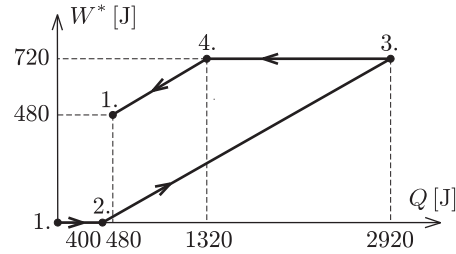


Megoldás. a) Az ábráról leolvasható, hogy a gáz az 1. → 2. és a 2. → 3. folyamatokban vesz fel hőt, a másik két folyamatban hőleadás történik. A felvett hő a grafikon szerint összesen $Q_{\text{fel}} = 2920 \text{ J}$.



A gáz csak a 2. → 3. folyamatban végez munkát a környezetén, a 4. → 1. folyamatban a környezet végez munkát a gázon. Így a körfolyamat során nyert hasznos munka a grafikon adatai alapján: $W_{\text{hasznos}}^* = 480 \text{ J}$.

A körfolyamatot végző gép termodinamikai hatásfoka:

$$\eta = \frac{W_{\text{hasznos}}^*}{Q_{\text{fel}}} = \frac{480 \text{ J}}{2920 \text{ J}} = \frac{12}{73} = 0,164 = 16,4\%.$$

b) Az 1. → 2. folyamatban a gáz hőt vesz fel, de munkát nem végez. Ez tehát egy izochor folyamat, amelyben a hőmérséklet növekszik.

A 2. → 3. folyamatban a gáz hőt vesz fel és munkát is végez, miközben a végzett munka és a felvett hő aránya a folyamat során állandó. Az ábráról leolvasható, hogy ez az állandó

$$\frac{W_{2 \rightarrow 3}^*}{Q_{2 \rightarrow 3}} = \frac{720 \text{ J}}{2520 \text{ J}} = \frac{2}{7}.$$

Határozzuk meg a gáz (állandó) fajhőjét erre a folyamatra! A hőtan I. főtételét alkalmazva:

$$cm\Delta T = \frac{2}{7}cm\Delta T + c_V m\Delta T,$$

ahonnan

$$\frac{5}{7}c = c_V, \quad c = \frac{7}{5}c_V = \frac{7}{5} \cdot \frac{5}{2} \frac{R}{M} = \frac{7}{2} \frac{R}{M} = c_p.$$

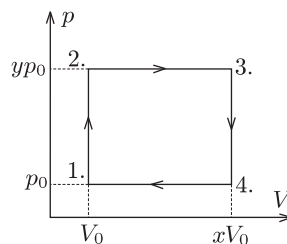
(Kihasználtuk, hogy kétatomos ideális gázra $c_V = \frac{5}{2} \frac{R}{M}$ és $c_p = \frac{7}{2} \frac{R}{M}$.) Ezek szerint a 2. → 3. részfolyamat egy izobár kitéágulás.

A 3. → 4. folyamatban a gáz hőt ad le, de munkát nem végez; a folyamat tehát a hőmérséklet csökkenésével járó izochor állapotváltozás.

A 4. → 1. folyamatban a gáz hőt ad le, és a környezet munkát végez a gázon. A munkavégzés és a hő aránya itt is $\frac{2}{7}$, a folyamat tehát izobár összenyomódás.

c) Az eddigiek alapján a körfolyamatot a $p - V$ diagramon egy téglalappal ábrázolhatjuk (1. ábra). Feladatunk még az ábrán jelölt x és y arányszámok meghatározása.

Írjuk fel az izochor folyamatok során történő hőátadás mértékét az 1. ábrán szereplő adatokkal és az ismert c_V -vel kifejezve!



1. ábra

Az 1. → 2. folyamatban

$$\frac{5}{2}(yp_0 - p_0)V_0 = 400 \text{ J},$$

a 3. → 4. folyamatban pedig

$$\frac{5}{2}(p_0 - yp_0)xV_0 = -1600 \text{ J.}$$

A fenti két egyenletből

$$\frac{(1-y)x}{y-1} = -4, \quad \text{azaz} \quad x = 4.$$

Írjuk fel most az izobár folyamatokra is a környezettel történő energiacsere mértékét! A 2. \rightarrow 3. folyamatra

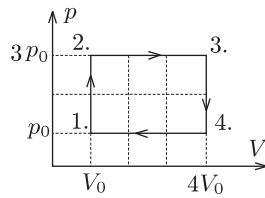
$$\frac{7}{2}(xV_0 - V_0)yp_0 = 2520 \text{ J,}$$

a 4. \rightarrow 1. folyamatra pedig

$$\frac{7}{2}(V_0 - xV_0)p_0 = -800 \text{ J.}$$

Ezen összefüggések arányából:

$$\frac{(x-1)y}{1-x} = -3, \quad \text{tehát} \quad y = 3.$$



2. ábra

A körfolyamat tehát (méretarányosan) a 2. ábrán látható téglalappal ábrázolható a p - V diagramon.