

天一大联考  
“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试

理科综合

考生注意：


1. 答题前,考生务必将自己的姓名、考生号填写在试卷和答题卡上,并将考生号条形码粘贴在答题卡上的指定位置。
  2. 回答选择题时,选出每小题答案后,用铅笔把答题卡对应题目的答案标号涂黑。如需改动,用橡皮擦干净后,再选涂其他答案标号。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。
- 可能用到的相对原子质量:H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Si 28

一、选择题:本题共 13 小题,每小题 6 分。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. 下列有关细胞生命活动的叙述,错误的是  
A. 医学上常根据甲胎蛋白含量是否超标的方法初步诊断某人是否患有肝癌  
B. 矿工容易患硅肺的原因是吞噬细胞的溶酶体中缺少分解硅尘的酶  
C. 细胞凋亡时,核和质之间需进行信息交流,基因发生选择性表达  
D. 胰岛素进入脂肪细胞,促进脂肪细胞摄取、利用和储存葡萄糖
2. 下列有关酶和 ATP 的叙述,正确的是  
A. 同一种酶不可能存在于同一生物个体内分化程度不同的活细胞中  
B. 高温和酶都能加快  $H_2O_2$  分解,原理都是降低了反应所需的活化能  
C. 细胞中绝大多数需要能量的生命活动都是由 ATP 直接提供能量的  
D. 转录时,RNA 聚合酶能识别 RNA 分子上的特定位点并与之结合
3. 下列关于细胞结构和化合物的说法,错误的是  
A. 同一生物体不同细胞内,细胞器的种类与数量不同是细胞分化的结果  
B. 细胞中的脂质具有构成生物膜、调节代谢和储存能量等生物学功能  
C. 原核细胞都没有细胞核,真核细胞都含有以核膜为界限的细胞核  
D. 没有叶绿体的细胞不一定是动物细胞,真核细胞不一定都有核糖体
4. 下列有关高中生物实验的叙述,正确的是  
A. 在低温诱导植物染色体数目的变化实验中,酒精发挥了两个作用  
B. 探究温度对酶活性的影响的实验应分别在酸性和碱性条件下进行  
C. 温特实验中生长素从胚芽鞘尖端进入琼脂块的方式是主动运输  
D. 探索生长素促进插条生根最适浓度中的预实验可减小实验误差
5. 下列有关植物生命活动调节的说法,错误的是  
A. 如果缺乏氧气,则会影响植物体内生长素的极性运输  
B. 植物体合成赤霉素、脱落酸的过程体现了基因对性状的间接控制  
C. 植物只要受到光刺激,茎尖两侧生长素的浓度就会发生改变  
D. 光照、温度等环境因素对植物的生长发育也具有调节作用
6. 小西红柿又称圣女果,果实虽有多种颜色,但由一对等位基因控制。小西红柿是通过杂交育种筛选出来的,和普通大西红柿一样都是含有 24 条染色体的雌雄同株二倍体植物。下列说法正确的是  
A. 与单倍体育种相比,杂交育种可从  $F_2$  中快速选育出纯合新品种  
B. 若要测定大、小西红柿的基因组序列,则可测定一个染色体组的基因序列  
C. 小西红柿的单倍体植株长势弱小,所结果实比二倍体小西红柿植株的小  
D. 在减数分裂过程中,控制小西红柿果实颜色的基因可能会发生基因重组

7.《黄帝九鼎神丹经诀》中关于硫酸钾的制备记载道：“取朴硝( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )、硝石( $\text{KNO}_3$ )，……以暖汤淋朴硝，取汁清澄者，煮之多少，……以玲水渍盆中，经宿即成状，如白石英大小，皆有楞角”。文中涉及的操作方法是

- A. 结晶                      B. 升华                      C. 分液                      D. 蒸馏

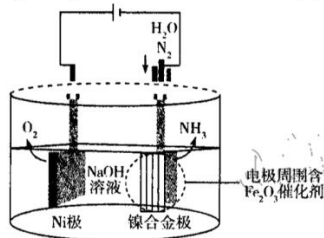
8. 下列关于 2,5-降冰片二烯()的说法错误的是

- A. 能使酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液褪色  
 B. 与甲苯互为同分异构体  
 C. 1 mol 2,5-降冰片二烯与  $\text{H}_2$  加成生成  $\text{C}_7\text{H}_{12}$  需消耗 2 mol  $\text{H}_2$   
 D. 其一氯取代物有 7 种

9. 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值。下列说法正确的是

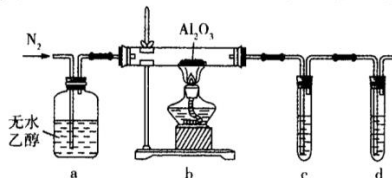
- A. 6.0 g  $\text{SiO}_2$  与足量氢氟酸充分反应，反应中断裂的  $\text{Si}-\text{O}$  键数为  $0.2N_A$   
 B. 0.1 mol  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  与足量酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液充分反应，转移电子数为  $0.2N_A$   
 C. 10 g 92% 的乙醇溶液与足量金属钠充分反应，产生的  $\text{H}_2$  分子数为  $0.1N_A$   
 D. 向 1 L 0.1 mol·L<sup>-1</sup>  $\text{NH}_4\text{Cl}$  溶液中滴加  $\text{NaOH}$  溶液至中性，所得溶液中  $\text{NH}_4^+$  数为  $0.1N_A$

10. 2019 年 7 月 22 日《Eurjic》报道了 Xinye Liu 等研发的新的、简单高效电催化合成氨的工艺，装置如图所示(已知阴极上发生的反应为  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 6\text{e}^- = 2\text{Fe} + 6\text{OH}^-$ )。装置工作时，下列叙述错误的是

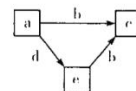


- A.  $\text{Na}^+$  向 Ni 极移动  
 B. Ni 极上的电势比镍合金极上的高  
 C. Ni 极上发生反应： $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$   
 D. 镍合金极周围发生反应： $2\text{Fe} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{NH}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

11. 用下列装置可探究乙醇在  $\text{Al}_2\text{O}_3$  催化下脱水生成乙烯。下列说法错误的是



- A. 装置 a 广口瓶可放在温水中加热  
 B. 通  $\text{N}_2$  可排出装置内空气，并使乙醇蒸气及生成的气体进入后续装置  
 C. 若装置 c 中盛放稀酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液，则 c 中溶液褪色，说明一定有乙烯生成  
 D. 若装置 c、d 中依次盛放  $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液，则 d 中溶液褪色，说明有乙烯生成
12. 短周期主族元素 W、X、Y、Z 的原子序数依次增大，a、b、c、d、e 是由四种元素中的两种或三种组成的化合物，a 的摩尔质量为  $78 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ，b 分子中含电子总数为 22，0.1 mol·L<sup>-1</sup> e 溶液室温时的 pH = 13，它们之间可发生如图所示的转化。下列说法正确的是

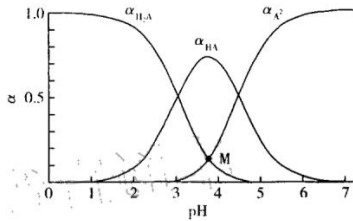


- A. W、X、Y、Z 的原子半径依次减小  
 B. c 的溶液能使紫色石蕊试液变红  
 C. e 中含有离子键和共价键  
 D. Y 元素在 a、b、c、d、e 中的化合价均相同

13. 25 °C时, 0.1 mol · L<sup>-1</sup>二元弱酸 H<sub>2</sub>A (pK<sub>a1</sub> = 3.02, pK<sub>a2</sub> = 4.48, pK = -lg K) 中含 A 的物种分布分数 α 与 pH 的关系如图所示

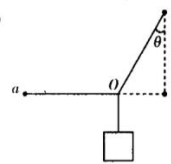
[已知  $\alpha(X) = \frac{c(X)}{c(\text{H}_2\text{A}) + c(\text{HA}^-) + c(\text{A}^{2-})}$ , X = H<sub>2</sub>A, HA<sup>-</sup> 或 A<sup>2-</sup>]

- 下列叙述正确的是  
 A. pH = 3 时, c(H<sub>2</sub>A) < c(HA<sup>-</sup>)  
 B. 0.1 mol · L<sup>-1</sup> Na<sub>2</sub>A 溶液中, c(Na<sup>+</sup>) < 2c(A<sup>2-</sup>) + c(HA<sup>-</sup>)  
 C. 反应 H<sub>2</sub>A + OH<sup>-</sup> ⇌ HA<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O 的 pK = 10.98  
 D. 图中 M 点处: lg  $\frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})}$  = 0.73



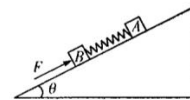
二、选择题: 本题共 8 小题, 每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中, 第 14 ~ 18 题只有一项符合题目要求, 第 19 ~ 21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分, 选对但不全的得 3 分, 有选错的得 0 分。

14. 如图所示, a, b, c 是钉在同一竖直墙面上的三颗钉子, a, c 在同一水平线上, b, c 在同一竖直线上。两条长度相等的细绳分别套挂在钉子 a, b 上, 另一端系于 O 点, O 点下方的细绳连接有物块。物块静止时 Oa 绳恰好水平, Ob 绳与竖直方向的夹角为 37°, Oa 绳的拉力为 F<sub>1</sub>。现把套挂在 b 钉上的绳套挂在钉子 c 上, 静止时 Oa 绳的拉力为 F<sub>2</sub>, 则 F<sub>1</sub>: F<sub>2</sub> 为



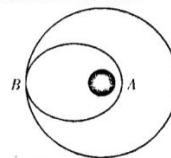
- A. 1:2  
 B. 3:5  
 C. 5:8  
 D. 9:10

15. 如图所示, 两个质量相等的物块 A, B 用一个轻质弹簧连接, 放置在倾角为 θ 的固定光滑斜面上, 在平行于斜面的推力 F 作用下以加速度 a 沿斜面向上做匀加速运动。某时刻撤去推力, 则撤去推力的瞬间物块 A, B 的加速度 a<sub>1</sub> 和 a<sub>2</sub> 分别为



- A. a<sub>1</sub> = 0, a<sub>2</sub> = 0  
 B. a<sub>1</sub> = g sin θ, a<sub>2</sub> = g sin θ  
 C. a<sub>1</sub> = a, a<sub>2</sub> = -(a + 2g sin θ)  
 D. a<sub>1</sub> = a - g sin θ, a<sub>2</sub> = -(a + 2g sin θ)

16. 如图所示, 高轨道卫星的发射过程可简化为两步: 先由运载火箭将卫星送入近地点为 A、远地点为 B 的椭圆轨道上飞行; 当卫星在椭圆轨道上运动到 B 点时, 卫星自带的推进器点火变轨使卫星进入到预定的高空圆轨道飞行。已知高空圆轨道到地心的距离为 r<sub>1</sub>, 卫星的运行周期为 T<sub>1</sub>; A 点到地心的距离为 r<sub>2</sub>, 卫星沿椭圆轨道运动的周期为 T<sub>2</sub>, 地球半径为 R, 地球表面的重力加速度为 g, 则下列说法正确的是



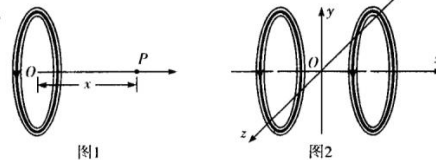
- A. 卫星在 B 点变轨时, 卫星自带推进器点火要使卫星减速  
 B. 卫星由 A 飞向 B 的过程中, 卫星处于超重状态

C. 卫星在高轨道运行时的周期为  $2\pi \sqrt{\frac{r_1^3}{gR^2}}$

D. 卫星沿圆轨道运动和沿椭圆轨道运动满足  $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \frac{r_2^3}{T_2^2}$

17. 如图 1 所示, N<sub>0</sub> 匝通电圆形线圈在其轴线上 P 点的磁感应强度为  $B = \frac{\mu_0 N_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{3/2}}$ , 其中 I 是线圈中的电流, 真空磁导率 μ<sub>0</sub> = 4π × 10<sup>-7</sup> H/m, R 为线圈的半径, x 为轴上某点到圆心的距离。亥姆霍兹线圈就是由两个这样彼此平行的共轴线圈组成的, 如图 2 所示。已知每个线圈的匝数为 500 匝, 半径为 0.1 m, 两线圈间距为 0.2 m, 均通有 0.2 A 的同向电流, 若以两线圈中心连线的中点为坐标原点建立 z - xOy 坐标系, 顺着 x 轴方向看, 电流沿顺时针方向, 则坐标原点

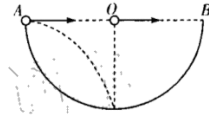
处的磁感应强度大小和方向为



- A. 2.22 × 10<sup>-4</sup> T, 方向沿 x 轴负方向  
 B. 4.44 × 10<sup>-4</sup> T, 方向沿 x 轴正方向  
 C. 2.22 × 10<sup>-4</sup> T, 方向沿 x 轴正方向  
 D. 4.44 × 10<sup>-4</sup> T, 方向沿 x 轴负方向

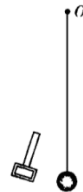
18. 如图所示,  $AB$  为竖直面内半圆的水平直径,  $O$  为圆心。现从  $A$  点以某一初速度水平抛出一个球, 球经时间  $t_1$  恰好落到  $O$  点的正下方圆上; 若以相同的初速度从圆心  $O$  点水平抛出该球, 经时间  $t_2$  落到圆上, 则  $t_1$  与  $t_2$  比值为

- A.  $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}-1}$                       B.  $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{5}-1}$   
 C.  $\frac{2\sqrt{2}}{\sqrt{5}-1}$                       D.  $\frac{2}{\sqrt{5}-1}$



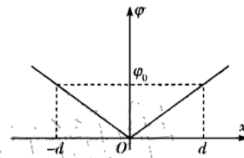
19. 如图所示, 轻质细绳长为  $L$ , 下端系有一个质量为  $m$  的小球, 上端悬挂在  $O$  点上。用小锤沿水平方向快速击打小球, 使小球在竖直面内运动, 已知小球在运动过程中绳子始终是伸直的, 不考虑空气的阻力。则下列说法正确的是

- A. 小锤击打小球时对小球的冲量大小可能为  $m\sqrt{3gL}$   
 B. 小锤击打小球时对小球的冲量大小可能为  $2m\sqrt{gL}$   
 C. 小锤击打小球时对小球的冲量大小可能为  $m\sqrt{gL}$   
 D. 小锤击打小球时对小球的冲量大小可能为  $m\sqrt{5gL}$



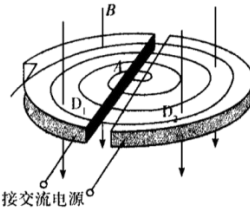
20. 如图所示是方向平行于  $x$  轴的某静电场的电势  $\varphi$  随  $x$  分布的示意图。质量为  $m$ 、电荷量为  $+q$  的粒子仅在电场力作用下从  $x=0$  处以初动能  $E_k$  沿  $x$  轴正方向运动。则下列说法正确的是

- A. 电场的场强大小为  $\frac{\varphi_0}{d}$   
 B. 粒子运动过程中的电势能一直增加  
 C. 粒子的运动区间为  $(-\frac{dE_k}{q\varphi_0}, \frac{dE_k}{q\varphi_0})$   
 D. 粒子的运动周期为  $\frac{2d}{q\varphi_0}\sqrt{2mE_k}$



21. 医学影像诊断中常利用  $^{11}\text{C}$  作为示踪原子,  $^{11}\text{C}$  可以用高速质子轰击  $^{14}\text{N}$  获得, 而高速质子可以由回旋加速器获得。如图所示为一小型回旋加速器的工作原理示意图, 其加速电压为  $U$ , 变化周期为  $T$ , 已知  $D$  形金属盒的半径为  $R$ , 两盒间的狭缝很小, 带电粒子穿过的时间可忽略, 垂直于  $D$  形盒面的匀强磁场的磁感应强度为  $B$ , 被加速的质子质量为  $m$ , 电荷量为  $e$ , 不考虑加速过程中的相对论效应。则下列说法正确的是

- A. 质子轰击  $^{14}\text{N}$  的核反应方程为  $^{14}_7\text{N} + ^1_1\text{H} \rightarrow ^{11}_6\text{C} + ^4_2\text{He}$   
 B. 质子被加速后的最大速度为  $\frac{2\pi R}{T}$ , 与加速电压的大小无关  
 C. 整个加速过程中, 质子在回旋加速器中回旋的周数为  $\frac{eB^2 R^2}{2mU}$   
 D. 若用该装置加速氦核 ( $^4_2\text{He}$ ) 并最终获得与质子相同的动能, 磁感应强度应变为原来的 2 倍



三、非选择题: 包括必考题和选考题两部分。第 22 ~ 32 题为必考题, 每个试题考生都必须作答。第 33 ~ 38 题为选考题, 考生根据要求作答。

(一) 必考题: 共 129 分。

22. (6 分) 某学习小组的同学想探究“合力做功与速度变化的关系”, 他们借用“探究加速度与力、质量的关系”的实验器材进行实验, 并且对实验装置进行了改进:

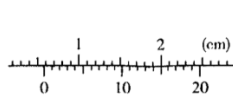


图1

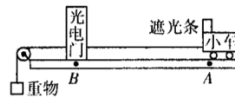


图2

- (1) 用游标卡尺测出遮光条的宽度  $d$ , 示数如图 1 所示, 则  $d =$  \_\_\_\_\_ mm。  
 (2) 按照如图 2 所示组装实验装置, 实验时将小车从  $A$  点由静止释放, 记录小车释放点  $A$  到光电门的距离为  $s$  和遮光条通过光电门时的遮光时间  $t$ , 则小车通过光电门  $B$  时的速度表达式为  $v =$  \_\_\_\_\_ (用字母表示)。



- (3) 保持光电门的位置不变, 改变小车释放点  $A$  到光电门  $B$  的距离, 进行多次实验。
- (4) 实验小组的同学想通过描点作出线性图象来直观地反映“合力做功与速度变化的关系”, 他们所作的图象应该是
- A.  $s-t$  关系图象  
B.  $s-t^2$  关系图象  
C.  $s-t^{-1}$  关系图象  
D.  $s-t^{-2}$  关系图象
- (5) 下列有关本探究实验的说法正确的是
- A. 增大  $AB$  之间的距离可以减小实验误差  
B. 减小所挂重物的质量可以减小实验误差  
C. 减小遮光条的宽度可以减小实验误差  
D. 实验前必须平衡小车和木板间的摩擦力  
E. 每次实验时都必须保证小车由静止释放

23. (9分) 某实验小组的同学找到了一个旧电池(电动势约为  $3.0\text{ V}$ ), 他们想测量该电池的电动势和内阻, 于是又在实验室申请了以下器材:

电流表  $\text{A}_1$ : 量程为  $300\text{ mA}$ , 内阻约为  $6\ \Omega$

电流表  $\text{A}_2$ : 量程为  $1\text{ A}$ , 内阻约为  $1\ \Omega$

定值电阻  $R_0$ : 阻值为  $5\ \Omega$

滑动变阻器  $R_1$ :  $0\sim 10\ \Omega$ , 额定电流为  $1\text{ A}$

滑动变阻器  $R_2$ :  $0\sim 250\ \Omega$ , 额定电流为  $0.3\text{ A}$

导线、开关若干

他们的实验过程如下:

- (1) 实验小组的同学首先设计了如图 1 所示的电路测量电流表  $\text{A}_1$  的内阻, 则用电流表  $\text{A}_1$ 、 $\text{A}_2$  的示数  $I_1$  和定值电阻  $R_0$  表示  $\text{A}_1$  的内阻, 其表达式为  $r_1 =$  \_\_\_\_\_。

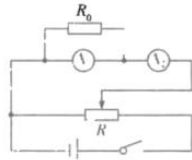


图1

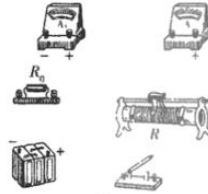


图2

- (2) 图 2 为图 1 电路对应的实物图, 请用笔画线代替导线将实物连接完整。
- (3) 他们测得电流表  $\text{A}_1$  的内阻为  $5\ \Omega$ , 为测量电池的电动势  $E$  和内阻  $r$ , 小组设计了如图 3 所示的电路图。

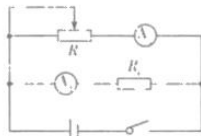


图3

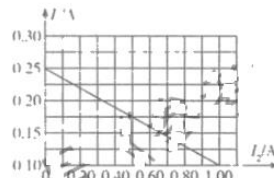
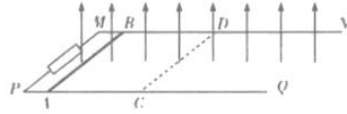


图4

- (4) 根据图 3 所示的电路图, 分别用  $E$ 、 $r$ 、 $R_0$ 、 $r_1$  表示电源的电动势、内阻、定值电阻和电流表  $\text{A}_1$  的内阻, 则  $I_1$  与  $I_2$  的函数关系式为 \_\_\_\_\_。实验中移动滑动变阻器触头, 读出直流电流表  $\text{A}_1$ 、 $\text{A}_2$  的多组数据  $I_1$ 、 $I_2$ , 描出  $I_1 \sim I_2$  图象如图 4 所示, 则电源的电动势  $E =$  \_\_\_\_\_  $\text{V}$ , 电源的内阻  $r =$  \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。(后两空保留 3 位有效数字)
- (5) 两次实验中所用的滑动变阻器为 \_\_\_\_\_ (填“ $R_1$ ”或“ $R_2$ ”)。
24. (12分) 如图所示, 足够长的平行光滑金属导轨  $MN$  和  $PQ$  固定在绝缘水平面上, 间距为  $L$ , 电阻不计, 在导轨左端  $MP$  间接有阻值为  $R$  的定值电阻, 磁感应强度为  $B$  的匀强磁场垂直于导轨所在平面竖直向上, 长度为  $L$ 、质量为  $m$ 、电阻为  $r$  的金属棒垂直放置在导轨上的  $AB$  位置。某时刻给金属棒一个水平向右的瞬时初速度  $v_0$ , 最终金属棒停在  $CD$  位置。
- (1) 求位置  $AB$  到位置  $CD$  的距离  $x$ ;

- (2) 若用水平的恒力从  $AB$  位置由静止开始向右拉金属棒, 金属棒恰好以  $v_0$  的速度匀速经过  $CD$  位置, 求把导体棒从位置  $AB$  拉到位置  $CD$  的过程中电阻  $R$  上产生的热量。



25. (20 分) 如图 1 所示, 在水平面上的  $P$  点静止有质量为  $3m$  的小物块  $A$ , 质量为  $m$  的长木板  $C$  的左端放置一质量为  $m$  的小物块  $B$ ,  $B$ 、 $C$  以共同速度向右运动并与物块  $A$  发生碰撞(碰撞时间极短), 以碰撞结束时刻作为计时起点, 物块  $A$ 、 $B$  一段时间内运动的  $v-t$  图线如图 2 所示。已知长木板  $C$  和小物块  $A$  与水平面间的动摩擦因数相同, 重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ 。求:

- (1) 物块  $A$  和水平面间以及长木板  $C$  和物块  $B$  间的动摩擦因数;
- (2) 要使物块  $B$  不从木板上滑落, 长木板  $C$  的长度至少为多少;
- (3) 最终物块  $A$  距离长木板  $C$  右端的距离。

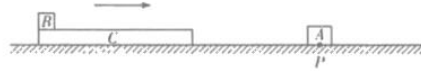


图 1

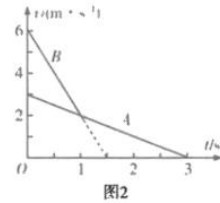
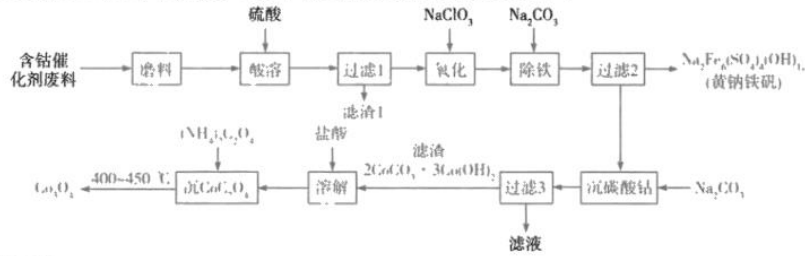


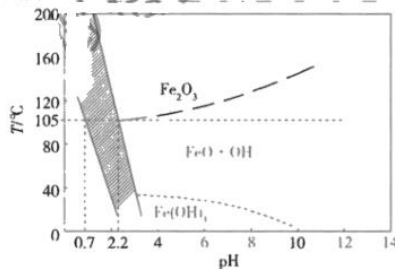
图 2

26. (14 分)  $\text{Co}_3\text{O}_4$  可用于制造钴盐、搪瓷颜料等。采用酸溶-沉淀法由含钴催化剂废料(含  $\text{Co}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、 $\text{FeO}$  及少量的  $\text{CaO}$ 、 $\text{SiO}_2$  等)制备  $\text{Co}_3\text{O}_4$  和黄钠铁矾的工艺流程如下:



回答下列问题:

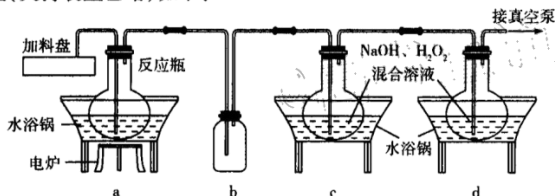
- (1) “酸溶”时发生多个反应, 其中  $\text{FeO}$  和  $\text{Co}_2\text{O}_3$  同时溶解生成  $\text{CoSO}_4$  的化学方程式为 \_\_\_\_\_。
- (2) 滤渣 1 的主要成分是 \_\_\_\_\_ (写化学式)。
- (3) “氧化”时  $\text{NaClO}_3$  氧化  $\text{Fe}^{2+}$  的离子方程式为 \_\_\_\_\_。
- (4) Babcan · J 总结了黄钠铁矾成矾温度与溶液 pH 之间的关系(图中阴影部分), “除铁”时, 若温度为  $105^\circ\text{C}$ , 形成黄钠铁矾沉淀需控制溶液终点 pH 的范围为 \_\_\_\_\_; 用  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  调节 pH, 反应生成黄钠铁矾的化学方程式为 \_\_\_\_\_。



(5)用盐酸“溶解”时,1 mol  $2\text{CoCO}_3 \cdot 3\text{Co}(\text{OH})_2$  至少需消耗 HCl 的物质的量为\_\_\_\_\_。

(6)由  $\text{CoC}_2\text{O}_4$  制备  $\text{Co}_3\text{O}_4$  的方法是\_\_\_\_\_。

27. (14分)实验室可用  $\text{NaClO}_3$  与浓硫酸作原料制备  $\text{HClO}_4$  和  $\text{NaClO}_2$ 。实验开始时,先开启真空泵通过加料盘依次将 90% 的硫酸(过量)和  $\text{NaClO}_3$  粉末吸入装置 a 的反应瓶中,实验结束停止加热,再吸入适量的蒸馏水。实验装置(夹持装置已略)如下:



已知:①装置 a 中主要发生反应: $3\text{NaClO}_3 + 3\text{H}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{约 } 55^\circ\text{C}} \text{HClO}_4 + 2\text{ClO}_2 \uparrow + 3\text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 。

② $\text{HClO}_4$  是无色透明的发烟液体,沸点  $19^\circ\text{C}$  (1.46 kPa)、 $130^\circ\text{C}$  (爆炸); $\text{ClO}_2$  是一种黄绿色气体,受热、震动时极易分解发生爆炸,若用空气、氮气等气体稀释时,爆炸性则降低。

回答下列问题:

(1)装置 a 采用水浴加热,其优点是\_\_\_\_\_;整个反应过程中均开启真空泵,其中吸入空气的目的是\_\_\_\_\_。(答两点)。

(2)装置 b 的作用是\_\_\_\_\_。

(3)装置 c 和 d 中生成  $\text{NaClO}_2$  溶液的化学方程式为\_\_\_\_\_。

(4)将装置 a 中反应后的液体分离并提纯可得到高氯酸。分离过程如下:



反应液经冷却过滤得到的“物质 A”是\_\_\_\_\_ (写化学式);滤液经减压蒸馏,除得到高氯酸粗品外,得到的另一种可以回收利用的“物质 B”是\_\_\_\_\_;向高氯酸粗品中加入  $\text{BaCl}_2$  后再进行二次减压蒸馏,加  $\text{BaCl}_2$  的目的是\_\_\_\_\_。

(5)探究  $\text{NaClO}_2$  溶液(无色)的氧化性:取少许  $\text{NaClO}_2$  溶液于试管中,加入某种试剂并观察现象,该试剂可能是\_\_\_\_\_ (填序号)。

A.  $\text{KMnO}_4$  溶液

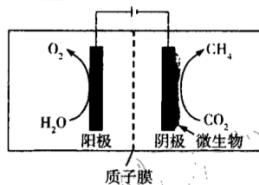
B. KI 淀粉溶液

C.  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  溶液

D. 酸化的  $\text{FeSO}_4$  溶液

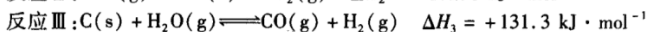
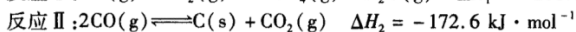
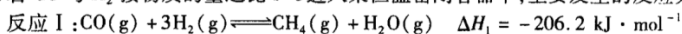
28. (15分)二氧化碳资源化利用一直是国际上的一个研究热点。回答下列问题:

(1)Mieke Jansen 设计的电催化制甲烷的装置如下:



阴极的电极反应式为\_\_\_\_\_,阴极上微生物的作用是\_\_\_\_\_。

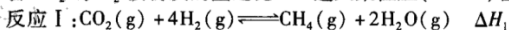
(2)若  $\text{CO}$  与  $\text{H}_2$  按物质的量之比 1:3 进入某恒温密闭容器中,主要发生的反应为:

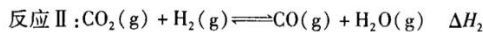


①反应 II 的  $\Delta S$  \_\_\_\_\_ 0 (填“>”或“<”)。

② $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g})$  的  $\Delta H =$  \_\_\_\_\_  $\text{kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3)若  $\text{CO}_2$  与  $\text{H}_2$  按物质的量之比 1:4 进入某恒压(1 MPa)密闭容器中,主要发生的反应为:



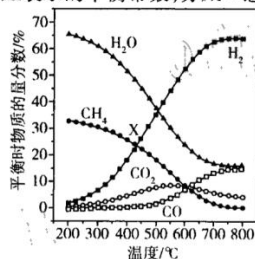


平衡时各物质的物质的量分数如图所示:

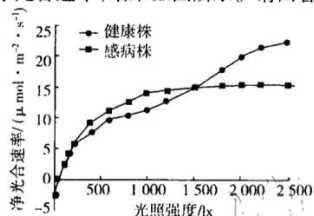
①  $\Delta H_1$  \_\_\_\_\_ 0 (填“>”或“<”,下同);  $\Delta H_2$  \_\_\_\_\_ 0。

② 温度大于 550 °C 时,  $\text{CO}_2$  的物质的量分数不断减小, 这是因为 \_\_\_\_\_。

③ 图中交点 X 处, 甲烷的分压约为 \_\_\_\_\_ MPa (保留 3 位有效数字)。该温度下, 反应 I 的平衡常数  $K_p =$  \_\_\_\_\_  $\text{MPa}^{-2}$  ( $K_p$  为用分压表示的平衡常数, 分压 = 总压  $\times$  物质的量分数)。



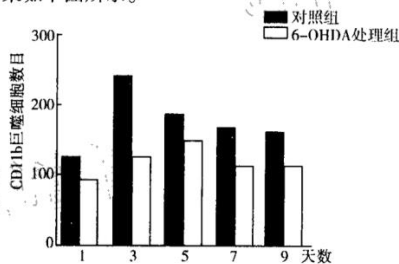
29. (10 分) 大豆感染大豆花叶病毒(SMV)后, 老叶上会出现不规则的黄色斑块。研究人员在不同光照强度下测量了大豆健康株和感病株的净光合速率, 结果如图所示。请回答下列问题:



- 据图分析可知, 该实验的自变量是 \_\_\_\_\_。除图中所示因素外, 影响大豆植株净光合速率的外界环境因素还有 \_\_\_\_\_ (答出两点)。
- 当光照强度为 1 500 lx 时, 大豆叶肉细胞中产生 [H] 的场所为 \_\_\_\_\_, 此时大豆健康株和感病株制造有机物的速率 \_\_\_\_\_ (填“相等”或“不相等”)。
- 研究发现, 大豆感病株的叶绿素含量明显比健康株低。光照强度大于 1 500 lx 时, 大豆植株进行光合作用所需的  $\text{CO}_2$  来源有 \_\_\_\_\_; 此时, 健康株的光合速率随光照强度的增强而增大, 而感病株的光合速率不再随光照强度的增强而增大, 据题分析可能的原因是 \_\_\_\_\_。

30. (9 分) 胎儿在子宫内不被母体免疫系统攻击, 胎儿出生后将其器官移植到母体, 则母体会发生免疫排斥反应。某科研机构以小鼠为实验材料进行研究, 认为此现象可能与子宫中 CD11b 巨噬细胞及其周围分布的交感神经有关, 且交感神经损毁后, 母体流产率增高。请回答下列问题:

- 胎儿出生后将其器官移植到母体, 母体发生的免疫排斥反应属于 \_\_\_\_\_ (填“体液免疫”或“细胞免疫”)。为了提高异体器官移植的成活率, 器官接受者要经常服用一些药物, 如类固醇、环孢素 A 等, 这样做的目的是使 \_\_\_\_\_ 细胞增殖受阻, 从而使免疫系统暂时处于无应答或弱应答状态。
- 研究人员为研究子宫壁 CD11b 巨噬细胞对小鼠胚胎发育的影响, 取实验组和对照组的受孕小鼠, 分别进行如下实验。已知用 6-OHDA 溶液处理小鼠会损毁小鼠的交感神经。检测两组小鼠子宫壁 CD11b 巨噬细胞的数量, 结果如下图所示。



①实验材料的处理:实验组小鼠每天注射1次2 mL 6-OHDA 溶液,连续5天后于清洁级条件下受孕。对照组小鼠\_\_\_\_\_。

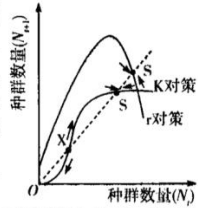
②据图分析可知,6-OHDA 溶液对子宫壁 CD11b 巨噬细胞数量的增加有\_\_\_\_\_ (填“促进”或“抑制”)作用;子宫壁 CD11b 巨噬细胞数量增加,可\_\_\_\_\_ (填“促进”或“抑制”)母体对胎儿产生特异性免疫。

③研究发现,MCP-1 可促进 CD11b 巨噬细胞由子宫壁的内膜向外膜迁移,小鼠交感神经损毁后,子宫中的 MCP-1 含量显著上升。据此推测交感神经损毁导致小鼠流产的机制可能是\_\_\_\_\_。

31. (10分)裸鼯鼠是一种地下穴居的小动物,以植物的地下茎或者动物的粪便为食,其天敌是蛇和猛禽;在野外,只要不饿死,不患上传染病,不被天敌吃掉,裸鼯鼠轻轻松松就能活上30年;裸鼯鼠从性成熟后到死亡都具有繁殖能力,但繁殖力较弱。请回答下列问题:

(1)科学家发现,裸鼯鼠的死亡率一直维持在低水平,据题分析可能的原因有\_\_\_\_\_ (任答两点即可)。从种群数量特征分析,裸鼯鼠的种群数量能保持相对稳定的原因可能是其\_\_\_\_\_ 较低。请根据题干写出一条包含裸鼯鼠的食物链:\_\_\_\_\_。

(2)种群对环境的适应有多种形式,r对策者通常个体小,寿命短,生殖力强但存活率低,亲代对后代缺乏保护,种群以“量”取胜;K对策者通常个体大,寿命长,生殖力弱但存活率高,亲代对后代有很好的保护,种群以“质”取胜,如图所示。裸鼯鼠对环境的适应为\_\_\_\_\_ (填“r对策者”或“K对策者”),种群数量高于或低于\_\_\_\_\_ (填“S”或“X”)点时,种群数量都会趋向该平衡点,该点时种群数量的生物学含义是\_\_\_\_\_。



(3)裸鼯鼠群聚,是高度社会化的生物,仅王后能繁殖后代。种群由一只王后、几只雄鼠及若干工鼠组成,工鼠喜欢吃王后排出的粪便,以此获得肠道细菌来消化坚硬的根系和块茎,同时王后粪便中含有特别的激素,工鼠吃下王后的粪便后变成了好“保姆”,对幼鼠照顾得更加周到。该现象说明信息传递在生态系统中的作用是\_\_\_\_\_ (答出两点)。

32. (10分)研究发现,某种植物的野生型植株会产生一种自我保护的化学物质——氰酸,该种植物(2N=18)是严格的自花传粉植物。研究人员在不同种群中偶然发现了无法产氰酸的纯合品系(突变株1和突变株2),为了研究产氰酸性状的显隐性关系及相关基因在染色体上的位置,研究人员做了以下杂交实验。请回答下列相关问题:

(1)基因突变是指 DNA 分子中发生碱基对的\_\_\_\_\_ ,而引起\_\_\_\_\_ 的改变。

(2)假设控制产氰酸与不产氰酸性状的相关基因用 A/a、B/b、C/c……表示。让突变株1与突变株2杂交得 F<sub>1</sub>,若 F<sub>1</sub> 全为产氰酸植株,且 F<sub>2</sub> 中产氰酸:不产氰酸=9:7,则产氰酸与不产氰酸性状由\_\_\_\_\_ 对等位基因控制,且突变株1与突变株2的基因型为\_\_\_\_\_。

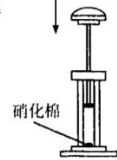
(3)已知三体(2N+1)可用于基因的染色体定位,则理论上人工构建该二倍体植物的三体系时应有\_\_\_\_\_ 种三体。若不产氰酸由一对隐性突变基因控制,将不产氰酸突变植株与三体系(产氰酸纯合)分别杂交,留种并单独种植,当子二代出现表现型及比例为\_\_\_\_\_ 时,可将不产氰酸突变基因定位于该三体所在的染色体上。

(二)选考题:共45分。请考生从给出的2道物理题、2道化学题、2道生物题中每科任选一题作答。如果多做,则每学科按所做的第一题计分。

33. 物理·选修3-3(15分)

(1)(5分)如图所示为物理课堂上的一个演示实验装置,在一个厚玻璃筒内放一小团蘸有乙醚的硝化棉,迅速向下压活塞,硝化棉就燃烧起来了。以下有关说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对1个得2分,选对2个得4分,选对3个得5分。每选错1个扣3分,最低得分为0分)

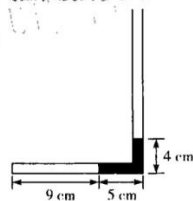
- A. 向下压活塞时,玻璃筒内的气体内能增加,压强增大
- B. 向下压活塞时,气体压强增大是因为分子间斥力增大
- C. 向下压活塞时,玻璃筒内每个气体分子的速率都增大
- D. 本实验说明做功可以改变物体的内能
- E. 本实验中下压活塞做功的宏观过程是不可逆的



(2) (10分) 如图所示, 竖直放置的“L”形玻璃管水平部分左端封闭, 其内有被水银柱封闭的一定质量的理想气体, 竖直部分上端开口, 各部分的长度在图中已标出。已知环境温度为  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 大气压强为  $76\text{ cmHg}$ 。求:

(i) 缓慢升高被封闭气体的温度, 当温度为多少摄氏度时水银才能全部上升到竖直玻璃管内; (结果保留整数)

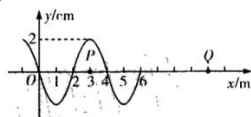
(ii) 如果保持温度不变, 让玻璃管在竖直平面内顺时针转过  $90^{\circ}$ , 理想气体的气柱长度为多少。



34. 物理·选修3-4 (15分)

(1) (5分) 如图所示为一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐波在  $t=0$  时刻的波形图,  $Q$  是平衡位置在  $x_Q = 10\text{ m}$  处的一点, 从  $t=0$  时刻开始经过  $\Delta t = 5\text{ s}$ , 平衡位置在  $x_P = 3\text{ m}$  的质点  $P$  恰好第三次经过平衡位置。则以下有关该简谐波的说法正确的是\_\_\_\_\_。(填正确答案标号。选对1个得2分, 选对2个得4分, 选对3个得5分。每选错1个扣3分, 最低得分为0分)

- A. 该简谐波的传播速度为  $1\text{ m/s}$
- B. 该波的振源的起振方向沿  $y$  轴正方向
- C.  $t = 11\text{ s}$  时, 质点  $Q$  恰好处在波峰处
- D. 质点  $P$  和质点  $Q$  振动的加速度总是相同

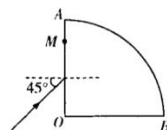


E. 以  $t=0$  时刻为计时起点, 质点  $P$  的振动方程为  $y = 2\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{\pi}{2}\right)\text{ cm}$

(2) (10分) 如图所示,  $\frac{1}{4}$  圆  $OAB$  为一个透明柱体的横截面, 半径为  $R$ 。一单色细光束从  $OA$  面上以  $45^{\circ}$  的人射角射入透明柱体, 发现只有入射点在  $OM$  之间的人射光线, 折射后才能从圆弧面射出。已知

$OM = \frac{\sqrt{6}}{3}R$ , 求:

- (i) 该透明柱体的折射率;
- (ii) 弧面上有光透出部分的弧长。



35. 化学·选修3: 物质结构与性质 (15分)

铬在配合物及超导材料等方面用途非常广泛。回答下列问题:

(1) 基态  $\text{Cr}$  原子核外的价电子排布式为\_\_\_\_\_; 第二电离能  $I_2(\text{V})$  \_\_\_\_\_  $I_2(\text{Cr})$  (填“大于”或“小于”)。

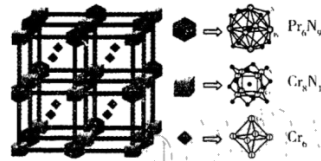
(2) 氟与氯同主族,  $\text{CrF}_3$  的熔点为  $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 熔化时能导电;  $\text{CrCl}_3$  的熔点为  $83\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 易溶于水和乙醇。 $\text{CrF}_3$  的熔点比  $\text{CrCl}_3$  高得多, 这是因为\_\_\_\_\_。

(3)  $[\text{Cr}(\text{CON}_2\text{H}_4)_6](\text{NO}_3)_3$  (尿素铬配合物) 中:

- ① 阳离子中铬的化合价为\_\_\_\_\_; 阴离子的空间构型为\_\_\_\_\_。
- ②  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、 $\text{NO}_3^-$  中氮原子的杂化方式依次为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- ③  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  的熔点为  $132.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 沸点为  $196.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  的熔点为  $-117.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 沸点为  $2.87\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。尿素的熔点和沸点均比  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  高得多, 其原因是\_\_\_\_\_。



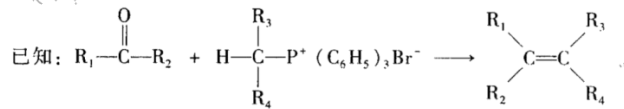
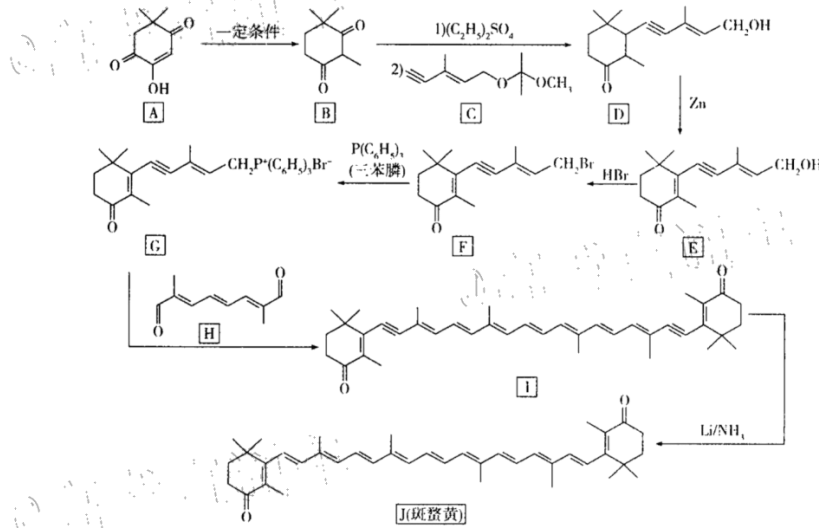
(4) 最近我国科研人员发现一种新型的 Cr 基超导体  $\text{Pr}_3\text{Cr}_{10}\text{N}_{11}$  (摩尔质量为  $1\ 096.76\ \text{g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ), 晶胞结构如下图所示, 晶胞参数为  $a = 1.289\ 1\ \text{nm}$ 。




该面心立方晶胞中包含的原子总数为 \_\_\_\_\_ 个; 设  $N_A$  为阿伏加德罗常数的值, 则该晶体的密度为 \_\_\_\_\_  $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$  (列出计算式即可)。

36. 化学·选修5: 有机化学基础 (15 分)

斑蝥黄对自由基的淬灭作用使其能够起到与维生素 E、虾青素、 $\beta$ -胡萝卜素类似的医疗用途, Luca 等设计的斑蝥黄的合成路线如下:



回答下列问题:

- (1) A 中含氧官能团的名称是 \_\_\_\_\_。
- (2) 碳原子上连有 4 个不同的原子或基团时, 该碳原子称为手性碳原子。B 的分子式为 \_\_\_\_\_, 用星号 (\*) 标出 B 中的手性碳原子: \_\_\_\_\_。
- (3) A 与足量  $\text{H}_2$  发生催化加成反应的化学方程式为 \_\_\_\_\_。
- (4) D 生成 E 的反应类型是 \_\_\_\_\_。
- (5) 1 mol 斑蝥黄与足量  $\text{Br}_2$  的  $\text{CCl}_4$  溶液发生加成反应时, 最多消耗  $\text{Br}_2$  的物质的量为 \_\_\_\_\_。
- (6) 芳香化合物 X 是 H 的同分异构体, X 能发生银镜反应和水解反应, 核磁共振氢谱有四组峰, 面积比为 6:3:2:1, 写出一种符合题目要求的 X 的结构简式: \_\_\_\_\_。
- (7) 设计以环己醇和  $\text{P}(\text{C}_6\text{H}_5)_3$  为起始原料制备  的合成路线: \_\_\_\_\_ (无机试剂任用)。

37. 生物·选修1:生物技术实践(15分)

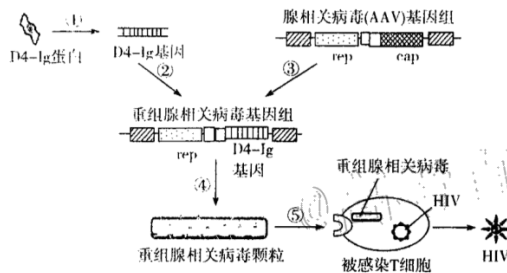
布鲁氏菌病是由布鲁氏菌属的细菌侵入机体,引起人畜共患的传染性疾病。研究人员无菌选取病料样本,将其接种到10%马血清布氏肉汤培养基(该培养基能促进布鲁氏菌的生长并抑制其他杂菌生长)中,置于培养箱中培养,观察液体培养基混浊程度,然后取变混浊的肉汤接种到10%马血清布氏培养基中培养并观察菌落生长情况。请回答下列有关问题:

- (1) 适于布鲁氏菌生长的培养基中的营养成分一般含有\_\_\_\_\_、水和无机盐,此外培养基还需要满足有利于目的菌生长的特殊营养物质、温度、pH等条件。病料样本初次接种到10%马血清布氏肉汤培养基中,并置于一定环境中连续培养7d的目的是\_\_\_\_\_;从功能上看,培养布鲁氏菌的培养基属于\_\_\_\_\_,在前面培养基的基础上还应加入\_\_\_\_\_才能观察到菌落的生长情况。向试管内分装该培养基时,若试管口黏附有培养基,则需要用酒精棉球擦净,原因是\_\_\_\_\_。
- (2) 若要测定培养液中选定菌种的菌体数,可在显微镜下用\_\_\_\_\_直接计数,也可采用稀释涂布平板法统计活菌数目。对比这两种方法可知,稀释涂布平板法测得的微生物数目较低,其原因是\_\_\_\_\_。在涂布接种前,随机取若干灭菌后的空白平板先行培养一段时间,这样做的目的是\_\_\_\_\_。

38. 生物·选修3:现代生物科技专题(15分)

2019年12月1日是第32个“世界艾滋病日”,今年我国宣传活动主题是“社区动员同防艾,健康中国我行动”。近年来人们在已有的技术条件基础上,试图多途径寻找防治艾滋病的最佳方法以期更好地对抗艾滋病。请回答下列相关问题:

- (1) 途径一:通过单克隆抗体技术制备抗HIV抗体。采集HIV感染自愈者体内相应的免疫细胞,使之与骨髓瘤细胞结合。该途径中HIV感染自愈者的免疫细胞是\_\_\_\_\_。上述细胞进行培养时,除了加入常用的各种营养元素外,还需要加入血清和血浆,所需气体主要有O<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>,其中CO<sub>2</sub>的作用是\_\_\_\_\_。与从自愈者体内提取抗体相比,该方法获得的抗体的优点是\_\_\_\_\_。
- (2) 途径二:通过转基因技术制备HIV疫苗,该途径中用到的酶有\_\_\_\_\_ (至少写两种)。
- (3) 途径三:科学工作者发现一种蛋白质(D4-Ig),它能与HIV表面的糖蛋白结合,从而使HIV失去感染T细胞的能力;腺相关病毒是杆状病毒,无激活复制基因,对人体相对安全。腺相关病毒基因组中含有常用病毒衣壳基因 rep 和复制相关蛋白基因 cap,为安全起见,需要去除复制基因。目前,科学家利用其进行相关实验研究,实验工作相关信息如下图。



图示中最核心的步骤是基因表达载体的构建,该技术中使用的载体是\_\_\_\_\_。为使D4-Ig基因在感染T细胞中高效表达,需要把D4-Ig基因片段插入基因表达载体的\_\_\_\_\_之间。被图中两种病毒双重感染的T细胞解体的HIV与入侵时相比,差异是\_\_\_\_\_。

天一大联考  
“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试  
理科综合·生物答案

第 1~6 小题,每小题 6 分。

1. D      2. C      3. C      4. A      5. C      6. B

29. (除注明外,每空 2 分,共 10 分)

- (1)光照强度、大豆植株的感病情况  $\text{CO}_2$  浓度、温度(1 分)
- (2)细胞质基质、线粒体(基质)和叶绿体(的类囊体薄膜) 相等(1 分)
- (3)外界环境和细胞呼吸(或外界环境和线粒体) 感病株叶绿素的含量低于健康株,吸收(、传递)和转换光能的能力弱,影响光反应速率

30. (除注明外,每空 2 分,共 9 分)

- (1)细胞免疫(1 分) T(1 分)
- (2)①每天注射 1 次 2 mL 生理盐水,连续 5 天后于清洁级条件下受孕 ②抑制(1 分) 抑制 ③交感神经损毁,导致 MCP-1 增多,促进 CD11b 巨噬细胞由子宫内膜向外膜迁移,造成内膜巨噬细胞含量下降,使得特异性免疫(或免疫排斥反应)加强,导致流产

31. (除注明外,每空 1 分,共 10 分)

- (1)天敌较少(或被天敌捕食的概率低);食物来源稳定;抗传染病能力强;生存环境相对稳定(任答两点即可,2 分) 出生率 植物→裸鼯鼠→蛇(或猛禽)
- (2)K 对策者 S 在环境条件不受破坏的情况下,一定空间内所能维持的种群最大数量(2 分)
- (3)维持生命活动的正常进行和生物种群的繁衍(2 分)

32. (除注明外,每空 1 分,共 10 分)

- (1)替换、增添和缺失 基因结构
- (2)2 AAbb、aaBB(或 aaBB、AAbb,2 分)
- (3)9(2 分) 产氰酸植株:不产氰酸植株 = 31:5(3 分)

37. (除注明外,每空 2 分,共 15 分)

- (1)碳源、氮源 增加布鲁氏菌的数量 选择培养基(1 分) 凝固剂(或琼脂) 避免培养基污染棉塞(或防止杂菌污染菌种)
- (2)血细胞计数板 死亡的微生物不能形成菌落,两个或多个菌体连在一起时形成一个菌落 检测培养基灭菌是否合格

38. (除注明外,每空 2 分,共 15 分)

- (1)浆细胞(或经过免疫的 B 淋巴细胞) 维持培养液的 pH(或酸碱度) 特异性强、灵敏度高、可大量制备
- (2)逆转录酶(逆转录酶、DNA 聚合酶)、限制酶、DNA 连接酶(3 分)
- (3)腺相关病毒(或腺相关病毒粒子或腺相关病毒基因组) 启动子和终止子 HIV 的衣壳蛋白已经与 D4-Ig 蛋白结合,失去再感染 T 细胞的能力

**天一大联考**  
**“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试**  
**理科综合·生物答案**

第 1~6 小题,每小题 6 分。

**1. 答案 D**

**命题透析** 本题考查细胞结构及其生理功能等知识,旨在考查考生的理解能力。

**思路点拨** 细胞癌变过程中,细胞膜成分发生改变,产生甲胎蛋白等物质,因此医学上常根据甲胎蛋白含量是否超标的方法初步诊断某人是否患有肝癌,A 项正确;矿工容易患硅肺的原因是吞噬细胞的溶酶体中缺少分解硅尘的酶,而硅尘却能破坏溶酶体膜,使其中的水解酶释放出来,进而引起肺部细胞坏死,B 项正确;细胞凋亡时,细胞核和细胞质之间需进行信息交流,基因发生选择性表达,C 项正确;脂肪细胞的胰岛素受体位于细胞膜上,胰岛素作为信号分子不进入细胞,D 项错误。

**2. 答案 C**

**命题透析** 本题考查酶和 ATP 的知识,旨在考查考生的理解能力和实验与探究能力。

**思路点拨** 同一种酶可能存在于同一生物个体内分化程度不同的活细胞中,例如与呼吸有关的酶、ATP 合成酶等,A 项错误;酶促反应的原理是降低化学反应所需的活化能,但是高温是使过氧化氢分子得到能量,从常态转变为容易分解的活跃状态,B 项错误;细胞中绝大多数需要能量的生命活动,都是由 ATP 直接提供能量的,C 项正确;转录时,RNA 聚合酶能识别 DNA 分子上的特定位点(基因中的启动子)并与其结合,D 项错误。

**3. 答案 C**

**命题透析** 本题考查细胞结构和化合物的知识,旨在考查考生的理解能力。

**思路点拨** 同一生物体不同细胞内,细胞器的种类与数量不同是细胞分化的结果,实质是基因的选择性表达,A 项正确;脂质中的磷脂是构成细胞膜及细胞器膜的重要成分,胆固醇也是构成动物细胞膜的重要成分,脂质中的性激素具有调节代谢的作用,脂质中的脂肪是细胞内良好的储能物质,B 项正确;原核细胞都没有以核膜为界限的细胞核,真核细胞并不是都有以核膜为界限的细胞核,如哺乳动物的成熟红细胞,C 项错误;植物的根尖细胞不含叶绿体,真核细胞中哺乳动物成熟的红细胞不含核糖体,D 项正确。

**4. 答案 A**

**命题透析** 本题考查教材经典实验,旨在考查考生的理解能力和实验与探究能力。

**思路点拨** 在低温诱导植物染色体数目的变化实验中,两次需要使用酒精,第一次使用体积分数为 95% 酒精的目的是冲洗细胞,第二次使用酒精的目的是与盐酸混合,解离根尖,A 项正确;探究温度对酶活性的影响的实验中,自变量为温度,pH 为无关变量,无关变量应保持相同且适宜,B 项错误;琼脂块为非生命物质,不能提供 ATP,因此温特实验中生长素从胚芽鞘尖端进入琼脂块的方式是扩散,C 项错误;预实验可摸索出最佳的实验条件,可检验实验设计的科学性和可行性,减少人力、物力的浪费,D 项错误。

**5. 答案 C**

**命题透析** 本题考查植物激素对生命活动调节的知识,旨在考查考生的理解能力。

**思路点拨** 生长素的极性运输是一种主动运输,需要载体蛋白并消耗能量,如果缺乏氧气,则会影响有氧呼吸,进而影响植物体内生长素的极性运输,A 项正确;植物激素的合成主要是基因通过对酶的控制进而控制生物体的性状,属于基因对生物体性状的间接控制,B 项正确;当植物茎尖受到单侧光刺激时,茎尖两侧的生长素浓度或比例往往会发生变化,C 项错误;光照、温度等环境因素会影响激素的合成和分布,进而对植物的生长发育也具有调节作用,D 项正确。

**6. 答案 B**

**命题透析** 本题考查减数分裂与育种方式的相关知识,旨在考查考生的理解能力和综合运用能力。

**思路点拨** 与杂交育种相比,单倍体育种可从  $F_2$  中快速选育出纯合新品种,杂交育种往往需要连续自交才能

选育出纯合新品种, A 项错误;大、小西红柿都是具有 24 条染色体的雌雄同株二倍体植物,没有性别分化,若要测定大、小西红柿的基因组序列,则可测定一个染色体组的基因序列, B 项正确;小西红柿单倍体植株长势弱小,只含一个染色体组,在产生配子过程中无法联会,不能产生正常配子,也不能结出果实, C 项错误;在减数分裂过程中,控制小西红柿果实颜色的基因是一对等位基因,不可能发生基因重组, D 项错误。

29. 答案 (除注明外,每空 2 分,共 10 分)

(1)光照强度、大豆植株的感病情况  $\text{CO}_2$  浓度、温度(1 分)

(2)细胞质基质、线粒体(基质)和叶绿体(的类囊体薄膜) 相等(1 分)

(3)外界环境和细胞呼吸(或外界环境和线粒体) 感病株叶绿素的含量低于健康株,吸收(、传递)和转换光能的能力弱,影响光反应速率

**命题透析** 本题考查光合作用和呼吸作用的相关知识,旨在考查考生的理解能力、获取信息的能力和综合运用能力。

**思路点拨** (1)据图分析可知,该实验的自变量为光照强度和 大豆植株的感病情况。影响植物光合速率的外界环境因素有光照强度、 $\text{CO}_2$  浓度、温度等。

(2)当光照强度为 1 500 lx 时,大豆叶肉细胞既能进行光合作用,也能进行有氧呼吸,此时细胞中产生[H]的场所为细胞质基质、线粒体基质和叶绿体的类囊体薄膜;据图分析可知,此时大豆健康株和感病株的净光合速率相等,且二者呼吸速率相等,故它们制造有机物的速率相等。

(3)光照强度大于 1 500 lx 时,大豆植株进行光合作用所需的  $\text{CO}_2$  来源有外界环境和细胞呼吸;此时感病株的净光合速率不再随光照强度的增加而增大,可能的原因是感病株叶绿素的含量低于健康株,吸收、传递和转换光能的能力弱,影响光反应速率。

30. 答案 (除注明外,每空 2 分,共 9 分)

(1)细胞免疫(1 分) T(1 分)

(2)①每天注射 1 次 2 mL 生理盐水,连续 5 天后于清洁级条件下受孕 ②抑制(1 分) 抑制 ③交感神经损毁,导致 MCP-1 增多,促进 CD11b 巨噬细胞由子宫内膜向外膜迁移,造成内膜巨噬细胞含量下降,使得特异性免疫(或免疫排斥反应)加强,导致流产

**命题透析** 本题考查免疫调节与人体健康的相关知识,旨在考查考生的理解能力、实验与探究能力和综合运用能力。

**思路点拨** (1)由题意分析可知,胎儿出生后,将其器官移植到母体,母体发生的免疫排斥反应主要是细胞免疫,所以加入这些药物的目的是抑制 T 细胞的增殖,从而使免疫系统处于被抑制或无应答的状态。

(2)①实验组小鼠每天注射 1 次 2 mL 6-OHDA 溶液,连续 5 天后于清洁级条件下受孕,则对照组小鼠的处理应不加 6-OHDA 溶液,加与实验组等量的生理盐水,连续 5 天后于清洁级条件下受孕。②据图分析可知,实验组的数值明显低于对照组的数值,说明 6-OHDA 溶液对子宫壁 CD11b 巨噬细胞数量的增加有抑制作用;实验组小鼠交感神经损毁,流产率增高,子宫壁 CD11b 巨噬细胞数量减少,由此说明子宫壁 CD11b 巨噬细胞数量增加,可抑制母体对胎儿产生特异性免疫,从而降低流产率。③当小鼠交感神经损毁后,子宫中的 MCP-1 含量显著上升,而 MCP-1 可促进 CD11b 巨噬细胞由子宫壁的内膜向外膜迁移,使得内膜 CD11b 巨噬细胞含量下降,进而导致特异性免疫(或免疫排斥反应)加强,流产率增加。

31. 答案 (除注明外,每空 1 分,共 10 分)

(1)天敌较少(或被天敌捕食的概率低);食物来源稳定;抗传染病能力强;生存环境相对稳定(任答两点即可, 2 分) 出生率 植物→裸鼯鼠→蛇(或猛禽)

(2)K 对策者 S 在环境条件不受破坏的情况下,一定空间内所能维持的种群最大数量(2 分)

(3)维持生命活动的正常进行和生物种群的繁衍(2 分)

**命题透析** 本题考查种群的数量变动、生态系统的结构与功能等知识,旨在考查考生的理解能力、获取信息的能力和综合运用能力。

**思路点拨** (1)据题可知,裸鼯鼠的死亡率较低,可能的原因是天敌较少,食物来源稳定,抗传染病能力强,生存环境相对稳定等。裸鼯鼠的寿命长,并且从性成熟后到死亡一直都有繁殖能力,其种群数量却保持相对稳

定,可能的原因是其出生率较低。根据题干信息分析,裸鼯鼠是一种以植物为食的穴居动物,蛇和猛禽是其天敌,说明裸鼯鼠以植物为食,蛇和猛禽以裸鼯鼠为食,则构成的食物链为:植物(草)→裸鼯鼠→蛇(或猛禽)。

(2)分析曲线图可知,寿命长、生殖力弱但存活率高,亲代对后代有很好的保护,属于K对策者;图中K对策者种群数量呈“S”型曲线增长,K对策者的种群数量高于或低于S点时,都会趋向该平衡点,该平衡点的种群数量就是环境容纳量,其生物学含义是环境条件不受破坏的情况下,一定空间内所能维持的种群最大数量。

(3)由工鼠吃王后排出的粪便,以获得肠道细菌来消化坚硬的根系和块茎,可知信息传递可维持生命活动的正常进行;由工鼠吃下王后的粪便后变成了好“保姆”可知,信息传递与生物种群的繁衍有关。

32. 答案 (除注明外,每空1分,共10分)

(1)替换、增添和缺失 基因结构

(2)2 AAbb、aaBB(或aaBB、AAbb,2分)

(3)9(2分) 产氰酸植株:不产氰酸植株=31:5(3分)

**命题透析** 本题考查基因的自由组合定律、生物变异及基因与染色体的位置关系等知识,旨在考查考生的理解能力、实验与探究能力和综合运用能力。

**思路点拨** (1)基因突变是指DNA分子中发生碱基对的替换、增添和缺失,而引起的基因结构的改变。

(2)突变株1和突变株2均为纯合子,二者杂交所得 $F_1$ 全为产氰酸植株,且 $F_2$ 中产氰酸:不产氰酸=9:7,是9:3:3:1的变式,故产氰酸与不产氰酸性状由2对等位基因控制,且突变株1和突变株2的基因型分别为AAbb、aaBB(或aaBB、AAbb)。

(3)该植物有 $2N=18$ 条染色体,人工构建该二倍体植物的三体系时共需构建9种三体。若不产氰酸的基因型为aa,则三体产氰酸纯合子的基因型为AAA, $F_1$ 的基因型为 $1/2Aa$ 、 $1/2AAa$ ;  $1/2Aa$ 自交所得 $F_2$ 中不产氰酸(aa)占 $1/2 \times 1/4aa = 1/8aa$ ;  $AAa$ 产生的配子及比例为 $1/6AA$ 、 $1/6a$ 、 $1/3Aa$ 、 $1/3A$ ,所以 $1/2AAa$ 自交所得 $F_2$ 中不产氰酸(aa)占 $1/2 \times 1/6a \times 1/6a = 1/72aa$ ; 综上分析:在 $F_2$ 中,不产氰酸植株占 $1/8 + 1/72 = 5/36$ ,产氰酸植株占 $1 - 5/36 = 31/36$ ,即 $F_2$ 的表现型及比例为产氰酸:不产氰酸=31:5。

37. 答案 (除注明外,每空2分,共15分)

(1)碳源、氮源 增加布鲁氏菌的数量 选择培养基(1分) 凝固剂(或琼脂) 避免培养基污染棉塞(或防止杂菌污染菌种)

(2)血细胞计数板 死亡的微生物不能形成菌落,两个或多个菌体连在一起时形成一个菌落 检测培养基灭菌是否合格

**命题透析** 本题考查培养基的分类及功能、无菌操作及微生物的培养与计数等知识,旨在考查考生的理解能力和综合运用能力。

**思路点拨** (1)适于微生物生长的培养基中的营养成分一般含有碳源、氮源、水和无机盐等。将病料样本接种到10%马血清布氏肉汤培养基中,通过扩大培养可增加布鲁氏菌的数量。从功能上看培养布鲁氏菌的培养基属于选择培养基。在前面培养基的基础上还应加入凝固剂(琼脂)才能观察到菌落的生长情况。分装含琼脂的培养基时,若试管口黏附有培养基,则需要用酒精棉球擦净以防杂菌污染棉塞。

(2)显微镜直接计数需借助血细胞计数板;采用稀释涂布平板法统计活菌数目时,由于死菌不能形成菌落以及两个或多个菌体未分离形成一个菌落时,往往统计的是一个菌落,所以稀释涂布平板法测得的细菌数目较实际细菌数少。在涂布接种前,随机取若干灭菌后的空白平板先行培养一段时间,这样做的目的是检测培养基灭菌是否合格。

38. 答案 (除注明外,每空2分,共15分)

(1)浆细胞(或经过免疫的B淋巴细胞) 维持培养液的pH(或酸碱度) 特异性强、灵敏度高、可大量制备

(2)逆转录酶(逆转录酶、DNA聚合酶)、限制酶、DNA连接酶(3分)



天一大联考  
“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试

理科综合·化学答案

7~13 题,每小题 6 分。

7. A      8. D      9. B      10. A      11. C      12. C      13. D

26. (1)  $2\text{FeO} + \text{Co}_2\text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 2\text{CoSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(2)  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaSO}_4$  (2 分)

(3)  $6\text{Fe}^{2+} + \text{ClO}_3^- + 6\text{H}^+ = 6\text{Fe}^{3+} + \text{Cl}^- + 3\text{H}_2\text{O}$  (2 分)

(4)  $0.7 \sim 2.2$  (2 分)  $3\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + 6\text{H}_2\text{O} + 6\text{Na}_2\text{CO}_3 = \text{Na}_2\text{Fe}_6(\text{SO}_4)_4(\text{OH})_{12} \downarrow + 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + 6\text{CO}_2 \uparrow$  (2 分)

(5) 10 mol (2 分)

(6) 在空气中加热 (2 分)

27. (1) 受热均匀,便于控制温度 (2 分) 稀释  $\text{ClO}_2$ , 搅拌装置 a、c、d 中的溶液,使产生的气体进入后续装置 (答出 2 点即可) (每空 2 分,共 4 分)

(2) 缓冲瓶或安全瓶 (1 分)

(3)  $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  (2 分)

(4)  $\text{NaHSO}_4$  (1 分) 硫酸 (1 分) 除去粗品中的  $\text{SO}_4^{2-}$  (1 分)

(5) BD (2 分)

28. (1)  $\text{CO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (2 分) 催化剂 (2 分)

(2) ① < (1 分)

② +247.5 (2 分)

(3) ① < (1 分) > (1 分)

② 反应 I 逆向移动增大的  $\text{CO}_2$  的量比反应 II 正向移动减小的  $\text{CO}_2$  的量小 (2 分)

③ 0.235 (2 分) 289 (2 分)

35. (1)  $3d^5 4s^1$  (2 分) 小于 (1 分)

(2)  $\text{CrF}_3$  是离子晶体,  $\text{CrCl}_3$  为分子晶体 (2 分)

(3) ① +3 (1 分) 平面三角形 (1 分)

②  $\text{sp}^3$  (1 分)  $\text{sp}^2$  (1 分)

③ 尿素分子间可形成较强作用的氢键,  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  分子间只能形成弱的范德华力 (2 分)

(4) 192 (2 分)  $\frac{8 \times 1.096.76}{N_A \times (1.2891 \times 10^{-7})^3}$  (2 分)

36. (1) 羰基 (1 分) 羟基 (1 分)

天一大联考  
“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试  
理科综合·化学答案

7~13 题,每小题 6 分。

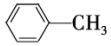
7. 答案 A


**命题透析** 本题考查化学与中华传统文化及实验基本操作,意在考查化学基本素养、化学的价值、新课程理念中的基础性与人文性。

**思路点拨** 用热水溶化朴硝和硝石,取澄清的混合溶液加热蒸发,使它浓缩,然后在小盆中用冷水从外部降温,再析出晶体,属于结晶方法,A 项正确。

8. 答案 D

**命题透析** 本题考查简单有机物的结构与性质,意在考查对基础知识的掌握程度和整合能力。

**思路点拨** 2,5-降冰片二烯分子中含有两个碳碳双键,能被酸性  $\text{KMnO}_4$  溶液氧化,A 项正确;2,5-降冰片二烯、甲苯()的分子式均为  $\text{C}_7\text{H}_8$ ,两者结构不同,B 项正确; $\text{C}_7\text{H}_8 \rightarrow \text{C}_7\text{H}_{12}$ ,每 1 mol 该物质需消耗

2 mol  $\text{H}_2$ ,C 项正确;分子是对称结构,取代的位置有 3 种() ,D 项错误。

9. 答案 B

**命题透析** 本题考查阿伏加德罗常数的应用与基本计算,意在考查用多模块知识解决简单问题的能力、理解与辨析能力、简单计算能力等。

**思路点拨** 6.0 g  $\text{SiO}_2$  为 0.1 mol,含 Si—O 键为 0.4 mol,A 项错误; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  中碳从 +3 $\rightarrow$ +4,B 项正确;10 g 92% 的乙醇溶液含乙醇 0.2 mol,含水 0.8 g/ $18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ ,产生  $\text{H}_2$  为  $(0.1 + 0.4/18)$  mol,C 项错误;由电荷守恒: $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{Na}^+) + c(\text{H}^+) = c(\text{Cl}^-) + c(\text{OH}^-)$ ,中性溶液中, $c(\text{NH}_4^+) + c(\text{Na}^+) = c(\text{Cl}^-)$ , $n(\text{Cl}^-) = 0.1 \text{ mol}$ , $c(\text{NH}_4^+)$  小于 0.1 mol,D 项错误。

10. 答案 A

**命题透析** 本题考查电化学中相关必备知识,意在考查新信息的接受、解读能力,并结合学过的知识加以应用的能力。

**思路点拨** 这是电解装置, $\text{Na}^+$  应向阴极移动,A 项错误;阳极上的电势总是比阴极上的高,B 项正确;阳极上  $\text{OH}^-$  被氧化,C 项正确;由已知信息知,阴极上产生活性 Fe,生成的 Fe 还原  $\text{N}_2$  产生  $\text{NH}_3$ : $2\text{Fe} + \text{N}_2 + 3\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ ,D 项正确。

11. 答案 C

**命题透析** 本题考查物质制备、简单实验的设计及物质检验等,意在考查实验的设计能力、分析能力、实验原理的理解与应用能力。

**思路点拨** 用温水浴可促进乙醇(沸点为 78 °C)挥发, A 项正确;先通 N<sub>2</sub> 排出装置内空气,乙醇微热后再通入 N<sub>2</sub> 可促进乙醇挥发,并使其进入 b 装置,并使 b 中产生的气体进入后续装置, B 项正确;部分乙醇蒸气进入酸性 KMnO<sub>4</sub> 溶液也能使溶液褪色, C 项错误;先通过水溶解乙醇,再通过 Br<sub>2</sub> 的 CCl<sub>4</sub> 溶液,溶液褪色,说明有不饱和烃生成, D 项正确。

12. 答案 C

**命题透析** 本题考查元素周期律、周期表、元素及其化合物等知识,意在考查物质的结构与性质等知识的掌握程度,分析与推理等关键能力。

**思路点拨** 由“0.1 mol · L<sup>-1</sup> e 溶液室温时的 pH = 13”确定 e 为 NaOH,由“a 的摩尔质量为 78 g · mol<sup>-1</sup>”确定 a 为 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,由“b 分子中含电子总数为 22”确定 b 为 CO<sub>2</sub>, a、b、c、d、e 五种物质依次为 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>O、NaOH;四种元素 W、X、Y、Z 依次为 H、C、O、Na。原子半径:Z > X > Y > W, A 项错误;Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 溶液显碱性, B 项错误,NaOH 中,Na<sup>+</sup> 与 OH<sup>-</sup> 间是离子键,OH<sup>-</sup> 中氢原子与氧原子间是共价键, C 项正确;氧在 Na<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 中显 -1 价,在其他四种中均显 -2 价, D 项错误。

13. 答案 D

**命题透析** 本题考查溶液中离子反应等必备知识,意在考查图像解读能力、分析推测能力、必备知识综合应用能力。

**思路点拨** 滴定至 pH = 3.02 时, pH = pK<sub>a1</sub>, c(H<sub>2</sub>A) = c(HA<sup>-</sup>), pH = 3.00 时,在第一个交点左侧, c(H<sub>2</sub>A) > c(HA<sup>-</sup>), A 项错误;由电荷守恒: c(Na<sup>+</sup>) + c(H<sup>+</sup>) = 2c(A<sup>2-</sup>) + c(HA<sup>-</sup>) + c(OH<sup>-</sup>), Na<sub>2</sub>A 是强碱弱酸盐,溶液一定显碱性,故 c(Na<sup>+</sup>) > 2c(A<sup>2-</sup>) + c(HA<sup>-</sup>), B 项错误; H<sub>2</sub>A + OH<sup>-</sup> ⇌ HA<sup>-</sup> + H<sub>2</sub>O 的 K = K<sub>a1</sub>/K<sub>w</sub>, pK = pK<sub>a1</sub> + lg K<sub>w</sub> = -10.98, C 项错误;在 M 点处, c(H<sub>2</sub>A) = c(A<sup>2-</sup>),  $\frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{c^2(\text{HA}^-)}{c^2(\text{A}^{2-})}$ , 两边取对数 2lg  $\frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})} = \lg K_{a1} - \lg K_{a2} = -3.02 + 4.48 = 1.46$ , lg  $\frac{c(\text{HA}^-)}{c(\text{A}^{2-})} = 0.73$ , D 项正确。

26. 答案 (1) 2FeO + Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 2CoSO<sub>4</sub> + 5H<sub>2</sub>O (2 分)

(2) SiO<sub>2</sub>、CaSO<sub>4</sub> (2 分)

(3) 6Fe<sup>2+</sup> + ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> + 6H<sup>+</sup> = 6Fe<sup>3+</sup> + Cl<sup>-</sup> + 3H<sub>2</sub>O (2 分)

(4) 0.7 ~ 2.2 (2 分) 3Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 6H<sub>2</sub>O + 6Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> = Na<sub>2</sub>Fe<sub>6</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>4</sub>(OH)<sub>12</sub> ↓ + 5Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 6CO<sub>2</sub> ↑ (2 分)

(5) 10 mol (2 分)

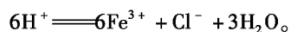
(6) 在空气中加热 (2 分)

**命题透析** 本题考查物质制备过程中物质转化与操作、反应条件控制等知识,意在考查对工艺流程图的解读能力、对原理的分析、推测与应用能力。

**思路点拨** (1) 由两步沉钴反应知,“酸溶”时,钴以 Co<sup>3+</sup> 形式溶解, Fe<sup>2+</sup> 将 Co<sup>3+</sup> 还原为 Co<sup>2+</sup>, 故发生反应: 2FeO + Co<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + 5H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> = Fe<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> + 2CoSO<sub>4</sub> + 5H<sub>2</sub>O。

(2) SiO<sub>2</sub> 不与硫酸反应, CaO 转化为微溶的 CaSO<sub>4</sub> 进入滤渣 1。

(3) Fe<sup>2+</sup> → Fe<sup>3+</sup> 失 1e<sup>-</sup>, ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> → Cl<sup>-</sup> 得 6e<sup>-</sup>, 依据得失电子数相等, 写出配平的离子方程式: 6Fe<sup>2+</sup> + ClO<sub>3</sub><sup>-</sup> +



(4) 形成黄钠铁矾必须要控制条件在阴影区域内,由图可知,105 ℃时,pH 应控制在 0.7 ~ 2.2。

(5)  $2\text{CoCO}_3 \cdot 3\text{Co}(\text{OH})_2 + 10\text{HCl} \rightleftharpoons 5\text{CoCl}_2 + 2\text{CO}_2 \uparrow + 8\text{H}_2\text{O}$ , 故 1 mol  $2\text{CoCO}_3 \cdot 3\text{Co}(\text{OH})_2$  需消耗 10 mol HCl。

(6)  $3\text{CoC}_2\text{O}_4 + 2\text{O}_2 \xrightarrow{400 \sim 450 \text{ }^\circ\text{C}} \text{Co}_3\text{O}_4 + 6\text{CO}_2$ , 条件为在空气中加热。

27. 答案 (1) 受热均匀,便于控制温度(2分) 稀释  $\text{ClO}_2$ , 搅拌装置 a、c、d 中的溶液,使产生的气体进入后续装置(答出 2 点即可)(每空 2 分,共 4 分)

(2) 缓冲瓶或安全瓶(1 分)

(3)  $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$  (2 分)

(4)  $\text{NaHSO}_4$  (1 分) 硫酸(1 分) 除去粗品中的  $\text{SO}_4^{2-}$  (1 分)

(5) BD(2 分)

命题透析 本题考查物质的制备原理、实验装置与基本操作等,意在考查接受新信息的能力、实验原理的分析理解与设计等关键能力。

思路点拨 (1) 水浴加热适用于温度不超过 100 ℃,与仪器接触面大的装置,可起到均匀受热的目的。由题干信息“若用空气、氮气等气体稀释时,爆炸性则降低”,可知用空气稀释  $\text{ClO}_2$ ,可防止爆炸;由于图中均无搅拌装置,瓶中产生的气泡可起搅拌作用;通过空气流也可使装置 a 中产生的气体进入后续装置。

(2) 通过装置 b,防止产生的  $\text{ClO}_2$  中混有反应物液滴而进入装置 c,从而起缓冲作用。

(3)  $\text{ClO}_2 \rightarrow \text{NaClO}_2$ , 化合价降低,  $\text{H}_2\text{O}_2$  应作还原剂,故同时有氧气生成,反应的化学方程式为  $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} \rightleftharpoons 2\text{NaClO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ 。

(4) 通过冷却结晶,使  $\text{NaHSO}_4$  晶体析出,过滤除去;减压蒸馏时,高氯酸沸点低,被蒸出,剩余的高沸点的硫酸被回收;粗高氯酸中可能溶有  $\text{H}_2\text{SO}_4$  或  $\text{NaHSO}_4$ ,可用  $\text{BaCl}_2$  除去  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

(5)  $\text{KMnO}_4$  在溶液中无还原性,A 项错误;若 KI 淀粉溶液变蓝,说明  $\text{NaClO}_2$  具有氧化性,B 项正确; $\text{Na}_2\text{SO}_3$  及  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  的溶液均无色,无明显现象,C 项错误; $\text{FeSO}_4$  溶液呈浅绿色,若溶液变为黄色或产生红褐色沉淀也可说明  $\text{NaClO}_2$  具有氧化性,D 项正确。

28. 答案 (1)  $\text{CO}_2 + 8\text{H}^+ + 8\text{e}^- \rightleftharpoons \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  (2 分) 催化剂(2 分)

(2) ① < (1 分)

② +247.5 (2 分)

(3) ① < (1 分) > (1 分)

② 反应 I 逆向移动增大的  $\text{CO}_2$  的量比反应 II 正向移动减小的  $\text{CO}_2$  的量小(2 分)

③ 0.235 (2 分) 289 (2 分)

命题透析 本题考查电化学应用、焓变、熵变、化学平衡及计算等知识,意在考查新情景下信息及图像的解读能力、综合分析能力与推理能力、相关计算能力及表述能力。

思路点拨 (1) 微生物作为催化剂,可加快电极上电子的转移,酶催化不仅具有高效性还具有专一性,即提高  $\text{CO}_2$  转化为  $\text{CH}_4$  的选择性。

(2)①反应 II 是气体分子数减少的反应,故  $\Delta S < 0$ 。②由盖斯定律,该反应的  $\Delta H = -(\Delta H_1 + \Delta H_2 + \Delta H_3) = +247.5 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(3)①由于升高温度,  $\text{CH}_4$  的量不断减少,故反应 I 为放热反应;升高温度  $\text{CO}$  的量不断增大,故反应 II 为吸热反应。②升高温度,反应 I 向左移动,反应 II 向右移动,反应 I 增大的  $\text{CO}_2$  的量小于反应 II 减小的  $\text{CO}_2$  的量。

③交点 X 处,  $\text{CO}$  的量几乎为零,忽略反应 II,由反应 I 知:

$$\text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$$

起始 $n/\text{mol}$	$a$	$4a$	$0$	$0$
转化 $n/\text{mol}$	$x$	$4x$	$x$	$2x$
平衡 $n/\text{mol}$	$a-x$	$4a-4x$	$x$	$2x$

交点处:  $n(\text{CH}_4) = n(\text{H}_2)$ ,  $4a - 4x = x$ ,  $x = 4a/5$ 。

容器内总物质的量为:  $5a - 2x = 17a/5$ 。  $p(\text{CH}_4) = \frac{n(\text{CH}_4)}{n_{\text{总}}} \times p_{\text{总}} = \frac{4}{17} \times 1 \text{ MPa} = 0.235 \text{ MPa}$ ,  $p(\text{CO}_2) = \frac{1}{17} \times$

$1 \text{ MPa}$ ,  $p(\text{CH}_4) = \frac{4}{17} \times 1 \text{ MPa}$ ,  $p(\text{H}_2\text{O}) = \frac{8}{17} \times 1 \text{ MPa}$ ,  $K_p = \frac{c^2(\text{H}_2\text{O}) \cdot c(\text{CH}_4)}{c(\text{CO}_2) \cdot c^4(\text{H}_2)} = 289 \text{ MPa}^{-2}$ 。

35. 答案 (1)  $3d^5 4s^1$  (2分) 小于 (1分)

(2)  $\text{CrF}_3$  是离子晶体,  $\text{CrCl}_3$  为分子晶体 (2分)

(3)① +3 (1分) 平面三角形 (1分)

②  $sp^3$  (1分)  $sp^2$  (1分)

③尿素分子间可形成较强作用的氢键,  $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  分子间只能形成弱的范德华力 (2分)

(4) 192 (2分)  $\frac{8 \times 1096.76}{N_A \times (1.2891 \times 10^{-7})^3}$  (2分)

**命题透析** 本题考查原子结构、分子结构及晶体结构与计算等,意在考查物质结构与性质等必备知识的掌握程度、相应知识的综合应用能力及计算能力。

**思路点拨** (1) 铬为 24 号元素,考虑洪特规则,基态 Cr 原子核外电子排布式为  $[\text{Ar}]3d^5 4s^1$ ;  $I_2(\text{Cr})$  失去的是半充满  $3d^5$  上的一个电子,需要的能量较高,  $I_2(\text{V})$  失去的是  $4s^1$  上的一个电子,所需能量较低。

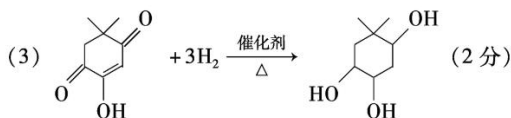
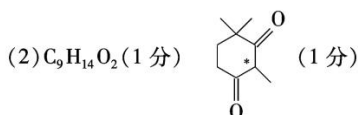
(2)  $\text{CrF}_3$  的熔点高且熔化时能导电,说明是离子晶体,  $\text{CrCl}_3$  熔点很低,必为分子晶体。

(3)①阳离子  $[\text{Cr}(\text{CON}_2\text{H}_4)_6]^{3+}$  中配体为电中性的  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  分子,故 Cr 为 +3 价;  $\text{NO}_3^-$  的  $n = (5 + 1)/2 = 3$ ,中心原子为  $sp^2$  杂化,微粒空间构型为平面三角形。②  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$  中 N 为  $sp^3$  杂化,  $\text{NO}_3^-$  中 N 为  $sp^2$  杂化。

③  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ 、 $\text{N}(\text{CH}_3)_3$  相对分子质量分别为 60、59,相对分子质量非常接近,熔点和沸点相差很大,不是由于范德华力的原因,是由于尿素分子间可形成氢键。

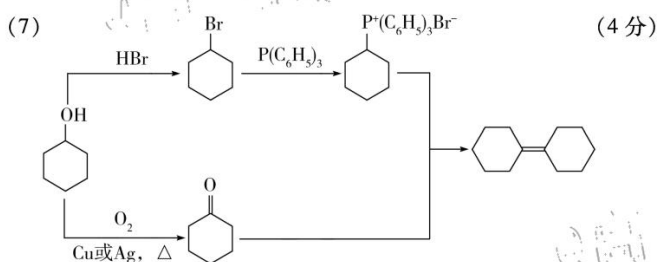
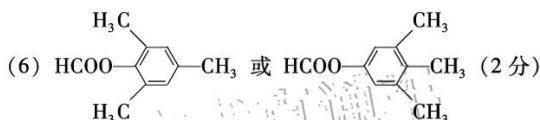
(4) 该晶体中含 4 个“ $\text{Pr}_6\text{N}_9$ ”、4 个“ $\text{Cr}_8\text{N}_{13}$ ”、8 个“ $\text{Cr}_6$ ”, Pr 总数为:  $4 \times 6 = 24$ ; Cr 总数为:  $4 \times 8 + 8 \times 6 = 80$ ; N 总数为:  $4 \times (9 + 13) = 88$ 。原子总数为:  $24 + 80 + 88 = 192$ 。  $\text{Pr}_{24}\text{Cr}_{80}\text{N}_{88} = 8 \times \text{Pr}_3\text{Cr}_{10}\text{N}_{11}$ , 质量为  $8 \times 1096.76/N_A \text{ g}$ ; 体积为  $(1.2891 \times 10^{-7})^3 \text{ cm}^3$ , 密度为  $\frac{8 \times 1096.76}{N_A \times (1.2891 \times 10^{-7})^3} \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ 。

36. 答案 (1) 羰基 (1分) 羟基 (1分)



(4) 消去反应或氧化反应(1分)

(5) 11 mol(2分)



**命题透析** 本题考查有机物的官能团、反应类型、推断、同分异构体及合成路线的设计等知识,意在考查有机反应与规律及应用能力、接受新信息并加以应用的能力等。

**思路点拨** (1)A中的含氧官能团只有羟基和羰基(另还含碳碳双键官能团)。

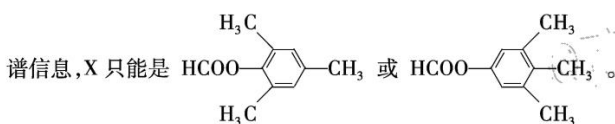
(2)B的分子式为  $C_9H_{14}O_2$ ,B分子中连有四个不同官能团的碳原子只有一个。

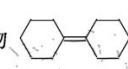

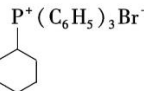

(3)分子中碳碳双键和羰基均可与  $H_2$  发生加成反应,1 mol A可消耗 3 mol  $H_2$ 。

(4)比较D和E,E是D中脱去2个H生成一个碳碳双键,故为消去反应或氧化反应。

(5)J分子中有 11 个碳碳双键,均可与  $Br_2$  发生加成反应,羰基不能与卤素加成。

(6)X是芳香化合物,H的分子式为  $C_{10}H_{12}O_2$ ,X能发生水解反应和银镜反应,说明是甲酸酯,结合核磁共振氢



(7)依据题干信息,制备目标产物 ,必须先制得  和 ,结合提供的原料环己醇() ,前者可由环己醇催化氧化得到,后者由环己醇先制得溴代环己烷,再与三苯膦反应得到。



天一大联考  
“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试  
理科综合·物理答案

本题共 8 小题,每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中,第 14~18 题只有一项符合题目要求,第 19~21 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。

14. D      15. C      16. C      17. B      18. B      19. CD      20. AC      21. AB

22. (1) 5.75 (1 分)

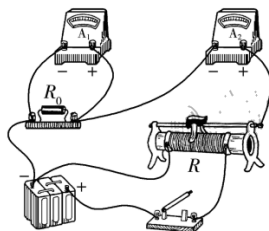
(2)  $\frac{d}{t}$  (1 分)

(4) D (2 分)

(5) ACE (2 分)

23. (1)  $\frac{I_2 - I_1}{I_1} R_0$  (2 分)

(2) 如图所示 (2 分)



(4)  $I_1 = \frac{E}{r_1 + R_0 + r} - \frac{r}{r_1 + R_0 + r} I_2$  (2 分)    2.94 (1 分)    1.76 (1 分)

(5)  $R_1$  (1 分)

24. (1) 设某时刻通过的金属棒的电流为  $i$ , 此时导体棒的速度为  $v$ , 根据动量定理, 取向左的方向为正方向, 则经过极短的时间  $\Delta t$

$$BiL\Delta t = m\Delta v \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{又 } i\Delta t = \Delta q \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{由以上两式可得 } BL\Delta q = m\Delta v$$

$$\text{对上式两边求和有 } BL\Sigma\Delta q = m\Sigma\Delta v \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } BLq = mv_0$$

设金属棒向右运动的时间为  $t$ , 则

$$\text{平均电动势 } \bar{E} = \frac{BLx}{t} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{平均电流 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} \quad (1 \text{ 分})$$

通过导体棒的电荷量  $q = \bar{I}t$

$$\text{由以上各式可得 } x = \frac{mv_0(r+R)}{B^2L^2} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 设金属棒以速度  $v_0$  匀速经过位置  $CD$  时回路中的电流为  $I$ , 于是有  $I = \frac{BLv_0}{R+r}$  (1 分)

对金属棒由平衡条件  $F = BIL$

$$\text{解得 } F = \frac{B^2 L^2 v_0}{R + r} \quad (1 \text{ 分})$$

在恒力  $F$  作用下导体棒由位置  $AB$  运动到位置  $CD$  过程中,由功能关系

$$Fx = \frac{1}{2}mv_0^2 + Q_{\text{总}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } Q_{\text{总}} = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以电阻 } R \text{ 上产生的热量 } Q = \frac{R}{R+r}Q_{\text{总}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } Q = \frac{Rmv_0^2}{2(R+r)} \quad (1 \text{ 分})$$

25. (1)  $C$  与  $A$  碰撞后,  $A$ 、 $B$  两物块均在摩擦力作用下减速, 设物块  $A$  和水平面间动摩擦因数为  $\mu_1$ , 长木板和物块  $B$  间的动摩擦因数为  $\mu_2$ ,  $A$ 、 $B$  的加速度大小为  $a_1$ 、 $a_2$ , 由牛顿第二定律有

$$\text{由题图 2 可得 } a_1 = \frac{3 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}^2, \text{ 且 } \mu_1 3mg = 3ma_1, \text{ 所以 } \mu_1 = 0.1 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由题图 2 可得 } a_2 = \frac{6 \text{ m/s}}{1.5 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}^2, \text{ 且 } \mu_2 mg = ma_2, \text{ 所以 } \mu_2 = 0.4 \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 由题图 2 可知碰撞后  $A$  的速度为  $v_A = 3 \text{ m/s}$ ,  $C$  与  $A$  碰撞前的速度等于  $B$  的速度为  $v_0 = 6 \text{ m/s}$ , 设碰撞后  $C$  的速度为  $v_1$ , 根据动量守恒定律有

$$mv_0 = mv_1 + 3mv_A \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = -3 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

碰撞后长木板  $C$  向左做匀减速运动, 设加速度大小为  $a_3$ , 根据牛顿第二定律有

$$\mu_1(m+m)g + \mu_2 mg = ma_3, \text{ 可得 } a_3 = 6 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

设长木板  $C$  经时间  $t_1$  速度减为零, 位移为  $x_1$ , 则

$$t_1 = \frac{0 - v_1}{a_3} = 0.5 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$x_1 = \frac{1}{2}a_3 t_1^2 = 0.75 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

由图象可知物块  $B$  需经  $1.5 \text{ s}$  速度才能减为  $0$ , 即当木板速度为零时,  $B$  还在向右运动, 又由于  $\mu_1(m+m)g < \mu_2 mg$ , 所以木板在  $t_1$  时刻之后向右加速, 设加速度大小为  $a_4$ 。

$$\text{有 } \mu_2 mg - \mu_1(m+m)g = ma_4, \text{ 解得 } a_4 = 2 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

此过程物块  $B$  的加速度大小仍为  $a_2$

$$\text{设再经过 } \Delta t \text{ 物块 } B \text{ 和长木板 } C \text{ 的速度相同, 即 } v = a_4 \Delta t = v_0 - a_2(t_1 + \Delta t) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } \Delta t = \frac{2}{3} \text{ s}, v = \frac{4}{3} \text{ m/s} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{在 } \Delta t \text{ 时间内长木板 } C \text{ 的位移为 } x_2 = \frac{1}{2}a_4 \Delta t^2 = \frac{4}{9} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{物块 } B \text{ 在 } t_1 + \Delta t \text{ 时间内的位移为 } x_3 = \frac{v_0^2 - v^2}{2a_2} = \frac{77}{18} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以长木板 } C \text{ 的长度至少为 } L = x_1 - x_2 + x_3 = \frac{55}{12} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 物块  $B$  和长木板  $C$  的速度相同之后二者一起减速, 加速度大小设为  $a_5$

$$\mu_1(m+m)g = 2ma_5, \text{ 得 } a_5 = 1 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{物块 } B \text{ 和长木板 } C \text{ 一起运动的位移为 } x_4 = \frac{v^2}{2a_5} = \frac{8}{9} \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

碰撞后 A 运动的位移由图象可知  $x_5 = \frac{1}{2} \times 3 \times 3 \text{ m} = 4.5 \text{ m}$  (1分)

所以最终物块 A 距离长木板 C 右端  $\Delta x = x_1 - x_2 - x_4 + x_5 = \frac{47}{12} \text{ m}$  (1分)

33. (1) ADE (5分)

(2) (i) 设玻璃管的截面积为  $S$ , 对封闭的理想气体, 温度升高前有  
压强  $p_1 = (76 + 4) \text{ cmHg} = 80 \text{ cmHg}$ , 温度  $T_1 = (27 + 273) \text{ K} = 300 \text{ K}$ , 气柱长  $L_1 = 9 \text{ cm}$  (1分)

温度升高后有压强  $p_2 = (76 + 9) \text{ cmHg} = 85 \text{ cmHg}$ , 温度  $T_2 = (t + 273) \text{ K}$   
气柱长  $L_2 = 14 \text{ cm}$  (1分)

根据理想气体的状态方程有

$$\frac{p_1 L_1 S}{T_1} = \frac{p_2 L_2 S}{T_2} \quad (1分)$$

代入数据解得  $T_2 \approx 496 \text{ K}$  (1分)

所以  $t = (T_2 - 273) \text{ } ^\circ\text{C} = 223 \text{ } ^\circ\text{C}$  (1分)

(ii) 当玻璃管在竖直平面内顺时针转过  $90^\circ$  时, 假设原来水平部分的水银柱长度变为  $L$ , 则有压强  $p_3 = (76 - L) \text{ cmHg}$ , 气柱长  $L_3 = (9 + 5 - L) \text{ cm}$  (1分)

根据玻意耳定律有

$$p_1 L_1 S = p_3 L_3 S \quad (2分)$$

解得  $L = 4 \text{ cm} > 0$  (1分)

说明假设正确, 所以玻璃管在竖直平面内顺时针转过  $90^\circ$  后, 理想气体的气柱长为

$$L_3 = (9 + 5 - 4) \text{ cm} = 10 \text{ cm} \quad (1分)$$

34. (1) ACE (5分)

(2) (i) 入射点在  $M$  点时, 光线恰好发生全发射, 设临界角为  $C$ , 则有

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad (1分)$$

设光线在  $M$  点入射时的折射角为  $\alpha$ , 则有

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \alpha} \quad (1分)$$

如图所示, 在三角形  $OMD$  中由正弦定理可得

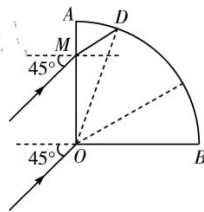
$$\frac{R}{\sin (90^\circ + \alpha)} = \frac{OM}{\sin C} \quad (2分)$$

解以上三式可得  $\alpha = 30^\circ$  (1分)

所以柱体的折射率为  $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$  (1分)

(ii) 从  $O$  点射入的光线的折射角为  $30^\circ$ , 由 (i) 问可知  $\angle AOD = 15^\circ$ , 所以弧面上有光透出的部分弧长对的圆心角为  $45^\circ$  (3分)

故弧长  $s = \frac{45}{360} \times 2\pi R = \frac{1}{4} \pi R$  (1分)



天一大联考  
“顶尖计划”2020 届高中毕业班第二次考试

理科综合·物理答案

本题共 8 小题,每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中,第 14~18 题只有一项符合题目要求,第 19~21 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。

14. 答案 D

**命题透析** 本题考查共点力的平衡条件,考查考生的理解能力和推理能力。

**思路点拨** 设物块的质量为  $mg$ ,细绳套挂在  $a$ 、 $b$  两钉子上时,有  $F_1 = mg \tan 37^\circ = \frac{3}{4}mg$ 。设  $Oa$  的长度为  $L$ ,则  $a$ 、 $c$  钉子间的距离为  $L_{ac} = L + L \sin 37^\circ = 1.6L$ ,当绳套挂在  $a$ 、 $c$  两钉子上时,设细绳和竖直方向的夹角为  $\alpha$ ,则有  $\sin \alpha = \frac{\frac{1}{2}L_{ac}}{L} = 0.8$ ,所以  $\alpha = 53^\circ$ ,此时有  $2F_2 \cos \alpha = mg$ ,解得  $F_2 = \frac{5}{6}mg$ ,所以  $F_1 : F_2 = 9 : 10$ ,选项 D 正确。

15. 答案 C

**命题透析** 本题考查受力分析的方法和牛顿第二定律的瞬时性特点,考查考生的推理能力。

**思路点拨** 在撤去推力之前设弹簧的弹力为  $kx$ ,取沿斜面向上为正方向,对物块 A 有  $kx - mg \sin \theta = ma$ 。撤去推力的瞬间,由于弹簧的弹力不会瞬间改变,所以物块 A 的受力没变,加速度就不变,则  $a_1 = a$ ;对物块 B 则有  $-(mg \sin \theta + kx) = ma_2$ ,所以  $a_2 = -(a + 2g \sin \theta)$ ,选项 C 正确。

16. 答案 C

**命题透析** 本题考查万有引力定律和圆周运动的规律,考查考生的推理能力。

**思路点拨** 卫星在  $B$  点变轨由椭圆轨道进入高空圆轨道时,自带推进器点火使卫星加速,选项 A 错误;卫星由  $A$  飞向  $B$  的过程中,卫星处于完全失重状态,选项 B 错误;设地球的质量为  $M$ ,卫星的质量为  $m$ ,卫星在高轨道运行的周期为  $T$ ,则  $\frac{GMm}{r_1^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r_1$ ,设地球表面上质量为  $m_0$  的物体受到的重力为  $m_0 g = \frac{GMm_0}{R^2}$ ,于是  $T =$

$2\pi \sqrt{\frac{r_1^3}{gR^2}}$ ,选项 C 正确;根据开普勒第三定律有  $\frac{r_1^3}{T_1^2} = \left(\frac{r_1 + r_2}{2}\right)^3 \frac{1}{T_2^2}$ ,选项 D 错误。

17. 答案 B

**命题透析** 本题考查安培定则、磁场的叠加,考查考生的推理能力和分析综合能力。

**思路点拨** 根据题设条件,每个线圈在坐标原点产生的磁感应强度为  $B_0 = \frac{\mu_0 N_0 I R^2}{2(R^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = 2.22 \times 10^{-4} \text{ T}$ ,根据

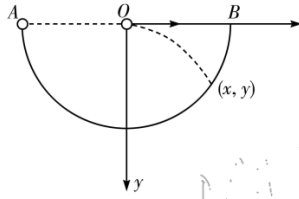
安培定则可判断出每个线圈在坐标原点处的磁场方向都沿  $x$  轴正方向,由磁场的叠加原理可得坐标原点处的磁感应强度为  $B = 2B_0 = 2 \times 2.22 \times 10^{-4} \text{ T} = 4.44 \times 10^{-4} \text{ T}$ ,选项 B 正确。

18. 答案 B

**命题透析** 本题考查平抛运动的规律,考查考生的推理能力和应用数学处理物理问题的能力。

**思路点拨** 设半圆的半径为  $R$ ,则从  $A$  点抛出有  $R = v_0 t_1$ ,  $R = \frac{1}{2} g t_1^2$ ,解得  $t_1 = \sqrt{\frac{2R}{g}}$ ,  $v_0 = \sqrt{\frac{gR}{2}}$ ;以  $O$  点为坐标原点建立坐标系  $xOy$ ,从  $O$  点抛出的小球落点的坐标设为  $(x, y)$ ,则有  $x = v_0 t_2$ ,  $y = \frac{1}{2} g t_2^2$ ,且有  $x^2 + y^2 = R^2$ ,由

以上可解得  $t_2 = \sqrt{\frac{(\sqrt{5}-1)R}{g}}$ , 所以  $t_1$  与  $t_2$  比值为  $\frac{\sqrt{2}}{\sqrt{\sqrt{5}-1}}$ , 选项 B 正确。



19. 答案 CD

**命题透析** 本题考查圆周运动、动能定理和动量定理, 考查考生的推理能力和分析综合能力。

**思路点拨** 设小球的质量为  $m$ , 轻质细绳长为  $L$ , 第一次击打后小球获得速度为  $v_1$ , 第二次击打后小球获得速度为  $v_2$ 。由于小球在运动过程中绳子始终是伸直, 所以有两种可能情况: (1) 击打后小球上升的高度  $h \leq L$ , 此过程中有  $mgh = \frac{1}{2}mv_1^2$ , 于是  $v_1 \leq \sqrt{2gL}$ ; 根据动量定理可知  $I_1 = mv_1 \leq m\sqrt{2gL}$ , 选项 C 正确; (2) 击打后小球恰好能通过最高点, 设速度为  $v$ , 则  $mg = m\frac{v^2}{L}$ , 可得  $v = \sqrt{gL}$ , 小球从最低点到达最高点的过程, 根据动量定理  $-mg \cdot 2L = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_2^2$ , 解得  $v_2 = \sqrt{5gL}$ , 即要使小球能通过最高点, 击打后小球获得的速度  $v_2 \geq \sqrt{5gL}$ , 根据动量定理有  $I_2 = mv_2 \geq \sqrt{5gL}$ , 所以选项 A、B 错误, D 正确。

20. 答案 AC

**命题透析** 本题考查  $\varphi-x$  图像以及带电粒子在电场中的运动规律, 考查考生的推理能力和分析综合能力。

**思路点拨**  $\varphi-x$  图像的斜率表示电场强度, 所以电场强度大小为  $\frac{\varphi_0}{d}$ , 选项 A 正确; 粒子在  $x$  轴正半轴受力的方向沿  $x$  轴负方向, 在  $x$  轴负半轴受力的方向沿  $x$  轴正方向, 所以粒子会在  $O$  点的两侧做往复运动, 选项 B 错误; 设粒子沿  $x$  轴正方向最远运动到  $x_0$  处, 此处的电势为  $\varphi$ , 则有  $-q\varphi = 0 - E_k$ , 又  $\varphi = \frac{\varphi_0}{d}x$ , 可解得  $x_0 = \frac{dE_k}{q\varphi_0}$ , 所以粒子的运动区间为  $(-\frac{dE_k}{q\varphi_0}, \frac{dE_k}{q\varphi_0})$ , 选项 C 正确。粒子运动沿  $x$  轴运动的时间设为  $t$ , 则  $x_0 = \frac{dE_k}{q\varphi_0} = \frac{1}{2}at^2$ ,  $a = \frac{q\varphi_0}{md}$ , 解得  $t = \frac{d}{q\varphi_0}\sqrt{2mE_k}$ , 所以有  $T = \frac{4d}{q\varphi_0}\sqrt{2mE_k}$ , 选项 D 错误。

21. 答案 AB

**命题透析** 本题考查回旋加速器的原理, 考查考生的理解能力和推理能力。

**思路点拨** 根据核反应过程中质量数守恒和电荷数守恒可知, 用质子轰击氮 14 的核反应方程为  ${}^1_1\text{H} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$ , 选项 A 正确; 质子被加速后的最大速度受 D 形金属盒半径  $R$  的制约, 即  $v = \frac{2\pi R}{T}$ , 与加速电压大小无关, 选项 B 正确; 粒子回旋半径最大时, 由牛顿第二定律  $evB = \frac{mv^2}{R}$ , 得  $E_{km} = \frac{1}{2}mv_m^2 = \frac{e^2 B^2 R^2}{2m}$ 。设质子在回旋加速器中回旋的周数为  $N$ , 则有  $2NeU = \frac{1}{2}mv_m^2$ , 所以  $N = \frac{eB^2 R^2}{4mU}$ , 选项 C 错误; 若要加速氦核, 并获得与质子相同的动能, 设磁感应强度变为  $B'$ , 则有  $E_{km} = \frac{e^2 B^2 R^2}{2m} = \frac{e^2 B'^2 R^2}{2(2m)}$ , 解得  $B' = \sqrt{2}B$ , 选项 D 错误。

22. 答案 (1) 5.75 (1分)

(2)  $\frac{d}{t}$  (1分)

(4) D (2分)

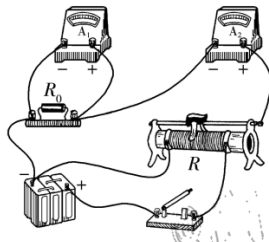
(5) ACE(2分)

**命题透析** 本题考查合外力做功与速度变化的关系、游标卡尺的使用,考查考生的实验能力。

**思路点拨** (1)根据游标卡尺的读数规则可知游标卡尺的读数为  $10\text{ mm} + 0.05 \times 15\text{ mm} = 10.75\text{ mm}$ ; (2)小车通过光电门时的速度表达式为  $v = \frac{d}{t}$ ; (4)设小车质量为  $m$ ,受到的合外力为  $F$ ,则探究“合力做功与速度变化的关系”的表达式为  $Fs = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$ ,由表达式可以看出  $s \propto \frac{1}{t^2}$ ,所以可以作  $s - t^{-2}$ 关系图象来直观地研究合力做功与速度变化的关系,选项 D 正确; (5)由表达式为  $Fs = \frac{1}{2}m\left(\frac{d}{t}\right)^2$  可知,本实验的误差来自  $AB$  间距离的测量和速度的测量,所以增大  $AB$  之间的距离和减小遮光条的宽度可以减小实验误差,所以选项 A、C 正确。本实验是保持拉力不变而通过改变小车的位移来改变功的,与悬挂重物的质量无关,也无需平衡摩擦力,所以选项 B、D 错误,如果每次实验时释放小车的初速度不为零,则会对实验结果造成影响,所以选项 E 正确。

23. 答案 (1)  $\frac{I_2 - I_1}{I_1} R_0$  (2分)

(2) 如图所示(2分)



(4)  $I_1 = \frac{E}{r_1 + R_0 + r} - \frac{r}{r_1 + R_0 + r} I_2$  (2分) 2.94(1分) 1.76(1分)

(5)  $R_1$  (1分)

**命题透析** 本题考查根据闭合电路欧姆定律测定电源的电动势和内阻,考查考生的实验能力。

**思路点拨** (1)根据题图 1 的实验电路图可知电流表  $A_1$  的内阻表达式为  $r_1 = \frac{I_2 - I_1}{I_1} R_0$ ;

(2)实验的实物图如图所示;

(4)根据闭合电路的欧姆定律有

$$E = I_1(r_1 + R_0) + (I_1 + I_2)r, \text{ 变换可得 } I_1 = \frac{E}{r_1 + R_0 + r} - \frac{r}{r_1 + R_0 + r} I_2$$

$$\text{图象的斜率 } k = \frac{0.25 - 0.1}{1.0} = \frac{r}{r_1 + R_0 + r}$$

可得电源的内阻为  $1.76\ \Omega$ ; 纵截距为  $0.25\text{ A} = \frac{E}{r_1 + R_0 + r}$ , 可得电源的电动势为  $2.94\text{ V}$ 。

(5)因为若所选滑动变阻器的总阻值太大,不便于实验调节,所以两次实验中所用的滑动变阻器为  $R_1$ 。

24. **命题透析** 本题考查电磁感应的相关规律和动量定理、功能关系等知识,考查考生的分析能力和推理能力。

**思路点拨** (1)设某时刻通过的金属棒的电流为  $i$ ,此时导体棒的速度为  $v$ ,根据动量定理,取向左的方向为正方向,则经过极短的时间  $\Delta t$

$$BiL\Delta t = m\Delta v \quad (1\text{分})$$

$$\text{又 } i\Delta t = \Delta q \quad (1\text{分})$$

$$\text{由以上两式可得 } BL\Delta q = m\Delta v$$

$$\text{对上式两边求和有 } BL\sum \Delta q = m\sum \Delta v \quad (1\text{分})$$

$$\text{得 } BLq = mv_0$$



设金属棒向右运动的时间为  $t$ , 则

$$\text{平均电动势 } \bar{E} = \frac{BLx}{t} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{平均电流 } \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R+r} \quad (1 \text{ 分})$$

通过导体棒的电荷量  $q = \bar{I}t$

$$\text{由以上各式可得 } x = \frac{mv_0(r+R)}{B^2L^2} \quad (1 \text{ 分})$$

$$(2) \text{ 设金属棒以速度 } v_0 \text{ 匀速经过位置 } CD \text{ 时回路中的电流为 } I, \text{ 于是有 } I = \frac{BLv_0}{R+r} \quad (1 \text{ 分})$$

对金属棒由平衡条件  $F = BIL$

$$\text{解得 } F = \frac{B^2L^2v_0}{R+r} \quad (1 \text{ 分})$$

在恒力  $F$  作用下导体棒由位置  $AB$  运动到位置  $CD$  过程中, 由功能关系

$$Fx = \frac{1}{2}mv_0^2 + Q_{\text{总}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } Q_{\text{总}} = \frac{1}{2}mv_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{所以电阻 } R \text{ 上产生的热量 } Q = \frac{R}{R+r}Q_{\text{总}} \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{得 } Q = \frac{Rmv_0^2}{2(R+r)} \quad (1 \text{ 分})$$

25. 命题透析 本题考查动量守恒定律、牛顿运动定律和匀变速直线运动的规律, 考查考生的推理能力和分析综合能力。

思路点拨 (1)  $C$  与  $A$  碰撞后,  $A$ 、 $B$  两物块均在摩擦力作用下减速, 设物块  $A$  和水平面间动摩擦因数为  $\mu_1$ , 长木板和物块  $B$  间的动摩擦因数为  $\mu_2$ ,  $A$ 、 $B$  的加速度大小为  $a_1$ 、 $a_2$ , 由牛顿第二定律有

$$\text{由题图 2 可得 } a_1 = \frac{3 \text{ m/s}}{3 \text{ s}} = 1 \text{ m/s}^2, \text{ 且 } \mu_1 3mg = 3ma_1, \text{ 所以 } \mu_1 = 0.1 \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{由题图 2 可得 } a_2 = \frac{6 \text{ m/s}}{1.5 \text{ s}} = 4 \text{ m/s}^2, \text{ 且 } \mu_2 mg = ma_2, \text{ 所以 } \mu_2 = 0.4 \quad (2 \text{ 分})$$

(2) 由题图 2 可知碰撞后  $A$  的速度为  $v_A = 3 \text{ m/s}$ ,  $C$  与  $A$  碰撞前的速度等于  $B$  的速度为  $v_0 = 6 \text{ m/s}$ , 设碰撞后  $C$  的速度为  $v_1$ , 根据动量守恒定律有

$$mv_0 = mv_1 + 3mv_A \quad (1 \text{ 分})$$

$$\text{解得 } v_1 = -3 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

碰撞后长木板  $C$  向左做匀减速运动, 设加速度大小为  $a_3$ , 根据牛顿第二定律有

$$\mu_1(m+m)g + \mu_2mg = ma_3, \text{ 可得 } a_3 = 6 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

设长木板  $C$  经时间  $t_1$  速度减为零, 位移为  $x_1$ , 则

$$t_1 = \frac{0 - v_1}{a_3} = 0.5 \text{ s} \quad (1 \text{ 分})$$

$$x_1 = \frac{1}{2}a_3t_1^2 = 0.75 \text{ m} \quad (1 \text{ 分})$$

由图象可知物块  $B$  需经  $1.5 \text{ s}$  速度才能减为 0, 即当木板速度为零时,  $B$  还在向右运动, 又由于  $\mu_1(m+m)g < \mu_2mg$ , 所以木板在  $t_1$  时刻之后向右加速, 设加速度大小为  $a_4$ 。

$$\text{有 } \mu_2mg - \mu_1(m+m)g = ma_4, \text{ 解得 } a_4 = 2 \text{ m/s}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

此过程物块  $B$  的加速度大小仍为  $a_2$

设再经过  $\Delta t$  物块  $B$  和长木板  $C$  的速度相同, 即  $v = a_4 \Delta t = v_0 - a_2(t_1 + \Delta t)$  (1分)

解得  $\Delta t = \frac{2}{3}$  s,  $v = \frac{4}{3}$  m/s (2分)

在  $\Delta t$  时间内长木板  $C$  的位移为  $x_2 = \frac{1}{2} a_4 \Delta t^2 = \frac{4}{9}$  m (1分)

物块  $B$  在  $t_1 + \Delta t$  时间内的位移为  $x_3 = \frac{v_0^2 - v^2}{2a_2} = \frac{77}{18}$  m (1分)

所以长木板  $C$  的长度至少为  $L = x_1 - x_2 + x_3 = \frac{55}{12}$  m (1分)

(3) 物块  $B$  和长木板  $C$  的速度相同之后二者一起减速, 加速度大小设为  $a_5$   
 $\mu_1(m+m)g = 2ma_5$ , 得  $a_5 = 1$  m/s<sup>2</sup> (1分)

物块  $B$  和长木板  $C$  一起运动的位移为  $x_4 = \frac{v^2}{2a_5} = \frac{8}{9}$  m (1分)

碰撞后  $A$  运动的位移由图象可知  $x_5 = \frac{1}{2} \times 3 \times 3$  m = 4.5 m (1分)

所以最终物块  $A$  距离长木板  $C$  右端  $\Delta x = x_1 - x_2 - x_4 + x_5 = \frac{47}{12}$  m (1分)

33. (1) 答案 ADE (5分)

**命题透析** 本题考查热力学规律等相关知识, 考查考生的理解能力。

**思路点拨** 迅速下压活塞时, 活塞对气体做功, 根据热力学第一定律可知, 气体的温度升高、内能增加, 分子的平均动能增大, 分子在单位时间内对玻璃筒单位面积的冲量增大, 压强增大, 选项 A 正确, B 错误; 向下压活塞时分子的平均动能增大是对大量分子统计的结果, 个别分子的速率可能减小, 选项 C 错误; 做功和热传递是改变内能的两种方式, 选项 D 正确; 功和热的转化是有方向性的, 即做功转化为热的宏观过程是不可逆的, 选项 E 正确。

(2) **命题透析** 本题考查理想气体的状态方程, 考查考生的推理能力。

**思路点拨** (i) 设玻璃管的截面积为  $S$ , 对封闭的理想气体, 温度升高前有

压强  $p_1 = (76 + 4)$  cmHg = 80 cmHg, 温度  $T_1 = (27 + 273)$  K = 300 K, 气柱长  $L_1 = 9$  cm (1分)

温度升高后有压强  $p_2 = (76 + 9)$  cmHg = 85 cmHg, 温度  $T_2 = (t + 273)$  K

气柱长  $L_2 = 14$  cm (1分)

根据理想气体的状态方程有

$$\frac{p_1 L_1 S}{T_1} = \frac{p_2 L_2 S}{T_2}$$
 (1分)

代入数据解得  $T_2 \approx 496$  K (1分)

所以  $t = (T_2 - 273)$  °C = 223 °C (1分)

(ii) 当玻璃管在竖直平面内顺时针转过 90° 时, 假设原来水平部分的水银柱长度变为  $L$ , 则有压强  $p_3 = (76 - L)$  cmHg, 气柱长  $L_3 = (9 + 5 - L)$  cm (1分)

根据玻意耳定律有

$$p_1 L_1 S = p_3 L_3 S$$
 (2分)

解得  $L = 4$  cm > 0 (1分)

说明假设正确, 所以玻璃管在竖直平面内顺时针转过 90° 后, 理想气体的气柱长为

$$L_3 = (9 + 5 - 4)$$
 cm = 10 cm (1分)

34. (1) 答案 ACE (5分)

**命题透析** 本题考查机械振动和机械波, 考查考生的理解能力和推理能力。

**思路点拨** 从  $t=0$  时刻开始, 5 s 时间内质点  $P$  恰好第三次经过平衡位置, 则有  $t = \frac{5}{4}T$ , 解得  $T=4$  s, 由图象可得波长  $\lambda=4$  m, 波速  $v = \frac{\lambda}{T} = 1$  m/s, 选项 A 正确; 波沿  $x$  轴正方向传播, 且由图象可知  $x=6$  m 处的质点刚起振, 振动方向沿  $y$  轴负方向, 所以振源的起振方向沿  $y$  轴负方向, 选项 B 错误; 第一个波峰距离质点  $Q$  的位移为  $x = x_Q - x_P = 7$  m, 则经过  $t = \frac{x+n\lambda}{v} = 7+4n$  (s) (其中  $n=0, 1, 2, 3, \dots$ ),  $Q$  都处在波峰处, 当  $n=1$  时  $t=11$  s, 选项 C 正确;  $PQ$  两点间的距离  $x=7$  m  $= \lambda + \frac{3}{4}\lambda$ , 所以在波传播过程中, 如果  $P$  处在正的最大位移时,  $Q$  恰处在平衡位置, 因此二者加速度不同, 选项 D 错误; 由图可知, 质点的振幅  $A=2$  cm, 振动周期为  $T=4$  s, 则  $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{\pi}{2}$ , 质点  $P$  的初相位  $\varphi = \frac{1}{2}\pi$ , 从  $t=0$  时刻开始质点  $P$  的振动方程为  $y = 2\sin\left(\frac{\pi}{2}t + \frac{1}{2}\pi\right)$  cm, 选项 E 正确。

(2) **命题透析** 本题考查光的折射定律和全反射定律, 考查考生的推理能力和应用数学知识处理物理问题的能力。

**思路点拨** (i) 入射点在  $M$  点时, 光线恰好发生全发射, 设临界角为  $C$ , 则有

$$\sin C = \frac{1}{n} \quad (1 \text{ 分})$$

设光线在  $M$  点入射时的折射角为  $\alpha$ , 则有

$$n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin \alpha} \quad (1 \text{ 分})$$

如图所示, 在三角形  $OMD$  中由正弦定理可得

$$\frac{R}{\sin(90^\circ + \alpha)} = \frac{OM}{\sin C} \quad (2 \text{ 分})$$

解以上三式可得  $\alpha = 30^\circ$  (1 分)

所以柱体的折射率为  $n = \frac{\sin 45^\circ}{\sin 30^\circ} = \sqrt{2}$  (1 分)

(ii) 从  $O$  点射入的光线的折射角为  $30^\circ$ , 由 (i) 问可知  $\angle AOD = 15^\circ$ , 所以弧面上有光透出的部分弧长对的圆心角为  $45^\circ$  (3 分)

故弧长  $s = \frac{45}{360} \times 2\pi R = \frac{1}{4}\pi R$  (1 分)

