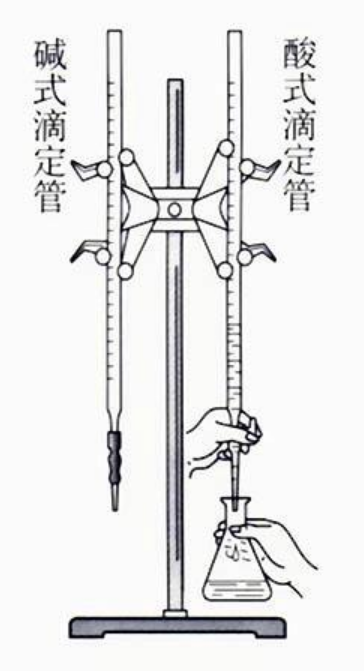
**酸碱滴定**



日期： 时间： 姓名：

Date: Time: Name:

初露锋芒



|  |  |
| --- | --- |
| **学习目标**  **&**  **重难点** | 1、理解实验的目的和原理  2、学会中和滴定实验操作过程，能够正确判断滴定终点。  3、学会进行误差分析，能够进行正确的计算。 |
| 1、实验操作过程、滴定终点的判断；  2、误差分析；  3、计算。 |

 根深蒂固

**一、酸碱中和滴定的概念和原理**

**1．概念**

酸碱滴定又称中和滴定。中和滴定在科学研究、医疗卫生、工农业生产上有广泛的应用。这是一种用已知浓度的酸(或碱)溶液来测定未知浓度碱(或酸)溶液的一种方法。属于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（定量或定性）分析

中和反应的实质是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

【答案】定量 H++OH-→H2O

**2．原理**

由于酸、碱发生中和反应时，反应物间按一定的物质的量之比进行，基于此，可用滴定的方法确定未知酸或碱的浓度。

（1）对于反应： HA + BOH → BA + H2O

1mol 1mol

C(HA).V(HA) C(BOH).V(BOH)

即可得 C(HA).V(HA) = C(BOH).V(BOH)



若取一定量的HA溶液（V待），用标准液BOH[已知准确浓度C（标）]来滴定，至终点时消耗标准液的体积可读出（V标）代入上式即可计算得C（HA）。



C标——已知溶液的浓度 C待——待测溶液的浓度

V标——实验测定 V待——预先准确量取

（2）若酸为多元酸， HnA + nBOH → BnA + nH2O

1mol nmol

C(HA).V(HA) C(BOH).V(BOH)

则有关系：

注意：当出现多元酸或者多元碱时，注意对系数n的处理。

**二、实验仪器和药品**

**1．仪器**

滴定管、锥形瓶、铁架台、滴定管夹、烧杯

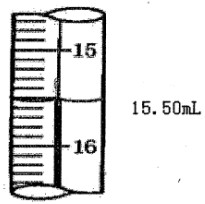
**2．药品**

标准液、待测液、指示剂（甲基橙、酚酞）

指示剂的作用和选择的要求：

①作用：通过指示剂颜色的变化确定终点

②选择：变色要灵敏、明显（终点与变色范围一致）

**3．滴定管的使用**

滴定管是测量放出液体体积的定量仪器，规格为\_\_\_\_\_\_\_\_\_mL(或50 mL等)，最小刻度为\_\_\_\_\_\_\_\_\_mL。读数方法：\_\_\_\_\_\_\_\_\_对应的刻度，\_\_\_\_\_\_\_\_（平视、俯视、仰视）。

特点：“0”刻度在\_\_\_\_\_\_\_\_\_，读数由\_\_\_\_\_\_而\_\_\_\_\_\_。

读数方法：滴定管上标有棕色刻度线，观察背景是白底蓝线，由于光在空气、水中折射率不同，蓝线在液面下变粗，观察时旋转滴定管使蓝线处于一直线（如图所示）。

**4．中和滴定的关键**

一是正确判断滴定的终点；

二是准确测定液体的体积。

**5．滴定终点的判断**

当溶液颜色不发生改变，且半分钟内无变化，说明此时达到了滴定终点。

1. **指示剂的选择**

（1）指示剂的变色范围

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 甲基橙 | 3.1< | 3.1~4.4 | >4.4 |
|  |  |  |
| 酚酞 | 8< | 8~10 | >10 |
|  |  |  |
| 石蕊 | 5< | 5~8 | >8 |
|  |  |  |

（2）指示剂的选择

①强酸强碱相互滴定，可选用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②酸和碱恰好完全中和，溶液不一定呈中性，由生成的盐的性质而定。若反应生成强酸弱碱盐溶液呈酸性，则选用酸性变色范围的指示剂（\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_）；若反应生成强碱弱酸盐，溶液呈碱性，则选用碱性变色范围的指示剂（\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_）。

③**石蕊试液**因颜色变化不明显，且变色范围过宽，**一般不作滴定指示剂**。

④由于所用指示剂变色范围的限制，滴定至终点不一定是恰好完全反应时，但应尽量减少误差。

【练一练】终点判断的颜色变化：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指示剂  操作 | 酚酞 | 甲基橙 |
| 强碱滴定强酸 |  |  |
| 强酸滴定强碱 |  |  |

思考：强碱滴定强酸时，采用哪种指示剂，为什么？强酸滴定强碱时呢？

【答案】强碱滴定强酸时，用酚酞做指示剂；强酸滴定强碱时，用甲基橙做指示剂。原则：颜色由浅到深。

【答案】25mL 0.1 蓝线粗细交界点 平视 上端 上 下

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 甲基橙 | 3.1< | 3.1~4.4 | >4.4 |
| 红 | 橙 | 黄 |
| 酚酞 | 8< | 8~10 | >10 |
| 无色 | 浅红 | 红 |
| 石蕊 | 5< | 5~8 | >8 |
| 红 | 紫 | 蓝 |

甲基橙或酚酞 甲基橙 酚酞

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指示剂  操作 | 酚酞 | 甲基橙 |
| 强碱滴定强酸 | 无色变为浅红色 | 橙色变为黄色 |
| 强酸滴定强碱 | 浅红色变为无色 | 黄色变为橙色 |

**三、实验步骤**

**例如：**标准盐酸滴定未知浓度NaOH溶液

**1．准备工作**

①查漏：检查滴定管是否\_\_\_\_\_\_\_\_\_，操作中活塞转动是否灵活。

②洗涤：依次用洗液、自来水、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_洗涤干净。

③润洗：用待装溶液润洗滴定管2～3次，以保证装入溶液时不改变原溶液的浓度。

④充液（赶气泡）调液面、读数：

准备标准酸溶液→注酸液→赶气泡→调节液面（在“0”或“0”刻度以下）→记录读数。

（用同样的方法把盛氢氧化钠溶液的滴定管准备好并记下读数。）

**2．实验步骤**

（1）取标准盐酸溶液：

用标准液润洗滴定管\_\_\_\_\_\_\_\_\_次；注入标准液至\_\_\_\_\_\_\_\_\_以上；固定在滴管夹上迅速转动活塞将\_\_\_\_\_\_\_\_\_排出并调整液面在“0”刻度以下。记下准确读数。

（2）取待测氢氧化钠溶液：

用待测液润洗滴定管2-3次；注入待测液至“0”刻度线以下；固定在滴定夹上；迅速转动活塞将尖嘴处气泡排出并调整液面在“0”刻度以下。记下准确读数。往洁净的锥形瓶内准确放入25.00ml的碱液。

（3）往锥形瓶中滴加\_\_\_\_\_\_\_\_\_滴甲基橙试液。

（4）用标准盐酸溶液滴定：

左手\_\_\_\_\_\_\_\_\_，右手\_\_\_\_\_\_\_\_\_，边滴入盐酸边不断摇动；眼睛要始终注意锥形瓶中溶液的\_\_\_\_\_\_\_\_\_变化的。（滴定速度先快后慢，接近滴定终点时，应一滴一摇动）

（5）当看到加一滴盐酸，锥形瓶中溶液由\_\_\_\_\_\_\_色变成\_\_\_\_\_\_\_\_\_时，停止滴定。（振荡**半分钟溶液颜色不发生变化**，达到滴定终点；）准确记下盐酸读数，并准确求得滴定用去盐酸的体 积。

（6）滴定操作重复\_\_\_\_\_\_\_\_\_次。

（7）将几次滴定用去盐酸体积的平均值代入关系式计算CNaOH。

【答案】漏水 蒸馏水 2~3次 0刻度 尖嘴处气泡 2

调节活塞 顺时针不断摇动锥形瓶 颜色 黄 橙色 2-3

【练一练】

1. 在中和滴定时，对盛放被测溶液的锥形瓶的洗涤要求是（ ）  
    A．用蒸馏水冲洗干净  
    B．用蒸馏水冲洗后，再烘干  
    C．用蒸馏水冲洗后，再用标准液洗涤2~3次  
    D．用蒸馏水冲洗后，再用被测溶液润洗2~3次

【答案】A

2．用0.10mol/L的氢氧化钠测定未知盐酸溶液的浓度，下列操作正确的是（ ）  
 A．将滴定管用蒸馏水洗后放入25.00mL待测浓度的盐酸  
 B．用经待测浓度的盐酸润洗后的锥形瓶从滴定管中取20mL盐酸  
 C．加入几滴酚酞试液做指示剂  
 D．当滴定至酚酞刚刚由无色变为粉红色，立即停止滴定，并读数

【答案】C

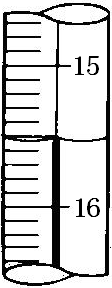
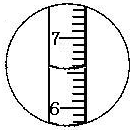
1. 下列有关滴定操作的顺序中，正确的是 （ ）  
    ①用标准溶液润洗滴定管； ②往滴定管内注入标准溶液；

③检查滴定管是否漏水； ④滴定； ⑤洗涤。  
 A．⑤①②③④ B．③⑤①②④  
 C．⑤②③①④ D．②①③⑤④

【答案】B

4．如右图是滴定管和量筒的两个液面。下列有关读数中正确的是（ ）

A．左边是量筒读数6.5mL，右边是滴定管读数16.5mL；



B．左边是量筒读数7.5mL，右边是滴定管读数16.50mL；

C．左边是量筒读数6.5mL，右边是滴定管读数15.50mL；

D．左边是量筒读数6.5mL，右边是滴定管读数16.50mL；

【答案】C

**四、实验误差分析**

**1．误差分析的依据**  
 （n表示酸与碱反应的化学计量数之比）

C标和V待都作为已知量计算，是不变量，只有滴定管中所消耗的标准体积V标随不同操作而变化，即V标是一个变量。由上式可知，C待是随V标的变化而变化的，只要使V标增大的操作所得的待测液浓度都偏大，反之则偏小。

**2．产生误差的来源**

（1）操作不当  
 ①滴定管的洗涤  
 正确方法是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
 操作a．滴定管用水洗后未用标准液润洗就直接注入标准液  
 结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
 操作b．滴定管用水洗后未用待测液润洗就直接注入锥形瓶  
 结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

②锥形瓶的洗涤

正确方法是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

操作a．锥形瓶用水洗后用待测液润洗

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

操作b．锥形瓶用水洗后没有干燥

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

操作c．滴定前向锥形瓶中加入蒸馏水

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

③滴定管尖嘴部分留有气泡

正确方法是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

操作a．滴定前盛标准液的滴定管尖嘴有气泡，滴定后消失

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

操作b．盛待测液的滴定管尖嘴有气泡，移至锥形瓶后消失

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

④滴定管读数不规范

正确的方法是：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

操作a．滴定前仰视，滴定后俯视

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

操作b．滴定完毕立即读数

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. 终点判断不当  
    终点判断是中和滴定的关键。以指示剂的变色，且半分钟内不变色为标准。  
    ①过早的估计终点

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
②用HCl滴定NaOH，以甲基橙做作指示剂，溶液由橙-红作为终点

结果：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

【答案】（1）①先水洗后润洗 实际消耗V标偏大，结果偏大

实际滴定的V测减小，消耗V标较小，结果偏小

②用水洗 实际滴定的V测增大，消耗V标增大，结果偏大

无影响 无影响

③滴定前排尽滴定管尖嘴部分的气泡

实际消耗的V标多了一个气泡体积， 结果偏大

锥形瓶中V测少了一个气泡体积，实际消耗的V标减少，结果偏小

④滴定后等1~2min待滴定管内壁附着液体自然留下再读数，视线与蓝线粗细交界处水平 V标=滴定后读数-滴定前读数，V标读数偏小，结果偏小。

V标读数偏大，结果偏大

1. 未完全中和，V标偏小，结果偏小

HCl过量，V标读数偏大，结果偏大

【练一练】以下中和滴定操作，正确的画“√”，错误的画“×”，同时分析使测定结果偏大，还是偏小。  
 （1）滴定管注入酸或碱液前，只用蒸馏水洗净。 （ ）  
 （2）锥形瓶注入待测液前，用待测液润洗2~3次。 （ ）  
 （3）滴定接近终点时，要放慢滴加速度，一滴一滴加入，且边滴加振荡。（ ）  
 （4）如一次滴定准确，则不必再做第2次平行实验。 （ ）

【答案】××√×

（1）若为标准液，则偏大；若为待测液，则偏小；（2）偏大；（4）无法判断

**五、酸碱滴定的计算**

依据一：

依据二：注意多次数据取平均值，在进行计算前需要舍弃不合理数据。

【练一练】某同学运用中和滴定原理，设计了“用标准氢氧化钠溶液测定家用食醋的浓度”的实验方案。请填写实验报告。

**食用白醋浓度的测定**

⑴实验目的：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

⑵实验用品：滴定用仪器：略，稀释白醋的仪器：略；

试剂：酚酞，0.1100mol/LNaOH溶液，食用白醋。

⑶实验步骤：

①取10.00mL食用白醋稀释10倍，配成待测醋酸溶液。

②取一支洁净的酸式滴定管，用少量待测醋酸溶液润洗\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_次，然后加入待测醋酸溶液，调节液面至\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_位置，记下读数。

③从上述滴定管中放出20.00mL待测醋酸溶液盛于\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(填仪器名称)，滴入1~2滴酚酞试液。

④同②的操作，在一支洁净的碱式滴定管中装入0.1100mol/LNaOH溶液。

⑤第一次滴定，判断达到终点的依据是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

⑥重复步骤②～⑤，完成第二次滴定。

⑷数据处理

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 实验次数 | 待测醋酸 | | 标准NaOH溶液 | | 待测醋酸平均浓度  (mol/L) |
| 滴定管读数(mL) | 体积(mL) | 滴定管读数  (mL) | 体积(mL) |
| 1 | 初读数 0.00 |  | 初读数 0.00 |  |  |
| 末读数 20.00 | 末读数 19.40 |
| 2 | 初读数 0.10 |  | 初读数 0.20 |  |
| 末读数 20.10 | 末读数 19.65 |

⑸食用白醋的浓度＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_mol/L。

【答案】测定食用白醋的浓度 2~3 0刻度或0刻度线以下 锥形瓶

无色变粉红色 半分钟内颜色不发生变化

20.00 19.40 20.00 19.45 0.1068 1.068

 枝繁叶茂

**知识点1：指示剂的选择**

**【例1】**以下是几种酸碱指示剂变色的pH范围：①甲基橙3.1~4.4 ②甲基红4.4~6.2 ③酚酞  
8.2~10，现用0.100mol/L NaOH溶液滴定浓度相近的乙酸时，上述指示剂（ ）

A．都可以用 B．只能用③ C．可以用①或② D．可以用②或③

【难度】★★【答案】B

**变式1：**已知常温、常压下，饱和CO2的水溶液的pH=3.9，则可推测用标准盐酸溶液滴定NaHCO3水溶液时，适宜选用的指示剂及滴定终点时颜色变化的情况是（ ）  
 A．石蕊，由蓝变红 B．甲基橙，由橙变黄  
 C．酚酞，红色褪去 D．甲基橙，由黄变橙

【难度】★★★【答案】D

**变式2：**在盐酸滴定NaOH溶液实验中，以甲基橙为指示剂，滴到终点时的颜色变化是（ ）

1. 由黄色变红色 B．由黄色变橙色

C．由橙色变红色 D．由红色变橙色

【难度】★★【答案】B

【方法提炼】

解此类题需要掌握两方面知识点：

1. 常见指示剂，甲基橙、酚酞的变色范围、以及变色范围内的颜色；
2. 判断酸碱滴定终点的依据，根据滴定终点溶液的pH来定。

**知识点2：误差分析**

**【例2】**用已知物质的量浓度的标准盐酸溶液滴定未知物质的量浓度的NaOH待测溶液（甲基橙作指示剂），试说明下列情况会使测定结果偏高、偏低还是无影响？  
 （1）滴定管用水洗后便装标准液进行滴定\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （2）锥形瓶用蒸馏水洗涤后，又用待测液润洗\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （3）待测液在振荡时溅出锥形瓶外\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （4）记录标准液起始体积时仰视读数，终点时俯视读数\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （5）滴加盐酸，橙色不足半分钟即褪色\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （6）滴加盐酸，溶液变为红色\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （7）滴加前，滴定管有气泡，滴定后消失\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （8）滴定管水洗后，就用来量取待测液\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （9）用含NaCl杂质的Na2CO3·10H2O作为基准物来标定盐酸溶液的浓度\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （10）滴定时间过长\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
 【难度】★★【答案】（1）偏大（2）偏大（3）偏小（4）偏小（5）偏小  
 （6）偏大（7）偏大（8）偏小（9）偏大（10）不变

**变式1：**用标准酸溶液滴定待测碱液，下列操作会导致测定结果偏小的是（ ）  
 A．锥形瓶里的溶液在滴定过程中溅出  
 B．滴定管用蒸馏水洗净后直接注入标准液  
 C．滴定管装标准液后气泡未赶出，滴定完成后气泡消失  
 D．滴定过程中不断用蒸馏水冲洗锥形瓶瓶壁

【难度】★★

【答案】A

**变式2：**用纯净的无水碳酸钠配制标准的碳酸钠溶液，用于滴定未知浓度的盐酸溶液，若碳酸钠中含有少量的结晶水，将会使测定结果（ ）  
 A．偏大 B．偏小 C．无影响 D．无法判断

【难度】★★

【答案】A

【方法提炼】



根据计算的公式：

其中C标和V待的数值是固定不变的，所以C待与V标是成正比的关系。在解题时需要重点去分析错误操作导致V标的变化即可。

**知识点3：计算**

**【例3】**以酚酞试液为指示剂，对某新制的NaOH溶液进行中和滴定实验，数据记录如下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 待测液 | 消耗标准盐酸（0.10 mol/L）的体积 |
| ① | 20mL NaOH溶液 | V1 mL |
| ② | 20mL NaOH溶液 + 10 mL水 | V2 mL |
| ③ | 敞口隔夜放置的20mL NaOH溶液 | V3 mL |

该新制NaOH溶液的浓度c合理的是（ ）



A． B．

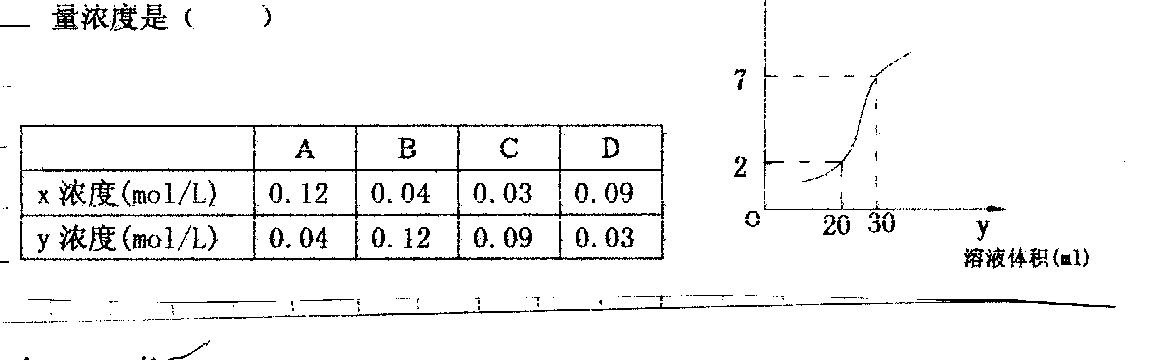
C． D．

【难度】★★

【答案】B

**变式1：**图示为10mL一定物质的量浓度的盐酸x，用一定浓度的NaOH溶液y滴定（纵坐标代表pH值）。根据图示推出x和y的物质的量浓度是（ ）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | A | B | C | D |
| X浓度（mol/L） | 0.12 | 0.04 | 0.03 | 0.09 |
| Y浓度（mol/L） | 0.04 | 0.12 | 0.09 | 0.03 |



【难度】★★★【答案】D

【解析】（1）x 10ml、y 30ml时恰好中。

30y=10x . A、D合适

（2）加入y 20ml时，pH=2 代入

 pH=2

**变式2：**常温时，向pH＝2的硫酸中加入等体积的下列溶液，滴入石蕊试液出现红色，该溶液可能是（ ）

A．pH ＝12的Ba(OH)2 B．pH＝12的氨水

C．0.01mol/L NaOH D．0.05mol/L BaCl2

【难度】★★【答案】D

**变式3：**用0.01 mol/LH2SO4滴定0.01mol/LNaOH溶液，中和后加水至100ml，若滴定时终点判断有误差：①多加1滴H2SO4；②少加1滴H2SO4；（设1滴为0.05ml）则①和②[H+]的比值是（ ）

A．10 B．50 C．5×103 D．104

【难度】★★★

【答案】D

【解析】①多一滴H2SO4[H+]=

②少一滴即OH过量，[OH-]=10-5 mol/L.[H+]=10-9 mol/L

①与②[H+]比值。故选D。

【方法提炼】

此处的计算一般分两种情况：



1. 实验中的计算，利用公式 ，注意不合理数据的舍弃，注意公式中n值的处理。
2. 有关pH的计算，旧知识，相对有一些难度，如果遗忘有必要复习一下。

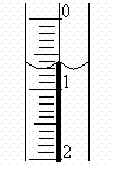
**知识点4：综合题**

**【例4】**用2.100g无水碳酸钠固体溶于水配成100mL溶液，以此作为标准液测定未知浓度的盐酸溶液，回答下列问题：  
 （1）标准碳酸钠溶液的浓度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （2）写出滴定的化学方程式\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （3）将未知液放在锥形瓶中，滴定时观察到的现象是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；  
 （4）用甲基橙作指示剂，溶液颜色由\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_变成\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_时，达到滴定终点；  
 （5）取未知浓度的盐酸溶液20.00mL，共消耗碳酸钠溶液16.50mL，则盐酸溶液的物质的量浓度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
 【难度】★★

【答案】（1）0.1981mol/L （2）Na2CO3 + 2HCl → 2NaCl + H2O + CO2↑  
 （3）有气泡生成 （4）由红色变为橙色 （5）0.3269mol/L

**变式1：**维生素C（C6H8O6，水溶液呈酸性）广泛存在于新鲜的蔬菜、水果中，某活动小组测定一种软包橙汁中维生素C的含量，过程如下：  
（1）原理：C6H8O6 + I2 → C6H6O6 + 2H+ + 2I- 。  
（2）试剂：指示剂\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填名称），浓度为7.50×10-3mol/L的标准碘溶液，蒸馏水等。  
（3）向锥形瓶中注入20.00mL的待测橙汁，滴入2滴指示剂。  
（4）滴定过程中，一手控制滴定管的\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填仪器部位），一手摇动锥形瓶，眼睛注视\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，直到滴定终点，此时锥形瓶中溶液颜色变\_\_\_\_\_\_\_\_。  
（5）滴定中消耗标准碘溶液15.00mL，则橙汁中维生素C的含量是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；若新鲜橙汁中维生素C的含量在500mg/L左右，判定此软包装橙汁是否是天然橙汁\_\_\_\_\_\_\_\_。  
 【难度】★★★

【答案】（2）淀粉溶液；（4）活塞，锥形瓶中溶液颜色的变化，蓝（5）990mg/L，否

**变式2：**现使用酸碱中和滴定法测定市售白醋的总酸量（g/100mL）。  
Ⅰ．实验步骤：  
（1）用\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填仪器名称）量取10.00mL食用白醋，在\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填仪器名称）中用水稀释后转移到100mL\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填仪器名称）中定容，摇匀即得待测白醋溶液。  
（2）用酸式滴定管取待测白醋溶液20.00 mL于锥形瓶中，向其中滴加2滴 \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_作指示剂。  
（3）读取盛装0.1000 mol/L NaOH 溶液的碱式滴定管的初始读数。如果液面位置如右图所示，则此时的读数为\_\_\_\_\_\_\_\_mL。  
（4）滴定。当\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_时，停止滴定，并记录NaOH溶液的终读数。重复滴定3次。  
20090625151548001Ⅱ．实验记录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 滴定次数 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| V(样品) | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| V(NaOH)（消耗） | 15.95 | 15.00 | 15.05 | 14.95 |

Ⅲ．数据处理与讨论：  
（1）甲同学在处理数据时计算得：  
平均消耗的NaOH溶液的体积 V = (15.95+15.00+15.05+14.95) /4 mL = 15.24mL。  
指出他的计算的不合理之处：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
按正确数据处理，可得c(市售白醋) = \_\_\_\_\_\_mol/L；市售白醋总酸量＝\_\_\_\_\_\_\_\_\_g/100mL。

（白醋的溶质是醋酸，分子式：C2H4O2）

（2）在本实验的滴定过程中，下列操作会使实验结果偏大的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_（填写序号）

1. 碱式滴定管在滴定时未用标准NaOH溶液润洗

b．碱式滴定管的尖嘴在滴定前有气泡，滴定后气泡消失

c．锥形瓶中加入待测白醋溶液后，再加少量水

d．锥形瓶在滴定时剧烈摇动，有少量液体溅出  
【难度】★★

【答案】Ⅰ.（1）滴定管；烧杯；容量瓶 （2）酚酞 （3）0.60  
 （4）溶液由无色恰好变为浅红色，并在半分钟内不褪色  
 Ⅲ．（1）第1次滴定误差明显大，属异常值，应舍去；0.75；4.5 （2）ab

【方法提炼】

对实验的综合处理。

 瓜熟蒂落

1. 下列实验操作中所用的实验仪器合理的是（ ）  
   A．用托盘天平准确称取25.25g食盐  
   B．用25mL滴定管准确称取14.80mL的氢氧化钠溶液  
   C．用100mL的量筒准确量取10.2mL的蒸馏水  
   D．用100mL的容量瓶配制90mL 0.1500mol/L的盐酸溶液

【难度】★★【答案】B

1. 用NaOH溶液滴定盐酸时，由于滴定速度太快，当混合溶液变红时，不知NaOH是否过量，判断它是否过量的方法是（ ）  
   A．加入5mL盐酸进行滴定 B．返滴一滴待测盐酸  
   C．重新进行滴定 D．以上方法均不适用

【难度】★★【答案】B

1. 用已知浓度的醋酸溶液滴定未知浓度的氢氧化钠溶液，达到终点时，溶液的pH值（ ）  
   A．小于7 B．等于7 C．大于7 D．无法确定

【难度】★★【答案】C

1. 向10mLpH=12的某碱溶液中加入10mLpH=2的盐酸，充分反应后滴入酚酞试液，溶液变红，则此碱一定是（ ）  
   A．弱碱 B．一元强碱 C．多元强碱 D．任何强碱

【难度】★★【答案】A

1. 滴定操作开始时，滴定管中标准液的液面在0刻度线以下，对实验结果的影响是（ ）  
   A．偏大 B．偏小 C．无影响 D．无法判定

【难度】★★【答案】C

1. 中和pH=13的氢氧化钡溶液10mL，需要0.1mol/L的盐酸（ ）  
   A．10mL B．5mL C．15mL D．20mL

【难度】★★【答案】A

1. （双选）用氢氧化钠溶液来滴定硫酸溶液，当达到滴定终点时，消耗氢氧化钠溶液的体积等于锥形瓶中硫酸溶液的体积，则说明（ ）

A．NaOH和H2SO4溶液的质量分数相等

B．NaOH和H2SO4溶液的物质的量浓度相等

C．NaOH的物质的量浓度等于H2SO4物质的量浓度的两倍

D．氢氧化钠溶液的pH和硫酸溶液的pH之和等于14

【难度】★★【答案】CD

1. 实验室用标准盐酸溶液测定某NaOH溶液的浓度，用酚酞作指示剂。下列操作可能使测定结果偏低的是（ ）  
   A．滴定管在装液前未用标准盐酸溶液润洗2~3次  
   B．开始实验时，滴定管尖嘴部分有气泡，在滴定过程中，气泡消失  
   C．滴定过程中，锥形瓶内溶液立即褪成无色且颜色不再变红  
   D．达到滴定终点时，俯视进行读数

【难度】★★【答案】D

1. 实验室用滴定管以标准HCl溶液滴定未知NaOH溶液，下列情况可能导致结果偏低的是  
   （ ）

A．滴定管水洗后未用标准液润洗 B．锥形瓶未用未知NaOH溶液润洗

C．滴定管漏液 D．操作过程中有液体从锥形瓶中溅出

【难度】★★【答案】D

1. 用标准NaOH溶液滴定未知浓度的盐酸，用酚酞作指示剂，下列操作中会导致实验结果偏低的是（ ）  
   ①装NaOH溶液滴定管用蒸馏水洗净后没有用标准液润洗  
   ②装盐酸滴定管加待测液时，刚用蒸馏水洗净后的滴定管未用待测液润洗  
   ③锥形瓶用蒸馏水洗净后没有用待测液润洗  
   ④滴定前滴定管尖嘴有气泡，滴定后气泡消失  
   ⑤终点读数时俯视，其他读数方法正确  
   A．④⑤ B．①④ C．②③⑤ D．②⑤

【难度】★★【答案】D

1. 已知指示剂pH的变色范围是：甲基橙3.1~4.4，石蕊5~8，酚酞8~10。某溶液能使甲基橙显黄色，石蕊显红色，酚酞不变色，该溶液的pH范围是 （ ）  
   A．3.1~8 B．5~8 C．4.4~5 D．3.1~5

【难度】★★【答案】C

1. 有一支50mL的滴定管，管内液面正好在10.00mL刻度处，若将滴定管内剩余的液体全部放出，其体积应为（ ）  
   A．大于40mL B．等于40mL C．大于10mL D．等于10mL

【难度】★★【答案】A

1. 用0.1mol·L－1的NaOH溶液滴定0.1mol·L－1盐酸，若达到滴定终点时不慎多加了1滴NaOH溶液（1滴溶液的体积约为0.05mL），继续加水到50mL，所得溶液的pH是（ ）

A．4 B．7.2 C．10 D．11.3

【难度】★★★【答案】C

1. 有①②③三瓶体积相等、浓度都是1 mol·L－1的HCl溶液，将①加热蒸发至体积减少一半，在②中加入少量CH3COONa固体（加入后溶液仍呈强酸性），③不作改变，然后以酚酞作指示剂，用NaOH溶液滴定上述三种溶液，所消耗的NaOH溶液的体积是（ ）

A．①＝③＞② B．③＞②＞① C．③＝②＞① D．①＝②＝③

【难度】★★★

【答案】C

1. 当溶液呈中性时，甲基橙显\_\_\_\_\_\_色，石蕊显\_\_\_\_\_\_色，酚酞显\_\_\_\_\_\_色。当溶液的pH=9时，石蕊显\_\_\_\_\_\_\_色，酚酞显\_\_\_\_\_\_\_\_色。向某种盐溶液中滴加石蕊显红色，滴加甲基橙显黄色，这种盐溶液的pH在\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_之间。  
   【难度】★

【答案】黄、紫、无、蓝、浅红 4.4~5

1. 称取m g纯NaOH配成500mL溶液，取出25mL恰好与20mL盐酸完全中和，则该盐酸的物质的量浓度是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
   若该m g NaOH中实际含有少量的氢氧化钙，则盐酸的实际浓度比上面的数值要\_\_\_\_\_。  
   若该m g NaOH中实际含有少量的氯化钠，则盐酸的实际浓度比上面的数值要\_\_\_\_\_\_\_。  
   若该m g NaOH中实际含有少量的碳酸钠，则盐酸的实际浓度比上面的数值要\_\_\_\_\_\_\_。  
   【难度】★★★

【答案】m/16 mol/L；偏高；偏低；偏低

1. 某学生用苯甲酸（C6H5COOH）测定某氢氧化钠溶液的浓度，采用酸碱中和滴定的方法 （C6H5COOH + NaOH → C6H5COONa + H2O），滴定终点的pH约为9.1。  
   （1）将0.2512g苯甲酸置于锥形瓶中，加入适量的水溶解，溶液无色，再加入\_\_\_\_\_\_\_\_\_作指示剂，到达滴定终点时，溶液颜色由\_\_\_\_\_\_\_色变为\_\_\_\_\_\_\_色，且\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_内不褪色；  
   （2）用待测的氢氧化钠溶液滴入锥形瓶进行实验，三次平行实验所消耗的待测液的体积分别是17.90mL、16.70mL、16.50mL，其中，第\_\_\_\_\_\_次实验的误差明显较大，若滴定管没有漏液，则造成这种误差可能的原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
    ①终点判断不准，太红； ②滴定管在滴定前未排除气泡，滴定后气泡消失；  
    ③锥形瓶中放入苯甲酸后，用于溶解的蒸馏水过多。  
   （3）c(NaOH)=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
   【难度】★★

【答案】（1）酚酞 无色变浅红色 30秒 （2）1 ①② （3）0.1240mol/L

1. 某烧碱样品含有少量不与酸作用的杂质，为了滴定其纯度，进行以下滴定操作：

A．在250 mL的容量瓶中配制250 mL烧碱溶液；

B．用滴定管移取25 mL烧碱溶液于锥形瓶中并滴加几滴酚酞做指示剂；

C．在天平上准确称取烧碱样品Wg，在烧杯中用蒸馏水溶解；

D．将物质的量浓度为c的标准硫酸溶液装入酸式滴定管。调整液面记下开始读数为V1 mL；

E．在锥形瓶下垫一张白纸，滴定至红色刚好消失为止，记下读数V2 mL。

就此实验完成下列填空：

（1）正确操作步骤的顺序是：(用编号字母填写)\_\_\_→\_\_\_\_→\_\_\_\_→D→\_\_\_\_\_\_。

（2）E步骤的操作中在锥形瓶下垫一张白纸的作用是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）D步骤的操作中液面应调节到\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，尖嘴部分应\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（4）某学生实验时把锥形瓶用烧碱样品洗涤，使测定的浓度偏高还是偏低?\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
原因是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（5）该烧碱样品纯度的计算式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

【难度】★★

【答案】（1）CABE （2）垫一张白纸是为了使颜色变化更加明显，易于判断滴定终点

（3）零刻度线或零稍下的某一刻度 充满标准硫酸溶液

（4）偏高 用烧碱溶液润洗之后锥形瓶中氢氧化钠的量会偏多，滴定消耗的酸会偏多，最后计算得到氢氧化钠的浓度就会偏高。

（5）0.8c(V2-V1)/W×100%

1. 测血钙的含量时，可将2.0mL血液用蒸馏水稀释后，向其中加入足量草酸铵(NH4)2C2O4晶体，反应生成CaC2O4沉淀。将沉淀用稀硫酸处理得H2C2O4后，再用KMnO4酸性溶液滴定，氧化产物为CO2，还原产物为Mn2+，若终点时用去20.0mL 1.0×10-4mol/L的KMnO4溶液。  
   （1）写出用KMnO4滴定H2C2O4的离子方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
   （2）判断滴定终点的方法是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。  
   （3）计算：血钙中含钙离子的浓度为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_g/mL。  
   【难度】★★★

【答案】（1）2MnO4- + 5H2C2O4 + 6H+ → 2Mn2+ + 10CO2↑ + 8H2O  
 （2）溶液由无色变为浅紫色，且半分钟内不褪色  
 （3）1.0×10-4

1. 某未知浓度的盐酸溶液10.00mL，加水稀释至100mL，取出其中的20.00mL，用0.1000mol/L的氢氧化钠溶液滴定，用去标准液21.00mL，求原盐酸溶液的物质的量浓度。

【难度】★★

【答案】1.050mol/L