

Практическая работа № 7

Применение первого закона термодинамики и формулы КПД теплового двигателя при решении задач

Цель: научиться применять первый закон термодинамики и формулу КПД теплового двигателя при решении задач.

Место проведения: учебная аудитория.

Средства обучения:

- методические рекомендации к практической работе № 7;
- линейка и карандаш;
- калькулятор.

Виды самостоятельной работы:

Решение тренировочных заданий.

Краткая теория

Если рассматривать все тела, участвующие в процессе, и учитывать изменение и механической и внутренней энергии всех тел, то в итоге получим, что полная энергия - величина постоянная. Это закон сохранения полной энергии. В термодинамике он носит название **первого начала** и формулируется следующим образом: теплота, сообщенная газу, идет на изменение его внутренней энергии и на работу, совершаемую газом против внешних сил:

$$Q = \Delta U + A$$

Машины, производящие механическую работу в результате обмена теплотой с окружающими телами, называются тепловыми двигателями. Во всех типах таких двигателей непрерывное или периодически повторяющееся получение работы возможно только в том случае, когда совершающая работу машина не только получает тепло от какого-то тела (нагревателя), но и отдает часть тепла другому телу (охладителю).

Отношение механической работы, совершаемой двигателем, к израсходованной энергии называется коэффициентом полезного действия КПД. Поскольку в тепловом двигателе совершенная работа есть разница между теплотой, полученной от нагревателя и теплотой, отданной охладителю, то:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1},$$

где Q_1 - теплота, полученная рабочим веществом от нагревателя, Q_2 - теплота, отданная рабочим веществом охладителю.

$$\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

где T_1 - температура нагревателя, T_2 – температура холодильника.

Задания для аудиторной работы

1. Для изобарного нагревания газа, количество вещества которого 800 моль, на 500 К ему сообщили количество теплоты 9,4 МДж. Определить работу газа и изменение его внутренней энергии.

2. Какое количество тепла получил газ, если при этом он совершил работу $A=2,103$ Дж, а его внутренняя энергия увеличилась на 600 Дж.

Самостоятельная работа

Вариант 1

Часть А

В баллоне находится гелий массой 2 кг при температуре 300 К. Чему равна его внутренняя энергия?

Часть В

КПД идеального теплового двигателя 45%. Какова температура нагревателя, если температура холодильника 2°C?

Часть С

Газ, находящийся под давлением 10^5 Па, изобарно расширился, совершив работу 25 Дж. Насколько увеличился объём газа?

Вариант 2

Часть А

При температуре 127°C находится гелий, количество вещества которого 1 моль. Какова его внутренняя энергия?

Часть В

Температура нагревателя идеальной тепловой машины 150°C, а холодильника 54°C. Количество теплоты, получаемое машиной от нагревателя за 1 с, равно 90 кДж. Вычислить КПД машины, количество теплоты, отдаваемое холодильнику в 1 с, и мощность машины.

Часть С

Газ, находящийся под давлением $2 \cdot 10^4$ Па, изобарно расширился, совершив работу 100 Дж. Насколько увеличился объём газа?

Контрольные вопросы

1. Сформулируйте первый и второй законы термодинамики.
2. Приведите примеры тепловых двигателей.