



2020 年普通高等学校招生全国统一考试

理科综合能力测试

本试卷满分 300 分,考试时间 150 分钟。

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 N 14 O 16 Na 23 Al 27 P 31 S 32

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。

- 新冠肺炎疫情警示人们要养成良好的生活习惯,提高公共卫生安全意识。下列相关叙述错误的是 ()
 - 戴口罩可以减少病原微生物通过飞沫在人与人之间的传播
 - 病毒能够在餐具上增殖,用食盐溶液浸泡餐具可以阻止病毒增殖
 - 高温可破坏病原体蛋白质的空间结构,煮沸处理餐具可杀死病原体
 - 生活中接触的物体表面可能存在病原微生物,勤洗手可降低感染风险
- 种子贮藏中需要控制呼吸作用以减少有机物的消耗。若作物种子呼吸作用所利用的物质是淀粉分解产生的葡萄糖,下列关于种子呼吸作用的叙述,错误的是 ()
 - 若产生的 CO_2 与乙醇的分子数相等,则细胞只进行无氧呼吸
 - 若细胞只进行有氧呼吸,则吸收 O_2 的分子数与释放 CO_2 的相等
 - 若细胞只进行无氧呼吸且产物是乳酸,则无 O_2 吸收也无 CO_2 释放
 - 若细胞同时进行有氧和无氧呼吸,则吸收 O_2 的分子数比释放 CO_2 的多
- 某研究人员以小鼠为材料进行了与甲状腺相关的实验,下列叙述错误的是 ()
 - 切除小鼠垂体,会导致甲状腺激素分泌不足,机体产热减少
 - 给切除垂体的幼年小鼠注射垂体提取液后,其耗氧量会增加
 - 给成年小鼠注射甲状腺激素后,其神经系统的兴奋性会增强
 - 给切除垂体的小鼠注射促甲状腺激素释放激素,其代谢可恢复正常
- 为达到实验目的,需要选用合适的实验材料进行实验。下列实验目的与实验材料的对应,不合理的是 ()

	实验材料	实验目的
A	大蒜根尖分生区细胞	观察细胞的质壁分离与复原
B	蝗虫的精巢细胞	观察细胞的减数分裂
C	哺乳动物的红细胞	观察细胞的吸水和失水
D	人口腔上皮细胞	观察 DNA、RNA 在细胞中的分布

- 已如果蝇的长翅和截翅由一对等位基因控制。多只长翅果蝇进行单对交配(每个瓶中有 1 只雌果蝇和 1 只雄果蝇),子代果蝇中长翅:截翅=3:1。据此无法判断的是 ()
 - 长翅是显性性状还是隐性性状
 - 亲代雌蝇是杂合子还是纯合子
 - 该等位基因位于常染色体还是 X 染色体上
 - 该等位基因在雌蝇体细胞中是否成对存在
- 土壤小动物对动植物遗体的分解起着重要的作用。下列关于土壤小动物的叙述,错误的是 ()
 - 调查身体微小、活动力强的小动物数量常用标志重捕法
 - 土壤中小动物类群的丰富度高,则该类群含有的物种数日多



C. 土壤小动物的代谢活动会影响土壤肥力,进而影响植物生长

D. 土壤小动物呼吸作用产生的 CO_2 参与生态系统中的碳循环

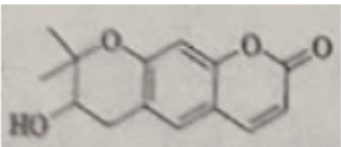
7. 国家卫健委公布的新型冠状病毒肺炎诊疗方案指出,乙醚、75%乙醇、含氯消毒剂、过氧乙酸(CH_3COOOH)、氯仿等均可有效灭活病毒。对于上述化学药品,下列说法错误的是 ()

A. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 能与水互溶

B. NaClO 通过氧化灭活病毒

C. 过氧乙酸相对分子质量为 76

D. 氯仿的化学名称是四氯化碳

8. 紫花前胡醇()可从中药材当归和白芷中提纯得到,能提高人体免疫力,有关该化合物,下列叙述错误的是 ()

A. 分子式为 $\text{C}_{14}\text{H}_{14}\text{O}_4$

B. 不能使酸性重铬酸钾溶液变色

C. 能够发生水解反应

D. 能够发生消去反应生成双键

9. 下列气体去除杂质的方法中,不能实现目的的是 ()

	气体(杂质)	方法
A.	$\text{SO}_2(\text{H}_2\text{S})$	通过酸性高锰酸钾溶液
B.	$\text{Cl}_2(\text{HCl})$	通过饱和的食盐水
C.	$\text{N}_2(\text{O}_2)$	通过灼热的铜丝网
D.	$\text{NO}(\text{NO}_2)$	通过氢氧化钠溶液

10. 铑的配合物离子 $[\text{Rh}(\text{CO})_2\text{I}_2]^-$ 可催化甲醇羰基化,反应过程如图所示。

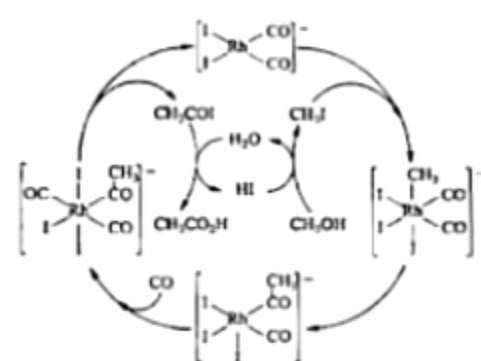
下列叙述错误的是 ()

A. CH_3COI 是反应中间体

B. 甲醇羰基化反应为 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$

C. 反应过程中 Rh 的成键数目保持不变

D. 存在反应 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{HI} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{I} + \text{H}_2\text{O}$



11. 1934 年约里奥-居里夫妇在核反应中用 α 粒子(即氦核 ^4_2He)轰击金属原子 ^W_ZX ,得到核素 $^{30}_{Z+2}\text{Y}$,开创了人造放射性核素的先河:



其中元素 X、Y 的最外层电子数之和为 8。下列叙述正确的是 ()

A. ^W_ZX 的相对原子质量为 26

B. X、Y 均可形成三氯化物

C. X 的原子半径小于 Y 的

D. Y 仅有一种含氧酸

12. 科学家近年发明了一种新型 $\text{Zn}-\text{CO}_2$ 水介质电池。电池示意图如下,电极为金属锌和选择性催化材料。放电时,温室气体 CO_2 被转化为储氢物质甲酸等,为解决环境和能源问题提供了一种新途径。

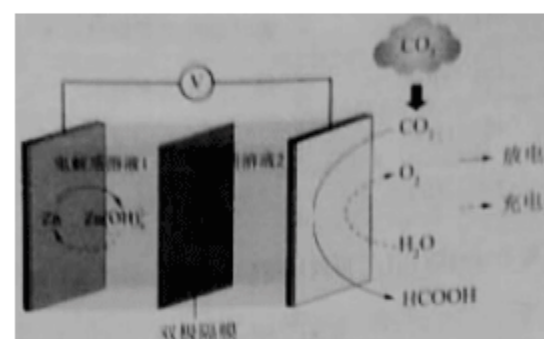
下列说法错误的是 ()

A. 放电时,负极反应为 $\text{Zn} - 2\text{e}^- + 4\text{OH}^- \rightleftharpoons \text{Zn}(\text{OH})_4^{2-}$

B. 放电时,1 mol CO_2 转化为 HCOOH ,转移的电子数为 2 mol

C. 充电时,电池总反应为 $2\text{Zn}(\text{OH})_4^{2-} \rightleftharpoons 2\text{Zn} + \text{O}_2 \uparrow + 4\text{OH}^- + 2\text{H}_2\text{O}$

D. 充电时,正极溶液中 OH^- 浓度升高



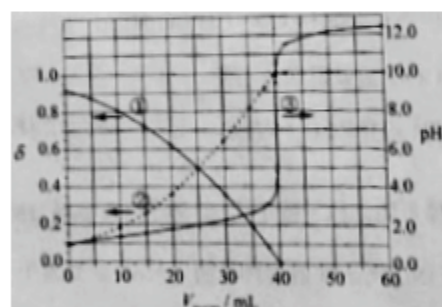
13. 以酚酞为指示剂,用 $0.1000 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 的 NaOH 溶液滴定 20.00 mL 未知浓度的二元酸 H_2A 溶液,溶液中, pH 、分布系数 δ 随滴加 NaOH 溶液体积 V_{NaOH} 的变化关系如下图所示。



比如 A^{2-} 的分布系数: $\delta(A^{2-}) = \frac{c(A^{2-})}{c(H_2A) + c(HA^-) + c(A^{2-})}$

下列叙述正确的是

()



- A. 曲线①代表 $\delta(H_2A)$, 曲线②代表 $\delta(HA^-)$
- B. H_2A 溶液的浓度为 $0.2000 \text{ mol} \cdot L^{-1}$
- C. HA^- 的电离常数 $K_a = 1.0 \times 10^{-2}$
- D. 滴定终点时, 溶液中 $c(Na^+) < 2c(A^{2-}) + c(HA^-)$

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 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. 行驶中的汽车如果发生剧烈碰撞, 车内的安全气囊会被弹出并瞬间充满气体。若碰撞后汽车的速度在很短时间内减小为零。关于安全气囊在此过程中的作用, 下列说法正确的是 ()

- A. 增加了司机单位面积的受力大小
- B. 减少了碰撞前后司机动量的变化量
- C. 将司机的动能全部转换成汽车的动能
- D. 延长了司机的受力时间并增大了司机的受力面积

15. 火星的质量约为地球质量的 $\frac{1}{10}$, 半径约为地球半径的 $\frac{1}{2}$, 测同一物体在火星表面与地球表面受到的引力的比值约为 ()

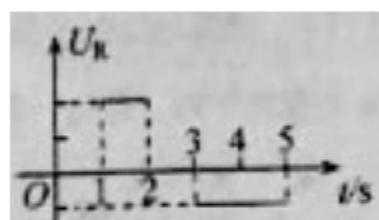
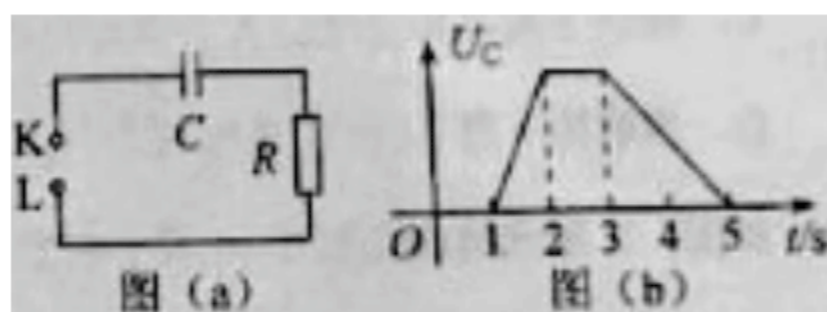
- A. 0.2
- B. 0.4
- C. 2.0
- D. 2.5

16. 如图, 一同学表演荡秋千。已知秋千的两根绳长均为 10 m, 该同学和秋千踏板的总质量约为 50 kg。绳的质量忽略不计。当该同学荡到秋千支架的正下方时, 速度大小为 8 m/s, 此时每根绳子平均承受的拉力约为 ()

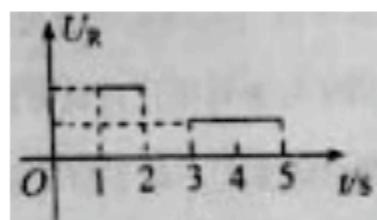
- A. 200 N
- B. 400 N
- C. 600 N
- D. 800 N



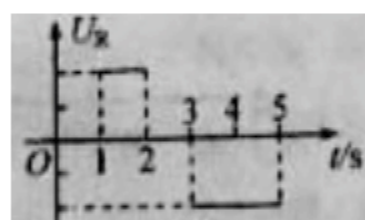
17. 图(a)所示的电路中, K 与 L 间接一智能电源, 用以控制电容器 C 两端的电压 U_C 。如果 U_C 随时间 t 的变化如图(b)所示, 则下列描述电阻 R 两端电压 U_R 随时间 t 变化的图像中, 正确的是



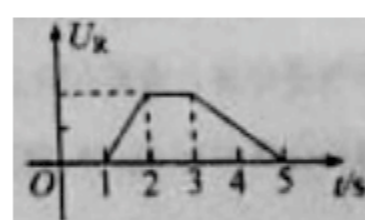
A



B

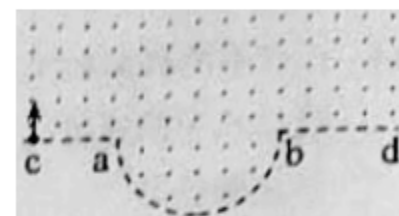


C



D

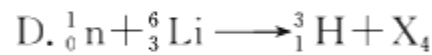
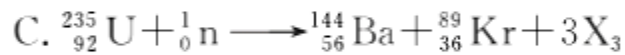
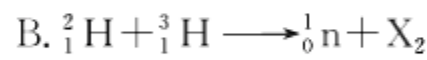
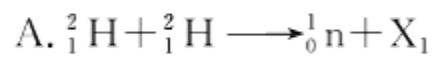
18. 一匀强磁场的磁感应强度大小为 B , 方向垂直于纸面向外, 其边界如图中虚线所示, $\widehat{ab}$ 为半圆, ac 、 bd 与直线 ab 共线, ac 间的距离等于半圆的半径。一质量为 m 、电荷量为 q ($q > 0$) 的粒子, 在纸面内从 c 点垂直于 ac 射入磁场, 这些粒子具有各种速率。不计粒子之间的相互作用。在磁场中运动时间最长的粒子, 其运动时间为 ()



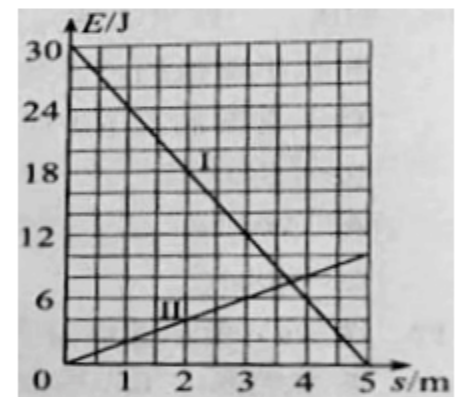
- A. $\frac{7\pi m}{6qB}$
- B. $\frac{5\pi m}{4qB}$
- C. $\frac{4\pi m}{3qB}$
- D. $\frac{3\pi m}{2qB}$



19. 下列核反应方程中, X_1 、 X_2 、 X_3 、 X_4 代表 α 粒子的有 ()



20. 一物块在高 3.0 m、长 5.0 m 的斜面顶端从静止开始沿斜面下滑, 其重力势能和动能随下滑距离 s 的变化如图中直线 I、II 所示, 重力加速度取 10 m/s^2 。则 ()



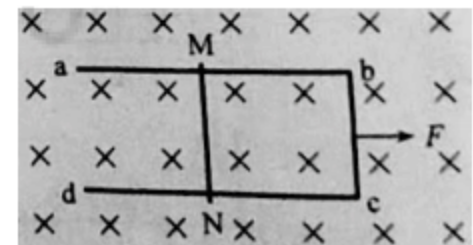
A. 物块下滑过程中机械能不守恒

B. 物块与斜面间的动摩擦因数为 0.5

C. 物块下滑时加速度的大小为 6.0 m/s^2

D. 当物块下滑 2.0 m 时机械能损失了 12 J

21. 如图, U 形光滑金属框 abcd 置于水平绝缘平台上, ab 和 dc 边平行, 和 bc 边垂直。ab、dc 足够长, 整个金属框电阻可忽略。一根具有一定电阻的导体棒 MN 置于金属框上, 用水平恒力 F 向右拉动金属框, 运动过程中, 装置始终处于竖直向下的匀强磁场中, MN 与金属框保持良好接触, 且与 bc 边保持平行。经过一段时间后 ()



A. 金属框的速度大小趋于恒定值

B. 金属框的加速度大小趋于恒定值

C. 导体棒所受安培力的大小趋于恒定值

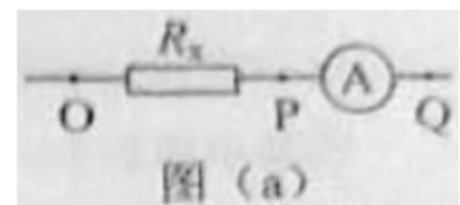
D. 导体棒到金属框 bc 边的距离趋于恒定值

三、非选择题: 共 174 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)

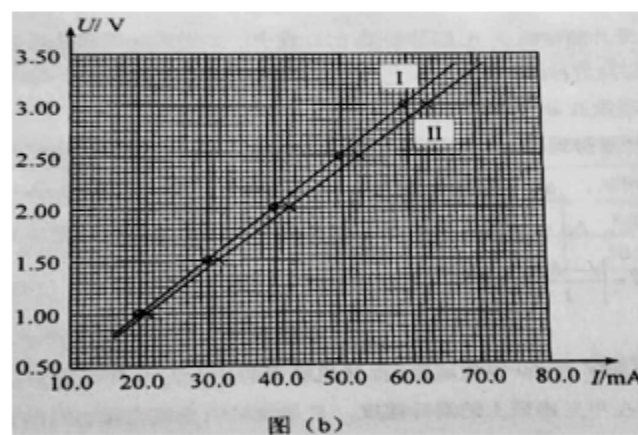
某同学用伏安法测一阻值为几十欧姆的电阻 R , 所用电压表的内阻为 $1 \text{ k}\Omega$, 电流表内阻为 0.5Ω , 该同学采用两种测量方案, 一种是将电压表跨接在图(a)所示电路的 O、P 两点之间, 另一种是跨接在 O、Q 两点之间。测量得到如图(b)所示的两条 $U-I$ 图线, 其中 U 与 I 分别为电压表和电流表的示数。



回答下列问题:

(1) 图(b)中标记为 II 的图线是采用电压表跨接在 _____ (填“O、P”或“O、Q”) 两点的方案测量得到的。

(2) 根据所用实验器材和图(b)可判断, 由图线 _____ (填“I”或“II”) 得到的结果更接近待测电阻的真实值, 结果为 _____ Ω (保留 1 位小数)。

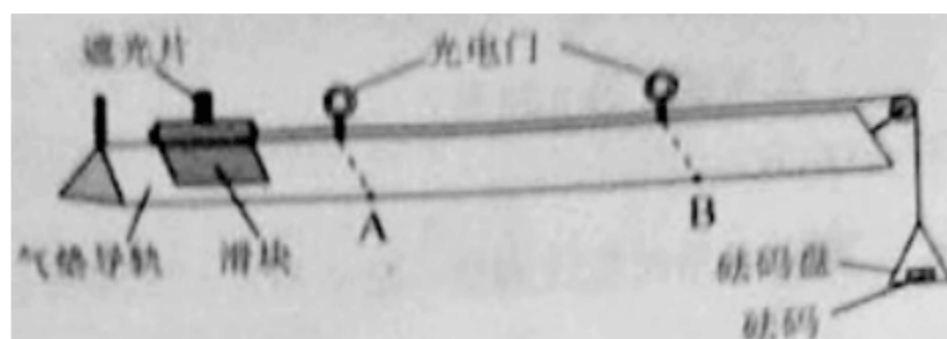


(3) 考虑到实验中电表内阻的影响, 需对(2)中得到的结果进行修正, 修正后待测电阻的阻值为 _____ Ω (保留 1 位小数)。



23. (9 分)

某同学用如图所示的实验装置验证动量定理。所用器材包括：气垫导轨、滑块(上方安装有宽度为 d 的遮光片)、两个与计算机相连接的光电门、砝码盘和砝码等。



实验步骤如下：

- (1) 开动气泵，调节气垫导轨，轻推滑块，当滑块上的遮光片经过两个光电门的遮光时间_____时，可认为气垫导轨水平；
- (2) 用天平测砝码与砝码盘的总质量 m_1 、滑块(含遮光片)的质量 m_2 ；
- (3) 用细线跨过轻质定滑轮将滑块与砝码盘连接，并让细线水平拉动滑块；
- (4) 令滑块在砝码和砝码盘的拉动下从左边开始运动，和计算机连接的光电门能测量出遮光片经过 A、B 两处的光电门的遮光时间 Δt_1 、 Δt_2 及遮光片从 A 运动到 B 所用的时间 t_{12} ；
- (5) 在遮光片随滑块从 A 运动到 B 的过程中，如果将砝码和砝码盘所受重力视为滑块所受拉力，拉力冲量的大小 $I = \underline{\hspace{2cm}}$ ，滑块动量改变量的大小 $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}}$ ；(用题中给出的物理量及重力加速度 g 表示)
- (6) 某次测量得到的一组数据为： $d = 1.000 \text{ cm}$ ， $m_1 = 1.50 \times 10^{-2} \text{ kg}$ ， $m_2 = 0.400 \text{ kg}$ ， $\Delta t_1 = 3.900 \times 10^{-2} \text{ s}$ ， $\Delta t_2 = 1.270 \times 10^{-2} \text{ s}$ ， $t_{12} = 1.50 \text{ s}$ ，取 $g = 9.80 \text{ m/s}^2$ 。计算可得 $I = \underline{\hspace{2cm}} \text{ N} \cdot \text{s}$ ， $\Delta p = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ ；(结果均保留 3 位有效数字)

(7) 定义 $\delta = \left| \frac{I - \Delta p}{I} \right| \times 100\%$ ，本次实验 $\delta = \underline{\hspace{2cm}}\%$ (保留 1 位有效数字)。

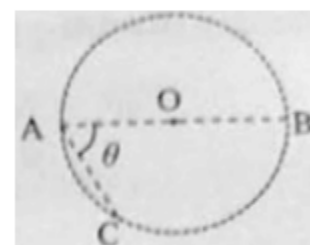
24. (12 分)

我国自主研制了运-20 重型运输机。飞机获得的升力大小 F 可用 $F = kv^2$ 描写， k 为系数； v 是飞机在平直跑道上的滑行速度， F 与飞机所需承受重力相等时的 v 称为飞机的起飞离地速度。已知飞机质量为 $1.21 \times 10^5 \text{ kg}$ 时，起飞离地速度为 66 m/s ；装载货物后质量为 $1.69 \times 10^5 \text{ kg}$ ，装载货物前后起飞离地时的 k 值可视为不变。

- (1) 求飞机装载货物后的起飞离地速度；
- (2) 若该飞机装载货物后，从静止开始匀加速滑行 1521 m 起飞离地，求飞机在滑行过程中加速度的大小和时间。

25. (20 分)

在一柱形区域内又匀强电场，柱的横截面是以 O 为圆心，半径为 R 的圆，AB 为圆的直径，如图所示。质量为 m ，电荷量为 q ($q > 0$) 的带点粒子在纸面内自 A 点先后以不同的速度进入电场，速度方向与电场的方向垂直。已知刚进入电场时速度为零的粒子、自圆周上的 C 点以速率 v_0 穿出电场，AC 与 AB 的夹角 $\theta = 60^\circ$ 。运动中粒子仅受电场力作用。

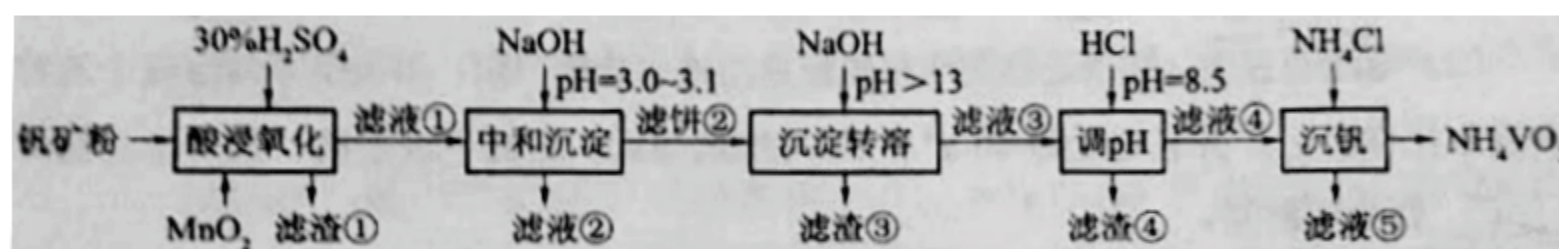


- (1) 求电场强度的大小；
- (2) 为使粒子穿过电场后的动能增量最大，该粒子进入电场时的速度为多大？
- (3) 为使粒子穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0 ，该粒子进入电场时的速度应为多大？



26. (14 分)

钒具有广泛用途。黏土钒矿中，钒以 +3、+4、+5 价的化合物存在，还包括钾、镁的铝硅酸盐，以及 SiO_2 、 Fe_3O_4 。采用以下工艺流程可由黏土钒矿制备 NH_4VO_3 。



该工艺条件下，溶液中金属离子开始沉淀和完全沉淀的 pH 如下表所示：

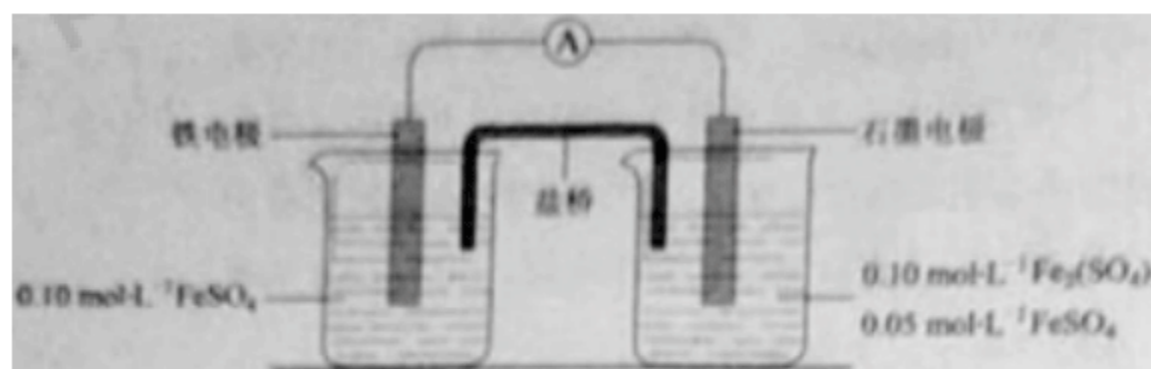
金属离子	Fe^{3+}	Fe^{2+}	Al^{3+}	Mn^{2+}
开始沉淀 pH	1.9	7.0	3.0	8.1
完全沉淀 pH	3.2	9.0	4.7	10.1

回答下列问题：

- (1)“酸浸氧化”需要加热，其原因是_____。
- (2)“酸浸氧化”中， VO^+ 和 VO^{2+} 被氧化成 VO_2^+ ，同时还有_____离子被氧化。写出 VO^+ 转化为 VO_2^+ 反应的离子方程式_____。
- (3)“中和沉淀”中，钒水解并沉淀为 $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ，随滤液②可除去金属离子 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、_____，以及部分的_____。
- (4)“沉淀转溶”中， $\text{V}_2\text{O}_5 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ 转化为钒酸盐溶解。滤渣③的主要成分是_____。
- (5)“调 pH”中有沉淀生成，生成沉淀反应的化学方程式是_____。
- (6)“沉钒”中析出 NH_4VO_3 晶体时，需要加入过量 NH_4Cl ，其原因是_____。

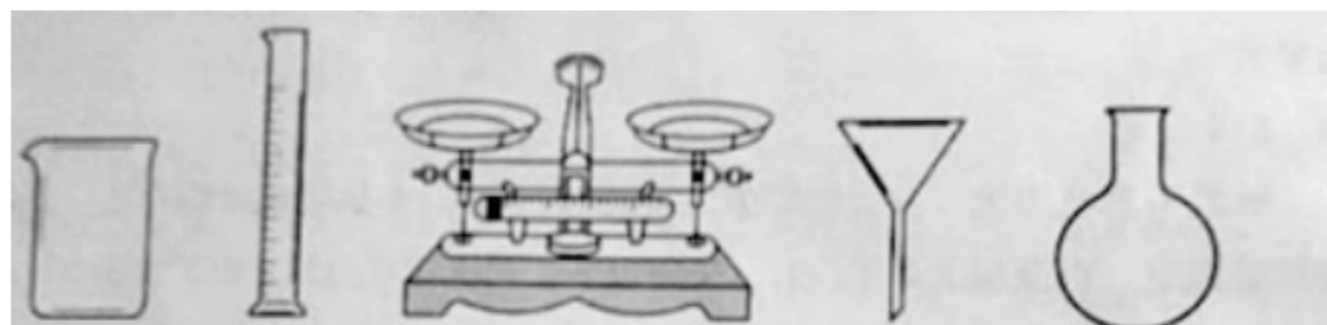
27. (15 分)

为验证不同化合价铁的氧化还原能力，利用下列电池装置进行实验。



回答下列问题：

- (1)由 $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 固体配制 $0.10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{FeSO}_4$ 溶液，需要的仪器有药匙、玻璃棒、_____（从下列图中选择，写出名称）。



- (2)电池装置中，盐桥连接两电极电解质溶液。盐桥中阴、阳离子不与溶液中的物质发生化学反应，并且电迁移率(u^∞)应尽可能地相近。根据下表数据，盐桥中应选择_____作为电解质。



阳离子	$u^{\infty} \times 10^8 / (\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1})$	阴离子	$u^{\infty} \times 10^8 / (\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1})$
Li^+	4.07	HCO_3^-	4.61
Na^+	5.19	NO_3^-	7.40
Ca^{2+}	6.59	Cl^-	7.91
K^+	7.62	SO_4^{2-}	8.27

(3) 电流表显示电子由铁电极流向石墨电极。可知,盐桥中的阳离子进入_____电极溶液中。

(4) 电池反应一段时间后,测得铁电极溶液中 $c(\text{Fe}^{2+})$ 增加了 $0.02 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。石墨电极上未见 Fe 析出。可知,石墨电极溶液中 $c(\text{Fe}^{2+}) =$ _____。

(5) 根据(3)、(4)实验结果,可知石墨电极的电极反应式为_____,铁电极的电极反应式为_____。因此,验证了 Fe^{2+} 氧化性小于_____,还原性小于_____。

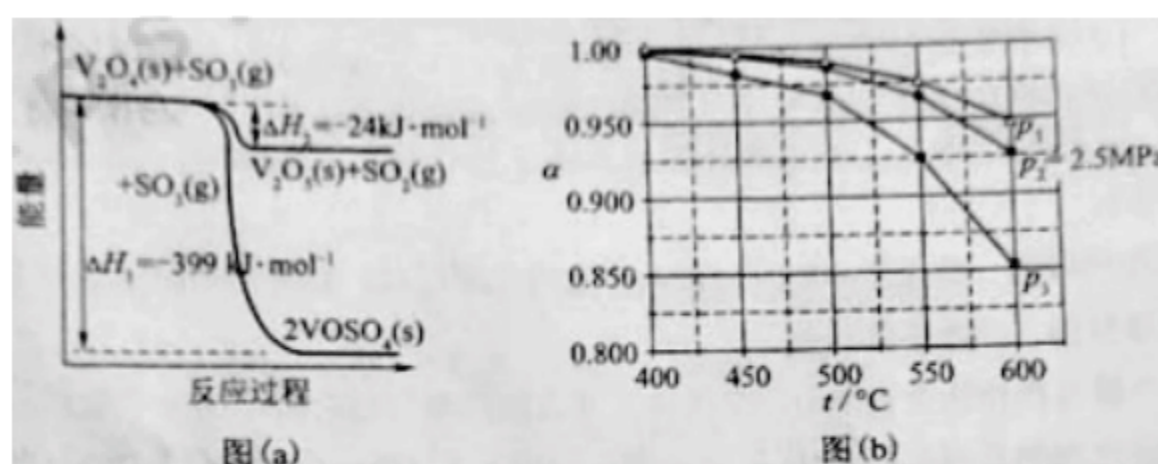
(6) 实验前需要对铁电极表面活化,在 FeSO_4 溶液中加入几滴 $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 溶液,将铁电极浸泡一段时间,铁电极表面被刻蚀活化。检验活化反应完成的方法是_____。

28. (14 分)

硫酸是一种重要的基本化工产品,接触法制硫酸生产中的关键工序是 SO_2 的催化氧化: $\text{SO}_2(\text{g}) + \frac{1}{2} \text{O}_2(\text{g})$

$\xrightarrow{\text{钒催化剂}} \text{SO}_3(\text{g}) \quad \Delta H = -98 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$, 回答下列问题:

(1) 钒催化剂参与反应的能量变化如图(a)所示, $\text{V}_2\text{O}_5(\text{s})$ 与 $\text{SO}_2(\text{g})$ 反应生成 $\text{VOSO}_4(\text{s})$ 和 $\text{V}_2\text{O}_4(\text{s})$ 的热化学方程式为:_____。

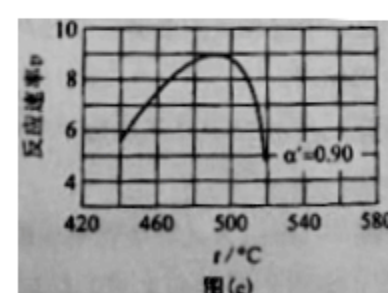


(2) 当 $\text{SO}_2(\text{g})$ 、 $\text{O}_2(\text{g})$ 和 $\text{N}_2(\text{g})$ 起始的物质的量分数分别为 7.5%、10.5% 和 82% 时,在 0.5 MPa、2.5 MPa 和 5.0 MPa 压强下, SO_2 平衡转化率 α 随温度的变化如图(b)所示。反应在 5.0 MPa、550 °C 时的 $\alpha =$ _____, 判断的依据是_____。影响 α 的因素有_____。

(3) 将组成(物质的量分数)为 $2m\%$ $\text{SO}_2(\text{g})$ 、 $m\%$ $\text{O}_2(\text{g})$ 和 $q\%$ $\text{N}_2(\text{g})$ 的气体通入反应器,在温度 t 、压强 p 条件下进行反应。平衡时,若 SO_2 转化率为 α ,则 SO_3 压强为_____,平衡常数 $K_p =$ _____ (以分压表示,分压 = 总压 $\times$ 物质的量分数)。

(4) 研究表明, SO_2 催化氧化的反应速率方程为: $v = k \left(\frac{\alpha}{\alpha'} - 1 \right)^{0.8} (1 - n\alpha')$

式中: k 为反应速率常数,随温度 t 升高而增大; α 为 SO_2 平衡转化率, α' 为某时刻 SO_2 转化率, n 为常数。在 $\alpha' = 0.90$ 时,将一系列温度下的 k 、 α 值代入上述速率方程,得到 $v \sim t$ 曲线,如图(c)所示。





曲线上 v 最大值所对应温度称为该 α' 下反应的最适宜温度 t_m 。 $t < t_m$ 时, v 逐渐提高; $t > t_m$ 后, v 逐渐下降。原因是_____。

29. (10 分)

真核细胞的膜结构具有重要功能。请参照表中内容完成下表。

结构名称	突触	高尔基体	(1) _____	叶绿体的类囊体膜
功能	(2) _____	(3) _____	控制物质进出细胞	作为能量转换的场所
膜的主要成分	(4) _____			
功能举例	在缩手反射中参与兴奋在神经元之间的传递	参与豚鼠胰腺腺泡细胞分泌蛋白的形成过程	参与 K^+ 从土壤进入植物根细胞的过程	(5) _____

30. (10 分)

农业生产中的一些栽培措施可以影响作物的生理活动,促进作物的生长发育,达到增加产量等目的。回答下列问题:

(1)中耕是指作物生长期中,在植株之间去除杂草并进行松土的一项栽培措施,该栽培措施对作物的作用有_____ (答出 2 点即可)。

(2)农田施肥的同时,往往需要适当浇水,此时浇水的原因是_____ (答出 1 点即可)。

(3)农业生产常采用间作(同一生长期中,在同一块农田上间隔种植两种作物)的方法提高农田的光能利用率。现有 4 种作物,在正常条件下生长能达到的株高和光饱和点(光合速率达到最大时所需的光照强度)见下表。从提高光能利用率的角度考虑,最适合进行间作的两种作物是_____,选择这两种作物的理由是_____。

作物	A	B	C	D
株高/cm	170	65	59	165
光饱和点/ $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$	1 200	1 180	560	623

31. (10 分)

某研究人员用药物 W 进行了如下实验:给甲组大鼠注射药物 W,乙组大鼠注射等量生理盐水,饲养一段时间后,测定两组大鼠的相关生理指标。实验结果表明:乙组大鼠无显著变化;与乙组大鼠相比,甲组大鼠的血糖浓度升高,尿中葡萄糖含量增加,进食量增加,体重下降。回答下列问题:

(1)由上述实验结果可推测,药物 W 破坏了胰腺中的_____细胞,使细胞失去功能,从而导致血糖浓度升高。

(2)由上述实验结果还可推测,甲组大鼠肾小管液中的葡萄糖含量增加,导致肾小管液的渗透压比正常时的_____,从而使该组大鼠的排尿量_____。

(3)实验中测量到甲组大鼠体重下降,推测体重下降的原因是_____。

(4)若上述推测都成立,那么该实验的研究意义是_____ (答出 1 点即可)。

32. (9 分)

遗传学理论可用于指导农业生产实践。回答下列问题:

(1)生物体进行有性生殖形成配子的过程中,在不发生染色体结构变异的情况下,产生基因重新组合的途径有



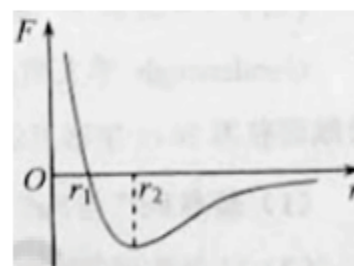
两条,分别是_____。

(2)在诱变育种过程中,通过诱变获得的新性状一般不能稳定遗传,原因是_____。若要使诱变获得的性状能够稳定遗传,需要采取的措施是_____。

(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. [物理—选修 3-3](15 分)

(1)(5 分)分子间作用力 F 与分子间距 r 的关系如图所示, $r=r_1$ 时, $F=0$ 。分子间势能由 r 决定,规定两分子相距无穷远时分子间的势能为零。若一分子固定于原点 O ,另一分子从距 O 点很远处向 O 点运动,在分子间距减小到 r_2 过程中,势能_____ (填“减小”“不变”或“增大”);在间距由 r_2 减小到 r_1 的过程中,势能_____ (填“减小”“不变”或“增大”);在间距等于 r_1 处,势能_____ (填“大于”“等于”或“小于”)零。



(2)(10 分)甲、乙两个储气罐储存有同种气体(可视为理想气体)。甲罐的容积为 V ,罐中气体的压强为 p ;乙罐容积为 $2V$,罐中的压强为 $\frac{1}{2}p$ 。现通过连接两罐的细管把甲罐中的部分气体调配到乙罐中去,两罐中气体温度相同且调配过程中保持不变,调配后两罐中气体的压强相等。求调配后

(i)两罐中气体的压强;

(ii)甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量比。

34. [物理—选修 3-4](15 分)

(1)(5 分)在下列现象中,可以用多普勒效应解释的有_____。(填正确答案标号。选对 1 个的 2 分,选对 2 个得 4 分,选对 3 个得 5 分;每选错一个扣 3 分,最低得分为 0 分)

A. 雷雨天看到闪电后,稍过一会儿才能听到雷声

B. 超声波被血管中的血流反射后,探测器接收到的超声波频率发生变化

C. 观察者听到远去的列车发出的汽笛声,音调会变低

D. 同一声源发出的声波,在空气和水中传播的速度不同

E. 天文学上观察到双星(相距较近、均绕它们的连线上某点做圆周运动的两颗恒星)光谱随时间的周期性变化

(2)(10 分)一振动片以频率 f 做简谐振动时,固定在振动片上的两根细杆同步周期性地触动在水面上 a 、 b 两点,两波源发出的波在水面上形成稳定的干涉图样。 c 是水面上一点, a 、 b 、 c 间的距离均为 l ,如图所示。已知

除 c 点外,在 ac 连线上还有其他振幅极大的点,其中距 c 最近的点到 c 的距离为 $\frac{3}{8}l$ 。求:

(i)波的波长;

(ii)波的传播速度。

35. [化学——选修 3:物质结构与性质](15 分)

Goodenough 等人因在锂离子电池及钴酸锂、磷酸铁锂等正极材料研究方面的卓越贡献而获得 2019 年诺贝尔化学奖。回答下列问题:

(1)基态 Fe^{2+} 与 Fe^{3+} 离子中未成对的电子数之比为_____。

(2)Li 及其周期表中相邻元素的第一电离能(I_1)如表所示。

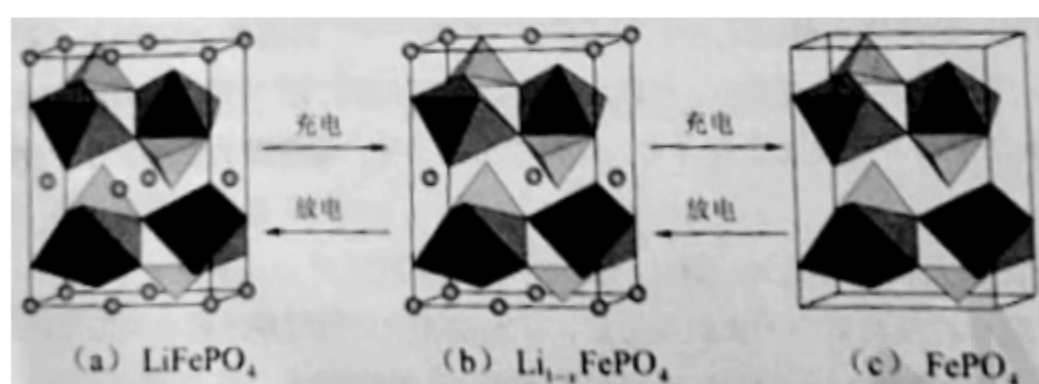
I_1 (kJ · mol ⁻¹)		
Li 520	Be 900	B 801
Na 496	Mg 738	Al 578



$I_1(\text{Li}) > I_1(\text{Na})$, 原因是_____。 $I_1(\text{Be}) > I_1(\text{B}) > I_1(\text{Li})$, 原因是_____。

(3) 磷酸根离子的空间构型为_____, 其中 P 的价层电子对数为_____, 杂化轨道类型为_____。

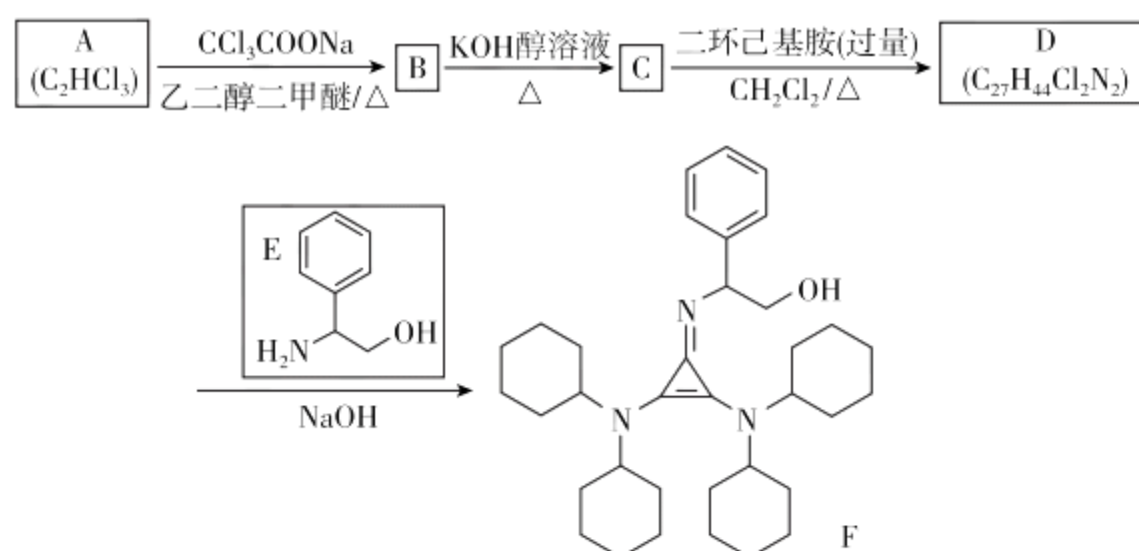
(4) LiFePO_4 的晶胞结构示意图如(a)所示。其中 O 围绕 Fe 和 P 分别形成正八面体和正四面体, 它们通过共顶点、共棱形成空间链结构。每个晶胞中含有 LiFePO_4 的单元数有_____个。



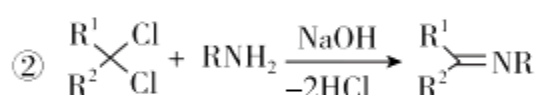
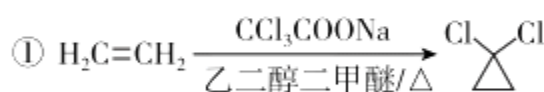
电池充电时, LiFePO_4 脱出部分 Li^+ , 形成 $\text{Li}_{1-x}\text{FePO}_4$, 结构示意图如(b)所示, 则 $x = \underline{\hspace{2cm}}$, $n(\text{Fe}^{2+}) : n(\text{Fe}^{3+}) = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

36. [化学——选修 5: 有机化学基础] (15 分)

有机碱, 例如二甲基胺($\text{N}(\text{CH}_3)_2$)、苯胺($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$)、吡啶($\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$)等, 在有机合成中应用很普遍, 目前“有机超强碱”的研究越来越受到关注。以下为有机超强碱 F 的合成路线:



已知如下信息:



③ 苯胺与甲基吡啶互为芳香同分异构体
回答下列问题:

(1) A 的化学名称为_____。

(2) 由 B 生成 C 的化学方程式为_____。

(3) C 中所含官能团的名称为_____。

(4) 由 C 生成 D 的反应类型为_____。

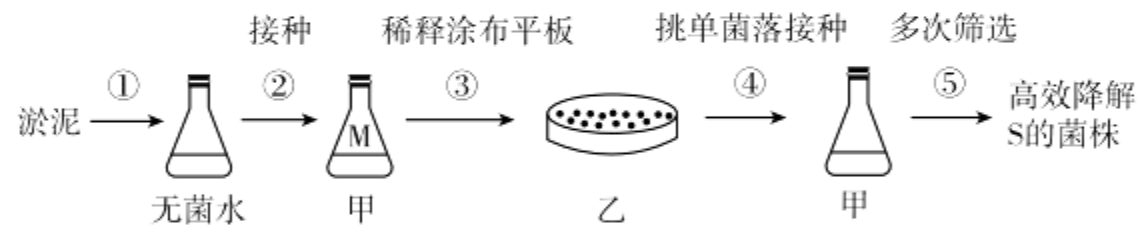
(5) D 的结构简式为_____。

(6) E 的六元环芳香同分异构体中, 能与金属钠反应, 且核磁共振氢谱有四组峰, 峰面积之比为 6 : 2 : 2 : 1 的有_____种, 其中, 芳香环上为二取代的结构简式为_____。



37. [生物一选修1:生物技术实践](15分)

某种物质 S(一种含有 C、H、N 的有机物)难以降解,会对环境造成污染,只有某些细菌能降解 S。研究人员按照下图所示流程从淤泥中分离得到能高效降解 S 的细菌菌株。实验过程中需要甲、乙两种培养基,甲的组分为无机盐、水和 S,乙的组分为无机盐、水、S 和 Y。

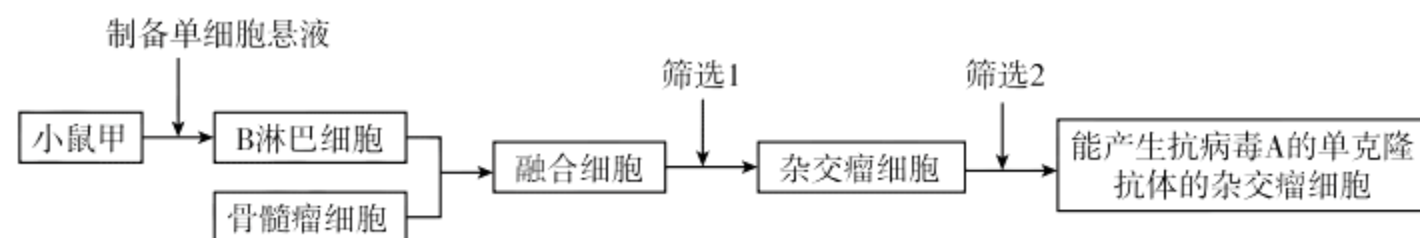


回答下列问题:

- 实验时,盛有水或培养基的摇瓶通常采用_____的方法进行灭菌。乙培养基中的 Y 物质是_____。甲、乙培养基均属于_____培养基。
- 实验中初步估测摇瓶 M 中细菌细胞数为 2×10^7 个/mL,若要在每个平板上涂布 $100 \mu\text{L}$ 稀释后的菌液,且保证每个平板上长出的菌落数不超过 200 个,则至少应将摇瓶 M 中的菌液稀释_____倍。
- 在步骤⑤的筛选过程中,发现当培养基中的 S 超过某一浓度时,某菌株对 S 的降解量反而下降,其原因可能是_____ (答出 1 点即可)。
- 若要测定淤泥中能降解 S 的细菌细胞数,请写出主要实验步骤:_____。
- 上述实验中,甲、乙两种培养基所含有的组分虽然不同,但都能为细菌的生长提供 4 类营养物质,即_____。

38. [生物一选修3:现代生物科技专题](15分)

为研制抗病毒 A 的单克隆抗体,某同学以小鼠甲为实验材料设计了以下实验流程。



回答下列问题:

- 上述实验前必须给小鼠甲注射病毒 A,该处理的目的是_____。
- 写出以小鼠甲的脾脏为材料制备单细胞悬液的主要实验步骤:_____。
- 为了得到能产生抗病毒 A 的单克隆抗体的杂交瘤细胞,需要进行筛选。图中筛选 1 所采用的培养基属于_____,使用该培养基进行细胞培养的结果是_____。图中筛选 2 含多次筛选,筛选所依据的基本原理是_____。
- 若要使能产生抗病毒 A 的单克隆抗体的杂交瘤细胞大量增殖,可采用的方法有_____ (答出 2 点即可)。



2020 年普通高等学校招生全国统一考试 理科综合能力测试试题参考答案

一、选择题

1. B 2. D 3. D 4. A 5. C 6. A 7. D 8. B 9. A 10. C 11. B 12. D 13. C

二、选择题

14. B 15. B 16. D 17. A 18. C 19. BD 20. AB 21. BC

三、非选择题

(一)必考题

22. (1) O、P (2) 1 50.5 (3) 50.0

23. (1) 大约相等 (5) $m_1 g t_{12} - m_2 \left(\frac{d}{\Delta t_2} - \frac{d}{\Delta t_1} \right)$ (6) 0.221 0.212 (7) 4

24. (1) 设飞机装载货物前质量为 m_1 , 起飞离地速度为 v_1 ; 装载货物后质量为 m_2 , 起飞离地速度为 v_2 , 重力加速度大小为 g 。飞机起飞离地应满足条件

$$m_1 g = k v_1^2 \quad ①$$

$$m_2 g = k v_2^2 \quad ②$$

由①②式及题给条件得 $v_2 = 78 \text{ m/s}$ ③

(2) 设飞机滑行距离为 s , 滑行过程中加速度大小为 a , 所用时间为 t 。由匀变速直线运动公式有

$$v_2^2 = 2as \quad ④$$

$$v_2 = at \quad ⑤$$

联立③④⑤式及题给条件得

$$a = 2.0 \text{ m/s}^2 \quad ⑥$$

$$t = 39 \text{ s} \quad ⑦$$

25. (1) 粒子初速度为零, 由 C 点射出电场, 故电场方向与 AC 平行, 由 A 指向 C。由几何关系和电场强度的定义知

$$AC = R \quad ①$$

$$F = qE \quad ②$$

由动能定理有 $F \cdot AC = \frac{1}{2} m v_0^2$ ③

联立①②③式得 $E = \frac{m v_0^2}{2qR}$ ④

(2) 如图, 由几何关系知 $AC \perp BC$, 故电场中的等势线与 BC 平行。作与 BC 平行的直线与圆相切于 D 点, 与 AC 的延长线交于 P 点, 则自 D 点从圆周上穿出的粒子的动能增量最大。由几何关系知

$$\angle PAD = 30^\circ, AP = \frac{3}{2} R, DP = \frac{\sqrt{3}}{2} R \quad ⑤$$

设粒子以速度 v_1 进入电场时动能增量最大, 在电场中运动的时间为 t_1 。粒子在 AC 方向做加速度为 a 的匀加速运动, 运动的距离等于 AP; 在垂直于 AC 的方向上做匀速运动, 运动的距离等于 DP。由牛顿第二定律和运动学公式有

$$F = ma \quad ⑥$$

$$AP = \frac{1}{2} a t_1^2 \quad ⑦$$



$$DP = v_1 t_1 \quad ⑧$$

联立②④⑤⑥⑦⑧式得
$$v_1 = \frac{\sqrt{2}}{4} v_0 \quad ⑨$$

(3) 设粒子以速度 v 进入电场时, 在电场中运动的时间为 t 。以 A 为原点, 粒子进入电场的方向为 x 轴正方向, 电场方向为 y 轴正方向建立直角坐标系。由运动学公式有

$$y = \frac{1}{2} a t^2 \quad ⑩$$

$$x = vt \quad ⑪$$

粒子离开电场的位置在圆周上, 有

$$\left(x - \frac{\sqrt{3}}{2} R\right)^2 - \left(y - \frac{1}{2} R\right)^2 = R^2 \quad ⑫$$

粒子在电场中运动时, 其 x 方向的动量不变, y 方向的初动量为零。设穿过电场前后动量变化量的大小为 mv_0 的粒子, 离开电场时其 y 方向的速度分量为 v_2 , 由题给条件及运动学公式有

$$mv_2 = mv_0 = mat \quad ⑬$$

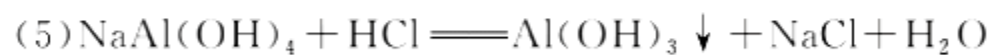
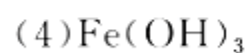
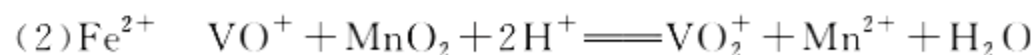
联立②④⑥⑩⑪⑫⑬式得

$$v = 0 \quad ⑭$$

和
$$v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0 \quad ⑮$$

另解: 由题意知, 初速为 0 时, 动量增量的大小为 mv_0 , 此即问题的一个解。自 A 点以不同的速率垂直于电场方向射入电场的粒子, 沿 y 方向位移相等时, 所用时间相同。因此, 不同粒子运动到线段 CB 上时, 动量变化都相同, 自 B 点射出电场的粒子, 其动量变化也为 mv_0 , 由几何关系及运动学规律可得, 此时入射速率 $v = \frac{\sqrt{3}}{2} v_0$ 。

26. (1) 加快酸浸和氧化反应速率(促进氧化完全)



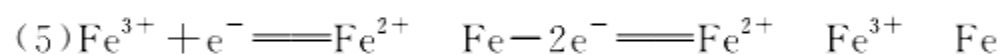
(6) 利用同离子效应, 促进 NH_4VO_3 尽可能析出完全

27. (1) 烧杯、量筒、托盘天平

(2) KCl

(3) 石墨

(4) $0.09 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$



(6) 取少量溶液, 滴入 KSCN 溶液, 不出现血红色

28. (1) $2\text{V}_2\text{O}_5(\text{s}) + 2\text{SO}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{VOSO}_4(\text{s}) + \text{V}_2\text{O}_4(\text{s}) \quad \Delta H = -351 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$

(2) 0.975 该反应气体分子数减少, 增大压强, α 提高。 $5.0 \text{ MPa} > 2.5 \text{ MPa} = p_2$, 所以 $p_1 = 5.0 \text{ MPa}$ 温度、压强和反应物的起始浓度(组成)

$$(3) \frac{2m\alpha}{100-m\alpha} p \quad \frac{\alpha}{(1-\alpha)^{1.5} \left(\frac{m}{100-m\alpha} p \right)^{0.5}}$$

(4) 升高温度, k 增大使 v 逐渐提高, 但 α 降低使 v 逐渐下降。 $t < t_m$ 时, k 增大对 v 的提高大于 α 引起的降低;



$t > t_m$ 后, k 增大对 v 的提高小于 α 引起的降低

29. (1) 细胞膜

(2) 参与信息传递

(3) 对蛋白质进行加工修饰

(4) 脂质和蛋白质

(5) 叶肉细胞进行光合作用时, 光能转化为化学能的过程发生在类囊体膜上

30. (1) 减少杂草对水分、矿质元素和光的竞争; 增加土壤氧气含量, 促进根系的呼吸作用

(2) 肥料中的矿质元素只有溶解在水中才能被作物根系吸收

(3) A 和 C 作物 A 光饱和点高且长得高, 可利用上层光照进行光合作用; 作物 C 光饱和点低且长得矮, 与作物 A 间作后, 能利用下层的弱光进行光合作用

31. (1) 胰岛 B

(2) 高 增加

(3) 甲组大鼠胰岛素缺乏, 使机体不能充分利用葡萄糖来获得能量, 导致机体脂肪和蛋白质的分解增加

(4) 获得了因胰岛素缺乏而患糖尿病的动物, 这种动物可以作为实验材料用于研发治疗这类糖尿病的药物

32. (1) 在减数分裂过程中, 随着非同源染色体的自由组合, 非等位基因自由组合; 同源染色体上的等位基因随着非姐妹染色单体的交换而发生交换, 导致染色单体上的基因重组

(2) 控制新性状的基因是杂合的 通过自交筛选性状能稳定遗传的子代

(二) 选考题

33. [物理——选修 3-3]

(1) 减小 减小 小于

(2) (i) 假设乙罐中的气体被压缩到压强为 p , 其体积为 V_1 , 由玻意耳定律有

$$\frac{1}{2}p(2V) = pV_1 \quad ①$$

现两罐气体压强均为 p , 总体积为 $(V+V_1)$ 。设调配后两罐中气体压强为 p' , 由玻意耳定律有

$$p(V+V_1) = p'(V+2V) \quad ②$$

$$\text{联立①②式可得} \quad p' = \frac{2}{3}p \quad ③$$

(ii) 若调配后甲罐中的气体再被压缩到原来的压强 p 时, 体积为 V_2 , 由玻意耳定律

$$p'V = pV_2 \quad ④$$

调配后甲罐中气体的质量与甲罐中原有气体的质量之比为 k , 由密度的定义有

$$k = \frac{V_2}{V} \quad ⑤$$

$$\text{联立③④⑤式可得} \quad k = \frac{2}{3} \quad ⑥$$

34. [物理——选修 3-4]

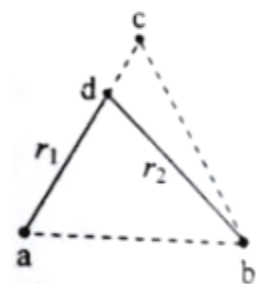
(1) BCE

(2) (i) 如图, 设距 c 点最近的振幅极大的点为 d 点, a 与 d 的距离为 r_1 , b 与 d 的距离为 r_2 , d 与 c 的距离为 s , 波长为 λ 。则

$$r_2 - r_1 = \lambda \quad ①$$

由几何关系有

$$r_1 = l - s \quad ②$$





$$r_2^2 = (r_1 \sin 60^\circ)^2 + (l - r_1 \cos 60^\circ)^2 \quad ③$$

联立①②③式并代入题给数据得

$$\lambda = \frac{1}{4}l \quad ④$$

(ii) 波的频率为 f , 设波的传播速度为 v , 有

$$v = f\lambda \quad ⑤$$

联立④⑤式得

$$v = \frac{fl}{4} \quad ⑥$$

35. [化学—选修 3: 物质结构与性质]

(1) $\frac{4}{5}$

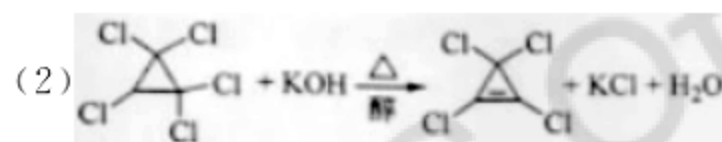
(2) Na 与 Li 同族, Na 电子层数多, 原子半径大, 易失电子

Li、Be、B 同周期, 核电荷数依次增加。Be 为 $1s^2 2s^2$ 全满稳定结构, 第一电离能最大, 与 Li 相比, B 核电荷数大, 原子半径小, 较难失去电子, 第一电离能较大。

(3) 正四面体 4 sp^3 (4) 4 $\frac{3}{16}$ 13 : 3

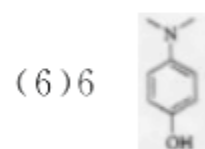
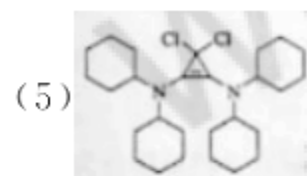
36. [化学—选修 5: 有机化学基础]

(1) 三氯乙烯



(3) 碳碳双键、氯原子

(4) 取代反应



37. [生物——选修 1: 生物技术实践]

(1) 高压蒸汽灭菌 琼脂 选择

(2) 10^4

(3) S 的浓度超过某一值时会抑制菌株的生长

(4) 取淤泥加入无菌水中, 涂布(或稀释涂布)到乙培养基上, 培养后计数

(5) 水、碳源、氮源和无机盐

38. [生物——选修 3: 现代生物科技专题]

(1) 诱导小鼠甲产生能够分泌抗病毒 A 抗体的 B 淋巴细胞

(2) 取小鼠甲脾脏剪碎, 用胰蛋白酶处理使其分散成单个细胞, 加入培养液制成单细胞悬液

(3) 选择培养基 只有杂交瘤细胞能够生存 抗原与抗体的反应具有特异性

(4) 将杂交瘤细胞注射到小鼠腹腔内增殖; 将杂交瘤细胞在体外培养