

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»
БИЛЕТ № 21
К РУБЕЖНОМУ КОНТРОЛЮ
по курсу «Физика» для всех специальностей, модуль № 2

1. Термодинамическая энтропия (определение и обоснование того, что она является функцией состояния). Закон возрастания энтропии в замкнутой системе (с доказательством).

Примечание: в ходе рассуждений, неравенство Клаузиуса можно считать известным.

2. Стоячая волна. Уравнение стоячей волны (вывод из уравнения бегущей волны). Узлы и пучности.

3. Определите показатель адиабаты для одноатомного газа. Используя известное уравнение Пуассона, получите уравнение адиабаты этого газа в переменных V, T .

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры ФН-4

23.04.2020г.
(число, месяц, год)

Заведующий кафедрой ФН-4

А.Н. Морозов

«Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Кафедра ФН-4 «ФИЗИКА»

(N1) Термодинамическая энтропия (определение и обоснование того, что она является функцией состояния). Закон возрастания энтропии в замкнутой системе (с доказательством):

Примечание: в ходе рассуждений, неравенство Клаузиуса можно считать известным.

Неравенство Клаузиуса: суммарное количество приведенной теплоты в замкнутом цикле не может быть положительной величиной.

$$\oint_{\text{цикл}} \frac{\delta Q}{T} \leq 0$$

Рассмотрим обратимый процесс.

$$\oint_{\text{цикл}} \frac{\delta Q}{T} = 0$$

$$\oint_{\text{цикл}} \frac{\delta Q}{T} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + \int_2^1 \frac{\delta Q}{T}$$

$$\int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + \int_2^1 \frac{\delta Q}{T} = 0 \Rightarrow \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T}$$

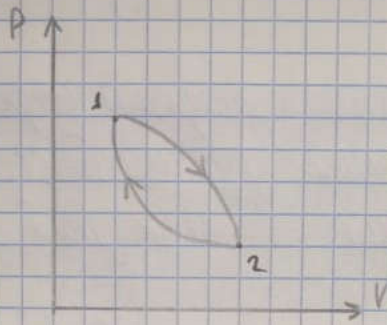
интегрирование не зависит от "пути", а зависит только от состояния.

Тогда величина $dS = \frac{\delta Q}{T}$ - есть функция состояния S (энтропия) - это величина, изменение которой равно количеству приведенной теплоты в обратимом процессе.

Теперь.

1 → 2: необратимый процесс

2 → 1: обратимый процесс



$$\oint \frac{\delta Q}{T} < 0 \quad \oint \frac{\delta Q}{T} = \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + \underbrace{\int_2^1 \frac{\delta Q}{T}}_{S_1 - S_2}$$

$$\int_1^2 \frac{\delta Q}{T} + S_1 - S_2 < 0$$

$$S_2 - S_1 > \int_1^2 \frac{\delta Q}{T} \quad \text{т.к. система замкнутая} \Rightarrow \oint \delta Q = 0$$

↓
 $S_2 > S_1 \Rightarrow$ в замкнутой системе энтропия не убывает

① Стоячая волна. Уравнение стоячей волны (вывод из уравнения бегущей волны). Узлы и пучности.

Пучности - точки, где амплитуда стоячей волны максимальная.
Узлы - точки, где амплитуда стоячей волны равна нулю.

Уравнение стоячей волны:

$$E_e = 2A \cos(kx) \cos(\omega t + \theta)$$

Стоячая волна образуется при наложении двух волн одинаковой частоты, бегущих в противоположных направлениях:

$$E_e = A \cos(\omega t + kx + \alpha_1) + A \cos(\omega t - kx + \alpha_2)$$

$$\alpha_1 = \alpha_2 = 0.$$

$$E_e = 2A \cos(kx) \cos(\omega t + \theta) \quad \text{- уравнение стоячей волны}$$

$$A_0 = 2A \cos(kx) \quad \text{- амплитуда стоячей волны.}$$

Задача № 21

№ 3

Определите показатель адиабаты для одноатомного газа.
Используя известное уравнение Пуассона, получите ур-е адиабаты
этого газа в переменных V, T .

Решение:

Уравнение Пуассона:

$$p \cdot V^\gamma = \text{const}, \text{ где } \gamma - \text{показатель адиабаты.}$$

Для идеального газа $\gamma = \frac{i+2}{i}$, где i - количество степеней свободы

Для одноатомных газов $i = \frac{5}{2}$

$$p V^\gamma = \text{const}, \text{ III.к. } p = \frac{VRT}{V}$$

$$\frac{VRT}{V} V^\gamma = \text{const} \Leftrightarrow VRT V^{\gamma-1} = \text{const}$$

$$\boxed{TV^\gamma = \text{const.}}$$