

## Индивидуальное задание для ЗКК

**Задача 1.** Определите работу обратимого расширения  $m$  г вещества А от  $p_1$  Па до  $p_2$  Па при  $T_1$  К. Какой была бы работа процесса при нагревании данного количества газа при постоянном давлении ( $p_2$  Па) до  $T_2$  К? Какой была бы работа процесса, если бы газ нагревали до  $T_2$  К, но теплота при этом не выделялась (поглощалась)? При постоянном объеме? Назовите каждый из рассматриваемых процессов. Считать, что вещество А в данном случае подчиняется законам идеальных газов. Результаты оформите в виде таблицы.

**Таблица вариантов**

| № варианта | $m$ , г          | Вещество А           | $p_1$ , Па       | $p_2$ , Па       | $T_1$ , К | $T_2$ , К |
|------------|------------------|----------------------|------------------|------------------|-----------|-----------|
| 1          | $1 \cdot 10^2$   | O <sub>2</sub>       | $0.1 \cdot 10^5$ | $0.3 \cdot 10^5$ | 298       | 500       |
| 2          | $2 \cdot 10^2$   | N <sub>2</sub>       | $0.3 \cdot 10^5$ | $0.1 \cdot 10^5$ | 300       | 600       |
| 3          | $3 \cdot 10^2$   | Cl <sub>2</sub>      | $0.3 \cdot 10^5$ | $0.5 \cdot 10^5$ | 350       | 430       |
| 4          | $4 \cdot 10^2$   | Ar                   | $0.5 \cdot 10^5$ | $0.3 \cdot 10^5$ | 200       | 400       |
| 5          | $5 \cdot 10^2$   | H <sub>2</sub> O (г) | $0.2 \cdot 10^5$ | $0.8 \cdot 10^5$ | 273       | 500       |
| 6          | $6 \cdot 10^2$   | F <sub>2</sub>       | $0.8 \cdot 10^5$ | $0.2 \cdot 10^5$ | 520       | 620       |
| 7          | $7 \cdot 10^2$   | H <sub>2</sub>       | $0.7 \cdot 10^5$ | $0.9 \cdot 10^5$ | 600       | 750       |
| 8          | $8 \cdot 10^2$   | N <sub>2</sub>       | $0.4 \cdot 10^5$ | $0.6 \cdot 10^5$ | 240       | 600       |
| 9          | $9 \cdot 10^2$   | O <sub>2</sub>       | $0.2 \cdot 10^5$ | $0.1 \cdot 10^5$ | 310       | 480       |
| 10         | $1 \cdot 10^3$   | H <sub>2</sub> O (г) | $0.1 \cdot 10^5$ | $0.2 \cdot 10^5$ | 320       | 510       |
| 11         | $2 \cdot 10^3$   | F <sub>2</sub>       | $0.6 \cdot 10^5$ | $0.9 \cdot 10^5$ | 550       | 710       |
| 12         | $3 \cdot 10^3$   | Cl <sub>2</sub>      | $0.5 \cdot 10^5$ | $0.9 \cdot 10^5$ | 450       | 500       |
| 13         | $4 \cdot 10^3$   | Ar                   | $0.2 \cdot 10^5$ | $0.7 \cdot 10^5$ | 430       | 800       |
| 14         | $5 \cdot 10^3$   | He                   | $0.5 \cdot 10^5$ | $0.2 \cdot 10^5$ | 410       | 650       |
| 15         | $6 \cdot 10^3$   | F <sub>2</sub>       | $0.4 \cdot 10^5$ | $0.6 \cdot 10^5$ | 420       | 580       |
| 16         | $7 \cdot 10^3$   | Cl <sub>2</sub>      | $0.8 \cdot 10^5$ | $0.2 \cdot 10^5$ | 350       | 480       |
| 17         | $8 \cdot 10^3$   | Ar                   | $0.2 \cdot 10^5$ | $0.4 \cdot 10^5$ | 370       | 560       |
| 18         | $9 \cdot 10^3$   | H <sub>2</sub>       | $0.6 \cdot 10^5$ | $0.1 \cdot 10^5$ | 380       | 650       |
| 19         | $1,5 \cdot 10^2$ | He                   | $0.8 \cdot 10^5$ | $0.3 \cdot 10^5$ | 290       | 610       |
| 20         | $1,8 \cdot 10^2$ | O <sub>2</sub>       | $0.2 \cdot 10^5$ | $0.9 \cdot 10^5$ | 270       | 500       |

**Таблица результатов.**

| А при $T = \text{const.}$ , кДж | А при $p = \text{const.}$ , кДж | А при $Q = 0.$ , кДж | А при $V = \text{const.}$ , кДж |
|---------------------------------|---------------------------------|----------------------|---------------------------------|
|                                 |                                 |                      |                                 |

**Задача 2.** Вычислите тепловой эффект реакции А при 298 К при а) постоянном давлении при 298 и К при Т К; б). при постоянном объеме. Тепловые эффекты образования веществ при стандартных условиях возьмите из справочника (Краткий справочник физико-химических величин / под ред. Равделя А.А., Пономаревой А.М., стр 72, табл.44). Результаты оформите в виде таблицы.

| Номер варианта | Реакция А  | Т, К |
|----------------|--|------|
| <b>1</b>       | $2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(\text{ж})}$                                  | 400  |
| <b>2</b>       | $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{г})} + \text{H}_2 = \text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(\text{ж})}$ | 500  |

|           |   |      |
|-----------|---|------|
| <b>3</b>  | $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{тв})} = \text{NH}_3 + \text{HCl}$                           | 600  |
| <b>4</b>  | $2\text{N}_2 + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 3\text{O}_2$             | 700  |
| <b>5</b>  | $4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = 4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2$              | 800  |
| <b>6</b>  | $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$  | 900  |
| <b>7</b>  | $\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$   | 1000 |
| <b>8</b>  | $\text{Mg}(\text{OH})_2 = \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$                   | 400  |
| <b>9</b>  | $\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$  | 500  |
| <b>10</b> | $\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})}$                   | 600  |
| <b>11</b> | $\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = \text{SO}_2 + 2\text{H}_2$ | 700  |
| <b>12</b> | $\text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{CO}_2 = \text{SO}_2 + 2\text{CO}$                      | 800  |
| <b>13</b> | $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$  | 900  |
| <b>14</b> | $\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_2$                                      | 1000 |
| <b>15</b> | $\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$                 | 400  |
| <b>16</b> | $2\text{CO} + \text{SO}_2 = \text{S}_{(\text{ромб})} + 2\text{CO}_2$                      | 500  |
| <b>17</b> | $\text{CO} + \text{Cl}_2 = \text{CO}_2\text{Cl}_{2(\text{г})}$                            | 600  |
| <b>18</b> | $\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$                  | 700  |
| <b>19</b> | $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$              | 800  |
| <b>20</b> | $2\text{CO}_2 = 2\text{CO} + \text{O}_2$  | 900  |

**Задача 3.** На основании температур начала кристаллизации двухкомпонентной системы: 1) постройте диаграмму фазового состояния (диаграмму плавкости) системы А-В (данные возьмите из табл.1); 2). опишите полученную диаграмму (поля, линии, точки); 3). для заданной системы (точка с координатами X % В и температура  $T_1$  – точка Q) описать движение точки при охлаждении; 4). сколько грамм вещества А и В содержится в каждой из сосуществующих фаз при температуре  $T_2$ , если взяли m г исходной смеси, а состав смеси выражен в мольных долях; 5). сколько грамм вещества А и В содержится в каждой из сосуществующих фаз  $T_2$ , если состав системы выражен в массовых долях. Относительная молекулярная масса вещества А = С г/моль, а вещества В = D г/моль (данные приведены в табл.2).

Таблица 1

| Номер<br>варианта | Молярная<br>концентрация<br>А, % | Температура<br>начала<br>кристаллизации,<br>К | Молярная<br>концентрация<br>А, % | Температура<br>начала<br>кристаллизации,<br>К |
|-------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|---|
| <b>1</b>          | 0                                | 512   | 40                               | 460   |
|                   | 5                                | 507   | 45                               | 481   |
|                   | 10                               | 496   | 50                               | 497   |
|                   | 15                               | 479   | 52,5                             | 583   |
|                   | 20                               | 477   | 55                               | 658   |
|                   | 25                               | 481   | 70                               | 853   |
|                   | 30                               | 478   | 80                               | 952   |
|                   | 35                               | 473   | 100                              | 1050  |

|          |      |      |      |       |
|----------|------|------|------|-------|
| <b>2</b> | 0    | 769  | 45   | 693   |
|          | 10   | 748  | 50   | 703   |
|          | 20   | 713  | 55   | 733   |
|          | 25   | 701  | 65   | 811   |
|          | 30   | 710  | 75   | 893   |
|          | 33,5 | 713  | 90   | 1003  |
|          | 40   | 707  | 100  | 1048  |
| <b>3</b> | 0    | 923  | 40   | 747   |
|          | 8    | 895  | 50   | 769   |
|          | 15   | 865  | 60   | 731   |
|          | 25   | 815  | 65   | 705   |
|          | 34   | 745  | 66   | 701   |
|          | 36   | 722  | 75   | 705   |
|          | 38   | 735  | 85   | 925   |
|          |      |      | 100  | 1047  |
| <b>4</b> | 0    | 1133 | 50   | 788   |
|          | 9    | 1055 | 54,5 | 778   |
|          | 20   | 955  | 62   | 765   |
|          | 33   | 765  | 66,6 | 798   |
|          | 39,5 | 773  | 83,5 | 911   |
|          | 44,2 | 778  | 100  | 983   |
|          |      |      |      |       |
| <b>5</b> | 0    | 658  | 53   | 504   |
|          | 10   | 643  | 55   | 515   |
|          | 30   | 596  | 60   | 575   |
|          | 45   | 520  | 65   | 656   |
|          | 47   | 470  | 80   | 833   |
|          | 49   | 468  | 100  | 951   |
| <b>6</b> | 0    | 1147 | 50   | 1180  |
|          | 10   | 1124 | 60   | 1158  |
|          | 15   | 1089 | 70   | 1071  |
|          | 20   | 1059 | 80   | 877   |
|          | 25   | 1102 | 85   | 862   |
|          | 35   | 1155 | 95   | 875,8 |
|          | 40   | 1166 | 100  | 876,8 |
| <b>7</b> | 0    | 1147 | 55   | 930   |
|          | 10   | 1089 | 65   | 890   |
|          | 20   | 1004 | 70   | 827   |
|          | 30   | 906  | 75   | 853   |
|          | 40   | 964  | 80   | 879   |
|          | 45   | 975  | 90   | 960   |
|          | 50   | 978  | 100  | 999   |
| <b>8</b> | 0    | 1043 | 40   | 1027  |
|          | 5    | 1023 | 45   | 1015  |
|          | 10   | 978  | 55   | 961   |
|          | 18,5 | 911  | 67   | 873   |
|          | 20   | 828  | 70   | 899   |
|          | 25   | 980  | 90   | 1021  |
|          | 35   | 1022 | 100  | 1049  |
| <b>9</b> | 0    | 702  | 50   | 699   |
|          | 10   | 656  | 57,5 | 697   |

|           |      |      |      |     |
|-----------|------|------|------|-----|
|           | 20   | 604  | 67,5 | 673 |
|           | 28   | 572  | 80   | 754 |
|           | 30   | 589  | 85   | 777 |
|           | 36,5 | 645  | 95   | 823 |
|           | 47   | 694  | 100  | 841 |
| <b>10</b> | 0    | 1073 | 53   | 983 |
|           | 13,3 | 1052 | 61,6 | 753 |
|           | 22,2 | 1033 | 66,8 | 680 |
|           | 35,8 | 989  | 74,6 | 641 |
|           | 37,6 | 975  | 80,6 | 622 |
|           | 40   | 983  | 81,6 | 642 |
|           | 47   | 999  | 84,8 | 697 |
|           | 50,6 | 1003 | 100  | 859 |
| <b>11</b> | 0    | 702  | 35   | 525 |
|           | 10   | 658  | 37   | 506 |
|           | 22   | 598  | 45   | 533 |
|           | 26   | 535  | 52   | 553 |
|           | 29   | 549  | 62   | 560 |
|           | 33   | 563  | 100  | 585 |
| <b>12</b> | 0    | 708  | 50   | 767 |
|           | 5    | 698  | 66,6 | 796 |
|           | 15   | 682  | 75   | 658 |
|           | 28   | 635  | 90   | 950 |
|           | 33,3 | 685  | 100  | 991 |
| <b>13</b> | 0    | 991  | 35,5 | 754 |
|           | 17,5 | 868  | 36,2 | 759 |
|           | 22,7 | 800  | 37,5 | 784 |
|           | 23,7 | 764  | 43,8 | 816 |
|           | 25,9 | 746  | 50   | 823 |
|           | 28   | 736  | 58,1 | 809 |
|           | 29   | 732  | 65   | 783 |
|           | 30,4 | 743  | 68,3 | 821 |
|           | 33,1 | 749  | 78,7 | 898 |
|           |      |      | 100  | 984 |
| <b>14</b> | 0    | 999  | 45   | 793 |
|           | 15   | 879  | 50   | 799 |
|           | 22   | 813  | 55   | 797 |
|           | 27   | 749  | 65   | 755 |
|           | 30   | 741  | 68   | 733 |
|           | 32   | 733  | 70   | 743 |
|           | 35   | 713  | 80   | 803 |
|           | 40   | 767  | 100  | 923 |

Таблица 2.

| Номер<br>варианта | X, % | T <sub>1</sub> , К | T <sub>2</sub> , К | m, кг | C, г/моль | D, г/моль |
|-------------------|------|--------------------|--------------------|-------|-----------|-----------|
| <b>1</b>          | 60   | 900                | 600                | 1     | 10        | 20        |
| <b>2</b>          | 90   | 1100               | 950                | 2     | 20        | 30        |
| <b>3</b>          | 20   | 1000               | 760                | 3     | 30        | 40        |

|           |      |      |      |    |     |     |
|-----------|------|------|------|----|-----|-----|
| <b>4</b>  | 54,5 | 923  | 700  | 4  | 40  | 50  |
| <b>5</b>  | 30   | 723  | 550  | 5  | 50  | 60  |
| <b>6</b>  | 95   | 900  | 870  | 6  | 60  | 70  |
| <b>7</b>  | 15   | 1200 | 1000 | 7  | 70  | 80  |
| <b>8</b>  | 50   | 1050 | 900  | 8  | 80  | 90  |
| <b>9</b>  | 20   | 700  | 580  | 9  | 90  | 100 |
| <b>10</b> | 88   | 800  | 700  | 10 | 100 | 110 |
| <b>11</b> | 30   | 600  | 550  | 11 | 110 | 120 |
| <b>12</b> | 10   | 770  | 650  | 12 | 120 | 130 |
| <b>13</b> | 75   | 950  | 800  | 13 | 130 | 140 |
| <b>14</b> | 45   | 900  | 750  | 14 | 140 | 150 |