac{300}{350}$

$\eta_3 = \frac{50}{300}$

$\eta_3 = 1.43$

$\eta_3 = 14.3\%$

इंजन B की दक्षिता A से अधिक है अतः इंजन B अधिक दक्ष होगा।

Downloaded from techoedu.com

Date
22/8/18

Date
Page No.

प्रश्न 3. एक ऊष्मा इंजन 400 K ताप पर 100 कैलोरी ऊष्मा लेता है तथा 80 कैलोरी ऊष्मा Sink को दे देता है तो Sink का ताप तथा ऊष्मा इंजन की दक्षिता ज्ञात कीजिए।

Solve ⇒ given,

स्रोत का ताप $T_1 = 400K$

Sink का ताप $T_2 = ?$

$Q_1 = 100$ कैलोरी

$Q_2 = 80$ कैलोरी

We know that

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

$$\frac{100}{80} = \frac{400}{T_2}$$

$$80 \times 4 = T_2$$

$T_2 = 320$ ~~कैलोरी~~ केल्विन

so

ऊष्मा इंजन की दक्षिता $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

$$\eta = 1 - \frac{80}{100}$$

$$\eta = \frac{20}{100}$$

$$\eta = \frac{1}{5}$$

$$\eta = .2$$

$$\eta = 20\%$$

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

Imp. Note ⇒ ① जब कार्नो की दक्षिता दी गई हो तो – $1-\frac{T_2}{T_1}$
② जब ऊष्मा इंजन की दक्षिता दी गई हो तो – $1-\frac{Q_2}{Q_1}$

प्र०74. एक कार्नो इंजन 300 K तथा 600 K के बीच 800 जूल कार्य करता है। स्रोत से इंजन को दी गई ऊष्मा ज्ञात कीजिए।

Solve ⇒ given

स्रोत का ताप $T_1 = 600K$

Sink का ताप $T_2 = 300K$

We know that –

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{Q_1}{Q_2}$$

$$\frac{600}{300} = \frac{Q_1}{Q_2}$$

$$2 = \frac{Q_1}{Q_2}$$

so

$$Q_1 = 2Q_2 \text{ ——— ①}$$

∴ इंजन को दी गई ऊष्मा

$$W = Q_1 - Q_2$$

$$800 = 2Q_2 - Q_2$$

$$Q_2 = 800$$

समी ① से-

$$Q_1 = 2 \times 800$$

$$Q_1 = 1600 \text{ जूल}$$

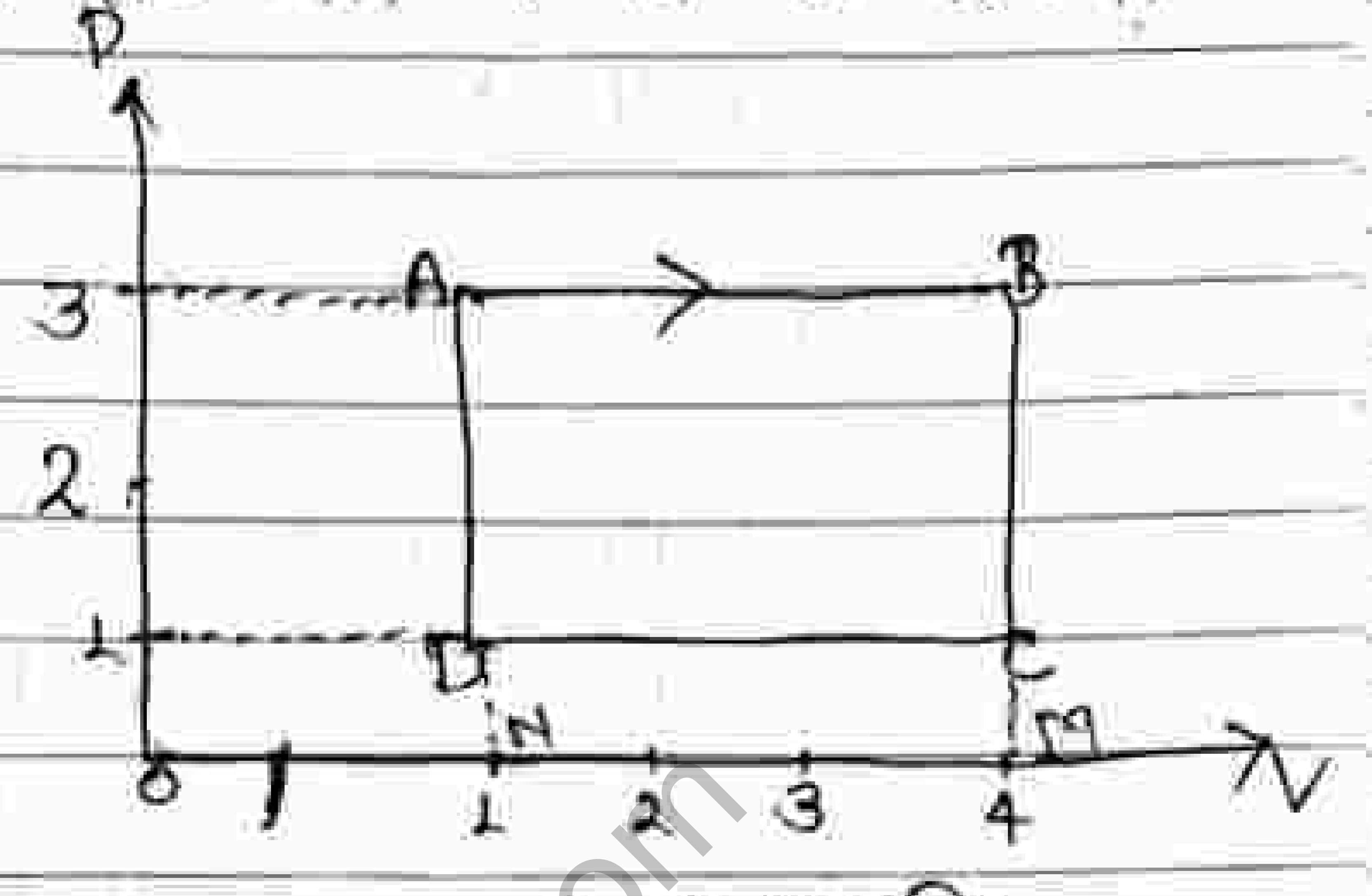
प्र०75. 1 कार्नो इंजन की दक्षितायें ताप
(I) 100 K तथा 500 K
(II) T K तथा 900 K के समान हैं।
तो Sink का ताप ज्ञात कीजिए।

900

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com

प्र० 76. चित्र में एक गैस का P-V आरेख दिखाया गया है। बिंदु A की स्थिति से बिंदु B की स्थिति तक जाने में गैस को कितना कार्य करना होगा।



गैसें को A→B तक ले जाने में किया गया कार्य AB रेखा द्वारा घेरे गये क्षेत्रफल के बराबर होगा।

W = क्षेत्रफल ABMN

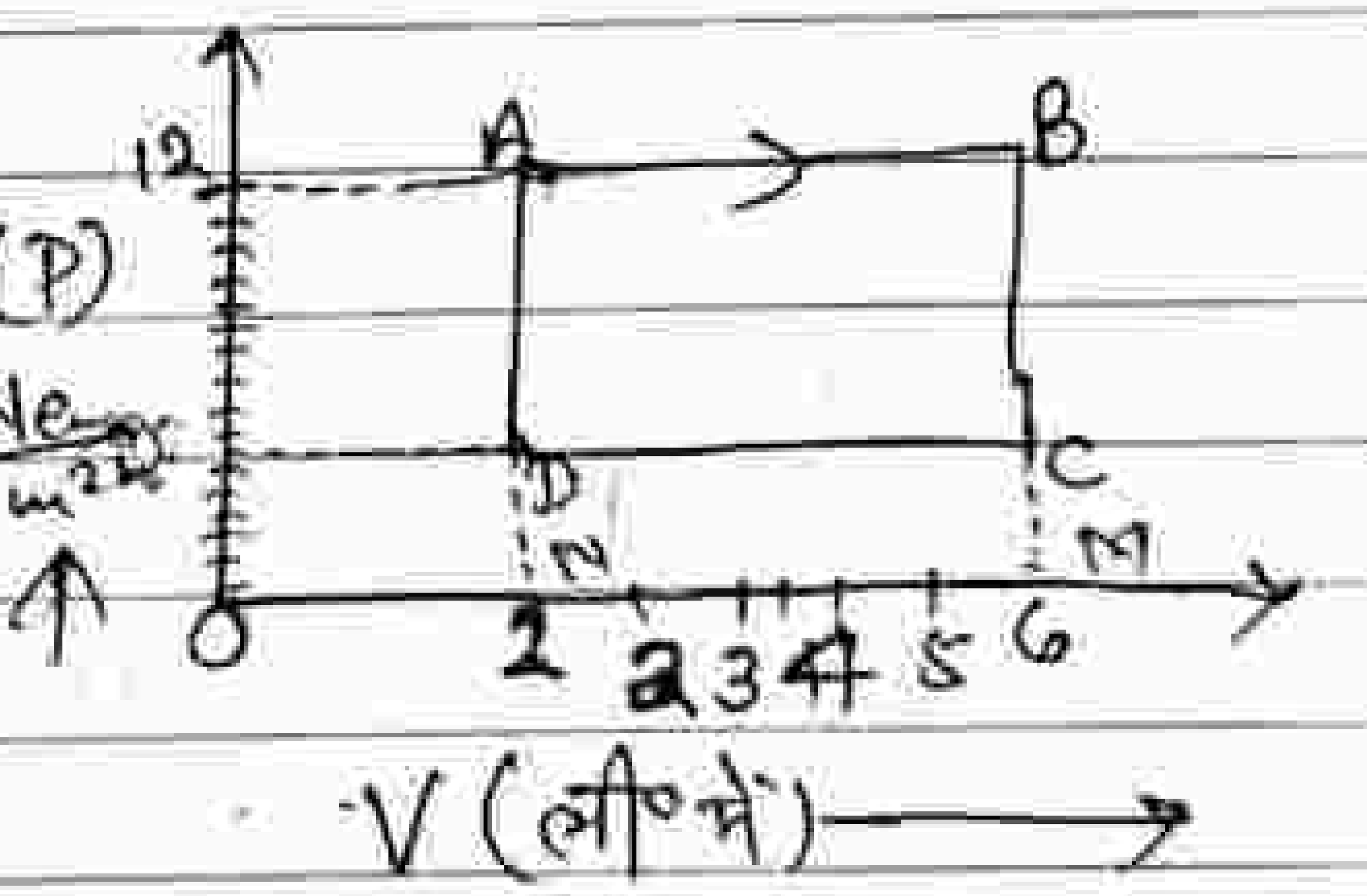
W = MN × NA

$W = (4-1) \times 3$

$W = 3 \times 3$

W = 9 जूल

प्र० 77. चित्र में आदर्श गैस की ऊष्मागतिकी प्रक्रियाओं का ग्राफ प्रदर्शित है। चित्र में A से B तक गैस को ले जाने में कार्य की गणना कीजिए।



गैस को A→B तक ले जाने में किया गया कार्य AB रेखा द्वारा घेरे गये क्षेत्रफल के बराबर होगा।

W = क्षेत्रफल ABMN

W = MN × NA

W = (6−1) ली० × 12×10^5

W = 5 ली० × 12×10^5

$W = 5 \times 10^{-3} \times 12 \times 10^5$

(1 ली० = 10^{-3} घनमी०)

W = 600 जूल

Downloaded from techoedu.com

Cpnetexam.blogspot.com