

Тестовый самоконтроль по теме «Термохимия. Закон Гесса»

- Функциями состояния системы являются:
 - энтропия
 - свободная энергия Гиббса
 - температура
 - энтальпия
 - внутренняя энергия.
- Параметрами состояния системы являются:
 - давление
 - энтропия
 - температура
 - энтальпия
 - объем.
- Какой из процессов протекает без теплообмена с окружающей средой?
 - изобарный
 - изохорный
 - изотермический
 - адиабатический
- Форма перехода энергии путем хаотического столкновения молекул двух соприкасающихся тел – это:
 - работа
 - теплота
- Какой из этих видов энергии не включает в себя внутренняя энергия термодинамической системы?
 - кинетическая энергия всех частиц (атомов, ионов, молекул), составляющих систему
 - кинетическая энергия системы как целого, связанная с движением системы
 - потенциальная энергия, отвечающая массе покоя всех частиц согласно уравнению Эйнштейна
 - потенциальная энергия межмолекулярных взаимодействий всех частиц
- В какой системе величина внутренней энергии будет наибольшей:
 - 1 моль жидкой воды
 - 1 моль льда при 0°C
 - 1 моль льда –120°C
 - 1 моль водяного пара при 180°C
 - 1 моль водяного пара при 120°C
- Укажите математические выражения первого закона (начала) термодинамики:
 - $\delta Q = dU + \delta A$
 - $dQ = \delta U + dA$
 - $\delta Q = dH + p dV$
 - $\delta Q = dH + \delta A$
 - $\delta Q = dU + p dV$
- Функция состояния энтальпия была введена для описания процессов:
 - изохорных
 - изобарных
 - изотермических
 - адиабатических
- Формула, связывающая внутреннюю энергию и энтальпию системы имеет вид:
 - $U = H + pV$,
 - $H = U - pV$,
 - $H = U + pV$,
 - $H = U + p\Delta V$.
- Соотнесите процесс и математическое выражение первого закона ТД для данного процесса:

| | |
|---------------------------|---------------------------------|
| а) изобарный процесс | 1) $\delta Q = dU + \delta A$ |
| б) изохорный процесс | 2) $\delta Q = dU$ |
| в) изотермический процесс | 3) $\delta A = -dU$ |
| г) адиабатический процесс | 4) $\delta Q = dH$ |
| | 5) $Q = RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ |
- Для расчета какой из следующих величин нужно знать теплоту и работу термодинамического процесса:
 - U
 - ΔU
 - H
 - ΔH
- Теплота какого из процессов с участием идеального газа равна работе этого процесса?
 - изобарного
 - изохорного
 - изотермического
 - адиабатического
- Работа какого из нижеуказанных процессов с участием идеального газа равна нулю?
 - изобарного
 - изохорного
 - изотермического
 - адиабатического
- Работа какого из процессов в идеальном газе совершается за счет уменьшения внутренней энергии?
 - изобарного
 - изохорного
 - изотермического
 - адиабатического
- Стандартная энтальпия (теплота) образования каких веществ равна нулю:
 - $N_{2(g)}$
 - $CO_{2(g)}$
 - $Br_{2(ж)}$
 - $S_{(ж)}$
- Теплоты образования CO_2 , $H_2O_{(ж)}$, $C_6H_{12}O_6_{(тв)}$ соответственно равны 393,5; 286,0; 1274 кДж/моль. Определите тепловой эффект фотосинтеза: $6CO_2 + 6H_2O_{(ж)} = C_6H_{12}O_6_{(тв)} + 6O_{2(g)}$:
 - $Q = -2904,10$ кДж;
 - $Q = -2803$ кДж;
 - $Q = -290,41$ кДж;
 - $Q = -280,3$ кДж;
 - $Q = +2904,10$ кДж.
- Стандартная энтальпия (теплота) сгорания каких веществ равна нулю:
 - $H_2O_{(ж)}$
 - $CO_{(г)}$
 - $HBr_{(г)}$
 - $SiO_{2(кр)}$
- Сколько теплоты выделится при сгорании теллура массой 1,92 г, если энтальпия образования оксида теллура (IV) составляет (-322 кДж/моль)?
 - 38,64 кДж;
 - 38,64 кДж;
 - 3,864 кДж;
 - 3,864 кДж;
- Стандартные энтальпии сгорания веществ в кислороде (кДж/моль) при температуре 298К равны:

| | | |
|----------------|-------------------|---------------|
| C_2H_4 | $C_{(тв,графит)}$ | $H_{2(г)}$ |
| -1411 кДж/моль | -393 кДж/моль | -286 кДж/моль |

- Вычислите стандартную энтальпию образования (кДж/моль) этилена C_2H_4 из простых веществ:
- 53;
 - 53;
 - 105;
 - 105.

Тестовый самоконтроль по теме «Тепловые эффекты химических реакций»

1. Тепловой эффект химической реакции зависит:

- а) от температуры
- б) начального и конечного состояния системы, т.е. от природы реагирующих веществ и продуктов реакции
- в) количества исходных веществ и продуктов реакции
- г) от агрегатного состояния исходных веществ и продуктов реакции
- д) от способа превращения исходных веществ в продукты реакции

2. Укажите *неправильные* утверждения:

- а) изохорный тепловой эффект реакции всегда равен ее изобарному тепловому эффекту;
- б) изохорный тепловой эффект реакции всегда больше её изобарного теплового эффекта;
- в) изохорный тепловой эффект реакции всегда меньше её изобарного теплового эффекта;
- г) разница между изохорным и изобарным тепловыми эффектами зависит от числа молей газообразных исходных веществ и продуктов реакции.

3. Укажите *верные* утверждения:

- а) если в реакции имеет место уменьшение объема, то $Q_p < Q_v$ ($\Delta H < \Delta U$);
- б) если в реакции имеет место увеличение объема, то $Q_p > Q_v$ ($\Delta H > \Delta U$);
- в) если число молей газообразных веществ не изменяется в процессе реакции, то $Q_v = Q_p$, т.е. $\Delta H = \Delta U$
- г) разность между изохорным и изобарным тепловыми эффектами составляет работа расширения: $Q_p - Q_v = p\Delta V = \Delta nRT$

4. Разность тепловых эффектов при постоянном давлении и при постоянном объеме при одной и той же температуре T для реакции $\text{SnO}_{2(\text{тв})} + 2\text{C}_{(\text{тв})} = \text{Sn}_{(\text{тв})} + 2\text{CO}_{(\text{г})}$ равна nRT, где R – универсальная газовая постоянная. Укажите число n:

- а) 2; б) 3; в) 4; г) 6.

5. Установите соответствие. Каждому элементу левого столбца выберите соответствующий элемент правого столбца.

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| а) $C = \delta Q/dT$ | 1) изобарная теплоемкость |
| б) $C = (\partial U/\partial T)_V$ | 2) истинная теплоемкость |
| в) $C = (\partial H/\partial T)_p$ | 3) средняя теплоемкость |
| г) $C = Q/\Delta T$ | 4) изохорная теплоемкость |

6. Выражения, справедливые для изохорной теплоемкости C_v одного моля идеального газа

- а) $\left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_p$ б) $\left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$ в) $\left(\frac{\partial A}{\partial T}\right)_V$ г) $C_p - R$ д) $\Delta U + A$

7. Средние изобарные теплоемкости веществ в интервале 300-700К равны:

| Вещество | $\text{SO}_{2(\text{г})}$ | $\text{SO}_{3(\text{г})}$ | $\text{O}_{2(\text{г})}$ |
|--|---------------------------|---------------------------|--------------------------|
| $C_p, \text{ Дж}/(\text{моль}\cdot\text{К})$ | 46 | 63 | 31 |

По приведенным табличным данным вычислите величину изменения стандартного теплового эффекта (Дж/моль) реакции $2\text{SO}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{SO}_{3(\text{г})}$, протекающей при температуре 700К, по сравнению со стандартным тепловым эффектом этой реакции при 300К. Теплоемкости реагентов и продуктов считайте постоянными.

- а) 1200 б) -1200 в) 800 г) 1530 д) -1530

8. Установите соответствие между математическим выражением и его описанием

- | | |
|------------------------------------|--|
| а) $(d\Delta U/dT)_v = \Delta C_v$ | 1) температурная зависимость изобарного теплового эффекта |
| б) $(d\Delta H/dT)_p = \Delta C_p$ | 2) температурная зависимость константы химического равновесия при $p = \text{const}$ |
| | 3) температурная зависимость изохорного теплового эффекта |
| | 4) дифференциальная форма уравнения Кирхгофа |
| | 5) интегральная форма уравнения Кирхгофа |

9. Термохимическое уравнение Кирхгофа может выражать зависимость:

- а) энтальпии вещества от температуры при постоянном давлении;
- б) теплоемкости вещества от температуры при постоянном давлении;
- в) энтальпии вещества от давления при постоянной температуре;
- г) изменения энтальпии процесса от температуры при постоянном давлении;
- д) изменения энтальпии процесса от давления при постоянной температуре

10. Уравнение Кирхгофа показывает, что:

- а) зависимость теплового эффекта реакции от температуры определяется изменением теплоемкости системы в результате протекания реакции;
- б) если теплоемкость продуктов реакции больше теплоемкости исходных веществ ($\Delta C_p > 0$), то повышение температуры делает реакцию более эндотермической (менее экзотермической).
- в) если теплоемкость продуктов реакции меньше теплоемкости исходных веществ ($\Delta C_p < 0$), то повышение температуры делает реакцию менее эндотермической (более экзотермической).

11. Для какой из нижеприведенных реакций записано следующее уравнение Кирхгофа

$$d\Delta H/dT = C_p(D) + 2C_p(E) - 2C_p(A) - 3C_p(B):$$

- а) $A + B \rightarrow D + E,$ б) $2A + 3B \rightarrow D + 2E,$
- в) $D + 2E \rightarrow 2A + 3B,$ г) $D + E_2 \rightarrow A_2 + 3B.$

Тестовый самоконтроль по теме «Энтропия. Термодинамические потенциалы»

- Энтропия характеризует:
 - а) ту часть энергии, которая превращается в работу
 - б) тепловой эффект химической реакции
 - в) кинетическую и потенциальную энергии системы в целом
 - г) меру неупорядоченности в системе
- Если в изолированной системе протекают самопроизвольные процессы, то энтропия системы:
 - а) сначала увеличивается, а затем уменьшается
 - б) не изменяется
 - в) увеличивается
 - г) уменьшается
- Ниже приведены формулировки второго начала термодинамики. Какое из них неверное?
 - а) энтропия идеального ионного кристалла при абсолютном нуле равна нулю;
 - б) состояние с максимальной энтропией является наиболее устойчивым состоянием для изолированной системы;
 - в) самопроизвольная передача тепла от более нагретого тела к менее нагретому телу возможна;
 - г) при протекании любого реального процесса невозможно обеспечить средства возвращения каждой из участвующих в нем систем в ее исходное состояние без изменений в окружающей среде.
- Какое из приведенных ниже утверждений правильно:
 - а) $\Delta S = S_{(кр)} - S_{(ж)} > 0$,
 - б) $\Delta S = S_{(г)} - S_{(кр)} < 0$,
 - в) $S_{(г)} < S_{(ж)}$,
 - г) $S_{(г)} - S_{(ж)} > 0$?
- Не производя вычислений, качественно определить, как будет изменяться энтропия при протекании реакции $2NO_{(г)} + O_2 \rightarrow 2NO_{2(г)}$:
 - а) увеличивается,
 - б) уменьшается,
 - в) не изменяется,
 - г) сохраняет максимальное значение.
- Определить стандартное изменение энтропии (Дж/моль·К) реакции $A_{(г)} \rightarrow 2B_{(тв)}$, если стандартные энтропии вещества $A_{(г)}$ и $B_{(тв)}$ соответственно равны 200,0 и 30,0 Дж/моль·К:
 - а) - 170
 - б) +170
 - в) +140
 - г) - 140
- Вычислите изменение энтропии гелия (одноатомный газ) при изобарном нагревании 2 моль этого газа от 300 до 600К. Газ считайте идеальным. Ответ выразите в Дж/К и округлите до ближайшего целого числа.
 - а) 18;
 - б) 18;
 - в) 27;
 - г) 29.
- Укажите соответствие между термодинамическими потенциалами и функциями каких переменных системы они являются?

| | |
|------------------------|----------|
| 1) энтропия | а) P и T |
| 2) энтальпия | б) U и V |
| 3) внутренняя энергия | в) P и S |
| 4) энергия Гиббса | г) V и T |
| 5) энергия Гельмгольца | д) V и S |
- Изменение какой величины служит критерием самопроизвольного протекания изобарно-изотермического процесса:
 - а) изменение энергии Гиббса,
 - б) энтропии,
 - в) энергии Гельмгольца,
 - г) энтальпии
 - д) изменение внутренней энергии?
- Критерием самопроизвольного протекания процесса в изолированной системе является:
 - а) $\Delta S < 0$
 - б) $\Delta A < 0$;
 - в) $\Delta U < 0$;
 - г) $\Delta H < 0$;
 - д) $\Delta S > 0$.
- Укажите уравнение Гельмгольца в частных производных:
 - а) $dF = (\partial U / \partial T)_V \cdot dT + (\partial F / \partial V)_T \cdot dV$
 - б) $dG = (\partial U / \partial T)_P \cdot dT + (\partial F / \partial V)_T \cdot dV$
 - в) $dF = (\partial F / \partial T)_V \cdot dT + (\partial F / \partial V)_T \cdot dV$
 - г) $(\partial \ln K_c / \partial T)_V = \Delta H / RT$
- Каким уравнением связана энергия Гиббса химической реакции с изменением энтропии этой реакции:
 - а) $\Delta G = T \Delta S - \Delta H$
 - б) $\Delta G = \Delta H + T \Delta S$
 - в) $\Delta G = \Delta U + T \Delta S$
 - г) $\Delta G = \Delta H - T \Delta S$?
- Если для реакции $2A \rightarrow B$ $\Delta H < 0$ и $\Delta S < 0$, то, в каком из случаев реакция может протекать самопроизвольно в прямом направлении:
 - а) $\Delta H < T \Delta S$,
 - б) $\Delta H > T \Delta S$,
 - в) $\Delta H = T \Delta S$,
 - г) $\Delta H > \Delta S$.
- Полный дифференциал энергии Гиббса (dG) индивидуального вещества имеет вид:
 - а) $TdS + VdP$
 - б) $VdP - SdT$
 - в) $TdS - PdV$
 - г) $-PdV - SdT$
- Частные производные энергии Гиббса:
 - а) $(\partial F / \partial T)_V = -S$
 - б) $(\partial G / \partial p)_T = V$
 - в) $(\partial F / \partial V)_T = -p$
 - г) $(\partial G / \partial T)_p = -S$
- Анализ частных производных энергии Гиббса по давлению и температуре

$\left(\frac{\partial G}{\partial p}\right)_T = V$ и $\left(\frac{\partial G}{\partial T}\right)_p = -S$ позволяет сделать вывод, что:

- а) при увеличении давления в системе энергия Гиббса увеличивается на V единиц, а при увеличении температуры работоспособность системы уменьшается на S единиц
 б) при снижении давления в системе энергия Гиббса увеличивается на V единиц, а при снижении температуры работоспособность системы увеличивается на S единиц
 в) при увеличении давления в системе энергия Гиббса снижается на V единиц, а при увеличении температуры работоспособность системы увеличивается на S единиц

17. Анализ частных производных энергии Гельмгольца по объему и температуре

$\left(\frac{\partial F}{\partial V}\right)_T = -p$ и $\left(\frac{\partial F}{\partial T}\right)_V = -S$ позволяет сделать вывод, что при

- а) увеличении объема системы ее работоспособность снижается на p единиц, а при увеличении температуры работоспособность системы уменьшается на S единиц
 б) уменьшении объема системы ее работоспособность уменьшается на V единиц, а при снижении температуры работоспособность системы увеличивается на S единиц
 в) увеличении объема системы ее работоспособность увеличивается на p единиц, а при увеличении температуры работоспособность системы увеличивается на S единиц

18. Укажите химические реакции, для которых стандартное изменение энергии Гиббса больше стандартного изменения энергии Гельмгольца (изменением объема конденсированных фаз пренебречь):

- а) $\text{Ca(OH)}_{2(\text{p-p})} + \text{CO}_{2(\text{r})} = \text{CaCO}_{3(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$; б) $\text{CaO}_{(\text{тв})} + \text{CO}_{2(\text{r})} = \text{CaCO}_{3(\text{тв})}$;
 в) $2\text{AsH}_{3(\text{r})} = 2\text{As}_{(\text{тв})} + 3\text{H}_{2(\text{r})}$; г) $\text{Pb}_{(\text{тв})} + \text{PbO}_{2(\text{тв})} = 2\text{PbO}_{(\text{тв})}$;
 д) $\text{Sb}_2\text{O}_{4(\text{тв})} + 4\text{C}_{(\text{тв})} = 2\text{Sb}_{(\text{тв})} + 4\text{CO}_{(\text{r})}$; е) $\text{Si}_{(\text{тв})} + 2\text{Li}_2\text{O}_{(\text{тв})} = \text{SiO}_{2(\text{тв})} + 4\text{Li}_{(\text{тв})}$.

19. Изменение энергии Гиббса при изотермическом расширении 1 моль идеального двухатомного газа в интервале объемов $V_1 - V_2$ при температуре T равно:

- а) $RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ б) $RT \frac{V_2}{V_1}$ в) $-RT \ln \frac{V_2}{V_1}$ г) $\frac{P_2 V_2}{P_1 V_1}$

20. При температуре 1000К $\Delta G^0(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 402,1$ кДж/моль, а $\Delta G^0(\text{C}_2\text{H}_4) = 114,1$ кДж/моль. Реакция $\text{C}_6\text{H}_{12} = 3\text{C}_2\text{H}_4$ при данной температуре пойдет:

- а) прямо б) обратно в) будет в равновесии г) не возможна

21. Определить изменение энергии Гиббса реакции $2\text{A}_{(\text{r})} \rightarrow \text{B}_{(\text{r})}$ и направление этой реакции при 298К, если стандартные энергии Гиббса образования вещества А и В соответственно равны -100 кДж/моль и -220 кДж/моль:

- а) $+20$ кДж/моль, прямое направление, б) -120 кДж/моль, прямое направление,
 в) -20 кДж/моль, прямое направление, г) -20 кДж/моль, обратное направление.

22. В каком направлении при стандартных условиях возможно протекание реакции $2\text{SO}_{2(\text{r})} + \text{O}_2 = 2\text{SO}_{3(\text{r})}$, если стандартные энергии Гиббса образования для SO_2 и SO_3 соответственно равны -300 кДж/моль и -370 кДж/моль

- а) обратное направление, б) наступило состояние равновесия,
 в) прямое направление, г) $\Delta G < 0$, поэтому данная реакция невозможна ?

23. Для реакции $\text{A}_{(\text{r})} + \text{B}_{(\text{тв})} = 2\text{D}_{(\text{r})} - \text{Q}$ изменение стандартной энтальпии $\text{DH}^0 = 40$ кДж/моль, а изменение энтропии $\text{DS}^0 = 80$ Дж/К·моль. Используя расчетное уравнение $\text{DG}^0 = \text{DH}^0 - \text{TDS}^0$, определить температуру, при которой наступит состояние термодинамического равновесия (принять, что DH и DS реакции от температуры не зависят):

- а) 500°C б) 227K в) 2°C г) 500K

24. Для данной экзотермической реакции $\text{A}_{(\text{r})} + \text{B}_{(\text{r})} = \text{C}_{(\text{r})} + 2\text{D}_{(\text{r})} + \text{Q}$ определить изменение энтропии реакции (больше или меньше нуля) и направление реакции:

- а) $\Delta S > 0$, прямое направление, б) $\Delta S > 0$, обратное направление,
 в) $\Delta S < 0$, обратное направление, г) $\Delta S < 0$, прямое направление.

25. Установите соответствие. Каждому элементу левого столбца выберите соответствующий элемент правого столбца.

- 1) $dS \geq \delta Q/T$ I закон термодинамики
 2) $\Delta U = Q - A$ б) коэффициент полезного действия
 3) $\eta = (T_1 - T_2)/T$ в) II закон термодинамики

| | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|------------|----|----|----|--------|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| б | в | а | г | б | г | г | 1б2в3д4а5г | а | д | в | г | б |
| 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | |
| в | бг | а | а | вд | в | а | в | в | | а | 1в2а3б | |

Тестовый самоконтроль по теме «Термодинамика химического равновесия»

- Химическое равновесие в реакционной системе достигается при условиях, когда:**
 а) $\Delta G > 0$ б) $\Delta G = 0$ в) $\Delta G < 0$ г) скорость прямой и обратной реакций равны
- Среди приведенных ниже реакций указать обратимую гомогенную реакцию:**
 а) $3\text{Fe}_{(\text{тв})} + 4\text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} = \text{Fe}_3\text{O}_{4(\text{тв})} + 4\text{H}_{2(\text{г})}$, б) $\text{C}_{(\text{тв})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} = \text{O}_{(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$, д) $\text{N}_{2(\text{г})} + \text{O}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{(\text{г})}$
 в) $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_{2(\text{г})}$, г) $2\text{Na}_{(\text{тв})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{пар})} = 2\text{NaOH} + \text{H}_{2(\text{г})}$.
- В каком случае наступает состояние термодинамического равновесия:**
 а) $|\Delta H| = |\Delta S|$, б) $\Delta H > 0$, $\Delta S = 0$, в) $\Delta G < 0$, г) $\Delta G > 0$?
- При каком условии в изолированной системе наступает состояние равновесия:**
 а) $\Delta S < 0$ б) $S = 0$ в) $\Delta S = 0$ г) $\Delta S = \text{максимум}$?
- Состав равновесной смеси веществ и выход продуктов обратимой реакции характеризуются:**
 а) отношением констант скорости прямой и скорости обратной реакций,
 б) скоростью реакции при наступлении химического равновесия,
 в) скоростью реакции при концентрациях реагирующих веществ, равных один моль/л,
 г) константой химического равновесия
- Какое выражение соответствует константе равновесия обратимого процесса термического разложения хлорида аммония $\text{NH}_4\text{Cl}_{(\text{г})} = \text{NH}_{3(\text{г})} + \text{HCl}_{(\text{г})}$:**
 а) $K = \frac{[\text{NH}_3][\text{HCl}]}{[\text{NH}_4\text{Cl}]}$ б) $K = [\text{NH}_3][\text{HCl}]$ в) $K = \frac{[\text{NH}_3] + [\text{HCl}]}{[\text{NH}_4\text{Cl}]}$ г) $K = \frac{[\text{NH}_4\text{Cl}]}{[\text{NH}_3][\text{HCl}]}$
- Какое выражение соответствует константе равновесия обратимого процесса гидролиза $\text{CH}_3\text{COO}^-_{(\text{р-р})} + \text{HON} = \text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{р-р})} + \text{OH}^-_{(\text{р-р})}$:**
 а) $K = [\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]$, б) $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}$
 в) $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}$ г) $K = \frac{[\text{CH}_3\text{COOH}][\text{OH}^-]}{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{HON}]}$?
- При каком значении константы равновесия обратимой реакции $\text{A}_{(\text{г})} + \text{B}_{(\text{г})} = \text{D}_{(\text{г})}$ равновесие всех сильнее будет смещено в сторону продукта реакции:**
 а) $4 \cdot 10^1$, б) $4 \cdot 10^{-1}$, в) 500, г) $4 \cdot 10^{-3}$, д) $2 \cdot 10^2$?
- С увеличением температуры значение константы равновесия реакции $\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{H}_{2(\text{г})} + 1/2\text{O}_{2(\text{г})}$ возрастает. Каков знак ΔH^0 этой реакции:**
 а) $\Delta H^0 > 0$ б) $\Delta H^0 < 0$ в) $\Delta H^0 = 0$,
 г) по данным задачи нельзя определить д) может быть и больше нуля, и меньше нуля?
- Реакции в идеальной газовой фазе, для которых константы равновесия, выраженные через равновесные парциальные давления, мольные доли или молярные концентрации численно совпадают:**
 а) $2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$; б) $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$; в) $\text{H}_2 + \text{J}_{2(\text{г})} = 2\text{HJ}_{(\text{г})}$;
 г) $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$; д) $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$; е) $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} = \text{CO} + 3\text{H}_2$;
- Для химической реакции в идеальной газовой смеси $\text{CH}_4 + \text{CO}_2 = 2\text{CO} + 2\text{H}_2$ константа равновесия K_p , выраженная через равновесные парциальные давления, связана с константой равновесия K_c , выраженной через равновесные молярные концентрации, выражением $K_p = K_c(\text{RT})^n$, где n – некоторое целое число. Укажите число n .**
 а) 1; б) 2; в) 4; г) 6.
- Для химической реакции в идеальной газовой смеси $2\text{NO}_{2(\text{г})} = 2\text{NO}_{(\text{г})} + \text{O}_2$ константа равновесия K_x , выраженная через равновесные мольные доли, связана с константой равновесия K_c , выраженной через равновесные молярные концентрации, и с равновесным общим давлением P выражением $K_x = K_c(\text{RT}/P)^n$, где n – некоторое целое число. Укажите число n .**
 а) 1; б) 3; в) 5; г) 2.
- Какую зависимость выражает уравнение изотермы химической реакции:**
 а) зависимость ΔG^0 обратной реакции от константы равновесия и исходного состава реагирующих веществ,
 б) зависимость константы равновесия от температуры,
 в) зависимость константы равновесия от давления в системе,
 г) зависимость константы скорости реакции от температуры?
- Уравнение изотермы Вант-Гоффа для химической реакции в идеальной газовой фазе:**
 а) $\Delta G = \Delta G^\circ + T \left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_P$ г) $\frac{d \ln K}{dT} = \frac{\Delta H^0}{RT^2}$

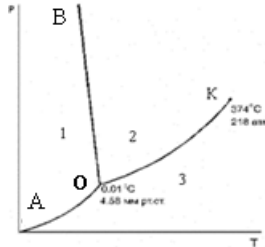
$$\text{в) } \Delta G_{p,T} = \Delta G^{\circ} + RT \ln \frac{\prod_i P_i^{\nu_i}}{\prod_j P_j^{\nu_j}} \qquad \text{е) } \left(\frac{\partial \frac{\Delta G^{\circ}}{T}}{\partial T} \right)_p = - \frac{\Delta H^{\circ}}{T^2}$$

15. При некоторой температуре константа равновесия обратимой реакции $A_{(тв)} + B_{(г)} = D_{(г)}$ намного больше единицы ($K \gg 1$). Используя уравнение $\Delta G^{\circ} = -RT \ln K$ указать, какое из приведенных утверждений для стандартного изменения энергии Гиббса этой реакции будет правильным:
 а) $\Delta G^{\circ} > 0$, б) $\Delta G^{\circ} < 0$, в) $\Delta G^{\circ} = 0$, г) $\Delta G^{\circ} \gg 1$, д) $\Delta G^{\circ} < 1$.
16. Стандартное изменение энергии Гиббса (ΔG°) реакции $A_{(г)} + B_{(г)} = D_{(г)}$ при 500K равно 28670 Дж. Используя уравнение изотермы химической реакции при стандартных условиях $\Delta G^{\circ} = -2,3 RT \lg K_p$, рассчитать значение, константы равновесия данной реакции при 500K:
 а) $1 \cdot 10^3$, б) $1 \cdot 10^{-3}$, в) 3,0, г) -3,0, д) $1 \cdot 10^2$.
17. Выражение связи термодинамической константы равновесия (K) реакции $CaO_{(тв)} + CO_{2(г)} = CaCO_{3(тв)}$ с константами равновесия ($K_1 - K_3$) следующих реакций: $Ca_{(тв)} + 1/2O_2 = CaO_{(тв)}$ (K_1), $C_{(тв, графит)} + O_2 = CO_{2(г)}$ (K_2), $Ca_{(тв)} + C_{(тв)} + 3/2O_2 = CaCO_{3(тв)}$ (K_3):
 а) $K = K_1 K_2 K_3$; б) $K = (K_1 K_2) / K_3$; в) $K = K_3 / (K_1 K_2)$;
 г) $K = (K_1^2 K_3) / K_2$; д) $K = (K_2 K_3) / K_1$; е) $K = (K_1 K_3) / K_2^2$.
18. Для реакции $PCl_{5(г)} = PCl_{3(г)} + Cl_{2(г)}$ в идеальной газовой смеси при температуре 298K стандартное изменение энергии Гиббса (ΔG°_T) равно 36,57 кДж, а изменение энергии Гиббса $\Delta G_{p,T}$ составляет 22,89 кДж при парциальных давлениях компонентов, равных $P(Cl_2) = 0,1$ атм, $P(PCl_3) = 0,02$ атм, $P(PCl_5) = 0,5$ атм. Приведенные значения изменения энергии Гиббса указывают на то, что
 а) при заданных начальных условиях (P,T) количество PCl_5 в смеси будет уменьшаться в результате самопроизвольной реакции;
 б) при заданных начальных условиях (P,T) количество PCl_5 в смеси будет увеличиваться в результате самопроизвольной реакции;
 в) указанная реакция при заданных начальных условиях (P,T) самопроизвольно протекает слева направо;
 г) указанная реакция при заданных начальных условиях (P,T) самопроизвольно протекает справа налево;
 д) в данной системе при указанных условиях невозможно какое-либо химическое превращение;
 е) термодинамическая константа равновесия указанной реакции при данной температуре больше единицы;
 з) термодинамическая константа равновесия указанной реакции при данной температуре меньше единицы
19. Что определяет принцип Ле-Шателье:
 а) влияние внешнего воздействия на направление смещения направления химического равновесия обратимого процесса,
 б) возможность протекания самопроизвольного процесса,
 в) изменение скорости любой гомогенной реакции при изменении внешних условий их проведения,
 г) изменение теплового эффекта изобарного процесса при изменении температуры,
 д) изменение константы равновесия при изменении температуры ?
20. В каком случае изменение давления не вызывает смещения равновесия обратимой реакции, протекающей с участием газообразных веществ:
 а) когда число молекул газов увеличивается при протекании прямой реакции,
 б) когда реакция протекает без изменения числа молекул газов,
 в) когда число газообразных молекул увеличивается при протекании обратной реакции,
 г) изменение давления смещает равновесие любой обратимой реакции,
 д) когда обратимая реакция протекает с выделением тепла ?
21. В каком направлении смещается равновесие обратимой реакции при охлаждении системы:
 а) в сторону эндотермической реакции, б) всегда в сторону обратной реакции,
 в) равновесие не смещается при изменении температуры,
 г) в сторону экзотермической реакции, д) всегда в сторону прямой реакции ?
22. Действие какого фактора никогда не вызывает смещения химического равновесия любой обратимой реакции:
 а) изменение температуры,
 б) изменение давления,
 г) введение в систему катализатора,
 в) изменение концентрации исходного вещества,
 д) изменение концентрации одного из продукта обратимой реакции ?
23. Для химической реакции в идеальной газовой фазе $C_2H_{4(г)} + H_2O_{(г)} = C_2H_5OH_{(г)}$ стандартное изменение энтальпии отрицательно и составляет около -47 кДж. Для увеличения выхода продукта необходимо:
 а) увеличить температуру и давление; б) увеличить температуру, уменьшить давление;
 г) уменьшить температуру и давление; в) уменьшить температуру, увеличить давление;
 д) увеличить только температуру, т.к. давление не влияет на равновесный выход;
 е) уменьшить только температуру, т.к. давление не влияет на равновесный выход.

Тестовый самоконтроль по теме «Термодинамика фазовых превращений»

- Число фаз в равновесной системе $\text{NH}_4\text{Cl}_{(к)} = \text{NH}_{3(г)} + \text{HCl}_{(г)}$
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
- Число независимых компонентов в равновесной системе $\text{N}_{2(г)} + 2 \text{H}_{2(г)} = 2 \text{NH}_{3(г)}$, полученной в результате смешения 2 моль азота и 5 моль аммиака равно:
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
- Наибольшее число различных фаз, которые могут сосуществовать в равновесии в двухкомпонентной гетерогенной системе, на которую из внешних условий влияют только температура и давление
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
- Наибольшее число различных фаз, которые могут сосуществовать в равновесии в двухкомпонентной гетерогенной системе, на которую из внешних условий влияют только температура (давление постоянно), равно:
а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.
- Уравнение Клапейрона-Клаузиуса описывает зависимость равновесного давления от температуры для:
а) однокомпонентной однофазной системы; б) однокомпонентной двухфазной системы;
в) двухкомпонентной однофазной системы; г) двухкомпонентной двухфазной системы;
д) двухкомпонентной трехфазной системы.
- Установите соответствие между видом уравнения Клайперона-Клаузиуса и его применением:
а) $dp/dT = \Delta S_{ф.п.}/\Delta V_{ф.п.}$ 1) частный случай уравнения Клайперона-Клаузиуса, справедливый для равновесий между конденсированными фазами;
б) $d \ln p/dT = \Delta H_{ф.п.}/RT^2$ 2) общий вид уравнения Клайперона-Клаузиуса, справедливый для всех однокомпонентных двухфазных систем, находящихся в равновесии;
в) $dT/dp \approx T \Delta V_{пл}/\Delta H_{пл}$ 3) частный случай уравнения Клайперона-Клаузиуса, справедливый для равновесий с участием пара.
- Какой фактор обуславливает отрицательную зависимость dp/dT в уравнении Клайперона-Клаузиуса для воды:
а) положительная молярная теплота (энтальпия) фазового перехода процесса плавления;
б) отрицательная молярная теплота (энтальпия) фазового перехода процесса плавления;
в) объем твердой фазы больше объема жидкой;
г) объем твердой фазы меньше объема жидкой.

Диаграмма состояния воды при невысоких давлениях имеет вид:



- Соотнесите номер области диаграммы состояния воды с агрегатным состоянием воды в данной области:
а) твердое состояние б) жидкое состояние в) газообразное состояние
- Соотнесите нижеуказанные кривые на диаграмме состояния воды с зависимостью, которую они описывают:
а) АО 1) зависимость температуры плавления льда (замерзания воды) от внешнего давления;
б) ОК 2) зависимость равновесного давления водяного пара над льдом от температуры;
в) ОВ 3) зависимость давления насыщенного пара над твердой фазой воды от температуры;
 4) зависимость давления насыщенного пара над жидкой фазой воды от температуры;
 5) зависимость температуры кипения воды от давления.
- Укажите на диаграмме состояния воды:
а) тройную точку 1) С; 2) О; 3) D; 4) К.
б) критическую точку

11. Укажите выражения, правильно характеризующие область 2 на вышеуказанной диаграмме состояния воды:

- а) в данной области система является однофазной
- б) в данной области система обладает одной степенью свободы
- в) в данной области система дивариантна
- г) можно одновременно менять и температуру, и давление без изменения числа и вида фаз
- д) произвольно можно изменять или только температуру, или только давление.

12. Укажите выражения, правильно характеризующие кривую АО на вышеуказанной диаграмме состояния воды:

- а) кривая соответствует одной фазе
- б) на кривой находятся три фазы: твердая, жидкая, газообразная
- в) на кривой находятся две фазы: твердая и жидкая
- г) на кривой находятся две фазы: твердая и газообразная
- д) на кривой возможно в некоторых пределах изменять или только температуру, или только давление (система моновариантна).

13. Охарактеризуйте тройную точку воды:

- г) система в этой точке моновариантна
- а) соответствует условиям равновесия между паром, льдом и жидкой водой
- б) соответствует условия равновесия между паром и льдом
- в) соответствует условиям равновесия между льдом и жидкой водой
- д) в этой точке нельзя изменить ни одного из параметров системы без изменения числа фаз

$$\frac{d \ln P}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$$

14. Укажите область применимости уравнения при описании двухфазных равновесий в однокомпонентных системах:

- а) равновесия с участием пара вблизи критической точки;
- б) равновесия с участием пара, рассматриваемого как идеальный газ;
- в) равновесия с участием пара, рассматриваемого как идеальный газ, при условиях, далеких от критической точки;
- г) равновесия твёрдой и жидкой фаз;
- д) равновесия любых двух фаз.

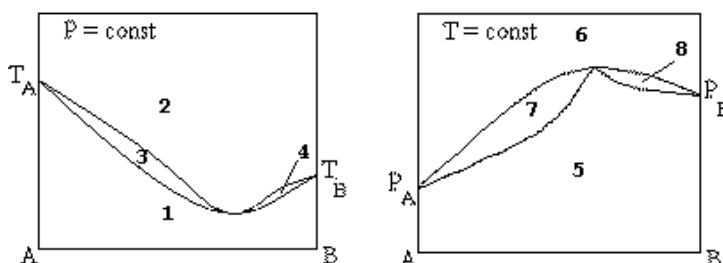
15. Выберите правую часть уравнения, описывающего ход линии моновариантного равновесия на P-T-диаграмме состояния для однокомпонентной двухфазной системы, соответствующую левой части $dP/dT =$

- | | | |
|----------------------------|--|--|
| а) $\frac{\Delta H}{T}$ | г) $\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ | б) $\frac{\Delta H}{RT}$ |
| в) $\frac{\Delta H}{RT^2}$ | е) $\frac{\Delta H}{T\Delta V}$ | д) $\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ |

16. Выберите правую часть уравнения температурной зависимости давления насыщенного пара, соответствующую левой части $\ln(P_2/P_1) =$

- | | | |
|--------------------------|--|---------------------------------|
| а) $\frac{\Delta H}{T}$ | г) $\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$ | в) $\frac{\Delta H}{T\Delta V}$ |
| б) $\frac{\Delta H}{RT}$ | д) $\frac{\Delta H}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$ | |

Диаграмма кипения бинарных систем



17. Соотнесите нижеуказанные фазы с номером(ами) области(ей) на диаграмме кипения бинарных систем:

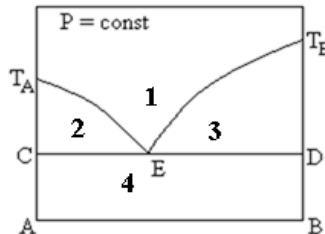
- а) однофазные области, выражающие состояние жидкости

- б) однофазные области, выражающие состояние газа
- в) двухфазные области

18. Соотнесите номер области на диаграмме кипения бинарных систем с условной вариантностью состояния бинарной системы в данной области:

- | | |
|--------------|------|
| а) область 2 | 1) 0 |
| б) область 5 | 2) 1 |
| в) область 8 | 3) 2 |
| г) область 3 | 4) 3 |

Диаграмма плавкости бинарной системы системы АВ имеет вид:



19. Укажите двухфазные области на диаграмме плавкости:

- а) 1; б) 2; в) 3; г) 4.

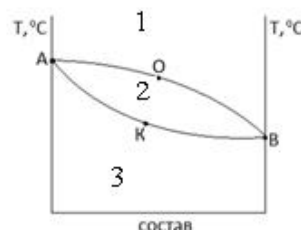
20. Соотнесите номер области на диаграмме плавкости бинарных систем с условной вариантностью состояния бинарной системы в данной области:

- | | |
|--------------|------|
| а) область 1 | 1) 0 |
| б) область 2 | 2) 1 |
| в) область 3 | 3) 2 |
| г) область 4 | 4) 3 |

21. Укажите выражения, правильно характеризующие область 1 на вышеуказанной диаграмме плавкости бинарной системы:

- а) в данной области система является гомогенной
- б) в данной области система обладает одной степенью свободы
- в) в данной области система является однофазной (жидкой)
- г) в данной зоне можно произвольно менять температуру и состав, не изменяя этим числа и характера фаз
- д) произвольно можно изменять или только температуру, или только состав жидкой фазы.

Диаграмма кипения идеального раствора, подчиняющегося закону Рауля, имеет вид:



22. Установите соответствие между кривой на диаграмме кипения изависимостью, которую они описывают:

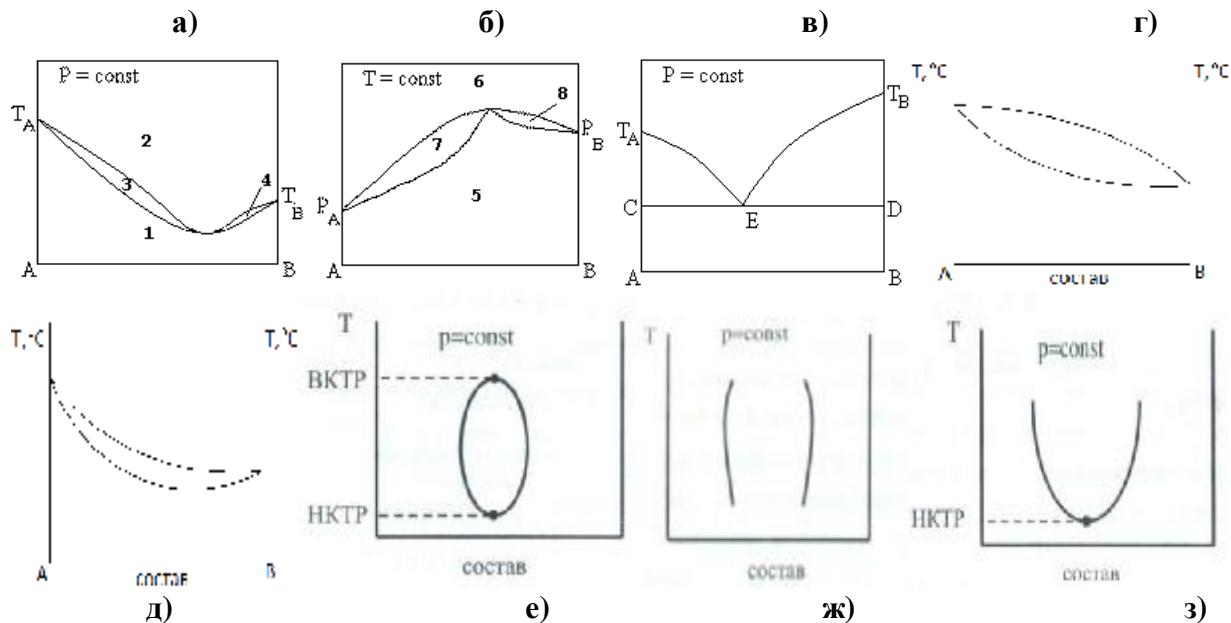
- | | |
|----------------|--|
| а) кривая АОВ; | 1) кривая зависимости температуры конденсации пара от его состава; |
| | 2) кривая зависимости температуры плавления раствора от его состава; |
| б) кривая АКВ. | 3) кривая зависимости температуры кипения жидкого раствора от его состава. |

23. В соответствии с первым законом Коновалова в бинарной системе «жидкость-пар»:

- а) пар всегда находится при большей температуре, чем равновесная жидкость;
- б) равновесные жидкость и пар всегда имеют одинаковую концентрацию компонентов;
- в) пар по сравнению с жидкостью всегда обогащен более летучим компонентом;
- г) пар по сравнению с жидкостью всегда богаче компонентом с меньшей плотностью;
- д) пар по сравнению с жидкостью всегда богаче компонентом, прибавление которого к равновесной системе повышает общее давление (снижает температуру кипения);

24. В соответствии со вторым законом Коновалова в бинарной системе «жидкость-пар»:

- а) равновесные жидкость и пар всегда имеют одинаковую концентрацию компонентов;
- б) пар по сравнению с жидкостью всегда обогащен более летучим компонентом;
- в) пар по сравнению с жидкостью всегда богаче компонентом, прибавление которого к равновесной системе повышает общее давление (снижает температуру кипения);
- г) при концентрации 50% система подвергается перегонке без изменения состава;
- д) в точках экстремума температуры (при $P = \text{const}$) или давления (при $T = \text{const}$) составы равновесных фаз совпадают.



- 1) диаграмма плавкости двухкомпонентной системы с неограниченной взаимной растворимостью в жидком состоянии и полной нерастворимостью в кристаллическом состоянии;
- 2) диаграмма плавкости двухкомпонентной системы с неограниченной взаимной растворимостью компонентов в твердом и жидком состоянии;
- 3) диаграмма кипения двухкомпонентных систем с неограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге с образованием идеальных растворов;
- 4) диаграмма кипения двухкомпонентных систем с неограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге с отклонением от закона Рауля без азеотропа;
- 5) изотермическая диаграмма кипения двухкомпонентных систем с неограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге с отклонением от закона Рауля с азеотропом;
- 6) изобарическая диаграмма кипения двухкомпонентных систем с неограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге с отклонением от закона Рауля с азеотропом;
- 7) диаграмма кипения двухкомпонентных систем с ограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге без критических температур растворимости;
- 8) диаграмма кипения двухкомпонентных систем с ограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге с нижней критической температурой растворимости;
- 9) диаграмма кипения двухкомпонентных систем с ограниченной взаимной растворимостью жидких компонентов друг в друге с верхней и нижней критическими температурами растворимости;

| | | | | | | | | | |
|-----|------|-----|-----|-----|--------|--------------------|----------|---------|----------|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | 6. | 7. | 8. | 9. | 10. |
| б | б | г | в | б | a2б3в1 | в | a2б3в4 | a1б23в4 | a2б4 |
| 11. | 12. | 13. | 14. | 15. | 16. | 17. | 18. | 19. | 20. |
| аг | гд | ад | в | е | д | a1,6 б2,5 в3,4,7,8 | a3б3в2г2 | бвг | a3б2в2г2 |
| 21. | 22. | 23. | 24. | 25. | 26. | 27. | 28. | 29. | 30. |
| авг | a1б3 | | | | | | | | |
| 31. | 32. | 33. | 34. | | | | | | |