Задание 10-07 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Закон Дальтона

**** - задачи для решения дома***

Задачи простые

А1*. Найдите давление ***1 кг*** азота в объеме ***1 м³*** при температуре ***27°C***? Атомный вес азота ***14***.

А2*. Определите массу аммиака NH_3, содержащегося в баллоне емкостью ***20 л*** при температуре ***27°C*** и под давлением ***190 мм рт.ст.***

А3*. Найдите температуру азота массой ***2 г***, занимающего объем ***830 см³*** при давлении ***0.2 МПа***.

А4*. В сосуде объёмом ***1 л*** находится ***1 г*** газа с температурой ***295 К*** при давлении $12.5\cdot10^5$ ***Па***. Определите какой это газ.

А5*. В одинаковых баллонах при одинаковой температуре находятся равные массы водорода (H_2) и углекислого газа (CO_2). Какой из газов и во сколько раз производит большее давление на стенки баллона?

А6*. При увеличении абсолютной температуры газа в ***2*** раза давление газа увеличилось на ***25%***. Во сколько раз при этом изменился объём?

А7*. Когда объем, занимаемый газом, уменьшили на ***10%***, а температуру увеличили на ***16 К***, его давление возросло на ***20%***. Какова начальная температура газа?

А8*. Газ при давлении ***0.2 МПа*** и температуре ***15°C*** имеет объем ***5 л***. Чему равен объем этой массы газа при нормальных (стандартных) условиях, когда давление равно 10^5 ***Па***, а температура ***0°C***?

А9*. Когда из сосуда выпустили некоторое количество газа, давление в нем упало на ***40%***, а абсолютная температура - на ***20%***. Какую часть газа выпустили?

А10*. В закрытом сосуде находится газ под давлением ***500 кПа***. Какое давление установится в этом сосуде, если после открытия крана ***4/5*** массы газа выйдет наружу?

А11*. Найдите плотность воздуха вблизи поверхности Земли при стандартных условиях. Молярная масса воздуха $\mu = 29$ ***г/моль***.

А12*. Высота пика Ленина на Памире равна ***7134 м***. Атмосферное давление на этой высоте составляет ***38 кПа***. Найдите плотность воздуха на вершине пика при температуре ***0°C***. Молярная масса воздуха $\mu = 29$ ***г/моль***.

А13*. В один из летних дней барометр показывал ***730 мм рт.ст.***, а термометр - ***+30°C***. В зимний день показания этих приборов были ***780 мм рт.ст.*** и ***-30°C*** соответственно. Сравните плотности воздуха в эти дни.

Задачи средние

Б1*. Вода с температурой ***27°C*** целиком заполняет закрытый сосуд объемом ***1 л***. Каким стало бы давление в этом сосуде, если бы силы взаимодействия между молекулами воды исчезли?

Б2*. В вертикальном открытом сверху цилиндрическом сосуде, имеющем площадь поперечного сечения S, на высоте h от дна находится поршень массы m, поддерживаемый сжатым газом с молярной массой μ. Температура газа равна T. Атмосферное давление равно P_0. Определите массу газа в сосуде.

Б3. Сжиженные газы хранят в сосудах, сообщающихся с атмосферой. В одном из таких сосудов объемом ***10 л*** находилось ***0.5 л*** жидкого азота, плотность которого ***0.81 г/см³***. Сосуд был плотно закупорен. Разорвет ли сосуд, когда азот испарится и нагреется до комнатной температуры? Сосуд выдерживает давление до ***20 атм***.

Б4. ***716 мг*** органического соединения с формулой $(C_3H_6O)_n$ дают ***242.6 см³*** пара при ***200°C*** и давлении ***750 мм рт.ст.*** Найдите n.

Б5. Определите молекулярную формулу некоторого соединения углерода с водородом, если известно, что, при температуре ***27°C*** и давлении ***760 мм рт.ст.*** объем $V = 1$ ***л*** этого вещества в газообразном состоянии имеет массу $m = 0.65$ ***г***.

Б6*. Некоторый газ массы $m_1 = 7$ ***г*** при температуре $t_1 = 27°C$ создает в баллоне давление $P_1 = 50$ ***кПа***. Водород массы $m_2 = 4$ ***г*** при температуре $t_2 = 60°C$ создает в том же баллоне давление $p_2 = 444$ ***кПа***. Какова молярная масса неизвестного газа? Какой это газ?

Б7*. ***10 г*** кислорода находятся под давлением ***0.303 МПа*** при температуре ***10°C***. После нагревания при постоянном давлении кислород занял объем ***10 л***. Найдите начальный объем и конечную температуру газа.

Б8. В цилиндре с площадью основания ***100 см²*** находится воздух. Поршень расположен на высоте ***50 см*** от дна цилиндра. На поршень кладут груз массой ***50 кг***, при этом он опускается на ***10 см***. Найдите температуру воздуха после опускания поршня, если до его опускания давление было равно ***101 кПа***, а температура равна ***12°C***.

Б9*. В цилиндре с площадью основания $S = 100$ ***см²*** находится воздух при температуре $t_1 = 12°C$. Атмосферное давление $P_1 = 101$ ***кПа***. На высоте $H_1 = 60$ ***см*** от основания цилиндра расположен невесомый поршень. На сколько опустится поршень, если на него поставить гирю массой $m = 100$ ***кг***, а воздух в цилиндре при этом нагреть до $t_2 = 27°C$? Трением поршня о стенки цилиндра пренебречь.

Б10*. Два одинаковых сосуда наполнены водородом и соединены тонкой горизонтальной трубкой, в которой находится капля ртути. В одном сосуде водород находится при температуре $t_1 = 0°C$, а в другом – при температуре $t_2 = 20°C$. Сместится ли столбик ртути, если оба сосуда нагреть на ***10*** градусов?

Б12. Определить разность масс воздуха, заполняющего помещение объемом ***50 м³***, зимой и летом, если летом температура помещения достигает ***40°C***, а зимой падает до ***0°C***. Атмосферное давление считать нормальным.

Б13. Из баллона со сжатым водородом вместимостью ***10 л*** вследствие неисправности вентиля утекает газ. При ***7°C*** манометр показывает давление ***5 МПа***. Показание манометра не изменилось и при ***17°C***. Определить массу вытекшего газа.

Б14*. В баллоне находится газ при температуре ***15°C***. Во сколько раз уменьшится давление газа, если ***40%*** его выйдет из баллона, а его температура понизится на ***8°C***?

Б15. В сосуде объемом ***1 л*** заключено $m = 0.28$ ***г*** азота. Газ нагрет до температуры $T = 1500°C$. При этой температуре ***30%*** молекул азота диссоциировано на атомы. Определите давление в сосуде.

Б16*. В сосуде находится озон при температуре ***527°C***. По прошествии некоторого времени он полностью превращается в кислород, а его температура падает до ***127°C***. На сколько процентов изменяется при этом давление?

Б17*. В закрытом сосуде объёмом ***25 л*** находится воздух и капля воды массой ***0.54 г*** при температуре ***300 К*** и давлении 10^4 ***Па***. Каким станет давление в сосуде, если капля испарится? Водяной пар считать идеальным газом. Объёмом воды пренебречь. Температура смеси считать постоянной.

Б18. Сосуд объёмом ***10 л*** занят смесью из ***2 г*** кислорода и ***3 г*** азота. Какова температура этой смеси, если её давление ***50 кПа***?

Б19*. Два сосуда соединены трубкой с закрытым краном. В первом сосуде находится ***2 кг*** газа под давлением $4\cdot10^5$ ***Па***, а во втором — ***3 кг*** того же газа под давлением $9\cdot10^5$ ***Па***. Какое установится давление после открытия крана? Температуру всего газа считать одинаковой и неизменной.

Б20. Два сосуда с объемами $V_1 = 40$ ***л*** и $V_2 = 20$ ***л*** содержат газ при одинаковых температурах, но разных давлениях. После соединения сосудов в них установилось давление $P_3 = 1$ ***МПа***. Каково было начальное давление P_1 в большем сосуде, если начальное давление в меньшем — $P_2 = 0.6$ ***МПа***? Температуру считать постоянной.

Б21. Сосуд объема $V = 100$ ***л*** разделен на две равные части полупроницаемой перегородкой. В одной части сосуда находится ***2 г*** водорода, во второй — ***1 моль*** азота. Найдите давление, которое установится по обе стороны перегородки, если она пропускает только водород. Температура во всём сосуде постоянна и равна ***127°C***. Что произойдёт в сосуде, если полупроницаемая перегородка может двигаться без трения и её освободили от закрепления после установления равновесия?

Б22*. Три баллона емкостями $V_1 = 3$ ***л***, $V_2 = 7$ ***л*** и $V_3 = 5$ ***л*** наполнены соответственно кислородом ($P_1 = 2\cdot10^5$ ***Па***), азотом ($P_2 = 3\cdot10^5$ ***Па***) и углекислым газом ($P_3 = 6\cdot10^4$ ***Па***) при одной и той же температуре. Баллоны соединяют между собой, причем образуется смесь той же температуры. Каково давление смеси?

Задачи сложные

В1*. Нагревается или охлаждается идеальный газ при расширении, если его давление P и объем V связаны

соотношением: $P = b/V^n$, где b и n - некоторые постоянные? Рассмотрите случаи а) $n > 1$; б) $n = 1$; в) $n < 1$. Нарисуйте графики $P(V)$, $P(T)$ и $V(T)$ для всех случаев.

В2. Баллон, содержащий *1 кг* азота, при испытании взорвался при температуре 350^oC. Какую массу водорода можно хранить в этом баллоне при 20^oC, имея пятикратный запас прочности?

В3*. Воздух в открытом сосуде нагревают от температуры $t_1 = 10^oC$ до температуры $t_2 = 600^oC$. Затем, герметично закрыв сосуд, воздух в нём охлаждают до первоначальной температуры t_1. Найдите плотности воздуха в сосуде при обеих температурах. Плотность воздуха при нормальных условиях равна 1.3 *кг/м*^{3}. Тепловым расширением сосуда пренебречь.

В7. Цилиндрический сосуд, расположенный горизонтально, заполнен газом при температуре $t = 27^oC$ и давлении $P = 0.1$ *МПа* и разделен на две равные части подвижной теплонепроницаемой перегородкой. Какое давление P' установится в сосуде, если в одной части газ нагреть до температуры $t' = 57^oC$, а в другой температуру газа оставить без изменения?

В4. Сосуд с газом разделен подвижной перегородкой на две части, отношение объемов которых $V_1/V_2 = 2/3$. Температуры газа в меньшем, и большем объемах $t_1 = 177^oC$ и $t_2 = 267^oC$, давления в них одинаковы и равны P. Каково будет отношение объемов, если температуры сравняются? Теплообмен возможен только через перегородку.

В5. Внутри закрытого с обоих концов горизонтального цилиндра расположен жёсткий тонкий поршень, который может скользить в цилиндре без трения. С одной стороны поршня находится *3 г* водорода, а с другой — *17 г* азота при одинаковой температуре. Какую часть объема цилиндра занимает водород?

В6*. В горизонтально расположенном сосуде находятся m_1 граммов кислорода и m_2 граммов водорода, разделённые подвижным теплонепроницаемым поршнем. Температуры газов одинаковы и равны T_0. Каким будет отношение объемов, занимаемых газами, если температура водорода останется равной T_0, а кислород нагреется до температуры T_1?

В7*. В закрытом цилиндрическом сосуде объёмом $V_0 = 200$ *см*^{3} под поршнем находится небольшое количество воды массой $m = 0.3$ *г*. Над поршнем находится некоторый идеальный газ при нормальных условиях. Температуру внутри сосуда повышают так, что вся вода превращается в пар. Пренебрегая массой поршня, найдите отношение объемов над и под поршнем. Водяной пар считать идеальным газом. Объёмом воды пренебречь.

В8. В вакууме находится тонкостенный эластичный пузырь радиуса R_1 с газом, внутри которого находится такой же пузырь радиуса R_2 и с тем же газом. Внутренний пузырь лопается. Найдите новый радиус внешнего пузыря, если температура газа поддерживается постоянной, а эластичная оболочка создает давление внутри пузыря, обратно пропорциональное его радиусу.

В9. Два сосуда одинакового объема содержат воздух: один - при температуре T_1 и давлении P_1, другой — при температуре T_2 и давлении P_2. Сосуды соединяют тонкой короткой трубкой и, после выравнивания давлений и температур, воздух дополнительно нагревают до температуры T. Найдите установившееся после нагревания давление.

В10. Два сосуда, содержащие одинаковую массу одного и того же газа, соединены трубкой с краном. В первом сосуде давление газа *4 кПа*, а во втором — *6 кПа*. Какое установится давление после открытия крана? Температуру газа считать постоянной.

В11*. Три сосуда с одинаковыми объёмами сообщаются между собой кранами. Первый и третий сосуды содержат газ массы m каждый, во втором сосуде вакуум. Сначала соединили второй и третий сосуды, а когда давление выровнялось, второй сосуд отсоединили от третьего и соединили с первым. Давление в первом и втором сосудах установилось равным P. Найдите начальное давление P_0 в первом сосуде. Температуру газа считать постоянной.

В12. В сосуде объемом *10 л* находится смесь кислорода (O_2) и углекислого газа (CO_2). Температура смеси равна 27^oC, давление — $3 \cdot 10^5$ *Па*, масса — *40 г*. Найдите массу каждого из газов.

В13*. При некоторой температуре и некотором давлении газ A имеет плотность 0.4 *кг/м*^{3}, а газ B — 0.6 *кг/м*^{3}. Какую плотность будет иметь при этих условиях смесь газов A и B, если массы смешиваемых газов одинаковы?

В14. Закрытый сосуд разделен на две равные части жёсткой неподвижной полупроницаемой перегородкой. В первую половину сосуда введена смесь аргона и водорода при давлении $P = 1.5$ *атм*, во второй половине вакуум. Перегородка пропускает только водород. После окончания процесса диффузии давление в первой половине оказалось $P' = 1$ *атм*. В ходе процесса температура поддерживалась постоянной. Определите отношение масс аргона и водорода в первоначальной смеси.

В15*. В сосуде объемом $V = 1$ *л* находится $m = 0.2$ *г* углекислого газа CO_2. При температуре $T = 2600$ *K* некоторая часть молекул CO_2 диссоциировала на молекулы окиси углерода CO и молекулы кислорода O_2. При этом давление в сосуде оказалось равным $P = 810$ *мм рт.ст*. Найдите степень диссоциации (отношение числа диссоциировавших молекул к первоначальному числу молекул) молекул CO_2 на молекулы CO и O_2 при этих условиях.

Теория.

1. Г.Я. Мякишев - Молекулярная физика. Термодинамика. §§ 3.1-3.12.
2. Б.М. Яворский, А.А. Пинский - Основы физики Т.1. §§ 26.1-26.9.
3. Е.И. Бутиков, А.С. Кондратьев - Физика для углублённого изучения. Т.3. Строение и свойства вещества. §§ 15.
4. Г.С. Ландсберг - Элементарный учебник физики Т.1. §§ 234-242.
5. Д.В. Сивухин - Общий курс физики. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика. §§ 7-9.