

2.1.1. Модели строения газов, жидкостей и твердых тел

**С30.1.** На поверхность воды капают раствор подсолнечного масла в бензине. Сначала на поверхности воды образуется круглое радужное пятно, затем бензин испаряется, пятно исчезает. Посыпание поверхности воды тальком через тонкое ситечко позволяет обнаружить границы невидимого до того масляного пятна диаметром  $20\text{ см}$ . Оцените по этим данным размер молекул масла, если концентрация масла в бензине  $0,1\%$  (по объему), а объем капли бензина  $0,05\text{ мл}$ . Плотности бензина и масла примерно равны.

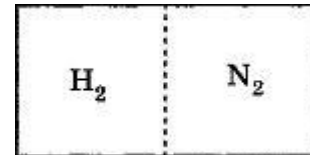
2.1.2. Тепловое движение атомов и молекул вещества

2.1.3. Взаимодействие частиц вещества

2.1.4. Диффузия. Броуновское движение

2.1.5. Модель идеального газа в МКТ: частицы газа движутся хаотически и не взаимодействуют друг с другом

**В28-1.** Герметично закрытый сосуд с жесткими стенками разделен на две равные части пористой перегородкой. Сквозь перегородку могут проходить молекулы водорода, а молекулы азота проходить не могут. В начале опыта в левой части сосуда находился водород, а в правой — азот (см. рисунок); температура и давление этих газов были одинаковы. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как с течением времени будет изменяться давление в левой и правой частях сосуда. Считайте, что газы идеальные, температура не меняется.



2.1.6. Связь между давлением и средней кинетической энергией поступательного теплового движения молекул идеального газа (основное уравнение МКТ)

2.1.7. Абсолютная температура

2.1.8. Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц

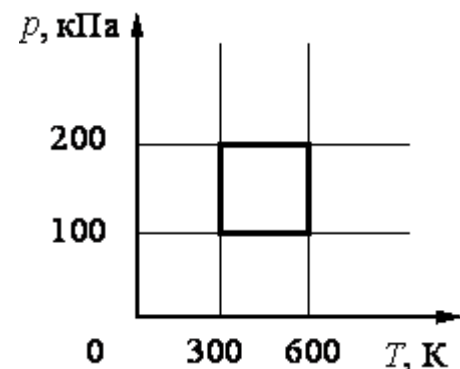
2.1.9. Уравнение  $p = nkT$

**С30.1.** Какова средняя квадратичная скорость  $v$  хаотического движения молекул разреженного идеального газа, имеющего плотность  $1,2\text{ кг/м}^3$  при давлении  $1 \cdot 10^5\text{ Па}$ ?

2.1.10. Модель идеального газа в термодинамике. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Выражение для внутренней энергии

**В25. 1.** 7077AA A23 С идеальным газом происходит циклический процесс,  $pT$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Наименьший объём, который занимает газ в этом процессе, составляет  $6\text{ л}$ . Определите количество вещества этого газа.

- 1)  $0,12\text{ моль}$  2)  $0,36\text{ моль}$  3)  $0,48\text{ моль}$  4)  $0,56\text{ моль}$



**В25. 2.** АВ4679 В баллоне находятся 20 кг азота при температуре 300 К и давлении  $10^5$  Па. Каков объем баллона? Ответ округлите до целых.

**В25. 3.** 82С6Е0 В баллоне объемом  $16,6 \text{ м}^3$  находятся 20 кг азота при температуре 300 К. Каково давление этого газа? Ответ выразите в килопаскалях и округлите до целых.

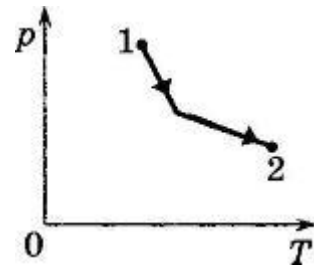
**В25. 4.** 21DCBD При температуре  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  и давлении  $10^5$  Па плотность газа равна  $2,5 \text{ кг/м}^3$ . Какова молярная масса газа? Ответ выразите в г/моль и округлите до целых.

**В25. 5.** С063С0 В баллоне объемом  $1,66 \text{ м}^3$  находится 2 кг газа при давлении  $10^5$  Па и температуре  $47 \text{ }^\circ\text{C}$ . Какова молярная масса газа? Ответ выразите в г/моль.

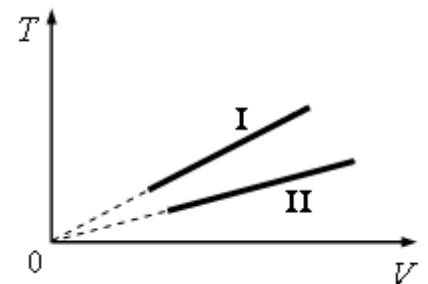
**В25. 6.** 9986AA Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокиси углерода с молярной массой  $M_B = 44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$ , имеет температуру (у поверхности) около 700 К и давление 90 земных атмосфер. Для атмосферы Земли температура у поверхности близка к 300 К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Ответ округлите до целых.

**В28-2.** Каким образом установка батарей отопления под окном помогает выравниванию температур в комнате в зимнее время? Ответ поясните, используя физические закономерности.

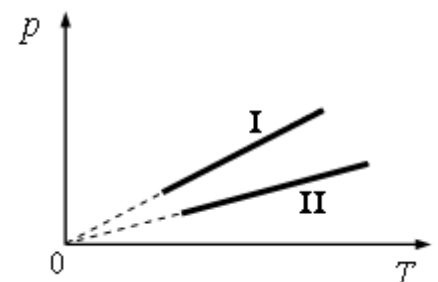
**В28-3.** На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния фиксированного количества вещества идеального одноатомного газа. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется объем газа по мере его перехода из состояния I в состояние 2.



**В28-4.** 148A9F На рисунке изображены графики двух процессов, проведенных с идеальным газом при одном и том же давлении. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изобара I лежит выше изобары II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



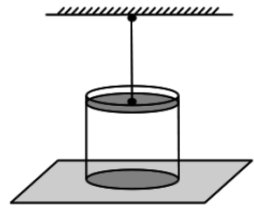
**В28-5.** 1A51B6 Две порции одного и того же идеального газа нагреваются в сосудах одинакового объема. Графики процессов представлены на рисунке. Почему изохора I лежит выше изохоры II? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности Вы использовали для объяснения.



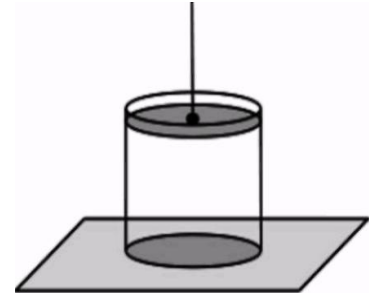
**С30.2.** Два сосуда, содержащие один и тот же газ, соединены трубкой с краном. Объемы сосудов равны  $V_1 = 1 \text{ л}$  и  $V_2 = 2 \text{ л}$ , а давления в них –  $p_1 = 120 \text{ кПа}$  и  $p_2 = 150 \text{ кПа}$ . Каким будет

давление газа после открытия крана соединительной трубки? Считать, что температура газа постоянна.

**С30.3.** Разогретый сосуд прикрыли поршнем, который с помощью вертикальной нерастяжимой нити соединили с потолком. На сколько процентов от начальной понизится температура воздуха в сосуде к моменту, когда сосуд оторвется от поверхности, на которой он расположен? Масса сосуда  $5 \text{ кг}$ . Поршень может скользить по стенкам сосуда без трения. Площадь дна сосуда  $125 \text{ см}^2$ . Атмосферное давление  $10^5 \text{ Па}$ . Тепловым расширением сосуда и поршня пренебречь.

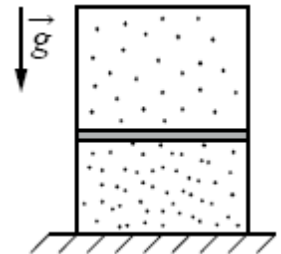


**С30.4.** Разогретый сосуд прикрыли поршнем, который с помощью вертикальной нерастяжимой нити соединили с потолком. На сколько процентов от начальной понизится температура воздуха в сосуде к моменту, когда сосуд оторвется от поверхности, на которой он расположен? Масса сосуда  $5 \text{ кг}$ . Поршень может скользить по стенкам сосуда без трения. Площадь дна сосуда  $125 \text{ см}^2$ . Атмосферное давление  $10^5 \text{ Па}$ . Тепловым расширением сосуда и поршня пренебречь.

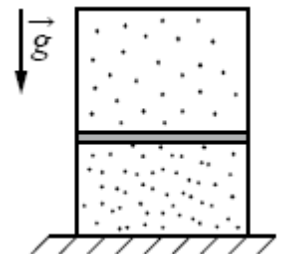


**С30.5.** 5F6B76 Горизонтально расположенный теплоизолированный цилиндр разделён подвижным теплопроводящим поршнем на две части. В одной части цилиндра находится гелий, а в другой – аргон. В начальный момент температура гелия равна  $300 \text{ К}$ , а аргона –  $900 \text{ К}$ , объёмы, занимаемые газами, одинаковы, а поршень находится в равновесии. Во сколько раз изменится объём, занимаемый гелием, после установления теплового равновесия, если поршень перемещается без трения? Теплоёмкостью цилиндра и поршня пренебречь.

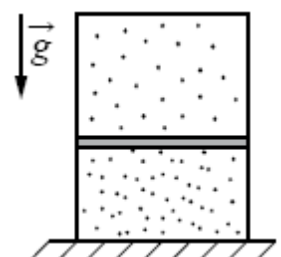
**С30.6.** Вертикальный замкнутый цилиндрический сосуд высотой  $50 \text{ см}$  разделен подвижным поршнем весом  $110 \text{ Н}$  на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре  $361 \text{ К}$ . Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте  $20 \text{ см}$  от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



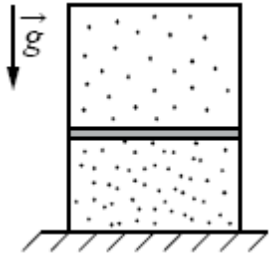
**С30.7.** Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой  $50 \text{ см}$  разделен подвижным поршнем весом  $110 \text{ Н}$  на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество водорода при температуре  $361 \text{ К}$ . Какая масса газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте  $20 \text{ см}$  от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.



**С30.8.** (P-2014) Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой  $50 \text{ см}$  разделён подвижным поршнем весом  $110 \text{ Н}$  на две части, в каждой из которых содержится по  $0,022 \text{ моль}$  идеального газа. При какой температуре (в  $\text{К}$ ) поршень будет находиться на высоте  $20 \text{ см}$  от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь

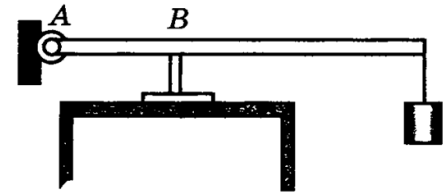


**С30.9.** (Р-2014) Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделён подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится по 44 мг идеального газа при температуре 360 К. Определите молярную массу газа, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда. Толщиной поршня пренебречь.

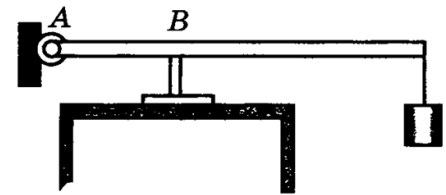


**С30.10.** 95А513 Вертикально расположенный замкнутый цилиндрический сосуд высотой 50 см разделен подвижным поршнем весом 110 Н на две части, в каждой из которых содержится одинаковое количество идеального газа при температуре 361 К. Сколько молей газа находится в каждой части цилиндра, если поршень находится на высоте 20 см от дна сосуда? Толщиной поршня пренебречь.

**С30.11.** В цилиндр объемом  $0,5 \text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002 \text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке  $A$  (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой  $2 \text{ кг}$ . Клапан открывается через  $580 \text{ с}$  работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , расстояние  $AB$  равно  $0,1 \text{ м}$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300 \text{ К}$ . Определите длину стержня, если его можно считать невесомым.



**С30.12.** В цилиндр объемом  $0,5 \text{ м}^3$  насосом закачивается воздух со скоростью  $0,002 \text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке  $A$  (см. рисунок). К свободному концу стержня длиной  $0,5 \text{ м}$  подвешен груз массой  $2 \text{ кг}$ . Клапан открывается через  $580 \text{ с}$  работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ . Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300 \text{ К}$ . Определите расстояние  $AB$ , если стержень можно считать невесомым.



**С30.13.** В цилиндр закачивается воздух со скоростью  $0,002 \text{ кг/с}$ . В верхнем торце цилиндра есть отверстие площадью  $5 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ , закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии невесомым стержнем длиной  $0,5 \text{ м}$ , который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке  $A$  (см.

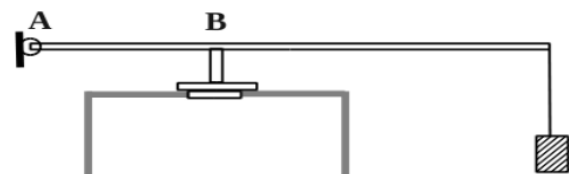


рисунок). Расстояние  $AB$  равно  $0,1$  м. К свободному концу стержня подвешен груз массой  $2$  кг. Клапан открывается через  $580$  с работы насоса, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна  $300$  К. Определите объём цилиндра.

**2.1.11. Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов**

**2.1.12. Изопродессы в разреженном газе с постоянным числом частиц  $N$  (с постоянным количеством вещества  $\nu$ ). Графическое представление изопродессов на  $pV$ -,  $pT$ - и  $VT$ -диаграммах**

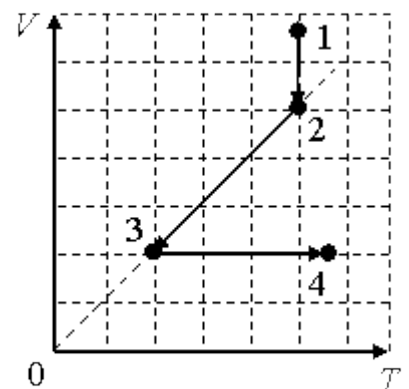
**В25. 7.** 4E85BE С идеальным газом происходит изобарный процесс, в котором для увеличения объёма газа на  $150$  дм<sup>3</sup> его температуру увеличивают в 2 раза. Масса газа постоянна. Каким был первоначальный объём газа? Ответ выразите в дм<sup>3</sup>.

**В25. 8.** 9B0433 С идеальным газом происходит изотермический процесс, в котором в результате уменьшения объёма газа на  $150$  дм<sup>3</sup> давление газа возросло в 2 раза. Каким был первоначальный объём газа (в дм<sup>3</sup>)?

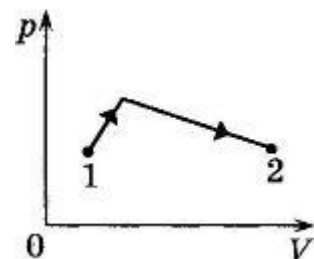
**В25. 9.** 5CB482 Идеальный газ изотермически сжали из состояния с объёмом 6 л так, что давление газа изменилось в  $n = 3$  раза. На сколько уменьшился объём газа в этом процессе? Ответ выразите в литрах.

**В25. 10.** 62FC7A Идеальный газ изохорно нагревают так, что его температура изменяется на  $\Delta T = 240$  К, а давление – в 1,8 раза. Масса газа постоянна. Найдите начальную температуру газа по шкале Кельвина.

**В28-6.** F1E020 На  $VT$ -диаграмме показано, как изменялись объём и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния  $1$  в состояние  $4$ . Как изменялось давление газа  $p$  на каждом из трёх участков  $1-2$ ,  $2-3$ ,  $3-4$ : увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



**В28-7.** На диаграмме (см. рисунок) показан процесс изменения состояния некоторого фиксированного количества идеального одноатомного газа. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как меняется температура газа по мере его перехода из состояния  $1$  в состояние  $2$ .



**В28-8.** 003B51 Три одинаковых сосуда, содержащих разреженный газ, соединены друг с другом трубками малого диаметра: первый сосуд – со вторым, второй – с третьим.



Первоначально давление газа в сосудах было равно соответственно  $p$ ,  $3p$  и  $p$ . В ходе опыта сначала открыли и закрыли кран, соединяющий второй и третий сосуды, а затем открыли и закрыли кран, соединяющий первый сосуд со вторым. Как изменилось в итоге (уменьшилось, увеличилось или осталось неизменным) количество газа в первом сосуде? (Температура газа оставалась в течение всего опыта неизменной.)

**С30.14.** Смесь одинаковых масс гелия, водорода и азота помещена в сосуд и нагрета до температуры  $350\text{ К}$ . Плотность смеси оказалась равной  $50\text{ г/м}^3$ . Чему равно давление в сосуде?

**С30.15.** При электролизе воды образуется кислород  $O_2$  и водород  $H_2$ . Газы отводят в сосуд объёмом  $100\text{ л}$ , поддерживая в нём температуру  $300\text{ К}$ . Чему равна масса воды, которая разложилась в результате электролиза, чтобы суммарное давление в сосуде достигло  $0,1\text{ атм}$ ? Считать, что ничего не взрывается.

**С30.16.** В горизонтальной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной  $15\text{ см}$ , который отделяет воздух в трубке от атмосферного воздуха. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на  $60\text{ К}$ . При этом объём, занимаемый воздухом, не изменился. Давление атмосферного воздуха в лаборатории -  $750\text{ мм.рт.ст.}$  Какова температура воздуха в лаборатории?

**С30.17.** В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной  $15\text{ см}$ , который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз. На сколько градусов следует нагреть воздух в трубке, чтобы объём, занимаемый воздухом, стал прежним? Температура воздуха в лаборатории  $300\text{ К}$ , а атмосферное давление составляет  $750\text{ мм.рт.ст.}$

**С30.18.** 8A15A6 В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной  $15\text{ см}$ , который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на  $60\text{ К}$ . При этом объём, занимаемый воздухом, не изменился. Давление атмосферы в лаборатории –  $750\text{ мм рт.ст.}$  Какова температура воздуха в лаборатории?

**С30.19.** (2013-1) В горизонтально расположенной трубке постоянного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной  $d$ , который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на  $60\text{ К}$ . При этом объём, занимаемый воздухом, не изменился. Температура воздуха в лаборатории  $300\text{ К}$ , а атмосферное давление составляет  $750\text{ мм рт. ст.}$  Какова длина столбика ртути  $d$ ?

**С30.20.** (2013-2) В горизонтально расположенной трубке неизменного сечения, запаянной с одного конца, помещён столбик ртути длиной  $15\text{ см}$ , который отделяет воздух в трубке от атмосферы. Трубку расположили вертикально запаянным концом вниз и нагрели на  $60\text{ К}$ . При этом объём, занимаемый воздухом, не изменился по сравнению с первоначальным в горизонтальной трубке. Температура воздуха в лаборатории  $300\text{ К}$ . Каково атмосферное давление (мм рт. ст.)?

**С30.21.** Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу  $1\text{ кг}$ . Шар наполняют гелием при атмосферном давлении  $10^5\text{ Па}$ .

Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнет поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $\theta$  °С. (Площадь сферы  $S = 4\pi r^2$ , объем шара  $V = 4/3\pi r^3$ .)

**С30.22.** Сферическую оболочку воздушного шара делают из материала, квадратный метр которого имеет массу **2 кг**. Шар наполняют гелием при атмосферном давлении  **$10^5$  Па**. Определите минимальную массу оболочки, при которой шар начнет поднимать сам себя. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $\theta$  °С. (Площадь сферы  $S = 4\pi r^2$ , объем шара  $V = 4/3\pi r^3$ .)

**С30.23.** Сферическую оболочку воздушного шара наполняют гелием при атмосферном давлении  **$10^5$  Па**. Минимальная масса оболочки, при которой шар начинает поднимать сам себя, равна  **$m = 500$  кг**. Температура гелия и окружающего воздуха одинакова и равна  $\theta$  °С. Чему равна масса одного квадратного метра материала оболочки шара? (Площадь сферы  $S = 4\pi r^2$ , объем шара  $V = 4/3\pi r^3$ .)

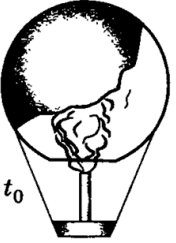
**С30.24.** Воздушный шар объемом  **$2500$  м<sup>3</sup>** и массой оболочки  **$400$  кг** имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы он взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой  **$200$  кг**? Температура окружающего воздуха  **$7$  °С**, его плотность —  **$1,2$  кг/м<sup>3</sup>**. Оболочку шара считать нерастяжимой.

**С30.25.** Воздушный шар объемом  **$2500$  м<sup>3</sup>** с массой оболочки  **$400$  кг** имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Температура окружающего воздуха  **$7$  °С**, его плотность  **$1,2$  кг/м<sup>3</sup>**. При какой минимальной разности температур воздуха внутри шара и снаружи шар взлетит вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой  **$200$  кг**? Оболочку шара считать нерастяжимой.

**С30.26.** **D5A7F6** Воздушный шар объемом  **$2500$  м<sup>3</sup>** с массой оболочки  **$400$  кг** имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. До какой минимальной температуры нужно нагреть воздух в шаре, чтобы шар взлетел вместе с грузом (корзиной и воздухоплавателем) массой  **$200$  кг**? Температура окружающего воздуха  **$7$  °С**, его плотность  **$1,2$  кг/м<sup>3</sup>**. Оболочку шара считать нерастяжимой.

**С30.27.** **1AC4F8** Воздушный шар объемом  **$2500$  м<sup>3</sup>** с массой оболочки  **$400$  кг** имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Какова максимальная масса груза, который может поднять шар, если воздух в нем нагреть до температуры  **$77$  °С**? Температура окружающего воздуха  **$7$  °С**, его плотность  **$1,2$  кг/м<sup>3</sup>**. Оболочку шара считать нерастяжимой.

**С30.28.** **40B808** Воздушный шар объемом  **$2500$  м<sup>3</sup>** имеет внизу отверстие, через которое воздух в шаре нагревается горелкой. Если температура окружающего воздуха  **$7$  °С**, а его плотность  **$1,2$  кг/м<sup>3</sup>**, то при нагревании воздуха в шаре до температуры  **$77$  °С** шар поднимает груз с максимальной массой  **$200$  кг**. Какова масса оболочки шара? Оболочку шара считать нерастяжимой.



**С30.29.** Воздушный шар, оболочка которого имеет массу  $M = 145 \text{ кг}$  и объем  $V = 230 \text{ м}^3$ , наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ . Какую минимальную температуру  $t$  должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие.

**С30.30.** Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой  $400 \text{ кг}$  и наполнен гелием. Какова масса гелия в шаре, если на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5 \text{ Па}$ , шар может удерживать в воздухе груз массой  $225 \text{ кг}$ ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

**С30.31.** Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой  $400 \text{ кг}$  и содержит  $100 \text{ кг}$  гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5 \text{ Па}$ ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

**С30.32.** 08705F Воздушный шар имеет газонепроницаемую оболочку массой  $400 \text{ кг}$  и содержит  $100 \text{ кг}$  гелия. Какой груз он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5 \text{ Па}$ ? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

**С30.33.** 9B9EDD Газонепроницаемая оболочка воздушного шара имеет массу  $400 \text{ кг}$ . Шар заполнен гелием. Он может удерживать груз массой  $225 \text{ кг}$  в воздухе на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5 \text{ Па}$ . Какова масса гелия в оболочке шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара, объем груза пренебрежимо мал по сравнению с объемом шара.

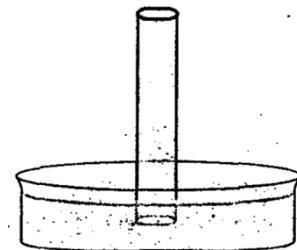
**С30.34.** Воздушный шар с газонепроницаемой оболочкой массой  $400 \text{ кг}$  заполнен гелием. Он может удерживать в воздухе на высоте, где температура воздуха  $17^\circ\text{C}$ , а давление  $10^5 \text{ Па}$ , груз массой  $225 \text{ кг}$ . Какова масса гелия в оболочке шара? Считать, что оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара.

**С30.35.** В водонепроницаемый мешок, лежащий на дне моря на глубине  $73,1 \text{ м}$ , закачивается сверху воздух. Вода вытесняется из мешка через нижнее отверстие, и когда объем воздуха в мешке достигает  $28,0 \text{ м}^3$  мешок всплывает вместе с прикрепленным к нему грузом. Масса оболочки мешка  $2710 \text{ кг}$ . Определите массу груза. Температура воды равна  $7^\circ\text{C}$ , атмосферное давление на уровне моря равно  $10^5 \text{ Па}$ . Объемом груза и стенок мешка пренебречь.

**2.1.13. Насыщенные и ненасыщенные пары. Качественная зависимость плотности и давления насыщенного пара от температуры, их независимость от объема насыщенного пара**



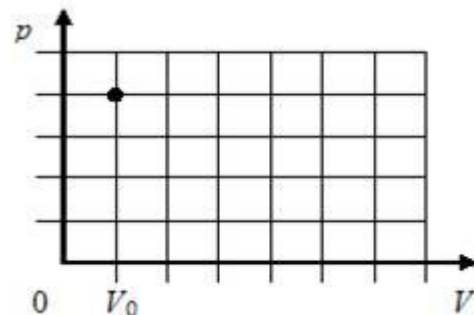
**В28-9.** Широкую стеклянную трубку длиной около полуметра, запаянную с одного конца, целиком заполнили водой и установили вертикально открытым концом вниз, погрузив низ трубки на несколько сантиметров в тазик с водой (см. рисунок). При комнатной температуре трубка остается целиком заполненной водой. Воду в тазике медленно нагревают. Где установится уровень воды в трубке, когда вода в тазике начнет закипать? Ответ поясните, используя физические закономерности.



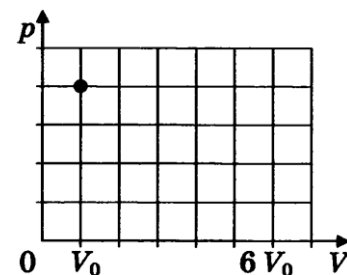
**В28-10.** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

**В28-11.** С32А09 В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают вдвигать в сосуд. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

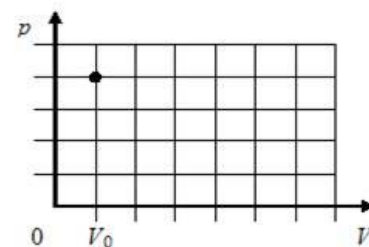
**В28-12.** В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.



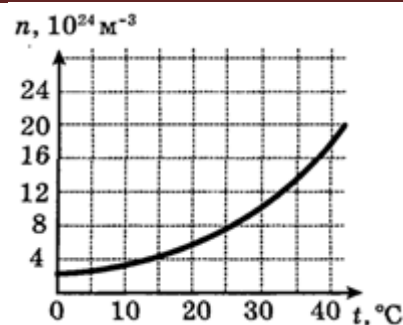
**В28-13.** В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ . Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $6V_0$ . Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



**В28-14.** В цилиндре под поршнем при комнатной температуре  $t_0$  долгое время находится только вода и её пар. Масса жидкости в два раза больше массы пара. Первоначальное состояние системы показано точкой на  $pV$ -диаграмме. Медленно перемещая поршень, объём  $V$  под поршнем изотермически увеличивают от  $V_0$  до  $6V_0$ . Постройте график зависимости давления  $p$  в цилиндре от объёма  $V$  на отрезке от  $V_0$  до  $6V_0$ . Укажите, какими закономерностями Вы при этом воспользовались.



**С30.36.** На рисунке приведен график зависимости концентрации молекул в насыщенном водяном паре от температуры. Каково изменение внутренней энергии  $2 \text{ м}^3$  насыщенного пара при изменении его температуры от  $0$  до  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ ?



**2.1.14. Влажность воздуха. Относительная влажность**

**В25. 11.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $29 \text{ }^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                             |     |     |      |      |      |       |      |      |
|-----------------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, \text{ }^\circ\text{C}$ | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{ гПа}$            | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{ г/м}^3$       | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

|                             |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, \text{ }^\circ\text{C}$ | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{ гПа}$            | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{ г/м}^3$       | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В25. 12.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $29 \text{ }^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $27 \text{ }^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                             |     |     |      |      |      |       |      |      |
|-----------------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, \text{ }^\circ\text{C}$ | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{ гПа}$            | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{ г/м}^3$       | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

|                             |      |      |      |      |      |      |      |       |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, \text{ }^\circ\text{C}$ | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{ гПа}$            | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{ г/м}^3$       | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В25. 13.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $29 \text{ }^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |      |      |      |      |      |       |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7    | 9    | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16    |
| $p, \text{гПа}$      | 10   | 11   | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18    |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7  | 8,8  | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6  |
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29    | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40    | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7  | 51,2 | 130,5 |

**В25. 14.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $25^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до  $14^\circ\text{C}$ . Какова относительная влажность воздуха? Почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры? Для решения задачи воспользуйтесь таблицей.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |      |      |      |      |      |       |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7    | 9    | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16    |
| $p, \text{гПа}$      | 10   | 11   | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18    |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7  | 8,8  | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6  |
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29    | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40    | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7  | 51,2 | 130,5 |

**В25. 15.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $25^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $14^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Изменится ли относительная влажность при повышении температуры воздуха в комнате, если конденсация паров воды из воздуха будет начинаться при той же температуре стакана  $14^\circ\text{C}$ ?

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |      |      |      |      |      |       |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7    | 9    | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16    |
| $p, \text{гПа}$      | 10   | 11   | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18    |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7  | 8,8  | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6  |
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29    | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40    | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7  | 51,2 | 130,5 |

**В25. 16.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $23^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $12^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды в воздухе может начинаться при различных значениях температуры.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |     |     |      |      |      |       |      |      |
|----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{гПа}$      | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

|                      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В25. 17.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $19^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $9^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. Поясните, почему конденсация паров воды из воздуха может начинаться при различных значениях температуры воздуха.

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |     |     |      |      |      |       |      |      |
|----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{гПа}$      | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

|                      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В25. 18.** В эксперименте установлено, что при: температуре воздуха в комнате  $21^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $7^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При понижении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана  $7^\circ\text{C}$ . Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |     |     |      |      |      |       |      |      |
|----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{гПа}$      | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

|                      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В25. 19.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в комнате  $29^\circ\text{C}$  на стенке стакана с холодной водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если понизить температуру стакана до  $7^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите абсолютную и относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. **При** повышении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана  $7^\circ\text{C}$ . Изменилась ли относительная влажность воздуха?

**Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре**

|                      |     |     |      |      |      |       |      |      |
|----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{гПа}$      | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

|                      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В25. 20.** В эксперименте установлено, что при температуре воздуха в бане  $60^\circ\text{C}$  на стенке стакана с водой начинается конденсация паров воды из воздуха, если снизить температуру стакана до  $29^\circ\text{C}$ . По результатам этих экспериментов определите относительную влажность воздуха. Для решения задачи воспользуйтесь таблицей. При повышении температуры воздуха в комнате конденсация паров воды из воздуха начинается при той же температуре стакана  $29^\circ\text{C}$ . Изменилась ли относительная влажность воздуха?

Давление и плотность насыщенного водяного пара при различной температуре

|                      |     |     |      |      |      |       |      |      |
|----------------------|-----|-----|------|------|------|-------|------|------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 7   | 9   | 11   | 12   | 13   | 14    | 15   | 16   |
| $p, \text{гПа}$      | 10  | 11  | 13   | 14   | 15   | 16    | 17   | 18   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 7,7 | 8,8 | 10,0 | 10,7 | 11,4 | 12,11 | 12,8 | 13,6 |

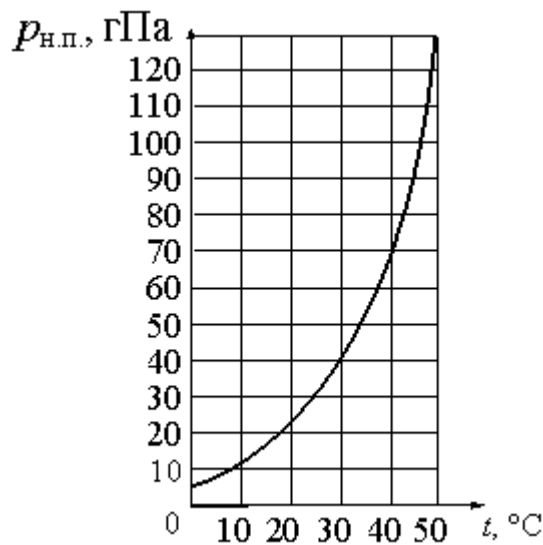
|                      |      |      |      |      |      |      |      |       |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| $t, ^\circ\text{C}$  | 19   | 21   | 23   | 25   | 27   | 29   | 40   | 60    |
| $p, \text{гПа}$      | 22   | 25   | 28   | 32   | 36   | 40   | 74   | 200   |
| $\rho, \text{г/м}^3$ | 16,3 | 18,4 | 20,6 | 23,0 | 25,8 | 28,7 | 51,2 | 130,5 |

**В28-15.** 97В0СВ В опыте, иллюстрирующем зависимость температуры кипения от давления воздуха (рис. а), кипение воды под колоколом воздушного насоса происходит уже при комнатной температуре, если давление достаточно мало.

Используя график зависимости давления *насыщенного пара* от температуры (рис. б), укажите, какое давление воздуха нужно создать под колоколом насоса, чтобы вода закипела при  $40^\circ\text{C}$ . Ответ поясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.



(а)



(б)

**В28-16.** В сосуде под поршнем находится воздух при влажности  $100\%$  и немного воды. Поршень медленно поднимают, увеличивая занимаемый воздухом объем и поддерживая его



температуру постоянной. Опираясь на свои знания по молекулярной физике, объясните, как с течением времени будет изменяться влажность воздуха в сосуде.

**С30.37.** Относительная влажность воздуха при  $t = 36\text{ }^\circ\text{C}$  составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре  $p_n = 5945\text{ Па}$ . Какая масса пара содержится в  $1\text{ м}^3$  этого воздуха?

**С30.38.** 21А630 Относительная влажность воздуха при  $t = 36\text{ }^\circ\text{C}$  составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре  $p_n = 5945\text{ Па}$ . Какая масса пара содержится в  $1\text{ м}^3$  этого воздуха?

**С30.39.** Относительная влажность воздуха при  $t = 36\text{ }^\circ\text{C}$  составляет 80%. Давление насыщенного пара при этой температуре  $p_n = 5945\text{ Па}$ . Какая масса пара содержится в  $1\text{ м}^3$  этого воздуха?

**С30.40.** На рисунке приведен универсальный прибор для измерения параметров атмосферы. Воспользуйтесь приведенной ниже таблицей зависимости давления насыщенного пара воды от температуры и определите содержание паров в кубическом метре воздуха.

**Давление насыщенного водяного пара при различных значениях температуры**

| $t\text{ }^\circ\text{C}$ | $p_n, \text{ кПа}$ | $t\text{ }^\circ\text{C}$ | $p_n, \text{ кПа}$ |
|---------------------------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 6                         | 0,933              | 17                        | 1,933              |
| 7                         | 1,000              | 18                        | 2,066              |
| 8                         | 1,006              | 19                        | 2,199              |
| 9                         | 1,146              | 20                        | 2,333              |
| 10                        | 1,226              | 21                        | 2,493              |
| 11                        | 1,306              | 22                        | 2,639              |
| 12                        | 1,399              | 23                        | 2,813              |
| 13                        | 1,492              | 24                        | 2,986              |
| 14                        | 1,599              | 25                        | 3,173              |
| 15                        | 1,706              | 50                        | 12,6               |
| 16                        | 1,813              | 90                        | 70,1               |

Ответ: 10 г.

**2.1.15. Изменение агрегатных состояний вещества: испарение и конденсация, кипение жидкости**

**В28-17.** В герметичную банку, сделанную из очень тонкой жести и снабженную сверху закручивающейся крышкой, налили немного воды (заполнив малую часть банки) при комнатной температуре и поставили на газовую плиту, на огонь, не закрывая крышку. Через некоторое время, когда почти вся вода выкипела, банку сняли с огня, сразу лее плотно закрутили крышку и облили банку холодной водой. Опишите физические явления, которые происходили на различных этапах этого опыта, а также предскажите и объясните его результат.

**2.1.16. Изменение агрегатных состояний вещества: плавление и кристаллизация**

**2.1.17. Преобразование энергии в фазовых переходах**

**В28-18.** Закрытая банка с небольшим количеством воды снабжена тонкой горизонтальной трубкой для выхода пара. Банка помещена на тележку, которая катается с малым трением по горизонтальным рельсам. Под неподвижной вначале тележкой стоит газовая горелка, которая может нагревать банку (см. рисунок). Опишите процессы превращения энергии, которые будут происходить в данной системе после зажигания горелки под банкой, а также причины и характер движения банки.

