

## Задание № 9. Основное уравнение МКТ.

1. Среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул разреженного газа уменьшили в 2 раза и концентрацию молекул газа уменьшили в 2 раза. Чему равно отношение конечного давления к начальному?
2. Концентрацию молекул одноатомного идеального газа уменьшили в 5 раз. Одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа. Чему равно отношение конечного давления к начальному?
3. Во сколько раз изменится давление идеального газа, если среднюю кинетическую энергию теплового движения молекул газа увеличить в 2 раза и концентрацию молекул газа увеличить в 2 раза?
4. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Во сколько раз изменилось давление газа?
5. При неизменной концентрации молекул идеального газа средняя квадратичная скорость теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Чему равно отношение конечного давления к начальному?
6. При неизменной концентрации молекул абсолютная температура идеального газа была увеличена в 4 раза. Во сколько раз изменилось давление газа?
7. Давление идеального газа при постоянной концентрации увеличилось в 2 раза. Во сколько раз изменилась его абсолютная температура?
8. Давление идеального газа при постоянной концентрации уменьшилось в 2 раза. Чему равно отношение конечной температуры к начальной?
9. В результате нагревания идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 4 раза. Во сколько раз изменилась абсолютная температура газа?
10. Во сколько раз изменится абсолютная температура газа при увеличении средней кинетической энергии теплового движения молекул в 2 раза?
11. В результате охлаждения одноатомного идеального газа его давление уменьшилось в 4 раза, а концентрация молекул газа не изменилась. Чему равно отношение конечной средней кинетической энергии теплового движения молекул газа к начальной?
12. Чему равно соотношение давлений в сосудах с кислородом и водородом  $P_{\text{к}}/P_{\text{в}}$ , если концентрации газов и среднеквадратичные скорости одинаковы?
13. На графике показана зависимость давления от концентрации для двух идеальных газов при фиксированных температурах. Чему равно отношение температур  $\frac{T_2}{T_1}$  этих газов?
14. Во сколько раз изменится давление разреженного одноатомного газа, если абсолютная температура газа уменьшится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 2 раза?
15. Во сколько раз изменится давление разреженного одноатомного газа, если при увеличении концентрации молекул газа в 3 раза его абсолютная температура увеличится в 2 раза?
16. Во сколько раз изменится давление разреженного газа, если при его нагревании и сжатии абсолютная температура газа и концентрация молекул увеличатся в 2 раза?
17. При неизменной плотности одноатомного идеального газа давление этого газа увеличивают в 4 раза. Во сколько раз изменяется при этом среднеквадратичная скорость движения его атомов?
18. При неизменном давлении одноатомного идеального газа среднеквадратичная скорость движения его атомов увеличилась в 2 раза. Чему равно отношение конечной плотности газа к начальной?
19. В результате охлаждения разреженного аргона его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом средняя кинетическая энергия теплового движения молекул аргона?
20. При понижении абсолютной температуры идеального газа его средняя кинетическая энергия уменьшилась в два раза. Если начальная температура составляла 600 К, то чему будет равна температура газа при новых условиях?
21. Во сколько раз изменится давление молекул газа на стенки сосуда при уменьшении объёма в 3 раза при неизменной температуре?
22. Во сколько раз уменьшится средняя кинетическая энергия движения молекул идеального газа, если давление увеличится в 2 раза, а концентрация молекул увеличится в 6 раз?
23. При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2 раза. Начальная температура газа 250 К. Какова конечная температура газа? (Ответ дайте в градусах Кельвина.)
24. При построении температурной шкалы Реомюра принимается, что при нормальном атмосферном давлении лёд тает при температуре 0 градусов Реомюра ( $^{\circ}\text{R}$ ), а вода кипит при температуре 80  $^{\circ}\text{R}$ . Найдите, чему равна средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения частицы идеального газа при температуре 91  $^{\circ}\text{R}$ . Ответ выразите в электронвольтах и округлите до сотых долей.

25. Идеальный газ находится в закрытом сосуде при нормальном атмосферном давлении. При неизменной концентрации молекул средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул уменьшается на 2%. Определите конечное давление газа. Ответ выразите в килопаскалях.

26. Температура порции идеального газа увеличилась на 773 К. На сколько возросла средняя энергия хаотического теплового движения одной молекулы, входящей в состав этой порции газа? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до десятых долей.

27. В результате некоторого процесса средняя кинетическая энергия поступательного теплового движения молекул идеального газа уменьшилась в 3 раза, а давление возросло в 2 раза. Во сколько раз изменилась концентрация молекул газа, если число молекул осталось неизменным?

28. В закрытом сосуде находится идеальный газ при давлении 105750 Па и температуре, соответствующей среднеквадратичной скорости теплового хаотического движения молекул 494 м/с. Чему равна плотность этого газа? Ответ выразите в килограммах на кубический метр и округлите до десятых долей.

29. Конечная температура газа в некотором процессе — 373 °С. В ходе этого процесса объём идеального газа увеличился в 2 раза, а давление не изменилось. Какова была начальная абсолютная температура газа в кельвинах?

30. Кислород и водород находятся в закрытом сосуде в состоянии термодинамического равновесия друг с другом. Во сколько раз среднеквадратичная скорость молекул водорода отличается от среднеквадратичной скорости молекул кислорода?

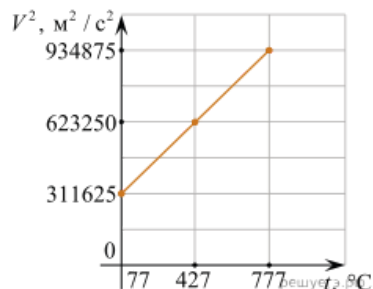
31. В ходе эксперимента давление разреженного газа в сосуде снизилось в 5 раз, а средняя энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом концентрация молекул газа в сосуде?

32. Броуновская частица массой  $1,3 \cdot 10^{-15}$  кг находится в жидкости при температуре 300 К. Чему равна среднеквадратичная скорость этой частицы, если в системе установилось термодинамическое равновесие? Ответ дайте в мм/с и округлите до целого числа.

33. При некотором значении среднеквадратичной скорости хаотического движения молекул идеального газа средняя кинетическая энергия его молекул равна  $56 \cdot 10^{-22}$  Дж. На сколько увеличится средняя кинетическая энергия молекул этого газа после увеличения средней квадратичной скорости его молекул в 2 раза? В качестве ответа приведите целое число, которое должно умножаться на  $10^{-22}$  Дж.

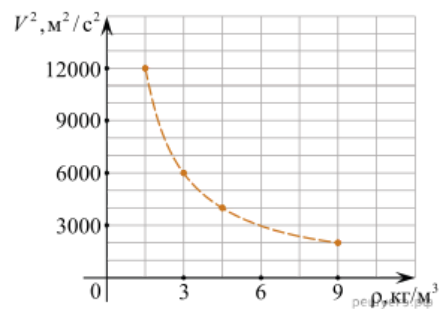
34. При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул аргона уменьшилась в 4 раза. Какова конечная температура аргона? Ответ дайте в кельвинах.

35. На рисунке изображён график зависимости величины среднего значения квадрата скорости молекул идеального газа от температуры. Определите молярную массу этого газа. Ответ выразите в граммах на моль и округлите до целого числа.



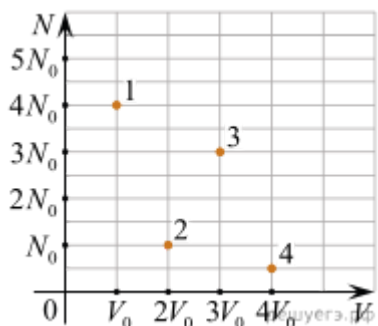
36. Во сколько раз отличаются среднеквадратичные скорости хаотического теплового движения молекул гелия и углекислого газа, входящих в состав воздуха, при комнатной температуре? Ответ округлите до десятых долей.

37. На рисунке изображён график зависимости среднего значения квадрата скорости молекул идеального газа от



плотности  $\rho$  этого газа в изобарном процессе. Определите давление газа в сосуде. Ответ дайте в кПа.

38. В сосуде под поршнем находится идеальный газ. В стенке сосуда есть клапан, с помощью которого можно изменять количество газа в сосуде. Перемещая поршень, можно изменять объём сосуда. На диаграмме изображены четыре равновесных состояния газа, соответствующие разным значениям числа  $N$  частиц в сосуде и занимаемого газом объёма  $V$ . Температура газа поддерживается постоянной. Определите отношение максимального давления в сосуде к минимальному.



39. Концентрация идеального газа в результате некоторого процесса увеличивается в 3 раза, а его температура уменьшается в 2 раза. Во сколько раз изменится давление газа?

40. При увеличении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул гелия увеличилась в 4 раза. Какова начальная температура гелия? Ответ дайте в Кельвинах.

41. В сосудах 1 и 2 находится один и тот же идеальный газ. Концентрации молекул газов в сосудах одинаковые, а среднеквадратичная скорость движения молекул газа в сосуде 1 в три раза меньше, чем в сосуде

$$\frac{p_2}{p_1}$$

2. Чему равно отношение давлений  $p_1$  газов в сосудах 2 и 1?

### Уравнение Клапейрона – Менделеева

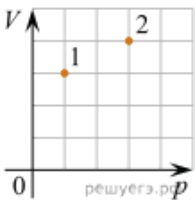
1. Если при сжатии объём идеального газа уменьшился в 2 раза, а давление газа увеличилось в 2 раза, то во сколько раз изменилась при этом абсолютная температура газа?

2. Во сколько раз изменяется давление идеального газа при уменьшении объёма идеального газа в 2 раза и увеличении его абсолютной температуры в 4 раза?

3. При температуре  $T_0$  и давлении  $p_0$  один моль идеального газа занимает объём  $V_0$ . Во сколько раз больше объём двух молей газа при том же давлении  $p_0$  и температуре  $2T_0$ ?

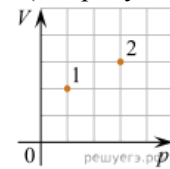
4. Идеальный газ в цилиндре переводится из состояния А в состоянии В так, что его масса при этом не изменяется. Параметры, определяющие состояния газа, приведены в таблице. Какое число должно быть в свободной клетке таблицы?

|             | $p, 10^5 \text{ Па}$ | $V, 10^{-3} \text{ м}^3$ | $T, \text{ К}$ |
|-------------|----------------------|--------------------------|----------------|
| Состояние А | 1,0                  | 4                        |                |
| Состояние В | 1,5                  | 8                        | 900            |



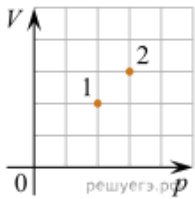
5. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

6. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

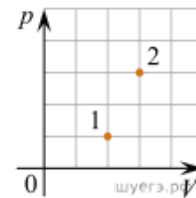


Во сколько раз в состоянии 2

7. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

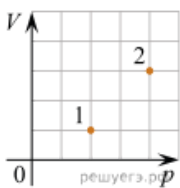


8. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

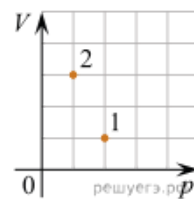


состояние 2 (см.

9. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



10. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

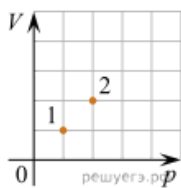
11. Объём 3 моль водорода в сосуде при температуре  $T_1$  равен  $V_1$ . Во сколько раз отличается от него объём 3 моль кислорода при той же температуре и том же давлении?

300 К и давлении  $p_1$  равен  $V_1$ . Во сколько раз отличается от него объём 3 моль кислорода при той же температуре и том же давлении?

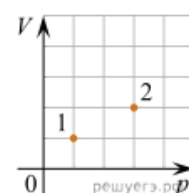
12. В резервуаре находится 20 кг азота при температуре 300 К и давлении  $10^5 \text{ Па}$ . Чему равен объём резервуара? Ответ выразите в кубических метрах с точностью до десятых.

$10^5 \text{ Па}$ . Чему равен объём резервуара? Ответ выразите в кубических метрах с точностью до десятых.

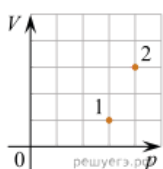
13. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



14. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

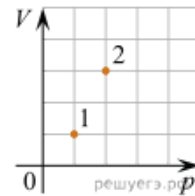


газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



15. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдёт из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?

16. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Во сколько раз изменится температура газа, если он перейдет из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок)?



скольким раз (см. рисунок)?

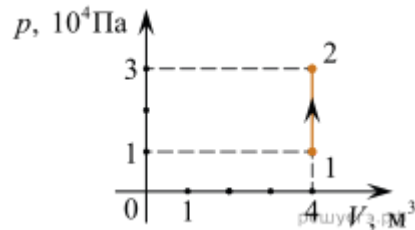
17. В баллоне объёмом  $1,66 \text{ м}^3$  находится 2 кг молекулярного кислорода при давлении  $10^5 \text{ Па}$ . Какова температура кислорода? Ответ выразите в кельвинах и округлите до целых.

кислорода при кельвинах и

18. Какая масса воздуха выйдет из комнаты, если температура воздуха возросла с  $10^\circ\text{C}$  до  $20^\circ\text{C}$ ? Объём комнаты  $60 \text{ м}^3$ , давление нормальное. Ответ выразите в килограммах и округлите до десятых.

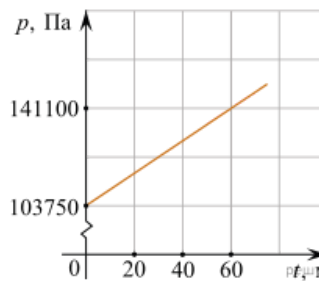
19. В баллоне ёмкостью 20 л находится кислород при температуре  $16^\circ\text{C}$  под давлением  $10^7 \text{ Па}$ . Какой объём займет этот газ при нормальных условиях? Ответ выразите в кубических метрах с точностью до сотых.

20. В процессе, проводимом с неизменным количеством идеального газа, давление  $P$  газа изменяется прямо пропорционально квадратному корню из объёма  $V$  газа:  $P \sim \sqrt{V}$ . Во сколько раз изменяется его абсолютная температура  $T$  при возрастании давления газа в 2 раза?

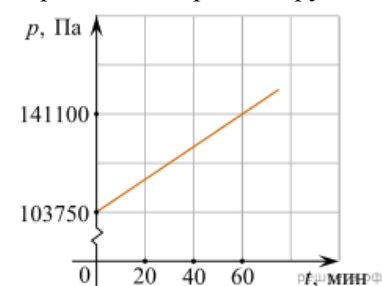


21. На рисунке изображено изменение состояния постоянной массы разреженного аргона. Температура газа в состоянии 1 равна  $27^\circ\text{C}$ . Какая температура соответствует состоянию 2? Ответ выразите в градусах Кельвина.

График зависимости давления  $p$  этого газа от на рисунке. Чему равен объём сосуда, в котором выразите в литрах и округлите до целого числа.



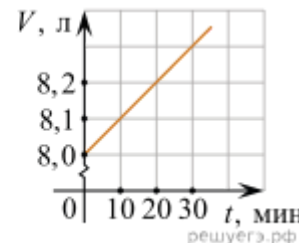
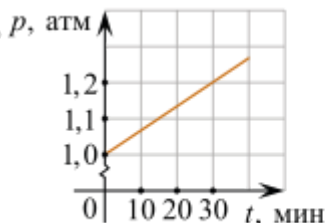
идеального газа, закрытом сосуде при начинают нагревать. времени  $t$  изображён находится газ? Ответ



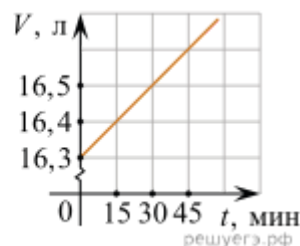
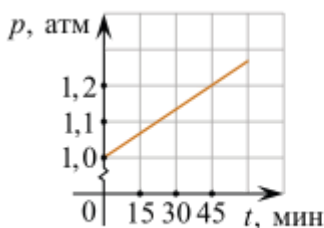
22. Два моля находящегося в температуре  $300 \text{ К}$ , начинают нагревать. давления  $p$  этого газа от времени  $t$  изображён на рисунке. Через 60 минут после начала нагревания температура газа стала равна  $300 \text{ К}$ . Чему равен объём сосуда, в котором находится газ? Ответ выразите в литрах и округлите до целого числа.

идеального газа, закрытом сосуде, График зависимости

объёма  $V$  от времени  $t$  для Чему равна температура Ответ выразите в кельвинах

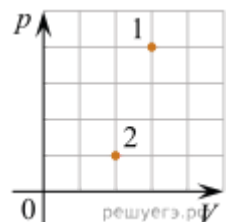


24. На графиках приведены зависимости давления  $p$  и  $0,2$  молей идеального газа. газа в момент  $t = 30$  минут? с точностью до  $10 \text{ К}$ .

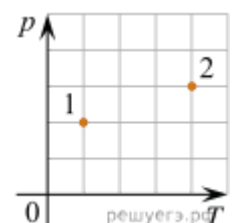
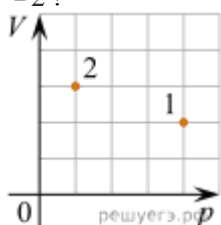


25. На графиках приведены зависимости давления  $p$  и объёма  $V$  от времени  $t$  для  $0,4$  молей идеального газа. Чему равна температура газа в момент  $t = 45$  минут? Ответ выразите в градусах Кельвина с точностью до  $10 \text{ К}$ .

26. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Чему равно отношение температур  $\frac{T_1}{T_2}$ ?



27. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Чему равно отношение температур  $\frac{T_2}{T_1}$ ?



28. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния 1 в состояние 2

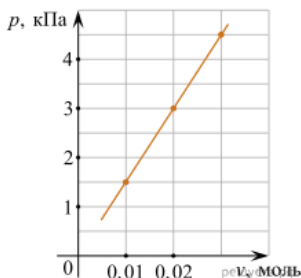
(см. рисунок). Чему равно отношение объёмов  $\frac{V_1}{V_2}$ ?

29. В сосуде находится некоторое количество идеального газа. Он переходит из состояния 1 в состояние 2

(см. рисунок). Чему равно отношение объёмов  $\frac{V_2}{V_1}$ ?

30. В закрытом сосуде объёмом 20 литров находится 5 моль кислорода. Температура газа равна 127 °С. Чему равно давление газа? Ответ выразите в килопаскалях.

31.



В сосуде постоянного объёма 16,62 л находится идеальный газ при неизменной температуре. Через маленькое отверстие в стенке сосуда газ очень медленно выпускают наружу. На графике показана зависимость давления  $p$  газа в сосуде от количества  $\nu$  газа в нём. Чему равна температура газа? Ответ выразите в К.

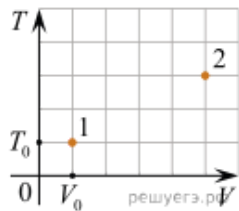
32. Газообразный кислород находится в сосуде объёмом 33,2 литра. Давление газа 150 кПа, его температура 127 °С. Определите массу газа в этом сосуде. Ответ выразите в граммах и округлите до целого числа.

33. В сосуде объёмом 2 л находится 20 г идеального газа при давлении 2 атм и температуре 300 К. Во втором сосуде объёмом 3 л находится 30 г того же газа при температуре 450 К. Чему равно давление газа (в атм) во втором сосуде?

34. Найдите, сколько молекул идеального газа в среднем содержится в объёме 100 кубических нанометров, если давление газа равно  $2 \cdot 10^5$  Па, а его температура 7 °С. Ответ округлите до целого числа.

35. В закрытом сосуде с жёсткими стенками содержится идеальный газ при температуре 27 °С. Температуру газа повысили до 147 °С. Во сколько раз изменилось давление этого газа? Ответ округлите до десятых долей.

36. При температуре  $T_0$  и давлении 40 кПа 2 моль идеального газа занимают объём  $V_0$ . Каково давление 1 моль этого газа в объёме  $V_0$  при температуре  $2T_0$ ? Ответ выразите в килопаскалях.



37. На графике изображена диаграмма «температура — объём» ( $TV$ -диаграмма). Неизменное количество идеального газа переводят из состояния 1 в состояние 2 (см. рисунок). Определите, во сколько раз давление газа в состоянии 2 отличается от давления газа в состоянии 1.

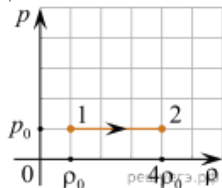
38. В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 3 моль. Во сколько раз уменьшится давление газа в сосуде, если выпустить из него 1 моль газа, а абсолютную температуру газа уменьшить в 2 раза?

39. В резиновой оболочке содержится идеальный газ, занимающий объём 16,62 л при температуре 400 К и давлении 200 кПа. Из оболочки выпустили некоторое количество газа и охладили её содержимое. В результате занимаемый газом объём уменьшился в 4 раза, давление выросло на 50%, а абсолютная температура упала до 250 К. На сколько уменьшилось количество газа в молях внутри оболочки?

40. Температура воздуха в замкнутом сосуде равна 273 К. До какой температуры нужно нагреть воздух в сосуде при постоянном объёме, чтобы его давление утроилось?

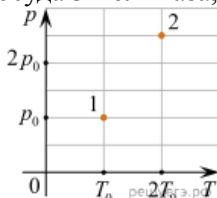
41. В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Во сколько раз нужно увеличить количество газа в сосуде, чтобы после уменьшения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление стало вдвое больше начального?

42. В сосуде неизменного объёма находится идеальный газ. Во сколько раз нужно уменьшить количество вещества газа в сосуде, чтобы после увеличения абсолютной температуры газа в 2 раза его давление стало вдвое меньше начального?



43. Идеальный газ находится в сосуде при температуре 800 К и давлении  $p_0 = 10^5$  Па. На графике зависимости давления  $p$  газа от его плотности  $\rho$  изображён процесс перехода этого газа из состояния 1 в состояние 2. Определите температуру газа в состоянии 2. Ответ дайте в кельвинах.

44. В сосуде неизменного объёма находится разреженный газ в количестве 4 моль. Во сколько раз нужно увеличить абсолютную температуру газа, чтобы после удаления из сосуда 3 моль газа, давление осталось неизменным?



45. В двух сосудах находится один и тот же идеальный одноатомный газ. На  $pT$ -диаграмме точками 1 и 2 обозначены состояния газа в первом и во втором сосудах. Чему равно отношение плотности газа во втором сосуде к плотности газа в первом сосуде?

46. Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится криптон, в другой — аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул криптона к концентрации молекул аргона.

47. В закрытом баллоне находится воздух при температуре 300 К и давлении 100 кПа. Баллон нагрели до 450 К. Определите давление воздуха в баллоне в результате нагревания. *Запишите ответ в кПа.*