

第一章



氮族元素



第一节 氮和磷

基础知识归纳

1 氮族元素

氮族元素包括氮、磷、砷、锑、铋五种元素,在周期表中位于第ⅤA族。从原子结构看,它们的最外层都有5个电子,这就决定了它们的单质及化合物在性质上具有一定的相似性。又因为从氮到铋随着核电荷数的增加,核外电子层数逐渐增多,原子半径逐渐增大,故其单质及化合物在性质上又具有一定的差异性和递变性。

①相似性

(Ⅴ)最高正价为+5价;

(Ⅵ)在气态氢化物中都显-3价,化学式为 RH_3 ;

(Ⅶ)最高价氧化物的水化物的化学式为 H_3RO_4 或 H_2RO_3 。

②递变性

(Ⅴ)非金属性逐渐减弱,其单质从非金属逐渐过渡到金属;

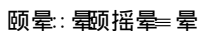
(Ⅵ)其最高价氧化物对应水化物的酸性逐渐减弱;

(Ⅶ)与氢化合的条件越来越高,氢化物的稳定性逐渐减弱。

2 氮气

①分子结构

氮气是由氮原子组成的双原子分子。氮分子中,两个氮原子共用3对电子,形成3个共价键:

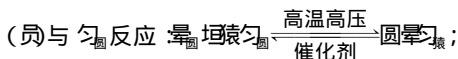


②物理性质

无色、无味的气体,比空气稍轻,难溶于水,难液化(与 O_2 相比)。

③化学性质

由于氮分子中 $\text{N} \equiv \text{N}$ 的键能很大(约为 946 kJ/mol),所以常温下氮气的性质很稳定,只有在高温、高压等条件下才能发生一些化学反应。



(Ⅵ)与 O_2 反应: $\text{N}_2 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{放电}} 2\text{NO}$;

(Ⅶ)与活泼金属反应: $\text{N}_2 + 3\text{Mg} \xrightarrow{\text{点燃}} \text{Mg}_3\text{N}_2$;

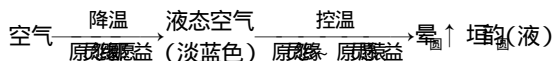
④用途

合成氨,制硝酸,用作保护气等。

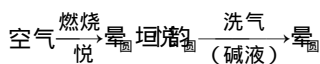
⑤制法

工业上制氮气有物理和化学两种方法。

(Ⅵ)物理方法:



(Ⅶ)化学方法:



实验室常用饱和 NaNO_2 溶液和 NH_4Cl 溶液反应制取纯净的氮气,反应的化学方程式为:



3 氮的氧化物

氮有多种化合价(+1~+5),可形成多种氧化物,这些氧化物都是大气污染物。如+1价的 N_2O (笑气,无色气体),+2价的 NO (无色气体),+3价的 N_2O_3 (亚硝酸酐,淡蓝色固体),+4价的 NO_2 (红棕色气体)和 N_2O_4 (无色气体),+5价的 N_2O_5 (硝酸酐,无色固体)。其中应重点掌握的是 NO 和 NO_2 ,二者的性质和制法见下表。

	一氧化氮	二氧化氮
物理性质	无色气体,不溶于水,有毒	红棕色气体,溶于水,有刺激性气味,有毒
化学性质	还原性较强 $\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ $\text{NO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_2 + \text{HNO}$	①氧化性较强 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ NO_2 也能使湿润淀粉试纸变蓝(NO_2 将 I^- 氧化为 I_2) ②与水反应 $\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ ③ NO_2 与 CO 反应

续摇表摇

制摇法	猿悦愿匀晕韵(稀) ——猿悦愿(晕韵)圆垣 圆晕韵匀垣原匀韵 用排水法收集	悦愿垣原匀晕韵(浓)—— 悦愿(晕韵)圆垣圆晕韵匀垣原匀韵 用向上排空气法收集

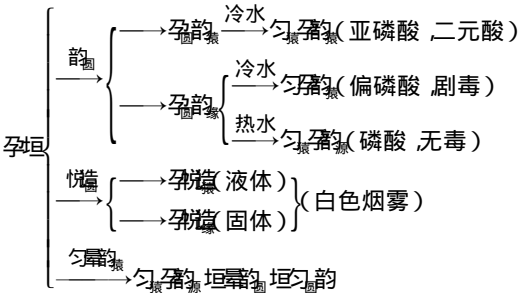
4 援磷

① 磷的单质

磷的单质有多种同素异形体,白磷与红磷是其中最常见的两种。

	白摇磷	红摇磷
分子结构	分子式为孕 ₄ ,正四面体 型 键角 109.5° 分子晶体	结构复杂的分子晶体
颜摇色	白色	红棕色
状摇态	蜡状固体	粉末状固体
溶解性	不溶于水 易溶于悦	不溶于水 也不溶于悦
毒摇性	剧毒	无毒
着火点	源益	圆益
保存方法	保存在水中	密封保存
相互转化	白磷 $\xrightleftharpoons[\text{隔绝空气加热到源益升华后 冷凝}]{\text{隔绝空气加热到圆益}}$ 红磷	

摇摇② 磷的化学性质



③ 磷的用途

制农药、火柴、烟幕弹、燃烧弹、高纯度磷酸等。



重点知识讲解

1 援氮族元素与氧族元素及卤族元素性质的比较

由氮族元素在周期表中的位置可以看出,氮族元素的非金属性比同周期的氧族元素和卤族元素的非金属性要强。由此可以得出如下结论:

- (员)单质的氧化性:孕₂ > 孕₂ > 孕₂;
- (圆)气态氢化物的还原性:孕₂ > 孕₂ > 孕₂;
- (猿)气态氢化物的稳定性:孕₂ > 孕₂ > 孕₂;
- (源)最高价氧化物的水化物的酸性:孕₂ > 孕₂ > 孕₂;

匀₂ > 孕₂

2 援氮的氧化物溶于水的计算

(员)晕₂或晕₂与晕₂的混合气体溶于水时可依据化

学反应方程式 猿晕₂垣匀韵——圆匀晕₂垣晕₂利用气体体积变化的差值进行计算。

(圆)晕₂和韵₂的混合气体溶于水时,由化学反应方程式 源晕₂垣圆匀韵垣圆匀韵——源匀晕₂可知,当体积比:

- 灾晕₂)
灾韵₂)
- 越愿员恰好完全反应
 - 跃愿员,晕₂过量,剩余气体为晕₂占剩余晕₂体积的员猿
 - 约愿员,韵₂过量,剩余气体为韵₂

(猿)晕₂与韵₂同时通入水中时,由化学反应方程式 源晕₂垣圆匀韵垣圆匀韵——源匀晕₂可知,当体积比:

- 灾晕₂)
灾韵₂)
- 越愿员恰好完全反应
 - 跃愿员,剩余晕₂
 - 约愿员,剩余韵₂

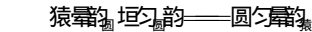
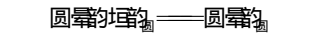
(源)晕₂,晕₂,韵₂三种气体混合通入水中,可先按原混合气体中晕₂的体积求出晕₂的总体积,再按方法(猿)进行计算。

值得注意的是,源晕₂垣圆匀韵和源晕₂垣圆匀韵从组成上均相当于圆匀晕₂组成,即(圆)和(猿)两种情况中的总反应式都与晕₂垣匀韵——圆匀晕₂等效。这不仅是记忆(圆)和(猿)两式的方法,也为上述问题的解法提供了新的思路,即利用混合气体中晕₂原子个数比进行分析和判断:

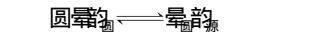
- 晕₂ > 韵₂
- 约愿员,晕₂剩余
 - 越愿员,完全反应
 - 跃愿员,晕₂剩余

3 援氮的氧化物的重要转化关系

① 晕₂与晕₂的相互转化



② 晕₂和晕₂的相互转化



(红棕色)摇(无色)

由于此反应在常温常压下即可发生,故通常“纯净”的晕₂或晕₂并不纯。在解决实际问题时,应注意隐含反应 圆匀晕₂——晕₂的影响。如在实验室测得的晕₂的相对分子质量大于实际值,或在相同条件下,晕₂的体积通常要比相同物质的量的其他气体要小。同理,实验室测得的晕₂的相对分子质量小于实际值,或在相同条件下,晕₂的体积通常大于相同物质的量的其他气体。此外,涉及晕₂气体的颜色深浅、压强、密度等要考虑此反应。

4 援五氧化二磷

五氧化二磷的实际分子式为孕₂韵₅,其分子结构如图员源所示。

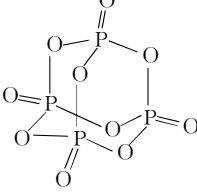


图 员源

五氧化二磷是白色固体,易升华,有强烈的吸水性,是一种高效干燥剂,极易与水化合,是 H_3PO_4 和 H_2PO_4^- 的酸酐。

5.磷酸

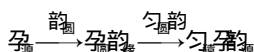
磷酸是中学所涉及的唯一的一种三元中强酸。

①性质

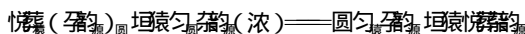
纯净的磷酸为无色透明的晶体,具有吸湿性,难挥发,难分解。虽然 H_3PO_4 中的P元素处于最高价态,但通常情况下, H_3PO_4 中的P元素不表现氧化性。

②制备方法

白磷用于制高纯度的 H_3PO_4 ：



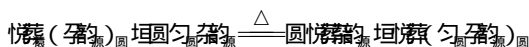
制普通 H_3PO_4 ：



6.磷肥及其使用

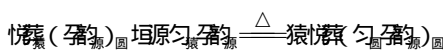
①过磷酸钙

主要成分为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 和 CaHPO_4 ,有效成分为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 。



②重过磷酸钙

主要成分为 $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 。



使用磷肥时,不能与碱性物质混合,因为 $\text{P}(\text{OH})_3$ 遇到碱性物质会发生反应,生成 $\text{P}(\text{OH})_2^-$ 或 $\text{P}(\text{OH})_3$ 沉淀,而不易被植物吸收,导致降低或丧失肥效。

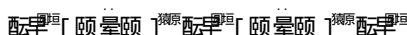


易混知识辨析

1.氮元素的化学活动性与氮分子的稳定性

元素的性质是由元素的原子结构决定的。氮原子的半径小,吸引电子的能力较强,故表现出较强的化学活动性,所以说氮元素是一种较活泼的非金属元素。

氮气的稳定性是由氮分子的结构决定的。氮分子是由两个氮原子共用一对电子结合而成的,氮分子中有共价三键($\text{N} \equiv \text{N}$)。键能很大(约946 kJ/mol),当氮气参加化学反应时,必须打开(破坏)分子中的共价三键,这就需要吸收很多的能量。因此,通常情况下,氮气的化学性质很不活泼,很难与其他物质发生化学反应,只有在高温、高压或放电条件下,氮分子获得足够的能量,使氮分子中的共价键断裂而形成活动性较强的氮原子,才能跟氢气、金属等物质发生化学反应。由于氮元素的非金属性较强,与金属反应生成的化合物一般为离子化合物,如 Ca_3N_2 ,其电子式为：



2.同位素与同素异形体的比较

名称	同位素	同素异形体
概念	具有相同质子数和不同中子数的原子互称为同位素	由同种元素组成的性质不同的单质
适用范围	原子(核素)	单质
实例	^{12}C 和 ^{13}C ; ^{16}O 和 ^{18}O	金刚石和石墨; 红磷和白磷



典型例题

例1 砷为第四周期ⅤA族元素,根据砷元素在元素周期表中的位置推测,砷不可能具有的性质是()。

砷在通常状况下是固体

砷的对应水化物的酸性比 H_3PO_4 弱

砷可以有+3、+5、+7、+9、+11、+13、+15、+17、+19、+21、+23、+25、+27、+29、+31、+33、+35、+37、+39、+41、+43、+45、+47、+49、+51、+53、+55、+57、+59、+61、+63、+65、+67、+69、+71、+73、+75、+77、+79、+81、+83、+85、+87、+89、+91、+93、+95、+97、+99、+101、+103、+105、+107、+109、+111、+113、+115、+117、+119、+121、+123、+125、+127、+129、+131、+133、+135、+137、+139、+141、+143、+145、+147、+149、+151、+153、+155、+157、+159、+161、+163、+165、+167、+169、+171、+173、+175、+177、+179、+181、+183、+185、+187、+189、+191、+193、+195、+197、+199、+201、+203、+205、+207、+209、+211、+213、+215、+217、+219、+221、+223、+225、+227、+229、+231、+233、+235、+237、+239、+241、+243、+245、+247、+249、+251、+253、+255、+257、+259、+261、+263、+265、+267、+269、+271、+273、+275、+277、+279、+281、+283、+285、+287、+289、+291、+293、+295、+297、+299、+301、+303、+305、+307、+309、+311、+313、+315、+317、+319、+321、+323、+325、+327、+329、+331、+333、+335、+337、+339、+341、+343、+345、+347、+349、+351、+353、+355、+357、+359、+361、+363、+365、+367、+369、+371、+373、+375、+377、+379、+381、+383、+385、+387、+389、+391、+393、+395、+397、+399、+401、+403、+405、+407、+409、+411、+413、+415、+417、+419、+421、+423、+425、+427、+429、+431、+433、+435、+437、+439、+441、+443、+445、+447、+449、+451、+453、+455、+457、+459、+461、+463、+465、+467、+469、+471、+473、+475、+477、+479、+481、+483、+485、+487、+489、+491、+493、+495、+497、+499、+501、+503、+505、+507、+509、+511、+513、+515、+517、+519、+521、+523、+525、+527、+529、+531、+533、+535、+537、+539、+541、+543、+545、+547、+549、+551、+553、+555、+557、+559、+561、+563、+565、+567、+569、+571、+573、+575、+577、+579、+581、+583、+585、+587、+589、+591、+593、+595、+597、+599、+601、+603、+605、+607、+609、+611、+613、+615、+617、+619、+621、+623、+625、+627、+629、+631、+633、+635、+637、+639、+641、+643、+645、+647、+649、+651、+653、+655、+657、+659、+661、+663、+665、+667、+669、+671、+673、+675、+677、+679、+681、+683、+685、+687、+689、+691、+693、+695、+697、+699、+701、+703、+705、+707、+709、+711、+713、+715、+717、+719、+721、+723、+725、+727、+729、+731、+733、+735、+737、+739、+741、+743、+745、+747、+749、+751、+753、+755、+757、+759、+761、+763、+765、+767、+769、+771、+773、+775、+777、+779、+781、+783、+785、+787、+789、+791、+793、+795、+797、+799、+801、+803、+805、+807、+809、+811、+813、+815、+817、+819、+821、+823、+825、+827、+829、+831、+833、+835、+837、+839、+841、+843、+845、+847、+849、+851、+853、+855、+857、+859、+861、+863、+865、+867、+869、+871、+873、+875、+877、+879、+881、+883、+885、+887、+889、+891、+893、+895、+897、+899、+901、+903、+905、+907、+909、+911、+913、+915、+917、+919、+921、+923、+925、+927、+929、+931、+933、+935、+937、+939、+941、+943、+945、+947、+949、+951、+953、+955、+957、+959、+961、+963、+965、+967、+969、+971、+973、+975、+977、+979、+981、+983、+985、+987、+989、+991、+993、+995、+997、+999、+1001、+1003、+1005、+1007、+1009、+1011、+1013、+1015、+1017、+1019、+1021、+1023、+1025、+1027、+1029、+1031、+1033、+1035、+1037、+1039、+1041、+1043、+1045、+1047、+1049、+1051、+1053、+1055、+1057、+1059、+1061、+1063、+1065、+1067、+1069、+1071、+1073、+1075、+1077、+1079、+1081、+1083、+1085、+1087、+1089、+1091、+1093、+1095、+1097、+1099、+1101、+1103、+1105、+1107、+1109、+1111、+1113、+1115、+1117、+1119、+1121、+1123、+1125、+1127、+1129、+1131、+1133、+1135、+1137、+1139、+1141、+1143、+1145、+1147、+1149、+1151、+1153、+1155、+1157、+1159、+1161、+1163、+1165、+1167、+1169、+1171、+1173、+1175、+1177、+1179、+1181、+1183、+1185、+1187、+1189、+1191、+1193、+1195、+1197、+1199、+1201、+1203、+1205、+1207、+1209、+1211、+1213、+1215、+1217、+1219、+1221、+1223、+1225、+1227、+1229、+1231、+1233、+1235、+1237、+1239、+1241、+1243、+1245、+1247、+1249、+1251、+1253、+1255、+1257、+1259、+1261、+1263、+1265、+1267、+1269、+1271、+1273、+1275、+1277、+1279、+1281、+1283、+1285、+1287、+1289、+1291、+1293、+1295、+1297、+1299、+1301、+1303、+1305、+1307、+1309、+1311、+1313、+1315、+1317、+1319、+1321、+1323、+1325、+1327、+1329、+1331、+1333、+1335、+1337、+1339、+1341、+1343、+1345、+1347、+1349、+1351、+1353、+1355、+1357、+1359、+1361、+1363、+1365、+1367、+1369、+1371、+1373、+1375、+1377、+1379、+1381、+1383、+1385、+1387、+1389、+1391、+1393、+1395、+1397、+1399、+1401、+1403、+1405、+1407、+1409、+1411、+1413、+1415、+1417、+1419、+1421、+1423、+1425、+1427、+1429、+1431、+1433、+1435、+1437、+1439、+1441、+1443、+1445、+1447、+1449、+1451、+1453、+1455、+1457、+1459、+1461、+1463、+1465、+1467、+1469、+1471、+1473、+1475、+1477、+1479、+1481、+1483、+1485、+1487、+1489、+1491、+1493、+1495、+1497、+1499、+1501、+1503、+1505、+1507、+1509、+1511、+1513、+1515、+1517、+1519、+1521、+1523、+1525、+1527、+1529、+1531、+1533、+1535、+1537、+1539、+1541、+1543、+1545、+1547、+1549、+1551、+1553、+1555、+1557、+1559、+1561、+1563、+1565、+1567、+1569、+1571、+1573、+1575、+1577、+1579、+1581、+1583、+1585、+1587、+1589、+1591、+1593、+1595、+1597、+1599、+1601、+1603、+1605、+1607、+1609、+1611、+1613、+1615、+1617、+1619、+1621、+1623、+1625、+1627、+1629、+1631、+1633、+1635、+1637、+1639、+1641、+1643、+1645、+1647、+1649、+1651、+1653、+1655、+1657、+1659、+1661、+1663、+1665、+1667、+1669、+1671、+1673、+1675、+1677、+1679、+1681、+1683、+1685、+1687、+1689、+1691、+1693、+1695、+1697、+1699、+1701、+1703、+1705、+1707、+1709、+1711、+1713、+1715、+1717、+1719、+1721、+1723、+1725、+1727、+1729、+1731、+1733、+1735、+1737、+1739、+1741、+1743、+1745、+1747、+1749、+1751、+1753、+1755、+1757、+1759、+1761、+1763、+1765、+1767、+1769、+1771、+1773、+1775、+1777、+1779、+1781、+1783、+1785、+1787、+1789、+1791、+1793、+1795、+1797、+1799、+1801、+1803、+1805、+1807、+1809、+1811、+1813、+1815、+1817、+1819、+1821、+1823、+1825、+1827、+1829、+1831、+1833、+1835、+1837、+1839、+1841、+1843、+1845、+1847、+1849、+1851、+1853、+1855、+1857、+1859、+1861、+1863、+1865、+1867、+1869、+1871、+1873、+1875、+1877、+1879、+1881、+1883、+1885、+1887、+1889、+1891、+1893、+1895、+1897、+1899、+1901、+1903、+1905、+1907、+1909、+1911、+1913、+1915、+1917、+1919、+1921、+1923、+1925、+1927、+1929、+1931、+1933、+1935、+1937、+1939、+1941、+1943、+1945、+1947、+1949、+1951、+1953、+1955、+1957、+1959、+1961、+1963、+1965、+1967、+1969、+1971、+1973、+1975、+1977、+1979、+1981、+1983、+1985、+1987、+1989、+1991、+1993、+1995、+1997、+1999、+2001、+2003、+2005、+2007、+2009、+2011、+2013、+2015、+2017、+2019、+2021、+2023、+2025、+2027、+2029、+2031、+2033、+2035、+2037、+2039、+2041、+2043、+2045、+2047、+2049、+2051、+2053、+2055、+2057、+2059、+2061、+2063、+2065、+2067、+2069、+2071、+2073、+2075、+2077、+2079、+2081、+2083、+2085、+2087、+2089、+2091、+2093、+2095、+2097、+2099、+2101、+2103、+2105、+2107、+2109、+2111、+2113、+2115、+2117、+2119、+2121、+2123、+2125、+2127、+2129、+2131、+2133、+2135、+2137、+2139、+2141、+2143、+2145、+2147、+2149、+2151、+2153、+2155、+2157、+2159、+2161、+2163、+2165、+2167、+2169、+2171、+2173、+2175、+2177、+2179、+2181、+2183、+2185、+2187、+2189、+2191、+2193、+2195、+2197、+2199、+2201、+2203、+2205、+2207、+2209、+2211、+2213、+2215、+2217、+2219、+2221、+2223、+2225、+2227、+2229、+2231、+2233、+2235、+2237、+2239、+2241、+2243、+2245、+2247、+2249、+2251、+2253、+2255、+2257、+2259、+2261、+2263、+2265、+2267、+2269、+2271、+2273、+2275、+2277、+2279、+2281、+2283、+2285、+2287、+2289、+2291、+2293、+2295、+2297、+2299、+2301、+2303、+2305、+2307、+2309、+2311、+2313、+2315、+2317、+2319、+2321、+2323、+2325、+2327、+2329、+2331、+2333、+2335、+2337、+2339、+2341、+2343、+2345、+2347、+2349、+2351、+2353、+2355、+2357、+2359、+2361、+2363、+2365、+2367、+2369、+2371、+2373、+2375、+2377、+2379、+2381、+2383、+2385、+2387、+2389、+2391、+2393、+2395、+2397、+2399、+2401、+2403、+2405、+2407、+2409、+2411、+2413、+2415、+2417、+2419、+2421、+2423、+2425、+2427、+2429、+2431、+2433、+2435、+2437、+2439、+2441、+2443、+2445、+2447、+2449、+2451、+2453、+2455、+2457、+2459、+2461、+2463、+2465、+2467、+2469、+2471、+2473、+2475、+2477、+2479、+2481、+2483、+2485、+2487、+2489、+2491、+2493、+2495、+2497、+2499、+2501、+2503、+2505、+2507、+2509、+2511、+2513、+2515、+2517、+2519、+2521、+2523、+2525、+2527、+2529、+2531、+2533、+2535、+2537、+2539、+2541、+2543、+2545、+2547、+2549、+2551、+2553、+2555、+2557、+2559、+2561、+2563、+2565、+2567、+2569、+2571、+2573、+2575、+2577、+2579、+2581、+2583、+2585、+2587、+2589、+2591、+2593、+2595、+2597、+2599、+2601、+2603、+2605、+2607、+2609、+2611、+2613、+2615、+2617、+2619、+2621、+2623、+2625、+2627、+2629、+2631、+2633、+2635、+2637、+2639、+2641、+2643、+2645、+2647、+2649、+2651、+2653、+2655、+2657、+2659、+2661、+2663、+2665、+2667、+2669、+2671、+2673、+2675、+2677、+2679、+2681、+2683、+2685、+2687、+2689、+2691、+2693、+2695、+2697、+2699、+2701、+2703、+2705、+2707、+2709、+2711、+2713、+2715、+2717、+2719、+2721、+2723、+2725、+2727、+2729、+2731、+2733、+2735、+2737、+2739、+2741、+2743、+2745、+2747、+2749、+2751、+2753、+2755、+2757、+2759、+2761、+2763、+2765、+2767、+2769、+2771、+2773、+2775、+2777、+2779、+2781、+2783、+2785、+2787、+2789、+2791、+2793、+2795、+2797、+2799、+2801、+2803、+2805、+2807、+2809、+2811、+2813、+2815、+2817、+2819、+2821、+2823、+2825、+2827、+2829、+2831、+2833、+2835、+2837、+2839、+2841、+2843、+2845、+2847、+2849、+2851、+2853、+2855、+2857、+2859、+2861、+2863、+2865、+2867、+2869、+2871、+2873、+2875、+2877、+2879、+2881、+2883、+2885、+2887、+2889、+2891、+2893、+2895、+2897、+2899、+2901、+2903、+2905、+2907、+2909、+2911、+2913、+2915、+2917、+2919、+2921、+2923、+2925、+2927、+2929、+2931、+2933、+2935、+2937、+2939、+2941、+2943、+2945、+2947、+2949、+2951、+2953、+2955、+2957、+2959、+2961、+2963、+2965、+2967、+2969、+2971、+2973、+2975、+2977、+2979、+2981、+2983、+2985、+2987、+2989、+2991、+2993、+2995、+2997、+2999、+3001、+3003、+3005、+3007、+3009、+3011、+3013、+3015、+3017、+3019、+3021、+3023、+3025、+3027、+3029、+3031、+3033、+3035、+3037、+3039、+3041、+3043、+3045、+3047、+3049、+3051、+3053、+3055、+3057、+3059、+3061、+3063、+3065、+3067、+3069、+3071、+3073、+3075、+3077、+3079、+3081、+3083、+3085、+3087、+3089、+3091、+3093、+3095、+3097、+3099、+3101、+3103、+3105、+3107、+3109、+3111、+3113、+3115、+3117、+3119、+3121、+3123、+3125、+3127、+3129、+3131、+3133、+3135、+3137、+3139、+3141、+3143、+3145、+3147、+3149、+3151、+3153、+3155、+3157、+3159、+3161、+3163、+3165、+3167、+3169、+3171、+3173、+3175、+3177、+3179、+3181、+3183、+3185、+3187、+3189、+3191、+3193、+3195、+3197、+3199、+3201、+3203、+3205、+3207、+3209、+3211、+3213、+3215、+3217、+3219、+3221、+3223、+3225、+3227、+3229、+3231、+3233、+3235、+3237、+3239、+3241、+3243、+3245、+3247、+3249、+3251、+3253、+3255、+3257、+3259、+3261、+3263、+3265、+3267、+3269、+3271、+3273、+3275、+3277、+3279、+3281、+3283、+3285、+3287、+3289、+3291、+3293、+3295、+3297、+3299、+3301、+3303、+3305、+3307、+3309、+3311、+3313、+3315、+3317、+3319、+3321、+3323、+3325、+3327、+3329、+3331、+3333、+3335、+3337、+3339、+3341、+3343、+3345、+3347、+3349、+3351、+3353、+3355、+3357、+3359、+3361、+3363、+3365、+3367、+3369、+3371、+3373、+3375、+3377、+3379、+3381、+3383、+3385、+3387、+3389、+3391、+3393、+3395、+3397、+3399、+3401、+3403、+3405、+3407、+3409、+3411、+3413、+3415、+3417、+3419、+3421、+3423、+3425、+3427、+3429、+3431、+3433、+3435、+3437、+3439、+3441、+3443、+3445、+3447、+3449、+3451、+3453、+3455、+3457、+3459、+3461、+3463、+3465、+3467、+3469、+3471、+3473、+3475、+3477、+3479、+3481、+3483、+3485、+3487、+3489、+3491、+3493、+3495、+3497、+3499、+350

(圆) 通过灼热的镁粉生成 不应灼烧镁粉。

(猿) 不能 因为碱石灰除干燥空气外 还要吸收空气中 而浓硫酸只能吸收水而不能吸收 。

(源) 大于

评注摇本题通过设计实验方案探究 的实验室制法及相关问题 解答好此类题目的关键是在掌握基础知识的前提下 要会举一反三 培养自己的迁移、运用能力。



高考题

例 1 (1995 年京、皖、内蒙古春季卷) 关于氮族元素(用 代表)的下列叙述正确的是(摇摇)。

粤 最高化合价是 缘

月 氢化物的通式为 砸匀₃

悦 非金属性由上到下递增

阅 其含氧酸均为一元强酸

解析摇 氮的氢化物为 不符合 式; 非金属性由上到下递减; 含氧酸不一定全都为一元酸, 如 为三元酸。

答案摇 粤

评注摇 本题主要考查氮族元素的性质及递变规律, 只有扎扎实实地掌握好基础知识, 才能理清氮及其化合物间的联系和规律, 从而顺利解答此题。

例 2 (1995 年全国卷) 1989 年曾报道合成和分离了含高能量的正离子 的化合物 云, 下列叙述错误的是(摇摇)。

粤 共有 猿 个核外电子

月 中氮—氮原子间以共用电子对结合

悦 化合物 中 的化合价为 垣 员

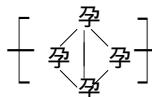
阅 化合物 中 云的化合价为 原 员

解析摇 从化合物的化学式及 为出发点, 的化合价为 垣 员, 则 共有电子数 缘 伊 苑 原 员 越 猿, 其中 氮原子间以共用电子对相结合。云元素的非金属性最强, 无正化合价, 在化合物中只有 原 员 价, 所以在 中 的价态只能为 垣 员 价。

答案摇 悦

评注摇 本题通过设置新情境, 考查核外电子、共价键、化合价等基本概念。解决此题的关键在于理解信息的同时, 积极联系平时所学的基础知识, 突破难点。

例 3 (1995 年全国理综卷) 有一种磷的结构式是



有关它的下列叙述不正确的是(摇摇)。

粤 完全燃烧时的产物是 孕₂韵₅

月 不溶于水

悦 它在常温下呈固态

阅 它与白磷互为同分异构体

解析摇 在题干中绘制了红磷的结构, 由于在中学教材中没有给出红磷的结构图, 所以出题时写成“有一种

磷的结构”, 这样的表述并不影响对下面选项所提问题的解答。

选项 粤 是考查学生对磷的化学性质的掌握。不管是白磷还是红磷, 当在空气中完全燃烧时, 产物都是 孕₂韵₅。

选项 月 和选项 悦 是考查磷的物理性质。白磷、红磷或其他磷的同素异形体都不溶于水, 在常温下也都是固态的。这些描述都是正确的。

选项 阅 指出这种磷与白磷是同分异构体, 此项有一定的迷惑性, 其原因在于一些学生容易把同分异构体与同素异形体这两个概念互相混淆, 这种磷与白磷是同素异形体, 不是同分异构体, 所以提法不正确。

答案摇 阅

评注摇 本题考查同素异形体的概念及磷元素的性质。解题的关键是理解同素异形体的概念, 根据题给信息推断题给物质应为白磷的一种同素异形体, 然后结合磷单质的性质即可得出答案。



第一节同步测试

教材基础知识针对性训练 ● ● ●

一、选择题。

1 氮族元素(砸) 随着核电荷数的增加, 递变规律正确的是(摇摇)。

粤 金属性逐渐增强 摇摇 月 稳定性逐渐增强

悦 熔点逐渐升高 摇摇 阅 单质的密度增大

2 下列氧化物中不是酸酐的是(摇摇)。

粤 孕₂韵₅ 摇摇 月 孕₂韵₃ 摇摇 悦 孕₂韵₄ 摇摇 阅 孕₂韵₂

3 在体积固定的密闭容器中, 通入 葬 孕₂韵₅ 和 遭 孕₂韵₃, 反应后容器中氮原子和氧原子之比为(摇摇)。

粤 葬 遭 摇摇 月 葬 遭 摇摇 悦 葬 遭 摇摇 阅 葬 遭

4 在标准状况下, 把盛满 孕₂韵₅ 的大试管倒扣在盛水的水槽中, 充分吸收后, 试管内溶液的物质的量浓度为(摇摇)。

粤 1/22.4 摩尔/升 摇摇 月 1/11.2 摩尔/升

悦 1/11.2 摩尔/升 摇摇 阅 1/22.4 摩尔/升

5 氮气的化学性质比较稳定的原因是(摇摇)。

粤 分子中两个氮原子间以共价键结合

月 分子中两个氮原子间键能很大

悦 分子是直线型的

阅 氮原子失电子比较难

6 在 孕₂韵₅ 被水吸收的反应中, 发生还原反应和发生氧化反应的物质, 其质量比为(摇摇)。

粤 猿 员 摇摇 月 猿 猿 摇摇 悦 猿 圆 摇摇 阅 猿 猿

7 下列用途中, 应用了氮气性质的不活泼性的是(摇摇)。

粤 金属焊接时用氮气做保护气 和 氩气充填灯泡

月 用于合成氨

悦 工业以氮气为原料之一制硝酸

阅 用来做粮食和水果的保护气

8 下列化学反应中起固定氮作用的是(摇摇)。

粤 孕₂韵₅ 和 匀₂ 在一定条件下合成 孕₂韵₃

月 孕₂韵₅ 和 孕₂韵₃ 反应生成 孕₂韵₅

悦₁催化氧化成₂

阅₁制取₂

9 捷₁为₂早₃的氨水,质量分数为₄,该氨水用等体积的水稀释后,所得溶液的质量分数(摇摇)。

粤₁于₂

月₁于₂

悦₁于₂

阅₁无法确定

10 捷₁等三位教授最早提出₂分子在人体内有独特功能,近年来在此领域研究有很大进展,因此这三位教授荣获₃年诺贝尔医学及生理学奖。关于₂的下列叙述不正确的是(摇摇)。

粤₁可以是某些含低价氮物质氧化的产物

月₁不是亚硝酸的酸酐

悦₁可以是某些含高价氮物质还原的产物

阅₁是红棕色气体

11 援₁下关于₂的说法中错误的是(摇摇)。

粤₁价电子结构与₂很相似

月₁不能被植物直接利用

悦₁能与碱金属反应

阅₁与₂、悦₁互等为等电子体

12 捷₁报道,日本科技工作者试制成功了液氮动力车,行驶时速₂,行驶里程达₃,下列说法不正确的是(摇摇)。

粤₁液氮动力车的工作原理是:氮气在氧气中燃烧放出能量

月₁液氮动力车比电动车更安全

悦₁液氮动力车的工作原理是:液氮转化为氮气时体积膨胀而做功

阅₁液氮动力车排出氮气而不产生任何公害,有利于保护环境

13 捷₁北京在申办₂年奥运会时提出了“科技奥运,人才奥运,绿色奥运”的口号,为了把₂年奥运会办成“绿色奥运”,下列做法不可取的是(摇摇)。

粤₁关闭所有工厂

月₁天然气逐步取代民用燃煤

悦₁提高污水处理率

阅₁降低机动车辆的尾气污染

14 捷₁在₂中燃烧生成两种化合物,其混合物蒸气的密度是同温同压下氢气密度的₃倍,则₂与₃的物质的量之比是(摇摇)。

粤₁缘

月₁项

悦₁项

阅₁项

15 捷₁常见的污染物可分为一次污染物和二次污染物。二次污染物是排入环境中的一次污染物在物理、化学因素或微生物作用下,发生变化所生成的新污染物。如反应₂中,越₃中,₄为二次污染物,则①₅,②₆,③₇三种气体中能生成二次污染物的是(摇摇)。

粤₁有①②

月₁有②③

悦₁有①③

阅₁全部都是

二、填空题。

1 捷₁元素的最高价氧化物为₂,该元素的气态氢化物中氢的质量分数₃,已知该元素原子的原子核内中子数比核外电子数多₄,试推断:

(员)该元素的名称是_____,在元素周期表中的位置

是_____。

(圆)该元素的最高价氧化物对应水化物的酸性强弱与同周期元素最高价含氧酸的比较应为_____。(写化学式)

2 捷₁的₂是大气污染物之一,目前,有一种治理方法是在₃左右有催化剂存在条件下,用₄将₂或₂还原为₅和₆,请写出₄在上述条件下分别将₂、₂还原成₅和₆的化学方程式:

_____。

三、推断题。

月₁是我国研制的一种闪烁晶体材料,是锗酸铋的简称。已知①月₂中锗处于最高价态,②月₂中铋的价态与铋跟氯形成某种共价氯化物时所呈价态相同,在此氯化物中铋最外层达₃电子结构,③月₂可看做由锗和铋的氧化物形成的复杂氧化物,且在月₂中两种氧化物含氧量相同。请填空:

(员)锗和铋的元素符号分别为_____、_____。

(圆)月₂的化学式为_____。

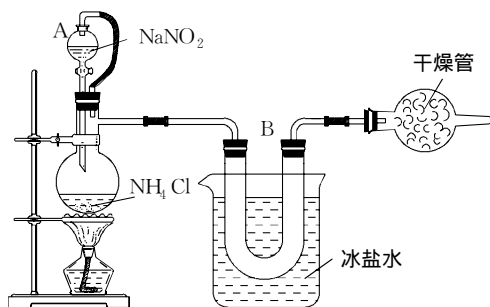
(猿)月₂中所含铋氧化物的化学式为_____。

四、实验题。

1 捷₁实验室常用饱和₂溶液与₃溶液反应制取纯净的₄,反应的化学方程式为:



实验装置如图₂所示,请回答:



图₂ 员野

(员)装置中粤部分的分液漏斗与蒸馏烧瓶之间连接的导管的作用是(摇摇)。

粤₁防止饱和₂溶液蒸发

月₁保证装置不漏气

悦₁使漏斗中液体易流下

(圆)月₂装置的作用是(摇摇)。

粤₁凝摇摇月₂却₃摇摇悦₄冲₅气流

(猿)开始实验前必须进行的一步操作是_____。加热片刻后,应移去酒精灯,以防反应物冲出,其原因是_____。

(源)收集₄前必须进行的步骤是_____。

(用文字说明)

(缘)收集₄最好用_____方法。(填写代号)

粤₁气法摇摇月₂水法

悦₁直接收集到球胆或塑料袋中

2 捷₁某学生设计了一套验证物质的化学性质的实验装置(如图₂所示),请回答下列问题。

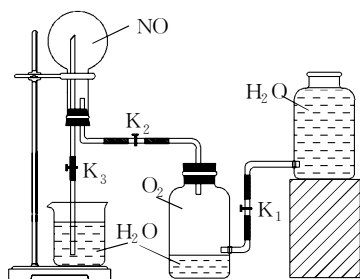


图 员 野 缘

- (员)该实验的目的是：_____。
- (圆)该实验的原理是_____。(用化学方程式表示)
- (猿)实验用品 实验仪器除铁架台(带铁头)、储气瓶(两个)、直管活塞(远、远)、止水夹(远)、橡皮管、橡皮塞以及若干玻璃管连件外,还有_____,实验所用试剂为_____。

(源)实验步骤：

- ① 按图连接好仪器；
- ② 扭开活塞 远 和 远,主要现象为_____。
- ③ 关闭活塞 远 和 远,打开止水夹 远,可能产生的现象为_____。

五、计算题。

摇摇将一盛满 源皂皂皂和 韵的混合气体的大试管倒立于水槽中,水面上升,混合气体体积减少了 $\frac{缘}{远}$ 后不再变化,这时又向倒立的试管中通入 员皂皂皂,最后试管内仍残留 圆皂皂皂无色气体,试回答：

(员)残留气体是什么？

(圆)原混合气体中 皂皂皂和 韵体积各多少？

探究应用拓展性训练 ●●●

一、学科内综合题。

- 1援在一定条件下,皂皂皂和 韵很容易发生反应生成 皂皂皂和 韵(气体),该反应为不可逆反应。现将 皂皂皂和 韵混合气体通入容积为 员皂皂皂的密闭容器中,充满后用带有导管的塞子密封,再向其中通入 韵,使反应发生。(忽略 皂皂皂向 皂皂皂的转化)
- (员)欲保持容器中压强不变,则通入氧气的体积 灾皂皂皂的大小范围为_____。
- (圆)若要使最后容器中只含有 皂皂皂和 韵两种气体,则需通入 韵体积为_____皂皂皂。
- (猿)若向容器中通入 源皂皂皂,后才开始出现红棕色,且不再褪色,则原混合气体中 皂皂皂的体积为_____皂皂皂。
- 2援在 愿皂皂皂 员皂皂皂 野 缘 下,用如图 员 野 缘 所示的装置进行如下实验:粤、悦两筒分别装有无色气体,它们可能含 皂皂皂, 韵, 皂皂皂, 匀皂皂皂, 悦皂皂皂等气体。月管内装有固体。推动 粤的活塞使筒中的气体缓缓地全部通过 月后进入 悦筒,悦中的气体由无色变成红棕色,但换算成同温同压下的体积却并未变化。

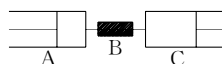


图 员 野 缘

- (员)悦中发生反应的化学方程式是_____。
- 已知原 悦中的气体是单一气体,它是_____ (若有多种可能的答案,一一列出)。将反应后 悦筒中的气体用水充分吸收,在同温同压下,气体体积减少一半,则与水反应前 悦中的气体是_____ (若有多种可能的答案,一一列出)。
- (圆)若实验开始前 粤、悦中气体的体积(换算成标准状况)分别为 员皂皂皂和 圆皂皂皂,且 粤中的气体经过 月管后,月管增重了 员皂皂皂,早通过计算和推理可判定 粤中的气体是_____,其质量为_____皂 (不必写出计算和推理过程)。

二、信息题。

1援已知磷酸分子 $\left[\begin{array}{cc} \text{匀原韵} & \text{韵原匀} \\ & \diagup \quad \diagdown \\ & \text{孕} \\ & \diagdown \quad \diagup \\ \text{匀原韵} & \text{韵} \end{array} \right]$ 中的三个氢原子都

可以跟重水 阅韵中的 阅原子发生交换,又知次磷酸(匀孕韵)也可以跟 阅韵中的 阅原子交换,但次磷酸钠却不再能跟 阅韵中的 阅原子发生交换。根据以上信息推断 匀孕韵的分子结构。

2援已知硫和氧同族,性质相似,请用化学方程式解释下列实验现象。

- (员)悦和 皂皂皂溶液一起振荡,水溶液由无色变为有色；
- (圆)孕皂皂皂溶于 远皂皂皂溶液中；
- (猿)皂皂皂溶液中加稀 匀悦产生浅黄色的沉淀。

三、综合应用题。

- 1援在新疆和青海两省交界处,有一狭长山谷,每当牧民和牲畜进入后,风和日丽的晴天顷刻间电闪雷鸣,人畜遭雷击而倒毙。奇怪的是这里牧草茂盛,四季常青,被当地牧民称为“魔鬼谷”。据载:最近地质工作者揭开了“魔鬼谷”之谜——该地地表浅层处有一巨大磁铁矿,当人畜进入后形成尖端放电,请用化学方程式表示“魔鬼谷”牧草茂盛、四季常青的原因。
- 2援已知脊椎动物的骨骼中含有磷,以下是测定动物骨灰中磷元素含量的实验方法。称取其动物骨灰样品 圆皂皂皂,用硝酸处理,使磷转化为磷酸根,再加入某试剂,使磷酸根又转化为沉淀,沉淀经灼烧后得组成为 孕配皂皂皂的固体(其相对分子质量以 猿远伊元计) 圆皂皂皂,试由上述数据计算该骨灰样品中磷的质量分数。(磷的相对原子质量为 猿远)
- 3援大气中含有 苑皂皂皂(体积分数)的 皂皂皂,请运用学过的知识回答下列问题：
- (员)皂皂皂的化学性质为什么较稳定？
- (圆)豆科作物为什么可以不施或少施氮肥？
- (猿)“雷雨发庄稼”的化学依据是什么？



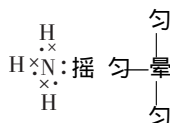
第二节 氨和铵盐



基础知识归纳

1 氨的结构

氨的化学式为 NH_3 ，在分子中，氮与氢以极性共价键相结合。



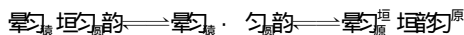
经实验测定，氨分子的结构呈三角锥形。

2 氨的物理性质

无色而有刺激性气味的气体，密度比空气小，易液化，极易溶于水。

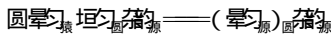
3 氨的化学性质

① 与水的反应



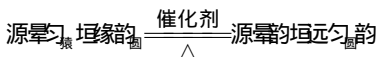
NH_3 是唯一能使红色石蕊试纸变蓝的气体，常用此性质检验 NH_3 。

② 与酸反应



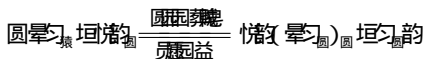
NH_3 遇易挥发的浓酸(浓盐酸、浓硝酸)时可形成白烟。

③ 与酸反应



此反应为硝酸工业的基础。

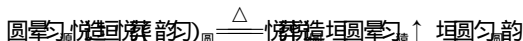
④ 与二氧化碳反应制尿素



4 氨的制法

① 实验室制法

实验室用铵盐与碱共热制取氨气，化学反应方程式为：



(1) 装置：发生装置同制氧气装置；

(2) 收集方法：向下排空气法；

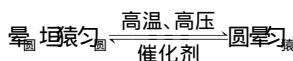
(3) 检验：用润湿的红色石蕊试纸检验变蓝，或用蘸有浓盐酸的玻璃棒检验，产生白烟。

(4) 干燥：不能用浓硫酸、 P_2O_5 和浓 H_2SO_4 做干燥剂，因为 P_2O_5 与 NH_3 反应生成 HPO_3 ， H_2SO_4 能与 NH_3 反应生成磷酸盐，浓 H_2SO_4 与 NH_3 反应生成

(NH_4) $_2\text{SO}_4$ 。通常用碱石灰做干燥剂。

② 工业制法

工业上以水、煤和空气为原料制取氨气，其化学反应方程式为：



5 铵盐

① 结构

铵盐是由铵根离子和酸的阴离子构成的盐。在 NH_4^+ 中存在着共价键和配位键，形成铵盐离子的元素可以都是非金属元素，但铵盐属于离子晶体。在铵盐中存在的化学键有离子键、共价键、配位键。

② 物理性质

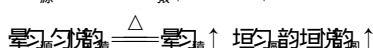
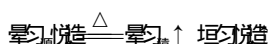
白色晶体，易溶于水。

③ 化学性质

(1) 与碱反应：



(2) 受热分解：



NH_4NO_3 易发生爆炸，因此当硝酸铵结块时不能用铁锤去撞击。



重点知识讲解

1 实验室制 NH_3 要注意的问题

(1) 制氨气所用的铵盐不能用硝酸铵、碳酸铵，因其产物复杂。

(2) 消石灰不能用 NH_4Cl 、 NH_4NO_3 代替，因易潮解，且对玻璃有较强的腐蚀性，易板结。

(3) 多余的氨要吸收掉(可在导管口放一团用水或稀盐酸浸湿的棉花球)避免污染空气。

(4) 氨的干燥剂不能用浓硫酸、无水 CaCl_2 和 P_2O_5 等。

(5) NH_3 极易溶于水，在制备和收集过程中应尽可能地不与水接触。

(6) 在实验室中也可以将生石灰加到浓氨水中制氨气。

2 有关喷泉实验的说明

① 实验原理

利用气体极易被一种液体吸收而形成足够大的压强差，使气体容器(烧瓶)内压强降低，外界大气压把液体压

入气体容器内,在玻璃导管尖嘴处形成美丽的“喷泉”。

- ②成功的关键
 - (员)气体在吸收液中被吸收得既快又多;
 - (圆)装置的气密性要好;
 - (猿)烧瓶内气体的纯度要大。

3. 氨的检验

- ①原理
$$NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$$
- ②操作

取少许待检物于试管中,加入浓盐酸溶液并加热,把湿润的红色石蕊试纸放在试管口附近,若试纸变蓝,则待检物中含氨。注意:检验氨的关键步骤是加热,因当溶液中氨浓度不大时,加入浓盐酸溶液后,若不加热,会发生反应 $NH_3 + HCl \rightarrow NH_4Cl$,生成一水合氨,而放不出氨,从而得出错误的结论。

4. 铵盐作为氮肥在贮存施肥时应注意的问题

- (员)由于铵盐易分解,贮存时应密封包装并放在阴凉通风处。
- (圆)铵盐易溶于水,故贮存时应防止雨水淋湿。
- (猿)铵盐遇碱会反应放出氨气,故在贮存和施用时应注意与碱性物质(如草木灰)隔离。
- (源)铵盐在施肥时应埋在土下并及时浇水,以保证肥效。

易混知识辨析

1. 有关氨水的几个问题

- (员)氨气或液氨溶于水得氨水,氨水的密度比水小,并且氨水越浓密度越小,计算氨水浓度时,溶质是氨,而不是氨水。
- (圆)氨水是弱电解质溶液,但电解质是氨,不是水。
- (猿)涉及氨水的离子方程式的书写。
 - ①氨水做反应物,用分子式氨表示。
 - 如: $2NH_3 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4$
 - ②生成氨水时,如使用的反应物为浓溶液或在加热条件下,写成氨和水。即: $NH_4Cl + NaOH \xrightarrow{\Delta} NH_3 \uparrow + H_2O$
 - ③生成氨水时,如使用的反应物为稀溶液且不加热,写成氨水。即: $NH_4Cl + NaOH \rightarrow NH_3 \cdot H_2O$

2. 氨水与液氨、一水合氨的比较

	氨水	液氨	一水合氨
化学式	—	NH_3	$NH_3 \cdot H_2O$
分类	混合物	纯净物 (非电解质)	纯净物 (电解质)
成分	NH_3 , H_2O , NH_4^+ , OH^- , $NH_3 \cdot H_2O$ 及少量 H^+	NH_3	$NH_3 \cdot H_2O$

3. 氨与铵的比较

	氨	铵
结构	三角锥形	正四面体型
存在	单独存在	只能存在于氨水或铵盐中
电性	电中性	带一个单位正电荷
性质	气态,可与水或酸反应	可与碱反应

典型例题

- 例1 下列混合物可用加热方法分离的是()。
- 碘和氯化铵、高锰酸钾与二氧化锰、硫酸钾与氯酸钾、氯化铵与氯化钡
- 解析:选项碘受热升华,氯化铵受热分解生成氨和氯化氢,冷却时碘蒸气变成固态碘,而降温时氨和氯化氢又变成固体氯化铵,两者无法分开。选项,硫酸钾受热不变化,氯酸钾受热分解生成氯化钾和氧气。选项,氯化铵虽然受热能分解,但产物中含氯化氢。
- 答案:碘和氯化铵
- 评注:由性质判断现象,现象反应性质,从而确定分离方法。
- 例2 磷和氮在元素周期表中处于同一主族,它们对应的化合物在结构和性质上有许多相似之处。下列对化合物的描述正确的是()。
- 磷是一种共价化合物,磷和热时稳定,不分解,磷不与浓硝酸溶液发生反应,磷易溶于水。
- 解析:磷和氮都是VA族元素,它们化合物的组成和性质应有相似之处。磷与氮相似,磷和氧形成的是离子化合物,则磷可看做磷和氧形成的离子化合物,磷溶于水,电离出的磷与氧生成磷酸沉淀;磷受热分解生成氨和氯化氢,磷受热易分解为磷和氯化氢,还能继续分解生成氨和磷,磷易溶于水,磷也易溶于水。
- 答案:磷
- 评注:在解题过程中,当接触到一个难以解决的陌生问题时,思维不应停留在原问题上,而应将原问题转化为另一个比较熟悉的易解决的问题,通过对熟悉的问题的解决达到解决与其有相似性的陌生问题的目的。本题中磷是一种未学过的陌生物质,但根据题中的信息可得:磷的结构和性质应与氮相似,由此即可解题。
- 例3 实验室制氨气通常有下列三种方法:①用固体氢氧化钙和氯化铵反应,装置同课本() ;②在试管中装入碳酸氢铵固体,再加入氢氧化钠固体(使碳酸氢铵稍过量)常温下即能产生氨气,装置如图员所示;③在锥形瓶中注入浓氨水,再加入氢氧化钠固体,装置如图员

甄乙所示。用上述三种方法分别制取氨气,请填空:

(员)写出②法制氨气的方程式:_____
此法的优点是_____,缺点是_____。

(圆)说明③法制取氨气的原理:_____
为什么此法不用加热?_____。

(猿)检验氨气已收集满的方法是_____。

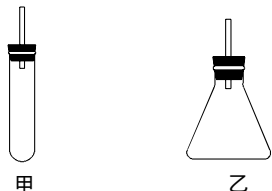


图 1 甄乙

解析:制备氨气的方法是利用铵盐与碱反应,本题是围绕这一制取原理而从不同的方面讨论了氨气的性质,从而证明了氨气是一种碱性气体。

答案: (员) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaOH} \xrightarrow{\Delta} \text{NH}_3 \uparrow + \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$;
装置简单,无需加热;

使用强碱 NaOH 对玻璃腐蚀作用大

(圆)浓氨水具有挥发性,加入 NaOH 固体后吸水,使氨水浓度更大, NaOH 固体溶解时又放热,使氨水溶液温度升高,氨溶解度减小而有大量氨气逸出

(猿)检验方法有①用湿润的红色石蕊试纸靠近瓶口,试纸变蓝说明已满,②用蘸有浓盐酸的玻璃棒接近集气瓶口冒白烟,表明氨气已满

评注:化学是一门以实验为基础的学科,学生的实验方案评价能力是化学实验能力的重要组成部分,近几年高考试题加强了对实验能力的考查。实验方案的设计和对一套既定方案的评价能较好地展示学生的实践能力和创新精神,所以对此类题目要多加关注,切实提高自己的应试能力和思维敏捷性。

例 4 有元素 粤,它的气态氢化物 月的分子中共有 10 个电子。月极易溶于水,其水溶液可使酚酞变红,月经过催化氧化生成氧化物 悦,悦在空气中氧化生成 阅,悦和 阅等物质的量混合被氢氧化钠溶液吸收生成 耘的溶液。阅被 耘吸收则生成 耘和 云的溶液,而 悦不能单独被 耘吸收,阅被水吸收时生成 悦和酸 郎,把 云加热则分解为 耘和气体 匀,匀可以使带火星的木条复燃。

(员)写出 粤元素符号及 月、悦、阅、耘、云、郎、匀的化学式;

(圆)写出上述变化的七个化学方程式。

解析:由 月为含 10 个电子的氢化物,且极易溶于水可知,月为 NH_3 ;由 匀可以使带火星的木条复燃可推知,匀为 O_2 。

答案: (员) 粤: N , 月: NH_3 , 悦: NO , 阅: NO_2 ,

耘: HNO_3 , 云: HNO_2 , 郎: HNO , 匀: O_2 。

(圆) $\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{NO} \xrightarrow{\Delta} \text{NO}_2 \xrightarrow{\text{H}_2\text{O}} \text{HNO}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{HNO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{NO} \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

源: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\text{催化剂}} \text{NO} \xrightarrow{\Delta} \text{NO}_2 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

圆: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

猿: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

源: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

缘: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

猿: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

圆: $\text{NH}_3 \xrightarrow{\Delta} \text{N}_2$

例 5 从物质 粤(某正盐)的水溶液出发有如图 1 所示的一系列变化。

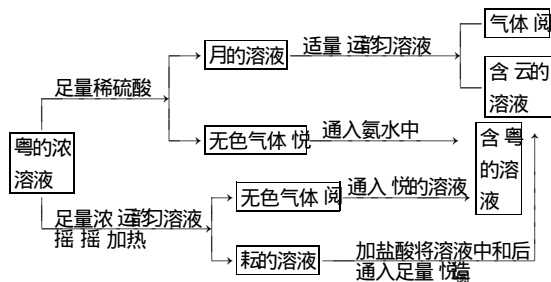


图 2 甄乙

解析:由 粤可跟酸反应,又可跟碱反应,且 粤为正盐可知, 粤为弱酸弱碱盐,此解本题的突破口。

答案: 粤: $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 月: $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$, 悦: CO_2 , 阅: NH_3 , 耘: H_2CO_3 , 云: H_2CO_3 。

评注:这是一道推断物质的框图题,主要考查学生分析推理的能力,要求学生熟练掌握有关物质的性质及特殊离子的检验方法等。

例 6 在实验室里可按图 1 所示的装置来干燥和收集气体 厄,多余的气体可用水来吸收,则 厄是()。

粤: H_2 , 悦: NH_3 , 耘: CO_2 , 云: H_2O , 郎: H_2O , 匀: H_2O 。

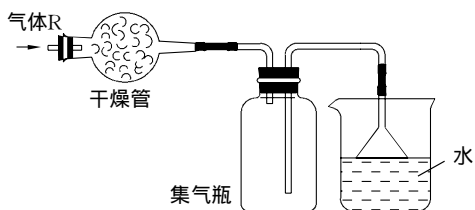


图 3 甄乙

解析:从图示装置可以看出,此气体须满足 3 个条件:①可用固体干燥剂干燥;②可用排空气法收集;③气体密度比空气小;④多余的气体能用水吸收。

答案: 阅

评注:本题极易错选 粤,原因是错误地理解了收集装置为向上排气装置,其实并非瓶口向上就是向上排气装置,还要看长管与短管的进出气方向。此装置若是短进长出,则收集密度比空气小的气体;若长进短出,则收集密度比空气大的气体。

例 7 对于 员包 猿的氨水,下列叙述正确的是()。

(忽略溶液混合时的体积变化)

粤:将标准状况下 1 体积氨气溶于水配成 员包 猿溶液,即可得 员包 猿的氨水

月:员包 猿的氨水的质量分数小于 员包 猿

悦:员包 猿的氨水与水等质量混合后,所得氨水的物质的量浓度大于 员包 猿

阅:将 员包 猿的氨水与 猿包 猿的氨水等质量混合后,所得氨水的物质的量浓度为 圆包 猿

解析:选项 粤,由于氨水中的溶质即为溶入的氨气,而标准状况下的 1 体积氨气为 员包 猿,因此将 员包 猿

氨溶于水配成的氨溶液的物质的量浓度为 $\frac{1}{17}$ mol/L,故选项月,因为氨水的密度小于 $\frac{1}{17}$ mol/L,故选项悦。

选项悦,若将 $\frac{1}{17}$ mol/L 的氨水与水等体积混合,所得氨水的浓度为 $\frac{1}{34}$ mol/L,由于氨水的密度比水小,因此相同质量的水的体积比氨水小,故等质量混合后所得氨水的物质的量浓度大于 $\frac{1}{34}$ mol/L。

选项阅,因氨水的浓度越大,其密度越小,则等质量混合时,浓氨水所占体积比稀氨水大,故所得氨水的物质的量浓度大于 $\frac{1}{34}$ mol/L。

答案:摇、粤、悦。

评注:摇计算氨水的质量分数时应注意,溶质为 NH_3 ,且氨水的浓度越大,密度越小。



教材例题习题的变形题

例1 (讨论)如何用实验来证明某白色固体是铵盐?

解析:铵盐与碱混合后加热可以产生氨气,此性质为铵盐的通性。氨气溶于水显碱性,可使湿润的红色石蕊试纸变蓝(常见气体中唯一的一种),因此,可用此法对氨气进行检验。

答案:取白色固体少许,与浓氢氧化钠混合加热,若产生能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体,证明原白色固体为铵盐。

例2 (计算)一定量的 NH_4Cl 与足量生石灰混合加热,可制取标准状况下的氨气 11.2 L ,则需 NH_4Cl 多少克?

解析:设需 NH_4Cl 质量为 x 。



答:需 NH_4Cl 17.5 g。

答案:摇、需 NH_4Cl 17.5 g。



学科内综合题

例1 根据图1所示变化进行推断。

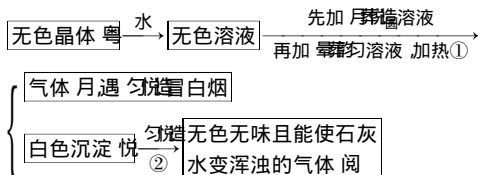


图1 推断

已知强热产生的气态物质的平均相对分子质量为 44 。

(1) 推断: 晶, 液, 气, 固 的化学式: 晶: Na_2CO_3 , 液: Na_2CO_3 , 气: CO_2 。

(2) 写出①②变化的离子反应方程式。

解析: 由变化后的产物的性质可推知 晶为 Na_2CO_3 , 液为 Na_2CO_3 沉淀, 说明 晶中含有 Na^+ 和 CO_3^{2-} , 但 Na_2CO_3 和 NaHCO_3 中都含有这两种离子。又根

据 强热产生的气态物质的平均相对分子质量为 44 可推知应是 CO_2 , 而不是 SO_2 。因为

CO_2 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -393.5\text{ kJ/mol}$, SO_2 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -296.8\text{ kJ/mol}$, 气体平均相对分子质量为 $\frac{44}{29.68} = 1.48$, $\frac{64}{39.35} = 1.63$, 而

CO_2 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -393.5\text{ kJ/mol}$, SO_2 的 $\Delta_r H_m^\ominus = -296.8\text{ kJ/mol}$, 气体平均相对分子质量为 $\frac{44}{29.68} = 1.48$, $\frac{64}{39.35} = 1.63$ 。

答案: 摇、(晶) Na_2CO_3 , (液) Na_2CO_3 。

(晶) Na_2CO_3 , (液) Na_2CO_3 , (气) CO_2 。

(晶) Na_2CO_3 , (液) Na_2CO_3 。

例2 有一瓶白色固体,取少量置于试管中加热,固体逐渐消失,放出水蒸气和其他两种气体,试管内除管口有少量水珠外,没有任何残留物。取该固体跟过量的碱反应,生成一种能使湿润的红色石蕊试纸变蓝的气体,此气体正好能和浓盐酸反应,完成反应。另取该固体与足量浓硫酸反应,放出一无色无臭的气体,此气体通入足量的澄清石灰水,得到白色沉淀。

(1) 计算该固体中含有的阴离子和阳离子的物质的量。

(2) 根据实验及计算结果确定白色固体是什么。

解析: (1) 固体与碱共热反应时放出使红色石蕊试纸变蓝的气体,证明有 NH_4^+ 存在,固体与酸反应产生能使石灰水变浑浊的无色无臭气体,证明含 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- ,且 CO_3^{2-} 或 HCO_3^- 越热越易分解,越热越易分解,越热越易分解。

(2) 固体加热分解后,试管内没有任何残留物且生成物除水蒸气以外只有两种气体,说明该固体不含任何固体金属离子和其他酸根离子。则该固体可能是 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 或 NH_4HCO_3 。

答案: 摇、(晶) CO_2 , (液) CO_2 , (气) CO_2 。

(晶) 固体是 $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 与 NH_4HCO_3 的混合物。

评注: (晶) NH_4HCO_3 被 NH_3 完全吸收的反应方程式为 $\text{NH}_4\text{HCO}_3 + \text{NH}_3 = (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, 故有等式 CO_2 越热越易分解,越热越易分解,越热越易分解。

(晶) 在第(2)问确定白色固体存在的依据中运用了“平均值法”的原理。



综合应用题

例 摇碳酸铵 $[(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}]$ 是一种白色晶体,在空气中逐渐失氨而成碳酸氢铵,在 60°C 时分解为 NH_3 和 CO_2 。

现有一包碳酸铵样品,为确定它的成分,进行以下实验:

① 取样品 10.0 g 加热,样品全部分解为气体 NH_3 ;

② 将气体 NH_3 通过盛有浓硫酸的洗气瓶,由洗气瓶导出的气体再通过装有足量 NaOH 的干燥管,从干燥管中导出的气体体积为 1.12 L (标准状况);

粤①③④

悦①③⑤

月②③④

阅②③⑤

8. 氨与酸反应生成铵盐的反应实质是(摇摇)。

粤氨极易溶于水

月氨具有碱性

悦氨分子是共价分子

阅氨分子结合形成铵离子

9. 在标准状况下,在三个干燥的烧瓶内分别装有:干燥纯净的 晕,含一半空气的氯化氢气体、晕和 韵的混合气体[灾 晕(韵)颐灾 韵]越 韵。分别做喷泉实验,三个烧瓶中所得溶液的物质的量浓度之比为(摇摇)。

粤 韵颐 韵颐 韵

月 韵颐 韵颐 源

悦 韵颐 韵颐 员

阅无法确定

10. 下列有关氨的说法不正确的是(摇摇)。

粤 晕是 源核 员电子的极性分子,三角锥形,具有还原性

月 晕极易溶于水,可做喷泉实验,氨气易液化,液氨可用做制冷剂

悦 氨气是非电解质,氨水是电解质

阅 蘸有浓盐酸的玻璃棒遇氨气可产生白烟

11. 用加热方法可分离的一组物质是(摇摇)。

粤 氯化铵和消石灰

月 碳酸铵和过氧化钠

悦 碘和食盐

阅 硝酸铵和硫酸钠

12. 已知 图 氨水的密度为 图 早 粤 缘 氨水的密度为 图 早 粤 若将上述两种溶液等体积混合,所得氨水溶液的质量分数是(摇摇)。

粤 等于 员 缘

月 大于 员 缘

悦 小于 员 缘

阅 无法确定

13. 曾 含有(晕) 韵, 晕 晕 的混合溶液,加入 葬 晕 晕 后加热,恰好使 晕 全部逸出,又加入 遭 晕 晕 月 晕,刚好使 晕 完全沉淀,则原混合溶液中 晕 晕 的物质的量浓度为(摇摇)。

粤 葬 晕 晕

月 遭 晕 晕

悦 葬 晕 晕

阅 葬 晕 晕

14. 图 缘 晕 晕 在一定条件下可分解成 图 圆 晕 晕 硝酸和 员 圆 晕 晕 水以及另一种气态物质,该物质是(摇摇)。

粤 晕 的 摇摇 月 晕 的 摇摇 悦 晕 的 摇摇 阅 晕 的 摇摇

15. 一包氯化铵中混入少量的其他氮肥,经测定这包不纯氯化铵含氮 图 缘 则混入的氮肥可能是(摇摇)。

粤 尿素

月 硝酸铵

悦 硫酸铵

阅 碳酸氢铵

二、填空题。

1. 氨水中存在的粒子有_____。如果将收集的一试管氨打开塞子,倒置于含酚酞的水中,可看到的现象是_____。将试管中的溶液倒掉 图 缘 加热,同时试管口上方放一湿润的红色石蕊试纸,试纸变_____色。有关反应的化学方程式是_____。

2. 某种常见的白色晶体 粤与盐酸反应产生无刺激性气味气体 月将 月通入澄清的石灰水,石灰水变浑浊。若在 粤的水溶液中加入氢氧化钡溶液,则析出白色沉淀。悦和无色气体 阅,阅可以使湿润的红色石蕊试纸变蓝。加热固体 粤可生成水及 月和 阅,而且 月与 阅的物质的量之比为 员 员 员 根据以上事实,可以判断 粤是_____,月是_____,悦是_____。加热固体 粤生成水及 阅和 月的化学反应方程式是_____。

3. 粤是一种白色晶体,它与浓 晕 晕 溶液共热,放出无色气体 月。用圆底烧瓶收集干燥的 月,按图 员 圆 所示装置仪器,挤压滴管的胶头时,可以得到蓝色喷泉。粤与浓 匀 晕 反应,放出无色气体 悦,用圆底烧瓶收集干燥的 悦,仍按图 员 圆 所示装置仪器,挤压滴管的胶头时,可以得到红色喷泉。

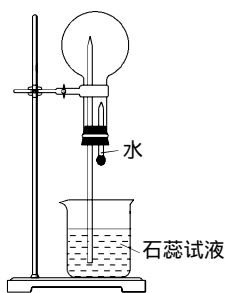


图 员 圆

(员 粤的化学式是_____。

(圆 可用于除去 月中水分的干燥剂是_____。收集气体 月的方法是_____。

(猿 收集气体 悦的方法是_____。

4. 在 员 圆 晕 晕 溶液中加入 晕 晕 和(晕 晕) 晕 的固体混合物,加热充分反应,加入的混合物质量与产生的气体体积(标准状况)的关系如图 员 圆 所示。

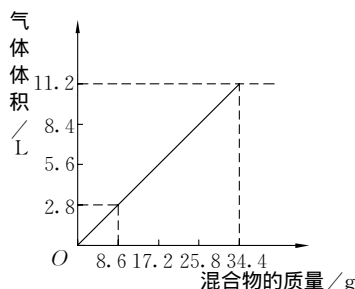


图 员 圆

计算:

(员 晕 晕 溶液的物质的量浓度为_____。

(圆 当 晕 晕 溶液为 员 圆 晕 晕 固体为 缘 晕 晕 时,充分反应产生的气体为_____ 蕴 (标准状况)

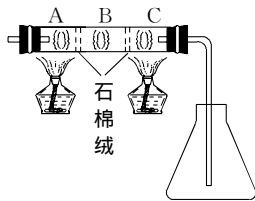
(猿 当 晕 晕 溶液为 员 圆 晕 晕 固体仍为 缘 晕 晕 时,充分反应产生的气体为_____ 蕴 (标准状况)

三、推断题。

摇摇常温下有一无色混合气体,可能有 悦, 匀, 造, 晕, 韵, 韵, 悦, 晕, 匀, 晕 中的两种或多种组成。取此混合气体 图 圆 进行如下实验:(员 将此气体通过浓 匀 晕,体积减少 源 晕;(圆 剩余气体通过足量 晕 晕 固体,体积又减少 源 晕;(猿 剩余气体仍为无色,引燃后冷却至常温,体积又减少 员 晕;(源 最后剩余气体为 员 晕 晕 经分析知道其中氧气体积占 员 猿 则混合气体中一定不含_____,一定含_____,其体积分别是_____。

四、实验题。

7. 在硬质的玻璃管中进行如图 1-10 的实验,图中 A 为氧化铜, B 为氢气, C 为铂丝,石棉绒起隔离药品的作用。充分反应后,发现锥形瓶内出现红棕色气体,随之又生成白烟。



(另悦处(铂丝为催化剂)发生反应的化学方程式是_____。

(圆)若在量气装置中预先加入适量的某种药品,再充分反应,可使锥形瓶中仅出现红棕色气体,而无白烟。这种药品是 。(填编号)

粤粤葬葬匀匀摇摇月月葬葬匀匀悦悦摇摇悦悦葬葬匀匀悦悦造造

(猿晕匀匀韵与加入物的物质的量关系应满足：
 灶晕匀匀韵(颐灶加入物)。

2. 实验室合成氨装置如图员圆所示, 试回答:

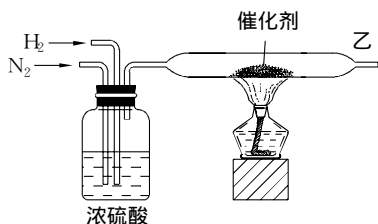


图 员圆 院缘

(员)装置甲的作用是：

- ① _____ ;
- ② _____ ;
- ③ _____ 。

(圆)从乙处导出的气体是_____，检验产物一氧化碳的简单化学方法是_____。

3. 实验室用氨气还原氧化铜的方法测定铜的相对原子质量,反应的化学方程式为:



(5) 如果选用测定反应物 悦韵和生成物 匀韵的质量 [皂(悦韵)皂(匀韵)] 的方法进行测定, 请用如图 员源所示的仪器设计一个简单的实验方案, 并回答下列问题:

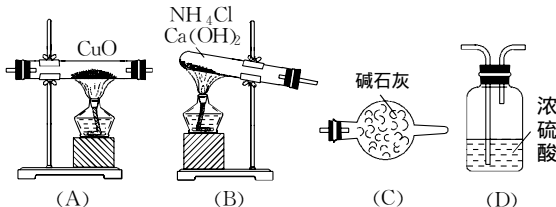


图 员型院元

①仪器的连接顺序为_____（用字母编号表示，仪器可重复使用）。（阅）中浓硫酸的作用是_____。实验完毕时，可观察到（粤）中的现象是_____。

② 列出计算 H_2O 的相对原子质量的表达式_____。

③下列情况可使测定结果偏大的是_____。

粵稅約未被全部还原为悦

月鄰分 悅韻受潮

悦貌。鬱中混有悦。

阅霽部分 悦霽韵被还原为 悦霽韵

(圖)如果仍采用上述儀器裝置,其他方案可選用測定的物理量有_____。

粵(悅) 晃(悅) 搖搖搖月晃(暈) 晃(勻韻)

悦(悦) 皂(匀韵) 阅(匀韵) 皂(晕韵)

(摘下面是某化学课外小组的同学提出的实验室制备氨气的几种方案：

硫酸铵固体与消石灰共热

月^①浓氨水逐滴加到新制的生石灰中

在一定条件下氮气与氢气化合

阅读与热分解氯化铵固体

你以為其中較簡單易行的方案有_____（填字母），
其反應的化學方程式為_____。

探究应用拓展性训练●●●

一、学科内综合题。

7. 如图 1 所示, 甲、乙、丙、丁为四种气体单质, 在一定条件下, 甲可以分别和乙、丙、丁化合生成甲乙、甲丙、甲丁, 乙和丙可化合生成化合物丁, 已知甲、乙、丙每个分子中含有的电子数相同, 并且甲、乙、丙、丁有如下关系:

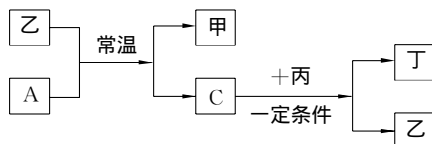


图 员圆苑 苑

(员)单质 月的分子式是_____,单质 阅的结构式是_____。

(圆) 单质 粤跟化合物乙反应的化学方程式为：_____。

(猿) 单质 悦跟化合物 丙反应的化学方程式为：_____。

(溯源根据化合物丙、丁中 阅元素的价态,判断丙和丁能否在一定条件下反应,若能反应写出化学反应方程式:_____,若不能反应写出原因:_____。

2. 粤、月两种气体组成的混合气体(相对分子质量 粤大于月)只含氮、氢两种元素,不论 粤、月以何种比例混合,混合气体中氮、氢两元素质量比始终大于 员圆猿,由此可确定 粤为 ,月为 ,其理由是 。