

# ПОДГОТОВКА К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ТЕРМОДИНАМИКА».

## Формулы.

$Q = A + \Delta U$  - первый закон термодинамики.  $A = p \Delta V$  - работа при изобарном процессе.

$U = \frac{3}{2} \nu RT$  для идеального одноатомного газа (инертного)

$$\nu = \frac{m}{M} \quad pV = \nu RT$$

$Q = cm \Delta T$  – нагревание или охлаждение;  $Q = \lambda m$  – плавление или кристаллизация  
 $Q = rm$  – парообразование или конденсация;  $Q_n = qm$  – сгорание топлива

## Для тепловых двигателей.

$$\eta = \frac{T_n - T_x}{T_n} \quad \eta = \frac{A}{Q_n} = \frac{Q_n - Q_x}{Q_n} \quad N = \frac{A}{\Delta t}$$

A может быть равна

- 1).  $Q_n - Q_x$  для идеальной тепловой машины
- 2).  $N \cdot \Delta t$  для трактора, автомобиля т.п.
- 3).  $Q$  – для печей, кипятильников и т.п.

## Обозначения

$Q$  – количество теплоты (Дж).

$A$  – работа (Дж).

$U$  – внутренняя энергия (Дж).

$m$  – масса (кг).

$p$  – давление (Па).

$V$  – объем ( $\text{м}^3$ ).  $1 \text{ л} = 1 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$ .

$T$  – абсолютная температура (К).

$\Delta T = \Delta t$  – изменение температуры (К или  $^{\circ}\text{C}$ ).

$c$  – удельная теплоемкость (Дж/кг·К).

$\lambda$  – уд. теплота плавления (Дж/кг). } табличные.

$r$  – уд. теплота парообразования (Дж/кг).

$\nu$  – количество вещества (моль);

$M$  – молярная масса (кг/моль).

$R = 8,31 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$  – универсальная газовая постоянная

$\eta$  – коэффициент полезного действия (КПД)

Выражается отвлеченным числом.

$T_n$  – температура нагревателя (К).

$T_x$  – температура холодильника (К).

$Q_n$  – теплота, получаемая от нагревателя (Дж).

$Q_x$  – теплота, отдаваемая холодильнику (Дж).

$N$  – мощность двигателя (Вт).

$\Delta t$  – время работы двигателя (с)

## Задачи.

1. Какая работа совершается при изобарном нагревании на 500 К 2 моль идеального одноатомного газа? Как изменяется его внутренняя энергия? Какое количество теплоты при этом расходуется? (Ответ: 8310 Дж, 12465 Дж, 20775 Дж.)
2. Какую работу совершил азот, массой 420 г, при изобарном нагревании от 40 до 100 $^{\circ}\text{C}$ ? Какое количество теплоты ему при этом сообщили? Как изменилась его внутренняя энергия? (Ответ: 7,5 кДж, 25,2 кДж, 17,7 кДж.)
3. При изобарном нагревании 3 моль одноатомного идеального газа его объем увеличился на 10 л. Определить работу газа, если его давление равно 0,2 МПа. Как изменилась внутренняя энергия газа? Какое количество теплоты он получил? (Ответ: 2 кДж; 3 кДж; 5 кДж.)
4. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 250 $^{\circ}\text{C}$ , а холодильника 30 $^{\circ}\text{C}$ . Найти КПД машины. Какую работу совершает машина, получив от нагревателя 50 кДж энергии за 3 секунды? Найти мощность машины. (Ответ: 42 %; 21 кДж, 7 кВт)
5. В идеальной тепловой машине с КПД 25 % количество теплоты, получаемой от нагревателя за 2 секунды равно 160 кДж. Найти количество теплоты отдаваемой холодильнику за это время, работу, совершаемую машиной и мощность машины. (Ответ: 120 кДж; 40 кДж; 20 кВт.)
6. Сколько воды можно вскипятить в печи с к.п.д. 20 %, сжигая 0,5 кг каменного угля? Начальная температура воды 20 $^{\circ}\text{C}$ . (Ответ: 12,5 кг.)
7. Сколько льда, взятого при температуре плавления 0 $^{\circ}\text{C}$  можно растопить сжигая 10 кг дров в печи с КПД 40%. Удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг. (Ответ: 100,6 кг.)
8. Найти к.п.д. тракторного двигателя, который развивает мощность 90 кВт и расходует за 1 час 22 кг дизельного топлива. (Ответ: 35 %.)

## Табличные данные:

Удельная теплоемкость

азота - 1000 Дж/кг·К.

воды – 4200 Дж/кг·К.

Удельная теплота сгорания:

дров – 8,3 МДж/кг

дизельного топлива - 42 МДж