



Технически университет – София

Катедра приложна физика

Протокол № Факултет: Специалност: Група:
Студент: Фак №

Упражнение № 7 Определяне на отношението $\gamma = C_p/C_v$ по метода на Клеман и Дезорм

1. Цел на упражнението:

2. Схема на опитната постановка:

3. Кратко теоретично въведение:

Състоянието на всяка термодинамична система се определя от стойностите на определен брой макропараметри. За идеален газ тези параметри най-често са обемът V , налягането P и температурата T . Ако при термодинамичен процес един от тези параметри остава постоянен – процесът се нарича изопроцес:

- $T = \text{const}$ - изотермен;
- $P = \text{const}$ - изобарен;
- $V = \text{const}$ - изохорен.

Процес, който протича без обмен на топлина с околната среда се нарича адиабатен

- $dQ = 0$ - адиабатен.

Количеството топлина, необходимо за повишаване на температурата на дадено тяло с един келвин, се нарича топлинен капацитет

$$C = \frac{dQ}{dT}.$$

Топлинният капацитет при газовете зависи от вида на процеса и при тях е съществен броят на моловете m/μ на газа. Затова за тях се въвеждат т.нар. моларни топлинни капацитети:

$$C_\mu = \frac{C}{m/\mu} = \frac{dQ}{(m/\mu)dT},$$

които при постоянно налягане и постоянен обем се означават съответно с C_p и C_v – количеството топлина, необходимо за повишаване на температурата на 1 mol газ с 1 K, съответно при постоянно налягане и постоянен обем.

За идеален газ е изпълнено уравнението на Майер: $C_p = C_v + R$.

Отношението $\gamma = C_p / C_v$ се нарича коефициент на Поасон. Коефициентът на Поасон може да се определи от закона на Бойл–Мариот за изотермен процес $PV = \text{const}$ и закона на Поасон за адиабатен процес $PV^\gamma = \text{const}$ като се използва приборът на Клеман и Дезорм.

1 състояние – $p_1 = p_0 + \Delta p_1$ V_1 T_0

2 състояние – p_0 V_2 T_1

3 състояние – $p_2 = p_0 + \Delta p_2$ V_2 T_0

Преходът 1 – 2 се описва от закона на Поасон $p_1 V_1^\gamma = p_0 V_2^\gamma \Rightarrow \frac{p_1}{p_0} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^\gamma$, а преходът 1 – 3 се описва от закона на Бойл–

Мариот $p_1 V_1 = p_2 V_2 \Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1}$. От двата закона следва, че $\frac{p_1}{p_0} = \left(\frac{p_1}{p_2} \right)^\gamma$. От това равенството може да се изрази

$$\gamma = \frac{\Delta p_1}{\Delta p_1 - \Delta p_2}.$$

Тъй като разликите в налягането са равни на разликите в хидростатичното налягане на водата в тръбичката, получаваме

$$(1) \gamma = \frac{\rho g \Delta h_1}{\rho g \Delta h_1 - \rho g \Delta h_2} = \frac{\Delta h_1}{\Delta h_1 - \Delta h_2}.$$

Абсолютната грешка се определя по формулата на Гаус $\Delta\gamma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta\gamma_i)^2}{n(n-1)}}$. Относителната грешка е $\varepsilon = \frac{\Delta\gamma}{\gamma_{\text{cp}}}$, а процентната – $\varepsilon\% = \varepsilon \cdot 100$.

4. Експериментални задачи:

Определяне на отношението $\gamma = C_p/C_v$.

Стъклената колба се свързва с помпата и налягането се повишава до достигане на разлика в нивата на водата в манометъра около 20 cm. Отчита се разликата Δh_1 . За много кратко време се отваря и затваря кранът, при което газът в колбата се разширява адиабатно. Изчаква се няколко минути и се отчита разликата Δh_2 . Определя се коефициентът на Поасон γ по формула (1).

5. Въпроси за самоподготовка:

Кой процес се нарича адиабатен?

Защо отварянето и затварянето на крана при адиабатния процес трябва да се извърши бързо?

Как определяме налягането в колбата при различните процеси?

Защо при отчитането на Δh_2 трябва да се изчака няколко минути?

6. Опитни данни:

№	n_{1i}	n_{2i}	Δh_{1i} [cm]	n_{1i}	n_{2i}	Δh_{2i} [cm]	γ_i	$\Delta\gamma_i$	$(\Delta\gamma_i)^2$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
$\gamma_{\text{cp}} =$								$\Sigma(\Delta\gamma_i)^2 =$	

$\Delta\gamma =$

$\varepsilon =$

$\varepsilon\% =$

7. Резултати и преценка на точността:

$\gamma =$ ±

$\gamma =$ ±

Подпис на студента:

Дата

Подпис на асистента: