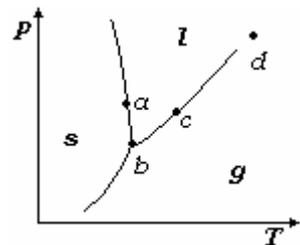


第十三章 表面物理化学

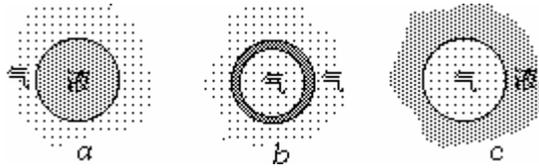
一、选择题

1. 同一系统，比表面自由能和表面张力都用 γ 表示，它们 ()
A 物理意义相同，数值相同；
B 量纲和单位完全相同；
C 物理意义相同；
D 前者是标量，后者是矢量相同，单位不同。
2. 在液面上，某一小面积 S 周围表面对 S 有表面张力，下列叙述不正确的是 ()
A 表面张力与液面垂直；
B 表面张力与 S 的周边垂直垂直；
C 表面张力沿周边与表面相切；
D 表面张力的合力在凸液面指向液体内部（曲面球心），在凹液面指向液体外部。
3. 下列叙述正确的是 ()
A 比表面自由能的意义是，在定温定压下，可逆地增加单位体积引起系统吉布斯自由能的增量；
B 表面张力的意义是，在相表面的功面上，平行作用于表面上任意单位长度功线的表面紧缩力；
C 比表面自由能单位为 $\text{J} \cdot \text{m}^2$ ，表面张力单位为 $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ 时，两者数值相同；
D 比表面自由能与表面张力量纲一致，但单位不同。
4. 一个玻璃毛细管分别插入 25°C 和 75°C 的水中，则毛细管中的水在两不同温度水中上升的高度 ()
A 相同； B 无法确定； C 25°C 水中高于 75°C 水中； D 75°C 水中高于 25°C 水中。
5. 纯水的表面张力是指恒温恒压组成时水与哪类相接触的界面张力 ()
A 饱和水蒸汽； B 饱和了水蒸气的空气；
C 空气； D 含有水蒸气的空气。
6. 已知 20°C 时水~空气的界面张力为 $7.27 \times 10^{-2} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$ ，当在 20°C 下可逆地增加水的表面积 4cm^2 ，则系统的 ΔG 为 ()
A $2.91 \times 10^{-5} \text{J}$ B $2.91 \times 10^{-1} \text{J}$ C $-2.91 \times 10^{-5} \text{J}$ D $-2.91 \times 10^{-1} \text{J}$
7. 对处于平衡状态的液体，下列叙述不正确的是 ()
A 凸液面内部分子所受压力大于外部压力；
B 凹液面内部分子所受压力小于外部压力；
C 水平液面内部分子所受压力大于外部压力；
D 水平液面内部分子所受压力等于外部压力。
8. 弯曲液面下的附加压力与表面张力的联系与区别在于 ()
A 产生的原因与方向相同，而大小不同；
B 作用点相同，而方向和大小不同；
C 产生的原因相同，而方向不同；
D 作用点相同，而产生的原因不同。
9. 在一个密闭容器中，有大小不同的两个水珠，长期放置后会发生 ()
A 大水珠变大，小水珠变小；
B 大水珠变大，小水珠变大；
C 大水珠变小，小水珠变大；
D 大水珠、小水珠均变小。

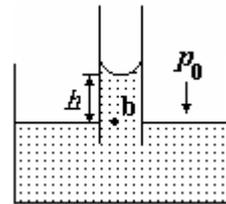
10. 下列摩尔浓度相同的各物质的稀水溶液中，哪一种溶液的表面发生负吸附： ()
 A 硫酸 B 乙酸 C 硬脂酸 D 苯甲酸
11. 随着溶质浓度增大，水溶液表面张力降低是因为： ()
 A 溶质分子与水分子的亲和力小于水分子间的亲和力；
 B 溶质分子与水分子的亲和力大于水分子间的亲和力；
 C 溶质分子间的亲和力小于水分子间的亲和力；
 D 溶质分子间的亲和力大于水分子间的亲和力；
12. 胶束的出现标志着表面活性剂的： ()
 A 降低表面张力的作用下降； B 溶解已达到饱和；
 C 分子间作用超过它与溶剂的作用； D 分子远未排满溶液表面。
13. 在空间轨道站中，漂浮着一个足够大的水滴，当用一内壁干净，外壁油污的毛细管接触水滴时： ()
 A 水不进入毛细管；
 B 水进入毛细管并达到一定高度；
 C 水进入直到毛细管另一端；
 D 水部分进入并从另一端出来，形成两端有水球。
14. 矿石浮选法的原理是根据表面活性剂的： ()
 A 乳化作用 B 增溶作用 C 去污作用 D 湿润作用
15. 有机液体与水形成 W/O 型还是 O/W 型乳状液与乳化剂的 HLB 值有关，一般是： ()
 A HLB 值大，易形成 W/O 型； B HLB 值小，易形成 O/W 型；
 C HLB 值大，易形成 O/W 型； D HLB 值小，不易形成 W/O 型。
16. 下列叙述不正确的是： ()
 A 农药中加入润湿剂可使 $\gamma_{(l-g)}$ 与 $\gamma_{(l-s)}$ 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 $\gamma_{(s-g)}$ 减小；
 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溶液表面张力。
17. 对于增容作用，下列叙述不正确的是： ()
 A 增溶作用使被溶物质化学势降低；
 B 增溶系统是热力学稳定系统，而乳状液或溶胶是热力学不稳定系统；
 C 增溶作用与真正的溶解作用一样，均是溶剂依数性有很大变化；
 D 增溶作用发生在有大量胶束形成的离子型表面活性剂溶液中。
18. 纯水的表面张力是指恒温恒压组成时水与哪类相接触时的界面张力： ()
 A 饱和水蒸气； B 饱和了水蒸气的空气；
 C 空气； D 含有水蒸气的空气。
19. 水的相图中 s、l、g 分别表示固、液、气三态，a、b、c、d 是四种不同的状态，则在这四种状态中没有界面张力、只有一种界面张力、有两种以上界面张力的状态依次是： ()
 A d、a、b； B d、a、c；
 C a、c、b； D b、d、c。



20. 某温度压力下，有大小相同的水滴、水泡和气泡，其气相部分组成相同，见图。它们三者表面自由能大小为： ()
 A $G_a = G_c < G_b$ ； B $G_a = G_b > G_c$ ； C $G_a < G_b < G_c$ ； D $G_a = G_b = G_c$ 。



21. 弯曲液面下的附加压力与表面张力的联系与区别在于: ()
 A 产生的原因与方向相同, 而大小不同;
 B 作用点相同, 而方向和大小不同;
 C 产生的原因相同, 而方向不同;
 D 作用点相同, 而产生的原因不同。
22. 开尔文方程 $RT \ln(p/p_0) = 2 \gamma \cdot M / (\rho \cdot r)$ 不能运用的系统是: ()
 A 空气中分散有 $r=10^{-5} \text{cm}$ 的水珠体系;
 B 水中分散有 $r=10^{-6} \text{cm}$ 的油滴体系;
 C 水中分散有 $r=10^{-5} \text{cm}$ 的微晶体系;
 D 水中分散有 $r=10^{-8} \text{cm}$ 的气泡体系。
23. 下列摩尔浓度相同的各物质的稀水溶液中, 哪一种溶液的表面发生负吸附: ()
 A NaCl; B 己酸; C 硬脂酸; D 苯甲酸。
24. 一根毛细管插入水中, 液面上升的高度为 h , 当在水中加入少量的 NaCl, ()
 这时毛细管中液面的高度为:
 A 等于 h ; B 大于 h ; C 小于 h ; D 无法确定。
25. 用同一支滴管分别滴取纯水与下列水的稀溶液, 都是取得 1cm^3 , 哪一种液体所需液滴数最少? ()
 A 纯水; B NaOH 水溶液; C 正丁醇水溶液; D 苯磺酸钠水溶液。
26. 涉及溶液表面超额的说法中正确的是: ()
 A 溶液表面发生吸附后表面自由能增加;
 B 溶质的表面张力一定小于溶剂的表面张力;
 C 定温下, 表面张力不随浓度变化时, 浓度增大, 表面超额不变;
 D 饱和溶液的表面不会发生吸附现象。
27. 如图所示, 一支玻璃毛细管插入水中, 有一段水柱, 水柱内 b 处的压力 p_b 为: ()
 A $p_b = p_0$;
 B $p_b = p_0 + \rho gh$;
 C $p_b = p_0 - \rho gh$;
 D $p_b = \rho gh$ 。



28. 水对玻璃润湿, 汞对玻璃不润湿, 将一玻璃毛细管分别插入水和汞中, 下列叙述不正确的是: ()
 A 管内水面为凹球面; B 管内汞面为凸球面;
 C 管内水面高于水平面; D 管内汞面与汞平面一致。
29. 有机液体与水形成 W/O 型还是 O/W 型乳状液与乳化剂的 HLB 值有关, 一般是: ()
 A HLB 值大, 易形成 W/O 型; B HLB 值小, 易形成 O/W 型;
 C HLB 值大, 易形成 O/W 型; D HLB 值小, 不易形成 W/O 型。

30. 对于增溶作用, 下列叙述不正确的是: ()
 A 增溶作用使被溶物质化学势降低;
 B 增溶系统是热力学稳定系统, 而乳状液或溶胶是热力学不稳定系统;
 C 增溶作用与真正的溶解作用一样, 均使溶剂依数性有很大变化;

D 增溶作用发生在有大量胶束形成的离子型表面活性剂溶液中。

31. 有两根半径相同的玻璃毛细管插入水中, 水面上升高度为 h , 其中一根在 $1/3h$ 处使其弯曲向下, 试问水在此毛细管端的行为是 ()
A 水从毛细管端滴下; B 毛细管端水面呈凸形弯月面;
C 毛细管端水面呈凹形弯月面; D 毛细管端水面呈水平面。
32. 讨论固体对气体的等温吸附的兰格缪尔(Langmuir)理论其最重要的基本假设为()
A. 气体是处在低压下; B. 固体表面的不均匀性;
C. 吸附是单分子层的; D. 吸附是多分子层的。
33. 同时具有亲水和亲油基团的分子作为表面活性剂是因为 ()
A. 在界面上产生负吸附; B. 能形成胶囊;
C. 在界面上定向排列降低了表面能; D. 使溶液的表面张力增大。
34. 气体在固体表面上发生等温吸附过程, 熵如何变化? ()
A $\Delta S > 0$; B $\Delta S < 0$; C $\Delta S = 0$; D $\Delta S \geq 0$ 。
35. 水平仪中有一个椭球形的液泡, 长短半轴分别为 0.8 和 0.3cm, 已知水的表面张力为 $0.07197\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, 液泡的附加压力为: ()
A 18Pa B 33Pa C 48Pa D 66Pa
36. 单组分气-液平衡体系, 在孤立条件下, 界面A发生了 $dA > 0$ 的微小变化, 体系相应的熵变 dS 变化为: ()
A $dS > 0$ B $dS = 0$ C $dS < 0$ D 不能确定
37. 气相中的大小相邻液泡相碰, 两泡将发生的变化是: ()
A 大泡变大, 小泡变小; B 大泡变小, 小泡变大;
C 大泡、小泡均不变; D 两泡将分离开。
38. 一玻璃罩内封住半径大小不同的水滴, 罩内充满水蒸气, 过一会儿会观察到: ()
A 大水滴变小, 小水滴变大; B 大水滴变大, 小水滴变小而消失;
C 无变化; D 大小水滴皆蒸发消失。
39. 一个U型管的两臂直径不同, 一端为 $1 \times 10^{-3}\text{m}$, 另一端为 $3 \times 10^{-3}\text{m}$, 水的表面张力为 $0.072\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ 。如用这个U型管装上水来测量压力, 将引入的误差为: ()
A 72Pa B 192Pa C 96Pa D 288Pa
40. 纯水的表面张力为 γ_1 , 某溶质的表面张力为 γ_2 , 且 $\gamma_2 > \gamma_1$, 制成水溶液后, 溶质的表面浓度为 c_s , 本体浓度为 c , 则: ()
A $c_s > c$ B $c_s < c$ C $c_s = c$ D $c_s = 0$
41. 在临界温度时, 纯液体的表面张力 ()
A 大于零; B 小于零; C 等于零; D 无法确定。
42. 天空中的水滴大小不等, 在运动中, 这些水滴的变化趋势如何? ()
A 大水滴分散成小水滴, 半径趋于相等; B 大水滴变大, 小水滴缩小;
C 大小水滴的变化没有规律; D 不会产生变化。

- 43.在农药中通常都要加入一定量的表面活性物质,如烷基苯磺酸盐,其主要目的是: ()
 A 增加农药的杀虫药性; B 高农药对植物表面的润湿能力;
 C 防止农药挥发; D 消除药液的泡沫。

- 44.两液体A和B表面张力 $\gamma_A = \gamma_B$, 密度 $\rho_A = 2\rho_B$, 一毛细管插入A中液面上升 2.0cm, 插入B中液面上升多少? (假定两液体皆完全润湿管壁) ()
 A 1.0cm; B 2.0cm; C 4.0cm ; D 5.0cm。

- 45.在下图的毛细管内装入普通不润湿性液体, 当将毛细管右端用冰块冷却时, 管内液体将: ()
 A 向左移动; B 向右移动; C 不移动 ; D 左右来回移动。



- 46.已知 293K时, 水-辛醇的界面张力为 $0.009\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, 水-汞的界面张力为 $0.375\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, 汞-辛醇的界面张力为 $0.348\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$, 故可以断定: ()
 A 辛醇不能在水-汞界面上铺展开; B 辛醇可以在水-汞界面上铺展开;
 C 辛醇可以溶在汞里面 ; D 辛醇浮在水面上。

- 47.以下诸因素中,哪一个不是乳状液呈油/水型或水/油型的主要因素? ()
 A 乳化剂的性质; B 两种液体的互溶程度; D 两种液体的相对体积; D 温度。

- 48.乳状液是由哪个分散系统组成? ()
 A 两种互不相溶的液体; B 固体加液体; C 两种互溶的液体; D 多种互溶的液体。

二、填空题

1. 溶液中溶质活度增加表面张力下降则 r _____ 0, 溶液中溶质活度增加表面张力增加则 r _____ 0。
2. 小晶粒的熔点_____大块固体熔点, 小晶粒的溶解度_____大块固体溶解度。
3. 固体能为液体完全润湿时_____ , 固体不为液体所润湿时_____。
4. 形成胶束的最低浓度称为_____, 表面活性物质的 HLB 值表示表面活性物质的_____。
5. 当水中加入表面活性剂后, 将发生 $\frac{dr}{dc}$ _____ 0, _____ 吸附。
6. 多孔硅胶有强的吸水性能, 硅胶吸水后表面吉布斯自由能将_____
 化学吸附与物理吸附的本质差别在于_____。

三、计算题

- 在 298K、101.325kPa下，将直径为 $1\ \mu\text{m}$ 的毛细管插入水中，问需在管内加多大的压力才能防止水面上升？已知该温度下水的表面张力为 $0.072\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，水的密度为 $1000\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，设接触角为 0° ，重力加速度为 $g=9.8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ 。
- 把半径为 R 的毛细管插在某液体中，设该液体与玻璃间的接触角为 θ ，毛细管中液体所成凹面的曲率半径为 R' ，液面上升到 h 高度后达到平衡，试证明液体的表面张力可近似地表示为 $\gamma = \frac{gh\rho R}{2\cos\theta}$ 式中 g 为重力加速度， ρ 为液体的密度。
- 求在 283K 时，可逆地使纯水表面增加 1.0m^2 的面积，吸热 0.04J 。求过程的 ΔG 、 W 、 ΔU 、 ΔH 、 ΔS 和 ΔF 各为多少？已知该温度下纯水的表面吉布斯自由能为 $0.074\text{J}\cdot\text{m}^{-2}$ 。
- 将内径为 $1\times 10^{-4}\text{m}$ 的毛细管插入水银中，问管内液面将下降多少？已知该温度下水银的表面张力为 $0.48\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，水银的密度为 $13.5\times 10^3\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，重力加速度为 $g=9.8\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ ，设接触角近似等于 180°
- 将正丁醇($M_r=74$)蒸气骤冷至 273K，发现其过饱和度（即 p/p_0 ）约达到 4，方能自行凝结为液滴。若在 273K 时，正丁醇的表面张力 $\sigma=0.0261\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，密度 $\rho=1000\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，试计算：
 - 在此过饱和度下开始凝结为液滴的半径。
 - 每一液滴中所含正丁醇的分子数。
- 373K 时，水的表面张力为 $0.0589\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，密度为 $958.4\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，问直径为 $1\times 10^{-7}\text{m}$ 的气泡内（即球形凹面上），在 373K 时的水蒸气压力为多少？在 101.325kPa 外压下，能否从 373K 的水中蒸发出直径为 $1\times 10^{-7}\text{m}$ 的蒸气气泡？
- 298K 时，1,2-二硝基苯(NB)在水中所形成的饱和溶液的浓度为 $5.9\times 10^{-3}\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ，计算直径为 $0.01\ \mu\text{m}$ 的 NB 微球在水中的溶解度。已知在该温度下，NB 与水的 r_{1s} 为 $0.0257\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，NB 的密度为 $1566\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，NB 的 $M=168$ 。
- 在一封闭的容器底上钻一小孔，将容器浸入水中至深度 0.40m 处，恰可使水不浸入孔中。已知 298K 时水的表面张力为 $7.2\times 10^{-2}\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，密度为 $1.0\times 10^3\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ 求孔的半径。
- 室温时半径为 $1\times 10^{-4}\text{m}$ 的毛细管插入水与苯的两液体之间，水在毛细管内上升的高度为 0.04m，玻璃-水-苯的接触角为 40° ，已知水和苯的密度分别为 1×10^3 和 $8\times 10^2\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，求水和苯间的界面张力
- 已知水在 293K 时的表面张力为 $0.072\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，摩尔质量为 $0.018\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，密度为 $1\times 10^3\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，273K 时水的饱和蒸气压为 610.5Pa ，在 273~293K 温度区间内水的摩尔汽化热为 $40.67\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$ ，求在 293K 时，半径为 10^{-9}m 水滴的饱和蒸气压。
- 在 101.325kPa 外压， 100°C 的水中产生一个半径为 10^{-5}m 的小气泡。已知该温度下水的表面张力为 $58.85\times 10^{-3}\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$ ，密度 $1000\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ，饱和蒸气压为 101.325kPa，摩尔质量 $M=18.02\times 10^{-3}\text{kg}\cdot\text{mol}^{-1}$ 。求：
 - 小气泡内水的饱和蒸气压；
 - 小气泡内水的附加压力；

第十三章 表面物理化学参考答案

一、选择题

1D 2A 3D 4C 5B 6A 7C 8C 9A 10A 11A 12A 13C 14D 15C 16D 17C 18B 19A 20A 21C
22D 23A 24B 25B 26C 27A 28D 29C 30C 31C 32C 33C 34B 35B 36C 37A 38B 39B 40B
41C 42B 43B 44C 45A 46B 47B 48A

二、填空题

- 1 >;<
- 2 <;>
- 3 $(r_{s-g} - r_{l-s}) = r_{l-g}, r_{s-g} < r_{l-s}$
- 4 临界胶束浓度;亲水性
- 5 <;正
- 6 降低;前者为化学键力, 后者为分子间力

三、计算题

- 1 29.38m
- 2 案略
- 3 $1.41 \times 10^{-4} \text{JK}^{-1}$
- 4 -0.145m
- 5 $1.23 \times 10^{-9} \text{m}$; 63.4
- 6 蒸不出来
- 7 1.55×10^{-3}
- 8 $3.67 \times 10^{-5} \text{m}$
- 9 $5.12 \times 10^{-3} \text{N} \cdot \text{m}^{-1}$
- 10 6010Pa
- 11 101.315kPa; -11770Pa