

理科综合

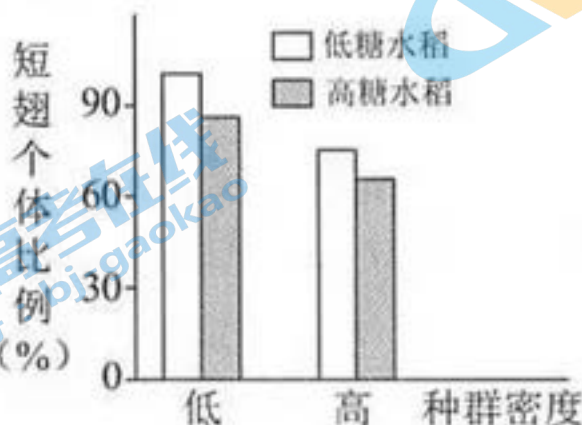
2019.4

本试卷共 17 页，共 300 分。考试时长 150 分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分 (选择题共 120 分)

本部分共 20 小题，每小题 6 分，共 120 分。在每小题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

- 细胞膜的功能与膜蛋白密切相关，下列不属于膜蛋白功能的是
A. 细胞识别 B. 组成染色体
C. 催化化学反应 D. 控制物质进出细胞
- 科学家将编辑基因的分子工具构建到靶向侵染心肌细胞的病毒中，通过尾部静脉注射到成年小鼠体内，成功编辑线粒体 DNA。该研究让耳聋、癫痫、肌无力等线粒体遗传病迎来治愈的希望。下列说法错误的是
A. 线粒体基因的遗传遵循分离定律和自由组合定律
B. 线粒体 DNA 的突变可能会导致能量代谢障碍
C. 侵染心肌细胞的病毒在该研究中作为载体起作用
D. 该项研究中雌性小鼠后代心脏功能仍然未能改善
- 科学家设想，如果能在糖尿病患者体内植入正常分泌胰岛素的细胞，患者可以免去每天注射胰岛素的麻烦。科学家将细胞封闭在藻酸盐凝胶（褐藻细胞壁提取物）保护膜中，制成“胶囊”植入患者体内，患者血糖浓度恢复正常。下列说法错误的是
A. 直接移植外源细胞会引起免疫排斥 B. 包在保护膜中的应为胰岛 B (β) 细胞
C. 内环境的营养物质应能透过保护膜 D. 该保护膜的结构应为磷脂双分子层
- 下列关于生物实验材料的叙述错误的是
A. 大蒜根尖可用于观察细胞有丝分裂 B. 鸡血细胞可用于 DNA 粗提取
C. 醋酸杆菌可用于泡菜的制作 D. 酵母菌可用于研究细胞呼吸方式
- 稻飞虱以刺吸水稻的汁液为生，成虫有短翅型和长翅型两种，长翅利于稻飞虱在水稻发育晚期迁移到适宜生存的环境。研究人员在含糖量不同的封闭环境中饲养稻飞虱若虫（幼虫），探究种群密度对成虫翅形比例的影响，结果如下图。下列说法错误的是



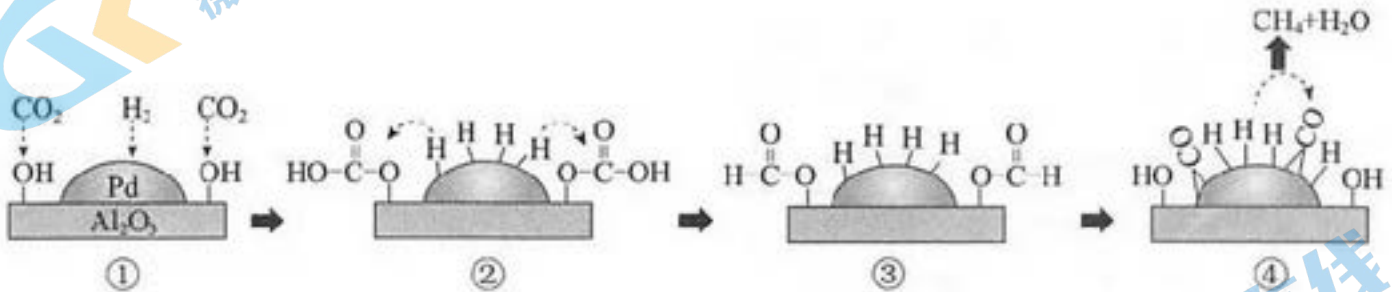
- 水稻和稻飞虱共同组成生物群落
B. 稻飞虱属于生态系统中的消费者
C. 稻飞虱种群在高糖、高密度情况下迁移能力提高
D. 水稻与稻飞虱在相互选择中共同（协同）进化
- 2019 年政府工作报告提出要持续开展大气污染的治理攻坚。下列不属于大气污染防治措施的是

			
A. 向酸性土壤中加入熟石灰	B. 汽车尾气净化减排	C. 工业尾气回收处理	D. 用清洁能源替代化石燃料

7. 下列说法不涉及氧化还原反应的是

- A. 雷雨肥庄稼——自然固氮
- B. 从沙滩到用户——由二氧化硅制晶体硅
- C. 千千年，湿万年，不干不湿就半年——青铜器、铁器的保存
- D. 灰肥相混损肥分——灰中含有碳酸钾，肥中含有铵盐

8. Pd/Al₂O₃ 催化 H₂ 还原 CO₂ 的机理示意图如下。下列说法不正确的是



- A. H-H 的断裂需要吸收能量
- B. ①-②, CO₂ 发生加成反应
- C. ④中, CO 被氧化为 CH₄
- D. 生成 CH₄ 的总反应方程式是 $CO_2 + 4H_2 \xrightarrow{Pd/Al_2O_3} CH_4 + 2H_2O$

9. 有机物 AB₂、AB₄、AB₈ 均可形成枝状高分子 AB_m。下列说法不正确的是


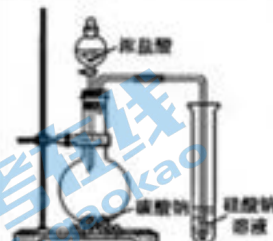
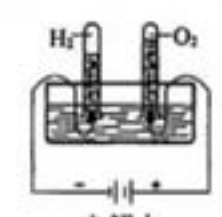


- A. AB₂ 分子中有 4 种不同化学环境的氢原子
- B. AB₄ 既能与强酸反应也能与强碱反应
- C. AB₂ 生成 AB_m 是缩聚反应



10. 下列实验结果不能作为相应定律或原理的证据之一的是

(阿伏加德罗定律：在同温同压下，相同体积的任何气体含有相同数目的分子)

	A	B	C	D
	勒夏特列原理	元素周期律	盖斯定律	阿伏加德罗定律
实验方案			$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \xrightarrow{\Delta H} H_2O(g)$ $\Delta H_1 \searrow \quad \nearrow \Delta H_2$ $H_2O(l)$	
结果	左球气体颜色加深 右球气体颜色变浅	烧瓶中冒气泡， 试管中出现浑浊	测得 ΔH 为 ΔH_1 、 ΔH_2 的和	H_2 与 O_2 的体积比 约为 2 : 1

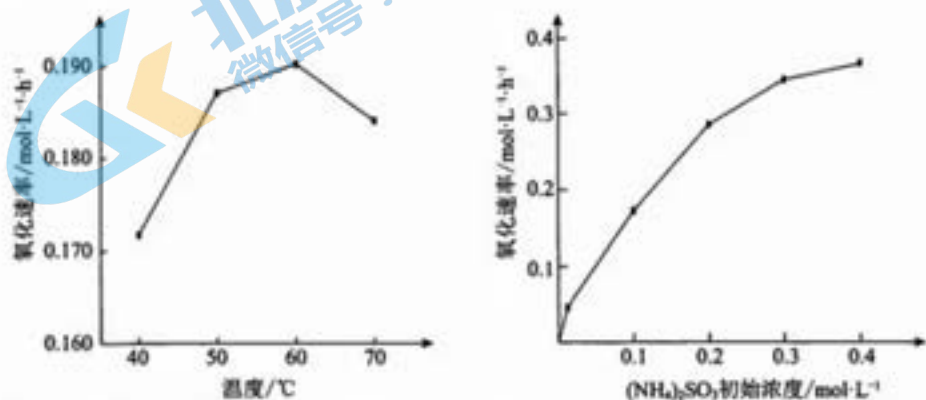
11. 在不同条件下进行化学反应 $2A(g) = B(g) + D(g)$, B、D 起始浓度均为 0, 反应物 A 的浓度(mol/L)随反应时间的变化情况如下表:

序号	温度(°C)	时间(min)			
		0	20	40	50
①	800	1.0	0.67	0.50	0.50
②	800	x	0.50	0.50	0.50
③	800	y	0.75	0.60	0.60
④	820	1.0	0.25	0.20	0.20

下列说法不正确的是

- A. ①中 B 在 0~20 min 平均反应速率为 $8.25 \times 10^{-3} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$
- B. ②中 $K=0.25$, 可能使用了催化剂
- C. ③中 $y=1.4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$
- D. 比较①、④可知, 该反应为吸热反应

12. $(NH_4)_2SO_3$ 氧化是氨法脱硫的重要过程。某小组在其他条件不变时, 分别研究了一段时间内温度和 $(NH_4)_2SO_3$ 初始浓度对空气氧化 $(NH_4)_2SO_3$ 速率的影响, 结果如下图。下列说法不正确的是



- A. 60℃之前，氧化速率增大与温度升高化学反应速率加快有关
- B. 60℃之后，氧化速率降低可能与O₂的溶解度下降及(NH₄)₂SO₃受热易分解有关
- C. (NH₄)₂SO₃初始浓度增大到一定程度，氧化速率变化不大，与SO₃²⁻水解程度增大有关
- D. (NH₄)₂SO₃初始浓度增大到一定程度，氧化速率变化不大，可能与O₂的溶解速率有关

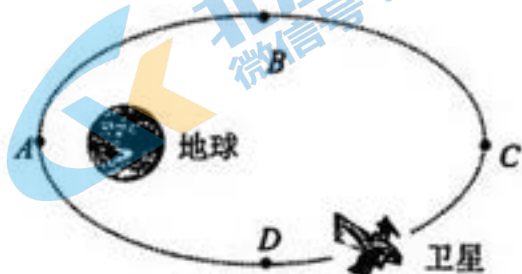
13. 已知氡 222 的半衰期为 3.8 天。那么 4g 的放射性物质氡 222 经过 7.6 天，还剩下没有发生衰变的质量为

- A. 2g
- B. 1g
- C. 0.5g
- D. 0g

14. 关于热学中的一些基本概念，下列说法正确的是

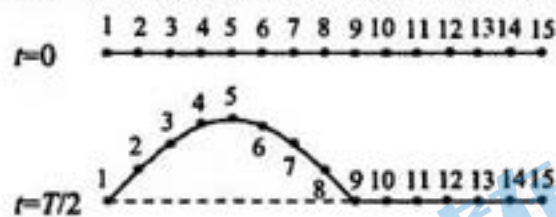
- A. 物体是由大量分子组成的，分子是不可再分的最小单元
- B. 分子间的斥力和引力总是同时存在的，且随着分子之间的距离增大而增大
- C. 分子做永不停息的无规则热运动，布朗运动就是分子的热运动
- D. 宏观物体的温度是物体内大量分子的平均动能的标志

15. 如图所示，一颗卫星绕地球做椭圆运动，运动周期为 T，图中虚线为卫星的运行轨迹，A、B、C、D 是轨迹上的四个位置，其中 A 距离地球最近，C 距离地球最远。B 和 D 点是弧线 ABC 和 ADC 的中点，下列说法正确的是



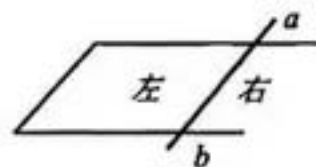
- A. 卫星在 C 点的速度最大
- B. 卫星在 C 点的加速度最大
- C. 卫星从 A 经 D 到 C 点的运动时间为 T/2
- D. 卫星从 B 经 A 到 D 点的运动时间为 T/2

16. 一条绳子可以分成一个个小段，每小段都可以看做一个质点，这些质点之间存在着相互作用。如图是其绳波形成过程的示意图。质点 1 在外力作用下沿竖直方向做简谐运动，带动质点 2、3、4... 各个质点依次振动，把振动从绳的左端传到右端。t=T/2 时，质点 9 刚要开始运动。下列说法正确的是



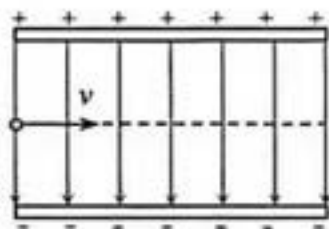
- A. t=T/2 时，质点 9 开始向下运动
- B. t=T/2 时，质点 5 加速度方向向上
- C. t=T/4 时，质点 5 开始向上运动
- D. t=T/4 时，质点 3 的加速度方向向上

17. 如图所示，在水平面上有一个 U 形金属框架和一条跨越其上的金属杆 ab，二者构成闭合回路且处于静止状态。在框架所在的空间内存在匀强磁场（图中未画出）。下面说法正确的是



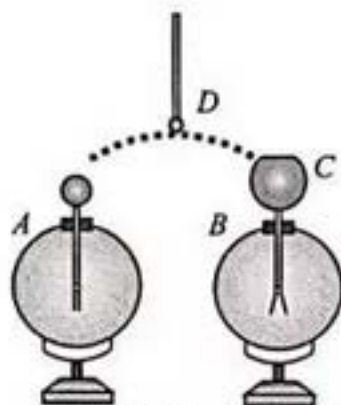
- A. 若磁场方向水平向右, 当磁场增强时, 杆曲受安培力向上
- B. 若磁场方向水平向右, 当磁场减弱时, 杆 ab 受安培力向上
- C. 若磁场方向竖直向上, 当磁场增强时, 杆 ab 受安培力向左
- D. 若磁场方向竖直向上, 当磁场减弱时, 杆 ab 受安培力向左

18. 如图所示, 在两块平行金属板间存在竖直向下的匀强电场和垂直于纸面向里的匀强磁场 (磁场未画出), 现有两种带电粒子 M、N 分别以同样的速度 v 从左端沿两板间的中线射入, 都能沿直线从右端射出, 不计粒子重力。以下说法正确的是



- A. 带电粒子 M、N 的电性一定相同
- B. 带电粒子 M、N 的电量一定相同
- C. 撤去电场仅保留磁场, M、N 做圆运动的半径一定相等
- D. 撤去磁场仅保留电场, M、N 若能通过场区, 则通过场区的时间相等

19. 为了研究空腔导体内外表面的电荷分布情况, 取两个验电器 A 和 B, 在 B 上装一个几乎封闭的空心金属球 C (仅在上端开有小孔), D 是带有绝缘柄的金属小球, 如图所示。实验前他们都不带电, 实验时首先将带正电的玻璃棒 (图中未画出) 与 C 接触 使 C 带电, 以下说法正确的是



- A. 若将带正电的玻璃棒接触 C 外表面, 则 B 的箔片带负电
- B. 若将带正电的玻璃棒接触 C 内表面, 则 B 的箔片不会带电
- C. 使 D 接触 C 的内表面, 然后接触 A, 操作若干次, 观察到 A 的箔片张角变大
- D. 使 D 接触 C 的外表面, 然后接触 A, 操作若干次, 观察到 A 的箔片张角变大

20. 随着科幻电影《流浪地球》的热映, “引力弹弓效应” 进入了公众的视野。“引力弹弓效应” 是指在太空运动的探测器, 借助行星的引力来改变自己的速度。为了分析这个过程, 可以提出以下两种模式: 探测器分别从行星运动的反方向或同方向接近行星, 分别因相互作用改变了速度。如图所示, 以太阳为参考系, 设行星运动的速度为 u , 探测器的初速度大小为 v_0 , 在图示的两种情况下, 探测器在远离行星后速度大小分别为 v_1 和 v_2 。



探测器和行星虽然没有发生直接的碰撞, 但是在行星的运动方向上, 其运动规律可以与两个质量不同的钢

球在同一条直线上发生的弹性碰撞规律作类比。那么下列判断中正确的是

- A. $v_1 > v_0$ B. $v_1 = v_0$ C. $v_2 > v_0$ D. $v_2 = v_0$

第二部分 (非选择题共 180 分)

21. (18 分)

采用如图 1 所示的装置可以研究平抛运动。图 2 是确定小球位置的硬纸片的示意图，带有一大一小两个孔，大孔宽度与做平抛的小球的直径 d 相当，可沿虚线折成图 1 中的样式，放在如图 1 中的多个合适位置，可用于确定小球经过的运动轨迹。已知重力加速度为 g 。

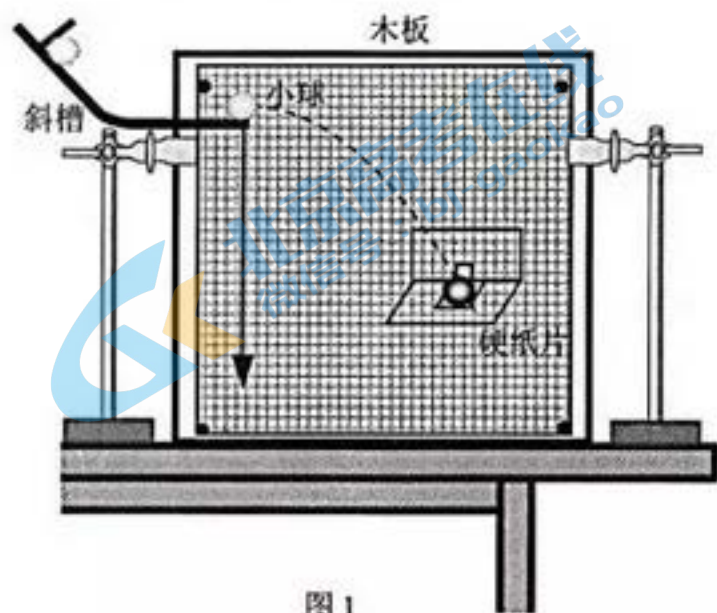


图 1

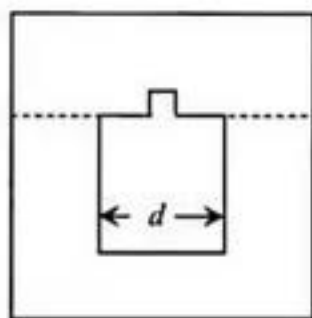


图 2

(1) 已备有器材：有孔的硬纸片、坐标纸、图钉、长方形平木板、铅笔、三角板、刻度尺、弧形斜槽、小球、铁架台 (含铁夹)，还需要的一种实验器材是_____。

- A. 秒表 B. 天平 C. 重锤线 D. 弹簧测力计

(2) 关于本实验的一些说法，正确的是_____。

- A. 斜槽必须是光滑的，且每次释放小球的初位置相同
 B. 应该将斜槽轨道的末端调成水平
 C. 以斜槽末端，紧贴着槽口处作为小球做平抛运动的起点和所建坐标的原点 O
 D. 为使所描曲线与小球运动轨迹吻合，应将所有通过硬纸片确定的点都用直线依次连接

(3) 已知理想的平抛运动在水平方向和竖直方向的位移分别为 x 和 y ，则其初速度大小 $v_0 =$ _____。在实际的平抛运动实验的研究中，也利用上述关系式计算初速度，那么计算的初速度误差与 x 、 y 的大小选取是_____。(选填“有关”或“无关”)

(4) 甲同学得到部分运动轨迹如图 3 所示。图中水平方向与竖直方向每小格的长度均为 1， P_1 、 P_2 和 P_3 是轨迹图线上的三个点， P_1 和 P_2 、 P_2 和 P_3 之间的水平距离相等。那么，小球从 P_1 运动到 P_2 所用的时间为_____，小球抛出后的水平速度为_____。

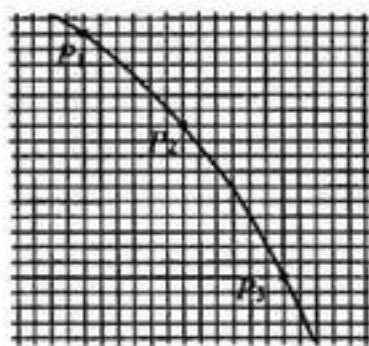


图3

(5)判断所描绘曲线是否为抛物线是本实验的目的之一。若乙同学实验得到的平抛运动的轨迹是图4所示的曲线，图中的O点是小球做平抛运动的起点。可用刻度尺测量各点的x、y坐标，如P₁的坐标(x₁, y₁)、P₂的坐标(x₂, y₂)、P₃的坐标(x₃, y₃)等。怎样通过这些测量值来判断这条曲线是否为一抛物线？并请简述判断的方法。

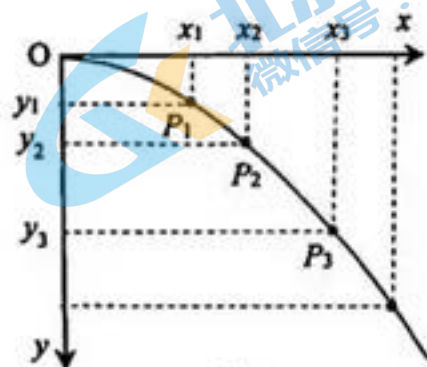
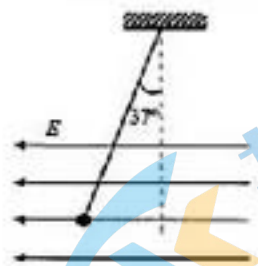


图4

22. (16分)

如图所示，轻质绝缘细绳上端固定，下端连接一个可视为质点的带电小球，小球静止在水平向左的匀强电场中，绳与竖直方向的夹角 $\theta = 37^\circ$ 。已知绳长 $l = 1.0\text{m}$ ，小球所带电荷量 $q = +1.0 \times 10^{-4}\text{C}$ ，质量 $m = 4.0 \times 10^{-3}\text{kg}$ 。不计空气阻力，取重力加速度 $g = 10\text{m/s}^2$ ， $\sin 37^\circ = 0.60$ ， $\cos 37^\circ = 0.80$ 。求：

- (1) 电场强度的大小 E ；
- (2) 将电场撤去，小球摆动到最低点时速度的大小 v ；
- (3) 将电场撤去，小球摆动到最低点时绳中拉力的大小 T 。



23. (18分)

可利用如图1所示的电路研究光电效应中电子的发射情况与光照的强弱、光的频率等物理量间的关系。K、A是密封在真空玻璃管中的两个电极，K受到光照时能够发射电子。K与A之间的电压大小可以调整，电源的正负极也可以对调。

- (1)a. 电源按图1所示的方式连接，且将滑动变阻器中的滑片置于中央位置附近。试判断：光电管中从K发

射出的电子由 K 向 A 的运动是加速运动还是减速运动?b. 现有一电子从 K 极板逸出, 初动能忽略不计, 已知电子的电量为 e , 电子经电压 U 加速后到达 A 极板. 求电子到达 A 极板时的动能 E_k .

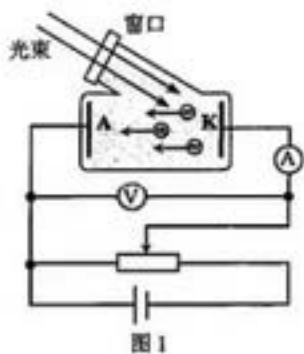


图 1

(2) 在图 1 装置中, 通过改变电源的正、负极, 以及移动变阻器的滑片, 可以获得电流表示数, 与电压表示数 U 之间的关系, 如图 2 所示, 图中 U_c 叫遏止电压. 实验表明, 对于一定频率的光, 无论光的强弱如何, 遏止电压都是一样的. 请写出光电效应方程, 并对“一定频率的光, 无论光的强弱如何, 遏止电压都是一样的”做出解释.

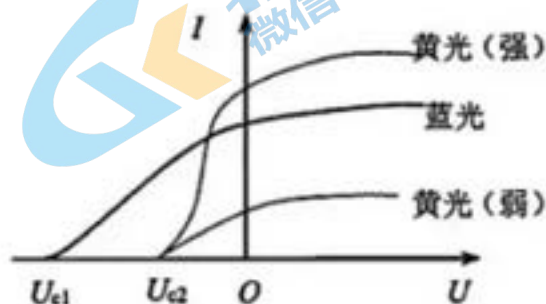


图 2

(3) 美国物理学家密立根为了检验爱因斯坦光电效应方程的正确性, 设计实验并测量了某金属的遏止电压 U_c 与入射光的频率 ν . 根据他的方法获得的实验数据绘制成如图 3 所示的图线. 已知电子的电量 $e=1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$, 求普朗克常量 h . (将运算结果保留 1 位有效数字.)

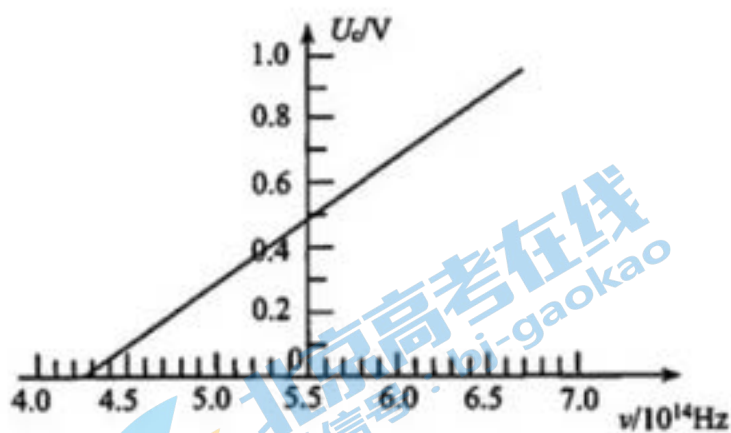


图 3

24. (20 分)

守恒定律是自然界中某种物理量的值恒定不变的规律, 它为我们解决许多实际问题提供了依据. 在物理学中这样的守恒定律有很多, 例如: 电荷守恒定律、质量守恒定律、能量守恒定律等等.

(1) 根据电荷守恒定律可知: 一段导体中通有恒定电流时, 在相等时间内通过导体不同截面的电荷量都是相同的.

a. 已知带电粒子电荷量均为 q , 粒子定向移动所形成的电流强度为 I , 求在时间 t 内通过某一截面的粒子数 N .

b. 直线加速器是一种通过高压电场使带电粒子加速的装置。带电粒子从粒子源处持续发出，假定带电粒子的初速度为零，加速过程中做的匀加速直线运动。如图1所示，在距粒子源 l_1 、 l_2 两处分别取一小段长度相等的粒子流 Δl 。已知 $l_1:l_2=1:4$ ，这两小段粒子流中所含的粒子数分别为 n_1 和 n_2 ，求： $n_1:n_2$ 。

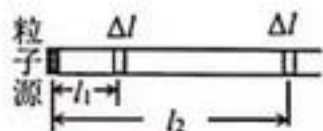


图1

(2) 在实际生活中经常看到这种现象：适当调整开关，可以看到从水龙头中流出的水柱越来越细，如图2所示。垂直于水柱的横截面可视为圆。在水柱上取两个横截面A、B，经过A、B的水流速度大小分别为 v_1 、 v_2 ；A、B直径分别为 d_1 、 d_2 ，且 $d_1:d_2=2:1$ 。求：水流的速度大小之比 $v_1:v_2$ 。

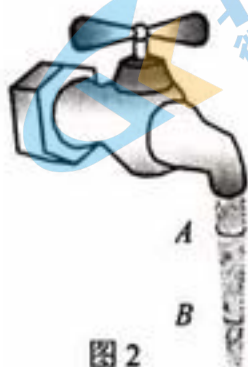


图2

(3) 如图3所示：一盛有水的大容器，其侧面有一个水平的短细管，水能够从细管中喷出；容器中水面的面积 S_1 远远大于细管内的横截面积 S_2 ，重力加速度为 g 。假设水不可压缩，而且没有粘滞性。

- a. 推理说明：容器中液面下降的速度比细管中的水流速度小很多，可以忽略不计；
- b. 在上述基础上，求：当液面距离细管的高度为 h 时，细管中的水流速度 v 。

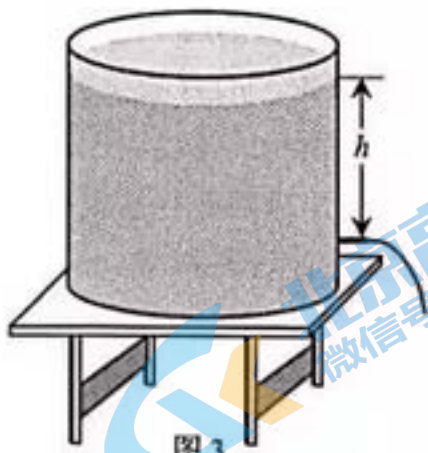
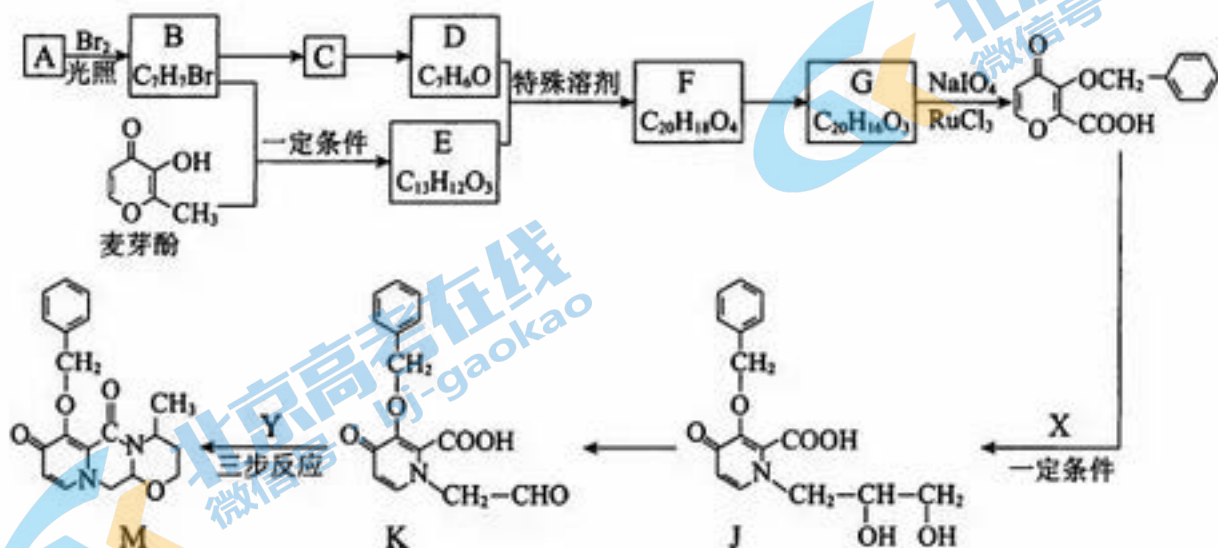
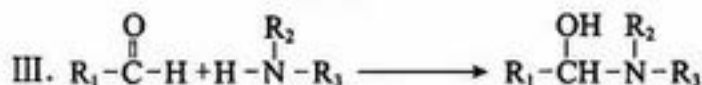
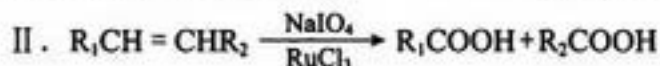
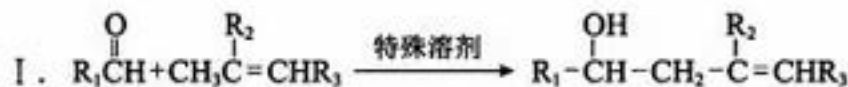


图3

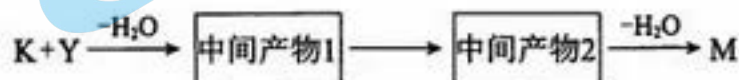
25. (17分) 度鲁特韦可以用于治疗 HIV-1 感染, M 是合成度鲁特韦的一种中间体, 合成 M 的路线如下: (部分反应条件或试剂略去)



已知:



- (1) 麦芽酚中含有官能团的名称是羰基、醚键、 和 。
- (2) A 是苯的同系物, A—B 的反应类型是 。
- (3) B—C 的反应条件是 。
- (4) C—D 的化学方程式是 。
- (5) E 不能与金属 Na 反应生成氢气, 麦芽酚生成 E 的化学方程式是 。
- (6) G 的结构简式是 。
- (7) X 的分子式为 $\text{C}_3\text{H}_9\text{O}_2\text{N}$, X 的结构简式是 。
- (8) Y 的分子式为 $\text{C}_4\text{H}_{11}\text{ON}$, Y 与 X 具有相同种类的官能团, 下列说法正确的是 。
 - a. Y 与 X 互为同系物
 - b. Y 能与羧酸发生酯化反应
 - c. Y 在浓硫酸、加热的条件下能发生消去反应
- (9) K—M 转化的一种路线如下图所示, 中间产物 2 的结构简式是 。



26. (13分) 用含锂废渣(主要金属元素的含量: Li 3.50% Ni 6.55% Ca 6.41% Mg 13.24%) 制备 Li_2CO_3 , 并用其制备 Li+ 电池的正极材料 LiFePO_4 。部分工艺流程如下:



资料: i. 滤液1、滤液2中部分离子的浓度 ($\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$):

	Li^+	Ni^{2+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}
滤液1	22.72	20.68	0.36	60.18
滤液2	21.94	7.7×10^{-3}	0.08	0.78×10^{-3}

ii. EDTA 能和某些二价金属离子形成稳定的水溶性络合物。

iii. 某些物质的溶解度 (S):

$T/^\circ\text{C}$	20	40	60	80	100
$S(\text{Li}_2\text{CO}_3)/\text{g}$	1.33	1.17	1.01	0.85	0.72
$S(\text{Li}_2\text{SO}_4)/\text{g}$	34.7	33.6	32.7	31.7	30.9

I. 制备 Li_2CO_3 粗品

(1) 上述流程中为加快化学反应速率而采取的措施是 _____。

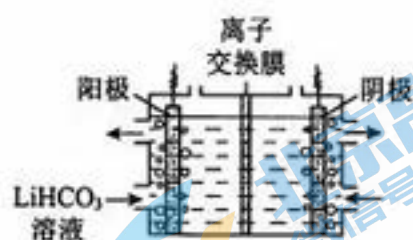
(2) 滤渣2的主要成分有 _____。

(3) 向滤液2中先加入 EDTA, 再加入饱和 Na_2CO_3 溶液, 90°C 充分反应后, 分离出固体 Li_2CO_3 粗品的操作是 _____。

(4) 处理 1kg 含锂 3.50% 的废渣, 锂的浸出率为 a, Li^+ 转化为 Li_2CO_3 的转化率为 b, 则粗品中含 Li_2CO_3 的质量是 _____ g。 (摩尔质量: $\text{Li } 7 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ $\text{Li}_2\text{CO}_3 74 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$)

II. 纯化 Li_2CO_3 粗品

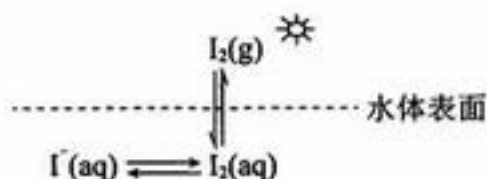
(5) 将 Li_2CO_3 转化为 LiHCO_3 后, 用隔膜法电解 LiHCO_3 溶液制备高纯度的 LiOH , 再转化得电池级 Li_2CO_3 。电解原理如右图所示, 阳极的电极反应式是 _____, 该池使用了 _____ (填“阳”或“阴”) 离子交换膜。



III. 制备 LiFePO_4

(6) 将电池级 Li_2CO_3 和 C、 FePO_4 高温下反应, 生成 LiFePO_4 和一种可燃性气体, 该反应的化学方程式是 _____。

27. (12分) 研究水体中碘的存在形态及其转化是近年的科研热点。I⁻与 I₂在水体和大气中的部分转化如下图所示。



(1) 结合元素周期律分析 Cl⁻、I⁻的还原性强弱：同主族元素的原子，从上到下，_____。

(2) 水体中的 I⁻在非酸性条件下不易被空气中的 O₂ 氧化。原因是 $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{I}^- + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{I}_2 + 4\text{OH}^-$ 的反应速率慢，反应程度小。

① I⁻在酸性条件下与 O₂ 反应的离子方程式是_____。

② 在酸性条件下 I⁻易被 O₂ 氧化的可能的原因是_____。

(3) 有资料显示：水体中若含有 Fe²⁺，会对 O₃ 氧化 I⁻产生影响。为检验这一结论，进行如下探究实验：分别将等量的 O₃ 通入到 20 mL 下列试剂中，一段时间后，记录实验现象与结果。已知：每 1 mol O₃ 参与反应，生成 1 mol O₂。

序号	试剂组成	反应前溶液的 pH	反应后溶液的 pH	I ⁻ 的转化率	Fe(OH) ₃ 的生成量
A	$3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaI}$ $a \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaCl}$	5.3	11.0	约 10%	—
B	$3 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ NaI}$ $1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeCl}_2$	5.1	4.1	约 100%	大量
C	$1.5 \times 10^{-2} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ FeCl}_2$	5.2	3.5	—	少量

① a = _____。

② A 中反应为可逆反应，其离子方程式是_____。

③ C 中溶液的 pH 下降，用离子方程式解释原因_____。

④ 比较 A、B、C，说明 Fe²⁺ 在实验 B 中的作用并解释_____。

28. (16分) 文献表明：相同条件下，草酸根(C₂O₄²⁻)的还原性强于 Fe²⁺。为检验这一结论，完成如下实验。

资料：i. 草酸(H₂C₂O₄)为二元弱酸。

ii. 三水三草酸合铁酸钾[K₃Fe(C₂O₄)₃·3H₂O]为翠绿色晶体，光照易分解。其水溶液中存在：



iii. FeC₂O₄·2H₂O 为黄色固体，微溶于水，可溶于强酸。

【实验 1】通过 Fe³⁺ 和 C₂O₄²⁻ 在溶液中的反应比较 Fe²⁺ 和 C₂O₄²⁻ 的还原性强弱。

操作	现象
在避光处，向 10 mL 0.5 mol·L ⁻¹ FeCl ₃ 溶液中缓慢加入 0.5 mol·L ⁻¹ K ₂ C ₂ O ₄ 溶液至过量，搅拌，充分反应后，冰水浴冷却，过滤	得到翠绿色溶液和翠绿色晶体

(1) C₂O₄²⁻ 中碳元素的化合价是_____。

(2)取实验 1 中少量晶体洗净，配成溶液，滴加 KSCN 溶液，不变红。继续加入硫酸，溶液变红，说明晶体中含有+3 价的铁元素。加硫酸后溶液变红的原因是_____。

(3)经检验，翠绿色晶体为 $K_3Fe(C_2O_4)_3 \cdot 3H_2O$ 。设计实验，确认实验 1 中没有发生氧化还原反应的操作和现象是_____。实验 1 中未发生氧化还原反应的原因是_____。

(4)取实验 1 中的翠绿色溶液光照一段时间，产生黄色浑浊且有气泡产生。补全反应的离子方程式：



【实验 2】通过比较 H_2O_2 与 Fe^{2+} 、 $C_2O_4^{2-}$ 反应的难易，判断二者还原性的强弱。

步骤	操作	现象
I	向 1 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $FeSO_4$ 溶液中加入 1 mL $0.5 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ $K_2C_2O_4$ 溶液，过滤	立即产生黄色沉淀
II	洗涤 I 中的黄色沉淀，向其中加入过量的 6% H_2O_2 溶液，振荡，静置	剧烈放热，产生大量的红褐色沉淀和无色气体
III	待充分反应后，向其中加入稀硫酸，调节 pH 约为 4	得到翠绿色溶液

(5)证明 Fe^{2+} 被氧化的实验现象是_____。

(6)以上现象能否说明 $C_2O_4^{2-}$ 没有被氧化。请判断并说明理由：_____。

(7)用 $FeCl_3$ 溶液、 $K_2C_2O_4$ 溶液和其他试剂，设计实验方案比较 Fe^{2+} 和 $C_2O_4^{2-}$ 的还原性 强弱。画出装置图并描述预期现象：_____。

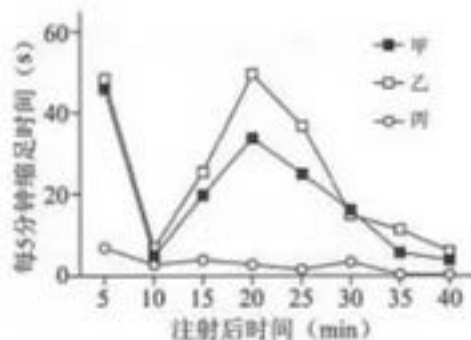
29. (16 分)

炎症反应通常会引引起局部组织疼痛。科研人员对枸杞多糖(LBP)相关药效开展了研究

(1)机体局部组织损伤可激活_____系统引发炎症反应。某些细胞释放的炎症因子使相关神经元更易产生_____, 并传至_____产生痛觉。

(2)福尔马林(FM)是常用致痛剂，致痛表现集中在时相 I (注射后 0~5 分钟，直接刺激局部神经末梢引起)和时相 II (注射后 15~25 分钟，引起炎症因子释放而增加对疼痛的敏感性)。将若干小鼠随机分为三组，处理如下表。记录各组小鼠因疼痛发生的缩足行为，结果如图 1。

分组	0~7 天 连续灌胃	第 7 天灌胃实验后 右后足底皮下注射
甲	适量 LBP	适量 1% FM
乙	等量生理盐水	等量 1% FM
丙	等量生理盐水	等量生理盐水



比较_____两组结果可知 FM 能引起疼痛。与乙组实验结果相比，甲组_____，

由此推测 LBP 对 FM 致痛存在_____作用，且该作用可能只通过影响 FM 所致的炎症反应来实现。

(3)炎症因子 IL-6 使 Ca^{2+} 通道 (TRPV1) 通透性增强，引起痛觉，其分子机制如图 2 所示。

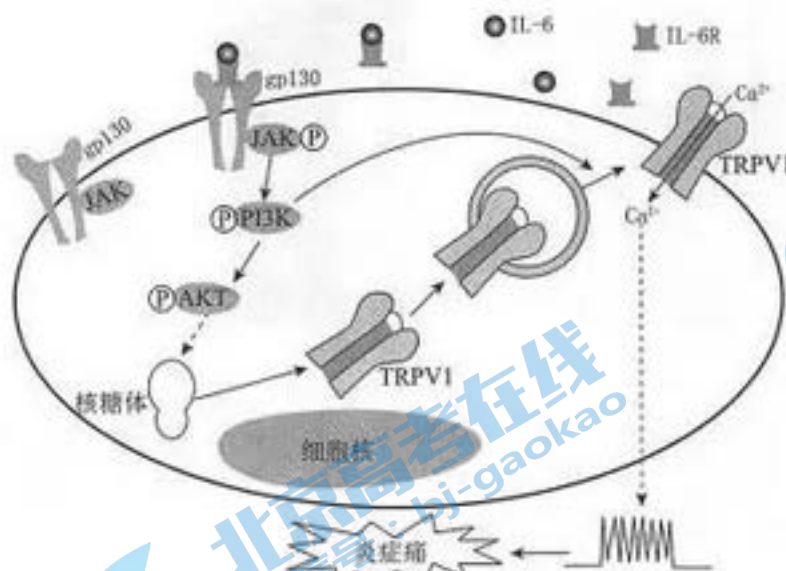


图2

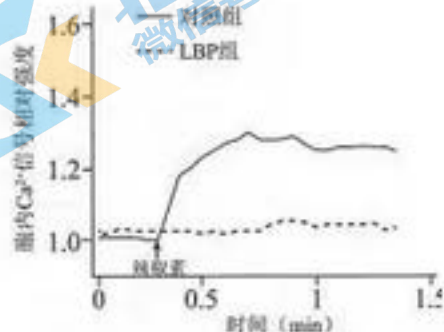


图3

据图概括 IL-6 通过 PI3K 发挥作用的两个途径_____。细胞膜上的 TRPV1 通透性增强后, Ca^{2+} 内流增加, 可_____神经元的兴奋性。

(4)为验证 LBP 通过抑制 IL-6 的释放发挥药效, 将离体神经元和能释放 IL-6 的胶质细胞共同培养。对照组和 LBP 组均用辣椒素 (TRPV1 的激活剂) 处理, 检测神经元内 Ca^{2+} 信号变化, 结果如图3。该实验不足以验证假设, 请阐述理由并加以完善, 预期结果: _____。

(5)基于上述系列研究, 请为镇痛药物的开发提供两种思路: _____。

30. (18分) 科研人员研究 E 基因和 F 基因对拟南芥主根生长的影响。

(1)拟南芥是生命科学研究的模式生物, 2000 年底已经完成全部基因测序, 基因测序需要构建拟南芥的_____文库, 理由是_____。

(2)利用 T-DNA 转化拟南芥, PCR 筛选 E 基因突变隐性纯合子 (甲), 原理及结果如图1。

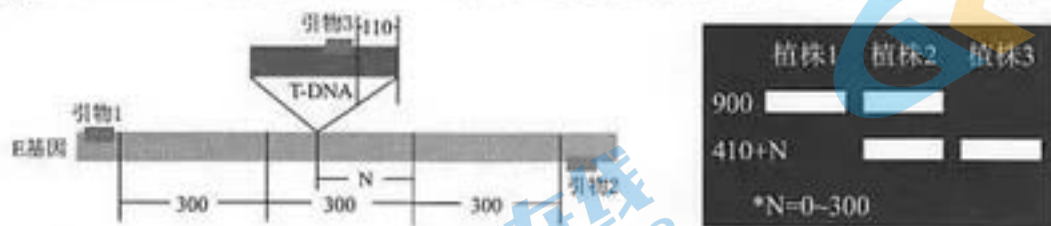


图1

据图分析, 植株_____分别为野生型纯合子和 E 基因突变隐性纯合子。

(3)同样用上述方法筛选出 F 基因突变隐性纯合子 (乙)。将甲和乙杂交, F_1 的表现型为_____ (填“野生型”或“突变型”)。 F_1 自交, 若 F_2 中突变型的比例约为 $1/2$, 说明 E 基因和 F 基因在染色体上的位置关系是_____, F_2 中出现少量双突变体最可能的原因是_____。

(4)科研人员利用三种拟南芥研究 F 基因与主根生长的关系, 结果如图2所示。据此推测 F 基因_____。

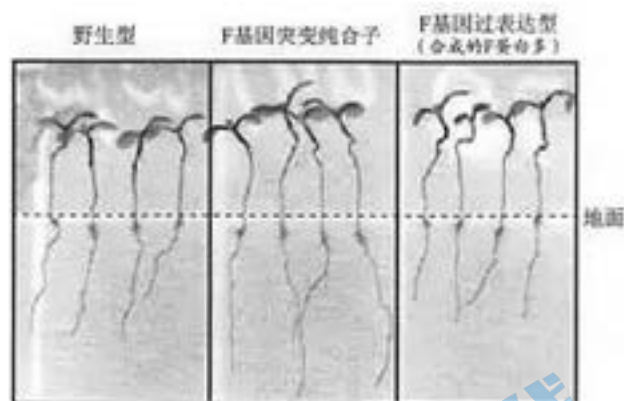


图2

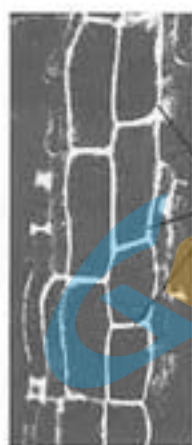


图3

(5)将绿色荧光蛋白(GFP)基因和F基因融合,构建表达载体,获得转基因拟南芥,荧光鉴定结果如图3,该结果不足以确定F蛋白位于细胞膜上。继续用高浓度蔗糖溶液处理液泡较小的转基因成熟荧光细胞,使其发生____,若观察到____,可证明F蛋白在细胞膜上。同时还需要补充一组____作为对照。

(6)双分子荧光互补技术可研究细胞内蛋白质之间是否相互作用。将黄色荧光蛋白基因(YFP)分为2段(YFPN与YFPC),分别与已知抗原基因和该抗原的抗体基因融合构建表达载体,将两种载体同时导入拟南芥细胞,在515nm激发光下可发出黄色荧光。

①转基因拟南芥细胞能发出黄色荧光的原因是:____会使YFPN与YFPC蛋白相互靠近。

②研究者推测E蛋白和F蛋白在细胞内形成二聚体后发挥作用。为验证该假设,请参照上述技术写出实验组的设计思路:____。

31. (16分)

香蕉果实发育初期,果肉细胞积累大量的淀粉。成熟时,果皮由绿变黄,果肉逐渐变软。

(1)香蕉的果皮和叶肉细胞以____为原料经____作用制造糖类,再____到果肉中转化形成淀粉。

(2)香蕉果实成熟过程中乙烯含量增加,果肉逐渐变甜,试解释果肉变甜的原因____。

(3)测定香蕉成熟过程中淀粉水解酶D和乙烯响应蛋白H表达量,结果如图1。

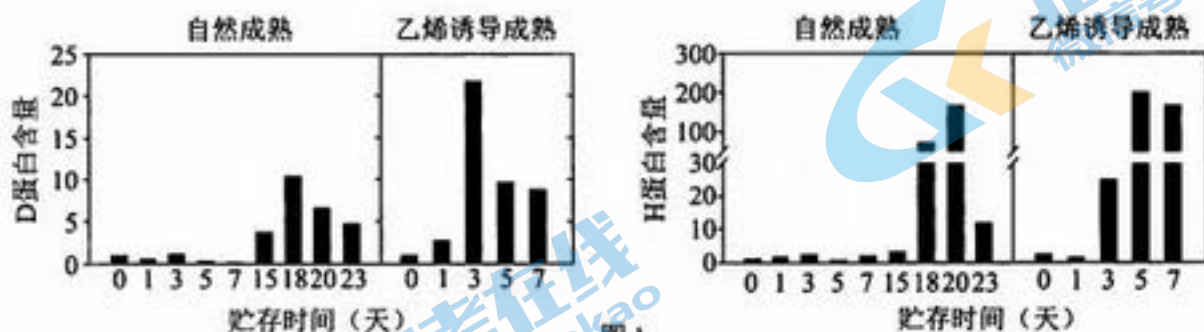


图1

由图可知,D蛋白和H蛋白含量随时间的变化趋势均为____,乙烯的作用是____。

(4)为研究乙烯对D基因和H基因表达的调控机制。构建4种表达载体,分别导入香蕉细胞获得转基因植株。将各组香蕉果实分别贮存在有或无乙烯环境中,果肉横切显色结果如下表。(组成型启动子在所有细胞中保持持续活性,GUS基因的表达产物能使无色底物显现蓝色)

分组	表达载体类型	显色结果	
		有乙烯	无乙烯
1	组成型启动子+GUS基因	蓝色	蓝色
2	无功能启动子+GUS基因	无色	无色
3	D基因启动子+GUS基因	蓝色	无色
4	H基因启动子+GUS基因	蓝色	无色

设置1、2组作为____，实验结果表明____。

(5)为探究H基因与D基因的关系，科学家筛选获得重组酵母细胞，其操作步骤如下。

①先将载体1导入亮氨酸缺陷型酵母细胞，因无转录因子蛋白作用于D基因启动子，导致AbAr基因（金担子抗性基因）无法表达，可通过____筛选出重组酵母。

②再将载体2导入①步骤获得的重组酵母，接种到选择培养基上，筛选获得如图2所示重组酵母细胞。

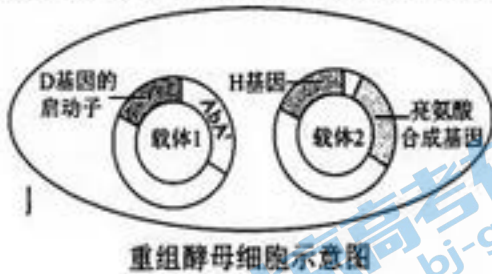


图2

培养基上出现菌落说明H基因的表达产物是D基因的转录因子。关于该选择培养基的配方正确是____

- A. 加亮氨酸和AbA
- B. 不加亮氨酸，加AbA
- C. 不加亮氨酸和AbA
- D. 加亮氨酸，不加AbA

(6)综合上述实验结果，乙烯调控香蕉果实成熟过程中果肉变甜的具体路径为_____

生物答案

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

29. (16分)

(1) 免疫 兴奋 大脑皮层

(2) 乙和丙

缩足行为在时相 I 与乙组无明显差异, 在时相 II 明显减弱 (缩足时长明显缩短)

抑制 (缓解)

(3) 促进 TRPV1 蛋白合成 (翻译); 促进含有 TRPV1 蛋白的囊泡与细胞膜融合 (胞吐)

提高 (增强)

(4) 理由: 该实验结果显示, 对照组在加入辣椒素后胞内 Ca^{2+} 明显增加, LBP 组几乎无变化, 仅能说明 LBP 可降低 (抑制) TRPV1 的功能。(或答出信号通路多个环节可能引起胞内 Ca^{2+} 明显增加, 无法证明是抑制 IL-6 的释放)

完善: 补充检测两组培养液中 IL-6 的含量

预期: LBP 组 (实验组) IL-6 的含量明显低于对照组

(5) 降低 IL-6 或信号通路中物质含量 (制备 IL-6 等炎症因子的抗体/信号通路分子的抗体)

抑制 TRPV1 蛋白的合成或活性 Ca^{2+} 拮抗剂..... (合理即可)

30. (18分)

(1) 基因组 (基因) 基因组文库理论上含有该生物的全部基因

(2) 1 3

(3) 野生型 位于一对同源染色体上

F_1 减数分裂过程中, E (e) 基因和 F (f) 基因所在染色体发生交叉互换, 形成同时含有 e 和 f 的配子 (交叉互换产生同时含有 E、F 突变基因的重组型配子)

(4) (表达产物) 抑制主根的生长

(5) 质壁分离 只有细胞膜部位有绿色荧光 (荧光区域或面积逐渐缩小)

将含 GFP 基因的质粒导入拟南芥 (其他处理同实验组)

(6) ① 抗原抗体的特异性结合

② E 基因和 F 基因分别与 YFP^N 及 YFP^C 基因融合, 分别构建表达载体。将 2 个重组表达载体同时导入拟南芥细胞, 在 515nm 激发光下观察是否可发出黄色荧光。

31. (16分)

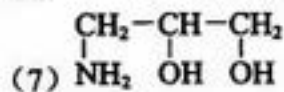
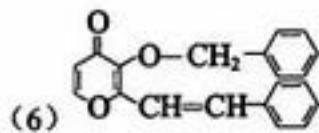
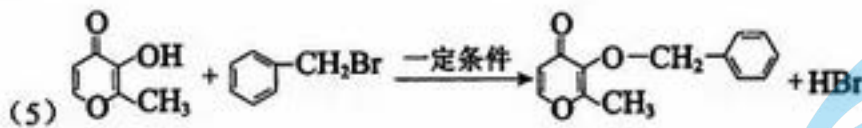
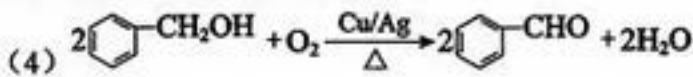
- (1) CO₂ 和 H₂O 光合 运输(转移)
- (2) 乙烯促进淀粉水解(转化)为可溶性糖(葡萄糖/单糖)
- (3) 先增大再减小 使 H、D 蛋白含量高峰提前
- (4) 对照 乙烯促进了 D 基因和 H 基因的转录(表达)
- (5) ①PCR 或 DNA 分子杂交技术 ②B
- (6) 乙烯促进 H 基因表达, 合成的 H 蛋白促进了 D 基因表达, 合成的淀粉水解酶增加, 催化果肉中的淀粉转化为可溶性糖

化学答案

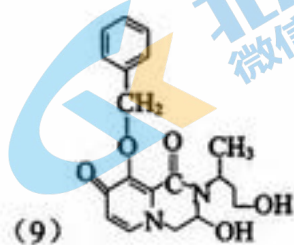
6. A 7. D 8. C 9. D 10. B
11. C 12. C

25. (17分, (1) (2) 每空1分, 其它每空2分)

- (1) 碳碳双键 羟基
- (2) 取代反应
- (3) NaOH 水溶液, 加热



(8) bc



26. (13分, (3) 1分, 其它每空2分)

- (1) 研磨、70℃加热
- (2) Mg(OH)₂、Ni(OH)₂ 和 Ca(OH)₂
- (3) 趁热过滤
- (4) 185 ab
- (5) $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2\uparrow$ 阳
- (6) $\text{Li}_2\text{CO}_3 + 2\text{C} + 2\text{FePO}_4 \xrightarrow{\text{高温}} 2\text{LiFePO}_4 + 3\text{CO}$

27. (12分, (1) 和 (3) ①1分, 其它每空2分)

- (1) 原子半径逐渐增大, 得电子能力逐渐减弱, 非金属性 Cl>I, 离子的还原性 Cl⁻<I⁻
- (2) ① $4\text{H}^+ + 4\text{I}^- + \text{O}_2 = 2\text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 ② 增大 c(H⁺), 降低了 c(OH⁻), 使平衡 $2\text{H}_2\text{O} + 4\text{I}^- + \text{O}_2 = 2\text{I}_2 + 4\text{OH}^-$ 正向移动, 反应易于进行等
- (3) ① 3×10^{-2}
 ② $\text{H}_2\text{O} + 2\text{I}^- + \text{O}_3 = \text{I}_2 + 2\text{OH}^- + \text{O}_2$
 ③ $2\text{Fe}^{2+} + \text{O}_3 + 5\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}(\text{OH})_3 + 4\text{H}^+ + \text{O}_2$
 ④ 反应 $\text{H}_2\text{O} + 2\text{I}^- + \text{O}_3 = \text{I}_2 + 2\text{OH}^- + \text{O}_2$ 产生的 OH⁻ 被 Fe²⁺ 或 Fe²⁺ 的氧化产物 Fe³⁺ 结合, pH 减小, 促使该平衡正向移动, 提高了 I⁻ 的转化率, 产生大量的 Fe(OH)₃

28. (16分, 每空2分)

- (1) +3
- (2) 溶液中存在平衡: $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} = \text{Fe}^{3+} + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, 加入硫酸后, H⁺ 与 C₂O₄²⁻ 结合生成 H₂C₂O₄, 使平衡正向移动, c(Fe³⁺) 增大, 遇 KSCN 溶液变红
- (3) 取少量实验 1 中的翠绿色溶液, 滴加 K₃Fe(CN)₆ 溶液, 不出现蓝色沉淀
 Fe³⁺ 与 C₂O₄²⁻ 生成稳定的 $[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-}$, 浓度降低, Fe³⁺ 的氧化性和 C₂O₄²⁻ 的还原性减弱
- (4) $2[\text{Fe}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]^{3-} + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{光照}} 2\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}\downarrow + 3\text{C}_2\text{O}_4^{2-} + 2\text{CO}_2\uparrow$
- (5) II 中产生大量红褐色沉淀或 III 中得到翠绿色溶液
- (6) 不能说明。有 +4 价碳的化合物生成, 才能说明 C₂O₄²⁻ 被氧化, 以上现象无法判断是否生成了 +4 价碳的化合物, 因此不能说明 C₂O₄²⁻ 没有被氧化
- (7)



电流计的指针偏转, 电池工作一段时间后, 取少量左侧烧杯中的溶液, 滴加 K₃Fe(CN)₆ 溶液, 出现蓝色沉淀

物理答案:

13. B 14. D 15. C
16. C 17. C 18. D 19. D 20. A

第二部分共 11 小题, 共 180 分。

21. (18 分)

(1) C 【3 分】

(2) B 【3 分】

(3) $v_0 = x\sqrt{\frac{g}{2y}}$; 有关 【4 分】

(4) $2\sqrt{\frac{l}{g}}$; $3\sqrt{gl}$ 【4 分】

(5) 方法 1: 令 $y=ax^2$, 代入实验所得各点的坐标值求出系列, 看在误差允许范围之内, a 是否相等, 则可判断实验所得的曲线是否可以认为是一条抛物线。 【4 分】

方法 2: 按照实验所得各点的坐标值, 描绘 $y-x^2$ 的拟合图像。观察在误差允许范围之内, 是否为一条直线, 则可判断该实验曲线是否可以认为是一条抛物线。

其他方案, 只要正确合理的, 可酌情给分。

22. (16 分)

(1) 对带电小球受力分析, 得关系:

$$\frac{qE}{mg} = \tan \theta = \tan 37^\circ \quad \text{【3 分】}$$

代入已知数据后, 解得:

$$E = 3.0 \times 10^3 \text{ N/C} \quad \text{【3 分】}$$

(2) 根据机械能守恒定律有:

$$mgl(1 - \cos 37^\circ) = \frac{1}{2}mv^2 \quad \text{【3 分】}$$

$$\text{解得: } v = \sqrt{2gl(1 - \cos 37^\circ)} = 2.0 \text{ m/s} \quad \text{【2 分】}$$

(3) 根据牛顿第二定律 $T - mg = m \frac{v^2}{l}$ 【3分】

解得: $T = 5.6 \times 10^{-2} \text{N}$ 【2分】

23. (18分)

(1) a. 加速运动; 【2分】

b. 由动能定理得 $E_k = eU$ 【3分】

(2) 爱因斯坦光电效应方程 $E_k = h\nu - W$ 【2分】

遏止电压对应为具有最大初动能的光电子由 K 极板运动到 A 极板动能减为 0, 根据动能定理有:

$$E_k = eU_c$$

【2分】

联立以上各式得 $U_c = \frac{h\nu}{e} - \frac{W}{e}$.

可见, 对于确定的金属来说, 一定频率的光, 无论光的强弱如何, 遏止电压都是一样的.

【3分】

(3) 斜率为普朗克常量与元电荷常量之比

由图像求得斜率 $k = 4 \times 10^{-15} \text{V} \cdot \text{s}$ 【2分】

得普朗克常量: $h = ke$ 【2分】

代入数据得: $h = 6 \times 10^{-34} \text{J} \cdot \text{s}$ 【2分】

24. (20分)

(1) a. 电流 $I = \frac{Q}{t}$, 电量 $Q = Nq$ 【2分】

$$\text{粒子数 } N = \frac{Q}{q} = \frac{It}{q}$$

【2分】

b. 根据 $v = \sqrt{2ax}$ 可知在距粒子源 l_1 、 l_2 两处粒子的速度之比:

$$v_1 : v_2 = 1 : 2$$

【1分】

极短长度内可认为速度不变, 根据 $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, 得

$$t_1 : t_2 = 2 : 1$$

【1分】

根据电荷守恒, 这两段粒子流中所含粒子数之比:

$$n_1 : n_2 = t_1 : t_2 = 2 : 1$$

【2分】

(2) 根据质量守恒, 相等的时间通过任一截面的质量相等, 即水的流量相等.

也即: $v \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d^2$ 处处相等.

【3分】

故，这两个截面处水流的流速之比：

$$v_1:v_2 = d_2^2:d_1^2 = 1:4$$

【3分】

(3) a. 设：水面下降速度为 v_1 ，细管内的水流速度为 v 。

按照水不可压缩的条件，可知水的体积守恒或流量守恒，即：

$$S_1 v_1 = S_2 v$$

【2分】

由 $S_1 \gg S_2$ ，可得 $v_1 \ll v$ ，所以：液面下降的速度 v_1 比细管中的水流速度可以忽略不计。

【1分】

b. 根据质量守恒和机械能守恒定律分析可知：

液面上质量为 m 的薄层水的机械能等于细管中质量为 m 的小水柱的机械能。

又根据上述推理：液面薄层水下降的速度 v_1 忽略不计，即 $v_1=0$ 。

设细管处为零势面，所以有：

$$0 + mgh = \frac{1}{2}mv^2 + 0$$

【2分】

$$\text{解得：} v = \sqrt{2gh}$$

【1分】

其他方案，只要合理并能够推出正确结果的，可酌情给分。