

**7.1 氮的固定 同步精练**

**高一化学苏教版必修 第二册**

**一、单选题**

1．2019年，我国青年化学家雷晓光被遴选为“青年化学家元素周期表”氮元素的代言人。下列与氮元素有关的说法正确的是（　　）

A．14N与14C互为同位素 B．NH3的热稳定性比HF的强

C．NH3的电子数为10 D．Si3N4中N为+3价

2．下列说法正确的是(　　)

A．2015年8月12日，天津滨海新区某公司的仓库发生爆炸，事发仓库里存放了大量的硝酸铵、氰化钠、电石和金属钠等危险化学品这四种药品均属于电解质

B．纤维素、蔗糖、葡萄糖和脂肪在一定条件下都可发生水解反应

C．氮氧化物对环境有很大危害，如破坏臭氧层，形成酸雨，产生光化学烟雾等

D．工业上利用氯气与澄清石灰水反应制取漂白粉

3．我国古代有“女蜗补天”的传说，今天人类也面临“补天”的问题，下列采取的措施与今天所说的“补天”无关的是（　　）

A．禁止使用含氟电冰箱

B．倡导使用无磷洗衣粉

C．硝酸厂的尾气按相关规定处理

D．研究新型催化剂，消除汽车尾气的污染

4．下列关于教材中的各项说法错误的一项是（　　）

A．在化学反应中，反应物转化为生成物的同时，必然发生能量的变化

B．氮肥包括铵态氮肥、硝态氮肥和尿素

C．在书写热化学方程式时应标明反应物及生成物的状态，无需标明反应温度和压强

D．医疗上用的石膏绷带是利用熟石膏与水混合成糊状后很快凝固的性质

5．关于氮族元素的说法中正确的是（　　）

A．最高正价都是+5价，最低负价都是﹣3价

B．随着原子序数的增大，原子半径逐渐增大

C．单质的熔、沸点随着原子序数的增大而增大

D．所形成的气态氢化物，以BiH3最不稳定

6．下列污染现象主要与NO2有关的是（　　）

A．臭氧空洞 B．水体富营养化

C．光化学烟雾 D．温室效应

7．下列关于合成氨和联合制纯碱工业生产的叙述中，正确的是（　　）

A．合成氨生产过程中将NH3液化分离，可加大正反应速率，提高N2、H2的转化率

B．联合制碱法生产工艺中采用循环操作，其目的是提高食盐的利用率

C．从氨合成塔出来的混合气体中NH3只占15%左右，所以生产氨的工厂效率都很低

D．联合制碱法中关键的一步是向分离出NaHCO3晶体后的母液中不断地通入CO2

8．已知某厂排放的尾气中NO、NO2的体积比为1:1，该厂采用NaOH溶液来处理该尾气，处理后所得溶液中只有一种含氮的钠盐。则该含氮的钠盐中，氮元素的化合价为（　　）

A．-3 B．+1 C．+3 D．+5

9．下列反应中，属于氮的固定的是(　　)

A．由氨制成碳酸氢铵或硫酸铵 B． 与  反应生成 

C． 和  反应生成  D． 和  在一定条件下合成氨

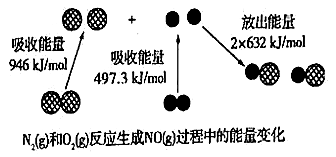
10．同温同压下，在3支相同体积的试管中分别充有等体积混合的2种气体，它们是①NO和NO2，②NO2和O2，③NH3和H2．现将3支试管均倒置于水槽中，充分反应后，试管中剩余气体的体积分别为V1、V2、V3，则下列关系正确的是（　　）

A．V1＞V2＞V3 B．V1＞V3＞V2 C．V2＞V3＞V1 D．V3＞V1＞V2

11．下列气体不能用排空气法收集而要用排水法收集的是（　　）

A．NO2 B．H2 C．NH3 D．NO

12．如图为N2(g)和O2(g)反应生成NO(g)过程中的能量变化。下列说法不正确的是（　　）



A．通常情况下，N2比NO稳定

B．“雷雨发庄稼”中涉及到N2(g)和O2(g)的反应

C．1mol N2(g)和1mol O2(g)反应吸收的能量为179.3kJ

D．NO是酸性氧化物,可直接用氢氧化钠溶液吸收而除去

13．下列关于NO2和SO2的说法中错误的是(　　)

A．它们都是易溶于水的有色气体

B．它们都是具有刺激性气味的有毒气体

C．大气中的NO2和SO2可以形成酸雨

D．提高机动车尾气排放标准有利于提高空气质量

14．常温下能发生反应的一组气体是（　　）

A．N2、O2 B．NO、O2 C．H2、O2 D．H2、CO

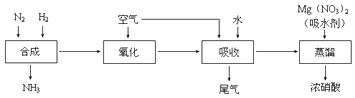
15．汽车排放的尾气中含有NO2，NO2是城市大气污染的主要污染物之一，在日光照射下，NO2发生一系列光化学烟雾的循环反应，从而不断产生O3，加重空气污染。反应过程为①2NO2→2NO＋2O，②2NO＋O2→2NO2，③O＋O2→O3，下列对该反应过程及生成物叙述正确的是（　　）

A．NO2起催化剂作用 B．NO起催化剂作用

C．NO2只起氧化剂作用 D．O3与O2为同位素

**二、实验探究题**

16．工业合成氨与制备HNO3一般可连续生产，其流程如图：



①写出工业合成氨的化学方程式　 　，上述尾气中的NO一定条件下可与氨气反应转化为氮气，则该反应的化学方程式为　 　．

②某同学在实验室蒸馏含有Mg（NO3）2的稀硝酸制取浓硝酸，除导管、酒精灯、牛角管、锥形瓶外，还需的玻璃仪器有　 　．

17．半水煤气是工业合成氨的原料气，其主要成分是H2、CO、CO2、N2和H2O（g）．半水煤气经过下列步骤转化为合成氨的原料．

完成下列填空：

（1）半水煤气含有少量硫化氢．将半水煤气样品通入　 　溶液中（填写试剂名称），出现　 　，可以证明有硫化氢存在．

（2）半水煤气在铜催化下实现CO变换：CO+H2O  CO2+H2，若半水煤气中V（H2）：V（CO）：V（N2）=38：28：22，经CO变换后的气体中：V（H2）：V（N2）=　 　．

（3）碱液吸收法是脱除二氧化碳的方法之一．已知：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Na2CO3 | K2CO3 |
| 20℃碱液最高浓度（mol/L） | 2.0 | 8.0 |
| 碱的价格（元/kg） | 1.25 | 9.80 |

若选择Na2CO3碱液作吸收液，其优点是　 　；缺点是　 　．如果选择K2CO3碱液作吸收液，用什么方法可以降低成本？　 　写出这种方法涉及的化学反应方程式．

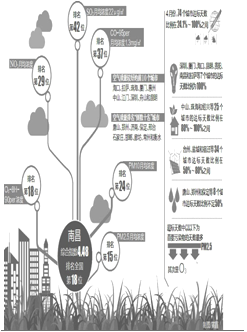
（4）以下是测定半水煤气中H2以及CO的体积分数的实验方案．取一定体积（标准状况）的半水煤气，经过下列实验步骤测定其中H2以及CO的体积分数．

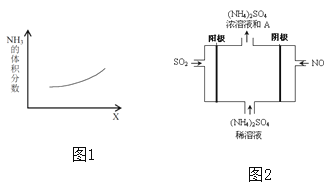
①选用合适的无机试剂分别填入Ⅰ、　 　Ⅰ、　 　Ⅳ、　 　Ⅴ、　 　方框中．

②该实验方案中，步骤　 　（选填“Ⅳ”或“Ⅴ”）可以确定半水煤气中H2的体积分数．

**三、综合题**

18．如图是去年南昌空气质量各项数据在全国的排名：





（1）下列有关PM2.5的说法错误的是　 　 　．

A．使用口罩防止人体吸入PM2.5类似于化学操作中的渗析

B．PM2.5的颗粒大小与分子大小差不多

C．PM2.5是造成灰霾天气的“元凶”之一

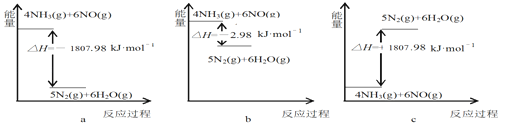
D．点燃烟花爆竹会产生PM2.5．

（2）为消除NOx对环境的污染，可利用NH3在一定条件下与NO反应生成无污染的气体．

已知：4NH3（g）+5O2（g）⇌4NO（g）+6H2O（g）△H=﹣905.48kJ•mol﹣1

N2（g）+O2（g）⇌2NO（g）△H=+180.50kJ•mol﹣1

①下列表示NH3（g）与NO（g）在一定条件下反应，生成无污染气体的能量转化关系示意图正确的是：　　 　 　（填字母）



②图1是反应4NH3（g）+6NO（g）⇌5N2（g）+6H2O（g）过程中NH3的体积分数随X变化的示意图，X代表的物理量可能是　 　 ，原因是

（3）图2电解装置可将雾霾中的SO2、NO转化为（NH4）2SO4，

①阴极的电极反应式是　　 　 　．

②物质A是　　 　 　（填化学式），理由是　　 　 　（用化学方程式表示）．

19．氮和氮的化合物与人类有密切关系.

（1）氮的固定有利于生物吸收氮.下列属于氮的固定的是　 　(填序号).

①工业上N2和H2合成NH3②N2和O2放电条件下生成NO ③NH3催化氧化生成NO

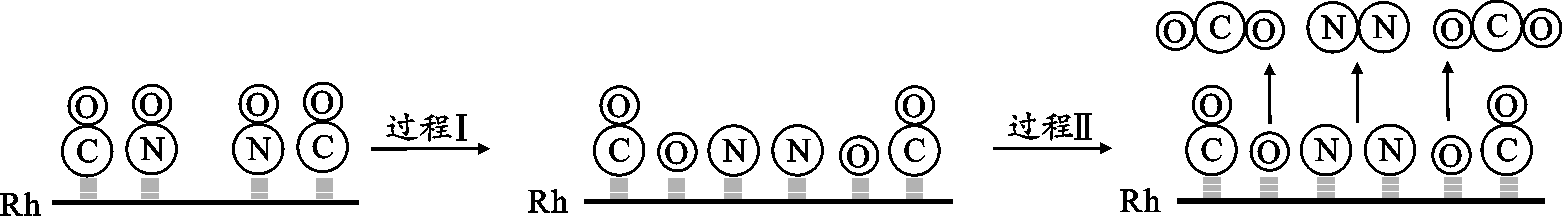
写出反应③的化学方程式　 　.

（2）治理NO通常是在氧化剂作用下，将NO氧化成溶解度高的NO2，然后用水或碱液吸收脱氮.下列物质可以用作氧化NO的是　 　(填序号).

A．NaCl溶液 B．NaOH溶液 C．Na2CO3溶液 D．KMnO4溶液

若以NaClO溶液氧化NO，写出该反应的化学方程式，并用双线桥法标出反应中电子的得失和数目　 　.

（3）CO与NO在Rh催化剂上的氧化还原反应是控制汽车尾气对空气污染的关键反应。用Rh做催化剂时该反应的过程示意图如下：



①过程Ⅰ为　 　过程(填“吸热”或“放热”)。过程Ⅱ生成的化学键有　 　(填“极性键”、“非极性键”或“极性键和非极性键”)

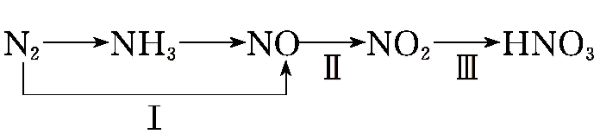
②已知过程Ⅰ的焓变为akJ/mol，过程Ⅱ的焓变为bkJ/mol，则该反应的热化学方程式为　 　。

20．S、N元素是重要的非金属元素，其化合物应用广泛。

（1）红热木炭与浓H2SO4反应的化学方程式是C+2H2SO4CO2↑+2SO2↑+2H2O，该反应中浓硫酸的作用是作　 　(填“氧化剂”或“还原剂”)。

（2）SO2能够使品红溶液褪色，体现了二氧化硫具有　 　性(填“漂白性”或“还原性”)。

（3）关于氮的变化关系图如下：



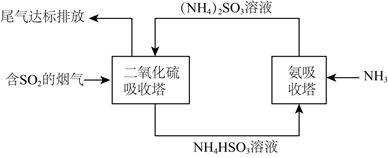
上述流程中能够实现氮的固定的是　 　(填“Ⅰ”“Ⅱ”或“Ⅲ”)。

（4）氨的催化氧化是工业上制硝酸的重要步骤，其反应为：4NH3(g)+5O2(g)4NO(g)+6H2O(g)。

①一定条件下，在体积10 L的密闭容器中进行，半分钟后，NO的物质的量增加了4.5 mol，则此反应的平均速率v(NH3)=　 　mol·(L·s)-1；

②在相同温度下，向该容器中通入一定量的NH3气体，反应速率将　 　(填“加快”“减慢”或“不变”)。

21．为有效控制雾霾，各地积极采取措施改善大气质量。有效控制空气中氮氧化物、硫氧化物显得尤为重要。

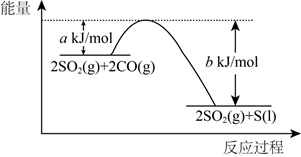


（1）I.某企业利用下列流程综合处理工厂排放的含有  的烟气，以减少其对环境造成的污染。试回答下列问题：

二氧化硫吸收塔中发生反应的化学方程式为　 　。

（2）氨吸收塔中发生反应的离子方程式为　 　。

（3）一定条件下，通过下列反应可实现燃煤烟气中硫的回收：  ，该反应的能量变化如图所示。



①该反应为　 　(填“放热”或“吸热”)反应。

②如果要提高该反应的反应速率，可以采取的措施是　 　(选填编号)

A．减压 B．增加  的浓度 C．升温 D．及时移出产物

（4）II.用活性炭还原法处理氮氧化物。有关反应为：  某研究小组向一个容器容积为3L且容积不变的密闭真空容器(固体试样体积忽略不计)中加入  和足量的活性炭，在恒温(T1℃)条件下反应，测得不同时间(t)时各物质的物质的量(n)如表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 时间/min | NO物质的量(mol) | 物质的量(mol) | 物质的量(mol) |
| 0 | 2.00 | 0 | 0 |
| 10 | 1.16 | a | a |
| 20 | b | 0.60 | 0.60 |
| 30 | b | 0.60 | 0.60 |

①表中b=　 　，计算T1℃时  内，用  浓度增加来表示该反应的平均速率　 　。

②下列各项能判断该反应达到平衡状态的是　 　(填序号字母)。

A．  B．容器内  和  的体积比为 

C．混合气体的平均相对分子质量保持不变 D．容器内压强保持不变

**答案解析部分**

1．【答案】C

【解析】【解答】A. 质子数相同，中子数不同的核素互称为同位素，14N与14C的质子数不同，不互为同位素，A不符合题意；

B. 同周期，从左到右，非金属性增强，气态氢化物的稳定性增强，非金属性：N<F，NH3的热稳定性比HF的弱，B不符合题意；

C. NH3分子的电子数等于质子数为：7+3=10，C符合题意；

D. Si3N4中Si元素的化合价为+4价，N元素的化合价为-3价，D不符合题意；

故答案为：C。

【分析】A. 质子数相同，中子数不同的核素互称为同位素；  
B.元素的非金属性越强，对应的气态氢化物的稳定性越强；  
C.分子不带电，核外电子数等于核内质子数；  
D.化学式中正负化合价代数和为0。

2．【答案】C

【解析】【解答】A. 金属钠是单质，不属于电解质，A不符合题意；

B. 葡萄糖属于单糖，不能水解，B不符合题意；

C. 氮氧化物能破坏臭氧层，形成酸雨，产生光化学烟雾，对环境造成危害，C符合题意；

D. 工业上利用氯气与石灰乳反应制取漂白粉，而不是用澄清石灰水，D不符合题意；

故答案为：C.

【分析】A.根据电解质的概念进行判断；  
B.葡萄糖不能水解；  
C.根据氮氧化物的危害进行判断；  
​D.制取漂白粉用的是氯气与石灰乳。

3．【答案】B

【解析】【解答】今天所说的“补天”是避免臭氧空洞的形成，应减少氮氧化物、氟氯代物的排放，氮氧化物常存在于硝酸厂尾气、汽车尾气中，而含磷洗衣粉可导致水体污染，因此使用无磷洗衣粉与“补天”无关，

故答案为：B。

【分析】臭氧层可以吸收太阳辐射所产生的紫外线，从而减弱紫外线到达地球表面上的强度。而氮氧化物、氟氯代物的排放，造成臭氧层发生某种大气化学反应，使O3分解为O2和氧原子，形成了臭氧空洞，从而破坏了生物的生存环境，威胁到了人类的身体健康。

4．【答案】C

【解析】【解答】解：A、化学反应的过程就是旧键断裂和新键形成的过程，断键吸收能量，成键释放能量．故A正确；

B、常用氮肥包括铵态氮肥、硝态氮肥和尿素，故B正确；

C、不同条件下，反应热的数值不同，所以书写热化学方程式时必须注明温度和压强，常温常压可以不注明，故C错误；

D、石膏绷带就是利用CaSO4•H2O遇水生成糊状CaSO4•2H2O，CaSO4•2H2O很快失水生成CaSO4•H2O从而凝固的原理，故D正确；

故选：C．

【分析】A、化学反应的过程就是旧键断裂和新键形成的过程；

B、氮肥就是含氮元素的化学肥料；

C、不同条件下，反应热的数值不同；

D、石膏绷带就是利用CaSO4•2H2O失水生成CaSO4•H2O从而凝固的原理．

5．【答案】B

【解析】【解答】解：A．锑和铋是金属，只有正价，高正价是+5价，没有负价，故A错误；

B．同一主族，从上往下，随着原子序数的增大，电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大，故B正确；

C．从上往下，从非金属到金属，从分子晶体到金属晶体，而同一主族元素形成的金属晶体的熔、沸点随着原子序数的增大而减弱．故从氮到锑，单质的熔、沸点随着原子序数的增大而增大；但铋的熔、沸点比锑低，故C错误；

D．从上往下，金属性逐渐增强，气态氢化物的稳定性逐渐减弱，但Bi是金属，没有氢化物，故D错误，

故选B．

【分析】A．锑和铋是金属，只有正价，没有负价；

B．同一主族，从上往下，随着原子序数的增大，电子层数逐渐增多，原子半径逐渐增大；

C．从氮到锑，单质的熔、沸点随着原子序数的增大而增大；但铋的熔、沸点比锑低；

D．Bi是金属，没有氢化物．

6．【答案】C

【解析】【解答】解：A、臭氧空洞是因为氟利昂的大量使用，造成的臭氧层破坏，与二氧化氮的排放无关，故C错误；

B、水体富营养化是氮、磷、钾元素含量过高引起的，与NO2无关，故B错误；

C、光化学烟雾，是城市大气中的碳氢化合物（HC）和氮氧化合物（NOx）在阳光紫外线的作用下发生的一系列链式大气化学反应生成以臭氧（O3）为代表的刺激性二次污染物，与NO2有关，故C正确；

D、温室效应是因为温室气体二氧化碳，甲烷等的排放，与二氧化氮的排放无关，故D错误．

故选：C．

【分析】A、臭氧层空洞与氟利昂的大量使用有关，与二氧化氮无关；

B、水体富营养化是氮磷含量过高引起的，与NO2无关；

C、光化学烟雾与二氧化氮的排放有关；

D、温室效应是因为温室气体二氧化碳、甲烷等的排放，与二氧化氮的排放无关．

7．【答案】B

【解析】【解答】A、合成氨生产过程中将NH3液化分离，减小氨气的浓度会导致正逆反应速率减慢，但平衡向正反应方向移动，提高了N2、H2的转化率，故A错误；

B．联合制碱法生产工艺中循环使用食盐，其目的是提高食盐的利用率，故B正确；

C．虽然从合成塔出来的混合气体中NH3只占15%，但由于原料气N2和H2循环使用和不断分离出液氨，所以生产NH3的效率还是很高的，故C错误；

D．联合制碱法中关键的一步是饱和氯化钠溶液中先通入氨气再通入CO2，故D错误；

故选：B．

【分析】A、根据外界条件改变，对化学反应速率的影响和对化学平衡的影响角度进行解答；

B．采用循环操作可提高原料的利用率；

C．虽然从合成塔出来的混合气体中NH3只占15%，但由于原料气N2和H2循环使用和不断分离出液氨，所以生产NH3的效率还是很高的；

D．联合制碱法中关键的一步是饱和氯化钠溶液中先通入氨气再通入CO2．

8．【答案】C

【解析】【解答】体积比为1：1的NO、NO2通入NaOH溶液中只生成一种产物，根据氧化还原反应的特征可知，反应后的化合价应介于+2价和+4价之间，应为+3价，发生反应的化学方程式为NO+NO2+2NaOH=2NaNO2+H2O。

故答案为：C。

【分析】由题可知，根据氧化还原特征，即可得知反应后的化合价。

9．【答案】D

【解析】【解答】A．由氨制成碳酸氢铵或硫酸铵，N在氨以及在铵盐中均为化合态，故A不是氮的固定；

B．NO2 与H2O反应生成HNO3，N在反应物和生成物中均为化合态，故B不是氮的固定；

C．NO 和O2反应生成NO2，N在反应物和生成物中均为化合态，故C不是氮的固定；

D．N2 和H2在一定条件下合成氨，N由氮气中的游离态变为氨中的化合态，故D是氮的固定；

故答案为：D。

【分析】氮的固定是将游离态的氮转化为化合态的氮的过程。

10．【答案】B

【解析】【解答】设每种气体各占  L，①组合发生反应：3NO2+H2O=2HNO3+NO，剩余气体的体积为：  （L） ②组合发生反应：4NO2+O2+2H2O=4HNO3，剩余气体的体积为  （L） ③组合NH3全部溶于水，剩余H2为  ，故答案：V1＞V3＞V2

故选：B．

【分析】先判断同组内各物质间是否发生化学反应，反应前后的物质是否极易溶于水，气体的溶解性越大，试管内的压强越小，水面上升的越高．试管中剩余气体越少；

11．【答案】D

【解析】【解答】A. NO2溶于水生成硝酸和NO，应该用向上排空气法收集，不能用排水法收集，A不符合题意；  
B. H2不溶于水，可以用排水法或向下排空气法收集，B不符合题意；  
C. NH3极易溶于水，密度小于空气，可以用向下排空气法收集，C不符合题意；  
D. NO不溶于水，易被氧气氧化为NO2，所以NO不能用排空气法收集而要用排水法收集，D符合题意。  
故答案选：D。

【分析】本题考查了常见气体的收集方法。 NO2应该用向上排空气法收集，H2可以用排水法或向下排空气法收集，NH3可以用向下排空气法收集，NO用排水法收集。

12．【答案】D

【解析】【解答】A. 氮气中键能很大，通常情况下，N2比NO稳定，A不符合题意；

B. “雷雨发庄稼”中涉及到N2(g)和O2(g)的反应生成NO，B不符合题意；

C. 1molN2(g)和1molO2(g)反应吸收的能量为946kJ+497.3kJ－2×632kJ＝179.3kJ，C不符合题意；

D. NO不是酸性氧化物，与氢氧化钠溶液不反应，D符合题意，

故答案为：D。

【分析】A.能量越高越不稳定，键能越大越稳定；  
B.结合氮元素的循环进行判断；  
C.根据键能计算反应的热量变化即可；  
D.NO不属于酸性氧化物。

13．【答案】A

【解析】【解答】A、二氧化硫是无色气体，二氧化氮是红棕色气体，故A符合题意；

B、NO2和SO2都是具有刺激性气味的有毒气体，故B不符合题意；

C、SO2溶于水会和水反应生成亚硫酸，亚硫酸易被氧化为硫酸，NO2溶于水会和水反应生成硝酸和一氧化氮，因此大气中的NO2和SO2可以形成酸雨，故C不符合题意；

D、提高机动车尾气排放标准可以减少二氧化硫和二氧化氮等气体的排放，因此有利于提高空气质量，故D不符合题意；

故答案为：A。

【分析】二氧化硫和二氧化氮都是大气污染物，都是造成酸雨的气体，都是有毒的气体，二氧化氮是红棕色气体，与水反应，二氧化硫是无色气体能溶于水，提高发动机的尾气排放标准可以提高空气的质量

14．【答案】B

【解析】【解答】解：A、氮气和氧气在放电条件下反应，在常温下不反应，故A错误；

B、一氧化氮与氧气在常温下反应生成二氧化氮，所以符合条件，故B正确；

C、氢气与氧气在点燃条件下反应生成水，在常温下不反应，故C错误；

D、氢气与一氧化碳常温下不反应，不符合条件，故D错误；

故选B．

【分析】A、氮气和氧气在放电条件下反应；

B、一氧化氮与氧气在常温下反应生成二氧化氮；

C、氢气与氧气在点燃条件下反应生成水；

D、氢气与一氧化碳常温下不反应．

15．【答案】A

【解析】【解答】A．根据反应原理可知：①+②=③，可见NO2是O2转化为O3的催化剂，A符合题意；

B．在反应开始时无NO，反应结束也无NO，NO只是一种中间产物，B不符合题意；

C．根据选项A分析可知NO2起催化剂作用，而不是作氧化剂，C不符合题意；

D．O3与O2为O元素的两种不同性质的单质，二者互为同素异形体，D不符合题意；

故答案为：A。

【分析】A．根据盖斯定律；

B．注意催化剂与中间产物的区别；

C．NO2起催化剂作用；

D．同一元素的形成的不同单质互为同素异形体。

16．【答案】N2+3H2 2NH3；6NO+4NH3 5N2+6H2O；蒸馏烧瓶、温度计、冷凝管

【解析】【解答】解：（1）①工业合成氨是氢气和氮气在高温高压催化剂作用下反应生成氨气，反应的化学方程式为：N2+3H2 2NH3，NO一定条件下可与氨气反应转化为氮气，结合原子守恒配平书写得到化学方程式为：6NO+4NH3 5N2+6H2O，

故答案为：N2+3H2 2NH3，6NO+4NH3 5N2+6H2O； ②某同学在实验室蒸馏含有Mg（NO3）2的稀硝酸制取浓硝酸，除导管、酒精灯、牛角管、锥形瓶外，还需的玻璃仪器有：蒸馏烧瓶、温度计、冷凝管；

故答案为：蒸馏烧瓶、温度计、冷凝管．

【分析】①工业合成氨是氢气和氮气在高温高压催化剂作用下反应生成氨气，NO一定条件下可与氨气反应转化为氮气，结合原子守恒配平书写得到化学方程式；②依据蒸馏实验过程和实验装置分析需要的玻璃仪器．

17．【答案】（1）硝酸铅（或硫酸铜）；黑色沉淀

（2）3：1

（3）价廉；吸收CO2能力差；碱液循环使用；2KHCO3 K2CO3+CO2↑+H2O

（4）；浓硫酸；浓硫酸；；IV

【解析】【解答】（1）将水煤气通入硝酸铅（或硫酸铜）溶液中，出现黑色沉淀，证明含有硫化氢，故答案为：硝酸铅（或硫酸铜）；黑色沉淀；

（2）若半水煤气中V（H2）：V（CO）：V（N2）=38：28：22，反应中氮气体积不变，根据方程式：CO+H2O  CO2+H2，可知经CO变换后的气体中V（H2）：V（N2）=（38+28）：22=3：1，故答案为：3：1；

（3）碳酸钠比碳酸钾价格便宜，但碳酸钠溶液浓度比碳酸钾小，吸收二氧化碳的能力差；碳酸钾吸收二氧化碳生成碳酸氢钾，加热碳酸氢钾可以得到碳酸钾，再循环利用，故答案为：价廉；吸收CO2能力差；碱液循环使用；2KHCO3 K2CO3+CO2↑+H2O；

（4）①半水煤气中含有二氧化碳，首先利用碱液除去二氧化碳，干燥后再通过氧化铜反应，利用浓硫酸吸收产生的水蒸气，利用碱液吸收产生的二氧化碳，进而计算体积分数 ，故答案为：  ；

②氢气还原氧化铜生成水蒸气，浓硫酸吸收水蒸气，故步骤IV可以确定半水煤气中H2的体积分数，

故答案为：IV．

【分析】（1）可以利用硫化氢与硝酸铅或硫酸铜等反应进行检验；（2）反应中氮气条件不变，根据方程式计算生成氢气的体积，进而计算CO变换后的气体中氢气与氮气体积之比；（3）碳酸钠比碳酸钾便宜，但碳酸钠溶液浓度比碳酸钾小，吸收二氧化碳的能力差；碳酸钾吸收二氧化碳生成碳酸氢钾，加热碳酸氢钾可以得到碳酸钾，再循环利用；（4）①半水煤气中含有二氧化碳，首先利用碱液除去二氧化碳，干燥后再通过氧化铜反应，利用浓硫酸吸收产生的水蒸气，利用碱液吸收产生的二氧化碳，进而计算体积分数；②氢气还原氧化铜生成水蒸气，浓硫酸吸收水蒸气．本题考查物质含量测定、气体检验、物质的分离提纯等，注意渗透实验中经济性，是对学生综合能力的考查．

18．【答案】（1）AB

（2）a；温度或压强；因为该反应是放热及体积增大的可逆反应，升高温度或增大压强，平衡均逆向移动，使NH3的体积分数增大

（3）NO+5e﹣+6H+=NH4++H2O；；H2SO4；5SO2+2NO+8H2O（NH4）2SO4+4H2SO4．

【解析】【解答】（1）含pm2.5的雾霾主要成分有SO2、NOx、CxHy及可吸入颗粒等，PM2.5是造成灰霾天气的“元凶”之一，点燃烟花爆竹会产生PM2.5，颗粒直径大于分子直径，且使用口罩防止人体吸入PM2.5类似于化学操作中的过滤，故答案为：AB；

（2）①已知①N2（g）+O2（g）=2NO（g）；△H=180.50kJ•mol﹣l

②4NH3（g）+5O2（g）=4NO（g）+6H2O（g）；△H=﹣905.48kJ•mol﹣l

氨气被一氧化氮氧化生成氮气和气态水的热化学方程式依据盖斯定律，结合热化学方程式合并计算：①×5+②得到：

4NH3（g）+6NO（g）=5N2（g）+6H2O（g）△H=﹣1807.98kJ/mol，

故答案为：a；

②该反应是放热及体积增大的可逆反应，升高温度或增大压强，平衡均逆向移动，使NH3的体积分数增大，

故答案为：温度或压强；因为该反应是放热及体积增大的可逆反应，升高温度或增大压强，平衡均逆向移动，使NH3的体积分数增大；

（3）①NO得电子生成铵根，离子方程式：NO+5e﹣+6H+=NH4++H2O，故答案为：NO+5e﹣+6H+=NH4++H2O；

②SO2失电子形成硫酸，反应方程式：5SO2+2NO+8H2O（NH4）2SO4+4H2SO4，故答案为：H2SO4；5SO2+2NO+8H2O（NH4）2SO4+4H2SO4．

【分析】（1）PM2.5与固体颗粒物的排放及大小有关；

（2）（2）①N2（g）+O2（g）⇌2NO（g）△H=+180.50kJ•mol﹣1

②4NH3（g）+5O2（g）⇌4NO（g）+6H2O（g）△H=﹣905.48kJ•mol﹣1

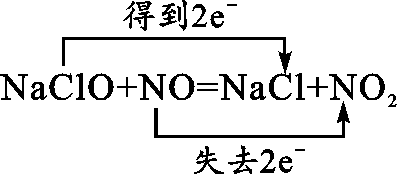
根据盖斯定律，①×5+②得到：4NH3（g）+6NO（g）=5N2（g）+6H2O（g）；

②该反应是放热及体积增大的可逆反应，升高温度或增大压强，平衡均逆向移动；

（3）①NO得电子生成铵根；

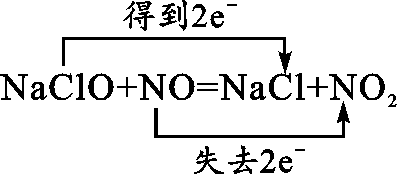
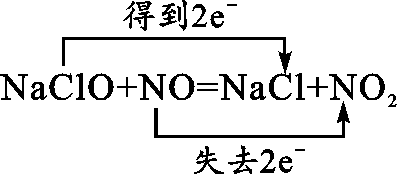
②SO2失电子形成硫酸．

19．【答案】（1）①②；

（2）D；

（3）吸热；极性键和非极性键；

【解析】【解答】(1)氮的固定是游离态的氮转变为化合态的氮，因此属于氮的固定的是①②；反应③是氨气催化氧化生成一氧化氮和水，其化学方程式；故答案为：①②；。

(2)只有高锰酸钾具有氧化性，其余物质不具有氧化性，因此可以用作氧化NO的是D；若以NaClO溶液氧化NO，写出该反应的化学方程式，并用双线桥法标出反应中电子的得失和数目；故答案为：D；。

(3)①过程Ⅰ是断键，因此为吸热过程。过程Ⅱ生成的化学键有碳氧极性键和氮氮非极性键的生成；故答案为：吸热；极性键和非极性键。

②已知过程Ⅰ的焓变为akJ/mol，过程Ⅱ的焓变为bkJ/mol，根据盖斯定律，因此该反应的热化学方程式为；故答案为：。

【分析】（1）抓住合成氨的定义是将游离态氮转化为化合态氮  
（2）陌生氧化还原反应方程式书写注意：先确定氧化剂、还原剂和氧化产物、还原产物，然后根据化合价升降相等进行配平  
（3）化学键断裂吸收能量，化学键形成释放能量

20．【答案】（1）氧化剂

（2）漂白性

（3）Ⅰ

（4）0.015；加快

【解析】【解答】(1)碳与浓硫酸的反应中，浓硫酸表现了强氧化性，在反应中做氧化剂，故答案为：强氧化剂；

(2)品红溶液褪色，体现了二氧化硫具有漂白性；

(3)将游离态的氮转化为化合态的过程属于氮的固定，过程I氮气和氧气反应生成NO属于氮的固定，

故答案为：I；

(4)①NO的平均速率为，由速率之比等于系数比，则v(NH3)= v(NO)= 0.015 mol·(L·s)-1；

②加入NH3气体，增大反应物浓度，则反应速率将加快。

【分析】（1）该反应中S元素的化合价降低，作氧化剂；  
（2）二氧化硫具有漂白性，能使品红褪色；  
（3）氮的固定是指将游离态的氮转化为化合态的过程；  
（4）①根据计算；  
②增大反应物浓度反应速率加快。

21．【答案】（1）SO2+(NH4)2SO3+H2O=2NH4HSO3

（2）NH3+HSO  =NH  +SO  (或NH3·H2O+HSO  =NH  +SO  +H2O)

（3）放热；BC

（4）0.8；0.014 molˑL-1ˑ min-1；AC

【解析】【解答】由转化关系图可知，在二氧化硫吸收塔中二氧化硫与亚硫酸铵反应生成亚硫酸氢铵，由正盐转化成酸式盐，离子反应方程式为SO2+SO  +H2O═2HSO  ，吸收塔中反应物为亚硫酸氢铵和氨气，生成物为亚硫酸铵，氨气溶于水生成一水合氨，一水合氨是弱碱，离子方程式为NH3·H2O+HSO  =NH  +SO  +H2O，两步反应均无价态变化，据此作答。

(1)在二氧化硫吸收塔中二氧化硫与亚硫酸铵反应生成亚硫酸氢铵，由正盐转化成酸式盐，反应方程式为SO2+(NH4)2SO3+H2O=2NH4HSO3；

(2)氨气溶于水生成一水合氨，一水合氨是弱碱不能拆，离子方程式为NH3·H2O+HSO  =NH  +SO  +H2O；

(3)①由图知反应物总能量高于生成物总能量，该反应为放热反应；

②增大压强，增大反应物浓度、升高温度等，可增大反应速率，

故答案为：BC；

(4)①由表知∆n(  )=0.60mol，由变化的浓度等于系数比，则∆n(NO)=2∆n(  )=1.20mol，b=2.00-1.20=0.8mol；0~10min内，  ，由速率之比等于系数比，则  ；

②A平衡时正逆反应速率相等，速率之比等于计量数之比可知，则  说明该反应达到平衡状态，A正确；

B．在反应  中，随着反应的进行，容器内CO2和N2的体积比始终为1：1，无法判断是平衡状态，故B不正确；

C．在反应  中，气体的总质量不断变化，气体的总物质的量始终不变，则混合气体的平均相对分子质量不固定，当混合气体的平均相对分子质量保持不变时，反应为平衡状态，故C正确；

D．在反应  中，气体的总物质的量始终不变，根据阿伏加德罗定律，在恒温恒压条件下，容器内压强始终保持不变，则无法判断是平衡状态，故D不正确；

故答案为：AC；

【分析】（1）二氧化硫与亚硫酸铵反应生成亚硫酸氢铵；  
（2）氨气和亚硫酸氢铵反应生成亚硫酸铵；  
（3）①反应物的总能量高于生成物的总能量，为放热反应；  
②增大压强，增大反应物浓度、升高温度等均可增大反应速率；  
（3）①物质的量变化之比等于化学计量数之比，结合表中数据计算b的值；根据计算，结合化学反应速率之比等于化学计量数之比确定CO2的反应速率；  
②可逆反应达到平衡状态时，正逆反应速率相等，反应体系中各物质的物质的量、物质的量浓度、百分含量以及由此引起的一系列物理量不变，据此判断