

आजच्या व्याख्यानात आपले स्वागत आहे,
नेहमीप्रमाणेच आमचा सराव आम्ही मागील व्याख्यानात विविध थर्मोडायनामिकल प्रक्रियेमध्ये केलेल्या कामाविषयी चर्चा करून पुन्हा सांगणे आहे,
म्हणून आम्ही समतापीय प्रक्रिया समस्थानिक प्रक्रिया
आयसोकोरिक प्रक्रियेबद्दल बोललो आणि सर्वात क्लिष्ट आहे एडियाबॅटिक प्रक्रिया
त्यामुळे भिन्न थर्मोडायनामिकल प्रक्रिया.

ज्या प्रक्रियांची मी आता पुन्हा चर्चा करणार आहे.

फक्त

मी गेल्या व्याख्यानात केलेल्या गणनेच्या भौतिक पैलूवर जोर देण्यासाठी या सर्व प्रक्रिया ज्या मी बोलणार आहे त्या अर्ध-स्थिर प्रक्रिया आहेत.

मी तुम्हाला वारंवार सांगितले आहे की अर्ध-स्थिर प्रक्रियेचा अर्थ काय आहे

याचा अर्थ बदल दशांश लहान आहेत मी माझ्या थर्मोडायनामिक व्हेरिएबल्समध्ये खूप लहान बदल करतो

जेणेकरून सिस्टम नेहमी समतोल आहे असा विचार केला जाऊ शकतो म्हणून मी

प्रत्येक क्षणासाठी आदर्श वायू विचारात घेईन मी p_v लिहू शकतो nrt बरोबर

आदर्श वायूचे मोल विचारात घ्या अन्यथा उल्लेख केला नसेल तर मी मोनो अणु आदर्श वायूचा विचार करेन

ठीक आहे मी वेगवेगळ्या क्लासिस्टिक थर्मोडायनामिक प्रक्रियांचा विचार करेन आणि माझा कार्यरत

पदार्थ हा एक आदर्श वायू आहे आणि हे सत्यापित करेन किंवा त्याऐवजी उष्मागतिकीचा पहिला नियम वापरेन

म्हणजे ऊर्जेचे संवर्धन ही भिन्न परिस्थितीचे समर्थन करण्यासाठी

आंतरिक ऊर्जेमध्ये बदल आहे की नाही हे उष्णता शोषून घेते किंवा उष्णता सोडते.

20 25 मिनिटांत मी ज्या गोष्टी करणार आहे त्यापूर्वी मी काही लांबीची अॅडियाबॅटिक प्रक्रिया करण्यापूर्वी ठीक आहे, म्हणून पहिली प्रक्रिया ज्यावर आपण चर्चा करणार आहोत ती अगदी सोपी समतापिक प्रक्रिया आहे ज्या प्रकारे आपण मागील मध्ये रक्तरंजित तपशीलांमध्ये गणित केले आहे व्याख्यान म्हणून आज मी फक्त परिणाम कोड करेन त्यामुळे समताप प्रक्रिया तापमान निश्चित आहे.

जर मी पीव्ही आकृती काढू शकलो तर तापमान निश्चित राहते,

हा माझा दाब आहे.

हा माझा आवाज आहे ही एक समतापीय प्रक्रिया

आहे म्हणजे तापमान स्थिर आहे ज्याचा तात्काळ सूचित होतो की p_{ivi} c आहे c_i ही सबस्क्रिप्ट मी हे

दर्शवितो मी समतापिक प्रक्रियेबद्दल बोलत आहे.

ही खूप आयात आहे ant हे प्रारंभिक

मूल्य नाही ते प्रक्रियेवर अवलंबून असते ठीक आहे म्हणून ही एक $isothermal$ प्रक्रिया p_{ivi} समान आहे c_i बरोबर आहे जी

nrt च्या बरोबर आहे एक स्थिरांक आहे म्हणून हा nrt एक स्थिरांक आहे जो येथे c_i द्वारे दर्शविला जातो

म्हणून समतापिक प्रक्रियेत मी आहे $p_1 v_1 t$ वरून $p_2 v_2 t$ ok मी विचार करू शकतो की ही एक समतापिक

प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये मी $p_1 v_1$ पासून $p_2 v_2$ वर जातो स्पष्टपणे येथे तुम्ही पाहू शकता की v_2

v एक पेक्षा मोठा आहे जे ताबडतोब सूचित करते की p one हे p दोन पेक्षा मोठे आहे म्हणून मी दबाव वाढवत आहे

आवाज कमी होत आहे आणि हे मी उच्च दाबावरून कमी दाबाकडे जात आहे ठीक आहे आणि

याला मी अनेकदा विस्तार ओके म्हणून म्हणून समतापीय प्रक्रिया तापमान

स्थिर राहते अंतर्गत ऊर्जा स्थिर होत नाही बदला पण प्रेशर आणि व्हॉल्यूम बदल मी

आदर्श गॅस अंतर्गत उर्जेबद्दल बोलतोय हे तापमानाचे कार्य आहे आणि तापमान

एका समतापीय प्रक्रियेत स्थिर ठेवल्यामुळे अंतर्गत ऊर्जा ठीक बदलत नाही परंतु दाब

आणि आवाज बदलतात आम्ही कामाची गणना केली पूर्ण केलेलं गणना केलेले काम $p dv$ आहे जे काही नाही

पण जर तुम्ही मागील स्लाइडवर परत गेलात तर आम्ही या वक्राखालील क्षेत्रफळ मोजत आहोत जसे मी

या सेटच्या अगदी सुरुवातीला म्हटल्याप्रमाणे आणि हे केलेले काम सहजपणे मोजले जाऊ शकते जे nrt

$\log v$ आहे.

दोन बाय v वन ही समतापिक प्रक्रियेत केलेल्या कामाची अंतिम अभिव्यक्ती आहे जर मी

विस्ताराचा विचार केला तर v दोन हे v एकापेक्षा मोठे आहे जे मी येथे दाखवलेले चित्र आहे

तुम्ही लगेच पाहू शकता की कार्य सकारात्मक आहे जे हे ठीक आहे याचा अर्थ काय आहे आपण

हे पहिले नियम आठवूया जे मी जवळजवळ प्रत्येक स्लाइडमध्ये पुन्हा पुन्हा लिहित राहीन ठीक

आहे हा माझा पहिला नियम आहे किंवा उर्जेचे संवर्धन आहे मी म्हंटले आहे की या प्रक्रियेत du हा शून्याच्या बरोबरीचा आहे

म्हणून डेल्टा q हा डेल्टा w च्या बरोबरीचा आहे केलेले कार्य हे सकारात्मक आहे याचा अर्थ डेल्टा q देखील सकारात्मक आहे

ज्याचा अर्थ प्रणाली उष्णता शोषून घेते आणि कार्यामध्ये रूपांतरित करते ओके हे विस्तार समथर्मल विस्तार आहे

ज्यामध्ये कार्य सकारात्मक आहे प्रणाली उष्णता शोषून घेते आणि कार्यात रूपांतरित करते आता जर मी आकुंचनचा विचार केला तर

आकुंचन म्हणजे आकुंचन म्हणजे v एक v दोन पेक्षा मोठे काम

केले आहे नकारात्मक आहे याचा अर्थ मी सिस्टीमवर काम करत आहे ठीक आहे सिस्टीमवर काम केले आहे आणि उष्णता आहे म्हणून डेल्टा q हा नकारात्मक डेल्टा w आहे निगेटिव्ह आहे आणि सिस्टीम ही उष्णता सोडते ती शोषून घेत नाही हे लक्षात ठेवा आमचे अधिवेशन होते जेव्हा सिस्टम उष्णता शोषून घेते तेव्हा ठीक असते तेव्हा डेल्टा w पॉझिटिव्ह असते आणि सिस्टम काही काम करते डेल्टा w पॉझिटिव्ह असते येथे सिस्टमवर काम केले जाते कारण काम केले जाते परिणाम सिस्टम म्हणून नकारात्मक आहे उष्णता सोडते जेव्हा आपण इंजिन आणि रेफ्रिजरेटरमध्ये जातो तेव्हा या गोष्टी खूप महत्त्वाच्या असतील ज्यामध्ये एकाधिक थर्मोडायनामिक प्रक्रिया असतात म्हणून आपल्याला साइन कन्व्हेन्शनबद्दल सावधगिरी बाळगली पाहिजे आणि उष्णता केव्हा शोषली जाते किंवा उष्णता कधी सोडली जाते हे आपल्याला माहित असले पाहिजे

ठीक आहे आता आपण पुढे जाऊ शकतो ही आयसोथर्मल प्रक्रिया गणना एका पर्यायी मार्गाने करा जी तुम्हाला माहित आहे तोच परिणाम आहे pv ही गोष्ट आहे जी आम्ही $p dv$ ची गणना करत आहोत आणि तुम्हाला $p dv$ कसा मिळेल मी फक्त वापरतो हे समीकरण pv हे nrt बरोबर आहे ठीक आहे फक्त तुम्हाला काहीतरी मनोरंजक सांगण्यासाठी गणिताच्या दृष्टीने v v काय आहे हे पाहण्याचा प्रयत्न करूया p पेक्षा nrt पेक्षा काहीही नाही तर $v dv$ मध्ये काय बदल आहे जे काही नाही पण मी p वर्गावर nrt भेद करत आहे dp_i या समीकरणात परत ठेवतो मला केलेल्या कामाची गणना करायची आहे मी ते या समीकरणात परत ठेवले आहे मला nrt आता अविभाज्य आहे dvi ते dp च्या संदर्भात लिहायचे आहे म्हणून मला p च्या घटकाने वानर खाली येईल स्केअर जो मला इथून मिळेल आणि नंतर dp म्हणून मी इंटीग्रेशन dv वरून dp मध्ये बदलले आहे आणि ते p one वरून p दोन वर जाते ठीक आहे त्यामुळे सर्व मिळून एक वजा चिन्ह आहे त्यामुळे तुम्हाला काय मिळत आहे याचा nrt लॉग मिळत असेल तर समाकलित करा एक p रद्द करा लॉग आउट p दोन बाय p वन ओके म्हणून आता माझ्याकडे p दोन v दोन समान p एक बाय v एक बरोबर आहे तर मी काय केले आहे ते तुम्ही पाहत आहात म्हणून मी पुन्हा लिहित आहे समान अविभाज्य काम केले $p dv$ पासून v एक ते v दोन pv हे nrt च्या बरोबरीचे आहे म्हणून मला v आहे nrt प्रती ptv समान आहे वजा nrt प्रती p चौरस dp_i मी फक्त फरक घेत आहे म्हणून वजा $nrt p$ by p वर्ग dp आणि आता मी दाबाच्या प्रारंभिक मूल्यापासून दाबाच्या अंतिम मूल्यापर्यंत एकत्रित करतो जे मला p दोन बाय p मिळते एक आणि आता हा निकाल वापरा आता हे रिटर्न वापरा p दोन बाय p एक म्हणजे v एक बाय v दोन nrt लॉग v एक बाय v दोन ठीक आहे हे नेहमी nrt च्या समान आहे जे नमूद केलेल्या स्थिर c_{ii} च्या बरोबरीचे आहे म्हणून तुम्ही फक्त घ्या या वजा चिन्हाची काळजी घेतल्यास तुम्हाला $nrt \log v^2$ yv मिळेल एक ठीक आहे जर तुम्ही मागील प्रकाशाशी तुलना केली तर हा तंतोतंत परिणाम आहे जो आम्ही मिळवला त्यामुळे तुम्हाला दिसेल हा निकाल पर्यायी मार्गाने मिळू शकतो मी हे फक्त तुम्हाला वेगळे गणित देण्यासाठी केले आहे प्रक्रिया म्हणजे हे सर्व समतापिक प्रक्रियांबद्दल आहे ठीक आहे तुम्ही लक्षात ठेवावे जेव्हा कार्य सकारात्मक असते म्हणजे प्रणाली उष्णता शोषून घेते आणि जेव्हा काम केले जाते तेव्हा नकारात्मक असते म्हणजे आकुंचन प्रक्रिया ज्यामध्ये कार्य केले जाते ती नकारात्मक असते आणि प्रणाली उष्णता सोडते आणि अंतर्गत ऊर्जा कधीही बदलत नाही कारण मी विचार करत आहे की आदर्श वायूमध्ये एक आदर्श गॅस अंतर्गत ऊर्जा पूर्णपणे तापमानाचे कार्य आहे t त्यामुळे पुढे जाऊया आता आमच्याकडे आयसोक्रोनिक प्रक्रिया व्हॉल्यूम स्थिर ठेवली आहे ठीक आहे जर व्हॉल्यूम स्थिर तापमान ठेवले तर आपण हळू जाऊ या दबाव ते बदलतात आणि अंतर्गत ऊर्जा देखील बदलते कारण तापमान बदल म्हणजे अंतर्गत ऊर्जा बदलली पाहिजे ठीक आहे पण काम केले नाही कारण पुन्हा केलेले काम $p dv$ आहे आणि मी सुरुवातीला म्हटले आहे की व्हॉल्यूममध्ये बदल $dv = 0$ च्या बरोबरीचा आहे. म्हणून आता मी प्रश्न विचारतो सिस्टम ते शोषून घेते किंवा सोडते हे ठीक आहे हे पुन्हा अंतर्गत ऊर्जेतील बदलाद्वारे निर्धारित केले जाईल जसे मी तुम्हाला सांगितले होते पहिला कायदा डेल्टा q हा डु प्लस डेल्टा बरोबर आहे w सध्याच्या प्रकरणात हा फेलो 0 आहे म्हणून तुम्हाला अंतर्गत दिसते डेल्टा q पॉझिटिव्ह आहे की डेल्टा q नकारात्मक आहे की नाही हे उर्जा ठरवते म्हणून उष्णता शोषली जाते याचा अर्थ तापमानात वाढ होते आहे हे कळताच तापमानात वाढ होते आणि wh ich नेहमी दबाव वाढतो हे देखील सूचित करते कारण आम्हाला माहित आहे की p t च्या प्रमाणात आहे जर v स्थिर असेल तर अंतर्गत उर्जा वाढते कारण तापमान वाढले आहे अंतर्गत ऊर्जा वाढली पाहिजे आता जर उष्णता सोडली तर डेल्टा q नकारात्मक आहे du म्हणजे नकारात्मक अंतर्गत ऊर्जा कमी होते म्हणून पुन्हा आयसोकोरिक प्रक्रिया पुन्हा करा व्हॉल्यूम स्थिर ठेवला जातो कोणतेही काम केले नाही तुम्ही $p_1 v_1 t_1$ वरून $p_2 v_2 t_2$ पर्यंत जात आहात कारण कोणतेही काम केले

नाही डेल्टा q हे

पूर्णपणे du उष्णता शोषून घेतलेल्या प्रणालीद्वारे निर्धारित केले जाते तापमान वाढते याचा अर्थ दबाव देखील वाढतो आणि तापमान वाढते तेव्हा अंतर्गत ऊर्जा वाढते उलट प्रक्रियेत जर Δu ऋण असेल किंवा उष्णता सोडली जाते.

म्हणजे डेल्टा q ऋण असेल तर du

असेल नकारात्मक अंतर्गत ऊर्जा कमी होईल तापमान खाली जाईल आणि त्यामुळे दाब कमी होईल

म्हणून ही आयसोकोरिक प्रक्रिया आहे आता आपण पुढील प्रक्रियेकडे जाऊ प्रक्रिया **isobaric** प्रक्रिया म्हणजे दाब स्थिर ठेवला जातो ठीक आहे येथे दाब स्थिर व्हॉल्यूम आणि तापमान ठेवला जातो तपमानातील बदल लक्षात येताच ते बदलतात, अंतर्गत उर्जेमध्ये बदल होतो, ही तुमची आयसोबॅरिक प्रक्रिया आहे ज्यामध्ये तुम्ही p_1, T_1 वरून p_2, T_2 वर जाता. त्यामुळे

दाब स्थिर ठेवला जातो

त्यामुळे कामाची गणना पूर्ण करणे खूप सोपे होते आणि या पायरीपासून या पायरीवर जाताना हे फक्त याद्वारे दिले आहे.

आम्ही फक्त हे तथ्य वापरतो की p, v समान

आहे nRT च्या बरोबर सुरुवातीला ते p, v एक समान nRT एक होते शेवटी p, v दोन nRT दोन समान होते त्यामुळे ही अभिव्यक्ती अगदी पारदर्शक आहे जर मी समस्थानिक विस्ताराचा विचार केला तर तुम्ही तुमच्या समसमान प्रक्रियेचा विचार केला आणि ते दाखवण्याचा प्रयत्न केला तर p, v आकृतीमध्ये तुम्हाला दाब स्थिर आहे असे समजू या हे काही मूल्य आहे आणि व्हॉल्यूम v एक वरून v दोन पर्यंत जातो.

हे तुमचे काम आहे वक्राखालील हे क्षेत्र पूर्ण झाले आहे

आणि हे v दोन v वन आहे

त्यामुळे तुम्हाला माहित आहे की या वक्राखालील क्षेत्र p, v दोन वजा v_1 आहे जे मी तापमानाच्या दृष्टीने देखील लिहू शकतो फक्त जर विस्तार असेल तर ठीक आहे म्हणजे v_2 मी

जात आहे g अशा प्रकारे मी या मार्गाने गेलो तर v_2 हे v_1 पेक्षा मोठे आहे ज्याचा अर्थ असा आहे की t दोन पुन्हा t एक पेक्षा मोठे आहे

जर दाब स्थिर ठेवला तर व्हॉल्यूम तापमानाच्या प्रमाणात ठीक आहे कारण p, v हे

आदर्श वायूसाठी nRT च्या बरोबरीचे आहे आणि तुम्हाला माहित आहे की दाब आहे स्थिर व्हॉल्यूम तापमानाच्या प्रमाणात आहे म्हणून v दोन v एक पेक्षा मोठे म्हणजे t दोन म्हणजे t एक पेक्षा मोठे म्हणून केलेले कार्य सकारात्मक आहे अंतर्गत उर्जेमध्ये बदल होतो.

जे देखील सकारात्मक आहे कारण

तापमान अंतर्गत ऊर्जा कमी झाली आहे म्हणून तापमानाच्या प्रमाणात एक आदर्श वायू देखील वर जाणे आवश्यक आहे

आणि सिस्टम ते शोषून घेते ठीक आहे म्हणून डेल्टा q ड्यु प्लस डेल्टा बरोबर आहे आणि असे घडते

या सहकान्याने सकारात्मक काम केले आहे ड्यु देखील सकारात्मक आहे म्हणून माझ्याकडे डेल्टा क्यू पॉझिटिव्ह असणे आवश्यक आहे म्हणजे सिस्टम ते शोषून घेते

त्यामुळे आता आम्ही आकुंचन आकुंचनाचा विचार करतो

म्हणजे लक्षात ठेवा तुमचे v_2 हे अंतिम मूल्य आहे आणि v_1 हे प्रारंभिक मूल्य आहे म्हणून आकुंचन

प्रक्रिया मी p, v आकृतीमध्ये काढल्यास तुम्ही v एक वरून v दोन वर येत आहात.

आपणास येथे निश्चितपणे काम झालेले दिसते

कारण v_1 हे v_2 पेक्षा मोठे काम केले आहे हे अंतर्गत उर्जेतील नकारात्मक बदल ऋणात्मक आहे

आणि प्रणाली उष्णता सोडते कारण या पहिल्या नियमात du ऋण डेल्टा w नकारात्मक आहे

त्यामुळे डेल्टा

q देखील नकारात्मक आहे म्हणून आम्ही आतापर्यंत तीन प्रक्रियांचा सारांश दिला आहे.

प्रथम समतापीय समतापमान

बद्दल जे महत्त्वाचे आहे ते समस्थान तापमान निश्चित ठेवले जाते, तर दाब आणि

आवाजातील बदल p, v संबंधाचे समाधान करणारे nRT समान आहे जे मी स्थिर c_{sub} द्वारे दर्शविले आहे

मी ठीक आहे अंतर्गत ऊर्जा बदलत नाही आणि तुम्ही करू शकता केलेल्या कामाची गणना करा आणि तुम्ही अगदी सहज शोधू शकता

जेव्हा काम केले जाते तेव्हा सकारात्मक प्रणाली उष्णता शोषून घेते आणि जिथे कुठेही काम केले जाते जी

उष्णता सोडते ठीक आहे हे समतापीय आहे आणि नंतर मी तुम्हाला काही दाखवण्यासाठी त्याच व्युत्पत्तीचा पर्यायी मार्ग दिला.

गणिती युक्ती शेवटी **isochoric** आणि **isobaric** प्रक्रिया **isochoric**

प्रक्रियेची मात्रा निश्चित ठेवली जाते परंतु तापमान आणि दबाव बदलतो आणि

त्यामुळे int शाश्वत ऊर्जा

आणि म्हणून तुम्ही शोषलेल्या किंवा सोडलेल्या उष्णतेची अभिव्यक्ती अगदी सहजपणे मोजू शकता

जी आंतरिक ऊर्जेतील बदलाच्या संदर्भात दिली जाते आयसोकोरिक प्रक्रियेमध्ये कोणतेही कार्य केले जात नाही तर आयसोबॅरिक प्रक्रियेमध्ये दाब स्थिर असतो परंतु आवाज तापमान हे करू शकते बदलतात पण ते अशा प्रकारे बदलतात की v तपमानाच्या प्रमाणात आहे ते घडलेच पाहिजे कारण $p v$ हे $n r t$ च्या समान आहे ठीक आहे दाब आता स्थिर ठेवला जातो येथे अंतर्गत ऊर्जा देखील बदलते आणि तुम्ही दोन प्रक्रियांबद्दल बोलू शकता.
एक विस्तार आणि एक येथे आकुंचन आहे

सावधगिरी बाळगणे आवश्यक आहे आपण नेहमी सावध रहा लक्षात ठेवा v दोन हा माझा अंतिम खंड v एक हा माझा आरंभिक खंड आहे आणि मी $p v$ वन t एक वरून $p v$ दोन t दोन वर जात आहे या तीन प्रक्रिया एका अर्थाने अद्वितीय आहेत किंवा त्यांच्यात काही समान आहेत मी येथे नमूद केलेल्या या तीनही प्रक्रियांमध्ये माझ्याकडे तीन थर्मोडायनामिक व्हेरिबल्स प्रेशर व्हॉल्यूम आणि तापमान आहेत हे काय आहे ते मी पाहतो की त्यापैकी दोन बदलत आहेत स्थिर ठेवले आहे आता मी सर्वात क्लिष्ट एकाकडे जाईन ज्याला अॅडिबॅटिक प्रक्रिया म्हणतात.
एका अॅडिबॅटिक प्रक्रियेत उष्मा विनिमय होत नाही म्हणून मी डेल्टा q शून्य आहे असे लिहू शकतो म्हणून ती अंतर्गत ऊर्जा आणि केलेले कार्य यांच्यातील परस्परसंवाद असेल.
येथे सर्वात महत्वाचे आहे की दबाव तापमान आणि आवाज सर्व थर्मोडायनामिक व्हेरिबल्स बदलतात म्हणून $p_1 v_1 t_1 p_2 v_2 t_2$ $i p_1 v_1 t_1$ पासून सुरू होत आहे मी $p_2 v_2 t_2$ मिळवत आहे अॅडिबॅटिक प्रक्रियेत केलेले कार्य मी सिद्ध केले की आदर्श वायूसाठी c_p उणे c_v समान आहे r .

r ला आणि प्रक्रिया वैशिष्ट्यीकृत आहे $p v$ γ is equal to constant is not $p v$ is equal to constant $p v$ is equal to constant हे समतापीय प्रक्रियेचे वैशिष्ट्य आहे ज्यामध्ये तापमान स्थिर असेल तर $p v$ हे आदर्श वायूसाठी ऊर्जेच्या बरोबरीचे असते.

स्थिर $p v$ असणे आवश्यक आहे स्थिरांकाच्या समान परंतु येथे तापमान हे स्थिर नाही म्हणून आमच्याकडे माझ्या $p v$ आकृतीचे वर्णन करणारे भिन्न प्रक्रिया समीकरण आहे जे $p v$ γ is equal to constant जेथे γ c_p over c_v च्या बरोबरीचे असते म्हणून समतापिक प्रक्रियेत $p_i v_i$ हे c_i च्या बरोबरीचे असते.

$p v$ to the power γ is equal to c कृपया कृपया लक्षात ठेवा की गॅमा नेहमी एका पेक्षा मोठा असतो c p नेहमी $c v$ पेक्षा जास्त असतो या संबंधासाठी धन्यवाद ठीक आहे म्हणून आता मी $p v$ आकृतीमध्ये गोष्टी काढू शकतो मी तुम्हाला दोन वक्र देतो ठीक आहे हे दोन वक्र काहीना छेदतात बिंदू जो मी v शून्य आणि p शून्य द्वारे दर्शवित आहे मी या दोन वक्रांकडे पाहून प्रश्न विचारत आहे, कोणता समतापीय आहे आणि कोणता अॅडिबॅटिक आहे हे लक्षात ठेवा $p_i v_i$ हे c_i समीकरणाने वैशिष्ट्यीकृत आहे तर दुसरा अर्थात $adiabatic$ प्रक्रिया येथे या समीकरणाद्वारे दर्शविली जाते ठीक आहे आता तुम्हाला थोडा विचार करावा लागेल पण मी फक्त या दोन $p v$ आकृत्या पाहून सांगू शकतो की ही $adiabatic$ प्रक्रिया आहे s ही समतापिक प्रक्रिया आहे तुम्ही ते कसे कराल ते बिंदूला छेदतात p $nought$ v $nought$ तुम्ही लगेच पाहू शकता की मी $adiabatic$ द्वारे दर्शविलेले वक्र ठीक आहे हे जास्त स्टीपर आहे म्हणून तुम्ही या उताराकडे बघू शकता

उतार आणि पहा की कोणता वक्र जास्त सरळ आहे एडिबॅटिक हा समतापिक पेक्षा नेहमी उंच असतो जो मी येत्या स्लाइडमध्ये काही ओळींमध्ये दाखवणार आहे ठीक आहे, तर प्रश्न असा आहे की $p v$ समतल मध्ये दोन वक्र आहेत ज्यांना ते एका बिंदूवर छेदतात.

मी तुम्हाला प्रश्न विचारत आहे की कोणता वक्र एक समतापीय प्रक्रियेचे प्रतिनिधित्व करतो आणि कोणता अॅडिबॅटिक प्रक्रियेचे प्रतिनिधित्व करतो मी म्हणत आहे हे ज्याला छेदनबिंदूवर जास्त उतार आहे ती अॅडिबॅटिक प्रक्रिया दर्शवत आहे दुसरी एक समतापीय प्रक्रिया आहे मी तुम्हाला देतो या गोष्टीचा एक अतिशय जलद पुरावा कृपया तुमच्या मनात हे चित्र लक्षात ठेवा ठीक आहे म्हणून समतापीय प्रक्रिया समतापिक प्रक्रियेत समथर्मल माझ्याकडे $p_i v_i$ c_i च्या बरोबरी आहे तर $adiabatic$ मध्ये $t_i c_i$ प्रक्रिया माझ्याकडे आहे $p v$ raise to the power γ is equal to c ok आता आपण समतापिक प्रक्रियेचा संदर्भ घेऊया $p_i v_i$ is equal to c_i by v_i चला

एका समतापीय प्रक्रियेमध्ये उताराची गणना करूया $de l \ de l \ vi$ जी ci द्वारे vi चौकोनी नसून काहीही नाही बिंदू v शून्य म्हणजे काय

v शून्य आहे चला मागील प्रकाशाकडे जाऊया या छेदनबिंदूच्या बिंदूवर मी

या उताराची गणना करत आहे ठीक आहे,
त्यामुळे हे प्रमाण आता या समीकरणामुळे

मी ci हे वजा $pi \ vi$ म्हणून vi स्केअर बिंदू v नought वर लिहू शकतो मी
कॉन्स्टंट ci मधून पूर्णपणे मुक्त झालो आहे आणि मी लगेच शोधू शकतो की अभिव्यक्ती काय आहे मी
लगेच शोधू शकतो हे काही नाही पण $pivi$ बाय vi स्केअर मी यापैकी एक रद्द करतो

आणि हे $p \ naught \ v$ शून्य वर मिळत आहे म्हणून हा उतार द्वारे दिला आहे

$p \ naught \ v \ naught$ हा छेदनबिंदूच्या समस्थानिक वक्र चा उतार आहे

आता आपण $adiabatic$ वर जाऊ या $adiabatic$ प्रक्रियेत $adiabatic$ प्रक्रियेकडे जाऊ

या दुसरीकडे माझ्याकडे ते समीकरण आहे ठीक आहे मला ते पुन्हा लिहू द्या cai च्या बरोबरीने पुन्हा

$de l \ pa \ de l \ va$ काय आहे ते मोजायचे आहे $p \ naught \ v \ naught$ point of intersection जर तुम्ही

गणना केली तर हे $gamma \ cava \ gamma \ plus \ one$ असेल आता $caca$ काय आहे p

$ava \ gamma$ आणि लक्षात ठेवा मी गणना करत आहे येथे $p \ naught \ v \ nought$ येथे देखील

उल्लेख करणे चांगले आहे की ते $p \ naught \ v \ naught$ ठीक आहे म्हणून मी ते लगेच केले तर कोणीही गणना करू शकतो

मी हे सर्व चरण $gamma \ p \ naught \ v \ naught$ दाखवणार नाही म्हणून तुम्ही या दोघांची तुलना करा

हा उतार आहे समतापीय वक्र हा अडिगॅबॅटिक वक्रचा उतार आहे

जेथे छेदनबिंदूच्या बिंदूवर जो

निर्देशांक $p \ naught$ आणि $v \ naught$ द्वारे नियुक्त केला जातो हे दोन वक्र आहेत म्हणून जे जास्त

आहे ते अडिगॅबॅटिक आहे जे इतके कठोर नाही ते आहे समतापीय

त्यामुळे अडिगॅबॅटिकचा उतार हा

गॅमा वेळा आहे हा आहे मी तो स्वतंत्रपणे $gamma$ वेळा लिहितो $p \ naught \ v \ nought$ जो $isothermal$ चा

हा उतार सोडून काहीही नाही म्हणून

मी दिलेल्या शेवटच्या वर्गात हा प्रश्न आहे तुम्ही हे देखील संकेत देता की छेदनबिंदूवर अडिगॅबॅटिकच्या उताराची गणना करणे हा

समथर्मलच्या उतारापेक्षा

गॅमा पटींनी जास्त असतो म्हणून मी

असे म्हणत आहे की अडिगॅबॅटिक वक्र समतापीय वक्रापेक्षा जास्त आहे आता आपण दोन वक्र

दिलेला प्रश्न विचारू शकतो pv आकृतीवर ठीक आहे मला माहीत आहे की हे माझे $adiabatic$ आहे हे माझे $isothermal$

आहे हे माझे $adiabatic$

आहे हे माझे $isothermal$ आहे या बिंदूला छेदनबिंदू म्हणू या ज्यात $p \ naught$

$v \ naught$ OK आहे आता विस्तार प्रक्रियेचा विचार करूया ज्याचा अर्थ आहे v काही नाही मी काही v दोन कडे जातो

जे येथे आहे असे म्हणूया की हे माझे v दोन आहे आणि एक आकुंचन प्रक्रिया देखील v शून्य पासून सुरू होते आणि काही v वन वर

जाते म्हणून

हे तुमचे v दोन आहे म्हणूया हे तुमचे v एक आहे ठीक आहे तुमचे v शून्य ठीक आहे आता प्रश्न विचारा जर मी समजतो की विस्तार

प्रक्रियेचे काम कोणत्या प्रक्रियेत केले जाते ते अडिगॅबॅटिक किंवा समतापिक आहे जर मी वि नॉट ओके असे म्हणण्यास सुरुवात केली

तर मला हा प्रश्न सोडवू द्या मी विस्तार प्रक्रिया परिभाषित केली आहे.

आकुंचन प्रक्रियेवर दंड ठोठावला आहे आणि केलेले कार्य अधिक असेल

ज्या प्रक्रियेत दोन्ही प्रकरणांमध्ये $adiabatic$ किंवा $isothermal$ मधील

चित्रातच उत्तर आहे यावर चर्चा करूया विस्तार प्रक्रियेचा विचार करून सुरुवात करूया v

शून्य पासून v दोन ठीक आहे आणि माझ्याकडे आहे एक $adiabatic$ प्रक्रिया आणि एक समथर्मल प्रक्रिया देखील आहे काय काम

केले जाते $adiabatic$ प्रक्रियेत हे फक्त या वक्र अंतर्गत क्षेत्र आहे ठीक आहे

त्यामुळे तुम्ही सहजपणे वक्र अंतर्गत हे क्षेत्र पाहू शकता

आणि ते तुमचे कार्य पूर्ण झाले आहे.

आता काम काय केले आहे

समतापिक प्रक्रियेमध्ये हे क्षेत्र आणि हे क्षेत्र असेल

त्यामुळे या विस्तार प्रक्रियेत तुम्ही समतापिक प्रक्रियेत वॅगडॉन अधिक ठीक आहे हे पाहू शकता, तर तुम्ही आकुंचन प्रक्रियेकडे

पाहिल्यास तुम्हाला तुमचे समतापीय कर्ब अडिगॅबॅटिक वक्र पेक्षा कमी असल्याचे दिसेल.

समथर्मल प्रक्रियेत केले जाणारे काम,

तर हे अडिगॅबॅटिक प्रक्रियेत केले जाणारे काम आहे ज्यात

लहान भाग आणि हे मोठे भाग समाविष्ट आहेत

त्यामुळे आकुंचन प्रक्रियेत दोन्ही प्रक्रिया लक्षात ठेवा

मी v शून्यापासून सुरू करत आहे

त्यामुळे तुम्हाला येथून सुरू होणारे क्षेत्र विचारात घ्यायचे आहे ठीक आहे,
तर दुसरीकडे आकुंचन प्रक्रिया अधिक काम आहे अधिक आहे कृपया लक्षात ठेवा विस्तार प्रक्रियेत
केलेले काम सकारात्मक आहे आकुंचन किंवा संपीडन प्रक्रिया केलेले
काम हे नकारात्मक आहे याचा अर्थ सिस्टीमवर काम केले जात आहे, म्हणून जेव्हा मी असे म्हणतो
की एडिबॅटिक प्रक्रियेमध्ये $v \propto 1$ ते $v \propto 1$ पर्यंत आकुंचन केलेले काम अधिक आहे तेव्हा मी कामाच्या परिमाणाचा संदर्भ देतो.

आयडिया बेसिक प्रक्रियेमध्ये सिस्टीमवर अधिक काम करणे आवश्यक आहे
म्हणून आपण या दोन स्लाइड्समध्ये शिकलो आहोत की अॅडिबॅटिक वक्र हा अॅडिबॅटिक वक्रचा तीव्र उतार
आहे हे गामाच्या पटीने जास्त आहे.

प्रतिच्छेदन बिंदूवरील समतापीय वक्रचा उतार
कृपया गॅमा आहे हे लक्षात ठेवा एकापेक्षा मोठे म्हणजे छेदनबिंदूचा परिणाम काय
आहे जो p नॉट v वर आहे.

तुम्ही विचार करता एक व्हॉल्यूम v दोन कामाचा विस्तार
समतापिक प्रक्रियेत अधिक आहे अॅडियाबॅटिक प्रक्रियेमध्ये केलेल्या कामाच्या तुलनेत,
समतापिक प्रक्रियेमध्ये हे अतिरिक्त क्षेत्र असते कारण दुसरीकडे ते उलट आहे
जर तुम्ही आकुंचन प्रक्रियेचा विचार केला ज्यामध्ये अॅडिबॅटिक वक्र समतापीय वक्र वर स्थित आहे
आणि अॅडियाबॅटिक कार्य अधिक आहे कारण तुम्हाला हे समाविष्ट करावे लागेल क्षेत्रफळ हे लहान क्षेत्र देखील
मला हेच सांगायचे आहे की अॅडियाबॅटिक प्रक्रियेच्या सूक्ष्म समस्यांबद्दल मी ते पुनरावृत्ती करतो
हे सर्वात क्लिष्ट आहे कारण तुम्ही तुमच्या हातात असलेले सर्व थर्मोडायनामिक व्हेरिएबल्स बदलत आहात
जसे की दाब व्हॉल्यूम आणि तापमान आता आम्ही केलेल्या कामाची गणना केली आहे केलेले कार्य
या स्वरूपाचे आहे जे nrt वन वजा $t_2 \gamma y_1 t_2$ हे तुमचे अंतिम तापमान आहे t_1 तुमचे
प्रारंभिक तापमान आहे, जर $t_1 > t_2$ पेक्षा जास्त असेल तर आम्ही आमचे नोटेशन कसे निश्चित केले आहे ठीक
आहे याचा अर्थ तुम्ही कमी तापमानाकडे जात आहात अंतर्गत ऊर्जा निश्चितपणे कमी होईल
कारण ते तापमानाचे कार्य आहे ऐवजी तपमानाच्या कामाच्या प्रमाणात
आहे सकारात्मक $t_2 > t_1$ पेक्षा जास्त आहे याचा अर्थ तुम्ही उच्च तापमानावर जात आहात
खालच्या तापमानापासून सुरू होणारी अंतर्गत उर्जा वाढेल आणि पूर्ण केलेले कार्य
नकारात्मक आहे हे लक्षात ठेवा येथे डेल्टा q शून्य आहे जे मला डेल्टा सांगते हे खूप महत्वाचे आहे मला फक्त
काही दाखवायचे आहे अधिक गणिती टप्पे कारण
आमचा हा संबंध अॅडियाबॅटिक प्रक्रियेत नेहमीच असतो.

$p \propto v^{-\gamma}$

γ is equal to $p \propto v^{-\gamma}$ हे संपूर्ण
कार्य केवळ व्हॉल्यूमच्या संदर्भात व्यक्त करू शकतो ca दाबाविषयी माहिती घेऊन जाते म्हणून
ही अभिव्यक्ती आहे जी तुम्ही ca च्या संदर्भात देखील लिहू शकता हे आमच्या नंतरच्या चर्चेत उपयुक्त ठरू शकते
म्हणून हे आमचे पुनरावर्तन पूर्ण करते विविध थर्मोडायनामिक प्रक्रियांच्या गणितामध्ये केलेल्या कामाची संपूर्ण चर्चा
मी हा वर्ग केला नाही कारण या सर्व गणिताच्या
पायऱ्या मागील वर्गात केल्या गेल्या होत्या परंतु हे सूक्ष्म मुद्दे ज्याचा मी मागील व्याख्यानात विचार केला नाही
त्यांना उलगडून दाखवले आहे जेणेकरून तुम्हाला या प्रक्रिया मनापासून समजून घ्याव्या
लागतील या प्रक्रिया इंजिन आणि रेफ्रिजरेटरच्या व्याख्येत वापरल्या पाहिजेत ज्यासाठी मी पुढे जात आहे
आता ठीक आहे त्याआधी मला उलटीपणाची कल्पना आणणे आवश्यक आहे तुम्हाला रिव्हर्सिबल म्हणजे काय म्हणायचे आहे
आपण अर्ध-स्थिर प्रक्रियेबद्दल बोलत आहोत

त्यामुळे आपण आतापर्यंत जी काही प्रक्रिया वापरली आहे
ती अर्ध-स्थिर आहे लहान बदल प्रणाली नेहमीच समतोल असते किंवा किमान मी असे गृहीत धरू शकतो की
प्रयोगाच्या वेळेनुसार प्रणाली समतोल आहे जर ती एक आदर्श वायू असेल मी

$p \propto v^{-\gamma}$ लिहू शकतो शिवाय मी आता असे गृहीत धरून की ते नॉन-डिसिपेटिव्ह नो घर्षण
किंवा स्निग्धता आहे तेथे कोणतेही विघटनशील बल नाही ठीक आहे म्हणून मी आधीच हे संकेत दिले आहेत की तुमच्याकडे
पुन्हा एकदा पुढे प्रक्रिया किंवा मागास प्रक्रिया असू शकते.

$i = apb$ आकृती करा मला पर्वा नाही की ते

isotherm आहे किंवा ते adiabatic आहे की नाही मी फक्त एक पूर्ववलोकन आकृती काढतो म्हणून हा माझा आवाज आहे
आणि

हा माझा $p \propto v^{-\gamma}$ आकृती आहे मी le वरून जात आहे t आपण a to b म्हणू काय करतो a आणि b म्हणून असे सूचित होते की
प्रारंभिक मूल्ये $p_1 v_1^{1/\gamma} = p_2 v_2^{1/\gamma}$ किंवा $p_1 v_1^{1/\gamma} = p_2 v_2^{1/\gamma}$ जी b ठीक आहे, तर ही माझी
फॉरवर्ड प्रक्रिया आहे म्हणून ती पुढे जाण्याची प्रक्रिया मला एखाद्या गोष्टीकडे घेऊन जाते.

एक v एक t एक दोन p दोन v दोन t दोन ठीक आहे जर

मी बाणाची दिशा परत केली तर याचा अर्थ काय होतो याचा अर्थ मी p दोन v दोन t

दोन वरून p वन v वन t वन वर जात आहे म्हणजे पुढे प्रक्रिया म्हणजे i मी p एक v एक t एक दोन p दोन v दोन t दोन वरून जात आहे तर मागे जाणारी प्रक्रिया म्हणजे उलट मी p p2 v2 t2 वरून p1 v1 वर जात आहे आणि t1 ठीक आहे एक उलट करता येणारी प्रक्रिया म्हणजे पुढे आणि मागे जाणारी प्रक्रिया पूर्णपणे समतुल्य आहे काय करते याचा अर्थ असा की या प्रक्रियेमध्ये फॉरवर्ड प्रक्रियेमध्ये मला डेल्टा घन उष्णता पुरवली गेली आहे किंवा उष्णता सोडलेली डेल्टा w हे सिस्टमवर केलेले एकूण कार्य आहे किंवा सिस्टमद्वारे डेल्टा u हे अंतर्गत उर्जेतील बदल आहे असे म्हणू या जर हे माझे प्रतिनिधित्व करते

मागास प्रक्रियेत फॉरवर्ड प्रोसेस i मध्ये वजा डेल्टा क्यूब वजा डेल असावा ta w वजा डेल्टा u ठीक आहे मी जेव्हा म्हणतो तेव्हा मी पुढे म्हणतो आणि मागास प्रक्रिया पूर्णपणे समतुल्य आहेत जर मी a ते b डेल्टा q कडे गेलो तर उष्णता पुरवली जाते किंवा सिस्टम डेल्टा मधून काढली जाते हे सिस्टमवर पूर्ण केलेले काम आहे किंवा सिस्टीमद्वारे डेल्टा u हा उलट प्रक्रियेत अंतर्गत उर्जेमध्ये निव्वळ बदल आहे जेव्हा मी b दोन वरून जातो तेव्हा सर्व काही

ऋण डेल्टा q असेल वजा डेल्टा q वर जाते जर मी पुढे जाण्याच्या प्रक्रियेत उष्णता डेल्टा q शोषून घेतो तर मला एक सोडणे आवश्यक आहे त्याची रक्कम

जी उलट प्रक्रियेत उणे डेल्टा q आहे त्याचप्रमाणे अंतर्गत उर्जेसाठी त्याचप्रमाणे कामासाठी अंतर्गत ऊर्जा बदल निव्वळ बदल जर सकारात्मक असेल आणि रक्कम डेल्टा u असेल तर उलट प्रक्रियेत डेल्टा u ही रक्कम कमी होईल.

फॉरवर्ड आणि बॅकवर्ड प्रक्रियेचा अर्थ आणि उलट करता येण्याजोग्या प्रक्रियेत या समतुल्य आहेत पुढील अर्थाने जे मी येथे सविस्तर केले आहे.

तुम्ही जर मी येथे काढलेल्या अ ते ब पर्यंत मर्यादित प्रक्रियेचा विचार केला तर तुम्ही कोणतीही घेऊ शकता यातील भाग आपण म्हणूया की हा

c पासून da पर्यंतचा संपूर्ण pv आकृतीचा लहान भाग आहे हा लहान भाग देखील उलट करता येण्याजोगा असला पाहिजे ठीक आहे याचा अर्थ काय आहे या छोट्या भागात पुन्हा माझ्याकडे डेल्टा क्यू डेल्टा w आणि डेल्टा यू असेल तर a उलटा म्हणजे मी c वरून d किंवा d दोन c ठीक आहे त्याच समतुल्यता ज्या delta q ला जातो तो उणे डेल्टा q डेल्टा w ला जातो वजा डेल्टा w आणि delta u वजा डेल्टा u वर जातो मागास प्रक्रियेत जी येथे c पासून आहे d हे खरे आहे ठीक आहे म्हणून मला येथे काय म्हणायचे आहे जर माझ्याकडे उलट करता येण्याजोगी प्रक्रिया असेल तर या प्रक्रियेचा प्रत्येक छोटा विभाग उलट करता येण्याजोगा असणे आवश्यक आहे म्हणून मी जे म्हटले आहे ते हे समतुल्य वैध आहे हे स्पष्ट आहे की ते अर्थ स्थिर असले पाहिजे अन्यथा मी अंतर्गत उर्जेचे कार्य परिभाषित करू शकत नाही मध्यवर्ती प्रक्रियांमध्ये माझी प्रणाली वेळेच्या प्रत्येक क्षणी समतोल असली पाहिजे म्हणून ती अर्धवट स्थिर आहे आणि दुसरे म्हणजे हे कनेक्शन हे समतुल्य मी येथे मांडले आहे ठीक आहे आम्ही खरे मानतो फक्त मला कोणतेही विघटनशील बल नाही घर्षण नाही स्निग्धता नाही तर मी करू शकतो ve एक उलट करता येण्याजोगा प्रक्रिया ठीक आहे म्हणून मी आतापर्यंत सर्व प्रक्रियांबद्दल बोलून त्याच्या अर्ध-स्थिर वर्ग उलट करण्यायोग्य ठीक आहे एक फायद्यासह उलट करण्यायोग्य प्रक्रियेचा फायदा काय आहे जर मला फॉरवर्ड प्रक्रिया माहित असेल तर मला फॉरवर्ड प्रक्रियेसाठी डेल्टा क्यू डेल्टा w आणि डेल्टा यू माहित आहे

मला ते मागास प्रक्रियेसाठी देखील माहित आहे.

त्याचप्रमाणे मी प्रक्रियेचा एक छोटा भाग उचलला तर मी

येथे दर्शविल्याप्रमाणे cd ठीक आहे या छोट्या विभागात देखील मला

पुढे प्रक्रियेसाठी प्रमाण माहित असल्यास मला लगेचच

उलट प्रक्रियेचे प्रमाण कळेल प्रक्रिया ठीक आहे म्हणून पुढे आणि मागे जाणारी प्रक्रिया किंवा मी याला

कधी कधी फॉरवर्ड आणि रिव्हर्स प्रक्रिया म्हणतो ते समतुल्य आहेत त्यांच्यात एक कनेक्शन आहे मला

एका प्रक्रियेबद्दल माहिती आहे मला लगेचच इतर प्रक्रियांबद्दल माहिती मिळते म्हणून थर्मोडायनामिक्समध्ये प्रत्यावर्तनाची संकल्पना

खूप महत्त्वाची आहे आणि ती पुढच्या सेटमध्ये हे खूप महत्त्वाचे ठरेल

ज्यामध्ये मी इंजिन आणि रेफ्रिजरेटरची व्याख्या करणार आहे.

ठीक आहे म्हणून आता हीट इंजिनची संकल्पना आणते

का थर्मोडायनामिक्स हा एक अतिशय महत्त्वाचा विषय आहे ठीक आहे तो अतिशय महत्त्वाचा विषय आहे कारण

हीट इंजिने आणि जलाशय तयार करण्याची शक्यता आहे ठीक आहे जर तुम्ही इतिहासाकडे परत गेलात तर

तुम्हाला संपूर्ण औद्योगिक क्रांती वाफेच्या इंजिनपासून सुरू झालेली दिसेल,

त्यामुळे इंजिन खूप

महत्त्वाचे आहेत कारण मला कामाची गरज आहे.

काम काढणे आणि काम करणे आवश्यक आहे मला उष्णता इंजिनमधून मिळू शकते मला

गरम हवामानात रेफ्रिजरेटरची आवश्यकता आहे आणि रेफ्रिजरेटर रेफ्रिजरेटरचे तत्त्व थर्मोडायनामिक्सच्या नियमांवर आधारित कार्य करते

त्यामुळे इंजिन आणि इंजिन म्हणजे काय याचा अर्थ माझ्याकडे कार्यरत पदार्थ असेल उदाहरणार्थ

मी दिले तुम्ही स्टेम इंजिनमधील स्टेम इंजिन वाफेचे उदाहरण म्हणजे स्टेम इंजिन हा कार्यरत पदार्थ आहे परंतु आमच्या

बाबतीत आम्ही आदर्श वायूपासून विविध थर्मोडायनामिक प्रक्रियांमध्ये केलेल्या कामाची गणना केली आहे म्हणून आम्ही आदर्श वायूचा विचार करू ठीक आहे तो बंद चक्रात कार्य करते

मी सुरू केल्यास त्याचा काय अर्थ होतो p tv वरून हे माझे प्रारंभिक थर्मोडायनामिक व्हेरिबल्स आहेत एका चक्राच्या शेवटी मी pvt वर परत यावे किंवा त्याऐवजी हे परिभाषित करते माझ्यासाठी सायकल मी दाब तापमान आणि व्हॉल्यूमच्या प्रारंभिक मूल्य मूल्यांपासून सुरू करतो माझे अंतिम मूल्य देखील समान pt असले पाहिजे आणि v हे एक चक्र आहे आणि इंजिन बंद चक्रात जाते हे स्पष्ट आहे की ते बंद चक्रात जावे लागेल जेणेकरून आम्ही इंजिनकडून काम मिळवणे चालू ठेवू शकते परंतु हे स्पष्ट आहे की ज्यामध्ये एकाधिक थर्मोडायनामिक प्रक्रियांचा समावेश आहे का एकाधिक आम्ही चार थर्मोडायनामिक प्रक्रिया पाहिल्या आहेत ज्या प्रक्रियांपैकी आम्ही आतापर्यंत चर्चा केली आहे त्यापैकी कोणतीही प्रक्रिया

तुम्हाला त्याच p वर आणू शकत नाही आणि ठीक आहे म्हणून तुम्ही एकाधिक समाविष्ट करू शकता थर्मोडायनामिक प्रक्रियांनंतरच तुम्ही तुमच्या सुरुवातीच्या थर्मोडायनामिक व्हेरिबल्सवर परत येऊ शकता.

कोणीतरी समथर्मल तापमान निश्चित केल्याबद्दल बोलतो परंतु दाब आणि आवाज नेहमी समताप प्रक्रियेमध्ये बदलत राहतील म्हणून माझ्याकडे आणखी काही प्रक्रिया असणे आवश्यक आहे ज्यामध्ये तुम्हाला लवकरच दाब आणि व्हॉल्यूम आणण्यासाठी ॲडियाबॅटिक प्रक्रिया दिसेल

प्रारंभिक प्रारंभिक पॅरामीटर्ससाठी पण एकच ॲडियाबॅटिक नाही एकही समतापिक माझ्यासाठी काम करणार नाही मला एकाधिक प्रो आवश्यक आहेत उपकर ठीक आहे म्हणून इंजिन

दोन उष्मा रिझोल्व्हरचे अस्तित्व गृहीत धरते एक गरम आहे जो तापमानात असतो दुसरा थंड असतो जो तापमान t दोन असतो म्हणून मी ते t दोन पेक्षा जास्त t असे लिहितो म्हणून हा कार्यरत पदार्थ पदार्थ या दोन दरम्यानच्या चक्रात कार्य करेल उष्णता जलाशयांमध्ये t एक आणि t दोन तापमान असलेले जलाशय खूप मोठे आहेत जर तुम्हाला वाटत असेल की त्यांच्याकडे असीम उष्णता क्षमता आहे तुम्ही त्यांच्यापासून किती उष्णता काढू शकता त्यांचे तापमान बदलत नाही म्हणून t एक आणि t दोन स्थिर आहेत t एक आणि t दोन फिक्स्ड इंजिन गरम जलाशयातून q एक इतकी उष्णता शोषून घेते आणि ते शीत जलाशयात q दोन इतकी उष्णता सोडते आणि तुम्हाला माहिती आहे की ऊर्जेचे संरक्षण सांगते.

us w समान आहे q एक वजा q दोन अंतर्गत ऊर्जा बदल काय आंतरिक ऊर्जा बदलू शकत नाही मी तुम्हाला सांगितले मी त्याच स्थितीत परत येत आहे समान थर्मोडायनामिक स्थिती म्हणजे व्हेरिबल्सची समान थर्मोडायनामिक स्थिती त्यामुळे प्रारंभिक तापमान आणि बंद लूप नंतर अंतिम तापमान ते आहेत आदर्श वायूसाठी समान आणि अंतर्गत ऊर्जा तापमानाच्या प्रमाणात असते म्हणून du किंवा अंतर्गत ऊर्जेतील बदल शून्य आहे म्हणून आम्ही येथे अंतर्गत ऊर्जेची काळजी घेत नाही ठीक आहे मग सार काय आहे माझ्याकडे कार्यरत पदार्थ आहे जो मी आदर्श वायू म्हणून निवडतो बंद लूपमध्ये दोन उष्मा रिझोल्व्हरमध्ये काम करते.

एकाचे तापमान t दुसऱ्याचे तापमान असते t दोन t एक t दोन पेक्षा जास्त असते ते गरम जलाशयातील उष्णता शोषून घेते q एक असते आणि शीत जलाशयात थोडी उष्णता सोडते कमी तापमान ठीक आहे q दोन त्यामुळे सिस्टीमने केलेले काम wq एक उणे q दोन हे ऊर्जेचे संवर्धन आहे पण अंतर्गत ऊर्जेतील बदल शून्य आहे कारण प्रारंभिक तापमान आणि अंतिम तापमान सारखेच असते म्हणून ते चित्रात करूया म्हणून सांगूया हा माझा हॉट रिझोल्व्हर आहे t_1 हा माझा कोल्ड रिसॉर्ट वायर आहे t_2 हा माझा कार्यरत पदार्थ आहे आणि तो एका चक्रात जातो ठीक आहे तो सायकलमध्ये जातो म्हणजे पुन्हा मी आहे बंद लूप नंतर $apvt$ वर थर्मोडायनामिक पॅरामीटर्सचे प्रारंभिक मूल्य सांगणे हे मूल्य पुन्हा pvt आहे आणि ते अनेक अनेक चक्रांवर जाते ठीक आहे म्हणून मी या बाणाने दाखवलेली उष्णता शोषली जाते ती q एक आहे ती याला सोडली q दोन ठीक आहे आणि नंतर w हे काम मी एका सायकलवर इंजिनमधून काढू शकतो ठीक आहे w आहे आणि ऊर्जेचे संवर्धन मला हे सांगते , त्यामुळे बंद चक्रात शोषली जाणारी उष्णता एक चक्र म्हणजे q एक उष्णता सोडणे म्हणजे t दोन पुन्हा बंद चक्रात q दोन आणि पूर्ण केलेले काम हे q एक उणे q दोन आहे म्हणून मी इंजिनमधून काही काम काढत आहे आणि हे एका पूर्ण चक्रात केलेले काम आहे आता इंजिनच्या कार्यक्षमतेची व्याख्या पूर्ण चक्रात उष्णता शोषून घेतलेल्या कामात खालीलप्रमाणे केली जाते ठीक आहे ते si आहे m ply q 1

वजा q 2 प्रती q 1.

तर ही अभिव्यक्ती आहे ही अभिव्यक्ती आहे तर

या ओकेचे कमाल मूल्य काय असू शकते याचे कमाल मूल्य किती आहे मी लिहू शकतो

w आहे q 1 कमाल मूल्य संभाव्य मूल्य जेव्हा मी q दोन सेट करू शकतो शून्य बरोबर आहे ठीक आहे

मग η एक असेल आता हा एक मोठा प्रश्न आहे म्हणून तुम्ही पाहाल की मी q दोन लहान आणि लहान

बनवतो इंजिनची कार्यक्षमता जास्त आणि उच्च होते ठीक आहे प्रश्न आहे की मी तुम्हाला दोन पूर्णपणे गायब करू शकतो का? समस्या

त्यामुळे प्रणाली उष्णता शोषून घेते q एक आणि

तिचे कार्य करण्यासाठी रूपांतरित करते मग कार्यक्षमता ही ओळख होईल आणि ही एक विलक्षण परिस्थिती

आहे उष्णता लागू केली जाते ती संपूर्णपणे काम केलेल्या कामात रूपांतरित होते प्रश्न असा आहे की

एखादे इंजिन तयार करणे शक्य आहे ज्याची कार्यक्षमता उत्तम आहे

या प्रश्नाचे उत्तर लवकरच मिळेल.

त्यामुळे हे इंजिन म्हणजे इंजिन म्हणजे काय

थोडक्यात ते गरम जलाशयातील उष्णता शोषून घेते ती उष्णता थंड जलाशयात सोडते आणि

उर्वरित माउंट q एक वजा q दोन मध्ये रूपांतरित होते.

कमीत कमी इंजिनवर काम करा मला मी इंजिनला पुरवलेल्या उष्मा ऊर्जेच्या किमतीवर काम पुरवते.

आता कोणीही इंजिन उलट क्रमाने चालवू शकतो

आणि ते देते ज्याला आपण रेफ्रिजरेटर म्हणतो म्हणून मी त्याला उष्णता रेफ्रिजरेटर म्हणू नये

मी फक्त रेफ्रिजरेटर ओके गरम म्हणतो जलाशय आणि शीत जलाशय माझ्याकडे पुन्हा दोन

जलाशय आहेत एक गरम आहे एक थंड आहे आणि मी प्रश्न विचारत आहे की पूर्ण चक्रात काय होते

ठीक आहे शीत जलाशयातून शोषली जाणारी उष्णता q_2 टीप पूर्वी इंजिनच्या उष्णतेच्या बाबतीत

गरम जलाशयातून शोषली गेली होती.

तापमान होते एक

रेफ्रिजरेटर उलट दिशेने चालते मी तुम्हाला सांगितले रेफ्रिजरेटर उलट पद्धतीने काम करते

म्हणून शीत जलाशयातील वायर मधून शोषली जाणारी उष्णता q_2 आहे ती शीत जलाशयातून उष्णता घेत आहे

आणि उष्णता गरम जलाशयात सोडत आहे म्हणून ते सोडत आहे

गरम जलाशयाला उष्णता द्या आणि हे मजेदार आहे म्हणून ते थंड जलाशयातून उष्णता घेते म्हणून थंड जलाशय

उष्णता घेते आणि गरम जलाशयात टाकते ठीक आहे आता हे एक विचित्र आहे r_{mal} प्रोसेस इंजिन हे

ठीक होते ते गरम जलाशयातून उष्णता घेत होते.

शीत जलाशयात सोडत होते

आणि प्रक्रियेत ते आम्हाला येथे थोडे काम देत होते कारण ते मला

रेफ्रिजरेटरवर काही काम करायचे आहे ठीक आहे कृपया लक्षात ठेवा काम सिस्टीमवर केले गेलेले हे सर्व

पूर्ण चक्रात पूर्ण चक्रात आहेत .

सिस्टीमवर केलेले काम w आहे त्यामुळे

केलेल्या कामाद्वारे शोषलेल्या कार्यक्षमतेच्या उष्णतेचे गुणांक परिभाषित

करू शकतात.

हीट इंजिनमधील फरक हे लक्षात घेतले पाहिजे

शिवाय यावेळी मला सिस्टीमचे काम होत नाहीये उलट सिस्टीमवर काम केले जात आहे

ठीक आहे आता पुन्हा चित्रितपणे पुढे जा जर मी ते काढले तर हा माझा गरम जलाशय आहे आणि हा माझा

थंड जलाशय आहे t दोन हे रेफ्रिजरेटर फेलो पुन्हा मी आदर्श वायू निवडेन तुम्हाला आवडत असेल तर ते

काहीही असू शकते ठीक आहे आता ते इथून उष्णता शोषून घेते मी काढलेल्या बाणांचे अनुसरण करा q 2

उष्णता ते शोषून घेते q एक ती किती उष्णता येते आणि नंतर q एक त्यावर केलेल्या कामाच्या बरोबरीचा असावा

q दोन अधिक w हे माझ्या संवर्धनाचे समाधान करते ठीक आहे मी q दोन प्रमाणात हिट घेतो आणि त्यावर

टाकतो आता माझ्याकडे कामगिरीचे गुणांक आहे जे मी परिभाषित केले आहे केलेल्या कामामुळे उष्णता शोषली जाते त्यामुळे

q दोन बाय q एक वजा q दोन माझा उद्देश काय असेल मला w समान आहे

शून्य आदर्श परिस्थिती आदर्श मला w समान शून्य असेल तर w शून्य असेल तर

तुम्हाला ϕ पहा अनंताकडे झुकत आहे म्हणून मी काय करू मी थंड जलाशयातून उष्णता

काढीन आणि मी ती गरम रिसॉर्ब वायरवर टाकीन पण कोणत्याही कामाची आवश्यकता नाही ठीक आहे किंवा त्याऐवजी मी

बंद चक्रात काम करत राहीन मी येथून उष्णता काढत राहीन कोल्ड

रिझर्व्होर आणि सिस्टीमवर कोणतेही काम करणे आवश्यक नाही जर ती आदर्श परिस्थिती मी साध्य करू शकलो

तर w समान असेल 0 आणि ϕ अनंत असेल म्हणून इंजिनच्या बाबतीत आदर्श स्थितीत

η चे कमाल मूल्य एक होते जे आम्ही प्रश्न विचारले माझ्याकडे एक इंजिन आहे ज्यामध्ये कार्यक्षमता एकता

आहे त्याचप्रमाणे मी येथे या प्रश्नासह राहतो मी एक रेफ्रिजरेटर बनवू शकतो ज्याचे कार्यक्षमतेचे गुणांक अनंत असेल कोणत्याही कामाची गरज नाही तो थंड जलाशयातून उष्णता काढेल आणि मी ते करत राहणे चक्रात चालू ठेवतो उत्तर दोन्ही प्रकरणांचे उत्तर आहे नाही का नाही , जेव्हा मी तुम्हाला थर्मोडायनामिक्सच्या दुसऱ्या नियमाची या प्रक्रियेत ओळख करून देईन तेव्हा तुम्ही पुढील व्याख्यानात चर्चा कराल तेव्हा मी तुम्हाला दोन प्रक्रियांबद्दल किंवा दोन संभाव्य यंत्रांबद्दल सांगेन, एक पहिल्या प्रकारची शाश्वत गती आणि दुसऱ्या प्रकारची शाश्वत गती दर्शविल. दोन्ही अशक्य आहेत एक पहिल्या कायद्यामुळे आणि दुसरा दुसऱ्या कायद्यामुळे म्हणून मी आज इथे वर्ग थांबवला आहे

Prutor@iitk