

## 4. eta 5. Gaiak: Lehenengo Printzipioa eta Gas Ideala, Ariketak

### Sistema sinplea...

### Lehenengo Printzipioa eta

### ...gas ideala

### Ariketak

Ondorengo ariketetako helburua da *Sistema sinplea* gaian aztertutakoak lantzea eta horietaz jabetzea. Kontua da, gauzak egiten joateko, *benetako* sistema bat beharrezkoa dela. Hortaz, ariketak proposatuta daude *gas ideala* gaia aztertutakoan. Horrela, sistema jakina izango dugu esku artean, masa konstanteko sistema hidrostato jakina, bi askatasun-gradukoa baino ez: mekanikoa eta termikoa. Horiek egoera-ekuazio bana dute lotuta

Honako hau da ariketak ebazteko estrategia:

1. Bildu enuntziatuak sistemari buruz ematen digun informazioa:
  - egoera-ekuazioak
  - koefiziente esperimentalak
  - prozesu bereziekin lotutako informazioa...
2. Bildu sistemaren egoerekin lotutako informazioa:
  - hasierakoa, bukaerakoa, tartekoak...
3. prozesuarekin lotutako informazioa bildu:
  - baldintza esperimentalak
  - aldagaien batek konstante dirauen...
4. Aukeratu deskribapenerako aldagai independenteen sorta
5. Aldagaien batek konstante badirau, aukeratu aldagai independentetzat. Horrek, prozesuarekin lotutako aldaketa infinitesimalaren adierazpena erraztuko: konstantea den aldagaiaren aldaketa diferentzialak ez du ekarpenik egingo eta integratu beharreko ekuazioa diferentzialak atal bakarra izango du.

Konbinatu, prozesu jakinaren kasuan, egoera-ekuazioetan dagoen informazioa eta baldintza esperimentalek finkatzen dutena. Hau da, egoera-ekuazioak deskribatzen ditu sistemarekin lotuta dauden egoera posible denak. Prozesuak aukeratzen ditu posibleak diren horietatik (egoera-ekuazioak deskribatzen dituen horietatik) baldintza esperimental jakinak betetzen dituenak: idatzi informazio hori.

Sistema: gas ideala

Prozesua:  $T$  konstantea

Egoera-ekuazio mekanikoa:  $p V = n R T$

...baina  $T$  konstante denez,  $n R T$  ere bai.

**Orduan, honako hau izango dugu:**

$$p V = \text{konstante}$$

### 1. Ariketa

Bereizte-horma diatermiko inguraturiko gas ideala dugu esku artean;  $T_0$  temperaturako bero-iturriarekin ukipenean eta, berebat, hasierako  $p_i$  presioko presio-iturriarekin ukipenean. Presio-iturriaren presioa  $p_f$  balioraino kuasiestatikoki aldatu da.

Lortu honako hauek:

1. egindako lana,
2. trukaturiko beroa
3. gasaren barne-energiaren aldaketa.

### 2. Ariketa

Pistoi batek,  $M$  masakoa eta  $s$  sekzioko horma diatermiko eta iragaztezinezko zilindro bertikal batean dagoena bera, 1 mol gas itxi du. Bero-iturrien segida infinituarekin ukipenean jarritz,  $T_1$ -etik  $T_2$ -ra pasarazi da gasaren tenperatura. Lortu honako hauek:

1. Hasierako eta amaierako egoeren presioa eta bolumena,
2.  $Q$ ,  $W$  eta  $\Delta U$ .

Kontuan izan honako hauek:  $C_V$  eta  $C_p$  konstanteak direla, pistoiaren beste aldean hutsa dagoela eta, azkenik, grabitateak soilik duela eragina pistoiaren gainean.

### 3. Ariketa

Aurreko ariketako sistema berbera dugu; beraz, gas ideala dugu esku artean. Kasu hone-tan, ordea, bolumena konstante mantenduko dugu. Horretarako, pistoiaren gainean area era jar-raitan botako dugu. Lortu:

1. Botatako are kantitatea,
2.  $Q$ ,  $W$  eta  $\Delta U$ .

#### 4. Ariketa

Aurreko ariketako zilindroaren hormak adiabatikoak direla onartuko dugu, oraingo honetan, eta hasierako tenperatura,  $T_i$ .

1. Zenbateko masa kantitate gehitu behar diogu pistoiari kuasiestatiko, bukaerako tenperatura  $T_f = k T_i$  izateko?
2. Lortu  $Q$ ,  $W$  eta  $\Delta U$ .

#### 5. Ariketa

Berogailu elektrikoaren bidez  $500 \text{ m}^3$ -ko ikasgelaren tenperatura  $10$  graduan jaso dugu. Ikasgelaren presioak konstante dirau, zabalik dagoen leiho bati esker. Aire gas ideala dela onartuz, zenbatekoa izan da airearen barne-energiaren aldaketa?

#### 6. Ariketa

Zein da prozesu politropiko baten malda  $p/V$  diagraman?

#### 7. Ariketa

Airearen jokaera gas idelarena dela onartuz eta Hidrostatikaren Ekuaziotik abiatuz ( $dp = -\rho g dh$ ), lortu presioak altuerarekiko duen mendekotasuna.

#### 8. Ariketa

Fisikari mendizale batek honako altimetra hau asmatu du:  $\gamma$  konstante adiabatikoko gas idealez beteriko goma elastikoz egindako esferatxo adiabatikoa. Nola erabil dezake asmakizuna?

#### 9. Ariketa

Har itzazu aintzakotzat zilindro baten barnean dauden gas ideal baten  $N$  molak. Gas idealaren  $C_V$  eta  $C_p$  bero-ahalmenak konstanteak dira. Hasierako egoeran, gasaren bolumena eta tenperatura  $V_i$  eta  $T_i$  dira, hurrenez hurren. Gasa kuasisetatikoki zabaldu da amaierako bolumena eta presioa  $V_f = kV_i$  eta  $p_f$  izan arte. Lortu:

1. Indize politropikoa,
2.  $\Delta U$ ,  $Q$  eta  $W$ .

#### 10. Ariketa

- Jarraitu al diezaioke gas ideal monoatomikoak irudian adierazi den prozesuari?
- Eta gas ideal diatomikoak?

Baiezkoan, zein gasetan gertatuko da tenperatura-aldaketarik handiena?  
Zer gertatzen da  $U$  barne-energiarekin?

Onartu bi gas idealen mol kopuruak berdinak direla.

### 11. Ariketa

Monoatomikoa eta diatomikoa diren bi gas (ideal) desberdinak tenperaturaren eta bolumenaren balio berberen bidez ezaugarritu ditugu. Haien bolumenak hasierako balioaren erdira izan arte konprimatu ditugu adiabatikoki. Zein dago tenperatura handiagoan?

### 12. Ariketa

Esku artean dugun gasaren barne-energiari dagokion adierazpena honako hau da:

$$U = a T + b p$$

adierazpen horretan,  $a$  eta  $b$  konstanteak dira. Koefiziente esperimentalak  $\alpha = \frac{1}{T}$  eta  $\kappa_T = \frac{1}{p}$  badira, lortu  $C_p$  eta  $C_V$  bero-ahalmenak,  $a$ ,  $b$ ,  $p$  eta  $T$  parametroen funtzioan.

Ondoren datozen ariketetan, sistema, edo sistemak, gas ideala(k) izango d(ir)a, aurrekoetan bezalaxe. Oraingo hauetan, aldiz, ariketen helburua zikloak aztertzea eta horietan trebatzea da.

Arestian aipatu den moduan, gas idealak direnez, gas idealarekin lotutako taula beti erabil daiteke, kontrakorik esan ezean.

datuak			
e-e mekanikoa	$p V =$ $n R T$		
e-e termikoa	$\Delta U =$ $C_{-}\{V\}, n R T$		
bero-ahalmenak	$c_V$	$c_p$	Mayer-en erlazioa
monoatomikoa	$\frac{2}{3}$	$\frac{5}{3}$	$n R$
diatomikoa	$\frac{5}{3}$	$\frac{7}{3}$	$n R$
indize	mono.: $\frac{5}{3}$	di.: $\frac{7}{5}$	
adibatikoa:			
$\gamma = \frac{c_p}{c_V}$			
koefiziente	$\alpha = \frac{1}{T}$	$\kappa_T = \frac{1}{p}$	
esperimentalak			

Oso gomendagarria da, kasu hauetan ere bai, irudiak, eskemak, grafikoak egitea. Gehienetan, ikusiko duzunez,  $p/V$  diagrametan adierazi beharreko zikloak deskribatzen dira. Irudikatu eta horietan adierazi zer datu ezagutzen duzun, direla egoerak, direla prozesu motak eta horiekin lotutako adierazpenak (ekuazioak, egokia diren diagrametan...). Berebat adierazi zer eskatzen dizun enuntziatuak. Horrela eginez gero, berehala konturatuko zara erabili beharreko prozeduraz. Askotan *termo* irakasgaiaren gertatzen den moduan, modu asko erabil daiteke, ibilbide asko dago, abiapuntu batetik helmuga-puntura heltzeko. Denbora galtzeko ez bazaude, ondo apuntatu zer eskatzen zaizun eta zer datu

duzun.

...

### 13. Ariketa

Esku artean ditugun gas idealaren 4 mol termikoki isolatuta dagoen zilindroan daude, 6 atm-n eta 27 °C-ko tenperaturan. Bat-batean, zilindroa itxi duen pistoia askatu da. Ondorioz, gasa 1 atm-ko kanpo-presioaren kontra zabaldu da. Gasak bete duen bolumena hirukoiztu da. Lortu ondokoak:

1. amaierako tenperatura,
2. barne-energiaren aldaketa,
3. trukatutako beroa, eta egindako lana.

$$(C_V = \frac{3}{2}R)$$

### 14. Ariketa

Gas ideal bati, 300 K-eko tenperaturan dagoena eta 1 mol-ekoa bera, bolumena bikoiztu dion beroketa isobarikoa eragin diogu. Ondoren, hozketa isokoroaren bidez presioaren balioa hasierako presioaren erdira jaitsi dugu. Azkenik, hasierako egoerara eraman duen konpresio isotermoda eragin dugu. Prozesu guztiak itzulgarriak dira. Lortu  $Q$ ,  $W$ ,  $\Delta U$  (eta  $\Delta S$ ) azpi-prozesu guztietarako eta, ziklo osorako.

### 15. Ariketa

Esku artean duzun nitrogeno kantitatearen egoerari dagozkion ezaugarriak honako hauek dira:  $p_1 = 8$  atm,  $V_1 = 3$  l,  $T_1 = 25^\circ$  C. Beste egoera batean aldiz, sistema ezaugarrituko duten aldagai termodinamikoen balioak, hauexek dira:  $V_2 = 4,5$  l eta  $p_2 = 6$  atm. Lortu:

1. Gasak jasotako bero kantitatea, egoera batetik bestera joandakoan.
2. Zabaldutakoan, gasak egindako lana.
3. Gasaren barne-energiaren aldaketa.

### 16. Ariketa

Ebatz ezazu ariketa berbera, honako kasu hauetan:

- Hasierako egoeratik amaierako egoerarako ibilbidea ABD denean.
- Hasierako egoeratik amaierako egoerarako ibilbidea ACD denean.

Ibilbideak alboko irudian adierazi dira.

### 17. Ariketa

Gas ideal baten 1 mol,  $p_0$  eta  $V_0$  balioetako egoeran dago eta honako ziklo honi segitzera behartu dugu:

- $2p_0$  presiorainoko prozesu isotermoda.
- $2V_0$  bolumenerainoko prozesu isobarikoa.
- $p_0$  presiorainoko prozesu isokorooa.

- Hasierako egoerara eramango duen prozesu isobaroa.
- Irudikatu zikloa,  $p/V$  diagraman.
- Lortu zikloaren etekina eta alderatu aipatu zikloko muga-tenperaturen artean arituko litzatekeen *Carnot*-en zikloari dagokionarekin.

$$(C_V = \frac{3}{2}R).$$

### 18. Ariketa

Makina termiko batek aldameneko irudiko zikloa bete du.  $C_V$  eta  $C_p$  bero-ahalmenak konstanteak direla onartuz, zenbatekoa da makinaren etekina? Makinaren  $\mu$  etekina 1 izan liteke? Hartu kontuan  $m$  eta  $n \geq 1$  direla. Arbitrarioak izan daitezke?

### 19. Ariketa

Gas ideal baten 1 mol ( $C_V = \frac{5}{2}R$ )  $0^\circ\text{C}$ -tik  $50^\circ\text{C}$ -ra isokoroki berotu da. Ondoren,  $100^\circ\text{C}$ -ra, isobarikoki berotu. Espantsioaren ondorioz tenperatura  $75^\circ\text{C}$ -ra beheratu da. Azkenik, hasierako egoeraraino isobarikoki, hoztu. Ziklo osoan zehar sistemak 74,5 Kcal xurgatu ditu.

1. Lortu  $Q$ ,  $W$  eta  $\Delta U$  zikloaren prozesu guztietarako.
2. Zein motatako prozesua da hirugarrena?

### 20. Ariketa

Gas ideala ondoko zikloa betetzera behartu dugu:

- konpresio isokoro itzulgarria,  $(p_1, V_1) \rightarrow (p_2, V_1)$ .
- espantsio adiabatiko itzulgarria,  $(p_2, V_1) \rightarrow (p_1, V_2)$ .
- konpresio isobaro itzulgarria,  $(p_1, V_2) \rightarrow (p_1, V_1)$ .

Irudika ezazu zikloa  $p/V$  diagraman.

Demagun 1 mol dugula eta  $V_2 = 6$  l dela. Lortu gasak emandako eta xurgatutako bero kantitateak, eta zikloaren etekina. Eman ezazu emaitza  $p_1$ ,  $V_1$  eta  $R$  parametroen funtzioan.

### 21. Ariketa

Gas ideal baten 1 mol-ek bi lerro isotermoz eta bi lerro isokoroz osatutako zikloa bete du. Gasaren bolumena  $V_1 = 3$  m<sup>3</sup>-tik  $V_2 = 6$  m<sup>3</sup>-ra aldatu da, eta gasaren presioa  $p_1 = 1$  m<sup>3</sup> atm-tik  $p_2 = 2$  m<sup>3</sup> atm-ra aldatu da. Aldera itzazu sistemak kanporatu duen lana eta zikloan ageri diren muga-tenperaturen artean arituko litzatekeen *Carnot*-en zikloari dagokiona. Espantsio isotermoan sistemaren bolumena bikoiztu da.