ერთად გამოიყენება 1968 წელს მიღებული საერთაშორისო პრაქტიკული ტემპერატურული შკალა ერთეულით გრადუსი ცელსიუსი.

დამოკიდებულება კელვინისა და ცელსიუსის შკალათა შორის შემდეგია $T = t + 273{,}15$

ინგლისში და აშშ ტემპერატურის გასაზომად გამოიყენება ფარენგეიტის შკალა, რომელზეც (^0F) ყინულის დნობისა და წყლის დუღილის ტემპერატურები აღნიშნულია შესაბამისად 320 და 1120

$$t^0C = \frac{5}{9}(t^0F - 32^0)$$

$$t\,F = \frac{9}{5}(t^0C - 32^0)$$

2.2.6.ნივთიერების რაოდენობა, მოლური მასა, მოლური მოცულობა

ნივთიერების რაოდენობა n – ფიზიკური სიდიდეა, რომელიც განისაზღვრება სტრუქტურული ერთეულების რაოდენობით (ატომი, მოლეკულა), ნივთიერების რაოდენობის ერთეული CU სისტემაში არის მოლი.

მოლი – ნივთიერების რაოდენობაა, რომლის სტრუქტურული ნაწილაკების რაოდენობა ტოლია ატომების რაოდენობისა, რომლებიც მოთავსებულია ნახშირბადის – 12,მასის $^1/_{12}$

მოლური მასა M – სიდიდეა რომელიც ტოლია მასის ფარდობისა ნივთიერების რაოდენობასთან $M = \frac{m}{n}$ (კგ/მოლი)

სადაც m –ნივთიერების მასაა

ნივთიერების მოლური მასა მარტივად განისაზღვრება მისი ფარდობითი მოლეკულური მასით.

მოლური მოცულობა Vm ტოლია ნივთიერების მიერ დაკავებული მოცულობის ფარდობისა ნივთიერების რაოდენობასთან

$Vm = {}^v/_n$, სადაც v –ნივთიერების მოცულობაა (მ2/მოლ)

2.3. იდეალური გაზის მდგომარეობის განტოლება ძირითადი კანონები

2.3.1. ბოილ–მარიოტის კანონი ადგენს დამოკიდებულებას იდეალური გაზის ხვედრით მოცულობასა და მის წნევას შორის, მუდმივი ტემპერატურის პირობებში.

$\tau = cons$ დროს იდეალური გაზის ხვედრითი მოცულობა უკუპროპორციულია წნევისა

$$v_2/v_1 = P_1/P_2 \quad \text{ან}$$

$$P_1v_1 = P_2/v_2 \qquad Pv = cons$$

2.3.2. გეი–ლუსაკის კანონი ადგენს დამოკიდებულებას იდეალური გაზის ხვედრით მოცულობასა და ტემპერატურას შორის მუდმივი წნევის პირობებში.

$P = const$ დროს იდეალური გაზის ხვედრითი მოცულობა პირდაპირპროპორციულია აბსოლუტური ტემპერატურისა $v_2/v_1 = \tau_2/\tau_1$ vT = cons $P = const$ დროს

2.3.2. შარლოს კანონი ადგენს დამოკიდებულებას იდეალური გაზის წნევასა და ტემპერატურას შორის მუდმივი ხვედრითი მოცულობის პირობებში.

მუდმივი ხვედრითი მოცულობის პირობებში იდეალური გაზის აბსოლუტური წნევა პირდაპირპროპორციულია აბსოლუტური ტემპერატურისა

$$P_2/P_1 = T_2/T_1 \quad v = \text{cons} \quad P/T = \text{cons}$$

2.3.4. წინამდებარე კანონები ადგენენ კავშირს მხოლოდ იდეალური გაზის სამი ძირითადი პარამეტრიდან ორს შორის P, V და T იმ პირობით, რომ მესამე პარამეტრის მნიშვნელობა მუდმივია მდგომარეობის განტოლება ადგენს კავშირს იდეალური გაზის სამ ძირითად პარამეტრს შორის

$Pv = RT$ ან $R = P \cdot v/T$(მოლ K)

R - გაზის ხვედრითი მუდმივაა ეს განტოლება ატარებს კლაპეირონის სახელს. $P \cdot v \cdot m = mR \cdot T$, რადგანაც $V = v \cdot m$ ამიტომ $P \cdot v = RT$

$P \cdot V_m = RoT$ მენდელეევის განტოლებაა. სადაც Ro –გაზის უნივერსალური მუდმივაა $Ro = 8,3$ (ჯოულ/მოლ.K) $R = \frac{8,3}{M}$

2.3.5. ავოგადროს კანონი – ნებისმიერი იდეალური გაზის თანაბარ მოცულობაში ერთნაირი წნევისა და ტემპერატურის პირობებში მოთავსებულია ერთი და იგივე ნივთიერების რაოდენობა.

ნივთიერების თანაბარი რაოდენობა შეიცავს მოლეკულათა თანაბარ რიცხვს. გამომდინარე აქედან მოლური მოცულობა იდეალური გაზისა ერთნაირი წნევის და ტემპერატურის პირობებში თანაბარია

$Vm = 22,4136 \cdot 10^{-3}$ მ3/მოლ–ნორმალურ პირობებში, საიდანაც $v = 22,4 \cdot M$ $\rho = M / 22,4$

3. თერმოდინამიკის პირველი კანონი

3.1. სითბო და მუშაობა

პროცესის სითბო და მუშაობა წარმოადგენს თერმოდინამიკის ძირითად ცნებებს და თავისი ფიზიკური თვისებით ძალიან ახლოს არიან ერთმანეთთან. ისინი წარმოადგენენ ენერგიის გადაცემის განსაზღვრულ ფორმებს – თბურს და არათბურს.

არათბური – ეს არის მაგნიტური, ქიმიური, მექანიკური და ა.შ. უდიდესი მნიშვნელობა ტექნიკურ თერმოდინამიკაში აქვს მექანიკურ დეფორმაციულ მუშაობას, ე.ი. მუშაობას, რომელიც დაკავშირებულია მუშა სხეულის მოცულობის ცვლილებასთან.

მუშაობა წარმოადგენს ძალის მოქმედების ეფექტს მისი გადაადგილების დროს, დაკავშირებულია პროცესის მიმდინარეობის პირობებზე და არ არის კავშირში სხეულის მდგომარეობასთან.

$dA = Fx \cdot dx = F \cdot \cos(Fx) \cdot dx$ (ჯოულ) სადაც F –ძალაა. $Fx - x$ გადაადგილებაზე ძალის პროექცია. dx –ელემენტარული გადაადგილებაა.

ელემენტარული დეფორმაციული მუშაობა განისაზღვრება წნევისა და მოცულობის ნამრავლით.

$dA = Fx \cdot dx = P \cdot Av$ – გამოსახულებას ეწოდება მოცულობის ცვლილების მუშაობა ან დეფორმაციული მუშაობა.

აუცილებელ პირობას ენერგიის გადაცემისა მოცულობის ცვლილების მუშაობის სახით წარმოადგენს წნევის სხვაობა. ე.ი. მოცულობის ცვლილების მუშაობა არის ენერგია გადაცემული ერთი სხეულიდან მეორეზე მათი ურთიერთქმედების დროს და დაკავშირებულია სხეულთა წნევაზე და არ არის კავშირში ნივთიერების გადატანაზე ერთი სხეულიდან მეორეზე.

სითბოს და მუშაობის ექვივალენტურობის გამოსახულება $Q = A$ არ უნდა იქნეს გაგებული ისე, თითქოს თერმოდინამიკურ პროცესში მუშა სხეულზე მიწოდებული მთელი სითბო Q გადადის მუშაობაში და რომ ეს გადასვლა ხდება პირდაპირ, შუალედური გარდაქმნების გარეშე.

$Q = A$ უნდა განვიხილოთ, როგორც კერძო შემთხვევა, საერთოდ სითბოს და მუშაობის ურთიერთგარდაქმნის პროცესს თან სდევს მუშა სხეულის ისეთი ცვლილებები , რომლის დროსაც ხდება ენერგიის ცვლილება.

ზემოთთქმულიდან გამომდინარე ჩანს, რომ ენერგიის ბალანსში, რომელიც მიეკუთვნება სითბოს და მუშაობის გარდაქმნის პროცესებს, აუცილებელია ამ ორი სიდიდის გარდა შეყვანილი იქნას მუშა სხეულის ენერგიის ცვლილება.

სითბოს ერთი სხეულიდან მეორეზე გადატანის აუცილებელ პირობას წარმოადგენს სხეულთა სხვადასხვაგვარი ტემპერატურა. ეს ნიშნავს, რომ სითბო ეს არის ენერგია გადაცემული ერთი სხეულიდან მეორეზე მათი ურთიერთქმედების დროს, დამოკიდებულია ამ სხეულებისტემპერატურაზე და არ არის კავშირში ნივთიერების ერთი სხეულიდან მეორეზე გადატანასთან.

სითბო და მუშაობა წარმოადგენს საკვლევ სხეულზე გარემოს ენერგეტიკული ზემოქმედების მეთოდს. ენერგეტიკული ზემოქმედების გავლენით ხდება მუშა სხეულის მდგომარეობის ცვლილება ე.ი. მიმდინარეობს თერმოდინამიკური პროცესი. პროცესის ხასიათი და მიმდინარეობის თავისებურება დამოკიდებულია თბური და მექანიკური ზემოქმედების მიმართულებაზე.

სითბო, თავისი არსით წარმოადგენს მოლეკულათა იმპულსების გადაცემას მათი დარტყმის შედეგად. მუშა სხეულზე ენერგიის გადაცემის შედეგად სხეულის საკუთარი ენერგია ბუნებრივი გზით უნდა გაიზარდოს. მაგრამ შესაძლოა წარმოვიდგინოთ, რომ ენერგია მიღებული სითბოს სახით იქვე გადაიცემა მექანიკური მუშაობის ფორმით და თუ ამასთან სხეულის საკუთარი ენერგია არ იცვლება, გამოდის რომ მთელი მიღებული სითბო გადაიცემა მუშაობის სახით. ასე გარდაიტქმნება სითბო მუშაობად. ანალოგიურად მიმდინარეობს შებრუნებული პროცესიც:

3.2. მუშა სხეულის სრული ენერგია

თუ მუშა სხეულის სრულ ენერგიას თერმოდინამიკური პროცესის დასაწყისში აღვნიშნავთ E –თი, ხოლო პროცესის დასასრულისათვის E_2 –ით, შეგვიძლია ჩავწეროთ, რომ $Q_{1,2} - A_{1,2} = \Delta E$ სადაც

$\Delta E = E_2 - E_1$ სხეულის სრული ენერგიის ცვლილებაა.

ტექნიკურ თერმოდინამიკაში პროცესის სითბო $Q_{1,2}$ ითვლება დადებითად თუ ენერგია მიწოდებულია მუშა სხეულზე და პირიქით. მუშაობა $A_{1,2}$ ითვლება დადებითად თუ ენერგია გაიცემა მუშა სხეულიდან, (მუშა სხეული ასრულებს მუშაობას) და უარყოფითად თუ ენერგია მიეწოდება მუშა სხეულს (მუშაობას ასრულებს მომცველი გარემო).

თუ მუშა სხეული იზოლირებულია სითბური გაგებით (ადიაბატური სისტემა) ანუ მას სითბო არ მიეწოდება და მისგანაც არ გაიცემა, მაშინ შესრულებული მუშაობა მუშა სხეულის სრული ენერგიის ნამატის ტოლია შებრუნებული ნიშნით.

$$A_{1,2} = -\Delta E$$

სხვა სიტყვებით, რომ ვთქვათ ამ შემთხვევაში მუშაობის დასრულება ხდება სხეულის ენერგიის ხარჯზე.

თუ მუშა სხეული იზოლირებულია მექანიკური გაგებით, მექანი კური მუშაობა ნულის ტოლია და პროცესის სითბო სხეულის სრულ ენერგიის ცვლილების ტოლია იგივე ნიშნით

$$Q_{1,2} = \Delta E$$

3.2.1. მუშა სხეულის სრული ენერგია E არის ჯამი შიდა და გარე ენერგიებისა, რომელთაგან თვითოეული შედგება კინეტიკური და პოტენციური ენერგიებისაგან.

3.2.2. გარე ენერგია წარმოადგენს სხეულის, როგორც მთელის, მოძრაობის კინეტიკურ ენერგიას – $\frac{mw^2}{2}$ და პოტენციურ ენერგიას გარე ძალური ველებისა გრავიტაციული, ელექტრომაგნიტური და არათანაბრად განაწილებული გარე წნევა, – $m\Sigma M_i$, სადაც m სხეულის მასაა

$$E = U + m(\frac{w^2}{2} + \Sigma Mi)$$

ΣMi შედგება შემდეგი მდგენელებისაგან;

1. კუთრი პოტენციური ენერგიისაგან Π_g გრავიტაციის ძალთა ველში, რომელიც $g \cdot h$ –ის ტოლია, ე.ი. $\Pi_g = g \cdot h$ (g –დედამიწის მიზიდულობის აჩქარებაა, h–სხეულის სიმაღლეა მიწის ზევით).
2. კუთრი პოტენციური ენერგიაა მუშა სხეულის ელექტრომაგნიტურ ველში. M ემ
3. წნევის კუთრი პოტენციური ენერგიაა M წნ, რადგანაც ჩვეულებრივ თბოენერგეტიკულ დანადგარებში ელექტრომაგნიტური ველები არ მონაწილეობენ ენერგიის

გარდაქმნაში, სიდიდე M ემ შემდგომში მხედველობაში არ

$$E = U + m\left(\frac{W^2}{2} + gh + \rho\gamma\right)$$

მიიღება და შესაბამისად

შიდა ენერგია U შედგება მოლეკულათა მოძრაობის შიდა კინეტიკური ენერგიისაგან და მათი ურთიერთქმედების შიდა პოტენციური ენერგიისაგან.

თბური მოძრაობის დროს გაზის ან ორთქლის მოლეკულები ახდენენ წრფივ და ამავდროულად წინსვლით მოძრაობას, გარდა ამისა მრავალატომიანი მოლეკულების ატომები ახდენენ გამუდმებულ შიდამოლეკულურ რხევით მოძრაობას თავისი საშუალო მდგომარეობის მიმართ.

ამგვარად, თბური მოძრაობის ენერგია ჯამდება; მოლეკულათა წინსვლითი მოძრაობის კინეტიკური ენერგიის, მოლეკულათა ბრუნვითი მოძრაობის კინეტიკური ენერგიისა და ატომების შიდამოლეკულური რხევითი მოძრაობის ენერგიებისაგან შიდა ენერგიის ყველა მდგენელი განისაზღვრება მხოლოდ თერმოდინამიკური T ტემპერატურით.

იდეალური გაზის შიდა მოლეკულური ურთიერთქმედების ძალები ნულის ტოლია. შედეგად იდეალური გაზის შიდა ენერგია წარმოადგენს მოლეკულათა თბური მოძრაობის ენერგიას და ერთმნიშვნელოვნად განისაზღვრება T თერმოდინამიკური ტემპერატურით.

რეალური გაზებისათვის არსებითი მნიშვნელობა აქვს მოლეკულათშორისი ურთიერქმედების პოტენციური ენერგიას, გამომდინარე აქედან რეალური გაზებისათვის მოლეკულათა თბური მოძრაობის ენერგიის გარდა მხედველობაში მიიღება მეოთხე მდგენელი – მოლეკულათა ურთიერთქმედების პოტენციური ენერგია, რომელიც დამოკიდებულია მოლეკულათშორის მანძილზე და მათ ურთიერთგანლაგებაზე. ამ მდგენელის მნიშვნელობა დამოკიდებულია აგრეთვე სხეულის ხვედრით მოცულობაზე $U = \varphi(T, v)$

ხვედრითი შიდა ენერგიისათვის $u = \frac{U}{m}$, გვაქვს $u = \varphi(T, v)$

თერმოდინამიკური პროცესების შესწავლის დროს განსაზღვრავენ შიდა ხვედრითი ენერგიის ცვლილების $\Delta u = u_2 - u_1$, რაც გამოწვეულია მუშა სხეულის მდგომარეობის ცვლილებით.

ცვლილებას Δu პოულობენ მუშაობისა და სითბოს ბალანსით, ე.ი. იმ თბური და მექანიკური ზემოქმედებით რასაც ახდენს მუშა სხეულზე გარემომცველი გარემო.

3.3. თერმოდინამიკის პირველი კანონის განტოლება

თერმოდინამიკაში პირველი კანონის განტოლება ფართოდ გამოიყენება მუშა სხეულის მდგომარეობის ორ არსებითად განსხვავებულ პირობებში;

ჩაკეტილი და ღია სისტემის პირობებში.

ჩაკეტილი სისტემის მაგალითს წარმოადგენს მუშა მდგომარეობის ცვლილების პროცესები მოძრავ დგუშიან ცილინდრში. მუშა სხეული ამ

შემთხვევაში შემოსაზღვრულია ჩაკეტილი ზედაპირით, რომელიც საშუალებას იძლევა ენერგიის მიმოცვლისა გარემოსთან სითბოს და მუშაობის ფორმით და არა ნივთიერებათა ცვლის სახით.

ღია სისტემის ქვეშ იგულისხმება გაზის ან ორთქლის ნაკადი უცვლელი მასური ხარჯით. ენერგიის ნაკადში ცვლის პირობები, როცა ენერგიის თბური და მექანიკური ფორმით ცვლის გარდა მიმდინარეობს ნივთიერების გადატანა, გვხდება თბოენერგეტიკაში არანაკლები სიხშირით ვიდრე ჩაკეტილი სისტემის პირობებში. ამასთან ნივთიერება მიეწოდება ერთი P_1 წნევის არიდან, γ_1 ხვედრითი მოცულობის პირობებში და გადადის სხვა P_2 წნევის არეში, γ_2 ხვედრითი მოცულობით.

3.3.1. ჩაკეტილი სისტემის შემთხვევაში, რადგან მუშა სხეულის მასის ცენტრი არ გადაადგილდება, გარე კინეტიკური ენერგია ნულს უტოლდება, ხოლო გარე პოტენციური ენერგია არ მონაწილეობს ენერგიის გარდაქმნაში. გამომდინარე აქედან, ენერგიის გარდაქმნაში მონაწილეობს მხოლოდ შიგა u – ენერგია და მაშინ $E = u$

ზემოთთქმულის საფუძველზე შეგვიძლია ჩავწეროთ;

$Q_{1,2} = U_2 - U_1 + A_{1,2}$ სადაც U_2 და U_1 შიდა ენერგიაა შესაბამისად პროცესის დასაწყისში და დასასრულს მდგომარეობის უსასრულოდ მცირე ცვლილებისათვის $dQ = dU + dA$

შემოვიტანოთ აღნიშვნა ხვედრითი სითბოსა და მოცულობის ცვლილების ხვედრითი მუშაობისათვის.

$q_{1,2} = \frac{Q_{1,2}}{m}$ (ჯოული)კგ; $a_{1,2} = \frac{A_{1,2}}{m}$ (ჯოული)კგ; ამასთან მივიღებთ

$q_{1,2} = u_2 u_1 + a_{1,2}$ და $dq = Au + Aa$

გამოსახულებები dQ და dq –სათვის წარმოადგენენ თერმოდინამიკის პირველი კანონის ტოლობებს ჩაკეტილი სისტემისათვის, ამგვარად თერმოდინამიკის პირველი კანონის ტოლობას შემდეგი აზრი გააჩნია; ხვედრითი სითბო მოყვანილი გარედან მუშა სხეულთან იხარჯება სხეულის ხვედრითი შიდა ენერგიის შესაცვლელად და ხვედრითი მუშაობის შესასრულებლად მოცულობის ცვლილებისათვის.

საერთოდ მუშა სხეულის შიდა ენერგია შეიძლება შემცირდეს ან გაზარდოს სითბოს, როგორც მიყვანის ასევე გამოყვანის დროსაც, რამდენადაც შიდა ენერგიის ცვლილებაზე ზემოქმედებს არა მხოლოდ სითბო არამედ მუშაობაც ე.ი. $U_2 - U_1 = q_{1,2} - Q_{1,2}$

3.3.2. ღია სისტემის შემთხვევაში (ნაკადის პირობებში) ენერგიის გარდაქმნაში შიდა ენერგიის გარდა მონაწილეობას ღებულობს წნევის პოტენციური ენერგია და გრავიტაციის პოტენციური ენერგია. ამ უკანასკნელს, როგორც წესი გააჩნია უსასრულოდ მცირე მნიშვნელობა სხვა მდგენელებთან შედარებით, რომლებიც შეადგენენ სხეულის სრულ ენერგიას.

გამომდინარე აქედან, ვღებულობთ, რომ სხეულის ენერგიას აქვს უნარი გარდაიქმნას ნაკადში კინეტიკური ენერგიის ნამატად და გარე მუშაობად და შედგება ორი მდგენელებისაგან: შიდა ენერგიისაგან და წნევის PV

პოტენციურ ენერგიისაგან. ამ ორი სიდიდის ჯამი შეადგენს ახალ ფიზიკურ სიდიდეს, რომელსაც ეწოდება ენტალპია და აღინიშნება I ასოთი $I = u + PV$ ან $i = u + PV$

შედეგად, ენტალპია წარმოადგენს მუშა სხეულის სრულ ენერგიას ნაკადში, რომელიც განისაზღვრება სხეულის თერმოდინამიკური მდგომარეობით.

ნაკადის ელემენტარული მუშაობა dA ღია სისტემისათვის ჯამდება მოცულობის ცვლილების მუშაობისა $dA = pAv$ და წნევის პოტენციური ენერგიის dA პოტენციური ენერგიისაგან.

თუ წნევის პოტენციური ენერგია მცირდება $[A(pv) < a]$, დადებითი მუშაობა, რომელშიც ის გარდაიქმნება დადებითი მნიშვნელობა dA წ.პ.ე.=– $d(pv) > 0$ ამიტომ

$$dA_{\text{ნაკადის}} = dA + dA_{\text{წპე}} = pdV = d(pV)$$

რამდენადაც $d = (pv) = pdv + vdp$ საბოლოოდ გააჩნია სახე

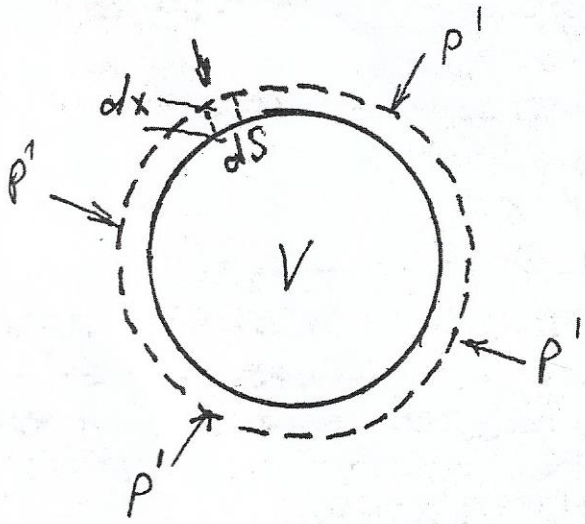
dA ნაკადის$= vdp$ ან d ნაკადი$= -\gamma dp$

ზემოთთქმულიდან გამომდინარე ნაკადისათვის თერმოდინამიკის პირველი კანონის განტოლებას ღია სისტემისათვის გააჩნია სახე

$dQ = dJ + dA$ ნაკ ან $dQ_{1,2} = J_1 - J_2 + A$ ნაკ

დიფერენციალურ ფორმაში $d \cdot q = di - \gamma dp$

3.4. მოცულობის ცვლილების მუშაობა



განვიხილოთ m მასის მქონე სხეულის V მოცულობით, რომელიც გამოსახულია პროექციაზე. სხეულის ზედაპირზე გარედან მოქმედებს თანაბრად განაწილებული, ნორმალური წნევა P' განვსაზღვროთ გარე ძალთა მუშაობა A'. დავუშვათ, რომ სხეულის მოცულობა გაიზარდა და გახდა $V + dV$ –ს ტოლი. გამოვყოთ ელემენტარული ფართი dS – სხეულის ზედაპირზე. სხეულს გაფართოების შემდეგ ეს ფართი გაიზრდება dx სიდიდეში. გარე ძალა, რომელიც მოქმედებს ამ ფართზე $P' \cdot dS$ – ის ტოლია და პირობის თანახმად მართებულია dS ფართისა.

ამ ძალის მიერ შემსრულებელი ელემენტარული მუშაობა გადაადგილებაზე dx ტოლია $-P' \cdot dS \cdot dx$. ელემენტარულ მშაობათა აჯამვით სხეულის მთელ ზედაპირზე მივიღებთ $dA' = -\Sigma P' \cdot dS \cdot dx = -P' \cdot \Sigma dS \cdot dx$.

წნევა P' გამოტანილია ჯამის ნიშნის წინ, რამდენადაც პირობითად ის მიღებულია ერთნაირად მთელს ზედაპირზე. შევცვალოთ გარე ძალები P'

ტევადობის შიდა ძალებით $P = -P'$. ასეთი ცვლილების დროს იცვლება მუშაობის ნიშანი, შესაბამისად მიდა ძალების მუშაობა $dA = -dA' = P\Sigma dS \cdot dx$ სადაც $dS \cdot dx$ წარმოადგენს ელემენტარული სწორკუთხა პრიზმის მოცულობას, რომლის ფუძის ფართია dS და სიმაღლე dx.

ასეთი უსასრულოდ მცირე პრიზმების მოცულობათა ჯამი ტოლია მთელი სხეულის dV ნამატისა და შედეგად ვღებულობთ, რომ გაფართოების პროცესის ელემენტარული მუშაობა ტოლია $dA = p \cdot dV$. ამ ხვედრითი წონისათვის $da = pdv$.

ხვედრითი მოცულობის ცვლილების დროს v_1 და v_2 –მდე პროცესების მუშაობა განისაზღვრება ინტეგრირებული გამოთვლებით dA –სა და da – სათვის P_1v_1–დან P_2v_2 ზღვრებში

$$a_{1,2} = \int_1^2 da = \int_1^2 P \cdot dv$$

საერთო შემთხვევაში პროცესში იცვლება არა მარტო მოცულობა არამედ წნევაც ამიტომ მუშაობის გამოსათვლელად აუცილებელია ვიცოდეთ დამოკიდებულება წნევასა და ხვედრით მოცულობას შორის მოცემულ პროცესში $p = \varphi(v)$, სხვაგვარად ცნობილი უნდა იყოს პროცესის განტოლება.

კერძო შემთხვევაში, როცა $P = const$

$$a_{1,2} = P(v_1 - v_2)$$

da –ს გამოსათვლელი ფორმულიდან გამომდინარეობს, რომ $dv > 0$, ნამატის შემთხვევაში $da > 0$. მუშაობის დადებითი ნიშანი გვიჩვენებს, რომ გაფართოების პროცესში შიდა ძალები აწარმოებენ მუშაობის გარე ძალების წინააღმდეგ ე.ი. მუშა სხეული ასრულებს მუშაობას, გასცემს რა ენერგიას მექანიკური სახით გარემომცველ გარემოს. თუ $dv < 0$, $da < 0$, ე.ი. მექანიკური მუშაობა მუშა სხეულთან მიიყვანება გარედან.

თუ გამოვიყენებთ da გამოსახულების მნიშვნელობას ჩავწერთ თერმოდინამიკის პირველი კანონს შემდეგი სახით

$$dq = du + pAv$$

3.5. PV დიაგრამის მუშაობის გრაფიკული გამოსახვა

როგორც ითქვა მუშა სხეულის მდგომარეობა ერთმნიშვნელოვნად განისაზღვრება რაიმე ორი პარამეტრის მოცულობით, მაგალითად P და V .

ამიტომ PV საკოორდინატო სისტემაში თვითოეულ წერტილს შეესაბამება წონასწორული მდგომარეობა და თვითოეულ ასეთ მდგომარეობას შეესაბამება ერთი გარკვეული წერტილი PV სიბრტყეზე.

ნებისმიერი წირი, გატარებული PV სიბრტყეზე გამოსახავს თერმოდინამიკურ პროცესს. მუშა სხეულის ტემპერატურა ამ დიაგრამაზე განისაზღვრება პირდაპირ შეუძლებელია, ის გამოითვლება P – სა და V –ს მნიშვნელობით კლაპეირონის განტოლებით.