

绝密★启用前

长郡中学 2020 届高三适应性考试（二）

理科综合能力测试

命题人：长郡中学高三理综备课组

本试题卷共 17 页，共 38 题（含选考题）。全卷满分 300 分。考试建议用时 150 分钟。

注意事项：

1. 答题前，考生可能需要输入信息。请务必正确输入所需的信息，如姓名、考生号等。
2. 选择题的作答：请直接在选择题页面内作答并提交。写在试题卷、草稿纸等非答题区域均无效。
3. 非选择题的作答：用签字笔直接答在答题卡上对应的答题区域内或空白纸张上，按规定上传。
4. 选考题的作答：先把所选题目的题号在答题卡上指定的位置用笔涂黑，或者在空白纸张上注明所写题目，然后开始作答。
5. 可能用到的相对原子质量：H 1 C 12 O 16 Fe 56 Ni 59 Cu 64 Zn 65 Mg 24 Al 27

第 I 卷（共 126 分）

一、选择题：本大题共 13 小题，每小题 6 分，共 78 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. 将人和小鼠的某种抗体分别用红色和绿色荧光标记，再用上述抗体分别标记人和小鼠的细胞，在灭活仙台病毒诱导下人、鼠细胞融合，细胞一半红色，一半绿色。在 37 °C 条件下 40 min 后，两种颜色的荧光在融合细胞的表面均匀分布。而在 1 °C 条件下培养时，红色和绿色不再均匀分布。上述事实不能表明
 - A. 细胞膜表面蛋白质分子的运动受温度影响
 - B. 细胞膜表面蛋白质分子可以在细胞膜上侧向运动
 - C. 人、鼠细胞的细胞膜上含有与抗体特异性结合的蛋白质
 - D. 37 °C 条件下构成细胞膜的磷脂和全部蛋白质都处于运动状态
2. 初乳内的蛋白质比正常乳汁多 5 倍，尤其含有比常乳更丰富的免疫球蛋白（抗体）、乳铁蛋白、生长因子等，这些物质能增强婴儿的免疫功能。下列相关叙述或推断错误的是
 - A. 哺乳期女性的乳腺细胞内免疫球蛋白被囊泡包裹着
 - B. 婴儿从初乳中吸收的免疫球蛋白能参与婴儿的体液免疫
 - C. 浆细胞分泌抗体时消耗的 ATP 来源于线粒体或细胞质基质
 - D. 乳铁蛋白含有铁元素，说明构成蛋白质的某些氨基酸含铁元素
3. 为研究不同植物激素对种子萌发的影响，长郡中学高三生物兴趣小组利用一定浓度的赤霉素（GA）、激动素和脱落酸（ABA）对莠苣种子做了多组实验，表 1 为各组实验中种子发芽率的统计结果。

表 1

GA 浓度 (mM)	发芽率 (%)			
	不加	加激动素	加 ABA	加 ABA 和激动素
0	10	15	0	5
0	21	27	0	17
0.5	66	67	0	57
5	95	97	0	73

下列相关分析错误的是

- A. GA 促进种子萌发, ABA 抑制种子萌发
B. 激动素处理可减弱 ABA 对种子萌发的抑制作用
C. GA 处理可减弱 ABA 对种子萌发的抑制作用
D. GA 和激动素在促进种子萌发时具有协同作用
4. 将某种植物生理状态相同的下胚轴分成多组, 分别用不同浓度的乙烯、乙烯和 IBA 混合液处理, 一段时间后, 测定下胚轴的生根条数, 结果如图 1 所示。

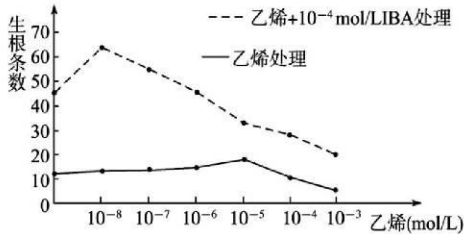


图 1

图 1 中数据不能说明

- A. 高浓度乙烯对该植物的生根具有抑制作用
B. 10^{-4} mol/L 的 IBA 对该植物的生根具有促进作用
C. IBA 对该植物的生根作用表现为二重性
D. 10^{-8} mol/L 乙烯和 10^{-4} mol/L IBA 混合液的生根效果好
5. 生态平衡是指一个生态系统在特定时间内的状态。该状态下, 生态系统结构和功能相对稳定, 物质和能量输入与输出接近平衡。在受到轻度外来干扰后, 生态系统通过自我调控能恢复到最初的稳定状态。下列叙述错误的是
- A. 系统结构越简单、功能效率越低, 抵御剧烈环境变化的能力越弱
B. 自然因素和人为因素是目前生态平衡遭到破坏的两个主要因素
C. 草原生态系统生产者的生产量过低不会影响该生态系统的平衡
D. 枯枝落叶和牲畜粪便长期被用作燃料烧掉会影响草原生态系统的平衡
6. 菌株甲为大肠杆菌的甲硫氨酸 (Met) 营养缺陷型, 菌株乙为苏氨酸 (Thr) 营养缺陷型, 分别受 a、b 基因控制, 在基本培养基 (M) 上不能生长, 但可在添加相应氨基酸的培养基上生长。将上述两菌株的菌液混合一段时间后, 从中筛选出 4 种菌株, 4 种菌株在不同培养基上的培养结果见表 2。

表 2

菌株	培养基			
	M	M+Met	M+Thr	M+Met+Thr
菌株 I	—	+	—	+
菌株 II	—	—	—	+
菌株 III	—	—	+	+

菌株IV	+	+	+	+
------	---	---	---	---

注：“+”表示能生长，“-”表示不能生长

下列分析不合理的是

- A. 菌株甲可能缺少合成甲硫氨酸的酶
 B. 菌株 I 和菌株III分别为菌株甲和菌株乙
 C. 菌株 II 和菌株IV的基因型可能分别为 ab、AB
 D. 菌株IV一定来自菌株甲或菌株乙的基因突变
7. 《梦溪笔谈》中记载：“解州盐泽，……。卤色正赤，在版泉之下，俚俗谓之‘蚩尤血’。……。唯巫咸水入，则盐不复结，故人谓之‘无咸河’……。原其理，盖巫咸乃浊水，入卤中，则淤淀卤脉，盐遂不成，非有他异也”。下列有关说法正确的是
- A. 解州盐泽带负电荷，巫咸水带正电荷
 B. “卤色正赤”的原因为水中含有 Fe^{2+}
 C. “巫咸水入卤中”发生了胶体的聚沉
 D. “巫咸水乃浊水”指巫咸水是悬浊液

8. 化合物 a ()、b ()、c () 属于三类不同的环烷烃，下列说法不正确的是
- A. a、b 互为同分异构体
 B. b 能发生取代反应和氧化反应
 C. c 的一溴代物有 5 种（不考虑立体异构）
 D. a、b、c 中只有 a 的所有碳原子可能处于同一平面
9. 证据推理与模型认知是化学学科的核心素养之一。下列事实与相应定律或原理不相符的是
- A. 向漂白液中加入少量稀硫酸能增强漂白液的漂白效果——元素周期律
 B. 常温常压下，1 体积 CH_4 完全燃烧消耗 2 体积 O_2 ——阿伏加德罗定律
 C. 向 $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ 溶液中加入少量 KSCN 固体，溶液颜色加深——勒夏特列原理
 D. 通过测量 C、CO 的燃烧热来间接计算 $2\text{C}(\text{s}) + \text{O}_2(\text{g}) = 2\text{CO}(\text{g})$ 的反应热——盖斯定律

10. 厌氧性硫酸盐还原菌 (SRB) 是导致金属微生物腐蚀最为普遍的菌种，腐蚀图解如图 2 所示。下列说法正确的是

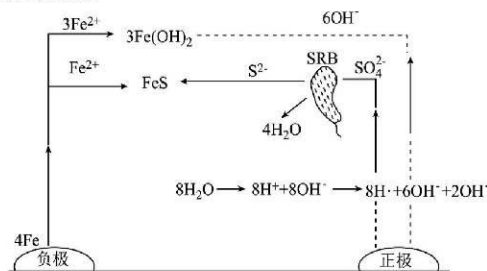


图 2

- A. 正极的电极反应式为 $8\text{H}^+ + 8\text{e}^- = 8\text{H} \cdot (\text{吸附})$ 、 $\text{SO}_4^{2-} + 8\text{H} \cdot (\text{吸附}) \xrightarrow{\text{SRB 菌的氢化酶}} \text{S}^{2-} + 4\text{H}_2\text{O}$
 B. 正极区溶液的 pH 变小
 C. 生成 1 mol FeS ，转移 6 mol 电子

D. 若引入新细菌，一定会加速金属的腐蚀

11. 短周期主族元素 X、Y、Z、W，已知 X 的某种氢化物可使溴的四氯化碳溶液褪色，X 原子电子占据 2 个电子层；Y 广泛作电池材料且单位质量的金属提供电子数目最多；实验室可用 Z 的简单氢化物的浓溶液和 KMnO_4 固体在常温下制备 Z 的单质；向含 W 元素的钠盐溶液中通入 X 的氧化物，观察到沉淀质量 (m) 与 X 的氧化物体积 (V) 关系如图 3 所示。下列说法正确的是

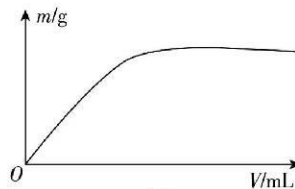


图 3

- A. Y 的单质在空气中燃烧生成过氧化物和氮化物
B. W 一定位于周期表中第三周期 IIIA 族
C. X 的含氧酸的酸性可能比 Z 的含氧酸的酸性强
D. Z 和 W 组成的化合物可能是离子化合物
12. 常温下，用 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 AgNO_3 溶液分别滴定体积均为 50.0 mL 的由 Cl^- 与 Br^- 组成的混合溶液和由 Cl^- 与 I^- 组成的混合溶液（两混合溶液中 Cl^- 浓度相同， Br^- 与 I^- 的浓度也相同），其滴定曲线如图 4 所示。已知 25°C 时： $K_{\text{sp}}(\text{AgCl}) = 1.8 \times 10^{-10}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgBr}) = 4.9 \times 10^{-13}$ ， $K_{\text{sp}}(\text{AgI}) = 8.5 \times 10^{-16}$ 。

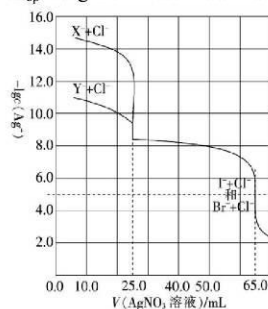


图 4

下列有关描述正确的是

- A. 图 3 中 X^- 为 Br^-
B. 混合溶液中 $n(\text{Cl}^-) : n(\text{I}^-) = 8 : 5$
C. 滴定过程中首先沉淀的是 AgCl
D. 当滴入 AgNO_3 溶液 25 mL 时， Cl^- 与 Br^- 组成的混合溶液中 $c(\text{Ag}^+) = 7 \times 10^{-7} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$

13. 下列实验及现象不能得出相应结论的是

选项	实验	现象	结论
A	向 2 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 FeCl_3 溶液中滴加 1 滴 KSCN 溶液，再加入足量铜粉，充分振荡	溶液变为红色，加入铜粉后红色褪去，变为浅蓝色	Fe^{3+} 比 Cu^{2+} 的氧化性强
B	将滴有酚酞的 Na_2CO_3 溶液加热	溶液红色变深	证明 Na_2CO_3 在溶液中的水解为吸热反应
C	先向 2 mL $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ Na_2S 溶液中滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ ZnSO_4 溶液，再滴加 2 滴 $0.1 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ AgNO_3 溶液	开始有白色沉淀生成；后又有黑色沉淀	$K_{\text{sp}}(\text{ZnS}) > K_{\text{sp}}(\text{Ag}_2\text{S})$
D	分别向 2 mL $0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 MgCl_2 、 BeCl_2 溶液中滴加过量 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ NaOH 溶液，并充分振荡	前者有白色沉淀生成，后者先有白色沉淀生成，后沉淀消失	证明 $\text{Be}(\text{OH})_2$ 为两性氢氧化物

二、选择题：本大题共 8 小题，每小题 6 分，共 48 分。在每小题给出的四个选项中，第 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，全部选对得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 已知氢原子能级公式为 $E_n = -\frac{A}{n^2}$ ，其中 $n=1, 2, 3, \dots$ 称为量子数， A 为已知常量。

要想使氢原子量子数为 n 的激发态的电子脱离原子核的束缚变为自由电子所需的能量大于由量子数为 n 的激发态向 $n-1$ 激发态跃迁时放出的能量，则 n 的最小值为

- A. 2 B. 3 C. 4 D. 5

15. 2019 年 12 月 7 日 10 时 55 分，我国在太原卫星发射中心用“快舟一号”甲运载火箭，成功将“吉林一号”高分 02B 卫星发射升空，卫星顺利进入预定轨道，绕地球做匀速圆周运动。已知地球质量为 M 、引力常量为 G ，卫星与地心的连线在时间 t （小于其运动周期）内扫过的面积为 S ，则卫星绕地球运动的轨道半径为

- A. $\frac{4S^2}{GMt^2}$ B. $\frac{2S}{t\sqrt{GM}}$ C. $\frac{GMt^2}{4S^2}$ D. $\frac{t\sqrt{GM}}{2S}$

16. 如图 5 所示，一轻弹簧的左端固定在竖直墙壁上，右端自由伸长，一滑块以初速度 v_0 在粗糙的水平面上向左滑行，先是压缩弹簧，后又被弹回。已知滑块与水平面间的动摩擦因数为 μ ，则从滑块接触弹簧到将弹簧压缩到最短的过程中，选地面为零势能面，滑块的加速度 a 、滑块的动能 E_k 、系统的机械能 E 和因摩擦产生的热量 Q 与弹簧形变量 x 间的关系图象正确的是

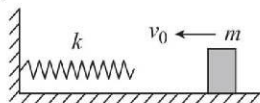
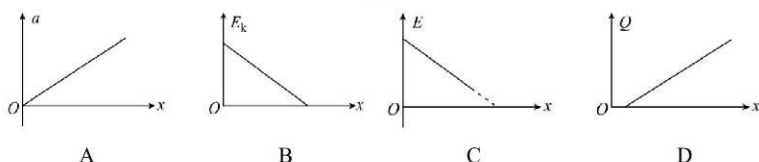


图 5



17. 如图 6 所示， a 、 b 、 c 为三根与纸面垂直的固定长直导线，其截面位于等边三角形的三个顶点上， bc 连线沿水平方向，导线中通有恒定电流，且 $I_a = I_b = 2I_c$ ，电流方向如图中所示。 O 点为三角形的中心（ O 点到三个顶点的距离相等），其中通电导线 c 在 O 点产生的磁场的磁感应强度的大小为 B_0 。已知通电长直导线在周围空间某点产生磁场的磁感应强度的大小 $B = \frac{kI}{r}$ ，其中 I 为通电导线的电流强度， r 为该点到通电导线的垂直距离， k 为常数，则下列说法正确的是

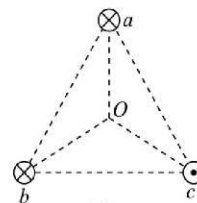


图 6

- A. O 点处的磁感应强度的大小为 $3B_0$
 B. O 点处的磁感应强度的大小为 $5B_0$
 C. 质子垂直纸面向里通过 O 点时所受洛伦兹力的方向由 O 点指向 c
 D. 电子垂直纸面向里通过 O 点时所受洛伦兹力的方向垂直 Oc 连线向下
18. 如图 7 所示， $ABCD$ 为固定在竖直平面内的轨道，其中光滑的水平轨道 AB 与半径为 R 的四分之一光滑圆弧轨道 BC 在 B 点相切， CD 为粗糙的水平轨道。质量为 m 的小球静止在距 B 点 $x_0 = 2R$ 的水平轨道上 A 点，现对小球施加水平向右的恒力 $F = mg$ （ g 为重

力加速度)，小球向右运动，冲出 C 点后上升到最大高度，最后落到轨道 CD 上（不再反弹）。下列说法正确的是

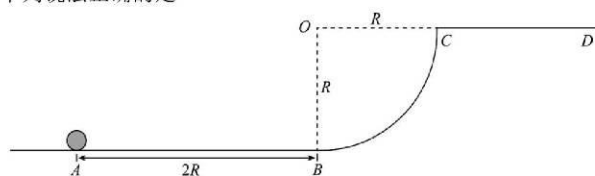


图 7

- A. 小球上升的最大高度距轨道 CD 的距离为 R
- B. 小球在轨道 CD 上的落点到 C 点的距离为 $4R$
- C. 若仅将外力 F 加倍，则小球上升的最大高度距轨道 CD 的距离为 $5R$
- D. 若仅将外力 F 加倍，则小球落到轨道 CD 时速度与水平方向的夹角也加倍

19. 如图 8 所示为一交变电流随时间的变化图象，其中 $\left(nT + \frac{T}{4}\right) \sim \left(nT + \frac{3}{4}T\right)$ ($n=0, 1, 2, 3, \dots$) 时间内按正弦规律变化，则下列说法正确的是

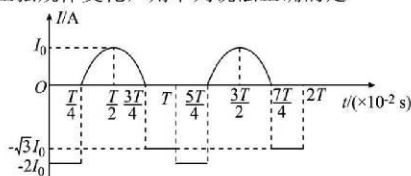


图 8

- A. 它与电流大小为 $2I_0$ 的直流电具有相同的热效应
- B. 它与峰值为 $2I_0$ 的正弦交流电具有相同的热效应
- C. 若将此电流通过一个理想二极管后对电阻供电，其有效值一定为 $\frac{I_0}{2}$
- D. 若将此电流通过一个理想二极管后对电阻供电，其有效值可能为 $\frac{\sqrt{7}}{2}I_0$

20. 宇宙中存在一些离其他恒星较远的四颗星组成的系统，通常可忽略其他星体对它们的引力作用。天文学家在观察中发现三颗质量均为 m 的星球 A 、 B 、 C 恰构成一个边长为 L 的正三角形，在它们的中心 O 处还有一颗质量为 $3m$ 的星球，如图 9 所示。已知引力常量为 G ，四个星球的密度相同，每个星球的半径均远小于 L 。对于此系统，若忽略星球自转，则下列说法正确的是

- A. A 、 B 、 C 三颗星球的线速度大小均为 $\sqrt{\frac{(1+3\sqrt{3})Gm}{L}}$
- B. A 、 B 、 C 三颗星球的加速度大小均为 $\frac{(2\sqrt{3}+3)Gm}{L^2}$

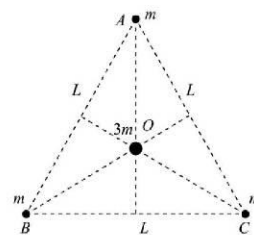


图 9

- C. 星球 A 和中心 O 处的星球表面的重力加速度之比为 $1:2$
- D. 若 O 处的星球被均分到 A 、 B 、 C 三颗星球上， A 、 B 、 C 三颗星球仍按原轨道运动，则 A 、 B 、 C 三颗星球运动的周期将变大

21. 如图 10 所示，匀强电场区域内有 a 、 b 、 c 、 d 四个平行等间距的等势面，其中 c 等势面

的电势为零。一个不计重力的电子从 a 等势面以 8 J 的初动能沿与 a 等势面成一定的夹角射出，电子到达 d 等势面时速度方向与等势面平行，动能大小为 2 J ，则下列说法正确的是

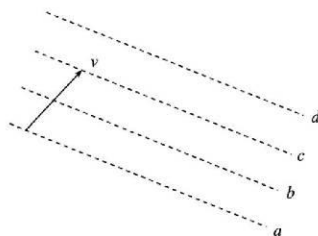


图 10

- A. 电子到达 d 等势面时的电势能为 -2 J
- B. 电子到达 c 等势面时的动能为 4 J
- C. 电子射入方向与电场线的夹角为 60°
- D. 电子从 a 等势面射出到再次回到 a 等势面的过程中速度方向偏转了 120°

第 II 卷（共 174 分）

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

（一）必考题：共 129 分。

22. （6 分）焦利氏秤是用来测量竖直方向微小力的仪器。实际上就是一个弹簧秤，其简化原理如图 11 所示。焦利氏秤上的弹簧是挂在可以上下移动的有刻度的管子上的，管外面套有外管，外管上有游标尺，旋转标尺上下调节旋钮即可使管上下移动。当重物盘内不放砝码时，固定在弹簧下端的指针指在标线的位置，此时的读数可由管的刻度和外管上的游标读出。如果在重物盘上加 X 克砝码，弹簧伸长，指针位置下移，旋转标尺上下调节旋钮使管向上移动，使指针回到标线位置，通过管及外管的游标可读出重物盘上加 X 克砝码对应的示数。现通过改变重物盘内砝码的质量获得实验数据如表 1 所示：

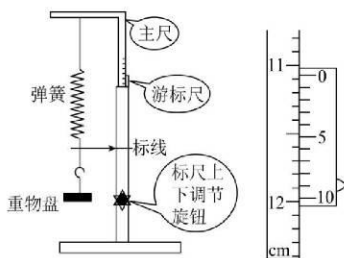


图 11

图 12

表 1

序号	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
盘内砝码质量 (g)	0	1.000	2.000	3.000	4.000	5.000	6.000	7.000	8.000	9.000
标尺上读数 (cm)	1.63	3.52	5.39	7.28	9.17	_____	12.93	14.82	16.69	18.56

当重物盘中加入 5 g 砝码时，管和外套刻度如图 12 所示，请把表格补充完整。已知重力加速度 $g=9.8\text{ m/s}^2$ ，由表中数据可求得焦利氏秤内弹簧的劲度系数 $k=$ _____ N/m （保留两位有效数字）。

23. （9 分）长郡中学的小丽同学从实验室找来了下列器材想测量一节干电池的电动势和内

阻。

- A. 电流表 A (量程为 3.0 A, 内阻约为 5Ω)
- B. 电压表 V (量程为 1 V, 内阻为 $2\text{ k}\Omega$)
- C. 定值电阻 $R_1=2\Omega$
- D. 定值电阻 $R_2=1\text{ k}\Omega$
- E. 电阻箱 R (阻值范围 $0\sim 999.9\Omega$)
- F. 开关 S 及导线若干

(1) 请在虚线框内画出实验电路图。



(2) 实验中多次调节电阻箱测出了多组电压表的对应读数如表 2 所示, 并将表 2 中的数据点描 $\frac{1}{U}-\frac{1}{R}$ 在坐标纸中, 请在图 13 中作出对应的关系图线。其中实验数据点的分布存在的问题是_____。

表 2

$R (\Omega)$	58.8	4.8	1.8	0.8	0.3
$U (\text{V})$	0.98	0.80	0.60	0.40	0.20
$\frac{1}{R} (\Omega^{-1})$	0.01	0.21	0.55	1.25	3.33
$\frac{1}{U} (\text{V}^{-1})$	1.02	1.25	1.66	2.50	5.00

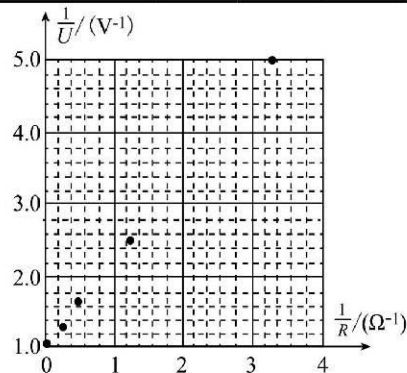


图 13

- (3) 由图 13 可知干电池的电动势 $E_{\text{测}} = \underline{\hspace{2cm}}$ V, 内阻 $r_{\text{测}} = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$ 。(结果保留三位有效数字)
- (4) 该实验中内阻的测量值与真实值相比, 关系为 $r_{\text{测}} \underline{\hspace{2cm}}$ (填“大于”“等于”或“小于”) $r_{\text{真}}$ 。
24. (12 分) 如图 14 所示, 在水平地板上放置一个足够长的木板 M , 在木板 M 的左端置有滑块 N , 左侧边缘对齐, 滑块 N 与木板 M 间的动摩擦因数为 2μ , 木板 M 与地板

- 间的动摩擦因数为 $\frac{\mu}{2}$ 。在滑块 N 的左侧边缘的正上方的 O 点系一长度为 R 的细线，细线另一端系一小球，拿起小球拉直细线并与水平方向成 $\theta = 30^\circ$ 角，然后将小球由静止释放，小球运动到 O 点正下方时与滑块 N 发生碰撞并粘在一起，此瞬间细线断裂，已知小球的质量为 m ，滑块 N 与木板 M 的质量分别为 $3m$ 、 $4m$ ，不计细线质量，小球与滑块 N 均可视为质点，重力加速度为 g ，求：
- (1) 小球与滑块 N 碰撞前的速度大小；
 - (2) 木板 M 在地板上运动的距离。

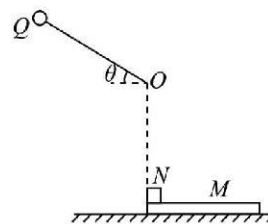


图 14

25. (20 分) 如图 15 所示， ON 是坐标系 xOy 第四象限的角平分线，在 ON 与 y 轴负半轴所夹的区域内存在沿 x 轴正方向的匀强电场，场强大小为 $2E$ 。在第一象限内的射线 OM 与 x 轴正半轴所夹区域内存在沿 y 轴负方向的匀强电场，场强大小为 E ，射线 OM 与 x 轴的夹角为 θ ，在 ON 与 x 轴正半轴所夹区域内存在一个圆形匀强磁场区域，磁感应强度大小 $B = 4\sqrt{\frac{Em}{qa}}$ ，方向周期性变化，每次粒子进入磁场时磁场的方向改变一次。现在 y 轴上的 $P(0, -a)$ 点由静止释放一个重力不计、质量为 m 、电荷量为 q 的粒子，粒子在射出第四象限的电场后立即进入磁场，欲使粒子能在第一、第四象限内做周期性运动，求：
- (1) 粒子第一次进入磁场时磁场的方向及射线 OM 与 x 轴的最小夹角；
 - (2) 第四象限内磁场区域的最小面积；
 - (3) 磁场区域面积最小时带电粒子运动的周期。

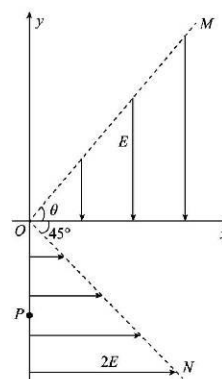


图 15

26. (14 分) 乙二醛 ($\text{OHC}-\text{CHO}$) 是一种重要的精细化工产品。长郡中学高三化学兴趣小组利用乙醛液相硝酸氧化法制备乙二醛并测定乙二醛纯度，装置如图 16 所示。

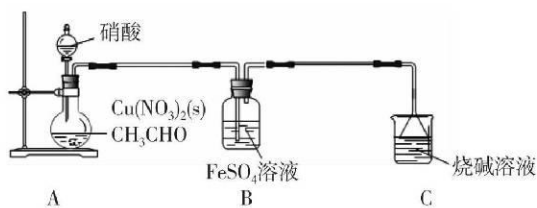


图 16

已知：① $\text{NO} + \text{FeSO}_4 = \text{FeSO}_4 \cdot \text{NO}$ （棕色）。

②几种有机物的部分性质如表 3 所示：

表 3

	乙醛	乙二醛	乙二酸	乙酸
沸点/ $^{\circ}\text{C}$	20.8	50.5	109	117.9
溶解性	与水、有机溶剂互溶	溶于水、乙醇等	溶于水和有机溶剂	与水、乙醇互溶
密度/ $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$	0.78	1.27	1.90	1.05
相对分子质量	44	58	90	60

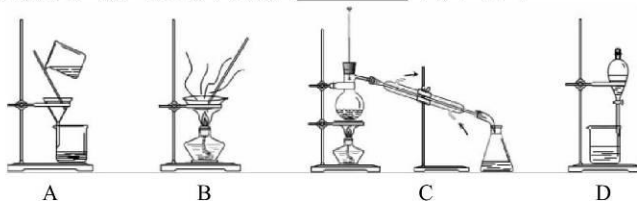
实验步骤：

①取 20 mL 的乙醛装于烧瓶，加入 2 g $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 粉末作催化剂，向烧瓶中缓慢滴加 $2\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 硝酸至乙醛完全反应为止；

②提纯产品，最终得到 10.0 mL 产品。

请回答下列问题：

- (1) 盛装硝酸的仪器名称是_____。
- (2) 实验中，观察到装置 B 中溶液变为棕色，制备乙二醛的化学方程式为_____。
- (3) 向烧瓶中滴加硝酸要“缓慢”，其目的是_____；判断烧瓶中制备乙二醛的反应已完成的标志是_____。
- (4) 分离提纯产品，宜选择下列装置_____（填字母）。



- (5) 根据上述实验数据，该实验中乙二醛的产率约为_____（填字母）。
a. 56.5% b. 61.8% c. 67.9% d. 72.6%
- (6) 实验室可用酸性 KMnO_4 溶液测定乙二醛的纯度，发生反应的离子方程式为： $18\text{H}^+ + 6\text{MnO}_4^- + 5\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 10\text{CO}_2 \uparrow + 6\text{Mn}^{2+} + 14\text{H}_2\text{O}$ 。实验步骤如下：取 V mL 产品，

加蒸馏水稀释至 250 mL，量取 25.00 mL 稀释后的溶液于锥形瓶，滴加 5.00 mL 稀硫酸，用 $c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ KMnO_4 溶液，三次平行实验消耗 KMnO_4 溶液体积如下：

表 4

实验	I	II	III
$V [\text{KMnO}_4 (\text{aq})] / \text{mL}$	20.05	22.40	19.95

滴定终点的标志是_____；该产品纯度为_____ $\text{g} \cdot \text{mL}^{-1}$ （用含 V 和 c 的代数式表示）。

27. (14 分) 2019 年诺贝尔化学奖授予锂离子电池的发明者, 锂离子电池是目前应用广泛的一类电池。以钛铁矿(主要成分为 FeTiO_3 , 含有少量 MgO 、 Fe_2O_3 、 SiO_2 等杂质)为原料, 制备锂离子电池电极材料的工艺流程如图 17 所示:

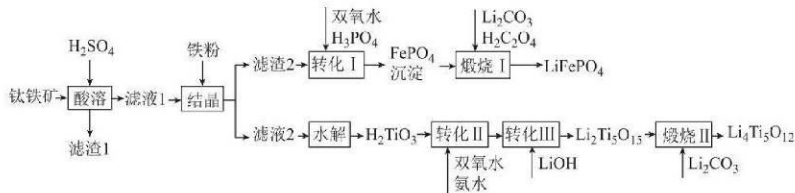


图 17

已知: ①滤液 1 中含 Ti 微粒的主要存在形式为 TiO^{2+} ;
② $K_{\text{sp}}(\text{FePO}_4) = 1.3 \times 10^{-22}$ 、 $K_{\text{sp}}[\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2] = 1.0 \times 10^{-24}$; 溶液中某离子浓度小于等于 $10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 时, 认为该离子沉淀完全。

请回答下列问题:

- (1) 滤渣 1 中主要成分的化学式为_____。
- (2) “结晶”温度需控制在 70°C 左右, 若温度过高会导致的后果为_____。
- (3) “转化 I”后所得溶液中 $c(\text{Mg}^{2+}) = 0.01 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 若其中 Fe^{3+} 沉淀完全, 则溶液中 $c(\text{PO}_4^{3-})$ 的范围为_____。
- (4) “煅烧 I”反应中氧化剂和还原剂的物质的量之比为_____。
- (5) “转化 II”中 H_2TiO_3 的转化率 (α) 与温度 (T) 的关系如图 18 所示。 $T_0^\circ\text{C}$ 时, 一定时间内 H_2TiO_3 的转化率最高的原因为_____。
- (6) $\text{Li}_2\text{Ti}_5\text{O}_{15}$ 中 -1 价与 -2 价 O 原子的数目之比为_____;
“煅烧 II”反应中同时生成两种参与大气循环的气体, 该反应的化学方程式为_____。
- (7) 某锂离子电池放电时的电池反应为 $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4 + \text{Li}_x\text{C}_6 = \text{LiFePO}_4 + 6\text{C}$, 则充电时阳极的电极反应式为_____。

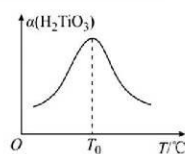


图 18

28. (15 分) 天然气是重要的化石能源, 其综合利用的研究意义重大。
已知: i. $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +206 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
ii. $\text{CH}_4(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}_2(\text{g}) + 4\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +165 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$;
iii. $\text{C}(\text{s}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + \text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +131.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

请回答下列问题:

- (1) 若将物质的量之比为 1: 1 的 $\text{CH}_4(\text{g})$ 和 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 充入密闭容器中发生反应 i。
 $\text{CH}_4(\text{g})$ 和 $\text{CO}(\text{g})$ 的平衡体积分数 (φ) 与温度 (T) 的关系如图 19 所示:

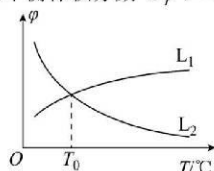


图 19

- 图 19 中表示 $\text{CH}_4(\text{g})$ 的平衡体积分数与温度关系的曲线为_____ (填“ L_1 ”或“ L_2 ”), 原因为_____。
- (2) 合成气的主要组分为 CO 和 H_2 , 以天然气为原料生产的合成气有多种方法, 其中

Sparg 工艺的原理为 $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{CO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{CO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H_1$ 。T °C 下，向容积可变的密闭容器中充入一定量的 $\text{CH}_4(\text{g})$ 和 $\text{CO}_2(\text{g})$ ，改变容器体积，测得平衡时容器内气体的浓度如表 5 所示：

表 5

实验编号	容器体积	物质浓度/ $\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$		
		CH_4	CO_2	CO
1	V_1	0.02	0.02	0.10
2	V_2	x	x	0.05

- ① $\Delta H_1 =$ _____。
- ② T °C 下，该反应的平衡常数 $K =$ _____。
- ③ 实验 1 中，CO 的平衡体积分数为 _____ % (保留三位有效数字)。
- ④ $V_1 : V_2 =$ _____。
- (3) 甲烷在高温下分解生成的炭黑，是生成橡胶的重要原料，其分解原理为 $\text{CH}_4(\text{g}) \rightleftharpoons \text{C}(\text{s}) + 2\text{H}_2(\text{g})$ 。
- ① 一定温度下，将 $n_1 \text{ mol CH}_4$ 充入 1 L 恒容密闭容器中发生上述反应， $t \text{ min}$ 末容器内压强变为原来的 1.6 倍。 $t \text{ min}$ 内该反应的平均反应速率 $v(\text{H}_2) =$ _____ (用含 n_1 和 t 的代数式表示)。
- ② 若控制温度和压强不变，充入 CH_4 的物质的量与平衡时 H_2 的体积分数的关系如图 20 所示。充入 $n_1 \text{ mol CH}_4$ 时，平衡点位于 A 点，则充入 $n_2 \text{ mol CH}_4$ 时，平衡点位于 _____ (填“B”“C”或“D”) 点。

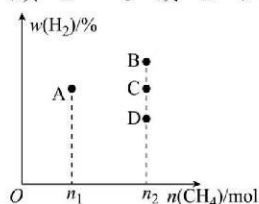


图 20

29. (10 分) 在其它条件适宜时，玉米和菜豆两种植物的净光合速率随 CO_2 浓度和光照强度的变化如图 21 所示。回答下列问题：

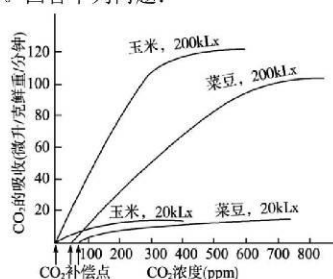


图 21

- (1) 玉米和菜豆两种植物中，更能适应低 CO_2 环境的是 _____，判断的依据是 _____。
- (2) 当 CO_2 达到一定浓度时，光合速率不再增加，此时环境中的 CO_2 浓度称为该植物的 CO_2 饱和点。光照强度由 20 kLx 增大到 200 kLx 后，菜豆植株的 CO_2 饱和点增

大的原因是_____。

- (3) 玉米高而菜豆矮，利用玉米和菜豆株高的不同将玉米和菜豆间行套种，发展立体农业，在提高单位土地面积经济效益的同时，玉米的单株产量也有增加。请利用所学知识，分析玉米单株产量增加的原因_____。

30. (9分) 糖尿病是一种以高血糖为特征的代谢性疾病，致病原因多样，常见的糖尿病有I型和II型两种类型。典型病例患者会出现多饮、多食、多尿和体重减轻等表现，即“三多一少”症状。回答下列问题：

- (1) I型糖尿病患者体内缺乏胰岛素，注射胰岛素后可有效降低血糖，原因是胰岛素能促进组织细胞_____。
- (2) 糖尿病患者出现多尿的原因是_____。II型糖尿病患者常伴有高胰岛素症，其可能的原因是_____。
- (3) 糖尿病患者在进药治疗的同时，医生还建议患者要“管住嘴、迈开腿”。请分析此建议的合理性。

31. (8分) 土壤中微生物数量大、种类多，在富含有机质的土壤表层有较多的微生物和小动物生长。长郡中学高三生物兴趣小组围绕土壤微生物和小动物的作用进行了相关探究。回答下列问题：

- (1) 在调查土壤小动物类群丰富度的过程中，通过调查样本地块中小动物的_____来估测该区域土壤动物的丰富度。丰富度是指_____。
- (2) 在验证“土壤中落叶的分解是由于土壤微生物的作用”的实验中，将带有落叶的表层土壤均分为甲、乙两组，甲组作为对照组。对乙组进行灭菌处理，目的是_____。预期甲、乙组未分解的落叶量随时间的变化情况，请将结果以曲线的形式画出来。

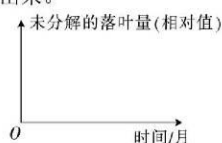


图 22

- (3) 反硝化细菌能将硝酸盐转化成氨和氮，施用磷肥能促进土壤反硝化细菌的繁殖，进而导致土壤氮损失。请设计实验验证稻田氮损失是否由反硝化细菌数量增加引起_____。(仅写设计思路)

32. (12分) 冬凌草为自花传粉的植物，其地上部分含有的冬凌草甲素具有显著的抗肿瘤作用，市场需求非常广阔。现有的冬凌草都是野生型，某农科院利用冬凌草种子进行航空育种，培育适于人工种植的高产高效新品种。回答下列问题：

- (1) 航空选育新品种的原理是_____，即使处理大量的材料也不一定能得所需的品种的原因是_____。
- (2) 野生型植物的叶片为卵形、茎绿色，在这次育种中偶然获得一株叶片棱状、茎紫色的冬凌草，预测两对相对性状中显性性状最可能为_____。若此预测

成立，该突变植物自交后代未出现 9:3:3:1 的性状分离比，_____（填“能”或“不能”）确定控制这两对相对性状的基因不符合基因的自由组合定律，原因是_____。

- (3) 冬凌草的另外两对性状花色蓝色(A)、紫色(a)与叶片有绒毛(B)、无绒毛(b)独立遗传，无绒毛植株抗病性差，种子能萌发生成幼苗，但其中 50% 的植株在产生后代前死亡。现有纯合的蓝花有绒毛植株与紫花无绒毛植株杂交产生 F_1 ， F_1 自交产生 F_2 ，则 F_2 中能产生后代的植株中 b 基因的频率为_____； F_2 植株自交产生的后代中紫色无绒毛幼苗所占的比例为_____。

(二) 选考题：共 45 分。请考生从 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，则每科按所做的第一题计分。

33. (15 分) [物理——选修 3—3]

- (1) (5 分) 一定质量的理想气体，从状态 A 经状态 B 和 C 后又回到状态 A 的变化过程中的 $p-V$ 图线如图 23 所示，则下列说法中正确的是_____。（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）

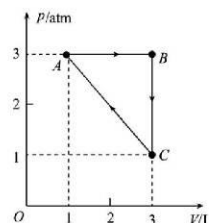


图 23

- A. 从状态 $A \rightarrow B$ ，气体的内能增大
B. 从状态 $B \rightarrow C$ ，气体从外界吸热
C. 从状态 $C \rightarrow A$ ，分子运动的平均速率先变小后变大
D. 气体按图示循环一次过程中，状态 B 时气体的内能最大
E. 气体按图示过程循环一次，从外界吸收的热量全部用于对外做功

- (2) (10 分) 如图 24 所示，横截面积均为 S 的两导热气缸 A、B 通过一段体积可忽略的细管相连接，在细管中间安装有一个阀门 D，两气缸中各有一个质量为 m 的活塞，气缸 B 中的活塞与一个轻弹簧相连接。阀门 D 关闭时，轻弹簧处于原长，气缸 B 中气柱长度恰为 L ，气缸 A 中的活塞处于静止状态时，气柱长度为 $3L$ 。

已知大气压强 $p_0 = \frac{mg}{S}$ ，弹簧的劲度系数 $k = \frac{4mg}{L}$ ，重力加速度为 g ，活塞可在气缸内无摩擦滑动但不漏气。现将一个质量为 m 的重物 C 轻轻地放到气缸 A 中的活塞上，并打开阀门 D，保持环境温度不变，待系统稳定后，求弹簧的形变量和气缸 A 中活塞向下移动的距离。

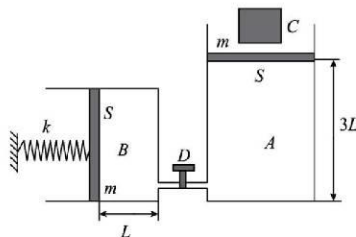


图 24

34. (15 分) [物理——选修 3—4]

- (1) (5 分) 为避免交通事故，保障行人安全，可以在公路上临近学校大门或人行横道的位置设置减速带，减速带一般为条状，也有点状的，材质主要是橡胶，一般

以黄、黑两色相间以引起视觉注意。某学校大门附近设置的条状减速带间距为 20 m，当车辆经过减速带时会产生振动，若某型号汽车的固有频率为 0.8 Hz，则当该车以_____km/h 的速度通过此减速带时颠簸最厉害，这种现象称为_____。

- (2) (10 分) 如图 25 所示，单色平行光束入射到半圆形玻璃砖与空气的界面，入射角 θ 大小未知，玻璃砖对该单色光的折射率 $n = \sqrt{2}$ ，不考虑圆弧面上的反射光线。求：
- 玻璃砖有光线射出部分圆弧所对应的圆心角；
 - 若 $\theta = 45^\circ$ ，求从圆弧面射出的光线在玻璃砖中运动的最长时间与最短时间的比值。

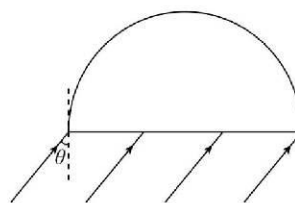


图 25

35. (15 分) [化学——选修 3：物质结构与性质]

国家航天局计划 2020 年实施火星探测任务。据了解火星上存在大量的含氮化合物，科学家推测火星生命可能主要以氮、碳、硅、铜为基体构成。

请回答下列问题：

- (1) 邻氨基吡啶 (Nc1ccncc1) 的铜配合物在有机不对称合成中起催化诱导效应。
- ① 邻氨基吡啶中所有元素的电负性由小到大的顺序为_____ (填元素符号)。设 N_A 为阿伏加德罗常数的值，1 mol Nc1ccncc1 中含有 σ 键的数目为_____。
 - ② 一定条件下 $-\text{NH}_2$ 可以被氧化成 $-\text{NO}_2$ ， $-\text{NO}_2$ 中 N 原子的杂化方式为_____杂化。
- (2) 第四周期的某主族元素，其第一至第五电离能数据如图 26 所示，则该元素的基态原子电子排布式为_____。

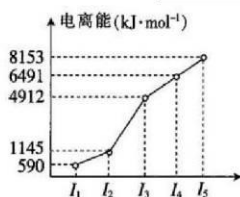


图 26

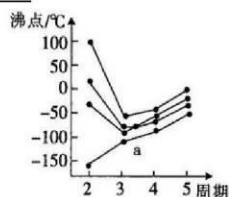


图 27

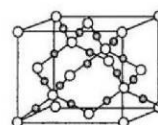


图 28

- (3) 元素周期表中的第 IVA 族~第 VIIA 族中部分元素的最简单氢化物的沸点变化趋势线如图 27，其中一个小黑点代表一种氢化物，则趋势线 a 代表第_____族元素的最简单氢化物的沸点变化趋势，判断依据是_____。
- (4) 干冰是常见的分子晶体，而 CO_2 在高温高压下能形成另一种晶体其晶胞如图 28

所示, 该 CO_2 晶体的熔点_____ (填 “>” “<” 或 “=”) SiO_2 晶体的熔点。
 (5) 一种嘌呤和一种吡啶的结构如图 29。

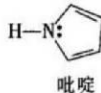
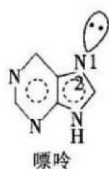


图 29

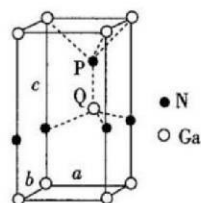


图 30

①嘌呤中轨道之间的夹角 $\angle 1$ 比 $\angle 2$ 大, 原因是_____。

②分子中的大 π 键可以用符号 Π_m^n 表示, 其中 m 代表参与形成大 π 键的原子数, n 代表参与形成大 π 键的电子数。则该吡啶中的大 π 键可表示为_____。

(6) 火星岩石中存在大量的氮化镓, 氮化镓为六方晶胞, 结构如图 30 所示。

若该晶体密度为 $d \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, 晶胞参数 $a=b \neq c$ (单位: nm), a 、 b 夹角为 120° , 阿伏加德罗常数的值为 N_A , 则晶胞参数 c = _____ nm (写出代数式)。

36. (15 分) [化学——选修 5: 有机化学基础]

化合物 M 是一种抗心率失常药物中间体, 实验室由化合物 A、B 制备 M 的一种合成路线如图 31 所示:

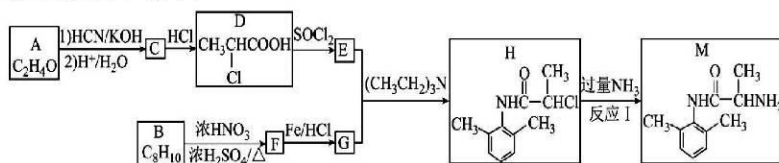
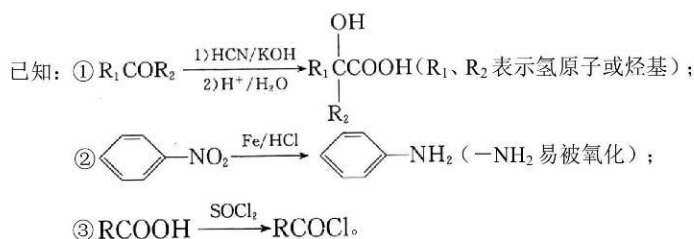


图 31



请回答下列问题:

- (1) A 中官能团的名称为_____, B 的化学名称为_____。
- (2) C 的结构简式为_____。
- (3) 由 B 生成 F 的反应类型为_____。
- (4) 由 E 与 G 反应生成 H 的化学方程式为_____。
- (5) 反应 I 中加入的过量 NH_3 , 除作为反应物外, 另一个作用为_____。
- (6) 同时满足下列条件的 M 的同分异构体有_____种 (不考虑立体异构)。
 - ① 苯环上连有 3 个取代基, 其中 2 个为 $-\text{NH}_2$
 - ② 能发生银镜反应

③核磁共振氢谱中有 6 组吸收峰

(7) 参照上述合成路线和信息, 以 $\text{O}_2\text{N}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CHO}$ 为原料 (无机试剂任选), 设计

制备 $\text{HO}-\left[\text{C}(=\text{O})-\text{C}_6\text{H}_4-\text{NH}\right]_n-\text{H}$ 的合成路线: _____。

37. (15 分) [生物——选修 1: 生物技术实践]

生物质是指通过光合作用而形成的各种有机体。生物质能则是光能以化学能形式储存在生物质中的能量形式, 它是人类赖以生存的重要能源, 是仅次于煤炭、石油、天然气的第四大能源。农作物秸秆中的纤维素是生物质能中的重要类型, 利用纤维素分解菌的分解作用可以将纤维素转化为葡萄糖。回答下列问题:

- (1) 绿色植物将光能转化为化学能的具体能量转化过程是_____。
- (2) 纤维素分解菌通过分泌纤维素酶将纤维素转化为葡萄糖, 这种酶是一种复合酶, 包括的成分有_____, 这些酶将纤维素转化为葡萄糖具体过程是_____。
- (3) 鉴定纤维素分解菌采用的方法是_____, 这种鉴定方法的原理是_____。
- (4) 若分离获得了纤维素酶, 为了能使这种酶反复使用, 应采用_____技术中的_____法。

38. (15 分) [生物——选修 3: 现代生物科技专题]

生物治疗是继手术、放疗和化疗后发展起来的第四类癌症治疗方法, 可分为细胞治疗和非细胞治疗。细胞治疗是从患者的外周血中采集单核细胞进行扩增及肿瘤抗原刺激等, 再回输至患者体内。常用细胞有能传递抗原的树突状细胞 (DC) 和细胞因子诱导的杀伤性细胞 (CIK) 等。非细胞治疗包括单克隆抗体治疗, 寡核苷酸药物治疗等。回答下列问题:

- (1) 单核细胞的体外扩增过程中需要先用胰蛋白酶处理, 其目的是_____, 在体外培养过程中, 单核细胞具有细胞贴壁和_____的特性。
- (2) 体外培养 DC 细胞时, 培养液的 pH 需要用_____来维持, 此外, 应定期更换培养液, 以便_____。
- (3) 体外培养的 CIK 细胞, 一般传代培养到_____代后就不易传下去了, 原因是_____。
- (4) 制备用于非细胞治疗的单克隆抗体时, 需要用到的技术有_____ (答出两项即可)。最后得到的单克隆抗体的优点是_____。