CBSE Class 11th Physics Important Questions Chapter 11 ऊष्मागतिकी

अति लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
ऊष्मागतिकी निकाय से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
किसी सीमा पृष्ठ से घिरी ऐसी वस्तु जिस पर ऊष्मा का प्रभाव पड़ता है ऊष्मागतिकी निकाय कहलाता है। थर्मस फ्लास्क में भरा द्रव, किसी सिलिका में भरी गैस आदि।

प्रश्न 2. ऊष्मागतिक चर का अर्थ समझाइये।
उत्तर:
किसी निकाय के ऐसे गुण जो उस निकाय की ऊष्मागतिक अवस्था निर्धारित करते हैं, ऊष्मागतिक चर कहलाते हैं। गैस के लिए दाब (P), आयतन (V), ताप (T) ऊष्मागतिक चर हैं।

प्रश्न 3.
अवस्था समीकरण का अर्थ स्पष्ट कीजिए।
उत्तर:

किसी निकाय की ऊष्मागतिक अवस्था को व्यक्त करने वाले ऊष्मागतिक चरों में सम्बन्ध बताने वाले समीकरण को अवस्था समीकरण कहते हैं। आदर्श गैस का अवस्था समीकरण $PV = RT$ है।

प्रश्न 4.
धनात्मक तथा ऋणात्मक कार्य से क्या तात्पर्य है ?
उत्तर:
जब कार्य निकाय द्वारा किया जाता है तो धनात्मक एवं जब कार्य निकाय पर किया जाता है तो ऋणात्मक कार्य कहलाता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 5.
कार्य तथा आन्तरिक ऊर्जा में से कौन-सी राशि पथ पर निर्भर करती है तथा कौन-सी राशि पथ पर निर्भर नहीं करती है ?
उत्तर:
कार्य पथ पर निर्भर करता है जबकि आन्तरिक ऊर्जा पथ पर निर्भर नहीं करती है।

प्रश्न 6.
ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम लिखिए।
उत्तर:
इस नियमानुसार- "जब ऐसे निकाय को जो बाहरी कार्य करने में सक्षम हो, ऊष्मा दी जाती है तो निकाय द्वारा अवशोषित ऊष्मा उसके द्वारा किये गये बाह्य कार्य और उसके आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि के योग के बराबर होती है।"

यदि निकाय को ΔQ ऊष्मा दी जाये जिससे उसके द्वारा ΔW कार्य किया जाता है और उसकी आन्तरिक ऊर्जा में ΔU वृद्धि होती है।
तब $\Delta Q = \Delta W + \Delta U$.

प्रश्न 7.
उत्क्रमणीय प्रक्रम से आप क्या समझते हैं ? इसके कोई दो उदाहरण दीजिए।
उत्तर:
वह प्रक्रम जिसके पश्चात् प्रक्रम में भाग लेने वाली समस्त वस्तुएँ (निकाय तथा प्रतिवेश) शेष ब्रह्माण्ड को प्रभावित किये बिना अपनी प्रारंभिक अवस्थाओं में वापिस लायी जा सकें, उत्क्रमणीय प्रक्रम कहलाती है।
उदाहरण- बर्फ से पानी तथा पुनः पानी से बर्फ का बनना उत्क्रमणीय प्रक्रम है।

प्रश्न 8.
उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में अन्तर लिखिए।

उत्तर:
उत्क्रमणीय तथा अनुत्क्रमणीय प्रक्रम में अन्तर-

https://www.evidyarthi.in/

उत्क्रमणीय प्रक्रम	अनुत्क्रमणीय प्रक्रम
1. इसे विपरीत क्रम में सम्पन्न किया जा सकता है।	1. इसे विपरीत क्रम में सम्पन्न नहीं किया जा सकता है।
2. इसमें भाग लेने वाली समस्त वस्तुएँ अपनी पूर्वावस्था में नहीं आ सकती।	2. इसमें भाग लेने वाली समस्त वस्तुएँ अपनी पूर्वावस्था में आ जाती हैं।

प्रश्न 9.
चक्रीय प्रक्रम क्या है ?
उत्तर:
जब कोई निकाय विभिन्न अवस्थाओं से गुजरता हुआ अपनी प्रारंभिक अवस्था में आ जाए तो इस प्रक्रम को चक्रीय प्रक्रम कहते हैं।

प्रश्न 10.
समतापी प्रक्रम किसे कहते हैं ? इस प्रक्रम में किये गये कार्य का सूत्र लिखिए।
उत्तर:
यदि कोई निकाय में कोई भौतिक परिवर्तन इस प्रकार हो कि सम्पूर्ण प्रक्रिया में निकाय का ताप स्थिर रहे तो ऐसा प्रक्रम समतापी प्रक्रम कहलाता है। उदाहरण- बर्फ का गलनांक पर पिघलना।
समतापी प्रक्रम में गैस द्वारा किया गया कार्य
$W = 2.3026 RT \log_{10} \frac{P_1}{P_2}$
P_1 = प्रारंभिक दाब, P_2 =अंतिम दाब, T = नियतं परम ताप, R = सार्वत्रिक गैस नियतांक है।

प्रश्न 11.
रुद्धोष्म प्रक्रम किसे कहते हैं ? इस प्रक्रम में किये गये कार्य के लिए सूत्र लिखिए।
उत्तर:
वह प्रक्रम जिसमें निकाय की ऊष्मा न तो बाहर जा सके और न बाहर से ऊष्मा अंदर आ सके रुद्धोष्म प्रक्रम कहलाता है।
इस प्रक्रम में गैस द्वारा किया गया कार्य
$W = \frac{R}{\gamma - 1} (T_1 - T_2.)$
जहाँ R = गैस नियतांक, γ = दो विशिष्ट ऊष्माओं का अनुपात, T_1 = प्रारंभिक ताप एवं T_2 = अंतिम ताप है।

प्रश्न 12.
आन्तरिक ऊर्जा क्या है ? आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा किन-किन कारकों पर निर्भर करती है ?

उत्तर:
किसी निकाय द्वारा कार्य करने की स्वयं की क्षमता को उसकी आन्तरिक ऊर्जा कहते हैं तथा यह आन्तरिक स्थितिज ऊर्जा एवं आन्तरिक गतिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है। आदर्श गैस की आन्तरिक ऊर्जा केवल उसके ताप पर निर्भर करती है।

प्रश्न 13.
ऊष्मा के यान्त्रिक तुल्यांक की परिभाषा दीजिये तथा इसके C.G.S. एवं M.K.S. पद्धति में मात्रक लिखिये।
उत्तर:
1 कैलोरी ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए किए गए कार्य को ऊष्मा का यान्त्रिक तुल्यांक कहते हैं। इसका C.G.S. मात्रक अर्ग / कैलोरी तथा M.K.S. पद्धति में मात्रक जूल / कैलोरी है।

प्रश्न 14.
ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम क्या है ?
उत्तर:
ऊष्मागतिकी का प्रथम नियम ऊर्जा संरक्षण का नियम है। जब ऊर्जा के अन्य रूप को ऊष्मा में बदला जाता है तो ऊर्जा की कोई हानि नहीं होती है। यदि W यान्त्रिक ऊर्जा से Q ऊष्मा प्राप्त होती है तो W = Q (यदि W एवं Q एक ही मात्रक में हैं)।

प्रश्न 15.
जब हम अपने हाथों को आपस में रगड़ते हैं तो वे गर्म हो जाते हैं, परन्तु केवल एक अधिकतम ताप तक क्यों ?
उत्तर:
हाथों को रगड़ने में किया गया कार्य ऊष्मा में बदलता है परन्तु कुछ देर बाद जब हाथों का ताप एक निश्चित ताप के बराबर हो जाता है तो जितनी ऊष्मा हाथों को रगड़ने से मिलती है उतनी ही ऊष्मा बाहर वायुमंडल में चली जाती है तथा हाथों का ताप और अधिक नहीं बढ़ पाता है।

प्रश्न 16.
समतापी तथा रुद्धोष्म प्रक्रम में अन्तर लिखिए।
उत्तर:
समतापी तथा रुद्धोष्म प्रक्रम में अन्तर-

समतापी प्रक्रम	रुद्धोष्म प्रक्रम
1. इस प्रक्रम में ताप स्थिर रहता है।	1. इस प्रक्रम में ऊष्मा का मान स्थिर रहता है।

https://www.evidyarthi.in/

2. इसमें गैस की आन्तरिक ऊर्जा नियत रहती है।	2. इसमें गैस की आन्तरिक ऊर्जा नियत नहीं रहती है।
3. यह मंद प्रक्रम है।	3. यह तीव्र प्रक्रम है।
4. इसमें वातावरण के साथ ऊष्मा का विनिमय होता है।	4. इसमें वातावरण के साथ ऊष्मा का विनिमय नहीं होता है।

प्रश्न 17.
रुद्धोष्म प्रसार में प्रशीतन क्यों संभव है ?
उत्तर:
रुद्धोष्म प्रसार में गैस द्वारा कार्य किया जाता है जिससे उसकी आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है अतः प्रशीतन उत्पन्न हो जाती है अर्थात् उसका ताप कम हो जाता है।

प्रश्न 18.
साइकिल ट्यूब के फट जाने के तुरन्त बाद स्पर्श करने पर वायु शीतल लगती है, क्यों ?
उत्तर:
साइकिल ट्यूब के फट जाने पर अन्दर की वायु का रुद्धोष्म प्रसार होता है अत: वायु द्वारा कार्य "किया जाता है। उसकी आन्तरिक ऊर्जा कम हो जाती है जिससे उसका ताप कम हो जाता है।

प्रश्न 19.
बन्दूक की गोली लक्ष्य से टकराने के बाद गर्म क्यों हो जाती है ?
उत्तर:
लक्ष्य से टकराने से पहले गोली में गतिज ऊर्जा होती है। गोली के लक्ष्य से टकराने पर गतिज ऊर्जा का अधिकांश भाग ऊष्मा में परिवर्तित हो जाता है। अतः गोली गर्म हो जाती है।

प्रश्न 20.
एक थर्मस फ्लास्क में जल भरा हुआ है। थर्मस के जल को कुछ समय तक हिलाना, कारण सहित बताइये कि क्या जल का ताप बढ़ जायेगा?
उत्तर:
जल को हिलाने पर किया गया कार्य ऊष्मा के रूप में परिवर्तित होकर जल के ताप को बढ़ा देगा।

प्रश्न 21.
साइकिल में हवा भरते समय पम्प गर्म हो जाता है, क्यों? ; .
उत्तर:
क्योंकि हवा भरते समय किये गये कार्य का कुछ भाग पम्प एवं वाल्व में घर्षण के कारण ऊष्मा में बदल जाता है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 22.
ठण्डे जल की बाल्टी में गर्म लोहे का टुकड़ा डाला जाता है। क्या जल की आन्तरिक ऊर्जा बढ़ेगी? क्या लोहे का टुकड़ा कुछ कार्य करेगा?
उत्तर:
जल की आन्तरिक ऊर्जा बढ़ेगी (लोहे के टुकड़े से जल में ऊष्मा स्थानान्तरण द्वारा) लोहे का टुकड़ा कुछ कार्य नहीं करेगा।

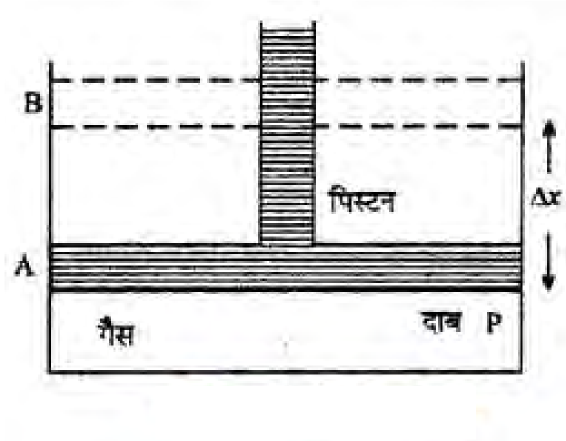
प्रश्न 23.
समतापी प्रक्रम किसे कहते हैं ? इसके लिए अवस्था समीकरण लिखिए।
उत्तर:
वह प्रक्रम जिसमें ताप नियत रहता है, समतापी प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम में दाब-आयतन आरेख एक आयताकार अतिपरवलय होता है तथा गैस बॉयल के नियम का पालन करती है। इस प्रक्रम में अवस्था समीकरण PV = नियतांक।

प्रश्न 24.
समदाबी प्रक्रम क्या है ? इसके लिए अवस्था समीकरण लिखिए।
उत्तर:
वह प्रक्रम जिसमें दाब स्थिर रहता है, समदाबी प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम के लिए दाब :आयतन आरेख, आयतन अक्ष के समान्तर सरल रेखा होती है।
समदाबी प्रक्रम के लिए अवस्था समीकरण है : $\frac{V}{T}$ = नियतांक या $V \propto T$.

प्रश्न 25.
समआयतनिक प्रक्रम क्या है ? इस प्रक्रम में कितना कार्य किया जाता है ?
उत्तर:
वह प्रक्रम जिसमें निकाय का आयतन नियत रहता है, समआयतनिक प्रक्रम कहलाता है। इस प्रक्रम में किया गया कार्य शून्य होता है।

लघु उत्तरीय प्रश्न

प्रश्न 1.
बाह्य दाब के विरुद्ध गैस के प्रसार में किए गये कार्य की गणना कीजिए।
उत्तर:



माना चित्र में पिस्टन के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल A है तथा गैस का प्रारम्भिक दाब P है अर्थात् गैस द्वारा पिस्टन पर लगने वाला बल = दाब × क्षेत्रफल
F = P × A
अब यदि पिस्टन पर से बाट हटाकर गैस का प्रसार किया जाता है तो गैस पिस्टन पर कार्य करके उसे ऊपर विस्थापित करती है।
माना पिस्टन स्थिति A से स्थिति B में आता है तो पिस्टन का विस्थापन Δx होता है अत: गैस के आयतन में वृद्धि
ΔV = A.Δx
तथा इस प्रसार में गैस द्वारा किया गया कार्य
ΔW = बल × विस्थापन
ΔW = F x Δx
या ΔW = PA.Δx
ΔW = P.ΔV.
यदि दाब P पर गैस का आयतन V_1 से बढ़कर V_2 हो जाता है तो गैस द्वारा किया गया कार्य
W = $\int_{V_t}^{V_2} \Delta W=\int_{V_1}^{V_2} P \cdot \Delta V$.

evidyarthi
https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 2.
उत्क्रमणीय प्रक्रम की आवश्यक शर्ते लिखिए।
उत्तर:
(1) उत्क्रमणीय प्रक्रम अत्यधिक धीरे-धीरे सम्पन्न किया जाये जिससे प्रत्येक अवस्था में निम्नलिखित शर्तों की पूर्ति हो-
(a) निकाय यान्त्रिक साम्यावस्था में हो अर्थात् इसके अभ्यन्तर में निकाय और इसके चारों ओर के वातावरण के मध्य कोई असंतुलित बल कार्य न करे।
(b) निकाय तापीय संतुलन में हो अर्थात् निकाय और उसके चारों ओर के वातावरण में कोई तापान्तर न हो।
(c) निकाय रासायनिक साम्यावस्था में हो अर्थात् क्रिया के फलस्वरूप कोई नया उत्पाद न बने।

(2) इस क्रिया में क्षयकारी प्रभाव जैसे-घर्षण के कारण हानि, विद्युत प्रतिरोध, श्यानता इत्यादि अनुपस्थित हो।

प्रश्न 3.
समान धारिता वाले दो सिलिंडर A तथा B एक-दूसरे से स्टॉप-कॉक के द्वारा जुड़े हैं। A पर मानक ताप एवं दाब पर गैस भरी है जबकि B पूर्णतः निर्वातित है। स्टॉप-कॉक यकायक खोल दी जाती है। अग्रलिखित का उत्तर दीजिए-
(a) सिलिंडर A तथा B में अंतिम दाब क्या होगा?
(b) गैस की आंतरिक ऊर्जा में कितना परिवर्तन होगा?
(c) गैस के ताप में क्या परिवर्तन होगा?
उत्तर:
(a) चूँकि गैस का आयतन दुगुना हो जाता है अत: दाब घटकर आधा हो जायेगा।
(b) चूँकि ताप स्थिर है अतः आन्तरिक ऊर्जा में कोई परिवर्तन नहीं होगा।
(c) गैस के ताप में कोई परिवर्तन नहीं होगा क्योंकि यह मुक्त प्रसार है।

प्रश्न 4.
ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम के आधार पर-
(1) समतापी प्रक्रम,
(2) रुद्धोष्म प्रक्रम,
(3) चक्रीय प्रक्रम की व्याख्या कीजिए।
उत्तर:
(1) समतापी प्रक्रम – आदर्श गैस के समतापी प्रक्रम में ताप स्थिर है इसलिए आन्तरिक ऊर्जा में, परिवर्तन

https://www.evidyarthi.in/

ΔU = 0
अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से ΔQ = AW
अतः समतापी प्रसार में,
निकाय द्वारा अवशोषित ऊष्मा = निकाय द्वारा किया गया कार्य।

(2) रुद्धोष्म प्रक्रम – रुद्धोष्म प्रक्रम में ऊष्मा का न तो अवशोषण होता है और न ही निष्कासन होता है, इसलिए
ΔQ = 0 अतः ΔU = -ΔW
इसलिए रुद्धोष्म प्रसार में,
आन्तरिक ऊर्जा में कमी = निकाय द्वारा किया गया कार्य।

(3) चक्रीय प्रक्रम – चक्रीय प्रक्रम में निकाय की प्रारम्भिक व अन्तिम अवस्थाएँ वही होती हैं, इसलिए आन्तरिक ऊर्जा में परिवर्तन ΔU = 0
अतः ΔQ = ΔW
अतः निकाय द्वारा अवशोषित ऊष्मा = निकाय द्वारा किया गया कार्य।

प्रश्न 5.
समतापी प्रसार में गैस द्वारा किये गये कार्य के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।
उत्तर:
माना दाब P पर गैस की निश्चित मात्रा के आयतन में सूक्ष्म परिवर्तन ΔV होता है। अतः दाब P के विरुद्ध गैस द्वारा किया गया कार्य
dW = PΔV.
यदि समतापी परिवर्तन के कारण गैसका आयतन V_1 से V_2 हो जाता है तो गैस द्वारा किया गया कार्य
W = $\int_{V_1}^{V_2}$ PdV ...(1)
यदि किसी गैस का एक मोल लिया जाये तो गैस समीकरण से,
PV= RT या P = $\frac{RT}{V}$
समी. (1) में मान रखने पर,

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{RT}{V} dV$$

या $$W = RT\int_{V_1}^{V_2} \frac{1}{V} dV$$

या $$W = RT[\log V]_{V_1}^{V_2}$$

या $$W = RT[\log V_2 - \log V_1] = RT \log\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

या $$W = 2{\cdot}3026 RT \log_{10}\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$

https://www.evidyarthi.in/

परन्तु गैस समीकरण $P_1V_1 = P_2V_2$ से,

या $\frac{V_2}{V_1} = \frac{P_1}{P_2}$

अतः $W = 2.3026RT\log_{10}\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$

यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 6.

रुद्धोष्म प्रसार में गैस द्वारा किये गये कार्य के लिए व्यंजक ज्ञात कीजिए।

उत्तर:

माना किसी गैस के 1 मोल में रुद्धोष्म प्रसार होता है जिससे उसका आयतन V_1 से V_2 हो जाता है। अतः इस प्रसार के दौरान गैस द्वारा किया गया कार्य ।

$W = \int_{V_1}^{V_2} PdV$ ....(1)

किन्तु रुद्धोष्म प्रसार में $PV^\gamma = K$

$\therefore P = \frac{K}{V^\gamma}$

समी. (1) में मान रखने पर,

$$W = \int_{V_1}^{V_2} \frac{K}{V^\gamma} dV \quad \text{या} \quad W = K\left[\frac{V^{-\gamma+1}}{-\gamma+1}\right]_{V_1}^{V_2}$$

या $$W = \frac{K}{1-\gamma}\left[\frac{1}{V_2^{\gamma-1}} - \frac{1}{V_1^{\gamma-1}}\right]$$

परन्तु $P_1V_1^\gamma = P_2V_2^\gamma = K$

$\therefore$ $$W = \frac{1}{1-\gamma}\left[\frac{P_2V_2^\gamma}{V_2^{\gamma-1}} - \frac{P_1V_1^\gamma}{V_1^{\gamma-1}}\right] = \frac{1}{1-\gamma}[P_2V_2 - P_1V_1]$$

या $$W = \frac{1}{1-\gamma}[P_1V_1 - P_2V_2]$$

परन्तु गैस समीकरण से $P_1V_1 = RT_1$ एवं $P_2V_2 = RT_2$

अतः $$W = \frac{1}{\gamma-1}(RT_1 - RT_2)$$

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

यही अभीष्ट व्यंजक है।

प्रश्न 7.

किसी पदार्थ की आन्तरिक ऊर्जा का क्या अर्थ है ?

उत्तर:

प्रत्येक पदार्थ छोटे-छोटे अणुओं से मिलकर बना है। इन अणुओं की गतिज ऊर्जा, उस पदार्थ के ताप पर तथा स्थितिज ऊर्जा अणुओं के मध्य दूरी तथा आकर्षण बल पर निर्भर करती है। समस्त अणुओं की कुल गतिज ऊर्जा को उस पदार्थ की आन्तरिक गतिज ऊर्जा कहते हैं तथा कुल स्थितिज ऊर्जा को आन्तरिक स्थितिज

https://www.evidyarthi.in/

ऊर्जा कहते हैं। किसी पदार्थ की आन्तरिक ऊर्जा उस पदार्थ की आन्तरिक गतिज ऊर्जा तथा आन्तरिक स्थितिज ऊर्जा के योग के बराबर होती है। आन्तरिक ऊर्जा को U से प्रदर्शित करते हैं।

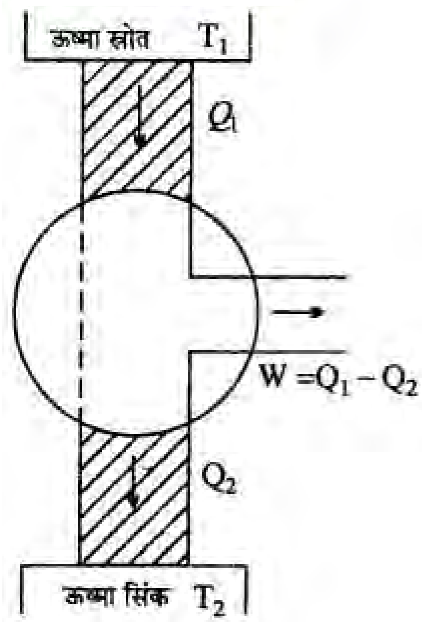
प्रश्न 8.
समदाबी एवं समतापी प्रक्रिया क्या है ? इनके अवस्था समीकरण लिखिए।
उत्तर:
समदाबी प्रक्रिया – वह प्रक्रिया जिसमें दाब स्थिर रहता हो, समदाबी प्रक्रिया कहलाती है। इस प्रक्रिया के लिए दाब-आयतन आरेख, आयतन अक्ष के समान्तर सरल रेखा होता है।
आदर्श गैस समीकरण PV = RT से समदाबी प्रक्रिया के लिए अवस्था समीकरण है- $\frac{v}{T}$ = नियतांक या (V ∝ T)
समतापी प्रक्रिया – वह प्रक्रिया जिसमें ताप नियत रहता है, समतापी प्रक्रिया कहलाती है। इस प्रक्रिया में दाब-आयतन आरेख एक आयताकार अतिपरवलय होता है तथा गैस बॉयल के नियम का पालन करती है।
समतापी प्रक्रिया में अवस्था समीकरण है।
PV = नियतांक।

प्रश्न 9.
ऊष्मा इंजन क्या है ? इसके प्रमुख भाग तथा कार्य सिद्धांत बताते हुए दक्षता के लिए सूत्र निगमित कीजिए।
उत्तर:
सिद्धांत – इसमें आदर्श गैस कार्यकारी पदार्थ होता है। प्रत्येत चक्र में कार्यकारी पदार्थ ऊष्मा स्रोत से Q_1 ऊष्मा लेता है। इसमें से W कार्य करके शेष ऊष्मा की मात्रा को सिंक को वापस लौटा देता है।

$$\text{इंजन की दक्षता} = \frac{\text{किया गया कार्य}}{\text{कुल अवशोषित ऊष्मा}}$$

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

evidyarthi



कार्नो इंजन के प्रमुख भाग निम्नलिखित हैं-\

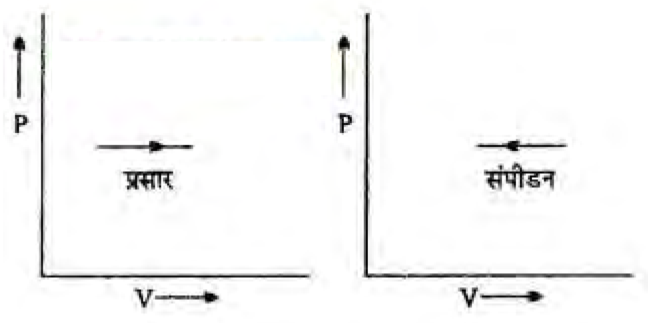
1. ऊष्मा स्रोत-यह कार्यकारी पदार्थ को ऊष्मा प्रदान करता है।
2. सिंक-यह कार्यकारी पदार्थों से शेष ऊष्मा अवशोषित करता है।
3. सिलिण्डर और पिस्टन-पिस्टन सिलिण्डर के अन्दर घर्षण गति करता है जिससे कार्यकारी पदार्थ में प्रसार तथा संपीडन होता है।
4. पूर्ण कुचालक प्लेटफॉर्म-सिलिण्डर को इस पर रखकर आदर्श गैस में रुद्धोष्म परिवर्तन किया जाता है।
5. कार्यकारी पदार्थ – कार्यकारी पदार्थ (आदर्श गैस) ऊष्मा स्रोत से ऊष्मा अवशोषित करता है, कुछ भाग को कार्य के रूप में परिवर्तित करके शेष भाग को सिंक को वापिस लौटा देता है।

प्रश्न 10.
रुद्धोष्म प्रक्रम तथा समतापी प्रक्रम में कोई चार अन्तर लिखिए।
उत्तर:
रुद्धोष्म प्रक्रम तथा समतापी प्रक्रम में अन्तर-

रुद्धोष्म प्रक्रम	समतापी प्रक्रम
1. इसमें ऊष्मा न तो निकाय के अन्दर आ सकती है और न निकाय से बाहर जा सकती है।	1. इसमें निकाय का ताप नियत रहता है।
2. $\Delta Q = 0$ अत: आदर्श गैस के लिए $\Delta U = -\Delta W$	2. $\Delta U = 0$ अतः आदर्श गैस के लिए $\Delta Q = \Delta W$
3. यह प्रक्रम निकाय को पूर्ण कुचालक के संपर्क में	3. यह प्रक्रम निकाय को पूर्ण सुचालक के संपर्क में

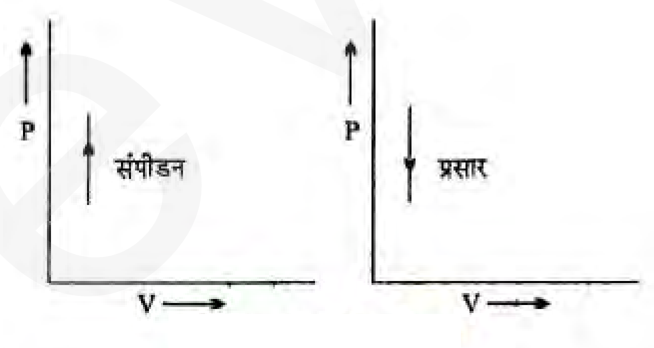
रखकर तेजी से किया जाता है।	रखकर धीरे-धीरे किया जाता है।
4. इसमें गैसें रुद्धोष्म नियम PV^{γ} = नियतांक का पालन करती है।(जहाँ V= $\frac{C_p}{C_v}$)	4. इसमें गैसें बॉयल के नियम PV = नियतांक का पालन करती हैं।

प्रश्न 11.
सम आयतनिक प्रक्रम का अर्थ समझाते हुए इसके लिए सूचक-आरेख खींचिए तथा , इसकी ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम द्वारा व्याख्या कीजिए।
उत्तर:



समआयतनिक प्रक्रम में निकाय का आयतन स्थिर रहता है (अर्थात् ΔV= 0) अत: इस प्रक्रम में निकाय द्वारा किया गया कार्य शून्य होता है, क्योंकि,
$\Delta W = P\Delta V = 0$
अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से समआयतनिक प्रक्रम में ΔQ = ΔU अर्थात् सम आयतनिक प्रक्रम में निकाय को दी गई समस्त ऊष्मा निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में वृद्धि करने में व्यय हो जाती है अथवा निकाय की आन्तरिक ऊर्जा में कमी, पूर्णत: निकाय द्वारा निष्कासित ऊष्मा के बराबर होती है।
समआयतनिक प्रक्रम में दाब-आयतन-आरेख, दाब-अक्ष के समान्तर एक सरल रेखा होता है।

प्रश्न 12.
समदाबिक प्रक्रम का अर्थ समझाइये तथा इसके लिए सूचक आरेख खींचकर ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम द्वारा व्याख्या कीजिये।
उत्तर:



समदाबिक प्रक्रम में निकाय का दाब स्थिर रहता है। उदाहरण के लिए, भाप इंजन के बॉयलर में पानी का उबलना, भाप का बनना, पानी का बर्फ में बदलना इत्यादि समदाबिक प्रक्रम है। इस प्रक्रम में दाब-आयतन

https://www.evidyarthi.in/

आरेख, आयतन अक्ष के समान्तर एक सरल रेखा होता है। चित्र में सूचक आरेख प्रदर्शित है। नियत दाब P पर यदि गैस का आयतन V_1 से आयतन V_2 तक प्रसार होता है तो गैस द्वारा किया गया कार्य

$W = P (V_2 – V_1)$

अतः ऊष्मागतिकी के प्रथम नियम से समदाबी प्रक्रम में,

$\Delta Q = \Delta U + P(V_2 – V_1)$.

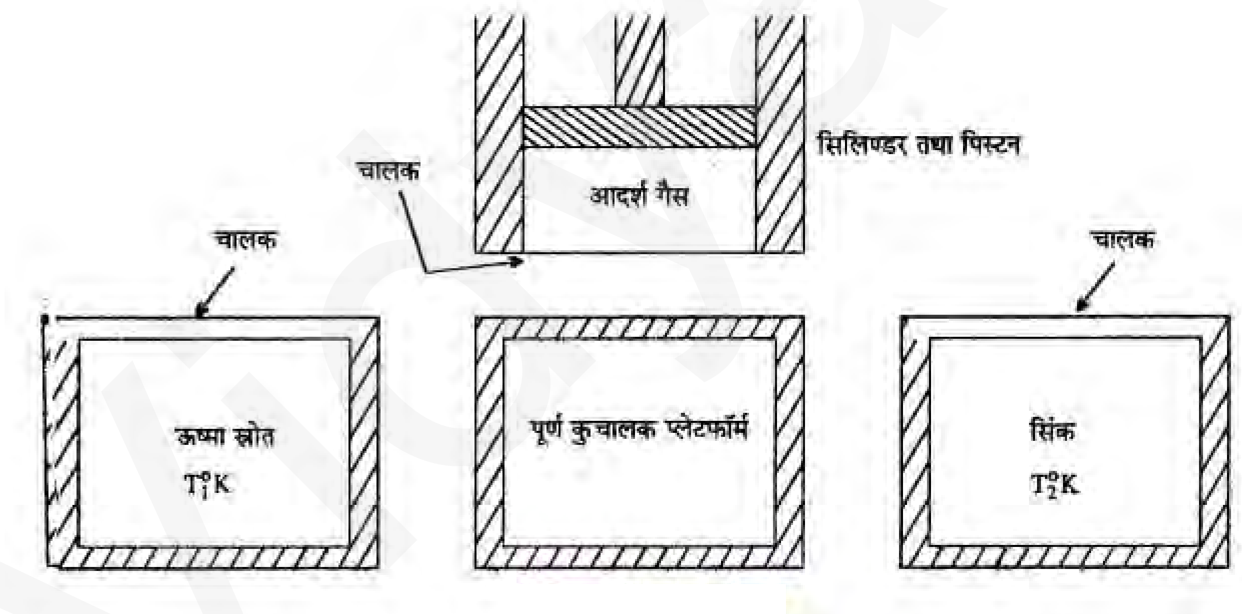
प्रश्न 13.

कार्नो इंजन क्या है ? इसके मुख्य भाग दर्शाइये तथा इसमें स्त्रोत व सिंक के कार्य बताइये।

उत्तर:

कार्नो इंजन एक आदर्श इंजन की कल्पना है जो ऊष्मा को सतत् कार्य में बदलता है। इसके प्रमुख निम्नलिखित भाग हैं

1. ऊष्मा का स्रोत,
2. ऊष्मा सिंक,
3. पूर्ण कुचालक प्लेटफॉर्म,
4. आदर्श गैस से भरा पिस्टन युक्त सिलिण्डर।



ऊष्मा स्त्रोत के कार्य – ऊष्मा स्रोत को एक नियत उच्च ताप T_1 पर रखा जाता है। इसका ताप बिना बदले इससे अपार ऊष्मा ली जा सकती है।

सिंक का कार्य – सिंक को एक नियत निम्न ताप T_2 पर रखा जाता है इसका ताप बिना बदले इसे अपार ऊष्मा दी जा सकती है।

प्रश्न 14.

कार्नो इंजन का सिद्धांत क्या है ?

उत्तर:
कार्नो इंजन एक आदर्श इंजन है। इसमें कार्यकारी पदार्थ आदर्श गैस है। एक चक्र में गैस उच्चताप T_1 पर ऊष्मा स्रोत से Q_1 ऊष्मा अवशोषित करती है, इसके कुछ भाग W को कार्य में बदलती है तथा शेष ऊष्मा $Q_2 = Q_1 - W$ को निम्न ताप T_2 पर ऊष्मा सिंक पर निष्कासित करती है। इसमें ऊष्मा का क्षय नहीं होता है।
इस प्रकार कानों इंजन के एक चक्र में
ऊष्मा स्रोत से अवशोषित ऊष्मा = Q_1
तथा इससे प्राप्त कार्य $W = Q_1 - Q_2$

अत: कार्नो इंजन की दक्षता $\eta = \frac{\text{प्राप्त कार्य}}{\text{अवशोषित ऊष्मा}}$

या $\eta = \frac{W}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ या $\eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

चूँकि कार्नो इंजन में स्रोत से अवशोषित ऊष्मा तथा सिंक पर निष्कासित ऊष्मा की निष्पत्ति स्रोत व सिंक के तापों की निष्पत्ति के बराबर होती है अर्थात्
$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}$
∴ कार्नो इंजन की दक्षता $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

प्रश्न 15.
कार्नो इंजन को व्यवहार में प्राप्त नहीं किया जा सकता, क्यों ?
उत्तर:
इसके निम्न कारण हैं-

1. कार्नो इंजन में कार्यकारी पदार्थ आदर्श गैस मानी जाती है लेकिन कोई भी गैस पूर्ण आदर्श गैस नहीं होती है।
2. कार्नो इंजन में यह माना जाता है कि सिलिण्डर की दीवारें पूर्ण कुचालक हैं तथा इसका आधार पूर्ण सुचालक है, जोकि व्यवहार में संभव नहीं है क्योंकि कोई भी पदार्थ पूर्ण कुचालक या पूर्ण सुचालक नहीं होता है।
3. कार्नो इंजन में यह माना जाता है कि सिलिण्डर में पिस्टन की गति घर्षण गति होती है, जो कि असंभव

प्रश्न 16.
क्या किसी इंजन की दक्षता 100% हो सकती है ? कारण सहित उत्तर दीजिये।
उत्तर:
चूँकि कार्नो इंजन की दक्षता $\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$
यदि $T_2 = 0$ हो तो $\eta = 1 = 100\%$
अर्थात् यदि सिंक का ताप 0 (शून्य) है तो इंजन की क्षमता 100% होगी परन्तु सिंक का ताप कभी-भ शून्य नहीं हो सकता। अतः किसी भी इंजन की दक्षता 100% नहीं हो सकती।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 17.
ऊष्मागतिकी का द्वितीय नियम समझाकर इसके विभिन्न कथन लिखिए।
उत्तर:
ऊष्मागतिकी के द्वितीय नियम के विभिन्न कथन निम्नानुसार हैं-
(1) क्लासियस का कथन -"कोई भी ऐसी स्वचालित मशीन बनाना असंभव है जो किसी बाहरी स्रो की सहायता लिए बिना कम ताप की वस्तु से अधिक ताप की वस्तु को ऊष्मा स्थानान्तरित कर सके।"

(2) केल्विन का कथन -"किसी वस्तु को वातावरण की न्यूनतम ताप की वस्तु के ताप से अधिक शीतलन करके कार्य की निरन्तर प्राप्ति असंभव है।"

(3) केल्विन-प्लांक का कथन – "इस प्रकार की किसी भी मशीन का निर्माण असंभव है जो चक्रीय प्रक्रम में कार्यरत होकर किसी स्रोत से ऊष्मा अवशोषित करने तथा उसे पूर्णतः कार्य में बदलने के अतिरिक्त अन्य कोई प्रभाव उत्पन्न न करे।"

प्रश्न 18.
उत्क्रमणीय इंजन (रेफ्रिजरेटर) के कार्य गुणांक एवं दक्षता में संबंध निगमित कीजिए।
उत्तर:
माना रेफ्रिजरेटर एवं चक्र में सिंक (निम्न ताप) से ऊष्मा Q_2 अवशोषित करता है तथा स्रोत (उच्च ताप) पर ऊष्मा Q_1 देता है।
जबकि इस पर बाह्य कार्य $W = Q_1 - Q_2$ किया जाता है तो

रेफ्रिजरेटर का कार्य गुणांक $\beta = \dfrac{\text{सिंक से निकली ऊष्मा}}{\text{कार्यकारी पदार्थ पर किया गया कार्य}}$

या $\beta = \dfrac{Q_2}{W} = \dfrac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$ या $\beta = \dfrac{Q_2/Q_1}{1 - Q_2/Q_1}$

लेकिन दक्षता $\eta = 1 - \dfrac{Q_2}{Q_1} \Rightarrow \dfrac{Q_2}{Q_1} = 1 - \eta$

$\therefore$ $\beta = \dfrac{1-\eta}{\eta}$ या $\eta = \dfrac{1}{1+\beta}$.

https://www.evidyarthi.in/