

Индивидуальное домашнее задание № 2. Молекулярная физика и термодинамика.

Вариант № 1

1. Каково среднее время жизни потока μ^+ мезонов движущихся со скоростью $v = 0,73 c$? Собственное среднее время жизни $\tau_0 = 2,5 \cdot 10^{-8} c$.

Ответ: $3,6 \cdot 10^{-8} c$

2. Какую скорость имеет α -частица с энергией 100 МэВ?

Ответ: 0,22 c

3. Давление внутри плотно закупоренной бутылки при температуре $7^\circ C$ было равно 1 атм. При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры нагрели бутылку, если пробка вылетела при давлении в бутылке 1,3 атм?

Ответ: 364 К

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии молекулы кислорода при температуре 400 К.

Ответ: $1,38 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. При изобарическом сжатии азота была совершена работа, равная 12 кДж. Определить затраченное количество теплоты и изменение внутренней энергии газа.

Ответ: -42; -30 кДж

6. При изотермическом расширении водорода массой $m = 1$ г, имевшего температуру $T = 280$ К, объем газа увеличился в 3 раза. Определить работу расширения газа.

Ответ: 1,3 кДж

7. 1 кг воздуха совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Начальный объем газа 80 дм^3 , давление меняется от 1,2 до 1,4 МПа. Температура $t_3 = 150^\circ C$. Определить КПД цикла.

Ответ: 2,2 %

8. 1 кмоль гелия, изобарически расширяясь, увеличил объем в 4 раза. Найти изменение энтропии при этом расширении.

Ответ: 29 кДж/К

Вариант № 2

1. До какой энергии можно ускорить электроны в циклотроне, если относительное увеличение массы электрона не должно превышать 5 %? Ответ дать в эВ.

Ответ: 25,6 кэВ

2. Собственное время жизни некоторой нестабильной частицы 5 нс. Найти путь, который пройдет эта частица до распада в лабораторной системе отсчета, где ее время жизни 10 нс.

Ответ: 2,6 м

3. Определить наименьший объем баллона, вмещающего 6,4 кг кислорода, если его стенки при температур 20 °С выдерживают давление 160 Н/см².

Ответ: 0.3 м³

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии молекулы водорода при температуре 400 К.

Ответ: $1.38 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. Определить работу расширения 7 кг водорода при постоянном давлении и количество теплоты, переданное водороду, если в процессе нагревания температура газа повысилась на 200 °С.

Ответ: 5.5, 20 МДж

6. На сколько больше теплоты нужно сообщить 12 кг кислорода (O₂), чтобы нагреть его от 20 до 70 °С при постоянном давлении, чем для нагрева этой же массы кислорода при постоянном объеме?

Ответ: 156 кДж

7. Идеальный двухатомный газ совершает цикл Карно. Объемы в начале и в конце адиабатического расширения равны соответственно 12 и 16 л. Определить КПД цикла.

Ответ: 10.9 %

8. Кусок льда массой 200 г, взятый при температуре –10 °С, был нагрет до температуры 0 °С и расплавлен, после чего образовавшаяся вода нагрета до 10 °С. Определить изменение энтропии. Теплоемкость льда 2 кДж/кг, теплоемкость воды 4.2 кДж/кг, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.

Ответ: 290 Дж/К

Вариант № 3

1. При какой относительной скорости движения релятивистское сокращение длины движущегося тела составляет 25 %?

Ответ: 0.66 с

2. Синхрофазотрон дает пучок протонов с кинетической энергией в 10000 МэВ. Какую долю скорости света составляет скорость протонов в этом пучке?

Ответ: 99,6 %

3. В баллон находятся 10 кг газа при давлении 10 МПа. Найти какую массу газа взяли из баллона, если давление в баллоне стало 2,3 МПа. Температура газа не изменилась.

Ответ: –7.7кг

4. Определить среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы азота, находящегося при температуре 1 кК.

Ответ: $1.38 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. Работа, совершаемая 1 молем водорода равна 15 Дж. Какое количество теплоты было подведено к газу, если газ расширялся изотермически?

Ответ: 15 Дж

6. Каковы удельные теплоемкости C_p и C_v смеси газов, содержащей кислород массой 10 г и азот массой 20 г?

Ответ: 711, 996 Дж/кг·К

7. Наименьший объем газа, совершающего цикл Карно, равен 153 л. Определить наибольший объем, если объем в конце изотермического расширения равен 600 л, а в конце изотермического сжатия 189 л.

Ответ: 741 л

8. Смешали воду массой 2 кг при температуре 280 К с водой массой 8 кг при температуре 320 К. Найти температуру смеси и изменение энтропии.

Ответ: 312 К; 146 Дж/К

Вариант № 4

1. Мезон, входящий в состав космических лучей, движется со скоростью, составляющей 95 % скорости света. Какой промежуток времени по часам земного наблюдателя соответствует одной секунде собственного времени мезона?

Ответ: 3,2 с

2. На сколько увеличивается масса \square -частицы при ускорении ее от начальной скорости, равной нулю, до скорости, равной 0,9 скорости света?

Ответ: $1.27m_0$, $8,6 \cdot 10^{-27}$ кг

3. В запаянном сосуде находится вода, занимающая объем, равный половине сосуда. Найти давление и плотность паров при температуре 400 °С, если вся вода превратилась в пар.

Ответ: 155 МПа, 500 кг/м^3

4. Определить кинетическую энергию молекулы азота, приходящуюся на одну степень свободы при температуре 1 кК.

Ответ: $6.9 \cdot 10^{-27}$ Дж

5. При нормальных условиях 2-х атомный газ имеет удельный объем, равный $0,348 \text{ м}^3/\text{кг}$. Определить, чему равны удельные теплоемкости C_p и C_v .

Ответ: 320; 450 Дж/кг К

6. Одноатомный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 8 раз больше температуры холодильника. Какую часть тепла, полученного от нагревателя, газ передает холодильнику?

Ответ: 1/8

7. 2-х атомный идеальный газ при давлении 0,1 МПа и температуре 300 К нагревают при постоянном объеме до давления 0,2 МПа. После этого газ изотермически расширился до первоначального давления и затем изобарически сжат до начального объема. Определить температуру газа для характерных точек цикла и КПД цикла.

Ответ: 600К; 0.099

8. Водород массой 100 г нагрет изобарически так, что его объем увеличился в 3 раза, затем водород изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение энтропии.

Ответ: 456 Дж/К

Вариант № 5

1. Две ракеты с собственными длинами 30 м и 40 м движутся на встречу друг другу с относительной скоростью 0.6 с. В хвостах и носах обеих ракет находятся попарно синхронизированные часы. В момент, когда поравнялись носы ракет, носовые часы выключились. В момент, когда поравнялись хвосты ракет, выключились хвостовые часы. Сколько времени занял процесс встречи по часам первой и второй ракет?

Ответ: 344 нс; 356 нс

2. Определить релятивистский импульс и кинетическую энергию электрона, движущегося со скоростью $v = 0,9 c$, c – скорость света.

Ответ: $5,6 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с 0,66 МэВ

3. Какое количество киломолей газа находится в баллоне объемом 10 м^3 при давлении 720 мм рт. ст. и температуре $17 \text{ }^\circ\text{C}$?

Ответ: 390 моль

4. Определить среднее значение кинетической энергии молекулы азота при температуре 1 кК.

Ответ: $3,5 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. Одноатомный газ занимает объем 4 м^3 и находится под давлением $8 \cdot 10^5$ Па. После изотермического расширения этого газа установилось давление 1 атм. Определить работу, совершенную газом в процессе расширения; какое количество теплоты было поглощено газом в процессе расширения; на сколько при этом изменилась внутренняя энергия газа.

Ответ: 6.65; 6.65 МДж; 0

6. Некоторый газ при нормальных условиях имеет плотность $0,0894 \text{ кг/м}^3$. Определить его удельные теплоемкости C_p и C_v , а также какой это газ.

Ответ: H_2 ; 10.4; 14.5 Дж/кг·К

7. Идеальный газ совершает цикл Карно. $2/3$ количества теплоты, полученной от нагревателя, передается холодильнику. Температура холодильника 320 К. Определить температуру нагревателя.

Ответ: 480 К

8. Лед массой 2 кг при температуре $0 \text{ }^\circ\text{C}$ был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру $100 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить массу израсходованного пара и изменение его энтропии.

Ответ: -1.83 кДж/К

Вариант № 6

1. Каково среднее время жизни потока μ^+ -мезонов, движущихся со скоростью $v = 0,73 c$, если собственное среднее время жизни $2,5 \cdot 10^{-8} \text{ с}$? Какое расстояние проходит мезон за среднее время его жизни?

Ответ: $3,6 \cdot 10^{-8} \text{ с}$; 800 см

2. Какую ускоряющую разность потенциалов должен пройти μ -мезон (мюон), чтобы его продольный размер стал в два раза меньше поперечного?

Ответ: 106 МВ

3. Баллон емкостью 5 л содержит смесь гелия и водорода при давлении 600 кПа. Масса смеси равна 4 г, массовая доля гелия равна 0,6. Определить температуру смеси.

Ответ: 258 К

4. Определить энергию вращательного движения молекул, содержащихся в 1 кг азота при температуре 7 °С.

Ответ: 83 кДж

5. При постоянном давлении 12 м³ водяных паров были нагреты от температуры 127 °С до 227 °С. Начальное давление водяных паров $1,2 \cdot 10^5$ Па. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания, если $C_p = 33700$ Дж/кмоль К.

Ответ: 1.46 МДж

6. Азот массой 200 г расширяется изотермически при температуре 280 К, причем объем газа увеличивается в 2 раза. Найти совершенную при расширении работу газа.

Ответ: 11.6 кДж

7. 1 кмоль двухатомного газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Начальное состояние газа характеризуется параметрами $P_1=12$ кПа, $V_1=2$ л. Максимальное давление за цикл $P_{\max}=20$ кПа, максимальный объем за цикл $V_{\max}=3$ л. Определить КПД цикла.

Ответ: 0.073

8. Найти изменение энтропии при изотермическом расширении 2 кг кислорода от объема V до $5V$.

Ответ: 831 Дж/К

Вариант № 7

1. Найти собственную длину стержня, если в лабораторной системе отсчета его скорость $v = 2c/3$, длина 0,5 м и угол между ним и направлением движения 30°.

Ответ: 0.61 м

2. Какую разность потенциалов должна пройти α -частица, чтобы ее собственное время стало в 5 раз меньше лабораторного?

Ответ: 7350 МВ

3. В сосуде объемом 15 л находится смесь азота и водорода при температуре 23 °С и давлении 200 кПа. Массовая доля азота в смеси равна 0,7. Определить массу смеси и ее компонентов.

Ответ: 7.0 г; 4.9 г; 2.1 г

4. Определить энергию теплового движения 1-го моля двухатомного газа, заключенного в сосуд объемом 2 л при давлении 150 кПа.

Ответ: 750 Дж

5. На нагревание кислорода массой $m = 160$ г на $\Delta T = 12$ К было затрачено количество теплоты $Q = 1,76$ кДж. Как протекал процесс: при постоянном объеме или постоянном давлении?

Ответ: $P = \text{const}$

6. В изотермическом процессе расширения 1,2 кг азота (N_2) было сообщено 1200 кДж теплоты. Определить, как изменилось давление азота, если начальная температура его была 7°C .

Ответ: $P_1/P_2 = 1.7 \cdot 10^5$ раз

7. 2-х атомный газ совершает цикл, состоящий из двух изобар и двух изохор. Наименьший объем 10 л, наибольший 20 л, наименьшее давление 246 кПа, наибольшее 410 кПа. Определить КПД цикла.

Ответ: 0.087

8. Найти изменение энтропии при изобарном процессе расширения азота массой 5 г от объема 5 л до объема 9 л.

Ответ: 3.1 Дж/К

Вариант № 8

1. Найти скорость частицы, если ее кинетическая энергия составляет половину энергии покоя.

Ответ: $2,22 \cdot 10^8$ м/с

2. Каков импульс протона, имеющего кинетическую энергию в 1 ГэВ?

Ответ: $9 \cdot 10^{-19}$ кг·м/с

3. Сосуд емкостью 30 л заполнен смесью водорода и гелия при температуре 300 К и давлении 828 кПа. Масса смеси 24 г. Определить массы водорода и гелия.

Ответ: 15.8 г; 8.14 г

4. При какой температуре средняя кинетическая энергия теплового движения атомов гелия будет достаточной для того, чтобы атомы гелия преодолели земное притяжение и навсегда покинули земную атмосферу?

Ответ: $2 \cdot 10^8$ К

5. До какой температуры охладится водород, взятый при -3°C , если объем его адиабатически увеличился в 3 раза?

Ответ: 174 К

6. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты 21 кДж. Определить работу, которую совершил при этом газ и изменение его внутренней энергии.

Ответ: 6; 15 кДж

7. Тепловую машину, работающую по циклу Карно с КПД 10 %, используют при тех же резервуарах тепла как холодильную машину. Найти КПД холодильной машины.

Ответ: 900 %

8. Воздух объемом 10 л, находящийся при температуре 30°C и давлении 0,1 МПа, изотермически сжали так, что его объем уменьшился в 10 раз. Определить изменение энтропии.

Ответ: -7.6 Дж/К

Вариант № 9

1. Две частицы с одинаковыми скоростями $v = 3c/4$ движутся по одной прямой и попадают в мишень. Одна из частиц попала в мишень позже другой на время 10^{-8} с. Найти расстояние между частицами в полете в системе отсчета, связанной с ними.

Ответ: 3,4 м

2. На сколько процентов изменится продольный размер электрона после прохождения разности потенциалов 10^6 В?

Ответ: 66,1 %

3. В цилиндр высотой 1,6 м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении, начали медленно вдвигать поршень площадью 200 см^2 . Определить силу, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии 10 см от дна цилиндра.

Ответ: 30 кН

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия при температуре 400 К.

Ответ: $8.3 \cdot 10^{-21}$ Дж

5. Один кмоль воздуха при давлении $P_1=10^6$ Па и температуре $T_1=390$ К изохорически изменяет давление так, что его внутренняя энергия изменяется на $\Delta U = -71,7$ кДж, затем изобарически расширяется и совершает работу $A = 745$ кДж. Определить параметры воздуха (считать $C_v = 721$ Дж/кг К) в конечном состоянии.

Ответ: 4 м^3 ; 477 К; 0.99 МПа

6. Каковы удельные теплоемкости C_p и C_v смеси газов, содержащей кислород массой 20 г и водород массой 30 г?

Ответ: 9.1; 6.5 кДж/кг·К

7. Над одним кмолем идеального газа совершают работу по циклу, состоящему из двух изохор и двух изобар, причем точки 2 и 4 цикла лежат на одной изотерме, а температура в точках 1 и 3 равны 300 К и 400 К. Определить работу за цикл.

Ответ: 60 кДж

8. При нагревании 8 г аргона его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. Определить изменение энтропии при изохорическом и изобарическом нагревании.

Ответ: 1.7 Дж/К; 2.9 Дж/К

Вариант № 10

1. Две частицы движутся навстречу друг другу со скоростями $v_1 = 0,50$ с, $v_2 = 0,75$ с по отношению к лабораторной системе отсчета. Найти: а) скорость сближения частиц в лабораторной системе отсчета; б) их относительную скорость.

Ответ: 1,25 с; 0,91 с

2. Какую разность потенциалов должен пройти электрон, чтобы его собственное время стало в 10 раз меньше лабораторного?

Ответ: 4,61 МВ

3. Давление внутри плотно закупоренной бутылки при температуре $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ было равно 1 атм . При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры нагрели бутылку, если пробка вылетела при давлении в бутылке $1,3\text{ атм}$?

Ответ: 364 К

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии молекулы кислорода при температуре 400 К .

Ответ: $1,38 \cdot 10^{-20}\text{ Дж}$

5. При изобарическом сжатии азота была совершена работа, равная 12 кДж . Определить затраченное количество теплоты и изменение внутренней энергии газа.

Ответ: -42 кДж , -30 кДж

6. При изотермическом расширении водорода массой $m=1\text{ г}$, имевшего температуру $T=280\text{ К}$, объем газа увеличился в 3 раза. Определить работу расширения газа.

Ответ: $1,3\text{ кДж}$

7. 1 кг воздуха совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Начальный объем газа 80 дм^3 , давление меняется от $1,2$ до $1,4\text{ МПа}$. Температура $t_3=150\text{ }^{\circ}\text{C}$. Определить КПД цикла.

Ответ: $2,2\text{ \%}$

8. 1 кмоль гелия, изобарически расширяясь, увеличил объем в 4 раза. Найти изменение энтропии при этом расширении.

Ответ: 29 кДж/К

Вариант № 11

1. В К-системе отсчета частица, движущаяся со скоростью $0,99\text{ с}$, пролетела от места своего рождения до точки распада расстояние 2 км . Определить собственное время жизни этой частицы.

Ответ: $0,95\text{ мкс}$

2. Кинетическая энергия релятивистской частицы (протона) 1 МэВ . Найти его скорость.

Ответ: $1,4 \cdot 10^7\text{ м/с}$

3. В цилиндр высотой $1,6\text{ м}$, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении, начали медленно вдвигать поршень площадью 200 см^2 . Определить силу, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии 10 см от дна цилиндра.

Ответ: 32 кН

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия при температуре 400 К .

Ответ: $8,3 \cdot 10^{-21}\text{ Дж}$

5. Один кмоль воздуха при давлении $P_1=10^6\text{ Па}$ и температуре $T_1=390\text{ К}$ изохорически изменяет давление так, что его внутренняя энергия изменяется на $\Delta U=-71,7\text{ кДж}$, затем изобарически расширяется и совершает

работу $A = 745$ кДж. Определить параметры воздуха (считать $C_v = 721$ Дж/кг К) в конечном состоянии.

Ответ: 4 м^3 ; 477 К ; 0.99 МПа

6. Каковы удельные теплоемкости C_p и C_v смеси газов, содержащей кислород массой 20 г и водород массой 30 г?

Ответ: 9.1 ; 6.5 кДж/кг·К

7. Над одним молем идеального газа совершают работу по циклу, состоящему из двух изохор и двух изобар, причем точки 2 и 4 цикла лежат на одной изотерме, а температура в точках 1 и 3 равны 300 К и 400 К . Определить работу за цикл.

Ответ: 60 кДж

8. При нагревании 8 г аргона его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. Определить изменение энтропии при изохорическом и изобарическом нагревании.

Ответ: 1.7 Дж/К; 2.9 Дж/К

Вариант № 12

1. Два события происходят в лабораторной системе отсчета в одном и том же месте, но отстоят во времени на 3 с. Чему равно расстояние в пространстве между этими событиями в системе отсчета ракеты, если промежуток времени между событиями равен в ней 5 с?

Ответ: $12 \cdot 10^8$ м

2. Какую скорость имеет μ -мезон с энергией 1 ГэВ, если энергия покоя частицы 106 МэВ?

Ответ: $0,999$ с

3. Давление внутри плотно закупоренной бутылки при температуре 7 °С было равно 1 атм. При нагревании бутылки пробка вылетела. До какой температуры нагрели бутылку, если пробка вылетела при давлении в бутылке $1,3$ атм?

Ответ: 364 К

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии молекулы кислорода при температуре 400 К .

Ответ: $1.38 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. При изобарическом сжатии азота была совершена работа, равная 12 кДж. Определить затраченное количество теплоты и изменение внутренней энергии газа.

Ответ: -42 кДж, -30 кДж

6. При изотермическом расширении водорода массой $m = 1$ г, имевшего температуру $T = 280 \text{ К}$, объем газа увеличился в 3 раза. Определить работу расширения газа.

Ответ: 1.3 кДж

7. 1 кг воздуха совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Начальный объем газа 80 дм^3 , давление меняется от $1,2$ до $1,4$ МПа. Температура $t_3 = 150$ °С. Определить КПД цикла.

Ответ: 2.2%

8. 1 кмоль гелия, изобарически расширяясь, увеличил объем в 4 раза. Найти изменение энтропии при этом расширении.

Ответ: 29 кДж/К

Вариант № 13

1. В системе K' покоится стержень, собственная длина которого равна 1 м. Стержень расположен так, что составляет угол $\alpha_0 = 60^\circ$ с осью x' . Определить угол α в системе K , если скорость системы K' относительно K равна 0,9 с.

Ответ: 76°

2. На сколько процентов релятивистская масса частицы больше массы покоя при скорости $v = 30$ Мм/с?

Ответ: 0.5 %

3. Определить наименьший объем баллона, вмещающего 6,4 кг кислорода, если его стенки при температур 20°C выдерживают давление 160 Н/см².

Ответ: 0.3 м³

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии молекулы водорода при температуре 400 К.

Ответ: $1.38 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. Определить работу расширения 7 кг водорода при постоянном давлении и количество теплоты, переданное водороду, если в процессе нагревания температура газа повысилась на 200°C .

Ответ: 5.5; 20 МДж

6. На сколько больше теплоты нужно сообщить 12 кг кислорода (O_2), чтобы нагреть его от 20 до 70°C при постоянном давлении, чем для нагрева этой же массы кислорода при постоянном объеме?

Ответ: 156 кДж

7. Идеальный двухатомный газ совершает цикл Карно. Объемы в начале и в конце адиабатического расширения равны соответственно 12 и 16 л. Определить КПД цикла.

Ответ: 10.9 %

8. Кусок льда массой 200 г, взятый при температуре -10°C , был нагрет до температуры 0°C и расплавлен, после чего образовавшаяся вода нагрета до 10°C . Определить изменение энтропии. Теплоемкость льда 2 кДж/кг, теплоемкость воды 4.2 кДж/кг, удельная теплота плавления льда 330 кДж/кг.

Ответ: 290 Дж/К

Вариант № 14

1. В системе K' покоится стержень, собственная длина которого равна 1 м. Стержень расположен так, что составляет угол $\alpha_0 = 45^\circ$ с осью x' .

Определить длину стержня в системе K , если скорость системы K' относительно K равна $0,8c$.

Ответ: $0,825\text{ м}$

2. Кинетическая энергия электрона равна 10 МэВ . Во сколько раз его релятивистская масса больше массы покоя.

Ответ: $20,6$

3. В баллон находятся 10 кг газа при давлении 10 МПа . Найти какую массу газа взяли из баллона, если давление в баллоне стало $2,3\text{ МПа}$. Температура газа не изменилась.

Ответ: $-7,7\text{ кг}$

4. Определить среднюю кинетическую энергию вращательного движения молекулы азота, находящегося при температуре 1 кК .

Ответ: $1,38 \cdot 10^{-20}\text{ Дж}$

5. Работа, совершаемая 1 молем водорода равна 15 Дж . Какое количество теплоты было подведено к газу, если газ расширился изотермически?

Ответ: 15 Дж

6. Каковы удельные теплоемкости C_p и C_v смеси газов, содержащей кислород массой 10 г и азот массой 20 г ?

Ответ: $711; 996\text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$

7. Наименьший объем газа, совершающего цикл Карно, равен 153 л . Определить наибольший объем, если объем в конце изотермического расширения равен 600 л , а в конце изотермического сжатия 189 л .

Ответ: 741 л

8. Смешали воду массой 2 кг при температуре 280 К с водой массой 8 кг при температуре 320 К . Найти температуру смеси и изменение энтропии.

Ответ: $312\text{ К}; 146\text{ Дж/К}$

Вариант № 15

1. В лабораторной системе отсчета μ -мезон с момента рождения до момента распада пролетел расстояние 75 м . Скорость μ -мезона равна $0,995c$. Определить собственное время жизни мезона.

Ответ: 25 нс

2. Ускоритель сообщил радиоактивному ядру скорость $v_1 = 0,4c$. В момент вылета из ускорителя ядро выбросило в направлении своего движения α -частицу со скоростью $v_2 = 0,75c$ относительно ускорителя. Найти скорость частицы относительно ядра.

Ответ: $0,5c$

3. В запаянном сосуде находится вода, занимающая объем, равный половине сосуда. Найти давление и плотность паров при температуре $400\text{ }^\circ\text{C}$, если вся вода превратилась в пар.

Ответ: $155\text{ МПа}; 500\text{ кг/м}^3$

4. Определить кинетическую энергию молекулы азота, приходящуюся на одну степень свободы при температуре 1 кК.

Ответ: $6.9 \cdot 10^{-21}$ Дж

5. При нормальных условиях 2-х атомный газ имеет удельный объем, равный $0,348 \text{ м}^3/\text{кг}$. Определить, чему равны удельные теплоемкости C_p и C_v .

Ответ: 320; 450 Дж/кг К

6. Одноатомный газ совершает цикл Карно. Температура нагревателя в 8 раз больше температуры холодильника. Какую часть тепла, полученного от нагревателя, газ передает холодильнику?

Ответ: 1/8 (12.5 %)

7. 2-х атомный идеальный газ при давлении 0,1 МПа и температуре 300 К нагревают при постоянном объеме до давления 0,2 МПа. После этого газ изотермически расширился до первоначального давления и затем изобарически сжат до начального объема. Определить температуру газа для характерных точек цикла и КПД цикла.

Ответ: 600 К; 0.099

8. Водород массой 100 г нагрет изобарически так, что его объем увеличился в 3 раза, затем водород изохорически охлажден так, что давление его уменьшилось в 3 раза. Найти изменение энтропии.

Ответ: 456 Дж/К

Вариант № 16

1. Собственное время жизни μ -мезона (мюон) равно 2 мкс. От точки рождения до точки распада в лабораторной системе отсчета μ -мезон пролетел расстояние 6 км. С какой скоростью (в долях скорости света) двигался мезон?

Ответ: 0,995 с

2. С какой скоростью движется частица, если ее релятивистская масса в три раза больше массы покоя?

Ответ: 0,943 с

3. Какое количество киломолей газа находится в баллоне объемом 10 м^3 при давлении 720 мм рт. ст. и температуре $17 \text{ }^\circ\text{C}$?

Ответ: 390 моль

4. Определить среднее значение кинетической энергии молекулы азота при температуре 1 кК.

Ответ: $3.5 \cdot 10^{-20}$ Дж

5. Одноатомный газ занимает объем 4 м^3 и находится под давлением $8 \cdot 10^5 \text{ Па}$. После изотермического расширения этого газа установилось давление 1 атм. Определить работу, совершенную газом в процессе расширения; какое количество теплоты было поглощено газом в процессе расширения; на сколько при этом изменилась внутренняя энергия газа.

Ответ: 6.65 МДж; 6.65 МДж; 0

6. Некоторый газ при нормальных условиях имеет плотность $0,0894 \text{ кг/м}^3$. Определить его удельные теплоемкости C_p и C_v , а также какой это газ.

Ответ: H_2 ; 10.4; 14.5 кДж/кг·К

7. Идеальный газ совершает цикл Карно. $2/3$ количества теплоты, полученной от нагревателя, передается холодильнику. Температура холодильника 320 К. Определить температуру нагревателя.

Ответ: 480 К

8. Лед массой 2 кг при температуре 0°C был превращен в воду той же температуры с помощью пара, имеющего температуру 100°C . Определить массу израсходованного пара и изменение его энтропии.

Ответ: -1.83 кДж/К

Вариант № 17

1. Скорость электрона составляет $0,9$ скорости света в вакууме. Вычислить в процентах, какая ошибка будет сделана, если кинетическую энергию частицы вычислять по формуле классической механики.

Ответ: 69 %

2. Две частицы, двигавшиеся в лабораторной системе отсчета по одной прямой с одинаковой скоростью $v=3c/4$, попали в неподвижную мишень с интервалом времени $\Delta t=50 \text{ нс}$. Найти собственное расстояние между частицами до попадания в мишень.

Ответ: 17 м

3. Баллон емкостью 5 л содержит смесь гелия и водорода при давлении 600 кПа. Масса смеси равна 4 г, массовая доля гелия равна 0,6. Определить температуру смеси.

Ответ: 258 К

4. Определить энергию вращательного движения молекул, содержащихся в 1 кг азота при температуре 7°C .

Ответ: 83 кДж

5. При постоянном давлении 12 м^3 водяных паров были нагреты от температуры 127°C до 227°C . Начальное давление водяных паров $1,2 \cdot 10^5 \text{ Па}$. Определить количество теплоты, необходимое для нагревания, если $C_p = 33700 \text{ Дж/кмоль К}$.

Ответ: 1.46 МДж

6. Азот массой 200 г расширяется изотермически при температуре 280 К, причем объем газа увеличивается в 2 раза. Найти совершенную при расширении работу газа.

Ответ: 11.6 кДж

7. 1 кмоль двухатомного газа совершает цикл, состоящий из двух изохор и двух изобар. Начальное состояние газа характеризуется параметрами $P_1=12 \text{ кПа}$, $V_1=2 \text{ л}$. Максимальное давление за цикл $P_{\text{max}}=20 \text{ кПа}$, максимальный объем за цикл $V_{\text{max}}=3 \text{ л}$. Определить КПД цикла.

Ответ: 0.073

8. Найти изменение энтропии при изотермическом расширении 2 кг кислорода от объема V до $5V$.

Ответ: 831 Дж/К

Вариант № 18

1. Предположим, что мы можем измерить длину стержня с точностью $\Delta l = 0,1$ мкм. При какой относительной скорости двух инерциальных систем отсчета можно было бы обнаружить релятивистское сокращение длины стержня, собственная длина которого равна 1 м.

Ответ: 134 км/с

2. Частица движется со скоростью $v = 0,5c$. Во сколько раз релятивистская масса частицы больше массы покоя?

Ответ: 1,15

3. В сосуде объемом 15 л находится смесь азота и водорода при температуре 23°C и давлении 200 кПа. Массовая доля азота в смеси равна 0,7. Определить массу смеси и ее компонентов.

Ответ: 7.0 г, 4.9 г, 2.1 г

4. Определить энергию теплового движения 1-го моля двухатомного газа, заключенного в сосуд объемом 2 л при давлении 150 кПа.

Ответ: 750 Дж

5. На нагревание кислорода массой $m=160$ г на $\Delta T=12$ К было затрачено количество теплоты $Q=1,76$ кДж. Как протекал процесс: при постоянном объеме или постоянном давлении?

Ответ: $P=\text{const}$

6. В изотермическом процессе расширения 1,2 кг азота (N_2) было сообщено 1200 кДж теплоты. Определить, как изменилось давление азота, если начальная температура его была 7°C .

Ответ: $P_1/P_2=1.7 \cdot 10^5$

7. 2-х атомный газ совершает цикл, состоящий из двух изобар и двух изохор. Наименьший объем 10 л, наибольший 20 л, наименьшее давление 246 кПа, наибольшее 410 кПа. Определить КПД цикла.

Ответ: 0.087

8. Найти изменение энтропии при изобарном процессе расширения азота массой 5 г от объема 5 л до объема 9 л.

Ответ: 3.1 Дж/К

Вариант № 19

1. Две релятивистские частицы движутся в лабораторной системе отсчета со скоростями $v_1 = 0,6c$ и $v_2 = 0,9c$ вдоль одной прямой. Определить их относительную скорость, если частицы движутся в одном направлении.

Ответ: 0,652 c

2. Отношение заряда движущегося электрона к его массе, определенное из опыта равно $0,88 \cdot 10^{11}$ Кл/кг. Определить релятивистскую массу m электрона и его скорость.

Ответ: $2 m_0$; 0,866 c

3. Сосуд емкостью 30 л заполнен смесью водорода и гелия при температуре 300 К и давлении 828 кПа. Масса смеси 24 г. Определить массы водорода и гелия.

Ответ: 15.8 г; 8.14 г

4. При какой температуре средняя кинетическая энергия теплового движения атомов гелия будет достаточной для того, чтобы атомы гелия преодолели земное притяжение и навсегда покинули земную атмосферу?

Ответ: $2 \cdot 10^4$ К

5. До какой температуры охладится водород, взятый при -3 °С, если объем его адиабатически увеличился в 3 раза?

Ответ: 174 К

6. Азот нагревался при постоянном давлении, причем ему было сообщено количество теплоты 21 кДж. Определить работу, которую совершил при этом газ и изменение его внутренней энергии.

Ответ: 6 кДж; 15 кДж

7. Тепловую машину, работающую по циклу Карно с КПД 10 %, используют при тех же резервуарах тепла как холодильную машину. Найти КПД холодильной машины.

Ответ: 9

8. Воздух объемом 10 л, находящийся при температуре 30 °С и давлении 0,1 МПа, изотермически сжали так, что его объем уменьшился в 10 раз. Определить изменение энтропии.

Ответ: -7.6 Дж/К

Вариант № 20

1. Частица массы покоя m_0 , движущаяся со скоростью $4c/5$ испытывает неупругое соударение с покоящейся частицей равной массы. Чему равна скорость образовавшейся составной частицы?

Ответ: $c/2$

2. Какую работу надо совершить, чтобы увеличить скорость частицы с массой покоя m_0 от 0,60 c до 0,80 c ? Сравнить полученный результат со значением, вычисленным по классической формуле.

Ответ: $0,42 m_0 c^2$; $0,14 m_0 c^2$

3. В цилиндр высотой 1,6 м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении, начали медленно вдвигать поршень площадью 200 $см^2$. Определить силу, которая будет действовать на поршень, если его остановить на расстоянии 10 см от дна цилиндра.

Ответ: 32 кН

4. Определить среднее значение полной кинетической энергии одной молекулы гелия при температуре 400 К.

Ответ: $8.3 \cdot 10^{-21}$ К

5. Один кмоль воздуха при давлении $P_1 = 10^6$ Па и температуре $T_1 = 390$ К изохорически изменяет давление так, что его внутренняя энергия изменяется на $\Delta U = -71,7$ кДж, затем изобарически расширяется и совершает работу $A = 745$ кДж. Определить параметры воздуха (считать $C_v = 721$ Дж/кг·К) в конечном состоянии.

Ответ: 4 м^3 ; 477К ; 0.99 МПа

6. Каковы удельные теплоемкости C_p и C_v смеси газов, содержащей кислород массой 20 г и водород массой 30 г?

Ответ: 9.1 ; 6.5 кДж/кг·К

7. Над одним кмолем идеального газа совершают работу по циклу, состоящему из двух изохор и двух изобар, причем точки 2 и 4 цикла лежат на одной изотерме, а температура в точках 1 и 3 равны 300 К и 400 К. Определить работу за цикл.

Ответ: 60 кДж

8. При нагревании 8 г аргона его абсолютная температура увеличилась в 2 раза. Определить изменение энтропии при изохорическом и изобарическом нагревании.

Ответ: 1.7 ; 2.9 Дж/К