



北京市东城区 2017—2018 学年度第二学期高三综合练习(一)

2018.4

理科综合

本试卷共 16 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。

可能用到的相对原子质量: H 1 C 12 O 16 Al 27 Si 28

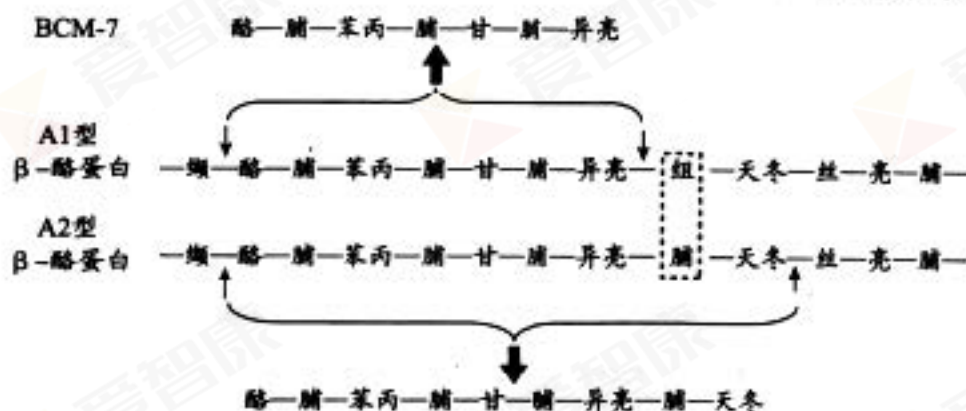
第一部分(选择题 共 120 分)

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。

1. 制作果酒、果醋、腐乳和泡菜主要利用的微生物的共同特征是

- A. 具有以核膜为界的细胞核
- B. 依赖有机物的氧化分解供能
- C. 通过有丝分裂进行细胞增殖
- D. 基因的传递遵循分离定律

2. 牛奶中的某种 β -酪蛋白存在 A1、A2 两种不同类型,二者氨基酸序列上的差异及消化产物如图所示。研究发现,BCM-7 会引起部分饮用者出现腹泻等肠胃不适反应。标注“A2 奶”的乳品在国内外市场受到越来越多消费者的青睐。下列相关分析不正确的是



- A. A1 型 β -酪蛋白消化生成 BCM-7 的过程涉及肽键的断裂
- B. A1、A2 两种酪蛋白氨基酸序列的差异很可能是由基因突变引起的
- C. 消化酶能识别特定氨基酸序列并催化特定位点断裂体现了酶的专一性
- D. “A2 奶”不含 A1 型 β -酪蛋白因而对所有人群均具有更高的营养价值



下列说法不正确的是

- A. 上述正极反应均为 $\text{O}_2 + 4\text{e}^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
- B. 在不同溶液中, Cl^- 是影响吸氧腐蚀速率的主要因素
- C. 向实验④中加入少量 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 固体, 吸氧腐蚀速率加快
- D. 在 300 min 内, 铁钉的平均吸氧腐蚀速率酸性溶液大于中性溶液

13. 下列说法正确的是

- A. 气体对外界做功, 其内能一定减小
- B. 气体从外界吸热, 其内能一定增大
- C. 温度越低, 分子的平均动能越大
- D. 温度越高, 分子热运动越剧烈

14. 下列现象属于光的衍射的是

- A. 阳光照射到树叶上, 在地面上形成圆形亮斑
- B. 光照射细金属丝, 在其后形成的阴影中有亮线
- C. 在阳光照射下, 肥皂泡呈现彩色条纹
- D. 光照射到凸透镜上, 在其后形成圆形亮斑

15. 下列核反应方程中, 属于核聚变的是

- A. ${}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_{90}^{234}\text{Th} + {}_2^4\text{He}$
- B. ${}_{90}^{234}\text{Th} \rightarrow {}_{91}^{234}\text{Pa} + {}_{-1}^0\text{e}$
- C. ${}_1^2\text{H} + {}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He} + {}_0^1\text{n}$
- D. ${}_{92}^{238}\text{U} + {}_0^1\text{n} \rightarrow {}_{56}^{144}\text{Ba} + {}_{36}^{92}\text{Kr} + 3{}_0^1\text{n}$

16. 已知月球到地球的距离约为地球半径的 60 倍, 地球表面重力加速度为 g , 月球环绕地球圆周运动的向心加速度为 a , 则 a 约为 g 的

- A. $\frac{1}{3600}$ 倍
- B. $\frac{1}{60}$ 倍
- C. 3600 倍
- D. 60 倍

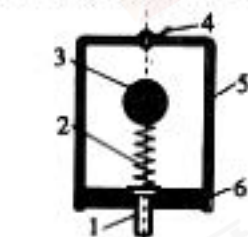
17. 如图所示, MDN 为在竖直面内由绝缘材料制成的光滑半圆形轨道, 半径为 R , 最高点为 M 和 N , 整个空间存在垂直纸面向外的匀强磁场, 磁感应强度为 B , 一电荷量为 $+q$, 质量为 m 的小球自 N 点无初速度滑下 (始终未脱离轨道), 下列说法正确的是

- A. 运动过程中小球受到的洛伦兹力大小不变
- B. 小球滑到 D 点时, 对轨道的压力大于 mg
- C. 小球滑到 D 点时, 速度大小是 $\sqrt{2gR}$
- D. 小球滑到轨道左侧时, 不会到达最高点 M





18. 某装置的结构如图所示,在外壳的基板上固定一个螺栓,螺栓上有一顶端焊有钢球的弹簧,螺栓、弹簧、钢球及外壳都是电的良导体。在静止状态下,钢球和外壳呈断开状态不会导通,当该装置受到冲击,钢球产生运动与外壳接通,便可触发执行电路(未画出),使报警器等元件开始工作。若此装置由静止从高处坠落,重力加速度用 g 表示,以下说法正确的是



1.螺栓 2.弹簧 3.钢球
4.焊片 5.外壳 6.绝缘基板

19. 如图所示,将两端剥掉绝缘皮的导线绕在一把锉刀上,一端接上电池(电池另一极与锉刀接触),手持导线的另一端,在锉刀上来回划动,由于锉刀表面凹凸不平,就会产生电火花。下列说法正确的是



20. 场致发射显微镜的构造如图所示,一根尖端直径约为 100 nm 的针,位于真空玻璃球泡的中心,球的内表面涂有荧光材料导电膜,在膜与针之间加上如图所示的高电压,使针尖附近的电场高达 $4 \times 10^8\text{ V/m}$,电子就被从针尖表面拉出并加速到达涂层,引起荧光材料发光。这样,在荧光屏上就看到了针尖的某种像(针尖表面的发射率图像),如分辨率足够高,还可以分辨出针尖端个别原子的位置。但由于电子波的衍射,会使像模糊影响分辨率。将电极方向互换,并在玻璃泡中充进氦气,则有氦离子产生打到荧光屏上,可使分辨率提高。以下判断正确的是





第二部分 (非选择题 共 180 分)

本部分共 11 小题,共 180 分。

21. (18 分)

(1)在“利用沙摆描绘振动图像”的实验中,将细沙倒在漏斗中,当细沙漏出的同时,让沙摆左右摆动起来,一段时间后,形成的长条形沙堆如图 1 所示:两边高且粗,中间低且细。

①如果在沙摆摆动的同时匀速拉动下方纸板(纸板上的虚线 O_1O_2 位于沙漏静止时的正下方),则一段时间后,形成如图 2 所示的曲线沙堆。分析可知,曲线沙堆在与虚线 O_1O_2 垂直距离_____ (选填“近”或“远”)的位置低且细。

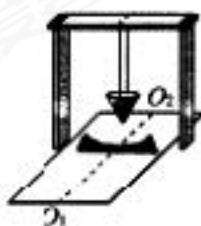


图 1



图 2

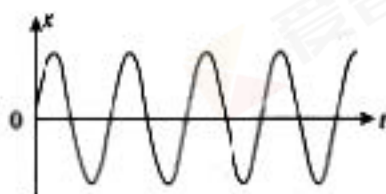


图 3

②图 3 为图 2 中纸板上曲线沙堆的俯视图,沿沙摆振动方向建立 x 轴,沿 O_1O_2 方向建立 t 轴,就利用沙堆曲线得到了沙摆的振动图像。请说明为什么要匀速拉动下方纸板。

(2)用如图 4 所示的装置验证牛顿第二定律。

①除了图 4 中所给器材以及交流电源和导线外,在下列器材中,还必须使用的两种器材是_____ (选填正确选项的字母)。

- A. 秒表
- B. 天平(含砝码)
- C. 弹簧测力计
- D. 刻度尺

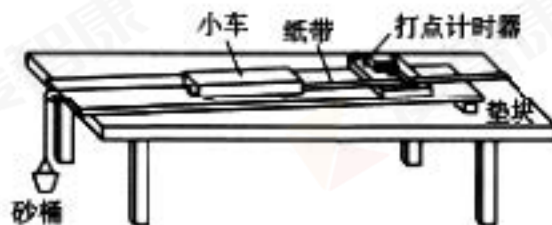


图 4

②实验前平衡小车与木板间摩擦力的做法是:把实验器材安装好,先不挂砂桶,将小车放在木板上,后面固定一条纸带,纸带穿过打点计时器。用垫块把木板一端垫高,接通打点计时器,让小车以一定初速度沿木板向下运动,并不断调节木板的倾斜度,直到小车拖动纸带沿木板做_____ 运动。

③为使砂桶和砂的总重力在数值上近似等于小车运动时受到的拉力,需满足的条件是砂桶及砂的总质量_____ (选填“远大于”“远小于”或“近似等于”)小车的总质量。



④实验中打出的一条纸带的一部分如图5所示。纸带上标出了连续的3个计数点A、B、C，相邻计数点之间还有4个点没有标出。打点计时器接在频率为50 Hz的交流电源上。则打点计时器打B点时，小车的速度 $v_B =$ _____ m/s。多测几个点的速度做出 $v-t$ 图像，就可以算出小车的加速度。

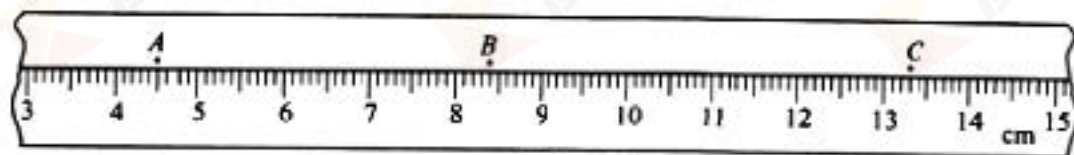


图5

⑤为研究加速度和力的关系，要保证 _____ 的总质量不变，改变砂桶内砂的质量，重复做几次实验。

⑥在研究加速度与质量的关系时，要保证砂和砂桶的质量不变。若砂和砂桶的总质量 m 与小车的总质量 M 间的关系不满足第③问中的条件，由实验数据作出 a 与 $\frac{1}{M+m}$ 的图线，则图线应如图6中的 _____ 所示(选填正确选项的字母)。

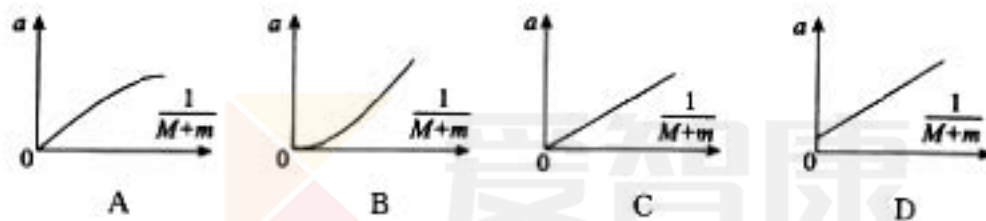
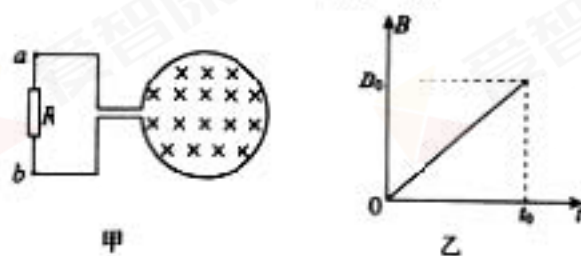


图6

22. (16分)

如图甲所示，一个面积为 S ，阻值为 r 的圆形金属线圈与阻值为 $2r$ 的电阻 R 组成闭合回路。在线圈中存在垂直于线圈平面向里的匀强磁场，磁感应强度 B 随时间 t 变化的关系如图乙所示，图中 B_0 和 t_0 已知，导线电阻不计。在 $t=0$ 至 $t=t_0$ 时间内，求：

- (1)电阻 R 中电流的方向；
- (2)感应电动势的大小 E ；
- (3) a 、 b 两点间的电势差 U_{ab} 。

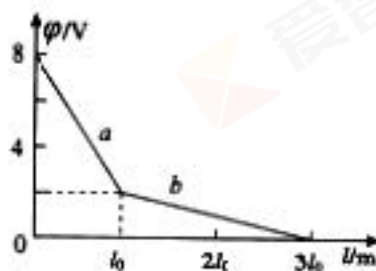


23. (18分)

两根材料相同的均匀直导线 a 和 b 串联在电路上， a 长为 l_0 ， b 长为 $2l_0$ 。

(1)若沿长度方向的电势随位置的变化规律如图所示，求：

- ① a 、 b 两导线内电场强度大小之比 $\frac{E_1}{E_2}$ ；
- ② a 、 b 两导线横截面积之比 $\frac{S_1}{S_2}$ 。





(2)以下对直导线内部做进一步分析:设导线单位体积内有 n 个自由电子,电子电荷量为 e ,自由电子定向移动的平均速率为 v 。现将导线中电流 I 与导线横截面积 S 的比值定义为电流密度,其大小用 j 表示。

①请建立微观模型,利用电流的定义 $I = \frac{q}{t}$ 推导: $j = nev$;

②从宏观角度看,导体两端有电压,导体中就形成电流;从微观角度看,若导体内没有电场,自由电子就不会定向移动。设导体的电阻率为 ρ ,导体内场强为 E ,试猜想 j 与 E 的关系并推导出 j 、 ρ 、 E 三者间满足的关系式。

(解题过程中需要用到的物理量要在解题时作必要的说明)

24. (20 分)

如图所示为雨滴从高空下落过程中空气阻力 f 随雨滴速度 v 变化的大致情况,其中图线①、②分别对应半径不同的雨滴。

(1)请利用图线分析并说明雨滴下落过程中加速度和速度随时间变化的大致情况。

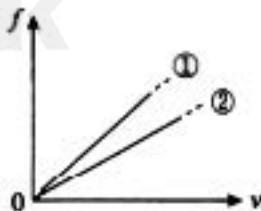
(2)已知图中直线的斜率值 $\frac{f}{v} = kr^2$, 其中 $k = \frac{25}{3}\pi \text{ kg}/(\text{m}^3 \cdot \text{s})$,

r 为雨滴的半径。(雨滴的密度取 $\rho = 1.0 \times 10^3 \text{ kg}/\text{m}^3$)

a. 请比较①、②图线所示的两个雨滴下落的最终速度;

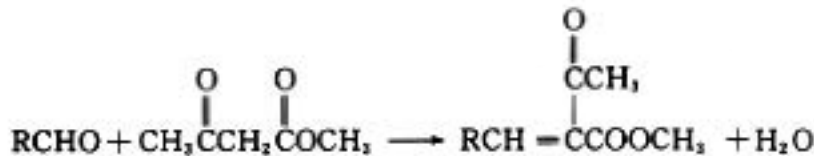
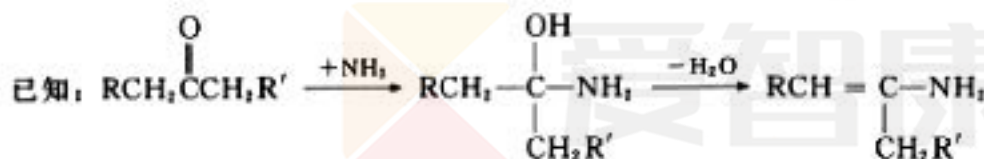
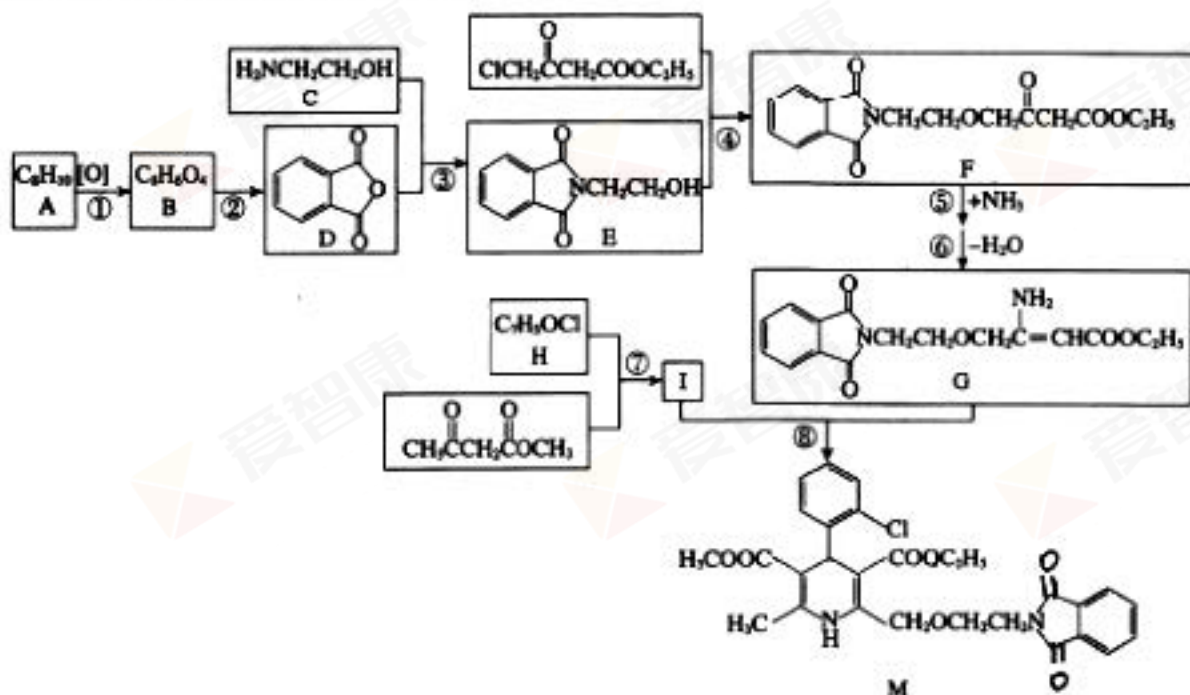
b. 请计算半径 $r = 5 \text{ mm}$ 的雨滴下落的最终速度。

(3)已知一滴雨珠的重力可达蚊子体重的 50 倍之多,但是下雨时蚊子却可以在“雨中漫步”。为研究蚊子不会被雨滴砸死的诀窍,科学家用高速相机以每秒 4000 帧的速度拍摄,记录雨滴击中蚊子时二者相互作用的每一个动作,归纳并计算出蚊子与雨滴遭遇瞬间的作用力及其随雨滴向下移动的距离。针对雨滴下落时正中蚊子的情况,研究发现蚊子被雨滴击中时并不阻挡雨滴,而是与雨滴融为一体,顺应雨滴的趋势一同下落,随后迅速侧向微调与雨滴分离。现对比两种情况:①蚊子在空中被雨滴砸中;②蚊子栖息于地面时被雨滴砸中,请建立理想模型,通过计算比较两种情况下蚊子被雨滴击中时受到的伤害。(解题过程中需要用到的物理量,要在解题时作必要的说明)





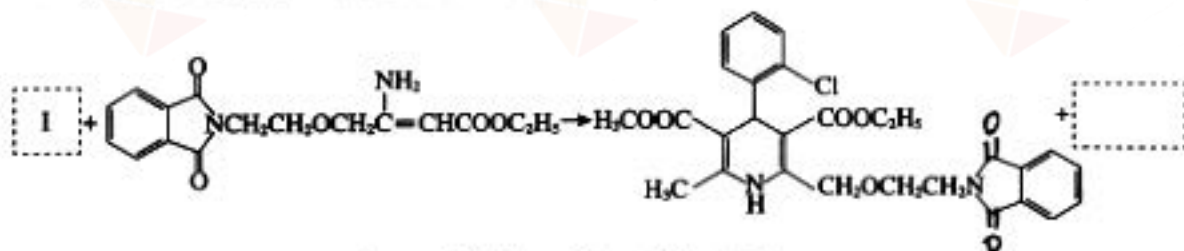
25. (16分)合成药物中间体M的流程图如下。



- (1)芳香烃A的核磁共振氢谱有_____种峰。
- (2)在一定条件下,步骤②的化学方程式是_____。
- (3)步骤③反应物C含有官能团的名称是氨基、_____。
- (4)步骤④⑤⑥中,属于取代反应的是_____ (填序号)。
- (5)步骤⑥可得到一种与G分子式相同的有机物,将其结构简式补充完整:



- (6)H的结构简式是_____。
- (7)将步骤⑧中合成M的化学方程式补充完整:



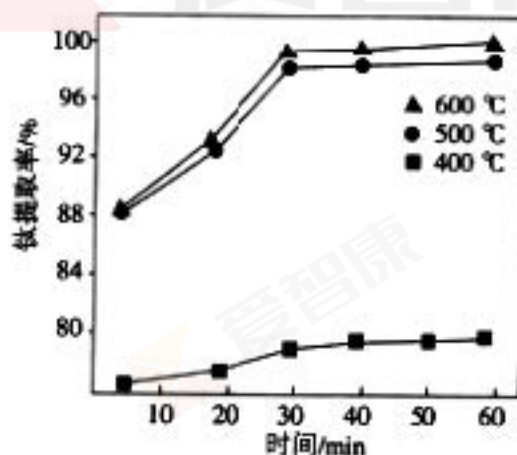
物质	TiO ₂	MgO	SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃
质量百分含量/%	51.00	12.52	5.59	4.00	19.34

通过下列工艺流程可以实现元素 Ti、Al、Si 的回收利用, 并得到纳米二氧化钛和分子筛。

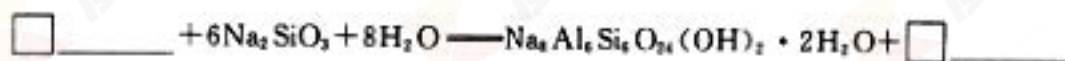


请回答下列问题:

- 步骤①②③中进行分离操作的名称是_____。
- 下列固体废料的成分中, 不属于碱性氧化物的是_____ (填字母序号)。
a. TiO₂ b. MgO c. SiO₂ d. CaO
- 熔融温度和钛的提取率关系如下图, 适宜温度为 500℃, 理由是_____。



- 滤液①中溶质的成分是_____。
- 步骤②中发生反应的离子方程式是_____。
- 将步骤③中制取分子筛的化学方程式补充完整:

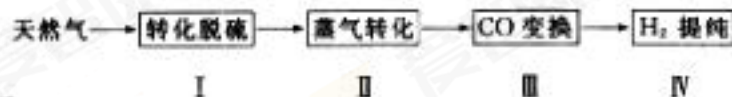


根据成分表中数据, 计算 10 kg 固体废料, 理论上应再加入 Na₂SiO₃ 物质的量的计算

式是 $n(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mol}$ (摩尔质量/g · mol⁻¹; SiO₂ 60 Al₂O₃ 102)。

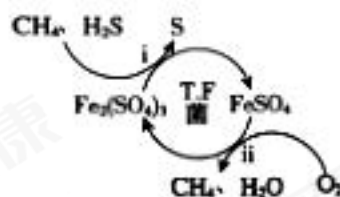


27. (13分) 氢气作为清洁能源有着广泛的应用前景,含硫天然气制备氢气的流程如下。



请回答下列问题:

I. 转化脱硫:将天然气压入吸收塔,30℃时,在 T.F 菌作用下,酸性环境中脱硫过程示意图如右。



(1)过程 i 中 H_2S 发生了_____ (选填“氧化”或“还原”)反应。

(2)过程 ii 的离子方程式是_____。

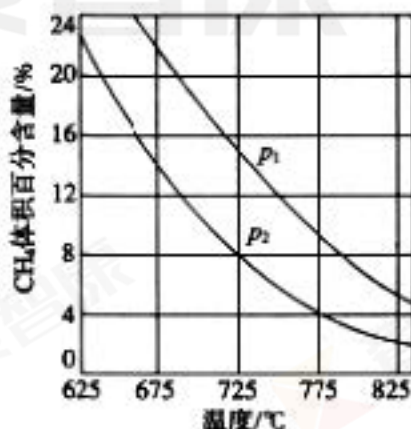
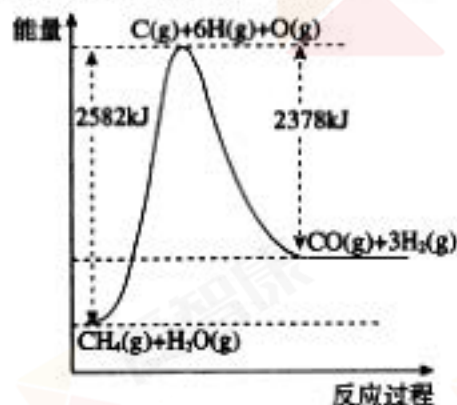
(3)已知:① Fe^{3+} 在 $\text{pH}=1.9$ 时开始沉淀, $\text{pH}=3.2$ 时沉淀完全。

②30℃时,在 T.F 菌作用下,不同 pH 的 FeSO_4 溶液中 Fe^{2+} 的氧化速率如下表。

pH	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.7	3.0
Fe^{2+} 氧化速率/ $(\text{g} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1})$	4.5	5.3	6.2	6.8	7.0	6.6	6.2	5.6

请结合以上信息,判断工业脱硫应选择的最佳 pH 范围,并说明原因:_____。

II. 蒸气转化:在催化剂的作用下,水蒸气将 CH_4 氧化。结合下图回答问题。



(4)①该过程的热化学方程式是_____。

②比较压强 p_1 和 p_2 的大小关系: p_1 _____ p_2 (选填“>”“<”或“=”)。

III. CO 变换:500℃时,CO 进一步与水反应生成 CO_2 和 H_2 。

IV. H_2 提纯:将 CO_2 和 H_2 分离得到 H_2 的过程示意图如下。




(5)①吸收池中发生反应的离子方程式是_____。

②结合电极反应式,简述 K_2CO_3 溶液的再生原理:_____。



28. (16分) 化学变化是有条件的。某小组同学探究 I^- 与金属阳离子的氧化还原反应, 实验过程如下。

已知同浓度的稀溶液中氧化性: $Ag^+ > Fe^{3+} > Cu^{2+}$ 。

	实验		现象
	编号	溶液 X	
	I	0.1 mol/L $Fe(NO_3)_3$, pH \approx 1	
	II	KNO_3 和 HNO_3 , 其中 $c(NO_3^-) = 0.3$ mol/L, pH \approx 1	
	III	0.1 mol/L $AgNO_3$	
	IV	0.1 mol/L $Cu(NO_3)_2$	

(1) 根据实验 I 和 II, 请回答下列问题。

- ① 由“黄色立即加深”初步判断有 I_2 生成, 选择 _____ (填试剂) 进一步证实生成了 I_2 。
- ② 写出 Fe^{3+} 与 I^- 反应的离子方程式 _____, 该条件下氧化性: Fe^{3+} _____ I_2 (选填“>”或“<”)。
- ③ 实验 II 的目的是 _____。

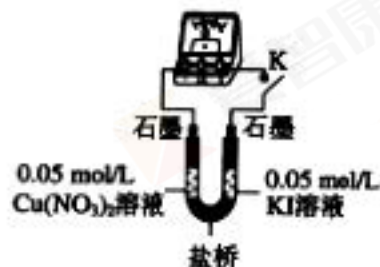
(2) 实验 IV 中 Cu^{2+} 与 I^- 反应的离子方程式是 _____, 甲同学得出氧化性: $Cu^{2+} > I_2$ 。

(3) 乙同学认为甲同学的结论不合理, 分析原因: 实验 III 应有

I_2 生成, 但却生成了 AgI 沉淀, 因此推测实验 IV 中 I_2 的生成, 与 CuI 沉淀有关, 故不能确定氧化性: $Cu^{2+} > I_2$, 并用

右图装置进行验证。K 闭合后, 较长时间发现两侧溶液均无明显变化。乙同学为了进一步判断 Cu^{2+} 和 I_2

的氧化性强弱, 将左侧电极改为 Cu 电极, 并向右侧溶液中加入少量 _____ (填试剂), 发现指针偏转, 且左侧溶液颜色加深, 证明该条件下氧化性: Cu^{2+} _____ I_2 (选填“>”或“<”)。



(4) 该小组同学进一步分析认为, 实验 III 没有发生 $2Ag^+ + 2I^- \rightleftharpoons 2Ag + I_2$ 的反应, 原因是生成 AgI 沉淀, 反应物浓度迅速降低, 不利于该反应进行; 请分析实验 IV 发生氧化还原反应的原因是 _____。

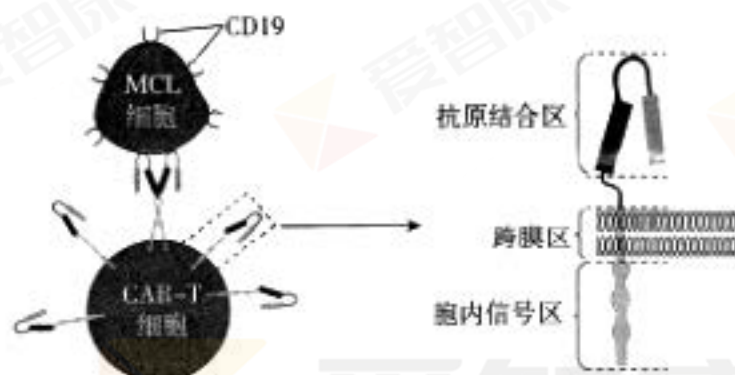
(5) 小组同学反思实验, 反应体系中, 各物质浓度对氧化还原反应是否发生都有一定的影响。



29. (18分)CAR-T细胞是利用基因工程制备的一种T细胞,其表面的嵌合抗原受体(简称CAR)能直接识别肿瘤细胞的特异性靶抗原(如CD19)。研究人员尝试用CAR-T免疫疗法治疗某种B细胞淋巴瘤(简称MCL)。请回答问题:

(1)正常的B细胞在_____免疫中识别抗原并接受T细胞产生的_____刺激后增殖分化为浆细胞,产生大量抗体。在致癌因子的作用下,B细胞由于遗传物质发生变化而转化为具有无限_____能力的癌细胞,造成免疫功能受损。

(2)下图为研究人员制备的CAR-T细胞特异性识别MCL细胞的示意图。



把特异性识别_____的抗体基因及胞内传导信号分子基因等串联在一起获得融合基因,将其与特定病毒构建成_____,导入体外培养的人T细胞中得到CD19-CAR-T细胞。提取该细胞中的_____分子,经逆转录后进行PCR扩增,以检测融合基因的表达。

(3)为研究CD19-CAR-T细胞对MCL细胞的杀伤效果,进行了如下实验:

①选取4种肿瘤细胞,每种各收集3管。将两种T细胞分别与肿瘤细胞共培养12小时后,统计各组肿瘤细胞数(用C表示),并计算杀伤率,结果如下表所示。

组别		杀伤率/%	
		CD19-CAR-T细胞	未被修饰的T细胞
有CD19的肿瘤细胞 (MCL细胞)	Rec-1	60	17
	Maver-1	75	32
	Jeko-1	78	30
无CD19的肿瘤细胞		24	13

表中杀伤率 = $\frac{C_{对照值} - C_{处理值}}{C_{对照值}} \times 100\%$, 公式中的对照组为_____。上述结果

表明_____。



- ②为研究内源性乙烯的作用,研究人员构建了拟南芥的乙烯合成量增多突变体(突变体1)和乙烯合成量减少突变体(突变体2),并在相应温度下统计其存活率,结果如图2所示。根据图1、图2结果可知,内源性乙烯与外源性乙烯的作用效果_____。

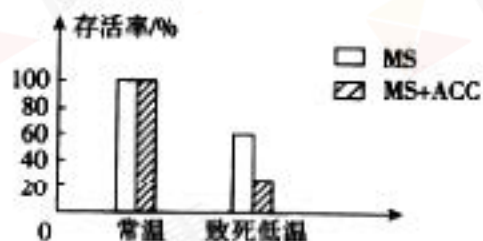


图1

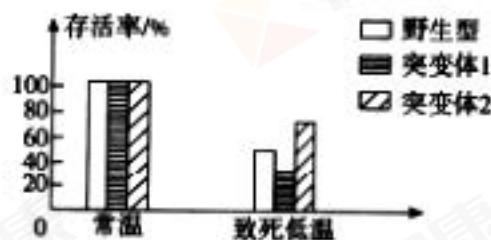


图2

- ③研究人员将拟南芥植株分别置于常温(22℃)和非致死低温(4℃),定时检测植株体内的乙烯合成量,结果如图3。实验结果显示,在此过程中乙烯合成量的变化趋势为_____。

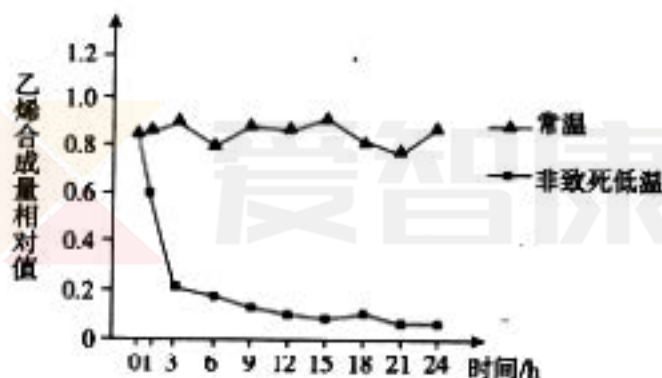


图3

- ④将拟南芥植株进行一段时间的4℃低温“训练”后,移至-8℃致死低温下,植株的存活率明显提高。研究人员推测,低温“训练”可使植株降低乙烯合成量的能力增强,从而提高了植株的抗致死低温能力。请提供实验设计的基本思路,以检验这一推测_____。



北京市东城区 2017—2018 学年度第二学期高三综合练习(一)

2018.4

理科综合参考答案及评分标准

第一部分共 20 小题,每题 6 分,共 120 分。

1. B 2. D 3. D 4. A 5. C 6. C 7. A 8. B 9. B 10. D
11. C 12. B 13. D 14. B 15. C 16. A 17. C 18. D 19. B 20. C

第二部分共 11 小题,共 180 分。

21. (18 分)(1)①近

②当拉动木板的速度恒定时,木板的位移与时间成正比,这样建立的 t 轴才可以代表时间。

(2)①B、D ②匀速 ③远小于 ④0.43~0.45 ⑤小车 ⑥C

22. (16 分)(1)电流方向由 a 到 b

(2)根据法拉第电磁感应定律: $E = n \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$,其中 $\Delta \Phi = B_0 S$, $\Delta t = t_0$,

$$\text{代入得到: } E = \frac{B_0 S}{t_0}$$

(3)根据闭合回路欧姆定律: $I = \frac{E}{R+r}$,及 $U_A = IR$, $R = 2r$,

$$\text{可得 } U_A = \frac{2B_0 S}{3t_0}$$

23. (18 分)(1)①根据 $U = \varphi_1 - \varphi_2$,由图像知: $\varphi_1 = 8 \text{ V}$, $\varphi_2 = 2 \text{ V}$,代入可得 $U_1 = 6 \text{ V}$,同理 $U_2 = 2 \text{ V}$;

根据 $E = \frac{U}{d}$,由已知 $d_1 = l_0$, $d_2 = 2l_0$,代入可得: $E_1 : E_2 = 6 : 1$

②因为两导线串联,所以电流 $I_1 = I_2$,由欧姆定律 $I = \frac{U}{R}$,电阻定律 $R = \rho \frac{l}{S}$,

将 $U_1 = 6 \text{ V}$, $U_2 = 2 \text{ V}$,长度分别为 l_0 和 $2l_0$ 代入,可得: $S_1 : S_2 = 1 : 6$

(2)①在直导线内任选一个横截面 S ,在 Δt 时间内以 S 为底, $v\Delta t$ 为高的柱体内的自由电子都将从此截面通过,由电流及电流密度的定义知: $j = \frac{I}{S} = \frac{\Delta q}{\Delta t S}$,其中 $\Delta q = neSv\Delta t$,

代入上式可得: $j = nev$

②(猜想: j 与 E 成正比)设横截面积为 S ,长为 l 的导线两端电压为 U ,则 $E = \frac{U}{l}$;

电流密度的定义为 $j = \frac{I}{S}$,将 $I = \frac{U}{R}$ 代入,得 $j = \frac{U}{SR}$;

导线的电阻 $R = \rho \frac{l}{S}$,代入上式,可得 j 、 ρ 、 E 三者间满足的关系式为: $j = \frac{E}{\rho}$

24. (20 分)(1)雨滴下落过程中受到重力 mg 和空气阻力 f 的作用,加速度方向向下,由牛顿

第二定律知加速度大小 $a = \frac{mg - f}{m}$,题中给出的 $f-v$ 图像表明,当下落速度 v 增大时,

阻力 f 随之增大,由上式可知加速度 a 随之减小;由于加速度与速度方向相同,所以速度是增大的,只是增加得越来越慢,当重力 mg 和空气阻力 f 相等时,雨滴以最大速度做匀速运动。



(2) 当 $mg=f$ 时,雨滴达到最终速度 v_m ,将雨滴的质量 $m=\rho\frac{4}{3}\pi r^3$,阻力 $f=kr^2v_m$ 代入,

可得 $v_m=\frac{4\rho g}{3k}r$ ①。

a. ①式说明,雨滴的半径 r 越大,最终速度 v_m 越大,由 $f-v$ 图像可判断出①图线表示的雨滴比②图线表示的雨滴半径大,因此下落速度更大。

b. 将雨滴的密度 $\rho=1.0\times 10^3\text{ kg/m}^3$ 、半径 $r=5\text{ mm}$ 及 $k=\frac{25}{3}\pi\text{ kg/(m}^2\cdot\text{s)}$ 代入①式,可得半径 $r=5\text{ mm}$ 的雨滴下落最终速度 $v_m=8\text{ m/s}$ 。

(3) 方法一:

将蚊子在空中被雨滴砸中的情况视为雨滴与蚊子发生完全非弹性碰撞的模型,将蚊子栖息于地面时被雨滴砸中的情况视为雨滴与蚊子和大地组成的整体发生完全非弹性碰撞的模型。

对发生完全非弹性碰撞的两个物体应用动量守恒定律: $Mv_0=(M+m)v$

碰撞过程损失的机械能为: $\Delta E_k=\frac{1}{2}Mv_0^2-\frac{1}{2}(M+m)v^2=\frac{1}{2}Mv_0^2(\frac{m}{M+m})$ ①

在第①种情况中,因为雨滴的质量 M 约为蚊子的质量 m 的 50 倍,由①式可知损失的机械能 ΔE_k 约为雨滴下落时动能 $\frac{1}{2}Mv_0^2$ 的 $\frac{1}{50}$;

在第②种情况中,将蚊子和地面视为整体,①式中的 m 代表地球与蚊子的质量之和,由①式可知损失的机械能 ΔE_k 约为雨滴下落时动能 $\frac{1}{2}Mv_0^2$ 的全部。

碰撞过程机械能的损失伴随着系统发生不可恢复的形变等过程,即使认为两次作用的时间相等(实际上应有 $t_1>t_2$),亦可知第②种情况对蚊子的伤害大。

方法二:

仍采取上述完全非弹性碰撞模型,但从冲量和力的角度进行分析。

设雨滴的质量为 M ,蚊子的质量为 m ,雨滴下落到地面附近时速度大小为 v_0 ,因相互作用时间很短,不考虑重力的影响。

第①种情况:对雨滴与蚊子相互作用的过程应用动量守恒定律: $Mv_0=(M+m)v$,可得 $v=\frac{Mv_0}{M+m}$;设蚊子与雨滴间的相互作用力为 F_1 ,作用时间为 t_1 ,对雨滴应用动量定理,有: $F_1t_1=M(v-v_0)$,由于雨滴的质量 M 约为蚊子的质量 m 的 50 倍,所以 v 与 v_0 几乎相等,即雨滴受到的冲量 F_1t_1 约等于零;

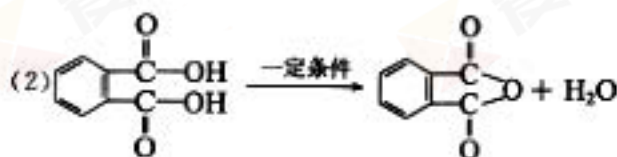
第②种情况:是雨滴与栖息了一只蚊子的地面发生相互作用的过程,雨滴与地面作用前速度大小为 v_0 ,作用后速度为零,设蚊子(与地面)和雨滴间的相互作用力为 F_2 ,作用时间为 t_2 ,对雨滴应用动量定理: $-F_2t_2=0-Mv_0$,可知雨滴受到的冲量 F_2t_2 约等于雨滴质量与下落速度二者的乘积;

两种情况相比,因为蚊子对雨滴的冲量与雨滴对蚊子的冲量大小相等,可知,第①种情况中蚊子受到的冲量小,即使认为两次作用的时间相等(实际上应有 $t_1>t_2$),仍有 $F_1<F_2$,因此第②种情况对蚊子的伤害大。



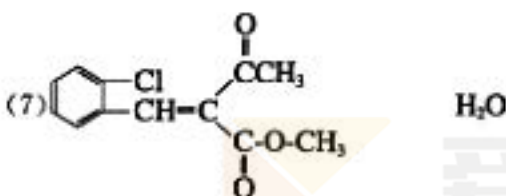
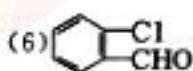
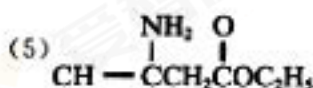
25. (16 分)

(1) 3



(3) 羟基

(4) ④



26. (13 分)

(1) 过滤

(2) a c

(3) 400℃ 钛的提取率太低, 600℃ 钛的提取率提高不多, 从节约能源, 降低生产成本角度考虑, 500℃ 最适宜

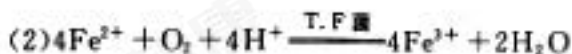
(4) NaAlO_2 、 Na_2SiO_3 、 NaOH

(5) $\text{Na}_2\text{TiO}_3 + 2\text{H}^+ \longrightarrow \text{H}_2\text{TiO}_3 + 2\text{Na}^+$

(6) 6 NaAlO_2 10 NaOH $100 \times \left(\frac{2 \times 19.34}{102} - \frac{5.39}{60} \right)$

27. (13 分)

(1) 氧化



(3) $1.5 \leq \text{pH} < 1.9$; 当 pH 大于 1.9 时, Fe^{2+} 开始沉淀, 导致 Fe^{1+} 和 Fe^{3+} 浓度均下降, 会降低反应速率。pH 小于 1.5 时, T.F 菌活性较低, 反应速率减慢。

(4) ① $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO}(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \quad \Delta H = +204 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ ② >

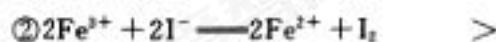
(5) ① $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-} \longrightarrow 2\text{HCO}_3^-$

② 阴极反应, $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{H}_2 \uparrow + 2\text{OH}^-$, $\text{OH}^- + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{CO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$, 使 K_2CO_3 溶液得以再生



28. (16 分)

(1) ①淀粉溶液或 CCl_4



③对比实验排除了本实验条件下, I_2 的生成可能是由 NO_3^- 或溶液中的 O_2 氧化得到



(3) $\text{I}_2 <$

(4) $2\text{Cu}^{2+} + 2\text{I}^- \rightleftharpoons 2\text{Cu}^+ + \text{I}_2$, 由于 Cu^+ 与 I^- 生成 CuI 沉淀, 产物浓度迅速降低, 促进反应进行

29. (18 分)

(1) 体液 淋巴因子 增殖

(2) CD19 基因表达载体 RNA

(3) ①不与 T 细胞共培养的肿瘤细胞

CD19-CAR-T 细胞对肿瘤细胞的杀伤效果强于未被修饰的 T 细胞; CD19-CAR-T 细胞对有 CD19 的肿瘤细胞杀伤效果强于无 CD19 的肿瘤细胞

② i 无 CD19 的肿瘤细胞 ii CD19-CAR-T 细胞

(4) 在动物体内进行免疫治疗实验, 检测对 MCL 的治疗效果; 评估 CD19-CAR-T 细胞对动物体主要组织器官和正常细胞的毒理作用(合理即给分)

30. (18 分)

(1) ①显

②常

③卷翅 见右图

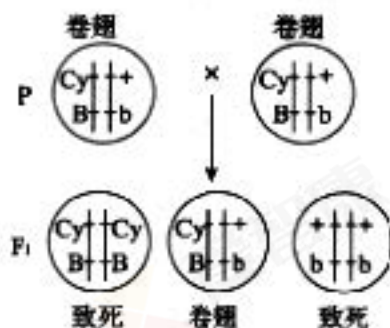
(2) ①正常翅

②卷翅: 正常翅 = 3:1

(3) ①不互补

②支持, 若互补, 则卷翅个体中混有同时携带两个卷翅基因的杂合子, 它的基因组

PCR 产物电泳结果只显示 B 条带(合理即给分)



31. (14 分)

(1) 信息 调节 成熟

(2) ①降低拟南芥的抗低温能力

②一致

③在非致死低温条件下, 乙烯合成量迅速降低, 然后维持低水平状态

④经 4°C 低温“训练”与未经低温“训练”的两组拟南芥植株均置于 -8°C 条件下, 分别测量乙烯合成量