Классификация двойных систем с жидкими и твердыми фазами (по характеру взаимодействия компонентов системы)

Взаимная растворимость компонентов *A* и *B* в жидком состоянии может быть либо неограниченной, либо ограниченной (предельным случаем последней является полная взаимная нерастворимость). При кристаллизации жидких систем из них могут выделяться как химические индивидуальные вещества, т. е. чистые компоненты и образуемые ими химические соединения, так и твердые растворы на основе чистых компонентов и их соединений.

Общий вид диаграммы ликвидуса системы с кристаллизацией чистых компонентов из одной жидкой фазы

Допустим, что компоненты *A* и *B* в жидком состоянии неограниченно взаимно растворимы и что при кристаллизации из жидкости выпадают две твердые фазы *SA* и *SB*, имеющие состав чистых компонентов. Также предположим, что компоненты *A* и *B* не имеют полиморфных превращений и не являются оптическими изомерами.

Таким образом, при затвердевании систем рассматриваемого типа из одной жидкой фазы образуются неоднородные смеси, или соположения двух кристаллических фаз. Эти смеси называют **конгломератами** (Розебом, 1904), или **агрегатами** (Джеффрис и Арчер, 1924). Предположим, что компоненты *A* и *B* образуют между собой идеальные растворы, т. е. следуют во всем интервале концентраций закону Рауля:

$$p_A = p^0_A \cdot \chi_A \text{ и } p_Б = p^0_Б \cdot \chi_Б,$$

где p^0_A *и* p^0_B *– давления паров чистых компонентов A и B при заданной температуре;* p_A *и* p_B *– парциальные давления их в растворе при той же температуре;* χ_A *и* χ_B *– концентрации A и B, выраженные в мольных долях.*

Из закона Рауля следует, что давление пара раствора ниже, чем давление пара растворителя. Поэтому кривая зависимости давления пара растворителя от температуры *CC'* (рис. 1) будет лежать выше кривой давления пара раствора *DD'*. Проведя кривую давления пара твердого растворителя *FG*, видим, что температура равновесия твердой и жидкой фазы для чистого растворителя (даваемая абсциссой t_2 точки *M*, в которой пересекаются кривые *CC'* и *FG*) лежит выше, чем температура равновесия твердой и жидкой фазы для раствора (даваемая абсциссой t_2 точки *N*). Таким образом, температура начала кристаллизации твердой фазы, имеющей состав компонента *A*, из раствора лежит ниже температуры кристаллизации растворителя.

Построим для компонента *A* диаграмму давления пара в функции состава раствора (рис. 2). Обозначим (при заданной температуре) давление пара чистого растворителя через p^0_A, если он в жидком состоянии, и через p^S_A, если он в твердом состоянии. Когда кристаллы растворителя находятся в равновесия с насыщенным раствором, то давление пара растворителя в твердом состоянии должно быть равно парциальному давлению пара растворителя в растворе. Поэтому, проведя через точку p^s_A горизонтальную прямую до пересечения ее с прямой p^s_AP, получим точку *a*, отвечающую раствору с тем же давлением пара растворителя; состав этого раствора *x* дается абсциссой точки *a*. Итак, если прибавлять к компоненту *A* возрастающие количества компонента *B* и измерять температуры выпадения первых кристаллов компонента *A* из жидкой фазы, то мы получим кривую температур начала кристаллизации компонента *A*. Она начинается от его точки плавления T_A и по мере увеличения

концентрации компонента *B* плавно идет вниз (рис. 3). Совершенно таким же образом, прибавляя к компоненту *B* компонент *A*, получаем идущую вниз кривую температур начала кристаллизации компонента *B*, начинающуюся от его точки плавления T_B. Обе эти кривые пересекаются в точке *E*, поэтому жидкость состава x_E при температуре t_E насыщена одновременно обоими компонентами, т. е. находится в равновесии с кристаллами *A*- и *B*. Ниже температуры точки *E* мы имеем соположение двух твердых фаз, состоящих из чистых компонентов *A* и *B*.

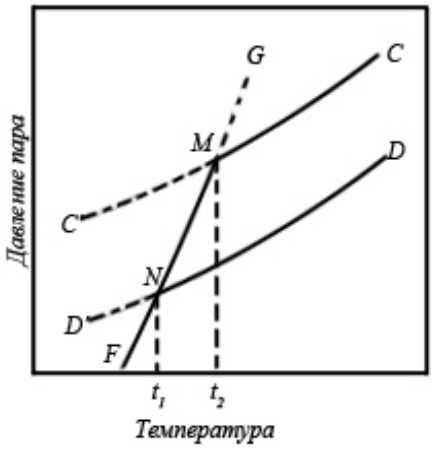


Рисунок 1. Понижение давления пара растворителя в растворах нелетучего растворенного вещества

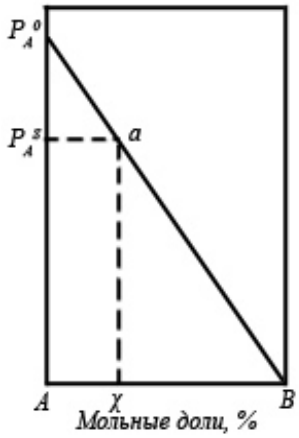


Рисунок 2. Диаграмма парциальных давлений растворителя в растворе твердого вещества в жидкости

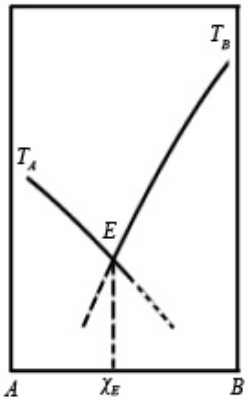


Рисунок 3. Диаграмма температур начала кристаллизации чистых компонентов в зависимости от состава сплава (раствора).

На рис. 3 видно, что среди всех сочетаний компонентов *A* и *B* сплав состава точки Е имеет наиболее низкую температуру плавления (кристаллизации). Поэтому, по предложению Ф. Гётри (1884), точка *E* называется **эвтектической точкой**, а отвечающий ей сплав – **эвтектикой** (что по-гречески означает «хорошо плавящийся»).

Тестовые и расчетные задания

Вариант 1.
Тестовые задания, направленные на проверку теоретических знаний по данной теме

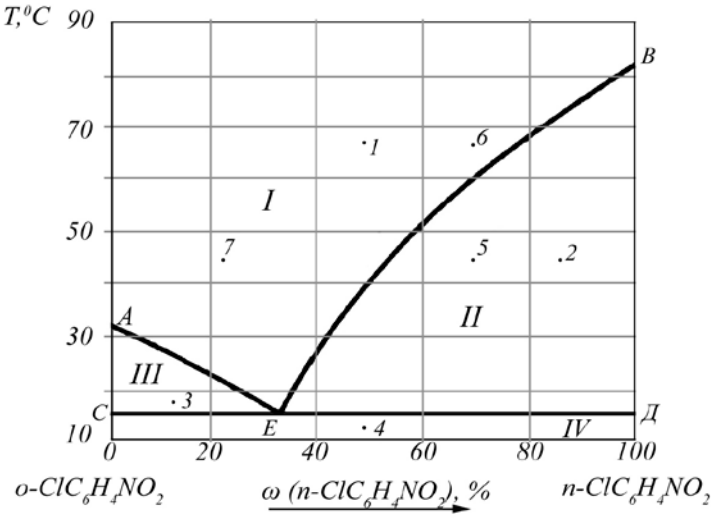


Рисунок 4. Диаграмма состояния системы, содержащей орто- и пара- изомеры хлорнитробензола

Используя диаграмму плавкости изомеров хлорнитробензола, представленную на рисунке 4, предложите правильные ответы на следующие вопросы:

Часть 1. Описание диаграммы

1. Укажите название линий на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*AE*	*CE*	*EB*	*ЕД*

Варианты ответов: а) ликвидус; б) солидус; в) линия эвтектики.

2. Какому фазовому равновесию соответствуют линии на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*AE*	*CE*	*EB*	*ЕД*

Варианты ответов:
а) орто-изомер (тв) ↔ пара-изомер (тв);
б) раствор ↔ орто-изомер (тв);
в) раствор ↔ пара-изомер (тв);
г) раствор ↔ пара-изомер (тв) ↔ орто-изомер (тв).

3. Какому фазовому равновесию соответствуют точки на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*А*	*В*	*Е*

Варианты ответов:
а) орто-изомер (ж) ↔ орто-изомер (тв);
б) пара-изомер (ж) ↔ пара-изомер (тв);
в) раствор↔ пара-изомер (тв) ↔ орто-изомер (тв).

4. Все точки на линиях на диаграмме характеризуют зависимость (возможно несколько вариантов ответа, выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*АЕВ*	*СД*

Варианты ответов:
а) температуры начала кристаллизации от состава системы;
б) температуру конца кристаллизации от состава системы;
в) температуру начала плавления от состава системы;
г) температуру конца плавления от состава системы.

5. В какой области на диаграмме система гомогенна?

Варианты ответов: а) I; б) II; в) III; г) IV.

6. В каких областях на диаграмме система гетерогенна?

Варианты ответов: а) I; б) II; в) III; г) IV.

7. В каких точках на диаграмме система гомогенна?

Варианты ответов: а) А; б) В; в) С; г) Д; д) Е.

8. В каких точках на диаграмме система гетерогенна?

Варианты ответов: а) А; б) В; в) С; г) Д; д) Е.

9. Укажите фазовый состав системы, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*А*	*В*	*С*	*Д*	*Е*

Варианты ответов:
а) жидкость; **б) жидкость + две твердые фазы;**
в) жидкость + твердая фаза; **г) две твердые фазы;**
д) одна твердая фаза.

10. Укажите состав твердой фазы в системе, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*A*	*B*	*C*	*Д*	*E*

Варианты ответов:
а) 100% пара-изомера; **б) 100% орто-измера;**
в) 33% пара-изомера; **г) 50% пара-изомера;**
д) 53% пара-изомера; **е) нет твердой фазы;**
ж) 23% пара-изомера.

11. Укажите состав жидкой фазы в системе, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*A*	*B*	*C*	*Д*	*E*

Варианты ответов:
а) 100% пара-изомера; **б)100% орто-измера;**
в) 33% пара-изомера; **г) 50% пара-изомера;**
д) 53% пара-изомера; **е) 68% пара-изомера;**
ж) 23% пара-изомера; **з) 30% пара-изомера;**
и) 55% пара-изомера; **к) нет жидкой фазы.**

12. Укажите вариативность (число степеней свободы) системы, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*A*	*B*	*C*	*Д*	*E*

Варианты ответов: а) С=0; **б) С=1;** **в) С=2.**

13. В каких точках, указанных на диаграмме, система нонвариантна?_____

14. В каких точках, указанных на диаграмме, система моновариантна?_____

15. В каких точках, указанных на диаграмме, система дивариантна?_____

Часть 2. Процессы, протекающие в системе

16. Какие изменения произойдут при протекании процессов при условии постоянства массы в системе, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице, возможно несколько правильных ответов)?

из точки *5*, при переходе в точку *2*	из точки *5*, при переходе в точку *6*	из точки *5*, при переходе в точку *7*	из точки *1*, при переходе в точку *6*	из точки *1*, при переходе в точку *4*	из точки *В*, при переходе в точку *А*	из точки *С*, при переходе в точку *Д*

Варианты ответов:
а) изменится температура;
б) изменится число степеней свободы;
в) изменится количество фаз в системе;
г) изменится состав твердой фазы;
д) изменится состав жидкой фазы;
е) изменится масса твердой фазы;
ж) изменится масса жидкой фазы.

17. Как перевести систему, представленную на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице, возможно несколько правильных ответов)?

из точки *5*, при переходе в точку *2*	из точки *5*, при переходе в точку *6*	из точки *5*, при переходе в точку *7*	из точки *6*, при переходе в точку *1*	из точки *1*, при переходе в точку *4*

Варианты ответов:
а) увеличить температуру; **б) уменьшить температуру;**
в) добавить пара-изомер; **г) добавить орто-изомер.**

18. При какой температуре начнется, и при какой закончиться плавление системы, изображенной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице)?

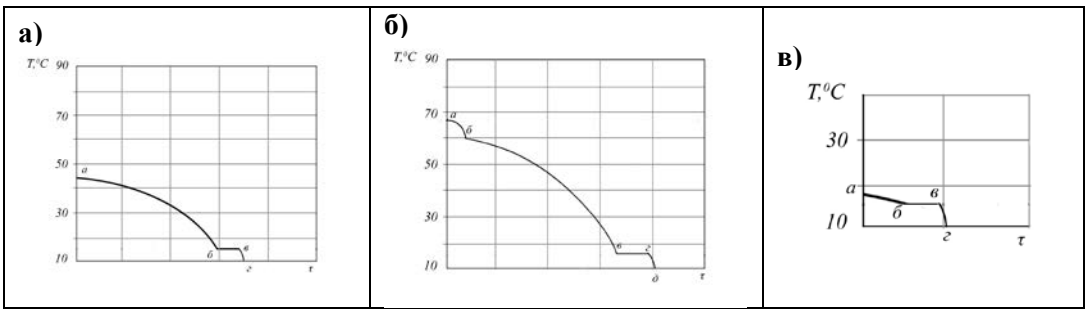
Точки на диаграмме	4	Д	С

Варианты ответов:
а) 15 ºС и 40 ºС; **б) 83 ºС и 83 ºС;**
в) 32 ºС и 32 ºС; **г) 13 ºС и 40 ºС;**
д) 10 ºС и 45 ºС; **е) 45 ºС и 10 ºС;**
ж) 22 ºС и 15 ºС; **з) 15 ºС и 22 ºС.**

19. Выберете график, характеризующий кривую охлаждения системы, изображенной на диаграмме фигуративной точкой (выбранный ответ укажите в таблице).

Точки на диаграмме	6	5	3

Варианты ответа:



20. На рисунке 5 представлена кривая охлаждения системы, изображенной на диаграмме точкой *1*.

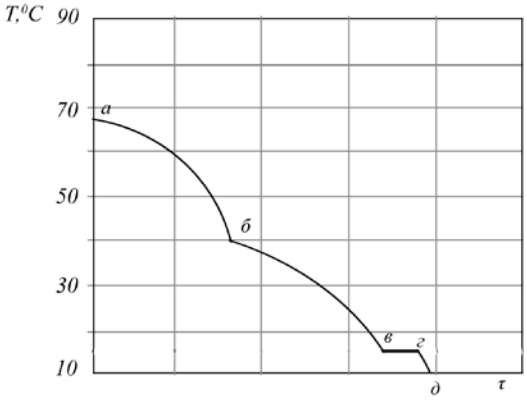


Рисунок 5. Кривая охлаждения системы

Какой участок на кривой охлаждения соответствует процессу в системе (выбранный ответ укажите в таблице)?

Процессы	кристаллизация эвтектической смеси	охлаждение расплава	кристаллизация исходного расплава	охлаждение смеси твердых фаз

Варианты ответов: а) ***аб*****;** **б)** ***бв*****;** **в)** ***вг*****;** **г)** ***гд*****.**

21. От каких факторов зависит длина участка *вг*?

Варианты ответов:
а) от массы эвтектической смеси;
б) от состава эвтектики;
в) длина участка всегда остается постоянной;
г) от начальной температуры.

22. Чем объясняется точка перегиба *б* на кривой охлаждения?

Варианты ответов:
а) изменением способа охлаждения;
б) изменением фазового состава смеси;
в) началом кристаллизации эвтектической смеси.

23. Чем объясняется изменение угла наклона кривой охлаждения в точке перегиба *б*?

Варианты ответов:
а) изменением способа охлаждения;
б) изменением фазового состава смеси;
в) началом кристаллизации эвтектической смеси.

24. Будет ли угол наклона участка *аб* равен углу наклона участка *гд* и почему?

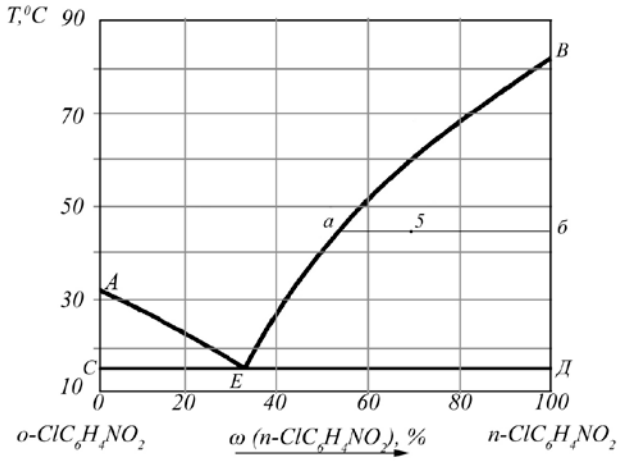
Варианты ответов:
а**) углы наклона равны. В системе сохраняются одни и те же вещества;**
б) углы наклона равны. Скорость охлаждения зависит только от технологических особенностей процесса;
в) углы наклона не равны. С изменением фазового состава системы, меняется теплоемкость;
г) углы наклона не равны. С изменением температуры, меняется скорость охлаждения.

25. Чем объясняется не линейный характер кривой охлаждения?

Варианты ответов:
а) способом охлаждения;
б) изменением фазового состава смеси и ее теплоемкости;
в) изменением температуры.

Расчетные задачи

Задача № 1. Рассчитайте массы сопряженных фаз в точке 5, если общая масса системы составляет 200 г.



Методика решения задачи

1. В точке 5 на диаграмме в равновесии находятся две фазы: жидкая и твердая.

2. Через фигуративную точку 5 проводим конноду до пересечения с линиями, соответствующими равновесным фазам: линии ВД и ВЕ. Линия ВД характеризует состав твердой фазы – чистый пара-хлорнитробензол – точка б. Линия ВЕ характеризует состав жидкого расплава – точка а.

3. Полученные отрезки $|а5|$ и $|5б|$ показывают соотношение масс равновесных фаз.

4. Согласно правилу рычага.

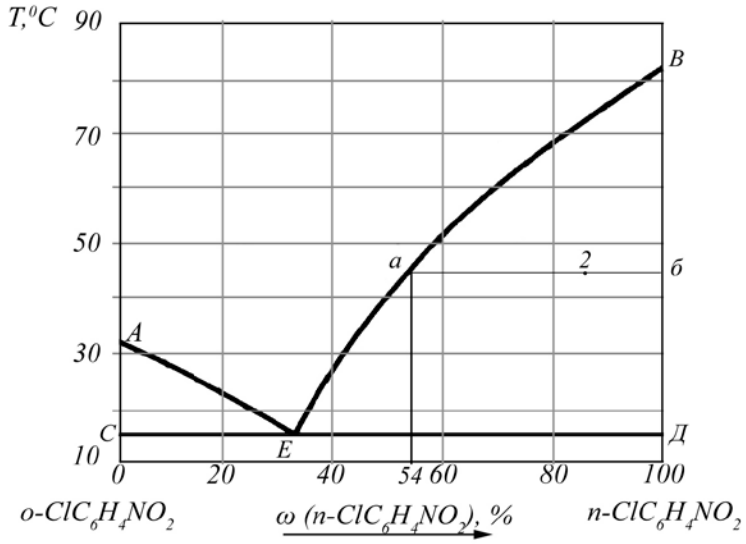
m жидкой фазы = x г,
m твердой фазы = (200-x) г.
Из диаграммы $|а5| = 18$
$|5б| = 30$.

Составим уравнение правила рычага: $\frac{m(ж)}{m(тв)} = \frac{|5в|}{|5а|}$;

$$\frac{x}{200-x} = \frac{30}{18}.$$

Решая уравнение, находим: m жидкой фазы = 125 г,
m твердой фазы = 75 г.

Задача № 2. Найти массу пара-хлорнитробензола, содержащуюся в жидкой и твердой фазе в системе массой 100 г, изображенной на диаграмме фигуративной точкой 2.



Методика решения задачи

1. В точке 2 на диаграмме в равновесии находятся две фазы:
жидкая фаза – 54% пара-хлорнитробензола
твердая фаза – 100% пара-хлорнитробензола.

2. Через фигуративную точку 2 проводим конноду до пересечения с линиями, соответствующими равновесным фазам: линии ВД и ВЕ. Линия ВД характеризует состав твердой фазы – чистый пара-хлорнитробензол – точка б. Линия ВЕ характеризует состав жидкого расплава – точка а.

3. Полученные отрезки │а2│ и │2б│ показывают соотношение масс равновесных фаз.

4. Согласно правилу рычага.

m жидкой фазы = *x* г,
m твердой фазы = (100-*x*) г.
Из диаграммы │а2│= 32
│2б│= 14.

Составим уравнение правила рычага: $\frac{m(ж)}{m(тв)} = \frac{|2б|}{|2а|}$;

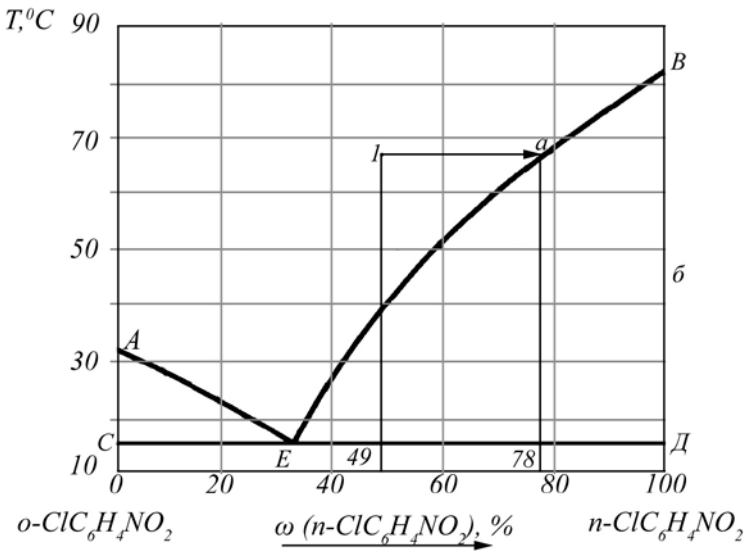
$$\frac{x}{100-x} = \frac{14}{32}.$$

Решая уравнение, находим: *m* жидкой фазы = 30,4 г,
m твердой фазы = 69,6 г.

5. Таким образом, масса пара-хлорбензола в твердой фазе – 69,6 г.

6. В жидкой фазе содержание пара-хлорнитробензола – 54%, масса пара-хлорнитробензола в жидкой фазе – 30,4·0,54 = 16,4 г.

Задача № 3. Какое минимальное количество и какого компонента необходимо добавить к системе массой 300 грамм, изображенной на диаграмме фигуративной точкой 1, чтобы система перешла в гетерогенное состояние без изменения температуры.



Методика решения задачи

1. В исходной точке 1 на диаграмме система представляет собой гомогенную жидкую фазу, состоящую из обоих изомеров. Состав раствора: 49% пара-изомера и 51% орто-изомера.

m (пара-хлорнитробензола) = 300·0,49 = 147 г.

m (орто-хлорнитробензола) = 300·0,51 = 153 г.

2. Для перехода в гетерогенное состояние при постоянной температуре необходимо по горизонтальной конноде достигнуть линии ликвидуса, т. е. точки *а*. Для этого необходимо добавить в систему пара-хлорнитробензол.

3. Масса добавленного пара-изомера – *x* грамм.

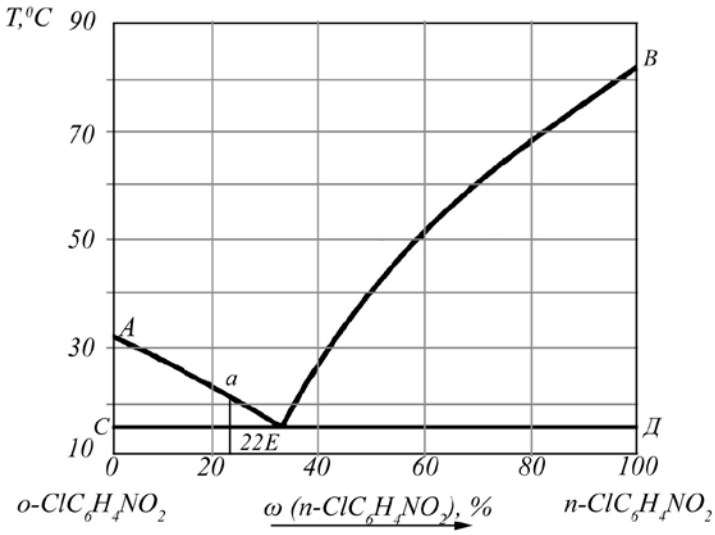
4. В точке *а* ω (пара-изомера) = 78%.

$$\omega(пара-изомера) = \frac{m(пара-изомера)}{m(смеси)} = \frac{147+x}{300+x} = 0{,}78$$

Решая уравнение: *x* = 395,5 г

Задача № 4. Определить температуру, при которой полностью расплавится вся система, которая получится, если к 100 г смеси, содержащей 45% пара-хлорнитробензола, добавить 33 грамма орто-изомера и 150 грамм смеси, содержащей 12% пара-изомера.

Методика решения задачи



1. Рассчитаем массы компонентов в первой смеси.

m (пара-хлорнитробензола) = 100·0,45 = 45 г.

m (орто-хлорнитробензола) = 100·0,55 = 55 г.

2. Рассчитаем массы компонентов во второй смеси.

m (пара-хлорнитробензола) = 150·0,12 = 18 г.

m (орто-хлорнитробензола) = 150·0,88 = 132 г.

3. Рассчитаем массы компонентов в конечной смеси.

m (пара-хлорнитробензола) = 45 +18 = 63 г.

m (орто-хлорнитробензола) = 55+ 33+ 132 =220 г.

4. Рассчитаем массовые доли компонентов в конечной смеси.

$$\omega(пара-изомера) = \frac{63}{100+33+150} = 0{,}22$$

Из диаграммы видно, что температура, при которой заканчивается плавление смеси с 22% пара-изомера (точка *a*) составляет 21 ºС.

Вариант 2.
Тестовые задания, направленные на проверку теоретических знаний по данной теме

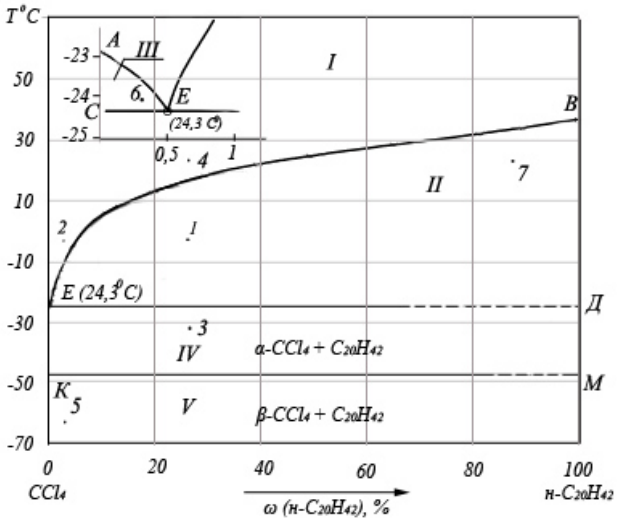


Рисунок 6. Диаграмма состояния системы, содержащей эйкозан и тетрахлорметан

Используя диаграмму плавкости эйкозана и тетрахлорметана, представленную на рисунке 6, предложите правильные ответы на следующие вопросы:

Часть 1. Описание диаграммы

1. Укажите название линий на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*AE*	*CE*	*EB*	*ЕД*

Варианты ответов: а) ликвидус; б) солидус; в) линия эвтектики.

2. Какому фазовому равновесию соответствуют линии на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*AE*	*CE*	*EB*	*ЕД*

Варианты ответов:
а) CCl_4 (тв) ↔ *н*-$C_{20}H_{42}$ (тв);
б) раствор ↔ CCl_4 (тв);
в) раствор ↔ *н*-$C_{20}H_{42}$ (тв);
г) раствор ↔ *н*-$C_{20}H_{42}$ (тв) ↔ CCl_4 (тв).

3. Какому фазовому равновесию соответствуют точки на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*А*	*В*	*Е*

Варианты ответов:
а) CCl_4 (ж) ↔ CCl_4 (тв);
б) *н*-$C_{20}H_{42}$ (ж) ↔ *н*-$C_{20}H_{42}$ (тв);
в) раствор↔ *н*-$C_{20}H_{42}$ (тв) ↔ CCl_4 (тв).

4. Все точки на линиях на диаграмме характеризуют зависимость (возможно несколько вариантов ответа, выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*ЕВ*	*ЕД*

Варианты ответов:
а) температуры начала кристаллизации от состава системы;
б) температуру конца кристаллизации от состава системы;
в) температуру начала плавления от состава системы;
г) температуру конца плавления от состава системы.

5. В какой области на диаграмме система гомогенна?

Варианты ответов: а) I; б) II; в) III; г) IV; д) V.

6. В каких областях на диаграмме система гетерогенна?

Варианты ответов: а) I; б) II; в) III; г) IV; д) V.

7. В каких точках на диаграмме система гомогенна?

Варианты ответов: а) А; б) В; в) С; г) Д; д) Е; е) К; ж) М.

8. В какой точке на диаграмме система гетерогенна?

Варианты ответов: а) А; б) В; в) С; г) Д; д) Е; е) К; ж) М.

9. Укажите фазовый состав системы, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*А*	*В*	*С*	*Д*	*Е*

Варианты ответов:
а) жидкость; **б) жидкость + две твердые фазы;**
в) жидкость + твердая фаза; **г) две твердые фазы;**
д) твердая фаза.

10. Укажите состав твердой фазы в системе, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*A*	*B*	*C*	*Д*	*E*

Варианты ответов:

а) 100% *н*-$C_{20}H_{42}$; **б) 100% CCl_4;**
в) нет твердой фазы; **г) 50% *н*-$C_{20}H_{42}$;**
д) 19% *н*-$C_{20}H_{42}$; **е) 87% *н*-$C_{20}H_{42}$;**
ж) 25% *н*-$C_{20}H_{42}$; **з) 98% *н*-$C_{20}H_{42}$;**
и) 2% *н*-$C_{20}H_{42}$; **к) 45% *н*-$C_{20}H_{42}$.**

11. Укажите состав жидкой фазы в системе, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*A*	*B*	*C*	*Д*	*E*

Варианты ответов:

а) 100% *н*-$C_{20}H_{42}$; **б) 100% CCl_4;**
в) 33% *н*-$C_{20}H_{42}$; **г) 0,4% *н*-$C_{20}H_{42}$;**
д) 19% *н*-$C_{20}H_{42}$; **е) 42% *н*-$C_{20}H_{42}$;**
ж) 25% *н*-$C_{20}H_{42}$; **з) 98% *н*-$C_{20}H_{42}$;**
и) 2% *н*-$C_{20}H_{42}$; **к) 5% *н*-$C_{20}H_{42}$.**

12. Укажите вариативность (число степеней свободы) системы, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*A*	*B*	*C*	*Д*	*E*

Варианты ответов: а) С=0; б) С=1; в) С=2.

13. В каких точках, указанных на диаграмме, система нонвариантна?_____

14. В каких точках, указанных на диаграмме, система моновариантна?_____

15. В каких точках, указанных на диаграмме, система дивариантна?_____

Часть 2. Процессы, протекающие в системе

16. Какие изменения произойду при протекании процессов при условии постоянства массы в системе, представленной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице, возможно несколько правильных ответов)?

из точки *2*, при переходе в точку *1*	из точки *5*, при переходе в точку *2*	из точки *1*, при переходе в точку *3*	из точки *1*, при переходе в точку *7*	из точки *4*, при переходе в точку *1*	из точки *В*, при переходе в точку *К*	из точки *Е*, при переходе в точку *Д*

Варианты ответов:
а) изменится температура;
б) изменится число степеней свободы;
в) изменится количество фаз в системе;
г) изменится состав твердой фазы;
д) изменится состав жидкой фазы;
е) изменится масса твердой фазы;
ж) изменится масса жидкой фазы.

17. Как перевести систему (выбранный ответ укажите в таблице, возможно несколько правильных ответов)?

из точки *2*, при переходе в точку *1*	из точки *5*, при переходе в точку *2*	из точки *1*, при переходе в точку *2*	из точки *1*, при переходе в точку *7*	из точки *4*, при переходе в точку *1*

Варианты ответов:
а) увеличить температуру; **б) уменьшить температуру;**
в) добавить *н*-$C_{20}H_{42}$; **г) добавить CCl_4.**

18. При какой температуре начнется, и при какой закончиться плавление системы, изображенной на диаграмме фигуративными точками (выбранный ответ укажите в таблице)?

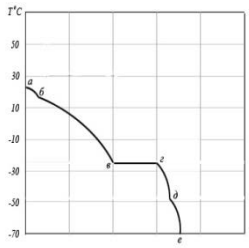
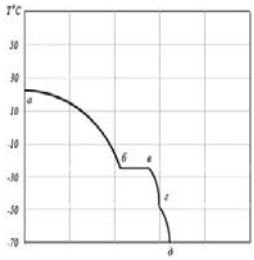
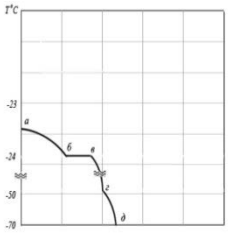
Точки на диаграмме	В	5	3

Варианты ответов:
а) -25 ºС и -10 ºС; **б) -10 ºС и -25 ºС;**
в) -25 ºС и 17 ºС; **г) 17 ºС и -25 ºС;**
д) 38 ºС и 38 ºС; **е) -25 ºС и 38 ºС.**

19. Выберете график, характеризующий кривую охлаждения системы, изображенной на диаграмме фигуративной точкой (выбранный ответ укажите в таблице).

Точки на диаграмме	4	7	6

Варианты ответа:

 а)	 б)	 в)

20. На рисунке 7 представлена кривая охлаждения системы, изображенной на диаграмме точкой *2*.

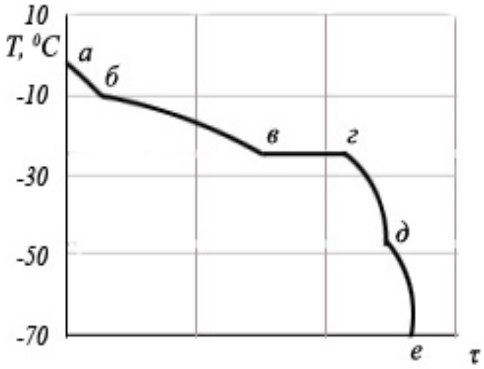


Рисунок 7. Кривая охлаждения

Какой участок на кривой охлаждения соответствует процессу в системе (выбранный ответ укажите в таблице)?

Процессы	кристаллизация эвтектической смеси	охлаждение расплава	кристаллизация исходного расплава	охлаждение смеси твердых фаз

Варианты ответов: а) *аб*; б) *бв*; в) *вг*; г) *гд*; д) *де*.

21. От каких факторов зависит длина участка *вг*?

Варианты ответов:
а) от массы эвтектической смеси;
б) от состава эвтектики;
в) длина участка всегда остается постоянной;
г) от начальной температуры.

22. Чем объясняется точка перегиба *б* на кривой охлаждения?

Варианты ответов:
а) изменением способа охлаждения;
б) изменением фазового состава смеси;
в) началом кристаллизации эвтектической смеси.

23. Чем объясняется изменение угла наклона кривой охлаждения в точке перегиба *б*?

Варианты ответов:
а) изменением способа охлаждения;
б) изменением фазового состава смеси;
в) началом кристаллизации эвтектической смеси.

24. Будет ли угол наклона участка *аб* равен углу наклона участка *гд* и почему?

Варианты ответов:
а) углы наклона равны. В системе сохраняются одни и те же вещества;
б) углы наклона равны. Скорость охлаждения зависит только от технологических особенностей процесса;
в) углы наклона не равны. С изменением фазового состава системы, меняется теплоемкость;
г) углы наклона не равны. С изменением температуры, меняется скорость охлаждения.

25. Чем объясняется не линейный характер кривой охлаждения?

Варианты ответов:
а) способом охлаждения;
б) изменением фазового состава смеси и ее теплоемкости;
в) изменением температуры.

Расчетные задачи

Задача № 1. Рассчитайте массы сопряженных фаз в точке 1, если общая масса системы составляет 200 г (см. рис. 6).

Задача № 2. Найти массу эйкозана, содержащуюся в жидкой и твердой фазе в системе массой 100 г, изображенной на диаграмме фигуративной точкой 7 (см. рис. 6).

Задача № 3. Какое минимальное количество и какого компонента необходимо добавить к системе массой 300 грамм, изображенной на диаграмме фигуративной точкой 2, чтобы система перешла в гетерогенное состояние без изменения температуры (см. рис. 6).

Задача № 3. Определить температуру, при которой полностью расплавится вся система, которая получится, если к 100 г смеси, содержащей 40% эйкозана, добавить 20 грамм тетрахлорметана и 50 грамм смеси, содержащей 25% эйкозана (см. рис. 6).

Вариант 3.
Тестовые задания, направленные на проверку теоретических знаний по данной теме

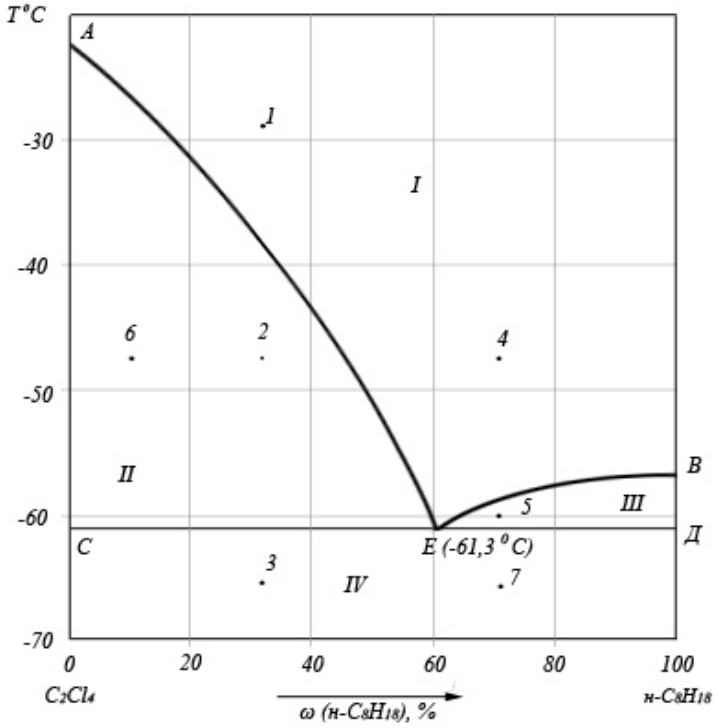


Рисунок 8. Диаграмма состояния системы, содержащей октан и тетрахлорэтилен

Используя диаграмму плавкости октана и тетрахлорэтилена, представленную на рисунке 8, предложите правильные ответы на следующие вопросы:

Часть 1. Описание диаграммы

1. Укажите название линий на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*АЕ*	*СЕ*	*ЕВ*	*ЕД*

Варианты ответов: а) ликвидус; б) солидус; в) линия эвтектики.

2. Какому фазовому равновесию соответствуют линии на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*АЕ*	*СЕ*	*ЕВ*	*ЕД*

Варианты ответов:
а) C_2Cl_4 (тв) ↔ *н*-C_8H_{18};
б) раствор↔ C_2Cl_4 (тв);
в) раствор↔ *н*-C_8H_{18}(тв);
г) раствор↔ *н*-C_8H_{18}↔ C_2Cl_4 (тв).

3. Какому фазовому равновесию соответствуют точки на диаграмме (выбранный ответ укажите в таблице):

Точки на диаграмме	*А*	*В*	*Е*

Варианты ответов:
а) C_2Cl_4 (ж) ↔ C_2Cl_4 (тв);
б) *н*-C_8H_{18} (ж) ↔ *н*-C_8H_{18} (тв);
в) раствор↔ *н*-C_8H_{18} (тв) ↔ C_2Cl_4 (тв).

4. Все точки на линиях на диаграмме характеризуют зависимость (возможно несколько вариантов ответа, выбранный ответ укажите в таблице):

Линия на диаграмме	*АВ*	*СД*

Варианты ответов:
а) температуры начала кристаллизации от состава системы;
б) температуру конца кристаллизации от состава системы;
в) температуру начала плавления от состава системы;
г) температуру конца плавления от состава системы.

5. В какой области на диаграмме система гомогенна?

Варианты ответов: а) I; б) II; в) III; г) IV.

6. В каких областях на диаграмме система гетерогенна?

Варианты ответов: а) I; б) II; в) III; г) IV.

7. В каких точках на диаграмме система гомогенна?

Варианты ответов: а) А; б) В; в) С; г) Д; д) Е.

8. В какой точке на диаграмме система гетерогенна?

Варианты ответов: а) А; б) В; в) С; г) Д; д) Е.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru