**1.1.3能源的充分利用**

**一、选择题（共15题）**

1．在相同温度下，下列两个反应放出的热量分别以Q1和Q2表示





则Q1和Q2的关系为

A．2Q1<Q2 B．2Q1>Q2 C．Q1=Q2 D．2Q1=Q2

2．下列措施或倡议不利于实现碳中和的是

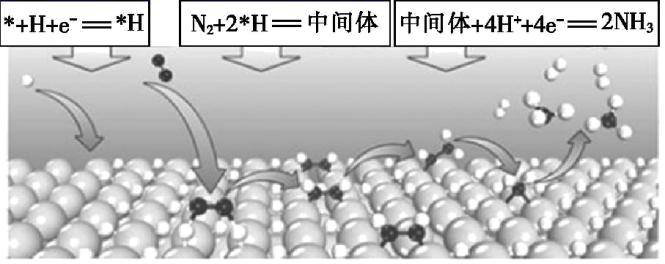
A．多植树造林

B．多用已脱硫的燃煤发电

C．少开私家车，多乘公共交通工具出行

D．开发风能、太阳能等新能源，减少化石燃料的使用

3．东南大学王金兰课题组提出合成氨的“表面氢化机理”如图，在较低的电压下实现氮气还原合成氨。



已知：第一步：\*+H+e-=H(快)(吸附在催化剂表面的物种用\*表示)；

第二步：N2+2\*H=中间体(吸附在催化剂表面)(慢)；

第三步：(快)。

下列说法不正确的是

A．上述三步中的决定速率步骤为第二步

B．第三步可表示为2\*NH+4H++4e-=2NH3

C．该法在合成氨的过程中能量的转化形式是电能转化为化学能

D．该法较传统工业合成氨法，具有能耗小、环境友好的优点

4．已知：完全燃烧生成水蒸气时放出能量，氢气中键完全断裂时吸收能量，水蒸气中键形成时放出能量，则氧气中键断裂时吸收的能量为

A． B． C． D．

5．下列说法正确的是

A．强酸跟强碱的反应热一定是中和热

B．完全燃烧放热，其热化学方程为

C．在稀溶液中，强酸与强碱发生中和反应生成 时的反应热叫做中和热

D．表示中和热的离子方程式为

6．下列热化学方程式正确的是

A．甲烷的燃烧热为，则甲烷燃烧热的热化学方程式可表示

B．、下，将和置于密闭容器中充分反应生成，放热，其热化学方程式为 

C．已知在、下，燃烧生成水蒸气放出热量，其热化学方程式为

D．、时，强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的中和热为，硫酸溶液与氢氧化钾溶液反应的热化学方程式为：

7．在25℃、101kPa下，完全燃烧生成稳定氧化物放热akJ，下列氢气燃烧的热化学方程式正确的是

A． 

B． 

C． 

D． 

8．已知热化学方程式N2(g)+3H2(g)=2NH3(g) Δ*H*=-92kJ·mol-1。若断开1mol H-H键吸收的能量为436kJ，形成1mol H-N键释放的能量为391kJ，则断开1mol N≡N键须

A．吸收946kJ能量 B．放出946kJ能量 C．放出618kJ能量 D．吸收618kJ能量

9．用一氧化碳还原氮氧化物，可防止氮氧化物污染。已知：

ⅰ． 

ⅱ． 

ⅲ． 

则表示C(s)燃烧热的热化学方程式为

A． 

B． 

C． 

D． 

10．已知： 

若氢气与一氧化碳的混合气体完全燃烧可生成5.4g，并放出113.5热量，则混合气体中的物质的量为

A．0.2 B．0.15 C．0.1 D．0.05

11．下列反应中，生成物总能量大于反应物总能量的是

A．氢气在氧气中燃烧 B．铁丝在氧气中燃烧

C．石灰石烧制石灰 D．在生石灰中加水

12．已知充分燃烧乙炔()气体时生成1二氧化碳气体和液态水，并放出热量b，则乙炔燃烧热的热化学方程式正确的是

A． 

B． 

C． 

D． 

13．已知共价键的键能与热化学方程式信息如下表：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 共价键 | H-H | H-O |
| 键能/(kJ·mol-1) | 436 | 463 |
| 热化学方程式 | 2H2(g)+O2(g)=2H2O(g)ΔH=-482kJ·mol-1 | |

则O=O的键能为

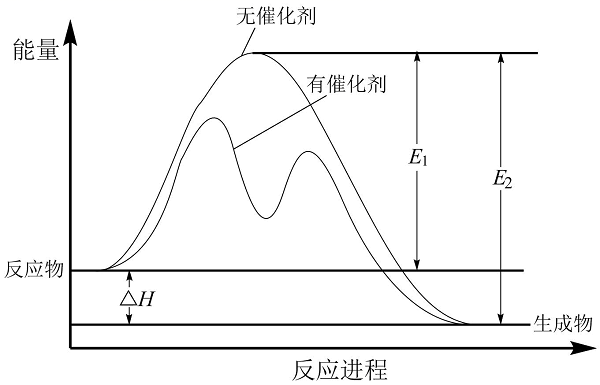
A．1462kJ·mol-1 B．8kJ·mol-1 C．498kJ·mol-1 D．536kJ·mol-1

14．下列热化学反应方程式正确的是

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 选项 | 已知条件 | 热化学方程式 |
| A | H2的燃烧热为akJ/ mol | H2(g)+Cl2(g)=2HCl (g) △H=-akJ/mol |
| B | 1molSO2、0.5molO2完全反应后，放出热量 98.3kJ | 2SO2(g)+O2(g)=2SO3(g) △H=-196. 6 kJ/mol |
| C | H+(aq)+OH-(aq)=H2O(l) △H=-57.3kJ/mol | H2SO4(aq)+Ba(OH)2(aq)=BaSO4 (s)+2H2O(l) △H=-114. 6 kJ/mol |
| D | 31g白磷(P4)比31g红磷(P)能量多b kJ | P4(s)=4P(s) △H=-4b kJ/mol |

A．A B．B C．C D．D

15．2SO2(g)+O2(g)⇌2SO3(g)反应过程中的能量变化如图所示。下列有关叙述不正确的是

  
A．该反应的逆反应为吸热反应

B．ΔH=E1-E2，使用催化剂能改变化学反应速率，但不改变反应热

C．该反应中，反应物的总键能小于生成物的总键能

D．500℃、101kPa下，将1molSO2(g)和0.5molO2(g)置于密闭容器中充分反应生成SO3(g)放热a kJ，其热化学方程式为2SO2(g)+O2(g)=2SO3(g) ΔH=-2a kJ·mol-l

**二、综合题（共6题）**

16．按要求书写热化学方程式：

（1）在下，甲醇燃烧生成和液态水时放热。则表示甲醇燃烧热的热化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_。

（2）已知下列热化学方程式：

①

②

③

写出由和化合生成的热化学方程式\_\_\_\_\_\_\_ 。

（3）已知拆开键，键，键分别需要的能量是，则与反应生成的热化学方程式为\_\_\_\_\_\_\_ 。

17．回答下列问题：

（1）已知1mol烃B中所含电子总数为66NA，且C、H两种元素的质量比为16：3，则其分子式为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_，在它的同分异构体中，一氯代物只有一种的是\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_(写结构简式)。

（2）已知：①C(s)＋O2(g)=CO2(g)；△H=-393.51kJ·mol-1

②C(s)＋O2(g)=CO(g)；△H=-110.5kJ·mol-1

则反应C(s)＋CO2(g)=2CO(g)的△H=\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（3）已知1g氢气完全燃烧生成液态水可放出热量143kJ，则氢气燃烧热的热化学方程式：\_\_\_\_\_\_。

（4）涤纶的结构简式为figure，写出其单体的结构简式\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

（5）figure的核磁共振氢谱吸收峰面积之比：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

18．北京时间2021年10月16日，搭载神舟十三号载人飞船的长征二号F遥十三运载火箭，在酒泉卫星发射中心发射成功。

（1）我国使用的推进器主要是以液体火箭推进器为主，推进器以液态偏二甲肼和四氧化二氮为主要燃料，其反应方程式为C2H8N2(l)+2N2O4(l)3N2(g)+2CO2(g)+4H2O(g)。根据以下热化学方程式求出该热化学方程式的焓变△*H*=\_\_。

①C2H8N2(l)+4O2(g)=2CO2(g)+N2(g)+4H2O(l) △*H*1=a kJ/mol

②N2(g)+O2(g)=2NO(g) △*H*2=b kJ/mol

③2NO(g)+O2(g)=N2O4(l) △*H*3=c kJ/mol

（2）因偏二甲肼和四氧化二氮有剧毒且价格昂贵，逐渐被其它燃料替代。如肼(N2H4)和强氧化剂过氧化氢(H2O2)反应产生大量N2和H2O，并放出大量热。已知：1.28 g液态肼与足量的液态过氧化氢反应，生成氮气和水蒸气，放出25.6 kJ的热量。

①写出该反应的热化学方程式：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②此反应用于火箭推进的优点有\_\_\_\_\_\_。(写出一条即可)

（3）液氧甲烷火箭发动机是介于液氧煤油和液氧液氢之间的一个选择，其燃烧的热化学方程式为：CH4(g)+2O2(g)=CO2(g)+2H2O(1) △*H*=-890.3 kJ•mol-1，根据以下信息，求算C=O的键能：\_\_。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 共价键 | C—H | O=O | H—O |
| 键能(kJ•mol-1) | 413 | 498 | 464 |
| 热化学方程式 | H2O(1)=H2O(g) △*H*=+44 kJ•mol-1 | | |

19．完成下列各题：

（1）已知下列热化学方程式：

 ；

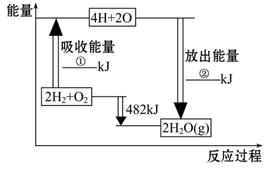
 ；

回答下列问题：

①的燃烧热为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；

②燃烧1gC生成，放出的热量为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

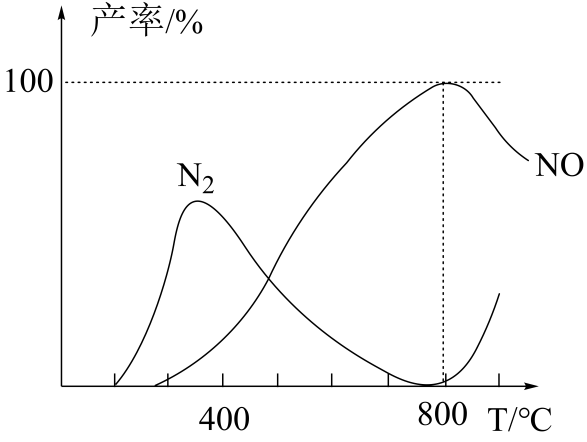
（2）已知拆开1氢气中的化学键需要消耗436能量，拆开1氧气中的化学键需要消耗498能量，根据图中的能量图，回答下列问题：



①写出①②的数值：\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

②已知： ，试写出2氢气在足量氧气中完全燃烧生成液态水的热化学方程式\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

20．氧化法制取硝酸，该法首先是将空气分离得到氮气和氧气，将氮气与氢气在高温高压下合成氨气，再将氨气、空气和氧气以一定比例通入温度为800℃、 压强为p的氧化炉中，在Pt- Rh合金网为催化剂下进行反应，生成的NO在冷却时与氧气生成NO2，NO2在吸收塔内用水吸收，在过量氧气的作用下转化为硝酸，其最高浓度可达50%。在氧化炉中催化氧化时，有关物质的产率与温度的关系如图：



氧化炉中主要发生的反应如下：

I.2NO(g)⇌N2(g)+O2(g) △H1= - 180.6 kJ·mol-1

II.4NH3(g)+ 3O2(g)⇌2N2(g)+6H2O(g) △H2=-1269 kJ·mol-1

III.4NH3(g)+ 5O2(g)⇌4NO(g)+ 6H2O(g) △H3

回答下列问题：

（1）计算△H3=\_\_\_\_\_\_\_。

（2）据图可知，氧化炉中，300°C~ 400°C时反应速率较快的是反应\_\_\_\_\_\_\_(填“II”或“III”)

（3）恒温、恒压时，发生反应： N2(g)+ 3H2(g)2NH3(g)。该反应在450°C、20MPa下进行，起始时n(N2)： n(H2)=1：1，平衡时，NH3分压为5MPa，此时该反应的Kp=\_\_\_\_\_\_\_MPa-2(Kp 为用分压表示的平衡常数，分压=总压×物质的量分数)。

（4）向密闭容器中充入4molNH3和5molO2，在催化剂作用下发生反应III，下列措施可提高NH3平衡转化率的是\_\_\_\_\_\_\_ (填标号)。

A．减小反应体系的压强

B．实际生产中使n(O2)： n(NH3)=2：1

C．研究开发使用效果更好的催化剂

D．升高反应体系的温度

21．载人航天器中，可将航天员呼出的CO2转化为 H2O，再通过电解 H2O 获得 O2，实现 O2的再 生，同时还能制备 CH4.已知：

①CO2(g)+4H2(g)=CH4(g)+2H2O(l) ∆H =-252.9kJ/mol

②2H2O(l)=2H2(g)+O2(g) ∆H =571.6kJ/mol

请回答下列问题：

（1）反应①属于\_\_\_\_\_\_\_ (填“吸热”或“放热”)反应。

（2）反应CH4(g)+2O2(g)=CO2(g)+2H2O(l) ∆H =\_\_\_\_\_\_\_ kJ/mol。

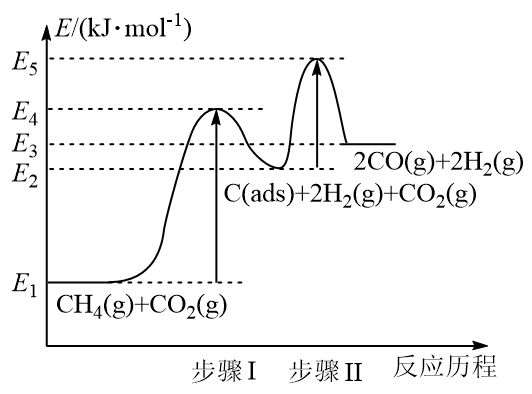
（3）利用 CH4可制备乙烯及合成气(CO、H2)。有关化学键键能(E)的数据如表：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 化学键 | H-H | C=C | C-C | C-H |
| E(kJ/mol) | 436 | a | 348 | 413 |

①已知2CH4(g)=C2H4(g)+2H2(g) ΔH =+167kJ/mol，则a=\_\_\_\_\_\_\_ 。

②已知5C2H4(g)+12 (aq)+36H+ (aq)=12Mn2+ (aq)+10CO2 (g)+28H2O(l) ΔH =-m kJ·mol-1，当放出的热量为n kJ时，该反应转移电子的物质的量为\_\_\_\_\_\_\_mol。(用含m、n 的代数式表示)

③制备合成气反应历程分两步，步骤Ⅰ：CH4(g)⇌ C(ads)+2H2(g)；步骤Ⅱ：C(ads)+ CO2(g)⇌ 2CO(g)。上述反应中 C(ads)为吸附性活性炭，反应历程的能量变化如图



E4-E1表示步骤Ⅰ正反应的 \_\_\_\_\_\_\_，制备合成气反应可在\_\_\_\_\_\_\_ (填“高温” 或“低温”)下自发进行。

**参考答案**

1．A

【详解】

H2O(g)变为H2O(l)放热，即H2O(g)= H2O(l)+Q3，依次将题目所给两个热化学方程式标号为①、②，根据盖斯定律可得②-①×2可得Q2-2Q1= Q3＞0，所以2Q1<Q2；

故答案为A。

2．B

【详解】

A．多植树造林能进行更多的光合作用，消耗的CO2，有利于实现“碳中和”，A不合题意；

B．多用已脱硫的燃煤发电，仅仅能减少SO2的排放，不能减少CO2的排放，不利于实现“碳中和”，B符合题意；

C．少开私家车，多乘公共交通工具出行，可以提高能源的利用率，减少化石燃料的燃烧，减少CO2的排放，有利于实现“碳中和”，C不合题意；

D．开发风能、太阳能等新能源，减少化石燃料的使用，减少CO2的排放，有利于实现“碳中和”，D不合题意；

故答案为：B。

3．B

【详解】

A．连续反应由慢反应决定整个反应的反应速率，选项A正确；

B．第三步的方程式为：\*N2H2+4H++4e-=2NH3，选项B不正确；

C．该法在低电压条件下合成氨，电能转化为化学能，选项C正确；

D．该法较传统的高温高压条件合成氨能耗小、对环境友好，选项D正确。

答案选B。

4．C

【详解】

假设键断裂时吸收的能量为x kJ，完全燃烧生成水蒸气时放出能量，2mol完全燃烧生成水蒸气时放出能量，2+ = 2 ΔH=− 484kJ∙mol−1 =436 kJ∙mol−1×2+x kJ∙mol−1−463 kJ∙mol−1×4，解得x=496，故C符合题意。

综上所述，答案为C。

5．C

【详解】

A．强酸跟强碱的反应热不一定是中和热，比如硫酸和氢氧化钡的反应热不是中和热，故A错误；

B．完全燃烧放热，其热化学方程为，故B错误；

C．在稀溶液中，强酸与强碱发生中和反应生成 时的反应热叫做中和热，故C正确；

D．表示中和热的离子方程式为，故D错误。

综上所述，答案为C。

6．C

【详解】

A．燃烧热是指1 mol可燃物完全燃烧生成稳定氧化物时所放出的热量，一般C→CO2(g)，S→SO2(g)，H→H2O(l)，则甲烷燃烧热的热化学方程式可表示为：CH4(g)+2O2(g)=CO2(g)+2H2O(l)  Δ*H*=-890.3 kJ·mol-1，A错误；

B．因N2+3H22NH3是可逆反应，0.5 mol N2和1.5 mol H2置于密闭容器中不能完全反应，若完全反应放出的热量大于19.3kJ，则1 mol N2完全反应放出的热量大于38.6 kJ，而热化学方程式的反应热表示反应完全进行到底放出或吸收的热量，则该反应的Δ*H*＜-38.6 kJ/mol，B错误；

C．1 g H2燃烧生成水蒸气放出121 kJ的热量，则1 mol H2燃烧放热242 kJ的热量，故其热化学方程式为H2(g)＋O2(g)=H2O(g)　Δ*H*=-242 kJ·mol－1，C正确；

D．25℃，101kPa时，强酸与强碱的稀溶液发生中和反应的中和热为57.3kJ/mol，因中和热必须把生成的水定为1 mol液态水，因此表示硫酸溶液与氢氧化钾溶液反应的中和热的热化学方程式为H2SO4(aq)+KOH(aq)=K2SO4(aq)+H2O(l)  Δ*H*=-57.3 kJ/mol，D错误；

故答案选C。

7．B

【详解】

A．反应的产物呈气态，，A不正确；

B．1molH2燃烧生成液态水时放热2akJ/mol ，则2molH2燃烧生成液态水时放热4akJ/mol ，热化学方程式为 ，B正确；

C．反应的产物呈气态，，C不正确；

D．反应中，燃烧物H2为2g，则，D不正确；

故选B。

8．A

【详解】

焓变=断键吸收能量-成键释放能量，设断开1mol N≡N键吸收x kJ能量，则有x+3×436-2×3×391kJ=-92，解得x=945.6，即断开1mol N≡N键吸收945.6kJ能量；

故答案为A。

9．C

【详解】

A．反应放出或吸收的热量与物质存在状态有关，热化学方程式未注明物质的存在状态，因此书写的热量无意义，A错误；

B．根据盖斯定律，将ⅰ+ⅱ+ⅲ相加,可得热化学方程式: ，而C的燃烧热是1 molC完全燃烧产生CO2气体时放出的热量，故表示 C(s)燃烧热的热化学方程式为： ，B错误；

C．燃烧热是1 mol可燃物完全燃烧产生稳定的氧化物时放出的热量，根据盖斯定律，将(ⅰ+ⅱ+ⅲ)×，整理可得表示 C(s)燃烧热的热化学方程式为： ，C正确；

D．C燃烧放出热量，反应热△*H*＜0，D错误；

故合理选项是C。

10．A

【详解】

5.4克水的物质的量为0.3mol说明有0.3mol氢气燃烧，放出285×0.3=85.5kJ，则一氧化碳放出的热量为113.5-85.5=28.0kJ，则一氧化碳的物质的量0.2mol。

故选A。

11．C

【详解】

已知生成物总能量大于反应物总能量的化学反应是吸热反应，据此分析解题：

A．氢气在氧气中燃烧是放热反应，A不合题意；

B．铁丝在氧气中燃烧是放热反应，B不合题意；

C．石灰石烧制石灰是吸热反应，C符合题意；

D．在生石灰中加水是放热反应，D不合题意；

故答案为：C。

12．C

【详解】

燃烧热是指1mol可燃物完全燃烧生成稳定氧化物放出的热量，1mol乙炔()燃烧的化学方程式为，已知生成1二氧化碳放出热量b，则生成2mol二氧化碳时放出2 b，热化学方程式为： ，故选：C。

13．C

【详解】

反应的ΔH=2(H-H)+(O=O)-4(H-O)，-482kJ/mol=2×436kJ/mol+(O=O)-4×463kJ/mol，解得O=O键的键能为498kJ/mol。

故选C。

14．D

【详解】

A．HCl不是氧化物，不符合燃烧热的概念要求，符合已知条件的应是H2和O2反应生成液态水，A错误；

B．1molSO2(g)与过量O2(g)充分反应后放出热量98.3kJ，由于该反应为可逆反应，即反应物不能完全转化，若lmolSO2(g)完全反应，反应放热应大于98.3kJ，则2molSO2(g)完全反应，反应放热应大于196.6kJ，故题干中的焓变△*H*应小于-196.6kJ/mol，B错误；

C．反应过程中除了氢离子和氢氧根离子反应放热，硫酸钡沉淀的生成也伴随有热量的变化，C错误；

D．31g白磷的物质的量为=0.25mol，比31g红磷能量多b kJ，则1mol白磷(P4)生成4mol红磷(P)，放出4bkJ热量，所以热化学方程式为：P4(s)=4P(s) △*H* = -4bkJ/mol，D正确；

故答案选D。

15．D

【详解】

A．根据图中信息可知，反应物的总能量高于生成物的总能量，该反应的正反应为放热反应，则逆反应为吸热反应，A正确；

B．根据反应的焓变定义可得：ΔH=E1-E2，使用催化剂改变活化能，但不改变反应热，B正确；

C．该反应的正反应为放热反应，ΔH=反应物的总键能-生成物的总键能＜0，因此反应物的总键能小于生成物的总键能，C正确；

D．反应是可逆反应，反应不可能完全，将1molSO2(g)和0.5molO2(g)置于密闭容器中充分反应生成SO3(g)，生成的SO3(g)没有1mol，放热akJ，则500℃、101kPa下，将1molSO2(g)和0.5molO2(g)置于密闭容器中充分反应生成SO3(g)放热akJ，其热化学方程式为2SO2(g)+O2(g)2SO3(g)  ΔH ＜-2akJ·mol-1，D错误；

答案选D。

16．

（1）

（2）

（3）

【解析】

（1）

由在下，甲醇燃烧生成二氧化碳和液态水时放热可知，反应的△*H*=-=-725.76kJ/mol，则反应的热化学方程式为，故答案为：；

（2）

由盖斯定律可知，②×2+③×2-①可得反应，则△*H*=(-393.5kJ/mol)×2+(-285.8kJ/mol)×2-(-870.3kJ/mol) =-488.3kJ/mol，则反应的热化学方程式为，故答案为：；

（3）

氮气与氢气生成氨气的反应方程式为，由反应热△*H*=反应物的键能之和-生成物的键能之和可得：反应的△*H*=(946kJ/mol+436kJ/mol×3)-391 kJ/mol×3×2=-92kJ/mol，则反应的热化学方程式为，故答案为：。

17．

（1） C8H18 (CH3)3C-C(CH3)3

（2）+172.51kJ·mol-1

（3）H2(g)＋O2(g)=H2O(l)；△H=-286kJ·mol-1

（4）figure、HOCH2CH2OH

（5）2：4：4：1：1：2

【解析】

（1）

C、H两种元素的质量比为16：3，则C、H两种元素的物质的量比为，可知该经的实验式为：C4H9，1mol烃B中所含电子总数为66NA，则该烃的分子式为：C8H18；其中一氯代物只有一种说明其等效氢只有1种，则该同分异构体的结构简式为：(CH3)3C-C(CH3)3；

（2）

设反应C(s)＋CO2(g)=2CO(g)为③，则由盖斯定律可知③=2×②-①

则③的反应热△H=2×(-110.5kJ·mol-1)-(-393.51kJ·mol-1)= +172.51kJ·mol-1；

（3）

1mol H2完全燃烧生成液态水时放出的热量为143kJ/g×2g=286kJ，燃烧的热化学方程式为：H2(g)＋O2(g)=H2O(l)；△H=-286kJ·mol-1；

（4）

由涤纶的结构简式可知，合成涤纶的单体为figure、HOCH2CH2OH，

（5）

figure的结构中含有6中等效氢figure，个数比为2：4：4：1：1：2，因此其核磁共振氢谱吸收峰面积之比为：2：4：4：1：1：2。

18．

（1）(a-2b-2c) kJ/mol

（2） N2H4(l)+H2O2(l)=N2(g)+4H2O(g) △*H*=-640 kJ/mol 放出大量的热；无污染气体生成，属于清洁燃料

（3）797.15 kJ/mol

【解析】

（1）

已知：①C2H8N2(l)+4O2(g)=2CO2(g)+N2(g)+4H2O(l) △*H*1=a kJ/mol

②N2(g)+O2(g)=2NO(g) △*H*2=b kJ/mol

③2NO(g)+O2(g)=N2O4(l) △*H*3=c kJ/mol

根据盖斯定律，将①－②×2－③×2，整理可得：C2H8N2(l)+2N2O4(l)=3N2(g)+2CO2(g)+4H2O(g) △H=(a-2b-2c)kJ/mol；

（2）

①1.28 g的肼物质的量为*n*(N2H4)==0.04 mol，其与H2O2反应产生N2、H2O蒸气时放出的热量为25.6 kJ，则1 mol肼发生上述反应放出热量为*Q*==640 kJ，故该反应的热化学方程式为：N2H4(l)+H2O2(l)=N2(g)+4H2O(g) △*H*=-640 kJ/mol；

②使用H2O2作氧化剂，反应除产生大量的热量外，反应产物是N2、H2O，是空气的成分。对环境友好，无污染；

（3）

键能指气态分子中1 mol化学键解离成气态原子所吸收的能量,反应热等于断裂反应物化学键吸收的总能量与形成生成物化学键释放的总能量的差，CH4(g)+2O2(g)=CO2(g)+2H2O(1) △*H*=-890.3 kJ•mol-1，则△*H*=4×E(C-H)+2×E(O=O)-2×E(C=O)-4×E(H-O)=-890.3 kJ•mol-1，将各个化学键的键能带入上述公式，整理，解得E(C=O)=797.15 kJ/mol，

19．

（1） 393.5kJ/mol 32.80kJ

（2） 1370 1852 2H2(g)+O2(g)=2H2O(l) =-570kJ/mol

【解析】

（1）

①燃烧热是指1mol纯物质完全燃烧生成稳定的氧化物时放出的热量，根据热化学方程式可知的燃烧热为393.5kJ/mol，故答案为：393.5kJ/mol；

②根据热化学方程式可知，燃烧1gC生成，放出的热量为32.80kJ，故答案为：32.80kJ；

（2）

①由图示可知，①为断裂2mol氢气中的化学键和1mol的氧气中的化学键，故吸收的热量为：2×436kJ+498kJ=1370kJ，②为形成2molH2O中化学键能够放出的热量，根据图示可知，②的数值为1370kJ+482kJ=1852，故答案为：1370；1852；

②由题干图示可知，2molH2完全燃烧生成气态水时，放出的热量为482kJ，结合可知，2molH2完全燃烧生成液态水时放出的热量为：482kJ+2×44kJ=570kJ，故2氢气在足量氧气中完全燃烧生成液态水的热化学方程式为：2H2(g)+O2(g)=2H2O(l) =-570kJ/mol，故答案为：2H2(g)+O2(g)=2H2O(l) =-570kJ/mol。

20．

（1）-907.6kJ·mol-1

（2）Ⅱ

（3）0.02

（4）AB

【解析】

（1）

根据盖斯定律，Ⅲ=Ⅱ-2 Ⅰ，*H*3=*H*2-2 *H*1，*H*3=-907.6kJ·mol-1；

（2）

由图像可知，氧化炉中，300°C~ 400°C时氮气的产率迅速上升，NO的产率升高缓慢，故反应Ⅱ的反应速率较快；

（3）

反应在450°C、20MPa下进行，起始时n(N2)∶ n(H2)=1∶1，设N2的起始量为a mol，变化量为x mol，则H2起始量为a mol， ，根据分压=总压×物质的量分数，平衡时，P(NH3)=20M Pa ，解得a=5x，P(N2)= 20M Pa ，P(H2)=20-10-5=5MPa，该反应的*K*p= MPa-2；

（4）

A．反应Ⅲ是正向气体体积增大的反应，减小反应体系的压强，平衡正向移动，NH3平衡转化率增大，A正确；

B．使n(O2)∶n(NH3)从5∶4变为2∶1，相当于保持氨气的浓度不变，只增大氧气的浓度，平衡正向移动，NH3平衡转化率增大，B正确；

C．催化剂只改变反应速率，不影响平衡移动，即催化剂不改变NH3平衡转化率，C错误；

D．由(1)知反应Ⅲ的正反应为放热反应，升高反应体系的温度，平衡逆向移动，NH3平衡转化率减小，D错误；

故选AB。

21．

（1）放热

（2）890.3

（3） 613  活化能 高温

【解析】

（1）

反应①的∆H小于0，属于放热反应。

（2）

根据盖斯定律可知，反应CH4(g)+2O2(g)=CO2(g)+2H2O(l) ∆H=-①-2②=-890.3 kJ/mol。

（3）

①焓变等于反应物键能和减去生成物键能和，已知2CH4(g)=C2H4(g)+2H2(g) ΔH =+167kJ/mol，则2×4×413 kJ/mol-（4×413 kJ/mol+a+2×436）=+167kJ/mol，a=613kJ/mol。

②已知5C2H4(g)+12 (aq)+36H+ (aq)=12Mn2+ (aq)+10CO2 (g)+28H2O(l) ΔH =-m kJ·mol-1，由方程式体现的关系可知，当转移60mol电子时，放出的热量为m kJ，故当放出的热量为n kJ时，该反应转移电子的物质的量为mol。

③由反应历程的能量变化可知，E4-E1表示步骤Ⅰ正反应的活化能；由图可知，制备合成气反应为吸热、熵增反应，故可在高温下自发进行。