## 一 化学热力学基础

### 1-1 判断题

1. 可逆的化学反应就是可逆过程。（×）
2. Q和W不是体系的性质，与过程有关，所以Q+W也由过程决定。（×）
3. 焓的定义式H=U+pV是在定压条件下推导出来的，所以只有定压过程才有焓变。（×）
4. 焓的增加量ΔH等于该过程中体系从环境吸收的热量。（×）
5. 一个绝热过程Q=0，但体系的ΔT不一定为零。（√）
6. 对于一个定量的理想气体，温度一定，热力学能和焓也随之确定。（√）
7. 某理想气体从始态经定温和定容两个过程达终态，这两个过程Q、W、ΔU及ΔH是相等的。（×）
8. 任何物质的熵值是不可能为负值或零的。（×）
9. 功可以全部转化为热，但热不能全部转化为功。（×）
10. 不可逆过程的熵变是不可求的。（×）
11. 任意过程中的热效应与温度相除，可以得到该过程的熵变。（×）
12. 在孤立体系中，一自发过程由A B,但体系永远回不到原来状态。（√）
13. 绝热过程Q=0，而,所以dS=0。（×）
14. 可以用一过程的熵变与热温商的大小关系判断其自发性。（√）
15. 绝热过程Q=0，而ΔH=Q，因此ΔH=0。（×）
16. 按克劳修斯不等式，热是不可能从低温热源传给高温热源的。（×）
17. 在一绝热体系中，水向真空蒸发为水蒸气（以水和水蒸气为体系），该过程W>0，ΔU>0。（×）
18. 体系经过一不可逆循环过程，其>0。（×）
19. 对于气态物质，Cp-CV=nR。（×）
20. 在一绝热体系中有一隔板，两边分别是空气和真空，抽去隔板，空气向真空膨胀，此时Q=0，所以ΔS=0。（×）
21. 高温物体所含的热量比低温物体的多，因此热从高温物体自动流向低温物体。（×）
22. 处于两相平衡的1molH2O（l）和1molH2O（g），由于两相物质的温度和压力相等，因此在相变过程中ΔU=0，ΔH=0。（×）
23. 在标准压力下加热某物质，温度由T1上升到T2，则该物质吸收的热量为，在此条件下应存在ΔH=Q的关系。（√）
24. 带有绝热活塞（无摩擦、无质量）的一个绝热气缸装有理想气体，内壁有电炉丝，将电阻丝通电后，气体慢慢膨胀。因为是一个恒压过程Qp=ΔH，又因为是绝热体系Qp=0，所以ΔH=0。（×）
25. 体系从状态变化到状态Ⅱ，若ΔT=0，则Q=0，无热量交换。（×）
26. 公式只适用于可逆过程。 （ × ）
27. 某一体系达到平衡时，熵最大，自由能最小。 （ × ）
28. 封闭体系中，由状态1经定温、定压过程变化到状态2，非体积功,且有和，则此变化过程一定能发生。 （ √ ）
29. 根据热力学第二定律,能得出，从而得到.。 （ × ）
30. 只有可逆过程的才可以直接计算。 （ × ）
31. 凡是自由能降低的过程一定都是自发过程。 （ × ）
32. 只做体积功的封闭体系，的值一定大于零。 （ √ ）
33. 偏摩尔量就是化学势。 （ × ）
34. 在一个多组分溶液中，只有溶质才有偏摩尔量。 （ × ）
35. 两组分混合成溶液时，没有热效应产生，此时形成的溶液为理想溶液。 （ × ）
36. 拉乌尔定律和亨利定律既适用于理想溶液，也适用于稀溶液。 （ × ）
37. 偏摩尔量因为与浓度有关，所以它不是一个强度性质。 （ × ）
38. 化学势的判据就是吉布斯自由能判据。 （ × ）
39. 自由能G是一个状态函数，从始态到终态Ⅱ，不管经历何途径，总是一定的。（ √ ）
40. 定温定压及时，化学反应达平衡，反应的化学势之和等于产物的化学势之和。（ √ ）
41. 偏摩尔量是容量性质，它不仅与体系的*T*、*p*有关，还与组成有关。（×）
42. 在定温定压下，任一组分在全部浓度范围内都符合亨利定律的溶液，称为理想溶液。（×）
43. 定温定压的可逆过程，体系的吉布斯自由能的减少等于体系对外所做的最大非体积功。√
44. 可逆过程中，体系对环境做功最大，而环境对体系做功最小。（√）
45. 理想气体绝热恒外压膨胀时，其温度将升高。（×）
46. 不可逆过程的熵变是不可求的。（×）
47. 热不可能从低温物体传向高温物体。（×）
48. 单组分体系的偏摩尔量即为摩尔量。
49. 热力学温度为0度时，任何纯物质的熵值都等于0。
50. 理想溶液混合前后，熵变为0。（×）
51. 根据定义，所有体系的广度性质都有加和性质。（×）
52. 可以用体系的熵变与热温商的大小关系判断任意过程的自发性。
53. 绝热过程Q=0，由于，所以dS=0。（×）

54、在定温定压下，CO2由饱和液体转变为饱和蒸气，因温度不变， CO2的热力学能和焓也

不变。 ( × )

55、25℃时H2(g)的标准摩尔燃烧焓等于25℃时H2O(g)的标准摩尔生成焓。 （ × ）

56、稳定态单质的Δf*H*mΘ(800K)=0 。 ( √ )

70、 临界温度是气体加压液化所允许的最高温度。 (√ )

71、可逆的化学反应就是可逆过程。 (× )

72、*Q*和*W*不是体系的性质，与过程有关，所以*Q* + *W*也由过程决定。 (× )

73、焓的定义式*H = U + pV*是在定压条件下推导出来的，所以只有定压过程才有焓变。(× )

74、焓的增加量*ΔH*等于该过程中体系从环境吸收的热量。 (× )

75、一个绝热过程*Q* = 0，但体系的 *ΔT*不一定为零。 (√ )

76、对于一定量的理想气体，温度一定，热力学能和焓也随之确定。 (√ )

77、某理想气体从始态经定温和定容两过程达终态，这两过程的*Q、W、ΔU*及*ΔH*是相等的(× )

78、任何物质的熵值是不可能为负值和零的。 (× )

79、功可以全部转化为热，但热不能全部转化为功。 (× )

80、不可逆过程的熵变是不可求的。 (× )

81、某一过程的热效应与温度相除，可以得到该过程的熵变。 (× )

82、在孤立体系中，一自发过程由A→B，但体系永远回不到原来状态。 (√ )

83、绝热过程*Q* = 0，即 image002，所以d*S* = 0。 (× )

84、可以用一过程的熵变与热温熵的大小关系判断其自发性。 (√ )

85、绝热过程*Q* = 0，而由于*ΔH* = *Q*，因而*ΔH* 等于零。 (× )

86、按Clausius不等式，热是不可能从低温热源传给高温热源的。 (× )

87、在一绝热体系中，水向真空蒸发为水蒸气 (以水和水蒸气为体系)，该过程*W*＞0，*ΔU*＞0。 (× )

88、体系经过一不可逆循环过程，其*ΔS*体＞0。 (× )

89、对于气态物质，*Cp*－*CV* = n*R*。 (× )

90、在一绝热体系中有一隔板，两边分别是空气和真空，抽去隔板，空气向真空膨胀，此时*Q* = 0，所以*ΔS*=0。×

91、克拉佩龙方程适用于纯物质的任何两相平衡。（ ）

92、克—克方程比克拉佩龙方程的精确度高。( )

93、 一定温度下的乙醇水溶液，可应用克—克方程式计算其饱和蒸气压。（ ）

### 1-2 选择题

1、273K，时，冰融化为水的过程中，下列关系是正确的有（B）

A. B. C. D.

2、体系接受环境做功为160J，热力学能增加了200J，则体系（A）

A.吸收热量40J B.吸收热量360J

C.放出热量40J D.放出热量360J

3、在一绝热箱内，一电阻丝浸入水中，通以电流。若以水和电阻丝为体系，其余为环境，则（C）

A. B.

C. D.

1. 任一体系经一循环过程回到始态，则不一定为零的是（D）

A. B. C. D.

5、对一理想气体，下列关系式不正确的是（A）

A. B.

C. D.

1. 当热力学第一定律写成时，它适用于（C）

A.理想气体的可逆过程 B.封闭体系的任一过程

C.封闭体系只做体积功过程 D.封闭体系的定压过程

1. 在一绝热刚壁体系内，发生一化学反应，温度从，压力由，则（D）

A. B.

C. D.

1. 理想气体定温定压混合过程中，下列体系的性质不正确的是（C）

A. B. C. D.

9、任意的可逆循环过程，体系的熵变（A）

A.一定为零 B.一定大于零 C.一定为负 D.是温度的函数

10、一封闭体系从变化时，经历可逆R和不可逆IR途径，则（B）

A. B. C. D.

11、理想气体自由膨胀过程中（D）

A. B.

C. D.

1. 和在绝热定容的体系中生成水，则（D）

A. B.

C. D.

1. 理想气体可逆定温压缩过程中，错误的有（A）

A. B. C. D.

14、当理想气体反抗一定外压做绝热膨胀时，则（D）

A.焓总是不变的 B.热力学能总是不变的

C.焓总是增加的 D.热力学能总是减小的

1. 环境的熵变等于（B、C）

A. B. C. D.

16、在孤立体系中进行的变化，其和的值一定是（D）

A. B.

C. D.

1. 某体系经过不可逆循环后，错误的答案是（A）
2.  B. C. D.
3. C6H6(l)在刚性绝热容器中燃烧，则（D）

A. B.

C. D.

19 、下列化学势是偏摩尔量的是（ B ）

1.  B. C. D.
2. 在，，1mol过冷的水结成冰时，下述表示正确的是（ C ）
3.  B.

C. D.

21、下述化学势的公式中，不正确的是（ D ）

A. B.

C. D.

22、在373.15K，101.325Pa，与的关系是（ B ）

1.  B.

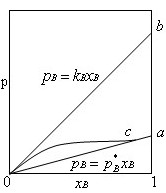
C. D.无法确定

1. 制作膨胀功的封闭体系，的值（ B ）
2. 大于零 B.小于零 C.等于零 D.无法确定
3. 某一过程，应满足的条件是（ D ）
4. 任意的可逆过程
5. 定温定压且只做体积中的过程
6. 定温定容且只做体积功的可逆过程
7. 定温定压且只做体积功的可逆过程

25、1mol理想气体经一定温可逆膨胀过程，则（ A ）

1.  B. C. D.无法确定

26、纯液体在正常相变点凝固，则下列量减少的是（ A ）

1. S B.G C.蒸汽压 D.凝固热
2. 右图中哪一点是稀溶液溶质的标准态的点（ B ）

A.a点 B.b点 C.c点 D.d点

28、在下，当过冷水蒸气凝结为同温度的水，在该过程中正、负

号无法确定的是（ D ）

1.  B. C. D.
2. 实际气体的化学势表达式为，其中标准态

化学势为（ A ）

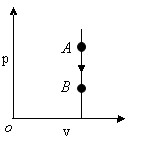
1. 逸度的实际气体的化学势
2. 压力的实际气体的化学势
3. 压力的理想气体的化学势
4. 逸度的理想气体的化学势
5. 理想气体的不可逆循环，( B )
6.  B. C. D.无法确定

31、在两相中含A、B两种物质，当达平衡时，正确的是（ B ）

1.  B. C. D.
2. 多组分体系中，物质B的化学势随压力的变化率，即的值（ A ）
3.  B. C. D.无法确定

33、、标准压力下，1mol过冷水蒸汽凝集成冰，则体系、环境及总的熵变为（ B ）

1.  B.

C. D.

1. p-V图上，1mol单原子理想气体，由状态A变到状态B，

错误的是（ B ）

1.  B.

C. D.

1. 体系经不可逆过程，下列物理量一定大于零的是（ C ）
2.  B. C. D.
3. 一个很大的恒温箱放着一段电阻丝，短时通电后，电阻丝的熵变（ D ）
4.  B. C. D.无法确定
5. 热力学的基本方程可使用与下列哪一过程（ B ）

A.298K，标准压力的水蒸发的过程

B.理想气体向真空膨胀

C.电解水制备氢气

D.合成氨反应未达平衡

1. 温度为T时，纯液体A的饱和蒸汽压为，化学势为，在1时，凝固点为，向A溶液中加入少量溶质形成稀溶液，该溶质是不挥发的，则、、的关系是（ D ）
2.  B.

C. D.

39下列性质不符合理想溶液通性的是： ( D )

A. ΔmixV＝0 B. ΔmixS >0

C. ΔmixG <0 D. ΔmixG >0

40、从A态到B态经不可逆过程ΔS体是： ( D )

A.大于零 B.小于零 C.等于零 D.无法确定

41、常压下-10℃过冷水变成-10℃的冰，在此过程中，体系的ΔG与ΔH如何变化： ( D )

A. ΔG<0，ΔH>0 B. ΔG>0，ΔH>0

C. ΔG=0，ΔH=0 D. ΔG<0，ΔH<0

42、某绝热封闭体系在接受了环境所做的功之后，其温度: ( A )

A.一定升高 B.一定降低

C.一定不变 D.不一定改变

43、对于纯物质的标准态的规定，下列说法中不正确的是： (C)

A. 气体的标准态就是温度为*T*，压力为100kPa下具有理想气体性质的纯气体状态。

B. 纯液态物质的标准态就是温度为*T*及100kPa下的纯态。

C. 气体的标准态就是温度为*T*及压力为100kPa时的纯态。

D. 纯固态物质的标准态就是温度为*T*及100kPa下的纯态。

44、下列各式中哪个是化学势： ( C )

A. (∂H/∂nB)T,*p*,nZ  B. (∂F/∂nB) T,*p*,nZ

C. (∂G/∂nB) T,*p*,nZ D. (∂U/∂nB) T,*p*,nZ

45、理想气体的状态改变了，其内能值： ( C )

A. 必定改变 B. 必定不变

C. 不一定改变 D. 状态与内能无关

46、满足△S孤立 = 0的过程是： ( A )

A. 可逆绝热过程 B. 节流膨胀过程

C. 绝热过程 D. 等压绝热过程

47、325kPa下，过冷水蒸气凝结为同温度的水，在该过程中，正负号无法确定的变量是：（D）

A. ΔG B. ΔS C. ΔH D. ΔU

48、 关于循环过程，下列表述正确的是 ( B  )

A、可逆过程一定是循环过程 B、循环过程不一定是可逆过程

C、  x1-c D、x1-d

49、对热力学能的意义，下列说法中正确的是 (  B  )

A、 只有理想气体的热力学能是状态的单值函数

B、  对应于某一状态的热力学能是不可测定的

C、  当理想气体的状态改变时，热力学能一定改变

D、  体系的热力学能即为体系内分子之间的相互作用势能

50、对常压下进行的气相化学反应，已知体系中各物质的等压热容与温度有关，下列有关基尔霍夫定律的表达式不正确的是 ( Dbto_x  )

A、  x3-a

B、  x3-b

C、  x3-c

D、  x3-d

51、理想气体的热力学能由U1增加到U2，若分别按：（Ⅰ）等压（Ⅱ）等容和（Ⅲ）绝热从始态到终态，则C

A、  x4-a B、  x4-b

C、  x4-c D、  x4-d

52.下列各式不受理想气体条件限制的是 (  D  )

A 、 x5-a B 、 x5-b

C 、 x5-c D 、 x5-d

53. 在101.3kPa、373K下，1molH2O（l）变成H2O（g）则（ D ）

A、  Q < 0 B 、 △U = 0 C、  W > 0 D 、 △H > 0

54. 关于焓变，下列表述不正确的是 (  A  )

A  △H = Q适用于封闭体系等压只作功的过程

B  对于常压下的凝聚相，过程中△H ≈△U

C  对任何体系等压只作体积功的过程△H =△U – W

D  对实际气体的恒容过程△H = △U + V△p

55. 理想气体从A态到B态沿二条等温途径进行：（I）可逆；（II）不可逆。则下列关系成立的是 (  A  )

A  x8-a B  x8-b

C  x8-c D  x8-d

56. 对封闭体系，当过程的始终态确定后，下列值中不能确定的是 (  D  )

A  恒容、无其它功过程的Q B  可逆过程的W

C  任意过程的Q+ W D  绝热过程的W

57. 已知反应C（s）+O2（g）→CO2（g）的ΔrHmθ (298K)<0,若常温常压下在一具有刚壁的绝热容器中C和O2发生反应.则体系( D )

A  x10-a B  x10-b

C  x10-c D  x10-d

70. 状态方程为p(V–nb)=nRT常数（b>0）的气体进行节流膨胀时 (  C  )

A  0x23a B  0x23b C  0x23c D  0x23d

71. 硫酸和水在敞开容器中混合，放出大量热，并有部分水汽化。若始态和终态均与环境处于热平衡，则 (  Cbto_x  )

A  0x25a B  0x25b C  0x25c D  0x25d

72. 关于热力学第二定律，下列说法不正确的是 (  D  )

A  第二类永动机是不可能制造出来的

B  把热从低温物体传到高温物体，不引起其它变化是不可能的

C  一切实际过程都是热力学不可逆过程

D  功可以全部转化为热，但热一定不能全部转化为功

73. 体系从状态A变化到状态B，有两条途径：I为可逆途径，II为不可逆途径。以下关系中不正确的是 (  C  )

A  x1_a B  x1_b

C  x1_c D  x1_d

74、 在绝热封闭体系发生一过程中，体系的熵 (  D  )

A  必增加 B  必减少 C  不变 D  不能减少

75. 1 mol理想气体，从同一始态出发经绝热可逆压缩和绝热不可逆压缩到相同压力的终态，终态的熵分别为 S1和S2，则两者关系为 (  B  )

A  S1= S2 B  S1< S2 C  S1> S2 D  S1≥S2

76. 理想气体在绝热可逆膨胀中,对体系的ΔH和ΔS下列表示正确的是( C )

A  ΔH > 0, ΔS > 0 B  ΔH = 0, ΔS = 0

C  ΔH < 0, ΔS = 0 D  ΔH < 0, ΔS < 0

77. 270 K、101.3 kPa时，1 mol水凝结成冰，对该过程来说，下面关系正确的是 (  D  )

A  ΔS体系+ΔS环境 ≥ 0 B  ΔS体系+ΔS环境 > 0

C  ΔS体系+ΔS环境 = 0 D  ΔS体系+ΔS环境 < 0

78. 等温等压下进行的化学反应，其方向由ΔrHm和ΔrSm共同决定，自发进行的反应满足下列关系中的 (  B  )

A  x2_a B  x2_b C  x2_c D  x2_d

79. 等温等压下过程可以自发进行时，肯定成立的关系是 (  Bbto_x  )

A (ΔGT,p + Wf) > 0 B ΔGT,p < 0 C ΔS总 > 0 D ΔH S,p > 0

80. 已知金刚石和石墨的SmӨ(298K)，分别为0.244 J•K-1•mol-1和5.696 J•K-1•mol-1，Vm分别为3.414 cm3•mol-1和5.310 cm3•mol-1，欲增加石墨转化为金刚石的趋势，则应 (  D  )

A  升高温度，降低压力 B  升高温度，增大压力

C  降低温度，降低压力 D  降低温度，增大压力

81. 某体系状态A径不可逆过程到状态B，再经可逆过程回到状态A，则体系的ΔG和ΔS满足下列关系中的哪一个 (  D  )

A  ΔG > 0, ΔS > 0 B  ΔG < 0, ΔS < 0

C  ΔG > 0, ΔS = 0 D  ΔG = 0, ΔS = 0

82. 0x11( A )

A  0 B  0x11b C  0x11c D  0x11d

83. 373.2 K和101.3 kPa下的1 mol H2O(l)，令其与373.2 K的大热源接触并向真空容器蒸发，变为373.2 K、101.3 kPa下的H2O(g)，对这一过程可以判断过程方向的是 ( Cbto_x  )

A  0x12a B  0x12b C  0x12c D  0x12d

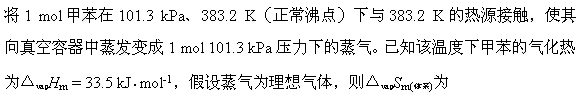
84. 在等温等压下,将1molN2和1molO2混合,视N2和O2为理想气体,混合过程中不发生变化的一组状态函数是( A )

A  0x13a B  0x13b C  0x13c D  0x13d

85. 某理想气体在等温膨胀过程中(不做非体积功.Wf=0), 则 (A )

 A 0x14a B  0x14b

C  0x14c D  0x14d

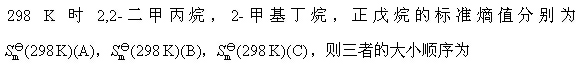
86. D

A  0x15a B  0x15b C  0x15c D  0x15d

87. 0x16C

A  0x16a B  0x16b

C  0x16c D  0x16d

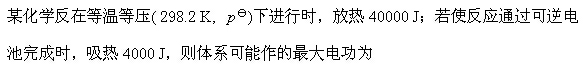
88. B

A  0x17a

B  0x17b

C  0x17c

D  0x17d

89. C

A  0x18a B  0x18b C  0x18c D  0x18d

90. 0x19C

A  0x19a B  0x19b C  0x19c D  0x19d

91. 0x20D

A  0x20a

B  电解水制取氢气和氧气

C  0x20c

D  0x20d

92. 0x21B

A  0x21a B  0x21b  C  0x21c D  0x21d

93. 

(C)

A  0x22a B  0x22b C  0x22c D  液体蒸气压与外压无关

94. 0x23(  Cbto_x  )

A  0x23a

B  0x23b

C  0x23c

D  0x23d

95. 0x24C

A  理想气体恒外压等温压缩

B  263K、101.3Pa下,冰熔化为水

C  等温等压下，原电池中发生的反应

D  等温等压下电解水

96. 实际气体节流膨胀后其熵变为 (  Bbto_x  )

A  0x25a B  0x25b C  0x25c D  0x25d

97、 理想气体定温自由膨胀过程为（ D ）

A *Q*>0 B*U*<0 C*W*<0 D *H*=0

98、 已知反应H2(g)+(1/2)O2(g)==H2O(g)的标准摩尔焓[变]为Δr*H*m￠(*T*)，下列说法中不正确的是（ B ）

A、Δr*H*m￠(*T*)是H2(g)的标准摩尔生成焓

B、Δr*H*m￠(*T*)是H2O(g)的标准摩尔燃烧焓

C、Δr*H*m￠(*T*)是 负值。

D、Δr*H*m￠(*T*)与反应的Δr*U*m￠(*T*)在量值上不等

99、 对于只做膨胀功的封闭系统的(d*A*/d*T*)*V*值是：（B　）

A、大于零 B、小于零　 C、等于零 D、不确定

100、 对封闭系统来说，当过程的始态和终态确定后，下列各项中没有确定的值是：　（　A　）

A、*Q* B、*Q*+*W* C、*W*(*Q*=0) D、*Q*(*W* =0)

101、*pV*=常数（ ＝*Cp*,m/*CV*,m)的适用条件是（C　　）

A、绝热过程　 B、理想气体绝热过程

C、理想气体绝热可逆过程　　 D、绝热可逆过程

102、当理想气体反抗一定的压力作绝热膨胀时，则　(　D )

A、焓总是不变　　 B、热力学能总是增加

C、焓总是增加　　 D、热力学能总是减少

103、在隔离系统内（C　　）

A、热力学能守恒，焓守恒　 B、热力学能不一定守恒，焓守恒、

C、热力学能守恒，焓不一定守恒 D、热力学能、焓均不一定守恒

104、从同一始态出发，理想气体经可逆和不可逆两种绝热过程（B ）

A、可以到达同一终态 B、不可能到达同一终态

B



C、可以到达同一终态 ，但给环境留下不同影响

105、从热力学四个基本过程可导出 =（ ）B



106、对封闭的单组分均相系统，且*W*’=0时， 的值应是（ B ）

A、<0 B、>0 C、 =0 D、无法判断

107、1mol理想气体（1）经定温自由膨胀使体积增加1倍；（2）经定温可逆膨胀使体积增加1倍；（3）经绝热自由膨胀使体积增加1倍；（4）经绝热可逆膨胀使体积增加1倍。在下列结论中何者正确？（ D ）

A、*S*1= *S*2= *S*3= *S*4 B、*S*1=*S*2，*S*3=*S*4=0

C、*S*1=*S*4，*S*2=*S*3 D、*S*1= *S*2=*S*3，*S*4=0

108、373.15K和*p*下，水的摩尔汽化焓为40.7kJmol-1，1mol水的体积为18.8cm3，1mol水蒸气的体积为30 200cm3，1mol水蒸发为水蒸气的Δ*U*为（ C ）。

A、45.2kJmol-1 B、40.7kJmol-1 C、37.6kJmol-1 D、52.5kJmol-1

109、戊烷的标准摩尔燃烧焓为-3520kJmol-1，CO2(g)和H2O(l)的标准摩尔生成焓分别为-395kJmol-1和-286kJmol-1，则戊烷的标准摩尔生成焓为（D ）

A、2839kJmol-1 B、-2839kJmol-1

C、171kJmol-1 D、-171kJmol-1

110．273K, *p*时，冰融化为水的过程中，下列关系式正确的有 B .

A．*W* ＜0　　B. *ΔH* = *Q*P C. *ΔH* ＜0 D. *ΔU*＜0

111．体系接受环境作功为160J，热力学能增加了200J，则体系 A .

A．吸收热量40J B．吸收热量360J

C．放出热量40J D．放出热量360J

112、在一绝热箱内，一电阻丝浸入水中，通以电流。若以水和电阻丝为体系，其余为环

境，则 C .

A．*Q* ＞ 0，*W* = 0，*ΔU* ＞ 0 B．*Q* =0，*W* = 0，*ΔU* ＞ 0

C．*Q* = 0，*W* ＞ 0，*ΔU* ＞ 0 D．*Q* ＜ 0，*W* = 0，*ΔU* ＜ 0

113．任一体系经一循环过程回到始态，则不一定为零的是 D .

A．*ΔG* B．*ΔS* C．*ΔU* D．*Q*

114．对一理想气体，下列哪个关系式不正确 A .

A． image004 B． image006

C． image008 D． image010

115．当热力学第一定律写成d*U* = *δQ* – *p*d*V*时，它适用于 C .

A．理想气体的可逆过程 B．封闭体系的任一过程

C．封闭体系只做体积功过程 D．封闭体系的定压过程

116．在一绝热钢壁体系内，发生一化学反应，温度从*T*1→*T*2，压力由*p*1→*p*2，则 D .

A．*Q* ＞0，*W* ＞0，*ΔU* ＞ 0 B．*Q* = 0，*W* ＜0，*ΔU* ＜0

C．*Q* = 0，*W* ＞0，*ΔU* ＞0 D．*Q* = 0，*W* = 0，*ΔU* = 0

117．理想气体混合过程中，下列体系的性质，不正确的是 C .

A．*ΔS* ＞0 B．*ΔH* =0 C．*ΔG* = 0 D． *ΔU* = 0

118.任意的可逆循环过程，体系的熵变 A .

A．一定为零 B．一定大于零 C．一定为负 D．是温度的函数

119．一封闭体系，从A→B变化时，经历可逆（R）和不可逆(IR)途径，则 B .

A．*Q* R = *Q* IR B． image012 C．*W* R = *W* IR D． image014

120．理想气体自由膨胀过程中 D .

A．*W* = 0，*Q*＞0，*ΔU*＞0，*ΔH*=0 B．*W*＞0，*Q*=0，*ΔU*＞0，*ΔH*＞0

C．*W*＜0，*Q*＞0，*ΔU*=0，*ΔH*=0 D．*W* = 0，*Q*=0，*ΔU*=0，*ΔH*=0

121．H2和O2在绝热定容的体系中生成水，则 D .

A．*Q*=0，*ΔH*＞0，*ΔS*孤 = 0 B．*Q*＞0，*W* = 0，*ΔU*＞0

C．*Q*＞0，*ΔU*＞0，*ΔS*孤＞0 D． *Q*=0，*W* = 0，*ΔS*孤＞0

122．理想气体可逆定温压缩过程中，错误的有 A .

A． *ΔS* 体= 0 B． *ΔU*=0 C．*Q*＜0 D． *ΔH*=0

123．当理想气体反抗一定的外压做绝热膨胀时，则 D .

A. 焓总是不变的 B．热力学能总是不变的

C．焓总是增加的 D．热力学能总是减小的

124．环境的熵变等于 B .

A． image016 B． image018 C． image020 D． image022

125. 将克拉佩龙方程用于H2Ｏ的液固两相平衡，因为*V*m（H2Ｏ，1）＜*V*m(H2Ｏ，s），所以随着压力的增大,则H2Ｏ（1）的凝固点将：( B )

(A)上升 (B)下降 (C)不变

126. 克-克方程式可用于（ A )

(A) 固-气及液-气两相平衡 (B) 固-液两相平衡 (C) 固-固两相平衡

127. 液体在其*T,* *p*满足克-克方程的条件下进行汽化的过程,以下各量中不变的是：( C )

(A)摩尔热力学能 (B)摩尔体积

(C)摩尔吉布斯函数 (D)摩尔熵

128. 特鲁顿(Trouton)规则(适用于不缔合液体)。B



(A)21 J·mol－１·K－１ (B)88 J·K－１ (C)109 J·mol－１·K－１

129、在、两相中都含有A和B两种物质，当达到相平衡时，下列三种情况正确的是： （B ）



130、 100℃，101 325Pa的液态H2O(l)的化学势l， 100℃，101 325Pa的气态H2O(g)的化学势g ，二者的关系为（C ）

(A) l> g (B) l < g (C) l  = g

131 、由A及B双组分构成的和两相系统，则在一定*T*、*p*下，物质A由相自发向相转移的条件为（ A ）



132、 某物质溶于互不相溶的两液相和中，该物质在相以A的形式存在，在相以A2形式存在，则定温定压下，两相平衡时（ C ）



133、 理想液态混合物的混合性质是（ A ）

(A)mix*V*=0， mix*H*=0， mix*S*>0， mix*G*<0

(B)mix*V*<0， mix*H*<0， mix*S*<0， mix*G*=0

(C) mix*V*>0， mix*H*>0， mix*S*=0， mix*G*=0

(D) mix*V*>0， mix*H*>0， mix*S*<0， mix*G*>0

134、 稀溶液的凝固点*T*f与纯溶剂*T*f\*的凝固点比较，*T*f <*T*f \*的条件是（ C ）

(A)溶质必须是挥发性的 (B)析出的固相一定是固溶体

(C)析出的固相是纯溶剂 (D)析出的固相是纯溶质

135、若使CO2在水中的溶解度为最大，应选择的条件是（ B ）

(A)高温高压 (B)低温高压 (C)低温低压 (D)高温低压

136、25℃时，CH4(g)在H2O(l)和C6H6(l)中的亨利系数分别为4.18×109Pa和57×106Pa ，则在相同的平衡气相分压*p*(CH4)下，CH4在水中与在苯中的平衡组成（ B ）

(A)*x*(CH4，水) > *x*(CH4，苯) ，(B)*x*(CH4，水) < *x*(CH4，苯)

(C)*x*(CH4，水) = *x*(CH4，苯)

137、在一定压力下，纯物质A的沸点、蒸气压和化学势分别为*T*b\*、 *p*A\*和A\* ，加入少量不挥发性的溶质形成溶液之后分别变成*T*b、 *p*A和A ，因此有（ D ）

(A) *T*b\*< *T*b， *p*A\*< *p*A， ,A\* <A

(B) *T*b\*> *T*b， *p*A\*> *p*A， ,A\* >A

(C) *T*b\*> *T*b， *p*A\*< *p*A， ,A\* >A

(D) *T*b\*< *T*b， *p*A\*> *p*A， ,A\* >A

138、已知环己烷、醋酸、萘、樟脑的凝固点降低系数*k*f分别是20.2、9.3、6.9及139.7Kkg mol-1。今有一未知物能在上述四种溶剂着溶解，欲测定该未知物的相对分子质量，最适宜的溶剂是（ B ）

(A)萘 (B)樟脑 (C) 环己烷 (D)醋酸

140、在20℃和大气压力下，用凝固点降低法测物质的相对分子质量。若所选的纯溶剂是苯，其正常凝固点为5.5℃，为使冷却过程在比较接近于平衡状态的情况下进行，冷浴内的恒温介质比较合适的是（ A ）

(A)冰-水 (B)冰-盐水 (C)干冰-丙酮 (D)液氨

141、 二组分理想液态混合物的蒸气总压（B ）

(A)与溶液的组成无关 (B)介于两纯组分的蒸气压之间

(C) 大于任一纯组分的蒸气压 (D)小于任一纯组分的蒸气压

142、 A和B两组分在定温定压下混和形成理想液态混合物时，则有：（A ）。

（A）mix*H*=0 （B）mix*S*=0 （C）mix*A*=0 （D）mix*G*=0

143 、指出关于亨利定律的下列几点说明中，错误的是（B）

(A)溶质在气相和在溶剂中的分子状态必须相同

(B)溶质必须是非挥发性的

(C)温度愈高或压力愈低，溶液愈稀，亨利定律愈准确

(D)对于混合气体，在总压力不太大时，亨利定律能分别适用于每一种气体，与其他气体的分压无关

144、40℃时，纯液体A的饱和蒸气压是纯液体B的两倍，组分A和B能构成理想液态混合物。若平衡气相中组分A和B的摩尔分数相等，则平衡液相中组分A和B的摩尔分数之比*x*A:*x*B=( A )

(A)1:2 (B) 2:1 (C)3:2 (D)4:3

145、组分A和B形成理想液态混合物。 已知在100℃时纯组分A的蒸气压为133.32kPa，纯组分B的蒸气压为66.66kPa，当A和B的两组分液态混合物中组分A的摩尔分数为0.5时，与液态混合物成平衡的蒸气中，组分A的摩尔分数是（ C ）

(A) 1 (B) 3/4 (C)2/3 (D) 1/2

146、在25℃时，0.01mol·dm-3糖水的渗透压力为*Π*1, 0.01mol·dm–3食盐水的渗透压为*Π*2,则 ( C )。

(A)*Π*1＞*Π*2 (B)*Π*1＝*Π*2 (C)*Π*1＜*Π*2 (D) 无法比较

147、氯仿（1）和丙酮（2）形成非理想液态混合物，在*T*时，测得总蒸气压为29 398Pa，蒸气中丙酮的摩尔分数*y*2=0.818，而该温度下纯氯仿的饱和蒸气压为29 571Pa，则在液相中氯仿的活度*a*1为 （ C ）

(A) 0.500 (B) 0.823 (C)0.181 (D) 0.813

148、在一定温度、压力下，A和B形成理想液态混合物，平衡时液相中的摩尔分数*x*A/ *x*B=5，与溶液成平衡的气相中A的摩尔分数*y*A=0.5，则A、B的饱和蒸气压之比为（ C ）

(A) 5 (B) 1 (C)0.2 (D) 0.5

149．下列化学势是偏摩尔量的是 B 。

A． image010 B. image012C． image014 D． image016。

150.在－10℃，*p*时，1mol过冷的水结成冰时，下述表示正确的是 C 。

A．*ΔG* ＜0，*ΔS*体＞0，*ΔS*环＞0，*ΔS*孤＞0；

B．*ΔG* ＞0，*ΔS*体＜0，*ΔS*环＜0，*ΔS*孤＜0；

C．*ΔG* ＜0，*ΔS*体＜0，*ΔS*环＞0，*ΔS*孤＞0；

D．*ΔG* ＞0，*ΔS*体＞0，*ΔS*环＜0，*ΔS*孤＜0。

151．下述化学势的公式中，不正确的是 D 。

A． image018； B． image020；

C． image022； D． image024。

152．在373.15K，10132Pa， image026与 image028的关系是 B 。

A． image026＞ image028；　　 　　B． image026= image028；

C． image026＜ image028；　　　　 D．无法确定。

153．只做膨胀功的封闭体系， image030的值 B 。

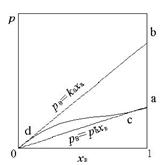
A．大于零；　　B．小于零；　　C．等于零；　　D．无法确定。

154．某一过程*ΔG* = 0,应满足的条件是 D 。

A．任意的可逆过程；

B．定温定压且只做体积功的过程；

C．定温定容且只做体积功的可逆过程；

D．定温定压且只做体积功的可逆过程。

155．1mol理想气体经一定温可逆膨胀过程，则 D 。

A．*ΔG* = *ΔF* B．*ΔG* ＞ *ΔF*  C．*ΔG* ＜ *ΔF*  D．无法确定

156．纯液体在正常相变点凝固，则下列量减小的是 A 。

A．*S* ； B．*G* ；

C．蒸汽压； D．凝固热。

157．图中 A 点是稀溶液溶质的标准态。

A．a 点； B．b点；

C．c点； D．d点。

158．温度为*T*时，纯液体A的饱和蒸汽压为*p*A\*，化学势为*μ*A\*，在1 *p*时，凝固点为 image034，向A中加入少量溶质形成稀溶液，该溶质是不挥发的，则*p*A、*μ*A、*T*f的关系是 B 。

A．*p*A\*＜*p*A ，*μ*A\*＜*μ*A ， image034＜*T*f ； B．*p*A\*＞*p*A ，*μ*A\*＜*μ*A ， image034＜*T*f ；

C．*p*A\*＞*p*A ，*μ*A\*＜*μ*A ， image034＞*T*f ； D．*p*A\*＞*p*A ，*μ*A\*＞*μ*A ， image034＞*T*f 。

159．在*p*下，当过冷水蒸气凝结为同温度的水，在该过程中正、负号无法确定的量是 D 。

A．*ΔG* B．*ΔS* C．*ΔH* D．*ΔU*

160．实际气体的化学势表达式为 image036，其中标准态化学势为 D 。

A．逸度*f*=*p*的实际气体的化学势 B．压力*p* =*p*的实际气体的化学

C．压力*p* =*p*的理想气体的化学势 D．逸度*f*=*p*的理想气体的化学势

161．理想气体的不可逆循环，*∆G* B 。

A．＜0 B．=0 C．＞0； D．无法确定

162．在α、β两相中含A、B两种物质，当达平衡时，正确的是 B 。

A． *image038* B． *image040* C． *image042*

163．多组分体系中，物质B的化学势随压力的变化率，即 *image044*的值 A 。

A．＞0 B．＜0 C．=0 D．无法确定

164，体系的下列各组物理量中都是状态函数的是：参考答案: C

(A) T，p，V，Q ； (B) m，Vm，Cp，∆V ；

(C) T，p，V，n ； (D) T，p，U，W 。

165.1mol 单原子分子理想气体从 298 K，200.0 kPa 经历： ① 等温, ② 绝热, ③ 等压三条途径可逆膨胀,使体积增加到原来的2倍，所作的功分别为W1,W2,W3，三者的关系是： ( ) 参考答案: D

(A) |W1|>|W2|>|W3| (B) |W2|>|W1|>|W3|

(C) |W3|>|W2|>|W1| (D) |W3|>|W1|>|W2|

166．在一个绝热刚瓶中，发生一个放热的分子数增加的化学反应，那么：参考答案: C

(A) Q > 0，W > 0，∆U > 0 ； (B) Q = 0，W = 0，∆U < 0 ；

(C) Q = 0，W = 0，∆U = 0 ； (D) Q < 0，W > 0，∆U < 0 。

167. 下述说法哪一个是错误的? ( ) 参考答案: C

(A) 封闭体系的状态与其状态图上的点一一对应

(B) 封闭体系的状态即是其平衡态

(C) 封闭体系的任一变化与其状态图上的实线一一对应

(D) 封闭体系的任一可逆变化途径都可在其状态图上表示为实线

168. 凡是在孤立体系中进行的变化，其ΔU和ΔH的值一定是： ( ) 参考答案: D

(A) ΔU > 0 , ΔH > 0 (B) ΔU = 0 , ΔH = 0

(C) ΔU < 0 , ΔH < 0 (D) ΔU = 0 , ΔH大于、小于或等于零不确定

169. " 封闭体系恒压过程中体系吸收的热量Qp等于其焓的增量ΔH "，这种说法： 参考答案: B

(A) 正确 (B) 需增加无非体积功的条件

(C) 需加可逆过程的条件 (D) 需加可逆过程与无非体积功的条件

170. 非理想气体进行绝热自由膨胀时,下述答案中哪一个是错误的? ( ) 参考答案: D

(A) Q=0 (B) W=0 (C) ΔU=0 (D) ΔH=0

171. 当体系将热量传递给环境之后,体系的焓： ( ) 参考答案: D

(A) 必定减少 (B) 必定增加

(C) 必定不变 (D) 不一定改变

172. 一定量的理想气体从同一始态出发，分别经 (1) 等温压缩，(2) 绝热压缩到具有相同压力的终态，以H1，H2分别表示两个终态的焓值，则有：( ) 参考答案: C

(A) H1> H2 (B) H1= H2 (C) H1< H2 (D) H1>=H2

173. 下列诸过程可应用公式 dU = (Cp- nR)dT进行计算的是：( ) 参考答案: C

(A) 实际气体等压可逆冷却 (B) 恒容搅拌某液体以升高温度

(C) 理想气体绝热可逆膨胀 (D) 量热弹中的燃烧过程

174．下述说法中，哪一种正确：参考答案: A

(A) 热容C不是状态函数； (B) 热容C与途径无关 ；

(C) 恒压热容Cp不是状态函数； (D) 恒容热容CV不是状态函数 。

175. 1mol单原子分子理想气体，从273 K，202.65 kPa, 经 pT=常数 的可逆途径压缩到405.3 kPa的终态，该气体的ΔU为： ( ) 参考答案: D

(A) 1702 J (B) -406.8 J (C) 406.8 J (D) -1702 J

176．如图所示，理想气体由状态1变化到状态2，则该过程的：参考答案: B

(A) T2 < T1 ，W < 0，Q < 0 ；

(B) T2 > T1 ，W < 0，Q > 0 ；

(C) T2 < T1 ，W > 0，Q < 0 ；

(D) T2 > T1 ，W > 0，Q > 0 。

177．非理想气体的节流膨胀过程中，下列哪一种描述是正确的：参考答案: A

(A) Q = 0，∆H = 0，∆p < 0 ； (B) Q = 0，∆H < 0，∆p < 0 ；

(C) Q > 0，∆H = 0，∆p < 0 ； (D) Q < 0，∆H = 0，∆p < 0 。

178. 一定量的理想气体从同一初态分别经历等温可逆膨胀、绝热可逆膨胀到具有相同压力的终态，终态体积分别为V1,V2，则： ( ) 参考答案: A

(A) V1> V2 (B)V1< V2 (C) V1= V2 (D) 无法确定

179. 一容器的容积为V1=162.4 立方米,内有压力为94430 Pa,温度为288.65 K的空气。当把容器加热至Tx时,从容器中逸出气体在压力为92834 Pa,温度为289.15 K下,占体积114.3 m3；则Tx 的值为：

参考答案: B

(A) 1038.15 K (B) 948.15 K (C) 849.15 K (D) 840.15 K

180．n mol理想气体由同一始态出发，分别经 (1)等温可逆；(2)绝热可逆两个过程压缩到

达相同压力的终态，以H1和H2分别表示(1)和(2)过程终态的焓值，则：参考答案: B

(A) H1 > H2 ； (B) H1 < H2 ；

(C) H1 = H2 ； (D) 上述三者都对。

181．如图，A→B和A→C均为理想气体变化过程，若B、C在同一条绝热线上，那么

∆UAB与∆UAC的关系是：参考答案: A

(A) ∆UAB > ∆UAC ； (B) ∆UAB < ∆UAC ；

(C) ∆UAB = ∆UAC ； (D) 无法比较两者大小。

182．理想气体从同一始态（p1,V1,T1）出发，分别经恒温可逆压缩(T)、

绝热可逆压缩(i)到终态体积为V2时，环境对体系所做功的绝对值比较：参考答案: B

(A) WT > Wi ； (B) WT < Wi ；

(C) WT = Wi ； (D) 无确定关系。

183. 石墨的燃烧热： ( ) 参考答案: B

(A) 等于CO生成热 (B) 等于CO2生成热 (C) 等于金刚石燃烧热 (D) 等于零

184. 298 K时，石墨的标准摩尔生成焓ΔfH ： ( ) 参考答案: C

(A) 大于零 (B) 小于零 (C) 等于零 (D) 不能确定

185. 人在室内休息时，大约每天要吃 0.2 kg 的酐酪（摄取的能量约为 4000 kJ）。假定这些能量全部不储存在体内，为了维持体温不变，这些能量全部变为热使汗水蒸发。已知水的汽化热为 44 kJ/mol，则每天需喝水： ( ) 参考答案: C

(A) 0.5 kg (B) 1.0 kg (C) 1.6 kg (D) 3.0 kg

186. 高温下臭氧的摩尔等压热容C(p,m) 为： ( ) 参考答案: D

(A) 6R (B) 6.5R (C) 7R (D) 7.5R

187．范德华气体绝热向真空膨胀后，气体的温度将：参考答案: C

(A) 不变； (B) 升高 ；

(C) 降低； (D) 不能确定 。

188．某气体的状态方程服从p(Vm - b) = RT，其中b为常数，则 为：参考答案: C

(A) 大于零； (B) 小于零 ；

(C) 等于零； (D) 不能确定 。

189. 若以B代表化学反应中任一组分， 和 n(B)分别表示任一组分 B 在ξ= 0 及反应进度为ξ时的物质的量，则定义反应进度为： ( ) 参考答案: C

(A) ξ=n(B,0) - n(B) (B) ξ= n(B)-n(B,0)

(C) ξ=[n(B)-n(B,0)]/ν(B) (D) ξ= [n(B,0) -n(B)]/ν(B)

190. 已知：Zn(s)+(1/2)O2 ---> ZnO　　　 ΔcHm=351.5 kJ/mol Hg(l)+(1/2)O2　---> HgO 　　　ΔcHm= 90.8 kJ/mol 因此 Zn+HgO ---> ZnO+Hg 的ΔrHm是：参考答案: B

(A) 442.2 kJ/mol (B) 260.7 kJ/mol

(C) -62.3 kJ/mol (D) -442.2 kJ/mol

191. 下述说法正确的是： ( ) 参考答案: C

(A) 水的生成热即是氧气的燃烧热

(B) 水蒸气的生成热即是氧气的燃烧热

(C) 水的生成热即是氢气的燃烧热

(D) 水蒸气的生成热即是氢气的燃烧热

192．反应C(金钢石) + (1/2)O2(g)＝CO(g) 的热效应为 ，问此 值为：参考答案:D

(A) CO(g) 的生成热 ； (B) C(金钢石)的燃烧热 ；

(C) 碳的燃烧热； (D) 全不是 。

### 1-3 填空题

1、 一定量的理想气体由同一始态压缩至同一压力*p*，定温压缩过程的终态体积为*V*，可逆绝热压缩过程的终态体积*V*’，则*V*’ *V*。（选择填> 、= 、< ）

2、已知 Δf*H*mΘ(CH3OH,l,298K)= -238.57kJ/mol，Δf*H*mΘ(CO,g,298K)= -110.525kJ/mol

则反应CO(g)+2H2(g)==CH3OH(l)的Δr*H*mΘ(298K)= ，Δr*H*mΘ(298K)= 。

3、25 ℃ C2H4(g)的Δc*H*mΘ= -1 410.97kJ/mol ；CO2(g)的Δf*H*mΘ= -393.51kJ/mol ，H2O(l)的Δf*H*mΘ= -285.85kJ/mol；则C2H4(g)的Δf*H*mΘ= 。

4、焦耳-汤姆孙系数 ，*μ*J-T>0 表示节流膨胀后温度

节流膨胀前温度。（第二空选答高于、低于或等于）

5、理想气体在定温条件下向真空膨胀，Δ*U* 0, Δ*H* 0,Δ*S* 0。（选择填>, <, =）

6、热力学第三定律的普朗克说法的数学表达式为 。

7、1mol 理想气体由同一始态开始分别经可逆绝热膨胀（Ⅰ）与不可逆绝热膨胀（Ⅱ）至相同终态温度，则Δ*U*（Ⅰ） Δ*U* （Ⅱ），Δ*S* (Ⅰ) Δ*S* (Ⅱ)。

（选择填>, <, =）

8、1mol理想气体从 *p*1=0.5MPa 节流膨胀到 *p*2=0.1MPa时的熵变为Δ *S*= 。

9、使一过程的Δ *S*=0，应满足的条件是 。

10、在隔离系统中发生某剧烈化学反应，使系统的温度及压力皆明显升高，则该系统的

Δ *S* ； Δ *U* ；Δ *H* ； Δ *A* 。（选填>0, =0, <0或无法确定）

11、等式 适用于 。

12、298 K下的体积为2dm3的刚性绝热容器内装了 1 mol的O2(g)和2 mol的H2(g)，发生反应生成液态水。该过程的Δ *U ＝*  。

13、有个学生对理想气体的某个公式记得不太清楚了，他只模糊记得的是  。你认为，这个公式的正确表达式中，*x*应为 。

14、理想气体从某一始态出发，经绝热可逆压缩或定温可逆压缩到同一固定的体积，哪种过程所需的功大 。

15．理想气体的定温可逆膨胀体系做的功最 ，定温可逆压缩过程环境做的功最 。

16．利用熵变判断某一过程的自发性，适用于 。

17．某一理想气体的 image024，则 image026 。。

18．可逆热机的效率最 ，若用其牵引汽车，则速率最 .

（以下空填 >0, <0 或 =0）

19．一绝热气缸，有一无质量，无摩擦的活塞，内装理想气体和电阻丝，通以一定的电流，恒定外压，（1）以气体为体系，则*Q* ，*W* ；（2）以电阻丝为体系，则*Q* ，*W* 。

20．理想气体定温可逆膨胀过程中，*W* ，*Q* ，*ΔU* *ΔH* 。

21．某体系进行一不可逆循环时，则*ΔS*体 ，环境的*ΔS*环 。

22．非理想气体的卡诺循环，*ΔH* ，*ΔU* ，*ΔS* 。

23．理想气体定压膨胀，*W* ，*Q* ，*ΔU* *ΔH* 。

24、由克拉佩龙方程导出克-克方程的积分式时所作的三个近似处理分别是(i) ；(ii) ；(iii) 。

25、贮罐中贮有20℃,40kPa的正丁烷,并且罐内温度、压力长期不变。已知正丁烷的标准沸点是272.7K,根据 ，可以推测出,贮罐内的正丁烷的聚集态是 态。

26、氧气和乙炔气溶于水中的亨利系数分别是7.20×107Pa·kg·mol－１和133×108Pa·kg·mol－１,由亨利定律系数可知,在相同条件下, 在水中的溶解度大于 在水中的溶解度。

27、28.15℃时，摩尔分数*x*(丙酮)=0.287的 氯仿丙酮混合物的蒸气压为29400Pa，饱和蒸气中氯仿的摩尔分数*y*（氯仿）=0.181。已知纯氯仿在该温度下的蒸气压为29. 57kPa。以同温度下纯氯仿为标准态，氯仿在该真实液态混合物中的活度因子为 ；活度为 。

28、在温度*T*时某纯液体A的蒸气压为11.73kPa，当非挥发性组分B溶于A中，形成*x*A=0.800的液态混合物时，液态混合物中A的蒸气压为5.33kPa，以纯液体A为 标准态，则组分A的活度为 ，活度因子为 。

29、某理想稀溶液的温度为*T*，压力为*p*Θ，溶剂A的摩尔分数为*x*A，则组分A的化学势表达式为：*μ*A=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

30、50℃时，液体A的饱和蒸气压是液体B的饱和蒸气压的3倍，A和B构成理想液态混合物。气液平衡时，液相中A的摩尔分数为0.5，则在气相中B的摩尔分数为 。

31、写出理想液态混合物任意组分B的化学势表达式： \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

32、0℃，101.325kPa压力下，O2(g)在水中的溶解度为4.49×10-2dm3/kg，则0℃时O2(g)在水中的亨利系数为*k*x(O2)= Pa。

33、在一定的温度和压力下某物质液气两相达到平衡，则两相的化学势*μ*B（l）与*μ*B（g）\_\_\_\_\_\_；若维持压力一定，升高温度，则*μ*B（l）与*μ*B（g）都随之\_\_\_\_\_\_；但*μ*B（l）比*μ*B（g）\_\_\_\_\_\_\_，这是因为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

34、某均相系统由组分A和B组成，则其偏摩尔体积的吉布斯-杜安方程是 。

35、克-克方程的适用条件为 。

36、偏摩尔熵的定义式为 。

37、甲醇-乙醇、乙醇-水、水-盐酸三组混合物或溶液中，可看成理想液态混合物的是 。

38、 对于理想稀溶液，在一定温度下溶质B的质量摩尔浓度为*b*B，则B的化学势表达式为 。

39 、在300K和平衡状态下，某组成为*x*B=0.72 混合物上方B的蒸气压是纯B的饱和蒸气

压的60%，那么：(i)B的活度是 ；(ii)B的活度因子是 ；(iii)同温度下从此溶液中取出1mol的纯B（组成可视为不变）则系统*G*的变化是 。

40、一般而言，溶剂的凝固点降低系数*k*f与 。

41、 某非挥发性溶质的溶液通过半透膜与纯溶剂达渗透平衡，则此时溶液的蒸气压一定

纯溶剂的蒸气压。

42 、均相多组分系统中，组分B的偏摩尔体积定义*V*B为 。

43、理想气体混合物中任意组分B的化学势表达式为 。

44．在绝热定容的容器中，两种同温度的理想气体混合，*ΔG* ，*ΔS* ，*ΔH* 。

45．理想溶液混合时，*Δ*mix*V* , *Δ*mix*S* , *Δ*mix*G* , *Δ*mix*H* 。

46．在孤立体系中（体积不变），发生剧烈化学反应，使系统的温度及压力明显升高，则该系统的*ΔS*\_\_\_\_、*ΔU*\_\_\_\_、*ΔH*\_\_\_\_、*ΔF*\_\_\_\_。

47．比较水的化学势的大小（此处*p*=101.325kPa）：（填 >、< 或 =）

①*μ*(l,100℃, *p*) \_\_\_\_*μ*(g,100℃, *p*)

②*μ*(l,100℃, *p*) \_\_\_\_*μ*(l,100℃,2*p*)

③*μ*(g,100℃, *p*) \_\_\_\_*μ*(g,100℃,2*p*)

④*μ*(l,100℃,2*p*) \_\_\_\_*μ*(g,100℃,2*p*)

⑤*μ*(l,101℃, *p*) \_\_\_\_*μ*(g,101℃, *p*)

48．非理想溶液溶质的化学势表示式\_\_\_\_，其标准态为\_\_\_\_。

49．利用*ΔG*≤0判断自发过程的条件是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

50．在一定的温度及压力下，某物质液汽两相达平衡，则两相的化学势*μ*B(l)与*μ*B(g)\_\_\_\_\_\_；若维持压力不变，升高温度，则*μ*B(l)和*μ*B(g)都\_\_\_\_\_\_；但*μ*B(l)比*μ*B(g)\_\_\_\_\_\_。

51．理想溶液中任意组分B的化学势：*μ*B=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

52． 298K、101.325kPa，有两瓶萘的苯溶液，第一瓶为2升，溶有0.5mol萘，第二瓶为1升，溶有0.25mol萘，若以*μ*1和*μ*2表示两瓶中萘的化学势，则它们的关系为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

### 1-4 计算题

1．试求1mol理想气体从1000kPa,300K等温可逆膨胀至100kPa过程中的ΔU、ΔH、ΔS、Q、W、ΔG和ΔF。

2．mol理想气体从298.15K,2P0经下列两条途径到达压力为1 P0的终态：(1)等温可逆膨胀；(2)自由膨胀，试求这两过程的ΔU、ΔH、Q、W、ΔS、ΔG和ΔF.

1. 试求1mol理想气体从105Pa,300K等温可逆压缩至106Pa过程中的ΔU、ΔH、Q、W、ΔS、

ΔG和ΔF.理想气体从273.15K, 106Pa下等温反抗恒外压105Pa膨胀至体积为原体积的10倍，试求这两过程的ΔU、ΔH、Q、W、ΔS、ΔG和ΔF.

1. 2mol,300K,1.013×105Pa下的单原子理想气体，在等外压下等温膨胀至内外压相等后使其等

容升温至1000K压力为6.678×104Pa，计算过程的ΔU、ΔH、Q、W、ΔS、ΔG和ΔF.

5、1mol理想气体，其*Cv,m*=21J·K－1·mol－1，从300K开始经历下列可逆过程，由状态I加

热至原温度的2倍，到状态II，（1）定容过程；（2）定压过程。求这两个过程的*∆U*。

6、 298K时，1molCO(g)放在10molO2中充分燃烧，求（1）在298K时的*∆*r*H*m；（2）该反应在398K时的*∆*r*H*m。已知，CO2和CO的*∆*f*H*m分别为－393.509kJ·mol－1和－110.525kJ·mol－1，CO、CO2和O2的*C*p,m 分别是29.142 J·K－1·mol－1、37.11 J·K－1·mol－1和29.355 J·K－1·mol－1。

7、 过冷CO2(l)在−59℃，其蒸汽压为465.8kPa，同温度固体CO2(s)的蒸汽压为439.2kPa，求1mol过冷CO2(l)在该温度固化过程的*ΔS*。已知，该过程中放热189.5 J·g－1.

8、 1mol O2（理想气体）*C*p,m=29.355 J·K－1·mol－1,处于293K，

采用不同途径升温至586K，求过程的*Q*、*ΔH*、*W*、*ΔU*。（1）定容过程；

（2）定压过程；（3）绝热过程。

9、计算20℃，101.325kPa，1mol液态水蒸发为水蒸汽的汽化热。（已知，100℃，101.325kPa时，水的*Δ*r*H*m=4067 kJ·mol－1，水的*C*p,m=75.3

J·K－1·mol－1，水蒸汽的*Cp*,m=33.2 J·K－1·mol－1）

10、 400K,1mol理想气体由105 Pa定温可逆压缩至106 Pa，求该过程的*Q*、*W*、*ΔH* 、*ΔS*、*ΔG*、*ΔU*。

11、 计算：100℃，101.325kPa H2O(l) → 100℃，2×101.325kPa H2O(g) 的 *ΔG* ？

12、 若纯A物质nA mol，纯B物质nB mol，两者混合为同温同压下的理想溶液，求在此过程中的*ΔG*？

13、 298K, *p*苯和甲苯组成的*x*苯= 0.6的理想溶液，现将1mol苯从*x*苯= 0.6的溶液中转移到*x*苯= 0.4的溶液中，求该过程*∆G*的变化。（设不引起浓度上的改变）

14、 298K及 *p*下，将1mol苯溶于*x*苯= 0.4的苯和甲苯的大量溶液中，求此过程中*ΔG*的变化。

15、理想气体自由膨胀过程中，先进入真空的气体会对余下的气体产生压力，而且随进入真空气体的量越大，压力越大，余下气体膨胀反抗的压力会更大，为什么体积功还是零？

答：热力学讲的体积功指的是体系反抗外压做的功，。体系膨胀过程中，*p*e=0，所以功等于零。体系内一部分物质对另一部分的压力引起的作用，在热力学定律中不予考虑。热力学定律是对体系整体而言。



16、1mol温度为100℃，压力为Pa的水蒸气变为100℃及101.325.kPa时的水， 计算该过程的和。设水蒸气为理想气体，水的摩尔汽化热为40.67。

解：要计算在不同压力下的相变，需将此过程设计成下列可逆变化：（i）定温可逆变压；（ii）可逆相变。









过程（i）水蒸气为理想气体，温度不变，则。

过程（ii）



17、1mol某理想气体，，在绝热条件下，由273K、100kPa膨胀到203K、10kPa,求该过程Q、W、、。

解：理想气体绝热过程Q=0，因此





为求，需将该过程设计成（i）定温可逆过程和（ii）定压可逆过程。



273K、100kPa 203K、10kPa



273K、10kPa



过程（i）



过程（ii）



因此



18、1mol单原子理想气体从状态A出发，沿ABCA经历一次循环，

。求（1）AB定容过程Q、W、、；（2）BC定压过程Q、；（3）

CA过程Q、W；(4)整个过程、、W。

解：（1）AB过程是一个定容过程，但不是定温过程，，

，因此









由于dV=0，因此





1. BC过程是定压过程，也不是定温过程









虽然该过程是一个定压过程，但熵是一个状态函数，可以用可逆过程熵变的公式计算。



（3）CA过程是定温压缩过程









（4）整个循环过程



1. 气体体积功的计算式中，为什么要用环境的压力？在什么情况下可用体系的压力？

答：因为体积功是反抗外压而做功，所以要用；当是可逆过程时，体系压力与外压相差无限小时，此时可用体系的压力。

20、298K时，5mol的理想气体，在（1）定温可逆膨胀为原体积的2倍；（2）定压下加热到373K。已知。计算两过程的Q、W、和。

解：（1）理想气体定温可逆膨胀时



其中，T=298K，n=5mol，所以



所以



1. 

其中



所以



所以







1. 容器内有理想气体，n=2mol，p=10,T=300K。求（1）在空气中膨胀了1，做功多少？（2）对抗1定外压膨胀到容器内压力为1，做了多少功？（3）膨胀时外压总比气体压力小dp，问容器内气体压力降到1时，气体做多少功？

解：（1）在空气中膨胀，即恒定外压



1. 由理想气体状态方程，有





1. 该过程为定温可逆过程



22、1mol理想气体在300K下，从1定温可逆膨胀至10，求此过程Q、W、及。

解：理想气体定温可逆过程



理想气体定温下，所以



23、1mol由始态25℃以及可逆压缩至5。求（1）最后温度；（2）最后压力；（3）过程做功。

解：（1）设氢气为理想气体，则1mol25℃时的体积为



理想气体绝热可逆压缩时，则



根据理想气体绝热过程方程式



对于双原子理想气体，所以



（2）根据理想气体绝热过程方程式





1. 

24、40g氦在3下从25℃加热到50℃。试求该过程的、、Q和W。该氦是理想气体。

解：

单原子理想气体，所以







25、已知水在100℃、101.325kPa时蒸发热为2259.4，则100℃时蒸发30g水，过程的W、、、和为多少（计算式可忽略液态水的体积）？

解：

将水蒸气视为理想气体，气体体积功为，其中，忽略液态水的体积，那么







可逆相变，所以

26、298K时，将液态苯氧化为和液态,其定容热为，求定压反应热。

解：





27、300K2mol理想气体由1可逆膨胀至10，计算此过程的熵变。

解：

1. 已知反应及有关数据如下：

 52.3 -241.8 -277.6

 43.6 33.6 111.5

求（1）298K时反应的；（2）反应物的温度为288K，产物温度为348K时反应的。

解：（1）



1. 将反应过程设计成下列过程：

288K



298K 



348K









1. 定容下，理想气体1mol由300K加热到600K。求过程。已知。

解：



1. 若上题是在定压下进行，求过程的熵变。

解：理想气体定压过程熵变



31、101.325kPa下，2mol甲醇在正常沸点337.2K时汽化，求体系和环境的熵变各位多少？已知甲醇的汽化热。

解：101.325kPa、337.2K甲醇汽化，发生可逆相变





1. 在298K及下，用过量100%的空气燃烧1mol，若反应热完全用于加热产物，求燃烧所能达到的最高温度。所需热力学数据如下所示。

 —74.81 0 —393.51 —241.82

 28.17 26.75 29.16 27.32

解：甲烷燃烧的化学反应如下：

 —74.81 0 —393.51 —241.82

 28.17 26.75 29.16 27.32

空气过量100%时，量为，甲烷燃烧后剩余各气体的量为：







若该反应热完全用于加热产物，则



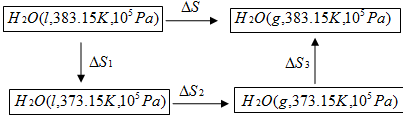
解得：T=1747K

1. 在110℃、Pa下使1mol蒸发为水蒸气，计算这一过程体系和环境的熵变。已知和的热容分别为1.866和4.184，在100℃、Pa下的汽化热为2255.176(。)

解：



题给过程可以设计为如下可逆过程，以计算体系熵变：





33、lmol ideal gas with ，was heated from 300K to 600K by (1) reversible isochoric process, (2) reversible isobaric process. Calculate the *Q*、、Δ*H*、ΔS and Δ*G* separately.

解：

34．Calculate the heat of vaporization of 1 mol liquid water at 20 ℃, 101.325kPa. , ,  at 100℃, 101.325kPa.

解：由基尔霍夫公式



35、1mol单原子理想气体，始态为，经pT = 常数的可逆压缩过程压缩到终态为。计算终态的T和V，过程的W、、。

解：

36、298K时，1molCO(g)放在10mol中充分燃烧。求（1）在298K时的；（2）该反应在398K时的。已知和CO的分别为和，CO、和的分别为、和。

解：（1）

（2）

38.过冷（l）在，其蒸气压为465.8kPa，同温度固体（s）的蒸汽压为439.2kPa。求1mol过冷（l）在该温度固化过程的.已知该过程中放热189.5。

解：该过程为不可逆相变过程，须设计一可逆过程来计算。



、是可逆相变过程的熵变，是定温可逆膨胀过程的熵变。



39、1mol（理想气体），处于293K，采用不同途径升温至586K。求（1）定容过程；（2）定压过程；（3）绝热过程的Q、、W、。

解：（1）



（2）



（3）



40、1mol单原子理想气体，始态：298K，200kPa，终态：348K，100kPa，通过两个途径：（1）等压加热到348K，再等温可逆膨胀至100kPa；（2）等温可逆膨胀至100kPa，再等压加热到348K。计算两个途径的Q、、W、。比较有何不同，说明原因。

解：

（1）第一条途径 

（2）第二条途径 

41．某理想气体，其，现有该气体100mol处于283K，采取以下不同途径升温至566K：（1）体积不变；（2）体系与环境无热交换；（3）压力保持不变。计算各个过程的Q、、W、。

解：（1）定容 

（2）绝热 

（3）定压 

42.反应在298K和标准压力下的摩尔反应焓，计算该反应在500K时的摩尔反应焓。已知在373K标准压力下的摩尔蒸发焓为 

解：（500K时以气态存在）



42、如 所示，定容容器温度为T。两侧都为理想气体mol和mol，压力相同。求混合过程中的ΔG。

解：给过称为定压下不同气体混合过程，以A、B两种气体为体系，总的自由能改变值等于A、B两气体自由能改变值之和，即ΔG=ΔGA+ΔGB，定温下混合，dG=Vdp。



同理



所以



43.计算说明：-10℃、下的过冷C6H6(l)变成定稳定压的C6H6(s)，该过程是否为自发过程。已知1mol过冷C6H6(l)的蒸汽压为2632Pa，C6H6(s)的蒸汽压为2280Pa，Cp,m(l)=127J·mol-1·K-1，

Cp,m(s)=123J·mol-1·K-1，凝固热为9940J·mol-1。

解：该过程为不可逆相变，需将其设计为可逆过程，p1为液态C6H6的蒸汽压，p2为固态C6H6的蒸汽压。









其中，为两个可逆相变过程。和为凝聚相定温变压过程，。设气体为理想气体，则



所以，是一个自发过程。

44、已知C6H6(l，25℃，100kPa) C6H6(g，25℃，100kPa)的。求25℃苯的饱和蒸汽压。

解：根据已知条件，设计如下途径计算25℃的苯的饱和蒸汽压









45.已知298K时，纯水的饱和蒸汽压为3167Pa。试讨论说明加入 气相：T，p

惰性气体使水的外压达时，水的饱和蒸汽压又是多少。 纯A的蒸汽压pA



解：如右图所示，这涉及液体的蒸汽压与与外压的关系问题。为讨

论方便，设液体A处于惰性气体（既不溶于A，也不与A反应）中， 液体A：T，p



在温度为T、压力为p时与其蒸汽达平衡，有



设气象为理想混合气体，则



所以



定温下，上式两边对p微商，得



即



或写成



因很小，所以纯A的蒸汽压pA随外压p的变化很小。将上式写成



当外压由液体A的蒸汽压由，并视为常数，积分上式



得



应用该积分式可解释当外压为p时水的饱和蒸汽压问题。查得水的，无惰性气体时，有惰性气体时，则上式为





结果说明：298K时，外压为时纯水的饱和蒸汽压与无外压时纯水的蒸汽压基本无变化。

由以上讨论可以理解，当外压时，，所以理想溶液中组分B的标准态化学势



所处的状态可以认为是温度为T、压力为时纯液体B的状态。

46. 判断下列过程的Q、W、△U、△H、△S、△G值的正负。

( 1）理想气体自由膨胀。 ( 2）两种理想气体在绝热箱中混合。

解：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 过程 | Q | W | △U | △H | △S | △G |
| （1） | 0 | 0 | 0 | 0 | > 0 | <0 |
| （2） | 0 | 0 | 0 | 0 | >0 | <0 |

47、 说明下列各式的适用条件。 ( 1） △G = △H一T△S；（2）dG ＝一SdT + Vdp

（3）-△G = -W′

答：公式（1）：封闭体系的定温过程

公式（2）：不作其他功、均相、纯组分（或组成不变的多组分）的封闭体系

公式（3）：封闭体系、定温、定压的可逆过程。

48、 298K时，1mol 理想气体从体积10dm3膨胀到20dm3，计算（1）定温可逆膨胀；

（2）向真空膨胀两种情况下的 △G

解： （1）

（2） △G = －1717.3 J

49、 某蛋白质由天然折叠态变到张开状态的变性过程的焓变△H和熵变△S分别为

251.04kJ·mol-1和753J·K-1·mol-1，计算（1）298K时蛋白变性过程的△G；

(2) 发生变性过程的最低温度。

解：将△H和△S近似看作与温度无关

（1）

（2）

50、 298K ,PӨ 下，1mol铅与乙酸铜在原电池内反应可得电功9183.87kJ，吸热216.35kJ,

计算△U、△H、△S和△G

解： △G = W′ = － 9183.87kJ △S = Q / T = 216.35 / 298 = 726 J/K

△U = Q + W = － 9183.87 + 216.35 = －8967.52 kJ

△H = △G + T△S = －8967.52 kJ

51、 广义化学势 式中哪几项不是偏摩尔量？

答： 、、不是偏摩尔量

52、 由 2.0 mol A和1.5 mol B 组成的二组分溶液的体积为425cm-3，已知VB , m 为

250.0cm-3·mol-1，求VA,m 。

解： 



53、 298K及Pθ下，将1mol液态苯加人到的苯和甲苯构成的量很大的溶液中，求该过程的△G 。

解： 设苯用A表示，甲苯用B表示

混合前 

混合后 

混合过程 



54、 308K 时，丙酮的饱和蒸气压为4.3×104 Pa，今测得*x*氯仿 = 0.3的氯仿一丙酮溶液蒸气中丙酮蒸气的分压为2.7×104 Pa ，问此溶液是否为理想溶液？

解： 若为理想溶液，必符合Raoult定律，则有



由于，因此此溶液不是理想溶液。

55、 已知370.26K 纯水的蒸气压为91293.8Pa，在质量分数为0.03的乙醇水溶液上方，蒸气总压为101325Pa。计算相同温度时乙醇的物质的量分数为0.02的水溶液上：(1) 水的蒸气分压； (2) 乙醇的蒸气分压。（）

解： 把溶液看作是稀溶液，用A表示水，用B表示乙醇

（1） 

（2） 当  ， 即  时



所以 







56.已知370.26K 纯水的蒸气压为91293.8Pa，在摩尔分数为0.03的乙醇水溶液上方，蒸气总压为101325Pa。计算相同温度时乙醇的摩尔分数为0.02的水溶液上：(1) 水的蒸气分压； (2) 乙醇的蒸气分压。（）

解：

（1）



（2）





57.已知370.26K 纯水的蒸气压为91293.8Pa，在质量分数为0.03的乙醇水溶液上方，蒸气总压为101325Pa。计算相同温度时乙醇的质量分数为0.02的水溶液上：(1) 水的蒸气分压； (2) 乙醇的蒸气分压。（）

解：把溶液看作是稀溶液，用A表示水，用B表示乙醇

（1）当 ， 即  时





（2）

当 ，即  时



当 ，即  时







58.已知100℃时水的饱和蒸汽压为101.325kPa，当大气压力为120.65kPa，问此时水的沸点为多少度？已知水的蒸发焓为40.669kJ/mol。

解：



解方程得：

T2=378.19K=105℃

59、 在 100g苯中加人 13.76g C6H5-C6H5（联苯）构成的稀溶液，其沸点由苯的正常沸点 353.2K上升到355.5K。求（1）苯的摩尔沸点升高常数， (2）苯的摩尔蒸发热。

解： 用A表示苯，B表示联苯

（1） 





（2） 因为 

所以 

60、 ( 1）若A、B两种物质在α、β两相中达平衡，下列哪种关系式代表这种情况？

①  ②  ③ 

( 2）若A在 α、β两相中达平衡，而B正由β相向α相迁移，下列关系式是否正确？

答： （1） ②  ③ 

（2） 正确的是 ，不正确的是 

61、 (1) 同种理想气体分别处于298K、110kPa及310K、110kPa，写出气体两种状态的化学势表达式，并判断两种状态的化学势μ和标准化学势μθ是否相等。

(2) 写出同温同压下纯苯和苯一甲苯理想溶液中组分苯的化学势，并判断苯的两种状态的μ\*、μ是否相等。

(3) 写出在T、P下达渗透平衡的纯溶剂与稀溶液中溶剂的化学势公式，比较两者的标准态化学势μ\*、化学势μ是否相等。

答：（1） 



两种状态的化学势μ和标准化学势μθ都不相等。

（2） 纯苯 

理想溶液中苯 

两者化学势μ不相等，标准态化学势μ\*相等。

（3） 

而对纯溶剂 

因此，两者的标准态化学势μ\*不相等、化学势μ相等。

62、 (1) 在定温定庄下，A、B两种纯固态物质的化学势是否相等？

(2) 在定温定压下，写出A物质作为非理想溶液中溶质时，以三种活度表示的化学势公式。并比较三种标准态化学势是否相等。

答： （1）不相等

（2）



63、 400K,105Pa, 1mol ideal gass was reversibly isothermally compressed to106Pa. Calculate Q, W, △H, △S, △G, △U of this process.

解：对i.g由于温度不变，所以△H=0，△U=0

可逆压缩功 W = nRT

= 1×8.314×400×

= 7657.48(J)

Q = -W= -7657.48(J)

△G = nRT= 7657.48(J)

△S = -nR=-=-19.14(J·K-1)

64、 Calculate △G =?

H2O(1mol,l, 100℃,101.325KPa) → H2O(1mol, g,100℃, 2×101.325KPa)

解：

H2O(1mol,l, 100℃,101.325KPa) H2O(1mol, g,100℃, 2×101.325KPa)

△G

H2O(1mol, g,100℃, 101.325KPa)

△G1

△G2

△G = △G1+ △G2  = 0+ nRT = 1×8.314×373×

= 2149.53(J)

65. 1mol某理想气体（Cv,m = 20.0 J·mol-1·K-1）由始态300K、200kPa分别经下列恒温过程变化到终态压力为100kPa，求ΔU、ΔH、W和Q。

（1）可逆膨胀；

（2）恒外压膨胀，外压等于终态压力；

（3）向真空膨胀。

**解** （1）理想气体恒温过程

ΔU = 0 ，ΔH = 0

理想气体恒温可逆膨胀，有－

W = － nRTln = （－1×8.314×300×ln）J = －1729 J

Q = － W = 1729 J

（2）同（1） ΔU = 0 ，ΔH = 0

W = － psur（V2－V1）= － （ － ）

= － nRT（1－）= [－1×8.314×300×（1－）] J

= －1247 J

Q = － W = 1247 J

（3）同（1）、（2），ΔH = 0

W = － psur（V2－V1）= 0 ，Q = － W = 0

**66.**如图2.1所示，一摩尔单原子理想气体，经环程A、B、C三步，从态1经态2、态3又回到态1，假设均为可逆过程，已知该气体的Cv,m = R。试计算各个状态下的压力并填充表2.1。

3

44.8

C

B

22.4

A

2

1

546

273

图2.1

表2.1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 步骤 | 过程的名称 | Q | W | ΔU |
| A |  |  |  |  |
| B |  |  |  |  |
| C |  |  |  |  |

**解**

如图可知

状态1 V1 = 22.4dm3，T1 = 273 K

P1 =  = 101.32 kPa

状态2 V2 = 22.4dm3，T2 = 546 K

P2 =  = 202.64 kPa

状态3 V3 = 44.8 dm3，T3 = 546 K

P3 =  = 101.32 kPa

A过程可逆等容过程

QA = = Cv（T2－T1）= 34.5 J

WA = 0，ΔUA = QA = 3405 J

步骤B是理想气体的可逆等温膨胀过程

ΔUB = 0

QB = WB = nRTln = 3147 J

步骤C是理想气体可逆等压过程

CP,M =CV,M+R = R+R = R

QC = = CP（T1－T2）= －5764.3 J

WC = P3（V1－V3）= －2269.7 J

ΔUC= QC－WC=－3405 J

将以上结果填入表2.2

表2.2

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 步骤 | 过程的名称 | Q | W | ΔU |
| A | 可逆等容过程 | 3405 J | 0 | 3405 J |
| B | 可逆等温过程 | 3147 J | 3147 J | 0 |
| C | 可逆等压过程 | －5674 J | －2270 J | －3405 J |

**67.**现有三种不同液体A、B、C，温度分别为50、40、30。在相同压力条件下，若将A与B混合，终态温度为44；若将A和C混合，终态温度为38。求将B与C混合终态温度为多少？（设混合过程热损失为零。）

**解** 由已知可得





若将B与C混合，则有



解之得 t = 35

将B与C混合终态温度为35

**68、**25℃、101325Pa时，HAc（B）溶于1kgH2O(A)中，所成溶液的体积V与物质的量nB的(nB =0.16~2.5mol时)关系如下：

V（cm3）=1002.935+51.832nB+0.1394nB2

试将HAc和H*2*O的偏摩尔体积表示为nB的函数，并求nB =1.0 mol时HAc和H2O的偏摩尔体积。（）

解：



当nB =1.0 mol时：





**69.**400K,105Pa, 1mol ideal gas was reversibly isothermally compressed to106Pa. Calculate W, △H, △S, △G, △U of this process.

解：由于温度不变，而且是理想气体体系，所以△H=0，△U=0

可逆压缩功 W = nRT

= 1×8.314×400×

= 7657.48(J)

Q = -W= -7657.48(J)

△G = nRT= 7657.48(J)

△S = -nR=-=-19.14(J·K-1)

**70.**298K时，5mol 的理想气体，在（1）定温可逆膨胀为原体积的 2 倍； ( 2 )定压下加热到373K；（3）定容下加热到373K。已知 Cv,m = 28.28J·mol-1·K-1。计算三过程的Q、W、△U、△H和△S。

解：（1） △U = △H = 0





（2） 



W = △U – QP = － 3.12 kJ



（3） 



W = 0



**71.**已知水在100°C时的蒸发热为2259.4 J.g-1，100°C时90g的水蒸气凝结成液态水（设水蒸气可视为理想气体，液态水的体积可以忽略不计），求过程的Q、W、△U、△H、△S体、△S环、△S孤立和△G，并判断过程的自发性。

解：

















因此，该过程为非自发过程（可逆过程）。

## 二 相平衡

### 2-1 是非题

1. 在一个给定的体系中，物种数可因分析问题的角度不同而不同，但独立组分数是一个确定的数。（ √ ）
2. 自由度就是可以独立变化的量。（ × ）
3. 平衡共存，因。（ √ ）
4. 单组份体系的相图中两相平衡线都可以用克拉贝隆方程定量描述。（ √ ）
5. 在相图中总可以利用杠杆规则计算两相平衡时两相的相对量。（ √ ）
6. 对于二元互溶液系，通过精馏方法总可以得到两个纯组分。（ × ）
7. 部分互溶双液系总以互相共轭的两相平衡共存。（ × ）
8. 恒沸物的组成不变。（ × ）
9. 相图中的点都是代表体系状态的点。（ √ ）
10. 三组分体系最多同时存在4个相。（ × ）
11. 完全互溶双液系*T*-*x*图中，溶液的沸点与纯组分的沸点的意义是一样的。（ × ）
12. 根据二元液系的p-x图，可以准确判断该体系的液相是否为理想液体混合物。（ √ ）
13. 二元液系中若A组分对拉乌尔定律产生正偏差，那么B组分必定对拉乌尔定律产生负偏差。（ × ）
14. A、B两液体完全不互相溶，那么当有B存在时，A的蒸汽压与体系中A的摩尔分数成正比。（ × ）
15. 双组分体系中，易挥发组分在气相中的组成大于其在液相中的组成。
16. 二元液系中若A组分对拉乌尔定律产生正偏差，那么在*T*-*x*图上必有最高恒沸点。（ × ）
17. 在水的三相点，冰、水、水蒸气三相共存，此时的温度和压力都有确定值，体系的自由度为0。（ √ ）
18. 将双组分进行连续的部分气化和部分冷凝，使混合液得以分离就是精馏的原理。（ √ ）
19. 双组分体系中，易挥发组分在气相中的组成大于其在液相中的组成。（ √ ）
20. 二元体系相图中，物系点移动方向是垂直上下，而相点则水平移动。（ × ）
21. 确定体系的物种数可以人为随意设定，但是组分数是固定不变的。 （ × ）
22. 通过控制体系外压，恒沸混合物是可以通过蒸馏进行分离的。 （ √ ）
23. 水的相图包含一个三相点、三条实线射线、一条虚线射线和三个平面区域。（ √ ）
24. 纯物质的饱和蒸气压较高的液体沸点较高。（ × ）

### 2-2 思考题

1. 盐AlCl3 溶于水形成不饱和溶液，如该盐不发生水解，则该溶液体系的组分数为多少？
2. 家庭使用高压锅时，为什么应在常压下沸腾一段时间后，再盖上限压阀？
3. 石灰窑中，是否存在的条件限制？
4. 某物质溶于溶剂中分别形成不饱和溶液与过饱和溶液，两体系的自由度是否相等？
5. 判断下列结论是否正确：（1）纯液体在一定温度下其平衡蒸汽压随液体受到的外压的变化而变化；（2）1dm3含有0.2molNaCl的水溶液，在298K时只有一个平衡蒸汽压；（3）1dm3含有0.2molNaCl及任意KCl的水溶液，在一定温度下其平衡蒸汽压并非定值。
6. 恒温下，在固体NH4Cl分解达平衡的系统中通入少量HCl气体，系统的压力是否改变？
7. 恒温下，在固体CaCO3分解达平衡的系统中通入少量CO2气体，系统的压力是否改变？
8. 在定温或定压的双液系相图中，恒沸点的自由度是多少？
9. 共沸（熔）物是混合物还是化合物？
10. 已知A和B可形成低共沸混合物，纯A的沸点低于纯B的沸点，若将任意比例的A与 B 在精馏塔中蒸馏，则塔顶馏出物是什么？为什么？

11、相是指系统处于平衡时,系统中物理性质及化学性质都均匀的部分。( )

12、依据相律,纯液体在一定温度下,蒸气压应该是定值。( )

13、依据相律,恒沸温合物的沸点不随外压的改变而改变。( )

14、双组分相图中恒沸混合物的组成随外压力的不同而不同。( )

15、不可能用简单精馏的方法将二组分恒沸混合物分离为两个纯组分。( )

16、二组分的理想液态混合物的蒸气总压力介于二纯组分的整齐压之间。（ ）

17. 在一个给定的体系中，物种数可以因分析问题的角度不同而不同，但独立组分数是一个确定的数。( )

18．自由度就是可以独立变化的变量。( )

19．I2（s）= I2（g）平衡共存，因S = 2， R = 1， R/ = 0所以C = 1。( )

20．单组分体系的相图中两相平衡线都可以用克拉贝龙方程定量描述。( )

21．在相图中总可以利用杠杆规则计算两相平衡时两相的相对的量。( )

22．对于二元互溶液系，通过精馏方法总可以得到两个纯组分。( )

23．部分互溶双液系总以相互共轭的两相平衡共存。( )

24．恒沸物的组成不变。( )

25．相图中的点都是代表体系状态的点。( )

26．三组分体系最多同时存在4个相。( )

27．完全互溶双液系*T*~*x*图中，溶液的沸点与纯组分的沸点的意义是一样的。( )

28．据二元液系的*p*~x图，可以准确的判断该体系的液相是否是理想液体混合物。( )

29．二元液系中若A组分对拉乌尔定律产生正偏差，那么B组分必定对Raoult定律产

生负偏差。( )

30．A、B两液体完全不互溶，那么当有B存在时，A的蒸气压与体系中A的摩尔分数

成正比。( )

### 2-3 选择题

1. 水煤气发生炉中共有及5种物质，它们能发生下述反应：，，，则此体系的组分数、自由度为（ C ）

A.5、3 B.4、3 C.3、3 D.2、2

1. 物质A与B可形成低共沸混合物E，已知纯A的沸点小于纯B的沸点，若将任意比例的A+B混合在一个精馏塔中精馏，则塔顶的馏出物是（ C ）
2. 纯A B.纯B C.低共沸混合物 D.都有可能
3. 克拉贝隆-克劳修斯方程适用于（ C ）
4.  B.

C. D.

1. 将一透明容器抽成真空，放入固体碘，当温度为50℃时，可见到明显的碘升华现象，有紫色气体出现。若温度维持不变，向容器中充入氧气使之压力达到100kPa时，将看到容器中（ C ）
2. 紫色变深 B.紫色变浅 C.颜色不变 D.有液态碘出现
3. 在一定温度下，水在其饱和蒸汽压下汽化，下列各函数增量中那一项为零（ D ）
4.  B. C. D.
5. 在一定外压下，多组分体系的沸点（ D ）
6. 有恒定值 B.随组分而变化 C.随浓度而变化 D.随组分及浓度而变化
7. 压力升高时，单组份体系的沸点将（ A ）
8. 升高 B.降低 C.不变 D.不一定
9. 进行水蒸气蒸馏的必要条件是（ A ）
10. 两种液体互不相容 B.两种液体蒸汽压都较大

C.外压小于101kPa D.两种液体的沸点相近

1. 液体A与液体B不相混溶。在一定温度T，当有B存在时，液体A的蒸汽压为（ B ）
2. 与体系中A的摩尔分数成比例
3. 等于T温度下纯A的蒸汽压
4. 大于T温度下纯A的蒸汽压
5. 与T温度下纯B的蒸汽压之和等于体系的总压力
6. 氢气和石墨粉在没有催化剂时，在一定温度下不发生化学反应，体系的组分数是（ A ）

A.2 B.3 C.4 D.5

1. 上述体系中，有催化剂存在时可生成n种碳氢化合物，平衡是组分数为（ A ）

A.2 B.4 C.n+2 D.n

1. 相率适用于（ D ）
2. 封闭体系 B.敞开体系 C.非平衡敞开体系 D.以达到平衡的多向敞开体系
3. 某物质在某溶剂中的溶解度（ C ）
4. 仅是温度的函数
5. 仅是压力的函数
6. 同是温度和压力的函数
7. 除了温度压力以外，还是其他因素的函数
8. 在实验室的敞口容器中装有单组份液体，对其不断加热，则看到（ A ）
9. 沸腾现象 B.三项共存现象 C.临界现象 D.生化现象
10. 相图与相率之间的关系是（ B ）
11. 相图由相率推导得出
12. 相图由实验结果绘制得出，不能违背相率
13. 相图决定相率
14. 相图由实验结果绘制得出，与相率无关
15. 下述说法中错误的是（ C ）
16. 通过相图可确定一定条件下体系由几相构成
17. 相图可表示出平衡时每一相的组成如何
18. 相图可表示达到相平衡所需时间的长短
19. 通过杠杆规则可在相图上计算各相的相对含量
20. 三组分体系的最大自由度及平衡共存的最大相数为（ D ）

A.3;3 B.3;4 C.4;4 D.4;5

1. 定容条件下的分解压力为1时，反应的标准平衡常数是（ C ）

A.1 B.1/2 C.1/4 D.1/8

1. 水的三相点附近其蒸发热为44.82，熔化热为5.99，则在三相点附近冰的升华热约为（ B ）

A.38.83 B.50.81

C.-38.83 D.-50.81

1. 在相图上，当物系点处于哪一点时，只存在一个相（ C ）
2. 恒沸点 B.熔点 C.临界点 D.最低共沸点
3. 具有最低恒沸温度的某两组份体系，在其T-x相图的最低点有（ A ）
4.  B. C. D.

22、80℃时纯苯的蒸汽压为0.991，纯甲苯的蒸汽压为0.382，若有苯-甲苯气、液平衡混合物在80℃时气相中苯的摩尔分数为则液相组成接近于（ D ）

A.0.85 B.0.65 C.0.35 D0.14

23、体系处于标准状态时，能与水蒸气共存的盐可能是： C

A. Na2CO3 B. Na2CO3 Na2CO3•H2O Na2CO3•7H2O

C. Na2CO3 Na2CO3•H2O D. 以上全否

24.一个水溶液共有*S*种溶质，相互之间无化学反应。若使用只允许水出入的半透膜将此溶液与纯水分开，当达到渗透平衡时，水面上的外压是*p*W，溶液面上的外压是*p*s，则该系统的自由度数为：(D )

(A)*f* = *S* (B) *f* = *S* + 1 (C) *f* = *S* + 2 (D) *f* = *S* + 3

25， NH4HS(s)和任意量的NH3(g)及H2 S(g)达平衡时有：( A )。

(A)*C*=2，=2，*f* =2 (B) *C*=1，=2，*f* =1

(C) *C*=1，=3，*f* =2 (D) *C*=1，=2，*f* =3

26 若A(l)与B(l)可形成理想液态混合物,温度*T*时,纯A及纯B的饱和蒸气压*p*\*Ｂ＞*p*\*A,则当混合物的组成为0＜*x*Ｂ＜1时,则在其蒸气压-组成图上可看出蒸气总压*p*与*p*\*A，*p*\*Ｂ的相对大小为:( C )

(A) *p*＞*p*\*Ｂ  (B)*p*＜*p*\*A  (C)*p*\*A＜*p*＜*p*\*Ｂ

27、 对于恒沸混合物，下列说法中错误的是：(D )。

(A) 不具有确定组成 (B)平衡时气相组成和液相组成相同；

(C)其沸点随外压的变化而变化 (D)与化合物一样具有确定组成

28、  已知硫可以有单斜硫，斜方硫，液态硫和气态硫四种存在状态。硫的这四种状态\_\_\_\_稳定共存。B

(A) 能够 (B) 不能够 (C) 不一定

29、 二组分合金处于低共熔温度时系统的条件自由度数为：( A )。

(A)0 (B) 1 (C) 2 (D) 3

30、 A(l)与B(l)可形成理想液态混合物，若在一定温度下，纯A、纯B的饱和蒸气压*p*\*A＞*p*\*B，则在该二组分的蒸气压组成图上的气、液两相平衡区，呈平衡的气、液两相的组成必有:( B )

(A)*y*Ｂ＞*x*Ｂ (B)*y*Ｂ＜*x*Ｂ (C)*y*Ｂ＝*x*Ｂ

31、 在101 325Pa的压力下，I2在液态水和CCl4中达到分配平衡（无固态碘存在）则该系统的条件自由度数为（B ）

(A) 1 (B) 2 (C) 0 (D) 3

32 、硫酸与水可形成H2SO4H2O(s)，H2SO42H2O(s)，H2SO44H2O(s)三种水合物，问在101 325Pa的压力下，能与硫酸水溶液及冰平衡共存的硫酸水合物最多可有多少种？(C )

(A) 3种；(B) 2种；(C) 1种；(D) 不可能有硫酸水合物与之平衡共存。

33 、将固体NH4HCO3(s) 放入真空容器中，恒温到400 K，NH4HCO3 按下式分解并达到平衡： NH4HCO3(s) === NH3(g) + H2O(g) + CO2(g) 系统的组分数*C*和自由度数*f*为：( C )

(A) *Ｃ*＝2，*f* ＝2； (B) *Ｃ*＝2，*f* ＝2；

(C) *Ｃ*＝2，*f* ＝0； (D) *Ｃ*＝3，*f* ＝2。

34   某系统存在任意量C(s)、H2O(g)、CO(g)、CO2(g)、H2(g)五种物质，相互建立了下述三个平衡： H2O(g)+C(s) → H2(g) + CO(g)

CO2(g)+H2(g) → H2O + CO(g)

CO2(g) + C(s) → 2CO(g)

则该系统的独立组分数C为：( A )。

(A) 3 (B) 2 (C) 1 (D) 4

35 已知A，B两液体可组成无最高或最低恒沸点的液态完全互溶的系统，则将某一组成的溶液蒸馏可以获得：( C )。

(A)一个纯组分和一个恒沸混合物 (B) 两个恒沸混合物 (C) 两个纯组分。

36 已知A和B二组分可组成具有最低恒沸点的液态完全互溶的系统，其*t*-*x*(*y*)如图所示。若把*x*B=0.4的溶液进行精馏，在塔顶可以获得：( C )。

(A) 纯组分A(l) (B)纯组分B(l) (C)最低恒沸混合物。

37 已知纯液体A与B，其沸点分别为*t*\*A=116℃， *t*\*B=80℃，A和B可以形成二组分理想液态混合物，将某一定组成的该液态混合物进行精馏（完全分离）时，则（A ）

(A) 在塔顶得到纯B (B) 在塔底得到纯B (C) 在塔中间得到纯B

38 组分A(高沸点)与组分B(低沸点)形成完全互溶的二组分系统，在一定温度下，向纯B中加入少量的A，系统蒸气压力增大，则此系统为：( C )。

(A) 有最高恒沸点的系统 (B) 不具有恒沸点的系统 (C) 具有最低恒沸点的系统。

39 在*p*Ө下，用水蒸气蒸馏法提纯某不溶于水的有机物时，系统的沸点（A ）

(A) 必低于373.2K (B) 必高于373.2K

(C)取决于水与有机物的相对数量

(D)取决于有机物的相对分子质量的大小

40 已知A与B可构成固熔体，在组分A中，若加入组分B可使固熔体的熔点提高，则组分B在此固熔体中的含量必（A ）组分B在液相中的含量。

(A)大于 (B)小于 (C )等于 (D)不能确定

41 今有A(s) B(s) C(s) 三组分相图，图中三相平衡区为：( C )。

( A) A*FE*； ( B) C*FED*； ( C ) A*E*B。

42 NaNO3(A)-KNO3(B)-H2O(C,l)三组分系统相图如图，今有系统点*a*0，向系统中加入水，使系统点*a*1变为（如图所示），则在*a*1状态下，可以从系统中分离出纯物质是（C ）



A(s)

B(s)

C(l)

• *a*1

• *a*0

(A) C(l) (B) B(s) (C) A(s)

43．水煤气发生炉中共有C（s），H2O（g）,CO(g), CO2(g)及H2(g)五种物质，它们之能发生下述反应：CO2（g）+ C(s) = 2CO(g) CO2(g) + H2(g) = CO(g) + H2O(g)

H2O(g) + C(s) = H2(g) + CO(g) 则此体系的组分数、自由度数为 C 。

A．5；3 B．4；3 C．3；3 D ．2；2

44．物质A与B可形成低共沸混合物E，已知纯A的沸点小于纯B的沸点，若将任意比例的A+B混合物在一个精馏塔中精馏，在塔顶的馏出物是 C 。

A．纯A B．纯B C．低共沸混合物 D．都有可能

45．Clapeyron-Clausius方程可适用于 A 。

A．I2（s）= I2（g） B．C（石墨）= C（金刚石） C．I2（g,T1,P1）= I2(g,T2,P2) D．I2(s) = I2(l)

46．将一透明容器抽成真空，放入固体碘，当温度为50℃时，可见到明显的碘升华现象，有紫色气体出现，若维持温度不变，向容器中充入氧气使之压力达到100*p*时，将看到容器中 C 。

A．紫色变深 B．紫色变浅 C．颜色不变 D．有液态碘出现

47．在一定温度下，水在其饱和蒸气压下气化，下列各函数增量中 D 为零。

A． *△U* B．*△H*  C．*△S* D．*△G*

48．在一定外压下，多组分体系的沸点 D 。

A． 有恒定值 B ．随组分而变化

C ．随浓度而变化 D． 随组分及浓度而变化

49．压力升高时，单组分体系的沸点将 A 。

A．升高 B．降低 C．不变 D．不一定

50．进行水蒸汽蒸馏的必要条件是 A 。

A．两种液体互不相溶 B ．两种液体蒸气压都较大

C． 外压小于101kPa d．两种液体的沸点相近

51．液体A与液体B不相混溶，在一定温度T，当有B存在并且达到平衡时，液体A 的蒸气压为 B 。

A. 与体系中A的摩尔分数成比例

B．等于T温度下纯A的蒸气压

C. 大于T温度下纯A 的蒸气压

D． 与T 温度下纯B 的蒸气压之和等于体系的总压力。

52．氢气和石墨粉在没有催化剂存在时，在一定温度和压力下不发生化学反应，体系的组分数是 A 。

A．2 B．3 C．4 D．5

53．上述体系中，有催化剂存在时可生成n种碳氢化合物，平衡时组分数为 A 。

A．2 B．4 C．n + 2 D． n

54．相律适用于 D 。

A．封闭体系 B．敞开体系 C．非平衡敞开体系

D．已达平衡的多相敞开体系

55．某物质在某溶剂中的溶解度 C 。

A． 仅是温度的函数 B． 仅是压力的函数

C． 同是温度和压力的函数 D． 除了温度压力外，还是其他因素的函数

56．在实验室的敞口容器中，装有单组分液体，如对其不断加热，则看到 A 。

A．沸腾现象 B．三相共存现象 C．临界现象 D．升华现象

57．相图与相律之间的关系是 B 。

A．相图由相律推导得出

B．相图由实验结果绘制得出，不能违背相律

C．相图决定相律

D．相图由实验结果绘制得出，与相律无关

58．下述说法中错误的是 C 。

A．通过相图可确定一定条件下体系由几相构成

B．相图可表示出平衡时每一相的组成如何

C．相图可表示达到相平衡所需时间长短

D．通过杠杆规则可在相图上计算各相的相对含量

59．三组分体系的最大自由度数及平衡共存的最大相数为 D 。

A．3；3 B．3；4 C．4；4 D: 4；5

60．NH4HS(s)的分解压力为1 *p*时，反应NH4HS（s）= NH3（g）+ H2S(g)的标准平衡常数是 C 。

A．1 B．1/2 C．1/4 D．1/8

61．水的三相点附近其蒸发热为44.82 kJ·mol-1,熔化热为5.99 kJ·mol-1,则在三相点附近冰的升华热约为 B 。

*t*\*A

*t*\*B

A *x*B B

0.4 1.0

A *x*B B

A．38.83 kJ·mol-1

B．50.81 kJ·mol-1

C．–38.83 kJ·mol-1

D．–50.81 kJ·mol-1

62． 在相图上，当物系点处于 C 点时，只存在一个相。

A．恒沸点 B．熔点

C．临界点 D．最低共熔点

63．具有最低恒沸温度的某二组分体系，在其T-X相图的最低有 A 。

A．f = 0；xg = xl B．f = 1；xg = xl

C．f = 0；xg > xl D．f = 1；xg > x

64．80℃时纯苯的蒸气压为0.991 *p*,纯甲苯的蒸气压为0.382 *p*,若有苯–甲苯气液平衡混合物在80℃时气相中苯的摩尔分数为y苯=0.30,则液相组成*x*苯接近于 D 。

A．0.85 B．0.65 C．0.35 D．0.14

### 2-4 填空题

1、对三组分相图, 最多相数为 ；最大的自由度数为 ,它们分别是 等

强度变量。

2 、在抽空的容器中放入NH4HCO3(s)，发生反应NH4HCO3(s) ===== NH3 (g) + CO2 (g) + H2O (g) 且达到平衡，则这个系统的组分数(独立)=\_\_\_\_\_\_；自由度数=\_\_\_\_\_\_\_。

3、AlCl3 溶于水后水解并有Al(OH)3沉淀生成.此系统的组分数为 ，自由度数为 。

4、将CaCO3(s)、CaO(s)和CO2(g)以任意比例混合，放入一密闭容器中，一定温度下建立化学平衡，则系统的组分数*C*=\_\_\_\_\_\_；相数*φ* =\_\_\_\_\_\_\_；条件自由度数′ƒ=\_\_\_\_\_\_\_\_。

5、将Ag2O(s)放在一个抽空的容器中，使之分解得到Ag(s)和O2(g)并达到平衡，则此时系统的组分数（独立）=\_\_\_\_\_\_；自由度数=\_\_\_\_\_\_\_\_。

6、CH4(g)与H2O(g)反应，部分转化为CO(g)和CO2(g)及H2(g)，并达平衡，则系统的*S* =\_\_\_\_\_\_；*R* =\_\_\_\_\_\_；*R′*=\_\_\_\_\_\_；*C* =\_\_\_\_\_\_；*φ* =\_\_\_\_\_\_；*f* =\_\_\_\_\_\_。

7、将一定量NaCl(s)溶于水中形成不饱和溶液，假设NaCl完全电离，H2O(l) 可建立电离平衡，离子无水合反应，则系统的*S* =\_\_\_\_\_\_；*R* =\_\_\_\_\_\_；*R′*=\_\_\_\_\_\_；*C* =\_\_\_\_\_\_；*φ* =\_\_\_\_\_\_；*f* =\_\_\_\_\_\_。

8 、已知NaHCO3(s)热分解反应为2NaHCO3 == Na2CO3(s) + CO2(g) + H2O(g)

今将NaHCO3(s)，Na2CO3(s)，CO2和H2O(g)按任意比例混合，放入一个密闭容器中，当反应建立平衡时系统的*R′*=\_\_\_\_\_\_；*C* =\_\_\_\_\_\_；*φ* =\_\_\_\_\_\_；*f* =\_\_\_\_\_\_。

9、 450℃时，将与混合，由于的分解，最终得到和平衡共存的系统，则系统的组分数*C* =\_\_\_\_\_\_；相数*φ* =\_\_\_\_\_\_；条件自由度数*f’* =\_\_\_\_\_\_。

10、Na2CO3(s)与 H2O(l) 可生成Na2CO3⋅ H2O (s)、 Na2CO3⋅ 7H2O (s) 、 Na2CO3⋅ 10H2O (s)，则30℃时，与Na2CO3 水溶液、冰平衡共存的水合物最多有 种。

11、下列化学反应，同时共存并达到平衡（温度在900~1200K）：

CaCO3(s)==CaO(s)+CO2(g)；

CO2(g)+H2(g)==CO(g)+H2O(g)

H2O(g)+CO(g)+CaO(s)==CaCO3(s)+H2(g)。

该系统的自由度=\_\_\_\_\_\_。

12、CaCO3(s)、BaCO3(s)、CaO(s)、BaO(s)和CO2(g)构成一个多相平衡系统，这个系统的组分数（独立）=\_\_\_\_\_\_；自由度数=\_\_\_\_\_\_\_\_。

13、 FeCl3与 H2O 可生成四种水合物FeCl3 ⋅６H2O (s)、 ２FeCl3 ⋅３H2O (s) 、 ２FeCl3 ⋅５H2O (s)、 FeCl3 ⋅２H2O (s) ，这个系统的组分数（独立）=\_\_\_\_\_\_；在定压下最多有 相平衡共存种。

14、一个达到平衡的系统中有任意量ZnO(s)、Zn(s)、CO(g)、CO2(g)、C(s)五种物质，则这个系统的组分数（独立）=\_\_\_\_\_\_；自由度数=\_\_\_\_\_\_\_\_。

*p*一定

*t*

*x*0

A

B

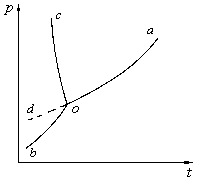
*x*B

15、理想液态混合物定温*p*-*x*B(*y*B)相图最显著的特征是液相线为 。

16、一般有机物可以用水蒸气蒸馏法提纯，当有机物的 和 越大时，提纯一定质量有机物需要的水蒸气越少，燃料越节省。

17、右图为两组分具有最高沸点的相图，若有组成为*x*0的溶液，经过精馏，则在塔顶得到 ，塔底得到 。

18、完全互溶的A，B二组分溶液，在*x*B=0.6处，平衡蒸气压有最高值，那么组成*x*B=0.4的溶液在气-平衡时，*y*B(g)，*x*B(1)，*x*B(总)的大小顺序为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。将*x*B=0.4的溶液进行精馏, 塔顶将得到\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

19、定压下A，B可形成具有最低恒沸点的系统，最低恒沸点组成为*x*B=0.475。 若进料组成为*x*B=0.800的系统，在具有足够塔板数的精馏塔中精馏，塔顶将得到\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。塔底将得到\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

20、35℃时，纯CH3COCH3的饱和蒸气压力为43.06kPa。 CH3COCH3与CHCl3组成溶液，当CHCl3的摩尔分数为0.30时，溶液上CH3COCH3的蒸气压力为26.77kPa，则该溶液对CH3COCH3为 偏差。（选择正、负）

21、右图是水的相图。

(1)*oa*是———平衡曲线；

C

A

B

*ob*是———平衡曲线；

*oc*是\_\_\_\_\_\_平衡曲线；

(2)*o*点称为\_\_\_\_\_\_\_\_点；

*oa*线中止于*a*点，*a*点称为\_\_\_\_\_\_\_点；

(3)处于*d*点的水称为\_\_\_\_\_\_水，它与水蒸气达到的平衡称为\_\_\_\_\_\_\_平衡。

22、乙烯腈(A)-水(B)-乙醚(C)在温度时的三组分液态部分互溶系统相图如图所示，则该相图中有 个二相区

23. 在25℃时，A，B，C三种物质(不发生化学反应)所形成的溶液与固相A和B、C组成的气相呈平衡，则体系的自由度f = 。 A，B，C三物质组成的体系能平衡共存的最大相数是 。

24．在石灰窑中，分解反应CaCO3(s)=CaO(s)+CO2 (g)已平衡，则该体系的组分数C= ，相数P = ，自由度数f = 。

25．CaCO3(s),CaO(s),BaCO3(s),BaO(s)和CO2(g)达到平衡时，此体系的相数是 ，

组分数是 ，自由度数是 。

26．纯液体在其正常沸点下沸腾变为气体，下述各量中增加的量是 ，减少的量是 ，不变的量是 。

A．蒸气压 B．摩尔气化热 C．摩尔熵 D．摩尔焓 E．吉布斯自由能

F．温度 G．外压 H．摩尔体积 I．亥姆霍兹自由能

27．已知水的平均气化热为40.67kJ·mol-1,若压力锅允许的最高温度为423K，此时压力锅内的压力为 kPa.

28．在一透明的真空容器中装入足够量的纯液体，若对其不断加热，可见到 现象，若将容器不断冷却，又可见到 现象。

29．一个含有K+，Na+,NO3－,SO42－,四种离子的不饱和水溶液，其组分数为 。

30．已知温度T时，液体A的蒸气压为13330Pa，液体B的蒸气压为6665Pa，设A与B构成理想液体混合物，则当A在溶液中的摩尔分数0.5时，其在气相中的摩尔分数为 。

31．定温下水，苯甲酸，苯平衡体系中可以共存的最大相数为 。

32．二元液系相图中，共沸点的自由度数f = 。

### 2-5 计算题

1、 指出下列各体系的独立组分数和自由度数为多少？

(1) NH4Cl（s）部分分解为 NH3 ( g）和HCl (g）。

(2) 上述体系中再额外加人少量的 NH3 ( g )。

(3) NH4HS ( S )和任意量的NH3( g )、H2S ( g )混合达平衡。

(4) C ( s ) 与CO(g)、CO2（g）、O2（g）在 700℃ 时达平衡。

解： （1） C = 3-2 = 1 , f = 1 -2 + 2 = 1

（2） C = 3-1 = 2 , f = 2 -2 + 2 = 2

（3） C = 3-1 = 2 , f = 2 -2 + 2 = 2

（4） C = 4-2 = 2 , f = 2 -2 + 1 = 1

2、 CaCO3（ S ）在高温下分解为 CaO ( s ）和CO2（ g ) ,

(1) 若在定压的CO2气体中将CaCO3（S）加热，实验证明加热过程中，在一定温度范围内CaCO3 不会分解；

(2) 若保持CO2压力恒定，实验证明只有一个温度能使CaCO3和CaO混合物不发生变化。根据相律解释上述事实。

答：（1）该体系 C = 2 ，因此在定压下 f = C-P+1= 2-P+1 = 3-P

而温度可以在一定范围内变动，因此 f = 1 , 所以，P = 2 , 说明体系只有CaCO3（S）和CO2(g)两相，没有CaO ( s ），由此说明定压的CO2气体中将CaCO3（S）加热，在一定温度范围内CaCO3 不会分解；

（2）该体系 S = 3，R = 1，C = 3-1-0 = 2 ，P = 3，所以在压力恒定时，

f = C-P+1 = 2-3+1 = 0 , 结果说明在题给条件下，温度只有唯一值。

3、 液态As的蒸气压与温度的关系为  ，固态As的蒸气压与温度关系为 ，求As的三相点温度与压力。

解： 在三相点： P*l* = P*s*

即  T = 1091.7 K

 P = 11232.9 Pa

4、 373.2K 时水的蒸发热为 40.67kJ· mol-1，求当外压降到0.66Pθ时水的沸点。

解： 

T2 = 361.7K

5、 家用高压锅内蒸气压最高为2.32×105Pa ，求当压力达此值时锅内温度为多少？

解： 

T2 = 398.5K

6、 硝基苯（C6H5NO2）与水是互不相溶体系，在压力为1.01×105Pa 时，沸点为99℃，此时水蒸气压力为9.74×l04 Pa ，试求100g 馏出物中含硝基苯多少克？(水和硝基苯的摩尔质量分别为18 g/mol和123g/mol)

解：设气相中含硝基苯的物质的量分数为yB，馏出物中含硝基苯*x*克，则





解得 *x* = 20.14g

7、 30℃时，以60g水、40g酚混合，此时体系分两层，酚层含酚70 % ，水层含水92 %，求酚层、水层各多少克？

解： 设酚层的质量为m1，设水层的质量为m2， 则有





解方程组得：m1 = 51.61g ; m2 = 48.39g

8、 The vapor pressure of water is 101.3kPa at 100℃ and heat of vaporization is

40.68kJ·mol-1. Calculate (1)the vapor pressure of water at 95℃;

(2) the boiling point of water with 106.3kpa.

解：由题意可知P1=101.3KPa，T1=373K，T2=95+273=368K，△vapHm= 40.68 KJ·mol-1

(1) =

即 =  P2 = 84.76(KPa)

(2) 同理

= T = 374.37(K)

9、 已知水在100℃时的饱和蒸气压为101.3 kPa ，汽化热为40.68 kJ·mol-1,试计算（1）水在95℃时的饱和蒸气压。（2）水在106.3 kPa下的沸点。

10、 A、B两种液体形成理想溶液，在80℃容积为15升的空容器中加入0.3mol及0.5molB，混合物在容器内形成气液两相平衡，测得物系的压力为1.023×105Pa,液体组成为含B的摩尔分数为x = 0.55，求两纯液体在80℃时的饱和蒸气压，设液体体积可忽略。

## 

## 三 表面物理化学

### 3-1 是非题

1. 只有在比表面很大时才能明显地看到表面现象，所以系统表面增大是表面张力产生的原因。 （ × ）
2. 对于大多数体系来说，当温度升高时，表面张力下降。 （ √ ）
3. 过饱和蒸汽之所以可能存在，是因为新生成的微小液滴具有很大的比表面吉布斯自由能。

（ × ）

1. 在吉布斯吸附定温式中，为溶质的吸附量，它随溶质（表面活性物质）加入的量的增加而增加，并且当溶质达到饱和时，达到极大值。 （ × ）
2. 由于溶质在溶液表面产生吸附，因此溶质在溶液表面的浓度恒大于它在溶液内部的浓度。

（ × ）

1. 液体表面张力的存在力图扩大液体的表面积。 （ × ）
2. 表面张力在数值上等于定温定压条件下，系统可逆的增加单位表面积时环境对系统所作的非体积功。 （ √ ）
3. 弯曲液面产生的附加压力与表面张力成反比。 （ × ）
4. 弯曲液面产生的附加压力的方向总是指向曲面的曲率中心。 （ √ ）
5. 同温度下，液滴的饱和蒸汽压恒大于平液面的蒸汽压。 （ √ ）
6. 体系表面积增大过程中得到的表面功等于吉布斯自由能的增加量。（ × ）
7. 表面活性物质大部分都是无机盐。（ × ）
8. 温度升高，则液体表面张力随之升高。（ × ）
9. 毛细管插入水银中导致管内水银液面上升的原因是管内液面下的液体压力小于管外液面下液体所受的压力。（ × ）
10. 凹液面的表面张力指向液体内部；凸液面的表面张力指向液体上方。（ × ）
11. 确定温度下，小液滴的饱和蒸气压大于液面的蒸气压。 （ √ ）

17．液体的表面张力总是力图缩小液体的表面积。 （ ）

18．液体表面张力的方向总是与液面垂直。 （ ）

19．分子间力越大的液体，其表面张力越大。 （ ）

20.垂直插入水槽中一支干净的玻璃毛细管，当在管中上升平衡液面处加热时，水柱会上升。（ ）

21.水在干净的玻璃毛细管中呈凹液面，因附加压力 Δ*p* >0，所以表面张力 0 是不可能

的。（ ）

22.在相同温度下，纯汞在玻璃毛吸管中呈凸液面，所以与之平衡的饱和蒸气压必大于其平液面的蒸气压。 （ ）

23.溶液表面张力总是随溶液浓度的增大而减小。 （ ）

24.某水溶液发生负吸附后，在干净的毛吸管中的上升高度比纯水在该毛吸管中上升的高度低。 （ ）

25.通常物理吸附的速率较小，而化学吸附的速率较大。 （ ）

26．兰缪尔定温吸附理论只适用于单分子层吸附。 （ ）

27．只有在比表面很大时才能明显地看到表面现象，所以系统表面增大是表面张力产生的原因。 （ ）

28．对大多数体系来讲，当温度升高时，表面张力下降。 （ ）

29．过饱和蒸气之所以可能存在，是因新生成的微小液滴具有很大的比表面Gibbs自由能。（ ）

30． 在Gibbs吸附等温式中，*Γ*为溶质的吸附量，它随溶质(表面活性物质)的加入量的增加而增加，并且当溶质达饱和时，*Γ*达到极大值。 （ ）

31．由于溶质在溶液的表面产生吸附，所以溶质在溶液表面的浓度恒大于它在溶液内部的浓度。 （ ）

32.液体表面张力的存在力图扩大液体的表面积。 （ ）

33．表面张力在数值上等于定温定压条件下，系统可逆地增加单位表面积时环境对系统所做的非体积功。 （ ）

34. 弯曲液面产生的附加压力与表面张力成反比。 （ ）

35.弯曲液面产生的附加压力的方向总是指向曲面的中心。 （ ）

36.同温度下，小液滴的饱和蒸气压恒大于平液面的蒸气压。 （ ）

### 3-2 选择题

1、已知20℃时水的表面张力为，在此温度和压力下降水的表面积可逆增大10cm2时，体系的等于（ A ）

1.  B. C. D.
2. 定温定压条件下，将10g水的表面积增大2倍，做功W，水的吉布斯自由能变化为，则（ D ）
3.  B. C. D.不能回答
4. 装有润湿性液体的毛细管水平放置，在其右端加热，则管内液体将（ B ）
5. 向右移动 B.向左移动 C.不懂 D.左右来回移动

4、液体在毛细管中上升的高度与 基本无关（ C ）

1. 温度 B.液体密度 C.大气压力 D.重力加速度
2. 微小晶体与同一种的大块晶体比较，下列说法中不正确的是 ( C )
3. 微小晶体的饱和蒸汽压大 B.微小晶体的表面张力未变

C.微小晶体的溶解度小 D.微小晶体的熔点低

1. 水在某毛细管内上升高度为h，若将此管垂直地向水深处插下，露在水面以上的高度为h/2，则（ C ）
2. 水会不断冒出 B.水不流出，管内液面凸起

C.水不流出，管内凹液面的曲率半径增大为原先的2倍

D.水不流出，管内凹液面的曲率半径减小为原先的一半

1. 用最大气泡法测定液体表面张力的实验中，错误的是（ D ）
2. 毛细管壁必须清洁干净 B.毛细管口必须平整

C.毛细管必须垂直放置 D.毛细管须插入液体一定深度

1. 在干净粗细均匀的U形玻璃毛细管中注入纯水，两侧液住的高度相同，然后用微量注射器从右侧注入少量正丁酸水溶液，两侧液住的高度将（ B ）
2. 相同 B.左侧高于右侧 C.右侧高于左侧 D.不能确定
3. 在三通活塞两端涂上肥皂液，关闭右端，在左端吹一大泡，关闭左端，在右端吹一小泡，然后使左右两端相通，将会出现（ B ）
4. 大泡变小，小泡变大 B.小泡变小，大泡变大

C.两泡大小保持不变 D.不能确定

1. 重量分析中的“陈化”过程，发生（ A ）
2. 晶体粒子变大，晶粒数减小 B.晶体粒子变小，晶粒数增多

C.晶体粒子大小和数目均保持不变 D.大小晶体粒子尺寸趋于相等，晶粒数保持不变

1. 在一支干净、水平放置、内径均匀的玻璃毛细管中注入一滴纯水，形成一自由移动的液住。然后用微量注射器向液住右侧注入少量NaCl水溶液，假设接触角不变，则液住将（ B ）
2. 不移动 B.向右移动 C.向左移动 D.无法判断
3. 在潮湿的空气中放有三根粗细不等的毛细管，其半径大小顺序为，则毛细管内水蒸气易于凝结的顺序是（ C ）

A.1,2,3 B.2,3,1 C.3,2,1 D.无法判断

1. 人工降雨是将AgI微细晶粒喷洒在积雨云层中，目的是为降雨提供（ C ）

A.冷量 B.湿度 C.晶核 D.温度

14、下列对于物理吸附的描述，不正确的是（ D ）

A.吸附力基于范德华力，吸附一般没有选择性

B.吸附层可以是单分子层或多分子层

C.吸附速率较快，吸附热较小

D.吸附较稳定，不易解析

1. 弗兰德里希吸附定温式适用于（ B ）
2. 低压 B.中压 C.高压 D.任何压力
3. 朗缪尔吸附定温式所基于的假设是（ C ）
4. 理想气体行为
5. 吸附与脱附的活化能均为零
6. 吸附热一般为常数，不随吸附过程变化
7. 平整的固体表面
8. 多孔固体表面易吸附水蒸气，而不易吸附氧气、氮气，其主要原因是（ C ）
9. 水蒸气相对分子质量比小
10. 水蒸气分子的极性比要大
11. 水蒸汽的凝聚温度比高
12. 水蒸气在空气中含量比要少
13. 下列叙述不正确的是（ D ）
14. 农药中加入湿润剂可使和减小，药液在植物表面易于铺展
15. 防水布上涂表面活性剂使减小，水珠在其上不易铺展
16. 泡沫浮选法中捕集剂极性基吸附在矿石表面，非极性基向外易被吸附在泡沫上
17. 起泡剂的主要作用是增大液体表面张力
18. 液体在固体表面铺展过程中所涉及的界面变化是（ A ）
19. 增加液体表面和固-液界面，减小固体表面
20. 增加固-液界面，减小固体表面
21. 减小液体表面和固体表面，增加固-液界面
22. 增加固体表面和固-液界面，液体表面不变
23. 液体1能在与之不互溶的液体2上铺展开的条件是（ A ）
24.  B.

C. D.

1. 对于亲水性固体表面，其表面张力之间的关系是（ B ）
2.  B.

C. D.无法确定

1. 对于亲水性固体表面，其固、液间的接触角（ C ）
2.  B. C. D.
3. 将一滴汞滴在玻璃板上，界面张力之间的关系（ A ）

A. B.

C. D.

24、液体表面分子所受合力的方向总是（ ），液体表面张力的方向总是（ ）。

（A）沿液体表面的法线方向，指向液体内部

（B）沿液体表面的法线方向，指向气相

（C）沿液体的切线方向

（D）无确定的方向

25、温度与表面张力的关系是： （ ）。

（A）温度升高表面张力降低

（B）温度升高表面张力增加

（C）温度对表面张力没有影响

（D）不能确定

26、在定温定压下影响物质的表面吉布斯函数的因素是（）。

(A) 仅有表面积*A*s

（B）仅有表面张力

（C）表面积*A*s 和表面张力

（D）没有确定的函数关系

27、附加压力产生的原因是（ ）。

（A）由于存在表面

（B）由于在表面上存在表面张力

（C）由于表面张力的存在，在弯曲表面两边压力不同

（D）难于确定

28、在水平放置的玻璃毛细管中注入少许水（水润湿玻璃），在毛细管中水平水柱的两端呈凹液面，当在右端水凹面处加热，毛细管中的水向何端移动？（ ）

（A）向左移动 （B）向右移动

（C）不动 （D）难以确定

29、今有一球形肥皂泡，半径为*r*，肥皂水溶液的表面张力为，则肥皂泡内附加压力是（ ）。



（A） （B） （C）

30、在定温下，同成分的两个大小不同的液球的饱和蒸气压*p*r,1\*(大球)和*p*r,2\* (小球)存在（ ）的关系。

（A） *p*r,1\* > *p*r,2\* （B） *p*r,1\*= *p*r,2\*

（C） *p*r,1\* < *p*r,2\* （D）不能确定

31、今有反应 CaCO3(s) = CaO(s)+CO2(g) 在一定温度下达平衡，现在不改变温度和CO2 的分压力，也不改变CaO(s)的颗粒大小，只降低CaCO3(s)的颗粒直径，增加分散度，则平衡将（ ）。

(A)向左移动 （B）向右移动 （C）不发生移动

32、某物质B在溶液表面的吸附达到平衡时，则B物质在表面的化学势B(表)与溶液内部B物质的化学势B (内)的关系是（ ）

（A） B(表) > B (内) （B） B(表) < B(内)

（C） B(表) = B (内) （D）不能确定

33、接触角是指：

（A）ｇ／ｌ界面经过液体至ｌ／ｓ界面间的夹角

（B）ｌ／ｇ界面经过气相至ｇ／ｓ界面间的夹角

（C）ｇ／ｓ界面经过固相至ｓ／ｌ界面间的夹角

（D）ｌ／ｇ界面经过气相和固相至ｓ／ｌ界面间的夹角

34、高分散度固体表面吸附气体后，可使固体表面的吉布斯函数（　　　）。

（A）降低 　（B）增加 　（C）不改变

35、兰谬尔吸附定温式适用于( )

(A)化学吸附 (B)物理吸附

(C)单分子吸附 (D)多分子吸附

36．已知20℃时水的表面张力为7.2810-2N·m-1，在此温度和压力 image004下将水的表面积可逆地增大10cm2时，体系的等于 。

A．7.2810-5J B．-7.2810-5J

C．7.2810-1J D．-7.2810-1J

37．在定温定压条件下，将10g水的表面积增大2倍，做功*W*，水的Gibbs自由能变化为，则 。

A．=*W* B．=-*W* C． image008*W* D．不能回答

38． 将装有润湿性液体的毛细管水平放置，在其右端加热，则管内液体将 。

A．向右移动 B．向左移动 C．不动 D．左右来回移动

39．液体在毛细管中上升的高度与 基本无关。

A．温度 B．液体密度 C．大气压力 D．重力加速度

40．微小晶体与同一种的大块晶体相比较，下列说法中不正确的是 。

A．微小晶体的饱和蒸气压大 B.微小晶体的表面张力未变

C. 微小晶体的溶解度小 D.微小晶体的熔点较低

41．水在某毛细管内上升高度为*h*，若将此管垂直地向水深处插下，露在水面以上的高度为h/2，则 。

A．水会不断冒出

B. 水不流出，管内液面凸起

C. 水不流出，管内凹液面的曲率半径增大为原先的2倍

D．水不流出，管内凹液面的曲率半径减小为原先的一半

42.在用最大气泡法测定液体表面张力的实验中， 是错误的。

A. 毛细管壁必须清洁干净 B.毛细管口必须平整

C. 毛细管必须垂直放置 D.毛细管须插入液体内部一定深度

43.在干净的粗细均匀的U形玻璃毛细管中注入纯水，两侧液柱的高度相同，然后用微量注射器从右侧注入少许正丁酸水溶液，两侧液柱的高度将是 。

A．相同 B．左侧高于右侧 C．右侧高于左侧 D．不能确定

44.在三通活塞两端涂上肥皂液，关闭右端，在左端吹一大泡，关闭左端，在右端吹一小泡，然后使左右两端相通，将会出现什么现象。

A．大泡变小，小泡变大 B．小泡变小，大泡变大

C．两泡大小保持不变 D．不能确定

45.重量分析中的“陈化”过程，发生 。

A. 晶体粒子变大，晶粒数减小

B． 晶体粒子变小，晶粒数增多

C.        晶体粒子大小和数目均保持不变

D.        大小晶体粒子尺寸趋于相等，晶粒数保持不变

46.在一支干净的、水平放置的、内径均匀的玻璃毛细管中部注入一滴纯水，形成一自由移动的液柱。然后用微量注射器向液柱右侧注入少量NaCl水溶液，假设接触角不变，则液柱将 。

A. 不移动 B．向右移动 C．向左移动 D无法判断

47.在潮湿的空气中，放有3只粗细不等的毛细管，其半径大小顺序为:

r1>r2>r3，则毛细管内水蒸气易于凝结的顺序是 。

A．1，2，3 B．2，3，1 C．3，2，1 D无法判断

48．人工降雨是将AgI微细晶粒喷洒在积雨云层中，目的是为降雨提供 。

A. 冷量 B．湿度 C．晶核 D．温度

49.下面对于物理吸附的描述， 不正确。

A．吸附力基于van der Waals力，吸附一般没有选择性

B．吸附层可以是单分子层或多分子层

C．吸附速度较快，吸附热较小

D．吸附较稳定，不易解吸

50.Freundlich吸附等温式 image066适用于 .

A．低压 B．中压 C．高压 D．任何压力

51.Langmuir吸附等温式所基于的假设是 .

A. 理想气体行为 B. 吸附与脱附的活化能均为零

C. 吸附热为一常数，不随吸附过程变化 D．平整的固体表面

52．多孔固体表面易吸附水蒸气，而不易吸附氧气、氮气，主要原因是 .

A．        水蒸气分子量比O2、N2小

B．  水蒸气分子的极性比O2、N2要大 ；

C. 水蒸气的凝聚温度比O2、N2高；

D． 水蒸气在空气中含量比O2、N2要少 。

53．下列叙述不正确的是 .

A、农药中加入润湿剂可使 image067和 image068减小，药液在植物表面易于铺展；

B、防水布上涂表面活性剂使 image069减小，水珠在其上不易铺展；

C、泡沫浮选法中捕集剂极性基吸附在矿石表面，非极性基向外易被吸附在泡沫上；

D、起泡剂的主要作用是增大液体表面张力。

54. 液体在固体表面铺展过程中所涉及的界面变化是 .

A、增加液体表面和固-液界面，减小固体表面

B、增加固-液界面，减小固体表面

C、减小液体表面和固体表面，增加固-液界面

D、增加固体表面和固-液界面，液体表面不变

55. 液体1能在与之不互溶的液体2上铺展开的条件是 .

A． image070 B． image071

C． image072 D． image073

56. 对于亲水性固体表面,其表面张力间的关系 .

A． image074 B．image075 C． image076 D．无法确定

57. 对于亲水性固体表面其固液间的接触角 .

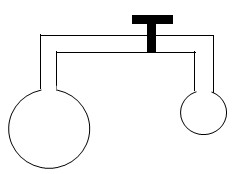
A． image077 B． image078 C． image079 D． image080

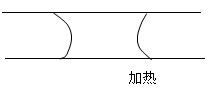
58. 将一滴水银滴在玻璃板上，界面张力之间的关系 .

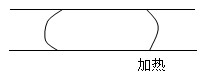
A． image074 B． image081 C． image082 D． image083

### 3-3 思考题

1. 如下图所示：中间有活塞的导管，一段连一大泡，另一端连一小泡。打开活塞使之连通，有何现象发生？为什么？



2、两水平玻璃管中各有一段可以左右移动的液体，如下图所示。若再液体的一段加热，有何现象发生？



1. 玻璃毛细管内水面上升高度为h，将另一内径相同玻璃毛细管在同样的条件下竖直插入水中，水面外毛细管长度只有0.5h，有何现象发生？为什么？
2. 用表面物理化学解释人工降雨的原理。
3. 用表面活性物质的特性解释如何用肥皂去除衣物上的油污。
4. 说明物理吸附与化学吸附的关系。
5. 金属切削机床工作时会产生大量的热，应选用哪种类型的乳状液做冷却剂？

### 3-4 填空题

1、通常液体的表面张力是指某液体与其\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_相接触，或者与\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_相接触时的界面张力。

2、临界状态下，由于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，所以液体的表面张力\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

3、20 ℃时水的表面张力为72.75×10 -3  N·m -1 ， 在该温度下使水的表面积增大4 cm 2  ，则此过程的 Δ*G* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

4、一个球形液滴在定温下与其蒸气成平衡时，液相压力*p*(α) 气相压力*p*(β)(选填>,=,<号)。若液体表面张力为*σ*，球形液滴半径为*r*，则 *p*(α) - *p*(β)= \_\_ \_\_\_\_。

*r*1

*r*2

*r*3

{*Pr*\*}

{*T*}

5、高度分散的小液滴的饱和蒸气*pr*\*压与温度*T* 的关系如图所示，*r*为液滴的半径，将*r*从大到小的顺序排列则为 。

6、定压下纯液体(或纯固体)的化学势*μ*，温度*T*及分散度(用颗粒半径*r*)表示的关系如图所示。若将*r*由大到小的顺序排列，则为 。

7、定温下溶液的表面张力随浓度增大而减小，则单位表面吸附量\_\_\_\_\_\_\_\_\_0。（选填 > ，= ， < ）

*r*1

*r*2

*r*3

{*μ*}

{*T*}

8、铺展系数*s*与*σ* (气/液），*σ* (气/固），*σ* (液/固）的关系是*s*＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 若液体在固体表面上发生铺展，则*s*\_\_\_\_\_\_\_\_０。（选填>，＝，<）

9、物理吸附的吸附力是\_\_\_\_\_\_\_\_\_，吸附分子层是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_层。

10、气体被固体吸附的过程其熵变Δ*S*\_\_\_\_\_\_\_０，焓变Δ*Ｈ*\_\_\_\_\_\_０。 （选填>，＝,<）

11、由于新相难以形成而出现的四种常见的亚稳态是

12、憎液固体，其表面不能为液体所润湿，其相应的接触角  

13、Langmuir吸附等温式为 ，其中*b*为吸附系数， 是 ，*p*/*Γ*对 作图得一条直线，直线的截距是 ，斜率是1/*Γ*m。

14、润湿液体在毛细管中上升的高度与毛细管内径成 关系，与液体的表面张力成

关系。

15、气体在固体表面发生等温吸附时，  ，  ，  。

### 3-5 计算题

1．开尔文公式也可用于固态化合物球形粒子分解压力的计算。已知CaCO3(s)在773.15K时

密度为3900kg m-3，表面张力为1.210N m-1，分解压力为101.325Pa，若将CaCO3(s)研磨

为半径为30 10-9m的粉末，求其在773.15K时的分解压力。

2．水蒸气骤冷会发生过饱和现象，在夏天的乌云中，用飞机撒干冰微粒，使气温降至298K,

水气的过饱和度*p*/*p*s达4。已知g=9.8m s-2, =0.0715 N m-1, =1000kg m-3计算（1）

在此时开始形成雨滴的半径；（2）每一雨滴中所含的水分子数。

3．在盛有汞的容器中插入半径为4.0 10-4m的毛细管，若毛细管内汞面下降h=0.0136m，汞与毛细管的接触角 =14 ,, =13550kg m-3。求汞在实验温度下的表面张力。

4、 钢包（盛钢水的桶）底部有一透气砖，通过透气砖的透气孔，可以向钢包内吹入惰性

气体氩气，以赶走包内氧气，净化钢水。为了在不吹氩气时钢水不从透气孔中漏出来，求透

气砖的透气孔的最大半径为多少？（已知钢水深2m，密度 ，表面张力

，重力加速度 ，钢水与孔壁的接触角 ）。

5、298K时，从一稀肥皂水溶液上刮下极薄的一层液体来，液膜表面积为 ，得到

 溶液（重 kg），其中肥皂含量为4.013 ，而溶液体相内同

样体积的溶剂中含肥皂4.000 ，试根据Gibbs吸附公式和  计算溶

液的表面张力。已知298K时纯水的表面张力 

6、 已知在273.15K时，用活性炭吸附CHCl3，其饱和吸附量为93.8 dm3 image084kg-1，当CHCl3的分压为13.375kPa时，平衡吸附量为82.5 dm3 image084kg-1。

求（1）Langmuir吸附等温式中*b*的值；

（2）CHCl3的分压为6.6672kPa时，平衡吸附量为多少？

7、有体积各为100 image053和10 image053，内含同种气体各100mg和10mg㎎的同温容器各一个，分别加入1g活性炭时，哪一容器中气体被吸附得多？为什么？

8、请导出A，B两种吸附质在同一表面上吸附时的吸附等温式。（设A，B都符合Langmair吸附）。

image085

## 四 电化学

### 4-1 是非题

1. *φ*өCu2+/Cu＝ 0.34 V表明，其与标准氢电极组成的原电池，Cu2+/Cu作为原电池的正极，其上发生氧化反应。-
2. 习惯上，原电池的电极用正、负极表示，电解池的电极用阴、阳极表示。+
3. 可逆电池的温度系数小于零，则意味着工作时要吸热。-
4. 标准氢电极的电极电势*φ*өH+/H2实际上为零。-
5. 离子导体的电阻随着温度升高而升高；电子导体则正好相反。-
6. 摩尔电导率的单位为：秒•米2•摩尔-1。-
7. 离子导体中，如果溶液里只有一种电解质，则正负离子承担的电量与其迁移速率成正比。-
8. 恒温下，电解质溶液的浓度增大时，其电导率增大，摩尔电导率减小。 -

9、设ZnCl2水溶液的质量摩尔浓度为*b*,离子平均活度因子为±，则其离子平均活度 。 （ + ）

10、298K时，相同浓度（均为0.01molkg1）的KCl，CaCl2和LaCl3三种电解质水溶液，离子平均活度因子最大的是LaCl3。 （ - ） 11、0.005 mol kg1的BaCl2水溶液，其离子强度*I* = 0.03 mol kg1。 （ + ）

12、AlCl3水溶液的质量摩尔浓度若为*b*，则其离子强度*I*等于6*b*。 （ + ）

13、对于一切强电解质溶液－ln=*C*|*z*+ *z*－|*I*1/2均能使用。 （ - ）

14、电解质溶液与非电解质溶液的重要区别是电解质溶液中含有由电解质离解成的正负离子。（+ ）

15、电解质溶液可以不偏离理想稀溶液所遵从的热力学规律。 （ - ）

16、离子迁移数*t*+ + *t*－＜1 。 （ - ）

17、离子独立运动定律只适用于无限稀薄的强电解质溶液。 （ - ）

18、无限稀薄时，HCl、KCl和NaCl三种溶液在相同温度、相同浓度、相同单位电场强度下，三种溶液中的Cl-迁移数相同。 （ - ）

19、在一定的温度和较小的浓度情况下，增大弱电解溶液的浓度，则该弱电解质的电导率增加，摩尔电导率减小。 （+ ）

20、用*Λ*m对 作图外推的方法，可以求得HAc的无限稀薄摩尔电导率。 （ - ）

21、在一定温度下稀释电解质溶液，摩尔电导率增大，而电导率的变化不一定增大。（ + ）

22．恒温下，电解质溶液的浓度增大时，其电导率增大，摩尔电导率减小。 （- ）

23．以 image032对 image034作图，用外推法可以求得弱电解质的无限稀释摩尔电导率。 （ - ）

24．离子独立运动定律既可应用于无限稀释的强电解质溶液，又可应用于无限稀释的弱电解质溶液。 （ + ）

25．电解质溶液中的离子平均活度系数 image010<1。 （- ）

26．离子迁移数 *t* image036+ *t*>1。 （ - ）

27．表示电解质溶液的摩尔电导率可以用两种方法，一是以1mol元电荷为基本单元，另一种是以1mol电解质的量为基本单元，其值是一样的。 （ -）

28．虽然电导率*κ* = *K*cell /*R* ，但是电导率*κ*与电导池常数*K*cell无关。 （ + ）

29．因为难溶盐的溶解度很小，可以近似认为难溶盐饱和溶液的 image032≈ image024。 （ + ）

30．某电解质处于离子强度相同的不同溶液中，该电解质在各溶液中的浓度不一样，但是离子的平均活度系数相同。 （ +）

31．因为离子的平均质量摩尔浓度 image022与平均活度系数 image010有相似的定义式，所以我们可以认为*m image040*= *m image042*。 -

32、对于电池Ag(s) | AgNO3(*b*1) || AgNO3(*b*2) | Ag (s) ，*b*较小的一端为负极。 （√ ）

33．一个化学反应进行时，Δr*G*m=－220.0 kJ·mol1。如将该化学反应安排在电池中进行，则需要环境对系统作功。（ ）

34．原电池在定温、定压可逆的条件下放电时，Δ*G* =0。（ ）

35．用能斯特公式算得电池的电动势为负值，表示此电池反应的方向是朝正向进行。 （ ）

36．标准电极电势的数据就是每个电极双电层的电势差。 （ ）

37．电池反应的电动势*E*MF与指定电池反应计量方程式的书写无关，而电池反应的热力学函数[变]Δr*G*m 等则与指定电池反应计量方程式的书写有关。（ ）

38．锌、银两金属片同时插入HCl水溶液中，所构成的电池是可逆电池 。 （ ）

39．电解池中阳极发生氧化反应，阴极发生还原反应。 （ ）

40．H2－O2燃料电池在酸性介质和碱性介质中，电极反应是一样的。 （ ）

41．原电池的正极即为阳极，负极即为阴极。（ ）

42．*E*[H+(*a*=1) H2(*p*)Pt]=0，是确定标准电极电势的国际惯例的规定值。（ ）

43.原电池电动势的定义为：没有电流通过的条件下，原电池两极的金属引线为同种金属时，电池两端的电势差。（ ）

### 4-2 选择题

1、如果规定标准氢电极的电势为1V，则可逆电池的*E*和可逆电极的*φ*值将： ( D )  
A. *E*值增加1V，*φ*值增加1V B. *E*值减少1V，*φ*值减少1V  
C. *E*值不变，*φ*值不变 D. *E*值不变，*φ*值增加1V

2、在电极分类中，属于金属电极为： ( A )

A. Fe | Fe2+ B. Pt | Tl3+, Tl+

C. Pt, H2 | H+ D. Pt | Sn4+, Sn2+

3、将反应 2Hg (l) + O2 (g) + 2H2O (l) = 2Hg2+ + 4OH – 设计成电池，当电池反应达到平衡时,

电池的*E*必然是： ( B )

A. *E*=*E*0 B. *E*=0 C. *E*>0 D. *E*<0

4、某电池反应可写成 (1) H2 (*p*1) + Cl2(*p*2) = 2HCl 或 (2) 1/2 H2 (*p*1) + 1/2 Cl2 (*p*2) = HCl，这

两种不同的表示式算出的*E*、Δr*G*m和*K* 的关系是： ( B )

A. *E*1＝*E*2，Δr*G*m,1＝Δr*G*m,2， *K*1＝*K*2  
B. *E*1＝*E*2，Δr*G*m,1＝2Δr*G*m,2，*K*1＝(*K*2)2  
C. *E*1＝2*E*2，Δr*G*m,1＝2Δr*G*m,2，*K*1＝2*K*2  
D. *E*1＝*E*2，Δr*G*m,1＝(Δr*G*m,2)2，*K*1＝(*K*2)2

5、满足电池能量可逆条件的要求是： ( D )

A. 电池内通过较大电流 B. 没有电流通过电池

C. 有限电流通过电池 D. 有一无限小的电流通过电池

6、离子导体的电导随着温度升高而：

A. 增加 B. 减小

C. 先增加，后降低 D. 先降低后增加

7、电解质溶液的摩尔电导率是正负离子摩尔电导率之和，这一规律只适用于： ( D )

A.弱电解质 B. 强电解质

C.任意电解质 D. 无限稀释的电解质溶液

8、1．电解质分为强电解质和弱电解质，在于：( B )。

(A) 电解质为离子晶体和非离子晶体

(B) 全解离和非全解离

(C) 溶剂为水和非水

(D) 离子间作用强和弱

9．若下列电解质溶液溶质B的质量摩尔浓度都为001mol·kg1，则离子平均活度因子最小的是：（ A ）

（A）ZnSO4 （B）CaCl2 （C）KCl

10. 质量摩尔浓度为*b*，离子平均活度因子(系数)为±的MgSO4溶液的活度*a*B为：（A ）。

（A） （B）



（C） （D） 1



11．在25℃时，0.002 molkg1的CaCl2溶液的离子平均活度因子(系数)为(±)1与0.002 molkg1的CaSO4溶液的离子平均活度因子为(±)2的关系是：（ A ）。

（A）（ ± ）1>(±)2 （B）(±)1 < (±)2

（C）（ ± ）1=（ ± ）2 （D）(±)1与 (±)2无法比较

12. 0.001 mol kg1K3[Fe（CN）6]水溶液的离子强度为（单位：mol kg1）：（A ）。

（A）6.0×103 （B）5.0×103 （C）4.5×103 （D）3.0×103

13. 若电解质的离子平均活度因子± <1 ，主要原因是（ A）

（A）正负离子间的作用力大 （B）溶质与溶剂间的作用力大

（C）离子的溶剂化作用力大 （D）溶剂分子间的作用力大

14. 若电解质的离子平均活度因子± >1 ，主要原因是（A ）

（A）正负离子间的作用力大 （B）溶质与溶剂间的作用力大

（C）离子的溶剂化作用力大 （D）溶剂分子间的作用力大

15.下列电解质离子平均活度因子最大的是（ D）

（A）0.01molkg-1KCl （B） 0.01molkg-1CaCl2

（C） 0.01molkg-1LaCl3 （D） 0.001molkg-1KCl

16.电解质B在溶液中的离子平均活度因子为± ，对于±大小的下列判断那个正确（C ）

（A） ±≤1 （B） ±≥1 （C） (A) *、*(B)都有可能 （D） ± 恒小于1

17. 电解质溶液的离子强度与其浓度的关系为（ A）

（A）浓度增大，离子强度增大

（B）浓度增大，离子强度变弱

（C）浓度不影响离子强度

（D）随浓度变化，离子强度变化无规律

18. 关于离子平均活度因子±与电解质溶液溶质的质量摩尔浓度间的关系，下列讲法中正确的是（D ）

（A）*b*增大，±增大

（B） *b*增大，±减小

（C）先*b*增大，±增大 后 *b*增大，±减小

（D）先*b*增大，±减小 后 *b*增大，±增大

19.在稀溶液范围内，离子平均活度因子与电解质溶液的离子强度的关系，正确的论述是（B ）

（A）离子强度增大，平均活度因子增大

（B）离子强度增大，平均活度因子减小

（C）离子强度不影响平均活度因子的数值

（D）随离子强度变化，平均活度因子变化无规律

20.无限稀薄的KCl溶液中，Cl－离子的迁移数为0.505，该溶液中K+离子的迁移数为：( B )。

(A) 0.505 (B) 0.495 (C) 67.5 (D) 64.3

21. 通常，应用摩尔电导率这一概念时，就MgCl2溶液而言，正确的表述是：（ A ）。

（A）



（B）



（C）



22. 科尔劳许离子独立运动定律适合于：（ C ）。

（A）任意浓度的强电解质溶液

（B）任意浓度的弱电解质溶液

（C）无限稀薄的强或弱电解质溶液

23.在25℃无限稀薄的水溶液中，离子摩尔电导率最大的是（ D ）。

（A）La3+ （B）Mg2+ （C） NH4+ (D) H+

24. CaCl2的无限稀薄摩尔电导率与其离子的无限稀薄摩尔电导率的关系为：C

（A）



（B）

（C）



25.关于电导率，下列讲法中正确的是（A ）

（A）电解质溶液的电导率是两极板为单位面积，其距离为单位长度时溶液的电导

（B）电解质溶液的电导率是单位浓度的电解质的电导

（C）电解质溶液的电导率相当于摩尔电导率的倒数

26、电解质溶液的电导率随浓度变化的规律为（C ）

（A）随浓度增大而单调地增大

（B）随浓度增大而单调地增大

（C）随浓度增大而先增大后减小

（D）随浓度增大而先减小后增大

27．298K无限稀的水溶液中，离子的摩尔电导率最大的是 D 。

A.Fe image002 B.Mg image090 C.NH4 image006 D.H image006

28．描述电极上通过的电量与已发生电极反应的物质的量之间的关系的是 C 。

A.Ohm定律 B.离子独立运动定律

C.Faraday定律 D.Nernst定律

29．质量摩尔浓度为*m*的CuSO4水溶液，其离子平均活度 image008与离子平均活度系数 image010及*m*之间的关系为 A 。

A. image008= image010· *m* B. image008= 4 image012image010· *m*

C. image008= 4 image010· *m* D. image008= 2 image012image010· *m*

30．电解质溶液的摩尔电导率是正、负离子摩尔电导率之和，这一规律只适用于 D 。

A.弱电解质 B.强电解质

C.任意电解质 D.无限稀的电解质溶液

31．下列溶液摩尔电导率最小的是 A 。

A. 1 mol · dm image014KCl水溶液 B. 0.001mol · dm image014HCl水溶液

C. 0.001mol · dm image014KOH溶液 D. 0.001mol · dm image014KCl水溶液

32．下列溶液摩尔电导率最大的是 B 。

A. 1 mol · dm image014KCl水溶液 B. 0.001mol · dm image014HCl水溶液

C. 0.001mol · dm image014KOH溶液 D. 0.001mol · dm image014KCl水溶液

33．电解质溶液的摩尔电导率随溶液浓度的增加而 A 。

A. 减小 B.增大 C.先减小后增大 D.先增大后减小

34．将AgNO3、CuCl2、FeCl3三种溶液用适当装置串联，通一定电量后，各阴极上析出金属的 B 。

A. 质量相同 B. 物质的量相同

C. 还原的离子个数相同 D. 都不相同

35．在相距1m、电极面积为1m image016的两电极之间和在相距10m、电极面积为0.1m image016的两电极之间，分别放入相同浓度的同种电解质溶液，则二者 C 。

A. 电导率相同，电导相同； B. 电导率不相同，电导相同；

C. 电导率相同，电导不相同； D. 电导率不相同，电导也不相同。

36．原电池在定温定压可逆的条件下放电时，其在过程中与环境交换的热量为：（C ）。

(A) Δr*H*m (B)零 (C)*T*Δr*S*m (D) Δr*G*m

37．298K时，电池反应H2(g) + (1/2)O2(g) ===H2O(l) 所对应的电池标准电动势*E* MF,1，反应2 H2O(l) === 2 H2(g) + O2(g) 所对应的电池标准电动势*E*MF,2，则*E*MF,2和*E*MF,1的关系为：（C ）。

(A)*E*MF,2= 2*E*MF,1 (B)*E*MF,2=2*E*MF,1 (C)*E*MF,2= *E*MF,1  (D)*E*MF,2= *E*MF,1

38. 在定温、定压的电池反应中，当反应达到平衡时，电池的电动势等于（A）。

(A) 零 （B） *E*MF （C）不一定 （D）随温度、压力的数值而变化

39．已知25℃时，*E*(Fe3+,Fe2+)=0.77V, *E*(Sn4+,Sn2+)=0.15V。今有一电池，其电池反应为 2Fe3+(*a*) +Sn2+(*a*) = 2Fe2+ (*a*) *+*Sn4+ (*a*) ，则该电池的标准电动势*E*MF（298.15K）为（ B ）。

（A）1.39V （B）0.62V （C） 0.92V （D）1.07V

40. 电池Hg(l) | Zn(*a*1) | ZnSO4(*a*2) | Zn(*a*3) | Hg(l)的电动势：（ A ）。

(A)仅与*a*1，*a*3有关，与*a*2无关 (B)仅与*a*1，*a*2有关，与*a*3无关

(C)仅与*a*2，*a*3有关，与*a*1无关 (D)与*a*1，*a*2，*a*3均无关

41. 在下列电池中，其电池的电动势与氯离子的活度*a* (Cl-)无关的是：（D）。

(A)Zn(s) | ZnCl2(aq) | Cl2(*p*) | Pt

(B) Zn(s) | ZnCl2(aq) | KCl(aq) |AgCl (s) | Ag (s)

(C) Pt | H2(*p*1) | HCl(aq) |Cl2(*p*2) | Pt

(D) Ag(s) | AgCl(s) | KCl(aq) |Cl2(*p*) | Pt

42. 通过电动势的测定，可以求难溶盐的活度积，今欲求AgCl的活度积，则应设计的原电池为（ C）

(A)Ag(s) | AgCl(s) | HCl(aq) |Cl2(*p*) | Pt

(B) Pt | Cl2(*p*) | HCl(aq) |AgCl (s) | Ag (s)

(C) Ag(s) | AgNO3(aq) | | HCl(aq) | AgCl (s) | Ag (s)

(D) Ag(s) | AgCl(s) | HCl(aq) | | AgNO3(aq) | Ag(s)

43.在25℃时， *E*1 =0.798V,



*E*2 =0.854V。



则25℃时， 的*E*3为（ A ）。



（A）0.910V （B）0.056V （C）-0.056V （D）-0.910V

44. 在25℃时，电池Pb(Hg)(*a*1)|Pb(NO3)2(aq)|Pb(Hg) (*a*2)中*a*1 *a*2，则其电动势*E*：（A ）。

(A) 0 (B) 0 (C) =0 (D) 无法确定

45. 298K时，质量摩尔浓度为0.1 mol·kg1 和0.01 mol·kg1HCl溶液的液接电势为*E*J(1) 质量摩尔浓度为0.1 mol·kg1 和0.01 mol·kg1KCl溶液的液接电势为*E*J(2) ，则有（B ）。

(A) *E*J(1) =*E*J(2) (B) *E*J(1) >*E*J(2) (C) *E*J(1) <*E*J(2) (D) *E*J(1) <<*E*J(2)

46、蓄电池在充电和放电时的反应正好相反，则其充电时正极和负极、阴极和阳极的关系为：（ B ）。

(A)正负极不变，阴阳极不变 (B)正负极不变，阴阳极正好相反

(C)正负极改变，阴阳极不变 (D)正负极改变，阴阳极正好相反

47.有甲、乙两电池如下，其电势关系为 B 。

甲 Pt，H2 ( *p image002*)│HCl (0.01M)║HCl (0.1M)│H2 ( *p image002*)，Pt

乙 Pt，H2 ( *p image002*)│HCl (0.01M)║Cl2 ( *p image002*)−Cl2 ( *p image002*)│HCl (0.1M)│H2 ( *p image002*)，Pt

A. *E*甲 = 0.5*E*乙 B. *E*甲 = *E*乙  C. *E*甲 =2 *E*乙 D. *E*甲 = 4*E*乙

48．某电池可以写成如下两种形式：

甲 1/2 H2 ( *p image002*) + AgI (s)→ Ag (s) + HI (*a*)

乙 H2 ( *p image002*) + 2AgI (s)→ 2Ag (s) + 2HI (*a*) 则 C 。

A. *E*甲 = *E*乙，*K*甲 =*K*乙 B. *E*甲 ≠ *E*乙，*K*甲 =*K*乙

C. *E*甲 = *E*乙，*K*甲≠ *K*乙 D. *E*甲 ≠ *E*乙，*K*甲 ≠ *K*乙

49．电池 （1）Cu (s)│Cu image006(*a* Cu+)║Cu image006(*a* Cu+)，Cu image090(*a* Cu2+)│Pt (s)

（2）Cu (s)│Cu image090(*a* Cu2+)║Cu image006(*a* Cu+)，Cu image090(*a* Cu2+)│Pt (s)

的反应均可写成Cu (s) + Cu image090(*a* Cu2+) → 2Cu image006(*a* Cu+)，此两电池的标准电池电动势*E image002*及电池反应的标准Gibbs自由能变化Δr*G image094*的关系为 B 。

A. Δr*G image094*，*E image002*均相同 B. Δr*G image094*相同，*E image002*不同

C. Δr*G image094*不同，*E image002*相同 D. Δr*G image094*， *E image002*均不同

50．原电池在定温、定压可逆的条件下放电时，其在过程中与环境交换的热量为 C 。

A. Δr*H*m  B. 零 C. *T*Δr*S*m D. Δr*G*m

51．在下列电池中液接电势不能被忽略的是 C 。

A. Pt，H2 ( *p image084*)│HCl (*a*)│H2 ( *p image085*)，Pt

B. Pt，H2 ( *p image084*)│HCl (*a image084*)║HCl (*a image085*)│H2 ( *p image085*)，Pt

C. Pt，H2 ( *p image084*)│HCl (*a image084*)│HCl (*a image085*)│H2 ( *p image085*)，Pt

D.Pt，H2 ( *p image084*)│HCl (*a image084*)│AgCl (s)，Ag−Ag，AgCl (s)│HCl (*a image085*)│H2 ( *p image085*)，Pt

52．298K时电池Pt (s)，H2 ( *p image002*)│HCl (*m*)│H2 ( 0.1*p image002*)，Pt (s)的电池电动势为 C 。

A. 0.118V B. −0.059V C. 0.0295V D. −0.0295V

53．已知298K时，Hg2Cl2 (s) +2e → 2Hg (l) +2 Cl(*a* Cl ) *φ image002*= 0.27 V，

AgCl (s) + e → Ag (s) + Cl(*a* Cl ) *φ image002*= 0.22 V，

当电池反应为Hg2Cl2 (s) +2Ag (s) →2AgCl (s) +2Hg (l)时，其标准电池电动势为 A 。

A. 0.050V B. −0.170V C. −0.085V D. 0.025V

54．在应用电位差计测定电池电动势的实验中，通常必须用到 B 。

A. 标准氢电极 B. 标准电池

C. 甘汞电极 D. 活度为1的电解质溶液

55．蓄电池在充电和放电时的反应正好相反，则其充电时正极和负极、阴极和阳极的关系为 B 。

A.正负极不变，阴阳极不变 B.正负极不变，阴阳极正好相反

C.正负极改变，阴阳极不变 D.正负极改变，阴阳极正好相反

56．标准氢电极是 D 。

A.Pt，H2 ( *p image002*)│OH(*a* OH = 1) B.Pt，H2 ( *p image002*)│OH(*a* OH =10 image088)

C.Pt，H2 ( *p image002*)│H image006(*a* H image006=10 image088) D.Pt，2 ( *p image002*)│H image006(*a* H image006= 1)

### 4-3 填空题

1、等体积的0.05 mol⋅kg−1的LaCl3水溶液及0.05 mol⋅kg−1的NaCl水溶液混合后，溶液的离子强度*I*=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2、电解质的离子强度定义为*I*=\_\_\_\_\_\_，1 mol⋅kg−1的CaCl2水溶液的 *I* =\_\_\_\_\_ mol⋅kg−1。

3、中心离子的电荷数 离子氛的电荷数。

4、相同温度、相同浓度的NaCl，MgCl2，MgSO4的稀水溶液，其离子平均活度因子的大小是：*γ*±（NaCl）\_\_\_\_\_*γ*±（MgCl2）\_\_\_\_\_*γ*±（MgSO4）（选填“＜” ， “＝” ， “＞” ）。

5、25℃时，1mol⋅kg−1的BaCl2水溶液的*γ*±=0.399，则*a*± =\_\_\_\_。

6、K2SO4水溶液质量摩尔浓度*b*=0.01mol⋅kg−1，*γ*±=0.71，则*a*±=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

7、在稀溶液范围内，由于质点间的作用力性质不同，同浓度的非电解质溶液的活度 电解质溶液中溶质的活度（选填“大于” ， “小于” ， “等于” ） 。

8、25℃时，AgCl饱和水溶液的电导率为3.41×10−4S·m−1，所用水的电导率为1.60×10−4 S·m−1。则AgCl的电导率为 。

9、当等体积的0.4mol⋅kg−1的NaCl水溶液与0.3mol⋅kg−1的BaCl2水溶液混合，混合溶液的离子强度*I*= 。

10．浓度为*m*的Al2(SO4)3溶液中正、负离子的活度系数分别为 image018和 image020，则：离子平均活度系数 image010= ，离子平均质量摩尔浓度 image022= ，离子平均活度 image008= 。

11．已知 image024(H image006) =349.82×10 image026S · m image016· mol image033， image024(Ac image030) = 40.9×10 image026S · m image016· mol image033,而实验测得某醋酸溶液的 image032(HAc)=5.85×10 image026S · m image016· mol-1，此溶液中醋酸的电离度*α* = 。

12．0.1 mol · kg image033的LaCl3溶液的离子强度*I* = 。

13．在温度一定和浓度比较小时，增大弱电解质溶液的浓度，则该弱电解质的电导率*κ* ，摩尔电导率 image032 。（增大、减小、不变）

14．在298K无限稀释的水溶液中， 是阴离子中离子摩尔电导率最大的。

15．恒温下，某电解质溶液的浓度由0.2 mol · dm image014减小为0.05 mol · dm image014，则 image032 。

16．电导率*κ* = *K*cell /*R* ，电导率*κ*与电导池常数*K*cell的关系为 。（正比、反比、无关）

17．在电解质溶液中独立运动的粒子是 。

18．电导滴定不需要 ，所以对于颜色较深或有混浊的溶液很有用。

19． image032和 image024数值的大小差别是因为弱电解质部分电离与全部电离产生的 不同造成的。

20、 电池Pt(s)|Cl2（*p*1）|HCl（0.1 mol·kg−1）| Cl2（*p*2）|Pt(s)的负极反应\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，正极反应\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，电池反应\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，若*p*1> *p*2，则此电池电动势\_\_\_\_\_\_\_\_0(选填>，< =) 。

21、电池Pb (s)| H2SO4(*b*) | PbO2(s)作为原电池时，负极是\_\_\_极，正极是\_\_ 极；作为电解池时，阳极是\_ \_ 极，阴极是\_\_\_\_极。

22、原电池Ag (s) | AgNO3(0.01 mol·kg−1) || AgNO3 (0.1 mol·kg−1) | Ag (s)相应的电池反应为\_ \_\_\_\_\_， 25℃时的电动势为 。

23、Ag(s)|AgNO3（*b*1=0.01 mol·kg−1， *γ*±, 1=0.90）|| AgNO3（*b*2=0.1 mol·kg−1， *γ*±, 2=0.72）|Ag(s)在25℃时的电动势*E*MF=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

24、若已知某电池反应电动势的温度系数  则该电池可逆放电时的反应热*Q*r\_\_\_\_\_\_\_\_ Δr*S*m\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（选择填入>0， <0，或=0）

25、定温定压下原电池可逆放电时电池反应的焓变Δr*H*m\_\_\_\_\_\_\_\_\_*Qp*。（选填<，=，>)

26、已知298K时，Tl + + e−→ Tl ,*E*1=-0.34V Tl 3+ + 3e−→ Tl ,*E*2=-0.72V。则 298K时， Tl 3+ + 2e−→ Tl +的 *E*3= V。

27、25℃时，*E*[SO42-|Ag2SO4 |Ag(s)]=0.627V, *E*[Ag+ |Ag(s)]=0.799V 。则Ag2SO4的溶度积*K*sp= 。

28、可逆电池必须具备的三个条件为 。

29、发生反应： Zn + 2Fe3+ = Zn 2+ + 2Fe2+ 的原电池图式为 。

30、在双液电池中不同电解质溶液间或不同浓度的同种电解质溶液的接界处存在 电势，通常采用加 的方法来减少或消除。

31．在标准还原电极电势表上，还原电极电势大者为 极，还原电极电势小者为 极。

32．如果规定标准氢电极的电势为1V，则可逆电池的*E image002*值 ，可逆电极的*φ image002*值 。

33．某电池反应可写成（1）H2 ( *p image084*) + Cl2 ( *p image085*) == 2HCl (*a image084*) 或 （2） 1/2H2 ( *p image084*) + 1/2Cl2 ( *p image085*) == HCl (*a image084*)，这两种不同的表示式算出的*E*值 ，*E image002*值 ，Δr*G*m值 ，*K image002*值 。（填相同或不同）

34．AgCl (s)电极属于 电极，其电极反应为 ，其电极表示式可写为 。

35．实验室最常用的参比电极为 ，其电极表示式为 。

36．原电池的电动势常用 进行测定，而不能用 或 直接测定。

37．测定溶液的pH值，可以用 和一已知电极电势的 组成电池，常用的 是甘汞电极， 是氢离子指示电极，但由于制作和使用不方便，常用 作氢离子指示电极。

38．根据电动势突变时加入滴定液的体积确定被分析离子的活度的方法称为 ，该方法更适用于 难以监控滴定终点的反应。

39．原电池在定温、定压可逆条件下放电时，电池反应的Δr*H*m Δr*U*m（=，>，<）。

### 4-4 计算题

1. 用银电极通电于氰化银钾(KCN+AgCN)溶液时，银在阴极上析出。每通过2mol电子的电量，阴极部失去2.80mol的Ag+和1.60mol的CN-，得到1.20mol的K+，试求(1)氰化银钾配合物的分子式；(2)正、负离子的迁移数。

解：

（1）K[Ag(CN)2]

（2）



2. 用锌电极通电于氰化锌钾(KCN+ZnCN2)溶液时，锌在阴极上析出。每通过4mol电子的电量，阴极部失去3.20mol的Zn2+和4.80mol的CN-，得到1.60mol的K+，试求(1)氰化锌钾配合物的分子式；(2)正、负离子的迁移数。

解:（1）K2[Zn(CN)4]

（2）



3 .1用锌电极通电于氰化锌钾(KCN+ZnCN2)溶液时，锌在阴极上析出。每通过2mol电子的电量，阴极部失去1.60mol的Zn2+和2.40mol的CN-，得到0.80mol的K+，试求(1)氰化锌钾配合物的分子式；(2)正、负离子的迁移数。

解:（1）K2[Zn(CN)4]

（2）



4、25℃ 时在一电导池中装入0.01mol·dm-3KCl溶液，测得电阻为300.0Ω。换上0.01mol·dm-3 AgNO3溶液，测得电阻为340.3Ω，试计算(1)电导池常数；(2)上述 AgNO3溶液的电导率。(3)AgNO3 溶液的摩尔电导率。（kKCl=0.140887Ω-1∙m-1）

解：



5、298.15K时，测出AgCl饱和溶液及配置此溶液的高纯水之к分别为3.41×10-4和1.60×10-4sm-1求AgCl在298.15K时溶解度和溶液积。

1. 298.15K时，用外推法得到下列强电解质溶液的极限摩尔电导分别为

Λm∞[NH4Cl]=1.499×10－2Sm2mol－1，Λm∞[NaHO]=2.487×10－2Sm2mol－1，Λm∞[NaCl]=1.265×10－2Sm2mol－1，求NH3·H2O溶液的极限摩尔电导率。

1. 298.15K时，0.02mol/LKCl的к=0.2393 sm-1同温度以某电导池分别充以0.02mol/LKCl和

0.00141mol/L的NaSCN酒精溶液，测得其电阻分别为15.94Ω和663.4Ω求(1)电导池常数(2)该NaSCN溶液的Λm。

8.298K时， image024(KAc)= 0.01144 S · m image016· mol image033， image024(1/2K2SO4)=0.01535S · m image016· mol image033，image024(1/2H2SO4)=0.04298S · m image016· mol image033，计算该温度下 image024(HAc)。

9．已知298K时AgBr的溶度积*K*sp = 6.3×10 image044，试计算该温度下AgBr饱和溶液的电导率。 image024( Ag image006) = 61.9×10 image026S · m image016· mol image033， image024( Br image030) = 78.1×10 image026S · m image016· mol image033。

10．298K时，将20.00mL浓度为0.1mol · dm image014的NaOH水溶液盛在一电导池内，测得电导率为2.21 S · m image033。加入20.00mL浓度为0.1mol · dm image014的HCl水溶液后，电导率下降了1.65S · m image033。求 ⑴ NaOH溶液的摩尔电导率；（2）NaCl溶液的摩尔电导率。

11．298K时，SrSO4的饱和水溶液电导率为1.482×10 image046S · m image033，同一温度下，纯水的电导率为1.5×10 image026S · m image033， image024(1/2Sr image090)= 59.46×10 image026S · m image016· mol image033， image024(1/2SO image048)= 80.0×10 image026S · m image016· mol image033，计算SrSO4在水中的溶解度。

12．计算混合电解质溶液0.1mol · kg image033Na2HPO4 和0.1 mol · kg image033NaH2PO4的离子强度。

13．试用Debye – Hückel极限公式计算298K时，0.001mol · kg image033的K4[Fe (CN )6]溶液的平均活度系数，并与实验值（ image010= 0.650）相对比，求其相对误差。

14.已知298.15K时有如下数据，物质 PbSO4(s) Pb2+ SO42-

ΔfHm0/kJmol-1 -918.4 1.63 -907.5

ΔfGm0/kJmol-1 -811.2 -24.3 -742.0

求298.15K时电池Pb－PbSO4 (s)│SO42-││Pb2+│Pb(s)的E0和 (аE0/аT)P

15.已知298.15K时AgCl(s)的标准摩尔生成热为-127.04kJ/molAg(s)、AgCl(s)、Cl2(g)的标准熵分别是42.702,96.11和222.95J/mol求298.15K时电池(Pt), Cl2(g) (P0) │HCl(0.1mol/L) │AgCl－Ag(1)电池的电动势；（２）电池以可逆方式放电时的热效应；（３）电池电动势的温度系数。

16.298.15K时电池Ag－AgCl(s) │HCl(a) │Hg2Cl2－Hg(l),Pt的电动势E=4.55×10－2V温度系数(аE/аT)P =3.38×10－4VK-1求298.15K时电池产生1F电量时电池反应的ΔG、ΔH、ΔS

17.(1)写出电池Zn(s) │ZnSO4(m=0.001,Υ=0.734) │PbSO4－Pb的电池反应(2)298.15K时实验

测得电池的电动势E=0.589V求电池反应的ΔG

18.已知φ0(Ce4+/Ce2+)=1.61V，φ0(Fe2+/Fe3+)=0.77V，试将反应Ce4++Fe2+ =Ce2++Fe3+设计成电池并求出反应在标准状态下的平衡常数。

**19.**写出下列电池Pb (s)│Pb image090(*a* Pb2+=0.01)║Cl(*a* Cl =0.5)│Cl2 ( *p image002*)，Pt (s)的电极反应和

电池反应，并计算298K时电池的电动势*E*、Δr*G*m以及*K image002*，并指明电池反应能否自发进行？已

知*φ image091*= −0.13 V，*φ image092*= 1.36 V。

**20.**将下列反应Sn image090(*a* Sn2+) +Pb image090(*a* Pb2+) → Sn image093(*a* Sn4+) +Pb（s）设计为原电池，计算298K

时电池反应的Δr*G image094*和平衡常数*K image002*。已知*φ image095*= 0.15V，*φ image091*= −0.13V。

**21.**电池Sb (s)，Sb2O3 (s)│pH= 3.98的缓冲溶液║饱和甘汞电极，298K时测得电池电动势*E image084*= 0.230V；如果将pH= 3.98的缓冲溶液换为待测pH值的溶液，298K时测得电池电动势*E image085*= 0.345V，试计算待测溶液的pH值。

**22.**计算298K时下列电池的电动势

Ag (s)，AgCl (s)│HCl (0.1*m*)│H2 ( 0.1*p image002*)，Pt 已知298K时*φ image029*= 0.80 V，AgCl (s)在水中饱和溶液的浓度为1.245×10 image031mol · kg image033。设活度系数均为1。

23．已知电池Zn (s)│ZnCl2 (0.008*m*)│AgCl (s)，Ag (s) 298K时的电池电动势为1.1604V，计算ZnCl2在该溶液中的平均活度和平均活度系数。298K时*φ image035*= 0.22 V，*φ image037*= −0.76 V。

24．有一土壤溶液，用醌氢醌电极和标准AgCl (s)，Ag (s) 电极组成电池，并用盐桥隔开，测得电池电动势为0.18V，测定时用醌氢醌电极作正极，298K时*φ image035*= 0.22V，

*φ image039*= 0.699V。（1）写出电池表示式以及电池放电时的电极反应和电池反应；（2）计算土壤溶液的pH值。

## 五 化学平衡

### 5-1 判断题

1、某一反应在定温、定压且无非体积功的条件下，当该反应的Δr*G*m<0时，则该反应能正向进行。 ( )

2、某一反应在定温、定压且无非体积功的条件下，当该反应的标准平衡常数*K*大于分压商*J*时，则该反应能正向进行。 ( )

3、任何一个化学反应都可以用Δr*G* (*T*)来判断反应的方向。 （ ）

4、因为 ，所以 是在温度*T*时，化学反应达到平衡状态时的吉布斯函数变。 （ ）



5、如果某一反应在定温、定压且无非体积功的条件下，当该反应的r*G*=1时，则该反应已经达到平衡。 ( )

6、如果某一化学反应 时，则该反应的*K*随着温度 升高而减小。 ( )



7、标准平衡常数变了，平衡一定会移动。反之，平衡移动了，标准平衡常数一定会改变。（ ）

8、对于真实气体混合物的反应，该反应的标准平衡常数*K*仅仅是温度的函数。（ ）

9、定温定压且无非体积功条件下，一切吸热且熵减少的反应，均不能自发发生。 ( )

10、定温定压且无非体积功条件下，一切吸热且熵减少的反应，均不能自发发生。 ( )

11、理想气体反应，定温定容条件下添加惰性组分时，平衡将向体积减小的方向移动。（ ）

### 5-2 填空题

１、反应：2CH4(g)+O2(g)===2CH3OH(g)在400K时的*K*Θ(400K)=1.18×1010，则反应： CH3OH(g) === CH4(g)+(1/2)O2(g)的*K*Θ(400K) ＝　　　　　　　　　　　。

２、在温度*T*时将NH4HS(s)置于抽空的容器中，当反应NH4HS(s)===NH3(g)+H2S(g)达到平衡时，测得总压力为*p*，则反应的标准平衡常数*K*Θ= 。

3、298.15K时,反应CuSO4⋅5H2O(s)==CuSO4(s)+5H2O(g)的*K*Θ =10-5，则此时平衡的水蒸气的分压力为 。

4、 732K时，反应 NH4Cl(s)==NH3(g)+HCl(g)的 Δr*G*Θ为 -20.8kJ ⋅mol-1 ，Δr*H*Θ为154 kJ ⋅mol-1 ，则反应的Δr*S*Θ= J⋅ K-1⋅mol-1

5、在定温下，向体积为*V*的真空容器内通入1mol的A2(g)和3mol的B2(g)，进行A2(g)+B2(g)==2AB(g)的反应，达到平衡时，测得生成的AB(g)的物质的量为*n*，若再通入2mol的A2(g)，测得平衡时AB(g)的物质的量为2*n*，则上述反应的标准平衡常数*K*Θ = 。

6. 某气相反应A ==Y+ Z是吸热反应, 在 25 ℃时其标准平衡常数*K*Θ=1 , 则25 ℃时反应的Δr*S*Θ\_\_\_\_\_0，此反应在40 ℃时的*K*Θ\_\_\_\_\_25 ℃时的*K*Θ。 (选填 > ，=，<)

7 某一温度下，反应C(s)+O2(g)==CO2(g)的标准平衡常数为  ，反应CO(g)+(1/2)O2(g)==CO2(g)的标准平衡常数为，则同样温度下反应2C(s)+O2(g)==2CO(g)的标准平衡常数与,和的关系是= 。

8 723℃时反应Fe(s)+CO2(g)===FeO(s)+CO(g)的*K*Θ=1.82，若气相*y*(CO2)=0.65， *y*(CO)=0.35 ，则反应将 。（选填“向右进行” “向左进行” “达到平衡” ）

9 写出标准平衡常数的定义式： ，写出标准平衡常数与温度的关系式（范特荷夫方程式） 。

10 反应C(s)+H2O(g)==CO(g)+H2(g)，在400℃时达到平衡，Δr*H*Θm =133.5 kJ ⋅mol-1 ，为使平衡向右移动，可采取的措施有（1） ； （2） ； （3） ； （4） ； （5） ；

11. 由反应 image020 ，知化学反应的平衡条件是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

12. image117，已知 image119，则在298K，该反应的*K* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

13. 某反应 image121，则该反应的标准平衡常数*K*为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

14. image123分解反应 image125 在700K时分解压力为600kPa，那么该反应的标准平衡常数*K*Θ为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（体系中气体视为理想气体）

15. 已知在1120℃下，反应：

image127， image129

image131， image133

则在相同温度下，反应 image135的标准平衡常数 image094\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

16. 某反应的 image070和*T*的关系是： image139，若要使反应的平衡常数*K*>1，则应控制反应的温度\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

### 5-3 选择题

1. PCl5的分解反应PCl5(g) == PCl3(g) + Cl2(g) 在473 K达到平衡时PCl5(g) 有48.5%分解，在573 K 达到平衡时，有97%分解，则此反应是（ ）

（A）吸热反应； （B）放热反应；

（C）反应的标准摩尔焓变为零的反应；

（D）在这两个温度下标准平衡常数相等的反应。

２设有理想气体反应A(g)+B(g)==C(g)，在温度*T*，体积*V*的容器中，三个组分的分压分别为*p*A、*p*B、*p*C时达到平衡，如果在*T*、*V*恒定时，注入物质的量为*n*D的惰性组分，则平衡将（　　　）。

(A)向右移动 　　(B)向左移动 (C)不移动 (D)不能确定

３. 设反应 *a*A(g ) == *y*Y(g) + *z*Z(g),　在101.325 kPa、300 K下，A的转化率是600 K的2倍，而且在300 K下系统压力为101325 Pa的转化率是2×101 325 Pa的2 倍，故可推断该反应 ( )

（A）标准平衡常数与温度，压力成反比

（B）是一个体积增加的吸热反应

（C）是一个体积增加的放热反应

(D)标准平衡常数与温度成正比，与压力成反比。

４.将20克CaCO3（s）和60克的CaCO3（s）分别放入抽真空、同容积的A容器和B容器中，且与同一定温热源相接触，达到化学平衡时CaCO3（s）部分分解为CaO(s)和CO2(g),若忽略固体体积,则两容器中CaCO3（s）的分解量为( )

（A）A容器中的多 （B）B容器中的多 （C）一样多 （D）不确定

５.理想气体反应N2O5（g）== N2O4（g）+1/2O2（g）的r*H*Ө为41.84kJmol－1。要增加N2O4（g）的产率可以（ ）

（A）降低温度 （B）提高温度 （C）提高压力 （D）定温定容加入惰性气体

６. 影响任意一个化学反应的标准平衡常数值的因素为：（ ）。

(A) 催化剂 (B) 温度 (C) 压力

７有二个反应：①SO2(g)+(1/2)O2(g)===SO3(g) , *K*Ө1

②2SO2(g)+O2(g)===2SO3(g) , *K*Ө2

则*K*Ө1与*K*Ө２的关系是：（　 ）

(A) *K*Ө1 =*K*Ө2 (B) (*K*Ө1 )2=*K*Ө2 (C) *K*Ө1 =(*K*Ө2)2

８　已知反应2NH3===N2+3H2的标准平衡常数为0.25。同一条件下反应(1/2)N2+(3/2)H2 ====NH3的标准平衡常数为（　）。

(A) 4 (B)0.5 ( C)2 (D) 1

９对于化学反应*K*Ө与*T*的关系中，正确的是（　　)

(A) 若r*H*￠>0，*T*增加， *K*Ө增加

(B) 若r*H*￠<0，*T*增加， *K*Ө增加

(C) r*H*￠>0或r*H*￠<0 ，*T*变而 *K*Ө不变

１０. 温度升高时，固体氧化物的分解压力（分解反应是吸热反应）：（ ）

（1）降低； （2）增大； （3）恒定； （4）无法确定。

１１.反应 2NO(g) + O2(g) == 2NO2(g) 是放热的, 当反应在某温度、压力下达平衡时，若使平衡向右移动。则应采取的措施是：（ ）

（1）降低温度和减小压力； （2）降低温度和增大压力；

（3）升高温度和减小压力； （4）升高温度和增大压力。

１２、已知纯理想气体反应：

*a*A + *b*B == *y*Y + *z*Z

已知∑BB ＞ 0，则对于该反应，等温等压下添加惰性组分，平衡将：（ ）。

（A）向左移动；（B）不移动；（C）向右移动。

１３、下列措施中肯定使理想气体反应的标准平衡常数改变的是（　）

1. 增加某种产物的浓度 　(B)加入反应物

(C)加入惰性气体 (D)改变反应温度　 　(E)增加系统的压力

１４、在刚性密闭容器中，理想气体反应A(g)+B(g)===Y(g)达平衡，若在定温下加入一定量的惰性气体，平衡（ 　）

(A)向右移动　　 (B)向左移动　 ( C)不移动　　 (D)不能确定

15. 在*T*、*P*恒定的条件下，反应 image002达到平衡的条件是 .

A. image004

B**.** image006

C. image008

D. image010

16、 反应 image012，当O2消耗了0.2mol时，反应进度 image014等于 .

A. 0.2mol B. 0.1mol C. 0.4mol D. 无法确定

17、在*T*、*P*恒定下，化学反应达到平衡， 不一定成立

A. image016 B. image018

C. image020 D. image022

18、 关于气相物质参与反应的标准平衡常数*K*，下列说法正确的是 .

A. image024 B. image026

C. image028 D. image030

19. 在298K条件下， image032， image034，则 image036的分解压力为 .

A. image038 B. image040 C. image042 D. image044

20. 在温度为117℃~237℃区间得出甲醇脱氧反应的标准平衡常数与温度的关系如下： image046。该反应在此区间的 image048为 . image050。

A. －88.082 B. 88.082 C. －38.247 D. 38.247

21. 已知718K时， image036的分解压力image052 ，则此时分解反应 image032的 image054为 kJ/mol.

A. –217.2 B. –15.92 C. –19.73 D. –31.83

22. 在标准状态下，红辰砂 image056与黑辰砂 image058的转化反应： image056= image058，其 image060，则在373K时 .

A. image056较 image058稳定 B. image056与 image058处于平衡

C. image058较 image056稳定 D. 无法判断哪一个更稳定

23. 在1000K条件下，反应 image062的 image064，当气相压力为 image066，组成为 image068，上述反应的 image070为 .

A. image070>0 B. image070<0 C. image070=0 D. 不能确定

24. 在某一温度下，以真空容器中，引入 image072固体，将发生反应： image074，其标准平衡常数为*K*。设各种气体都是理想气体，总压力为*p*，欲使固体停止分解，*K*必须 .

A. image076 B. image078 C. image080 D. image082

25. 影响化学反应标准平衡常数数值的因素为 .

A. 催化剂 B. 温度 C. 压力 D. 浓度

26. 已知某温度下反应 image084的 image086和反应 image088的 image090，则反应 image092的 image094为 .

A. image094= image086+ image090 B. image094= image086image090 C. image094= image090/ image086 D. image094= image086/ image090

27. 一定温度下，将纯 image096置于抽空的容器中， image096发生分解， image096= image098image100，测得平衡时体系总压力为 image102,则标准平衡常数为 .

A. image104 B. image106 C. image108 D. image110

28. 298K时反应 image112=2 image114，*K*，若同温度下，在 image112及 image114的分压各为100kPa的条件下，反应将 .

A. 向生成 image114的反向进行 B. 正好达到平衡

C. 难以判断其进行方向 D. 向生成 image112的方向进行

29.上题中，若 image112和 image114的分压分别为1000kPa和100kPa，则反应将 .

A. 向生成 image114的方向进行 B. 正好达到平衡

C. 难以确定其方向 D. 向生成 image112的方向进行

### 5-4 计算题

1、将NH4HCO3(s)放入一真空容器内，在298.15K下分解反应达平衡后，容器内总压力为0.084 P0，如果将NH4HCO3(s)放入事先充有NH3(g)、CO2(g)和H2O(g)的容器内，各气体的分压分别为0.30 P0、0.11 P0和0.003 P0，问系统中NH4HCO3(s)能否分解？

1. 700℃时反应Fe(s)+ H2O(g)=FeO(s)+ H2 (g)的KP=2.35，在此温度下，用总压为1 P0的等摩尔H2O(g)与H2(g)的混合气处理FeO(s)，它会被还原为Fe(s)吗？如果和混合气体总压仍为1 P0，要使Fe(s)不被氧化，H2O(g)的分压最小应达多少？
2. 反应PCl5(g)=PCl3(s)+Cl2(g)在523.2K,101.325kPa下平衡后，测得PCl5(g)的离解度为8试（1）计算反应的KP,(2)反应的ΔGm
3. 在真空容器内，放入固体NH4HS于298K下分解为NH3(g)和H2S(g)。容器内的压力为6.666kPa求(1)K0和KP的值，(2)当放入固体NH4HS时容器内已有40kPa H2S(g)求平衡时容器内的压力，(3)若容器内原有6.666kPa的 NH3(g)问需加多少压力的H2S(g)才能形成固体NH4HS（s）?
4. 900K时，乙烷气体通过脱氧催化剂后，发生分解反应：C2H6(g)=C2H4(g)+H2(g)，此反应的ΔGm =22.25kJmol-1若在该温度下维持总压为1 P0求分解达平衡时乙烷的离解度。
5. 在1500K、 image141，反应➀ image084，水蒸气的离解度为 image144；反应 image088， image147的离解度为 image149。求反应 image151在该温度下的平衡常数。
6. 半导体工业为了获得氧含量不大于 image153的高纯氢，在298K、 image141下让电解水得到氢气（99.5%H2、0.5%O2）通过催化剂，因发生反应 image155 而消除氧。已知气态水的 image157问：反应后氢气的纯度能否达到要求？
7. 乙烯气体与水在塔内发生催化加成，生成乙醇水溶液，试求该反应的平衡常数。

已知：反应方程式是 image159

25℃时，乙醇处于纯态的饱和蒸气压为7599 Pa，处于上述假想态时，平衡分压为533Pa。

9、将6%（物质的量分数）的 image161、12%的 image163与惰性气体混合，在100kPa下进行反应，试问在什么温度下，反应达到平衡时有80%的 image165转变为 image167？

已知：298K时， image169  image171

## 六 化学反应动力学

### 6-1 判断题

1．反应速率系数*k*A与反应物A的浓度有关。 （ ）

2．反应级数不可能为负值。 （ ）

3．一级反应肯定是单分子反应。 ( )

4．对二级反应来说，反应物转化同一百分数时，若反应物的初始浓度愈低，则所需时间愈短。 （ ）

5．对同一反应，活化能一定，则反应的起始温度愈低，反应的速率系数对温度的变化愈敏感。 （ ）



6．Arrhenius活化能的定义是 （ ）

7．对于元反应，反应速率系数总随温度的升高而增大。 （ ）

8．设对行反应正方向是放热的，并假定正、逆都是元反应，则升高温度更利于增大正反应的速率系数 。( )

9．连串反应的速率由其中最慢的一步决定，应此速率控制步骤的级数就是总反应的速率系数。 （ ）

10．鞍点是反应的最低能量途径上的最高点，但它不是势能面上的最高点，也不是势能面上的最低点。 ( )

11．过渡态理论中的活化络合物就是一般反应历程中的活化分子。 ( )

12.催化剂只能加快反应速率，而不能改变化学反应的标准平衡常数。 ( )

13.光化学的量子效率不可能大于一。 （ ）

14. 质量作用定律仅能用于元反应。 （ ）

15.复杂反应是由若干个基元反应组成的，所以复杂反应的分子数是基元反应分子数之和。

16.当某反应对物质A的反应级数为负值时，该反应的速率随物质A的浓度升高而减小。

17.破坏臭氧的反应机理，NO+O3→NO2+O2，NO2+O→NO+O2中，NO是反应的中间体。

18.对于一个在定温、定压下，不做非膨胀功的化学反应来说，△G越负，反应速度越快，。

19.某一反应A→B，A的半衰期为30分钟，那么该反应进行完全所需的时间为60分钟。

20.已知反应2A→P为零级反应，A的半衰期为30分钟，由此可知，A消耗3/4所需的时间为45分钟。

21.在任意条件中，任意一基元反应的活化能不会小于零，但对于非基元反应，活化能可以是正值，也可以是负值，甚至为零。

22.凡是反应级数为分数的反应都是复杂反应，凡是反应的数为1，2和3的反应都是基元反应。

23.催化剂加速反应到达平衡是由于它提高了正反应的速率，同时降低可逆反应的速率。

24.某反应在一定的条件下的平衡转化率为48％，但在该条件下反应进行了较长时间，转化率只有8.5％，合适的催化剂可提高转化率，但不会超过48％。

25.在常温常压下将氢气和氧气混合，数日后尚未检测有任何变。所以在该条件下，氢气和氧气的混合物在热力学上是稳定的。

26.某化学反应是放热的，活化能较高，在没找到合适催化剂的情况下，要提高反应的效率，反应应该在较低的温度下进行。

### 6-2 填空题

**二、填空题：**

1、某化学反应经证明是一级反应，它的速率系数在298K时是*k*=(2.303/3600)s-1，*c*0=1mol⋅dm-3。

(A)该反应初始速率*υ*0为 ；

(B)该反应的半衰期*t*1/2= ；

(C)设反应进行了1h，在这一时刻反应速率*υ*1为 。

2、只有一种反应物的二级反应的半衰期与反应的初始浓度的关系为 。

3、若反应A+2B→Y是元反应，则其反应的速率方程可以写成 。

4、链反应的一般步骤是(i) ；(ii) ；(iii) 。

5、反应A→Y+Z中，反应物A初始浓度*c*A,0=1mol⋅dm-3，初始速率*υ*A,0=0.01mol⋅dm-3⋅s-1，假定该反应为二级，则其速度系数*k*A为 ，半衰期*t*1/2为 。

6、某反应的速率系数*k*=4.62×10-2min-1，则反应的半衰期为 。

7、反应活化能*E*a=250kJ⋅mol-1，反应温度从300K升高到310K时，速率系数*k*增加 倍。

8、催化剂的共同特征是(i) ；

(ii) ；

(iii) ；

9、固体催化剂一般由(i) ；(ii) ；(iii) 等部分组成。

10、某反应A+B → Y+Z，加催化剂后正反应速率系数*k*1’与不加催化剂时正反应速率系数*k*1比值 ，则逆反应速率系数比值 = 。

11、反应A→Y+Z中，反应物A初始浓度*c*A,0=1mol⋅dm-3，初始速率*υ*A,0=0.01mol⋅dm-3⋅s-1，假定该反应为二级，则其速度常数*k*A为 ，半衰期*t*1/2为 。

12.某反应的速率常数k=4.20×10-2S-1，初始浓度为0.10mol·dm-3，则该反应的半衰期 image002为 。

13.对于基元反应A+B→P，当A的浓度远远大于B的浓度时，该反应为 级，速率方程式为 。

14.某放射性同位素的蜕变为一级反应，已知某半衰期 image002=6d（天），经过16d后，该同位素的衰变率为\_\_\_\_\_。

15.2A→B为双分子基元反应，该反应的级数为\_\_\_。

16.对峙反应A B，K+=0.06min-1，K-=0.002min-1，反应的半衰期为\_\_\_\_\_\_\_\_。

17.在下列反应历程中，A+B→C，C→A+B，C→ P，k2＞＞k3，产物P生成的速率方程是\_\_\_\_\_\_\_\_。

18.某化学反应中，反应物消耗7/8所需的时间是它耗掉3/4所需时间的1.5倍，该反应的级数为 级。

### 6-3 选择题

1．对元反应A+2B→C，若将其反应速率方程写为下列形式，



则*k*A、*k*B、*k*C间的关系应为：( )

(A)*k*A = *k*B = *k*C (B) *k*A =2 *k*B = *k*C （C） *k*A =1/2 *k*B = *k*C

2．某反应，A→Y，其速率系数*k*A=6.93min-1，则该反应物A的浓度从1.0moldm-3变到0.5 moldm-3所需时间是( )

(A)0.2min (B)0.1min (C)1min。

3. 某反应，A→Y，如果反应物A的浓度减少一半，它的半衰期也缩短一半，则该反应的级数为( )

(A)零级 (B)一级 (C)二级

4．元反应：H+Cl2→HCl+Cl的反应分子数是( )

(A)单分子反应 (B)双分子反应 (C)四分子反应

5. 下列双分子反应：

(i)Br + Br→Br2

(ii)CH3CH2OH + CH3COOH → CH3CH2COOCH2CH3

(iii)CH4 +Br2→CH3Br + HBr

碰撞理论中的概率因子*P*的大小顺序为( )

(A)*P*(i)>*P*(iii)>*P*(ii) (B) *P*(i)<*P*(iii)<*P*(ii)

(C) *P*(iii) *<P*(i) 和 *P*(iii)<*P*(ii)



6.某反应速率系数与各元反应速率系数的关系为 ， 则该反应的表观活化能与各元反应活化能的关系是( )



(A)



(B)

(C)*E*a=*E*2+(*E*1-2*E*4)1/2

Y

1

*k*

7.有两个都是一级的平行反应

2

Z

*k*

**A**

下列哪个关系式是错误的？





(A)*k*总=*k*1+*k*2 (B) *E*总=*E*1+*E*2 (C) (D) 。

A

k

1

k

2

Y (

所需产物

)

Z

反应①

反应②

8.平行反应

若指前参量*k*0,1*k*0,2，且*E*1>*E*2，当升高反应温度时，对提高Z的产率有利。请指出，下述解释中何者正确：( )

(A) 升高温度，可使*k*1>*k*2

(B) 升高温度可使反应①加快， 使反应②减慢

(C)升高温度，可使 *k*1/*k*2 增加。

9. 光气热分解的总反应为COCl2→CO + Cl2 ，该反应分为三步完成:

（i）COCl2 2Cl+CO 快速可逆

（ii）Cl+COCl2→CO + Cl2 慢

（iii）Cl3 Cl2+Cl 快速可逆



总反应速率方程 ，则此总反应为（ ）

（A）1.5级，双分子反应 （B） 1.5级，不存在反应分子数

（C）不存在反应级数与分子数

10. 光化学反应的初级反应A +*hv*=产物，其反应速率应当（ ）

（A）与反应物A浓度无关 （B）与反应物A浓度有关

（C）与反应物A浓度和 *h*有关

11.催化剂的中毒是指催化剂( )

(A)对生物体有毒 (B)活性减少 (C)选择性消失 (D)活性或选择性减少或消失。

12.某化学反应的速率常数为2.0mol·l-1·s-1，该化学反应的级数为

A.1 B.2 C..0 D-1

13.放射性Pb201的半衰期为8小时，1克放射性Pb201经24小时衰变后还剩

A.1/3g B.1/4g C.1/8g D.0g

14.对于一个反应，下列说法正确的是

A.ΔS越负，反应速度越快 B.ΔH越负，反应速度越快

C活化能越大，反应速度越快 D.活化能越小，反应速率越快

15.某反应在一定条件下平衡的转率为25％，当有催化剂存在时，其转化率应当 25％

A.大于 B.小于 C.等于 D.大于或小于

16.某反应A+B=P，实验确定速率方程为 image015，该反应

A.一定是基元反应 B.一定不是基元反应

C.不一定是基元反应 D.以上说法都不对

17.任一基元反应，反应分子数与反应级数的关系是

A.反应级数等于反应分子数 B.反应级数小于反应分子数

C.反应级数大于反应分子数 D.反应级数大于或等于反应分子数

18.对于任一反应，反应级数

A.只能是正整数 B.只能是正数 C.只能是整数 D.可以是负分数

19.一级反应的半衰期与反应物的初始浓度（ ）

A.无关 B.成正比 C.成反比 D.二次方成正比

20.在一定温度下，反应A+B→2D的反应速率可表示为-dCA/dt=kACACB，也可表示为dCD/dt =kDCACB，速率常kD和kA的关系为

A.kD=kA B.kD=2kA C.2kD=kA D.无关

21.下列对于催化剂特征的描述中，不正确的是

A.催化剂只能改变反应到达平衡的时间，对已经达到平衡的反应无影响

B.催化剂在反应前后自身的化学性质和物理性均不变

C.催化剂不影响平衡常数

D.催化剂不能实现热力学上不能发生的反应。

22、只有\_\_\_\_\_\_\_，才能有效地引发光化学反应。

A. 照射到反应体系上的光 B. 被反应体系吸收的光

C. 通过反应体系的光 D. 被反应体系反射的光

23、下列变化中\_\_\_\_\_\_\_不是光化学反应。

A. 光合作用 B. 摄影照像

C. 洛杉矶烟雾 D. 温室效应

24、在光敏反应中，吸收光量子的物质是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

A. 光敏物质，反应中的能量给体

B. 光敏物质，反应中的能量受体

C. 非光敏物质，反应中的能量受体

D. 非光敏物质，反应中的能量给体

25、光化学反应的量子效率\_\_\_\_\_\_\_。

A. 一定等于1 B. 一定大于1

C. 一定小于1 D. 上述三条都不对

### 6-4 计算题：

1．反应CH3NNCH3(g) → C2H6(g)+N2(g)为一级反应时，560.1K时，一密闭器中CH3NNCH3(g)原来

的压力为2332Pa，1000s后总压力为22732Pa，求k和t1/2。

2．某一级反应进行10min后，反应物消耗了30%，问反应掉50%需多少时间？

3．338K时，A2气体的分解反应速率常数为4.866×105Pa-1s-1，反应的活化能是103.3kJmol-1该

气体的初始压力为P(A2)=50Pa求353K时的速率常数k和半衰期t1/2.

4. 环氧乙烷的热分解是一级反应，在615K时，此反应的速率常数为1.89×10-3min-1反应的活

化能是219.2kJ/mol求环氧乙烷在723K分解75%所需的时间。

5.338.15K时，N2O5气相分解的速率常数为0.292min-1，活化能是103.3kJ/mol求的353.15K时

的速率常数k和半衰期t1/2。

6.乙烯热分解反应CH2CH2(g) → C2H2(g)+H2(g)为一级反应，在1073K时经10小时有50%乙烯分

解，已知该反应的活化能是250.8kJ/mol，求反应在1573K下进行乙烯分解80%需多少时间？

7.已知CO(CH2COOH)2在水溶液中反应的速率常数在333.15K和283.15K时分别为5.484×10-2s-1

和1.080×10- 4s-1,求反应的活化能.

8.某反应的正、逆反应速率常数在298K时分别为0.20s-1和3.9477×10-3MPa-1s-1在343K时二

者皆增为2倍求(1)298K时的平衡常数(2)正逆反应的活化能(3)反应热

9.硝基氨NH2NO2 当有碱存在时，分解为N2O和水，该反应为一级，当把50毫升硝基氨加到保

持75℃的醋酸盐缓冲溶液中时，经70分钟后在同温101.325kPa下有6.19毫升干燥气体放出，

试求在15℃时，该溶液中硝基铵的半衰期。

10.设有物质A与等量物质B混合，反应至1000秒时，A消耗掉一半，问反应至2000秒时，A还

剩百分之几？

（1）假定该反应为A的一级反应；

（2）假定该反应为一分子A与一分子B的二级反应；

（3）假定该反应为零级。

11.某药物溶液分解30％便失去疗效，实验测得该药物在323K，333K，343K温度下反应的速率常数分别为7.08×10-4h-1、1.70×10-3h-1和3.55×10-3h-1，计算该药物分解反应的活化能及在298K温度下保存该药物的有效期限

12.配制每毫升400单位的某种药物溶液，十一个月后，经分析每毫升含有300单位，若此药物溶液的分解服从一级反应，问：（1）配制40天后其含量为多少？（2）药物分解一半，需多少天？

13、 在253.7nm的紫外光照射下，HI发生分解，2HI image001 I2+H2当吸收光能300J时，HI分解了1.27×10-3mol，求该反应的量子效率。

14、 反应池内盛有10.00cm3浓度为0.0500mol.dm-3的草酸溶液，其中含光敏物质硫酸双氧铀UO2 SO4。用波长254.0nm的光照射反应池，吸收88.10J光能后，草酸浓度降低为0.0388mol.dm-3。求反应的量子效率。

15、 在480nm光照下C12与H2反应生成HCl，量子效率约为1×106。每吸收1J光能可生成多少HCl？

16、 在313.0nm光照下（CH3）2CO image001 C2H6+CO若反应池容积为0.059dm3，温度为56.7℃，入射光强度为4.81×10-3J.S时，丙酮蒸气的透光率为70%，照射3.5hr后反应池的压力从102.16KPa升高到104.42KPa，求该反应的量子效率。

## 七 胶体化学

### 7-1 判断题

1、溶胶是均相系统， 在热力学上是稳定的。 （ ）

2、长时间渗析，有利于溶胶的净化与稳定。 （ ）

3、有无丁达尔效应是溶胶和分子分散系统的主要区别之一。 （ ）

4、亲液胶体的丁达尔效应应比憎液胶体强。 （ ）

5、在外加直流电场中，AgI正溶胶向负电极移动，而其扩散层向正电极移动。 （ ）

6、新生成的Fe(OH)3沉淀中加入少量稀FeCl3溶液，会溶解。再加入一定量的硫酸盐溶液则又会沉淀。 （ ）

7、丁达尔效应是溶胶粒子对入射光的折射作用引起的。 （ ）

8、胶束溶液是高度分散的均相的热力学稳定系统。 （ ）

### 7-2 填空题

1、溶胶（憎液胶体）的主要特征是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，大分子溶液（亲液胶体）的主要特征是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2、氢氧化铁溶胶显红色。由于胶体粒子吸附正电荷，当把直流电源的两极插入该溶胶时，在\_\_\_\_\_\_\_\_\_极附近颜色逐渐变深，这是\_\_\_\_\_\_\_\_\_现象的结果。

3、*ζ*电势在量值上\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_于热力学电势 *ϕ*0 当外加电解质浓度增加时，*ζ*电势在量值上变\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。（填“大”，“小”或“相等”）

4、一定量的高聚物加入溶胶中可使溶胶聚沉，其聚沉作用主要是（i）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ （ii）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ （iii）\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

5、电解质使溶胶发生聚沉时，起作用的是与胶体粒子带电符号相\_\_\_\_\_的离子。离子价数越高，其聚沉能力越\_\_\_\_\_\_\_，聚沉值越\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 离子价数相同时，对于正离子，离子半径越小，聚沉值越\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，负离子的情形，与正离子相\_\_\_\_\_\_\_。

（填“同”或“反” “小”或“大”）

6、泡沫是以\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_为分散相的分散系统。

7、可作为乳状液的稳定剂的物质有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

8、下列各电解质对某溶胶的聚沉值分别为：[NaCl]=0.512mol⋅dm-3 [Na2SO4]=4.31×10-3mol⋅dm-3 [Na3PO4]=8.91×10-4mol⋅dm-3 。若用该溶胶做电泳试验时，胶粒的电泳方向是 。

9．由稀AgNO3和KI溶液混合制备AgI溶胶，当AgNO3过量时，胶团的结构为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；当KI过量时，胶团的结构为\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_。

10．溶胶产生Tyndall效应的原因是\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_。

11．溶胶中胶体粒子产生Brown运动的原因是\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_。

12．胶体在超离心力场中达到沉降平衡时，粒子所受\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_力=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_力。

13．使溶胶能相对稳定存在的主要原因是\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_。

14．两种溶胶相互完全聚沉时，所需满足的条件是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

15．溶胶聚沉时的外观标志有\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

16．外加电解质主要是通过\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_作用方式来影响胶粒表面双电层的结构，从而影响溶胶的稳定性的。

17．混合电解质对溶胶的聚沉作用较为复杂，通常有三种情况，即\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_作用、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_作用和\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_作用。

18．非牛顿液体的特点是液体的黏度随外加切力的增加而变化。若体系的黏度随切力的增加而变大，称为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；若体系的黏度随切力的增加而变小，称为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

19．乳状液通常可分为两种类型，即\_\_\_\_\_\_\_\_\_型和\_\_\_\_\_\_\_\_\_型，常用的类型鉴别方法有\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

20．乳化剂在乳状液的制备中起着重要作用，这种乳化作用主要表现在两个方面：\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

21．HLB值较大的乳化剂常用于制备\_\_\_\_\_\_\_\_\_型乳状液，相反，HLB值较小的乳化剂用于制备\_\_\_\_\_\_\_\_\_型乳状液。

22．起泡剂之所以能使泡沫稳定，主要是由于\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

23. 某高分子化合物用渗透压法测得其均相对分子质量为5.0×104，用粘度法测得其均相对分子质量为6.0×104，用光散射法测得其均相对分子质量为8.0×104，其分离宽度指数*D*= 。

24. 高分子的溶解过程分 和 两个阶段。

25. 高分子溶液与溶胶的主要差异是 。

26. 在 image027溶剂条件下，溶液中高分子的形态处于“无干忧”的理想状态，此时的第二Virial系数*A*2 。

27. 高分子对溶胶的空间稳定作用包括 和 两种效应。

### 7-3 选择题

1．大分子溶液分散质粒子的线尺寸为：（ ）

（A） 1m (B) 1nm (C)1 nm～1 m

2．溶胶和大分子溶液：（ ）

（A）都是单相多组分系统 （B）都是多相多组分系统

（C）大分子溶液是单相多组分系统，溶胶是多相多组分系统

（D）大分子溶液是多相多组分系统，溶液是单相多组分系统

3.下列分散系统中丁达尔效应最强的是（ ），其次是（ ）。

（A）空气 （B）蔗糖水溶液

（C）大分子溶液 （D）硅胶溶胶

4．向碘化银正溶胶中滴加过量的KI溶液，则所生成的新溶胶在外加直流电场中的移动方向为（ ）

（A）向正极移动 （B）向负极移动 （C）不移动

5.电动现象直接与（ ）有关。

（A）固体表面热力学电势 e （B）斯特恩电势

（C）动电电势*ζ* （D）表面电荷密度

6. 在两个充满0.001moldm-3AgNO3溶液的容器中间是一个由固体制成的多孔塞，塞中细孔充满AgNO3溶液。在两管口中插入电极，充以直流电，容器中液体（ ）移动。当以0.1moldm-3AgNO3来代替0.001moldm-3AgNO3时，加以相同电压后，液体的流动（ ） 如果以KCl溶液来代替AgNO3溶液时，液体的流动（ ）移动。

（A）向正极 （B）向负极 （C）不发生

（D）变快 （E）变慢 （F）不变

7.用0.08 mol·dm-3 的KI和0.1 mol·dm-3 的AgNO3溶液以等体积混合作成的水溶胶，电解质CaCl2 ，Na2SO4，MgSO4对它的聚沉能力为（ ）

（A）Na2SO4 CaCl2 MgSO4

（B）MgSO4 Na2SO4 CaCl2

（C）Na2SO4 MgSO4 CaCl2

8.下面属于水包油型乳状液（O/W型）基本性质之一的是（ ）。

（A）易于分散在油中 （B）有导电性 （C）无导电性

9、溶胶的基本特征可归纳为

A 高度分散和聚结不稳定性 B 多相性和聚结不稳定性

C 不均匀性和热力学不稳定性 D 高度分散，多相性和聚结不稳定性

10、对溶胶的描述中，下列不正确的是

A 均相体系 B 多相体系

C 热力学上属不稳定体系 D 动力学上属稳定体系

11、下列性质中既不属于溶胶动力学性质又不属于电动现象的是

A 电导 B 电泳 C Brown运动 D 沉降平衡

12、在Tyndall效应中，关于散射光强度的描述，下列说法中不正确的是

A 随入射光波长的增大而增大 B 随入射光波长的减小而增大

C 随入射光强度的增大而增大 D 随粒子浓度的增大而增大

13、当光照射溶胶时，所显示Tyndall效应的光波称作

A 乳光 B 反射光 C 折射光 D 透射光

14、有关超显微镜的下列说法中，不正确的是

A 可以观察粒子的Brown运动

B 可以直接确切地看到粒子的形态和大小

C 可以配合电泳仪，测定粒子的电泳速度

D 观察到的仅是粒子对光散射的亮点

15、所谓溶胶的沉降平衡是指

A 各处浓度均匀一致 B 粒子匀速下沉

C 粒子分布达平衡 D 粒子所受重力=阻力

16、为了将不同的蛋白质分子分离，通常采用的方法是

A 电泳 B 电渗 C 沉降 D 扩散

17、对As2S3水溶胶，当以H2S为稳定剂时，下列电解质中聚沉能力最强的是

A KCl B NaCl C CaCl2  D AlCl3

18、用等体积的0.05mol·m-3AgNO3溶液和0.1mol·dm-3KI溶液混合制备的AgI 溶胶，在电泳仪中胶粒向

A 正极移动 B 负极移动 C 不移动 D 不能确定

19、对一胶粒带正电的溶胶，使用下列电解质聚沉时，聚沉值最小的是

A KCl B KNO3 C K2C2O4 D K3[Fe(CN)6]

20、对于Fe(OH)3溶胶，当分别加入KCl、KNO3、KSCN三种电解质聚沉时，其聚集沉力的大小顺序为

A KCl＞KNO3＞KSCN B KCl＜KNO3＜KSCN

C KSCN＞ KCl＞KNO3 D KNO3＞KCl＞ KSCN

21、电动电势ζ是指

A 固体表面与滑移面的电势差 B 固体表面与溶液本体的电势差

C 滑移面与溶液本体的电势差 D 紧密层与扩散层分界处与溶液本体的电势差

22、外加电解质可以使溶胶聚沉，直接原因是

A 降低了胶粒表面的热力学电势 *image002*0 B 降低了胶粒的电动电势ζ

C 同时降低了 *image002*0和ζ D 降低了| *image002*0 |和|ζ|的差值

23、溶胶的稳定性与温度的关系是

A 随温度升高而增加 B 随温度升高而降低

C 不能稳定 D 与温度无关

24．乳状液与泡沫作为胶体化学的研究内容是因其具有溶胶所特有的 。

A 分散度 B 多相性及聚结不稳定性 C 多相性及分散度 D 全部性质

25．所谓乳状液是指 。

A 油、水互溶所形成的二组分体系

B 油分散在水中而不是水分散在油中所成的分散体系

C 水分散在油中而不是油分散在水中所成的分散体系

D 油分散在水中或水分散在油中所成的分散体系

26．乳状液的类型主要取决于 。

A 分散相的多少 B 分散介质的多少 C 分散介质的性质 D 乳化剂的性质

27．下列关于乳化作用的描述中，不正确的是 。

A 降低界面张力 B 形成坚固的界面保护膜

C 形成双电层

D 与分散相液滴发生化学反应改变了分散相的分子形态

28．下列关于乳状液的描述中，正确的是 。

A 乳状液属于胶体分散体系

B 乳状液的类型取决于水、油两相的体积

C O/W型乳状液不能转型为W/O型乳状液

D 能被水稀释的乳状液属于O/W型乳状液

29. 某多分散的高分子化合物，用渗透压法测得其均相对分子的质量为M1，用光散射法测得其均相对分子质量为*M*2。其结果是 。

A. *M*1=*M*2 B. *M*1＞*M*2 C. *M*2＞*M*1 D. 因方法误差，*M*1≠*M*2

30. 某高分子化合物的相对分子质量约在105~106之间，欲准确测其均相对分子质量，下述实验方法不能采用的是 。

A. 渗透压法 B. 光散射法 C.粘度法 D.凝固点降低法

31. 可利用胶体化学手段来研究高分子溶液的主要原因是 。

A.高分子溶液为热力学稳定体系

B.高分子溶液中的溶质分子与胶体中的分散相粒子大小相当

C.高分子溶液中的溶质分子与溶胶中的分散相粒子的扩散速度都比较慢

D.高分子溶液溶质的相对分子质量与溶胶中分散相粒子的相对粒子质量不均一

32. 分离不同蛋白质最简便的方法是 。

A. 纸电泳 B. 离心沉降 C. 等电聚焦 D. 渗透压

33. 向溶胶中加入少量高分子能使溶胶发生絮凝，是由于 。

A.高分子使溶胶的热力学稳定性降低

B.高分子能降低溶胶的电动电势

C.高分子在胶粒间桥联使其失去动力学稳定性

D.高分子能破坏溶胶双电层。

### 7-4 计算题

1．某溶胶粒子的半径为2.12×10-7m，观察其Brown运动，经若干次实验后，测得粒子

的平均位移*X* = 1.004×10-5m，平均观察间隔时间为60秒，实验温度为290.2K，介质的粘度为1.10×10-3Pa·s。求Avogadro 常数*L*。

2．298K测得胶粒（球形）半径为2.0×10-9m的某溶胶在两极相距0.1m，所施加的电

压为100V的电场中胶粒向正极的移动速率为2.0×10-5m·s-1，已知该溶胶分散介质的

介电常数ε=81.1，黏度*η*=1.00×10-3Pa·s，求该溶胶的*ζ*电势。

3．有一金溶胶，胶粒半径 *r* = 2.0×10-7m，分散介质的黏度*η* = 1×10-3Pa·s，计算

胶粒下沉1×10-2m所需时间（只考虑在重力场中的沉降）。已知胶粒密度为

1.93×104kg·m-3，分散介质密度为1.0×103kg·m-3。

4．在H3AsO3的稀溶液中，通入H2S气体可生成As2S3溶胶。已知过量的H2S在水溶液中

电离成H+和HS－。在四个烧杯中分别盛2.00×10-2m3As2S3 溶胶，分别加入NaCl、MgCl2 、

MgSO4、Al(NO3)3溶液使其聚沉，最少需加入电解质的量为：0.1mol·dm-3NaCl 溶液

2.08×10-5m3；0.01mol·dm-3MgCl2溶液 1.55×10-6m3; 0.01mol·dm-3 MgSO4溶液

1.77×10-6m3；0.001mol·dm-3 AlCl3溶液2.10×10-6m3。计算上述各电解质的聚沉值，

写出聚沉能力大小的排列顺序，并解释MgCl2和 MgSO4的聚沉能力为何不同？

5、 将4.0mol相对分子质量为5.0×104444444 4的聚苯乙烯与6.0mol相对分子质量为

1.0×105的聚苯乙烯混合，求此混合样品的 image028、 image029和分布宽度指数*D*的值。

6、在298K、 image027溶剂条件下，测得浓度为20kg·m-3的聚苯乙烯溶液的渗透压为60Pa，

求该聚苯乙烯的摩尔质量。

7、298K下，分别测得均相对分子质量为5.0×105、2.0×106聚乙烯醇水溶液的[η]为

0.429m3kg-1和1.23m3·kg-1，又测得另一聚乙烯醇水溶液的[η]为0.820m3·kg-1,求该聚

乙烯醇的均相对分子质量。1010190101010

8、293K下，利用超速离心沉降测得核糖核酸酶水溶液的沉降系数为1.64Svedberg单

位，又测得该核糖核酸酶水溶液的扩散系数为11.9×10-11m2s-1，已知该核糖核酸酶在水

溶液中的比容为0.728×10-3m3·kg-1，水的密度为1080kg·m-3。求该核糖核酸酶的摩尔

质量。

9、在膜之一侧胶体RNa浓度为*c*1,并假定完全解离，若外部为纯水， 则其渗透压

*π*实＝2*c*1*RT*。若膜之另一侧放浓度为*c*2的NaCl溶液。试证明： 实验测定的渗透压

*π*测=2*c*1[ image002]*RT*,而当*c*1>>*c*2时，则 image004；而当*c*2>>*c*1时，则*π*测＝1／2*π*实，

即在此情况下测得的渗透压仅为真实渗透压的一半。

10、 有一半透膜，膜内是浓度为*c*1的R-Na+溶液，膜外为纯水。膜平衡的结果是造成了

膜内外pH值的变化，此过程称为膜水解。如果膜水解程度很小，且*c*1=0.1mol.dm-3。问

平衡时膜内外pH值各为多少？(pH内 =5 ; pH外=9)