Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение

высшего образования

«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А»

Институт урбанистики, архитектуры и строительства

Кафедра Теплогазоснабжение и нефтегазовое дело

Направление: Техносферная безопасность

Профиль: Безопасность жизнедеятельности в техносфере

(заочная форма обучения)

**Контрольная работа по дисциплине:**

\_\_Теплофизика\_\_

Выполнил: студент 3 курса,

группы б1-ТХНБз 31 Мартынов Всеволод Дмитриевич

номер зачетной книжки :\_\_173555\_\_\_\_

Принял \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ «\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022\_г.

Саратов 2022 г

**Задача 1.2**

В сосуде объемом v=0,6 м3 находится м=1 кг окиси углерода. Определить удельный объем и плотность окиси углерода при указанных условиях.

Решение

Удельный объем:

υ=V/m=0,6/1 =0,6 м3/кг.

Плотность:

ρ=m/V=1/0,6=1,66 кг/м3.

Ответ: Удельный объем υ=0,6 м3/кг. Плотность ρ=1,66кг/м3.

**Задача 1.4**

Ртутный вакуумметр, присоединенный к сосуду показывает разряжение р=425 мм рт.ст. при температуре ртути в вакуумметре t1=20°С давление атмосферы по ртутному барометру В=103 кПа при температуре ртути t2=17°С. Определить абсолютное давление в сосуде.

Решение

Переведём давление из кПа в мм рт.ст.:

В=103∙7,497=772,19 мм рт.ст.

Коэффициент линейного расширения ртути 0,000172 мм/С.

Приведём показания вакуумметра и барометра к одинаковой температуре ртути 0°С:

Рвак=425(1-0,000172∙20)=423,5 мм рт.ст;

Ратм=772,19(1-0,000172∙17)=769,9 мм рт.ст.

Абсолютное давление в сосуде:

Рабс=769,9-423,5=346,4 мм рт.ст ~348,753/7,497=46,2 кПа.

Ответ: Абсолютное давление в сосуде Рабс=46,2 кПа.

**Задача 2.1**

Определить плотность и удельный объем окиси углерода при давлении р=0,2 МПа и температуре t=20°C.

Решение

Плотность (ρ=m/V) выразим из уравнения Менделеева-Клапейрона рV=m/M∙RT, получим:

,

где для окиси углерода M=0,028 кг/моль.

Давление р=105 Па.

Температура в кельвинах Т=273+20=293°К

Универсальная газовая постоянная R=8,314 Дж/мольK

Находим плотность:

ρ=,298 кг/м3;

Удельный объём:

υ=1/ρ=1/2,298=0,435 м3/кг.

Ответ: плотность ρ=2,298 кг/м3; удельный объём υ=0,435 м3/кг.

**Задача 2.3**

Какой объем занимает 1 кг азота при температуре t=70°C и давлении р=0,2МПа.

Решение

Для азота газовая постоянная R=296,8 Дж/(кг К).

Из уравнения Менделеева-Клапейрона рV=m∙RT, получим 1 кг азота занимает объём:

υ==0,434 м3.

Ответ: 1 кг азота занимает объём υ=0,434 м3.

**Задача 3.3**

Определить газовую постоянную смеси газов, состоящей из v1 =1,3 м3 генераторного газа и v2=1,6 м3 воздуха, взятых при нормальных условиях, и найти парциальные давления составляющих смеси. Плотность генераторного газа ρ = 1,2 кг/ м3.

Решение

Найдём объёмные доли газов ri=Vi/Vсм:

генераторного газа rг.г.=1,3/(1,3+1,6)=0,448;

воздуха rвзд=1,6/(1,3+1,6)=0,55.

Парциональные давления составляющих смеси:

рг.г.= рсм rг.г.=0,448 рсм

рвзд= рсм rвзд=0,55 рсм.

Плотность воздуха примем:

ρ = 1,29 кг/ м3.

Найдём массы газов:

mг.г.= ***v1*** ρ г.г.=1,3∙0,448=0,582 кг;

mвзд= ***v2*** ρвзд=1,6∙0,55= =0,88 кг;

mсм.= mг.г.+mвзд=0,582+0,88=1,46.

Уравнение Менделеева-Клапейрона рV=m∙RT, получим Rсм= , где для нормальных условий р=ратм=101325Па; Т=273°С.

Получим:

Rсм==737,2Дж/(кг К).

Ответ: Rсм=737,2Дж/(кг К); рг.г.=0,448 рсм; рвзд=0,55рсм.

**Задача 3.5**

Генераторный газ имеет следующий объемный состав: Н2=53%; СН=25%; СО =8%; СО2=4%; N2=10%.

Найти кажущуюся молекулярную массу, массовые доли, газовую постоянную, плотность и парциальное давление при t1 =19°C и р =1,0 МПа.

Решение

Запишем молекулярные массы составляющих генераторного газа (кг/кмоль):

μН2=2, μСН=17, μСО=28, μСО2=44, μN2=28.

Получим кажущуюся молекулярную массу:

μсм=μН2rН2+μCHrCH+μCOrCO+ +μCO2rCO2+μN2rN2=2∙0,53+17∙0,25+28∙0,08+44∙0,04+28∙0,10=12,11 кг/кмоль.

Получим массовые доли:

gН2=rН2μН2/μсм=2∙0,53/12,11=0,088;

gCH=μCHrCH/μсм= =17∙0,25/12,11=0,351;

gCO= μCOrCO /μсм=28∙0,08/12,11=0,185;

gCO2= μCO2rCO2/μсм= =44∙0,04/12,11=0,145;

gN2=rN2μN2/μсм=28∙0,10/12,11=0,231.

Проверка:

gCМ=0,088+0,351+0,185+0,145+0,231=1.

Получим газовую постоянную смеси:

Rсм=R/μсм=8,314/12,11=0,687кДж/(кг К).

Плотность газовой смеси найдём из универсального газового закона:

ρ==4984,9кг/м3.

Парциальное давление:

рН2=rН2р=0,53=0,53МПа;

рCH=rCHр=0,25=0,25МПа;

рCO=rCOр=0,08=0,08МПа;

рCO2=rCO2р=0,04=0,04МПа;

рN2=rN2р=0,1=0,1МПа;

Ответ: μсм=12,11 кг/кмоль; gН2=0,088; gCH=0,351; gCO=0,185; gCO2=0,145; gN2=0,231; Rсм=0,687кДж/(кг К); ρ=4984,9 кг/м3; рН2=0,53МПа; рCH=0,25МПа; рCO=0,08МПа; рCO2=0,04МПа; рN2=0,1 МПа.

**Задача 4.1**

Воздух в количестве V =7 м3 при давлении p1 =0,22МПа и температуре t1= 19°C нагревается при постоянном давлении до t2=125°С. Определить количество подведенной к воздуху теплоты, считая *с = const*.

Решение

Для воздуха газовая постоянная R=287 Дж/(кг К).

Из уравнения Менделеева-Клапейрона рV=m∙RT, получим массу воздуха:

m==18,37 кг.

Удельная теплоёмкость воздуха при постоянном давлении ср=1,009кДж/(кг К).

Получим количество подведённого тепла:

Q=mср(t2-t1)=18,37∙1,009∙(125-19)=1965,4 кДж.

Ответ: количество подведённого тепла Q=1965,4 кДж.

**Задача 4.2**

В закрытом сосуде объемом V =200 л находится воздух при давлении р1 =0,7 МПа и температуре t1 =19°С.

Какое количество теплоты необходимо подвести для того, чтобы температура воздуха поднялась до t2 =125°С?

Решение

Для воздуха газовая постоянная R=287 Дж/(кг К).

Из уравнения Менделеева-Клапейрона рV=m∙RT, получим массу воздуха:

m==1,67 кг.

Удельная теплоёмкость воздуха при постоянном объёме сv=0,72 кДж/(кг К).

Получим количество подведённого тепла:

Q=mср(t2-t1)=1,67∙0,72∙(125-19)=127,49 кДж.

Ответ: количество подведённого тепла Q=127,49 кДж.

**Задача 4.4**

Найти количество теплоты, необходимое для нагрева 1 м3 (при нормальных условиях) газовой смеси состава rCO2 =8%, rO2 =12%, rN2 =80% от t1=150 до t2 =1050°С при *р=const* и нелинейной зависимости теплоемкости от температуры.

Решение

Запишем таблицу теплоёмкостей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Теплоёмкость cp кДж/(м3 К) | |
|  | t1=150°С | t2=1050°С |
| СО2 | 1,7438 | 2,2202 |
| О2 | 1,3233 | 1,4832 |
| N2 | 1,3021 | 1,4028 |

Находим количество теплоты:

Qp=(cco2pt2 rCO2+ co2pt2 rO2+cN2pt2 rN2)t2-(cco2pt1 rCO2+ co2pt1rO2+cN2pt1 rN2)t1=

=(2,2202∙0,08+1,4832∙0,12+1,4028∙0,8)1050-

- (1,7438∙0,08+1,3233∙0,12+1,3021∙0,8)150=1548,9-200,99=1347,9 кДж.

Ответ: Qp=1347,9 кДж.

**Задача 6.2**

В закрытом сосуде заключен газ при разряжении р1=6000 Па и температуру t1=19°С. Показание барометра – 101325 Па. До какой температуры нужно охладить газ, чтобы разряжении стало р2 =13000Па.

Решение

Процесс изохорный (V=const) , тогда , получим:

=-2,37°С.

Ответ: -2,37°С.

**Задача 6.4**

В резервуаре, имеющем объем V=0,5 м3, находится углекислый газ при давлении р1 =0,6 МПа и температуре t1 =500°С. Как изменится температура газа, если отнять от него при постоянном объеме 436 кДж? Зависимость теплоемкости от температуры считать линейной.

Решение

Запишем выражение для количества отведённой теплоты в изохорном процессе:

Qv=mcvm(t2-t1) (1)

Из уравнения Менделеева-Клапейрона рV=m∙RT, получим массу углекислого газа, с учётом газовой постоянной:

R=189Дж/(кг К): m==2,05кг.

Формула средней теплоёмкости углекислого газа:

cvm=0,6837+0,00024053(500+t2).

Уравнение (1) будем решать последовательными приближениями, результаты занесём в таблицу:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| t2, C | cvm | Qv, Дж |
| 350 | 0,892961 | -327 |
| 320 | 0,885745 | -381 |
| 300 | 0,880935 | -417 |
| 289 | 0,878289 | -436 |

Ответ: температура газа t2=289°С.

**Задача 6.6**

В цилиндре находится воздух при давлении р=0,5 МПа и температуре t1 =400°С. От воздуха отнимается теплота при постоянном давлении таким образом, что в конце процесса устанавливается температура t2 =8°С.

Объем цилиндра, в котором находится воздух, равен V =400л.

Определить количество отнятой теплоты, конечный объем, изменение внутренней энергии и совершенную работу сжатия.

Зависимость теплоемкости от температуры считать нелинейной.

Решение

Количество отнятой теплоты:

Qp=Vtcpm(t2-t1);

Объём воздуха при t2 =8°С:

Vt==0,824 м3.

По таблицам находим cpm=1,3317кДж/(м3К).

Получим:

Qp=0,824∙1,3317∙(8-400)=-430,33 кДж.

Для изохорного процесса конечный объём воздуха:

V2= V1∙T2/T1=0,4[(273+8)/(273+400)]=0,167 м3.

Изменение внутренней энергии:

∆Up= Vtcvm(t2-t1).

По таблицам находим cvm=0,9607 кДж/(м3К);

Получим:

∆Up=0,167∙0,9607∙(8-400)=-62,8 кДж.

Работа сжатия:

А=p(V2-V1)=0,5∙106(0,167-0,4)=-116,5 кДж.

Ответ: Qp=-430,33кДж; V2=0,167 м3; ∆Up=-62,8 кДж; А=-116,5 кДж.

**Задача 7.2**

Плотность теплового потока через плоскую однородную стенку (из кирпича силикатного) толщиной δ =60мм q=60 Вт/м2.

Определить разность температур на поверхности стенки.

Решение

Коэффициент теплоёмкости силиканого кирпича: λ=0,78 Вт/(моС).

Плотность теплового потока q=λ/δ∙∆T, тогда разность температур на поверхности стенки:

∆T=qδ/λ=60∙0,060/0,78=4,6°С.

Ответ: ∆T=4,6°С.