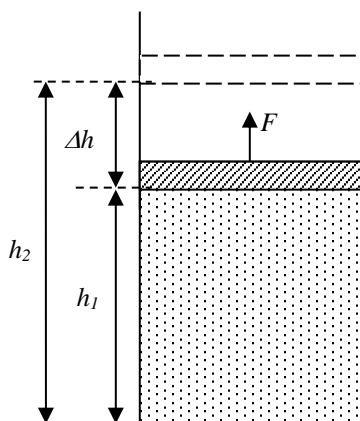


## РАД ПРИ ШИРЕЊУ ГАСА

Посматрамо идеални гас затворен у цилиндру са клипом. Вршење рада може да се оствари на два начина:

- померањем клипа на горе, при чему сматрамо да је тај рад извршио сам гас, тако што је притиском на клип изазвао његово померање увис;
- померањем клипа на доле, при чему рад над гасом врши нека спољашња сила.



Разматраћемо случај када се клип помера на горе тј. случај када рад врши гас затворен у цилиндру.

$h_1$  – почетна висина клипа

$h_2$  – висина клипа након померања

$V_1$  – почетна запремина гаса

$V_2$  – запремина коју заузима гас након померања клипа

$\Delta h = h_2 - h_1$  - промена висине

$\Delta V = V_2 - V_1$  - промена запремине

Померање клипа увис извршила је сила притиска  $F$  којом гас делује на клип навише.

Пошто је механички рад је једнак производу силе и помераја, то се је у овом случају:

$$A = F \cdot \Delta h$$

Притисак гаса на клип је једнак:

$$p = \frac{F}{S} \quad \rightarrow \quad F = p \cdot S$$

где је  $S$  површина клипа.

Заменом у формулу за рад добија се:

$$A = p \cdot S \cdot \Delta h.$$

Пошто је промена запремине:

$$S \cdot \Delta h = \Delta V$$

Добија се формула за рад:

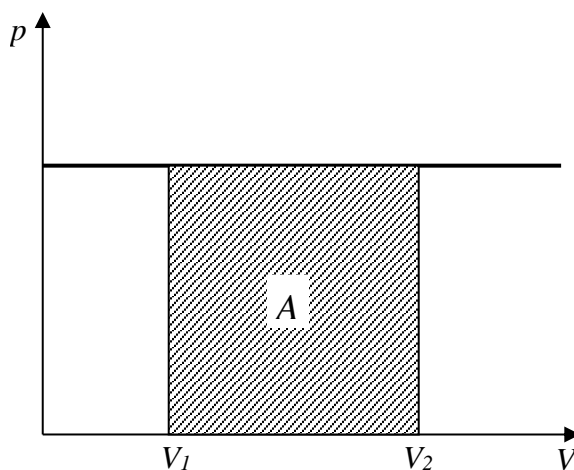
$$A = p \cdot \Delta V$$

Услов под којим је изведена ова формула је да је притисак гаса током померања клипа сталан ( $p = \text{const}$ ), па је процес изобарски. Приликом израчунавања механичког рада подразумева се да је сила стална. У овом случају сила притиска треба да буде стална (што захтева сталан притисак гаса), јер ако би сила притиска била променљива морали бисмо користимо њену средњу вредност.

У случају ширења гаса позитиван, док би рад у случају сабијања гаса био негативан. Ово је лако разјаснити ако се узме у обзир да је у случају ширења промена запремине  $\Delta V$  позитивна ( $\Delta V > 0$ ) зато што је крајња запремина гаса  $V_2$  већа од почетне  $V_1$  па се њиховим одузимањем  $V_2 - V_1$  добија позитиван резултат. Насупрот томе када се гас сабија промена запремине је негативна ( $\Delta V < 0$ ) зато што је крајња запремина мања од почетне.

$$A = \pm p \cdot \Delta V \quad (p = \text{const}).$$

Процес ширења гаса приказати на  $p$ - $V$  дијаграму:



Поште је разматран процес при сталном притиску гаса, график је права линија паралелна са хоризонталном осом.

Како је:

$$A = p \cdot \Delta V$$

извршени рад гаса је једнак површини правоугаоника између графика и  $V$ -осе, а лево и десно ограниченим почетном и крајњом запремином  $V_1$  и  $V_2$ .

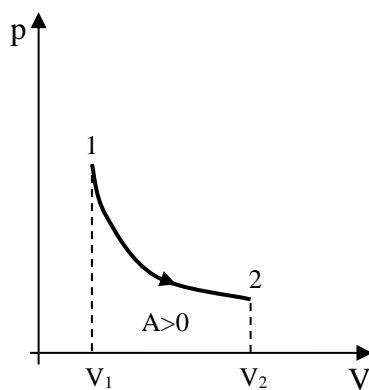
У општем случају, за сваки процес, важи:

Да би гас вршио рад, мора да се промени његова запремина. Рад гаса је позитиван при ширењу, а негативан при сабијању. Ако је запремина гаса константна, рад гаса је једнак нули.

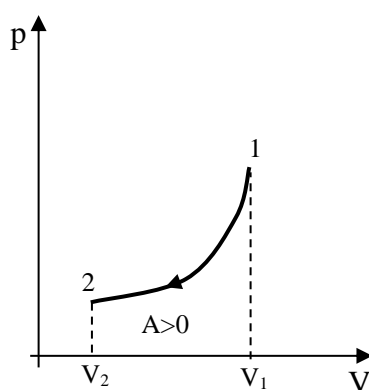
### Рад гаса у процесима који нису изобарски

Рад гаса једнак је површини испод графика на  $pV$  дијаграму:

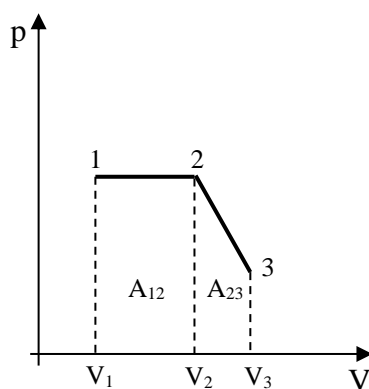
- Гас се шири:  $V_2 < V_1 \rightarrow A > 0$



- Гас се шири:  $V_2 < V_1 \rightarrow A < 0$

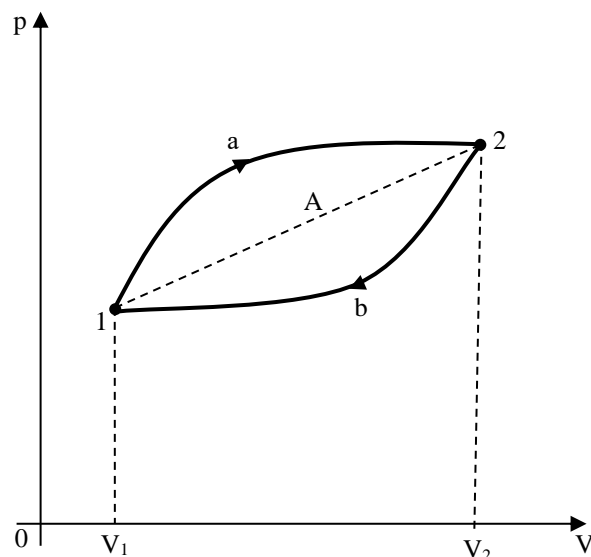


- Рад гаса једнак је збиру радова у сваком делу процеса ( $A_{13} = A_{12} + A_{23}$ ), без обзира на то да ли се гас шири или сабија



- Рад гаса у кружном процесу<sup>1</sup> – на крају процеса гас је поново у почетном стању

<sup>1</sup> Кружни процес или циклус је процес који почиње и завршава се истим стањем гаса. На pV дијаграму представљен је затвореном линијом. Рад циклуса једнак је површини ограниченој линијом која представља циклус.

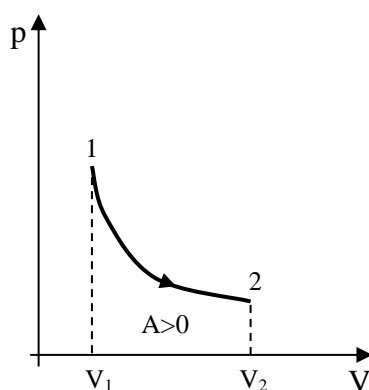


При ширењу гас изврши рад једнак површини испод криве а, при сабијању спољашње силе изврше рад једнак површини испод криве б. Укупан рад у једном циклусу једнак је разлици тих двеју површина – једнак је површини унутар криве.

Рад гаса у кружном процесу је позитиван ако се процес одвија у смеру кретања казаљке на сату. Ако се кружни процес одвија у супротном смеру, рад гаса је негативан

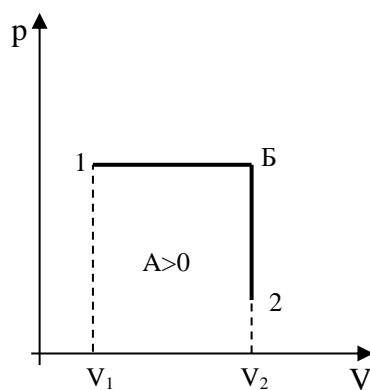
### Зависност рада од процеса кроз који гас пролази

- Пример 1: Рад гаса при изотермском процесу

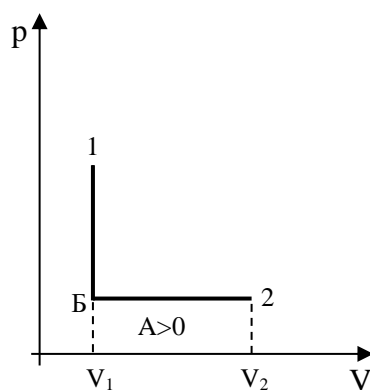


- Пример 2: Гас пролази кроз процес који се састоји из два дела:
  - први део – изобарски процес од стања 1 до стања Б

- други део – изохорски процес од стања Б до стања 2



- рад је позитиван и већи него код изотермског процеса
- Пример 3: Гас пролази кроз процес који се састоји из два дела:
- први део – изохорски процес од стања 1 до стања Б
  - други део – изобарски процес од стања Б до стања 2



- рад је позитиван и мањи него у претходна два случаја

**Закључак: Рад зависи од процеса кроз који гас пролази.**