

## A termodinamika I. főtétele

F20. Mekkora a munkavégzés, ha 1,00 mol tökéletes gáz dugattyús hengerben eredeti térfogatának ötszörösére tágul? Mennyi a folyamatban felvett hő, továbbá a gáz belső energiájának és entalpiájának megváltozása? Kiterjedés közben a hőmérséklet állandó, 20 °C.

Térfogati munka:  $dW = -p_{ex} \cdot dV$   
 Izoterm reverzibilis kiterjedés:

$$dW = -p dV$$

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} p dV$$

$$pV = nRT \rightarrow p = \frac{nRT}{V}$$

$$W = - \int_{V_1}^{V_2} \frac{nRT}{V} dV = -nRT \int_{V_1}^{V_2} \frac{dV}{V} = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1}$$

$$W = -nRT \ln \frac{V_{\text{vég}}}{V_{\text{kezdeti}}} = -1 \cdot 8,314 \cdot 293,15 \cdot \ln \frac{5 \cdot V_{\text{kezdeti}}}{V_{\text{kezdeti}}} =$$

$$= \underline{\underline{-3922,60 \text{ J}}}$$

$$dU = \pi_T dV + c_v \cdot dT$$

$c_v$ : molhő állandó  $V$ -on  
 $\pi_T$ : belső nyomás

izoterm folyamat:  $dT = 0$   
 tökéletes gáz:  $\pi_T = 0$

$dU = 0$  (tökéletes gáz belső energiája csak a hőmérséklettől függ, a térfogattól nem)

$$\Delta U = q + W \rightarrow q = 0 - W = \underline{\underline{3922,60 \text{ J}}}$$

ennyi hőt vett fel a gáz

$$H = U + pV$$

$$dH = dU + d(pV) = \underline{\underline{0}}$$

$\downarrow$   
 $\emptyset$

$\downarrow$   
 $\emptyset$ , mert  $pV = nRT = \text{állandó}$

F21. Mekkora a munkavégzés, ha 5,00 mol tökéletes gáz  $0^\circ\text{C}$  ról  $500^\circ\text{C}$  ra melegszik fel  $1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  állandó nyomáson? Mekkora a hőmennyiség, továbbá a gáz belső energiájának és entalpiájának megváltozása a folyamatban? A tökéletes gáz állandó térfogathoz tartozó moláris hőkapacitása  $C_V = \frac{3}{2} R$ .

$$dw = -p dV \quad (p = \text{állandó})$$

$$w = -p \cdot \Delta V = -p(V_2 - V_1) = -p \left( \frac{nRT_2}{p} - \frac{nRT_1}{p} \right) =$$

$$= -nR(T_2 - T_1) = -5 \cdot 8,314 \cdot 500 = \underline{\underline{-20786 \text{ J}}}$$

Állandó nyomáson:

$$\Delta H = q = n \cdot c_p \cdot \Delta T = n \cdot 2,5 R \cdot \Delta T = \underline{\underline{51965 \text{ J}}}$$

$$c_p = c_v + R, \text{ azaz ha } c_v = 1,5 R, \text{ akkor}$$

$$c_p = 2,5 R \text{ (tökéletes gázra)}$$

$$\Delta U = w + q = \underline{\underline{31179 \text{ J}}}$$

$$\text{vagy: } dU = \underbrace{\pi_T}_{\downarrow} dV + c_v dT \rightarrow \Delta U = c_v \cdot \Delta T = n \cdot 1,5 R \cdot \Delta T$$

$\downarrow$   
 $\emptyset$  tökéletes gázra

F22. 1,00 mol 0 °C os és  $1,00 \cdot 10^5$  Pa nyomású hidrogént állandó nyomáson 50 °C ra melegítünk, majd állandó hőmérsékleten  $5,00 \cdot 10^5$  Pa-ra nyomunk össze. Számolja ki a térfogati munkát, a környezettel kicserélt hőt, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a megváltozását. A hidrogén állandó nyomáson mért mólhője  $28,9 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$ .

1 mol  $\text{H}_2$   
 0 °C  
 $10^5 \text{ Pa}$

allandó nyomáson melegítés  
 mint az F21 feladat

$w = -nR \Delta T = -416 \text{ J}$   
 $q = \Delta H = n \cdot c_p \cdot \Delta T = 1445 \text{ J}$   
 $\Delta U = w + q = n \cdot c_v \cdot \Delta T = 1030 \text{ J}$

50 °C = 323,15 K  
 $10^5 \text{ Pa}$

allandó T-en  
 összenyomás  
 mint az  
 F20 fel-  
 adat

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{5}$$

$$\Delta U = \Delta H = 0$$

$$w = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = 4324 \text{ J}$$

$$q = -w = -4324 \text{ J}$$

50 °C  
 $5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$

$$c_p = 28,9 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

$$c_v = c_p - R = 20,6 \text{ J/(mol} \cdot \text{K)}$$

Tehát a teljes, 2 lépésből álló folyamatra:

$$\Delta U = 1030 + 0 = 1030 \text{ J}$$

$$w = -416 + 4324 = 3908 \text{ J}$$

$$q = 1445 - 4324 = -2879 \text{ J}$$

$$\Delta H = 1445 + 0 = 1445 \text{ J}$$

F23. 1,00 mol 25 °C-os  $1,00 \cdot 10^5$  Pa nyomású argont állandó nyomáson 25 °C-ról 100 °C-ra melegítünk, majd nyomását állandó hőmérsékleten  $5,00 \cdot 10^5$  Pa-ra növeljük. Számítsa ki, mekkora a munkavégzés, a környezettel kicserélt hő, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a változása. Az argont tekintse tökéletes gáznak ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ). Az egyes lépéseket ábrázolja ugyanazon a  $V-p$  diagramon.

1 mol Ar  
25 °C  
 $10^5$  Pa

állandó nyomáson melegítés  
mint az F21 feladat

$$\Delta U = 1,5 \cdot n \cdot R \cdot \Delta T = \underline{935 \text{ J}}$$

$$\Delta H = 2,5 \cdot n \cdot R \cdot \Delta T = \underline{1559 \text{ J}}$$

$$W = -nR\Delta T = \underline{-624 \text{ J}}$$

$$q = \Delta H = \underline{1559 \text{ J}}$$

$$100 \text{ °C} = 373,15 \text{ K}$$

$$10^5 \text{ Pa}$$

állandó T-en összenyomás  
mint az F20

$$\Delta U = \Delta H = \underline{0 \text{ J}}$$

$$W = nRT \ln \frac{p_2}{p_1} =$$

$$= \underline{4993 \text{ J}}$$

$$q = -W = \underline{-4993 \text{ J}}$$

$$100 \text{ °C}$$

$$5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

Tehát a teljes, 2 lépésből álló folyamatra:

$$\Delta U = 935 + 0 = \underline{935 \text{ J}}$$

$$\Delta H = 1559 + 0 = \underline{1559 \text{ J}}$$

$$W = -624 + 4993 = \underline{4369 \text{ J}}$$

$$q = 1559 - 4993 = \underline{-3434 \text{ J}}$$

F24. 1,00 mol 25 °C-os  $1,00 \cdot 10^5$  Pa nyomású argon nyomását állandó hőmérsékleten  $5,00 \cdot 10^5$  Pa-ra növeljük, majd állandó nyomáson 100 °C-ra melegítjük. Számítsa ki, mekkora a munkavégzés, a környezettel kicserélt hő, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a változása. Az argont tekintse tökéletes gáznak ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ). Az egyes lépéseket ábrázolja ugyanazon a  $V-p$  diagramon.

1 mol Ar ↑ *állandó T-en történő növelés*  
 mint az F20 feladat

25 °C = 298,15 K  $\Delta H = \Delta U = 0$  J 25 °C  
 $10^5$  Pa  $w = nRT \ln \frac{p_2}{p_1} = \underline{\underline{3990$  J} 5 · 10<sup>5</sup> Pa

$q = -w = \underline{\underline{-3990$  J} ↓ *mint az F21 feladat*  
*állandó nyomáson melegítés*

$\Delta U = 1,5 nR \Delta T = \underline{\underline{935$  J

$q = \Delta H = 2,5 nR \Delta T = \underline{\underline{1559$  J

$w = -nR \Delta T = \underline{\underline{-624$  J

100 °C  
5 · 10<sup>5</sup> Pa

Tehát a teljes, 2 lépésből álló folyamatra:

$$\Delta U = 0 + 935 = \underline{\underline{935}} \text{ J}$$

$$\Delta H = 0 + 1559 = \underline{\underline{1559}} \text{ J}$$

$$w = 3990 - 624 = \underline{\underline{3366}} \text{ J}$$

$$q = -3990 + 1559 = \underline{\underline{-2431}} \text{ J}$$

Összehasonlítva az F23 feladattal, ahol a kiindulási - és a végállapot megegyezik:

$\Delta H$  és  $\Delta U$  ugyanazok a két feladatra is  
 ( $H$  és  $U$  állapotfüggvény)

$w$  és  $q$  különbözők (ezek ugyanis útfüggvények)

F25. 1,00 mol 25 °C-os  $1,00 \cdot 10^5$  Pa nyomású argont állandó térfogaton 25 °C-ról 100 °C-ra melegítünk, majd nyomását állandó hőmérsékleten  $5,00 \cdot 10^5$  Pa-ra növeljük. Számítsa ki, mekkora a munkavégzés, a környezettel kicserélt hő, valamint a gáz belső energiájának és entalpiájának a változása. Az argont tekintse tökéletes gáznak ( $C_V = \frac{3}{2}R$ ). Az egyes lépéseket ábrázolja ugyanazon a  $V-p$  diagramon.

1 mol Ar  
25 °C  
 $10^5$  Pa

állandó térfogatra melegítés

$w = 0$  (nincs térfogati munka)

$$q = \Delta U = 1,5 \cdot nR \Delta T = 935 \text{ J}$$

$$\Delta H = 2,5 \cdot nR \Delta T = 1559 \text{ J}$$

$$\Delta H = \Delta U = 0 \text{ J}$$

$$w = nRT \ln \frac{p_2}{p_1} = 4301 \text{ J}$$

$$q = -w = -4301 \text{ J}$$

100 °C

$$p = ? = \frac{373,15}{298,15} \cdot 10^5 =$$

$$= 1,25 \cdot 10^5 \text{ Pa} *$$

állandó T-en  
állandó T-en

mint az F20

100 °C

$5 \cdot 10^5$  Pa

Tehát a teljes, 2 lépésből álló folyamatra:

$$\Delta U = 935 + 0 = 935 \text{ J}$$

$$\Delta H = 1559 + 0 = 1559 \text{ J}$$

$$w = 0 + 4301 = 4301 \text{ J}$$

$$q = 935 - 4301 = -3366 \text{ J}$$

\* Az itt előbb yonás számolása nélkül is megoldható a feladat!

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = \frac{p_3 V_3}{T_3} \quad \text{és} \quad V_1 = V_2$$

$$\frac{p_1 V_2}{T_1} = \frac{p_3 V_3}{T_3} \rightarrow \frac{10^5 V_2}{298,15} = \frac{5 \cdot 10^5 V_3}{373,15}$$

$$\frac{V_3}{V_2} = \frac{10^5 \cdot 373,15}{298,15 \cdot 5 \cdot 10^5} = 0,25; w = -nRT \ln \frac{V_3}{V_2}$$

F26. Egy rugó összenyomásakor 100 J munkát végeztek, s eközben 15 J hő szökött el a környezetbe. Mennyit változott a rugó belső energiája?

$$\Delta U = 100 \text{ J} - 15 \text{ J} = \underline{\underline{85 \text{ J}}}$$

F27. Egy kémiai reakció  $100 \text{ cm}^2$  keresztmetszetű tartályban megy végbe. A tartály egyik végébe könnyen mozgó dugattyút illesztettek. A reakció eredményeképpen a dugattyú az  $1,00 \text{ atm}$  külső nyomás ellenében  $10,0 \text{ cm}$ -et elmozdul. Számítsa ki a rendszer által végzett munkát.

$$p_{\text{ex}} = 101325 \text{ Pa}$$

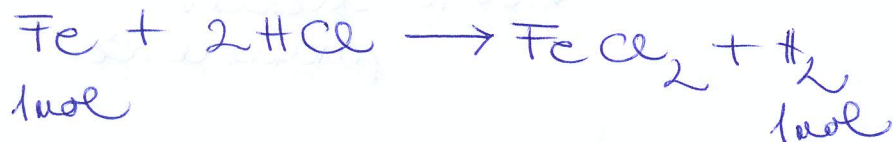
$$\Delta V = 100 \text{ cm}^2 \cdot 10 \text{ cm} = 1000 \text{ cm}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$W = -p_{\text{ex}} \cdot \Delta V = -\underline{\underline{101325 \text{ J}}}$$



F28. Számítsa ki a fejlődött gáz által végzett térfogati munkát akkor, amikor 50 g vasat szobahőmérsékleten sósavban oldunk

- zárt edényben,
- nyitott főzőpohárban.



$$n_{\text{Fe}} = n_{\text{H}_2} = \frac{50\text{ g}}{55,85\text{ g/mol}} = 0,89525\text{ mol}$$

a)  $w = 0$ , mert  $\Delta V = 0$

b)  $w = p \cdot \Delta V = \Delta n \cdot R \cdot T = 0,89525 \cdot 8,314 \cdot 298,15 =$   
 $2219,2\text{ J}$

F29.  $V$  térfogatú, hőszigetelő fallal kettéválasztott hőszigetelt edény két részében azonos minőségű tökéletes gáz van. A paraméterek rendre  $p_1, V_1, T_1, n_1$  és  $p_2, V_2, T_2, n_2$ . Távolítsuk el a falat. Mekkora lesz az elegyedés után a közös hőmérséklet?

$$V_1 + V_2 = V$$
$$n_1 + n_2 = n$$

$V$  és  $n$ : extenzív paraméterek

$$n_1 T_1 + n_2 T_2 = (n_1 + n_2) \cdot T$$

$$T = \frac{n_1 T_1 + n_2 T_2}{n_1 + n_2}$$

$$p(V_1 + V_2) = p_1 V_1 + p_2 V_2 = R(n_1 T_1 + n_2 T_2)$$

$$p = \frac{p_1 V_1 + p_2 V_2}{V_1 + V_2} = \frac{R(n_1 T_1 + n_2 T_2)}{V_1 + V_2}$$

$p$  és  $T$ : intenzív paraméter

F30. Egy vízzel telt edényt légköri nyomáson 5,0 percig fűtünk 10,0 W teljesítményű fűtőtesttel. Eközben a hőmérséklete 1,5 °C-kal lett magasabb. Számolja ki a vízzel telt edény hőkapacitását. Mekkoraát változik a vízzel telt edény belső energiája? Energiaveszteség nincs, a hőtágulás elhanyagolható.

$$10 \text{ W} = 10 \text{ J/s}$$

$$5 \text{ perc} = 300 \text{ s}$$

$$q = 10 \text{ J/s} \cdot 300 \text{ s} = 3000 \text{ J}$$

$$q = C \cdot \Delta T \rightarrow C = \frac{q}{\Delta T} = \frac{3000 \text{ J}}{1,5 \text{ K}} = \underline{\underline{2000 \text{ J/K}}}$$

↑  
hőkapacitás

$$\Delta U = q + w$$

Mivel a hőtágulás elhanyagolható (azaz  $w = 0 \text{ J}$ ):  $\Delta U = q = \underline{\underline{3000 \text{ J}}}$

F31. 1,00 mol mennyiségű, 10,0 dm<sup>3</sup> térfogatú és 25,0 °C hőmérsékletű oxigéngázt állandó térfogaton 100,0 °C-ra melegítünk, majd térfogatát izoterm körülmények között reverzibilisen 50,0 dm<sup>3</sup>-re növeljük. Az oxigént tekintse tökéletes gáznak. Számítsa ki a teljes folyamatra a térfogati munkát, a környezettel kicserélt hőt, a belső energia és az entalpia változását.

*Az O<sub>2</sub> ideális gáz, így  $c_v = \frac{5}{2}R$  és  $c_p = \frac{7}{2}R$ .  
állandó térfogaton melegítés*

1 mol O<sub>2</sub>  
25 °C  
10 dm<sup>3</sup>

*mint az F25 a)*

$$w = 0 \text{ J}$$

$$q = \Delta U = 2,5nR\Delta T = \underline{1559 \text{ J}}$$

$$\Delta H = 3,5nR\Delta T = \underline{2182 \text{ J}}$$

100 °C = 373,15 K  
10 dm<sup>3</sup>

*állandó T-en  
kiterjesztés  
mint F20*

$$\Delta H = \Delta U = 0 \text{ J}$$

$$w = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} = \underline{-4993 \text{ J}}$$

$$q = -w = \underline{4993 \text{ J}}$$

100 °C  
50 dm<sup>3</sup>

Tekint a teljes, 2 lépésből álló folyamatra:

$$\Delta U = 1559 + 0 = \underline{1559 \text{ J}}$$

$$\Delta H = 2182 + 0 = \underline{2182 \text{ J}}$$

$$q = 1559 + 4993 = \underline{6552 \text{ J}}$$

$$w = 0 - 4993 = \underline{-4993 \text{ J}}$$

F32. Egy  $20 \text{ dm}^3$  térfogatú,  $1,013 \text{ bar}$  nyomású,  $200 \text{ }^\circ\text{C}$  hőmérsékletű tökéletes gáz  $0,1013 \text{ bar}$  külső nyomáson a nyomások kiegyenlítődéig adiabatikusan, irreverzibilisen kiterjed. Számítsa ki a végső hőmérsékletet és térfogatot. ( $C_V = 20,92 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

$0,020 \text{ m}^3$   
 $101300 \text{ Pa}$   
 $473,15 \text{ K}$   
 $n = \frac{pV}{RT} = 0,515 \text{ mol}$

adiabatikus  
 irreverzibilis kiterjedés  
 $q = 0 \text{ J}$  (mivel adiabatikus)  
 $w = C_V \cdot \Delta T \cdot n$

$10130 \text{ Pa}$

Ugyanarra  $w = -p_{\alpha} \cdot \Delta V$  (mert irreverzibilis, állandó nyomással kimenetelre terjed ki).

$$n C_V (T_2 - T_1) = -p_{\alpha} \cdot (V_2 - V_1)$$

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} = nR$$

2 egyenlet  
2 ismeretlen

$$0,515 \cdot 20,92 \cdot (T_2 - 473,15) = -10130 (V_2 - 0,02)$$

$$0,515 \cdot 8,314 = \frac{10130 \cdot V_2}{T_2}$$

$$T_2 = 2365,877 V_2$$

$$10,7738 (2365,877 V_2 - 473,15) = 10130 (0,02 - V_2)$$

$$25489,5 V_2 = 5097,62 = 202,6 - 10130 V_2$$

$$35619,5 V_2 = 5300,22$$

$$V_2 = \underline{\underline{0,1488 \text{ m}^3}}$$

$$T_2 = 2365,877 \cdot 0,1488 = \underline{\underline{352 \text{ K}}}$$

F33. 1,00 mol argonnal a következő körfolyamatot hajtjuk végre:

- 1)  $5,0 \cdot 10^5$  Pa állandó nyomáson  $25^\circ\text{C}$ -ről  $100^\circ\text{C}$ -ra melegítjük,
- 2) állandó hőmérsékleten nyomását  $1,0 \cdot 10^5$  Pa-ra csökkentjük,
- 3) állandó nyomáson  $25^\circ\text{C}$ -ra hűtjük,
- 4) végül állandó hőmérsékleten a kezdeti állapotba ( $5,0 \cdot 10^5$  Pa) visszük vissza.

Mekkora a körfolyamat összes munkája, a környezettel kicserélt hő és a belső energia megváltozása?

mint az F21

$5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $298,15 \text{ K}$ $V_1$	izobar kiterjedés $w = -nR\Delta T = -623,55 \text{ J}$ $\Delta H = q = n \cdot 2,5R \cdot \Delta T = 1559 \text{ J}$ $\Delta U = n \cdot 1,5R \cdot \Delta T = 935 \text{ J}$	$5 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ $373,15 \text{ K}$ $1,25155 V_1$	
izoterm mint F20 $\Delta H = \Delta U = 0 \text{ J}$ $w = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} =$ $= -1,8314 \cdot 298,15 \cdot \ln 5 = -3989,5 \text{ J}$ $q = -w = 3989,5 \text{ J}$	izoterm mint F20	$\Delta H = \Delta U = 0 \text{ J}$ $w = -nRT \ln \frac{V_2}{V_1} =$ $= -1,8314 \cdot 373,15 \cdot \ln 5 = -4993 \text{ J}$ $q = -w = 4993 \text{ J}$	
$10^5 \text{ Pa}$ $298,15 \text{ K}$ $5 V_1$	izobar mint az F21	$10^5 \text{ Pa}$ $373,15 \text{ K}$ $6,257756 V_1$	
	$w = -nR\Delta T = 623,55 \text{ J}$ $\Delta H = q = n \cdot 2,5R \cdot \Delta T = -1559 \text{ J}$ $\Delta U = n \cdot 1,5R \cdot \Delta T = 935 \text{ J}$		

A teljes, 4 lépésből álló körfolyamat:

$$\Delta H = 1559 + 0 - 1559 + 0 = \underline{0 \text{ J}}$$

$$\Delta U = 935 + 0 - 935 + 0 = \underline{0 \text{ J}}$$

$$w = -623,55 - 4993 + 623,55 + 3989,5 = \underline{-1003,5 \text{ J}}$$

$$q = 1559 + 4993 - 1559 - 3989,5 = \underline{1003,5 \text{ J}}$$

F34.  $1,00 \text{ dm}^3$  térfogatú,  $1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomású és  $298 \text{ K}$  hőmérsékletű tökéletes gázt adiabatikus, reverzibilis úton  $1,0 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  nyomásra terjesztünk ki. A dugattyút ezután rögzítjük, és a gázt felmelegítjük kezdeti hőmérsékletére. A gáz nyomása ekkor  $1,076 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  lesz. Határozza meg a kétféle mólhő hányadosát, és döntse el, hogy a gáz egy- vagy kétatomos. Számítsa ki mindkét lépésre  $\Delta U$ ,  $q$  és  $w$  értékét.

$1 \text{ dm}^3$   
 $1,2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 $298 \text{ K}$   
 $n = \frac{pV}{RT} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 298} = 0,04843 \text{ mol}$

adiabatikus reverzibilis  
 $q = 0 \text{ J}$  (mivel adiabatikus)  
 $w = \Delta U = 1,5 n R \Delta T = -127 \text{ J}$

$V_2 = V_3 = 111524 \text{ dm}^3$   
 $10^5 \text{ Pa}$   
 $276,95 \text{ K} = T_2$

izochor  
 $w = 0 \text{ J}$   
 $q = \Delta U = 1,5 n R \Delta T = 127 \text{ J}$

$V_3 = \frac{p_1 V_1}{p_3} = 111524 \text{ dm}^3$   
 $1,076 \cdot 10^5 \text{ Pa}$   
 $298 \text{ K}$   
 $C_V = 11,5 \text{ J}$

$\frac{pV}{T} = \text{állandó}$   
 $\frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 1}{298} = \frac{10^5 \cdot 111524}{T_2}$

$p_1 V_1^\gamma = p_2 V_2^\gamma$  ahol  $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$   
 $\frac{p_1}{p_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^\gamma$   
 $\ln \frac{p_1}{p_2} = \gamma \cdot \ln \frac{V_2}{V_1}$   
 $0,18232 = \gamma \cdot 0,10907$   
 $\gamma = 1,67$

Egyatomos gáza:  $\gamma = \frac{5/2 R}{3/2 R} = 1,6$   
 Kétatomos gáza:  $\gamma = \frac{7/2 R}{5/2 R} = 1,4$

Tehát a vizsgálott tökéletes gáz egyatomos. Ezt fel kell használni a  $\Delta U$  kalkulációjánál tovább! \*

**Önellenőrző (igaz/hamis) tesztkérdések**

- T18. Azokat a folyamatokat, amelyekben hő formájában energia szabadul fel, endotermnek nevezzük. *h*
- T19. Egy gáz elemi térfogati munkáját a  $\delta w = -p_{\text{ex}}dV$  összefüggés alapján lehet kiszámítani, ahol  $p_{\text{ex}}$  a gáz nyomása,  $dV$  pedig az elemi térfogatváltozás. *h*
- T20. Adiabaticusnak nevezzük a zárt rendszert a környezetétől elválasztó falat. *h*  
*(Jólaltnál ...)*
- T21. A hőkapacitás ( $C$ ) arányossági tényező, amely a hő formájában megjelenő energia ( $q$ ) és az általa kiváltott hőmérsékletemelkedés ( $\Delta T$ ) között teremt kapcsolatot:  $q = C\Delta T$ . *i*
- T22. Az extenzív sajátság, mint pl. a hőmérséklet, a rendszer méretétől, a benne foglalt anyag mennyiségétől függ. *h* *(intenzív)*
- T23. Egy termodinamikai értelemben reverzibilis változás során a rendszer a folyamat minden lépésében kvázi egyensúlyi állapotban van. *i*
- T24. Az állandó térfogaton vett hőkapacitás az entalpia hőmérséklet szerinti parciális deriváltja állandó térfogaton. *h* *(belső energia)*
- T25. Tökéletes gázok izoterm expanziója nem jár a belső energia megváltozásával. *i*
- T26. A tökéletes gázok belső energiája csupán a hőmérséklet függvénye. *i*
- T27. A reális gázok adiabaticus expanziója minden esetben a gáz lehűlésével jár. *h*
- T28. Inverziós hőmérséklet fölötti hőmérsékleten a gáz expanzióval lehűthető. *i*
- T29. Állandó nyomáson hevített rendszer belső energiájának megváltozása a rendszerrel közölt hővel egyezik meg. *h*