

2020年普通高等学校招生全国统一考试

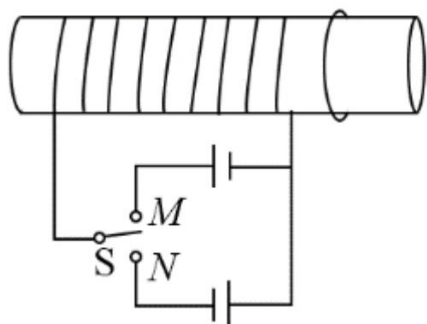
理科综合能力测试

注意事项：

- 1.答卷前，考生务必将自己的姓名、准考证号填写在答题卡上。
- 2.回答选择题时，选出每小题答案后，用铅笔把答题卡上对应题目的答案标号涂黑，如需改动，用橡皮擦干净后，再选涂其它答案标号。回答非选择题时，将答案写在答题卡上，写在本试卷上无效。。
- 3.考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

二、选择题：本题共8小题，每小题6分，共48分。在每小题给出的四个选项中，第1~5题只有一项符合题目要求，第6~8题有多项符合题目要求。全部选对的得6分，选对但不全的得3分，有选错的得0分。

- 1.如图，水平放置的圆柱形光滑玻璃棒左边绕有一线圈，右边套有一金属圆环。圆环初始时静止。将图中开关S由断开状态拨至连接状态，电路接通的瞬间，可观察到（ ）



- A. 拨至M端或N端，圆环都向左运动
- B. 拨至M端或N端，圆环都向右运动
- C. 拨至M端时圆环向左运动，拨至N端时向右运动
- D. 拨至M端时圆环向右运动，拨至N端时向左运动

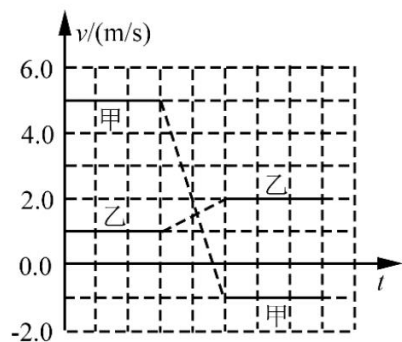
【答案】B

【解析】

【详解】无论开关S拨至哪一端，当把电路接通一瞬间，左边线圈中的电流从无到有，电流在线圈轴线上的磁场从无到有，从而引起穿过圆环的磁通量突然增大，根据楞次定律（增反减同），右边圆环中产生了与左边线圈中方向相反的电流，异向电流相互排斥，所以无论哪种情况，圆环均向右运动。

故选B。

2.甲、乙两个物块在光滑水平桌面上沿同一直线运动，甲追上乙，并与乙发生碰撞，碰撞前后甲、乙的速度随时间的变化如图中实线所示。已知甲的质量为1kg，则碰撞过程两物块损失的机械能为（ ）



- A. 3 J B. 4 J C. 5 J D. 6 J

【答案】 A

【解析】

【详解】 由v-t图可知，碰前甲、乙的速度分别为 $v_{甲} = 5\text{m/s}$ ， $v_{乙} = 1\text{m/s}$ ；碰后甲、乙的速度分别为

$v_{甲} = -1\text{m/s}$ ， $v_{乙} = 2\text{m/s}$ ，甲、乙两物块碰撞过程中，由动量守恒得

$$m_{甲} v_{甲} + m_{乙} v_{乙} = m_{甲} v_{甲}' + m_{乙} v_{乙}'$$

解得

$$m_{乙} = 6\text{kg}$$

则损失的机械能为

$$\Delta E = \frac{1}{2} m_{甲} v_{甲}^2 + \frac{1}{2} m_{乙} v_{乙}^2 - \frac{1}{2} m_{甲} v_{甲}'^2 - \frac{1}{2} m_{乙} v_{乙}'^2$$

解得

$$\Delta E = 3\text{J}$$

故选A。

3.“嫦娥四号”探测器于2019年1月在月球背面成功着陆，着陆前曾绕月球飞行，某段时间可认为绕月做匀速圆周运动，圆周半径为月球半径的K倍。已知地球半径R是月球半径的P倍，地球质量是月球质量的Q倍，地球表面重力加速度大小为g。则“嫦娥四号”绕月球做圆周运动的速率为（ ）

- A. $\frac{RKg}{Q}$ B. $\frac{RPKg}{Q}$ C. $\frac{RQg}{KP}$ D. $\frac{RPg}{QK}$

【答案】 D

【解析】

【详解】假设在地球表面和月球表面上分别放置质量为 m 和 m_0

的两个物体，则在地球和月球表面处，分别有

$$\frac{GMm}{R^2} = mg \quad \frac{GMm_0}{R_0^2} = m_0 g$$

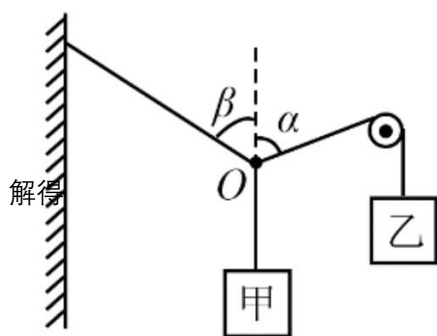
解得

$$\frac{R_0^2}{R^2} = \frac{g}{g_0} \quad R_0 = R \sqrt{\frac{g}{g_0}}$$

设嫦娥四号卫星的质量为 m_1 ，根据万有引力提供向心力得

$$\frac{GMm_1}{R^2} = m_1 \frac{v^2}{R} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

解得



故选D。

4.如图，悬挂甲物体的细线拴牢在一不可伸长的轻质细绳上O点处；绳的一端固定在墙上，另一端通过光滑定滑轮与物体乙相连。甲、乙两物体质量相等。系统平衡时，O点两侧绳与竖直方向的夹角分别为 α 和 β 。若 $\alpha=70^\circ$ ，则 β 等于（ ）

A. 45°

B. 55°

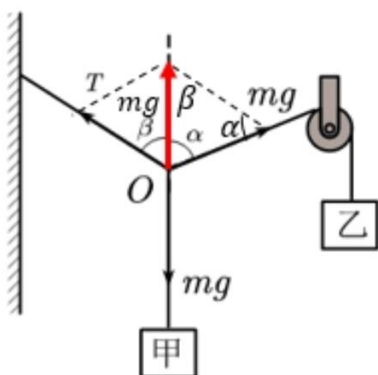
C. 60°

D. 70°

【答案】 B

【解析】

【详解】甲物体是拴牢在O点，且甲、乙两物体的质量相等，则甲、乙绳的拉力大小相等，O点处于平衡状态，则左侧绳子拉力的方向在甲、乙绳子的角平分线上，如图所示



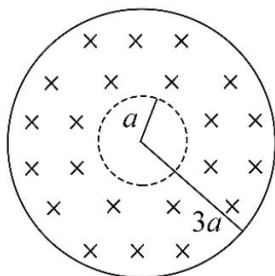
根据几何关系有

$$180^\circ - 2\alpha = 90^\circ$$

解得 $\alpha = 45^\circ$ 。

故选B。

5.真空中有一匀强磁场，磁场边界为两个半径分别为 a 和 $3a$ 的同轴圆柱面，磁场的方向与圆柱轴线平行，其横截面如图所示。一速率为 v 的电子从圆心沿半径方向进入磁场。已知电子质量为 m ，电荷量为 e ，忽略重力。为使该电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内，磁场的磁感应强度最小为（ ）



A. $\frac{3mv}{2ae}$

B. $\frac{mv}{ae}$

C. $\frac{3mv}{4ae}$

D. $\frac{3mv}{5ae}$

【答案】C

【解析】

【详解】为了使电子的运动被限制在图中实线圆围成的区域内，则其运动轨迹，如图所示

$$2+13=n_1 \quad n_1 \leq n_2 \leq 1$$

$$4+27=m_1 \leq 1, \quad m_1 \leq m_2 \leq 0$$

解得

$$n_1 \square 15 \quad n_2 \square 14 \quad m_1 \square 30 \quad m_2 \square 30$$

即 X 的质量数与 Y 的质量数相等，电荷数比 $^{30}_{15}\text{X}$ 的电荷数多 2， $^{27}_{13}\text{Al}$ 电荷数比 $^{30}_{15}\text{X}$ 电荷数多 3，AC 正确，BD 错误。

故选 AC。

7. 在图 (a) 所示的交流电路中，电源电压的有效值为 220V，理想变压器原、副线圈的匝数比为 10:1， R_1 、 R_2 、 R_3 均为固定电阻， $R_2=10\Omega$ ， $R_3=20\Omega$

，各电表均为理想电表。已知电阻 R_2 中电流 i_2 随时间 t 变化的正弦曲线如图 (b) 所示。下列说法正确的是 ()

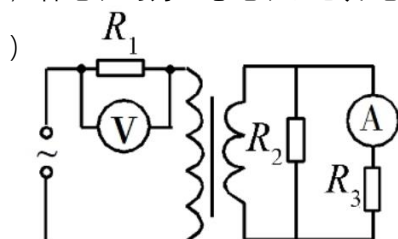


图 (a)

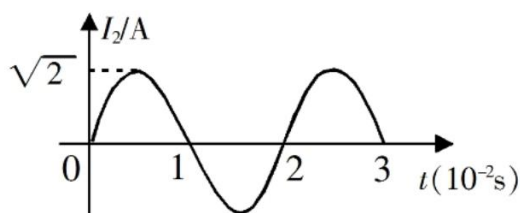


图 (b)

- A. 所用交流电的频率为 50Hz
B. 电压表的示数为 100V
C. 电流表的示数为 1.0A
D. 变压器传输的电功率为 15.0W

【答案】AD

【解析】

【详解】A. 交流电的频率为

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0.02\text{s}} = 50\text{Hz}$$

A 正确；

B. 通过 R_2 电流的有效值为

$$I = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 1\text{A}$$

R_2 两端即副线圈两端的电压，根据欧姆定律可知

$$U_2 = IR_2 = 1 \times 10\text{V} = 10\text{V}$$

$$U_1 = n_1 \frac{U_2}{n_2}$$

根据理想变压器的电压规律可知原线圈的电压

$$U = \frac{n}{n_1} U_1 = \frac{n}{n_2} U_2$$

电阻 R_1 两端分压即为电压表示数，即

$$U_V = U_0 = U_1 = 220V = 100V = 120V$$

B错误；

C．电流表的示数为

$$I_A = \frac{U}{R_2} = \frac{10}{20} A = 0.5A$$

C错误；

D．副线圈中流过的总电流为

$$I_2 = I = I_A = 1A = 0.5A = 1.5A$$

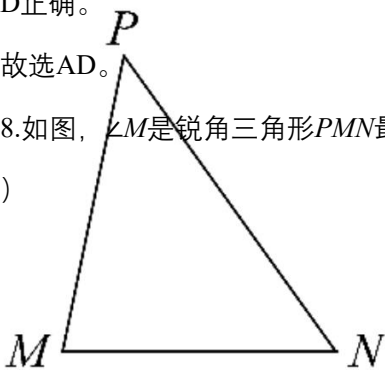
变压器原副线圈传输的功率为

$$P = I U = 15W$$

D正确。

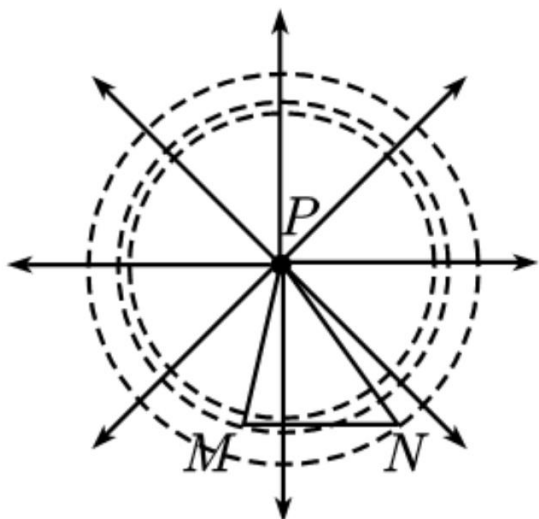
故选AD。

8.如图， $\angle M$ 是锐角三角形 PMN 最大的内角，电荷量为 q ($q > 0$) 的点电荷固定在 P 点。下列说法正确的是 ()



- A. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电场强度的大小逐渐增大
- B. 沿 MN 边，从 M 点到 N 点，电势先增大后减小
- C. 正电荷在 M 点的电势能比其在 N 点的电势能大
- D. 将正电荷从 M 点移动到 N 点，电场力所做的总功为负

【详解】A．点电荷的电场以点电荷为中心，向四周呈放射状，如图



□ $PN \square PM$ $E \square k \frac{Q}{r^2}$
 M 是最大内角，所以，根据点电荷的场强公式

（或者根据电场线的疏密程度）可知从 $M \square N$ 电场强度先增大后减小，A错误；

B．电场线与等势面（图中虚线）处处垂直，沿电场线方向电势降低，所以从 $M \square N$ 电势先增大后减小，B正确；

C． M 、 N 两点的电势大小关系为 $\phi_M \square \phi_N$ ，根据电势能的公式 $E_p \square q\phi$ 可知正电荷在 M

点的电势能大于在 N 点的电势能，C正确；

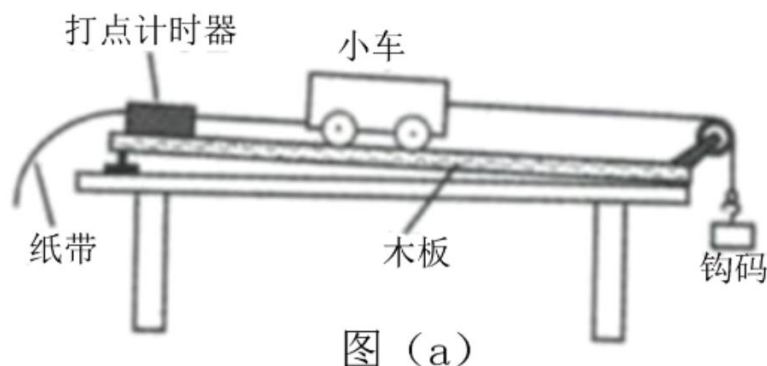
D．正电荷从 $M \square N$ ，电势能减小，电场力所做的总功为正功，D错误。

故选BC。

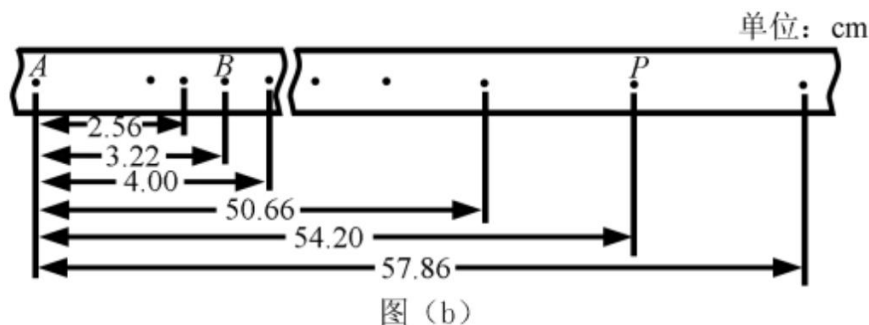
三、非选择题：共62分。第9~12题为必考题，每个试题考生都必须作答。

（一）必考题：共47分。

9.某同学利用图（a）所示装置验证动能定理。调整木板的倾角平衡摩擦阻力后，挂上钩码，钩码下落，带动小车运动并打出纸带。某次实验得到的纸带及相关数据如图（b）所示。



图（a）



已知打出图 (b) 中相邻两点的时间间隔为0.02

s, 从图 (b) 给出的数据中可以得到, 打出B点时小车的速度大小 v_B =_____m/s, 打出P点时小车的速度大小 v_P =_____m/s (结果均保留2位小数)。

若要验证动能定理, 除了需测量钩码的质量和小车的质量外, 还需要从图 (b) 给出的数据中求得的物理量为_____。

【答案】 (1). 0.36 (2). 1.80 (3). B、P之间的距离

【解析】

【详解】 [1][2]由匀变速直线运动中间时刻的瞬时速度等于平均速度

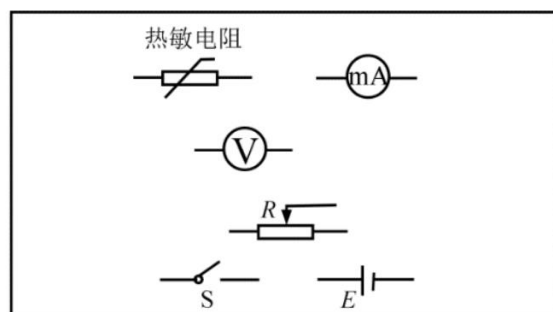
$$v_B = \frac{(4.00 - 2.56) \times 10^{-2}}{0.04} \text{ m/s} = 0.36 \text{ m/s}$$

$$v_P = \frac{(57.86 - 50.66) \times 10^{-2}}{0.04} \text{ m/s} = 1.80 \text{ m/s}$$

[3]验证动能定理要求出小车运动的过程中拉力对小车做的功, 所以需要测量对应的B、P之间的距离。

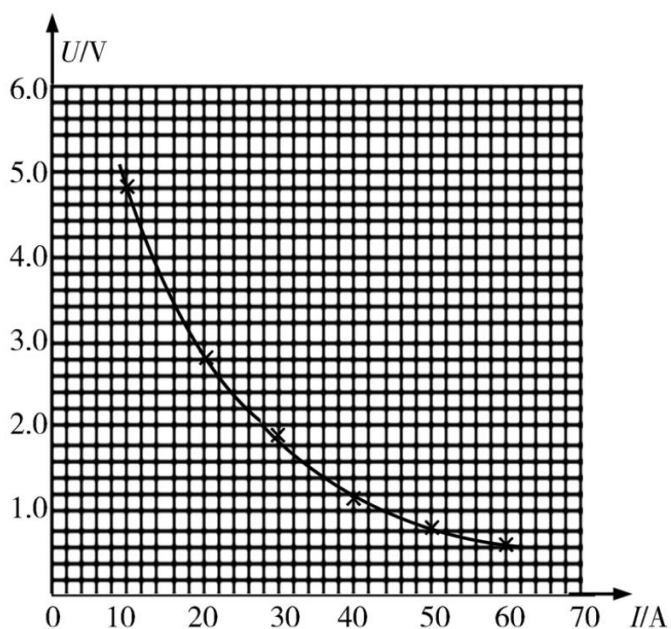
10.已知一热敏电阻当温度从10℃升至60℃时阻值从几千欧姆降至几百欧姆, 某同学利用伏安法测量其阻值随温度的变化关系。所用器材: 电源E、开关S、滑动变阻器R (最大阻值为20Ω)、电压表 (可视为理想电表) 和毫安表 (内阻约为100Ω)。

(1)在答题卡上所给的器材符号之间画出连线, 组成测量电路图_____。

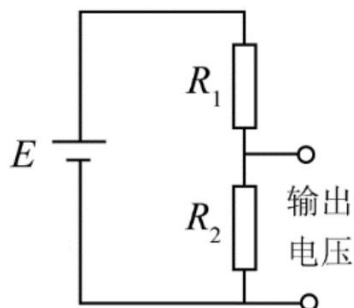


(2)实验时, 将热敏电阻置于温度控制室中, 记录不同温度下电压表和毫安表的示数, 计算出相应的热敏电阻阻值。若某次测量中电压表和毫安表的示数分别为5.5 V和3.0

mA，则此时热敏电阻的阻值为_____k Ω （保留2位有效数字）。实验中得到的该热敏电阻阻值 R 随温度 t 变化的曲线如图（a）所示。



图（a）



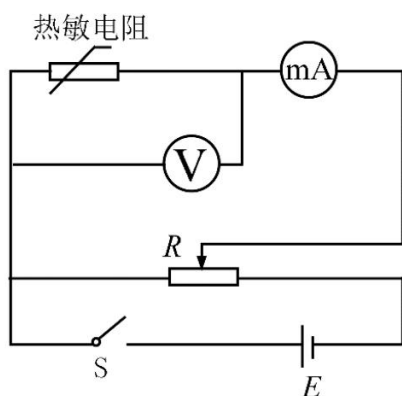
图（b）

(3)将热敏电阻从温温室取出置于室温下，测得达到热平衡后热敏电阻的阻值为2.2k Ω 。由图（a）求得，此时室温为_____ $^{\circ}\text{C}$ （保留3位有效数字）。

(4)利用实验中的热敏电阻可以制作温控报警器，其电路的一部分如图（b）所示。图中， E 为直流电源（电动势为10 V，内阻可忽略）；当图中的输出电压达到或超过6.0

V时，便触发报警器（图中未画出）报警。若要求开始报警时环境温度为50

$^{\circ}\text{C}$ ，则图中_____（填“ R_1 ”或“ R_2 ”）应使用热敏电阻，另一固定电阻的阻值应为_____k Ω （保留2位有效数字）。

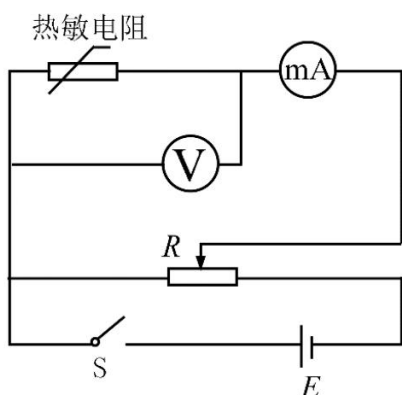


【答案】 (1).

(2). 1.8 (3). 25.5 (4). R_1 (5). 1.2

【解析】

【详解】 (1)滑动变阻器由用分压式，电压表可是为理想表，所以用电流表外接。连线如图



(2)由部分电路欧姆定律得

$$R = \frac{U}{I} = \frac{5.5}{0.3 \times 10^{-3}} \Omega = 1.8 \text{ k}\Omega$$

(3)由该电阻的阻值随温度变化的曲线直接可读得：25.5℃。

(4)①温度升高时，该热敏电阻阻值减小，分得电压减少。而温度高时输出电压要升高，以触发报警，所以 R_1 为热敏电阻。②由图线可知，温度为50℃时， $R_1 = 0.8 \text{ k}\Omega$ ，由欧姆定律可得

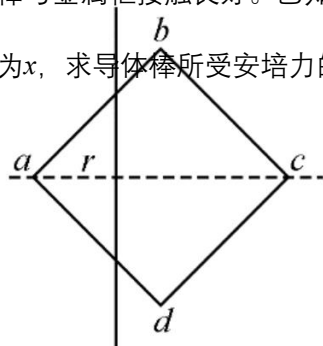
$$E = I(R_1 + R_2)$$

$$U = IR_2$$

代入数据解得 $R_2 = 1.2 \text{ k}\Omega$ 。

11.如图，一边长为 l_0 的正方形金属框 $abcd$ 固定在水平面内，空间存在方向垂直于水平面、磁感应强度大小为 B 的匀强磁场。一长度大于 $2l_0$

的均匀导体棒以速率 v 自左向右在金属框上匀速滑动，滑动过程中导体棒始终与 ac 垂直且中点位于 ac 上，导体棒与金属框接触良好。已知导体棒单位长度的电阻为 r ，金属框电阻可忽略。将导体棒与 a 点之间的距离记为 x ，求导体棒所受安培力的大小随 x ($0 \leq x \leq 2l_0$) 变化的关系式。



$$F = \frac{2B}{r} \sqrt{\frac{v}{2}} \left(x_0 - l \sqrt{\frac{v}{2}} \right)$$
$$E \square B \sqrt{\nu}$$
$$\frac{\sqrt{F}}{\sqrt{Bil}}$$
$$2(2l-x), \quad l-x, \quad 2l$$

2

□

□

□

联立各式得

$$F = \frac{2B^2 v^2}{r} x, \quad \text{,, } x, \quad l_0$$

$$2B^2 v^2$$

$$2B^2 v^2$$

$$2l \quad x, \quad l \quad x, \quad 2l$$

$$r \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

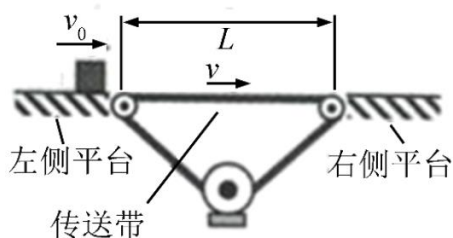
$$2$$

12.如图，相距 $L=11.5\text{m}$ 的两平台位于同一水平面内，二者之间用传送带相接。传送带向右匀速运动，其速度的大小 v 可以由驱动系统根据需要设定。质量 $m=10\text{ kg}$ 的载物箱（可视为质点），以初速度 $v_0=5.0\text{ m/s}$ 自左侧平台滑上传送带。载物箱与传送带间的动摩擦因数 $\mu=0.10$ ，重力加速度取 $g=10\text{m/s}^2$ 。

- (1)若 $v=4.0\text{ m/s}$ ，求载物箱通过传送带所需的时间；
- (2)求载物箱到达右侧平台时所能达到的最大速度和最小速度；

- (3)若 $v=6.0\text{m/s}$ ，载物箱滑上传送带 $\square t$ $\frac{13}{12}$ s

后，传送带速度突然变为零。求载物箱从左侧平台向右侧平台运动的过程中，传送带对它的冲量。



【答案】(1)2.75s; (2) $v_1 = \sqrt{2} \text{m/s}$, $v_2 = 4\sqrt{2} \text{m/s}$; (3)0

【解析】

【详解】(1)传送带的速度为 $v = 4.0 \text{m/s}$

时，载物箱在传送带上先做匀减速运动，设其加速度为 a ，由牛顿第二定律有：

$$mg = ma \quad (1)$$

设载物箱滑上传送带后匀减速运动的距离为 x_1 ，由运动学公式有

$$v^2 = v_0^2 - 2ax_1 \quad (2)$$

联立①②式，代入题给数据得 $x_1 = 4.5 \text{m}$; ③

因此，载物箱在到达右侧平台前，速度先减小至 v ，然后开始做匀速运动，设载物箱从滑上传送带到离开传送带所用的时间为 t_1 ，做匀减速运动所用的时间为 t_2 ，由运动学公式有

$$v = v_0 - at_2 \quad (4)$$

$$L = x_1 + vt_2 \quad (5)$$

联立①③④⑤式并代入题给数据有 $t_1 = 2.75 \text{s}$; ⑥

(2)当载物箱滑上传送带后一直做匀减速运动时，到达右侧平台时的速度最小，设为 v_1 ，当载物箱滑上传送带后一直做匀加速运动时，到达右侧平台时的速度最大，设为 v_2 。由动能定理有

$$\frac{1}{2}mv_1^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 - mgL \quad (7)$$

$$\frac{1}{2}mv_2^2 = \frac{1}{2}mv_0^2 + mgL \quad (8)$$

由⑦⑧式并代入题给条件得

$$v_1 = \sqrt{2} \text{m/s}, \quad v_2 = 4\sqrt{2} \text{m/s} \quad (9)$$

(3)传送带的速度为 $v_0 = 6.0\text{m/s}$ 时，由于 $v_0 > v_2$

，载物箱先做匀加速运动，加速度大小仍 a 。设载物箱做匀加速运动通过的距离为 x_2 ，所用时间为 t_3 ，由运

运动学公式有

$$v_3 = v_0 + at \quad (10)$$

$$v_3^2 = v_0^2 + 2ax \quad (11)$$

联立⑩⑪式并代入题给数据得

$$t_3 = 1.0\text{s} \quad (12)$$

$$x_2 = 5.5\text{m} \quad (13)$$

因此载物箱加速运动1.0s、向右运动5.5m时，达到与传送带相同的速度。此后载物箱与传送带共同匀速运动($t - t_3$)的时间后，传送带突然停止，设载物箱匀速运动通过的距离为 x_3 有

$$x_3 = v_3(t - t_3) \quad (14)$$

由⑩⑪⑬⑭式可知

$$\frac{1}{2}mv_3^2 = mg(L - x_2 - x_3)$$

即载物箱运动到右侧平台时速度大于零，设为 v_3 ，由运动学公式有，

$$v_3^2 = v_0^2 + 2a(L - x_2 - x_3) \quad (15)$$

设载物箱通过传送带的过程中，传送带对它的冲量为 I ，由动量定理有

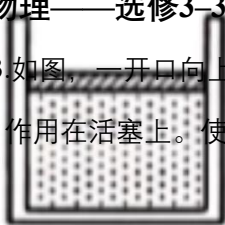
$$I = m(v_3 - v_0)$$

代入题给数据得 $I = 0$

(二) 选考题：共15分。请考生从2道物理题中每科任选一题作答。如果多做，则每科按所做的第一题计分。

[物理——选修3-3]

13 如图，一开口向上的导热气缸内。用活塞封闭了一定质量的理想气体，活塞与气缸壁间无摩擦。现用外力作用在活塞上。使其缓慢下降。环境温度保持不变，系统始终处于平衡状态。在活塞下降过程中 ()



- B. 气体压强逐渐增大，内能不变
- C. 气体压强逐渐增大，放出热量
- D. 外界对气体做功，气体内能不变
- E. 外界对气体做功，气体吸收热量

【答案】BCD

【解析】

【详解】A. 理想气体的内能与温度之间唯一决定，温度保持不变，所以内能不变。A错误；

B. 由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$

，可知体积减少，温度不变，所以压强增大。因为温度不变，内能不变。B正确；

CE. 由理想气体状态方程 $\frac{pV}{T} = C$

，可知体积减少，温度不变，所以压强增大。体积减少，外界对系统做功，且内能不变，由热力学第一定律 $\Delta U = W + Q$ 可知，系统放热。C正确；E错误。

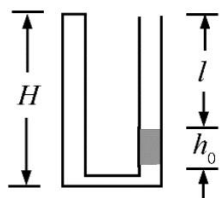
D. 体积减少，外界对系统做功。理想气体的内能与温度之间唯一决定，温度保持不变，所以内能不变。故D正确。

故选BCD。

14.如图，两侧粗细均匀、横截面积相等、高度均为 $H=18\text{cm}$ 的U型管，左管上端封闭，右管上端开口。右管中有高 $h_0=4\text{cm}$ 的水银柱，水银柱上表面离管口的距离 $l=12\text{cm}$ 。管底水平段的体积可忽略。环境温度为 $T_1=283\text{K}$ 。大气压强 $p_0=76\text{cmHg}$ 。

(i) 现从右侧端口缓慢注入水银（与原水银柱之间无气隙），恰好使水银柱下端到达右管底部。此时水银柱的高度为多少？

(ii) 再将左管中密封气体缓慢加热，使水银柱上表面恰与右管口平齐，此时密封气体的温度为多少？



【答案】(i) 12.9cm; (ii) 363K

【解析】

【详解】(i) 设密封气体初始体积为 V_1 ，压强为 p_1 ，左、右管的截面积均为 S ，密封气体先经等温压缩过

程体积变为 V_2 ，压强变为 p_2 。由玻意耳定律有

$$p_1 V_1 = p_2 V_2$$

设注入水银后水银柱高度为 h ，水银的密度为 ρ ，按题设条件有

$$\begin{aligned} p_1 &= p_0 + \rho g h_0 & p_2 &= p_0 + \rho g h \\ V_1 &= S \cdot 2H & V_2 &= S(h_0 + h) \end{aligned}$$

联立以上式子并代入题给数据得 $h=12.9\text{cm}$;

(ii) 密封气体再经等压膨胀过程体积变为 V_3 ，温度变为 T_2 ，由盖—吕萨克定律有

$$\frac{V_2}{T_1} = \frac{V_3}{T_2}$$

按题设条件有

$$V_3 = S(2H + h)$$

代入题给数据得

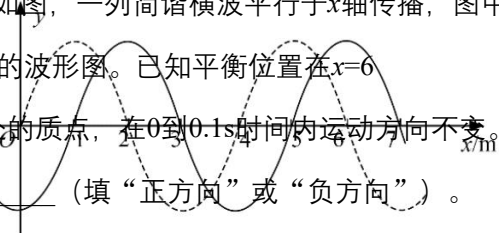
$$T_2 = 363\text{K}$$

[物理选修3-4]

15. 如图，一列简谐横波平行于 x 轴传播，图中的实线和虚线分别为 $t=0$ 和 $t=0.1$

s时的波形图。已知平衡位置在 $x=6$

m处的质点，在0到0.1s时间内运动方向不变。这列简谐波的周期为_____s，波速为_____m/s，传播方向沿 x 轴_____（填“正方向”或“负方向”）。



【答案】 (1). 0.4 (2). 10 (3). 负方向

【解析】

【详解】 因为 $x=6\text{m}$ 处的质点在 $0:0.1\text{s}$

内运动方向不变，所以该处质点从正向位移最大处经过四分之一一个周期向下运动至平衡位置处，即

$$\frac{1}{4}T = 0.1\text{s}$$

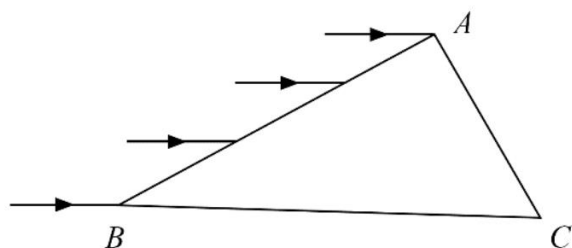
$$T = 0.4\text{s}$$

v ☐ 4m
☐ ☐
☐ 10m/s
 T 0.4s

在虚线上， $x \leq 6\text{m}$ 处的质点向下运动，根据同侧法可知波沿 x 轴负方向传播。

16.如图，一折射率为 $\sqrt{3}$

的材料制作的三棱镜，其横截面为直角三角形 ABC ， $\angle A=90^\circ$ ， $\angle B=30^\circ$ 。一束平行光平行于 BC 边从 AB 边射入棱镜，不计光线在棱镜内的多次反射，求 AC 边与 BC 边上有光出射区域的长度的比值。

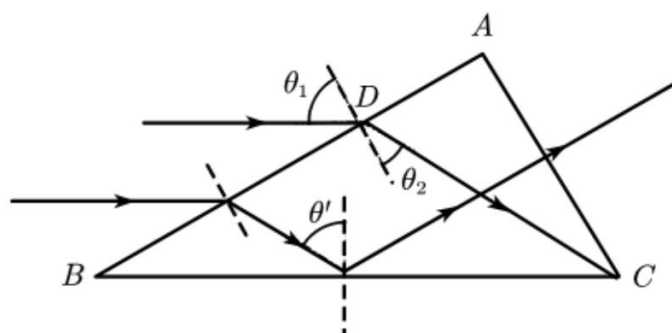


【答案】 2

【解析】

【详解】 设从 D 点入射的光线经折射后恰好射向 C 点，光在 AB 边上的入射角为 θ_1 ，折射角为 θ_2

，如图所示



由折射定律有

$$\sin \theta_1 = n \sin \theta_2$$

设从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上的入射角为 θ' ，由几何关系有

$$\theta' = 30^\circ + \theta_2$$

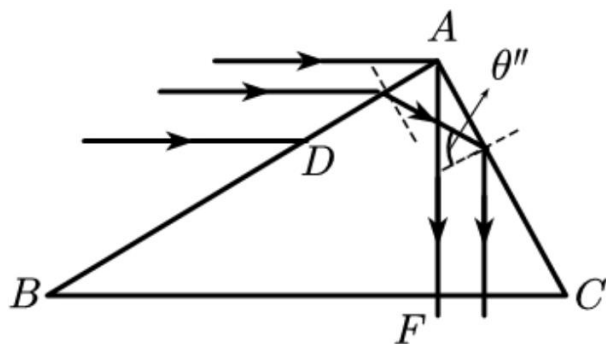
代入题中数据解得

$$\theta' = 30^\circ$$

$$n \sin \theta' = 1$$

所以从 DB 范围入射的光折射后在 BC 边上发生全反射，反射光线垂直射到 AC 边， AC

边上全部有光射出。设从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上的入射角为 θ'' ，如图所示



由几何关系可知

$$\sin \theta'' = \frac{CF}{AC} = \frac{1}{2}$$

根据已知条件可知

$$n \sin \theta'' = 1$$

即从 AD 范围入射的光折射后在 AC 边上发生全反射，反射光线垂直射到 BC 边上。设 BC 边上有光线射出的部分为 CF ，由几何关系得

$$CF = AC \sin 30^\circ$$

$\frac{AC}{BC}$ 边与 $\frac{BC}{AC}$ 边有光射出区域的长度比值为

$$\frac{AC}{CF} = 2$$

2020年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试 化学

可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 N 14 O 16 Mg 24 S 32 Fe 56 Cu 64

一、选择题：在每小题给出的四个选项中，只有一项是符合题目要求的。

1.宋代《千里江山图》描绘了山清水秀的美丽景色，历经千年色彩依然，其中绿色来自孔雀石颜料(主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$)，青色来自蓝铜矿颜料(主要成分为 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$)。下列说法错误的是

- A. 保存《千里江山图》需控制温度和湿度
- B. 孔雀石、蓝铜矿颜料不易被空气氧化
- C. 孔雀石、蓝铜矿颜料耐酸耐碱
- D. $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ 中铜的质量分数高于 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$

【答案】C

【解析】

【详解】A．字画主要由纸张和绢、绫、锦等织物构成，为防止受潮和氧化，保存古代字画时要特别注意控制适宜的温度和湿度，A说法正确；

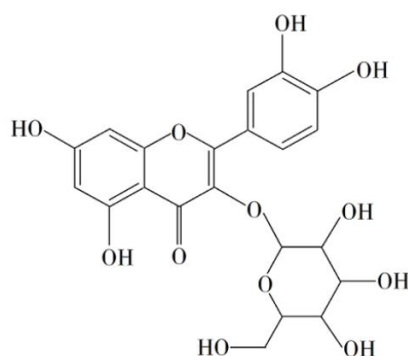
B．由孔雀石和蓝铜矿的化学成分可知，其中的铜元素、碳元素和氢元素均处于最高价，其均为自然界较稳定的化学物质，因此，用其所制作的颜料不易被空气氧化，B说法正确；

C．孔雀石和蓝铜矿的主要成分均可与酸反应生成相应的铜盐，因此，用其制作的颜料不耐酸腐蚀，C说法错误；

D．因为氢氧化铜中铜元素的质量分数高于碳酸铜，所以 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCO}_3$ 中铜的质量分数高于 $\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{CuCO}_3$ ，D说法正确。

综上所述，相关说法错误的是C，故本题答案为C。

2. 金丝桃苷是从中药材中提取的一种具有抗病毒作用的黄酮类化合物，结构式如下：



下列关于金丝桃苷的叙述，错误的是

- A. 可与氢气发生加成反应
- B. 分子含21个碳原子
- C. 能与乙酸发生酯化反应
- D. 不能与金属钠反应

【答案】D

【解析】

【详解】A．该物质含有苯环和碳碳双键，一定条件下可以与氢气发生加成反应，故A正确；

B．根据该物质的结构简式可知该分子含有21个碳原子，故B正确；

C．该物质含有羟基，可以与乙酸发生酯化反应，故C正确；

D．该物质含有普通羟基和酚羟基，可以与金属钠反应放出氢气，故D错误；

故答案为D。

3. N_A 是阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

- A. 22.4 L(标准状况)氮气中含有 $7N_A$ 个中子
- B. 1 mol重水比1 mol水多 N_A 个质子
- C. 12 g石墨烯和12 g金刚石均含有 N_A 个碳原子

D. 1 L 1 mol·L⁻¹ NaCl溶液含有28*N_A*个电子

【答案】 C

【解析】

【详解】 A . 标准状况下22.4L氮气的物质的量为1mol，若该氮气分子中的氮原子全部为¹⁴N，则每个N₂分子含有(14-7)×2=14个中子，1mol该氮气含有14*N_A*个中子，不是7*N_A*，且构成该氮气的氮原子种类并不确定，故A错误；

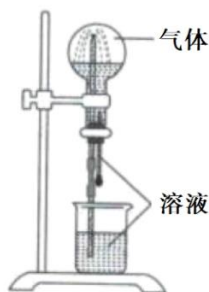
B . 重水分子和水分子都是两个氢原子和一个氧原子构成的，所含质子数相同，故B错误；

C . 石墨烯和金刚石均为碳单质，12g石墨烯和12g金刚石均相当于12g碳原子，即 $\frac{12\text{g}}{12\text{g/mol}}$

=1molC原子，所含碳原子数目为*N_A*个，故C正确；

D . 1molNaCl中含有28*N_A*个电子，但该溶液中除NaCl外，水分子中也含有电子，故D错误；故答案为C。

4.喷泉实验装置如图所示。应用下列各组气体—溶液，能出现喷泉现象的是



	气体	溶液
A .	H ₂ S	稀盐酸
B .	HCl	稀氨水
C .	NO	稀H ₂ SO ₄
D .	CO ₂	饱和NaHCO ₃ 溶液

A. A

B. B

C. C

D. D

【答案】 B

【解析】

【分析】

能够发生喷泉实验，需要烧瓶内外产生明显的压强差；产生压强差可以通过气体溶于水的方法，也可以通过发生反应消耗气体产生压强差，据此分析。

- 【详解】A．由于硫化氢气体和盐酸不发生反应且硫化氢在水中的溶解度较小，烧瓶内外压强差变化不大，不会出现喷泉现象，A错误；
- B．氯化氢可以和稀氨水中的一水合氨发生反应，使烧瓶内外产生较大压强差，能够出现喷泉实验，B正确；
- C．一氧化氮不与硫酸发生反应且不溶于水，烧瓶内外不会产生压强差，不能发生喷泉现象，C错误；
- D．二氧化碳不会溶于饱和碳酸氢钠溶液中，烧瓶内外不会产生压强差，不能发生喷泉实验，D错误；
- 故选B。

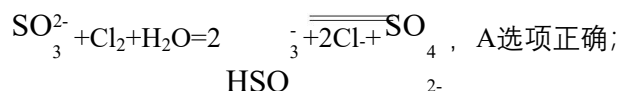
5.对于下列实验，能正确描述其反应的离子方程式是

- A. 用 Na_2SO_3 溶液吸收少量 Cl_2 :
$$3\text{SO}_3^{2-} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} = 2\text{HSO}_3^- + 2\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$$
- B. 向 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 :
$$\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 = \text{CaCO}_3 \downarrow + 2\text{H}^+$$
- C. 向 H_2O_2 溶液中滴加少量 FeCl_3 :
$$2\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{O}_2 \uparrow + 2\text{H}^+ + 2\text{Fe}^{2+}$$
- D. 同浓度同体积 NH_4HSO_4 溶液与 NaOH 溶液混合:
$$\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$$

【答案】A

【解析】

【详解】A．用 Na_2SO_3 溶液吸收少量的 Cl_2 ， Cl_2 具有强氧化性，可将部分 SO_3^{2-} 氧化为 SO_4^{2-} ，同时产生的氢离子与剩余部分 SO_3^{2-} 结合生成 HSO_3^- ， Cl_2 被还原为 Cl^- ，反应的离子反应方程式为：3



B．向 CaCl_2 溶液中通入 CO_2 ， H_2CO_3 是弱酸， HCl 是强酸，弱酸不能制强酸，故不发生反应，B选项错误；

C．向 H_2O_2 中滴加少量的 FeCl_3 ， Fe^{3+} 的氧化性弱于 H_2O_2 ，不能氧化 H_2O_2 ，但 Fe^{3+} 能催化 H_2O_2 的分解，正确

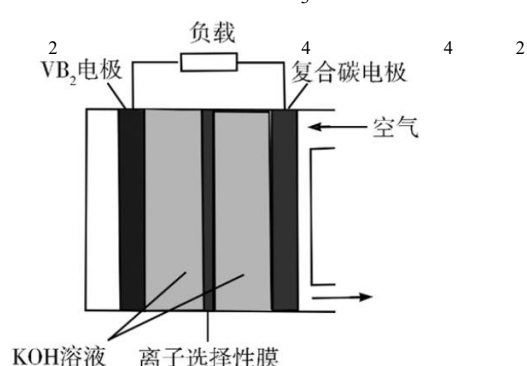
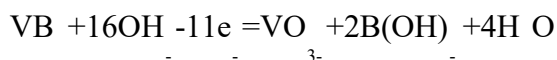
的离子方程式应为
$$2\text{H}_2\text{O}_2 \xrightarrow{\text{Fe}^{3+}} 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$$
，C选项错误；

D． NH_4HSO_4 电离出的 H^+ 优先和 NaOH 溶液反应，同浓度同体积的 NH_4HSO_4 溶液与 NaOH 溶液混合，氢离子和氢氧根恰好完全反应，正确的离子反应方程式应为： $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$ ，D选项错误；

答案选A。

【点睛】B选项为易错点，在解答时容易忽略 H_2CO_3 是弱酸，HCl是强酸，弱酸不能制强酸这一知识点。

6.一种高性能的碱性硼化钒(VB_2)—空气电池如下图所示, 其中在 VB_2 电极发生反应:



该电池工作时, 下列说法错误的是

- A. 负载通过 0.04 mol 电子时, 有 0.224 L (标准状况) O_2 参与反应
- B. 正极区溶液的 pH 降低、负极区溶液的 pH 升高
- C. 电池总反应为 $4\text{VB}_2 + 11\text{O}_2 + 20\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{VO}_4^{3-}$
- D. 电流由复合碳电极经负载、 VB_2 电极、 KOH 溶液回到复合碳电极

【答案】B

【解析】

【分析】

根据图示的电池结构, 左侧 VB_2 发生失电子的反应生成 VO_4^{3-} 和 $\text{B}(\text{OH})_4^-$

, 反应的电极方程式如题干所示, 右侧空气中的氧气发生得电子的反应生成 OH^-

, 反应的电极方程式为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$, 电池的总反应方程式为 $4\text{VB}_2 + 11\text{O}_2 + 20\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{VO}_4^{3-}$

VO_4^{3-} , 据此分析。

【详解】A. 当负极通过 0.04 mol 电子时, 正极也通过 0.04 mol 电子, 根据正极的电极方程式, 通过 0.04 mol 电子消耗 0.01 mol 氧气, 在标况下为 0.224 L , A正确;

B. 反应过程中正极生成大量的 OH^- 使正极区 pH 升高, 负极消耗 OH^- 使负极区 OH^- 浓度减小 pH 降低, B错误;

C. 根据分析, 电池的总反应为 $4\text{VB}_2 + 11\text{O}_2 + 20\text{OH}^- + 6\text{H}_2\text{O} = 8\text{B}(\text{OH})_4^- + 4\text{VO}_4^{3-}$, C正确;

D. 电池中, 电子由 VB_2 电极经负载流向复合碳电极, 电流流向与电子流向相反, 则电流流向为复合碳电极→负载→ VB_2 电极→ KOH 溶液→复合碳电极, D正确;

故选B。

【点睛】 本题在解答时应注意正极的电极方程式的书写，电解质溶液为碱性，则空气中的氧气得电子生成氢氧根；在判断电池中电流流向时，电流流向与电子流向相反。

7. W、X、Y、Z为原子序数依次增大的短周期元素，四种元素的核外电子总数满足 $X+Y=W+Z$ ；化合物 XW_3 与WZ相遇会产生白烟。下列叙述正确的是

- A. 非金属性: $W>X>Y>Z$ B. 原子半径: $Z>Y>X>W$
- C. 元素X的含氧酸均为强酸 D. Y的氧化物水化物为强碱

【答案】 D

【解析】

【分析】

根据题干信息可知，W、X、Y、Z为原子序数依次增大的短周期元素，化合物 XW_3 与WZ相遇会产生白烟，则 WX_3 为 NH_3 ，WZ为 HCl ，所以W为H元素，X为N元素，Z为Cl元素，又四种元素的核外电子总数满足 $\text{X} + \text{Y} = \text{W} + \text{Z}$ ，则Y的核外电子总数为11，Y为Na元素，据此分析解答。

【详解】根据上述分析可知，W为H元素，X为N元素，Y为Na元素，Z为Cl元素，则

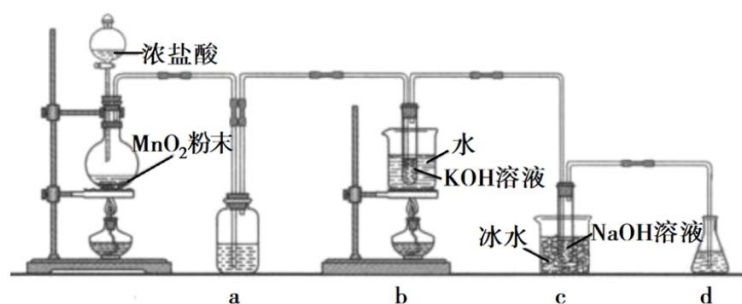
- A. Na为金属元素，非金属性最弱，非金属性 $Y < Z$ ，A选项错误；
- B. 同周期元素从左至右原子半径依次减小，同主族元素至上而下原子半径依次增大，则原子半径： $Na > Cl > N > H$ ，B选项错误；
- C. N元素的含氧酸不一定全是强酸，如 HNO_2 为弱酸，C选项错误；
- D. Y的氧化物水化物为NaOH，属于强碱，D选项正确；

答案选D。

二、非选择题

(一) 必考题

8.氯可形成多种含氧酸盐，广泛应用于杀菌、消毒及化工领域。实验室中利用下图装置(部分装置省略)制备 KClO_3 和 NaClO ，探究其氧化还原性质。



回答下列问题:

- (1)盛放 MnO_2 粉末的仪器名称是_____，a中的试剂为_____。
- (2)b中采用的加热方式是_____，c中化学反应的离子方程式是_____，采用冰水浴冷却的目的是_____。

(3)d的作用是_____，可选用试剂_____ (填标号)。

A . Na_2S B . NaCl C . $\text{Ca}(\text{OH})_2$ D . H_2SO_4

(4)反应结束后，取出b中试管，经冷却结晶，_____，干燥，得到 KClO_3 晶体。

(5)取少量 KClO_3 和 NaClO 溶液分别置于1号和2号试管中，滴加中性 KI 溶液。1号试管溶液颜色不变。2号试管溶液变为棕色，加入 CCl_4 振荡，静置后 CCl_4 层显_____色。可知该条件下 KClO_3 的氧化能力_____ NaClO (填“大于”或“小于”)。

【答案】 (1). 圆底烧瓶 (2). 饱和食盐水 (3). 水浴加热 (4). $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ (5). 避免生成 NaClO_3 (6). 吸收尾气(Cl_2) (7). AC (8). 过滤 (9). 少量(冷)水洗涤 (10). 紫 (11). 小于

【解析】

【分析】

本实验目的是制备 KClO_3 和 NaClO ，并探究其氧化还原性质；首先利用浓盐酸和 MnO_2 粉末共热制取氯气，生成的氯气中混有 HCl 气体，可在装置a中盛放饱和食盐水中将 HCl 气体除去；之后氯气与 KOH 溶液在水浴加热的条件发生反应制备 KClO_3 ，再与 NaOH 溶液在冰水浴中反应制备 NaClO ；氯气有毒会污染空气，所以需要d装置吸收未反应的氯气。

【详解】 (1)根据盛放 MnO_2 粉末的仪器结构可知该仪器为圆底烧瓶；a中盛放饱和食盐水除去氯气中混有的 HCl 气体；

(2)根据装置图可知盛有 KOH 溶液的试管放在盛有水的大烧杯中加热，该加热方式为水浴加热；c中氯气在 NaOH 溶液中发生歧化反应生成氯化钠和次氯酸钠，结合元素守恒可得离子方程式为 $\text{Cl}_2 + 2\text{OH}^- = \text{ClO}^- + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ；根据氯气与 KOH 溶液的反应可知，加热条件下氯气可以和强碱溶液反应生成氯酸盐，所以冰水浴的目的是避免生成 NaClO_3 ；

(3)氯气有毒，所以d装置的作用是吸收尾气(Cl_2)；

A . Na_2S 可以将氯气还原成氯离子，可以吸收氯气，故A可选；

B . 氯气在 NaCl 溶液中溶解度很小，无法吸收氯气，故B不可选；

C . 氯气可以 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 或浊液反应生成氯化钙和次氯酸钙，故C可选；

D . 氯气与硫酸不反应，且硫酸溶液中存在大量氢离子会降低氯气的溶解度，故D不可选；

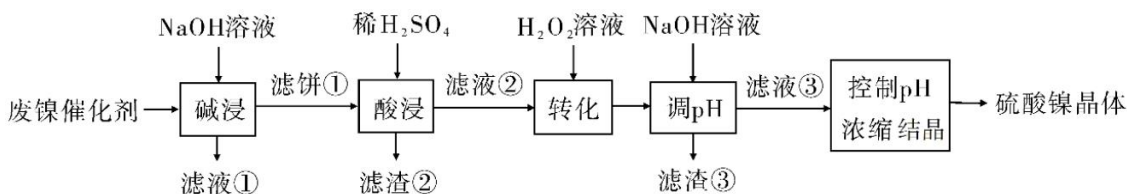
综上所述可选用试剂AC；

(4)b中试管为 KClO_3 和 KCl 的混合溶液， KClO_3 的溶解度受温度影响更大，所以将试管b中混合溶液冷却结晶、过滤、少量(冷)水洗涤、干燥，得到 KClO_3 晶体；

(5)1号试管溶液颜色不变，2号试管溶液变为棕色，说明1号试管中氯酸钾没有将碘离子氧化，2号试管中次氯酸钠将碘离子氧化成碘单质，即该条件下 KClO_3 的氧化能力小于 NaClO ；碘单质更易溶于 CCl_4 ，所以加入 CCl_4 振荡，静置后 CCl_4 层显紫色。

【点睛】第3小题为本题易错点，要注意氯气除了可以用碱液吸收之外，氯气还具有氧化性，可以用还原性的物质吸收。

9.某油脂厂废弃的油脂加氢镍催化剂主要含金属Ni、Al、Fe及其氧化物，还有少量其他不溶性物质。采用如下工艺流程回收其中的镍制备硫酸镍晶体($\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$):



溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的pH如下表所示:

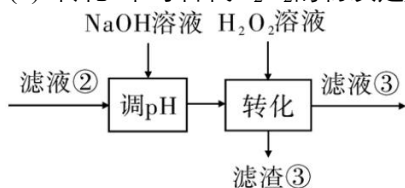
金属离子	Ni^{2+}	Al^{3+}	Fe^{3+}	Fe^{2+}
开始沉淀时($c=0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的pH	7.2	3.7	2.2	7.5
沉淀完全时($c=1.0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$)的pH	8.7	4.7	3.2	9.0

回答下列问题:

(1)“碱浸”中NaOH的两个作用分别是_____。为回收金属，用稀硫酸将“滤液①”调为中性，生成沉淀。写出该反应的离子方程式_____。

(2)“滤液②”中含有的金属离子是_____。

(3)“转化”中可替代 H_2O_2 的物质是_____。若工艺流程改为先“调pH”后“转化”，即



“滤液③”中可能含有的杂质离子为_____。

(4)利用上述表格数据，计算 $\text{Ni}(\text{OH})_2$ 的 K_{sp} =_____ (列出计算式)。如果“转化”后的溶液中 Ni^{2+} 浓度为 $1.0 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ，则“调pH”应控制的pH范围是_____。

(5)硫酸镍在强碱溶液中用 NaClO 氧化，可沉淀出能用作镍镉电池正极材料的 NiOOH 。写出该反应的离子方程式_____。

(6)将分离出硫酸镍晶体后的母液收集、循环使用，其意义是_____。

AlO

□ □

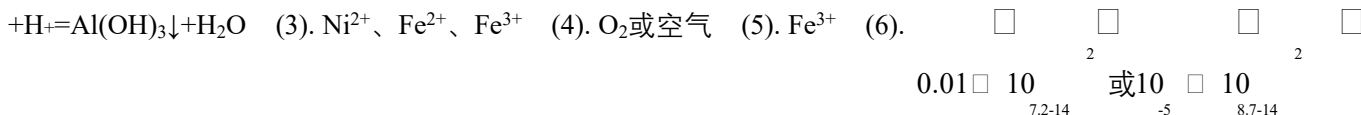
【答案】

(1). 除去油脂、溶解铝及其氧化物

(2). $\text{Al}^{3+} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow + 3\text{H}^+$ 或 $\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- = \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$

2

4



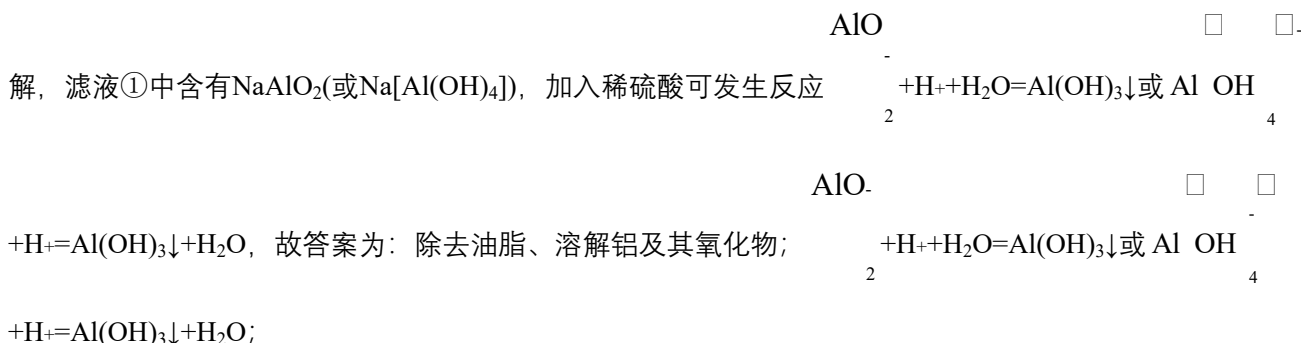
(7). 3.2~6.2 (8). 2Ni²⁺+ClO⁻+4OH⁻=2NiOOH↓+Cl⁻+H₂O (9). 提高镍回收率

【解析】

【分析】

由工艺流程分析可得，向废镍催化剂中加入NaOH溶液进行碱浸，可除去油脂，并发生反应2Al+2NaOH+2H₂O=2NaAlO₂+3H₂↑、2Al₂O₃+4NaOH=4NaAlO₂+2H₂O将Al及其氧化物溶解，得到的滤液①含有NaAlO₂，滤饼①为Ni、Fe及其氧化物和少量其他不溶性杂质，加稀H₂SO₄酸浸后得到含有Ni²⁺、Fe²⁺、Fe³⁺的滤液②，Fe²⁺经H₂O₂氧化为Fe³⁺后，加入NaOH调节pH使Fe³⁺转化为Fe(OH)₃沉淀除去，再控制pH浓缩结晶得到硫酸镍的晶体，据此分析解答问题。

【详解】(1)根据分析可知，向废镍催化剂中加入NaOH溶液进行碱浸，可除去油脂，并将Al及其氧化物溶



(2)加入稀硫酸酸浸，Ni、Fe及其氧化物溶解，所以“滤液②”中含有的金属离子是Ni²⁺、Fe²⁺、Fe³⁺，故答案为：Ni²⁺、Fe²⁺、Fe³⁺；

(3)“转化”在H₂O₂的作用是将Fe²⁺氧化为Fe³⁺，可用O₂或空气替代；若将工艺流程改为先“调pH”后“转化”，会使调pH过滤后的溶液中含有Fe²⁺，则滤液③中可能含有转化生成的Fe³⁺，故答案为：O₂或空气；Fe³⁺；

(4)由上述表格可知，Ni²⁺完全沉淀时的pH=8.7，此时c(Ni²⁺)=1.0×10⁻⁵mol·L⁻¹，c(H⁺)=1.0×10^{-8.7}mol·L⁻¹。

$\frac{K}{c} = \frac{10^{-14}}{1.0 \times 10^{-5} \times 10^{-8.7}} = 10$ ，则c(OH⁻)= $\frac{10^{-14}}{1.0 \times 10^{-8.7}} = 10^{-5.7}$ ，则Ni(OH)₂的 $K_{sp} = c(\text{Ni}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^{-}) = 10^{-5} \times 10^{-11.4} = 10^{-16.4}$

；或者当Ni²⁺开始沉淀时pH=7.2，此时c(Ni²⁺)=0.01mol·L⁻¹，c(H⁺)=1.0×10^{-7.2}mol·L⁻¹，则c(OH⁻)=

$\frac{K}{c} = \frac{10^{-14}}{0.01 \times 10^{-7.2}} = 10$ $K = c(\text{Ni}^{2+}) \cdot c^2(\text{OH}^{-}) = 10^{-5} \times 10^{-11.4} = 10^{-16.4}$

，则Ni(OH)₂的

$$K_{sp} = c(\text{Ni}^{2+}) \cdot c(\text{OH}^{-}) = 0.01 \times 10^{-7.2-14}$$

$$c(\text{H}^{+}) = 1.0 \times 10^{-7.2}$$

；如果“转化”后的溶液中Ni²⁺浓度为1.0mol·L⁻¹，为避免镍离子沉淀，此时

$$c(\text{OH}^{-}) \leq \sqrt{\frac{K_{sp}}{c(\text{Ni}^{2+})}} = \sqrt{\frac{10^{-14.2}}{1.0}} = 10^{-7.2-14}$$

$$K_{sp} = c(\text{Ni}^{2+}) \cdot c(\text{OH}^{-}) = 10^{-14.2}$$

：

$$c(\text{OH}^{-}) = \sqrt{\frac{K_{sp}}{c(\text{Ni}^{2+})}} = \sqrt{\frac{10^{-14.2}}{1.0}} = 10^{-7.2-14} \text{ mol L}^{-1}$$

，则

$$c(\text{Ni}^{2+}) = 1.0 \text{ mol L}^{-1}$$

，即pH=6.2；Fe³⁺完全沉淀的pH为3.2，因此“调节pH”应控制的pH范围是3.2~6.2，故答案为：

3.2~6.2；

$$0.01 \times 10^{-7.2-14} \text{ 或 } 10^{-5} \times 10^{-8.7-14}$$

(5)由题干信息，硫酸镍在强碱中被NaClO氧化得到NiOOH沉淀，即反应中Ni²⁺被氧化为NiOOH沉淀，ClO⁻

被还原为 Cl^- ，则根据氧化还原得失电子守恒可得离子方程式为 $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH}\downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ，故答案为： $2\text{Ni}^{2+} + \text{ClO}^- + 4\text{OH}^- = 2\text{NiOOH}\downarrow + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$ ；

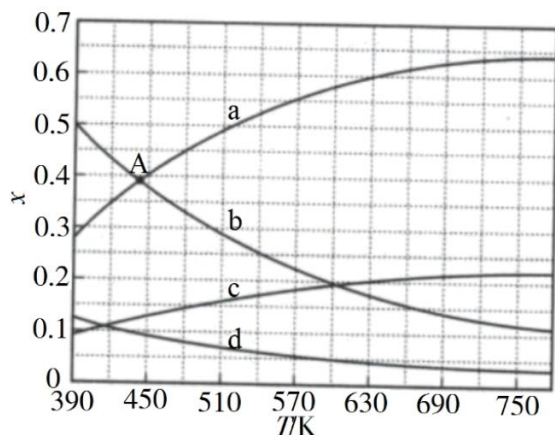
(6)分离出硫酸镍晶体后的母液中还含有 Ni^{2+} ，可将其收集、循环使用，从而提高镍的回收率，故答案为：提高镍的回收率。

【点睛】本题主要考查金属及其化合物的性质、沉淀溶解平衡常数 K_{sp} 的计算、氧化还原离子反应方程式的书写等知识点，需要学生具有很好的综合迁移能力，解答关键在于正确分析出工艺流程原理，难点在于 K_{sp} 的计算及“调pH”时pH的范围确定。

10.二氧化碳催化加氢合成乙烯是综合利用 CO_2 的热点研究领域。回答下列问题：

(1) CO_2 催化加氢生成乙烯和水的反应中，产物的物质的量之比 $n(\text{C}_2\text{H}_4) : n(\text{H}_2\text{O}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。当反应达到平衡时，若增大压强，则 $n(\text{C}_2\text{H}_4)$ (填“变大”“变小”或“不变”)。

(2)理论计算表明，原料初始组成 $n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 3$ ，在体系压强为0.1MPa，反应达到平衡时，四种组分的物质的量分数 x 随温度 T 的变化如图所示。



图中，表示 C_2H_4 、 CO_2 变化的曲线分别是 、 。 CO_2 催化加氢合成 C_2H_4 反应的 ΔH 0 (填“大于”或“小于”)。

(3)根据图中点A(440K, 0.39)，计算该温度时反应的平衡常数 $K_p = \underline{\hspace{2cm}}$ (MPa) $^{-3}$ (列出计算式。以分压表示，分压=总压 \times 物质的量分数)。

(4)二氧化碳催化加氢合成乙烯反应往往伴随副反应，生成 C_3H_6 、 C_3H_8 、 C_4H_8 等低碳烃。一定温度和压强条件下，为了提高反应速率和乙烯选择性，应当 。

$$K_p = \frac{p(\text{C}_2\text{H}_4) \cdot p(\text{H}_2\text{O})}{p(\text{CO}_2) \cdot p(\text{H}_2)^3} = \frac{0.39 \times 0.39}{0.1 \times 0.039^3} = \frac{0.39 \times 0.39}{0.1 \times 0.0000593196} = \frac{0.1521}{0.000593196} = 256.4$$

【答案】 (1). 1 : 4 (2). 变大 (3). d (4). c (5). 小于 (6). $\frac{0.39 \times 0.39}{0.1 \times 0.039^3}$ 或 $\frac{0.39 \times 0.39}{0.1 \times 0.1^3}$ 等 (7).

选择合适催化剂等

【解析】 关注公众号“一个高中僧”获取更多高中资料

【分析】

根据质量守恒定律配平化学方程式，可以确定产物的物质的量之比。根据可逆反应的特点分析增大压强对化学平衡的影响。根据物质的量之比等于化学计量数之比，从图中找到关键数据确定代表各组分的曲线，并计算出平衡常数。根据催化剂对化反应速率的影响和对主反应的选择性，工业上通常要选择合适的催化剂以提高化学反应速率、减少副反应的发生。

【详解】(1) CO_2 催化加氢生成乙烯和水，该反应的化学方程式可表示为 $2\text{CO}_2 + 6\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{C}_2\text{H}_4 + 4\text{H}_2\text{O}$ ，因此，该反应中产物的物质的量之比 $n(\text{C}_2\text{H}_4) : n(\text{H}_2\text{O}) = 1 : 4$ 。由于该反应是气体分子数减少的反应，当反应达到平衡状态时，若增大压强，则化学平衡向正反应方向移动， $n(\text{C}_2\text{H}_4)$ 变大。

(2) 由题中信息可知，两反应物的

初始投料之比等于化学计量数之比；由图中曲线的起点坐标可知，c和a所表示的物质的物质的量分数之比为1:3、d和b表示的物质的物质的量分数之比为1:4，则结合化学计量数之比可以判断，表示乙烯变化的曲线是d，表示二氧化碳变化曲线的是c。由图中曲线的变化趋势可知，升高温度，乙烯的物质的量分数减小，则化学平衡向逆反应方向移动，则该反应为放热反应， $\Delta H < 0$ 。

(3)

原料初始组成 $n(\text{CO}_2) : n(\text{H}_2) = 1 : 3$ ，在体系压强为0.1Mpa建立平衡。由A点坐标可知，该温度下，氢气和

水的物质的量分数均为0.39，则乙烯的物质的量分数为水的四分之一，即 $\frac{0.39}{4}$

，二氧化碳的物质的量分数为氢气的三分之一，即 $\frac{0.39}{3}$ ，因此，该温度下反应的平衡常数

$$K_p = \frac{0.39}{4} \cdot \frac{1}{0.39^4} \cdot \frac{0.1}{0.39^3} = \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{0.039^3} \cdot \frac{1}{0.1} \cdot (\text{MPa})^{-3} = \frac{9}{4} \cdot \frac{1}{0.039^3} \cdot \frac{1}{0.1} \cdot (\text{MPa})^{-3}$$

(4) 工业上通常通过选择合适的

催化剂，以加快化学反应速率，同时还可以提高目标产品的选择性，减少副反应的发生。因此，一定温度和压强下，为了提高反应速率和乙烯的选择性，应当选择合适的催化剂。

【点睛】本题确定图中曲线所代表的化学物质是难点，其关键在于明确物质的量的分数之比等于各组分的物质的量之比，也等于化学计量数之比（在初始投料之比等于化学计量数之比的前提下，否则不成立）。

(二) 选考题

【化学——选修3：物质结构与性质】

11. 氨硼烷(NH_3BH_3)含氢量高、热稳定性好，是一种具有潜力的固体储氢材料。回答下列问题：

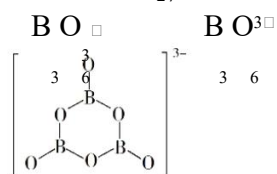
关注公众“一个高中僧”获取更多高中资料

(1) H、B、N中，原子半径最大的是_____。根据对角线规则，B的一些化学性质与元素_____的相似。

(2) NH_3BH_3 分子中，N—

B化学键称为____键，其电子对由____提供。氨硼烷在催化剂作用下水解释放氢气： $3\text{NH}_3\text{BH}_3+6\text{H}_2\text{O}=3\text{NH}_3$

+ 9H₂, 的结构如图所示:

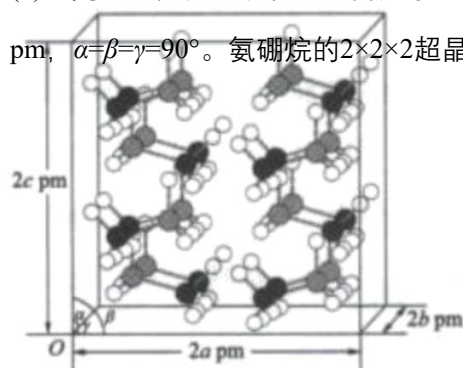


在该反应中, B原子的杂化轨道类型由_____变为_____。

(3)NH₃BH₃分子中, 与N原子相连的H呈正电性(H^{δ+}), 与B原子相连的H呈负电性(H^{δ-}), 电负性大小顺序是_____。与NH₃BH₃原子总数相等的等电子体是_____(写分子式), 其熔点比NH₃BH₃_____(填“高”或“低”), 原因是在NH₃BH₃分子之间, 存在_____, 也称“双氢键”。

(4)研究发现, 氢硼烷在低温高压条件下为正交晶系结构, 晶胞参数分别为*a* pm、*b* pm、*c*

pm, α=β=γ=90°。氢硼烷的2×2×2超晶胞结构如图所示。



氢硼烷晶体的密度ρ=_____g·cm⁻³(列出计算式, 设*N_A*为阿伏加德罗常数的值)。

【答案】 (1). B (2). Si(硅) (3). 配位 (4). N (5). sp³ (6). sp² (7). N > H > B (8). CH₃CH₃ (9). 低

62

(10). H^{δ+}与H^{δ-}的静电引力 (11).

$$\frac{N \cdot a \cdot b \cdot c}{A} \cdot 10^{-30}$$

【解析】

【分析】

根据元素在周期表中的位置比较和判断元素的相关性质; 根据中心原子的价层电子对数确定其杂化轨道的类型; 运用等量代换的方法寻找等电子体; 根据电负性对化合价的影响比较不同元素的电负性; 根据晶胞的质量和体积求晶体的密度。

【详解】(1)在所有元素中, H原子的半径是最小的, 同一周期从左到右, 原子半径依次减小, 所以, H、B、N中原子半径最大是B。B与Si在元素周期表中处于对角线的位置, 根据对角线规则, B的一些化学性质与Si元素相似。

(2)B原子最外层有3个电子, 其与3个H原子形成共价键后, 其价层电子对只有3对, 还有一个空轨道; 在N

H₃中, N原子有一对孤对电子, 故在NH₃BH₃分子中, N—

B键为配位键，其电子对由N原子提供。 NH_3BH_3 分子中，B原子的价层电子对数为4，故其杂化方式为 sp^3 。 NH_3BH_3 在催化剂的作用下水解生成氢气和 $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ ，由图中信息可知， $\text{B}_3\text{O}_6^{3-}$ 中每个B原子只形成3个 σ 键，其中的B原子的杂化方式为 sp^2 ，因此，B原子的杂化轨道类型由 sp^3 变为 sp^2 。

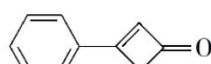
(3)

NH_3BH_3 分子中，与N原子相连的H呈正电性，说明N的电负性大于H；与B原子相连的H呈负电性，说明H的电负性大于B，因此3种元素电负性由大到小的顺序为 $\text{N} > \text{H} > \text{B}$ 。 NH_3BH_3 分子中有8个原子，其价电子总数为14，N和B的价电子数的平均值为4，依据等量代换的原则，可以找到其等电子体为 CH_3CH_3 。由于 NH_3BH_3 分子属于极性分子，而 CH_3CH_3 属于非极性分子，两者相对分子质量接近，但是极性分子的分子间作用力较大，故 CH_3CH_3 熔点比 NH_3BH_3 低。 NH_3BH_3 分子间存在“双氢键”，类比氢键的形成原理，说明其分子间存在 $\text{H}^{\delta+}$ 与 $\text{H}^{\delta-}$ 的静电引力。

(4)在氨硼烷的 $2 \times 2 \times 2$ 的超晶胞结构中，共有16个氨硼烷分子，晶胞的长、宽、高分别为 2apm 、 2bpm 、 2cpm ，若将其平均分为8份可以得到8个小长方体，则平均每个小长方体中占有2个氨硼烷分子，小长方体的长

$\frac{31 \times 2 \text{g}}{N_A}$ ，小长方体的体积为 $\frac{abc \times 10^{-30}}{N_A} \text{cm}^3$ 、宽、高分别为 apm 、 bpm 、 cpm ，则小长方体的质量为

，因此，氨硼烷晶体的密度为 $\frac{31 \times 2 \text{g}}{N_A} \times \frac{N_A}{62} \times \frac{abc \times 10^{-30}}{N_A} \text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

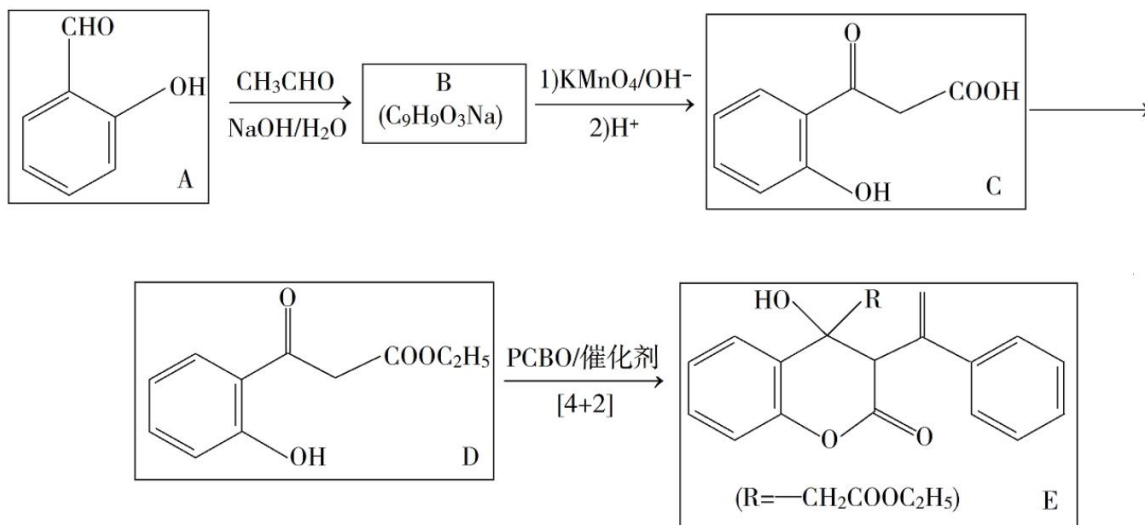


【点睛】本题最后有关晶体密度的计算是难点，要求考生能读懂题意，通过观察晶胞结构，确定超晶胞结构中的分子数，并能合理分成8份，从而简化计算。

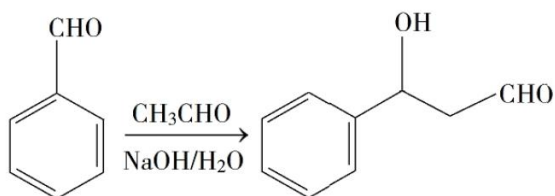
[化学——选修5：有机化学基础]

12.苯基环丁烯酮(

PCBO)是一种十分活泼的反应物，可利用它的开环反应合成一系列多官能团化合物。近期我国科学家报道用PCBO与醛或酮发生[4+2]环加成反应，合成了具有生物活性的多官能团化合物(E)，部分合成路线如下：



已知如下信息：



回答下列问题：

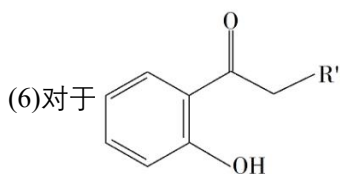
(1)A的化学名称是_____。

(2)B的结构简式为_____。

(3)由C生成D所用的试剂和反应条件为_____；该步反应中，若反应温度过高，C易发生脱羧反应，生成分子式为 $C_8H_8O_2$ 的副产物，该副产物的结构简式为_____。

(4)写出化合物E中含氧官能团的名称_____；E中手性碳(注：连有四个不同的原子或基团的碳)的个数为_____。

(5)M为C的一种同分异构体。已知：1 mol M与饱和碳酸氢钠溶液充分反应能放出2 mol二氧化碳；M与酸性高锰酸钾溶液反应生成对苯二甲酸。M的结构简式为_____。



，选用不同的取代基 R' ，在催化剂作用下与PCBO发生的[4+2]反应进行深入研究， R' 对产率的影响见下表：

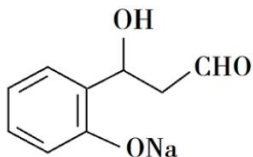
R'	$-CH_3$	$-C_2H_5$	$-CH_2CH_2C_6H_5$
产率/%	91	80	63

请找出规律，并解释原因_____。

【答案】

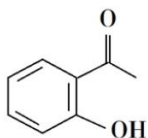
(1). 2-羟基苯甲醛(水杨醛)

(2).



(3). 乙醇、浓硫酸/加热

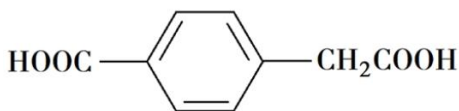
(4).



(5). 羟基、酯基

(6). 2

(7).



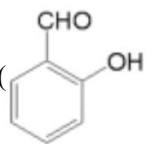
(8).

随着R'体积增大，产率降低；原因是R'体积增大，位阻增大

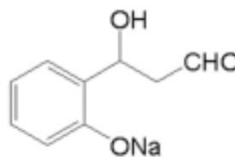
【解析】

【分析】

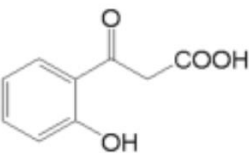
根据合成路线分析可知，A(



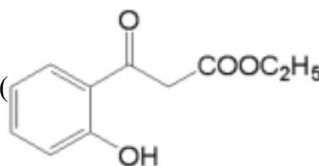
)与CH₃CHO在NaOH的水溶液中发生已知反应生成B，则B的结构简式为



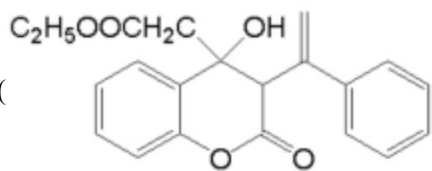
，B被KMnO₄氧化后再酸化得到C(



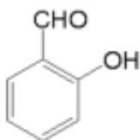
), C再与CH₃CH₂OH在浓硫酸加热的条件下发生酯化反应得到D(



), D再反应得到E(

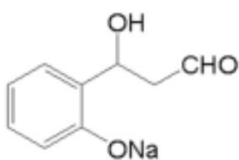
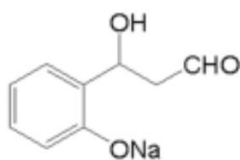


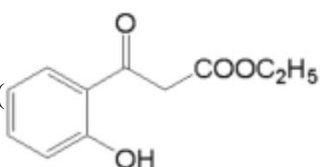
【详解】(1)A的结构简式为



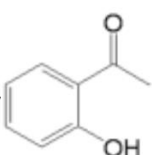
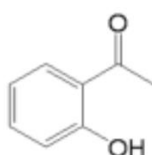
，其名称为2-羟基苯甲醛(或水杨醛)，故答案为：2-

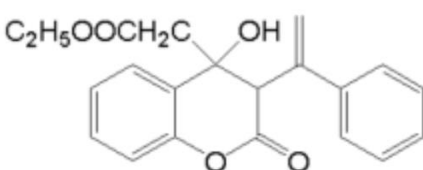
羟基苯甲醛(或水杨醛)；

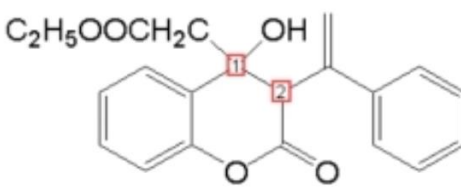
(2)根据上述分析可知, B的结构简式为  , 故答案为:  ;

(3)C与CH₃CH₂OH在浓硫酸加热的条件下发生酯化反应得到D(),

即所用试剂为乙醇、浓硫酸, 反应条件为加热; 在该步反应中, 若反应温度过高, 根据副产物的分子式

可知, C发生脱羧反应生成  , 故答案为: 乙醇、浓硫酸/加热;  ;

(4)化合物E的结构简式为 

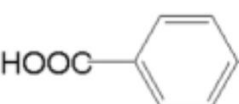
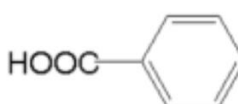
, 分子中的含氧官能团为羟基和酯基, E中手性碳原子共有位置为 

的2个手性碳, 故答案为: 羟基、酯基; 2;

(5)M为C的一种同分异构体, 1molM与饱和NaHCO₃溶液反应能放出2mol二氧化碳, 则M中含有两个羧基(

—

COOH), 又M与酸性高锰酸钾溶液溶液反应生成对二苯甲酸, 则M分子苯环上只有两个取代基且处于对位

, 则M的结构简式为  , 故答案为: 

;

(6)由表格数据分析可得到规律, 随着取代基R'体积的增大, 产物的产率降低, 出现此规律的原因可能是因
为R'体积增大, 从而位阻增大, 导致产率降低, 故答案为: 随着R'体积增大, 产率降低; 原因是R'体积增
大, 位阻增大。

2020年普通高等学校招生全国统一考试（新课标Ⅲ卷）

理科综合生物能力测试

一、选择题

1.关于真核生物的遗传信息及其传递的叙述，错误的是（ ）

- A. 遗传信息可以从DNA流向RNA，也可以从RNA流向蛋白质
- B. 细胞中以DNA的一条单链为模板转录出的RNA均可编码多肽
- C. 细胞中DNA分子的碱基总数与所有基因的碱基数之和不相等
- D. 染色体DNA分子中的一条单链可以转录出不同的RNA分子

【答案】B

【解析】

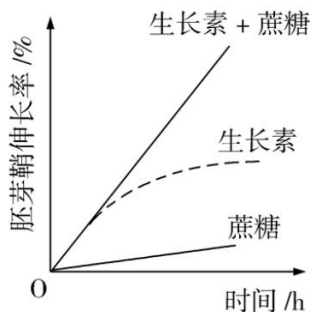
【分析】

真核生物的正常细胞中遗传信息的传递和表达过程包括DNA的复制、转录和翻译过程。DNA分子上分布着多个基因，基因是有遗传效应的DNA片段。

- 【详解】A、遗传信息的表达过程包括DNA转录成mRNA，mRNA进行翻译合成蛋白质，A正确；
- B、以DNA的一条单链为模板可以转录出mRNA、tRNA、rRNA等，mRNA可以编码多肽，而tRNA的功能是转运氨基酸，rRNA是构成核糖体的组成物质，B错误；
- C、基因是有遗传效应的DNA片段，而DNA分子上还含有不具遗传效应的片段，因此DNA分子的碱基总数大于所有基因的碱基数之和，C正确；
- D、染色体DNA分子上含有多个基因，由于基因的选择性表达，一条单链可以转录出不同的RNA分子，D正确。

故选B。

2.取燕麦胚芽鞘切段，随机分成三组，第1组置于一定浓度的蔗糖（Suc）溶液中（蔗糖能进入胚芽鞘细胞），第2组置于适宜浓度的生长素（IAA）溶液中，第3组置于IAA+ Suc溶液中，一定时间内测定胚芽鞘长度的变化，结果如图所示。用KCl代替蔗糖进行上述实验可以得到相同的结果。下列说法不合理的是（ ）



- A. KCl可进入胚芽鞘细胞中调节细胞的渗透压
- B. 胚芽鞘伸长生长过程中，伴随细胞对水分的吸收
- C. 本实验中Suc是作为能源物质来提高IAA作用效果的
- D. IAA促进胚芽鞘伸长的效果可因加入Suc或KCl而提高

【答案】C

【解析】

【分析】

分析图示可知，仅加入蔗糖组胚芽鞘伸长率最低，仅加入IAA组比仅加入蔗糖组胚芽鞘伸长率升高，IAA+Suc组胚芽鞘伸长率明显高于仅加入IAA组，说明蔗糖对IAA促进胚芽鞘伸长的效果有促进作用。

【详解】A、K⁺、Cl⁻是植物所需要的矿质离子，可被植物细胞主动吸收，进入细胞后能使细胞渗透压上升，A正确；

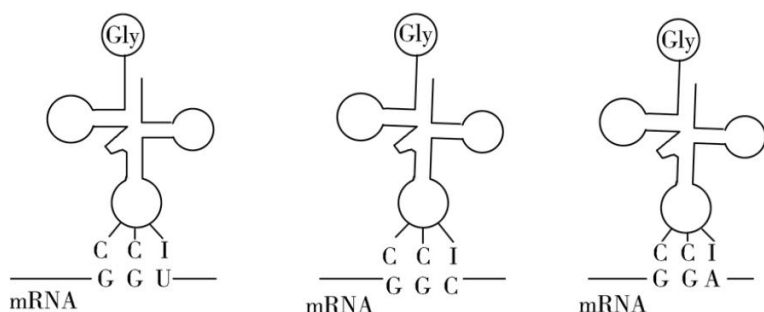
B、水是细胞生命活动所需的重要物质，胚芽鞘伸长生长的过程伴随着细胞的吸水过程，B正确；

C、由题干信息可知，用KCl代替蔗糖可得到相同的实验结果，而KCl不能作为能源物质，因此不能说明蔗糖作为能源物质来提高IAA的作用效果，C错误；

D、由以上分析可知，IAA+Suc组胚芽鞘伸长率明显高于IAA组，而KCl代替Suc也可达到相同结果，因此说明IAA促进胚芽鞘伸长的效果可因加入Suc或KCl而提高，D正确。

故选C。

3.细胞内有些tRNA分子的反密码子中含有稀有碱基次黄嘌呤(I)，含有I的反密码子在与mRNA中的密码子互补配对时，存在如图所示的配对方式(Gly表示甘氨酸)。下列说法错误的是()



- A. 一种反密码子可以识别不同的密码子

- B. 密码子与反密码子的碱基之间通过氢键结合
- C. tRNA分子由两条链组成，mRNA分子由单链组成
- D. mRNA中的碱基改变不一定造成所编码氨基酸的改变

【答案】C

【解析】

【分析】

分析图示可知，含有CCI反密码子的tRNA转运甘氨酸，而反密码子CCI能与mRNA上的三种密码子（GGU、GGC、GGA）互补配对，即I与U、C、A均能配对。

【详解】A、由图示分析可知，I与U、C、A均能配对，因此含I的反密码子可以识别多种不同的密码子，A正确；

B、密码子与反密码子的配对遵循碱基互补配对原则，碱基对之间通过氢键结合，B正确；

C、由图示可知，tRNA分子由单链RNA经过折叠后形成三叶草的叶形，C错误；

D、由于密码子的简并性，mRNA中碱基的改变不一定造成所编码氨基酸的改变，从图示三种密码子均编码甘氨酸也可以看出，D正确。

故选C。

4.下列有关人体免疫调节的叙述，合理的是（ ）

- A. 若病原体不具有细胞结构，就不会使人体产生抗体
- B. 病原体裂解后再注射到人体，就不会使人体产生抗体
- C. 病原体表面若不存在蛋白质分子，就不会使人体产生抗体
- D. 病原体经吞噬细胞处理后暴露出的抗原可使人体产生抗体

【答案】D

【解析】

【分析】

体液免疫的过程：大多数病原体经过吞噬细胞等的摄取和处理，暴露出病原体特有抗原，将抗原传递给T细胞，刺激T细胞产生淋巴因子，少数抗原直接刺激B细胞。B细胞受到刺激后，在淋巴因子的作用下开始增殖、分化，大部分分化为浆细胞，产生抗体，小部分形成记忆细胞。抗体能与抗原结合，从而抑制病原体的繁殖或对人体细胞的黏附。多数情况下，抗原、抗体结合后会形成沉淀或细胞集团，进而被吞噬细胞吞噬。

【详解】A、病原体是指可造成人或动植物感染疾病的微生物、寄生虫或其他媒介，如细菌、病毒，病毒不具细胞结构，但也能使人体通过体液免疫产生抗体，A错误；

- B、病原体裂解后仍含有能引起机体产生免疫反应的抗原物质，因此会使人体产生抗体，B错误；
- C、抗原不一定是蛋白质，病原体含有的大分子多糖、黏多糖等特异性化学物质，也能引起机体发生免疫反应产生抗体，C错误；
- D、大多数病原体经过吞噬细胞等的摄取和处理，暴露出病原体特有抗原，将抗原传递给T细胞，刺激T细胞产生淋巴因子，少数抗原直接刺激B细胞，使B细胞增殖分化成浆细胞，分泌相应抗体，D正确。

故选D。

5.新冠病毒是一种RNA病毒。新冠肺炎疫情给人们的生活带来了巨大影响。下列与新冠肺炎疫情防控相关的叙述，错误的是（ ）

- A. 新冠病毒含有核酸和蛋白质，通过核酸检测可排查新冠病毒感染者
- B. 教室经常开窗通风可以促进空气流动，降低室内病原微生物的密度
- C. 通常新冠肺炎患者的症状之一是发烧，因此可以通过体温测量初步排查
- D. 每天适量饮酒可以预防新冠肺炎，因为酒精可以使细胞内的病毒蛋白变性

【答案】D

【解析】

【分析】

病毒一般由蛋白质和核酸构成，具有严整的

结构，营寄生生活，通过侵染宿主进行增殖，进入宿主细胞后具有遗传和变异的特征，离开活细胞后不再进行生命活动。

【详解】A、新冠病毒是一种RNA病毒，由RNA和蛋白质构成，RNA携带特定的遗传信息，因此通过核酸检测可排查新冠病毒感染者，A正确；

B、教室经常开窗通风有利于室内与室外的空气交换，病原微生物也能随空气流动到室外，B正确；

C、感染新冠肺炎的患者体内会发生免疫反应，使体温升高，正常人体温一般维持在 37°C ，因此可以通过体温测量初步排查，C正确；

D、75%左右的酒精具有杀菌作用，饮酒的度数一般不能达到75%，且长期饮酒对体会产生损害，免疫力下降，因此每天适量饮酒不能预防新冠肺炎，D错误。

故选D。

6.生态系统的物质循环包括碳循环和氮循环等过程。下列有关碳循环的叙述，错误的是（ ）

- A. 消费者没有参与碳循环的过程
- B. 生产者的光合作用是碳循环的重要环节
- C. 土壤中微生物的呼吸作用是碳循环的重要环节
- D. 碳在无机环境与生物群落之间主要以 CO_2 形式循环

【答案】 A

【解析】

【分析】

生态系统的物质循环是指组成生物体的C、H、O、N、P、S等元素， 都不断进行着从无机环境到生物群落， 又从生物群落到无机环境的循环过程。

【详解】 A、消费者能通过呼吸作用将有机物中的碳转化为无机物CO₂， 释放到无机环境中， 参与了碳循环， A错误；

B、生产者的光合作用能将无机环境中的无机碳转化为含碳有机物， 是碳进入生物群落的重要途径， 因此是碳循环的重要环节， B正确；

C、土壤中的微生物的分解作用， 能将有机物中的碳转化为无机物释放到无机环境中， 是碳返回无机环境的重要过程， C正确；

D、碳在无机环境与生物群落之间主要以CO₂的形式循环， 在生物群落内部的传递形式是含碳有机物， D正确。

故选A。

三、非选择题

7.照表中内容， 围绕真核细胞中ATP的合成来完成下表。

反应部位	(1) _____	叶绿体的类囊体膜	线粒体
反应物	葡萄糖		丙酮酸等
反应名称	(2) _____	光合作用的光反应	有氧呼吸的部分过程
合成ATP的能量来源	化学能	(3) _____	化学能
终产物（除ATP外）	乙醇、CO ₂	(4) _____	(5) _____

【答案】 (1). 细胞质基质 (2). 无氧呼吸 (3). 光能 (4). O₂、NADPH (5). H₂O、CO₂

【解析】

【分析】

1、无氧呼吸： 场所： 细胞质基质； 反应式 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_2H_5OH \text{（酒精）} + 2CO_2 + \text{能量}$

□

2、有氧呼吸三个阶段的反应：

第一阶段： 反应场所： 细胞质基质； 反应式 $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{酶}} 2C_3H_4O_3 \text{（丙酮酸）} + 4[H] + \text{少量能量}$

□

第二阶段：反应场所：线粒体基质；反应式： $2C_3H_4O_3(丙酮酸)+6H_2O \xrightarrow{酶} 20[H]+6CO_2+少量能量$

第三阶段：反应场所：线粒体内膜；反应式： $24[H]+6O_2 \xrightarrow{酶} 12H_2O+大量能量(34ATP)$

3、光反应和暗反应比较：		
比较项目	光反应	暗反应
场所	基粒类囊体膜上	叶绿体的基质
条件	色素、光、酶、水、ADP、Pi	多种酶、CO ₂ 、ATP、[H]
反应产物	[H]、O ₂ 、ATP	有机物、ADP、Pi、水
物质变化	$2H_2O \xrightarrow{光、色素} 4[H]+O_2$	$CO_2的固定: CO_2+C_5 \xrightarrow{酶} 2C_3$
	$ATP的生成: ADP+Pi \xrightarrow{酶} ATP$	$C_3的还原: 2C_3 \xrightarrow{[H]、ATP、酶} (CH_2O) + C_5 + H_2O$
能量变化	光能→电能→ATP中活跃的化学能	ATP中活跃的化学能→糖类等有机物中稳定的化学能
实质	光能转变为化学能，水光解产生O ₂ 同化CO ₂ 形成（CH ₂ O）和[H] ①光反应为暗反应提供[H]（以NADPH形式存在）和ATP；	

- 联系
- ②暗反应产生的ADP和Pi为光反应合成ATP提供原料；
 - ③没有光反应，暗反应无法进行，没有暗反应，有机物无法合成

【详解】（1）由反应产物乙醇、CO₂可知，该反应为无氧呼吸，反应场所为细胞质基质。

（2）由反应产物乙醇、CO₂可知，该反应为无氧呼吸。

（3）由分析可知，光合作用的光反应中光能转化成活跃的的化学能，储存在ATP中。

（4）由分析可知，光合作用的光反应的产物为O₂和NADPH。

（5）由分析可知，线粒体内进行有氧呼吸的第二阶段产物为CO₂，第三阶段产物为H₂O。

【点睛】本题通过ATP的合成过程中能量的来源，考查有氧呼吸、无氧呼吸以及光合作用的场所、反应物、产物和能量转化的知识，考查内容较基础。

8.给奶牛挤奶时其乳头上的感受器会受到刺激，产生的兴奋沿着传入神经传到脊髓能反射性地引起乳腺排乳；同时该兴奋还能上传到下丘脑促使其合成催产素，进而促进乳腺排乳。回答下列问题：

（1）在完成一个反射的过程中，一个神经元和另一个神经元之间的信息传递是通过_____这一结构来完成的。

(2) 上述排乳调节过程中，存在神经调节和体液调节。通常在哺乳动物体内，这两种调节方式之间的关系是_____。

(3) 牛奶的主要成分有乳糖和蛋白质等，组成乳糖的2种单糖是_____。牛奶中含有人体所需的必需氨基酸，必需氨基酸是指_____。

【答案】 (1). 突触 (2).

有些内分泌腺直接或间接地受中枢神经系统的调节；内分泌腺所分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能 (3). 葡萄糖和半乳糖 (4). 人体细胞自身不能合成，必须从食物中获取的氨基酸

【解析】

【分析】

1、兴奋在神经元之间的传递需要突触结构，突触由突触前膜、突触后膜和突触间隙构成。

2、神经调节和体液调节共同协调、相辅相成，但神经调节占主导地位。

两种调节方式的特点：神经调节的特点是以反射的形式来实现的，反射的结构基础是反射弧，反应迅速；

体液调节的特点主要是激素随着血液循环送到全身各处而发挥调节作用，反应较缓慢。

神经调节与体液调节之间的关系：一方面大多数内分泌腺直接或间接地受到中枢神经系统的调节；另一方面内分泌腺分泌的激素也可以影响神经系统的发育和功能。

3、氨基酸分为必需氨基酸和非必需氨基酸。

必需氨基酸：指人体（或其它脊椎动物）不能合成或合成速度远不适应机体的需要，必需由食物蛋白供给，这些氨基酸称为必需氨基酸。

非必需氨基酸：人体能够合成的氨基酸。

4、乳糖是动物特有的二糖，由葡萄糖和半乳糖合成。

【详解】 (1) 兴奋在神经元之间需要通过突触（突触前膜、突触后膜和突触间隙）这个结构传递信息。

(2) 神经调节和体液调节之间的关系是：一方面，大多数内分泌腺本身直接或间接的受中枢神经系统的控制，体液调节可以看成是神经调节的一个环节；另一方面，内分泌腺分泌的激素可以影响神经系统的发育和功能。

(3) 组成乳糖的单糖是葡萄糖和半乳糖；必需氨基酸是指人体细胞不能合成的，必须从外界环境中直接获取的氨基酸。

【点睛】 本题综合考查神经调节和体液调节的知识，识记兴奋在神经元之间的传递，理解神经调节和体液调节之间的联系是解答本题的关键。

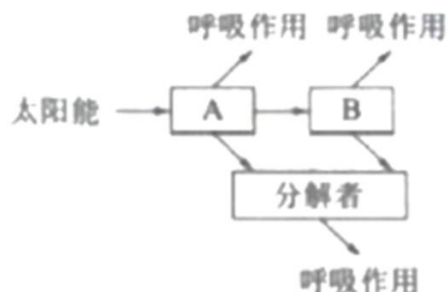
9.假设某种蓝藻（A）是某湖泊中唯一的生产者，其密度极大，使湖水能见度降低。某种动物（B）是该湖泊中唯一的消费者。回答下列问题：

(1) 该湖泊水体中A种群密度极大的可能原因是_____（答出2点即可）。

(2) 画出该湖泊生态系统能量流动的示意图_____。

(3) 假设该湖泊中引入一种仅以A为食的动物（C）后，C种群能够迅速壮大，则C和B的种间关系是_____。

【答案】 (1). 水体富营养化，没有其他生产者的竞争 (2).



(3).

竞争

【解析】

【分析】

1、本题中A是唯一的生产者，B是唯一的消费者，所以存在A→B的食物链。

2、“J”型曲线：指数增长函数，描述在食物充足，无限空间，无天敌的理想条件下生物无限增长的情况。

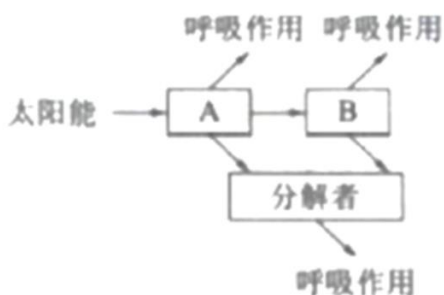
3、生态系统能量流动指生态系统中能量输入、传递、转化和散失的过程。

流入生态系统的总能量：生产者固定的太阳能。

某一营养级（最高营养级除外）能量的最终去向：自身呼吸消耗；被分解者利用；流向下一个营养级。

【详解】 (1) A是蓝藻，是该湖泊唯一的生产者，所以其种群密度极大的原因可能有该水域污染，水体富营养化，造成蓝藻爆发和缺少其他生产者竞争。

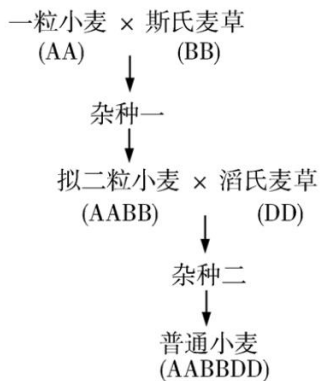
(2) 该生态系统存在唯一一条食物链A→B，所以能量流动关系如图：



(3) C和B都以A为食，所以二者是竞争关系。

【点睛】 本题考查生态系统和种群的知识，解答（1）考生可以结合种群增长中“J”型增长的模型，解答（2）需要考生理解生态系统能量流动的过程。

10.普通小麦是目前世界各地栽培的重要粮食作物。普通小麦的形成包括不同物种杂交和染色体加倍过程，如图所示（其中A、B、D分别代表不同物种的一个染色体组，每个染色体组均含7条染色体）。在此基础上，人们又通过杂交育种培育出许多优良品种。回答下列问题：



(1) 在普通小麦的形成过程中，杂种一是高度不育的，原因是_____。已知普通小麦是杂种二染色体加倍形成的多倍体，普通小麦体细胞中有_____条染色体。一般来说，与二倍体相比，多倍体的优点是_____（答出2点即可）。

(2) 若要用人工方法使植物细胞染色体加倍，可采用的方法有_____（答出1点即可）。

(3) 现有甲、乙两个普通小麦品种（纯合体），甲的表现型是抗病易倒伏，乙的表现型是易感病抗倒伏。若要以甲、乙为实验材料设计实验获得抗病抗倒伏且稳定遗传的新品种，请简要写出实验思路_____。

【答案】 (1). 无同源染色体，不能进行正常的减数分裂 (2). 42 (3). 营养物质含量高、茎秆粗壮 (4). 秋水仙素处理 (5).

甲、乙两个品种杂交， F_1 自交，选取 F_2 中既抗病又抗倒伏、且自交后代不发生性状分离的植株

【解析】

【分析】

图中是普通小麦育种的过程，一粒小麦和斯氏麦草杂交形成杂种一，经过加倍后形成拟二粒小麦AABB，在和滔氏麦草杂交获得杂种二ABD，然后加倍形成普通小麦AABBDD。

秋水仙素可以抑制纺锤丝的形成，导致细胞染色体数目加倍。

【详解】 (1) 杂种一是一粒小麦和斯氏麦草杂交的产物，细胞内含有一粒小麦和斯氏麦草各一个染色体组，所以细胞内不含同源染色体，不能进行正常的减数分裂，因此高度不育；

普通小麦含有6个染色体组，每个染色体组有7条染色体，所以体细胞有42条染色体；

多倍体植株通常茎秆粗壮，叶片、果实和种子都比较大，糖类和蛋白质等营养物质的含量都有所增加。

(2) 人工诱导植物细胞染色体加倍可以采用秋水仙素处理。

(3) 为获得稳定遗传的抗病抗倒伏的小麦，可以利用杂交育种，设计思路如下：

将甲和乙两品种杂交获得 F_1 ，将 F_1 植株进行自交，选取 F_2 中既抗病又抗倒伏的、且自交后代不发生性状分离的植株，即为稳定遗传的抗病又抗倒伏的植株。

【点睛】 本题考查染色体变异和育种的知识，考生理解多倍体育种的过程是本题的难点，同时设计实验需

要理解杂交育种的步骤。

[生物——选修1：生物技术实践]

11.水果可以用来加工制作果汁、果酒和果醋等 回答下列问题：

(1) 制作果汁时，可以使用果胶酶、纤维素酶等提高水果的出汁率和澄清度。果胶酶是分解果胶的一类酶的总称，包括多聚半乳糖醛酸酶、_____（答出2种即可）。纤维素酶可以分解植物_____

（填细胞膜或细胞壁）中的纤维素。

(2) 用果胶酶处理果泥时，为了提高出汁率，需要控制反应的温度，原因是_____。

(3) 现有甲乙丙三种不同来源的果胶酶，某同学拟在果泥用量、温度、pH等所有条件都相同的前提下比较这三种酶的活性。通常，酶活性的高低可用_____来表示。

(4) 获得的果汁（如苹果汁）可以用来制作果酒或者果醋，制作果酒需要_____菌，这一过程中也需要O₂，O₂的作用是_____。制作果醋需要醋酸菌，醋酸菌属于_____（填好氧或厌氧）细菌。

【答案】 (1). 果胶分解酶、果胶酯酶 (2). 细胞壁 (3).

温度对果胶酶活性有影响，在最适温度下酶活性最高，出汁率最高 (4).

在一定条件下，单位时间内、单位体积中反应物的消耗量或者产物的增加量 (5). 酵母 (6).

促进有氧呼吸，使酵母菌大量繁殖 (7). 好氧

【解析】

【分析】

1、果胶是由半乳糖醛酸聚合而成的一种高分子化合物，不溶于水，在果汁加工中，果胶不仅会影响出汁率，还会使果汁混浊。果胶酶能分解果胶，使榨取果汁变得更容易，也使得浑浊的果汁变得澄清。果胶酶是分解果胶的一类酶的总称，包括多聚半乳糖醛酸酶、果胶分解酶和果胶酯酶等。

2、果酒的制作离不开酵母菌。酵母菌是兼性厌氧微生物，在有氧条件下，酵母菌进行有氧呼吸，大量繁殖。在无氧条件下，酵母菌能进行酒精发酵。

3、醋酸菌是一种好氧细菌，只有当氧气充足时才能进行旺盛的生理活动。当氧气、糖源都充足时，醋酸菌将葡萄汁中的糖分解成醋酸；当缺少糖源时，醋酸菌将乙醇变为乙醛，再将乙醛变为醋酸。

【详解】 (1) 由分析可知，果胶酶包括多聚半乳糖醛酸酶、果胶分解酶和果胶酯酶等。植物细胞壁由纤维素和果胶构成，故可用纤维素酶分解细胞壁。

(2) 酶发挥催化作用需要适宜的温度和Ph条件，在最适温度下，果胶酶的活性最高，出汁率最高。

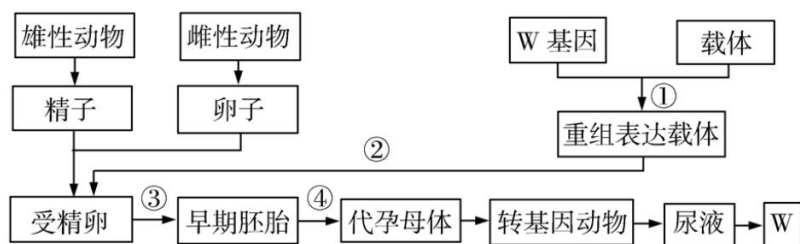
(3) 酶的活性是指酶催化一定化学反应的能力，酶活性的高低可以用在一定条件下，单位时间内、单位体积中反应物的消耗量或者产物的增加量来表示。

(4) 由分析可知, 果酒的制作离不开酵母菌, 在初期通入氧气, 可以促进酵母菌的有氧呼吸, 使其大量繁殖; 醋酸菌是一种好氧细菌。

【点睛】 本题考查果酒、果醋的制作和果胶酶的相关内容, 要求考生识记制作果酒、果醋的原理, 掌握果汁生产中果胶酶的作用, 并结合题干信息解题。

[生物——选修3: 现代生物科技专题]

12.W是一种具有特定功能的人体蛋白质。某研究小组拟仿照制备乳腺生物反应器的研究思路, 制备一种膀胱生物反应器来获得W, 基本过程如图所示。



(1) 步骤①中需要使用的工具酶有_____。步骤②和③所代表的操作分别是_____和_____。步骤④称为_____。

(2) 与乳腺生物反应器相比, 用膀胱生物反应器生产W的优势在于不受转基因动物的_____ (答出2点即可) 的限制。

(3) 一般来说, 在同一动物个体中, 乳腺上皮细胞与膀胱上皮细胞的细胞核中染色体DNA所含的遗传信息_____ (填相同或不同), 原因是_____。

(4) 从上述流程可知, 制备生物反应器涉及胚胎工程, 胚胎工程中所用到的主要技术有_____ (答出2点即可)。

【答案】 (1). 限制性核酸内切酶、DNA连接酶 (2). 显微注射 (3). 体外培养 (4). 胚胎移植 (5). 性别、年龄 (6). 相同 (7). 两种上皮细胞都是体细胞, 且来源于同一个受精卵 (8). 体外受精、胚胎移植

【解析】

【分析】

1、膀胱反应器有着和乳腺反应器一样的优点: 收集产物蛋白比较容易, 不会对动物造成伤害。此外, 该系统可从动物一出生就收集产物, 不论动物的性别和是否正处于生殖期。膀胱生物反应器最显著的优势在于从尿中提取蛋白质比在乳汁中提取简便、高效。

2、基因工程技术的基本步骤包括: 目的基因的获取; 基因表达载体的构建, 是基因工程的核心步骤, 基因表达载体包括目的基因、启动子、终止子和标记基因等; 将目的基因导入受体细胞; 目的基因的检测与鉴定。

3、分析题图可知, 步骤①为将W基因与运载体结合, 构建基因表达载体; 步骤②为将重组表达载体导入受

精卵，常用显微注射法；步骤③为体外培养；步骤④为胚胎移植。

【详解】（1）由分析可知，步骤①为构建基因表达载体，需使用同种限制酶切割目的基因和运载体，再由DNA连接酶连接粘性末端，形成重组表达载体；步骤②为显微注射；步骤③为体外培养；步骤④为胚胎移植。

（2）与乳腺生物反应器相比，用膀胱生物反应器生产W，可从动物一出生就收集产物，不受动物的性别和年龄的限制。

（3）在同一动物个体中，乳腺上皮细胞与膀胱上皮细胞是由同一个受精卵有丝分裂产生的体细胞，其细胞核中染色体DNA所含的遗传信息相同。

（4）由分析可知，步骤③为体外培养，步骤④为胚胎移植，均属于胚胎工程。

【点睛】 本题考查基因工程和胚胎工程的相关知识，要求考生识记基因工程的基本工具和操作步骤，掌握胚胎工程各项技术的相关细节，能结合所学的知识准确答题，属于考纲识记和理解层次的考查。