

_____月____日 星期_____天气_____ 快乐假期每一天

练习 4　化学反应速率



知识梳理　整合知识，重点归纳！

一、化学反应速率及其表示方法

1．化学反应速率的概念及其数学表达式

（1）概念：化学反应速率是定量描述化学反应进行快慢程度的物理量。通常用单位时间内反应物浓度的减少或生成物浓度的增加来表示。

（2）数学表达式为：$v=\frac{\Delta c}{\Delta t}$或 $v=\frac{\Delta n}{V\cdot\Delta t}$。

（3）单位常用 $mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$ 或 $mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$ 表示。

【温馨提醒】①一般来说，随着反应的逐渐进行，反应物浓度会逐渐减小，化学反应速率也会逐渐减慢。因此，化学反应速率通常是指某一段时间内的平均反应速率，而不是瞬时反应速率。

②在同一化学反应中，选用不同物质表示化学反应速率，其数值可能相同也可能不相同，但表示的意义相同。因此，表示化学反应速率时，必须指明用哪种物质作标准，在速率 v 的后面将该物质的化学式用括号括起来。

③用不同反应物表示化学反应速率时，化学反应速率之比＝物质的量浓度变化量之比＝物质的量变化量之比＝化学计量数之比。

【思维启迪】化学反应速率大小的比较方法——“先化后转再比较”

（1）化：将不同化学反应速率的单位化为同一单位。

（2）转：将不同物质表示的化学反应速率转化为同一物质表示的化学反应速率。

（3）比：比较同一物质的化学反应速率的数值大小，数值越大，化学反应速率越快。

【相关链接】化学反应速率大小的比较方法

（1）定性比较

通过明显的实验现象(如反应的剧烈程度、产生气泡或沉淀的快慢等)来定性判断化学反应的快慢。

（2）定量比较

对同一化学反应，用不同物质表示化学反应速率时，数值可能不同。比较时应统一单位。

①归一法

根据化学反应速率之比等于化学计量数之比，将用不同物质表示的化学反应速率换算为用同一种物质表示的化学反应速率，最后依据数值大小进行比较。

②比值法

可通过化学反应速率与其对应的化学计量数的比值进行比较，比值大的化学反应速率大。

（3）常见误区

①只看数值

同一化学反应，用不同的物质表示时其化学反应速率不一定相同；用同一物质的化学反应速率比较反应的快慢时，必须要保证在速率单位统一的前提下再比较数值的大小；注意物质不能是固体或纯液体。

②思维混乱

对理论知识掌握得不够扎实，解题时慌乱不堪，思维混乱，把同一化学反应中不同物质的反应速率之比等于化学计量数之比的结论误认为将不同物质的反应速率乘以其化学计量数，然后进行比较，从而导致出错。

二、化学反应速率的测定

1．测定原理

利用与化学反应中任何一种化学物质的浓度(或质量)相关的性质进行测定。

2．测定方法

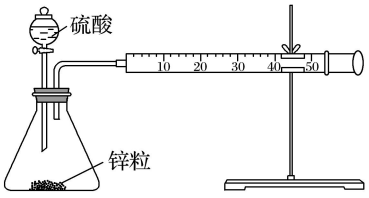
（1）直接观察测定：如释放出气体的体积和体系的压强等。

（2）科学仪器测定：如反应体系颜色的变化。在溶液中，当反应物或产物本身有较明显的颜色时，可利用颜色深浅和显色物质浓度间的正比关系来跟踪反应的过程和测量反应速率。

3．实验测定化学反应速率

设计实验测定锌与硫酸反应的速率，按下列实验步骤完成实验：

（1）按下图所示安装装置，加入锌粒，然后快速加入 40 mL 1 $mol·L^{-1}$ 的硫酸，测量收集 10 mL 氢气所用的时间。



（2）按图示再安装一套装置，加入与前一套装置相同的锌粒，然后再快速加入 40 mL 4 $mol·L^{-1}$ 的硫酸，测量收集 10 mL 氢气所用的时间。

回答下列问题：

①实验所用仪器有：锥形瓶、双孔塞、分液漏斗、直角导气管、50 mL 注射器、铁架台、秒表。

②观察到的现象是：锌跟硫酸反应产生气泡；收集 10 mL 气体，②所用时间比①所用时间短。

③所能得出的实验结论是：4 mol·L^{-1} 的硫酸与锌反应比 1 mol·L^{-1} 的硫酸与锌反应快。

【思维拓展】

用相同质量的锌与不同浓度的稀盐酸反应，除了测定收集相同体积氢气的时间长短表示化学反应速率，还可根据下列量的变化测定其反应速率：

（1）测定相同时间内收集氢气的多少。

（2）测定一段时间内溶液中 $c(H^+)$的变化。

（3）测定一段时间内锌粒质量的变化。



积累运用

轻松积累，灵活运用！

1．下列关于化学反应速率的说法正确的是

A．因是同一反应，所以用不同物质表示化学反应速率时，所得数值是相同的

B．根据化学反应速率的大小可以知道化学反应进行的快慢

C．化学反应速率为“1mol/(L•min)”表示的意思是：时间为 1min 时，某物质的浓度为 1mol/L

D．化学反应速率是指一定时间内任何一种反应物浓度的减少或者任何一种生成物浓度的增加

【答案】B

【解析】同一反应，用不同物质表示化学反应速率时，数值比值等于方程式的系数之比，则不一定相等，A 项错误；化学反应速率的大小可以体现化学反应进行的快慢，即根据化学反应速率的大小可以判断化学反应进行的快慢，B 项正确；化学反应速率为“1 mol/(L•min)”表示的意思是：时间 1min 内，某物质的浓度变化量为 1mol/L，C 项错误；化学反应的反应速率不能用固体物质单位时间内浓度的变化量表示，D 项错误。答案选 B。

2．反应 4A(s)＋3B(g) $\rightleftharpoons$ 2C(g)＋D(g)，经 2minB 的浓度减少了 0.6mol·L^{-1}。对此反应速率的正确表示是

A．用 A 表示的反应速率是 0.4mol·L^{-1}·s^{-1}

B．在这 2min 内用 B 和 C 表示的反应速率的值都是相同的

C．在 2min 末时的反应速率，用反应物 B 来表示是 0.3mol·L^{-1}·min^{-1}

D．分别用 B、C、D 表示反应的速率，其比值是 3∶2∶1

【答案】D

【解析】对于一个化学反应，相同条件下、相同时间内，各物质表示的化学反应速率之比等于化学计量数之比。

【详解】反应物 A 呈固态，浓度为定值，不能用来表示反应速率，A 项错误；因为 A、B 的化学计量数不同，所以在这 2min 内，用 B 和 C 表示的反应速率的值不相同，B 项错误；在 2min 内，用反应物 B 来表示的平均反应速率是$\frac{0.6\text{mol/L}}{2\text{min}}$=0.3mol·L^{-1}·min^{-1}，但 2min 末时的反应速率不等于平均反应速率，C 项错误；在此反应中，B、C、D 都呈气态，用 B、C、D 表示反应的速率，其比值等于化学计量数之比，即等于 3∶2∶1，D 项正确。答案选 D。

3．在 1L 的密闭容器中进行反应 2A(g)＋B(g) $\rightleftharpoons$ 3C(g)，已知 0～10min 内 A 的物质的量由 5mol 减小到 1mol，则用 C 的浓度变化表示的反应速率为

A．6.0mol/(L·min)　　B．0.4mol/(L·min)

C．0.6mol/(L·min)　　D．4.0mol/(L·min)

【答案】C

【解析】在 1L 的密闭容器中进行反应 2A(g)＋B(g) $\rightleftharpoons$ 3C(g)，0～10min 内 A 的物质的量由 5mol 减小到 1mol，A 消耗了 4mol，则生成的 C 为 6mol，则用 C 的浓度变化表示的反应速率 $v(\text{C})=\frac{0.6\text{mo}}{1\text{L}\times10\text{min}}=$ 0.6mol/(L·min)。答案选 C。

4．已知某反应 aA(g)＋bB(g) $\rightleftharpoons$ cC(g)的各物质浓度数据如表：

	A	B	C
起始浓度(mol/L)	3.0	2.0	0
2s 末浓度(mol/L)	0.6	0.4	0.8

据此可推算出上述方程式中各物质的化学计量数之比是

A．3∶1∶2　　B．3∶2∶1　　C．2∶1∶3　　D．9∶3∶4

【答案】B

【解析】根据各物质变化的浓度之比等于化学计量数之比分析。

【详解】由表格中数据可知，

	aA(g)＋bB(g) $\rightleftharpoons$ cC(g)		
开始（mol/L）	3.0	2.0	0
转化（mol/L）	2.4	1.6	0.8
2s （mol/L）	0.6	0.4	0.8

则上述方程式中各物质的化学计量数之比是 $a:b:c=2.4mol/L:1.6mol/L:0.8mol/L=3:2:1$，答案选 B。

5．某含氯有机污染物 X 可通过加入高锰酸钾溶液除去，经处理后 X 转变为氯化物和 CO_2，而高锰酸根离子则转变为 MnO_2，部分物质和离子间量的关系为 $2KMnO_4\sim X\sim 3Cl^-\sim 2CO_2$.常温下，在某密闭容器中进行上述反应，测得 $c(KMnO_4)$与时间的关系如表所示。

时间/min	0	2	4	6	……
$c(KMnO_4)/(mol/L)$	1.0	0.70	0.50	0.40	……

下列说法正确的是

A．除去 X 的反应先慢后快，生成物 MnO_2 可能是该反应的催化剂

B．0～6 min 内平均反应速率 $v(Cl^-)=0.15\ mol/(L\cdot min)$

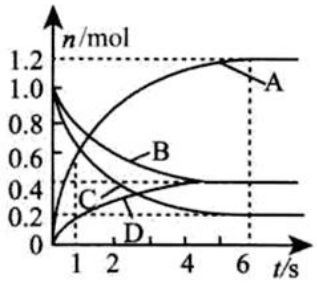
C．当反应耗时 8 min 时，$c(KMnO_4)<0.30\ mol/L$

D．随着反应的进行(忽略溶液体积变化)，$c(K^+)$逐渐降低

【答案】B

【解析】由题表中的数据可知，反应速率先快后慢，A 项错误；在 0~6min 内，$v(KMnO_4)=\frac{\Delta c}{\Delta t}=\frac{(1.0-0.4)mol/L}{6min}$ $=0.1mol/(L\cdot min)$，利用速率之比等于化学计量数之比，得到 $v(Cl^-)=\frac{3}{2}v(KMnO_4)=0.15mol/(L\cdot min)$，B 项正确；若保持 4~6min 内的平均速率反应到 8 min 时，$c(KMnO_4)=0.30mol/L$，但是随着反应物浓度的减小，反应速率也减小，所以当反应耗时 8 min 时，$c(KMnO_4)>0.30\ mol/L$，C 项错误；钾离子未参与反应，反应过程中 $c(K^+)$保持不变，D 项错误。答案选 B。

6．一定温度下，向容积为 2 L 的密闭容器中通入两种气体发生化学反应，反应中各物质的物质的量变化如图所示，对该反应的推断合理的是



A．该反应的化学方程式为 3B＋4C＝6A＋2D

B．从反应开始到 1 s 时，$v(A)=v(C)$

C．反应进行到 6 s 时，B 的平均反应速率为 $0.05\ mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$

D．反应进行到 6 s 时，各物质的反应速率相等

【答案】C

【解析】由图可知，反应达到平衡时，A 物质增加了 1.2 mol，D 物质增加了 0.4 mol，B 物质减少了 0.6 mol，C 物质减少了 0.8 mol，所以 A、D 为生成物，B、C 为反应物，A、B、C、D 变化的物质的量之比为反应系数之比，且反应为可逆反应，反应的化学方程式为 $3B+4C \rightleftharpoons 6A+2D$，A 项错误；从反应开始到 1 s 时，$v(A)=\frac{\Delta c}{\Delta t}=\frac{0.6mol}{2L\times 1s}=0.3\ mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$，$v(C)=\frac{\Delta c}{\Delta t}=\frac{0.4mol}{2L\times 1s}=0.2\ mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$，$v(A)\neq v(C)$，B 项错误；反应进行到 6 s 时，$v(B)=\frac{\Delta c}{\Delta t}=\frac{0.6mol}{2L\times 6s}=0.05\ mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$，C 项正确；各物质的化学反应速率之比等于化学计量数之比，D 项错误。答案选 C。

7．对于反应 $X_2(g)+3Y_2(g) \rightleftharpoons 2XY_3(g)$ ，以下表示的反应速率中，速率最大的是

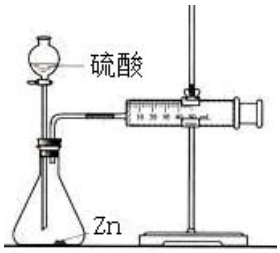
A．$\upsilon(X_2)=0.4\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$　　B．$\upsilon(XY_3)=2.4\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$

C．$\upsilon(Y_2)=0.8\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$　　D．$\upsilon(X_2)=0.01mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$

【答案】B

【解析】比较化学反应速率时，需根据同一时间段内不同物质表示的反应速率之比等于化学计量系数比进行转换为同一物质相同的单位表示的数值再进行比较，现我们将各物质均转化为用 X_2 表示，则有：$v(X_2)=0.4\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$；当 $v(XY_3)=2.4\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$ 时，$v(X_2)=1.2\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$；当 $v(Y_2)=0.8\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$ 时，$v(X_2)=\frac{0.8}{3}mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$；$v(X_2)=0.01mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}=0.01\times 60\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}=0.6\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$；最快的是 B。答案选 B。

8．某小组用如下装置测定 100 mL、4.5 $mol\cdot L^{-1}$ 的 H_2SO_4 与稍过量的锌粒反应的速率，当针筒活塞到达刻度 10.0 mL 时，用时为 20 s。下列说法正确的是



A．固定针筒活塞，用分液漏斗向锥形瓶中注入 50.0 mL 水，可检验装置的气密性

B．可将图中“分液漏斗”换为“长颈漏斗”，也不影响实验测定

C．用气体体积表示产生 H_2 速率，$v(H_2)=0.5mL/s$

D．若改用 25 mL、18 $mol\cdot L^{-1}$ 的 H_2SO_4，则产生 H_2 速率更快，且不影响最终得到 H_2 总量

【答案】A

【解析】根据检查装置气密性的方法可知，检查该装置气密性的正确方法是将注射器活塞固定，向分液漏斗中注入适量蒸馏水，打开分液漏斗活塞，如果分液漏斗颈部能形成稳定的水柱，则气密性良好，反之气

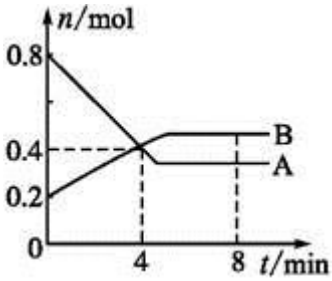
密性差，A 项正确；将图中“分液漏斗”换为“长颈漏斗”，容易造成气体损失，且不易控制液体流量，会影响实验测定，B 项错误；反应前针筒活塞的刻度未知，因此无法计算反应速率，C 项错误；浓硫酸和锌反应生成的是二氧化硫，得不到氢气，D 项错误。答案选 A。

9．用化学用语填空

（1）写出灼热的碳与浓硝酸反应的化学反应方程式_____。

（2）已知断裂 l molH-H 键、1 molN≡N 键分别需要吸收 436 kJ、946 kJ 的能量，生成 1 moIN-H 键放出 391 kJ 的能量，试写出 $N_2(g)$与 $H_2(g)$反应生成 $NH_3(g)$的热化学方程式_____。

（3）在 2 L 的恒温恒容密闭容器内，某一反应中 A、B 气体的物质的量随时间变化的曲线如图所示，从反应开始至 4 min 时，B 的平均反应速率为_____，该反应的化学方程式为_____。



【答案】（1）$C+4HNO_3(浓)\xlongequal{\Delta}4NO_2\uparrow+CO_2\uparrow+2H_2O$

（2）$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\triangle H=-92kJ\cdot mol^{-1}$

（3）0.025mol/(L•min)　　$2A(g) \rightleftharpoons B(g)$

【解析】（1）碳与浓硝酸反应生成二氧化碳、二氧化氮和水，化学方程式：$C+4HNO_3(浓)\xlongequal{\Delta}4NO_2\uparrow+CO_2\uparrow+2H_2O$；

（2）在反应 $N_2+3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ 中，断裂 3molH-H 键，1mol N≡N 键共吸收的能量为：3×436kJ＋946kJ＝2254kJ，生成 2mol NH_3，共形成 6mol N-H 键，放出的能量为：6×391kJ＝2346kJ，吸收的能量少，放出的能量多，该反应为放热反应，放出的热量为：2346kJ-2254kJ＝92kJ，热化学方程式为：$N_2(g)+3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$ $\triangle H=-92kJ\cdot mol^{-1}$；

（3）由图可知，从反应开始，A 的物质的量减少，B 的物质的量增加，则 A 为反应物、B 为生成物，开始至 4min 时，A 减少 0.8mol-0.4mol＝0.4mol，B 增加 0.4mol-0.2mol＝0.2mol，由转化物质的量之比等于化学计量数之比可知，A、B 的化学计量数比为 2：1，且后来达到平衡状态，则反应为 $2A(g) \rightleftharpoons B(g)$，反应开始至 4min 时，B 的平均反应速率为$\frac{0.4mol-0.2mol}{2L\times 4min}=0.025mol/(L\cdot min)$。

10．某校化学活动社团做了如下探究实验：

实验一：测定 1 mol/L 的硫酸与锌粒和锌粉反应的速率，设计如图 1 装置：

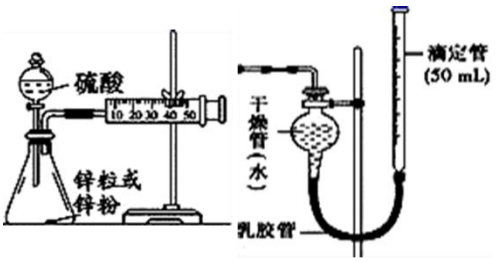


图 1　　图 2

（1）装置图 1 中放有硫酸的仪器名称是_____。

（2）按照图 1 装置实验时，限定了两次实验时间均为 10 min，还需要测定的另一个数据是 _____。

（3）若将图 1 装置中的气体收集装置改为图 2，实验完毕待冷却后，该生准备读取滴定管上液面所在处的刻度数，发现滴定管中液面高于干燥管中液面，应首先采取的操作是_____。

实验二：利用 $H_2C_2O_4$ 溶液和酸性 $KMnO_4$ 溶液之间的反应来探究外界条件改变对化学反应速率的影响。实验如下：

序号	温度/K	0.02mol·L^{-1}KMnO$_4$	0.1mol·L^{-1}H$_2$C$_2$O$_4$	H$_2$O	溶液颜色褪至无色时所需时间/s
		V/mL	*V*/mL	*V*/mL	
A	293	2	5	3	t_1
B	293	2	3	5	8
C	313	2	3	5	t_2

（1）写出相应反应的离子方程式_____。

（2）通过实验 A、B 可探究_____(填外部因素)的改变对反应速率的影响，通过实验_____可探究温度变化对化学反应速率的影响。

（3）利用实验 B 中数据计算，用 $KMnO_4$ 的浓度变化表示的反应速率为 $v(KMnO_4)$=____。

（4）实验中发现：反应一段时间后该反应速率会加快，造成此种变化的原因是反应体系中的某种粒子对 $KMnO_4$ 与 $H_2C_2O_4$ 之间的反应有某种特殊的作用，则该作用是_____。

【答案】实验一：（1）分液漏斗

（2）收集到气体的体积

（3）待气体恢复至室温后，调节滴定管的高度使得两侧液面相平

实验二：（1） $5H_2C_2O_4+2MnO_4^-+6H^+=2Mn^{2+}+10CO_2\uparrow+8H_2O$

（2）浓度　　B、C

（3）5×10^{-4} mol/(L·s)

（4）催化作用

【解析】实验一、将分液漏斗中的硫酸滴入锥形瓶中，与锌反应制取氢气，要比较锌粒与锌粉反应的快慢，可以通过比较相同时间内反应产生氢气的多少，也可以通过测定产生相同体积的氢气所需要的时间，在读数时要使溶液恢复至室温，使液面左右相平，并且要平视读数；

实验二、$H_2C_2O_4$ 溶液和酸性 $KMnO_4$ 溶液反应产生 K_2SO_4、$MnSO_4$、CO_2、H_2O，根据电子守恒、电荷守恒、原子守恒书写反应的离子方程式；采用控制变量方法，根据对比项的不同点比较其对反应速率的影响；利用反应速率的定义计算反应速率；结合反应产生的微粒及反应变化特点判断其作用。

【详解】实验一：

（1）装置图Ⅰ中放有硫酸的仪器名称是分液漏斗；

（2）按照图Ⅰ装置实验时，限定了两次实验时间均为 10 min，还需要测定的另一个数据是收集反应产生 H_2 气体的体积；

（3）若将图Ⅰ装置中的气体收集装置改为图Ⅱ，实验完毕待冷却后，该生准备读取滴定管上液面所在处的刻度数，若发现滴定管中液面高于干燥管中液面，应首先采取的操作是调待气体恢复至室温后，调节滴定管的高度使得两侧液面相平；

实验二：

（1）$H_2C_2O_4$ 溶液和酸性 $KMnO_4$ 溶液之间发生氧化还原反应，根据电子守恒、电荷守恒及原子守恒可知相应反应的离子方程式为 $5H_2C_2O_4+2MnO_4^-+6H^+=2Mn^{2+}+10CO_2\uparrow+8H_2O$；

（2）通过观察实验 A、B，会发现：二者只有草酸的浓度不同，其它外界条件相同，则通过实验 A、B 可探究浓度的改变对反应速率的影响；

要探究温度变化对化学反应速率的影响，改变的条件应该只有温度改变，其它条件相同，观察实验数据会发现：实验 B、C 只有温度不同，故可通过实验 B、C 探究温度变化对化学反应速率的影响；

利用实验 B 中数据计算，用 $KMnO_4$ 的浓度变化表示的反应速率为 $v(KMnO_4)=\frac{0.02mol/L\times2mL}{10mL\times8s}=5\times10^{-4}$ mol/(L·s)；

（3）实验中发现：反应一段时间后该反应速率会加快，造成此种变化的原因是反应体系中的某种粒子对 $KMnO_4$ 与 $H_2C_2O_4$ 之间的反应有某种特殊的作用，该作用是催化作用，相应的粒子最有可能是 Mn^{2+}，即反应产生的 Mn^{2+}起催化作用。

【点睛】本题考查探究反应速率的影响因素。把握速率测定方法及速率影响因素、控制变量法为解答的关键，在计算反应速率时，要注意 $KMnO_4$ 在反应前的浓度计算是易错点。

能力展现　以已所学，展现自我！

1．将等物质的量的 A、B 混合于 2L 的密闭容器中，发生下列反应：3A（g）+B（g）⇌ xC（g）+2D（g），经 2min 后测得 D 的浓度为 0.5mol/L，c（A）：c（B）=3：5，以 C 表示的平均速率 v（C）=0.25mol•L^{-1}•min^{-1}，下列说法正确的是

A．反应速率 $v(B)=0.25\ mol\cdot L^{-1}\cdot min^{-1}$

B．该反应方程式中，$x=1$

C．2min 时，A 的物质的量为 $1.5mol$

D．2min 时，A 的转化率为 60%

【答案】C

【解析】根据题意得 v（D）=0.5mol/L÷2min=0.25 mol·L^{-1}·min^{-1}，则根据化学反应速率之比等于方程式中化学计量数之比可知 v（B）=1/2v（D）=0.125 mol·L^{-1}·min^{-1}，A 项错误；根据题意得 v（D）=0.5mol/L÷2min=0.25 mol·L^{-1}·min^{-1}，以 C 表示的平均速率 v（C）=0.25mol·L^{-1}·min^{-1}，根据化学反应速率之比等于方程式中化学计量数之比可知 x＝2，B 项错误；2min 时，D 的物质的量是 0.5mol/L×2 L=1mol，所以消耗 A、B 的物质的量分别是 1.5mol、0.5mol，设 A、B 起始物质的量均为 y，则剩余 A、B 的物质的量分别是 y-1.5mol、y-0.5mol，根据 c(A)：c(B)=3：5，解得（y-1.5mol）/(y-0.5mol)=3:5，解得 y=3mol。所以 2min 时，A 的物质的量为 3mol-1.5mol=1.5mol，C 项正确；A 的转化率为 1.5mol/3mol×100%=50％，D 项错误。答案选 C。

2．碘及其化合物在合成杀菌剂、药物方面具有广泛用途。$H_2(g)+I_2(g)\rightleftharpoons 2HI(g)$在 1 L 的恒温容器中进行，反应过程中部分数据见下表：

反应时间/min	$H_2(g)$/mol	$I_2(g)$/mol	HI(g)/mol
0	4	4	0
5			2.5
10	2		

若在起始时总压为 p_0 kPa，反应速率若用单位时间内分压的变化表示，而气态物质分压＝总压×气态物质的物质的量分数，则 10 min 内 $H_2(g)$的反应速率为

A．$0.25p_0$ kPa·min^{-1}　　B．$0.025p_0$ kPa·min^{-1}

C．$0.005p_0$ kPa·min^{-1}　　D．$0.016p_0$ kPa·min^{-1}

【答案】B

【解析】$H_2(g)+I_2(g)\rightleftharpoons 2HI(g)$为反应前后气体总数不变的可逆反应，则反应中的任意时刻总压不变均为p_0 kPa，列三段式：

$$\begin{array}{lccc} & H_2+I_2(g)= & 2HI \\ 0min & 4mol & 4mol & 0 \\ 10min & 2mol & 2mol & 4mol \end{array}$$

反应前 $H_2(g)$的分压为 $0.5\times p_0$ kPa，10min 时 $H_2(g)$的分压为 $0.25\times p_0$ kPa，则 10 min 内用 $H_2(g)$表示的反应速率为：$\frac{0.5\times p_0 kPa-0.25\times p_0 kPa}{10min}=0.025p_0\ kPa\cdot min^{-1}$。答案选 B。

3．对于反应 aA+bB＝dD+eE，该化学反应速率定义为 $v=\frac{v(A)}{a}=\frac{v(B)}{b}=\frac{v(D)}{d}=\frac{v(E)}{e}$。式中 v(X)指物质 X=(X=A、B、C、D)的反应速率，a、b、d、e 是化学计量数。298k 时，测得溶液中的反应 $H_2O_2+2HI=2H_2O+I_2$ 在不同浓度时化学反应速率 v 见下表：

实验编号	1	2	3	4
$c(HI)/(mol\cdot L^{-1})$	0.100	0.200	0.300	0.100
$c(H_2O_2)/(mol\cdot L^{-1})$	0.100	0.100	0.100	0.200
$v/(mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1})$	0.00760	0.0152	0.0228	0.0152

下列说法正确的是

A．实验 1、2 中，$v(H_2O_2)$ 相等

B．将浓度均为 $0.200mol\cdot L^{-1}$ 的 H_2O_2 溶液和 HI 溶液等体积混合，则 $v=0.0304mol\cdot L^{-1}\cdot s^{-1}$

C．v 与“HI 和 H_2O_2 浓度的乘积”的比值为常数

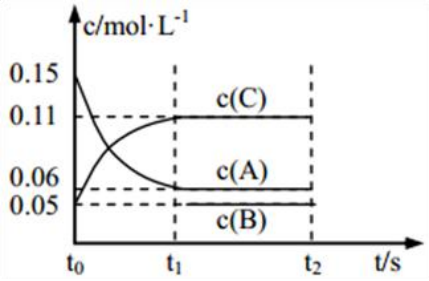
D．实验 4 中，反应 5s 后 H_2O_2 浓度减少了 $0.0760mol\cdot L^{-1}$

【答案】C

【详解析】实验 2 中 c(HI)>实验 1 中 c(HI)，故实验 2 的 $v(H_2O_2)$大于实验 1，A 项错误；将浓度均为 0.200 mol•L^{-1} 的 H_2O_2 溶液和 HI 溶液等体积混合后，$c(H_2O_2)=c$(HI)=0.100mol•L^{-1}，则 v=0.00760 mol•L^{-1}•s^{-1}，B 项错误；实验 1：$\frac{v}{c(HI)\cdot c(H_2O_2)}=\frac{0.00760}{0.1\times 0.1}=0.76$，实验 2：$\frac{v}{c(HI)\cdot c(H_2O_2)}=\frac{0.0152}{0.2\times 0.1}=0.76$，实验 3：

$\frac{v}{c(\mathrm{HI})\cdot c(\mathrm{H_2O_2})}=\frac{0.0228}{0.3\times0.1}$=0.76，实验 4：$\frac{v}{c(\mathrm{HI})\cdot c(\mathrm{H_2O_2})}=\frac{0.0152}{0.1\times0.2}$=0.76，因此 v 与“HI 和 H_2O_2 浓度的乘积”的比值为常数，C 项正确；$v(H_2O_2)$表示的是平均化学反应速率，因此无法计算反应 5s 后 H_2O_2 的浓度变化，D 项错误。答案选 C。

4. 向某密闭容器中加入 0.3 mol A、0.1 mol C 和一定量的 B 三种气体，一定条件下发生如下反应：3A(g) $\rightleftharpoons$ B(g)＋2C(g)，各物质的浓度随时间变化如图所示[t_0～t_1 阶段的 c(B)变化未画出]。下列说法中正确的是( )



A．若 t_1＝15 s，则用 A 的浓度变化表示 t_0～t_1 阶段的平均反应速率为 0.004 mol·L^{-1}·s^{-1}

B．t_1 时该反应达到平衡，A 的转化率为 60%

C．该容器的容积为 2 L，B 的起始的物质的量为 0.02 mol

D．t_0～t_1 阶段，此过程中容器与外界的热交换总量为 a kJ，该反应的热化学方程式为 3A(g) $\rightleftharpoons$ B(g)＋2C(g) ΔH＝－50a kJ·mol^{-1}

【答案】B

【解析】t_0～t_1 阶段，A 的浓度变化为 0.15-0.06=0.09 mol·L^{-1}，t_0～t_1 阶段的平均反应速率为 0.09/15=0.006 mol·L^{-1}·s^{-1}，A 项错误；t_1 时该反应达到平衡，A 的转化率为=0.09/0.15×100=60%，B 项正确；根据反应 3A(g) $\rightleftharpoons$ B(g)＋2C(g)可知，反应达平衡后，Δc(A)=0.09 mol·L^{-1}, Δc(B)=0.03 mol·L^{-1},由图像可知反应达平衡后，c(B)=0.05 mol·L^{-1}，所以 B 的起始的浓度为 0.02 mol·L^{-1}，B 的起始的物质的量为 0.02×2=0.04 mol，C 项错误；t_0～t_1 阶段，Δc(A)=0.09 mol·L^{-1}，Δn(A)=0.09×2 mol =0.18 mol，此时放热 a kJ，如果有 3 mol A 完全反应，放热为 50 a /3 kJ,即 3A(g) $\rightleftharpoons$ B(g)＋2C(g)　ΔH＝－50a/3 kJ·mol^{-1}，D 项错误。答案选 B。

5．纳米铁粉可用作隐形材料。一种制备纳米铁粉工艺的实验步骤如下：

①在磁力搅拌作用下，向温度约为 80℃的饱和 $FeSO_4$ 溶液中不断加入饱和 $H_2C_2O_4$ 溶液至不再产生黄色沉淀($FeC_2O_4·2H_2O$)为止；

②过滤，用煮沸过的蒸馏水将黄色沉淀洗涤干净；

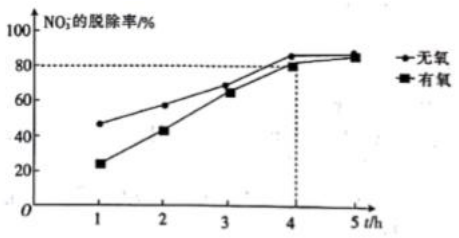
③干燥固体后，在 700℃ 并隔绝空气的条件下将固体焙烧至完全变黑。

（1）步骤①中搅拌的目的是_____，每生成 0.1 mol $FeC_2O_4·2H_2O$，生成 H_2SO_4 的物质的量为_____mol。

（2）步骤②洗涤用的蒸馏水需预先煮沸的目的是_____

（3）步骤③中生成纳米铁的化学方程式为_____。

（4）在两支三口烧瓶中盛有相同体积、用硫酸酸化的水样，将其中一支烧瓶中的溶液控制在无氧的条件下，然后分别向烧瓶中加入相同量(足量)的纳米铁粉，测得 NO_3^- 的脱除率与时间的关系如图所示：



①已知在有氧条件下，起始时水样中 $c(NO_3^-)=1.8\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$，则 0~4 h 内，$v(NO_3^-)$=_____$mol\cdot L^{-1}\cdot h^{-1}$。

②由图可知，3 h 前，无氧条件下 NO_3^- 的脱除率明显比有氧条件下的高，其原因是_____。

【答案】（1）使反应物充分接触，加快反应速率　　0.1　　（2）除去水体中溶解的氧气　　（3）$FeC_2O_4\cdot2H_2O \xlongequal{700℃} Fe+2CO_2\uparrow+2H_2O$　　（4）①$3.6\times10^{-4}$(或 0.00036)　　②有氧时在纳米铁粉表面生成了铁的氧化物，阻碍了 NO_3^-的还原反应的进行

【解析】（1）步骤①中搅拌的目的是有固体参加的反应，搅拌可增加接触面积，使反应物充分接触，加快反应速率，根据反应方程式 $FeSO_4+H_2C_2O_4+2H_2O=FeC_2O_4\cdot2H_2O+H_2SO_4$ 得到每生成 0.1 mol $FeC_2O_4\cdot2H_2O$，生成 H_2SO_4 的物质的量为 0.1mol；故答案为：使反应物充分接触，加快反应速率；0.1。

（2）步骤②洗涤用的蒸馏水需预先煮沸的目的是加热煮沸蒸馏水，可减小气体的溶解度，除去水体中溶解的氧气，防止亚铁盐被氧化；故答案为：除去水体中溶解的氧气。

（3）步骤③中 $FeC_2O_4\cdot2H_2O$ 在 700℃ 分解生成纳米铁、CO_2 和 H_2O，因此生成纳米铁的化学方程式为 $FeC_2O_4\cdot2H_2O \xlongequal{700℃} Fe+2CO_2\uparrow+2H_2O$。

（4）①已知在有氧条件下，起始时水样中 $c(NO_3^-)=1.8\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}$，则 0~4 h 内，$NO_3^-$ 的平均速率为

$$\upsilon=\frac{\Delta c}{\Delta t}=\frac{1.8\times10^{-3}mol\cdot L^{-1}\times0.8}{4h}=3.6\times10^{-4}mol\cdot L^{-1}\cdot h^{-1}$$。

②由图可知，3h 前，无氧条件下 NO_3^-的脱除率明显比有氧条件下的高，其原因是有氧时在纳米铁粉表面生成了铁的氧化物，阻碍了 NO_3^-的还原反应的进行；故答案为：有氧时在纳米铁粉表面生成了铁的氧化物，阻碍了 NO_3^-的还原反应的进行。

【点睛】制备实验是常考题型，主要考查增加反应速率的因素、除去水中氧的目的、反应方程式书写，化学反应速率计算等。