

理科综合能力测试参考答案和评分标准

生 物

1.【答案】A

【命题意图】本题主要考查组成细胞的化合物的分类、分布、功能和性质,考查学生对基础知识的记忆和理解能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】人体内糖原分为肌糖原和肝糖原,其中只有肝糖原可以分解产生葡萄糖,葡萄糖进入血浆,调节血糖浓度,A项错误;维生素D能够促进肠道对钙和磷的吸收,它属于脂质中的固醇,B项正确;重金属离子能破坏蛋白质的空间结构,从而使蛋白质变性,但此蛋白质中的肽键依然完整,其仍能与双缩脲试剂发生紫色反应,C项正确;在细胞半自主性细胞器(如线粒体)中存在DNA,mRNA,rRNA等RNA的合成都发生在细胞核内,故细胞核内区域也存在核糖核酸,D项正确。

2.【答案】B

【命题意图】本题考查物质出入细胞的方式,考查学生的综合运用能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】植物呼吸作用产生的 CO_2 可进入细胞,被细胞光合作用利用,A项错误;有些氨基酸能通过胞吐活动由细胞排出,该过程需要消耗细胞能量,B项正确;通道蛋白M属于离子通道,葡萄糖不能通过,C项错误;水分子能以被动运输的方式顺相对含量的梯度跨膜运动进入红细胞,D项错误。

3.【答案】C

【命题意图】本题考查体液调节在维持稳态中的作用,考查学生获取信息、分析信息的能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】内分泌腺没有导管,分泌的激素弥散到体液中,随血液流到全身,传递着各种信息,临床上常通过抽取血样来检测内分泌系统的疾病,不需要在分泌腺体附近采集血样,A项错误;前列腺素作用于靶细胞后,会让人产生痛觉,止痛药抑制前列腺素的合成,减轻疼痛,B项错误;在身体出现炎症的时候,产生痛觉,前列腺素分泌量可能增多,C项正确;不能长期大剂量服用止痛药物,否则会产生药物依赖,D项错误。

4.【答案】D

【命题意图】本题考查影响光合作用速率的环境因素及其在农业生产中的应用,考查学生对知识的理解能力和迁移能力,体现了生命观念。

【解析】夏季正午光照强度是全天中最强的,但此时植物叶片气孔关闭, CO_2 积累量降低,有机物的积累速度减慢,A项错误;增大昼夜温差的常见做法是白天适当升温,晚上适当降温,B项错误;马铃薯无氧呼吸产生乳酸,C项错误;钾、氮肥能促进地下块茎生长,迅速膨大,D项正确。

5.【答案】C

【命题意图】本题考查激素调节与免疫调节的综合运用,考查学生对基础知识的理解能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】造成糖尿的根本原因是肾小管和集合管的重吸收功能障碍,A项错误;低血糖患者出现头晕、心慌等症状的根本原因是血糖浓度过低,糖供能不足,B项错误;病毒引起的感染会激活人体的体液免疫和细胞免疫,产生相关的免疫活性物质和记忆细胞,以上过程是人体针对某种病原体而产生的免疫活动,这属于特异性免疫,C项正确;腹部组织水肿是因为血浆中蛋白质浓度过低,应该静脉注射适宜浓度的血浆蛋白溶液,D项错误。

6.【答案】C

【命题意图】本题考查生态系统的相关知识,考查学生对基础知识的综合运用能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】害虫 X 和害虫 Y 都以桃树作为食物,可能存在种间竞争关系,A 项正确;性引诱剂 A 传递给害虫 Y 的信息属于化学信息,B 项正确;两种害虫属于不同种,存在生殖隔离,不能杂交,C 项错误;果园中包含害虫 X 的一条食物链是桃树→X→Z,D 项正确。

29.【答案】(每空 3 分,共 9 分)

- (1)细胞核
- (2)4 种核糖核苷酸和 RNA 聚合酶
- (3)(负)反馈调节

【命题意图】本题考查细胞核的功能,以及遗传信息的转录和翻译过程,考查学生的图形分析能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】(1)细胞核是细胞代谢和遗传的控制中心,真核生物的遗传物质 DNA 储存在细胞核中。

(2)过程①是转录过程,转录需要的原料是 4 种核糖核苷酸,需要的酶是 RNA 聚合酶。

(3)由图可知,过程③表示生成的 PER 蛋白通过核孔进入细胞反过来抑制 PER 基因的转录,该过程的调节方式是负反馈调节。

30.【答案】(除标注外,每空 1 分,共 10 分)

- (1)色氨酸 消耗 顶芽产生的生长素逐渐向下运输,枝条上部的侧芽处生长素浓度较高(2 分),由于侧芽对生长素浓度比顶芽更敏感,因此它的发育受到抑制,植株因而表现出顶端优势(2 分)
- (2)协同作用

(3)脱落酸 在开花期该激素具有较高的含量,在抽穗期该激素含量相对较低,这种变化趋势符合不同时期植物体内脱落酸含量的变化(2 分)

【命题意图】本题考查植物激素对植物生命活动的调节,考查学生对知识点的掌握能力和对图形的分析能力,体现了生命观念和科学思维。

【解析】(1)合成生长素的前体物质是色氨酸。极性运输是指在植物体内只能从植物形态学上端向形态学下端进行运输的方式。这种方式是一种主动运输过程,需要消耗能量。植物顶端优势的产生机制是顶芽产生的生长素逐渐向下运输,枝条上部的侧芽处生长素浓度较高,由于侧芽对生长素浓度比顶芽更敏感,因此它的发育受到抑制,植物因而表现出顶端优势。

(2)生长素和赤霉素都能够促进植物株高伸长,故两者在抽穗期为协同作用。

(3)细胞分裂素的作用是促进多种组织的分化和生长,在花芽分化期含量应相对较高,不符合折线图,故图 3 所示激素不是细胞分裂素。脱落酸能够促使老叶脱落,使芽进入休眠状态等,对细胞的分裂也有抑制作用,符合折线图走势,故图 3 所示激素是脱落酸。

31.【答案】(每空 2 分,共 8 分)

- (1)观察 DNA 和 RNA 需要用到染料,洋葱鳞片叶外表皮细胞的液泡中含有紫色色素,会有颜色干扰
- (2)可行 洋葱根尖分生区细胞
- (3)解离、漂洗、染色、制片

【命题意图】本题考查观察类实验的相关知识,考查学生的实验能力,体现了生命观念、科学思维和科学探究。

【解析】(1)观察 DNA 和 RNA 在细胞中分布的实验是染色实验,需要用到染料,洋葱鳞片叶外表皮细胞的液泡中含有紫色色素,会有颜色干扰。

(2)洋葱根尖分生区细胞可以不断地进行细胞分裂,细胞壁薄、细胞核较大,易于观察细胞的有丝分裂。

(3)有丝分裂装片制作的流程是解离、漂洗、染色、制片。

32.【答案】(每空 2 分,共 12 分)

(1)下丘脑 冷敏

(2)相反 正、负调节都有 神经元自身的温度敏感类型 VP 与特异性受体的结合

【命题意图】本题考查体温调节和神经调节,考查学生信息获取能力、实验探究能力和综合运用能力,体现了生命观念、科学探究和科学思维。

【解析】(1)直接感受流经脑部的血液温度变化并产生兴奋的体温调节感受器是下丘脑。分析图中曲线变化可知,致热原进入机体使体温升高,正常体温相当于“寒冷刺激”,为了维持升高后的温度,机体的冷敏神经元放电频率增加,减少散热。

(2)由表中数据分析可知,VP 对热敏神经元的促进作用(11/17)大于抑制作用(6/17),属于正调节,对冷敏神经元的抑制作用(7/10)大于促进作用(3/10),属于负调节。二者作用相反。VP 对温度不敏感神经元的促进作用(10/20)与抑制作用(10/20)相当,正、负调节都有。这些现象说明 VP 调节方式的不同与神经元自身的温度敏感类型有关。灌流 V_{1a} 受体阻断剂使三种温度感受类型神经元的放电活动均受到抑制(13/17、6/10、18/20),说明 V_{1a} 受体阻断剂阻断了 VP 与特异性受体的结合过程。

37.【答案】(除标注外,每空 2 分,共 15 分)

(1)(清洁和)消毒

(2)营养物质需求(或水、氮源、碳源和无机盐需求) 选择(1分) 高压蒸汽灭菌 50℃ 冷却凝固 倒置

(3)水解圈的大小

【命题意图】本题考查微生物的分离和选择培养基对微生物的选择作用,考查学生的信息获取能力、实验探究能力和综合运用能力,体现了生命观念、科学探究和科学思维。

【解析】(1)实验室需要提前做好清洁和消毒处理,常见的方法是紫外灯照射,时间 30 min。

(2)用选择培养基对微生物进行筛选。通常培养基用高压蒸汽灭菌的方法进行灭菌。在倒平板时,培养基的温度冷却至 50℃ 左右为宜,随后在酒精灯火焰旁倒平板。等待平板冷却凝固后,将平板倒置,随后放到恒温培养箱中培养 24 h,检测平板是否被微生物污染。

(3)细胞所含纤维素水解酶越多、酶的活性越高,形成的水解圈越大。

38.【答案】(除标注外,每空 2 分,共 15 分)

(1)cDNA 文库

(2)逆转录酶(1分)

(3)*Taq* (DNA 聚合) 引物(或成对的引物) 90~95 变性 复性 延伸

【命题意图】本题考查基因工程的基础知识以及运用,考查学生的信息获取能力、实验探究能力和综合运用能力,体现了生命观念、科学探究和科学思维。

【解析】(1)得到病毒遗传物质后需要构建 cDNA 文库。

(2)获取病毒双链 DNA 片段时要以 RNA 为模板,逆转录形成互补 DNA,过程中用到的特殊酶是逆转录酶。

(3)PCR 扩增需要的酶是 *Taq* DNA 聚合酶,除了酶,还需要 DNA 模板、原料、引物(或成对的引物)。基本步骤是先加热到 90~95℃ 进行变性操作,随后是复性和延伸,多个循环的扩增后再进行电泳,最后借助仪器分析电泳结果,最终确认病毒的类型。

化 学

7.【答案】A

【命题意图】本题考查 STSE、化学与材料。

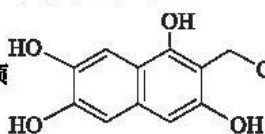
【解析】蓝宝石主要成分是氧化铝，A 项错误；纳米金属材料的粒子直径在 1~100 nm 之间，分散在水中可以形成胶体，B 项正确；乳酸聚合而成的塑料属于合成高分子材料，C 项正确；碘酒是碘单质的酒精溶液，淀粉遇到碘单质会变蓝，D 项正确。

8.【答案】D

【命题意图】本题考查有机化合物的结构与性质。

【解析】HCA 分子式为 $C_{11}H_8O_5$ ，A 项正确；HCA 分子中有羟基、酯基、碳碳双键、羧基四种官能团，B 项正确；因为 HCA 分子中含有苯环和碳碳双键，所以 1 mol HCA 最多与 4 mol H_2 发生加成反应，C 项正确；

HCA 分子式为 $C_{11}H_8O_5$ ，D 项



的分子式为 $C_{11}H_{10}O_5$ ，分子式不同，D 项错误。

9.【答案】D

【命题意图】本题考查化学反应机理、催化剂。

【解析】 $MnSO_4^{2+}$ 是中间产物，A 项错误；反应①③中元素化合价均未发生变化，属于非氧化还原反应，B、C 两项错误；由图可知，该过程中反应物为 SO_2 、 O_2 和水，生成物是硫酸，D 项正确。

10.【答案】B

【命题意图】本题考查元素周期律。

【解析】由题意知，无机化合物甲和有机化合物乙化学式相同，且在无氧环境下加热甲可以得到乙，所以无机物甲是 NH_4CNO ，有机物乙是 $CO(NH_2)_2$ ，则元素 X、Y、Z、W 分别为 H、C、N、O，元素 Z 的含氧酸有硝酸和亚硝酸，亚硝酸为弱酸，A 项错误；简单离子半径： $N^{3-} > O^{2-} > H^+$ （或 H^- ），B 项正确；非金属性： $O > N > C > H$ ，C 项错误；碳元素能形成很多种氢化物，不止两种，D 项错误。

11.【答案】C

【命题意图】本题考查化学实验基本操作。

【解析】次氯酸钠溶于水，水解生成次氯酸，会使 pH 试纸褪色，A 项错误；麦芽糖及其自身水解产物均可与新制氢氧化铜悬浊液反应产生砖红色的沉淀，B 项错误；乙酸、乙醇易溶于饱和碳酸钠溶液中，而乙酸乙酯在饱和碳酸钠溶液中溶解度较小，可以用分液的方法分离，C 项正确；酸性条件下， Cl^- 和 Fe^{2+} 均可与 $KMnO_4$ 溶液反应使之褪色，D 项错误。

12.【答案】D

【命题意图】本题考查电化学原理。

【解析】由图可知，左边石墨为阴极，右边石墨为阳极，电流方向由右向左。 Na^+ 由乙室向甲室迁移， OH^- 由双极膜向甲室迁移，甲室流出的为氢氧化钠溶液，M 为阳离子交换膜，所以 A、B 两项正确；相比现有氯碱工业制取氢氧化钠，该方法无氯气产生，更环保，C 项正确；电解总反应为 $2H_2O \xrightarrow{\text{电解}} 2H_2 \uparrow + O_2 \uparrow$ ，D 项错误。

13.【答案】C

【命题意图】本题考查水溶液中的离子平衡。

【解析】 H_3PO_3 是二元弱酸， $H_3PO_3 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_3^-$ ， $H_2PO_3^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_3^{2-}$ ，无 PO_3^{3-} 。 δ_1 、 δ_2 、 δ_3 分别表示 H_3PO_3 、 $H_2PO_3^-$ 、 HPO_3^{2-} 的物质的量分数，A 项错误；当 pH 为 6.54 时， HPO_3^{2-} 和 $H_2PO_3^-$ 浓度相等， $H_2PO_3^-$ 电离常数 $K_{a2} = \frac{c(H^+) \times c(HPO_3^{2-})}{c(H_2PO_3^-)} = c(H^+) = 10^{-6.54}$ ，同理可得 H_3PO_3 电离常数 $K_{a1} =$

$10^{-1.43}$, B项错误, $\text{H}_3\text{PO}_3 + \text{HPO}_3^{2-} \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{PO}_3^-$ 的平衡常数 $K = \frac{K_{a1}}{K_{a2}} = \frac{10^{-1.43}}{10^{-6.54}} = 10^{5.11}$, C项正确, 当加入 NaOH 溶液的体积为 0.5 L 时, 溶液中溶质成分为 H_3PO_3 和 NaH_2PO_3 , 浓度比为 1:1, 由于 H_3PO_3 的电离程度大于 H_2PO_3^- , 所以 $c(\text{H}_2\text{PO}_3^-) \neq c(\text{H}_3\text{PO}_3)$, 溶液的 pH 不为 1.43, D项错误。

26. 【答案】(15分)

(1)三颈烧瓶(1分) (2)稀释 ClO_2 , 防止发生爆炸(2分) (3) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ (2分) 硫酸浓度过低, 反应速率太慢, 同时大量 SO_2 溶解, 造成 SO_2 产量较低, 硫酸浓度过高, 硫酸电离程度较小, 反应难以进行(2分) (4) $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (2分) (5)① $4\text{H}^+ + \text{ClO}_2^- + 4\text{I}^- = 2\text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ (2分) ②滴入最后一滴硫代硫酸钠溶液后, 溶液恰好由蓝色变为无色, 且 30 s 不恢复原色(2分) ③ $\frac{9.05cV}{m}\%$ (2分)

【命题意图】本题考查亚氯酸钠的制备。

【解析】(1)仪器甲是三颈烧瓶。

(2)资料中介绍了二氧化氯, 浓度过高极易发生爆炸, 故通入空气是为了稀释 ClO_2 , 防止发生爆炸。

(3)A中制备 SO_2 的化学方程式为 $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$ 。硫酸浓度过低, 反应速率太慢, 同时大量 SO_2 溶解, 造成 SO_2 产量较低; 硫酸浓度过高, 硫酸电离程度较小, 反应难以进行。

(4)在 NaOH 溶液中, ClO_2 和 H_2O_2 反应制备 NaClO_2 , H_2O_2 作还原剂, 被氧化成氧气, ClO_2 作氧化剂, 被还原为 NaClO_2 , 化学方程式为 $2\text{ClO}_2 + \text{H}_2\text{O}_2 + 2\text{NaOH} = 2\text{NaClO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。

(5)① ClO_2^- 将 I⁻ 氧化成 I_2 , I_2 与淀粉反应, 显示出蓝色, 离子方程式为 $4\text{H}^+ + \text{ClO}_2^- + 4\text{I}^- = 2\text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 。②滴入最后一滴硫代硫酸钠溶液后, I_2 被完全消耗, 溶液恰好由蓝色变为无色, 且 30 s 不恢复原色。

③根据反应 $\text{I}_2 + 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} = 2\text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, 可由消耗的 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 标准溶液体积及浓度计算出 $n(\text{I}_2)$, 再根据反应 $4\text{H}^+ + \text{ClO}_2^- + 4\text{I}^- = 2\text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$, 计算出 NaClO_2 的质量分数。过程如下: $n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = c \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times V \times 10^{-3} \text{ L} = cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 由关系式可知, $\text{I}_2 \sim 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, $n(\text{I}_2) = 0.5cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 根据离子方程式, $4\text{H}^+ + \text{ClO}_2^- + 4\text{I}^- = 2\text{I}_2 + \text{Cl}^- + 2\text{H}_2\text{O}$ 可知 25 mL 溶液中 $n(\text{ClO}_2^-) = 0.25cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 则 100 mL 溶液中 $n(\text{ClO}_2^-) = 0.25cV \times 10^{-3} \times 4 \text{ mol} = cV \times 10^{-3} \text{ mol}$, 样品中 $m(\text{NaClO}_2) = cV \times 10^{-3} \text{ mol} \times 90.5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 0.0905cV \text{ g}$, NaClO_2 的质量分数 $= \frac{0.0905cV}{m} \times 100\% = \frac{9.05cV}{m}\%$ 。

27. 【答案】(14分)

(1) $2\text{Cu}_2\text{Te} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{450^\circ\text{C}} 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{TeO}_3 + 2\text{CO}_2$ (2分) 陶瓷在高温下会与 Na_2CO_3 反应(1分) (2)水浴加热(1分) 受热均匀, 便于控制温度(1分) (3) $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cu}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ (2分) (4) TeO_2 是两性氧化物, 溶液酸性过强或碱性过强, 都能反应消耗 TeO_2 , 导致碲元素损失(2分) (5)① $2\text{Fe}^{2+} + \text{SeO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{SeO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ (2分) ② H_2SO_4 (1分)

(6) $\frac{207m_2}{51.9m_1} \times 100\%$ (2分)

【命题意图】本题考查元素及其化合物的转化。

【解析】阳极泥主要含硒化亚铜(Cu_2Se)和碲化亚铜(Cu_2Te), 通过在氧气和 Na_2CO_3 固体中“烧结”, 生成 Na_2SeO_3 、 Na_2TeO_3 和 Cu_2O 。“水浸”后过滤, 滤渣中 Cu_2O 加入氧化剂和稀硫酸反应生成硫酸铜溶液, 滤液通过稀硫酸“调 pH”后将 TeO_5^{2-} 转化为 TeO_2 沉淀。在剩下的滤液中加入 FeSO_4 溶液将少量的 SeO_4^{2-} 还原为 SeO_3^{2-} 除去, 最后通入 SO_2 进行还原得到粗硒, 据此分析解题。

(1)阳极泥主要含硒化亚铜(Cu_2Se)和碲化亚铜(Cu_2Te), 通过在氧气和 Na_2CO_3 固体中“烧结”, 生成 Na_2SeO_3 、 Na_2TeO_3 和 Cu_2O , 根据元素守恒和得失电子守恒, 得到 Cu_2Te 反应的化学方程式为: $2\text{Cu}_2\text{Te} + 2\text{Na}_2\text{CO}_3 + 3\text{O}_2 \xrightarrow{450^\circ\text{C}} 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{Na}_2\text{TeO}_3 + 2\text{CO}_2$ 。

(2)80 °C 可用热水浴加热, 水浴加热的优点是受热均匀, 便于控制温度。

(3)水浸渣主要成分为 Cu_2O , Cu 元素化合价为 +1, 被双氧水氧化得到化合价为 +2 的铜离子, 双氧水被还原为水。制备硫酸铜的离子方程式为 $\text{Cu}_2\text{O} + 4\text{H}^+ + \text{H}_2\text{O}_2 = 2\text{Cu}^{2+} + 3\text{H}_2\text{O}$ 。

(4)由题中信息可知 TeO_2 是两性氧化物, 既可以和强酸反应又可以和强碱反应, 所以溶液酸性过强或碱性过强都能发生反应消耗 TeO_2 而导致碲元素损失。

(5)①根据流程, “烧结”时产生的少量 Na_2SeO_4 被 FeSO_4 还原为 Na_2SeO_3 除去, 根据得失电子守恒和元素守恒, 反应的离子方程式为 $2\text{Fe}^{2+} + \text{SeO}_4^{2-} + 2\text{H}^+ = 2\text{Fe}^{3+} + \text{SeO}_3^{2-} + \text{H}_2\text{O}$ 。

②最后一步加入 SO_2 产生粗硒的同时会生成 H_2SO_4 , 可以返回到稀硫酸“调 pH”等步骤循环利用, 所以可以循环利用的物质为 H_2SO_4 。

(6)得到产品 m_2 kg Na_2SeO_3 , 其中 Se 元素的质量为 $m_2 \times \frac{79}{173}$ kg。 m_1 kg 粗铜(含 Cu_2Se 30%)中 Se 元

素的质量为 $m_1 \times 30\% \times \frac{79}{207}$ kg, 所以产率为 $\frac{m_2 \times \frac{79}{173} \text{ kg}}{m_1 \times 30\% \times \frac{79}{207} \text{ kg}} \times 100\% = \frac{207m_2}{51.9m_1} \times 100\%$ 。

28.【答案】(14分)

(1) -90.4 (2分) (2) $\frac{1-a}{V}$ (2分) $\frac{V^2(1-a-b)}{b(3a+2b)^2}$ (2分) (3) BE (2分) (4) ①反应 I 和反应 III 均为放热反应, 升高温度, 平衡均逆向移动, 使甲醇的平衡产率降低 (2分) ② P、T 两点对应的温度相同, 分子筛膜不断从反应体系中分离出 H_2O , 有利于反应正向进行 (2分) ③ 210 (2分)

【命题意图】本题考查化学反应的热效应、化学反应速率和化学平衡。

【解析】将 CO_2 转化为有价值的化学物质和燃料是清除污染、实现“碳中和”的有效途径。以 CO_2 和 H_2 为原料合成 CH_3OH , 涉及的主要反应如下:

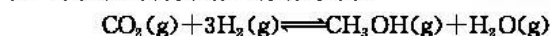


回答下列问题:

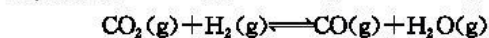
(1) 反应 I - 反应 II = 反应 III, 则 $\Delta H_3 = \Delta H_1 - \Delta H_2 = -90.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ 。

(2) 反应 I 和反应 II 均是 1 mol CO_2 产生 1 mol H_2O , 1 mol CO_2 发生上述反应, 达到平衡时, 容器中 CO_2 为 a mol, 则消耗 CO_2 $(1-a)$ mol, 产生 $(1-a)$ mol H_2O , 此时 $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$ 的浓度为 $\frac{1-a}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

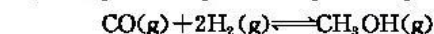
设三个反应的物质的量的变化值为:



$\Delta n/\text{mol} \quad x \quad 3x \quad x \quad x$



$\Delta n/\text{mol} \quad y \quad y \quad y \quad y$



$\Delta n/\text{mol} \quad x \quad 2x \quad x$

$x+y=1-a, x+x=1-a-b$ 。

$n(\text{CH}_3\text{OH}) = (x+x) \text{ mol} = (1-a-b) \text{ mol}$, 浓度为 $\frac{1-a-b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

$n(\text{H}_2) = (3-3x-y-2x) \text{ mol} = (3a+2b) \text{ mol}$, 浓度为 $\frac{3a+2b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ 。

CO 的浓度为 $\frac{b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$, 则反应 III 的平衡常数为:

$$K = \frac{\frac{1-a-b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}}{\frac{b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \times \left(\frac{3a+2b}{V} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}\right)^2} = \frac{(1-a-b)V^2}{b(3a+2b)^2} \text{ L}^2 \cdot \text{mol}^{-2}$$

(3) CO_2 参与反应 I 和反应 II, 反应 I 是放热反应, 反应 II 是吸热反应。升温, 反应 I 平衡逆向移动, 反应 II 平衡正向移动, 不一定能提高 CO_2 平衡转化率, A 项错误; 增大压强, 反应 I 平衡正向移动, CO_2 平衡转化率增大, 且能加快反应速率, B 项正确; 及时分离出产品, 虽能提高 CO_2 平衡转化率, 但降低了反应速率, C 项错误; 增加 CO 投料量, 反应 II 平衡逆向移动, 不能提高 CO_2 平衡转化率, D 项错误; 增加 H_2 投料量, 既能加快反应速率, 又能提高 CO_2 平衡转化率, E 项正确; 使用合适的催化剂, 能加快反应速率, 但不会使平衡移动, F 项错误。

(4) ① 甲醇平衡产率随温度升高而降低是因为反应 I 和反应 III 均为放热反应, 升高温度, 平衡均逆向移动, 使甲醇的平衡产率降低。

② P 点甲醇产率高于 T 点的原因: P、T 两点对应的温度相同, 分子筛膜不断从反应体系中分离出 H_2O , 有利于反应正向进行。

③ 由图可知, 采用该分子筛膜在 210°C 时甲醇产率最高, 所以最佳反应温度为 210°C 。

35. 【答案】(15 分)

- (1) $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2s & & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ (2 分) $\text{C} > \text{Be} > \text{B}$ (2 分) (2) 自范性 (1 分) (3) 由于立方 BN 晶体是共价晶体, B—N 键能大, 所以质地坚硬, 且共价键具有方向性, 受到外力时, 容易发生原子错位, 所以硬而脆 (2 分)
- (4) sp^3 杂化 (1 分) (5) MgB_2 (1 分) 12 (1 分) (6) ① $<$ (1 分) ② 根据价层电子对互斥理论, BF_3 中心原子 B 采用 sp^2 杂化, 空间构型为平面三角形, 键角 120° , NF_3 中心原子 N 采用 sp^3 杂化, 空间构型为三角锥形, 键角小于 120° (2 分) ③ BD (2 分)

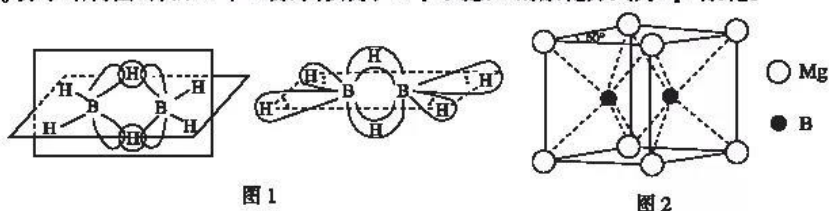
【命题意图】本题考查原子结构、晶体结构。

【解析】(1) 基态硼原子的价电子轨道表达式是 $\begin{array}{|c|c|c|} \hline 2s & & 2p \\ \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ 。与硼处于同周期且相邻的两种元素和硼的第一电离能由大到小的顺序为 $\text{C} > \text{Be} > \text{B}$ 。

(2) 晶体能自发地呈现多面体外形, 这种性质称为晶体的自范性。

(3) 立方氮化硼晶体之所以硬而脆, 是因为立方 BN 晶体是共价晶体, B—N 键能大, 所以质地坚硬, 且共价键具有方向性, 受到外力时, 容易发生原子错位。

(4) 由 B_2H_6 分子结构图可知, 1 个 B 原子形成了 4 个 σ 键, B 的杂化方式为 sp^3 杂化。



(5) 硼化镁晶胞中有两个 B 原子, Mg 均摊到 $4 \times \frac{1}{6} + 4 \times \frac{1}{12} = 1$ 个原子, 则硼化镁的化学式为 MgB_2 , 由图可看出 B 原子周围最近的镁原子有 6 个, B 的配位数为 6, 又因为分子式为 MgB_2 , 则 Mg 的配位数为 12。

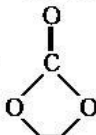
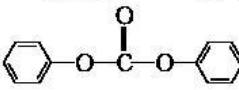
(6) ① 因为 BF_3 与 NF_3 均为分子晶体, NF_3 相对分子质量比 BF_3 大, 所以 NF_3 的分子间作用力强于 BF_3 , 熔、沸点大小关系为 $\text{BF}_3 < \text{NF}_3$ 。


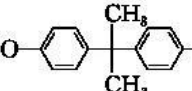
② BF_3 的分子构型为平面正三角形, 键角为 120° 。 NF_3 分子构型为三角锥形, 键角小于 120° , 所以 BF_3 的键角大于 NF_3 的键角。

③ $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ 中存在的化学键有共价键和配位键, 无离子键和金属键。氢键不是化学键。故选 BD。

36.【答案】(15分)

(1)次氯酸(1分) (2)2-氯乙醇(2分) (3)反应中有 HCl 生成, Ca(OH)₂ 会消耗 HCl, 使反应②平衡正

向移动。(2分) (4)  (2分) (5)取代反应(2分) (6)  + 4NaOH


$\xrightarrow{\text{加热}}$ 2  + Na₂CO₃ + 2H₂O(2分) (7)  (2分) (8)12(2分)

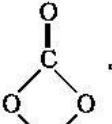
【命题意图】本题考查有机物的合成。

【解析】(1)反应①原子利用率为 100%, 则反应①为加成反应, 试剂 a 为次氯酸。

(2)B 的系统命名为 2-氯乙醇。

(3)反应②会产生氯化氢, 且反应②为可逆反应, Ca(OH)₂ 会消耗 HCl, 使反应②平衡正向移动。

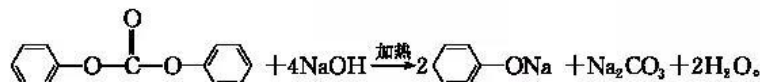
(4)反应③原子利用率为 100%, D 的核磁共振氢谱只有一组峰, 则  对 CO₂ 的一个碳氧双键进行加

成, D 的结构简式为 .

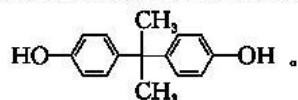
(5)反应④中,  与  发生取代反应, 生成 , 反应④的反应

类型为取代反应。

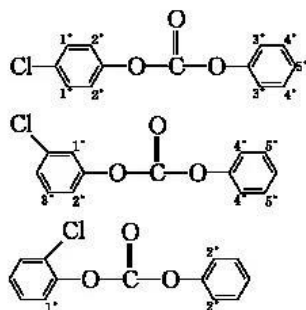
(6) 1 mol E 最多与 4 mol 氢氧化钠反应, 生成苯酚钠、碳酸钠和水, 其化学方程式为



(7) 反应⑤为缩聚反应, 观察高聚物 F 的结构简式, 可推出试剂 b 的结构简式为



(8)分析有机物 E 苯环上的二氯代物, 可以固定一个氯原子位置, 移动另一个氯原子位置, 有以下 12 种结构:



物 理

14. 【答案】A

【命题意图】考查核反应方程、半衰期、放射性等概念。

【解析】 β 粒子是原子核发生的核反应释放出的粒子,选项B错误;放置在低温低压的环境中,半衰期不变,选项C错误;过量放射性辐射对人体组织有破坏作用,选项D错误。正确答案为A。

15. 【答案】C

【命题意图】考查万有引力定律及其应用。

【解析】制动目的是降低轨道高度,所以需要减速,选项A错误;由 $T=\sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{GM}}$ 得,轨道越低,周期越小,

故椭圆轨道周期大于近月圆轨道周期,选项B错误;由 $v=\sqrt{\frac{GM}{R}}$ 得,轨道越低,速度越大,故探测器在近月圆轨道的速度大于在环月椭圆轨道远地点的速度,选项C正确;探测器在近月圆轨道的第二次制动点的机械能小于在环月椭圆轨道第二次制动点的机械能,选项D错误。正确答案为C。

16. 【答案】D

【命题意图】考查静电场、电场强度、电势、电势能等基本概念。

【解析】空气被电离后,带负电的阴离子被与电源正极相连的针状电极所捕获,带正电的阳离子被熔喷布所捕获,选项A错误;针状电极与电源正极相连,附近电势高,由于是带电尖端,所以附近电场强度大,选项B错误;平板电极表面为等势面,所以由针尖附近到熔喷布任意位置,电势能变化相同,选项C错误;两电极越靠近,电极间的电场越强,电离现象越剧烈,选项D正确。

17. 【答案】C

【命题意图】考查理想变压器。

【解析】用户使用的交流电频率等于50 Hz,选项A错误;由于 R_1 的分压作用,变压器原线圈处电压小于10 kV,故小区变压器原、副线圈匝数比小于500:11,选项B错误;用户功率增大,输入到原线圈的总功率增大,由 $I=\frac{P}{U}$ 得 U 不变, P 增大时, I 一定增大,选项C正确;当用户用电总功率增大,原线圈电流增大, R_1 的分压更多,原线圈处电压变小,故需要适当减小变压器的原、副线圈匝数比才能保证用户得到的电压仍然为220 V,选项D错误。正确答案为C。

18. 【答案】D

【命题意图】考查匀变速直线运动的 v^2-x 图像。

【解析】由 $v^2=2ax$ 得 $a_A=-\frac{400}{2 \times 50} \text{ m/s}^2=-4 \text{ m/s}^2$, $a_B=\frac{100}{2 \times 10} \text{ m/s}^2=5 \text{ m/s}^2$;由 v^2-x 图像可得,A车的初速度 $v_A=20 \text{ m/s}$,B车的初速度 $v_B=-10 \text{ m/s}$,则B车只需要2 s即停下了,2 s内,对A车有 $x_A=32 \text{ m}$,对B车有 $x_B=-10 \text{ m}$,则B车停下时,A车未与B车相遇,两车在 $x=40 \text{ m}$ 处相遇。故A、B、C答案错误,D答案正确。

19. 【答案】AD

【命题意图】考查机械能守恒定律、动量守恒定律。

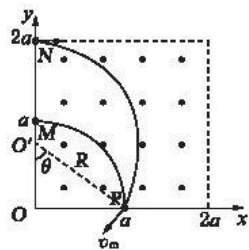
【解析】由系统机械能守恒、动量守恒,有 $mgL=\frac{1}{2}mv^2$, $v=\sqrt{2gl}$,落地小球的速度 $v_1=v_2=v_3=v_4$,所以,正确选项为A、D。

20. 【答案】ABC

【命题意图】考查带电粒子在匀强磁场中的运动。

【解析】从M点、N点射入的粒子在磁场中运动的轨迹如图所示:

比荷为 $k = \frac{q}{m}$, 对从 M 点射入到磁场的粒子有 $a = \frac{mv}{qB}$, 联立可得匀强磁场的磁感应强度为 $B = \frac{v}{ak}$. 从 N 点射入的粒子速度最大, 有 $R = \frac{mv_m}{qB}$, 由几何关系得 $R(1 + \cos\theta) = 2a$, $R\sin\theta = a$, 解得 $v_m = \frac{5}{4}v$, $\theta = 53^\circ$. 粒子在磁场中运动的周期相同, 运动时间之比等于转过的圆心角之比, 则粒子在磁场中运动的最长时间与最短时间之比为 $127 : 90$.



21. 【答案】AC

【命题意图】考查板块模型、牛顿运动定律及其应用。

【解析】初状态下 A 静止, B 有初速度, 则 A 初始阶段加速, B 初始阶段减速。由牛顿第二定律得 A 与 B 初状态加速度为 $a_B = \mu g$, $a_A = \mu g + \frac{3}{m}$. $t = 2$ s 时 $\Delta v = 0$, 则 $v_A = v_B$, 之后阶段由于 F 作用, A 加速, B 也加速。由牛顿第二定律得 A 与 B 这一阶段加速度为 $a_B = \mu g$, $a_A = \frac{3}{m} - \mu g$. 解得 $m = 1$ kg, $\mu = 0.1$, 由图像得 $0 \sim 2$ s 内, B 相对 A 滑动的距离为图线与坐标轴所围成的面积, 故 B 相对 A 滑动的距离为 10 m. $0 \sim 3$ s 内, 拉力 F 的冲量为 $I = Ft = 9$ N·s. 故 B 、 D 答案错误, A 、 C 答案正确。

22. (5分) 【答案】(1) $\frac{F}{mg}$ (2分) (2) C (3分)

【命题意图】考查测量滑块与木板之间的动摩擦因数、力学实验基本能力。

【解析】(1) 由于挡光条通过两光电门的时间接近, 则滑块做匀速直线运动, 受力平衡, 则有 $F = \mu mg$, 得 $\mu = \frac{F}{mg}$. (2) 可以计算通过两个光电门的平均速度, 不能计算通过光电门 1 的瞬时速度, 选项 A 错误; 题干中由拉力传感器读出滑块受到的拉力 F 不是滑块受到的合外力, 选项 B 错误; 合外力做功与速度关系的实验中, 滑块的质量不必远大于钩码的质量, 选项 C 正确。

23. (10分) 【答案】(1) D (3分); F (2分) (2) 左 (2分) (3) $\frac{R_A R_B}{(k-1)R_A - R_B}$ (3分)

【命题意图】考查测量电压表的内阻、电学实验迁移能力。

【解析】(1) 两只电压表读数不小于量程的 $\frac{1}{3}$, 则 V_1 示数至少为 0.167 V, V_2 示数至少为 2 V, 相差 10 倍, 则所在电路部分的电阻之比应该也是 $1 : 10$, 故 R_B 选择 D ; 控制电路为分压式接法, 以小控大, 故滑动变阻器选择较小阻值的 F .

(2) 如题图所示电路中, 滑片位置在最左侧时, 上面测量电路的电压为 0 , 电路安全。

(3) 对电压表 V_1 由欧姆定律得 $U_1 = \left(\frac{U_2 - U_1}{R_B} - \frac{U_1}{R_A} \right) r_1$,

整理可得 $U_2 = \left(\frac{R_B}{r_1} + 1 + \frac{R_B}{R_A} \right) U_1$,

则 $k = \frac{R_B}{r_1} + 1 + \frac{R_B}{R_A}$, 得 $r_1 = \frac{R_B}{k-1 - \frac{R_B}{R_A}} = \frac{R_A R_B}{(k-1)R_A - R_B}$.

24. 【命题意图】考查牛顿运动定律及其应用、动量定理、物体的平衡。

【解析】(1) 由牛顿第二定律有

$$mg - f = ma \quad ①$$

$$f = \mu kL \quad ②$$

$$\text{解得 } a = 0.5g \quad ③$$

(2) 设下滑距离为 x , 圆环下滑到 B 点时, $QB=l$, 受力分析如图, 正交分解, 水平方向有

$$N = kl \cos \theta = kL \quad ④$$

即下滑过程杆对圆环的弹力不变。

$$f = \mu N \quad ⑤$$

圆环所受滑动摩擦力 f 为恒力。

由动量定理, 水平方向有

$$I_{\text{弹}x} = Nt \quad ⑥$$

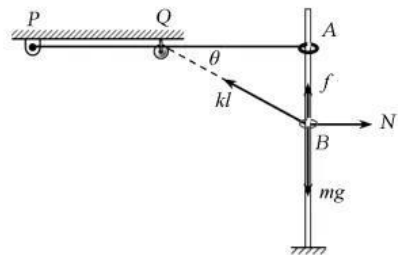
竖直方向有

$$mgt - ft - I_{\text{弹}y} = mv_m \quad ⑦$$

$$\text{又 } I_{\text{弹}} = \sqrt{I_{\text{弹}x}^2 + I_{\text{弹}y}^2} \quad ⑧$$

$$\text{可得 } I_{\text{弹}} = m \sqrt{\frac{5}{4} g^2 t^2 - gt v_m + v_m^2} \quad ⑨$$

评分参考: 第(1)问 6 分, ①②③式各 2 分; 第(2)问 8 分, ④⑤⑥⑧式各 1 分, ⑦⑨式各 2 分。



25. 【命题意图】考查法拉第电磁感应定律、动量定理、动量守恒定律、机械能守恒定律。

【解析】(1) 由动能定理有 $mgr = \frac{1}{2} m v_0^2 \quad ①$

对导体棒 b 有 $BIL = ma \quad ②$

而 $I = \frac{E}{2R} \quad ③$

又 $E = BLv_0 \quad ④$

解得 $a = \frac{B^2 L^2}{2Rm} \sqrt{2gr} \quad ⑤$

(2) 由动量守恒定律有 $m v_0 = 2m v_1 \quad ⑥$

对导体棒 b , 由动量定理有 $BILt = mv_1 \quad ⑦$

$q = It \quad ⑧$

解得 $q = \frac{m \sqrt{2gr}}{2BL} \quad ⑨$

(3) 将数据代入①式得

$v_0 = 1 \text{ m/s}$

对导体棒 a , 由动量定理有 $-BILt = m \Delta v$

$q = \frac{\Delta \Phi}{2R} = \frac{BL \Delta x}{2R}$

取 $\Delta x = 2 \text{ m}$, 可得 $\Delta v = -0.25 \text{ m/s}$

对导体棒 b , 由动量定理有 $BILt = m \Delta v'$

可得 $\Delta v' = 0.25 \text{ m/s}$

故当 $v_a = 0.75 \text{ m/s} \quad ⑩$

$v_b = 0.25 \text{ m/s} \quad ⑪$ 时两棒发生弹性碰撞,

由动量守恒有 $m v_a + m v_b = m v'_a + m v'_b$

机械能守恒有 $\frac{1}{2} m v_a^2 + \frac{1}{2} m v_b^2 = \frac{1}{2} m v'^2_a + \frac{1}{2} m v'^2_b$

可得 $v'_a = 0.25 \text{ m/s} \quad ⑫$

$v'_b = 0.75 \text{ m/s} \quad ⑬$

速度交换。

最后共速时有 $mv'_a + mv'_b = 2mv$,

解得 $v = 0.5 \text{ m/s}$ ⑭

对导体棒 b , 由动量定理有 $-BILt = m(v - v'_b)$ ⑮

$$\Delta q' = \frac{BL\Delta x'}{2R} \quad \text{⑯}$$

解得 $\Delta x' = 2 \text{ m}$, 最终两者相距 2 m . ⑰

(利用速度交换, 对全过程列式也可得分)

评分参考: 第(1)问 5 分, ①②③④⑤式各 1 分; 第(2)问 4 分, ⑥⑦⑧⑨各 1 分; 第(3)问 9 分, ⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯式各 1 分, ⑰式 2 分。

33. (1) (5 分) 【答案】ABD

【命题意图】考查热学基本概念。

【解析】具有热运动动能的物体, 整体运动的速度越大, 物体的机械能越大, 内能不一定越多; 一个孤立系统总是从熵小的状态向熵大的状态发展, 选项 C、E 错误。

(2) (10 分)

【命题意图】考查气体实验定律。

【解析】(i) 初态: $p_A = p_0 = 75 \text{ cmHg}$ ①

$p_B = p_0 = 75 \text{ cmHg}$ ②

竖直时, 设 A 气体长度减小 x , 则

$p'_B = p_0 + L_M$ ③

$p'_A = p_0 + L_M + (L_A - 2x)$ ④

对 B 气体,

$p_B L_B = p'_B L'_B$ ⑤

解得 $L'_B = 12.5 \text{ cm}$ ⑥

(ii) 对 A 气体,

$p_A L_A = p'_A (L_A - x)$ ⑦

解得 $x = 5 \text{ cm}$ ⑧

由几何关系, 水银柱 M 移动的距离 $\Delta x = x + (L_B - L'_B)$ ⑨

即 $\Delta x = 7.5 \text{ cm}$ ⑩

评分参考: 第(i)问 6 分, ①②③④⑤⑥式各 1 分; 第(ii)问 4 分, ⑦⑧⑨⑩式各 1 分。

34. (1) (5 分) 【答案】ACE

【命题意图】考查机械振动和机械波。

【解析】由题图知, 该波波长为 1.2 m ; 若波速 $v = 25 \text{ m/s}$, 波传播的距离为 1.5 m , 即向 x 轴负向传播 $1\frac{1}{4}\lambda$;

若波速 $v = 75 \text{ m/s}$, 波传播的距离为 4.5 m , 应为向 x 轴正向传播 $3\frac{3}{4}\lambda$; 若 P 点振动 45 cm , 即 $9A$,

$2\frac{1}{4}T = 0.06 \text{ s}$, 即波向 x 轴负向传播; 在 $t = 0.24 \text{ s}$ 时, 经过的时间一定是周期的整数倍, 所以 P 点一定在平衡位置。答案 A、C、E 正确。

(2) (10 分)

【命题意图】考查光的折射和全反射。

【解析】在玻璃体球面上光线恰好发生全反射时, 光路如图(a)所示。设玻璃的折射率为 n , 此时光线入射点为 E, 入射角 $i = 45^\circ$, γ 为折射角, 折射光线射到玻璃体球面的 D 点。

由折射定律有 $n = \frac{\sin i}{\sin \gamma}$ ①

由题意有 $\angle EDO = C$ ②

在 $\triangle EDO$ 内, 根据正弦定理有

$$\frac{OD}{\sin(90^\circ - \gamma)} = \frac{OE}{\sin C} \quad ③$$

$$OE = \frac{\sqrt{2}}{2} R \quad ④$$

$$OD = R \quad ⑤$$

发生全反射时, 临界角 C 满足 $\sin C = \frac{1}{n}$ ⑥

$$\text{联立得 } n = \frac{\sqrt{10}}{2} \quad ⑦$$

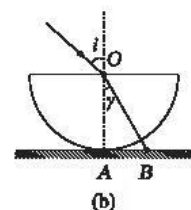
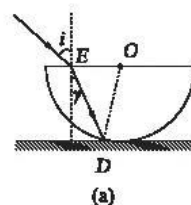
$$\sin \gamma = \frac{\sqrt{5}}{5} \quad ⑧$$

当光线经球心 O 入射时, 光路如图(b)所示。 $\triangle OAB$ 为直角三角形, 因此

$$\sin \gamma = \frac{AB}{\sqrt{OA^2 + AB^2}} \quad ⑨$$

$$\text{联立以上各式得 } AB = \frac{R}{2} \quad ⑩$$

评分参考: ①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩式各 1 分, 共 10 分。



微信搜《高三答案公众号》